



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 1: ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ

**Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження
(EN 1991-1-4:2005, IDT)**

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2010

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions (Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження) зі зміною EN 1991-1-4:2005/A1:2010 та технічною поправкою EN 1991-1-4:2005/AC:2010.

EN 1991-1-4:2005 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 1991-1-4:2010 Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions (Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження), 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» та «Бібліографічні дані» - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- з «Передмови до EN 1991-1-4» 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 1991-1-4:2005, наведено в додатку НА.

Копії МС, неприйнятих як національні стандарти, на які є посилання EN 1991-1-4:2005, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

Зміна EN 1991-1-4:2005/A1:2010 та технічна поправка EN 1991-1-4:2005/AC:2010 до EN 1991-1-4:2005 подані в кінці ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2010.

ЗМІСТ

		C
ВСТУП	FOREWORD	VIII
Основи програми Єврокоду	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 1991-1-4	Additional information specific for EN 1991-1-4	5
Національний додаток до EN 1991-1-4	National annex for EN 1991-1-4	5
1 Загальні положення	1 General	7
1.1 Галузь застосування	1.1 Scope	7
1.2 Нормативні посилання	1.2 Normative references	8
1.3 Припущення	1.3 Assumptions	9
1.4 Відмінність між принципами і правилами застосування	1.4 Distinction between Principles and Application Rules	9
1.5 Проектування за допомогою випробувань і вимірювань	1.5 Design assisted by testing and measurements	9
1.6 Визначення	1.6 Definitions	9
1.7 Позначення	1.7 Symbols	11
2 Розрахункові ситуації	2 Design situations	15
3 Моделювання вітрового навантаження	3 Modelling of wind actions	16
3.1 Загальні положення	3.1 Nature	16
3.2 Представлення вітрового навантаження	3.2 Representations of wind actions	16
3.3 Класифікація вітрового навантаження	3.3 Classification of wind actions	16
3.4 Характеристичні значення	3.4 Characteristic values	16
3.5 Моделі	3.5 Models	17
4 Швидкість вітру і швидкісний напір	4 Wind velocity and velocity pressure	17
4.1 Основа для розрахунку	4.1 Basis for calculation	17
4.2 Базові значення	4.2 Basic values	18
4.3 Середня швидкість вітру	4.3 Mean wind	19
4.3.1 Залежність від висоти	4.3.1 Variation with height	19
4.3.2 Нерівності місцевості	4.3.2 Terrain roughness	20
4.3.3 Рельєф місцевості	4.3.3 Terrain orography	22
4.3.4 Більші та значно вищі сусідні будівлі	4.3.4 Large and considerably higher neighbouring structures	22
4.3.5 Щільно розміщені будівлі та перешкоди	4.3.5 Closely spaced buildings and obstacles	23
4.4 Турбулентність вітру	4.4 Wind turbulence	23
4.5 Максимальний швидкісний напір	4.5 Peak velocity pressure	24
5 Вітрове навантаження	5 Wind actions	25
5.1 Загальні положення	5.1 General	25
5.2 Вітрове навантаження на поверхнях	5.2 Wind pressure on surfaces	25
5.3 Сили вітру	5.3 Wind forces	26

6	Конструктивний коефіцієнт $C_s C_d$	6	Structural factor $C_s C_d$	29
6.1	Загальні положення	6.1	General	29
6.2	Визначення $c_s c_d$	6.2	Determination of $c_s c_d$	29
6.3	Детальна методика	6.3	Detailed procedure	30
6.3.1	Конструктивний коефіцієнт $c_s c_d$	6.3.1	Structural factor $c_s c_d$	30
6.3.2	Оцінка експлуатаційної надійності	6.3.2	Serviceability assessments	31
6.3.3	Бафтинг у супутньому потоці	6.3.3	Wake buffeting	32
7	Коефіцієнти тиску та сили	7	Pressure and force coefficients	33
7.1	Загальні положення	7.1	General	33
7.1.1	Вибір аеродинамічного коефіцієнта	7.1.1	Choice of aerodynamic coefficient	33
7.1.2	Асиметричні та зрівноважувальні тиски та сили	7.1.2	Asymmetric and counteracting pressures and forces	34
7.1.3	Вплив льоду та снігу	7.1.3	Effects of ice and snow	35
7.2	Коефіцієнти тиску для будівель	7.2	Pressure coefficients for buildings	35
7.2.1	Загальні положення	7.2.1	General	35
7.2.2	Вертикальні стіни прямокутних будівель	7.2.2	Vertical walls of rectangular plan buildings	36
7.2.3	Плоскі покриття	7.2.3	Flat roofs	39
7.2.4	Односхилі покриття	7.2.4	Monopitch roofs	41
7.2.5	Двосхилі покриття	7.2.5	Duopitch roofs	42
7.2.6	Вальмові покриття	7.2.6	Hipped roofs	44
7.2.7	Багатопрогоні покриття	7.2.7	Multispan roofs	45
7.2.8	Склепінчасті покриття та куполи	7.2.8	Vaulted roofs and domes	46
7.2.9	Внутрішній тиск	7.2.9	Internal pressure	48
7.2.10	Тиск на багатошарові стіни та покриття	7.2.10	Pressure on walls or roofs with more than one skin	50
7.3	Навісні покриття	7.3	Canopy roofs	52
7.4	Окремі стіни, парапети, огорожі та рекламні щити	7.4	Free-standing walls, parapets, fences and signboards	57
7.4.1	Окремі стіни та парапети	7.4.1	Free-standing walls and parapets	57
7.4.2	Коефіцієнти затінення для стін, огорож і парапетів	7.4.2	Shelter factors for walls and fences	58
7.4.3	Рекламні щити	7.4.3	Signboards	59
7.5	Коефіцієнти тертя	7.5	Friction coefficients	60
7.6	Конструктивні елементи з прямокутним перерізом	7.6	Structural elements with rectangular sections	61
7.7	Конструктивні елементи з гострими кроями у перерізі	7.7	Structural elements with sharp edged section	62
7.8	Конструктивні елементи з поперечним перерізом у формі правильного багатокутника	7.8	Structural elements with regular polygonal section	63
7.9	Круговий циліндр	7.9	Circular cylinders	65
7.9.1	Коефіцієнти зовнішнього тиску	7.9.1	External pressure coefficients	65
7.9.2	Коефіцієнти сили	7.9.2	Force coefficients	67
7.9.3	Коефіцієнти сили для вертикальних циліндрів, розташованих у ряд	7.9.3	Force coefficients for vertical cylinders in a row arrangement	68
7.10	Сфери	7.10	Spheres	69
7.11	Гратчасті конструкції та підмостки	7.11	Lattice structures and scaffoldings	70
7.12	Прапори	7.12	Flags	73
7.13	Розрахункова (ефективна) гнучкість λ і коефіцієнт крайових ефектів ψ_λ	7.13	Effective slenderness λ and end-effect factor ψ_λ	73
8	Вітрові навантаження на мости	8	Wind actions on bridges	76

8.1	Загальні положення	8.1	General	76
8.2	Вибір методики розрахунку реакції	8.2	Choice of the response calculation procedure	78
8.3	Коефіцієнти сили	8.3	Force coefficients	78
8.3.1	Коефіцієнти сили в x-напрямку (загальний метод)	8.3.1	Force coefficients in x-direction (general method)	79
8.3.2	Сила в x-напрямку – спрощений метод	8.3.2	Force in x-direction . Simplified Method	82
8.3.3	Сила вітру на мостове полотно у z-напрямку	8.3.3	Wind forces on bridge decks in z-direction	82
8.3.4	Сила вітру на мостове полотно в y-напрямку	8.3.4	Wind forces on bridge decks in y-direction	84
8.4	Мостові опори	8.4	Bridge piers	84
8.4.1	Напрями вітру і розрахункові випадки	8.4.1	Wind directions and design situations	84
8.4.2	Вітрові впливи на мостові опори	8.4.2	Wind effects on piers	84
Додаток А (Обов’язковий) Вплив місцевості		Annex A (Informative) Terrain effects		85
A.1	Графічне зображення максимальних нерівностей різних типів місцевості	A.1	Illustrations of the upper roughness of each terrain category	85
A.2	Перехід між нерівностями для типів 0, I, II, III і IV	A.2	Transition between roughness categories 0, I, II, III and IV	85
A.3	Числовий розрахунок коефіцієнтів рельєфу	A.3	Numerical calculation of orography coefficients	87
A.4	Сусідні конструкції	A.4	Neighbouring structures	91
A.5	Висота зміщення	A.5	Displacement height	92
Додаток В (Обов’язковий) Методика 1 для визначення конструктивного коефіцієнта $C_s C_d$		Annex B (Informative) Procedure 1 for determining the structural factor $C_s C_d$		93
B.1	Турбулентність вітру	B.1	Wind turbulence	93
B.2	Конструктивний коефіцієнт	B.2	Structural factor	94
B.3	Число навантажень для динамічної характеристики	B.3	Number of loads for dynamic response	96
B.4	Переміщення і прискорення для оцінки експлуатаційної придатності вертикальних конструкцій	B.4	Service displacement and accelerations for serviceability assessments of a vertical structure	97
Додаток С (Обов’язковий) Методика 2 для визначення конструктивного коефіцієнта $C_s C_d$		Annex C (Informative) Procedure 2 for determining the structural factor $C_s C_d$		99
C.1	Турбулентність вітру	C.1	Wind turbulence	99
C.2	Конструктивний коефіцієнт	C.2	Structural factor	99
C.3	Число циклів навантажень для динамічної реакції	C.3	Number of loads for dynamic response	100
C.4	Переміщення і прискорення для оцінки експлуатаційної придатності	C.4	Service displacement and accelerations for serviceability assessments	100
Додаток D (Обов’язковий) Значення $C_s C_d$ для різних типів конструкцій		Annex D (Informative) $C_s C_d$ values for different types of structures		102
Додаток E (Обов’язковий) Вихрове збудження та аеропружна нестійкість		Annex E (Informative) Vortex shedding and aeroelastic instabilities		107
E.1	Вихрове збудження	E.1	Vortex shedding	107
E.1.1	Загальні положення	E.1.1	General	107
E.1.2	Критерії для вихрового збудження	E.1.2	Criteria for vortex shedding	107
E.1.3	Базові параметри вітрового збудження	E.1.3	Basic parameters for vortex shedding	108

E.1.4	Вплив вихороутворення	E.1.4	Vortex shedding action	111
E.1.5	Розрахунок амплітуди, поперечної до напрямку вітру	E.1.5	Calculation of the cross wind amplitude	111
E.1.6	Засоби щодо попередження виникнення вихрових збуджень	E.1.6	Measures against vortex induced vibrations	121
E.2	Галопування	E.2	Galloping	121
E.2.1	Загальні положення	E.2.1	General	121
E.2.2	Початкова швидкість вітру	E.2.2	Onset wind velocity	121
E.2.3	Класичне галопування з'єднаних циліндрів	E.2.3	Classical galloping of coupled cylinders	123
E.3	Інтерференційне галопування двох або більше окремо розташованих циліндрів	E.3	Interference galloping of two or more free standing cylinders	125
E.4	Дивергенція та флатер	E.4	Divergence and Flutter	126
E.4.1	Загальні положення	E.4.1	General	126
E.4.2	Критерії для пластинчастих конструкцій	E.4.2	Criteria for plate-like structures	126
E.4.3	Швидкість дивергенції	E.4.3	Divergency velocity	127
Додаток F (Обов'язковий) Динамічні характеристики конструкцій		Annex F (Informative) Dynamic characteristics of structures		129
F.1	Загальні положення	F.1	General	129
F.2	Основна власна частота	F.2	Fundamental frequency	129
F.3	Основна форма коливань	F.3	Fundamental mode shape	134
F.4	Еквівалентна маса	F.4	Equivalent mass	135
F.5	Логарифмічний декремент згасання	F.5	Logarithmic decrement of damping	136
Додаток НА (Довідковий) Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1991-1-4:2005				140
Бібліографія		Bibliography		141
Технічна поправка		Modification		
EN 1991-1-4:2005/AC:2010		EN 1991-1-4:2005/AC:2010		142
Зміна EN 1991-1-4:2005/A1:2010		Modification		
		EN 1991-1-4:2005/A1:2010		156

Вступ

Цей документ EN 1991-1-4:2005 підготовлений Технічним комітетом CEN/TC 250 “Будівельні Єврокоди”, секретаріат якого підтримується BSI.

Цьому Європейському стандарту буде наданий статус національного з публікацією ідентичного тексту або схваленням не пізніше жовтня 2005 року і при скасуванні конфліктуючих 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, Ірландія, Ісландія, Іспанія, Італія, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Португалія, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швейцарія, Швеція.

Даний Європейський Стандарт замінює ENV 1991-2-4: 1995.

CEN/TC250 є відповідальним за всі Будівельні Єврокоди.

Foreword

This document EN 1991-1-4:2005 has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 "Structural Eurocodes", the Secretariat for which is held by BSI.

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 October 2005, 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, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

This European Standard supersedes ENV 1991-2-4: 1995.

CEN/TC 250 is responsible for all Structural Eurocodes.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 1. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ ЧАСТИНА 1-4: ЗАГАЛЬНІ ДІЇ. ВІТРОВІ НАВАНТАЖЕННЯ

ЕВРОКОД 1. ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ ЧАСТЬ 1-1: ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ. ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ

ACTIONS ON STRUCTURES PART 1-1: GENERAL ACTIONS – WIND 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 комплекту першого покоління Європейських кодів у 80-х роках.

У 1989 році Комісія та держави-члени ЕУ (Європейської Спільноти) та ЕФТА (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

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 1980s.

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 the CEN through a series of Mandates, in order to provide them with a

в результаті надало б Єврокодам у майбутньому статусу Європейського стандарту (EN). Це пов'язує Єврокоди з положеннями Директив Ради і Рішень Комісії щодо Європейських стандартів (тобто Директиви Ради 89/106/ЕЕС щодо будівельних виробів – CPD – та Директив Ради 93/37/ЕЕС, 92/50/ЕЕС та 89/440/ЕЕС 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 країн-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 та Європейським комітетом зі стандартизації (CEN) щодо роботи над Єврокодами для проектування будівель і споруд (BC/CEN/03/89).

future status of European Standard (EN). This links *de facto* the Eurocodes with the 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).

Єврокодів

Держави-члени EU та EFTA визнають, що Єврокоди діють як еталонні документи для таких цілей:

– як засіб доведення відповідності будівель і споруд основним вимогам Директиви Ради 89/106/ЕЕС, зокрема основній вимозі N°1 – Механічна стійкість та стабільність і основній вимозі N°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 документа CPD основні вимоги (ER) отримують конкретну форму у тлумачних документах для створення необхідних зв'язків між Основними вимогами та мандатами на hENs 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 пра-

Eurocodes

The Member States of the EU and EFTA recognise that Eurocodes serve as reference 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 N°1 – Mechanical resistance and stability – and Essential Requirement N°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

вила проектування для практичного використання всіх конструкцій та їх компонентів як традиційного, так і інноваційного характеру. Унікальні форми конструкції або умови проектування спеціально не охоплюються, і в таких випадках проектувальнику 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.

Національний Додаток може включати інформацію відносно тих параметрів, які залишилися відкритими в Єврокодах для національного вибору, відомі як національно визначені параметри для використання при проектуванні 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;
- специфічні дані країни (географічні, кліматичні тощо), наприклад, карта вітру;
- 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 гармо-

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 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.

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. wind map,
- the procedure to be used where alternative procedures are given in the Eurocode.

It may also contain

- decisions on the use of informative annexes, and
- references to non-contradictory complementary information to assist the user to apply the Eurocode.

Links between Eurocodes and

нізованими технічними специфікаціями (ENs та ETAs) для виробів

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

Додаткова інформація щодо EN 1991-1-4

В EN 1991-1-4 надані вказівки з розрахунку та навантаження і впливи від дії вітру при проектуванні будівель та інженерних споруд.

EN 1991-1-4 призначений для використання замовниками, проектувальниками, підрядниками і відповідними державними органами.

EN 1991-1-4 призначений для використання з EN 1990, іншими частинами EN 1991 і EN 1992-1999 для проектування конструкцій.

Національний додаток до EN 1991-1-4

У цьому стандарті наведені альтернативні методи, величини і рекомендації для класів з примітками, які вказують, де необхідно зробити національний вибір. Таким чином, національний стандарт, який імплементує EN 1991-1-4, повинен мати національний додаток, який включав би усі національно визначені параметри, які використовуються при проектуванні будівель та споруд, що будуть побудовані у відповідній країні.

Національний вибір дозволено для EN 1991-1-4 за допомогою:

- 1.1 (11) Примітка 1
- 1.5 (2)
- 4.1 (1)
- 4.2 (1)Р Примітка 2

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

4.2 (2) Р Примітка 1, 2, 3 і 5

harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products

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 for EN 1991-1-4

EN 1991-1-4 gives design guidance and actions for the structural design of buildings and civil engineering works for wind.

EN 1991-1-4 is intended for the use by clients, designers, contractors and relevant authorities.

EN 1991-1-4 is intended to be used with EN 1990, the other Parts of EN 1991 and EN 1992-1999 for the design of structures.

National annex for EN 1991-1-4

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 1991-1-4 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 for EN 1991-1-4 through clauses:

- 1.1 (11) Note 1
- 1.5 (2)
- 4.1 (1)
- 4.2 (1)P Note 2

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.

4.2 (2)P Note 1, 2, 3 and 5

4.3.1 (1) Примітка 1 і 2	4.3.1 (1) Note 1 and 2
4.3.2 (1)	4.3.2 (1)
4.3.2 (2)	4.3.2 (2)
4.3.3 (1)	4.3.3 (1)
4.3.4 (1)	4.3.4 (1)
4.3.5 (1)	4.3.5 (1)
4.4 (1) Примітка 2	4.4 (1) Note 2
4.5 (1) Примітка 1 і 2	4.5 (1) Note 1 and 2
5.3 (5)	5.3 (5)
6.1 (1)	6.1 (1)
6.2 (1)	6.2 (1)
6.3.1 (1) Примітка 3	6.3.1 (1) Note 3
6.3.2 (1)	6.3.2 (1)
7.1.2 (2)	7.1.2 (2)
7.1.3 (1)	7.1.3 (1)
7.2.1 (1) Примітка 2	7.2.1 (1) Note 2
7.2.2 (1)	7.2.2 (1)
7.2.2 (2) Примітка 1	7.2.2 (2) Note 1
7.2.8 (1)	7.2.8 (1)
7.2.9 (2)	7.2.9 (2)
7.2.10 (3) Примітка 1 і 2	7.2.10 (3) Note 1 and 2
7.4.1 (1)	7.4.1 (1)
7.4.3 (2)	7.4.3 (2)
7.6 (1) Примітка 1	7.6 (1) Note 1
7.7 (1) Примітка 1	7.7 (1) Note 1
7.8 (1)	7.8 (1)
7.10 (1) Примітка 1	7.10 (1) Note 1
7.11 (1) Примітка 2	7.11 (1) Note 2
7.13 (1)	7.13 (1)
7.13 (2)	7.13 (2)
8.1 (1) Примітка 1 і 2	8.1 (1) Note 1 and 2
8.1 (4)	8.1 (4)
8.1 (5)	8.1 (5)
8.2 (1) Примітка 1	8.2 (1) Note 1
8.3 (1)	8.3 (1)
8.3.1 (2)	8.3.1 (2)
8.3.2 (1)	8.3.2 (1)
8.3.3 (1) Примітка 1	8.3.3 (1) Note 1
8.3.4 (1)	8.3.4 (1)
8.4.2 (1) Примітка 1 і 2	8.4.2 (1) Note 1 and 2
A.2 (1)	A.2 (1)
E.1.3.3 (1)	E.1.3.3 (1)
E.1.5.1 (1) Примітка 1 і 2	E.1.5.1 (1) Note 1 and 2
E.1.5.1 (3)	E.1.5.1 (3)
E.1.5.2.6 (1) Примітка 1	E.1.5.2.6 (1) Note 1
E.1.5.3 (2) Примітка 1	E.1.5.3 (2) Note 1
E.1.5.3 (4)	E.1.5.3 (4)
E.1.5.3 (6)	E.1.5.3 (6)
E.3 (2)	E.3 (2)

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

(1) EN 1991-1-4 містить вказівки щодо визначення природних впливів вітру при проектуванні конструкцій будівель, споруд і виконанні робіт для кожної завантаженої зони, що розглядається. До них належать конструкція в цілому, частини конструкції або елементи, які приєднані до конструкції, наприклад, елементи облицювання і їх кріплення, бар'єри безпеки і шумові бар'єри.

(2) Ця частина може застосовуватися до:
– будівель та споруд висотою до 200 м. Див. також (11);
– мостів з прогнами менше 200 м, за умови, що вони задовольняють критерію динамічних реакцій, див. (11) і 8.2.

(3) Ця частина призначена для визначення характеристик вітрових впливів на наземні конструкції, їх елементи та надбудови.

(4) Деякі аспекти, необхідні для визначення вітрового навантаження на конструкцію, залежать від місця розташування, наявності і якості метеорологічних даних, типу місцевості тощо. Це потрібно встановлювати в Національному Додатку та Додатку А, через національний вибір примітками в тексті як зазначено. Значення і методи, які надаються в головному тексті, і стосовно до яких не надається інформація у Національному Додатку, приймаються за умовчанням.

(5) Додаток А ілюструє категорії місцевості і встановлює правила для ефектів рельєфу, включаючи зміну, зміну шорсткості, вплив ландшафту та сусідніх конструкцій.

(6) Додатки В і С містять альтернативні методики для розрахунку конструктивного коефіцієнта c_{sd} .

(7) Додаток D містить коефіцієнти c_{sd} для різних типів конструкцій.

1 GENERAL

1.1 SCOPE

(1) EN 1991-1-4 gives guidance on the determination of natural wind actions for the structural design of building and civil engineering works for each of the loaded areas under consideration. This includes the whole structure or parts of the structure or elements attached to the structure, e. g. components, cladding units and their fixings, safety and noise barriers.

(2) This part is applicable to:
– Buildings and civil engineering works with heights up to 200 m. See also (11).
– Bridges having no span greater than 200 m, provided that they satisfy the criteria for dynamic response, see (11) and 8.2.

(3) This part is intended to predict characteristic wind actions on land-based structures, their components and appendages.

(4) Certain aspects necessary to determine wind actions on a structure are dependent on the location and on the availability and quality of meteorological data, the type of terrain, etc. These need to be provided in the National Annex and Annex A, through National choice by notes in the text as indicated. Default values and methods are given in the main text, where the National Annex does not provide information.

(5) Annex A gives illustrations of the terrain categories and provides rules for the effects of orography including displacement height, roughness change, influence of landscape and influence of neighbouring structures.

(6) Annex B and C give alternative procedures for calculating the structural factor c_{sd} .

(7) Annex D gives c_{sd} factors for different types of structures.

(8) Додаток Е містить правила для визначення вихрових збуджень і деякі вказівки щодо визначення інших аеропружних ефектів.

(9) Додаток F містить динамічні характеристики конструкцій, що працюють лінійно.

(10) Цей розділ не містить вказівок щодо впливу місцевих термічних ефектів на властивості вітру, наприклад, сильної арктичної термальної поверхневої інверсії або утворення смерчу чи торнадо.

(11) Ця частина не містить вказівок щодо наступних аспектів:

- вітрове навантаження на гратчасті башти з непаралельними поясами;
- вітрове навантаження на щогли з відтяжками і витяжні труби з відтяжками;
- крутильні коливання, наприклад, високих будівель з центральним ядром;
- коливання мостового полотна від турбулентності поперечного вітру;
- вантові та підвісні мости;
- коливання, в яких необхідно розглядати не лише основну форму коливань.

ПРИМІТКА 1. Національний додаток може надавати вказівки, які не суперечать цим аспектам і містять додаткову інформацію.

ПРИМІТКА 2. Вітрове навантаження на щогли з відтяжками, витяжні труби з відтяжками і гратчасті башти з непаралельними поясами див. EN 1993-3-1, Додаток А.

ПРИМІТКА 3. Дію вітру на ліхтарні стовпи, див. EN 40.

1.2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наступні нормативні документи містять положення, які, через посилання по цьому тексту, складають положення цього Європейського Стандарту. Для чинних посилань, наступні поправки або зміни в будь-яких з цих публікацій не застосовуються. Проте, спірні питання узгодження яких базується на цьому Європейському стандарті, покликані дослідити можливість застосування останніх редакцій нормативних документів вказаних нижче. Для посилань, які не набули чинності, застосовується остання редакція нормативного документа.

(8) Annex E gives rules for vortex induced response and some guidance on other aeroelastic effects.

(9) Annex F gives dynamic characteristics of structures with linear behaviour.

(10) This part does not give guidance on local thermal effects on the characteristic wind, e.g. strong arctic thermal surface inversion or funnelling or tornadoes.

(11) This part does not give guidance on the following aspects:

- wind actions on lattice towers with non-parallel chords;
- wind actions on guyed masts and guyed chimneys;
- torsional vibrations, e.g. tall buildings with a central core;
- bridge deck vibrations from transverse wind turbulence;
- cable supported bridges;
- vibrations where more than the fundamental mode needs to be considered.

NOTE 1. The National Annex may provide guidance on these aspects as non contradictory complementary information.

NOTE 2. For wind actions on guyed masts, guyed chimneys and lattice towers with non-parallel chords, see EN 1993-3-1, Annex A.

NOTE 3. For wind actions on lighting columns, see EN 40.

1.2 NORMATIVE REFERENCES

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this European Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this European Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies.

EN 1990 Єврокод: Основи проектування ;
EN 1991-1-3 Єврокод 1: Навантаження на споруди: Частина 1-3: Снігові навантаження;
EN 1991-1-6 Єврокод 1: Навантаження на споруди: Частина 1-6: Навантаження протягом виробництва;
EN 1991-2 Єврокод 1: Навантаження на споруди: Частина 2: Транспортні навантаження на мости;
EN 1993-3-1 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій: Частина 3-1: Щогли і башти

1.3 ПРИПУЩЕННЯ

(1)P Застосовуються загальні припущення, наведені в EN 1990, 1.3

1.4 ВІДМІНІСТЬ МІЖ ПРИНЦИПАМИ ТА ПРАВИЛАМИ ВИКОРИСТАННЯ

(1)P Застосовуються правила, наведені в EN 1990, 1.4.

1.5 ПРОЕКТУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИПРОБУВАНЬ І ВИМІРЮВАНЬ

(1) У доповненні до розрахунків для одержання інформації щодо навантаження і реакцій можуть використовуватися випробування в аеродинамічній трубі та перевірені і/або належним чином обгрунтовані числові методи, відповідні моделі конструкції та природного вітру.

(2) Дані щодо навантажень, реакцій і параметрів місцевості можна отримати з відповідних експериментів.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може містити вказівки щодо проектування за допомогою випробувань і вимірювань.

1.6 ВИЗНАЧЕННЯ

У цьому Європейському стандарті застосовуються визначення, встановлені в ISO 2394, ISO 3898 і ISO 8930. Додатково для цілей цього стандарту основний список визначень наведено у EN 1990, 1.5

EN 1990 Eurocode: Basis of structural design;
EN 1991-1-3 Eurocode 1: Actions on structures: Part 1-3: Snow loads;

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 1993-3-1 Eurocode 3: Design of steel structures: Part 3-1: Masts and towers

1.3 ASSUMPTIONS

(1)P The general assumptions given in EN 1990, 1.3 apply.

1.4 DISTINCTION BETWEEN PRINCIPLES AND APPLICATION RULES

(1)P The rules in EN 1990, 1.4 apply.

1.5 DESIGN ASSISTED BY TESTING AND MEASUREMENTS

(1) In supplement to calculations wind tunnel tests and proven and/or properly validated numerical methods may be used to obtain load and response information, using appropriate models of the structure and of the natural wind.

(2) Load and response information and terrain parameters may be obtained from appropriate full scale data.

NOTE. The National Annex may give guidance on design assisted by testing and measurements.

1.6 DEFINITIONS

For the purposes of this European Standard, the definitions given in ISO 2394, ISO 3898 and ISO 8930 and the following apply. Additionally for the purposes of this Standard a basic list of definitions is provided in EN 1990, 1.5

1.6.1 фундаментальна базова швидкість вітру

швидкість вітру при десятихвилинному осереднюванні з річним ризиком перевищення 0,02, незалежно від напрямку вітру, на висоті 10 м на відкритій плоскій сільській місцевості з урахуванням висотних ефектів (за необхідності)

1.6.2 базова швидкість вітру

фундаментальна базова швидкість вітру змінена з урахуванням напрямку вітру, що розглядається, і сезонну (за необхідності)

1.6.3 середня швидкість вітру

базова швидкість вітру з урахуванням ефектів нерівності місцевості та рельєфу

1.6.4 коефіцієнт тиску

зовнішні коефіцієнти тиску враховують ефект дії вітру на зовнішні поверхні будівель; внутрішні коефіцієнти тиску враховують ефект дії вітру на внутрішні поверхні будівель.

Зовнішні коефіцієнти тиску поділяються на загальні і локальні. Локальні коефіцієнти тиску застосовуються для завантажених площ менше 1 м², наприклад, для розрахунку маленьких елементів і кріпильних деталей; загальні коефіцієнти тиску застосовуються для завантажених площ, більших ніж 10 м².

Коефіцієнти тиску нетто показують результуючі ефекти дії вітру на конструкцію, конструктивний елемент чи вузол на одиницю їхньої площі

1.6.5 коефіцієнт сили

коефіцієнти сили враховують повний ефект дії вітру на конструкцію, конструктивний елемент чи вузол в цілому, з урахуванням тертя, якщо воно спеціально не виключається

1.6.6 коефіцієнт фонові складові реакції

коефіцієнт фонові складові реакції враховує відсутність повної кореляції тиску на поверхню конструкції

1.6.1 fundamental basic wind velocity

the 10 minute mean wind velocity with an annual risk of being exceeded of 0,02, irrespective of wind direction, at a height of 10 m above flat open country terrain and accounting for altitude effects (if required)

1.6.2 basic wind velocity

the fundamental basic wind velocity modified to account for the direction of the wind being considered and the season (if required)

1.6.3 mean wind velocity

the basic wind velocity modified to account for the effect of terrain roughness and orography

1.6.4 pressure coefficient

external pressure coefficients give the effect of the wind on the external surfaces of buildings; internal pressure coefficients give the effect of the wind on the internal surfaces of buildings.

The external pressure coefficients are divided into overall coefficients and local coefficients. Local coefficients give the pressure coefficients for loaded areas of 1 m² or less e.g. for the design of small elements and fixings; overall coefficients give the pressure coefficients for loaded areas larger than 10 m².

Net pressure coefficients give the resulting effect of the wind on a structure, structural element or component per unit area

1.6.5 force coefficient

force coefficients give the overall effect of the wind on a structure, structural element or component as a whole, including friction, if not specifically excluded

1.6.6 background response factor

the background factor allowing for the lack of full correlation of the pressure on the structure surface

1.6.7 коефіцієнт резонансної складової реакції

коефіцієнт, що враховує резонансну складову реакції, яка виникає при коливаннях за певною формою внаслідок турбулентності

1.7 ПОЗНАЧЕННЯ

(1) У цьому Європейському стандарті використовуються наступні позначення.

ПРИМІТКА. Прийняті позначення базуються на ISO 3898:1999. У цій частині символ точки у формулах вказує на знак множення. Це позначення застосовується для запобігання плутанині з функціональними виразами.

(2) Основний список умовних позначень, наведений у EN 1990, 1.6, і додаткові умовні позначення нижче є специфічними для EN 1991-1-4.

Латинські великі літери

A	площа
A_{fr}	площа, що обдувається вітром
A_{ref}	базова площа
B^2	фонова складова реакції
C	коефіцієнт вітрового навантаження для мостів
E	модуль Юнга
F_{fr}	результируюча сила тертя
F_j	збуджувальна вихрова сила в точці j споруди
F_w	результиуюча сила вітру
H	топографічна висота
I_v	інтенсивність турбулентності
K	коефіцієнт форми коливань; параметр форми коливань
K_{iv}	коефіцієнт інтерференції для вихрового збудження
K_{rd}	коефіцієнт зменшення для парапетів
K_w	коефіцієнт кореляції за довжиною
K_x	безрозмірний коефіцієнт
L	довжина прогону мостового полотна, масштаб довжини турбулентності
L_d	фактична довжина навітряного ската
L_e	фактична довжина підвітряного ската
L_j	довжина зони кореляції
L_u	фактична довжина проекції навітряної сторони

1.6.7 resonance response factor

the resonance response factor allowing for turbulence in resonance with the vibration mode.

1.7 SYMBOLS

(1) For the purposes of this European standard, the following symbols apply.

NOTE. The notation used is based on ISO 3898:1999. In this Part the symbol dot in expressions indicates the multiplication sign. This notation has been employed to avoid confusion with functional expressions.

(2) A basic list of notations is provided in EN 1990, 1.6 and the additional notations below are specific to EN 1991-1-4.

Latin upper case letters

A	area
A_{fr}	area swept by the wind
A_{ref}	reference area
B^2	background response part
C	wind load factor for bridges
E	Young's modulus
F_{fr}	resultant friction force
F_j	vortex exciting force at point j of the structure
F_w	resultant wind force
H	height of a topographic feature
I_v	turbulence intensity
K	mode shape factor; shape parameter
K_{iv}	interference factor for vortex shedding
K_{rd}	reduction factor for parapets
K_w	correlation length factor
K_x	non dimensional coefficient
L	length of the span of a bridge deck; turbulent length scale
L_d	actual length of a downwind slope
L_e	effective length of an upwind slope
L_j	correlation length
L_u	actual length of an upwind slope

N кількість циклів, викликаних вихровим збудженням
 N_g кількість навантажень від поривів вітру
 R^2 резонансна частина реакції
 Re число Рейнольдса
 R_h, R_b аеродинамічна передавальна функція
 S навантаження вітру
 Sc число Скрутона
 S_L безрозмірна функція спектральної щільності
 St число Струхалія
 W_s вага елементів конструкції, які забезпечують жорсткість витяжної труби
 W_t загальна вага витяжної труби.

Латинські малі літери

a_G коефіцієнт нестабільності при галопуванні
 a_{IG} комбінований коефіцієнт стабільності при інтерференційному галопуванні
 b ширина конструкції (довжина поверхні, перпендикулярної до напрямку вітру, якщо інше не визначене)
 c_{alt} коефіцієнт висоти над рівнем моря
 c_d динамічний коефіцієнт
 c_{dir} коефіцієнт напрямку
 $c_e(z)$ коефіцієнт зростання за висотою
 c_f коефіцієнт сили
 $c_{f,o}$ коефіцієнт сили для конструкцій чи їх елементів без урахування крайових ефектів
 $c_{f,l}$ коефіцієнт підйомної сили
 c_{fr} коефіцієнт тертя
 c_{lat} аеродинамічний коефіцієнт вихрового збудження
 c_M коефіцієнт моменту
 c_p коефіцієнт тиску
 c_{prob} коефіцієнт ймовірності
 c_r коефіцієнт нерівності місцевості
 c_o коефіцієнт рельєфу
 c_s коефіцієнт впливу розмірів поперечного перерізу
 c_{season} сезонний коефіцієнт
 d глибина конструкції (довжина поверхні паралельна напрямку вітру, якщо інше не вказано)
 e ексцентриситет сили або відстань між краями
 f_L безрозмірна частота
 h висота конструкції
 h_{ave} висота перешкод

N number of cycles caused by vortex shedding
 N_g number of loads for gust response
 R^2 resonant response part
 Re Reynolds number
 R_h, R_b aerodynamic admittance
 S wind action
 Sc Scruton number
 S_L Non dimensional power spectral density function
 St Strouhal number
 W_s weight of the structural parts contributing to the stiffness of a chimney
 W_t total weight of a chimney.

Latin lower case letters

a_G factor of galloping instability
 a_{IG} combined stability parameter for interference galloping
 b width of the structure (the length of the surface perpendicular to the wind direction if not otherwise specified)
 c_{alt} altitude factor
 c_d dynamic factor
 c_{dir} directional factor
 $c_e(z)$ exposure factor
 c_f force coefficient
 $c_{f,o}$ force coefficient of structures or structural elements without free-end flow
 $c_{f,l}$ lift force coefficient
 c_{fr} friction coefficient
 c_{lat} aerodynamic exciting coefficient
 c_M moment coefficient
 c_p pressure coefficient
 c_{prob} probability factor
 c_r roughness factor
 c_o orography factor
 c_s size factor
 c_{season} seasonal factor
 d depth of the structure (the length of the surface parallel to the wind direction if not otherwise specified)
 e eccentricity of a force or edge distance
 f_L non dimensional frequency
 h height of the structure
 h_{ave} obstruction height

h_{dis}	висота зміщення	h_{dis}	displacement height
k	еквівалентна шорсткість	k	equivalent roughness
k_p	амплітудний коефіцієнт	k_p	peak factor
k_r	коефіцієнт місцевості	k_r	terrain factor
k_{Θ}	крутильна жорсткість	k_{Θ}	torsional stiffness
l	довжина горизонтальної конструкції	l	length of a horizontal structure
m	маса на одиницю довжини	m	mass per unit length
m_1	еквівалентна маса на одиницю довжини	m_1	equivalent mass per unit length
n_i	власна частота конструкції i -ї форми коливань	n_i	natural frequency of the structure of the mode i
$n_{1,x}$	основна власна частота за напрямом дії вітру	$n_{1,x}$	fundamental frequency of along wind vibration
$n_{1,y}$	основна власна частота коливань за напрямом, поперечним дії вітру	$n_{1,y}$	fundamental frequency of cross-wind vibration
n_0	частота еліптичної форми коливань оболонки	n_0	ovaling frequency
p	річна ймовірність перевищення	p	annual probability of exceedence
q_b	базове значення швидкісного напору	q_b	reference mean (basic) velocity pressure
q_p	максимальний швидкісний напір	q_p	peak velocity pressure
r	радіус	r	Radius
s	коефіцієнт	s	Factor
t	час осереднювання базової швидкості вітру, товщина оболонки	t	averaging time of the reference wind speed, plate thickness
v_{CG}	початкова швидкість вітру при галопуванні	v_{CG}	onset wind velocity for galloping
v_{CIG}	критична швидкість вітру при інтерференційному галопуванні	v_{CIG}	critical wind velocity for interference galloping
v_{crit}	критична швидкість вітру збудження вихору	v_{crit}	critical wind velocity of vortex shedding
v_{div}	швидкість вітру при дивергенції	v_{div}	divergence wind velocity
v_m	середня швидкість вітру	v_m	mean wind velocity
$v_{b,0}$	основне значення базової швидкості вітру	$v_{b,0}$	fundamental value of the basic wind velocity
v_b	базова швидкість вітру	v_b	basic wind velocity
w	вітровий тиск	w	wind pressure
x	горизонтальна відстань від майданчика до найвищої точки місцевості	x	horizontal distance of the site from the top of a crest
x -напря́м	горизонтальний напря́м по нормалі до прогону	x -direction	horizontal direction, perpendicular to the span
y -напря́м	горизонтальний напря́м уздовж прогону	y -direction	horizontal direction along the span
y_{max}	максимальна амплітуда поперечних коливань при критичній швидкості вітру	y_{max}	maximum cross-wind amplitude at critical wind speed
Z	висота над землею	Z	height above ground
Z_{ave}	середня висота	Z_{ave}	average height
Z -напря́м	вертикальний напря́м	Z -direction	vertical direction
Z_0	довжина нерівності	Z_0	roughness length
Z_e, Z_i	відносна висота для зовнішньої вітрової дії, внутрішній тиск	Z_e, Z_i	reference height for external wind action, internal pressure

Z_g відстань від землі до елемента, що розглядається
 Z_{max} максимальна висота
 Z_{min} мінімальна висота
 Z_s відносна висота для визначення конструктивного коефіцієнта

Грецькі великі літери

Φ схил, перпендикулярний до напрямку вітру
 $\Phi_{1,x}$ основна форма власних коливань вздовж напрямку дії вітру

Грецькі малі літери

α_G коефіцієнт нестабільності при галопуванні
 α_{IG} комбінований коефіцієнт стабільності при інтерференційному галопуванні
 δ логарифмічний декремент затухання
 δ_a логарифмічний декремент аеродинамічного затухання
 δ_d логарифмічний декремент затухання внаслідок дії спеціальних пристроїв
 δ_s конструктивний логарифмічний декремент затухання
 ε коефіцієнт
 ε_0 коефіцієнт ширини полоси пропускання частот
 ε_1 частотний коефіцієнт
 η змінна
 φ коефіцієнт суцільності; ступінь огороження окремих покриттів
 λ гнучкість
 μ ступінь відкритості, проникність огорожувальних конструкцій
 ν очікувана частота, коефіцієнт Пуассона, кінематична в'язкість
 θ кут кручення; напрям вітру
 ρ щільність повітря
 σ_v стандартне відхилення турбулентності
 $\sigma_{a,x}$ стандартне відхилення поздовжнього вітрового прискорення
 Ψ_{mc} понижувальний коефіцієнт для багато-прогонових покриттів
 Ψ_r коефіцієнт сили для квадратних перерізів із заокругленими кутами
 Ψ_λ коефіцієнт сили конструктивних елементів з урахуванням крайових ефектів
 $\Psi_{\lambda a}$ коефіцієнт крайових ефектів для кругового циліндра
 Ψ_s коефіцієнт захисту для стін і огорож
 ζ показник ступеня форми коливань

Z_g distance from the ground to the considered component
 Z_{max} maximum height
 Z_{min} minimum height
 Z_s reference height for determining the structural factor

Greek upper case letters

Φ upwind slope
 $\Phi_{1,x}$ fundamental alongwind modal shape.

Greek lower case letters

α_G galloping instability parameter
 α_{IG} combined stability parameter of interference galloping
 δ logarithmic decrement of damping
 δ_a aerodynamic logarithmic decrement of damping
 δ_d logarithmic decrement of damping due to special devices
 δ_s structural logarithmic decrement of damping
 ε coefficient
 ε_0 bandwidth factor
 ε_1 frequency factor
 η variable
 φ solidity ratio, blockage of canopy
 λ slenderness ratio
 μ opening ratio, permeability of a skin
 ν expected frequency, Poisson ratio, kinematic viscosity
 θ torsional angle; wind direction
 ρ air density
 σ_v standard deviation of the turbulence
 $\sigma_{a,x}$ standard deviation of alongwind acceleration
 Ψ_{mc} reduction factor for multibay canopies
 Ψ_r factor of force coefficient for square sections with rounded corners
 Ψ_λ factor of force coefficient for structural elements with end-effects
 $\Psi_{\lambda a}$ end-effect factor for circular cylinders
 Ψ_s shelter factor for walls and fences
 ζ exponent of mode shape

2 РОЗРАХУНКОВІ СИТУАЦІЇ

(1)P Відповідні вітрові навантаження потрібно визначати для кожної розрахункової ситуації, зазначеної в EN 1990, 3.2.

(2) У відповідності з EN 1990, 3.2(3)P потрібно враховувати інші навантаження (такі як сніг, рух транспорту або лід), які можуть впливати на вітрове навантаження.

ПРИМІТКА. Див. також EN 1991-1-3, EN 1991-2 та ISO FDIS12494.

(3) У відповідності з EN 1990, 3.2(3)P потрібно враховувати зміни конструкції протягом будівництва (такі як різні етапи формування конструкції, динамічні характеристики та ін.), які можуть змінити ефекти від вітрового навантаження.

ПРИМІТКА. Див. також EN 1991-1-6.

(4) У проектах, де вікна і двері передбачаються закритими під час штормових умов, ефект від їх відкриття повинен прийматися як надзвичайна розрахункова ситуація.

ПРИМІТКА. Див. також EN 1990, 3.2(2)(II).

(5) Втому внаслідок ефектів від дії вітру потрібно розглядати для схильних до цього конструкцій.

ПРИМІТКА. Щодо числа циклів навантаження див. Додатки В, С і Е.

2 DESIGN SITUATIONS

(1)P The relevant wind actions shall be determined for each design situation identified in accordance with EN 1990, 3.2.

(2) In accordance with EN 1990, 3.2(3)P other actions (such as snow, traffic or ice) which will modify the effects due to wind should be taken into account.

NOTE. See also EN 1991-1-3, EN 1991-2 and ISO FDIS12494.

(3) In accordance with EN 1990, 3.2(3)P, the changes to the structure during stages of execution (such as different stages of the form of the structure, dynamic characteristics, etc.), which may modify the effects due to wind, should be taken into account.

NOTE. See also EN 1991-1-6.

(4) Where in design windows and doors are assumed to be shut under storm conditions, the effect of these being open should be treated as an accidental design situation.

NOTE. See also EN 1990, 3.2(2) (P).

(5) Fatigue due to the effects of wind actions should be considered for susceptible structures.

NOTE. The number of load cycles may be obtained from Annex B and C and E.

3 МОДЕЛЮВАННЯ ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

3.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

(1) Вітрові навантаження змінюються з часом і тиснуть безпосередньо на зовнішні поверхні закритих конструкцій, а в результаті їх проникності – опосередковано і на внутрішні поверхні. Вони також можуть діяти безпосередньо на внутрішню поверхню відкритих конструкцій. Тиск вітру діє як результативна сила перпендикулярно до поверхні конструкції або окремих елементів облицювання. Крім того, коли великі площі конструкції обдуваються вітром, сили тертя, що діють по дотичній до поверхні, можуть бути значними.

3.2 ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

(1) Вітрове навантаження представлено спрощеною сукупністю тисків чи сил, ефекти від яких еквівалентні максимальним ефектам турбулентного вітру.

3.3 КЛАСИФІКАЦІЯ ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

(1) Якщо інше не визначено, то навантаження вітру потрібно класифікувати як змінні фіксовані навантаження, див. EN 1990, 4.1.1.

3.4 ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ

(1) Вітрові навантаження, визначені за EN 1991-1-4, є характеристичними значеннями (див. EN 1990, 4.1.2). Вони встановлені на основі базових значень швидкості вітру чи швидкісного напору. У відповідності до EN 1990 4.1.2(7)P основні значення – це характеристичні значення, які мають річну вірогідність перевищення 0,02, яка відповідає середній повторюваності один раз на 50 років.

ПРИМІТКА. Всі коефіцієнти або моделі, для отримання дій вітру з базових значень, вибрані таким чином, що вірогідність розрахованих дій вітру не перевищує вірогідність цих базових значень.

3 MODELLING OF WIND ACTIONS

3.1 NATURE

(1) Wind actions fluctuate with time and act directly as pressures on the external surfaces of enclosed structures and, because of porosity of the external surface, also act indirectly on the internal surfaces. They may also act directly on the internal surface of open structures. Pressures act on areas of the surface resulting in forces normal to the surface of the structure or of individual cladding components. Additionally, when large areas of structures are swept by the wind, friction forces acting tangentially to the surface may be significant.

3.2 REPRESENTATIONS OF WIND ACTIONS

(1) The wind action is represented by a simplified set of pressures or forces whose effects are equivalent to the extreme effects of the turbulent wind.

3.3 CLASSIFICATION OF WIND ACTIONS

(1) Unless otherwise specified, wind actions should be classified as variable fixed actions, see EN 1990, 4.1.1.

3.4 CHARACTERISTIC VALUES

(1) The wind actions calculated using EN 1991-1-4 are characteristic values (See EN 1990, 4.1.2). They are determined from the basic values of wind velocity or the velocity pressure. In accordance with EN 1990 4.1.2(7)P the basic values are characteristic values having annual probabilities of exceedence of 0,02, which is equivalent to a mean return period of 50 years.

NOTE. All coefficients or models, to derive wind actions from basic values, are chosen so that the probability of the calculated wind actions does not exceed the probability of these basic values.

3.5 МОДЕЛІ

(1) Ефект дії вітру на конструкцію (тобто реакція конструкції) залежить від розміру, форми і динамічних властивостей конструкції. Ця частина враховує також динамічну реакцію від резонансної поздовжньо-вітрової турбулентності з поздовжньо-вітровою основною формою коливань одного знака.

Реакції конструкцій розраховуються відповідно до розділу 5 за максимальним швидкісним напором q_p на базовій висоті в незбуреному вітровому полі, з урахуванням коефіцієнтів сили і тиску та конструктивного коефіцієнта c_{scd} (див. розділ 6). q_p залежить від кліматичного режиму вітру, нерівності місцевості, рельєфу та базової висоти. q_p дорівнює середньому швидкісному напору, збільшеному за рахунок короткострокових пульсацій тиску.

(2) Аеропружну реакцію потрібно враховувати для гнучких конструкцій, таких як троси і ванти, щогли, димарі та мости.

ПРИМІТКА. Спрощена вказівка для аеропружної реакції наведена в Додатку Е.

4 ШВИДКІСТЬ ВІТРУ І ШВИДКІСНИЙ НАПІР

4.1 ОСНОВА ДЛЯ РОЗРАХУНКУ

(1) Швидкість вітру і швидкісний напір складаються з середнього значення і пульсаційної компоненти.

Середня швидкість вітру v_m визначається з основної базової вітру v_b , яка залежить від режиму вітру, описаного в 4.2, і висотної варіації вітру, яка визначається нерівністю місцевості і рельєфом, як описано в 4.3. Максимальний швидкісний напір визначається в 4.5.

Пульсаційна складова вітру представлена інтенсивністю турбулентності, визначеною в 4.4.

3.5 MODELS

(1) The effect of the wind on the structure (i.e. the response of the structure), depends on the size, shape and dynamic properties of the structure. This Part covers dynamic response due to along-wind turbulence in resonance with the along-wind vibrations of a fundamental flexural mode shape with constant sign.

The response of structures should be calculated according to Section 5 from the peak velocity pressure, q_p , at the reference height in the undisturbed wind field, the force and pressure coefficients and the structural factor c_{scd} (see Section 6). q_p depends on the wind climate, the terrain roughness and orography, and the reference height. q_p is equal to the mean velocity pressure plus a contribution from short-term pressure fluctuations.

(2) Aeroelastic response should be considered for flexible structures such as cables, masts, chimneys and bridges.

NOTE. Simplified guidance on aeroelastic response is given in Annex E.

4 WIND VELOCITY AND VELOCITY PRESSURE

4.1 BASIS FOR CALCULATION

(1) The wind velocity and the velocity pressure are composed of a mean and a fluctuating component.

The mean wind velocity v_m should be determined from the basic wind velocity v_b which depends on the wind climate as described in 4.2, and the height variation of the wind determined from the terrain roughness and orography as described in 4.3. The peak velocity pressure is determined in 4.5.

The fluctuating component of the wind is represented by the turbulence intensity defined in 4.4.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може містити національну кліматичну інформацію щодо середньої швидкості вітру v_m , максимального швидкісного напору q_p і додаткових значень, які можуть бути отриманими безпосередньо для категорій місцевості, які розглядаються.

4.2 БАЗОВІ ЗНАЧЕННЯ

(1)P Основне значення базової швидкості вітру, $v_{b,0}$, – це характеристичне значення швидкості вітру при десятихвилинному осереднюванні на висоті 10 м над землею на відкритій місцевості з низькою рослинністю (наприклад, травою) і окремими перешкодами з мінімальним віддаленням в 20 висот перешкоди, незалежне від напрямку вітру і пори року.

ПРИМІТКА 1. Ця місцевість відповідає II категорії місцевості за таблицею 4.1.

ПРИМІТКА 2. Основне значення основної базової швидкості вітру $v_{b,0}$, може надаватися в Національному додатку.

(2)P Базова швидкість вітру розраховується за формулою (4.1):

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0},$$

де:

v_b базова швидкість вітру, яка визначається як функція напрямку вітру і пори року на висоті 10 м для місцевості категорії II;

$v_{b,0}$ основне значення базової швидкості вітру, див. (1)P;

C_{dir} коефіцієнт напрямку, див. примітку 2;

C_{season} сезонний коефіцієнт, див. примітку 3.

ПРИМІТКА 1. Національний додаток може надавати методику врахування впливу висоти над рівнем моря на основну швидкість вітру v_b , якщо цей вплив не враховується в нормованому основному значенні $v_{b,0}$.

ПРИМІТКА 2. Значення коефіцієнта напрямку C_{dir} для різних напрямів вітру можуть наводитися у Національному Додатку. Рекомендоване значення 1,0.

ПРИМІТКА 3. Значення сезонного коефіцієнта C_{season} може бути вказане в Національному додатку. Рекомендоване значення 1,0.

NOTE. The National Annex may provide National climatic information from which the mean wind velocity v_m , the peak velocity pressure q_p and additional values may be directly obtained for the terrain categories considered.

4.2 BASIC VALUES

(1)P The fundamental value of the basic wind velocity, $v_{b,0}$, is the characteristic 10 minutes mean wind velocity, irrespective of wind direction and time of year, at 10 m above ground level in open country terrain with low vegetation such as grass and isolated obstacles with separations of at least 20 obstacle heights.

NOTE 1. This terrain corresponds to terrain category II in Table 4.1.

NOTE 2. The fundamental value of the basic wind velocity, $v_{b,0}$, may be given in the National Annex.

(2)P The basic wind velocity shall be calculated from Expression (4.1).

(4.1)

where:

v_b is the basic wind velocity, defined as a function of wind direction and time of year at 10 m above ground of terrain category II;

$v_{b,0}$ is the fundamental value of the basic wind velocity, see (1)P;

C_{dir} is the directional factor, see Note 2;

C_{season} is the season factor, see Note 3.

NOTE 1. Where the influence of altitude on the basic wind velocity v_b is not included in the specified fundamental value $v_{b,0}$ the National Annex may give a procedure to take it into account.

NOTE 2. The value of the directional factor, C_{dir} , for various wind directions may be found in the National Annex. The recommended value is 1,0.

NOTE 3. The value of the season factor, C_{season} , may be given in the National Annex. The recommended value is 1,0.

ПРИМІТКА 4. Середня швидкість вітру з 10-хвилинним інтервалом осереднювання, яка має щорічну ймовірність перевищення рівня p , визначається множенням основної швидкості вітру v_b за 4.2(2)P на коефіцієнт ймовірності, c_{prob} , який визначається формулою (4.2). Див. також EN 1991-1-6.

$$c_{prob} = \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1-p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0.98))} \right)^n, \quad (4.2)$$

де:

K коефіцієнт форми, який залежить від коефіцієнта варіації розподілу екстремального значення;

n показник ступеня.

ПРИМІТКА 5. Значення K і n можуть наводитись у Національному додатку. Рекомендовані значення 0,2 для K і 0,5 для n .

(3) Сезонний коефіцієнт c_{season} потрібно використовувати для тимчасових конструкцій і всіх конструкцій на стадії зведення. Для пересувних конструкцій, які можуть використовуватися у будь-яку пору року, c_{season} потрібно брати 1,0.

ПРИМІТКА. Див. також EN 1991-1-6.

4.3 СЕРЕДНЯ ШВИДКІСТЬ ВІТРУ

4.3.1 Залежність від висоти

(1) Середня швидкість вітру $v_m(z)$ на висоті z над місцевістю залежить від нерівності місцевості, рельєфу і базової швидкості вітру v_b і визначається за формулою (4.3):

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b, \quad (4.3)$$

де:

$c_r(z)$ коефіцієнт нерівності місцевості, наведений в 4.3.2;

$c_o(z)$ коефіцієнт рельєфу, рівний 1,0, якщо інше не визначено в 4.3.3.

ПРИМІТКА 1. У Національному Додатку може бути надана інформація щодо c_o . Рекомендоване значення 1,0, якщо рельєф враховується для основної швидкості вітру.

ПРИМІТКА 2. У Національному Додатку можуть бути наведені розрахункові схеми або таблиці для $v_m(z)$.

NOTE 4. The 10 minutes mean wind velocity having the probability p for an annual exceedence is determined by multiplying the basic wind velocity v_b in 4.2(2)P by the probability factor, c_{prob} given by Expression (4.2). See also EN 1991-1-6.

where:

K is the shape parameter depending on the coefficient of variation of the extreme-value distribution.

n is the exponent.

NOTE 5. The values for K and n may be given in the National Annex. The recommended values are 0,2 for K and 0,5 for n .

(3) For temporary structures and for all structures in the execution phase, the seasonal factor c_{season} may be used. For transportable structures, which may be used at any time in the year, c_{season} should be taken equal to 1,0.

NOTE. See also EN 1991-1-6.

4.3 MEAN WIND

4.3.1 Variation with height

(1) The mean wind velocity $v_m(z)$ at a height z above the terrain depends on the terrain roughness and orography and on the basic wind velocity, v_b , and should be determined using Expression (4.3).

where:

$c_r(z)$ is the roughness factor, given in 4.3.2;

$c_o(z)$ is the orography factor, taken as 1,0 unless otherwise specified in 4.3.3.

NOTE 1. Information on c_o may be given in the National Annex. If the orography is accounted for in the basic wind velocity, the recommended value is 1,0.

NOTE 2. Design charts or tables for $v_m(z)$ may be given in the National Annex.

Вплив сусідніх конструкцій на швидкість вітру повинен враховуватися (див. 4.3.4).

The influence of neighbouring structures on the wind velocity should be considered (see 4.3.4).

4.3.2 Нерівності місцевості

4.3.2 Terrain roughness

(1) Коефіцієнт нерівності місцевості $c_r(z)$ враховує мінливість середньої швидкості вітру в місці розташування конструкції відповідно до:

(1) The roughness factor, $c_r(z)$, accounts for the variability of the mean wind velocity at the site of the structure due to:

- висоти над рівнем землі;
- нерівності місцевості з підвітряної сторони конструкції для напрямку вітру, що розглядається.

- the height above ground level;
- the ground roughness of the terrain upwind of the structure in the wind direction considered.

ПРИМІТКА 1. У Національному Додатку може бути надана методика для визначення $c_r(z)$. Рекомендована методика для визначення коефіцієнта нерівності для висоти z наводиться формулою (4.4) і визначається логарифмічним законом зміни профілю швидкості за висотою.

NOTE. The procedure for determining $c_r(z)$ may be given in the National Annex. The recommended procedure for the determination of the roughness factor at height z is given by Expression (4.4) and is based on a logarithmic velocity profile.

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{for } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad (4.4)$$

для $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \quad \text{for } z \leq z_{\min},$$

для $z \leq z_{\min}$

де:

z_0 довжина нерівності;
 k_r коефіцієнт місцевості, який залежить від параметра шорсткості z_0 і визначається за формулою:

where:

z_0 is the roughness length;
 k_r terrain factor depending on the roughness length z_0 calculated using

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}, \quad (4.5)$$

де:

$z_{0,II} = 0,05$ м (клас місцевості II, таблиця 4.1);
 z_{\min} мінімальна висота, визначена за таблицею 4.1;
 $z_{\max} = 200$ м;
 z_0, z_{\min} залежать від класу місцевості. Рекомендовані значення залежать від п'яти типів місцевості, наведених у таблиці 4.1.

where:

$z_{0,II} = 0,05$ m (terrain category II, Table 4.1);
 z_{\min} is the minimum height defined in Table 4.1;
 z_{\max} is to be taken as 200 m;
 z_0, z_{\min} depend on the terrain category. Recommended values are given in Table 4.1 depending on five representative terrain categories.

Формула (4.4) дійсна, якщо відстань із навітряної сторони з рівномірною нерівністю місцевості достатньо довга для виникнення стабільного профілю швидкості. Див. (2).

Expression (4.4) is valid when the upstream distance with uniform terrain roughness is long enough to stabilise the profile sufficiently. See (2).

Таблиця 4.1 – Тип та параметри місцевості
Table 4.1 – Terrain categories and terrain parameters

Тип місцевості Terrain category		Z ₀ , M Z ₀ , m	Z _{min} , M Z _{min} , m
0 0	Море або прибережна зона, яка має доступ до відкритого моря Sea or coastal area exposed to the open sea	0.003	1
I I	Озера або рівна і горизонтальна поверхня з незначною рослинністю і без перешкод Lakes or flat and horizontal area with negligible vegetation and without obstacles	0.01	1
II II	Територія з низькою рослинністю, такою як трава і окремі перешкоди (дерева, будівлі) з мінімальним інтервалом(відстанню) в 20 висот перешкоди Area with low vegetation such as grass and isolated obstacles (trees, buildings) with separations of at least 20 obstacle heights	0.05	2
III III	Територія з постійним рослинним покривом або будівлями, або з окремими перешкодами, максимальна відстань між якими дорівнює 20 висотам перешкоди (такі як села, приміська місцевість, постійний ліс) Area with regular cover of vegetation or buildings or with isolated obstacles with separations of maximum 20 obstacle heights (such as villages, suburban terrain, permanent forest)	0.3	5
IV IV	Територія, в якій як мінімум 15% поверхні зайнято будівлями, середня висота яких перевищує 15 м. Area in which at least 15 % of the surface is covered with buildings and their average height exceeds 15 m	1.0	10
Класи місцевості, проілюстровані в Додатку А.1. The terrain categories are illustrated in Annex A.1.			

(2) Нерівність місцевості, яка використовується для заданого напрямку вітру, залежить від нерівності рельєфу і відстані з однорідною нерівністю місцевості в кутовому секторі навколо напрямку вітру. Маленькі площі (менші ніж 10 % від площі, що розглядається) з відмінними шорсткостями можуть ігноруватися. Див. рисунок 4.1.

(2) The terrain roughness to be used for a given wind direction depends on the ground roughness and the distance with uniform terrain roughness in an angular sector around the wind direction. Small areas (less than 10% of the area under consideration) with deviating roughness may be ignored. See Figure 4.1.

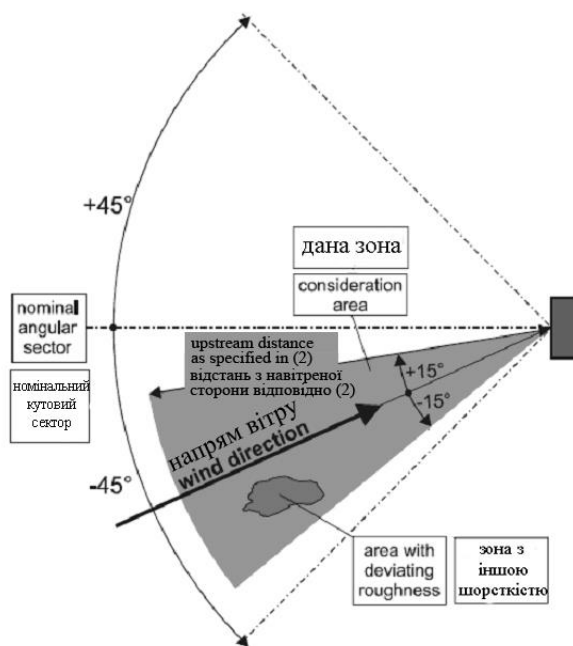


Рисунок 4.1 – Оцінка нерівності місцевості
Figure 4.1 – Assessment of terrain roughness

ПРИМІТКА. В Національному Додатку можуть бути визначені кутовий сектор і відстані з навітряної сторони. Рекомендоване значення для кутового сектора 30° у межах $\pm 15^\circ$ від напрямку вітру. Рекомендоване значення відстані з навітряної сторони можна отримати з Додатка А.2.

(3) Якщо для кутового сектора, що розглядається, визначений аеродинамічний коефіцієнт тиску або сили, то потрібно використовувати найменший параметр нерівності поверхні в межах кожного вітрового сектора 30° .

(4) Якщо є вибір між двома або більше типами місцевості у визначенні даної площі потрібно використовувати площу з найменшою довжиною нерівності.

4.3.3 Рельєф місцевості

(1) Якщо рельєф (наприклад пагорби, скелі і т.ін.) збільшує швидкість вітру більше ніж на 5 %, то потрібно враховувати цей ефект використовуючи коефіцієнт рельєфу c_0 .

ПРИМІТКА. Методика визначення c_0 може наводитись у Національному Додатку. Рекомендована методика наведена у Додатку А.3.

(2) Можна знехтувати ефектами рельєфу, якщо середній нахил місцевості проти вітру менший за 3° . Величина відстані з навітряної сторони повинна визначатись як 10-кратна висота окремого рельєфного елемента.

4.3.4 Більші та значно вищі сусідні будівлі

(1) Якщо конструкція розташовується близько до іншої конструкції, висота якої більше ніж у 2 рази вища за середнє значення сусідніх будівель, тоді можна розглянути (залежно від властивості будівлі) збільшення швидкості вітру для відповідних його напрямів. Такі випадки потрібно враховувати.

ПРИМІТКА. В Національному Додатку може бути наведена методика врахування цього ефекту. Рекомендоване перше консервативне наближення міститься у Додатку А.4.

NOTE. The National Annex may give definitions of the angular sector and of the upstream distance. The recommended value of the angular sector may be taken as the 30° angular sector within $\pm 15^\circ$ from the wind direction. The recommended value for the upstream distance may be obtained from Annex A.2.

(3) When a pressure or force coefficient is defined for a nominal angular sector, the lowest roughness length within any 30° angular wind sector should be used.

(4) When there is choice between two or more terrain categories in the definition of a given area, then the area with the lowest roughness length should be used.

4.3.3 Terrain orography

(1) Where orography (e.g. hills, cliffs etc.) increases wind velocities by more than 5% the effects should be taken into account using the orography factor c_0 .

NOTE. The procedure for determining c_0 may be given in the National Annex. The recommended procedure is given in Annex A.3.

(2) The effects of orography may be neglected when the average slope of the upwind terrain is less than 3° . The upwind terrain may be considered up to a distance of 10 times the height of the isolated orographic feature.

4.3.4 Large and considerably higher neighbouring structures

(1) If the structure is to be located close to another structure, that is at least twice as high as the average height of its neighbouring structures, then it could be exposed (dependent on the properties of the structure) to increased wind velocities for certain wind directions. Such cases should be taken into account.

NOTE. The National Annex may give a procedure to take account of this effect. A recommended conservative first approximation is given in Annex A.4.

4.3.5 Щільно розміщені будівлі та перешкоди

(1) Потрібно брати до уваги ефект від щільно розміщених будівель та інших перешкод.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може містити методику. Рекомендоване перше наближення надано в Додатку А.5. В пересіченій місцевості щільно розміщені будівлі змінюють середній потік вітру біля землі, нібито рівень землі піднято до висоти зміщення h_{dis} .

4.4 Турбулентність вітру

(1) Інтенсивність турбулентності $I_v(z)$ на висоті z визначається як стандартне відхилення турбулентності, що ділиться на середню швидкість вітру.

ПРИМІТКА 1. Турбулентна складова швидкості вітру має середнє значення 0 і середнє квадратичне відхилення σ_v . Стандартний відхил турбулентності σ_v потрібно визначати за виразом (4.6).

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_I. \quad (4.6)$$

Для коефіцієнта місцевості k_r дивись формулу (4.5), для базової швидкості вітру v_b дивись формулу (4.1) і для коефіцієнта турбулентності k_I дивись примітку 2.

ПРИМІТКА 2. Рекомендації щодо визначення $I_v(z)$ наведені в виразі (4.7):

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{for } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad (4.7)$$

ДЛЯ $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

$$I_v(z) = I_v(z_{min})$$

ДЛЯ $z \leq z_{min}$

де:

k_I коефіцієнт турбулентності. Значення k_I може бути наведене в Національному додатку. Рекомендоване значення $k_I = 1.0$;

c_o коефіцієнт рельєфу як описано в 4.3.3;

z_0 довжина нерівності, що наведена в таблиці 4.1.

4.3.5 Closely spaced buildings and obstacles

(1) The effect of closely spaced buildings and other obstacles may be taken into account.

NOTE The National Annex may give a procedure. A recommended first approximation is given in Annex A.5. In rough terrain closely spaced buildings modify the mean wind flow near the ground, as if the ground level was raised to a height called displacement height h_{dis} .

4.4 Wind turbulence

(1) The turbulence intensity $I_v(z)$ at height z is defined as the standard deviation of the turbulence divided by the mean wind velocity.

NOTE 1. The turbulent component of wind velocity has a mean value of 0 and a standard deviation σ_v . The standard deviation of the turbulence σ_v should be determined using Expression (4.6).

For the terrain factor k_r see Expression (4.5), for the basic wind velocity v_b see Expression (4.1) and for turbulence factor k_I see Note 2.

NOTE 2. The recommended rules for the determination of $I_v(z)$ are given in Expression (4.7).

where:

k_I is the turbulence factor. The value of k_I may be given in the National Annex. The recommended value for k_I is 1,0;

c_o is the orography factor as described in 4.3.3;

z_0 is the roughness length, given in Table 4.1.

4.5 Максимальний швидкісний напір

(1) Потрібно визначити максимальний швидкісний напір $q_p(z)$ на висоті z , який включає середні і короткочасні відхилення швидкості.

Примітка 1. Національний Додаток може надавати правила для визначення $q_p(z)$. Рекомендації наведено у формулі (4.8):

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b, \quad (4.8)$$

де:

ρ щільність повітря, яка залежить від висоти, температури і барометричного тиску, при очікуваному в регіоні ураганному вітрі;

$c_e(z)$ коефіцієнт зростання за висотою, що визначається формулою (4.9):

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} \quad (4.9)$$

q_b базовий швидкісний напір, що визначається формулою (4.10):

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2. \quad (4.10)$$

ПРИМІТКА 2. Національний додаток може надавати значення для ρ . Рекомендоване значення 1,25 кг/м³.

ПРИМІТКА 3. Значення 7 у формулі (4.8) враховує коефіцієнт амплітуди k_p , що дорівнює 3,5 і відповідає значенням тиску і коефіцієнтам сили в розділі 7.

Для рівнинної місцевості, де $c_0(z) = 1,0$ (див. 4.3.3), коефіцієнт зростання за висотою $c_e(z)$, наведено на рисунку 4.2 як функцію висоти над місцевістю і функцію типу місцевості, визначеного згідно з таблицею 4.1.

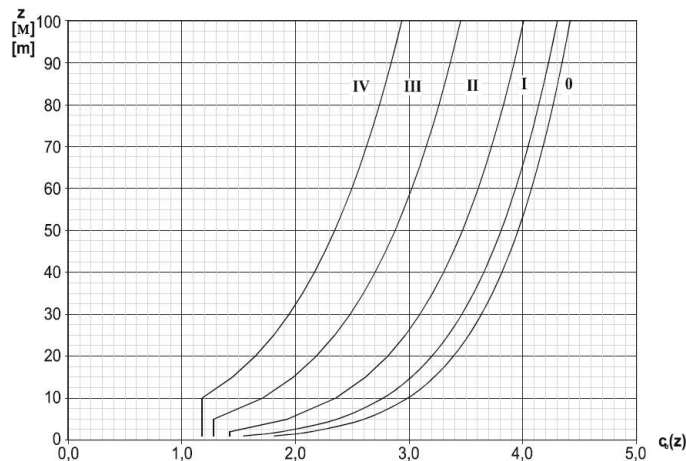


Рисунок 4.2 – Графік коефіцієнта зростання за висотою $c_e(z)$ для $c_0=1,0$, $k_1=1,0$
Figure 4.2 — Illustrations of the exposure factor $c_e(z)$ for $c_0=1,0$, $k_1=1,0$

4.5 Peak velocity pressure

(1) The peak velocity pressure $q_p(z)$ at height z , which includes mean and short-term velocity fluctuations, should be determined.

NOTE 1. The National Annex may give rules for the determination of $q_p(z)$. The recommended rule is given in Expression (4.8).

where:

ρ is the air density, which depends on the altitude, temperature and barometric pressure to be expected in the region during wind storms;

$c_e(z)$ is the exposure factor given in Expression (4.9):

q_b is the basic velocity pressure given in Expression (4.10):

NOTE 2. The values for ρ may be given in the National Annex. The recommended value is 1,25 kg/m³.

NOTE 3. The value 7 in Expression (4.8) is based on a peak factor equal to 3,5 and is consistent with the values of the pressure and force coefficients in Section 7.

For flat terrain where $c_0(z) = 1,0$ (see 4.3.3), the exposure factor $c_e(z)$ is illustrated in Figure 4.2 as a function of height above terrain and a function of terrain category as defined in Table 4.1.

5 ВІТРОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ

5 WIND ACTIONS

5.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 GENERAL

(1)Р Вітрове навантаження на конструкції і конструктивні елементи повинно визначатися з урахуванням зовнішнього і внутрішнього тиску.

(1)P Wind actions on structures and structural elements shall be determined taking account of both external and internal wind pressures.

ПРИМІТКА. Перелік методик для визначення впливу вітру наведен в таблиці 5.1.

NOTE. A summary of calculation procedures for the determination of wind actions is given in Table 5.1.

Таблиця 5.1 – Методики розрахунку для визначення впливу вітру
Table 5.1 – Calculation procedures for the determination of the wind action

Параметр (Parameter)	Посилання (Reference)
Максимальний швидкісний напір q_p (peak velocity pressure q_p) базова швидкість вітру v_b (basic wind velocity v_b) базова висота z_e (reference height z_e) клас місцевості (terrain category) характеристика максимального швидкісного напору q_p (characteristic peak velocity pressure q_p) інтенсивність турбулентності I_v (turbulence intensity I_v) середня швидкість вітру v_m (mean wind velocity v_m) коефіцієнт рельєфу $c_o(z)$ (orography coefficient $c_o(z)$) коефіцієнт нерівності місцевості $c_r(z)$ (roughness coefficient $c_r(z)$)	4.2 (2)П Розділ 7 (Section 7) Таблиця 4.1 (Table 4.1) 4.5 (1) 4.4 4.3.1 4.3.3 4.3.2
Тиск вітру, наприклад, для покриттів, кріплень і конструктивних частин (Wind pressures, e.g. for cladding, fixings and structural parts) коефіцієнт зовнішнього тиску c_{pe} (external pressure coefficient c_{pe}) коефіцієнт внутрішнього тиску c_{pi} (internal pressure coefficient c_{pi}) коефіцієнт тиску нетто $c_{p,net}$ (net pressure coefficient $c_{p,net}$) зовнішній тиск вітру: $w_e=q_p c_{pe}$ (external wind pressure: $w_e=q_p c_{pe}$) внутрішній тиск вітру: $w_i=q_p c_{pi}$ (internal wind pressure: $w_i=q_p c_{pi}$)	Розділ 7 (Section 7) Розділ 7 (Section 7) Розділ 7 (Section 7) 5.1 (1) 5.1 (2)
Тиск вітру на конструкцію, наприклад, для загальних вітрових ефектів (Wind forces on structures, e.g. for overall wind effects) конструктивний коефіцієнт: $c_s c_d$ (structural factor: $c_s c_d$) сила вітру F_w , розрахована в залежності від коефіцієнтів сили (wind force F_w calculated from force coefficients) сила вітру F_w , розрахована в залежності від коефіцієнтів тиску (wind force F_w calculated from pressure coefficients)	6 5.2 (2) 5.2 (3)

5.2 ВІТРОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВЕРХНЯХ

5.2 WIND PRESSURE ON SURFACES

(1) Вітровий тиск w_e , що діє на зовнішні поверхні, визначається за формулою (5.1):

(1) The wind pressure acting on the external surfaces, w_e , should be obtained from Expression (5.1).

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \quad (5.1)$$

де:

where:

$q_p(z_e)$ максимальний швидкісний напір
 z_e базова висота для зовнішнього тиску, наведена в розділі 7

$q_p(z_e)$ is the peak velocity pressure
 z_e is the reference height for the external pressure given in Section 7

c_{pe} коефіцієнт зовнішнього тиску, див. розділ 7.

c_{pe} is the pressure coefficient for the external pressure, see Section 7.

ПРИМІТКА. $q_p(z_e)$ визначено в 4.5.

NOTE. $q_p(z)$ is defined in 4.5.

(2) Вітровий тиск w_i , що діє на внутрішні поверхні, визначається за формулою (5.2):

$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}, \quad (5.2)$$

де:

$q_p(z_i)$ максимальний швидкісний напір;
 z_i базова висота для внутрішнього тиску, наведена в розділі 7;
 c_{pi} коефіцієнт внутрішнього тиску, наведений в розділі 7.

ПРИМІТКА. $q_p(z)$ визначено в 4.5.

(3) Тиск нетто на стіну, покриття чи елемент – це різниця між тисками на протилежних поверхнях, яка береться з врахуванням їхніх знаків. Тиск, який направлений до поверхні, береться як додатний і розрідження, яке направлено від поверхні, як від’ємний. Приклади наведені на рисунку 5.1.

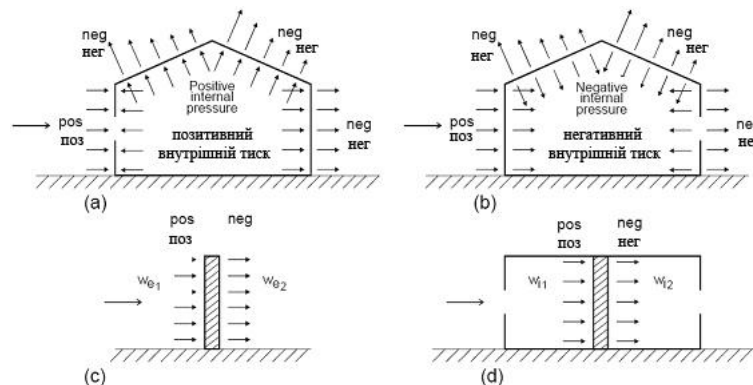


Рисунок 5.1 – Тиск на поверхнях
 Figure 5.1 – Pressure on surfaces

5.3 СИЛИ ВІТРУ

(1) Сили вітру для всієї конструкції або елемента конструкції потрібно визначати:
 – обчисленням сил, використовуючи коефіцієнти сили (див. (2)) або
 – обчисленням сил від тисків на поверхні (див. (3)).

(2) Силу вітру, що діє на конструкцію або її компонент, можна безпосередньо визначати за формулою (5.3):

$$F_w = c_s \cdot c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} \quad (5.3)$$

або векторним додаванням сил, що діють на окремі конструктивні елементи (див. 7.2.2), використовуючи формулу (5.4):

(2) The wind pressure acting on the internal surfaces of a structure, w_i , should be obtained from Expression (5.2):

where:

$q_p(z_i)$ is the peak velocity pressure;
 z_i is the reference height for the internal pressure given in Section 7;
 c_{pi} is the pressure coefficient for the internal pressure given in Section 7.

NOTE. $q_p(z)$ is defined in 4.5.

(3) The net pressure on a wall, roof or element is the difference between the pressures on the opposite surfaces taking due account of their signs. Pressure, directed towards the surface is taken as positive, and suction, directed away from the surface as negative. Examples are given in Figure 5.1.

5.3 WIND FORCES

(1) The wind forces for the whole structure or a structural component should be determined:
 – by calculating forces using force coefficients (see (2)) or
 – by calculating forces from surface pressures (see (3)).

(2) The wind force F_w acting on a structure or a structural component may be determined directly by using Expression (5.3):

or by vectorial summation over the individual structural elements (as shown in 7.2.2) by using Expression (5.4):

$$F_w = c_s c_d \cdot \sum_{\text{елементів}} c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref},$$

$$F_w = c_s c_d \cdot \sum_{\text{elements}} c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref},$$
(5.4)

де:

$c_s c_d$ конструктивний коефіцієнт, визначений у розділі 6;

c_f коефіцієнт сили для конструкції або конструктивного елемента визначається в розділі 7 або розділі 8;

$q_p(z_e)$ максимальний швидкістний напір (визначений в 4.5) на базовій висоті z_e (визначається в розділі 7 або розділі 8);

A_{ref} Базова(відносна) площа конструкції або конструктивного елемента визначається в розділі 7 або розділі 8.

where:

$c_s c_d$ is the structural factor as defined in Section 6

c_f is the force coefficient for the structure or structural element, given in Section 7 or Section 8

$q_p(z_e)$ is the peak velocity pressure (defined in 4.5) at reference height z_e (defined in Section 7 or Section 8)

A_{ref} is the reference area of the structure or structural element, given in Section 7 or Section 8.

ПРИМІТКА. В розділі 7 наведені значення c_f для конструкцій або конструктивних елементів, таких як призми, циліндри, покриття, вивіски, листові і ґратчасті конструкції тощо. Ці значення включають вплив тертя. В розділі 8 наведені значення c_f для мостів.

NOTE. Section 7 gives c_f values for structures or structural elements such as prisms, cylinders, roofs, signboards, plates and lattice structures etc. These values include friction effects. Section 8 gives c_f values for bridges.

(3) Сила вітру F_w , яка діє на конструкцію або конструктивний елемент, визначається векторним сумуванням сил $F_{w,e}$, $F_{w,i}$ і F_{fr} , що розраховані за зовнішніми і внутрішніми тисками з використанням формул (5.5) і (5.6), і силу тертя, яка виникає від тертя вітру паралельного до зовнішніх поверхонь, розрахованою за формулою (5.7). зовнішні сили:

(3) The wind force, F_w acting on a structure or a structural element may be determined by vectorial summation of the forces $F_{w,e}$, $F_{w,i}$ and F_{fr} calculated from the external and internal pressures using Expressions (5.5) and (5.6) and the frictional forces resulting from the friction of the wind parallel to the external surfaces, calculated using Expression (5.7). external forces:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{поверхонь}} w_e \cdot A_{ref},$$

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{surfaces}} w_e \cdot A_{ref};$$
(5.5)

внутрішні сили:

internal forces:

$$F_{w,i} = \sum_{\text{поверхонь}} w_i \cdot A_{ref},$$

$$F_{w,i} = \sum_{\text{surfaces}} w_i \cdot A_{ref};$$
(5.6)

сили тертя:

friction forces:

$$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot A_{fr},$$
(5.7)

де:

$c_s c_d$ конструктивний коефіцієнт, як визначено в розділі 6;

w_e зовнішній тиск на окрему поверхню на висоті z_e , визначається за формулою (5.1);

w_i внутрішній тиск на окрему поверхню на висоті z_e , обрхований за формулою (5.2);

where:

$c_s c_d$ is the structural factor as defined in Section 6;

w_e is the external pressure on the individual surface at height z_e , given in Expression (5.1);

w_i is the internal pressure on the individual surface at height z_i , given in Expression (5.2);

A_{ref} базова площа окремої поверхні;

c_{fr} коефіцієнт тертя, отриманий з 7.5;

A_{fr} площа зовнішньої поверхні, що паралельна до вітру, надана в 7.5.

ПРИМІТКА 1. Для елементів (наприклад стіни, покриття) сила вітру дорівнює різниці між зовнішніми і внутрішніми результуючими силами.

ПРИМІТКА 2. Сили тертя F_{fr} , що діють у напрямку компонентів вітру, паралельні зовнішнім поверхням.

(4) Ефектами тертя вітру на поверхні можна знехтувати, якщо загальна площа всіх поверхонь, паралельних (або при маленькому куті) вітру рівна або менша в 4 рази від загальної площі всіх зовнішніх поверхонь, перпендикулярних до вітру (навітряний бік і підвітряний бік).

(5) При підсумовуванні сил вітру, що діють на будівельні конструкції, може братися до уваги відсутність кореляції вітрового навантаження між навітряною і підвітряною сторонами.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може визначати коли відсутністю кореляції можна скористатися загалом або обмежено для стін, як прийнято в 7.2.2(3). Рекомендовано розглядати відсутність кореляції лише для стін (див. 7.2.2(3)).

A_{ref} is the reference area of the individual surface;

c_{fr} is the friction coefficient derived from 7.5;

A_{fr} is the area of external surface parallel to the wind, given in 7.5.

NOTE 1. For elements (e.g. walls, roofs), the wind force becomes equal to the difference between the external and internal resulting forces.

NOTE 2. Friction forces F_{fr} act in the direction of the wind components parallel to external surfaces.

(4) The effects of wind friction on the surface can be disregarded when the total area of all surfaces parallel with (or at a small angle to) the wind is equal to or less than 4 times the total area of all external surfaces perpendicular to the wind (windward and leeward).

(5) In the summation of the wind forces acting on building structures, the lack of correlation of wind pressures between the windward and leeward sides may be taken into account.

NOTE. The National Annex may determine whether this lack of correlation may be applied generally or be restricted to walls as applied in 7.2.2(3). It is recommended to consider the lack of correlation only for walls (see 7.2.2(3)).

6 КОНСТРУКТИВНИЙ КОЕФІЦІЄНТ $C_s C_d$

6.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

(1) Конструктивний коефіцієнт $c_s c_d$ враховує ефект від неодночасного виникнення максимального вітрового навантаження на поверхні (c_s) разом із ефектом коливань конструкції від турбулентності (c_d).

ПРИМІТКА. На підставі 6.3 конструктивний коефіцієнт $c_s c_d$ дозволяється розділяти на коефіцієнт розміру c_s і динамічний коефіцієнт c_d . Інформація щодо розділення коефіцієнта $c_s c_d$, може бути надана в Національному Додатку.

6.2 ВИЗНАЧЕННЯ $C_s C_d$

(1) $c_s c_d$ потрібно визначатися таким чином:

a) Для будівель заввишки менше ніж 15 м допускається приймати $c_s c_d = 1$.

b) Для елементів фасаду і покриття, які мають власну частоту більшу ніж 5 Гц, допускається приймати $c_s c_d = 1$.

c) Для каркасних будівель, які мають несучі стіни, висоту меншу ніж 100 м, висоту в 4 рази меншу довжини будівлі, перпендикулярної до напрямку вітру, допускається приймати $c_s c_d = 1$.

d) Для витяжних труб круглих у поперечному перерізі, висота яких менше 60 м і 6,5 діаметрів, допускається приймати $c_s c_d = 1$.

e) Альтернативно, для випадків a), b), c) і d), значення $c_s c_d$ можуть бути отримані з 6.3.1.

f) Для будівель і споруд (окрім мостів див. розділ 8), витяжних труб і будівель не обмежених пунктами c) і d), $c_s c_d$ потрібно отримувати з 6.3 або з Додатка D.

ПРИМІТКА 1. Власну частоту елементів фасаду і покриття можна розрахувати використовуючи Додаток D (для закслених прогонів менших ніж 3 м власна частота зазвичай більша ніж 5 Гц).

ПРИМІТКА 2. На рисунках у Додатку D наведені значення $c_s c_d$ для різних типів конструкцій. На рисунку наведені обвідні безпечних значень, які розраховані за моделями з дотриманням вимог 6.3.1.

6 STRUCTURAL FACTOR $C_s C_D$

6.1 GENERAL

(1) The structural factor $c_s c_d$ should take into account the effect on wind actions from the nonsimultaneous occurrence of peak wind pressures on the surface (c_s) together with the effect of the vibrations of the structure due to turbulence (c_d).

NOTE The structural factor $c_s c_d$ may be separated into a size factor c_s and a dynamic factor c_d , based on 6.3. Information on whether the structural factor $c_s c_d$ should be separated or not may be given in the National Annex.

6.2 DETERMINATION OF $C_s C_D$

(1) $c_s c_d$ should be determined as follows:

a) For buildings with a height less than 15 m the value of $c_s c_d$ may be taken as 1.

b) For facade and roof elements having a natural frequency greater than 5 Hz, the value of $c_s c_d$ may be taken as 1.

c) For framed buildings which have structural walls and which are less than 100 m high and whose height is less than 4 times the in-wind depth, the value of $c_s c_d$ may be taken as 1.

d) For chimneys circular with cross-sections which are less than 60 m high and whose height is less than 6,5 times the diameter, the value of $c_s c_d$ may be taken as 1.

e) Alternatively, for cases a), b), c) and d), values of $c_s c_d$ may be derived from 6.3.1.

f) For civil engineering works (other than bridges, for which see Section 8) and chimneys and buildings outside the limitations given in c) and d), $c_s c_d$ should be derived from 6.3 or taken from Annex D.

NOTE 1. Natural frequencies of facade and roof elements may be calculated using Annex D (for glazing spans smaller than 3 m usually leads to natural frequencies larger than 5 Hz).

NOTE 2. The figures in Annex D give values of $c_s c_d$ for various types of structures. The figures give envelopes of safe values calculated from models complying with the requirements in 6.3.1.

6.3 ДЕТАЛЬНА МЕТОДИКА

6.3.1 Конструктивний коефіцієнт $c_s c_d$

(1) Детальна методика розрахунку конструктивного коефіцієнта $c_s c_d$ наведена у формулі (6.1). Ця методика може використовуватись лише у разі виконання умови 6.3.1(2).

$$c_s c_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \cdot I_v(z_s)}, \quad (6.1)$$

де:

z_s базова висота, див. рисунок 6.1. Для констукцій, де рисунок 6.1 не застосовується, z_s може прирівнюватися до висоти конструкції h ;

k_p коефіцієнт амплітуди, визначений як відношення максимального значення пульсаційної частини реакції до її стандартного відхилення;

I_v інтенсивність турбулентності, визначається в 4.4;

B^2 фонові складова реакції, що враховує відсутність повної кореляції тиску на поверхню конструкції;

R^2 коефіцієнт, що враховує резонансну складову реакції, яка виникає при коливаннях за певною формою внаслідок турбулентності.

ПРИМІТКА 1. Коефіцієнт розміру c_s враховує ефект зменшення дії вітру від неодновременного виникнення амплітудного вітрового тиску на поверхню і може розраховуватись за формулою (6.2):

$$c_s = \frac{1 + 7 \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2}}{1 + 7 \cdot I_v(z_s)}. \quad (6.2)$$

ПРИМІТКА 2. Динамічний коефіцієнт c_d враховує наростаючий ефект коливань від турбулентності в резонансі з конструкцією і може бути обчислений за формулою (6.3):

$$c_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2}}. \quad (6.3)$$

ПРИМІТКА 3. Методика визначення k_p , B і R може надаватися в Національному додатку. Рекомендована методика наводиться в Додатку В. Альтернативна методика – в Додатку С. Як вказівка користувачам: різниця між значеннями $c_s c_d$, обчисленими за Додатком С і Додатком В не перевищує приблизно 5 %.

6.3 DETAILED PROCEDURE

6.3.1 Structural factor $c_s c_d$

(1) The detailed procedure to calculate the structural factor $c_s c_d$ is given in Expression (6.1). This procedure can only be used if the conditions of 6.3.1(2) apply.

where:

z_s is the reference height, see Figure 6.1. For structures where Figure 6.1 does not apply z_s may be equal to h , the height of the structure;

k_p is the peak factor defined as the ratio of the maximum value of the fluctuating part of the response to its standard deviation;

I_v is the turbulence intensity defined in 4.4;

B^2 is the background factor, allowing for the lack of full correlation of the pressure on the structure surface;

R^2 is the resonance response factor, allowing for turbulence in resonance with the vibration mode.

NOTE 1. The size factor c_s takes into account the reduction effect on the wind action due to the non-simultaneity of occurrence of the peak wind pressures on the surface and may be obtained from Expression (6.2):

NOTE 2. The dynamic factor c_d takes into account the increasing effect from vibrations due to turbulence in resonance with the structure and may be obtained from Expression (6.3):

NOTE 3. A procedure to be used to determine k_p , B and R may be given in the National Annex. A recommended procedure is given in Annex B. An alternative procedure is given in Annex C. As an indication to the users the differences in $c_s c_d$ using Annex C compared to Annex B does not exceed approximately 5%.

(2)P Формула (6.1) використовується лише якщо виконуються всі наступні вимоги:

- конструкція відповідає одному із загальних видів, показаних на рисунку 6.1;
- лише поздовжні вітрові коливання за основною формою коливань є визначальними, і ця форма коливань має постійний знак.

ПРИМІТКА. Впливом другої або вищої форми коливань поздовж вітру можна нехтувати

(2)P Expression (6.1) shall only be used if all of the following requirements are met:

- the structure corresponds to one of the general shapes shown in Figure 6.1;
- only the along-wind vibration in the fundamental mode is significant, and this mode shape has a constant sign.

NOTE. The contribution to the response from the second or higher along-wind vibration modes is negligible.

a) вертикальна конструкція подібно до будівель тощо.

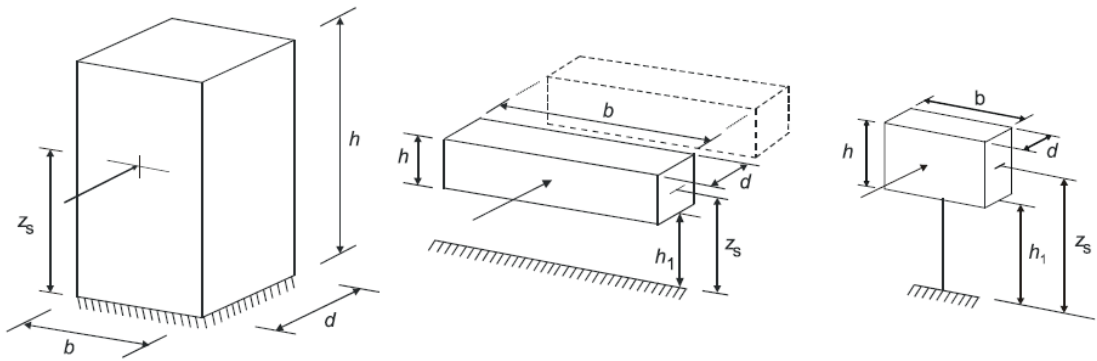
a) vertical structure such as buildings etc.

b) паралельний осцилятор, тобто горизонтальні конструкції подібні до балок тощо.

b) parallel oscillator, i.e. horizontal structures such as beams, etc.

c) точкові конструкції, такі як рекламні щити тощо.

c) pointlike structures such as signboards, etc.



ПРИМІТКА. Обмеження також надані в 1.1(2).

NOTE. Limitations are also given in 1.1(2).

Рисунок 6.1 – Загальні форми конструкцій, на які поширюється методика розрахунку. Конструктивні розміри і базова висота, яка використовується, також наведені.
Figure 6.1 – General shapes of structures covered by the design procedure. The structural dimensions and the reference height used are also shown.

6.3.2 Оцінка експлуатаційної придатності

(1) Для оцінки експлуатаційної придатності використовується максимальне переміщення в напрямку вітру і стандартний відхил прискорення конструкції в напрямку вітру на висоті z . Для визначення максимального напрямку вітру потрібно використовувати еквівалентну статичну силу вітру, яка визначається за 5.2.

ПРИМІТКА. Національний додаток може надавати метод для визначення переміщення в напрямку вітру і стандартного відхилення прискорення в напрямку вітру. Рекомендований метод наведено в Додатку В, альтернативний метод – в Додатку С.

6.3.2 Serviceability assessments

(1) For serviceability assessments, the maximum along-wind displacement and the standard deviation of the characteristic along-wind acceleration of the structure at height z should be used. For the maximum along-wind displacement the equivalent static wind force defined in 5.2 should be used.

NOTE. The National Annex may give a method to determine the along-wind displacement and the standard deviation of the along-wind acceleration. The recommended method is given in Annex B. An alternative method is given in Annex C.

6.3.3 Бафтинг у супутньому потоці

(1) Для гнучких будівель ($h/d > 4$) і витяжних труб ($h/d > 6,5$) при послідовному або груповому розміщенні потрібно враховувати вплив підвищення турбулентності внаслідок інерційної турбулентності від сусідніх будівель (бафтинг у супутньому потоці)

(2) Вплив бафтинга у супутньому потоці може не враховуватися, якщо виконується як мінімум одна з наступних умов:

– Відстань між двома будівлями або витяжними трубами, перпендикулярна до напрямку вітру, більш ніж в 25 разів перевищує розмір підвітряної будівлі або витяжної труби.

– Власна частота будівель або витяжних труб, розміщених із навітряної сторони, більша ніж 1 Гц.

ПРИМІТКА. Якщо жодна з умов у 6.3.3 (2) не виконується, то рекомендується провести випробування в аеродинамічній трубі або проконсультуватися зі спеціалістом.

6.3.3 Wake buffeting

(1) For slender buildings ($h/d > 4$) and chimneys ($h/d > 6,5$) in tandem or grouped arrangement, the effect of increased turbulence in the wake of nearby structures (wake buffeting) should be taken into account.

(2) Wake buffeting effects may be assumed to be negligible if at least one of the following conditions applies:

– The distance between two buildings or chimneys is larger than 25 times the cross wind dimension of the upstream building or chimney.

– The natural frequency of the downstream building or chimney is higher than 1 Hz.

NOTE. If none of the conditions in 6.3.3 (2) is fulfilled wind tunnel tests or specialist advice is recommended.

7 КОЕФІЦІЄНТИ ТИСКУ ТА СИЛИ

7.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

(1) Цей розділ потрібно використовувати для визначення відповідних аеродинамічних коефіцієнтів конструкцій. Залежно від конструкції відповідні аеродинамічні коефіцієнти поділяються на:

- внутрішні та зовнішні коефіцієнти тиску, див. 7.1.1 (1);
- коефіцієнти тиску нетто, див. 7.1.1(2),
- коефіцієнти тертя, див. 7.1.1 (3),
- коефіцієнти сили, див. 7.1.1 (4).

7.1.1 Вибір аеродинамічного коефіцієнта

(1) Коефіцієнти тиску визначаються для:

- будівель, використовуючи 7.2 для внутрішнього і зовнішнього тисків;
- кругових циліндрів, використовуючи 7.2.9 для внутрішніх тисків і 7.9.1 для зовнішніх тисків.

ПРИМІТКА 1. Зовнішні коефіцієнти тиску визначають ефект впливу вітру на зовнішні поверхні будівель; внутрішні коефіцієнти тиску визначають ефект впливу вітру на внутрішні поверхні будівель.

ПРИМІТКА 2. Зовнішні коефіцієнти тиску поділяються на загальні та локальні коефіцієнти. Локальні коефіцієнти враховують дію тиску для завантажених ділянок площею, що не перевищує 1 м². Вони можуть використовуватися для розрахунку малих елементів і кріпильних деталей. Загальні коефіцієнти тиску використовуються для розрахунку ділянок площею, що не перевищує 10 м². Вони можуть використовуватися для завантажених площ, більших ніж 10 м².

(2) Коефіцієнти тиску нетто повинні визначатися для:

- навісних покриттів, використовуючи 7.3;
- окремих (вільних) стін, парапетів і огорож, використовуючи 7.4.

ПРИМІТКА. Коефіцієнти тиску нетто показують результуючий ефект вітру на конструкцію, конструктивний елемент або компонент на одиницю площі.

(3) Коефіцієнти тертя потрібно визначати для стін і поверхонь, які визначені в 5.2 (3) і (4), використовуючи 7.5.

7 PRESSURE AND FORCE COEFFICIENTS

7.1 GENERAL

(1) This section should be used to determine the appropriate aerodynamic coefficients for structures. Depending on the structure the appropriate aerodynamic coefficient will be:

- Internal and external pressure coefficients, see 7.1.1 (1),
- Net pressure coefficients, see 7.1.1 (2),
- Friction coefficients, see 7.1.1 (3),
- Force coefficients, see 7.1.1 (4).

7.1.1 Choice of aerodynamic coefficient

(1) Pressure coefficients should be determined for:

- Buildings, using 7.2 for both internal and external pressures, and for
- Circular cylinders, using 7.2.9 for the internal pressures and 7.9.1 for the external pressures

NOTE 1. External pressure coefficients give the effect of the wind on the external surfaces of buildings; internal pressure coefficients give the effect of the wind on the internal surfaces of buildings.

NOTE 2. The external pressure coefficients are divided into overall coefficients and local coefficients. Local coefficients give the pressure coefficients for loaded areas of 1 m². They may be used for the design of small elements and fixings. Overall coefficients give the pressure coefficients for loaded areas of 10 m². They may be used for loaded areas larger than 10 m².

(2) Net pressure coefficients should be determined for:

- Canopy roofs, using 7.3;
- Free-standing walls, parapets and fences using 7.4.

NOTE. Net pressure coefficients give the resulting effect of the wind on a structure, structural element or component per unit area.

(3) Friction coefficients should be determined for walls and surfaces defined in 5.3 (3) and (4), using 7.5.

(4) Коефіцієнти сили повинні бути визначені для:

- рекламних щитів, використовуючи 7.4.3;
- конструктивних елементів із прямокутним поперечним перерізом, використовуючи 7.6;
- конструктивних елементів із гострими кінцями, використовуючи 7.7;
- конструктивних елементів із правильним багатокутним перерізом, використовуючи 7.8;
- кругового циліндра, використовуючи 7.9.2 і 7.9.3,
- сфер, використовуючи 7.10,
- ґратчастих конструкцій і підмостків, використовуючи 7.11;
- прапорів, використовуючи 7.12.

Коефіцієнт зменшення залежить від ефективною гнучкості конструкції та застосовується з використанням 7.13.

ПРИМІТКА. Коефіцієнти сили визначають загальний вплив вітру на конструкцію, конструктивний елемент чи деталь взагалі, включаючи тертя, якщо його не виключають спеціально.

7.1.2 Асиметричні та зрівноважувальні тиски та сили

(1) Якщо короточасні коливання вітру на поверхні можуть призвести до значної несиметричності навантаження і конструктивна форма може бути чутливою до таких навантажень (наприклад, крутіння симетричних будівель з одним ядром жорсткості), то цей вплив потрібно враховувати.

(2) Для окремо розташованих покриттів і рекламних щитів необхідно застосовувати 7.3 і 7.4.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може надавати методики для інших конструкцій. Рекомендована методика:

а) Для прямокутних конструкцій, які чутливі до крутильних впливів, розподіл тиску згідно з рисунком 7.1 повинен використовуватися для визначення крутильних ефектів вітру, який діє під кутом, або за відсутності кореляції між силами вітру, прикладеними до різних частин конструкції.

(4) Force coefficients should be determined for:

- Signboards, using 7.4.3,
- Structural elements with rectangular cross section, using 7.6,
- Structural elements with sharp edged section, using 7.7,
- Structural elements with regular polygonal section, using 7.8,
- Circular cylinders, using 7.9.2 and 7.9.3,
- Spheres, using 7.10,
- Lattice structures and scaffoldings, using 7.11,
- Flags, using 7.12.

A reduction factor depending on the effective slenderness of the structure may be applied, using 7.13.

NOTE. Force coefficients give the overall effect of the wind on a structure, structural element or component as a whole, including friction, if not specifically excluded.

7.1.2 Asymmetric and counteracting pressures and forces

(1) If instantaneous fluctuations of wind over surfaces can give rise to significant asymmetry of loading and the structural form is likely to be sensitive to such loading (e.g. torsion in nominally symmetric single core buildings) then their effect should be taken into account.

(2) For free-standing canopies and signboards, 7.3 and 7.4 should be applied.

NOTE. The National Annex may give procedures for other structures. The recommended procedures are:

a) For rectangular structures that are susceptible to torsional effects the pressure distribution given in Figure 7.1 should be applied for the representation of the torsional effects due to an inclined wind or due to lack of correlation between wind forces acting at different places on the structure.

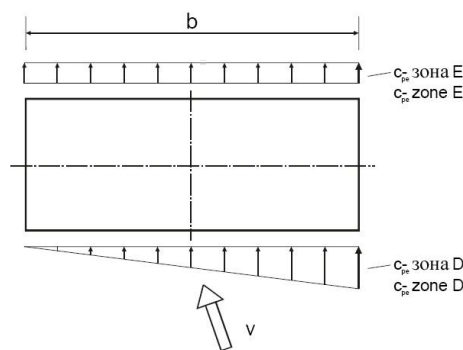


Рисунок 7.1 – Розподіл тиску, який використовується для врахування крутного ефекту.

Зони і значення для c_{pe} надаються в таблиці 7.1 і на рисунку 7.5

Figure 7.1 – Pressure distribution used to take torsional effects into account.

The zones and values for c_{pe} are given in Table 7.1 and Figure 7.5

б) Для інших конструкцій при несиметричних навантаженнях можна повністю нехтувати дією вітру на ті частини конструкцій де ця дія може викликати сприятливий ефект.

b) For other cases an allowance for asymmetry of loading should be made by completely removing the design wind action from those parts of the structure where its action will produce a beneficial effect.

7.1.3 Вплив льоду та снігу

7.1.3 Effects of ice and snow

(1) Якщо лід або сніг змінюють геометрію конструкції таким чином, що змінюється базова площа або форма, ці зміни потрібно брати до уваги.

(1) If ice or snow alters the geometry of a structure so that it changes the reference area or shape, this should be taken into account.

ПРИМІТКА. Подальша інформація може надаватися в Національному Додатку.

NOTE. Further information may be given in the National Annex.

7.2 КОЕФІЦІЄНТИ ТИСКУ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ

7.2 PRESSURE COEFFICIENTS FOR BUILDINGS

7.2.1 Загальні положення

7.2.1 General

(1) Коефіцієнти зовнішнього тиску c_{pe} для будівель та їх частин залежать від розміру завантаженої площі A , яка є площею конструкції, що передає навантаження на елемент, який розраховується. Коефіцієнти зовнішнього тиску завантажених площ A 1 m^2 і 10 m^2 надаються в таблицях для відповідних будівельних конфігурацій, як $c_{pe,1}$ – для місцевих коефіцієнтів, $c_{pe,10}$ – для загальних коефіцієнтів відповідно.

(1) The external pressure coefficients c_{pe} for buildings and parts of buildings depend on the size of the loaded area A , which is the area of the structure, that produces the wind action in the section to be calculated. The external pressure coefficients are given for loaded areas A of 1 m^2 and 10 m^2 in the tables for the appropriate building configurations as $c_{pe,1}$, for local coefficients, and $c_{pe,10}$, for overall coefficients, respectively.

ПРИМІТКА 1. Значення $c_{pe,1}$ призначені для проектування малих елементів і кріпильних деталей з площею елемента 1 m^2 або менше, наприклад елементи облицювання і елементи покриття. Значення $c_{pe,10}$ використовуються для проектування всіх несучих конструкцій будівель.

NOTE 1. Values for $c_{pe,1}$ are intended for the design of small elements and fixings with an area per element of 1 m^2 or less such as cladding elements and roofing elements. Values for $c_{pe,10}$ may be used for the design of the overall load bearing structure of buildings.

ПРИМІТКА 2. Національний Додаток може надавати методику для розрахунку коефіцієнтів зовнішнього тиску для завантажених площ більших

NOTE 2. The National Annex may give a procedure for calculating external pressure coefficients for loaded areas above 1 m^2 based on external pressure coefficients

1 м², яка використовує коефіцієнти зовнішнього тиску $c_{pe,1}$ і $c_{pe,10}$. Рекомендації для завантажених площ більш ніж 10 м² наведені на рисунку 7.2.

$c_{pe,1}$ and $c_{pe,10}$. The recommended procedure for loaded areas up to 10 м² is given in Figure 7.2.

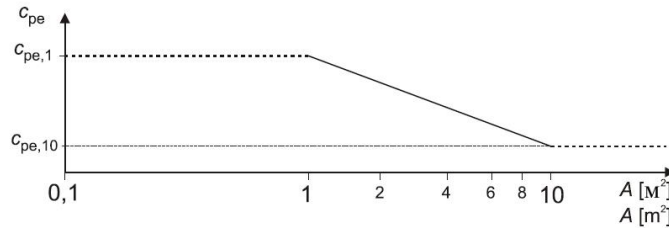


Рисунок оснований на наступному:
для $1 \text{ м}^2 < A < 10 \text{ м}^2$ $c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$

The figure is based on the following:
for $1 \text{ м}^2 < A < 10 \text{ м}^2$ $c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$;

Рисунок 7.2 – Рекомендовані значення коефіцієнта зовнішнього тиску c_{pe} для будівель з розміром завантаженої площі A від 1 м² до 10 м²
Figure 7.2 – Recommended procedure for determining the external pressure coefficient c_{pe} for buildings with a loaded area A between 1 м² and 10 м²

(2) Значення $c_{pe,10}$ і $c_{pe,1}$ у таблицях 7.2 – 7.5 використовуються для ортогональних напрямків вітру 0°, 90°, 180°. Ці значення відображають найнесприятливіші значення, отримані в діапазоні напрямку вітру $\Theta = \pm 45^\circ$ з будь-якої сторони відповідного ортогонального напрямку.

(2) The values $c_{pe,10}$ and $c_{pe,1}$ in Tables 7.1 to 7.5 should be used for the orthogonal wind directions 0°, 90°, 180°. These values represent the most unfavourable values obtained in a range of wind direction $\Theta = \pm 45^\circ$ either side of the relevant orthogonal direction.

(3) Для виступних кутів покриття тиск на нижню сторону виступу рівносильний тиску на зону вертикальної стіни, безпосередньо з'єднаної з виступним покриттям; тиск на верхню сторону виступу рівний тиску, визначеному для покриття.

(3) For protruding roof corners the pressure on the underside of the roof overhang is equal to the pressure for the zone of the vertical wall directly connected to the protruding roof; the pressure at the top side of the roof overhang is equal to the pressure of the zone, defined for the roof.

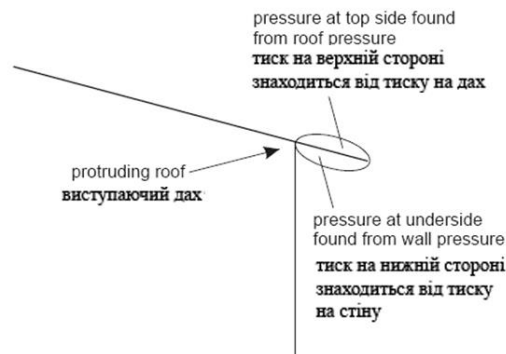


Рисунок 7.3 – Зображення відповідних тисків для виступних покриттів
Figure 7.3 – Illustration of relevant pressures for protruding roofs

7.2.2 Вертикальні стіни прямокутних будівель

7.2.2 Vertical walls of rectangular plan buildings

(1) Базова висота z_e для стін прямокутних у плані будівель залежить від відношення сторін h/b і завжди є верхнім значенням висоти різних частин стін. Вони наведені на рисунку 7.4 для наступних трьох випадків:

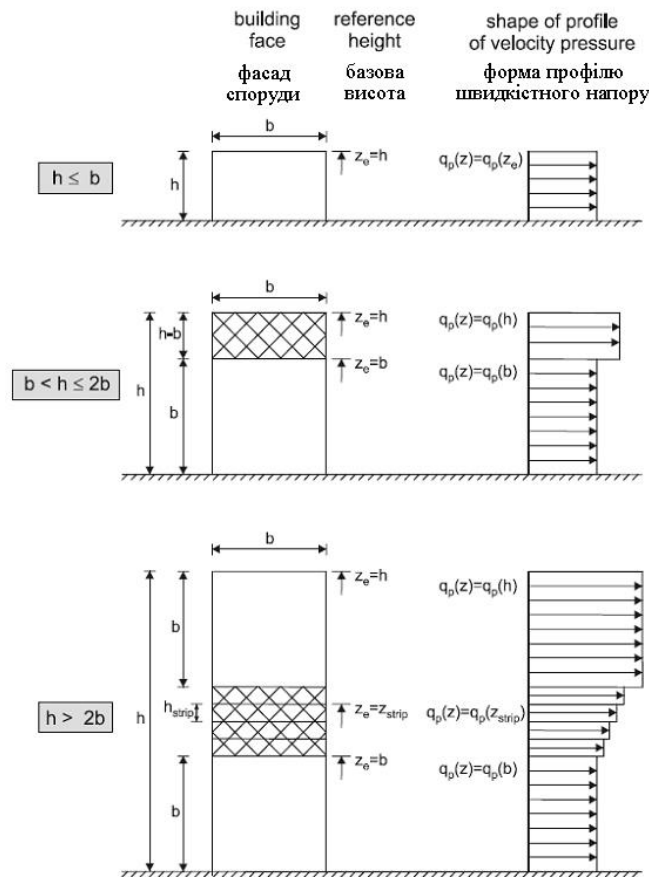
(1) The reference heights, z_e , for walls of rectangular plan buildings depend on the aspect ratio h/b and are always the upper heights of the different parts of the walls. They are given in Figure 7.4 for the following three cases:

- будівлі з висотою h , меншою ніж b можуть вважатися однією частиною.
- будівлі з висотою h , більшою ніж b , але меншою за $2b$ можуть розглядатися як дві частини, які включають нижню частину, що піднімається над землею до висоти b , і верхню частину, яка складається із залишку.
- будівлі з висотою h , більшою ніж $2b$ можуть розглядатися як складені з окремих частин, які включають: нижню частину, що простягається від землі до висоти b , верхню частину, висотою b від вершини і середню область між верхньою і нижньою частинами, яка може бути поділена на горизонтальні смуги з висотою h_{strip} , як показано на рисунку 7.4.

- A building, whose height h is less than b may be considered to be one part.
- A building, whose height h is greater than b , but less than $2b$, should be considered to be two parts, comprising: a lower part extending upwards from the ground by a height equal to b and an upper part consisting of the remainder.
- A building, whose height h is greater than $2b$ may be considered to be in multiple parts, comprising: a lower part extending upwards from the ground by a height equal to b ; an upper part extending downwards from the top by a height equal to b and a middle region, between the upper and lower parts, which may be divided into horizontal strips with a height h_{strip} as shown in Figure 7.4.

ПРИМІТКА. Правила розподілу швидкісного напору для підвітряної стіни і бокових стін (зони А, В, С і Е, див. 7.5) можуть надаватися в Національному додатку або визначатися окремо для кожного проекту. Рекомендується приймати за базову висоту будівлі.

NOTE. The rules for the velocity pressure distribution for leeward wall and sidewalls (zones A, B, C and E, see Figure 7.5) may be given in the National Annex or be defined for the individual project. The recommended procedure is to take the reference height as the height of the building.



ПРИМІТКА. Швидкісний напір потрібно приймати рівномірно розподіленим для кожної горизонтальної смуги.

NOTE. The velocity pressure should be assumed to be uniform over each horizontal strip considered.

Рисунок 7.4 – Базова висота z_e , яка залежить від h і b , і відповідний розподіл швидкісного напору
Figure 7.4 – Reference height, z_e , depending on h and b , and corresponding velocity pressure profile

(2) Коефіцієнти зовнішнього тиску $c_{pe,10}$ і $c_{pe,1}$ для зон А, В, С, D і E наведені на рисунку 7.5.

(2) The external pressure coefficients $c_{pe,10}$ and $c_{pe,1}$ for zone A, B, C, D and E are defined in Figure 7.5.

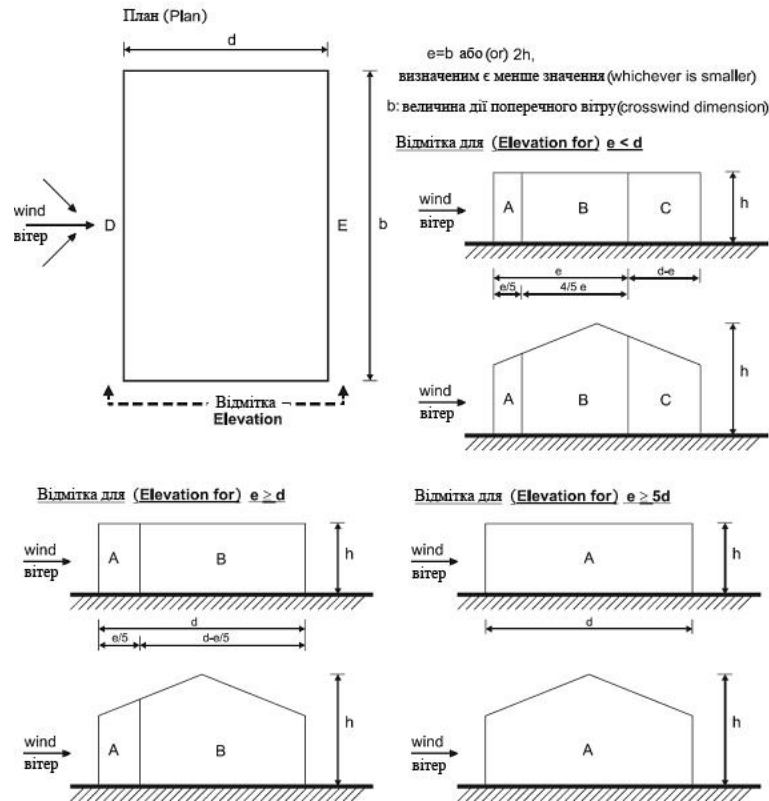


Рисунок 7.5 – Визначення тиску на вертикальні стіни
Figure 7.5 – Key for vertical walls

ПРИМІТКА 1. Значення $c_{pe,10}$ і $c_{pe,1}$ можуть надаватися у Національному додатку. Рекомендовані значення надаються у таблиці 7.1, залежать від співвідношення h/d . Для проміжних значень h/d може застосовуватися лінійна інтерполяція. Значення таблиці 7.1 також можна застосовувати для стін будівель із похилими покриттями, наприклад двосхилі та односкілі покриття.

NOTE 1. The values of $c_{pe,10}$ and $c_{pe,1}$ may be given in the National Annex. The recommended values are given in Table 7.1, depending on the ratio h/d . For intermediate values of h/d , linear interpolation may be applied. The values of Table 7.1 also apply to walls of buildings with inclined roofs, such as duopitch and monopitch roofs.

ПРИМІТКА 2. Для будівель з $h/d > 5$ загальне вітрове навантаження може визначатись згідно з 7.6 – 7.8 і 7.9.2.

NOTE 2. For buildings with $h/d > 5$, the total wind loading may be based on the provisions given in 7.6 to 7.8 and 7.9.2.

Таблиця 7.1 – Рекомендовані значення коефіцієнтів зовнішнього тиску для вертикальних стін прямокутних будівель

Table 7.1 – Recommended values of external pressure coefficients for vertical walls of rectangular plan buildings

Зона Zone	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5		+0.8	+1.0	-0.7	
1	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5		+0.8	+1.0	-0.5	
$\leq 0,25$	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5		+0.7	+1.0	-0.3	

(3) У випадках, коли сила вітру на будівельні конструкції визначається з використанням коефіцієнтів тиску c_{pe} для навітряної і підвітряної сторін (зони D і E) будівлі одночасно, потрібно брати до уваги відсутність кореляції вітрових тисків між навітряною і підвітряною сторонами.

ПРИМІТКА. Відсутність кореляції вітрових навантажень між навітряною і підвітряною сторонами може розглядатися наступним чином. Для будівель з $h/d \geq 5$ результуюча сила множиться на 1, для будівель з $h/d \leq 1$ множиться на 0,85. Для проміжних значень h/d застосовується лінійна інтерполяція.

7.2.3 Плоскі покриття

(1) Плоскі покриття – покриття, які мають похил $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$.

(2) Покриття потрібно поділити на зони, як показано на рисунку 7.6.

(3) Базова висота для плоского покриття і покриттів з округленнями або мансардними виступами приймається як h . Базову висоту для плоских покриттів із парапетами потрібно приймати як $h+h_p$, див. рисунок 7.6.

(4) Для кожної зони коефіцієнти тиску наведені в таблиці 7.2.

(5) Результуючий коефіцієнт тиску на парапеті необхідно визначати, користуючись 7.4.

(3) In cases where the wind force on building structures is determined by application of the pressure coefficients c_{pe} on windward and leeward side (zones D and E) of the building simultaneously, the lack of correlation of wind pressures between the windward and leeward side may be taken into account.

NOTE. The lack of correlation of wind pressures between the windward and leeward side may be considered as follows. For buildings with $h/d \geq 5$ the resulting force is multiplied by 1. For buildings with $h/d \leq 1$, the resulting force is multiplied by 0,85. For intermediate values of h/d , linear interpolation should be applied.

7.2.3 Flat roofs

(1) Flat roofs are defined as having a slope (α) of $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$.

(2) The roof should be divided into zones as shown in Figure 7.6.

(3) The reference height for flat roof and roofs with curved or mansard eaves should be taken as h . The reference height for flat roofs with parapets should be taken as $h+h_p$, see Figure 7.6.

(4) Pressure coefficients for each zone are given in Table 7.2.

(5) The resulting pressure coefficient on the parapet should be determined using 7.4.

Таблиця 7.2 – Коефіцієнти зовнішнього тиску для плоских покриттів
Table 7.2 – External pressure coefficients for flat roofs

Тип покриття Roof type		Зона Zone							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Загострені кромки Sharp eaves		-1.8	-2.5	-1.2	-2.0	-0.7	-1.2	+0.2	-0.2
3 парапета-ми With Parapets	$h_p/h=0,025$	-1.6	-2.2	-1.1	-1.8	-0.7	-1.2	+0.2	-0.2
	$h_p/h=0,05$	-1.4	-2.0	-0.9	-1.6	-0.7	-1.2	+0.2	-0.2
	$h_p/h=0,10$	-1.2	-1.8	-0.8	-1.4	-0.7	-1.2	+0.2	-0.2
Округлені виступні частини Curved Eaves	$r/h = 0,05$	-1.0	-1.5	-1.2	-1.8	-0.4		+0.2	-0.2
	$r/h = 0,10$	-0.7	-1.2	-0.8	-1.4	-0.3		+0.2	-0.2
	$r/h = 0,20$	-0.5	-0.8	-0.5	-0.8	-0.3		+0.2	-0.2

Тип покриття Roof type		Зона Zone							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Мансард-ні виступні частини Mansard Eaves	$\alpha = 30^\circ$	-1.0	-1.5	-1.0	-1.5	-0.3		+0.2	-0.2
	$\alpha = 45^\circ$	-1.2	-1.8	-1.3	-1.9	-0.4		+0.2	-0.2
	$\alpha = 60^\circ$	-1.3	-1.9	-1.3	-1.9	-0.5		+0.2	-0.2

ПРИМІТКА 1. Для покриттів з парапетами або з округленими карнизами проміжні значення h_p/h і r/h можна визначити лінійною інтерполяцією.

NOTE 1. For roofs with parapets or curved eaves, linear interpolation may be used for intermediate values of h_p/h and r/h .

ПРИМІТКА 2. Потрібно використовувати лінійну інтерполяцію для покриттів з мансардними карнизами між $\alpha = 30^\circ$, 45° і $\alpha = 60^\circ$. Для $\alpha > 60^\circ$ використовується лінійна інтерполяція між значеннями для $\alpha = 60^\circ$ і значеннями для плоских покриттів із загостреними виступами.

NOTE 2. For roofs with mansard eaves, linear interpolation between $\alpha = 30^\circ$, 45° and $\alpha = 60^\circ$ may be used. For $\alpha > 60^\circ$ linear interpolation between the values for $\alpha = 60^\circ$ and the values for flat roofs with sharp eaves may be used.

ПРИМІТКА 3. В зоні I, для якої вказані додатні і від'ємні значення, потрібно враховувати обидва випадки.

NOTE 3. In Zone I, where positive and negative values are given, both values shall be considered.

ПРИМІТКА 4. Коефіцієнти зовнішнього тиску для мансардних карнизів наведені в таблиці 7.4. Коефіцієнти зовнішнього тиску для двосхилих покриттів: напрям вітру 0° , зони F і G залежать від кута нахилу мансардного карнизу.

NOTE 4. For the mansard eave itself, the external pressure coefficients are given in Table 7.4 "External pressure coefficients for duopitch roofs: wind direction 0° ", Zone F and G, depending on the pitch angle of the mansard eave.

ПРИМІТКА 5. Коефіцієнти зовнішнього тиску для округлених карнизів визначається лінійною інтерполяцією вздовж скруглення між значеннями для стіни і для покриття.

NOTE 5. For the curved eave itself, the external pressure coefficients are given by linear interpolation along the curve, between values on the wall and on the roof.

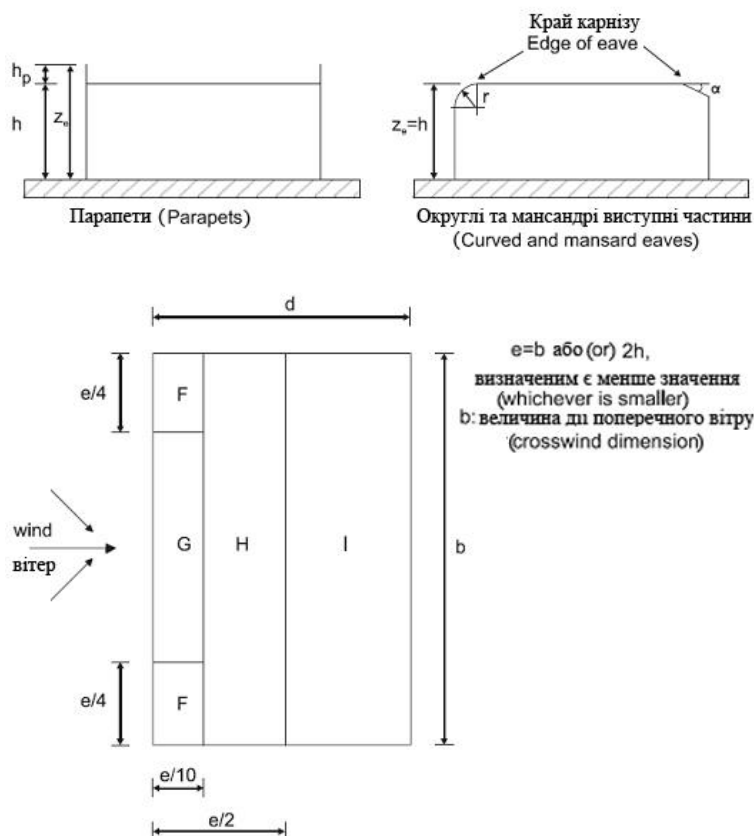


Рисунок 7.6 – Визначення тиску для плоских покриттів
Figure 7.6 – Key for flat roofs

7.2.4 Односхилі покриття

- (1) Покриття, який має виступні частини, потрібно поділити на зони, як показано на рисунку 7.7.
- (2) Базова висота z_e приймається рівною h .
- (3) У таблиці 7.3 наведені коефіцієнти тиску для кожної зони.

7.2.4 Monopitch roofs

- (1) The roof, including protruding parts, should be divided into zones as shown in Figure 7.7.
- (2) The reference height z_e should be taken equal to h .
- (3) The pressure coefficients for each zone that should be used are given in Table 7.3.

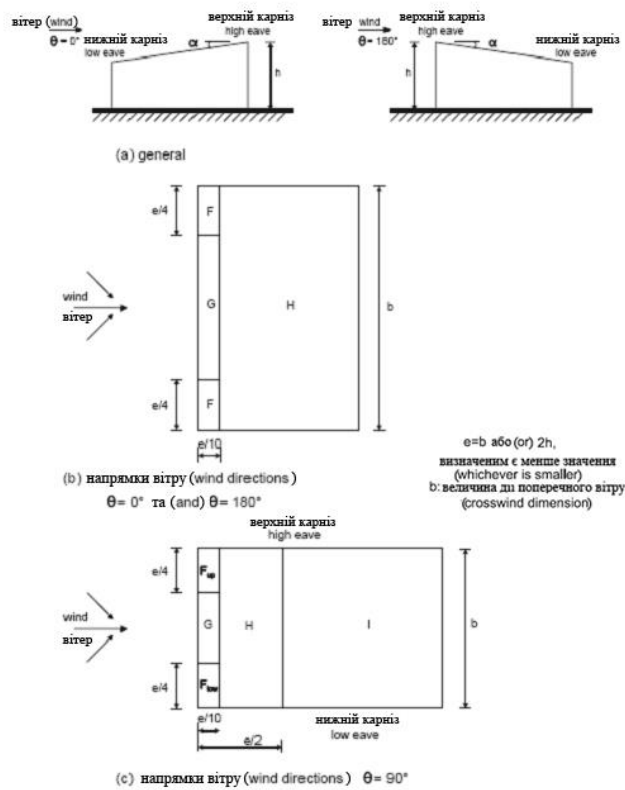


Рисунок 7.7 – Визначення тиску для односхилих покриттів
Figure 7.7 – Key for monopitch roofs

Таблиця 7.3а – Коефіцієнти зовнішнього тиску для односхилих покриттів
Table 7.3a – External pressure coefficients for monopitch roofs

Кут нахилу α Pitch Angle α	Зона для напрямку вітру $\Theta = 0^\circ$ Zone for wind direction $\Theta = 0^\circ$						Зона для напрямку вітру $\Theta = 180^\circ$ Zone for wind direction $\Theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1.7	-2.5	-1.2	-2.0	-0.6	-1.2	-2.3	-2.5	-1.3	-2.0	-0.8	-1.2
	+0.0		+0.0		+0.0							
15°	-0.9	-2.0	-0.8	-1.5	-0.3		-2.5	-2.8	-1.3	-2.0	-0.9	-1.2
	+0.2		+0.2		+0.2							
30°	-0.5	-1.5	-0.5	-1.5	-0.2		-1.1	-2.3	-0.8	-1.5	-0.8	
	+0.7		+0.7		+0.4							
45°	-0.0		-0.0		-0.0		-0.6	-1.3	-0.5		-0.7	
	+0.7		+0.7		+0.6							
60°	+0.7		+0.7		+0.7		-0.5	-1.0	-0.5		-0.5	
75°	+0.8		+0.8		+0.8		-0.5	-1.0	-0.5		-0.5	

Таблиця 7.3b – Коефіцієнти зовнішнього тиску для односхилих покриттів
Table 7.3b – External pressure coefficients for monopitch roofs

Кут нахилу α Pitch Angle α	Зона для напрямку вітру $\Theta = 90^\circ$ Zone for wind direction $\Theta = 90^\circ$									
	F_{up}		F_{low}		G		H		I	
	Сре,10	Сре,1	Сре,10	Сре,1	Сре,10	Сре,1	Сре,10	Сре,1	Сре,10	Сре,1
5°	-2.1	-2.6	-2.1	-2.4	-1.8	-2.0	-0.6	-1.2	-0.5	
15°	-2.4	-2.9	-1.6	-2.4	-1.9	-2.5	-0.8	-1.2	-0.7	-1.2
30°	-2.1	-2.9	-1.3	-2.0	-1.5	-2.0	-1.0	-1.3	-0.8	-1.2
45°	-1.5	-2.4	-1.3	-2.0	-1.4	-2.0	-1.0	-1.3	-0.9	-1.2
60°	-1.2	-2.0	-1.2	-2.0	-1.2	-2.0	-1.0	-1.3	-0.7	-1.2
75°	-1.2	-2.0	-1.2	-2.0	-1.2	-2.0	-1.0	-1.3	-0.5	

ПРИМІТКА 1. Для $\Theta = 0^\circ$ (див. таблицю 7.3а), тиск змінюється швидко між додатними і від'ємними значеннями в межах кута нахилу від $\alpha = +5^\circ$ до $+45^\circ$, тому надаються додатні і від'ємні значення. Для таких покриттів потрібно розглядати два випадки: один з усіма додатними значеннями і один з усіма від'ємними значеннями. Не дозволяється поєднувати додатні і від'ємні значення на одній стороні.
 NOTE 1. At $\Theta = 0^\circ$ (see table a)) the pressure changes rapidly between positive and negative values around a pitch angle of $\alpha = +5^\circ$ to $+45^\circ$, so both positive and negative values are given. For those roofs, two cases should be considered: one with all positive values, and one with all negative values. No mixing of positive and negative values is allowed on the same face.

ПРИМІТКА 2. Для проміжних кутів нахилу потрібно виконувати лінійну інтерполяцію між значеннями одного знака. Значення, що дорівнюють 0,0 надані для інтерполяції.
 NOTE 2. Linear interpolation for intermediate pitch angles may be used between values of the same sign. The values equal to 0.0 are given for interpolation purposes.

7.2.5 Двосхилі покриття

(1) Покриття, яке складається з виступних частин, потрібно поділити на зони, як показано на рисунку 7.8.

(2) Базова висота z_e береться рівною h .

(3) У таблиці 7.4 наведені коефіцієнти тиску для кожної зони.

7.2.5 Duopitch roofs

(1) The roof, including protruding parts, should be divided in zones as shown in Figure 7.8.

(2) The reference height z_e should be taken as h .

(3) The pressure coefficients for each zone that should be used are given in Table 7.4.

Таблиця 7.4а – Коефіцієнти зовнішнього тиску для двосхилих покриттів
Table 7.4a – External pressure coefficients for duopitch roofs

Кут нахилу α Pitch Angle α	Зона для напрямку вітру $\Theta = 0^\circ$ Zone for wind direction $\Theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	Сре,10	Сре,1	Сре,10	Сре,1	Сре,10	Сре,1	Сре,10	Сре,1	Сре,10	Сре,1
-45°	-0.6		-0.6		-0.8		-0.7		-1.0	-1.5
-30°	-1.1	-2.0	-0.8	-1.5	-0.8		-0.6		-0.8	-1.4
-15°	-2.5	-2.8	-1.3	-2.0	-0.9	-1.2	-0.5		-0.7	-1.2
-5°	-2.3		-1.2		-0.8		-1.2		+0.2	
	-2.5		-2.0		-0.8		-1.2		-0.6	
5°	-1.7		-1.2		-0.6		-1.2		-0.6	
	+0.0		+0.0		+0.0				+0.2	
15°	-0.9		-1.5		-0.3		-0.4		-1.0	-1.5
	+0.2		+0.2		+0.2		+0.2		+0.0	+0.0
30°	-0.5		-1.5		-0.2		-0.4		-0.5	
	+0.7		+0.7		+0.4		+0.4		+0.0	
45°	-0.0		-0.0		-0.0		-0.2		-0.3	
	+0.7		+0.7		+0.6		+0.0		+0.0	
60°	+0.7		+0.7		+0.7		-0.2		-0.3	
75°	+0.8		+0.8		+0.8		-0.2		-0.3	

ПРИМІТКА 1. Для $\Theta = 0^\circ$, тиск змінюється швидко між додатними і від'ємними значеннями навітряної сторони в межах кута нахилу від $\alpha = -5^\circ$ до $+45^\circ$, тому надаються додатні і від'ємні значення. Для таких покриттів потрібно розглядати чотири випадки, де найбільші або найменші значення всіх площ F, G і H комбінуються з найбільшими або найменшими значеннями в площях I і J. Не дозволяється поєднання додатних і від'ємних значень на одній стороні.

NOTE 1. At $\Theta = 0^\circ$ the pressure changes rapidly between positive and negative values on the windward face around a pitch angle of $\alpha = -5^\circ$ to $+45^\circ$, so both positive and negative values are given. For those roofs, four cases should be considered where the largest or

smallest values of all areas F, G and H are combined with the largest or smallest values in areas I and J. No mixing of positive and negative values is allowed on the same face.

ПРИМІТКА 2. Для проміжних кутів нахилу одного знака може використовуватися лінійна інтерполяція між значеннями того ж знака (Не інтерполювати між значеннями $\alpha = +5^\circ$ і $\alpha = -5^\circ$, але використовувати дані для плоских покриттів із 7.2.3). Значення, що дорівнюють 0,0, надані для інтерполяції.

NOTE 2. Linear interpolation for intermediate pitch angles of the same sign may be used between values of the same sign (Do not interpolate between $\alpha = +5^\circ$ and $\alpha = -5^\circ$, but use the data for flat roofs in 7.2.3). The values equal to 0,0 are given for interpolation purposes.

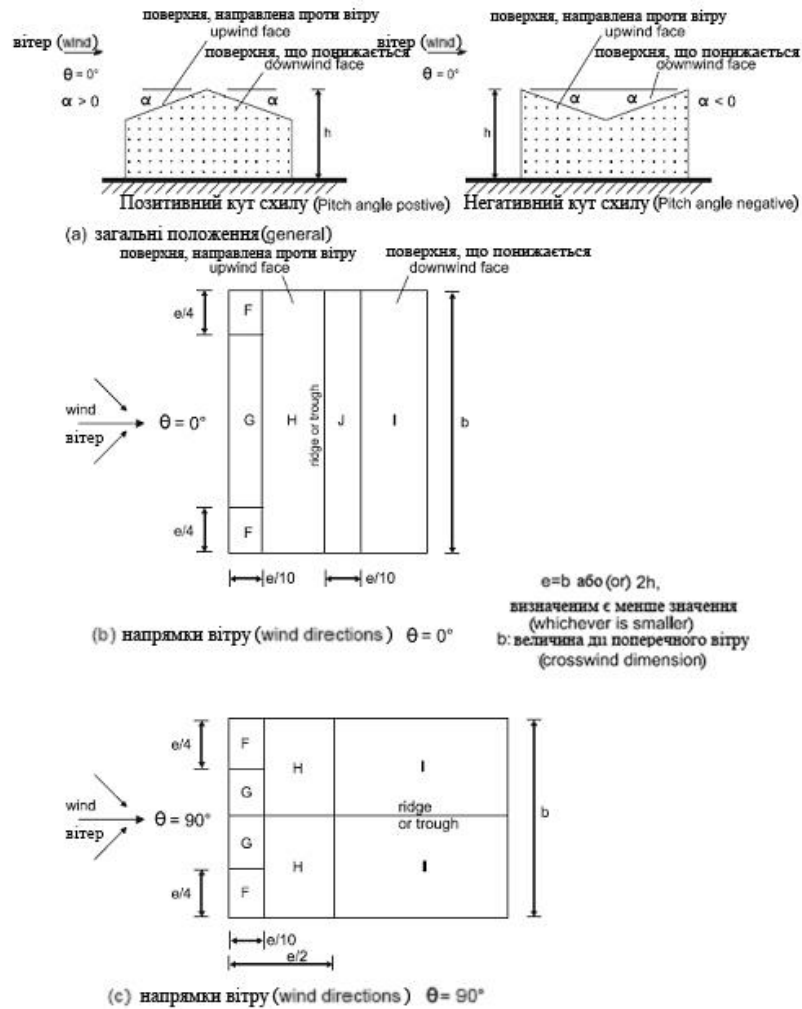


Рисунок 7.8 – Визначення для двосхилих покриттів
Figure 7.8 – Key for duopitch roofs

Таблиця 7.4b – Коефіцієнти зовнішнього тиску для двосхилих покриттів
Table 7.4b – External pressure coefficients for duopitch roofs

Кут нахилу α Pitch Angle α	Зона для напрямку вітру $\Theta = 90^\circ$ Zone for wind direction $\Theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1.4	-2.0	-1.2	-2.0	-1.0	-1.3	-0.9	-1.2
-30°	-1.5	-2.1	-1.2	-2.0	-1.0	-1.3	-0.9	-1.2
-15°	-1.9	-2.5	-1.2	-2.0	-0.8	-1.2	-0.8	-1.2
-5°	-1.8	-2.5	-1.2	-2.0	-0.7	-1.2	-0.6	-1.2
5°	-1.6	-2.2	-1.3	-2.0	-0.7	-1.2	-0.6	-1.2
15°	-1.3	-2.0	-1.3	-2.0	-0.6	-1.2	-0.5	-1.2
30°	-1.1	-1.5	-1.4	-2.0	-0.8	-1.2	-0.5	-1.2
45°	-1.1	-1.5	-1.4	-2.0	-0.9	-1.2	-0.5	-1.2
60°	-1.1	-1.5	-1.2	-2.0	-0.8	-1.0	-0.5	-1.2
75°	-1.1	-1.5	-1.2	-2.0	-0.8	-1.0	-0.5	-1.2

7.2.6 Вальмові покриття багатоскатні

(1) покриття, включаючи виступні частини, потрібно поділити на зони, як показано на рисунку 7.9.

(2) Базову висоту z_e потрібно приймати як h .

(3) У таблиці 7.5 наведені коефіцієнти тиску для кожної зони.

7.2.6 Hipped roofs

(1) The roof, including protruding parts, should be divided into zones as shown in Figure 7.9.

(2) The reference height z_e should be taken as h .

(3) The pressure coefficients that should be used are given in Table 7.5.

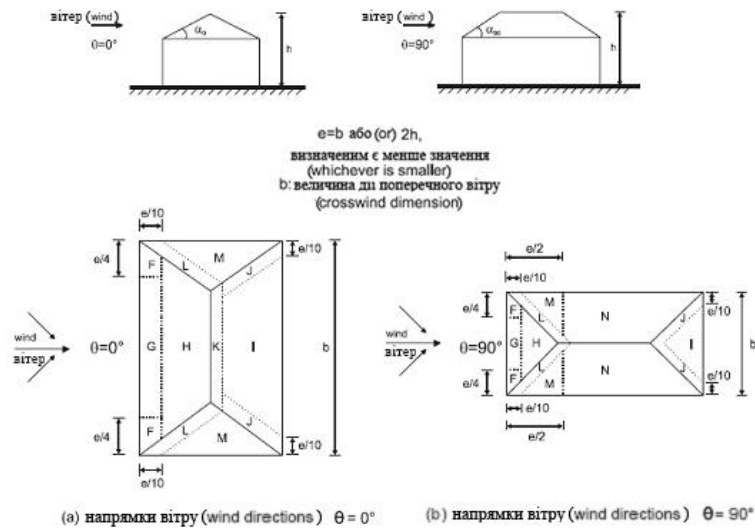


Рисунок 7.9 – Визначення для вальмових покриттів
Figure 7.9 – Key for hipped roofs

Таблиця 7.5 – Коефіцієнти зовнішнього тиску для вальмових покриттів будівель
Table 7.5 – External pressure coefficients for hipped roofs of buildings

Кут нахилу α_0 для $\Theta=0^\circ$, α_{90} для $\Theta=90^\circ$ Pitch angle α_0 for $\Theta=0^\circ$, α_{90} for $\Theta=90^\circ$	Зона для напрямку вітру $\Theta=0^\circ$ і $\Theta=90^\circ$ Zone for wind direction $\Theta=0^\circ$ and $\Theta=90^\circ$																	
	F		G		H		I		J		K		L		M		N	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1.7	-2.5	-1.2	-2.0	-0.6	-1.2	-0.3	-0.6	-0.6	-1.2	-2.0	-0.6	-1.2	-0.4				
	+0.0		+0.0		+0.0													
15°	-0.9	-2.0	-0.8	-1.5	-0.3		-0.5	-1.0	-1.5	-1.2	-2.0	-1.4	-2.0	-0.6	-1.2	-0.3		
	+0.2		+0.2		+0.2													
30°	-0.5	-1.5	-0.5	-1.5	-0.2		-0.4	-0.7	-1.2	-0.5	-1.4	-2.0	-0.8	-1.2	-0.2			
	+0.5		+0.7		+0.4													
45°	-0.0		-0.0		-0.0		-0.3	-0.6	-0.3	-1.3	-2.0	-0.8	-1.2	-0.2				
	+0.7		+0.7		+0.6													
60°	+0.7		+0.7		+0.7		-0.3	-0.6	-0.3	-1.2	-2.0	-0.4		-0.2				
75°	+0.8		+0.8		+0.8		-0.3	-0.6	-0.3	-1.2	-2.0	-0.4		-0.2				

ПРИМІТКА 1. Для $\Theta = 0^\circ$, тиск змінюється швидко між додатними і від'ємними значеннями навітряної сторони (частини) з кутом нахилу від $\alpha = +5^\circ$ до $+45^\circ$, тому додатні і від'ємні значення надаються. Для таких покриттів потрібно розглядати два випадки: один з усіма додатними значеннями і один з усіма від'ємними значеннями. Не дозволяється одночасне використання додатних і від'ємних значень.

NOTE 1. At $\Theta = 0^\circ$ the pressures changes rapidly between positive and negative values on the windward face at pitch angle of $\alpha = +5^\circ$ to $+45^\circ$, so both positive and negative values are given. For those roofs, two cases should be considered: one with all positive values, and one with all negative values. No mixing of positive and negative values are allowed.

ПРИМІТКА 2. Для проміжних кутів нахилу одного знака може використовуватися лінійна інтерполяція між значеннями одного знаку.

Значення, що дорівнюють 0,0 надані для інтерполяції.

NOTE 2. Linear interpolation for intermediate pitch angles of the same sign may be used between values of the same sign. The values equal to 0,0 are given for interpolation purposes.

ПРИМІТКА 3. Кут нахилу навітряної сторони є визначальним для обчислення коефіцієнта тиску.

NOTE 3. The pitch angle of the windward face always will govern the pressure coefficients.

7.2.7 Багатопрогонові покриття

(1) Коефіцієнти тиску для напрямів вітру 0° , 90° і 180° для кожного прогону багатопрогонового покриття можуть бути отримані з коефіцієнтів тиску для кожного окремого прогону.

Модифіковані коефіцієнти тиску для напрямів вітру 0° і 180° на кожному прогоні можуть бути отримані:

- для односкатних покриттів із 7.2.4 з урахуванням їхнього розташування відповідно до рисунка 7.10 а і b;
- для двоскатних покриттів із 7.2.5 при $\alpha < 0$, з урахуванням їхнього розташування відповідно до рисунка 7.10 с і d.

(2) Зони F/G/J портібно розглядати лише для сторони, розміщеної проти напрямку вітру. Зони H і I портібно розглядати для кожного прогону багатопрогонового покриття.

(3) Базову висота z_e потрібно приймати як висоту конструкції, h , див. рисунок 7.10.

7.2.7 Multispan roofs

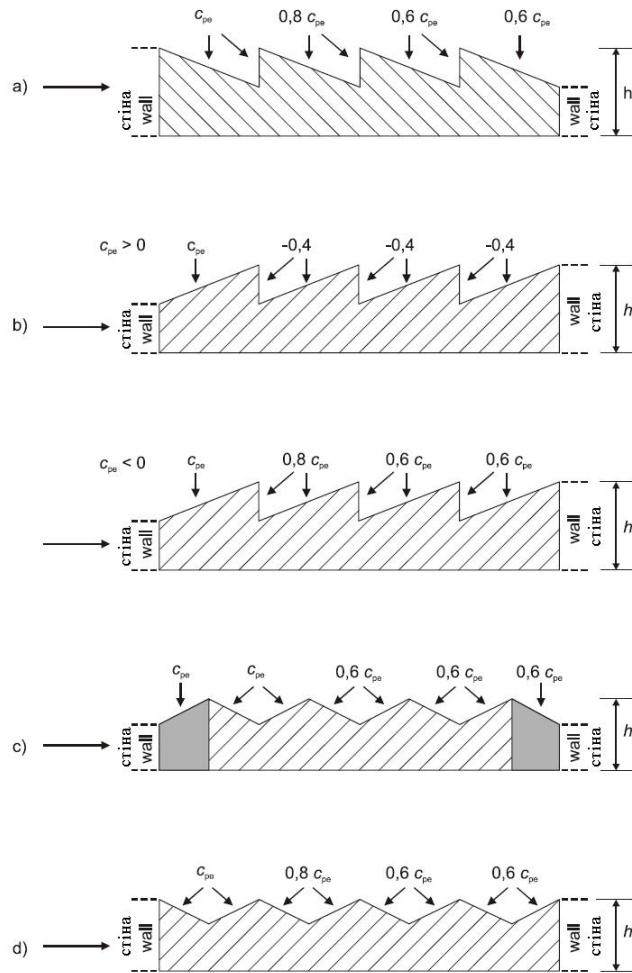
(1) Pressure coefficients for wind directions 0° , 90° and 180° for each span of a multispan roof may be derived from the pressure coefficient for each individual span.

Modifying factors for the pressures for wind directions 0° and 180° on each span should be derived:

- from 7.2.4 for monopitch roofs, modified for their position according to Figure 7.10 a and b.
- from 7.2.5 for duopitch roofs for $\alpha < 0$ modified for their position according to Figure 7.10 c and d.

(2) The zones F/G/J used should be considered only for the upwind face. The zones H and I should be considered for each span of the multispan roof.

(3) The reference height z_e should be taken as the height of the structure, h , see Figure 7.10.



ПРИМІТКА 1. У конфігурації *b* необхідно розглянути два випадки залежно від знака коефіцієнта тиску c_{pe} на першому покритті.

ПРИМІТКА 2. У конфігурації *c* першим значенням c_{pe} є значення для односкілого покриття, друге і наступні значення c_{pe} є значенням для жолоба двосхилого покриття.

NOTE 1. In configuration *b* two cases should be considered depending on the sign of pressure coefficient c_{pe} on the first roof.

NOTE 2. In configuration *c* the first c_{pe} is the c_{pe} of the monopitch roof, the second and all following c_{pe} are the c_{pe} of the troughed duopitch roof.

Рисунок 7.10 – Визначення для багатопрогнового покриття
Figure 7.10 – Key to multispan roofs

7.2.8 Склепінчасті покриття та куполи

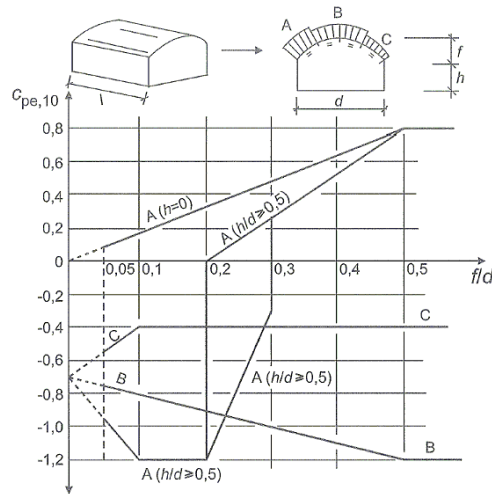
(1) Цей розділ застосовується для круглих циліндричних покриттів і куполів.

ПРИМІТКА. Значення $c_{pe,10}$ і $c_{pe,1}$, які використовуються для круглих циліндричних покриттів і куполів, можуть надаватися в Національному додатку. Рекомендовані значення $c_{pe,10}$ для різних зон наведені на рисунках 7.11 та 7.12. Базова висота приймається як $z_e = h + f$.

7.2.8 Vaulted roofs and domes

(1) This section applies to circular cylindrical roofs and domes.

NOTE. The values of $c_{pe,10}$ and $c_{pe,1}$ to be used for circular cylindrical roofs and domes may be given in the National Annex. The recommended values of $c_{pe,10}$ are given in Figures 7.11 and 7.12 for different zones. The reference height should be taken as $z_e = h + f$.



для $0 < h/d < 0,5$, $c_{pe,10}$ визначається лінійною інтерполяцією;

для $0,2 \leq f/d \leq 0,3$ і $h/d \geq 0,5$ потрібно використовувати два значення $c_{pe,10}$;

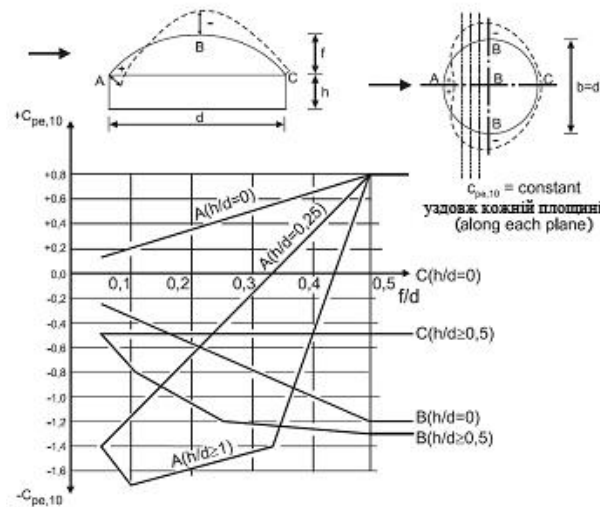
діаграма не застосовується для плоских покриттів.

for $0 < h/d < 0,5$, $c_{pe,10}$ is obtained by linear interpolation.

for $0,2 \leq f/d \leq 0,3$ and $h/d \geq 0,5$, two values of $c_{pe,10}$ have to be considered.

the diagram is not applicable for flat roofs.

Рисунок 7.11 – Рекомендовані значення коефіцієнтів зовнішнього тиску $c_{pe,10}$ для склепінчастих покриттів на прямокутному плані
Figure 7.11 – Recommended values of external pressure coefficients $c_{pe,10}$ for vaulted roofs with rectangular base



Значення $c_{pe,10}$ є сталим уздовж дуги кола, утвореного перетином сфери і площин, перпендикулярних до дії вітру; його можна визначити з першого наближення лінійною інтерполяцією між значеннями для А, В і С вздовж дуг кіл, які паралельні вітру. Також значення $c_{pe,10}$ можна отримати за допомогою лінійної інтерполяції верхніх рисунків для А, якщо $0 < h/d < 1$, і для В і С, якщо $0 < h/d < 0,5$.

$c_{pe,10}$ is constant along arcs of circles, intersections of the sphere and of planes perpendicular to the wind; it can be determined as a first approximation by linear interpolation between the values in A, B and C along the arcs of circles parallel to the wind. In the same way the values of $c_{pe,10}$ in A if $0 < h/d < 1$ and in B or C if $0 < h/d < 0,5$ can be obtained by linear interpolation in the Figure above.

Рисунок 7.12 – Рекомендовані значення коефіцієнтів зовнішнього тиску $c_{pe,10}$ для куполів на циліндричному плані
Figure 7.12 – Recommended values of external pressure coefficients $c_{pe,10}$ for domes with circular base

(2) Коефіцієнти тиску для стін прямокутних будівель із склепінчастими дахами приймаються згідно з 7.2.2.

7.2.9 Внутрішній тиск

(1)P Слід вважати, що внутрішній і зовнішній тиски діють одночасно. Найгірша комбінація зовнішнього і внутрішнього тисків повинна розглядатися для кожної комбінації можливих отворів і інших шляхів проникнення вітру.

(2) Коефіцієнт внутрішнього тиску c_{pi} залежить від розміру і розміщення отворів на фасаді будівлі. Якщо як мінімум для двох сторін будівель (фасади або покриття) загальна площа отворів на кожній стороні складає більше ніж 30 % площі цієї сторони, дія вітру на конструкцію не повинна розраховуватись за правилами, наведеними в цьому розділі, слід використовувати правила 7.3 та 7.4.

ПРИМІТКА. Отвори будівлі включають маленькі отвори, такі як відкриті вікна, вентиляційні отвори, витяжні труби та інше. Загальна проникність через витоки, щілини в дверях, вікнах, елементах обслуговування і через облицювання будівлі зазвичай складає від 0,01 % до 0,1 % зовнішньої площі. Додаткова інформація може надаватися у Національному Додатку.

(3) У граничному стані за несучою здатністю отвори, такі як двері або вікна, вважаються замкненими. При ураганому вітрі випадок відкритих вікон або дверей потрібно розглядати як випадкову проектну ситуацію згідно з EN 1990.

ПРИМІТКА. Перевірка випадкових розрахункових ситуацій дуже важлива для високих внутрішніх стін (з великим ризиком небезпеки), коли стіна сприймає повне зовнішнє навантаження вітру через отвори у конструкції будівлі.

(4) Сторона будівлі повинна розглядатися як домінуюча, якщо площа отворів на цій стороні як мінімум вдвічі менша за площу отворів і витоків на інших сторонах будівлі, що розглядається.

ПРИМІТКА. Такий підхід можна застосовувати для індивідуальних внутрішніх приміщень всередині будівлі.

(2) Pressure coefficients for the walls of rectangular buildings with vaulted roofs should be taken from 7.2.2.

7.2.9 Internal pressure

(1)P Internal and external pressures shall be considered to act at the same time. The worst combination of external and internal pressures shall be considered for every combination of possible openings and other leakage paths.

(2) The internal pressure coefficient, c_{pi} , depends on the size and distribution of the openings in the building envelope. When in at least two sides of the buildings (facades or roof) the total area of openings in each side is more than 30% of the area of that side, the actions on the structure should not be calculated from the rules given in this section but the rules of 7.3 and 7.4 should instead be used.

NOTE. The openings of a building include small openings such as: open windows, ventilators, chimneys, etc. as well as background permeability such as air leakage around doors, windows, services and through the building envelope. The background permeability is typically in the range 0,01% to 0,1% of the face area. Additional information may be given in a National Annex.

(3) Where an external opening, such as a door or a window, would be dominant when open but is considered to be closed in the ultimate limit state, during severe windstorms, the condition with the door or window open should be considered as an accidental design situation in accordance with EN 1990.

NOTE. Checking of the accidental design situation is important for tall internal walls (with high risk of hazard) when the wall has to carry the full external wind action because of openings in the building envelope.

(4) A face of a building should be regarded as dominant when the area of openings at that face is at least twice the area of openings and leakages in the remaining faces of the building considered.

NOTE. This can also be applied to individual internal volumes within the building.

(5) Внутрішній тиск для будівель з домінантною стороною береться як частина зовнішнього тиску, який діє на отвори домінантної сторони. Використовуються значення, отримані за формулами (7.1) та (7.2). Якщо площа отворів домінантної сторони вдвічі більша за площу отворів на інших сторонах, то

$$c_{pi} = 0.75 \cdot c_{pe} \quad (7.1)$$

Якщо площа отворів домінантної сторони втричі більша за площу отворів інших сторін, то

$$c_{pi} = 0.90 \cdot c_{pe} \quad (7.2)$$

де c_{pe} – значення коефіцієнта зовнішнього тиску на отвори домінантної сторони. Якщо ці отвори розташовуються у зонах із різними значеннями зовнішніх тисків, то треба використовувати середнє зважене значення c_{pe} .

Якщо площа отворів на домінантній стороні знаходиться в межах від 2 до 3 площ отворів інших сторін, то можна використовувати лінійну інтерполяцію для розрахунку c_{pi} .

(6) Для будівель без домінантної сторони, коефіцієнт внутрішнього тиску c_{pi} повинен визначатися за рисунком 7.13 як функція відношення висоти і глибини (довжини) будівлі, h/d , і також від ступеня проникності μ для кожного напрямку вітру θ , який визначається за формулою (7.3):

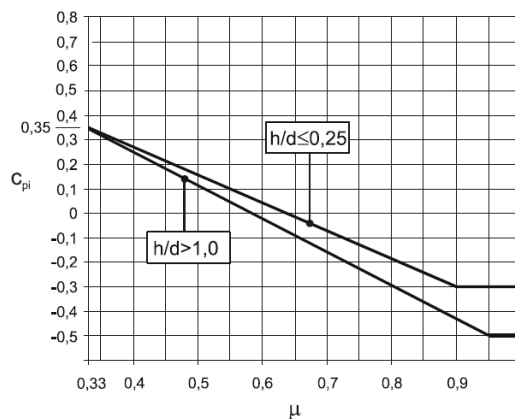
(5) For a building with a dominant face the internal pressure should be taken as a fraction of the external pressure at the openings of the dominant face. The values given by Expressions (7.1) and (7.2) should be used. When the area of the openings at the dominant face is twice the area of the openings in the remaining faces,

When the area of the openings at the dominant face is at least 3 times the area of the openings in the remaining faces,

where c_{pe} is the value for the external pressure coefficient at the openings in the dominant face. When these openings are located in zones with different values of external pressures an area weighted average value of c_{pe} should be used.

When the area of the openings at the dominant face is between 2 and 3 times the area of the openings in the remaining faces linear interpolation for calculating c_{pi} may be used.

(6) For buildings without a dominant face, the internal pressure coefficient c_{pi} should be determined from Figure 7.13, and is a function of the ratio of the height and the depth of the building, h/d , and the opening ratio μ for each wind direction θ , which should be determined from Expression (7.3):



ПРИМІТКА. Для значень від $h/d = 0,25$ до $h/d = 1,0$ потрібно використовувати лінійну інтерполяцію.

NOTE. For values between $h/d = 0,25$ and $h/d = 1,0$ linear interpolation may be used.

Рисунок 7.13 – Коефіцієнти внутрішнього тиску для рівномірно розподілених отворів
Figure 7.13 – Internal pressure coefficients for uniformly distributed openings

$$\mu = \frac{\sum \text{площа отворів, де } c_{pe} \text{ негативний або } -0,0}{\sum \text{площа всіх отворів}} \quad (7.3)$$

$$\mu = \frac{\text{Area of openings where } c_{pe} \text{ is negative or } -0,0}{\text{Area of all openings}}$$

ПРИМІТКА 1. Ця формула застосовується до фасадів і покриття будівель із внутрішніми перегородками і без них.

NOTE 1. This applies to facades and roof of buildings with and without internal partitions.

ПРИМІТКА 2. У разі неможливості або невиправданості визначення коефіцієнта μ , для окремих випадків потрібно приймати c_{pi} як більш несприятливий з +0,2 і -0,3.

NOTE 2. Where it is not possible, or not considered justified, to estimate μ for a particular case then c_{pi} should be taken as the more onerous of +0,2 and -0,3.

(7) Базова висота z_i для внутрішніх тисків повинна бути рівною базовій висоті z_e для зовнішніх тисків (див. 5.1(1)P) на сторонах, в отворах яких виникає внутрішній тиск. Якщо існує декілька отворів, то для визначення z_i необхідно використовувати найбільше значення z_e .

(7) The reference height z_i for the internal pressures should be equal to the reference height z_e for the external pressures (see 5.1(1)P) on the faces which contribute by their openings to the creation of the internal pressure. If there are several openings the largest value of z_e should be used to determine z_i .

(8) Коефіцієнт внутрішнього тиску для відкритих бункерів і витяжних труб повинен визначатися за формулою (7.4):

(8) The internal pressure coefficient of open silos and chimneys should be based on Expression (7.4):

$$c_{pi} = -0,60. \quad (7.4)$$

Коефіцієнт внутрішнього тиску резервуарів з маленькими отворами, що вентилуються, повинен визначатися за формулою (7.5):

The internal pressure coefficient of vented tanks with small openings should be based on Expression (7.5):

$$c_{pi} = -0,40. \quad (7.5)$$

Базова висота z_i дорівнює висоті конструкції.

The reference height z_i is equal to the height of the structure.

7.2.10 Тиск на багат шарові стіни та покриття

7.2.10 Pressure on walls or roofs with more than one skin

(1) Сила вітру розраховується окремо для кожного шару.

(1) The wind force is to be calculated separately on each skin.

(2) Проникність μ покриття визначається як відношення загальної площі отворів до загальної площі покриття. Покриття вважається непроникним, якщо значення μ менше ніж 0,1 %.

(2) The permeability μ of a skin is defined as the ratio of the total area of the opening to the total area of the skin. A skin is defined as impermeable if the value μ is less than 0,1 %.

(3) Якщо лише один шар покриття проникний, тоді сила вітру на непроникний шар повинна визначатися як різниця між внутрішнім і зовнішнім тиском вітру, згідно з 5.2 (3). Якщо більше ніж один шар покриття проникний, тоді сила вітру на кожен шар покриття залежить від:

(3) If only one skin is permeable, then the wind force on the impermeable skin should be determined from the difference between the internal and the external wind pressure as described in 5.2 (3). If more than one skin is permeable then the wind force on each skin depends on:

- відносної жорсткості шарів покриття;
- зовнішніх і внутрішніх тисків;
- відстані між шарами покриття;
- проникності шарів покриття;
- наявності отворів на зовнішніх сторонах покриття між шарами

ПРИМІТКА 1. Національний Додаток може надавати значення вітрових впливів на зовнішні стіни і покриття з більш ніж одним шаром покриву. Як перше наближення, тиск вітру на більш жорсткий шар покриву може братися як різниця між внутрішнім і зовнішнім тисками.

ПРИМІТКА 2. Національний Додаток може містити правила для випадків, якщо краї шару між покриттями – герметичні (рисунок 7.14(a)) і якщо зазор між покриттями менший ніж 100 мм (теплоізоляційний матеріал буде входити до складу одного покриття, якщо не має повітряного потоку всередині ізоляції). Як перше наближення, можуть застосовуватися наступні рекомендовані правила:

- Для стін і покриттів із непроникним внутрішнім шаром і проникним зовнішнім шаром з приблизно рівномірно розміщеними отворами сила вітру на зовнішній шар може розраховуватися як $c_{p,net} = 2/3 \cdot c_{pe}$ для надлишкового тиску і як $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$ для зниженого тиску. Сила вітру на внутрішній шар може розраховуватися як $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.
- Для стін і покриттів із непроникним внутрішнім шаром і непроникним, більш жорстким, зовнішнім шаром сила вітру на зовнішній шар може розраховуватися як $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.
- Для стін і покриттів із проникним внутрішнім шаром з приблизно рівномірно розміщеними отворами і непроникним зовнішнім шаром, сила вітру на зовнішню поверхню може розраховуватися як $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$ і сила вітру на внутрішній шар як $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pi}$.
- Для стін і покриттів із непроникним зовнішнім шаром і непроникним, більш жорстким, внутрішнім шаром сила вітру на зовнішній шар може розраховуватися як $c_{p,net} = c_{pe}$ і сила вітру на внутрішній шар як $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.

Якщо отвори викликають взаємодію повітряних шарів з повітряними шарами інших поверхонь будівлі, які відрізняються від розглянутих (рисунок 7.14(b)), наведені правила не застосовуються.

- The relative rigidity of the skins;
- The external and internal pressures;
- The distance between the skins;
- The permeability of the skins;
- The openings at the extremities of the layer between the skins.

NOTE 1. The National Annex may give values for the wind effects on external walls and roofs with more than one skin. As a first approximation the wind pressure on the most rigid skin may be taken as the difference between the internal and the external pressures.

NOTE 2. The National Annex may give rules for cases where the extremities of the layer between the skins are air tight (Figure 7.14(a)) and where the free distance between the skins is less than 100 mm (the thermal insulation material being included in one skin, when there is no airflow within the insulation). As a first approximation the following recommended rules may be applied:

- For walls and roofs with an impermeable inside skin and a permeable outside skin with approximately uniformly distributed openings, the wind force on the outside skin may be calculated from $c_{p,net} = 2/3 \cdot c_{pe}$ for overpressure and $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$ for underpressure. The wind force on the inside skin may be calculated from $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.
- For walls and roofs with an impermeable inside skin and an impermeable more rigid, outside skin, the wind force on the outside skin may be calculated from $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.
- For walls and roofs with a permeable inside skin with approximately uniformly distributed openings and an impermeable outside skin, the wind force on the outside skin may be calculated from $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$, and the wind force on the inside skin from $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pi}$.
- For walls and roofs with an impermeable outside skin and an impermeable, more rigid inside skin, the wind force on the outside skin may be calculated from $c_{p,net} = c_{pe}$ and the wind force on the inside skin from $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.

If entries of air put the layer of air into communication with faces of the building other than the face on which the wall is situated (Figure 7.14(b)), these rules are not applicable.

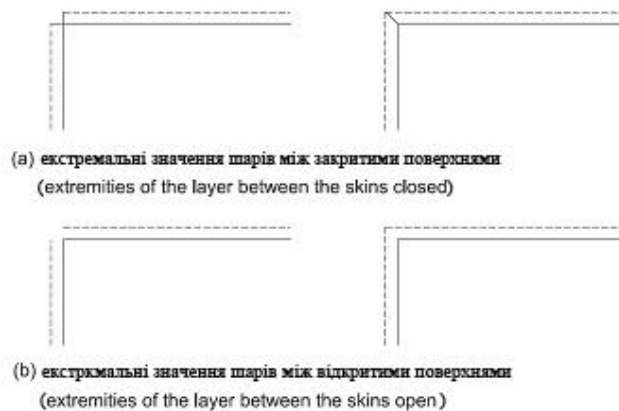


Рис. 7.14 – Кутові елементи багат шарових зовнішніх стін
Figure 7.14 – Corner details for external walls with more than one skin

7.3 НАВІСНІ ПОКРИТТЯ

(1) Навісне покриття – покриття конструкції, яка не має постійних стін, наприклад, на бензозаправній станції, на пероні і таке інше.

(2) Ступінь заповнення під навісним дахом показано на рисунку 7.15. Він залежить від заповнення ϕ – відношення площі можливих дійсних перешкод під навісом до площі поперечного перерізу під навісом, обидві площі перпендикулярні до напрямку вітру.

ПРИМІТКА. $\phi = 0$ відповідає порожньому навісу, $\phi = 1$ відповідає повністю заповненому навісу лише з підвітряної сторони (це незакрита будівля).

(3) Загальні коефіцієнти сили c_f і коефіцієнти тиску нетто $c_{p,net}$, надані у таблицях 7.6 – 7.8 для $\phi = 0$ і $\phi = 1$, враховується поєднаний ефект дії вітру на верхні і нижні поверхні навісів для всіх напрямів вітру. Проміжні значення потрібно знаходити лінійною інтерполяцією.

(4) Для підвітряної сторони необхідно використовувати значення $c_{p,net}$ для $\phi = 0$ при максимальному заповненні.

(5) Загальний коефіцієнт сили характеризує результуючу силу. Коефіцієнт сили нетто відображає максимальний місцевий тиск для всіх напрямів вітру. Це потрібно використовувати при проектуванні елементів даху і деталей кріплення.

7.3 CANOPY ROOFS

(1) A canopy roof is defined as the roof of a structure that does not have permanent walls, such as petrol stations, dutch barns, etc.

(2) The degree of blockage under a canopy roof is shown in Figure 7.15. It depends on the blockage ϕ , which is the ratio of the area of feasible, actual obstructions under the canopy divided by the cross sectional area under the canopy, both areas being normal to the wind direction.

NOTE. $\phi = 0$ represents an empty canopy, and $\phi = 1$ represents the canopy fully blocked with contents to the down wind eaves only (this is not a closed building).

(3) The overall force coefficients, c_f , and net pressure coefficients $c_{p,net}$, given in Tables 7.6 to 7.8 for $\phi = 0$ and $\phi = 1$ take account of the combined effect of wind acting on both the upper and lower surfaces of the canopies for all wind directions. Intermediate values may be found by linear interpolation.

(4) Downwind of the position of maximum blockage, $c_{p,net}$ values for $\phi = 0$ should be used.

(5) The overall force coefficient represents the resulting force. The net pressure coefficient represents the maximum local pressure for all wind directions. It should be used in the design of roofing elements and fixings.

(6) Кожний навіс повинен витримувати різні випадки навантажень, які визначені нижче:

– для односхилого навісу (таблиця 7.6) центр тиску береться на $d/4$ від навітряного краю (d = розмір уздовж вітру, рисунок 7.16);

– для двосхилого навісу (таблиця 7.7) центр тиску приймається в центрі кожного схилу (рисунок 7.17). Крім того, двосхилий навіс повинен витримувати максимальне або мінімальне навантаження на один схил, при цьому другий схил повинен бути незавантаженим.

– для багатопрогонного двосхилого навісу кожне навантаження на прогон може розраховуватися із застосуванням коефіцієнтів зменшення ψ_{mc} , які наведені в таблиці 7.8, до значень $c_{p,net}$, наведених у таблиці 7.7.

Для навісів із подвійним покриттям непроникне покриття і його деталі розраховуються за $c_{p,net}$, проникне покриття і його деталі кріплення за $1/3 c_{p,net}$.

(7) Потрібно розглядати сили тертя (див. 7.5).

(8) Базову висоту z_e потрібно приймати як h , як це показано на рисунках 7.16 та 7.17.

(6) Each canopy must be able to support the load cases as defined below:

– for a monopitch canopy (Table 7.6) the center of pressure should be taken at $d/4$ from the windward edge (d = alongwind dimension, Figure 7.16);

– for a duopitch canopy (Table 7.7) the center of pressure should be taken at the center of each slope (Figure 7.17). In addition, a duopitch canopy should be able to support one pitch with the maximum or minimum load, the other pitch being unloaded;

– for a multibay duopitch canopy each load on a bay may be calculated by applying the reduction factors ψ_{mc} given in Table 7.8 to the $c_{p,net}$ values given in Table 7.7.

For canopies with double skins, the impermeable skin and its fixings should be calculated with $c_{p,net}$ and the permeable skin and its fixings with $1/3 c_{p,net}$.

(7) Friction forces should be considered (see 7.5).

(8) The reference height z_e should be taken as h as shown in Figures 7.16 and 7.17.

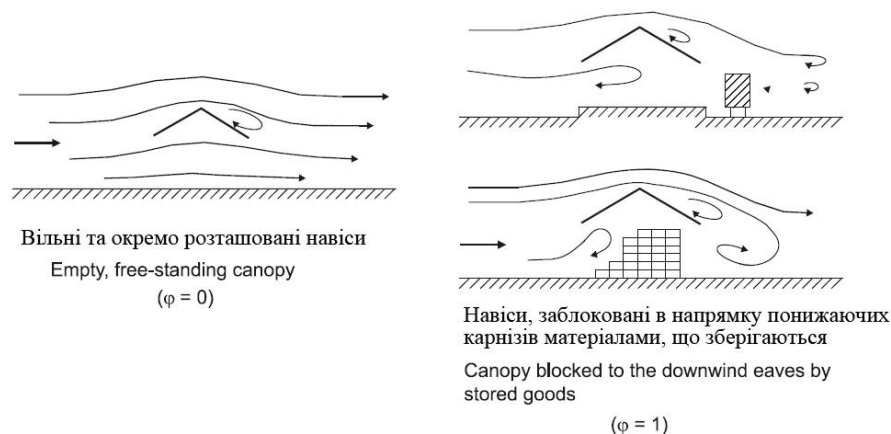


Рисунок 7.15 – Повітряний потік над навісними покриттями
Figure 7.15 – Airflow over canopy roofs

Таблиця 7.6 – Значення $c_{p,net}$ і c_f для односклих навісів
 Table 7.6 – $c_{p,net}$ and c_f values for monopitch canopies

Коефіцієнти тиску нетто $c_{p,net}$ (Net Pressure coefficients $c_{p,net}$) Опорний план (Key plan)					
Кут покриття α Roof angle α [°]	Заповнення φ Blockage φ	Загальний коефіцієнт сили Overall Force Coefficients c_f	Зона A Zone A	Зона B Zone B	Зона C Zone C
0°	Максимальне всі φ (Maximum all φ)	+ 0,2	+ 0,5	+ 1,8	+ 1,1
	Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$)	- 0,5	- 0,6	- 1,3	- 1,4
	Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	- 1,3	- 1,5	- 1,8	- 2,2
5°	Максимальне всі φ (Maximum all φ)	+ 0,4	+ 0,8	+ 2,1	+ 1,3
	Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$)	- 0,7	- 1,1	- 1,7	- 1,8
	Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	- 1,4	- 1,6	- 2,2	- 2,5
10°	Максимальне всі φ (Maximum all φ)	+ 0,5	+ 1,2	+ 2,4	+ 1,6
	Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$)	- 0,9	- 1,5	- 2,0	- 2,1
	Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	- 1,4	- 2,1	- 2,6	- 2,7
15°	Максимальне всі φ (Maximum all φ)	+ 0,7	+ 1,4	+ 2,7	+ 1,8
	Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$)	- 1,1	- 1,8	- 2,4	- 2,5
	Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	- 1,4	- 1,6	- 2,9	- 3,0
20°	Максимальне всі φ (Maximum all φ)	+ 0,8	+ 1,7	+ 2,9	+ 2,1
	Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$)	- 1,3	- 2,2	- 2,8	- 2,9
	Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	- 1,4	- 1,6	- 2,9	- 3,0
25°	Максимальне всі φ (Maximum all φ)	+ 1,0	+ 2,0	+ 3,1	+ 2,3
	Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$)	- 1,6	- 2,6	- 3,2	- 3,2
	Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	- 1,4	- 1,5	- 2,5	- 2,8
30°	Максимальне всі φ (Maximum all φ)	+ 1,2	+ 2,2	+ 3,2	+ 2,4
	Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$)	- 1,8	- 3,0	- 3,8	- 3,6
	Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	- 1,4	- 1,5	- 2,2	- 2,7
ПРИМІТКА. NOTE.	+ значення показують вітрові навантаження нетто, спрямовані догори - значення показують вітрові навантаження нетто, спрямовані донизу + values indicate a net downward acting wind action - values represent a net upward acting wind action				

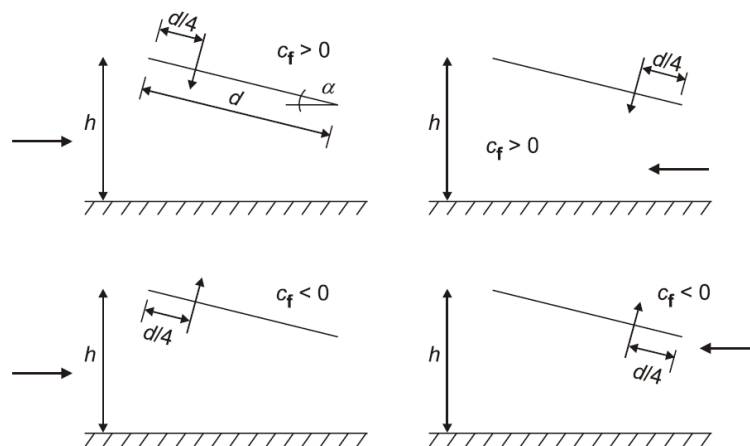


Рисунок 7.16 – Розташування центра сили для односклих навісів
 Figure 7.16 – Location of centre of force for monopitch canopies

Таблиця 7.7 – Значення $c_{p,net}$ і c_f для двосхилих навісів
Table 7.7 – $c_{p,net}$ and c_f values for duopitch canopies

Коефіцієнти тиску нетто $c_{p,net}$ (Net Pressure coefficients $c_{p,net}$) Опорний план (Key plan)						
Кут покриття α Roof angle α [°]	Заповнення φ Blockage φ	Загальний коефіцієнт сили Overall Force Coefficients c_f	Зона A Zone A	Зона B Zone B	Зона C Zone C	Зона D Zone D
-20	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,7 - 0,7 - 1,3	+ 0,8 - 0,9 - 1,5	+ 1,6 - 1,3 - 2,4	+ 0,6 - 1,6 - 2,4	+ 1,7 - 0,6 - 0,6
-15	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,5 - 0,6 - 1,4	+ 0,6 - 0,8 - 1,6	+ 1,5 - 1,3 - 2,7	+ 0,7 - 1,6 - 2,6	+ 1,4 - 0,6 - 0,6
-10	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,4 - 0,6 - 1,4	+ 0,6 - 0,8 - 1,6	+ 1,4 - 1,3 - 2,7	+ 0,8 - 1,5 - 2,6	+ 1,1 - 0,6 - 0,6
-5	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,3 - 0,5 - 1,3	+ 0,5 - 0,7 - 1,5	+ 1,5 - 1,3 - 2,4	+ 0,8 - 1,6 - 2,4	+ 0,8 - 0,6 - 0,6
+5	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,3 - 0,6 - 1,3	+ 0,6 - 0,6 - 1,3	+ 1,8 - 1,4 - 2,0	+ 1,3 - 1,4 - 1,8	+ 0,4 - 1,1 - 1,5
+10	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,4 - 0,7 - 1,3	+ 0,7 - 0,7 - 1,3	+ 1,8 - 1,5 - 2,0	+ 1,4 - 1,4 - 1,8	+ 0,4 - 1,4 - 1,8
+15	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,4 - 0,8 - 1,3	+ 0,9 - 0,9 - 1,3	+ 1,9 - 1,7 - 2,2	+ 1,4 - 1,4 - 1,6	+ 0,4 - 1,8 - 2,1
+20	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,6 - 0,9 - 1,3	+ 1,1 - 1,2 - 1,4	+ 1,9 - 1,8 - 2,2	+ 1,5 - 1,4 - 1,6	+ 0,4 - 2,0 - 2,1
+25	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,7 - 1,0 - 1,3	+ 1,2 - 1,4 - 1,4	+ 1,9 - 1,9 - 2,0	+ 1,6 - 1,4 - 1,5	+ 0,5 - 2,0 - 2,0
+30	Максимальне всі φ (Maximum all φ) Мінімальне $\varphi = 0$ (Minimum $\varphi = 0$) Мінімальне $\varphi = 1$ (Minimum $\varphi = 1$)	+ 0,9 - 1,0 - 1,3	+ 1,3 - 1,4 - 1,4	+ 1,9 - 1,9 - 1,8	+ 1,6 - 1,4 - 1,4	+ 0,7 - 2,0 - 2,0
ПРИМІТКА. NOTE.	+ значення показують вітрові навантаження нетто, спрямовані догори - значення показують вітрові навантаження нетто, спрямовані донизу + values indicate a net downward acting wind action - values represent a net upward acting wind action					

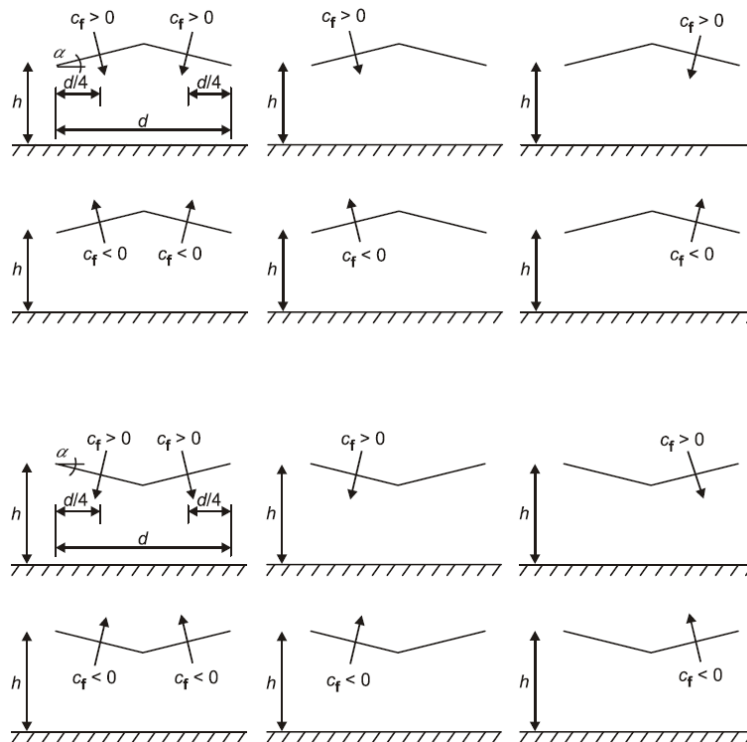


Рисунок 7.17 – Розташування навантажень, отриманих за допомогою коефіцієнтів тиску для двосхилих навісів
 Figure 7.17 – Arrangements of loads obtained from force coefficients for duopitch canopies

(9) Навантаження на кожний схил багатопрогонних навісів, як показано на рисунку 7.18, визначається із застосуванням коефіцієнта ψ_{mc} , наданого в таблиці 7.8, до загальної сили і коефіцієнтів тиску нетто для окремих двосхилих навісів.

(9) Loads on each slope of multibay canopies, as shown in Figure 7.18, are determined by applying the factors ψ_{mc} given in Table 7.8 to the overall force, and net pressure coefficients for isolated duopitch canopies.

Таблиця 7.8 – Коефіцієнти зменшення ψ_{mc} для багатопрогонних навісів
 Table 7.8 – Reduction factors ψ_{mc} for multibay canopies

Прогін Bay	Розміщення Location	ψ_{mc} коефіцієнт для всіх ϕ ψ_{mc} factors for all ϕ	
		на максимальну (спрямовану донизу) силу і коефіцієнти тиску on maximum (downward) force and pressure coefficients	на мінімальну (спрямовану доверху) силу і коефіцієнти тиску on minimum (upward) force and pressure coefficients
1	Кінець прогону End bay	1,0	0,8
2	Другий прогін second bay	0,9	0,7
3	Третій і наступні прогони third and subsequent bays	0,7	0,7

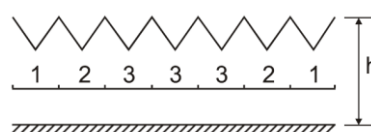


Рисунок 7.18 – Багатопрогонні навіси
 Figure 7.18 – Multibay canopies

7.4 ОКРЕМІ СТІНИ, ПАРАПЕТИ, ОГОРОЖІ ТА РЕКЛАМНІ ЩИТИ

(1) Значення результуючих коефіцієнтів тиску $c_{p,net}$ для окремих стін і парапетів залежать від коефіцієнта суцільності ϕ . Для суцільних стін ϕ дорівнює 1, для стін з 80 % заповнення (тобто мають 20 % отворів) ϕ дорівнює 0,8. Пористі стіни та огорожі з коефіцієнтом заповнення $\phi \leq 0,8$ необхідно розглядати як плоскі ґрати у відповідності з 7.11.

ПРИМІТКА. Щодо парапетів і шумових бар'єрів мостів див. розділ 8.

7.4.1 Окремі стіни та парапети

(1) Для окремих стін та парапетів результуючі коефіцієнти тиску $c_{p,net}$ задаються для зон А, В, С і D, як це показано на рисунку 7.19.

ПРИМІТКА. Значення для результативних коефіцієнтів тиску $c_{p,net}$ для окремих стін та парапетів можуть визначатися Національним додатком. Рекомендовані значення для двох різних коефіцієнтів заповнення, див. 7.4(1), надані у таблиці 7.9. Ці рекомендовані значення відповідають косому вітру по відношенню до стіни, яка не має кута (див. рисунок 7.19). На рисунку 7.19 зображено два протилежні напрямки у випадку стіни із кутом. Базовою площею у двох випадках є загальна площа. Потрібно використовувати лінійну інтерполяцію між значеннями 0,8 і 1 для коефіцієнта заповнення.

(2) Базова висота для окремих стін приймається як $z_e = h$, див. рисунок 7.19. Базова висота для парапетів у будівлях приймається як $z_e = (h + h_p)$, див. рисунок 7.6.

ПРИМІТКА. Щодо парапетів і шумових бар'єрів мостів див. розділ 8.

Таблиця 7.9 – Рекомендовані коефіцієнти тиску для окремо розташованих стін і парапетів
Table 7.9 – Recommended pressure coefficients for free-standing walls and parapets

Суцільність Solidity	Зона Zone		A	B	C	D
$\phi = 1$	без кутів (Without return corners)	$!h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$!h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$!h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	із кутами при довжині сторони $\geq h^a$ (with return corners of length $\geq h^a$)		2,1	1,8	1,4	1,2
$\phi = 0,8$			1,2	1,2	1,2	1,2

^a Лінійна інтерполяція використовується для кутів при сторонах з довжиною від 0,0 до h.
^a Linear interpolation may be used for return corner lengths between 0,0 and h.

7.4 FREE-STANDING WALLS, PARAPETS, FENCES AND SIGNBOARDS

(1) The values of the resulting pressure coefficients $c_{p,net}$ for free-standing walls and parapets depend on the solidity ratio ϕ . For solid walls the solidity ϕ should be taken as 1, and for walls which are 80% solid (i.e. have 20% openings) $\phi = 0,8$. Porous walls and fences with a solidity ratio $\phi \leq 0,8$ should be treated as plane lattices in accordance with 7.11.

NOTE. For parapets and noise barriers of bridges see Section 8.

7.4.1 Free-standing walls and parapets

(1) For free-standing walls and parapets resulting pressure coefficients $c_{p,net}$ should be specified for the zones A, B, C and D as shown in Figure 7.19.

NOTE. Values of the resulting pressure coefficients $c_{p,net}$ for free-standing walls and parapets may be given in the National Annex. Recommended values are given in Table 7.9 for two different solidity ratio, see 7.4 (1). These recommended values correspond to a direction of oblique wind compared to the wall without return corner (see Figure 7.19) and, in the case of the wall with return corner, to the two opposite directions indicated in Figure 7.19. The reference area in both cases is the gross area. Linear interpolation may be used for solidity ratio between 0,8 and 1.

(2) The reference height for free standing walls should be taken as $z_e = h$, see Figure 7.19. The reference height for parapets in buildings should be taken as $z_e = (h + h_p)$, see Figure 7.6.

NOTE. For parapets and noise barriers of bridges see Section 8.

(2) Базова висота для окремих стін береться як $z_e = h$, див. рисунок 7.19. Базова висота для парапетів у будівлях приймається як $z_e = (h + h_p)$, див. рисунок 7.6.

(2) The reference height for free standing walls should be taken as $z_e = h$, see Figure 7.19. The reference height for parapets in buildings should be taken as $z_e = (h + h_p)$, see Figure 7.6.

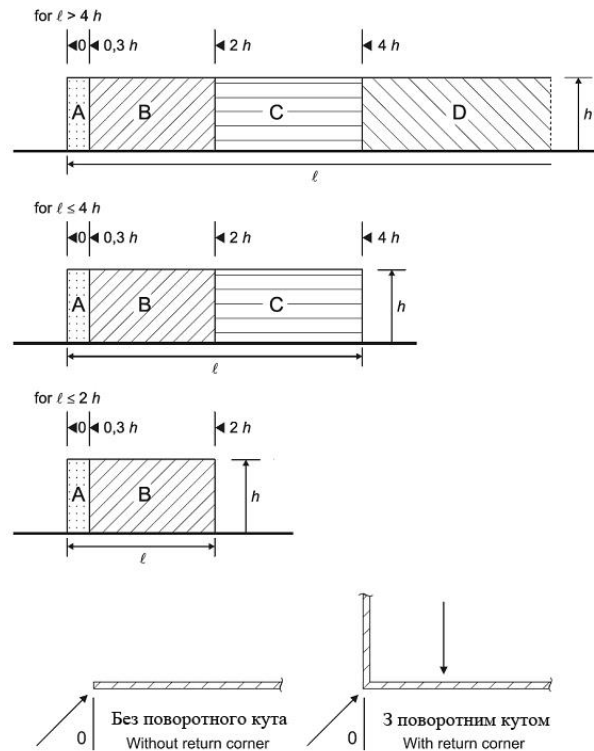


Рисунок 7.19 – Вибір зон для окремо розташованих стін і парапетів
Figure 7.19 – Key to zones of free-standing walls and parapets

7.4.2 Коефіцієнти затінення для стін, огорож і парапетів

7.4.2 Shelter factors for walls, fences and parapets

(1) Якщо з навітряної сторони розташовані інші стіни або огорожі, які вищі або однакові за висотою з стіною або огорожею, що розглядається, тоді до коефіцієнту тиску нетто для стін і ґратчастих огорож може бути застосований додатковий коефіцієнт загородження. Значення коефіцієнта загородження залежить від відстані X між стінами або огорожами і коефіцієнта суцільності ϕ , підвітряної (захисної) стіни або огорожі. Значення ψ_s наведені на рисунку 7.20.

(1) If there are other walls or fences upwind that are equal in height or taller than the wall or fence of height, h , under consideration, then an additional shelter factor can be used with the net pressure coefficients for boundary walls and lattice fences. The value of the shelter factor ψ_s depends on the spacing between the walls or fences X , and the solidity ϕ , of the upwind (sheltering) wall or fence. Values of ψ_s are given in Figure 7.20.

Результуючий коефіцієнт тиску нетто на загороджену стіну, $c_{p,net,s}$, визначається за формулою (7.6):

The resulting net pressure coefficient on the sheltered wall, $c_{p,net,s}$, is given by Expression (7.6):

$$c_{p,net,s} = \psi_s \cdot c_{p,net} \quad (7.6)$$

(2) Коефіцієнт загородження не застосовується в кінці зон у межах відстані h , змівряної від вільного кінця стіни.

(2) The shelter factor should not be applied in the end zones within a distance of h measured from the free end of the wall.

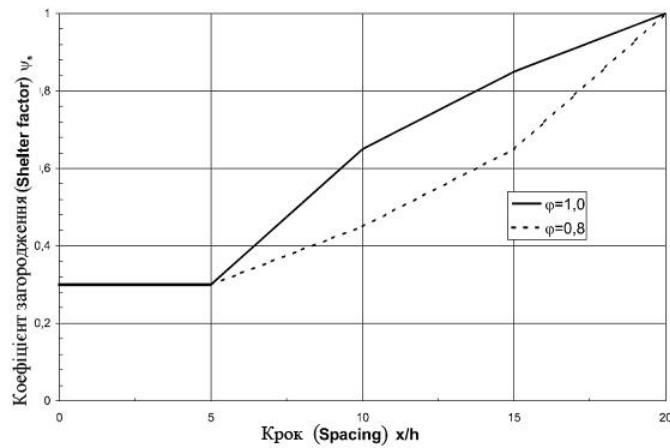


Рисунок 7.20 – Коефіцієнт загородження ψ_s для стін і огорож для значень ϕ від 0,8 до 1,0
 Figure 7.20 – Shelter factor ψ_s for walls and fences for ϕ -values between 0,8 and 1,0

7.4.3 Рекламні щити

(1) Для рекламних щитів, піднятих над землею на висоту z_g , більшу ніж $h/4$ (див. рисунок 7.21), коефіцієнти сили надані у формулі (7.7):

$$c_f = 1,80.$$

Формула (7.7) також дійсна для z_g , меншої ніж $h/4$ і $b/h \leq 1$.

(2) Рівнодіюча нормальній силі для щита повинна прийматися такою, що діє на висоті центру щита, з горизонтальним ексцентриситетом e .

ПРИМІТКА. Значення горизонтального ексцентриситету e може надаватися у Національному додатку. Рекомендоване значення:

$$e = \pm 0,25 \cdot b$$

(3) Рекламні щити, підняті над землею на висоту z_g , меншу ніж $h/4$ і при $b/h > 1$, повинні розглядатися як стіни-огорожі, див. 7.4.1.

7.4.3 Signboards

(1) For signboards separated from the ground by a height z_g greater than $h/4$ (see Figure 7.21), the force coefficients are given by Expression (7.7):

$$(7.7)$$

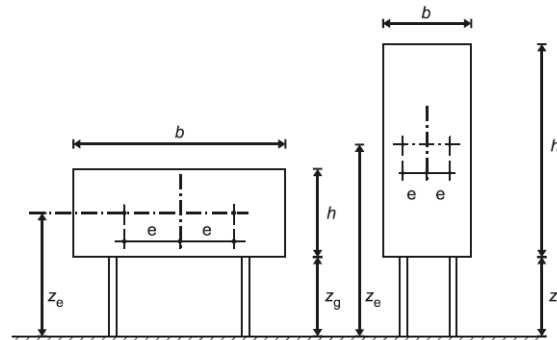
Expression (7.7) is also applicable where z_g is less than $h/4$ and $b/h \leq 1$.

(2) The resultant force normal to the signboard should be taken to act at the height of the center of the signboard, with an horizontal eccentricity e .

NOTE. The value of the horizontal eccentricity e may be given in the National Annex. The recommended value is

$$(7.8)$$

(3) Signboards separated from the ground by a height z_g less than $h/4$ and with $b/h > 1$ should be treated as boundary walls, see 7.4.1.



ПРИМІТКА 1. Базова висота: $z_e = z_g + h/2$

ПРИМІТКА 2. Базова площа: $A_{ref} = b \cdot h$

NOTE 1. reference height: $z_e = z_g + h/2$

NOTE 2. reference area: $A_{ref} = b \cdot h$

Рисунок 7.21 – Визначення для рекламних щитів

Figure 7.21 – Key for signboards

(4) Потрібно проводити перевірку на втрату стійкості внаслідок дивергенції або зривного флатера.

(4) Divergence or stall flutter instabilities should be checked.

7.5 КОЕФІЦІЄНТИ ТЕРТЯ

7.5 FRICTION COEFFICIENTS

(1) Тертя потрібно розглядати для випадків, визначених у 5.3(3).

(1) Friction should be considered for the cases defined in 5.3(3).

(2) Для поверхонь стін і покриття потрібно використовуватися коефіцієнти тертя c_{fr} , які надані в таблиці 7.10.

(2) The friction coefficients c_{fr} , for walls and roof surfaces given in Table 7.10, should be used.

(3) Базова площа A_{fr} показана на рисунку 7.22. Сили тертя потрібно прикладати до частин зовнішньої поверхні, паралельної вітру, розташованих на відстані від карнизів або кутів зі сторони вітру, що дорівнює меншому зі значень $2b$ або $4h$.

(3) The reference area A_{fr} is given in Figure 7.22. Friction forces should be applied on the part of the external surfaces parallel to the wind, located beyond a distance from the upwind eaves or corners, equal to the smallest value of $2 \cdot b$ or $4 \cdot h$.

(4) Базову висоту z_e потрібно приймати рівною висоті конструкції над землею або висоті будівлі h , див. рисунок 7.22.

(4) The reference height z_e should be taken equal to the structure height above ground or building height h , see Figure 7.22.

Таблиця 7.10 – Коефіцієнти тертя c_{fr} для поверхонь стін, парапетів і покриття
Table 7.10 – Frictional coefficients c_{fr} for walls, parapets and roof surfaces

Поверхня Surface	Коефіцієнт тертя c_{fr} Friction coefficient c_{fr}
Гладка (сталь, гладкий бетон) Smooth (i.e. steel, smooth concrete)	0,01
Груба(нерівна) (грубий бетон, просмолені дошки) Rough (i.e. rough concrete, tar-boards)	0,02
Дуже груба (гребені, ребра, складки) Very rough (i.e. ripples, ribs, folds)	0,04

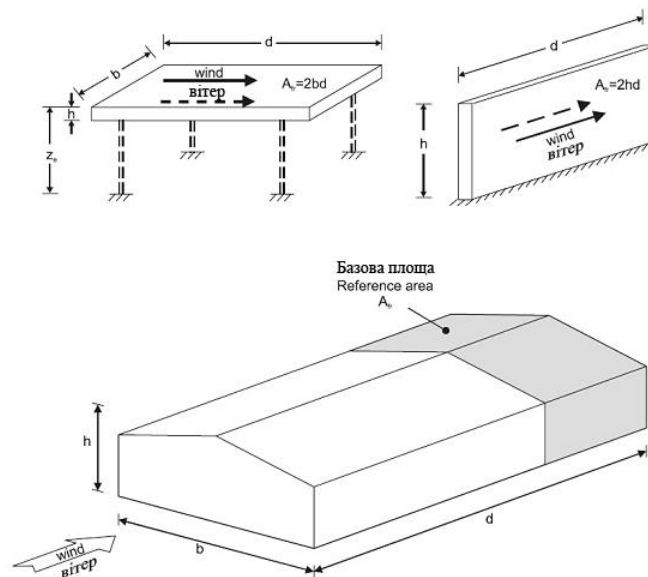


Рисунок 7.22 – Базова площа для тертя
Figure 7.22 – Reference area for friction

7.6 КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ З ПРЯМОКУТНИМ ПЕРЕРІЗОМ

(1) Коефіцієнт сили c_f конструктивних елементів прямокутного перерізу при напрямку вітру, нормального до сторони перерізу, потрібно визначати за формулою (7.9):

$$c_f = c_{f,0} \cdot \Psi_r \cdot \Psi_\lambda \quad (7.9)$$

де:

$c_{f,0}$ коефіцієнт сили прямокутного перерізу з гострими кутами і без врахування крайових ефектів згідно з рисунком 7.23

Ψ_r коефіцієнт зменшення для квадратних перерізів із заокругленими кутами. Ψ_r залежить від числа Рейнольдса, див. примітку 1.

Ψ_λ коефіцієнт врахування крайових ефектів для елементів з вільним обтіканням країв.

7.6 STRUCTURAL ELEMENTS WITH RECTANGULAR SECTIONS

(1) The force coefficient c_f of structural elements of rectangular section with the wind blowing normally to a face should be determined by Expression (7.9):

Where:

$c_{f,0}$ is the force coefficient of rectangular sections with sharp corners and without free-end flow as given by Figure 7.23.

Ψ_r is the reduction factor for square sections with rounded corners. Ψ_r depends on Reynolds number, see Note 1.

Ψ_λ is the end-effect factor for elements with free-end flow as defined in 7.13.

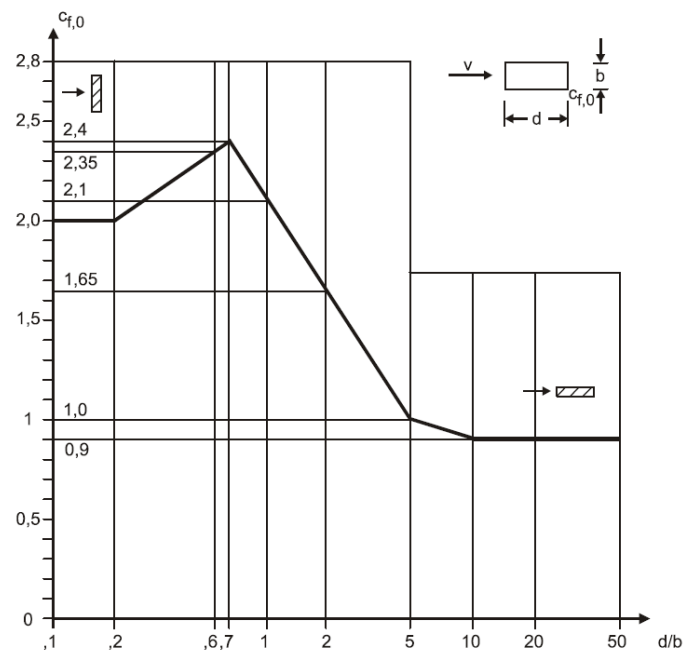


Рисунок 7.23 – Коефіцієнти сили $c_{f,0}$ прямокутного перерізу з гострими кутами і без вільного обтікання країв
Figure 7.23 – Force coefficients $c_{f,0}$ of rectangular sections with sharp corners and without free-end flow

ПРИМІТКА 1. Значення Ψ_r можуть надаватися у Національному додатку. Рекомендовані приблизні верхні граничні значення Ψ_r надано на рисунку 7.24. Рисунок 7.24 приймається для низькотурбулентних умов. Ці коефіцієнти прийняті з міркувань безпеки.

ПРИМІТКА 2. Рисунок 7.24 може також використовуватися для будівель із $h/d > 5.0$.

NOTE 1 The values of Ψ_r may be given in the National Annex. Recommended approximate upper bound values of Ψ_r are given in Figure 7.24. Figure 7.24 are obtained under low-turbulent conditions. These coefficients are assumed to be safe.

NOTE 2. Figure 7.24 may also be used for buildings with $h/d > 5.0$.

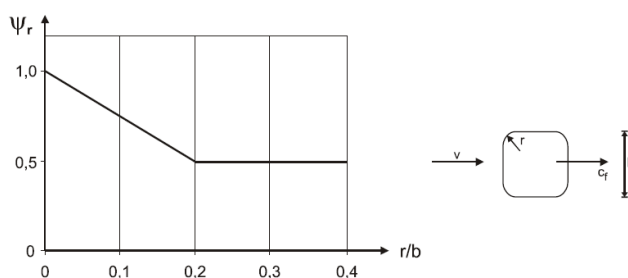


Рисунок 7.24 – Коефіцієнт зниження ψ_r для квадратних перерізів із заокругленими кутами
Figure 7.24 – Reduction factor ψ_r for a square cross-section with rounded corners

(2) Базову площу A_{ref} потрібно визначати за формулою (7.10):

$$A_{ref} = l \cdot b, \quad (7.10)$$

де:

l довжина конструктивного елемента, який розглядається.

(2) The reference area A_{ref} should be determined by Expression (7.10).

where:

l is the length of the structural element being considered.

Базова висота z_e дорівнює максимальній висоті над землею частини, що розглядається.

The reference height z_e is equal to the maximum height above ground of the section being considered.

(3) Для пластинчастих елементів ($d/b < 0,2$) підйомні сили при певних кутах атаки вітру можуть призвести до зростання значень c_f до 25 %.

(3) For plate-like sections ($d/b < 0,2$) lift forces at certain wind angles of attack may give rise to higher values of c_f up to an increase of 25 %.

7.7 КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ З ГОСТРИМИ КРОМКАМИ У ПЕРЕРІЗІ

7.7 STRUCTURAL ELEMENTS WITH SHARP EDGED SECTION

(1) Коефіцієнт сили c_f конструктивних елементів з гострими кромками у перерізі (наприклад, елементи з поперечними перерізами, як на рисунку 7.25) визначається за формулою (7.11):

$$c_f = c_{f,0} \cdot \Psi_\lambda \quad (7.11)$$

Ψ_λ коефіцієнт крайових ефектів (див. 7.13)

Ψ_λ is the end-effect factor (see 7.13).

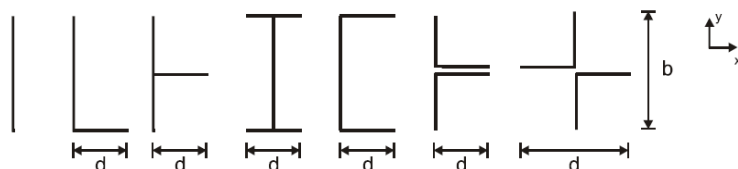


Рисунок 7.25 – Конструктивні елементи з гострими кромками у перерізі
Figure 7.25 – Sharp edged structural sections

ПРИМТКА 1. В Національному додатку можуть визначатись $c_{f,0}$. Рекомендоване значення для всіх елементів без гострих країв 2,0. Це значення визначається на замірах низькотурбулентних умов. Значення приймається з умов безпеки.

NOTE 1. The National Annex may specify $c_{f,0}$. For all elements without free-end flow the recommended value is 2,0. This value is based on measurements under low-turbulent conditions. It is assumed to be a safe value.

ПРИМІТКА 2. Формула (7.11) і рисунок 7.25 можуть також використовуватися для будівель із $h/d > 5,0$.

NOTE 2. Expressions (7.11) and Figure 7.25 may also be used for building with $h/d > 5,0$.

(2) Розрахункові площі (див. рисунок 7.25) повинні бути прийняті як показано нижче:

(2) The reference areas (see Figure 7.25), should be taken as follows:

$$\begin{aligned} \text{в (in) } x \text{ – напрямку (direction):} & \quad A_{\text{ref},x} = l \cdot b \\ \text{в (in) } y \text{ – напрямку (direction):} & \quad A_{\text{ref},y} = l \cdot d \end{aligned} \quad (7.12)$$

де:
 l довжина конструктивного елемента, який розглядається.

where:
 l is the length of the structural element being considered.

(3) У всіх випадках розрахункова висота z_e приймається рівною висоті над землею до перерізу, що розглядається.

(3) In all cases the reference height z_e should be taken as equal to the height above ground of the section being considered.

7.8 КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ З ПОПЕРЕЧНИМ ПЕРЕРІЗОМ У ФОРМІ ПРАВИЛЬНОГО БАГАТОКУТНКА

7.8 STRUCTURAL ELEMENTS WITH REGULAR POLYGONAL SECTION

(1) Коефіцієнт сили c_f конструктивних елементів з правильним багатокутним перерізом із 5 або більше сторонами слід визначатися за формулою (7.13):

(1) The force coefficient c_f of structural elements with regular polygonal section with 5 or more sides should be determined using Expression (7.13).

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda \quad (7.13)$$

де:
 ψ_λ коефіцієнт крайових умов, визначений у 7.13
 $c_{f,0}$ коефіцієнт сили конструктивних елементів без крайових ефектів.

where:
 ψ_λ is the end-effect factor as defined in 7.13;
 $c_{f,0}$ is the force coefficient of structural elements without free-end flow.

ПРИМІТКА. Значення $c_{f,0}$ можуть надаватися у Національному Додатку. Рекомендовані традиційні значення основані на вимірюваннях за низько-турбулентних умов наведені в таблиці 7.11.

NOTE. The values of $c_{f,0}$ may be given in the National Annex. Recommended conservative values based on measurements under low-turbulent conditions are given in Table 7.11.

Таблиця 7.11 – Коефіцієнт сили $c_{f,0}$ для правильних багатокутних перерізів
Table 7.11 – Force coefficient $c_{f,0}$ for regular polygonal sections

Число сторін Number of sides	Перерізи Sections	Гладкість поверхні і кутів Finish of surface and of corners	Число Рейнольдса Reynolds number Re ⁽¹⁾	$c_{f,0}$
5	П'ятикутник Pentagon	Усі All	Усі All	1,80
6	Шестикутник Hexagon	Усі All	Усі All	1,60
8	Восьмикутник Octagon	Гладка поверхня surface smooth $r/b < 0,075$ (2)	$Re \leq 2,4 \cdot 10^5$	1,45
			$Re \geq 3 \cdot 10^5$	1,30
		Гладка поверхня surface smooth $r/b \geq 0,075$ (2)	$Re \leq 2 \cdot 10^5$	1,30
			$Re \geq 7 \cdot 10^5$	1,10

Число сторін Number of sides	Перерізи Sections	Гладкість поверхні і кутів Finish of surface and of corners	Число Рейнольдса Reynolds number Re ⁽¹⁾	c _{f,0}
10	Десятикутник Decagon	Усі All	Усі All	1,30
12	Дванадцятикутник Dodecagon	Гладка поверхня (3) кути заокруглені surface smooth (3) corners rounded	$2 \cdot 10^5 < Re < 1,2 \cdot 10^6$	0,90
		Усі інші all others	$Re < 4 \cdot 10^5$	1,30
			$Re > 4 \cdot 10^5$	1,10
16-18	Шістнадцятикутник Hexdecagon	Гладка поверхня (3) кути заокруглені surface smooth (3) corners rounded	$Re < 2 \cdot 10^5$	Розглядається як круговий циліндр, дивись 7.9 treat as a circular cylinder, see 7.9
			$2 \cdot 10^5 \leq Re < 1,2 \cdot 10^6$	0,70

(1) Число Рейнольдса з $v = v_m$ і значення v_m визначається в 4.3, Re визначається в 7.9.
(1) Reynolds number with $v = v_m$ and v_m given in 4.3, Re, is defined in 7.9.
(2) r = радіус заокруглення, b = діаметр описаного кола, див. рисунок 7.26.
(2) r = corner radius, b = diameter of circumscribed circumference, see Figure 7.26
(3) Визначене шляхом випробувань у аеродинамічній трубі секційних моделей з поверхнею із гальванізованої сталі і перерізом $b = 0,3$ м, і радіусом заокруглення $0,06 \cdot b$.
(3) From wind tunnel tests on sectional models with galvanised steel surface and a section with $b = 0,3$ m and corner radius of $0,06 b$.

(2) Для будівель із $h/d > 5$ $c_{f,0}$ може визначатися формулою (7.13) і даними таблиці 7.11 та згідно з рисунком 7.25.

(2) For buildings where $h/d > 5$, $c_{f,0}$ may be determined from Expression (7.13) and the information contained in Table 7.11 and Figure 7.25.

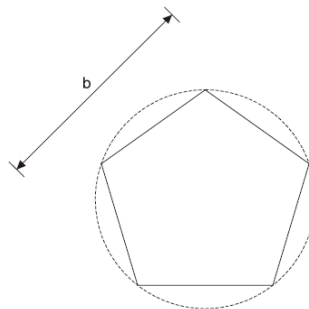


Рисунок 7.26 – Правильний багатокутний переріз

Figure 7.26 – Regular polygonal section

(3) Відносну площу A_{ref} потрібно визначати за формулою (7.14):

(3) The reference area A_{ref} is should be obtained from Expression (7.14).

$$A_{ref} = l \cdot b, \quad (7.14)$$

де:

l довжина конструктивного елемента, який розглядається;

b діаметр описаного кола, див. рисунок 7.26.

where:

l is the length of the structural element being considered;

b is the diameter of circumscribed circumference, see Figure 7.26.

(4) Базова висота z_e , що дорівнює максимальній висоті над землею елемента, який розглядається.

(4) The reference height z_e is equal to the maximum height above ground of the section being considered.

7.9 КРУГОВИЙ ЦИЛІНДР

7.9 CIRCULAR CYLINDERS

7.9.1 Коефіцієнти зовнішнього тиску

7.9.1 External pressure coefficients

(1) Коефіцієнти тиску перерізів залежать від чисел Рейнольдса Re , які визначаються за формулою (7.15);

(1) Pressure coefficients of sections depend upon the Reynolds numbers Re defined by Expression (7.15).

$$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{\nu}, \quad (7.15)$$

де:

b діаметр;
 ν кінематична в'язкість повітря ($\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$);
 $v(z_e)$ максимальна швидкість вітру, визначається згідно з приміткою 2, рисунком 7.27 на висоті z_e .

where:

b is the diameter;
 ν is the kinematic viscosity of the air ($\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$);
 $v(z_e)$ is the peak wind velocity defined in Note 2 of Figure 7.27 at height z_e .

(2) Коефіцієнти зовнішнього тиску c_{pe} кругових циліндрів повинні визначатися за формулою (7.16):

(2) The external pressure coefficients c_{pe} of circular cylinders should be determined from Expression (7.16).

$$c_{pe} = c_{p,0} \cdot \psi_{\lambda\alpha}, \quad (7.16)$$

де:

$c_{p,0}$ коефіцієнт зовнішнього тиску без врахування крайових ефектів (див. (3));
 $\psi_{\lambda\alpha}$ коефіцієнт крайових умов (див. (4)).

where:

$c_{p,0}$ is the external pressure coefficient without free-end flow (see (3));
 $\psi_{\lambda\alpha}$ is the end-effect factor (see (4)).

(3) Коефіцієнт зовнішнього тиску $c_{p,0}$ наведений на рисунку 7.27 для різних чисел Рейнольдса, як функція кута α .

(3) The external pressure coefficient $c_{p,0}$ is given in Figure 7.27 for various Reynolds numbers as a function of angle α .

(4) Коефіцієнт крайових умов визначається за формулою (7.17):

(4) The end-effect factor $\psi_{\lambda\alpha}$ is given by Expression (7.17).

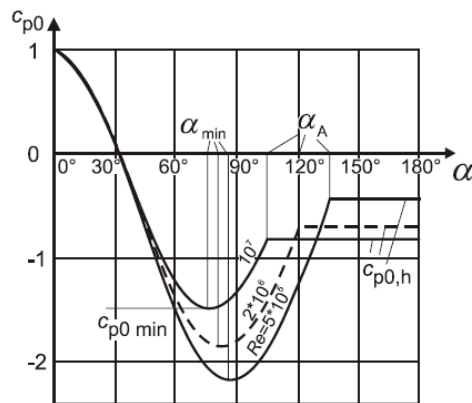
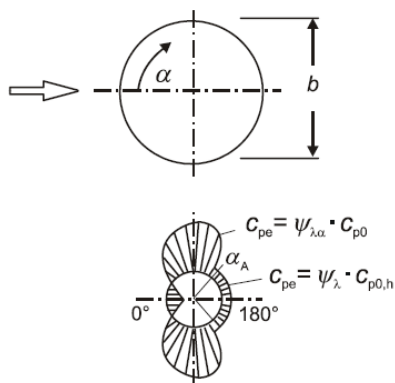
$$\begin{aligned} \psi_{\lambda\alpha} &= 1 && \text{для (for) } 0^\circ \leq \alpha \leq \alpha_{\min}; \\ \psi_{\lambda\alpha} &= \psi_\lambda + (1 - \psi_\lambda) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{\min}}{\alpha_A - \alpha_{\min}}\right)\right) && \text{для (for) } \alpha_{\min} \leq \alpha \\ &\leq \alpha_A; && \\ \psi_{\lambda\alpha} &= \psi_\lambda && \text{для (for) } \alpha_A \leq \alpha \leq 180^\circ, \end{aligned} \quad (7.17)$$

де:

α_A точка відриву потоку (див. рисунок 7.27);
 ψ_λ коефіцієнт крайових умов (див. 7.13).

where:

α_A is the position of the flow separation (see Figure 7.27);
 ψ_λ is the end-effect factor (see 7.13).



ПРИМІТКА 1. Проміжні значення можуть визначатися лінійною інтерполяцією.

NOTE 1. Intermediate values may be interpolated linearly.

ПРИМІТКА 2. Типові значення для рисунка зведені в таблицю 7.12. Рисунок і таблиця визначаються

NOTE 2. Typical values in the above Figure are shown in Table 7.12. Figure and Table are based on the

числом Рейнольдса з $v = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$ і q_p , наведеним у 4.5.

Reynolds number with $v = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$ and q_p given in 4.5.

ПРИМІТКА 3. Верхній лівий рисунок визначається еквівалентною нерівністю k/b , меншою ніж $5 \cdot 10^{-4}$. Типове значення висоти нерівності k надається в таблиці 7.13.

NOTE 3. The above Figure is based on an equivalent roughness k/b less than $5 \cdot 10^{-4}$. Typical values of roughness height k are given in Table 7.13.

Рисунок 7.27 – Розподіл тиску кругових циліндрів для різних значень числа Рейнольдса і без врахування крайових ефектів
Figure 7.27 – Pressure distribution for circular cylinders for different Reynolds number ranges and without end-effects

Таблиця 7.12 – Типові значення для розподілу тиску для кругових циліндрів при різних значеннях чисел Рейнольда і без врахування крайових ефектів
Table 7.12 – Typical values for the pressure distribution for circular cylinders for different Reynolds number ranges and without end-effects

Re	α_{min}	$C_{p0,min}$	α_A	$C_{p0,h}$
$5 \cdot 10^5$	85	-2,2	135	-0,4
$2 \cdot 10^6$	80	-1,9	120	-0,7
10^7	75	-1,5	105	-0,8

де (where):

α_{min} положення мінімального тиску в градусах [°] (is the position of the minimum pressure in [°]);
 $C_{p0,min}$ значення мінімального коефіцієнта тиску (is the value of the minimum pressure coefficient);
 α_A положення розподілу потоку вітру [°] (is the position of the flow separation in [°]);
 $C_{p0,h}$ базовий коефіцієнт тиску (is the base pressure coefficient).

(5) Базову площу A_{ref} потрібно визначати за формулою (7.18):

(5) The reference area A_{ref} should be determined from Expression (7.18):

$$A_{ref} = l \cdot b. \quad (7.18)$$

(6) Базова висота z_e рівна максимальній висоті над землею зони, що розглядається.

(6) The reference height z_e is equal to the maximum height above ground of the section being considered.

7.9.2 Коефіцієнти сили

(1) Коефіцієнт сили c_f для скінченного кругового циліндра потрібно визначати за формулою (7.19):

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda, \quad (7.19)$$

де:

$c_{f,0}$ коефіцієнт сили циліндрів без обтікання вільних кінців (див. рисунок 7.28);
 ψ_λ коефіцієнт крайових ефектів (див. 7.13)

7.9.2 Force coefficients

(1) The force coefficient c_f for a finite circular cylinder should be determined from Expression (7.19).

where:

$c_{f,0}$ is the force coefficient of cylinders without free-end flow (see Figure 7.28);
 ψ_λ is the end-effect factor (see 7.13).

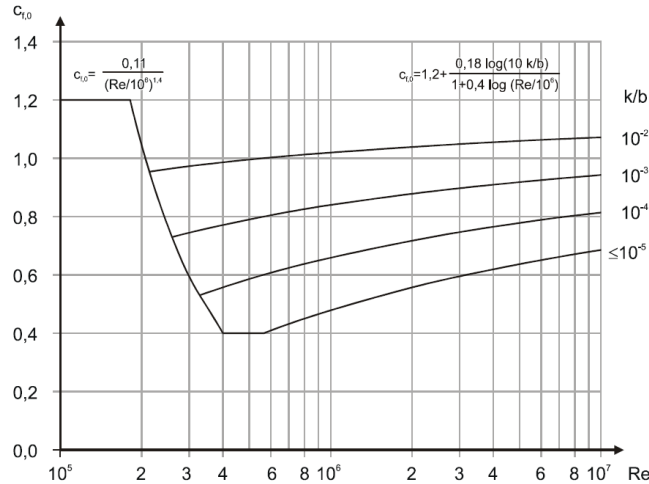


Рисунок 7.28 – Коефіцієнт сили $c_{f,0}$ кругових циліндрів без обтікання вільних кінців і для різної еквівалентної шорсткості k/b
Figure 7.28 – Force coefficient $c_{f,0}$ for circular cylinders without free-end flow and for different equivalent roughness k/b

ПРИМІТКА 1. Рисунок 7.28 можна також використати для будівель із $h/d > 5.0$.

NOTE 1. Figure 7.28 may also be used for building with $h/d > 5.0$.

ПРИМІТКА 2. Рисунок 7.28 визначається числом

NOTE 2. Figure 7.28 is based on the Reynolds number

Рейнольдса з $v = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$ і q_p , наданого в 4.5.

with $v = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$ and q_p given in 4.5.

(2) Значення еквівалентної шорсткості поверхні k надаються в таблиці 7.13.

(2) Values of equivalent surface roughness k are given in Table 7.13.

(3) Для витих кабелів $c_{f,0}$ дорівнює 1,2 для всіх значень числа Рейнольдса Re .

(3) For stranded cables $c_{f,0}$ is equal to 1,2 for all values of the Reynolds number Re .

Таблиця 7.13 – Коефіцієнт еквівалентної шорсткості поверхні k
Table 7.13 – Equivalent surface roughness k

Тип поверхні Type of surface	Еквівалентна шорсткість Equivalent roughness k , mm	Тип поверхні Type of surface	Еквівалентна шорсткість Equivalent roughness k , mm
Скло glass	0,0015	Гладкий бетон smooth concrete	0,2
Полірований метал polished metal	0,002	Стругана деревина planed wood	0,5
Високоякісне фарбування fine paint	0,006	Грубий бетон rough concrete	1,0

Тип поверхні Type of surface	Еквівалентна шорсткість Equivalent roughness k, mm	Тип поверхні Type of surface	Еквівалентна шорсткість Equivalent roughness k, mm
Фарбування напиленням spray paint	0,02	Грубо розпиляна деревина rough sawn wood	2,0
Сталь без покриття bright steel	0,05	Іржа rust	2,0
Чавун cast iron	0,2	Кам'яна кладка brickwork	3,0
Гальванізована сталь galvanised steel	0,2		

(4) Базову площу A_{ref} потрібно приймати за формулою (7.20):

$$A_{ref} = l \cdot b, \quad (7.20)$$

де:

l довжина конструктивного елемента, що розглядається.

(4) The reference area A_{ref} should be obtained by Expression (7.20).

where:

l is the length of the structural element being considered.

(5) Базова висота z_e рівна максимальній висоті над землею зони, що розглядається.

(5) The reference height z_e is equal to the maximum height above ground of the section being considered.

(6) Для циліндрів поблизу плоскої поверхні з відношенням відстані $z_g/b < 1,5$ (див. рисунок 7.29) необхідна особлива рекомендація.

(6) For cylinders near a plane surface with a distance ratio $z_g/b < 1,5$ (see Figure 7.29) special advice is necessary.

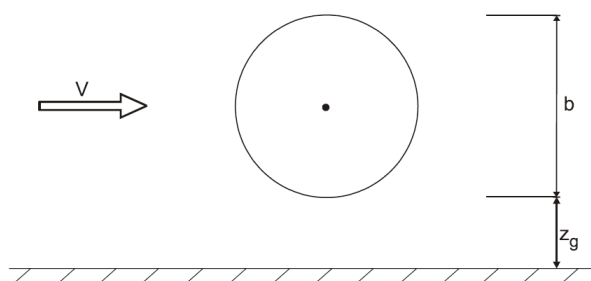


Рисунок 7.29 – Циліндр поблизу плоскої поверхні
Figure 7.29 – Cylinder near a plane surface

7.9.3 Коефіцієнти сили для вертикальних циліндрів, розташованих у ряд

Для вертикальних кругових циліндрів, розташованих у ряд, коефіцієнт сили $c_{f,0}$ залежить від напрямку вітру відносно осі ряду і від відношення відстані a до діаметра b , як визначено в таблиці 7.14. Коефіцієнт сили c_f для кожного циліндра можна отримати за формулою (7.21):

7.9.3 Force coefficients for vertical cylinders in a row arrangement

For vertical circular cylinders in a row arrangement, the force coefficient $c_{f,0}$ depends on the wind direction related to the row axis and the ratio of distance a and the diameter b as defined in Table 7.14. The force coefficient, c_f , for each cylinder may be obtained by Expression (7.21):

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi \cdot \lambda \cdot \kappa, \quad (7.21)$$

де:

$c_{f,0}$ коефіцієнт сили циліндрів без обтікання вільних країв (див. 7.9.2);

ψ_λ коефіцієнт крайових ефектів (див. 7.13);

κ коефіцієнт, наведений у таблиці 7.14 (для найбільш несприятливих напрямів вітру).

where:

$c_{f,0}$ is the force coefficient of cylinders without free-end flow, (see 7.9.2);

ψ_λ is the end-effect factor (see 7.13);

κ is the factor given in Table 7.14 (for the most unfavourable wind direction).

Таблиця 7.14 – Коефіцієнт κ для вертикальних циліндрів, розташованих у ряд
Table 7.14 – Factor κ for vertical cylinders in a row arrangement

a/b	κ
$a/b < 3,5$	1,15
$3,5 < a/b < 30$	$\kappa = \frac{210 - \frac{a}{b}}{180}$
$a/b > 30$	1,00

a: відстань (distance)
b: діаметр (diameter)

7.10 СФЕРИ

(1) Коефіцієнт сили у напрямку дії вітру $c_{f,x}$ визначається як функція числа Рейнольдса Re (див. 7.9.1) і еквівалентної шорсткості k/b (див. таблицю 7.13).

ПРИМІТКА 1. Значення $c_{f,x}$ можуть надаватися у Національному додатку. Рекомендовані значення, визначені вимірюваннями у слаботурбулентному потоці, надаються на рисунку 7.30 при числі

Рейнольдса з $v = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$ і q_p , визначеного у 4.5.

ПРИМІТКА 2. Значення на рисунку 7.30 обмежені умовою $z_g > b/2$, де z_g – відстань від сфери до плоскої поверхні, b – діаметр (див. рисунок 7.31). Для $z_g < b/2$ коефіцієнт сили $c_{f,x}$ множиться на 1,6.

7.10 SPHERES

(1) The alongwind force coefficient $c_{f,x}$ of spheres should be determined as a function of the Reynolds number Re (see 7.9.1) and the equivalent roughness k/b (see Table 7.13).

NOTE 1. The values of $c_{f,x}$ may be given in the National Annex. Recommended values based on measurements in low turbulent flow are given in Figure 7.30. Figure

7.30 is based on the Reynolds number with $v = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$

and q_p given in 4.5.

NOTE 2. The values in Figure 7.30 are limited to values $z_g > b/2$, where z_g is the distance of the sphere from a plain surface, b is the diameter (see Figure 7.31). For $z_g < b/2$ the force coefficient $c_{f,x}$ is multiplied by the factor 1,6.

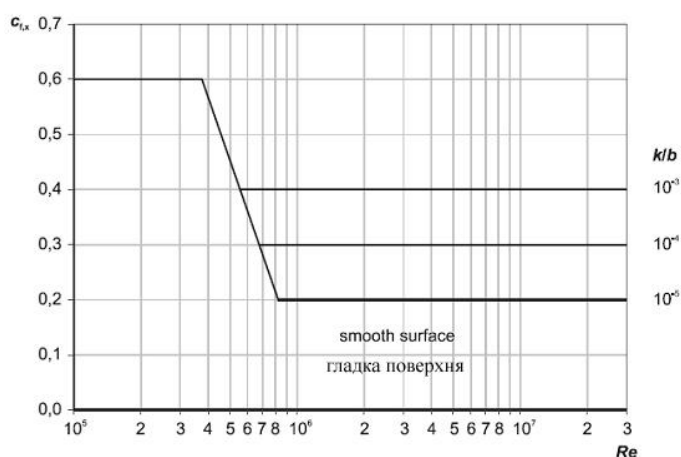


Рисунок 7.30 – Коефіцієнт сили у напрямку дії вітру для сфер
Figure 7.30 – Alongwind force coefficient of a sphere

(2) Коефіцієнт вертикальної сили $c_{f,z}$ для сфер визначається формулою (7.22):

$$c_{f,z} = 0 \quad \text{для (for) } z_g > \frac{b}{2};$$

$$c_{f,z} = +0,60 \quad \text{для (for) } z_g < \frac{b}{2}.$$
(7.22)

(2) The vertical force coefficient $c_{f,z}$ of spheres is given by Expression (7.22).

(3) В обох випадках базова площа A_{ref} повинна отримуватися з формули (7.23).

$$A_{ref} = \pi \cdot \frac{b^2}{4}.$$
(7.23)

(3) In both cases the reference area A_{ref} should be obtained by Expression (7.23).

(4) Базову висоту потрібно приймати як:

$$z_e = z_g + \frac{b}{2}.$$
(7.24)

(4) The reference height should be taken as:

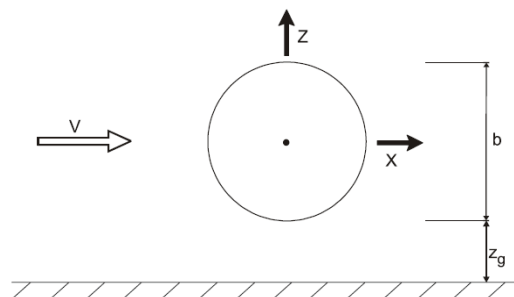


Рисунок 7.31 – Сфера поряд із плоскою поверхнею

Figure 7.31 – Sphere near a plain surface

7.11 ГРАТЧАСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПІДМОСТКИ

7.11 LATTICE STRUCTURES AND SCAFFOLDINGS

(1) Коефіцієнт сили c_f ґратчастих конструкцій та підмостків із паралельними поясами потрібно визначати за формулою (7.25):

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda,$$
(7.25)

(1) The force coefficient, c_f , of lattice structures and scaffoldings with parallel chords should be obtained by Expression (7.25).

де:

where:

$c_{f,0}$ коефіцієнт сили ґратчастих конструкцій та підмостків без крайових ефектів. Він наведений на рисунках 7.33 – 7.35 як функція коефіцієнта суцільності ϕ (7.11(2)) і числа Рейнольдса Re ;

$c_{f,0}$ is the force coefficient of lattice structures and scaffoldings without end-effects. It is given by Figures 7.33 to 7.35 as a function of solidity ratio ϕ (7.11(2)) and Reynolds number Re .

Re число Рейнольдса, прийняте на основі середнього діаметра стрижня b_i , див. примітку 1;

Re is the Reynolds number using the average member diameter b_i , see Note 1.

ψ_λ коефіцієнт, що враховує крайові ефекти (див. 7.13) як функція гнучкості стрижня λ , що розрахована з l і $b = d$, див. рисунок 7.32.

ψ_λ is the end-effect factor (see 7.13) as a function of the slenderness of the structure, λ , calculated with l and width $b = d$, see Figure 7.32.

ПРИМІТКА 1. Рисунок 7.33 – 7.35 базуються на числі Рейнольдса з $v = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$ і q_p , наданого в 4.5.

NOTE 1. Figures 7.33 to 7.35 are based on the Reynolds number with $v = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$ and q_p given in 4.5.

ПРИМІТКА 2. Національний додаток може надати коефіцієнт зменшення для підмостків без повітронепроникного огороження і на які впливають огорожувальні суцільні споруди. Рекомендоване значення надано в prEN 12811.

NOTE 2. The National Annex may give a reduction factor for scaffolding without air tightness devices and affected by solid building obstruction. A recommended value is given in prEN 12811.

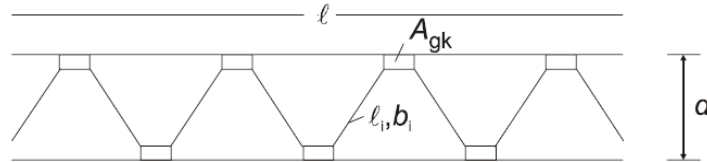


Рисунок 7.32 – Гратчасті конструкції або підмостки
Figure 7.32 – Lattice structure or scaffolding

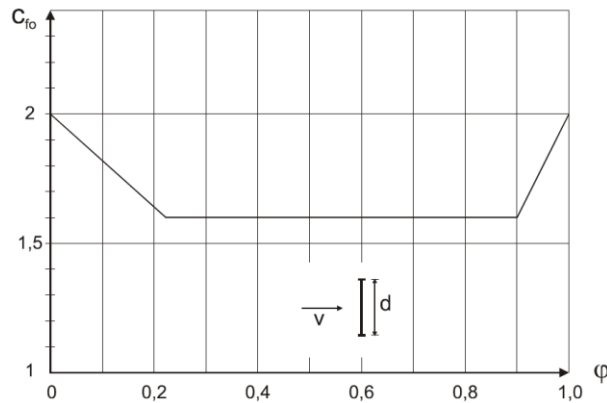


Рисунок 7.33 – Коефіцієнт сили $c_{f,0}$ для плоских гратчастих конструкцій з елементами із кутиків як функція коефіцієнта суцільності ϕ
Figure 7.33 – Force coefficient $c_{f,0}$ for a plane lattice structure with angle members as a function of solidity ratio ϕ

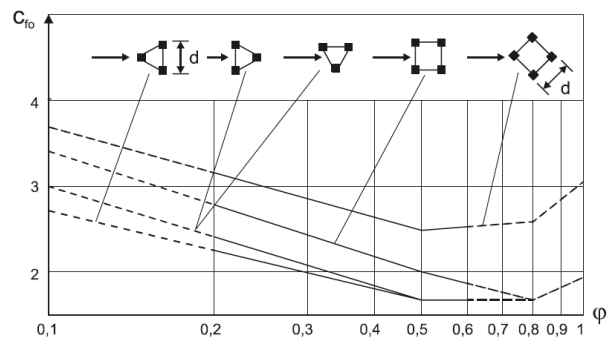


Рисунок 7.34 – Коефіцієнт сили $c_{f,0}$ для просторових гратчастих конструкцій з елементами із кутиків як функція коефіцієнта суцільності ϕ
Figure 7.34 – Force coefficient $c_{f,0}$ for a spatial lattice structure with angle members as a function of solidity ratio ϕ

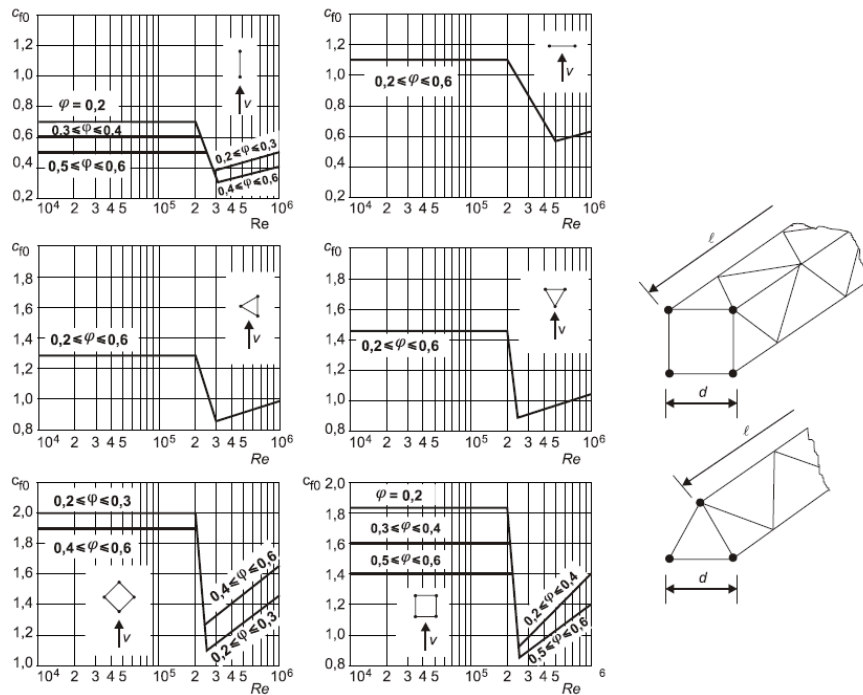


Рисунок 7.34 – Коефіцієнт сили $c_{f,0}$ для плоских і просторових ґратчастих конструкцій з елементами із круглим поперечним перерізом
Figure 7.35 – Force coefficient $c_{f,0}$ for plane and spatial lattice structure with members of circular cross-section

(2) Коефіцієнт суцільності φ , визначається формулою (7.26):

(2) The solidity ratio, φ , is defined by Expression (7.26).

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad (7.26)$$

де:

where:

A – сума проєкцій площ елементів і вузлових фасонів, які проєктуються на сторону, що розглядається:

A is the sum of the projected area of the members and gusset plates of the face projected normal to the face:

$$A = \sum_i b_i \cdot l_i + \sum_k A_{gk};$$

$$A = \sum_i b_i \cdot l_i + \sum_k A_{gk};$$

A_c – площа вертикальної проєкції, обмежена контурами конструкції $A_c = d \cdot l$;

A_c is the the area enclosed by the boundaries of the face projected normal to the face $= d \cdot l$;

l – довжина ґратчастої конструкції;

l is the length of the lattice;

d – ширина ґратчастої конструкції;

d is the width of the lattice;

b_i, l_i – проєкція ширини і довжини окремого стрижня i (див. рисунок 7.32).

b_i, l_i is the width and length of the individual member i (see Figure 7.32), projected normal to the face;

A_{gk} – площа накладки k .

A_{gk} is the area of the gusset plate k .

(3) Базову площу A_{ref} потрібно визначати за формулою (7.27):

(3) The reference area A_{ref} should be determined by Expression (7.27).

$$A_{ref} = A. \quad (7.27)$$

(4) Базова висота z_e дорівнює максимальній висоті елемента над землею.

(4) The reference height z_e is equal to the maximum height of the element above ground.

7.12 ПРАПОРИ

(1) Коефіцієнти сили c_f і базової площі A_{ref} для прапорів надаються в таблиці 7.15.

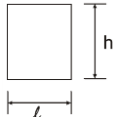
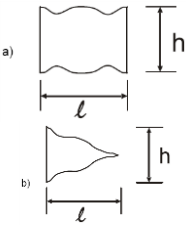
(2) Базова висота z_e дорівнює висоті прапора над землею.

7.12 FLAGS

(1) Force coefficients c_f and reference areas A_{ref} for flags are given in Table 7.15.

(2) The reference height z_e is equal to the height of the flag above ground.

Таблиця 7.15 – Коефіцієнт сили c_f для прапорів
Table 7.15 – Force coefficients c_f for flags

Прапори Flags	A_{ref}	c_f
Прапори, закріплені з усіх боків Fixed Flags  <p>Сила перпендикулярна до площини прапора Force normal to the plane</p>	$h \cdot l$	1,8
Незакріплені прапори Free Flags  <p>Сила діє в площині прапора Force in the plane</p>	$h \cdot l$ $0,5 \cdot h \cdot l$	$0,02 + 0,7 \cdot \frac{m_f}{\rho \cdot h} \cdot \left(\frac{A_{ref}}{h^2} \right)^{-1,25}$
<p>Де (where):</p> <p>m_f маса на одиницю площі прапора (is the mass per unit area of the flag);</p> <p>ρ щільність повітря (7.1) (is the air density (7.1));</p> <p>z_e висота прапора над землею (is the height of the flag above ground).</p> <p>ПРИМІТКА. Формули для незакріплених прапорів включають динамічні сили від флатера. NOTE. The equation for free flags includes dynamic forces from the flag flutter effect.</p>		

7.13 РОЗРАХУНКОВА(ЕФЕКТИВНА) ГНУЧКІСТЬ λ І КОЕФІЦІЄНТ КРАЙОВИХ ЕФЕКТІВ ψ_λ

(1) У відповідних випадках ψ_λ визначається як функція гнучкості λ .

ПРИМІТКА. Коефіцієнти сили, $c_{f,0}$, (7.6 – 7.12) базуються на вимірюваннях на конструкціях без обтікання вільних кінців, віддалених від поверхні землі. Коефіцієнт крайових ефектів враховує зменшений опір конструкції від потоку вітру навколо країв (крайовий ефект). Рисунок 7.36 і таблиця 7.16 ґрунтуються на вимірюваннях у слаботурбулентному потоці. Значення, які враховують ефекти турбулентності, можуть задаватися у Національному додатку.

7.13 EFFECTIVE SLENDERNESS λ AND END-EFFECT FACTOR ψ_λ

(1) Where relevant, the end-effect factor ψ_λ should be determined as a function of slenderness ratio λ .

NOTE. The force coefficients, $c_{f,0}$, given in 7.6 to 7.12 are based on measurements on structures without free-end flow away from the ground. The end-effect factor takes into account the reduced resistance of the structure due to the wind flow around the end (end-effect). Figure 7.36 and Table 7.16 are based on measurements in low turbulent flow. Values, taking the effect of turbulence into account may be specified in the National Annex.

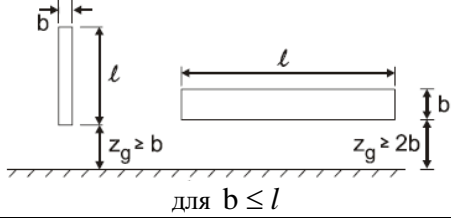
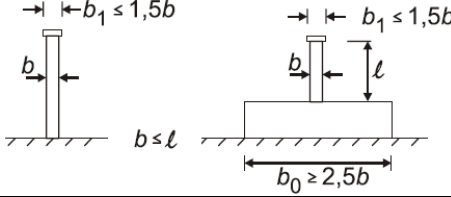
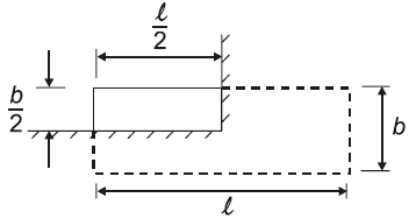
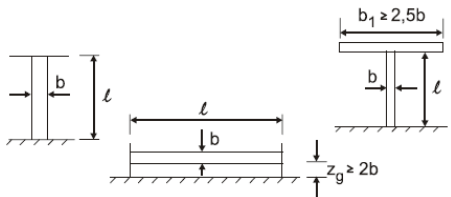
(2) Розрахункова гнучкість λ визначається залежно від розмірів конструкції та її положення.

(2) The effective slenderness λ should be defined depending on the dimensions of the structure and its position.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може надавати значення для λ і ψ_λ . Рекомендовані значення для λ надаються в таблиці 7.16 і орієнтовні значення для ψ_λ наводяться на рисунку 7.36 для різних коефіцієнтів суцільності ϕ .

NOTE. The National Annex may give values for λ and ψ_λ . Recommended values for λ are given in Table 7.16 and indicative values for ψ_λ are given in Figure 7.36 for different solidity ratio ϕ .

Таблиця 7.16 – Рекомендовані значення λ для циліндрів, багатокутних перерізів, прямокутних перерізів, конструктивних елементів з гострими кінцями і ґратчастих конструкцій
Table 7.16 – Recommended values of λ for cylinders, polygonal sections, rectangular sections, sharp edged structural sections and lattice structures

№	Положення конструкції, вітер перпендикулярний до площини рисунка Position of the structure, wind normal to the plane of the page	Розрахункова гнучкість λ Effective slenderness λ
1	 <p>для $b \leq l$</p>	<p>Для багатокутних, прямокутних і перерізів з гострими кінцями та ґратчастих конструкцій (For polygonal, rectangular and sharp edged sections and lattice structures):</p> <p>для $l \geq 50$ м, $\lambda = 1,4 l/b$ або $\lambda = 70$, який менший (for $l \geq 50$ m, $\lambda = 1,4 l/b$ or $\lambda = 70$, whichever is smaller);</p>
	 <p>$b \leq l$</p>	<p>для $l < 15$ м, $\lambda = 2 l/b$ або $\lambda = 70$, який менший (for $l < 15$ m, $\lambda = 2 l/b$ or $\lambda = 70$, whichever is smaller);</p>
3		<p>Для кругових циліндрів (For circular cylinders):</p> <p>для $l \geq 50$ м, $\lambda = 0,7 l/b$ або $\lambda = 70$, який менший (for $l \geq 50$, $\lambda = 0,7 l/b$ or $\lambda = 70$, whichever is smaller);</p> <p>для $l < 15$ м, $\lambda = l/b$ або $\lambda = 70$, який менший (for $l < 15$ m, $\lambda = l/b$ or $\lambda = 70$, whichever is smaller);</p> <p>Для проміжних значень l використовується лінійна інтерполяція (For intermediate values of l, linear interpolation should be used).</p>
4		<p>для $l \geq 50$ м, $\lambda = 0,7 l/b$ або $\lambda = 70$, який більший (for $l \geq 50$ m, $\lambda = 0,7 l/b$ or $\lambda = 70$, whichever is larger);</p> <p>для $l < 15$ м, $\lambda = l/b$ або $\lambda = 70$, який більший (for $l < 15$ m, $\lambda = l/b$ or $\lambda = 70$, whichever is larger);</p> <p>Для проміжних значень l використовується лінійна інтерполяція (For intermediate values of l, linear interpolation should be used).</p>

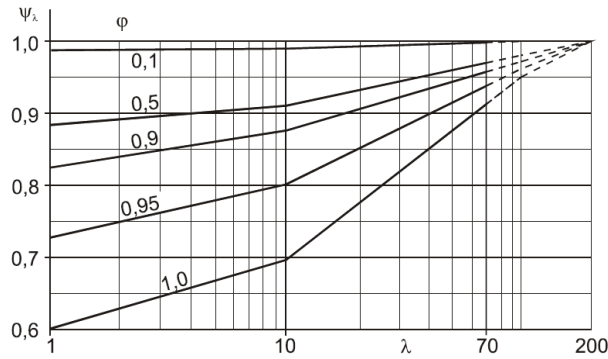


Рисунок 7.36 – Значення коефіцієнта крайових ефектів ψ_λ як функції коефіцієнта суцільності φ в залежності від гнучкості λ

Figure 7.36 – Indicative values of the end-effect factor ψ_λ as a function of solidity ratio φ versus slenderness λ

(3) Коефіцієнт суцільності φ представлений (дивись рисунок 7.37) формулою (7.28):

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad (7.28)$$

де:

A сума проекцій площ окремих елементів;

A_c загальна площа зовнішніх розмірів

$A_c = l \cdot b$.

(3) The solidity ratio φ is given by (see Figure 7.37) Expression (7.28).

where:

A is the sum of the projected areas of the members;

A_c is the overall envelope area $A_c = l \cdot b$.

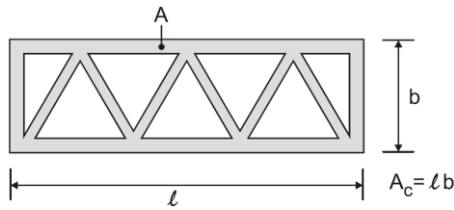


Рисунок 7.37 – Визначення коефіцієнта суцільності φ

Figure 7.37 – Definition of solidity ratio φ

8 ВІТРОВІ НАВАНТАЖЕННЯ НА МОСТИ

8.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

(1) Цей розділ застосовується лише для мостів з постійною висотою і постійним поперечним перерізом, як показано на рисунку 8.1, який складається з одиничного дорожнього полотна з одним або більше прогонами.

ПРИМІТКА 1. Вітрові навантаження на інші типи мостів (наприклад арковий, підвісний або вантовий міст, криті мости, рухомі мости і з багатьма або складно вигнутими плитами) можуть визначатися у Національному додатку.

ПРИМІТКА 2. Кут напрямку вітру до осі полотна у вертикальній і горизонтальній площинах може визначатися у Національному Додатку.

8 WIND ACTIONS ON BRIDGES

8.1 GENERAL

(1) This section only applies to bridges of constant depth and with cross-sections as shown in Figure 8.1 consisting of a single deck with one or more spans.

NOTE 1. Wind actions for other types of bridges (e.g. arch bridges, bridges with suspension cables or cable stayed, roofed bridges, moving bridges and bridges with multiple or significantly curved decks) may be defined in the National Annex.

NOTE 2. The angle of the wind direction to the deck axis in the vertical and horizontal planes may be defined in the National Annex.

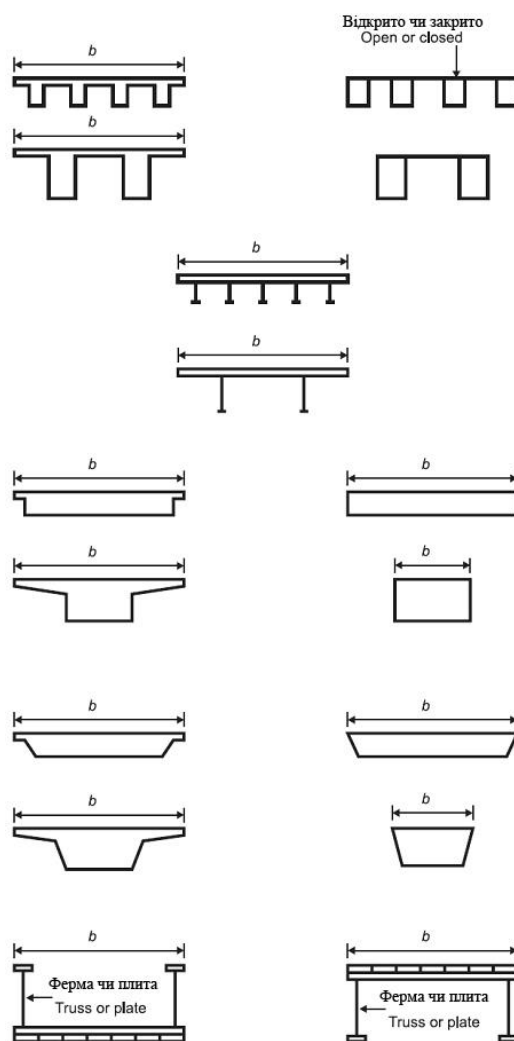


Рисунок 8.1 – Поперечні перерізи стандартної конструкції прогонової будови
Figure 8.1 – Cross-sections of normal construction decks

(2) Сила вітру, яка впливає на прогонову конструкцію, розглядається в 8.2 і 8.3. Такі ж впливи на опори мосту розглядаються в 8.4. Якщо сили, що впливають на різні частини мосту в одному напрямку дії вітру, – несприятливі, то вони розглядаються як одночасні.

(3) Вітрові навантаження на мости створюють сили в напрямках x , y і z , як показано на рисунку 8.2, де:

x -напрямок – напрямок паралельний ширині прогонової конструкції, перпендикулярний до прогону;

y -напрямок – напрямок уздовж прогону;

z -напрямок – напрямок перпендикулярний до прогонової конструкції.

Сили у x - і y - напрямках утворюються від дії вітру в різних напрямках і звичайно не є одночасними. Сили, що створюються у z -напрямку, можуть виникати в результаті вітру в широкому діапазоні напрямків; якщо вони несприятливі та істотні, то можуть розглядатися як одночасні з силами, що створюються у будь-якому іншому напрямку.

ПРИМІТКА. Умовні позначення, що використовуються для мостів, відрізняються від визначених у 1.7. Наступні умовні позначення використовуються для мостів:

L – довжина в y -напрямку;

b – ширина у x -напрямку;

d – висота у z -напрямку.

Значення L , b і d , наведені на рисунку 8.2, більш точно визначені у наступних пунктах. Умовні позначення для b і d необхідно змінювати, коли це стосується розділів 5 – 7.

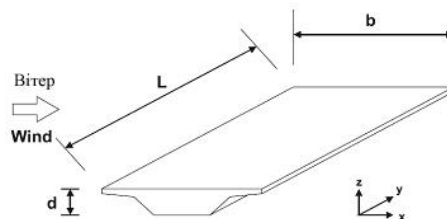


Рисунок 8.2 – Напрямки вітрового навантаження на мости
Figure 8.2 – Directions of wind actions on bridges

(4) Комбіноване значення $\psi_0 F_{wk}$ дії вітру на міст і на транспортні засоби, коли рух транспорту вважається одночасним з

(2) Wind forces exerted on decks are dealt with in 8.2 and 8.3. Those exerted on piers are dealt with in 8.4. The forces exerted on various parts of a bridge due to wind blowing in the same direction should be considered as simultaneous if they are unfavourable.

(3) Wind actions on bridges produce forces in the x , y and z directions as shown in Figure 8.2, where:

x -direction – is the direction parallel to the deck width, perpendicular to the span;

y -direction – is the direction along the span;

z -direction – is the direction perpendicular to the deck.

The forces produced in the x - and y -directions are due to wind blowing in different directions and normally are not simultaneous. The forces produced in the z -direction can result from the wind blowing in a wide range of directions; if they are unfavourable and significant, they should be taken into account as simultaneous with the forces produced in any other direction.

NOTE. The notation used for bridges differs from that defined in 1.7. The following notations are used for bridges:

L – length in y -direction;

b – width in x -direction;

d – depth in z -direction.

In Figure 8.2 the values to be given to L , b and d in various cases are, where relevant, more precisely defined in further clauses. When Sections 5 to 7 are referred to, the notations for b and d need to be readjusted.

(4) Where road traffic is considered to be simultaneous with the wind (see A.2.2.1 and A.2.2.2 in Annex A.2 to EN 1990) the

вітром (див. А.2.2.1 і А.2.2.2 у EN 1990 Додаток А.2), потрібно обмежувати значенням F_w^* , яке визначається заміною основного значення базової швидкості $v_{b,0}$ на $v_{b,0}^*$.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може надавати значення для $v_{b,0}^*$. Рекомендоване значення 23 м/с.

(5) За необхідності одночасного врахування вітрового навантаження і залізничного руху (див. А.2.2.1 і А.2.2.4 у EN 1990 Додаток А.2) комбіноване значення $\psi_0 F_{wk}$ від вітрового навантаження і потягів на міст потрібно обмежувати значенням F_w^{**} , яке визначається заміною основного значення базової швидкості $v_{b,0}$ на $v_{b,0}^{**}$.

ПРИМІТКА. Значення $v_{b,0}^{**}$ можуть бути визначені в Національному Додатку. Рекомендоване значення $v_{b,0}^{**}$ 25 м/с.

8.2 ВИБІР МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ РЕАКЦІЇ

(1) Потрібно оцінити необхідність виконання динамічного розрахунку для мостів.

ПРИМІТКА 1. У Національному Додатку можуть наводитися критерії та методики.

ПРИМІТКА 2. Якщо розрахунок динамічної реакції не потрібен, $c_s c_d$ можна приймати рівним 1,0.

ПРИМІТКА 3. Для звичайних прогонових конструкцій автодорожнього і залізничного мосту з прогоном менше ніж 40 м врахування динамічної реакції зазвичай не потрібно. До звичайних слід відносити мости із сталі, бетону, алюмінію або деревини, включаючи комбіновані конструкції, форма поперечних перерізів яких загалом наведена на рисунку 8.1.

8.3 КОЕФІЦІЄНТИ СИЛИ

(1) Коефіцієнти сили для парапетів і сигнальних конструкцій мостів потрібно визначати там, де вони істотні.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може містити коефіцієнти сили для парапетів і сигнальних конструкцій мостів. Рекомендовано використовувати розділ 7.4.

combination value $\psi_0 F_{wk}$ of the wind action on the bridge and on the vehicles should be limited to a value F_w^* determined by substituting a value $v_{b,0}^*$ for the fundamental value of the basic velocity $v_{b,0}$.

NOTE. The National Annex may give a value for $v_{b,0}^*$. The recommended value is 23 m/s.

(5) Where railway traffic is considered to be simultaneous with the wind (see A.2.2.1 and A.2.2.4 in Annex A.2 to EN 1990) the combination value $\psi_0 F_{wk}$ of the wind action on the bridge and on the trains should be limited to a value F_w^{**} determined by substituting a value $v_{b,0}^{**}$ for the fundamental value of the basic velocity $v_{b,0}$.

NOTE. The value of $v_{b,0}^{**}$ may be defined in the National Annex. The recommended value of $v_{b,0}^{**}$ is 25 m/s.

8.2 CHOICE OF THE RESPONSE CALCULATION PROCEDURE

(1) It should be assessed whether a dynamic response procedure is needed for bridges.

NOTE 1. The National Annex may give criteria and procedures.

NOTE 2. If a dynamic response procedure is not needed, $c_s c_d$ may be taken equal to 1,0.

NOTE 3. For normal road and railway bridge decks of less than 40 m span a dynamic response procedure is generally not needed. For the purpose of this categorization, normal bridges may be considered to include bridges constructed in steel, concrete, aluminium or timber, including composite construction, and whose shape of cross sections is generally covered by Figure 8.1.

8.3 FORCE COEFFICIENTS

(1) Force coefficients for parapets and gantries on bridges should be determined where relevant.

NOTE. The National Annex may give force coefficients for parapets and gantries on bridges. It is recommended to use Section 7.4.

8.3.1 Коефіцієнти сили в x-напрямку (загальний метод)

(1) Коефіцієнти сили вітрового навантаження на прогонові конструкції моста в x-напрямку мають вид:

$$c_{f,x} = c_{f_{x,0}}, \quad (8.1)$$

де:

$c_{f_{x,0}}$ коефіцієнт сили без врахування обтікання вільних кінців (див. 7.13).

ПРИМІТКА 1. Зазвичай на мосту немає елементів, що вільно обтікаються на кінцях, тому що потік вітру розподіляється тільки вздовж двох боків (під і над прогоновою будови мосту).

ПРИМІТКА 2. Для звичайних мостів $c_{f_{x,0}}$ можна брати рівним 1,3. В якості альтернативи $c_{f_{x,0}}$ можна брати з рисунка 8.3.

8.3.1 Force coefficients in x-direction (general method)

(1) Force coefficients for wind actions on bridge decks in the x-direction are given by:

where:

$c_{f_{x,0}}$ is the force coefficient without free-end flow (see 7.13).

NOTE 1. A bridge has usually no free-end flow because the flow is deviated only along two sides (over and under the bridge deck).

NOTE 2. For normal bridges $c_{f_{x,0}}$ may be taken equal to 1,3. Alternatively, $c_{f_{x,0}}$ may be taken from Figure 8.3.

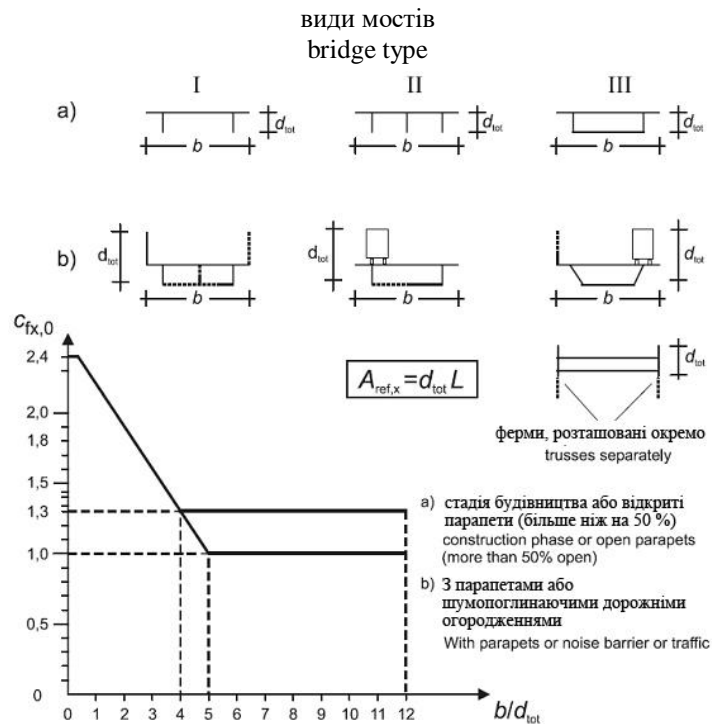


Рисунок 8.3 – Коефіцієнт сили для мостів, $c_{f_{x,0}}$
Figure 8.3 – Force coefficient for bridges, $c_{f_{x,0}}$

ПРИМІТКА 3. Коефіцієнт лобового опору можна отримати спеціальними дослідженнями, якщо кут нахилу вітру перевищує 10° . Цей кут нахилу може відповідати нахилу місцевості в напрямку зустрічного вітру.

ПРИМІТКА 4. Якщо дві практично однакові прогонові будови знаходяться на одному рівні і розділені в поперечному напрямку зазором близько 1 м, то силу вітру з навітряної сторони можна розраховувати як для суцільної конструкції. В інших випадках взаємодії вітру і конструкції можуть застосовуватися спеціальні дослідження.

NOTE 3. Where the angle of inclination of the wind exceeds 10° , the drag coefficient may be derived from special studies. This angle of inclination may be due to the slope of the terrain in the oncoming wind direction.

NOTE 4. Where two generally similar decks are at the same level and separated transversally by a gap not exceeding significantly 1 m, the wind force on the windward structure may be calculated as if it were a single structure. In other cases special consideration may have to be given to windstructure interaction.

(2) Коефіцієнт лобового опору $c_{fx,0}$, якщо навітряна сторона нахилена відносно вертикалі (див. рисунок 8.4), може бути знижений на 0,5 % на кожний градус нахилу α_1 від вертикалі, але обмежується максимальним зниженням в 30 %.

(2) Where the windward face is inclined to the vertical (see Figure 8.4), the drag coefficient $c_{fx,0}$ may be reduced by 0,5% per degree of inclination, α_1 from the vertical, limited to a maximum reduction of 30%.

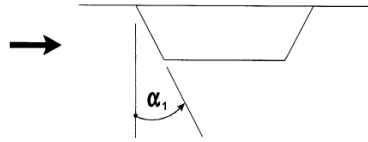


Рисунок 8.4 – Міст із наклонною навітряною стороною
Figure 8.4 – Bridge with inclined windward face

ПРИМІТКА. Це зменшення не застосовується до F_w , яка визначена у 8.3.2, якщо інше не встановлюється Національним додатком.

NOTE. This reduction is not applicable to F_w , defined in 8.3.2, unless otherwise specified in the National Annex.

(2) $c_{fx,0}$ потрібно збільшити на 3 % за кожний градус нахилу, якщо мостове полотно має поперечний нахил, але не більше ніж на 25 %.

(2) Where a bridge deck is sloped transversely, $c_{fx,0}$ should be increased by 3 % per degree of inclination, but not more than 25 %.

(4) Базові площі $A_{ref,x}$ для комбінацій навантажень без транспортного навантаження повинні визначатися як:

(4) Reference areas $A_{ref,x}$ for load combinations without traffic load should be defined as:

а) для прогонової конструкції балкового типу з плоскими поверхнями сумарна базова площа наведена на рисунку 8.5 і в таблиці 8.1;

а) for decks with plain (web) beams, the sum of (see Figure 8.5 and Table 8.1):

1) видима площа лицьової сторони головної балки;

1) the face area of the front main girder.

2) видима площа виступаючих над нею елементів інших головних балок;

2) the face area of those parts of the other main girders projecting under (underlooking) this first one.

3) видима площа елементів карнизів, пішохідних доріжок або баластних шляхів, що виступають над лицьовою стороною головної балки;

3) the face area of the part of one cornice or footway or ballasted track projecting over the front main girder.

4) видима площа суцільних огорож або шумозахисних стін, які виступають над зоною, наведеною в 3), і, за відсутності таких елементів, 0,3 м для кожного відкритого парапету або огорожі.

4) the face area of solid restraints or noise barriers, where relevant, over the area described in 3) or, in the absence of such equipment, 0,3 m for each open parapet or barrier.

б) для прогонової конструкції в вигляді ферми, як сума:

б) for decks with trussed girders, the sum of :

1) видимої площі елементів карниза, пішохідних доріжок або баластних шляхів;

1) the face area of one cornice or footway or ballasted track.

2) суцільних частин усіх головних гратчастих балок, розташованих нормально до напрямку обтікання і виступаючих над або під зоною 1);

2) those solid parts of all main truss girders in normal projected elevation situated above or underneath the area as described in 1).

3) видима площа суцільних огорож або шумозахисних огорож над площею, описаною в 1) або, за відсутності таких елементів, 0,3 м для кожного відкритого парапету або огорожі.

Проте сумарна базова площа не повинна перевищувати площу, визначену для еквівалентної балкової системи з плоскими поверхнями такої самої ширини, що має всі описані частини.

с) для прогонових конструкцій з кількома головними балками на етапі будівництва до влаштування дорожнього полотна: видимої поверхню двох головних балок.

3) the face area of solid restraints or noise barriers, if relevant, over the area described in 1) or, in the absence of such equipment, 0,3 m for each open parapet or barrier.

However, the total reference area should not exceed that obtained from considering an equivalent plain (web) beam of the same overall depth, including all projecting parts.

c) for decks with several main girders during construction, prior to the placement of the carriageway slab: the face area of two main girders.



Рисунок 8.5 – Висота, що використовується для $A_{ref,x}$
Figure 8.5 – Depth to be used for $A_{ref,x}$

Таблиця 8.1 – Висота, що використовується для $A_{ref,x}$
Table 8.1 – Depth to be used for $A_{ref,x}$

Дорожня система пристроїв пасивної безпеки Road restraint system	з однієї сторони on one side	з обох сторін on both sides
Парапетна огорожа з отворами або відкрита захисна огорожа Open parapet or open safety barrier	$d + 0,3 \text{ м (m)}$	$d + 0,6 \text{ м (m)}$
Суцільна парапетна огорожа або суцільна захисна огорожа Solid parapet or solid safety barrier	$d + d_1$	$d + 2d_1$
Парапетна огорожа з отворами і відкрита захисна огорожа Open parapet and open safety barrier	$d + 0,6 \text{ м (m)}$	$d + 1,2 \text{ м (m)}$

(5) Базові площі $A_{ref,x}$ для комбінацій вітрового навантаження з транспортним класифікуються як у (4), з наступною зміною. Замість площ, описаних в а) 3) і 4) та б) 3), наступні потрібно брати в тих випадках, де вони більші:

а) для автомобільних мостів, висота 2 м від рівня проїзної частина на найбільш несприятливій довжині, незалежно від розташування вертикальних транспортних навантажень;

б) для залізничних мостів, висота 4 м від вершини рельсів, на загальній довжині моста.

(5) Reference areas $A_{ref,x}$ for load combinations with traffic load are as specified in (4), with the following modification. Instead of the areas described above in a) 3) and 4) and b) 3), the following should be taken into account where they are larger:

a) for road bridges, a height of 2 m from the level of the carriageway, on the most unfavourable length, independently of the location of the vertical traffic loads,

b) for railway bridges, a height of 4 m from the top of the rails, on the total length of the bridge.

(6) Базова висота, z_e , береться як відстань від найнижчого рівня землі до центру конструкції мостового полотна, не враховуючи інші частини базових площ, наприклад, парапети.

(6) The reference height, z_e , may be taken as the distance from the lowest ground level to the centre of the bridge deck structure, disregarding other parts (e.g. parapets) of the reference areas.

(7) Тиск вітру від руху транспортних засобів або потягів не враховується даною частиною. Впливи вітру, викликані рухом потягів, див. EN 1991-2.

(7) Wind pressure effects of passing vehicles are outside the scope of this Part. Wind effects induced by passing trains see EN 1991-2.

8.3.2 Сила в x-напрямку – спрощений метод

8.3.2 Force in x-direction – Simplified Method

(1) Якщо визначено, що розрахунок динамічної реакції не є необхідним, силу вітру у x-напрямку можна отримати, використовуючи формулу (8.2):

(1) Where it has been assessed that a dynamic response procedure is not necessary, the wind force in the x-direction may be obtained using Expression (8.2):

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}, \quad (8.2)$$

де:

v_b базова швидкість вітру (див. 4.2(2));
 C коефіцієнт вітрового навантаження, $C = c_e \cdot c_{f,x}$, де c_e коефіцієнт зростання за висотою, який наданий в 4.5 і $c_{f,x}$, наданий в 8.3.1(1);
 $A_{ref,x}$ базова площа, надана у 8.3.1;
 ρ щільність повітря (див. 4.5).

where :

v_b is the basic wind speed (see 4.2(2));
 C is the wind load factor. $C = c_e \cdot c_{f,x}$, where c_e is the exposure factor given in 4.5 and $c_{f,x}$ is given in 8.3.1(1);
 $A_{ref,x}$ is the reference area given in 8.3.1;
 ρ is the density of air (see 4.5).

ПРИМІТКА. Значення C можуть визначатися в Національному Додатку. Рекомендовані значення наведені в таблиці 8.2.

NOTE. C-values may be defined in the National Annex. Recommended values are given in Table 8.2.

Таблиця 8.2 – Рекомендовані значення коефіцієнта сили C для мостів
Table 8.2 – Recommended values of the force factor C for bridges

b/d_{tot}	$z_e \leq 20$ м	$z_e = 50$ м
$\leq 0,5$	6,7	8,3
$\geq 4,0$	3,6	4,5

Ця таблиця визначається на підставі наступних припущень (This table is based on the following assumptions):
– II клас місцевості, відповідно до таблиці 4.1 (terrain category II according to Table 4.1);
– коефіцієнт сили $c_{f,x}$, відповідно до 8.3.1(1) (force coefficient $c_{f,x}$ according to 8.3.1(1));
– $c_o=1,0$;
– $k_f=1,0$.
Для проміжних значень b/d_{tot} , і z_e використовується лінійна інтерполяція (For intermediate values of b/d_{tot} , and of z_e linear interpolation may be used).

8.3.3 Сила вітру на мостове полотно у z-напрямку

8.3.3 Wind forces on bridge decks in z-direction

(1) Коефіцієнти сили $c_{f,z}$ повинні визначатися для дій вітру на мостове полотно у z-напрямку, як вверх так і вниз (коефіцієнт підйомної сили). $c_{f,z}$ не повинен використовуватися для розрахунку вертикальних вібрацій мостового полотна.

(1) Force coefficients $c_{f,z}$ should be defined for wind action on the bridge decks in the z-direction, both upwards and downwards (lift force coefficients). $C_{f,z}$ should not be used to calculate vertical vibrations of the bridge deck.

ПРИМІТКА 1. Національний Додаток може надавати значення для $c_{f,z}$. За відсутності випробувань у аеродинамічній трубі, рекомендоване значення може братися рівним $\pm 0,9$. Це значення враховує вплив можливого поперечного ухилу мостового полотна, ухилу місцевості і кута нахилу напрямку набігаючого потоку вітру відносно дорожнього полотна внаслідок турбулентності.

Альтернативно $c_{f,z}$ можна визначити з рисунка 8.6 за наступних умов:

- висота d_{tot} обмежена висотою конструкції полотна, не беручи до уваги транспорт і будь-яке інше мостове устаткування;
- для рівної, горизонтальної місцевості кут вітру α до горизонталі може братися $\pm 5^\circ$ внаслідок турбулентності. Це також стосується горбистої місцевості, якщо мостове полотно розташоване над землею на висоті менше 30 м.

ПРИМІТКА 2. Ця сила має істотне значення лише в тому випадку, якщо вона того ж порядку величини що і власна вага.

NOTE 1. The National Annex may give values for $c_{f,z}$. In the absence of wind tunnel tests the recommended value may be taken equal to $\pm 0,9$. This value takes globally into account the influence of a possible transverse slope of the deck, of the slope of terrain and of fluctuations of the angle of the wind direction with the deck due to turbulence.

As an alternative $c_{f,z}$ may be taken from Figure 8.6. In using it:

- the depth d_{tot} may be limited to the depth of the deck structure, disregarding the traffic and any bridge equipment
- for flat, horizontal terrain the angle α of the wind with the horizontal may be taken as $\pm 5^\circ$ due to turbulence. This is also valid for hilly terrain when the bridge deck is at least 30 m above ground.

NOTE 2. This force may have significant effects only if the force is of the same order as the dead load.

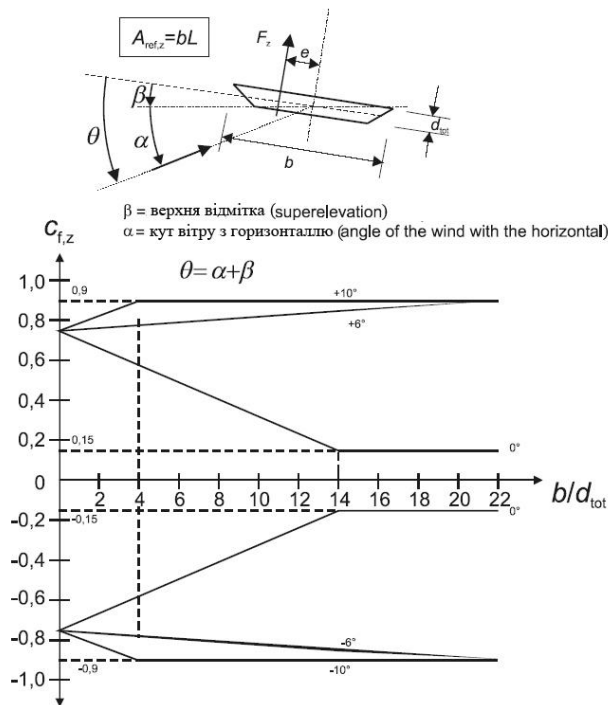


Рисунок 8.6 – Коефіцієнт сили $c_{f,z}$ для мостів із поперечним ухилом і при відхиленні вітру
Figure 8.6 – Force coefficient $c_{f,z}$ for bridges with transversal slope and wind inclination

(2) Базова площа $A_{ref,z}$ дорівнює площі горизонтального перерізу (див. рисунок 8.2):

$$A_{ref,z} = b \cdot L \quad (8.3)$$

(3) Коефіцієнт крайових ефектів не потрібно брати до уваги.

(2) The reference area $A_{ref,z}$ is equal to the plan area (see Figure 8.2):

(3) No end-effect factor should be taken into account.

(4) Базова висота така ж сама, як для $c_{f,x}$ (див. 8.3.1(6)).

(4) The reference height is the same as for $c_{f,x}$ (see 8.3.1(6)).

(5) Якщо не задано інше, ексцентриситет сили в x-напрямку може встановлюватися як $e = b/4$.

8.3.4 Сила вітру на мостове полотно в у-напрямку

(1) Поздовжню силу вітру в у-напрямку потрібно брати до уваги, якщо це необхідно.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може надавати значення. Рекомендовані значення:

- для балкових мостів, 25 % сили вітру у x-напрямку;
- для мостів із фермами, 50 % сили вітру у x-напрямку.

8.4 МОСТОВІ ОПОРИ

8.4.1 Напрями вітру і розрахункові випадки

(1) Вітрове навантаження на мостове полотно і несучі опори потрібно обчислювати з урахуванням найбільш несприятливого напрямку вітру на всю конструкцію для впливу, що розглядається.

(2) Для етапів монтажних робіт вітрове навантаження визначають окремо, якщо горизонтальна передача або розподіл сил вітру через прогонові конструкції неможливі. Якщо на етапах будівництва опора завантажена консольними частинами мостового полотна або опалубкою, потрібно враховувати можливий несиметричний вплив вітру на ці елементи.

ПРИМІТКА. Етапи будівництва звичайно більш критичні для мостових опор і деяких типів прогонових конструкцій, ніж постійні розрахункові випадки, які виникають після закінчення будівельних робіт. Характеристичні значення для тимчасових проектних випадків див. у EN 1991-1-6. Для підмостків, див. 7.11.

8.4.2 Вітрові впливи на мостові опори

(1) Вітрові впливи на мостові опори розраховуються за загальним методом, що визначений у цьому Єврокодi. Необхідно використовувати положення 7.6, 7.8 або 7.9.2 для загальних навантажень.

ПРИМІТКА 1. Спрощені правила можуть наводитися у Національному Додатку.

(5) If not otherwise specified the eccentricity of the force in the x-direction may be set to $e = b/4$.

8.3.4 Wind forces on bridge decks in y-direction

(1) If necessary, the longitudinal wind forces in y-direction should be taken into account.

NOTE. The National Annex may give the values. The recommended values are:

- for plated bridges, 25% of the wind forces in x-direction;
- for truss bridges, 50% of the wind forces in x-direction.

8.4 BRIDGE PIERS

8.4.1 Wind directions and design situations

(1) The wind actions on bridge decks and their supporting piers should be calculated by identifying the most unfavourable direction of the wind on the whole structure for the effect under consideration.

(2) Separate calculations of wind actions should be made for transient design situations during construction phases when no horizontal transmission or redistribution of wind actions by the deck is possible. If during such phases a pier may bear cantilevering deck parts or scaffoldings, a possible asymmetry of wind actions on such elements should be taken into account.

NOTE. Execution transient situations are usually more critical for piers and for some types of decks subject to particular execution methods than the persistent ones. For characteristic values during transient design situations see EN 1991-1-6. For scaffoldings, see 7.11.

8.4.2 Wind effects on piers

(1) Wind effects on piers should be calculated by using the general format defined in this Eurocode. For overall loads the provisions of Clauses 7.6, 7.8 or 7.9.2 should be used.

NOTE 1. Simplified rules may be given in the National Annex.

ДОДАТОК А (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ВПЛИВ МІСЦЕВОСТІ

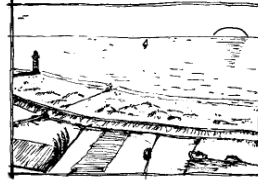
ANNEX A (INFORMATIVE) TERRAIN EFFECTS

A.1 Графічне зображення максимальних нерівностей різних типів місцевості

A.1 Illustrations of the upper roughness of each terrain category

Тип місцевості 0

Море, прибережна зона, яка має доступ до відкритого моря.

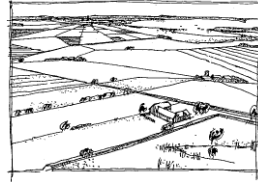


Terrain category 0

Sea, coastal area exposed to the open sea.

Тип місцевості I

Озера або територія з незначною рослинністю і без перешкод.

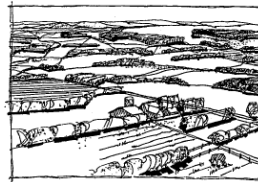


Terrain category I

Lakes or area with negligible vegetation and without obstacles.

Тип місцевості II

Територія з низькою рослинністю, як, наприклад трава і окремі перешкоди (дерева, будівлі), з мінімальним інтервалом у 20 висот перешкоди.



Terrain category II

Area with low vegetation such as grass and isolated obstacles (trees, buildings) with separations of at least 20 obstacle heights.

Тип місцевості III

Територія з постійним покривом рослинності або будівлями, або з окремими перешкодами, максимальний інтервал яких дорівнює 20-ти висотам перешкоди (такі як села, приміська місцевість, постійний ліс).



Terrain category III

Area with regular cover of vegetation or buildings or with isolated obstacles with separations of maximum 20 obstacle heights (such as villages, suburban terrain, permanent forest).

Тип місцевості IV

Площа, в якій як мінімум 15% поверхні зайнято будівлями, середня висота яких перевищує 15 м.



Terrain category IV

Area in which at least 15% of the surface is covered with buildings and their average height exceeds 15 m.

A.2 Перехід між нерівностями для типів 0, I, II, III і IV

A.2 Transition between roughness categories 0, I, II, III and IV

(1) Перехід розглядається коли обчислюється q_p та $c_s c_d$.

(1) The transition has to be considered when calculating q_p and $c_s c_d$.

ПРИМІТКА. Методика може встановлюватися в Національному Додатку. Дві методики, 1 та 2, наводяться нижче.

NOTE. The procedure may be specified in the National Annex. Two procedures, Procedure 1 and Procedure 2, are given below.

Методика 1

Якщо конструкція розташована поблизу зміни нерівності місцевості на відстані:

- менше ніж 2 км від більш рівного типу місцевості 0;
- менше ніж 1 км від більш рівних типів місцевості I-III,

то потрібно використовувати більш рівний тип місцевості для навітряної сторони.

Малі площі (менше ніж 10 % від площі, що розглядається) з нерівністю іншого типу можна не враховувати.

Методика 2

a) Визначити тип нерівності для навітряної місцевості у кутових секторах, що розглядаються.

b) Для кожного кутового сектора визначити відстань x від будівлі до зміни типу нерівності з навітряної сторони.

c) Якщо відстань x від будівлі до зони з меншим типом нерівності місцевості менше, ніж значення в таблиці А.1, то використовується менший тип нерівності для кутового сектора, що розглядається. Якщо ця відстань x більша, ніж значення в таблиці А.1, потрібно використовувати більший тип нерівності місцевості.

Малі площі (менше ніж 10 % від площі, що розглядається) з нерівністю іншого типу можна не враховувати.

Якщо відстань не наводиться в таблиці А.1 або для висоти більше ніж 50 м, потрібно використовувати менший тип нерівності місцевості.

Для проміжних значень висоти z використовується лінійна інтерполяція.

Будівлі, розміщені на певних типах місцевості, дозволяється розраховувати як для меншого типу нерівності місцевості, якщо вони знаходяться на відстані, яка не перевищує значення, визначені в таблиці А.1

Таблиця А.1 – Відстань x

Table A.1 – Distance x

Height z Висота z	I to II	I to III
5 m	0,50 km	5,00 km
7 m	1,00 km	10,00 km
10 m	2,00 km	20,00 km
15 m	5,00 km	
20 m	12,00 km	
30 m	20,00 km	
50 m	50,00 km	

Procedure 1

If the structure is situated near a change of terrain roughness at a distance:

- less than 2 km from the smoother category 0;
- less than 1 km from the smoother categories I to III;

the smoother terrain category in the upwind direction should be used.

Small areas (less than 10 % of the area under consideration) with deviating roughness can be ignored.

Procedure 2

a) Determine the roughness categories for the upstream terrain in the angular sectors to be considered.

b) For every angular sector, determine the distance x from the building to the upstream roughness changes.

c) If the distance x from the building to a terrain with lower roughness length is smaller than the values given in Table A.1, then the lower value for the roughness length should be used for the angular sector considered. If this distance x is larger than the value in Table A.1, the higher value for the roughness length should be used.

Small areas (less than 10 % of the area under consideration) with deviating roughness can be ignored.

Where no distance x is given in Table A.1 or for heights exceeding 50 m, the smaller roughness length should be used.

For intermediate values of height z , linear interpolation may be used.

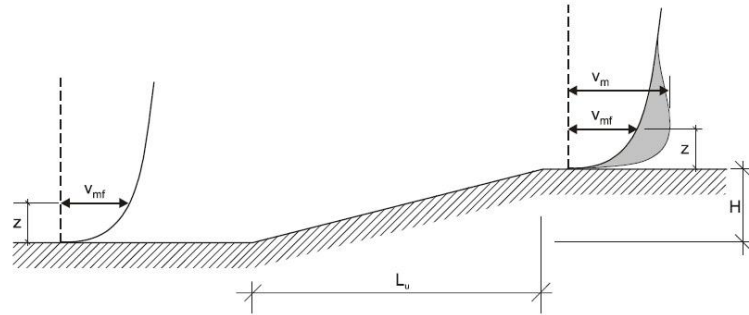
A building in a certain terrain category may be calculated in a lower terrain category if it is situated within the distance limits defined in Table A.1.

Height z Висота z	II to III	II to IV
5 m	0,30 km	2,00 km
7 m	0,50 km	3,50 km
10 m	1,00 km	7,00 km
15 m	3,00 km	20,00 km
20 m	7,00 km	
30 m	10,00 km	
50 m	30,00 km	

Height z Висота z	III to IV
5 m	0,20 km
7 m	0,35 km
10 m	0,70 km
15 m	2,00 km
20 m	4,50 km
30 m	7,00 km
50 m	20,00 km

A.3 Числовий розрахунок коефіцієнтів рельєфу

(1) На поодиноких пагорбах і гірських виступах або скелях і схилах виникають різні швидкості вітру залежно від ухилу місцевості $\Phi = H/L_u$ в напрямку вітру. Висота H і довжина L_u визначені на рисунку А.1.



v_m середня швидкість вітру на висоті z над місцевістю;
 v_{mf} середня швидкість вітру над відкритою місцевістю;

$$c_o = \frac{v_m}{v_{mf}}$$

v_m mean wind velocity at height z above terrain;
 v_{mf} mean wind velocity above flat terrain;

$$c_o = \frac{v_m}{v_{mf}}$$

Рисунок А.1 – Збільшення швидкості вітру над рельєфом
Figure A.1 – Illustration of increase of wind velocities over orography

(2) Найбільше зростання швидкості вітру виникає поблизу вершини ухилу і визначається коефіцієнтом рельєфу c_o , див. рисунок А.1. Ухил не має істотного впливу на стандартний відхил турбулентності, визначений у 4.4(1).

ПРИМІТКА. Інтенсивність турбулентності зменшується зі збільшенням швидкості вітру і відповідає значенню для стандартного відхилення.

(3) За допомогою коефіцієнта рельєфу $c_o(z) = v_m/v_{mf}$ розраховується збільшення середньої швидкості вітру над ізольованими пагорбами і схилами (для негористої місцевості і гірських районів). Він відноситься до швидкості вітру біля основи пагорба або схилу. Вплив рельєфу потрібно враховувати в наступних випадках:

- а) для місць на навітряних схилах або пагорбах і хребтах:
 - де $0,05 < \Phi \leq 0,3$ і $|x| \leq L_u / 2$;
- б) для місць на підвітряних схилах або пагорбах і хребтах:
 - де $\Phi < 0,3$ і $x < L_d / 2$;
 - де $\Phi \geq 0,3$ і $x < 1,6 H$;

A.3 Numerical calculation of orography coefficients

(1) At isolated hills and ridges or cliffs and escarpments different wind velocities occur dependent on the upstream slope $\Phi = H/L_u$ in the wind direction, where the height H and the length L_u are defined in Figure A.1.

(2) The largest increase of the wind velocities occurs near the top of the slope and is determined from the orography factor c_o , see Figure A.1. The slope has no significant effect on the standard deviation of the turbulence defined in 4.4(1).

NOTE. The turbulence intensity will decrease with increasing wind velocity and equal value for the standard deviation.

(3) The orography factor, $c_o(z) = v_m/v_{mf}$ accounts for the increase of mean wind speed over isolated hills and escarpments (not undulating and mountainous regions). It is related to the wind velocity at the base of the hill or escarpment. The effects of orography should be taken into account in the following situations:

- a) For sites on upwind slopes of hills and ridges:
 - where $0,05 < \Phi \leq 0,3$ and $|x| \leq L_u / 2$;
- b) For sites on downwind slopes of hills and ridges:
 - where $\Phi < 0,3$ and $x < L_d / 2$;
 - where $\Phi \geq 0,3$ and $x < 1,6 H$;

с) для місць на навітряних схилах скель і схилів:

– де $0,05 < \Phi \leq 0,3$ і $|x| \leq L_u / 2$;

д) для місць із підвітряної сторони схилів скель і схилів:

– де $\Phi < 0,3$ і $x < 1,5 L_e$;

– де $\Phi \geq 0,3$ і $x < 5 H$.

Він визначається як:

$$c_o = 1$$

$$c_o = 1 + 2 \cdot s \cdot \Phi$$

$$c_o = 1 + 0,6 \cdot s$$

де:

s локальний коефіцієнт рельєфу за рисунком А.2 або рисунком А.3, залежно від ефективної довжини L_e проєкції навітряної сторони;

Φ ухил підвітряного схилу H/L_u в напрямку дії вітру (див. рисунок А.2 і рисунок А.3);

L_e ефективна довжина навітряного схилу, визначена в таблиці А.2;

L_u фактична довжина навітряного схилу в напрямку вітрового навантаження;

L_d фактична довжина підвітряного схилу в напрямку дії вітру;

H ефективна висота перепаду висот місцевості;

x горизонтальна відстань від місця що розглядається, до найвищої точки місцевості;

z вертикальна відстань від рівня землі до місця, що розглядається.

Таблиця А.2 – Значення ефективної довжини L_e
Table A.2 – Values of the effective length L_e .

Тип схилу ($\Phi = H/L_u$) Type of slope ($\Phi = H/L_u$)	
Плоский ($0,05 < \Phi < 0,3$) Shallow ($0,05 < \Phi < 0,3$)	Крутий ($\Phi > 0,3$) Steep ($\Phi > 0,3$)
$L_e = L_u$	$L_e = H/0,3$

ПРИМІТКА. Розрахункові графіки на рисунках А.2 і А.3 мають перевищені діапазони використання у порівнянні з наведеними вище. Врахування рельєфу поза цим діапазоном не є обов'язковим.

(4) У долинах допускається встановлювати $c_o(z)$ рівним 1,0, якщо не очікується підвищення швидкості від тунельного ефекту. Для будівель, розташованих в межах долини, або для мостів, які перекривають долину, потрібно перевірити необхідність врахування підвищення швидкості вітру від тунельного ефекту.

с) For sites on upwind slopes of cliffs and escarpments:

– where $0,05 < \Phi \leq 0,3$ and $|x| \leq L_u / 2$;

д) For sites on downwind slopes of cliffs and escarpments:

– where $\Phi < 0,3$ and $x < 1,5 L_e$;

– where $\Phi \geq 0,3$ and $x < 5 H$.

It is defined by:

$$\text{для (for) } \Phi < 0,05; \quad (A.1)$$

$$\text{для (for) } 0,05 < \Phi < 0,3; \quad (A.2)$$

$$\text{для (for) } \Phi > 0,3, \quad (A.3)$$

where:

s is the orographic location factor, to be obtained from Figure A.2 or Figure A.3 scaled to the length of the effective upwind slope length, L_e

Φ is the upwind slope H/L_u in the wind direction (see Figure A.2 and Figure A.3)

L_e is the effective length of the upwind slope, defined in Table A.2

L_u is the actual length of the upwind slope in the wind direction

L_d is the actual length of the downwind slope in the wind direction

H is the effective height of the feature

x is the horizontal distance of the site from the top of the crest

z is the vertical distance from the ground level of the site.

NOTE. The calculated graphs in Figures A.2 and A.3 exceed the area of application as defined above. The consideration of orographic effects beyond these boundaries is optional.

(4) In valleys, $c_o(z)$ may be set to 1,0 if no speed up due to funnelling effects is to be expected. For structures situated within, or for bridges spanning steep-sided valleys care should be taken to account for any increase of wind speed caused by funnelling.

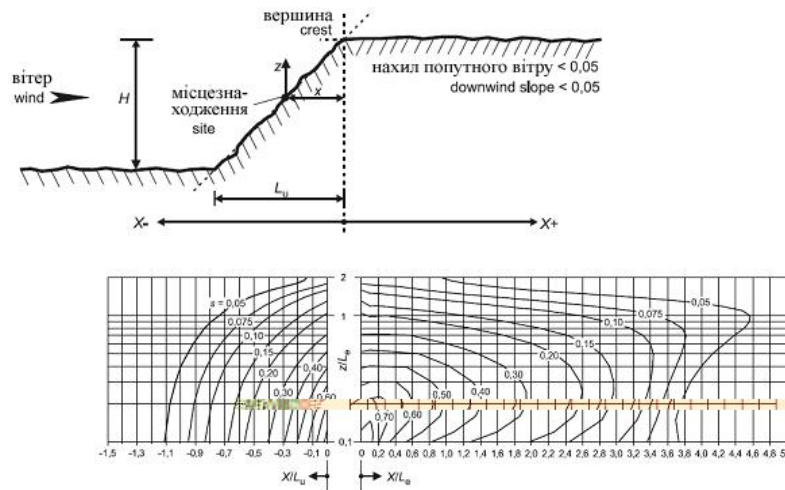


Рисунок А.2 – Коефіцієнт s для скель і схилів
Figure A.2 – Factor s for cliffs and escarpments

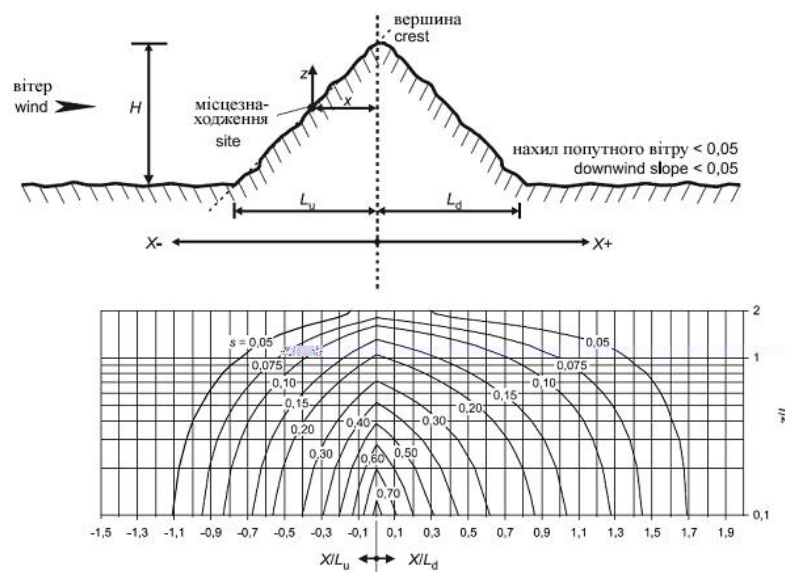


Рисунок А.3 – Коефіцієнт s для пагорбів і хребтів
Figure A.3 – Factor s for hills and ridges

(5) Формули А.4 – А.7 та А.11 використовуються для розрахунку значення місцевого коефіцієнта рельєфу, s . Оскільки ці формули емпіричні, важливо, щоб значення параметрів, які використовуються, обмежувалися встановленими діапазонами, інакше будуть отримані невірні значення.

(5) Expressions A.4 to A.7 and A.11 may be used to compute the value of orographic location factor, s . As those expressions are empirical, it is most important that values of the parameters used must be restricted to the stated ranges, otherwise invalid values will be generated.

а) Навітряна зона для будь-якого рельєфу (рисунки А.2 та А.3):

а) upwind section for all orography (Figures А.2 and А.3):

Для зон

For the ranges

$$-1,5 \leq \frac{X}{L_u} \leq 0 \text{ і } 0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

$$-1,5 \leq \frac{X}{L_u} \leq 0 \text{ and } 0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

приймається:

take:

$$s = A \cdot e^{\left(B \cdot \frac{X}{L_u} \right)}, \tag{A.4}$$

де

$$A = 0,1552 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,9115 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 1,0124; \quad (\text{A.5})$$

і

$$B = 0,3542 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,0577 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 2,6456, \quad (\text{A.6})$$

якщо

$$\frac{X}{L_u} < -1,5 \text{ або } \frac{z}{L_e} > 2,0$$

приймається:

where

when

$$\frac{X}{L_u} < -1,5 \text{ or } \frac{z}{L_e} > 2,0$$

take:

$$s = 0$$

б) Підвітряна зона для скель і схилів (рисунок А.2):

Для зон

$$0,1 \leq \frac{X}{L_e} \leq 3,5 \text{ і } 0,1 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

приймається:

б) downwind section for cliffs and escarpments (Figure A.2):

For the ranges

$$0,1 \leq \frac{X}{L_e} \leq 3,5 \text{ and } 0,1 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

take:

$$s = A \cdot \left(\log\left[\frac{X}{L_e}\right]\right)^2 + B \cdot \left(\log\left[\frac{X}{L_e}\right]\right) + C, \quad (\text{A.7})$$

де

$$A = -1,3420 \cdot \left(\log\left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^3 - 0,8222 \cdot \left(\log\left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^2 + 0,4609 \cdot \log\left[\frac{z}{L_e}\right] - 0,0791; \quad (\text{A.8})$$

$$B = -1,0196 \cdot \left(\log\left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^3 - 0,8910 \cdot \left(\log\left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^2 + 0,5343 \cdot \log\left[\frac{z}{L_e}\right] - 0,1156; \quad (\text{A.9})$$

і

$$C = 0,8030 \cdot \left(\log\left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^3 + 0,4236 \cdot \left(\log\left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^2 + 0,5738 \cdot \log\left[\frac{z}{L_e}\right] + 0,1606. \quad (\text{A.10})$$

Для зони

For the range

$$0 \leq \frac{X}{L_e} \leq 0,1,$$

інтерполяція між значеннями для

$$\frac{X}{L_e} = 0 \text{ (} s = A \text{ у формулі (A.5)) і } \frac{X}{L_e} = 0,1,$$

якщо $\frac{z}{L_e} < 0,1$ використовується значення

для $\frac{z}{L_e} = 0,1$.

interpolate between values for

$\frac{X}{L_e} = 0$ ($s = A$ in Expression (A.5)) and

$\frac{X}{L_e} = 0,1$.

when: $\frac{z}{L_e} < 0,1$ use the values for $\frac{z}{L_e} = 0,1$.

якщо $\frac{z}{L_d} > 3,5$ або $\frac{z}{L_e} > 2,0$ приймається значення $s = 0$.

when: $\frac{z}{L_d} > 3,5$ or $\frac{z}{L_e} > 2,0$ take the value $s = 0$.

с) Підвітряні зони для пагорбів і хребтів (рисунок А.3):

c) downwind section for hills and ridges (Figure A.3):

Для зон

For the ranges

$$0 \leq \frac{X}{L_d} \leq 2,0 \text{ і } 0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

$$0 \leq \frac{X}{L_d} \leq 2,0 \text{ and } 0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

приймається:

take:

$$s = A \cdot e^{\left(\frac{B \cdot X}{L_d}\right)}, \tag{A.11}$$

де:

where:

$$A = 0,1552 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,9115 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 1,0124 \tag{A.12}$$

і

and

$$B = -0,3056 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 + 1,0212 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) - 1,7637, \tag{A.13}$$

якщо

when

$$\frac{X}{L_d} > 2,0 \text{ або } \frac{z}{L_e} > 2,0$$

$$\frac{X}{L_d} > 2,0 \text{ or } \frac{z}{L_e} > 2,0$$

приймається:

take:

$$s = 0$$

ПРИМІТКА. Формули (А.5) і (А.12) однакові.

NOTE. Expressions (A.5) and (A.12) are identical.

А.4 Сусідні конструкції

A.4 Neighbouring structures

(1) Якщо будівля більш ніж вдвічі вища за середню висоту h_{ave} сусідньої конструкції, то в першому наближенні розрахунок будьяких із цих сусідніх конструкцій може ґрунтуватися на піковому значенні швидкісного напору вітру на висоті z_n ($z_e = z_n$) над землею (формула (А.14)), див. рисунок А.4.

(1) If a building is more than twice as high as the average height h_{ave} of the neighbouring structures then, as a first approximation, the design of any of those nearby structures may be based on the peak velocity pressure at height z_n ($z_e = z_n$) above ground (Expression (A.14)), see Figure A.4.

$$\begin{aligned} x \leq r : & \quad z_n = \frac{1}{2} \cdot r ; \\ r < x < 2 \cdot r : & \quad z_n = \frac{1}{2} \left(r - \left(1 - \frac{2 \cdot h_{low}}{r} \right) \cdot (x - r) \right) ; \\ x \geq 2 \cdot r : & \quad z_n = h_{low} . \end{aligned} \tag{A.14}$$

в якій радіус r :

in which the radius r is:

$$\begin{aligned} r = h_{high}, & \quad \text{якщо } h_{high} \leq 2 \cdot d_{large}; \\ r = 2 \cdot d_{large}, & \quad \text{якщо } h_{high} > 2 \cdot d_{large}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r = h_{high} & \quad \text{if } h_{high} \leq 2 \cdot d_{large} \\ r = 2 \cdot d_{large} & \quad \text{if } h_{high} > 2 \cdot d_{large} \end{aligned}$$

Конструктивна висота h_{low} , радіус r , відстань x і розміри d_{small} і d_{large} показані на рисунку А.4. Збільшення швидкості вітру може ігноруватися, коли h_{low} більша, ніж половина висоти h_{high} вищої будівлі, тобто $z_n = h_{low}$.

The structural height h_{low} , the radius r , the distance x and the dimensions d_{small} and d_{large} are illustrated in Figure A.4. Increased wind velocities can be disregarded when h_{low} is more than half the height h_{high} of the high building, i.e. $z_n = h_{low}$.

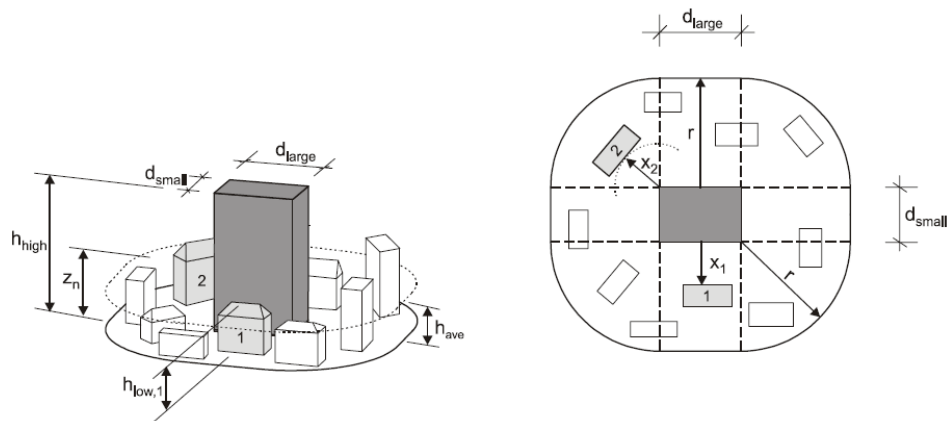


Рисунок А.4 – Вплив вищої будівлі на дві сусідні будівлі (1 і 2)
Figure A.4 – Influence of a high rise building, on two different nearby structures (1 and 2)

A.5 Висота зміщення

(1) Для будівель, розміщених на IV-му типі місцевості, щільно розташованих і в інших випадках з перешкодами, вітер поводить себе так, ніби рівень землі піднятий до висоти зміщення h_{dis} . h_{dis} може визначатися за формулою (A.15), див. рисунок А.5. Профіль максимального швидкісного напору над висотою (порівняй рисунок 4.2) можна зміщувати вгору на висоту h_{dis} .

A.5 Displacement height

(1) For buildings in terrain category IV, closely spaced buildings and other obstructions causes the wind to behave as if the ground level was raised to a displacement height, h_{dis} . h_{dis} may be determined by Expression (A.15), see Figure A.5. The profile of peak velocity pressure over height (cf. Figure 4.2) may be lifted by a height h_{dis} .

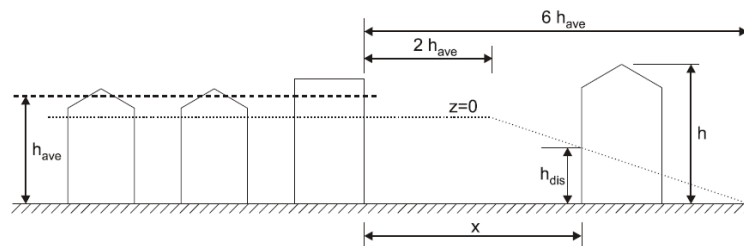


Рисунок А.5 – Висота перешкоди і відстань з навітряної сторони
Figure A.5 – Obstruction height and upwind spacing

$$\begin{aligned} x &\leq 2 \cdot h_{ave} \\ 2h_{ave} &< x < 6h_{ave} \\ x &\geq 6h_{ave} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{dis} &\text{ менша за (is the lesser of) } 0,8h_{ave} \text{ або (or) } 0,6h; \\ h_{dis} &\text{ менша за (is the lesser of) } 1,2h_{ave} - 0,2x \text{ або (or) } 0,6h; \\ h_{dis} &= 0. \end{aligned}$$

(A.15)

За відсутності більш точної інформації висота перешкоди може братися як $h_{ave} = 15$ м для IV класу місцевості.

In the absence of more accurate information the obstruction height may be taken as $h_{ave} = 15$ m for terrain category IV.

ДОДАТОК В (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) МЕТОДИКА 1 ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНОГО КОЕФІЦІЄНТА $C_s C_d$

В.1 Турбулентність вітру

(1) Масштаб турбулентності $L(z)$ визначає середнє значення пориву природних вітрів. Для висот z нижчих 200 м масштаб турбулентності може обчислюватися за формулою (В.1):

$$L(z) = L_t \left(\frac{z}{z_t} \right)^\alpha,$$

при $z \geq z_{\min}$

for $z \geq z_{\min}$

(B.1)

$$L(z) = L(z_{\min}),$$

при $z < z_{\min}$

for $z < z_{\min}$

з базовою висотою $z_t = 200$ м, базовий масштаб $L_t = 300$ м і $\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0)$, де z_0 довжина нерівності в метрах. Мінімальну висоту z_{\min} наведено у таблиці 4.1.

with a reference height of $z_t = 200$ m, a reference length scale of $L_t = 300$ m, and $\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0)$, where the roughness length z_0 is in m. The minimum height z_{\min} is given in Table 4.1.

(2) Розподіл повітряного потоку за частотами зображений безрозмірною функцією спектральної щільності $S_L(z, n)$, яку необхідно визначати за формулою (В.2):

(2) The wind distribution over frequencies is expressed by the non-dimensional power spectral density function $S_L(z, n)$, which should be determined using Expression (B.2):

$$S_L(z, n) = \frac{n \cdot S_v(z, n)}{\sigma_v^2} = \frac{6,8 \cdot f_L(z, n)}{(1 + 10,2 \cdot f_L(z, n))^{5/3}}, \quad (B.2)$$

де $S_v(z, n)$ однобічний спектр відхилень швидкості вітру і $f_L(z, n) = \frac{n \cdot L(z)}{v_m(z)}$ безроз-

where $S_v(z, n)$ is the one-sided variance spectrum, and $f_L(z, n) = \frac{n \cdot L(z)}{v_m(z)}$ is a non-dimen-

сійна частота, що визначається за $n = n_{1,x}$ власною частотою конструкції в Гц, середньою швидкістю $v_m(z)$ і масштабом турбулентності $L(z)$, який визначається за формулою (В.1). Функція безрозмірної спектральної щільності показана на рисунку В.1.

sional frequency determined by the frequency $n = n_{1,x}$, the natural frequency of the structure in Hz, by the mean velocity $v_m(z)$ and the turbulence length scale $L(z)$ defined in (B.1). The power spectral density function is illustrated in Figure B.1.

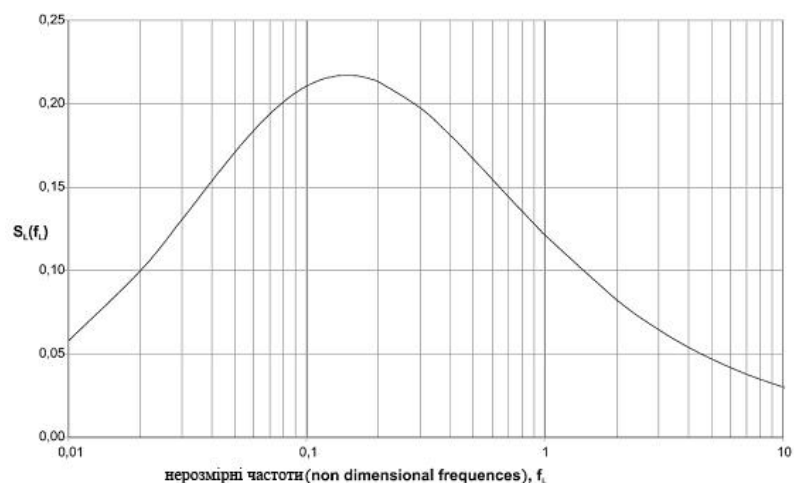


Рисунок В.1 – Функція спектральної щільності потужності $S_L(f_L)$
Figure B.1 – Power spectral density function $S_L(f_L)$

В.2 Конструктивний коефіцієнт

(1) Конструктивний коефіцієнт $c_s c_d$ визначений у 6.3.1.

(2) Фонова складова реакції B^2 враховує відсутність повної кореляції тиску на поверхню конструкції і обчислюється за формулою (В.3):

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \left(\frac{b+h}{L(z_s)} \right)^{0,63}}, \quad (\text{В.3})$$

де:

b, h – ширина і висота конструкції, див. рисунок 6.1;

$L(z_s)$ – масштаб турбулентності, наданий у В.1(1) на базовій висоті z_e , визначений на рисунку 6.1. З міркувань безпеки дозволено приймати $B^2 = 1$

(3) Коефіцієнт амплітуди k_p , який визначається як відношення максимального значення пульсаційної складової реакції до її стандартного відхилення, визначається за формулою (В.4) і показаний на рисунку В.2.

В.2 Structural factor

(1) The structural factor $c_s c_d$ is defined in 6.3.1.

(2) The background factor B^2 allowing for the lack of full correlation of the pressure on the structure surface may be calculated using Expression (B.3):

where:

b, h – is the width and height of the structure, see Figure 6.1;

$L(z_s)$ is the turbulent length scale given in B.1(1) at reference height z_e defined in Figure 6.1. It is on the safe side to use $B^2 = 1$.

(3) The peak factor k_p , defined as the ratio of the maximum value of the fluctuating part of the response to its standard deviation, should be obtained from Expression (B.4) and is shown in Figure B.2.

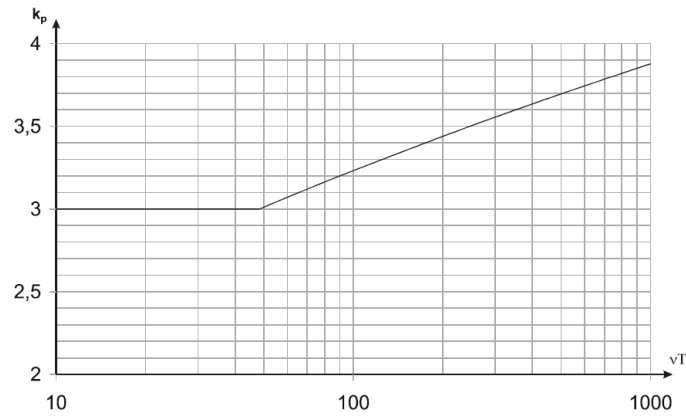


Рисунок В.2 – Коефіцієнт амплітуди

Figure B.2 – Peak factor

$$k_p = \sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)} + \frac{0,6}{\sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)}} \quad (\text{B.4})$$

або $k_p = 3$. Приймається більше значення k_p

or $k_p = 3$ whichever is larger

де:

where:

v ефективна частота, яка надана в (4);

v is the up-crossing frequency given in (4);

T період осереднення швидкості вітру, $T = 600$ секунд.

T is the averaging time for the mean wind velocity, $T = 600$ seconds.

(4) Ефективну частоту v потрібно визначати за формулою (B.5):

(4) The up-crossing frequency v should be obtained from Expression (B.5):

$$v = n_{1,x} \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}}; \quad (\text{B.5})$$

$v \geq 0,08$ Гц

$v \geq 0,08$ Hz

де $n_{1,x}$ власна частота конструкції, яка може бути визначена у Додатку F. Обмеження $v \geq 0,08$ Гц відповідає коефіцієнту амплітуди 3,0.

where $n_{1,x}$ is the natural frequency of the structure, which may be determined using Annex F. The limit of $v \geq 0,08$ Hz corresponds to a peak factor of 3,0.

(5) Резонансна складова реакції R^2 враховує резонансні коливання внаслідок турбулентності за головною формою коливань і визначається за формулою (B.6):

(5) The resonance response factor R^2 allowing for turbulence in resonance with the considered vibration mode of the structure should be determined using Expression (B.6):

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2 \cdot \delta} \cdot S_L(z_s, n_{1,x}) \cdot R_h(\eta_h) \cdot R_b(\eta_b), \quad (\text{B.6})$$

де:

where:

δ логарифмічний декремент затухання, наведений у F.5;

δ is the total logarithmic decrement of damping given in F.5;

S_L безрозмірна функція спектральної щільності, наведена у B.1(2);

S_L is the non-dimensional power spectral density function given in B.1(2);

R_h, R_b аеродинамічні передатні функції, визначені в (6).

R_h, R_b is the aerodynamic admittance functions given in (6).

(6) Аеродинамічні передатні функції R_h і R_b для головної форми коливань можуть бути наближено визначені з використанням формул (B.7) і (B.8):

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2 \cdot \eta_h^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_h}); \quad (B.7)$$

$R_h=1$ для $\eta_h = 0$

$R_h=1$ for $\eta_h = 0$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2 \cdot \eta_b^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_b}); \quad (B.8)$$

$R_b=1$ для $\eta_b = 0$

$R_b=1$ for $\eta_b = 0$

з (with): $\eta_h = \frac{4,6 \cdot h}{L(z_s)} \cdot f_L(z_s, n_{1,x})$ і (and) $\eta_b = \frac{4,6 \cdot b}{L(z_s)} \cdot f_L(z_s, n_{1,x})$.

ПРИМІТКА. Для форм коливань із додатковими вузлами треба використовувати більш детальні обчислення.

NOTE. For mode shapes with internal node points more detailed calculations should be used.

B.3 Число навантажень для динамічної реакції

B.3 Number of loads for dynamic response

(1) На рисунку B.3 показано число разів N_g , коли швидкість вітру ΔS досягається або перевищується протягом 50-ти років. ΔS є часткою S_k у відсотках, де S_k визначальна вітрова дія, з періодом у 50 років.

(1) Figure B.3 shows the number of times N_g , that the value ΔS , of an effect of the wind is reached or exceeded during a period of 50 years. ΔS is expressed as a percentage of the value S_k , where S_k is the effect due to a 50 years return period wind action.

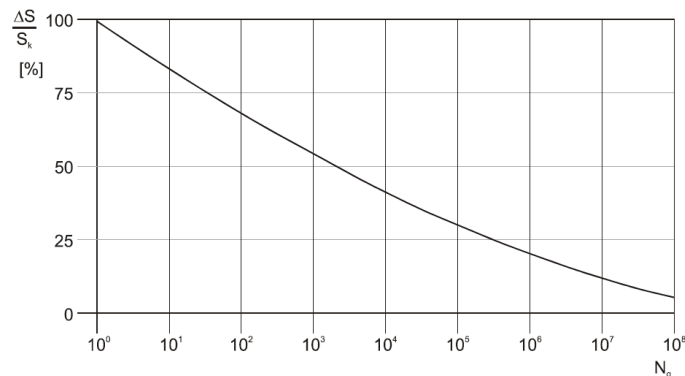


Рисунок B.3 — Число навантажень від пориву вітру N_g для впливу $\Delta S/S_k$ упродовж 50-річного періоду
Figure B.3 — Number of gust loads N_g for an effect $\Delta S/S_k$ during a 50 years period

Залежність між $\Delta S/S_k$ та N_g визначена формулою (B.9):

The relationship between $\Delta S/S_k$ and N_g is given by Expression (B.9).

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0,7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17,4 \cdot \log(N_g) + 100.$$

(B.9)

B.4 Переміщення і прискорення для оцінки експлуатаційної придатності вертикальних конструкцій

(1) Максимальне поздовжньо-вітрове переміщення визначається за еквівалентною статичною силою, яка наведена в 5.3.

(2) Стандартний відхил $\sigma_{a,x}$ характеристики поздовжньо-вітрового прискорення конструкції на висоті z слід визначати за формулою (B.10):

$$\sigma_{a,x}(z) = \frac{c_f \cdot \rho \cdot b \cdot I_v(z_s) \cdot v_m^2(z_e)}{m_{1,x}} \cdot R \cdot K_x \cdot \Phi_{1,x}(z), \quad (\text{B.10})$$

де:

c_f коефіцієнт сили, див. розділ 7;
 ρ щільність повітря, див. 4.5(1);
 b ширина конструкції, яка визначена на рисунку 6.1;
 $I_v(z_s)$ інтенсивність турбулентності на висоті $z = z_s$ над землею, див. 4.4(1);
 $v_m(z_s)$ середня швидкість вітру для $z = z_s$, див. 4.3.1(1);
 z_s базова висота, див. рисунок 6.1;
 R корінь квадратний з резонансної складової реакції, див. B.2(5);
 K_x безрозмірний коефіцієнт, наданий у формулі (B.11);
 $m_{1,x}$ еквівалентна маса в напрямку дії вітру, див. F.4(1);
 $n_{1,x}$ власна частота коливань конструкції в напрямку дії вітру; наближені визначення частоти надані в Додатку F;
 $\Phi_{1,x}(z)$ основна форма власних коливань, як перше наближення потрібно використовувати формули, які наведені в Додатку F.

(3) Безрозмірний коефіцієнт, K_x , визначається за формулою:

$$K_x = \frac{\int_0^h v_m^2(z) \cdot \Phi_{1,x}(z) dz}{v_m^2(z_s) \cdot \int_0^h \Phi_{1,x}^2(z) dz}, \quad (\text{B.11})$$

де:

h висота конструкції (див. рисунок 6.1).

ПРИМІТКА. Припускається, що $\Phi_{1,x}(z) = (z/h)^\xi$ (див. Додаток F) і $c_o(z) = 1$ (плоска місцевість, див. 4.3.3). Формула (B.11) може апроксимуватися формулою (B.12). Ця апроксимація показана на рисунку B.4.

B.4 Service displacement and accelerations for serviceability assessments of a vertical structure

(1) The maximum along-wind displacement is determined from the equivalent static wind force defined in 5.3.

(2) The standard deviation $\sigma_{a,x}$ of the characteristic along-wind acceleration of the structural point at height z should be obtained using Expression (B.10):

where:

c_f is the force coefficient, see Section 7;
 ρ is the air density, see 4.5(1);
 b is the width of the structure, defined in Figure 6.1;
 $I_v(z_s)$ is the turbulence intensity at the height $z = z_s$ above ground, see 4.4(1);
 $v_m(z_s)$ is the mean wind velocity for $z = z_s$, see 4.3.1(1);
 z_s is the reference height, see Figure 6.1;
 R is the square root of resonant response, see B.2(5);
 K_x is the non-dimensional coefficient, given by Expression (B.11);
 $m_{1,x}$ is the along wind fundamental equivalent mass, see F.4(1);
 $n_{1,x}$ is the fundamental frequency of along wind vibration of the structure; approximations are given in Annex F;
 $\Phi_{1,x}(z)$ is the fundamental along wind modal shape, as a first approximation the expressions given in Annex F may be used.

(3) The non dimensional coefficient, K_x , is defined by:

where:

h is the height of the structure (see Figure 6.1).

NOTE. Assuming $\Phi_{1,x}(z) = (z/h)^\xi$ (see Annex F) and $c_o(z) = 1$ (flat terrain, see 4.3.3), Expression (B.11) can be approximated by Expression (B.12). This approximation is shown in Figure B.4.

$$K_x = \frac{(2 \cdot \zeta + 1) \cdot \left\{ (\zeta + 1) \cdot \left[\ln \left(\frac{z_s}{z_0} \right) + 0.5 \right] - 1 \right\}}{(\zeta + 1)^2 \cdot \ln \left(\frac{z_s}{z_0} \right)}, \quad (\text{B.12})$$

де:

z_0 довжина нерівності (таблиця 4.1);
 ζ показник ступеня форми коливань
(див. Додаток F).

where:

z_0 is the roughness length (Table 4.1);
 ζ is the exponent of the mode shape (see Annex F).

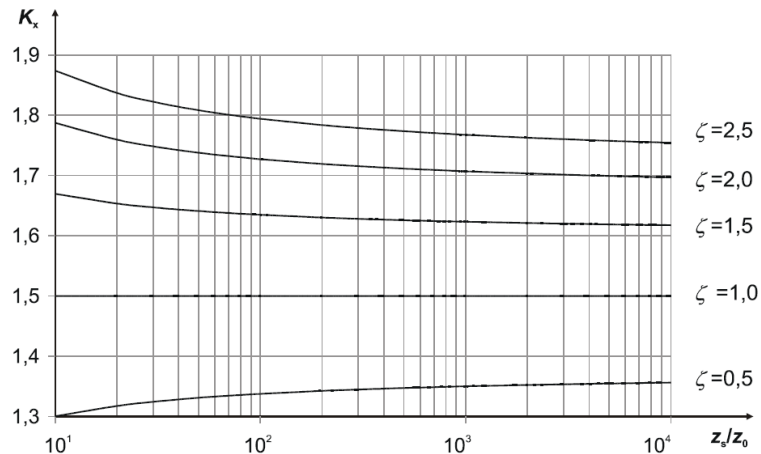


Рисунок В.4 – Приблизні значення безрозмірного коефіцієнта K_x , відповідно до формули (B.12)

Figure B.4 – Approximation of the non dimensional coefficient, K_x according to Expression (B.12)

(4) Характеристичні амплітудні значення прискорення визначаються множенням стандартного відхилення в (2) на коефіцієнт амплітуди за В.2(3) з використанням власної частоти коливань, тобто і.е. $v = n_{1,x}$.

(4) The characteristic peak accelerations are obtained by multiplying the standard deviation in (2) by the peak factor in B.2(3) using the natural frequency as upcrossing frequency, i.e. $v = n_{1,x}$.

ДОДАТОК С (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) МЕТОДИКА 2 ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНОГО КОЕФІЦІЄНТА $C_s C_d$

С.1 Турбулентність вітру

(1) Турбулентність потрібно розглядати відповідно до В.1.

С.2 Конструктивний коефіцієнт

(1) Конструктивний коефіцієнт $c_s c_d$ визначений у 6.3.1.

(2) Фонова складова реакції B^2 враховується при відсутності повної кореляції тиску на поверхню конструкції і може обчислюватися з використанням формули (С.1):

$$B^2 = \frac{1}{1 + \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{b}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{h}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{b}{L(z_s)} \cdot \frac{h}{L(z_s)}\right)^2}}, \quad (\text{C.1})$$

де:

b, h ширина і висота конструкції, див. рисунок 6.1;

$L(z_s)$ масштаб турбулентності, наданий в В.1(1) на базовій висоті z_s , визначений на рисунку 6.1.

З міркувань безпеки можна використовувати $B^2 = 1$.

(3) Коефіцієнт амплітуди k_p визначається за В.2 (3).

(4) Резонансна складова реакції R^2 враховує резонансні коливання внаслідок турбулентності за головною формою коливань і визначається за формулою (С.2):

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2 \cdot \delta} \cdot S_L(z_s, n_{1,x}) \cdot K_s(n_{1,x}), \quad (\text{C.2})$$

де:

δ логарифмічний декремент затухання відповідно до Додатка F;

S_L безрозмірна функція спектральної щільності, надана в В.1(2);

$n_{1,x}$ власна частота коливань конструкції яка визначається з Додатка F;

K_s коефіцієнт редукції, який наданий в (5).

ANNEX C (INFORMATIVE) PROCEDURE 2 FOR DETERMINING STRUCTURAL FACTOR $C_s C_d$

C.1 Wind turbulence

(1) The turbulence should be considered in accordance with B.1.

C.2 Structural factor

(1) The structural factor $c_s c_d$ is defined in 6.3.1.

(2) The background factor B^2 allowing for the lack of full correlation of the pressure on the structure surface may be calculated using Expression (C.1):

where:

b, h is the width and height of the structure, see Figure 6.1;

$L(z_s)$ is the turbulent length scale given in B.1(1) at reference height z_s defined in Figure 6.1.

It is on the safe side to use $B^2 = 1$.

(3) The peak factor k_p , should be obtained from B.2 (3).

(4) The resonance response factor R^2 allowing for turbulence in resonance with the considered vibration mode of the structure should be determined using Expression (C.2):

where:

δ is the total logarithmic decrement of damping given in Annex F;

S_L is the wind power spectral density function given in B.1(2);

$n_{1,x}$ is the natural frequency of the structure, which may be determined using Annex F

K_s is the size reduction function given in (5).

(5) Коефіцієнт редукції K_s може бути наближено визначений за формулою (C.3):

(5) The size reduction function K_s may be approximated by Expression (C.3):

$$K_s(n) = \frac{1}{1 + \sqrt{(G_y \cdot \phi_y)^2 + (G_z \cdot \phi_z)^2 + \left(\frac{2}{\pi} \cdot G_y \cdot \phi_y \cdot G_z \cdot \phi_z\right)^2}} \quad (C.3)$$

$$\phi_y = \frac{c_y \cdot b \cdot n}{v_m(z_s)} \quad \phi_z = \frac{c_z \cdot b \cdot n}{v_m(z_s)}$$

Константи G_y і G_z залежать від форми коливань уздовж горизонтальної осі y і вертикальної осі z , відповідно. Обидві постійні затухання c_y і c_z рівні 11,5.

The constants G_y and G_z depend on the mode shape variation along the horizontal y -axis and vertical z -axis, respectively. The decay constants c_y and c_z are both equal to 11,5.

(6) Константа G , яка входить до (5), і константа K , яка використовується для обчислення прискорень, надані у таблиці C.1.

(6) The constant G introduced in (5) and the constant K used to calculate accelerations, are shown in Table C.1.

Таблиця C.1 – G і K як функція форми коливань
Table C.1 – G and K as a function of mode shape

Форма коливань Mode shape	Однорідна Uniform	Лінійна Linear	Параболічна Parabolic	Синусоїдальна Sinusoidal
G:	1/2	3/8	5/18	$4/\pi^2$
K:	1	3/2	5/3	$4/\pi$

ПРИМІТКА 1. Для будівель із однорідною горизонтальною формою коливань і лінійною вертикальною формою коливань $\Phi(y,z) = z/h$, $G_y = 1/2$, $G_z = 3/8$, $K_y = 1$ та $K_z = 3/2$.
NOTE 1. For buildings with a uniform horizontal mode shape variation and a linear vertical mode shape variation $\Phi(y,z) = z/h$, $G_y = 1/2$, $G_z = 3/8$, $K_y = 1$ and $K_z = 3/2$.
NOTE 2. For chimneys with a uniform horizontal mode shape variation and a parabolic vertical mode shape variation $\Phi(y,z) = z^2/h^2$, $G_y = 1/2$, $G_z = 5/18$, $K_y = 1$ and $K_z = 5/3$.
ПРИМІТКА 2. Для витяжних труб із горизонтальною формою коливань і з параболічною вертикальною формою коливань $\Phi(y,z) = z^2/h^2$, $G_y = 1/2$, $G_z = 5/18$, $K_y = 1$ та $K_z = 5/3$.
ПРИМІТКА 3. Для мостів з синусоїдальною горизонтальною формою коливань $\Phi(y,z) = \sin(\pi \cdot y/b)$, $G_y = 4/\pi^2$, $G_z = 1/2$, $K_y = 4/\pi$ та $K_z = 1$.
NOTE 3. For bridges with a sinusoidal horizontal mode shape variation $\Phi(y,z) = \sin(\pi \cdot y/b)$, $G_y = 4/\pi^2$, $G_z = 1/2$, $K_y = 4/\pi$ and $K_z = 1$.

C.3 Число циклів навантажень для динамічної реакції

C.3 Number of loads for dynamic response

(1) Число навантажень потрібно визначати за B.3.

(1) The number of loads should be obtained from B.3.

C.4 Переміщення і прискорення для оцінки експлуатаційної придатності

C.4 Service displacement and accelerations for serviceability assessments

(1) Максимальне поздовжнє переміщення за напрямом вітру – це статичне переміщення від еквівалентної статичної сили вітру, яка визначена у 5.2.

(1) The maximum along-wind displacement is the static displacement determined from the equivalent static wind force defined in 5.2.

(2) Стандартний відхил $\sigma_{a,x}$ поздовжнього прискорення за напрямом вітру точки конструкції з координатами (y,z) наближено визначається за формулою (C.4):

(2) The standard deviation $\sigma_{a,x}$ of the characteristic along-wind acceleration of the structural point with coordinates (y,z) is approximately given by Expression (C.4):

$$\sigma_{a,x}(y,z) = c_f \cdot \rho \cdot I_v(z_s) \cdot v_m^2(z_s) \cdot R \cdot \frac{K_y \cdot K_z \cdot \Phi(y,z)}{\mu_{ref} \cdot \Phi_{max}}, \quad (C.4)$$

де:

c_f коефіцієнт сили, див. розділ 7;
 ρ щільність повітря, див. 4.5;
 $I_v(z_s)$ інтенсивність турбулентності на висоті z_s над землею, див. 4.4(1);
 $v_m(z_s)$ характеристична середня швидкість вітру на висоті z_s , див. 4.3.1(1);
 R корінь квадратний з резонансної складової реакції, див. C.2(4);
 K_y, K_z константи, надані у C.2(6);
 μ_{ref} приведена маса на одиницю площі, див. F.5(3);
 $\Phi(y,z)$ форма коливань;
 Φ_{max} значення форми коливань у точці з максимальною амплітудою.

(3) Характеристичні амплітудні значення прискорення визначаються множенням стандартного відхилення в (2) на коефіцієнт амплітуди за B.2(3) з використанням власної частоти коливань, тобто і.е. $v = n_{1,x}$.

where:

c_f is the force coefficient, see Section 7;
 ρ is the air density, see 4.5;
 $I_v(z_s)$ is the turbulence intensity at height z_s above ground, see 4.4(1);
 $v_m(z_s)$ is the characteristic mean wind velocity at height z_s , see 4.3.1(1);
 R is the square root of the resonant response, see C.2(4);
 K_y, K_z is the constants given in C.2(6);
 μ_{ref} is the reference mass per unit area, see F.5(3);
 $\Phi(y,z)$ is the mode shape;
 Φ_{max} is the mode shape value at the point with maximum amplitude.

(3) The characteristic peak accelerations are obtained by multiplying the standard deviation in (2) by the peak factor in B.2 (3) using the natural frequency as upcrossing frequency, i.e. $v = n_{1,x}$.

ДОДАТОК D (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ЗНАЧЕННЯ $c_s c_d$ ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ СПОРУД

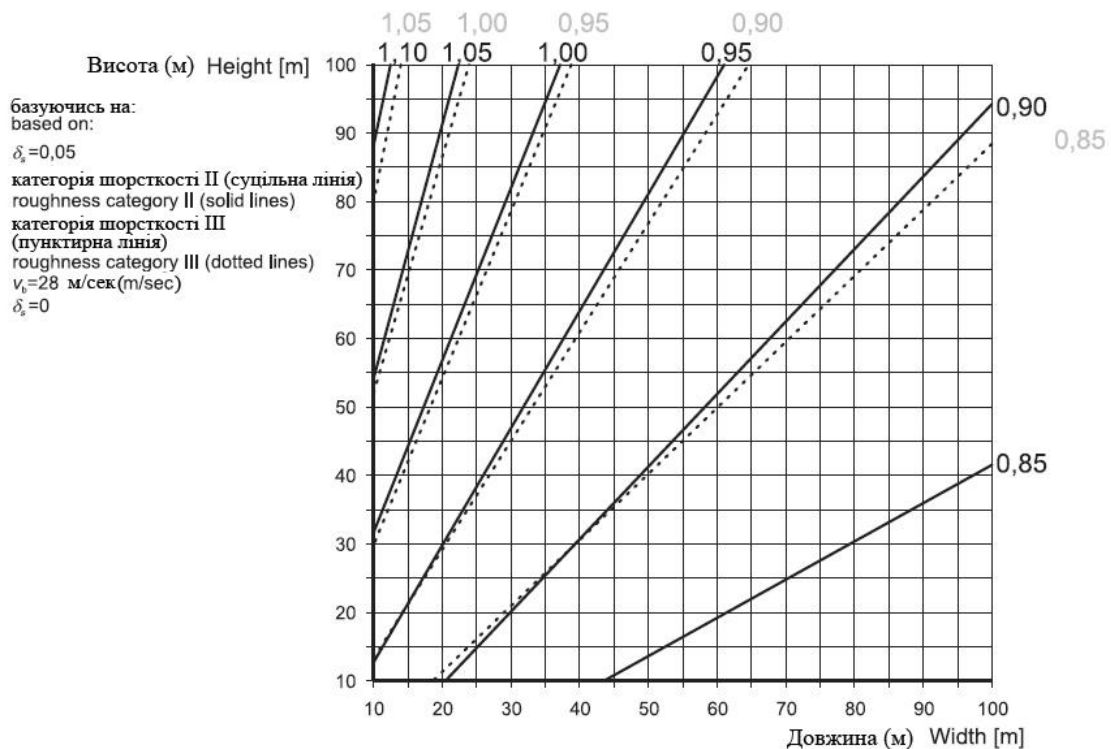
ANNEX D (INFORMATIVE) $c_s c_d$ VALUES FOR DIFFERENT TYPES OF STRUCTURES

(1) Власні частоти та форми коливань конструкцій, представлених у цьому додатку, отримані лінійним аналізом або оцінюванням з використанням формул, наведених у Додатку F.

(1) The natural frequencies and mode shapes of the structures presented in this annex are derived from linear analysis or estimated using the expressions given in Annex F.

$c_s c_d$ для багатоповерхових сталевих будівель

$c_s c_d$ for multistorey steel buildings



Базується на:

$\delta_s = 0,05$;
типу місцевості II (суцільна лінія);
типу місцевості III (пунктирна лінія);
 $v_b = 28$ м/сек;
 $\delta_s = 0$.

based on:

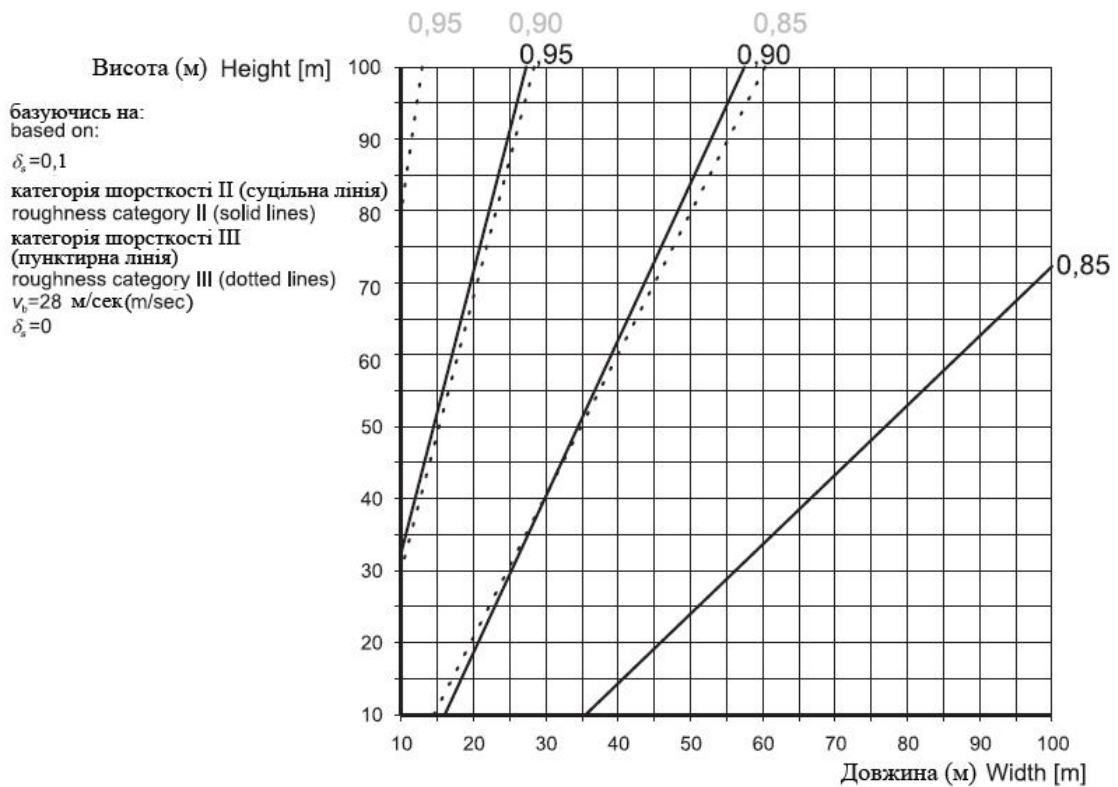
$\delta_s = 0,05$;
roughness category II (solid lines);
roughness category III (dotted lines);
 $v_b = 28$ м/сек;
 $\delta_s = 0$.

ПРИМІТКА. Для значень, які перевищують значення 1,1, дозволяється застосовувати детальну методику, наведену в 6.3 (допустиме мінімальне значення $c_s c_d = 0,85$).

NOTE. For values exceeding 1,1 the detailed procedure given in 6.3 may be applied (approved minimum value of $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.1 – $c_s c_d$ для багатоповерхових сталевих будівель прямокутних у плані з вертикальними зовнішніми стінами, з рівномірним розподілом жорсткості та маси (частота відповідно до формули (F.2))

Figure D.1 – $c_s c_d$ for multistorey steel buildings with rectangular ground plan and vertical external walls, with regular distribution of stiffness and mass (frequency according to Expression (F.2))



Базується на:

$\delta_s = 0,1$

типу місцевості II (суцільна лінія);

типу місцевості III (пунктирна лінія);

$v_b = 28$ м/сек;

$\delta_s = 0$.

ПРИМІТКА. Для значень, які перевищують значення 1,1, дозволяється застосовувати детальну методику, наведену в 6.3 (допустиме мінімальне значення $c_s c_d = 0,85$).

based on:

$\delta_s = 0,1$;

roughness category II (solid lines);

roughness category III (dotted lines);

$v_b = 28$ m/sec;

$\delta_s = 0$.

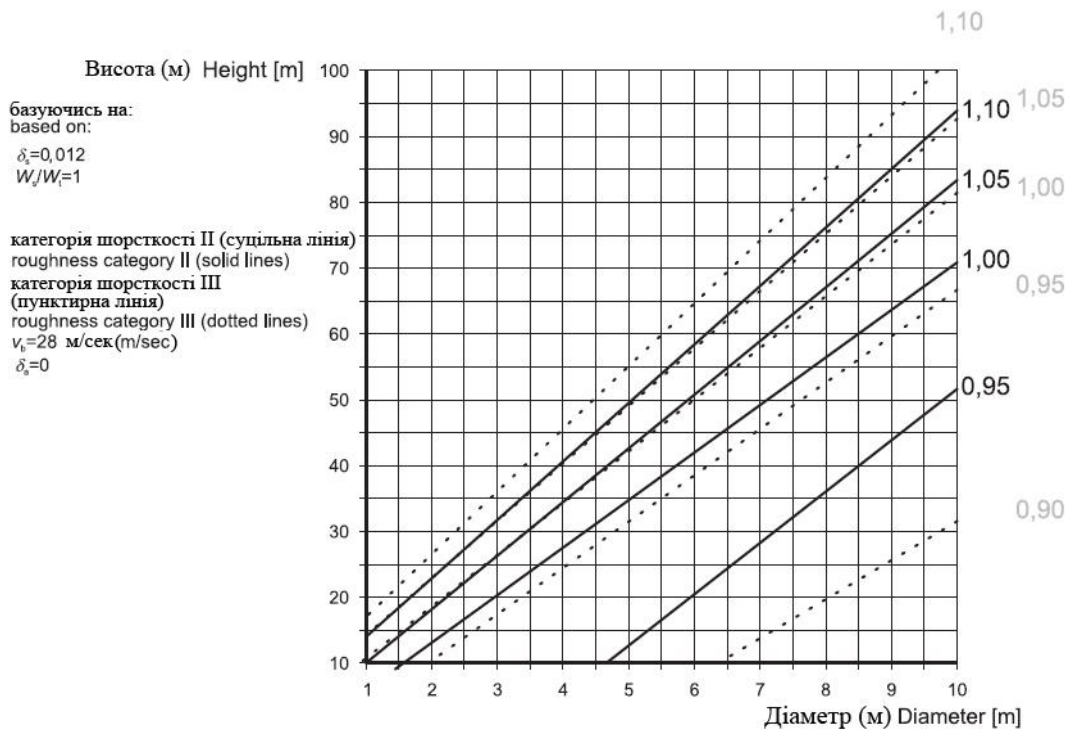
NOTE. For values exceeding 1,1 the detailed procedure given in 6.3 may be applied (approved minimum value of $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.2 – $c_s c_d$ для багатоповерхових бетонних будівель прямокутних у плані з вертикальними зовнішніми стінами, з рівномірним розподілом жорсткості та маси (частота відповідно до формули (F.2))

Figure D.2 – $c_s c_d$ for multistorey concrete buildings with rectangular ground plan and vertical external walls, with regular distribution of stiffness and mass (frequency according to Expression (F.2))

$c_s c_d$ для сталевих витяжних труб без футурування

$c_s c_d$ for steel chimneys without liners



Базується на:

$\delta_s = 0,012$;

$W_s/W_t = 1$;

типу місцевості II (суцільна лінія);

типу місцевості III (пунктирна лінія);

$v_b = 28$ м/сек;

$\delta_a = 0$.

based on:

$\delta_s = 0,012$;

$W_s/W_t = 1$;

roughness category II (solid lines);

roughness category III (dotted lines);

$v_b = 28$ m/sec;

$\delta_a = 0$.

ПРИМІТКА. Для значень, які перевищують значення 1,1, дозволяється застосовувати детальну методику, наведену в 6.3 (допустиме мінімальне значення $c_s c_d = 0,85$).

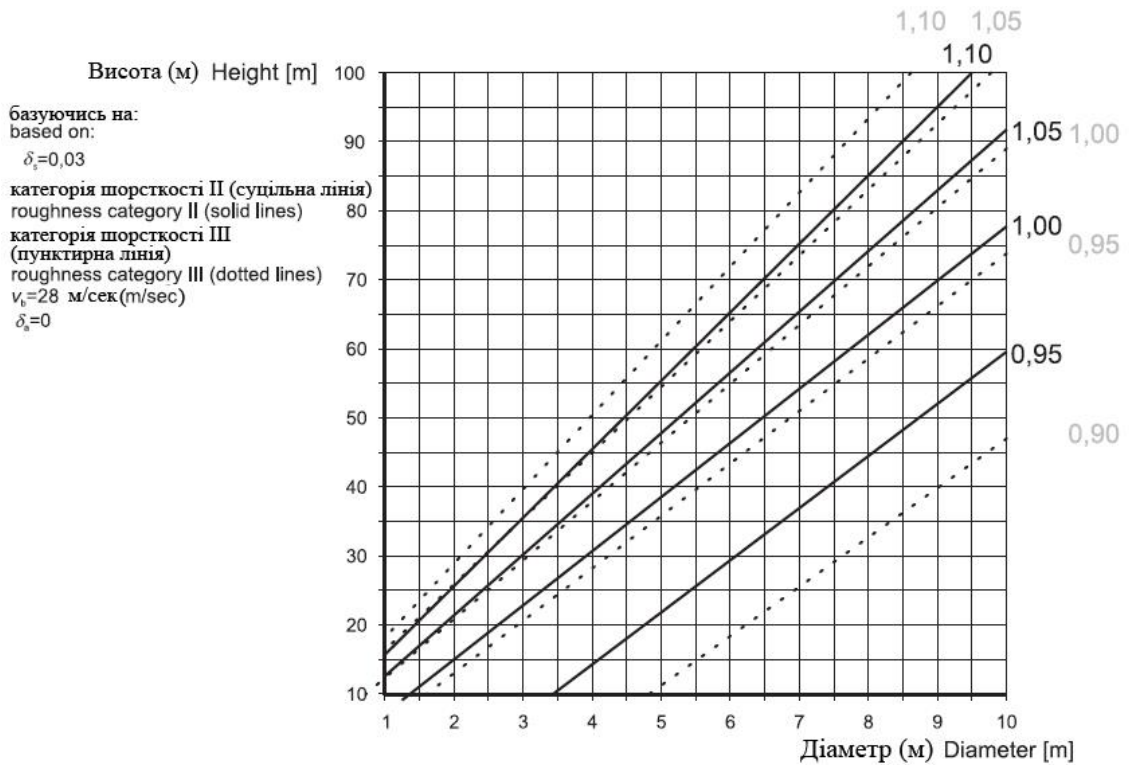
NOTE. For values exceeding 1,1 the detailed procedure given in 6.3 may be applied (approved minimum value of $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.3 – $c_s c_d$ для сталевих витяжних труб без футурування (частота коливань відповідно до формули (F.3), при $\epsilon \square_1 = 1000$ і $W_s/W_t = 1,0$)

Figure D.3 – $c_s c_d$ for steel chimneys without liners (frequency according to Expression (F.3), with $\epsilon \square_1 = 1000$ and $W_s/W_t = 1,0$)

$c_s c_d$ для бетонних витяжних труб без футурування

$c_s c_d$ for concrete chimneys without liners



Базується на:

$\delta_s = 0,03$;

типу місцевості II (суцільна лінія);

типу місцевості III (пунктирна лінія);

$v_b = 28$ m/sec;

$\delta_a = 0$.

based on:

$\delta_s = 0,03$;

roughness category II (solid lines);

roughness category III (dotted lines);

$v_b = 28$ m/sec;

$\delta_a = 0$.

ПРИМІТКА. Для значень, які перевищують значення 1,1, дозволяється застосовувати детальну методику, наведену в 6.3 (допустиме мінімальне значення $c_s c_d = 0,85$).

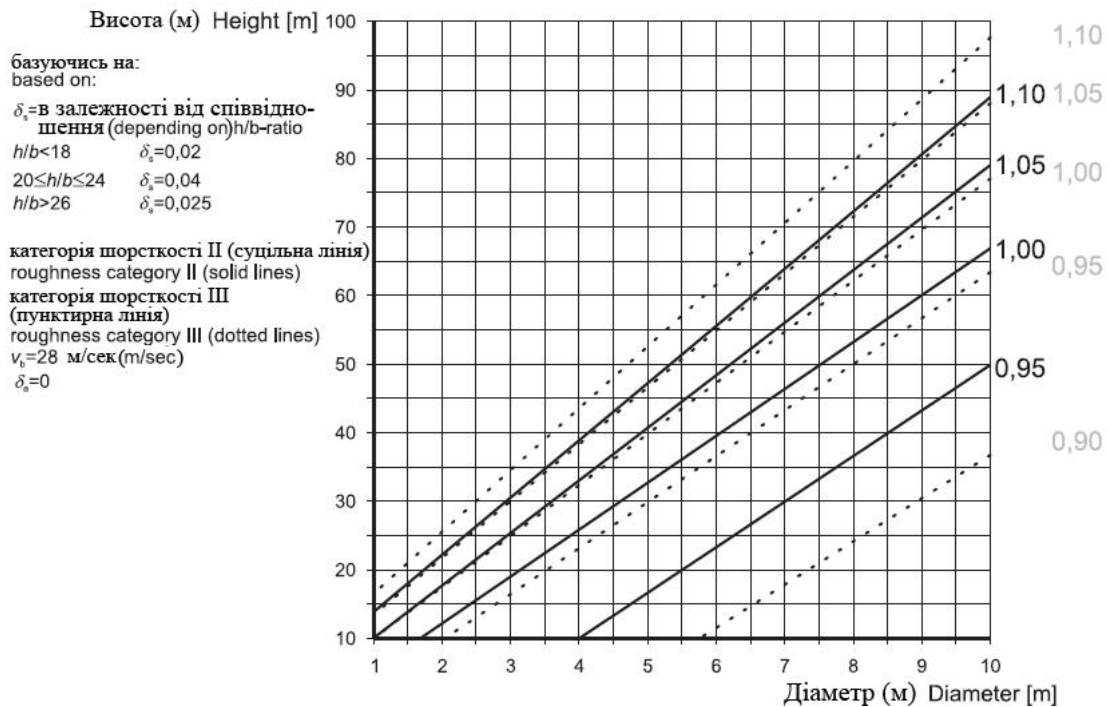
NOTE. For values exceeding 1,1 the detailed procedure given in 6.3 may be applied (approved minimum value of $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.4 – $c_s c_d$ для бетонних витяжних труб без футурування (частота коливань відповідно до формули (F.3), при $\varepsilon_1 = 700$ і $W_s/W_t = 1,0$)

Figure D.4 – $c_s c_d$ for concrete chimneys without liners (frequency according to Expression (F.3), with $\varepsilon_1 = 700$ and $W_s/W_t = 1,0$)

$c_s c_d$ для сталевих витяжних труб із футуруванням

$c_s c_d$ for steel chimneys with liners



Базується на:

δ_s = залежить від відношення h/b;

$h/b < 18$ $\delta_s = 0,02$;

$20 \leq h/b \leq 24$ $\delta_s = 0,04$;

$h/b > 26$ $\delta_s = 0,025$;

типу місцевості II (суцільна лінія);

типу нерівності місцевості III (пунктирна лінія);

$v_b = 28$ m/sec;

$\delta_a = 0$.

ПРИМІТКА. Для значень, які перевищують значення 1,1, дозволяється застосовувати детальну методику, наведену в 6.3 (допустиме мінімальне значення $c_s c_d = 0,85$).

based on:

δ_s = depending on h/b – ratio;

$h/b < 18$ $\delta_s = 0,02$;

$20 \leq h/b \leq 24$ $\delta_s = 0,04$;

$h/b > 26$ $\delta_s = 0,025$;

roughness category II (solid lines);

roughness category III (dotted lines);

$v_b = 28$ m/sec;

$\delta_a = 0$.

NOTE. For values exceeding 1,1 the detailed procedure given in 6.3 may be applied (approved minimum value of $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.5 – $c_s c_d$ для сталевих витяжних труб із футуруванням і різними значеннями δ_s відповідно до таблиці F.2 (частота коливань відповідно до формули (F.3), при $\varepsilon_1 = 1000$ і $W_s/W_t = 0,5$)
Figure D.5 – $c_s c_d$ for steel chimneys with liners and different values of δ_s according to Table F.2 (frequency according to Expression (F.3), with $\varepsilon_1 = 1000$ and $W_s/W_t = 0,5$)

ДОДАТОК Е (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ВИХРОВЕ ЗБУДЖЕННЯ ТА АЕРОПРУЖНА НЕСТІЙКІСТЬ

Е.1 Вихрове збудження

Е.1.1 Загальні положення

(1) Вихрове збудження виникає, якщо вихори з'являються по чергово на протилежних сторонах конструкції. В результаті цього виникає навантаження, перпендикулярне до напрямку вітрового навантаження. Коливання конструкції може виникнути, якщо частота вихрових збуджень співпадає з власною частотою конструкції, що можливо за умови, що швидкість вітру дорівнює критичній швидкості вітру, визначеної в Е.1.3.1. Зазвичай, критична швидкість вітру виникає часто і викликає втому, тому кількість циклів навантажень, пов'язаних із цим, може стати значною.

(2) Реакція від вихрових збуджень складатиметься з коливань у широкому діапазоні частот, які існують завжди і не залежать від переміщень конструкції, та вузькочастотної частини реакції, що виникає під впливом вихорів, які викликаються переміщеннями конструкції.

ПРИМІТКА 1. Широкий діапазон реакцій зазвичай важливий для залізобетонних конструкцій і масивних сталевих конструкцій.

ПРИМІТКА 2. Вузький діапазон реакцій зазвичай важливий для легких металевих конструкцій.

Е.1.2 Критерії для вихрового збудження

(1) Ефект вихрового збудження потрібно враховувати, якщо відношення максимального розміру конструкції до мінімального в площині, нормальній до напрямку вітрового навантаження, перевищує 6.

(2) Вплив вихрового збудження не потрібно враховувати у разі коли

$$V_{crit,i} > 1,25 \cdot v_m,$$

де:

$V_{crit,i}$ критична швидкість вітру для i -ї форми коливань, як визначено в Е.1.3.1;

ANNEX E (INFORMATIVE) VORTEX SHEDDING AND AEROELASTIC INSTABILITIES

E.1 Vortex shedding

E.1.1 General

(1) Vortex-shedding occurs when vortices are shed alternately from opposite sides of the structure. This gives rise to a fluctuating load perpendicular to the wind direction. Structural vibrations may occur if the frequency of vortex-shedding is the same as a natural frequency of the structure. This condition occurs when the wind velocity is equal to the critical wind velocity defined in E.1.3.1. Typically, the critical wind velocity is a frequent wind velocity indicating that fatigue, and thereby the number of load cycles, may become relevant.

(2) The response induced by vortex shedding is composed of broad-banded response that occurs whether or not the structure is moving, and narrow-banded response originating from motion-induced wind load.

NOTE 1. Broad-banded response is normally most important for reinforced concrete structures and heavy steel structures.

NOTE 2. Narrow-banded response is normally most important for light steel structures.

E.1.2 Criteria for vortex shedding

(1) The effect of vortex shedding should be investigated when the ratio of the largest to the smallest crosswind dimension of the structure, both taken in the plane perpendicular to the wind, exceeds 6.

(2) The effect of vortex shedding need not to be investigated when

where:

$V_{crit,i}$ is the critical wind velocity for mode i , as defined in E.1.3.1;

v_m — характеристична 10-ти хвилинна швидкість вітру визначена в 4.3.1(1) в зоні поперечного перерізу виникнення вихрового збудження (див. Рисунок Е.3).

v_m is the characteristic 10 minutes mean wind velocity specified in 4.3.1(1) at the cross section where vortex shedding occurs (see Figure E.3).

Е.1.3 Базові параметри вітрового збудження

Е.1.3 Basic parameters for vortex shedding

Е.1.3.1 Критична швидкість вітру $v_{crit,i}$

Е.1.3.1 Critical wind velocity $v_{crit,i}$

(1) Критична швидкість вітру для i -ї форми коливань визначена як швидкість вітру, при якій частота вихрових збуджень дорівнює власній частоті конструкції або конструктивного елемента і визначається за формулою (Е.2):

(1) The critical wind velocity for bending vibration mode i is defined as the wind velocity at which the frequency of vortex shedding equals a natural frequency of the structure or a structural element and is given in Expression (E.2).

$$v_{crit,i} = \frac{b \cdot n_{i,y}}{St}, \quad (E.2)$$

де:

where:

b — базова ширина поперечного перерізу в зоні вихрового збудження, в якій виникає максимальне відхилення розмірів конструкції або конструктивного елемента, що розглядається; для кругових циліндрів за базову ширину приймається зовнішній діаметр;
 $n_{i,y}$ — власна частота i -ї форми коливань у площині, нормальній до напрямку дії вітру; наближення для $n_{i,y}$ наведені в F.2;
 St — число Струхалія, визначене в Е.1.3.2.

b is the reference width of the cross-section at which resonant vortex shedding occurs and where the modal deflection is maximum for the structure or structural part considered; for circular cylinders the reference width is the outer diameter
 $n_{i,y}$ is the natural frequency of the considered flexural mode i of cross-wind vibration; approximations for $n_{i,y}$ are given in F.2
 St — Strouhal number as defined in E.1.3.2.

(2) Критична швидкість вітру для еліптичної форми коливань перерізу циліндричних оболонок визначена як швидкість вітру, при якій частота коливань вихрового збудження вдвічі більша за власну частоту коливань i -ї еліптичної форми циліндричної оболонки і визначається за формулою (Е.3):

(2) The critical wind velocity for ovaling vibration mode i of cylindrical shells is defined as the wind velocity at which two times of the frequency of vortex shedding equals a natural frequency of the ovaling mode i of the cylindrical shell and is given in Expression (E.3).

$$v_{crit,i} = \frac{b \cdot n_{i,o}}{2 \cdot St}, \quad (E.3)$$

де:

where:

b — зовнішній діаметр оболонки;
 St — число Струхалія, визначене в Е.1.3.2;
 $n_{i,o}$ — власна частота i -ї еліптичної форми оболонки.

b is the outer shell diameter;
 St is the Strouhal number as defined in E.1.3.2;
 $n_{i,o}$ is the natural frequency of the ovaling mode i of the shell;

ПРИМІТКА 1. Для оболонок без кілець жорсткості n_0 надані в F.2(3).

NOTE 1. For shells without stiffening rings n_0 is given in F.2(3).

ПРИМІТКА 2. Методика обчислення еліптичних коливань не наведена в Додатку Е.

NOTE 2. Procedures to calculate ovaling vibrations are not covered in Annex E.

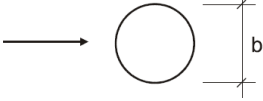
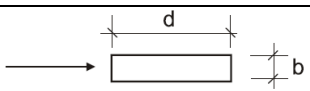
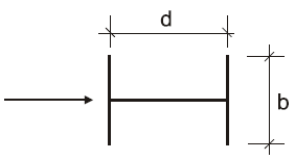
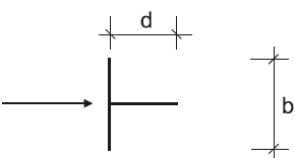
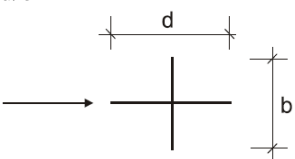
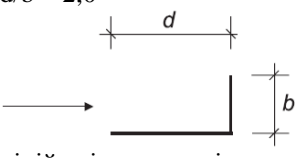
Е.1.3.2 Число Струхала St

Число Струхала St для різних поперечних перерізів можна визначити за таблицею Е.1.

Е.1.3.2 Strouhal number St

The Strouhal number St for different cross-sections may be taken from Table E.1.

Таблиця Е.1 – Число Струхала St для різних поперечних перерізів
Table E.1 – Strouhal numbers St for different cross-sections

Поперечний переріз Cross-section	St
 <p>Для всіх чисел Рейнольдса for all Re-numbers</p>	0,18
 <p>$0,5 \leq d/b \leq 10$</p>	з Рисунку Е.1 from Figure E.1
<p>$d/b = 1$ $d/b = 1,5$ $d/b = 2$</p>  <p>лінійна інтерполяція linear interpolation</p>	0,11 0,10 0,14
<p>$d/b = 1$ $d/b = 2$</p>  <p>лінійна інтерполяція linear interpolation</p>	0,13 0,08
<p>$d/b = 1$ $d/b = 2$</p>  <p>лінійна інтерполяція linear interpolation</p>	0,16 0,12
<p>$d/b = 1,3$ $d/b = 2,0$</p>  <p>лінійна інтерполяція linear interpolation</p>	0,11 0,07
<p>ПРИМІТКА. Екстраполяція чисел Струхала як функції d/b не дозволяється NOTE. Extrapolations for Strouhal numbers as function of d/b are not allowed.</p>	

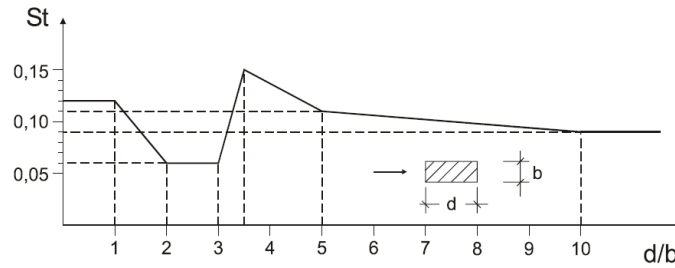


Рисунок Е.1 – Число Струхалія (St) для прямокутних поперечних перерізів з гострими кутами
Figure E.1 – Strouhal number (St) for rectangular cross-sections with sharp corners

Е.1.3.3 Число Скрутона Sc

(1) Чутливість до коливань залежить від демпфірування конструкції і відношення маси конструкції до маси середовища, що її обтікає. Це відношення визначається як число Скрутона (Е.4):

$$Sc = \frac{2 \cdot \delta_s \cdot m_{i,e}}{\rho \cdot b^2}, \quad (E.4)$$

де:

δ_s демпфірування конструкції, виражене логарифмічним декрементом;

ρ щільність повітря в умовах вихрового збудження;

$m_{i,e}$ еквівалентна маса m_e на одиницю довжини для i -ї форми, як визначено в Е.4(1);

b базова ширина поперечного перерізу в зоні виникнення резонансного вихрового збудження.

ПРИМІТКА. Значення щільності повітря ρ може надаватися в Національному Додатку. Рекомендоване значення $1,25 \text{ кг/м}^3$.

Е.1.3.4 Число Рейнольдса Re

(1) Для кругових циліндрів навантаження від вихрового збудження залежить від числа Рейнольдса Re при критичній швидкості вітру $v_{crit,i}$. Число Рейнольдса визначається за формулою (Е.5):

$$Re(v_{crit,i}) = \frac{b \cdot v_{crit,i}}{\nu}, \quad (E.5)$$

де:

b зовнішній діаметр кругового циліндра;

ν кінематична в'язкість повітря ($\nu \approx 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$);

$v_{crit,i}$ критична швидкість вітру, див. Е.1.3.1.

Е.1.3.3 Scruton number Sc

(1) The susceptibility of vibrations depends on the structural damping and the ratio of structural mass to fluid mass. This is expressed by the Scruton number Sc, which is given in Expression (E.4).

where:

δ_s is the structural damping expressed by the logarithmic decrement;

ρ is the air density under vortex shedding conditions;

$m_{i,e}$ is the equivalent mass m_e per unit length for mode i as defined in E.4(1);

b is the reference width of the cross-section at which resonant vortex shedding occurs.

NOTE. The value of the air density ρ may be given in the National Annex. The recommended value is $1,25 \text{ kg/m}^3$.

Е.1.3.4 Reynolds number Re

(1) The vortex shedding action on a circular cylinder depends on the Reynolds number Re at the critical wind velocity $v_{crit,i}$. The Reynolds number is given in Expression (E.5).

where:

b is the outer diameter of the circular cylinder;

ν is the kinematic viscosity of the air ($\nu \approx 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$);

$v_{crit,i}$ is the critical wind velocity, see E.1.3.1.

E.1.4 Вплив вихороутворення

(1) Ефект від коливань, спричинених вихороутворенням, потрібно визначати з урахуванням інерції системи. Сила інерції на одиницю довжини $F_w(s)$, яка діє перпендикулярно до напрямку вітру в точці s конструкції, визначається за формулою (E.6):

$$F_w(s) = m(s) \cdot (2 \cdot \pi \cdot n_{i,y})^2 \cdot \Phi_{i,y}(s) \cdot y_{F,max}, \quad (E.6)$$

де:

$m(s)$ маса конструкції, що коливається, на одиницю довжини [кг/м];

$n_{i,y}$ власна частота конструкції;

$\Phi_{i,y}(s)$ форма коливань конструкції, нормалізована до одиниці в точці з максимальним переміщенням;

$y_{F,max}$ максимальне переміщення в часі точки з $\Phi_{i,y}(s)$, що дорівнює 1, див. E.1.5.

E.1.5 Розрахунок амплітуди поперечної до напрямку вітру

E.1.5.1 Загальні положення

(1) Два різних підходи для розрахунку амплітуд поперечних до вітрового навантаження викликаних вихором, надаються в E.1.5.2 та E.1.5.3.

ПРИМІТКА 1. Вибір підходу до розрахунку або альтернативної методики розрахунку може визначатися Національним додатком.

ПРИМІТКА 2. Безпосереднє порівняння підходів, запропонованих у E.1.5.2 та E.1.5.3, неможливе тому, що деякі з вхідних параметрів вибрані для різних умов навколишнього середовища. Національний додаток може визначити галузь застосування для кожного з цих запропонованих підходів.

ПРИМІТКА 3. Не дозволяється змішування підходів E.1.5.2 та E.1.5.3, крім тих випадків, які конкретно обумовлені у тексті.

(2) Підхід, наведений у E.1.5.2, може використовувати для різних видів конструкцій і форм коливань. Він містить ефекти турбулентності та нерівності місцевості, може використовуватися для нормальних кліматичних умов.

E.1.4 Vortex shedding action

(1) The effect of vibrations induced by vortex shedding should be calculated from the effect of the inertia force per unit length $F_w(s)$, acting perpendicular to the wind direction at location s on the structure and given in Expression (E.6).

where:

$m(s)$ is the vibrating mass of the structure per unit length [kg/m];

$n_{i,y}$ is the natural frequency of the structure;

$\Phi_{i,y}(s)$ is the mode shape of the structure normalised to 1 at the point with the maximum displacement;

$y_{F,max}$ is the maximum displacement over time of the point with $\Phi_{i,y}(s)$ equal to 1, see E.1.5.

E.1.5 Calculation of the cross wind amplitude

E.1.5.1 General

(1) Two different approaches for calculating the vortex excited cross-wind amplitudes are given in E.1.5.2 and E.1.5.3.

NOTE 1. The choice of calculation approach or alternative calculation procedures may be specified in the National Annex.

NOTE 2. A direct comparison of the approaches proposed in E.1.5.2 and E.1.5.3 is not possible because some of the input parameters are chosen for different environmental conditions. The National Annex may define the range of application for each of the approaches proposed.

NOTE 3. Mixing of the approaches E.1.5.2 and E.1.5.3 is not allowed, except if it is specifically stated in the text.

(2) The approach given in E.1.5.2 can be used for various kind of structures and mode shapes. It includes turbulence and roughness effects and it may be used for normal climatic conditions.

(3) Підхід, наведений у Е.1.5.2, може використовуватися для розрахунку реакції при коливаннях за першою формою консольних конструкцій при рівномірному розподілі бічного вітру вздовж головної осі конструкції. Зазвичай охоплює конструкції витяжних труб чи щогл. Він не може застосовуватися для згрупованих, лінійно розміщених або зв'язаних циліндрів. Цей підхід дозволяється для розгляду різних інтенсивностей турбулентності, які можуть змінюватися в залежності від метеорологічних умов. Підхід, наведений у Е.1.5.3, може використовуватися для областей, де внаслідок сильного холоду можлива стратифікація потоку (наприклад у прибережних областях Північної Європи).

ПРИМІТКА. Національний Додаток може наводити області, де можлива стратифікація потоку. Для цих областей підхід 2 в Е.1.5.3 більш сприятливий, і Національний додаток може визначати сприятливі вхідні параметри (такі як K_a або інтенсивність турбулентності), які треба використовувати при цьому підході.

Е.1.5.2 Підхід 1 для розрахунку амплітуд коливань поперечних до напрямку вітру

Е.1.5.2.1 Розрахунок переміщень

Найбільше переміщення $y_{F,max}$ розраховується за формулою (Е.7).

$$\frac{y_{F,max}}{b} = \frac{1}{St^2} \cdot \frac{1}{Sc} \cdot K \cdot K_w \cdot c_{lat}, \quad (E.7)$$

де:

St число Струхаля, визначене згідно з таблицею Е.1;

Sc число Скрутна, визначене в Е.1.3.3;

K_w коефіцієнт ефективної довжини кореляції, надається в Е.1.5.2.4;

K коефіцієнт форми коливань, надається в Е.1.5.2.5;

c_{lat} коефіцієнт поперечної сили, надається в таблиці Е.2.

ПРИМІТКА. Аеропружні сили враховуються коефіцієнтом ефективної довжини кореляції K_w .

(3) The approach given in E.1.5.3 may be used to calculate the response for vibrations in the first mode of cantilevered structures with a regular distribution of cross wind dimensions along the main axis of the structure. Typically structures covered are chimneys or masts. It cannot be applied for grouped or in-line arrangements and for coupled cylinders. This approach allows for the consideration of different turbulence intensities, which may differ due to meteorological conditions. For regions where it is likely that it may become very cold and stratified flow conditions may occur (e.g. in coastal areas in Northern Europe), approach E.1.5.3 may be used.

NOTE. The National Annex may give the regions where very cold and stratified flow conditions may occur. For these regions the approach 2 in E.1.5.3 is more appropriate, and the National Annex may define appropriate input parameters (like K_a or turbulence intensity) which should be used in this approach.

Е.1.5.2 Approach 1 for the calculation of the cross wind amplitudes

Е.1.5.2.1 Calculation of displacements

The largest displacement $y_{F,max}$ can be calculated using Expression (E.7).

where:

St is the Strouhal number given in Table E.1;

Sc is the Scruton number given in E.1.3.3;

K_w is the effective correlation length factor given in E.1.5.2.4;

K is the mode shape factor given in E.1.5.2.5;

c_{lat} is the lateral force coefficient given in Table E.2.

NOTE. The aeroelastic forces are taken into account by the effective correlation length factor K_w .

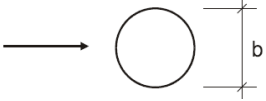
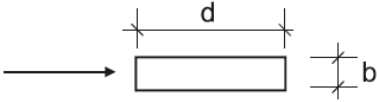
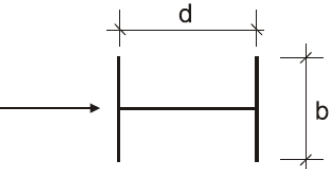
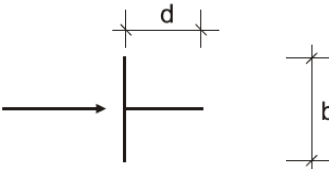
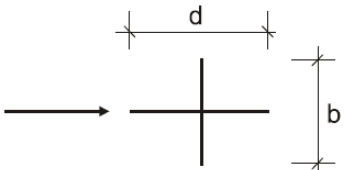
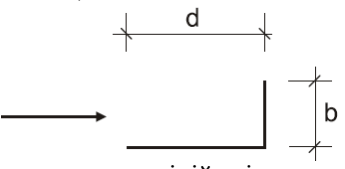
E.1.5.2.2 Коефіцієнт поперечної сили c_{lat}

E.1.5.2.2 Lateral force coefficient c_{lat}

(1) Основне значення $c_{lat,0}$ коефіцієнта поперечної сили надається в таблиці E.2.

(1) The basic value, $c_{lat,0}$, of the lateral force coefficient is given in Table E.2.

Таблиця E.2 – Основне значення коефіцієнта поперечної сили $c_{lat,0}$ для різних поперечних перерізів
Table E.2 – Basic value of the lateral force coefficient $c_{lat,0}$ for different cross-sections

Поперечний переріз Cross-section	$c_{lat,0}$
 для всіх чисел Рейнольда (for all Re-numbers)	З рисунка E.2 from Figure E.2
 $0,5 \leq d/b \leq 10$	1,1
 $d/b = 1$ $d/b = 1,5$ $d/b = 2$ дозволяється лінійна інтерполяція (linear interpolation)	0,8 1,2 0,3
 $d/b = 1$ $d/b = 2$ дозволяється лінійна інтерполяція (linear interpolation)	1,6 2,3
$d/b = 1$ $d/b = 2$  дозволяється лінійна інтерполяція (linear interpolation)	1,4 1,1
$d/b = 1,3$ $d/b = 2,0$  дозволяється лінійна інтерполяція (linear interpolation)	0,8 1,0
ПРИМІТКА. Екстраполяція для коефіцієнта поперечної сили як функції d/b не дозволяється NOTE. Extrapolations for lateral force coefficients as function of d/b are not allowed.	

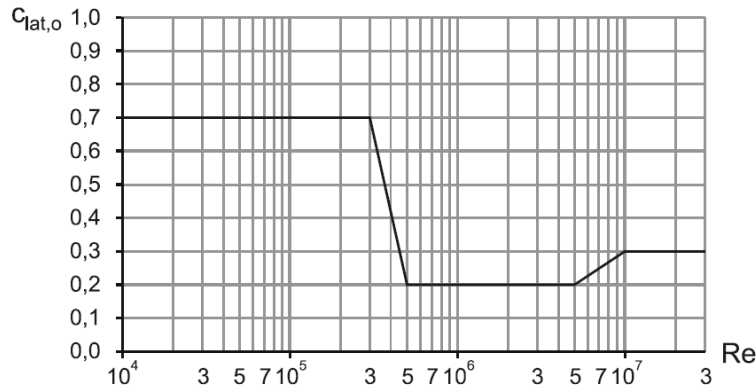


Рисунок Е.2 – Базове значення аеродинамічного коефіцієнта збудження $c_{lat,0}$ залежно від числа Рейнольда $Re(v_{crit,i})$ для кругових циліндрів, див. Е.1.3.4

Figure E.2 – Basic value of the aerodynamic exciting force coefficient $c_{lat,0}$ versus Reynolds number $Re(v_{crit,i})$ for circular cylinders, see E.1.3.4

(2) Коефіцієнт поперечної сили c_{lat} наданий в таблиці Е.3.

(2) The lateral force coefficient, c_{lat} , is given in Table E.3.

Таблиця Е.3 – Коефіцієнт поперечної сили c_{lat} від співвідношення критичної швидкості вітру, $v_{crit,i}/v_{m,Lj}$
Table E.3 – Lateral force coefficient c_{lat} versus critical wind velocity ratio, $v_{crit,i}/v_{m,Lj}$

Відношення критичної швидкості вітру Critical wind velocity ratio	c_{lat}
$\frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \leq 0,83$	$c_{lat} = c_{lat,0}$
$0,83 \leq \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \leq 1,25$	$c_{lat} = \left(3 - 2,4 \cdot \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \right) \cdot c_{lat,0}$
$1,25 \leq \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}}$	$c_{lat} = 0$

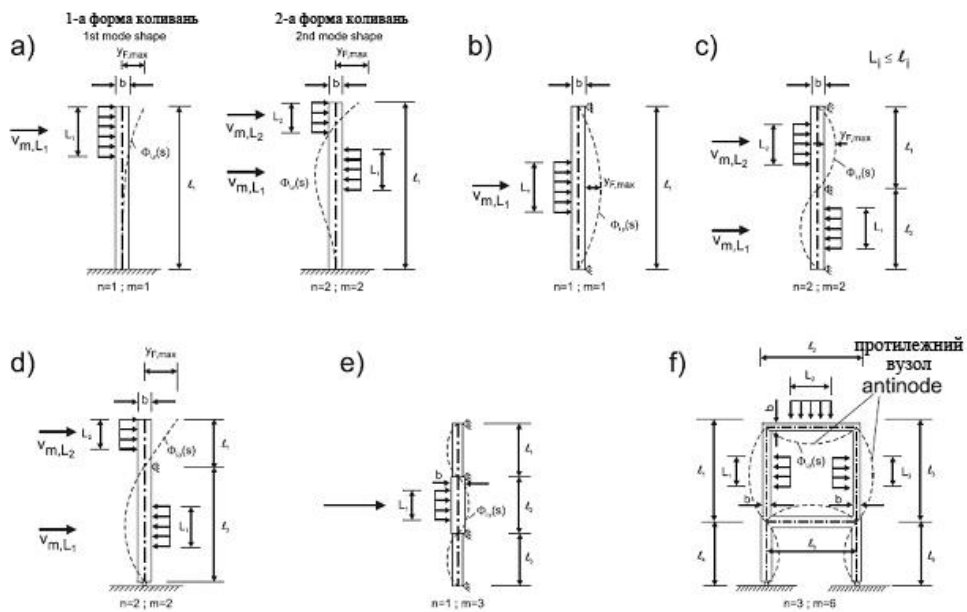
де (where):
 $c_{lat,0}$ основне значення c_{lat} , як представлено у таблиці Е.2, і для кругових циліндрів, на рисунку Е.2 (basic value of c_{lat} as given in Table E.2 and, for circular cylinders, in Figure E.2);
 $v_{crit,i}$ критична швидкість вітру (див. формулу (Е.1)) (critical wind velocity (see Expression (E.1)));
 $v_{m,Lj}$ середня швидкість вітру (див. 4.2) в центрі ефективної довжини кореляції, як це визначено на рисунку Е.3 (mean wind velocity (see 4.2) in the centre of the effective correlation length as defined in Figure E.3).

Е.1.5.2.3 Довжина кореляції L

(1) Зону кореляції довжиною L_j потрібно розташовувати в області пучності коливань. Приклади наведені на рисунку Е.3. Для щогл і багатопрогонових мостів потрібні особливі рекомендації.

Е.1.5.2.3 Correlation length L

(1) The correlation length L_j , should be positioned in the range of antinodes. Examples are given in Figure E.3. For guyed masts and continuous multispan bridges special advice is necessary.



ПРИМІТКА. При використанні декількох зон кореляції, з міркувань безпеки слід брати найбільше значення c_{lat} .

NOTE. If more than one correlation length is shown, it is safe to use them simultaneously, and the highest value of c_{lat} should be used.

Рисунок Е.3 – Приклади використання кореляційної довжини L_j ($j = 1, 2, 3$)
Figure E.3 – Examples for application of the correlation length L_j ($j = 1, 2, 3$)

Таблиця Е.4 – Ефективна довжина зони кореляції L_j як функція амплітуди коливань $y_F(s_j)$
Table E.4 – Effective correlation length L_j as a function of vibration amplitude $y_F(s_j)$

$y_F(s_j)/b$	L_j / b
$< 0,1$	6
0,1 to 0,6	$4,8 + 12 \cdot \frac{y_F(s_j)}{b}$
$> 0,6$	12

E.1.5.2.4 Коефіцієнт ефективної довжини зони кореляції K_w

E.1.5.2.4 Effective correlation length factor K_w

(1) Коефіцієнт ефективної довжини зони кореляції, K_w , визначається за формулою (Е.8).

(1) The effective correlation length factor, K_w , is given in Expression (E.8).

$$K_w = \frac{\sum_{j=1}^n \int_{L_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds}{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds} \leq 0,6, \quad (E.8)$$

де:

- $\Phi_{i,y}$ i -та форма коливань (див. F.3);
- L_j довжина зони кореляції;
- l_j довжина конструкції між двома вузлами (див. рисунок Е.3); для консольних конструкцій вона дорівнює висоті конструкції;
- n кількість зон, де відбувається збудження вихору в один і той же час (див. рисунок Е.3);
- m число пучностей у формі коливань $\Phi_{i,y}$, яка розглядається;
- s координата, визначена в таблиці Е.5.

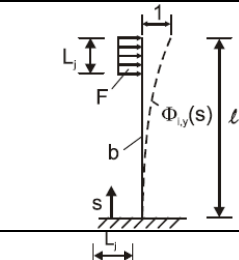
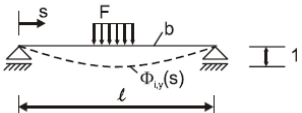
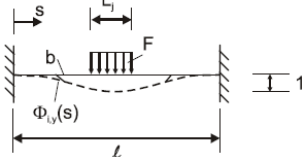
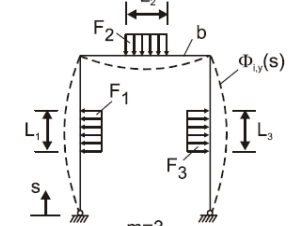
where:

- $\Phi_{i,y}$ is the mode shape i (see F.3);
- L_j is the correlation length;
- l_j is the length of the structure between two nodes (see Figure E.3); for cantilevered structures it is equal to the height of the structure;
- n is the number of regions where vortex excitation occurs at the same time (see Figure E.3);
- m is the number of antinodes of the vibrating structure in the considered mode shape $\Phi_{i,y}$;
- s is the coordinate defined in Table E.5.

(2) Коефіцієнт ефективної довжини зони кореляції K_w для простих конструкцій, які коливаються за основною формою у площині, поперечній до напрямку вітру і на які діє сила збудження, наведена в таблиці E.5, припускається визначати за формулами, наданими в таблиці E.5.

(2) For some simple structures vibrating in the fundamental cross-wind mode and with the exciting force indicated in Table E.5 the effective correlation length factor K_w can be approximated by the expressions given in Table E.5.

Таблиця E.5 – Коефіцієнт ефективної довжини зони кореляції K_w і коефіцієнт форми коливань K для деяких простих конструкцій
Table E.5 – Correlation length factor K_w and mode shape factor K for some simple structures

Конструкція Structure	Форма коливань mode shape $\Phi_{i,y}(s)$	K_w	K
	див. F.3 $\zeta = 2,0$ $n = 1; m = 1$ see F.3 with $\zeta = 2,0$ $n = 1; m = 1$	$3 \cdot \frac{L_j/b}{\lambda} \cdot \left[1 - \frac{L_j/b}{\lambda} + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{L_j/b}{\lambda} \right)^2 \right]$	0,13
	див. таблицю F.1 $n = 1; m = 1$ see Table F.1 $n = 1; m = 1$	$\cos \left[\frac{\pi}{2} \cdot \left(1 - \frac{L_j/b}{\lambda} \right) \right]$	0,10
	див. таблицю F.1 $n = 1; m = 1$ see Table F.1 $n = 1; m = 1$	$\frac{L_j/b}{\lambda} + \frac{1}{\pi} \cdot \sin \left[\pi \cdot \left(1 - \frac{L_j/b}{\lambda} \right) \right]$	0,11
	модальний аналіз modal analysis $n = 3$ $m = 3$	$\frac{\sum_{i=1}^n \int_{L_j} \Phi_{i,y}(s) ds}{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} \Phi_{i,y}(s) ds}$	0,10

ПРИМІТКА 1. Форма коливань, $\Phi_{i,y}(s)$, приймається за F.3. Параметри n і m визначаються за формулою (E.7) і за рисунком E.3.
 NOTE 1. The mode shape, $\Phi_{i,y}(s)$, is taken from F.3. The parameters n and m are defined in Expression (E.7) and in Figure E.3.
 ПРИМІТКА 2. $\lambda = l/b$.
 NOTE 2. $\lambda = l/b$.

E.1.5.2.5 Коефіцієнт форми коливань

E.1.5.2.5 Mode shape factor

(1) Коефіцієнт форми коливань K визначається за формулою (E.9).

(1) The mode shape factor K is given in Expression (E.9).

$$K = \frac{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds}{4 \cdot \pi \cdot \sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}^2(s)| ds}, \quad (E.9)$$

де:

m задається в Е.1.5.2.4(1);

$\Phi_{i,y}(s)$ i -та форма поперечних коливань (див. F.3);

l_j довжина конструкції між двома вузлами (див. рисунок Е.3).

(2) Коефіцієнт форми коливань для простих конструкцій, які коливаються у площині, поперечній до напрямку вітру, наведений у таблиці Е.5.

Е.1.5.2.6 Кількість циклів навантажень

(1) Кількість циклів навантажень N , спричинених коливаннями від вихорів, визначається за формулою (Е.10).

$$N = 2 \cdot T \cdot n_y \cdot \epsilon_0 \cdot \left(\frac{v_{crit}}{v_0} \right)^2 \cdot \exp \left(- \left(\frac{v_{crit}}{v_0} \right)^2 \right), \quad (E.10)$$

де:

n_y власна частота поперечних коливань [Гц]. Приблизні значення для n_y надаються у Додатку F;

v_{crit} критична швидкість вітру [м/с], наводиться в Е.1.3.1;

v_0 кратне $\sqrt{2}$ найбільш можливе значення (модальна величина) розподілу ймовірностей Вейбула середньої швидкості вітру [м/с], див. примітку 2;

T термін служби у секундах, який дорівнює $3,2 \cdot 10^7$, помноженому на очікуваний термін служби у роках;

ϵ_0 коефіцієнт ширини смуги частот, який описує ширину діапазону швидкостей вітру, які викликають вихор, див. примітку 3.

ПРИМІТКА 1. Національний Додаток може визначати мінімальне значення N . Рекомендоване значення $N \geq 10^4$.

ПРИМІТКА 2. Значення v_0 може братися як 20 % від характеристичної середньої швидкості вітру, як це визначено в 4.3.1(1), на висоті поперечного перерізу, де відбувається вихороутворення.

ПРИМІТКА 3. Коефіцієнт розширення смуги частот ϵ_0 може бути між значеннями 0,1-0,3. Може братися як $\epsilon_0 = 0,3$.

where:

m is the defined in E.1.5.2.4(1);

$\Phi_{i,y}(s)$ is the cross-wind mode shape i (see F.3);

l_j is the length of the structure between two nodes (see Figure E.3).

(2) For some simple structures vibrating in the fundamental cross-wind mode the mode shape factor is given in Table E.5.

Е.1.5.2.6 Number of load cycles

(1) The number of load cycles N caused by vortex excited oscillation is given by Expression (E.10).

where:

n_y is the natural frequency of cross-wind mode [Hz]. Approximations for n_y are given in Annex F;

v_{crit} is the critical wind velocity [m/s] given in E.1.3.1;

v_0 is $\sqrt{2}$ times the modal value of the Weibull probability distribution assumed for the wind velocity [m/s], see Note 2;

T is the life time in seconds, which is equal to $3,2 \cdot 10^7$ multiplied by the expected lifetime in years;

ϵ_0 is the bandwidth factor describing the band of wind velocities with vortex-induced vibrations, see Note 3.

NOTE 1. The National Annex may specify the minimum value of N . The recommended value is $N \geq 10^4$.

NOTE 2. The value v_0 can be taken as 20% of the characteristic mean wind velocity as specified in 4.3.1(1) at the height of the cross section where vortex shedding occurs.

NOTE 3. The bandwidth factor ϵ_0 can be between 0,1-0,3. It may be taken as $\epsilon_0 = 0,3$.

E.1.5.2.7 Резонансне вихрове збудження вертикальних циліндрів, розміщених у ряд або згрупованих

E.1.5.2.7 Vortex resonance of vertical cylinders in a row or grouped arrangement

(1) Для кругових циліндрів, розміщених у ряд або згрупованих, з'єднаних або не з'єднаних (див. рисунок Е.4) вихор може викликати коливання.

(1) For circular cylinders in a row or grouped arrangement with or without coupling (see Figure E.4) vortex excited vibrations may occur.

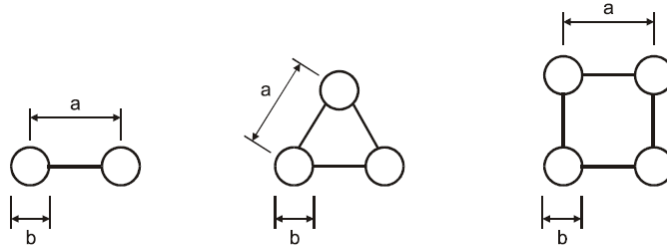


Рисунок Е.4 – Лінійне і згруповане розміщення циліндрів
Figure E.4 – In-line and grouped arrangements of cylinders

(2) Максимальні відхилення при коливаннях визначаються за формулою (Е.7) і методикою розрахунку, наведеного в Е.1.5.2, зі змінами, наданими у формулах (Е.11) та (Е.12).

(2) The maximum deflections of oscillation can be estimated by Expression (E.7) and the calculation procedure given in E.1.5.2 with the modifications given in (E.11) and (E.12).

Для циліндрів, розміщених у ряд без з'єднання:

For in-line, free standing circular cylinders without coupling:

$$c_{lat} = 1,5 \cdot c_{lat(single)}$$

$$\text{для (for) } 1 \leq \frac{a}{b} \leq 10;$$

$$c_{lat} = c_{lat(single)}$$

$$\text{для (for) } \frac{a}{b} \geq 15;$$

лінійна інтерполяція (linear interpolation)

$$\text{для (for) } 10 < \frac{a}{b} \leq 15; \quad (E.11)$$

$$St = 0,1 + 0,085 \cdot \log\left(\frac{a}{b}\right)$$

$$\text{для (for) } 1 < \frac{a}{b} \leq 9;$$

$$St = 0,18$$

$$\text{для (for) } \frac{a}{b} > 9,$$

де:

where:

$c_{lat(single)} = c_{lat}$ згідно з таблицею Е.3.

$c_{lat(single)} = c_{lat}$ as given in Table E.3;

Для з'єднаних циліндрів:

For coupled cylinders:

$$c_{lat} = K_{iv} \cdot c_{lat(single)} \quad \text{для (for) } 1,0 \leq \frac{a}{b} \leq 3,0, \quad (E.12)$$

де:

where:

K_{iv} коефіцієнт інтерференції для вихорорутворення (таблиця Е.8);

K_{iv} is the interference factor for vortex shedding (Table E.8);

St Число Струхала згідно з таблицею Е.8;

St is the Strouhal number, given in Table E.8;

Sc Число Скрутона згідно з таблицею Е.8;

Sc is the Scruton number, given in Table E.8;

Для з'єднаних циліндрів з $a/d > 3,0$ рекомендується спеціальне дослідження.

ПРИМІТКА. Коефіцієнт $1,5 \cdot c_{lat}$ – грубе наближення. Це наближення розглядається як консервативне.

Е.1.5.3 Підхід 2 до розрахунку амплітуд коливань, поперечних до напрямку вітру

(1) Характеристичне максимальне переміщення в точці з найбільшим переміщенням надається формулою (Е.13).

$$y_{max} = \sigma_y \cdot k_p, \quad (E.13)$$

де:

σ_y стандартний відхил переміщення, див. (2);

k_p коефіцієнт амплітуди, див. (6).

(2) Стандартний відхил σ_y переміщення, віднесеного до ширини b в точці з найбільшим відхиленням ($\Phi = 1$), розраховується за формулою (Е.14).

$$\frac{\sigma_y}{b} = \frac{1}{St^2} \cdot \frac{C_c}{\sqrt{\frac{Sc}{4 \cdot \pi} - K_a \cdot \left(1 - \left(\frac{\sigma_y}{b \cdot a_L}\right)^2\right)}} \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot b^2}{m_e}} \cdot \sqrt{\frac{b}{h}}, \quad (E.14)$$

де:

C_c аеродинамічна константа, що залежить від форми поперечного перерізу і для кругового циліндра також залежить від числа Рейнольдса, як визначено в Е.1.3.4(1); наводиться в таблиці Е.6;

K_a коефіцієнт аеродинамічного затухання, наведений у Е.1.5.3(4);

a_L нормована гранична амплітуда, яка визначає переміщення конструкції з дуже незначним затуханням; наведена в таблиці Е.6;

St Число Струхаля згідно з таблицею Е.1.6.2

ρ щільність повітря в умовах вихоротворення, див. примітку 1;

m_e ефективна маса на одиницю довжини, наводиться в F.4(1);

h, b висота і ширина конструкції. Для конструкцій із змінною шириною використовується ширина в точці з найбільшим переміщенням.

ПРИМІТКА 1. Значення ρ може визначатися Національним Додатком. Рекомендоване значення $1,25 \text{ кг/м}^3$.

For coupled cylinders with $a/d > 3,0$ specialist advice is recommended.

NOTE. The factor $1,5 \cdot c_{lat}$ is a rough approximation. It is expected to be conservative.

Е.1.5.3 Approach 2, for the calculation of the cross wind amplitudes

(1) The characteristic maximum displacement at the point with the largest movement is given in Expression (E.13).

where:

σ_y is the standard deviation of the displacement, see (2);

k_p is the peak factor, see (6).

(2) The standard deviation σ_y of the displacement related to the width b at the point with the largest deflection ($\Phi = 1$) can be calculated by using Expression (E.14).

where:

C_c is the aerodynamic constant dependent on the cross-sectional shape, and for a circular cylinder also dependent on the Reynolds number Re as defined in E.1.3.4(1); given in Table E.6;

K_a is the aerodynamic damping parameter as given in E.1.5.3(4);

a_L is the normalised limiting amplitude giving the deflection of structures with very low damping; given in Table C.6;

St is the Strouhal number given in E.1.6.2

ρ is the air density under vortex shedding conditions, see Note 1;

m_e is the effective mass per unit length; given in F.4(1);

h, b is the height and width of structure. For structures with varying width, the width at the point with largest displacements is used.

NOTE 1. The value for ρ may be specified by the National Annex. The recommended value is $1,25 \text{ kg/m}^3$.

ПРИМІТКА 2. Аеродинамічна константа C_c залежить від підйомної сили, яка діє на нерухому конструкцію.

NOTE 2. The aerodynamic constant C_c depends on the lift force acting on a non-moving structure.

ПРИМІТКА 3. Навантаження, викликані рухом вітру, враховуються застосуванням K_a і a_L .

NOTE 3. The motion-induced wind loads are taken into account by K_a and a_L .

(3) Розв'язок рівняння (E.14) надається формулою (E.15):

(3) The solution to the Expression (E.14) is given in Expression (E.15).

$$\left(\frac{\sigma_y}{b}\right)^2 = c_1 + \sqrt{c_1^2 + c_2}, \quad (E.15)$$

де константи c_1 і c_2 приймаються як:

where the constants c_1 and c_2 are given by:

$$c_1 = \frac{a_L^2}{2} \cdot \left(1 - \frac{Sc}{4 \cdot \pi \cdot K_a}\right); \quad c_2 = \frac{\rho \cdot b^2}{m_c} \cdot \frac{a_L^2}{K_a} \cdot \frac{C_c^2}{St^4} \cdot \frac{b}{h}. \quad (E.16)$$

(4) Константа аеродинамічного затухання K_a зменшується зі збільшенням інтенсивності турбулентності. При інтенсивності турбулентності 0 % константа аеродинамічного затухання приймається як $K_a = K_{a,max}$, яка надається у таблиці E.6.

(4) The aerodynamic damping constant K_a decreases with increasing turbulence intensity. For a turbulence intensity of 0%, the aerodynamic damping constant may be taken as $K_a = K_{a,max}$, which is given in Table E.6.

ПРИМІТКА. При використанні $K_{a,max}$ для інтенсивності турбулентності, більшої ніж 0 % прогнозовані переміщення є консервативними. Більш детальна інформація щодо впливу інтенсивності турбулентності на K_a може надаватися у Національному додатку.

NOTE. Using $K_{a,max}$ for turbulence intensities larger 0% gives conservative predictions of displacements. More detailed information on the influence of the turbulence intensity on K_a may be specified in the National Annex.

(5) Для кругового циліндра і квадратного поперечного перерізу константи C_c , $K_{a,max}$ і a_L надаються у таблиці E.6.

(5) For a circular cylinder and a square cross-section the constants C_c , $K_{a,max}$ and a_L are given in Table E.6.

Таблиця E.6 – Константи для визначення ефекту вихороутворення
Table E.6 – Constants for determination of the effect of vortex shedding

Константа Constant	Круговий циліндр Circular cylinder $Re \leq 10^5$	Круговий циліндр Circular cylinder $Re = 5 \cdot 10^5$	Круговий циліндр Circular cylinder $Re \geq 10^6$	Квадратні поперечні перерізи Square cross-section
C_c	0,02	0,005	0,01	0,04
$K_{a,max}$	2	0,5	1	6
a_L	0,4	0,4	0,4	0,4

ПРИМІТКА. Для кругових циліндрів константи C_c і $K_{a,max}$ лінійно залежать від логарифма числа Рейнольдса для $10^5 < Re < 5 \cdot 10^5$ і для $5 \cdot 10^5 < Re < 10^6$, відповідно.
NOTE. For circular cylinders the constants C_c and $K_{a,max}$ are assumed to vary linearly with the logarithm of the Reynolds number for $10^5 < Re < 5 \cdot 10^5$ and for $5 \cdot 10^5 < Re < 10^6$, respectively.

(6) Коефіцієнт амплітуди k_p повинен бути визначеним.

(6) Peak factor k_p should be determined.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може надавати коефіцієнт амплітуди. Формула (E.17) надає рекомендовані значення.

NOTE. The National Annex may specify the peak-factor. The Expression (E.17) gives the recommended value.

$$k_p = \sqrt{2} \cdot \left(1 + \frac{1,2}{\tan\left(0,75 \cdot \frac{Sc}{(4 \cdot \pi \cdot K_a)}\right)} \right). \quad (E.17)$$

(7) Кількість циклів навантаження визначається з E.1.5.2.6, з використанням коефіцієнта розширення смуги частот $\varepsilon_0 = 0,15$.

(7) The number of load cycles may be obtained from E.1.5.2.6 using a bandwidth factor of $\varepsilon_0 = 0,15$.

E.1.6 Засоби щодо попередження виникнення вихрових збуджень

E.1.6 Measures against vortex induced vibrations

(1) Амплітуди від вихрових збуджень можна знижувати за рахунок використання аеродинамічних засобів (тільки для особливих умов, наприклад число Скрутона більше 8) або за допомогою засобів, що підвищують демпфірування. Аеродинамічний коефіцієнт підсилення c_f для конструкцій з круглим поперечним перерізом і аеродинамічними пристроями з базовим діаметром b може збільшуватися до 1,4. Застосування цих засобів потребує спеціальних досліджень.

(1) The vortex-induced amplitudes may be reduced by means of aerodynamic devices (only under special conditions, e.g. Scruton numbers larger than 8) or damping devices supplied to the structure. The drag coefficient c_f for a structure with circular cross section and aerodynamic devices based on the basic diameter b , may increase up to a value of 1,4. Both applications require special advice.

(2) Для більш конкретної інформації дивись правила для спеціальних конструкцій.

(2) For more information see codes for special structures.

E.2 Галопування

E.2 Galloping

E.2.1 Загальні положення

E.2.1 General

(1) Галопування – це самозбудні коливання гнучких конструкцій, поперечні до напрямку вітру. Не круглі поперечні перерізи, включаючи L-, I-, U- і T-подібні форми перерізу, схильні до галопування. Ожеледь може змінити звичайний поперечний переріз.

(1) Galloping is a self-induced vibration of a flexible structure in cross wind bending mode. Non circular cross sections including L-, I-, U- and T-sections are prone to galloping. Ice may cause a stable cross section to become unstable.

(2) Коливання при галопуванні починаються при певній початковій швидкості вітру v_{CG} , і зазвичай амплітуди швидко збільшуються із збільшенням швидкості вітру.

(2) Galloping oscillation starts at a special onset wind velocity v_{CG} and normally the amplitudes increase rapidly with increasing wind velocity.

E.2.2 Початкова швидкість вітру

E.2.2 Onset wind velocity

(1) Початкова швидкість вітру галопування v_{CG} визначається формулою (E.18).

(1) The onset wind velocity of galloping, v_{CG} , is given in Expression (E.18).

$$v_{CG} = \frac{2 \cdot S_c}{a_G} \cdot n_{1,y} \cdot b, \quad (E.18)$$

де:

S_c Число скрутна, визначене в E.1.3.3(1);

$n_{1,y}$ основна частота конструкції при коливаннях у площині, нормальній до напрямку вітру; приблизні значення $n_{1,y}$ надаються в F.2;

b ширина, визначена в таблиці E.7;

a_G коефіцієнт нестабільності при галопуванні (таблиця E.7); якщо коефіцієнт нестабільності при галопуванні не відомий, то дозволяється приймати $a_G = 10$.

where:

S_c is the Scruton number as defined in E.1.3.3(1);

$n_{1,y}$ is the cross-wind fundamental frequency of the structure; approximations of $n_{1,y}$ are given in F.2;

b is the width as defined in Table E.7;

a_G is the factor of galloping instability (Table E.7); if no factor of galloping instability is known, $a_G = 10$ may be used.

(2) Потрібно впевнитись, що:

$$v_{CG} > 1,25 \cdot v_m, \quad (E.19)$$

де:

v_m середня швидкість вітру, визначена за формулою (4.3), розрахована на висоті, де очікується виникнення галопування, як правило, у місцях із максимальними амплітудами коливань.

where:

v_m is the mean wind velocity as defined in Expression (4.3) and calculated at the height, where galloping process is expected, likely to be the point of maximum amplitude of oscillation.

(3) Якщо критична швидкість вихороутворення v_{crit} близька до початкової швидкості галопування v_{CG} :

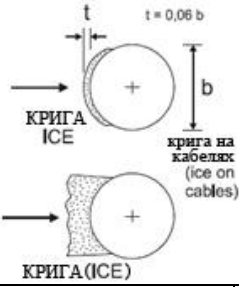
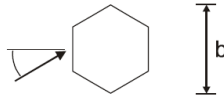
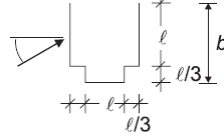
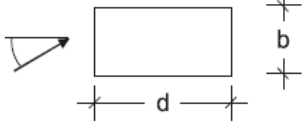
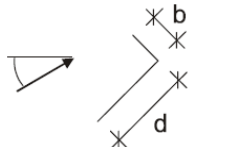
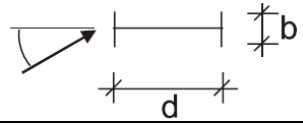
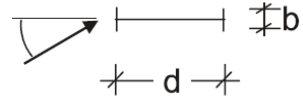
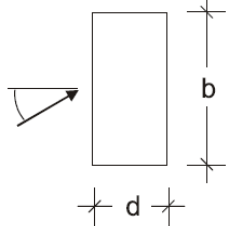
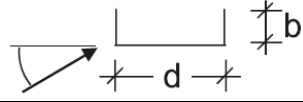
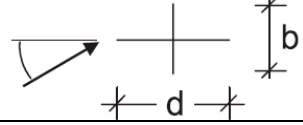
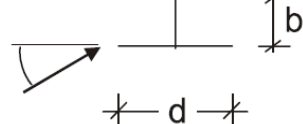
(3) If the critical vortex shedding velocity v_{crit} is close to the onset wind velocity of galloping v_{CG} :

$$0,7 < \frac{v_{CG}}{v_{crit}} < 1,5, \quad (E.20)$$

можливий вплив взаємодії вихорового збудження і галопування. В таких випадках рекомендується проведення спеціальних досліджень.

interaction effects between vortex shedding and galloping are likely to occur. In this case specialist advice is recommended.

Таблиця Е.7 – Коефіцієнт нестабільності при галопуванні
Table E.7 – Factor of galloping instability a_G

Поперечний переріз Cross-section	Коефіцієнт нестабільності при галопуванні Factor of galloping instability a_G	Поперечний переріз Cross-section	Коефіцієнт нестабільності при галопуванні Factor of galloping instability a_G		
	1,0		1,0		
			4		
 <p>Лінійна інтерполяція linear interpolation</p>	$d/b=2$	2		$d/b=2$	0,7
	$d/b=1,5$	1,7		$d/b=2,7$	5
	$d/b=1$	1,2		$d/b=5$	7
 <p>Лінійна інтерполяція linear interpolation</p>	$d/b=2/3$	1		$d/b=3$	7,5
	$d/b=1/2$	0,7		$d/b=3/4$	3,2
	$d/b=1/3$	0,4		$d/b=2$	1
<p>ПРИМІТКА. Екстраполяція для коефіцієнта a_G як функції d/b не дозволяється. NOTE. Extrapolations for the factor a_G as function of d/b are not allowed.</p>					

Е.2.3 Класичне галопування з'єднаних циліндрів

(1) Для з'єднаних циліндрів (рисунок Е.4) виникає класичне галопування.

(2) Початкова швидкість для класичного галопування з'єднаних циліндрів, v_{CG} , може бути визначена за формулою (Е.21):

Е.2.3 Classical galloping of coupled cylinders

(1) For coupled cylinders (Figure E.4) classical galloping may occur.

(2) The onset velocity for classical galloping of coupled cylinders, v_{CG} , may be estimated by Expression (E.21):

$$v_{CG} = \frac{2 \cdot Sc}{a_G} \cdot n_{1,y} \cdot b, \quad (E.21)$$

де Sc , a_G і b надаються у таблиці E.8, і $n_{1,y}$ власна частота згинальних коливань (див. F.2).

where Sc , a_G and b are given in Table E.8 and $n_{1,y}$ is the natural frequency of the bending mode (see F.2).

(3) Потрібно впевнитись, що:

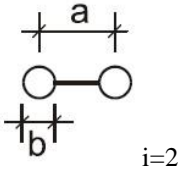
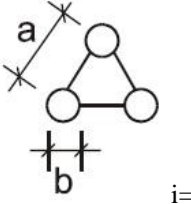
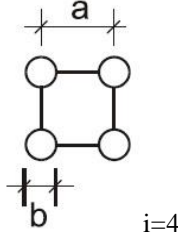
(3) It should be ensured that:

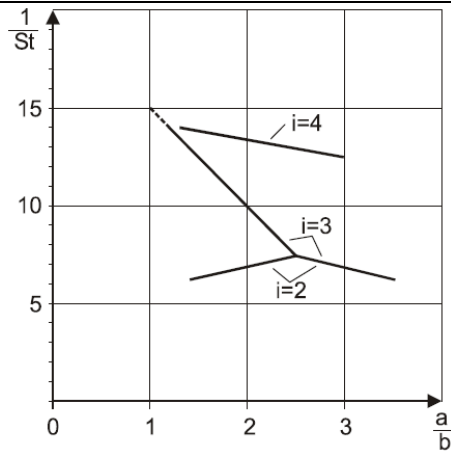
$$v_{CG} > 1,25 \cdot v_m(z), \quad (E.22)$$

де:
 $v_m(z)$ середня швидкість вітру, визначена у формулі (4.3), розрахована на висоті z , де очікується виникнення галопування, як правило, у місцях із максимальними амплітудами коливань.

where:
 $v_m(z)$ is the mean wind velocity as defined in Expression (4.3), calculated at the height z , where the galloping excitation is expected, that is likely to be the point of maximum amplitude of oscillation.

Таблиця E.8 – Значення для оцінки реакції системи по нормалі до напрямку вітру для з'єднаних циліндрів, розміщених у ряд або групами
Table E.8 – Data for the estimation of cross-wind response of coupled cylinders at in-line and grouped arrangements

З'єднані циліндри Coupled cylinders	Число Скрутону $Sc = \frac{2 \cdot \delta_s \cdot \sum m_{i,y}}{\rho \cdot b^2}$ (порівняти з формулою (E.4)) Scruton number $Sc = \frac{2 \cdot \delta_s \cdot \sum m_{i,y}}{\rho \cdot b^2}$ (compare with Expression (E.4))			
	$a/b = 1$	$a/b \geq 2$	$a/b \leq 1,5$	$a/b \geq 2,5$
 $i=2$	$K_{iv} = 1,5$	$K_{iv} = 1,5$	$a_G = 1,5$	$a_G = 3,0$
 $i=3$	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 6,0$	$a_G = 3,0$
 $i=4$	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 1,0$	$a_G = 2,0$
	лінійна інтерполяція linear interpolation			



Обернені значення числа Струхаля для з'єднаних циліндрів, розміщених у ряд або групами
 Reciprocal Strouhal numbers of coupled cylinders with in-line and grouped arrangements

Е.3 Інтерференційне галопування двох або більше окремо розташованих циліндрів

(1) Інтерференційне галопування – це самозбудні коливання, які можуть виникнути якщо два або більше циліндрів розташовані близько один до одного без з'єднань між собою.

(2) Якщо кут набігаючого вітру знаходиться у діапазоні критичного напрямку вітру β_k і $a/b < 3$ (див. рисунок Е.5), то критична швидкість вітру v_{CIG} оцінюється за формулою:

$$v_{CIG} = 3,5 \cdot n_{1,y} \cdot b \sqrt{\frac{\frac{a}{b} \cdot Sc}{a_{IG}}}, \quad (E.23)$$

де:

Sc число Скрутна, як визначено в Е.1.3.3(1);

a_{IG} комбінований коефіцієнт стабільності $a_{IG} = 3,0$;

$n_{1,y}$ основна частота коливань нормальних до напрямку вітру. Приблизні значення надаються в F.2;

a відстань;

b діаметр.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може надавати додаткові вказівки для a_{IG} .

E.3 Interference galloping of two or more free standing cylinders

(1) Interference galloping is a self-excited oscillation which may occur if two or more cylinders are arranged close together without being connected with each other.

(2) If the angle of wind attack is in the range of the critical wind direction β_k and if $a/b < 3$ (see Figure E.5), the critical wind velocity, v_{CIG} , may be estimated by

where:

Sc is the Scruton number as defined in E.1.3.3(1);

a_{IG} is the combined stability parameter. $a_{IG} = 3,0$;

$n_{1,y}$ is the fundamental frequency of cross-wind mode. Approximations are given in F.2;

a is the spacing;

b is the diameter.

NOTE. The National Annex may give additional guidance on a_{IG} .

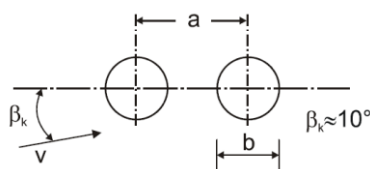


Рисунок Е.5 – Геометричні розміри для інтерференційного галопування
Figure E.5 – Geometric parameters for interference galloping

(3) Інтерференційне галопування можна попередити з'єднанням окремих циліндрів. У такому випадку може виникнути класичне галопування (див. Е.2.3).

(3) Interference galloping can be avoided by coupling the free-standing cylinders. In that case classical galloping may occur (see E.2.3).

Е.4 Дивергенція та флатер

E.4 Divergence and Flutter

Е.4.1 Загальні положення

E.4.1 General

(1) Дивергенція та флатер – це нестабільні стани, які виникають для гнучких пластинчастих конструкцій, таких як рекламні щити або прогонові конструкції вантових мостів, при перевищенні порогового значення або критичної швидкості вітру. Нестабільність виникає, коли при відхиленні конструкції її аеродинамічні характеристики змінюються так, що виникає зміна.

(1) Divergence and flutter are instabilities that occur for flexible plate-like structures, such as signboards or suspension-bridge decks, above a certain threshold or critical wind velocity. The instability is caused by the deflection of the structure modifying the aerodynamics to alter the loading.

(2) Дивергенції та флатера потрібно уникати.

(2) Divergence and flutter should be avoided.

(3) Методика, що наведена нижче, дозволяє оцінити схильність конструкції до даної нестійкості, використовуючи прості конструктивні критерії. Якщо ці критерії не виконані потрібно проводити спеціальні дослідження.

(3) The procedures given below provide a means of assessing the susceptibility of a structure in terms of simple structural criteria. If these criteria are not satisfied, specialist advice is recommended.

Е.4.2 Критерії для пластинчастих конструкцій

E.4.2 Criteria for plate-like structures

(1) Конструкція буде схильною до дивергенції та флатера за умови виконання всіх трьох критеріїв, наведених нижче. Критерії потрібно перевіряти починаючи з простішого. Якщо хоч один з критеріїв не виконується, конструкція не є схильною до дивергенції або флатера.

(1) To be prone to either divergence or flutter, the structure satisfies all of the three criteria given below. The criteria should be checked in the order given (easiest first) and if any one of the criteria is not met, the structure will not be prone to either divergence or flutter.

– Конструкція або її складова частина має видовжений поперечний переріз (плоска плита) з відношенням b/d , менше ніж 0,25 (див. рисунок Е.6).

– The structure, or a substantial part of it, has an elongated cross-section (like a flat plate) with b/d less than 0,25 (see Figure E.6).

– Вісь кручення повинна проходити паралельно площині пластини і перпендикулярно до площини дії вітру, центр кручення

– The torsional axis is parallel to the plane of the plate and normal to the wind direction, and the centre of torsion is at least $d/4$ downwind

має знаходитись на відстані не менше ніж $d/4$ до краю панелі в напрямку дії вітру з навітряної сторони, де b – ширина панелі в напрямку, перпендикулярному до дії вітру. Це також відноситься до загальних випадків розміщення центра кручення в центрі мас, наприклад, рекламні щити з центральною опорою або окремі навіси, вісь також може співпадати з краєм із підвітряної сторони як, наприклад, у консольного навісу.

– Мінімальна частота власних коливань повинна бути частотою крутильних коливань або частота власних крутильних коливань повинна бути меншою ніж подвійне значення мінімальної частоти власних поступальних коливань.

E.4.3 Швидкість дивергенції

(1) Критична швидкість вітру для дивергенції визначається формулою (E.24):

$$v_{\text{div}} = \left[\frac{2 \cdot k_{\Theta}}{\rho \cdot d^2 \cdot \frac{dc_m}{d\Theta}} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (\text{E.24})$$

де:

k_{Θ} крутильна жорсткість;

c_m коефіцієнт аеродинамічного моменту, визначається формулою (E.25):

$$c_m = \frac{M}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot d^2}, \quad (\text{E.25})$$

$dc_m/d\Theta$ швидкість зміни коефіцієнта аеродинамічного моменту відносно кута обертання навколо центра крутіння Θ , що визначений у радіанах;

M аеродинамічний момент на одиницю довжини конструкції;

ρ щільність повітря, надана в 4.5;

d висота конструкції (див. рисунок E.6);

b ширина, визначена на рисунку E.6.

(2) Значення $dc_m/d\Theta$, заміряні щодо геометричного центра різних прямокутних перерізів, наведені на рисунку E.6.

(3) Потрібно впевнитись, що:

of the windward edge of the plate, where b is the inwind depth of the plate measured normal to the torsional axis. This includes the common cases of torsional centre at geometrical centre, i.e. centrally supported signboard or canopy, and torsional centre at downwind edge, i.e. cantilevered canopy.

– The lowest natural frequency corresponds to a torsional mode, or else the lowest torsional natural frequency is less than 2 times the lowest translational natural frequency.

E.4.3 Divergency velocity

(1) The critical wind velocity for divergence is given in Expression (E.24).

where:

k_{Θ} is the torsional stiffness;

c_m is the aerodynamic moment coefficient, given in Expression (E.25):

$dc_m/d\Theta$ is the rate of change of aerodynamic moment coefficient with respect to rotation about the torsional centre, Θ is expressed in radians;

M is the aerodynamic moment of a unit length of the structure;

ρ is the density of air given in 4.5;

d is the in wind depth (chord) of the structure (see Figure E.6);

b is the width as defined in Figure E.6.

(2) Values of $dc_m/d\Theta$ measured about the geometric centre of various rectangular sections are given in Figure E.6.

(3) It should be ensured that:

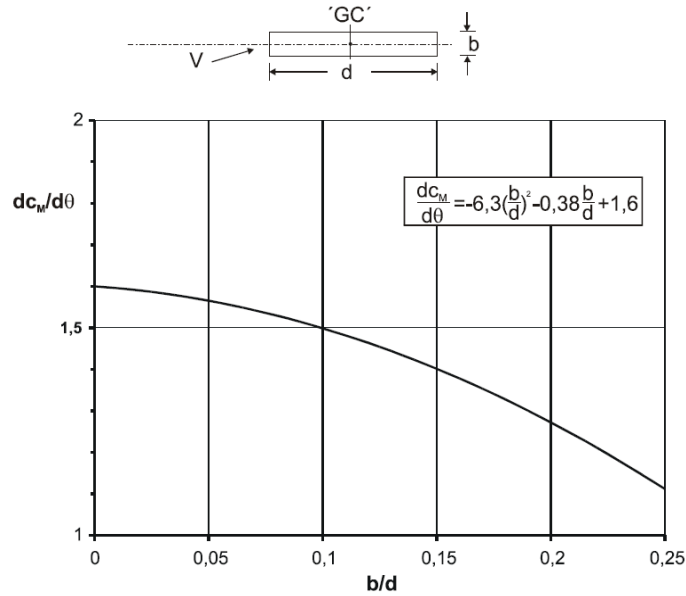
$$v_{div} > 2 v_m(z_s), \quad (E.26)$$

де:

$v_m(z_s)$ середня швидкість вітру, яка визначається формулою (4.3) для висоти z_s (визначена на рисунку 6.1).

where:

$v_m(z_s)$ is the mean wind velocity as defined in Expression (4.3) at height z_s (defined in Figure 6.1).



ДОДАТОК F (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦІЙ

F.1 Загальні положення

(1) Методики розрахунку, рекомендовані в цьому розділі, припускають, що конструкції мають лінійно-пружну поведінку і класичні форми власних коливань. Тому динамічні властивості конструкції характеризуються:

- власними частотами;
- формами коливань;
- еквівалентними масами;
- логарифмічним декрементом затухання.

(2) Власні частоти, форми коливань, еквівалентні маси і логарифмічні декременти затухання потрібно визначати теоретично або експериментально із застосуванням методів динаміки будівельних конструкцій.

(3) Основні динамічні характеристики можуть бути визначені із застосуванням спрощених аналітичних, напівемпіричних або емпіричних наближених формул за умови достатньої апробованості. Деякі з таких формул наведені в F.2 – F.5

F.2 Основна власна частота

(1) Для консольних конструкцій з центром мас на кінці стрижня для розрахунку основної власної згинальної частоти n_1 дозволяється застосовувати спрощену формулу:

$$n_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{x_1}}, \quad (\text{F.1})$$

де:

g прискорення вільного падіння = 9,81 м/с²;
 x_1 максимальне переміщення від власної ваги, що прикладена в напрямку коливань в м.

(2) Основна частота згинальних коливань n_1 багатопверхових будівель із висотою, більшою ніж 50 м, оцінюється формулою (F.2):

$$n_1 = \frac{46}{h} \text{ [Гц]}, \quad (\text{F.2})$$

де:

h висота конструкції в м.

ANNEX F (INFORMATIVE) DYNAMIC CHARACTERISTICS OF STRUCTURES

F.1 General

(1) Calculation procedures recommended in this section assume that structures possess linear elastic behaviour and classical normal modes. Dynamic structural properties are therefore characterised by:

- natural frequencies;
- modal shapes;
- equivalent masses;
- logarithmic decrements of damping.

(2) Natural frequencies, modal shapes, equivalent masses and logarithmic decrements of damping should be evaluated, theoretically or experimentally, by applying the methods of structural dynamics.

(3) Fundamental dynamic properties can be evaluated in approximate terms, using simplified analytical, semi-empirical or empirical equations, provided they are adequately proved. Some of these equations are given in F.2 to F.5.

F.2 Fundamental frequency

(1) For cantilevers with one mass at the end a simplified expression to calculate the fundamental flexural frequency n_1 of structures is given by Expression (F.1):

where:

g is the acceleration of gravity = 9,81 m/s²;
 x_1 is the maximum displacement due to self weight applied in the vibration direction in m.

(2) The fundamental flexural frequency n_1 of multi-storey buildings with a height larger than 50 m can be estimated using Expression (F.2):

where:

h is the height of the structure in m.

Цю формулу можна також застосовувати як допоміжну для одноповерхових будівель і башт.

The same expression may give some guidance for single-storey buildings and towers.

(3) Основна частота згинальних коливань n_1 витяжних труб визначається за формулою (F.3):

(3) The fundamental flexural frequency n_1 , of chimneys can be estimated by Expression (F.3):

$$n_1 = \frac{\varepsilon_1 \cdot b}{h_{\text{eff}}^2} \cdot \sqrt{\frac{W_s}{W_t}} \quad [\Gamma\text{ц}], \quad (\text{F.3})$$

з:

with:

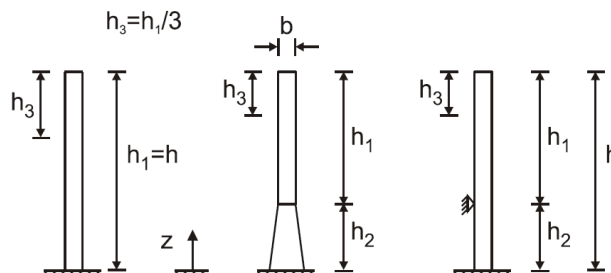
$$h_{\text{eff}} = h_1 + \frac{h_2}{3}, \quad (\text{F.4})$$

де:

where:

b верхній діаметр витяжної труби [м];
 h_{eff} ефективна висота витяжної труби [м], h_1 і h_2 наведені на рисунку F.1;
 W_s вага конструктивних частин, які впливають на жорсткість витяжної труби;
 W_t загальна вага витяжної труби;
 ε_1 дорівнює 1000 для сталевих витяжних труб і 700 для бетонних і цегляних витяжних труб

b is the top diameter of the chimney [m];
 h_{eff} is the effective height of the chimney [m], h_1 and h_2 are given in Figure F.1;
 W_s is the weight of structural parts contributing to the stiffness of the chimney;
 W_t is the total weight of the chimney;
 ε_1 is equal to 1000 for steel chimneys, and 700 for concrete and masonry chimneys.



ПРИМІТКА. $h_3 = h_1/3$; h_3 дивись F.4(2).

NOTE. $h_3 = h_1/3$; h_3 see F.4(2).

Рисунок F.1 – Геометричні характеристики витяжних труб
 Figure F.1 – Geometric parameters for chimneys

Основна овальна частота $n_{1,0}$ довгої циліндричної оболонки без кілець жорсткості може бути встановлена, виходячи з виразу (F.5)

(4) The fundamental ovaling frequency $n_{1,0}$ of a long cylindrical shell without stiffening rings may be calculated using Expression (F.5).

$$n_{1,0} = 0,492 \cdot \sqrt{\frac{t^3 \cdot E}{\mu_s \cdot (1 - \nu^2) \cdot b^4}}, \quad (\text{F.5})$$

де:

where:

E модуль Юнга [Н/м^2];
 t товщина оболонки [м];
 ν коефіцієнт Пуассона;
 μ_s маса оболонки на одиницю площі [кг/м^2];
 b діаметр оболонки [м].

E is Young's modulus in [N/m^2];
 t is the shell thickness in [m];
 ν is Poisson ratio;
 μ_s is the mass of the shell per unit area in [kg/m^2];
 b is the diameter of the shell in [m].

Формула (F.5) дає найнижчі власні частоти для оболонки. Кільця жорсткості збільшують значення n_0 .

Expression (F.5) gives the lowest natural frequency of the shell. Stiffness rings increase n_0 .

(5) Власна частота вертикальних згинальних коливань $n_{1,B}$ мостів пластинчастого чи коробчастого перерізу може бути приблизно визначена за формулою (F.6):

(5) The fundamental vertical bending $n_{1,B}$ of a plate or box girder bridge may be approximately derived from Expression (F.6).

$$n_{1,B} = \frac{K^2}{2 \cdot \pi \cdot L^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_b}{m}}, \quad (F.6)$$

де:

L довжина головного прогону в м;
 E модуль Юнга в N/m^2 ;
 I_b момент інерції поперечного перерізу всередині прогону в m^4 ;
 m маса одиниці довжини загального поперечного перерізу в центрі прогону (враховується навантаження від власної ваги і від тимчасового навантаження), kg/m ;
 K безрозмірний коефіцієнт, залежить від конструкції прогонів, визначається нижче.

where:

L is the length of the main span in m;
 E is Young's Modulus in N/m^2 ;
 I_b is the second moment of area of cross-section for vertical bending at mid-span in m^4 ;
 m is the mass per unit length of the full cross-section at midspan (for dead and superimposed dead loads) in kg/m .

K is a dimensionless factor depending on span arrangement defined below.

a) Для мостів з одним прогоном:

$K = \pi$ якщо він вільно обпертий;
 $K = 3,9$ якщо він консольний;
 $K = 4,7$ якщо він затиснений на обох кінцях.

a) For single span bridges:

$K = \pi$ if simply supported or;
 $K = 3,9$ if propped cantilevered or;
 $K = 4,7$ if encastre.

b) Для двопрогонових нерозрізних мостів:

K отримується із рисунка F.2, використовуючи графік для двопрогонових мостів, де L_1 довжина крайнього прогону і $L > L_1$.

b) For two-span continuous bridges:

K is obtained from Figure F.2, using the curve for two-span bridges, where L_1 is the length of the side span and $L > L_1$.

c) Для трипрогонових нерозрізних мостів:

K отримується із рисунка F.2, використовуючи відповідний графік для трипрогонових мостів, де L_1 довжина найдовшого крайнього прогону;
 L_2 довжина іншого крайнього прогону і $L > L_1 > L_2$.
 Це також стосується трипрогонових мостів з консольним/підвісним головним прогоном.

c) For three-span continuous bridges:

K is obtained from Figure F.2, using the appropriate curve for three-span bridges, where L_1 is the length of the longest side span;

L_2 is the length of the other side span and $L > L_1 > L_2$.

This also applies to three-span bridges with a cantilevered/suspended main span.

Якщо $L_1 > L$, то K визначається по кривій для мостів із двома прогонами, без урахування найкоротшого прогону і з урахуванням найбільшого прогону як головного прогону для еквівалентного двопрогонового мосту.

If $L_1 > L$ then K may be obtained from the curve for two span bridges, neglecting the shortest side span and treating the largest side span as the main span of an equivalent two-span bridge.

d) Для симетричних чотирипрогонових нерозрізних мостів (тобто мостів симетричних відносно центральної опори):

K отримується із графіка для двопрогонових мостів на рисунку F.2, приймаючи кожену половину моста як еквівалентний двопрогоновий міст.

e) Для несиметричних чотирипрогонових нерозрізних мостів і нерозрізних мостів із більш ніж чотирма прогонами:

K отримується із рисунка F.2, використовуючи відповідний графік для трипрогонових мостів, вибираючи головний прогон як найбільший внутрішній прогон.

Примітка 1. Якщо значення $\sqrt{\frac{EI_b}{m}}$ на опорі вдвічі перевищує значення в центрі прогону або менше ніж 80 % значення в середині прогону, тоді формула (F.6) не застосовується, за винятком коли дозволені дуже грубі оцінки.

NOTE 2. Для визначення $n_{1,B}$ у циклах за секунду потрібно вибрати відповідні вихідні дані.

(6) Власна частота кручення балкових мостів ідентична основній власній згинальній частоті, яка розрахована за формулою (F.6), якщо середня інерція на одиницю ширини при поздовжньому згині не менше 100-кратної середньої інерції на одиницю довжини при поперечному згині.

(7) Власна частота кручення мостів коробчастого перерізу може бути приблизно визначена за формулою (F.7):

$$n_{1,T} = n_{1,B} \cdot \sqrt{P_1 \cdot (P_2 + P_3)}, \quad (F.7)$$

з:

with:

$$P_1 = \frac{m \cdot b^2}{I_p}, \quad (F.8)$$

$$P_2 = \frac{\sum r_j^2 \cdot I_j}{b^2 \cdot I_p}; \quad (F.9)$$

$$P_3 = \frac{L^2 \cdot \sum J_j}{2 \cdot K_2 \cdot b^2 \cdot I_p \cdot (1 + \nu)}, \quad (F.10)$$

d) For symmetrical four-span continuous bridges (i.e. bridges symmetrical about the central support):

K may be obtained from the curve for two-span bridges in Figure F.2 treating each half of the bridge as an equivalent two-span bridge.

e) For unsymmetrical four-span continuous bridges and continuous bridges with more than four spans:

K may be obtained from Figure F.2 using the appropriate curve for three-span bridges, choosing the main span as the greatest internal span.

NOTE 1. If the value of $\sqrt{\frac{EI_b}{m}}$ at the support exceeds twice the value at mid-span, or is less than 80 % of the mid-span value, then the Expression (F.6) should not be used except very approximate values are sufficient.

NOTE 2. A consistent set should be used to give $n_{1,B}$ in cycles per second.

(6) The fundamental torsional frequency of plate girder bridges is equal to the fundamental bending frequency calculated from Expression (F.6), provided the average longitudinal bending inertia per unit width is not less than 100 times the average transverse bending inertia per unit length.

(7) The fundamental torsional frequency of a box girder bridge may be approximately derived from Expression (F.7):

де:
 $n_{1,B}$ основна згинальна частота в Гц;
 b загальна ширина моста;
 m маса одиниці довжини, визначається у F.2(5);
 ν коефіцієнт Пуассона матеріалу опори;
 r_j відстань від центру ваги окремого коробчастого перерізу до центру ваги поперечного перерізу мосту;
 I_j момент інерції маси окремого коробчастого перерізу для вертикального згину посередині прогону, враховуючи приєднану ефективну ширину дорожнього полотна;
 I_p момент інерції маси на одиницю довжини поперечного перерізу посередині прогону. Визначається за формулою (F.11):

$$I_p = \frac{m_d \cdot b^2}{12} + \sum (I_{pj} + m_j \cdot r_j^2), \quad (F.11)$$

де:
 m_d маса на одиницю довжини лише дорожнього полотна на середині прогону;
 I_{pj} момент інерції окремого коробчастого перерізу на середині прогону;
 m_j маса на одиницю довжини тільки окремого коробчастого перерізу на середині прогону без врахування дорожнього полотна;
 J_j постійна кручення окремого коробчастого перерізу на середині прогону. Визначається за формулою (F.12).

$$J_j = \frac{4 \cdot A_j^2}{\oint \frac{ds}{t}}, \quad (F.12)$$

де:
 A_j площа, обмежена контуром коробчастого перерізу в центрі прогону;
 $\oint \frac{ds}{t}$ інтеграл по периметру коробчастого перерізу від відношення довжина/товщина стінки в центрі прогону.

ПРИМІТКА. Втрата точності досить незначна, якщо запропонована формула (F.12) застосовується для мостів багатозв'язного коробчастого перерізу, для яких відношення довжини прогону до його ширини(=прогон/ширина) не перевищує 6.

where:
 $n_{1,B}$ is the fundamental bending frequency in Hz;
 b is the total width of the bridge;
 m is the mass per unit length defined in F.2(5);
 ν is Poisson's ratio of girder material;
 r_j is the distance of individual box centre-line from centre-line of bridge;

I_j is the second moment of mass of individual box for vertical bending at mid-span, including an associated effective width of deck;

I_p is the second moment of mass per unit length of cross-section at mid-span. It is described by Expression (F.11).

where:
 m_d is the mass per unit length of the deck only, at mid-span;
 I_{pj} is the mass moment of inertia of individual box at mid-span;
 m_j is the mass per unit length of individual box only, at mid-span, without associated portion of deck;

J_j is the torsion constant of individual box at mid-span. It is described by Expression (F.12).

where:
 A_j is the enclosed cell area at mid-span
 $\oint \frac{ds}{t}$ is the integral around box perimeter of the ratio length/thickness for each portion of box wall at mid-span

NOTE. Slight loss of accuracy may occur if the proposed Expression (F.12) is applied to multibox bridges whose plan aspect ratio (=span/width) exceeds 6.

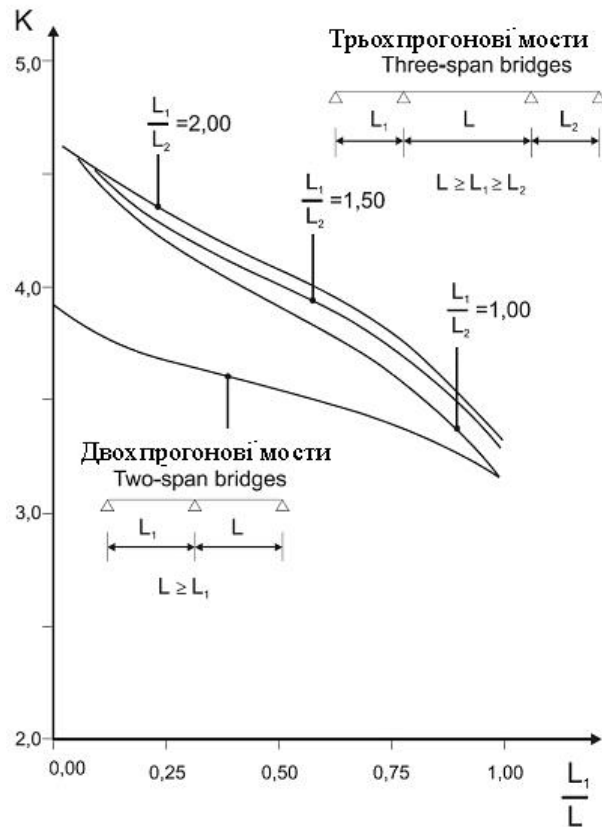


Рисунок F.2 – Коефіцієнт K , який використовується для знаходження основної згинальної частоти
 Figure F.2 – Factor K used for the derivation of fundamental bending frequency

F.3 Основна форма коливань

(1) Основна згинальна форма коливань $\Phi_1(z)$ для будівель, башт і витяжних труб консольних відносно землі оцінюється за формулою (F.13), див. рисунок F.3.

$$\Phi_1(z) = \left(\frac{z}{h} \right)^\zeta, \quad (F.13)$$

де:

- $\zeta = 0,6$ для гнучких рамних каркасів без діафрагм жорсткості;
- $\zeta = 1,0$ для будівель із центральним ядром і колонами по периметру або з розвинутими колонами і елементами жорсткості;
- $\zeta = 1,5$ для гнучких консольних будівель і будівель з центральним залізобетонним ядром;
- $\zeta = 2,0$ для башт і витяжних труб;
- $\zeta = 2,5$ для ґратчастих сталевих башт.

F.3 Fundamental mode shape

(1) The fundamental flexural mode $\Phi_1(z)$ of buildings, towers and chimneys cantilevered from the ground can be estimated using Expression (F.13), see Figure F.3.

where:

- $\zeta = 0,6$ for slender frame structures with non load-sharing walling or cladding;
- $\zeta = 1,0$ for buildings with a central core plus peripheral columns or larger columns plus shear bracings;
- $\zeta = 1,5$ for slender cantilever buildings and buildings supported by central reinforced concrete cores;
- $\zeta = 2,0$ for towers and chimneys;
- $\zeta = 2,5$ for lattice steel towers.

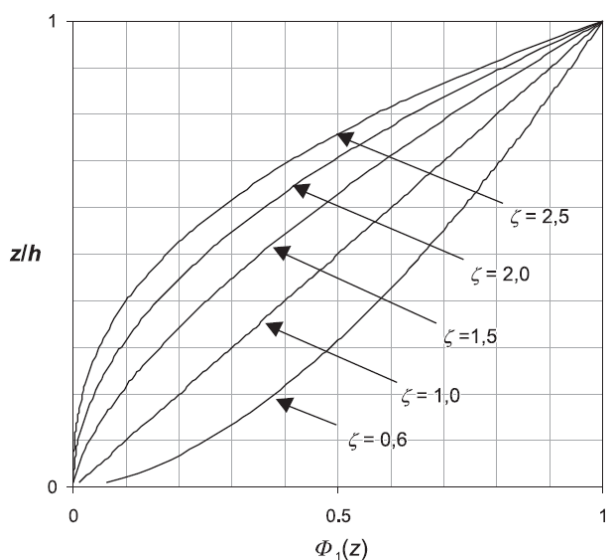


Рисунок F.3 – Основна форма згинальних коливань для консольних обпертих будівель, башт і витяжних труб

Figure F.3 – Fundamental flexural mode shape for buildings, towers and chimneys cantilevered from the ground

(2) Основна форма вертикальних згинальних коливань $\Phi_1(s)$ для мостів оцінюється за таблицею F.1.

(2) The fundamental flexural vertical mode $\Phi_1(s)$ of bridges can be estimated as shown in Table F.1.

Таблиця F.1 – Основні форми згинальних коливань для шарнірно обпертих або затиснених з обох боків конструкцій або конструктивних елементів

Table F.1 – Fundamental flexural vertical mode shape for simple supported and clamped structures and structural elements

Схема Scheme	Форма коливань Mode shape	$\Phi_1(s)$
		$\sin\left(\pi \cdot \frac{s}{l}\right)$
		$\frac{1}{2} \cdot \left[1 - \cos\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{s}{l}\right) \right]$

F.4 Еквівалентна маса

F.4 Equivalent mass

(1) Еквівалентна маса на одиницю довжини m_e основної форми коливань визначається формулою (F.14).

(1) The equivalent mass per unit length m_e of the fundamental mode is given by Expression (F.14).

$$m_e = \frac{\int_0^l m(s) \cdot \Phi_1^2(s) ds}{\int_0^l \Phi_1^2(s) ds}, \quad (F.14)$$

де:

m маса на одиницю довжини;
 l висота або прогін конструкції або конструктивного елемента;
 $i = 1$ номер форми коливань.

where:

m is the mass per unit length;
 l is the height or span of the structure or the structural element;
 $i = 1$ is the mode number.

(2) Для консольних конструкцій із нерівномірним розподілом маси m_e може бути приблизно визначена через середнє значення m , розподілене у верхній третині конструкції h_3 (рисунок F.1).

(3) Для опертих з двох кінців конструкцій з довжиною прогону ℓ і з нерівномірним розподілом маси по довжині m_e може бути визначене за допомогою середнього значення m , розрахованого на довжині $\ell/3$ і зосередженого в точці конструкції з найбільшим значенням $\Phi(s)$ (таблиця F.1).

F.5 Логарифмічний декремент затухання

(1) Логарифмічний декремент затухання δ для осовної згинальної форми коливань оцінюється за формулою (F.15).

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d, \quad (\text{F.15})$$

де:

δ_s логарифмічний декремент конструктивного демпфірування;

δ_a логарифмічний декремент аеродинамічного демпфірування для осовної форми коливань;

δ_d логарифмічний декремент демпфірування від впливу спеціальних пристроїв (дінамичний гасник коливань, рідинний демпфер тощо).

(2) Приблизні значення логарифмічного декремента конструктивного демпфірування δ_s , наведені у таблиці F.2.

(3) Логарифмічний декремент аеродинамічного демпфірування δ_a для осовної згинальної форми при коливаннях уздовж вітру оцінюється формулою (F.16):

$$\delta_a = \frac{c_f \cdot \rho \cdot v_m(z_s)}{2 \cdot n_1 \cdot \mu_e}, \quad (\text{F.16})$$

де:

c_f коефіцієнт сили для дії вітру у напрямку, визначений розділом 7;

μ_e приведена маса одиниці площі конструкції, яка для прямокутної площі визначається формулою (F.17):

(2) For cantilevered structures with a varying mass distribution m_e can be approximated by the average value of m over the upper third of the structure h_3 (Figure F.1).

(3) For structures supported at both ends of span ℓ with a varying distribution of the mass per unit length m_e can be approximated by the average value of m over a length of $\ell/3$ centred at the point in the structure in which $\Phi(s)$ is maximum (Table F.1).

F.5 Logarithmic decrement of damping

(1) The logarithmic decrement of damping δ for fundamental bending mode can be estimated by Expression (F.15).

where:

δ_s is the logarithmic decrement of structural damping;

δ_a is the logarithmic decrement of aerodynamic damping for the fundamental mode;

δ_d is the logarithmic decrement of damping due to special devices (tuned mass dampers, sloshing tanks etc.).

(2) Approximate values of logarithmic decrement of structural damping, δ_s , are given in Table F.2.

(3) The logarithmic decrement of aerodynamic damping δ_a , for the fundamental bending mode of alongwind vibrations can be estimated by Expression (F.16).

where:

c_f is the force coefficient for wind action in the wind direction stated in Section 7;

μ_e is the equivalent mass per unit area of the structure which for rectangular areas given by Expression (F.17).

$$\mu_e = \frac{\int_0^h \int_0^b \mu(y,z) \cdot \Phi_1^2(y,z) dy dz}{\int_0^h \int_0^b \Phi_1^2(y,z) dy dz}, \quad (F.17)$$

де:
 $\mu(y,z)$ маса на одиницю площі конструкції;
 $\Phi_1(y,z)$ форма коливань.

where
 $\mu(y,z)$ is the mass per unit area of the structure;
 $\Phi_1(y,z)$ is the mode shape.

Маса на одиницю площі конструкції у точці з найбільшою амплітудою форми коливань зазвичай є прийнятним наближенням для μ_e .

The mass per unit area of the structure at the point of the largest amplitude of the mode shape is normally a good approximation to μ_e .

(4) У більшості випадків ординати форми коливань $\Phi(y,z)$ постійні за перерізом для кожної висоти z , і замість формули (F.16) логарифмічний декремент аеродинамічного демпфірування δ_a для поздовжньо-вітрових коливань оцінюється формулою (F.18):

(4) In most cases the modal deflections $\Phi(y,z)$ are constant for each height z and instead of Expression (F.16) the logarithmic decrement of aerodynamic damping δ_a , for alongwind vibrations can be estimated by Expression (F.18).

$$\delta_a = \frac{c_f \cdot \rho \cdot b \cdot v_m(z_s)}{2 \cdot n_1 \cdot m_e}. \quad (F.18)$$

(5) δ_a повинен розраховуватися відповідним теоретичним або експериментальним методами, якщо до конструкції були додані спеціальні демпфірувальні пристрої.

(5) If special dissipative devices are added to the structure, δ_a should be calculated by suitable theoretical or experimental techniques.

Таблиця F.2 – Приблизні значення логарифмічного конструктивного декременту затухання δ_s для основної форми коливань конструкції

Конструктивний тип		конструктивне затухання, δ_s
Залізобетонні будівлі		0,10
Сталеві будівлі		0,05
Змішані конструкції бетон + сталь		0,08
Залізобетонні башти і витяжні труби		0,03
Зварні сталеві димові труби без зовнішньої теплоізоляції		0,012
Зварні сталеві димові труби із зовнішньою теплоізоляцією		0,020
Сталеві димові труби із обсадною трубою і зовнішньою теплоізоляцією ^{a)}	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b < 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,014
Сталеві димові труби з двома і більше обсадними трубами і зовнішньою теплоізоляцією ^{a)}	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b < 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,025
Сталеві димові труби із цегляним футуруванням		0,070

Конструктивний тип		конструктивне затухання, δ_s
Сталеві димові труби із футуруванням із торкрет-бетону		0,030
Зв'язані сталеві труби без зовнішнього оббудування		0,015
Сталеві труби з відтяжками без зовнішнього оббудування		0,04
Сталеві мости та щогли гратчастої конструкції	зварні	0,02
	на високоміцних болтах	0,03
	на звичайних болтах	0,05
Сталезалізобетонні мости		0,04
Залізобетонні мости	попередньо напружені без тріщин	0,04
	з тріщинами	0,10
Дерев'яні мости		0,06-0,12
Мости з алюмінієвих сплавів		0,02
Мости, армовані пластиком або скловолокнами		0,04-0,08
Троси	з паралельними волокнами	0,006
	зі спіральними волокнами	0,020
ПРИМІТКА 1. Значення для дерев'яних і пластмасових з'єднань лише індикативні; у випадках, коли аеродинамічні ефекти вважаються істотними у проектуванні, більш точні рисунки повинні отримуватися за порадою спеціаліста (погодженні з компетентними органами).		
ПРИМІТКА 2. Для вантових мостів значення з таблиці F.2 необхідно помножити на 0,75.		
^a Для проміжних значень h/b можна використовувати лінійну інтерполяцію.		

Table F.2 – Approximate values of logarithmic decrement of structural damping in the fundamental mode, δ_s

Structural type		structural damping, δ_s
reinforced concrete buildings		0,10
steel buildings		0,05
mixed structures concrete + steel		0,08
reinforced concrete towers and chimneys		0,03
unlined welded steel stacks without external thermal insulation		0,012
unlined welded steel stack with external thermal insulation		0,020
steel stack with one liner with external thermal insulation ^a	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b < 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,014
steel stack with two or more liners with external thermal insulation ^a	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b < 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,025
steel stack with internal brick liner		0,070
steel stack with internal gunite		0,030
coupled stacks without liner		0,015
guyed steel stack without liner		0,04
steel bridges	welded	0,02

Structural type		structural damping, δ_s
+ lattice steel towers	high resistance bolts	0,03
	ordinary bolts	0,05
composite bridges		0,04
concrete bridges	prestressed without cracks	0,04
	with cracks	0,10
Timber bridges		0,06-0,12
Bridges, aluminium alloys		0,02
Bridges, glass or fibre reinforced plastic		0,04-0,08
cables	parallel cables	0,006
	spiral cables	0,020
NOTE 1. The values for timber and plastic composites are indicative only; in cases where aerodynamic effects are found to be significant in the design, more exact figures should be obtained by specialist advice (agreed if appropriate with the competent Authority).		
NOTE 2. If bridges are cable supported the values given in Table F.2 shall be factored by 0,75.		
^a For intermediate values of h/b, linear interpolation may be used.		

Додаток НА
(довідковий)

**Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС,
посилання на які є в EN 1991-1-4:2005**

Позначення та назва 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 1991-1-3 EN 1991-2	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Снігові навантаження (EN 1991-1-3:2003, IDT) ДСТУ-Н Б EN 1991-2:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 2. Рухомі навантаження на мости (EN 1991-2:2003, IDT)

БІБЛОГРАФІЯ

ISO 2394 Загальні принципи надійності конструкцій

ISO 3898 Загальні принципи надійності конструкцій

ISO 8930 Загальні принципи надійності конструкцій. Перелік еквівалентних термінів

BIBLIOGRAPHY

ISO 2394 General principles on reliability for structures;

ISO 3898 General principles on reliability for structures;

ISO 8930 General principles on reliability for structures - List of equivalent terms.

Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions

Eurocode 1 : Actions sur les structures -
Partie 1-4 : Actions générales - Actions du
vent

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen -
Windlasten

This corrigendum becomes effective on 27 January 2010 for incorporation in the three official language versions of the EN.

Ce corrigendum prendra effet le 27 janvier 2010 pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de la EN.

Die Berichtigung tritt am 27. Januar 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

Єврокод 1: Дії на конструкції - Частина 1-4: Загальні дії – Вітрові навантаження

Eurocode 1 : Actions sur les structures -
Partie 1-4 : Actions générales - Actions du
vent

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen -
Windlasten

Це корегування вступає у дію, починаючи з 27 січня 2010 року для включення у три офіційні мовні версії EN.

Ce corrigendum prendra effet le 27 janvier 2010 pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de la EN.

Die Berichtigung tritt am 27. Januar 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 «Національний додаток для EN 1991-1-4»

Вилучити наступне:

«1.1 (11) Примітка 1».

Замінюється :

«8.4.2 (1) Примітки 1 та 2»

на:

«8.4.2 (1)».

2 Зміна до 1.1

Замінити пункт (2) на наступне:

«(2) Ця частина може застосовуватися до:
– будівель та споруд висотою до 200 м, див. також (11);
– мостів з прогонами менше 200 м, за умови, що вони задовольняють критерію динамічних реакцій, див. (12) та 8.2.»

Замінити пункт (11):

(11) Ця частина не містить вказівок щодо наступних аспектів:
– вітрове навантаження на гратчасті башти з непаралельними поясами;
– вітрове навантаження на щогли з відтяжками і витяжні труби з відтяжками;
– крутильні коливання, наприклад, високих будівель з центральним ядром;
– коливання мостового полотна від турбулентності поперечного вітру;
– вантові та підвісні мости;
– коливання, в яких необхідно розглядати не лише основну форму коливань.

ПРИМІТКА 1. Національний додаток може надавати вказівки, які не суперечать цим аспектам і містять додаткову інформацію.

ПРИМІТКА 2. Вітрове навантаження на щогли з відтяжками, витяжні труби з відтяжками і гратчасті башти з непаралельними поясами див. EN 1993-3-1,

1 Modifications to «National annex for EN 1991-1-4»

Delete the following:

«1.1 (11) Note 1».

Replace:

«8.4.2 (1) Notes 1 and 2»

with:

«8.4.2 (1)».

2 Modifications to 1.1

Replace paragraph (2) with the following one:

«(2) This Part is applicable to:
– buildings and civil engineering works with heights up to 200 m, see also (11).
– bridges having no span greater than 200 m, provided that they satisfy the criteria for dynamic response, see (12) and 8.2.»

Replace paragraph (11):

«(11) This part does not give guidance on the following aspects:
– wind actions on lattice towers with non-parallel chords
– wind actions on guyed masts and guyed chimneys
– torsional vibrations, e.g. tall buildings with a central core
– bridge deck vibrations from transverse wind turbulence
– cable supported bridges
– vibrations where more than the fundamental mode needs to be considered

NOTE 1 The National Annex may provide guidance on these aspects as non contradictory complementary information.

NOTE 2 For wind actions on guyed masts, guyed chimneys and lattice towers with non-parallel chords, see EN 1993-3-1, Annex A.

NOTE 3 For wind actions on lighting columns, see EN

Додаток А.

ПРИМІТКА 3. Вітрове навантаження на ліхтарні стовпи, див. EN 40.»

на:

«(11) Вантові щогли та решітчасті башти розглядаються у EN 1993-3-1, а освітлювальні колони у EN 40.

(12) Ця частина не має вказівок стосовно нижче приведених аспектів:

- крутильні коливання, наприклад висотні будинки з центральним ядром.
- коливання мосту з їздою зверху внаслідок поперечної вітрової турбулентності
- вітрові впливи, що діють на підвісні мости на тросах.
- вібрації, що знаходяться за рамками основного режиму роботи та підлягають особливому розгляду.»

3 Зміна до 1.7

Пункт (2), «Латинські великі літери», між рядків, що відносяться до «K» та «K_{iv}», додати наступні рядки:

«K_a аеродинамічний параметр демпфування».

Пункт (2), «Латинські малі літери», між рядками, що відносяться до «c_p» та «c_{prob}», доповни наступними даними:

«c_{pe} коефіцієнт зовнішнього тиску
c_{pi} коефіцієнт внутрішнього тиску
c_{p,net} коефіцієнт тиску нетто».

Пункт (2), «Латинські малі літери», між рядками, що відносяться до «k» та «k_p», доповнити наступними даними:

«k₁ коефіцієнт турбулентності».

Пункт (2), «Грецькі малі літери», визначення «δ_s», замінити «структурний логарифмічний декремент затухання» на «логарифмічний декремент конструктивного затухання».

40.»

with:

«(11) Guyed masts and lattice towers are treated in EN 1993-3-1 and lighting columns in EN 40.

(12) This part does not give guidance on the following aspects:

- torsional vibrations, e.g. tall buildings with a central core
- bridge deck vibrations from transverse wind turbulence
- wind actions on cable supported bridges
- vibrations where more than the fundamental mode needs to be considered.»

3 Modifications to 1.7

Paragraph (2), «Latin upper case letters», between the lines dedicated to «K» and «K_{iv}», add the following line:

«K_a aerodynamic damping parameter».

Paragraph (2), «Latin lower case letters», between the lines dedicated to «c_p» and «c_{prob}», add the following lines:

«c_{pe} external pressure coefficient
c_{pi} internal pressure coefficient
c_{p,net} net pressure coefficient».

Paragraph (2), «Latin lower case letters», between the lines dedicated to «k» and «k_p», add the following lines:

«k₁ turbulence factor».

Paragraph (2), «Greek lower case letters», definition of «δ_s», replace «structural logarithmic decrement of damping» with «logarithmic decrement of structural damping».

4 Зміна до «Розділу 2»

Пункт (2), замінити ПРИМІТКУ:

«ПРИМІТКА: Див. також EN 1991-1-3, EN 1991-2 та ISO FDIS12494»

на наступну:

«ПРИМІТКА: Дивись також EN 1991-1-3, EN 1991-2 та ISO 12494».

5 Зміна до 6.3.2

Пункт (1), 3-й рядок, замінити «5.2» на «5.3».

6 Зміна до 7.2.8

Пункт (1), Рисунок 7.11, замінити три рядки між рисунком та назвою:

- «– для $0 < h/d < 0,5$, $c_{pe,10}$ визначається лінійною інтерполяцією;
- для $0,2 \leq f/d \leq 0,3$ і $h/d \geq 0,5$ потрібно використовувати два значення $c_{pe,10}$;
- діаграма не застосовується для плоских покриттів.»

на:

«Для Зони А:

- «– для $0 < h/d < 0,5$, коефіцієнт $c_{pe,10}$
- для $0,2 \leq f/d \leq 0,3$ та $h/d \geq 0,5$, потрібно використовувати два значення $c_{pe,10}$;
- діаграма не застосовується для плоских покриттів.»

7 Зміна до 7.3

Пункт (8), Таблиця 7.6, 5-й рядок «[Кут покриття $\alpha =] 10^\circ$ », 4-а колонка «Зона А», 3-й рядок у клітині (відповідно до «Мінімум $\varphi = 1$ »), замінюється «-2,1» на «-1,6».

8 Зміна до 7.8

Пункт (1), Таблиця 7.11, замінити на таблицю наступним чином:

4 Modification to «Section 2»

Paragraph (2), replace the NOTE:

«NOTE See also EN 1991-1-3, EN 1991-2 and ISO FDIS12494»

with the following:

«NOTE: See also EN 1991-1-3, EN 1991-2 and ISO 12494».

5 Modification to 6.3.2

Paragraph (1), 3rd line, replace «5.2» with «5.3».

6 Modification to 7.2.8

Paragraph (1), Figure 7.11, replace the three lines between the figure itself and its title:

- «– for $0 < h/d < 0,5$, $c_{pe,10}$ is obtained by linear interpolation
- for $0,2 \leq f/d \leq 0,3$ and $h/d \geq 0,5$, two values of $c_{pe,10}$ have to be considered
- the diagram is not applicable for flat roofs.»

with:

«For Zone A:

- for $0 < h/d < 0,5$, the coefficient $c_{pe,10}$ is obtained by linear interpolation;
- for $0,2 \leq f/d \leq 0,3$ and $h/d \geq 0,5$, two values of $c_{pe,10}$ have to be considered;
- the diagram is not applicable for flat roofs.»

7 Modification to 7.3

Paragraph (8), Table 7.6, 5th row «[Roof angle $\alpha =] 10^\circ$ », 4th column «Zone A», 3rd line in the cell (corresponding to «Minimum $\varphi = 1$ »), replace «-2,1» with «-1,6».

8 Modifications to 7.8

Paragraph (1), Table 7.11, replace the table with the following one:

Число сторін Number of sides	Перерізи Sections	Гладкість поверхні і кутів Finish of surface and of corners	Число Рейнольдса Reynolds number Re ⁽¹⁾	c _{f,0}
5	П'ятикутник Pentagon	Усі All	Усі All	1,80
6	Шестикутник Hexagon	Усі All	Усі All	1,60
8	Восьмикутник Octagon	Гладка поверхня surface smooth r/b < 0,075 (b)	Re ≤ 2,4 · 10 ⁵	1,45
			Re ≥ 3 · 10 ⁵	1,30
		Гладка поверхня surface smooth r/b ≥ 0,075 (b)	Re ≤ 2 · 10 ⁵	1,30
			Re ≥ 7 · 10 ⁵	1,10
10	Десятикутник Decagon	Усі All	Усі All	1,30
12	Дванадцятикутник Dodecagon	Гладка поверхня (c) кути заокруглені surface smooth (c) corners rounded	2 · 10 ⁵ < Re < 1,2 · 10 ⁶	0,90
		Усі інші all others	Re < 4 · 10 ⁵	1,30
			Re > 4 · 10 ⁵	1,10
16-18	Шістнадцятикутник Вісімнадцятикутник Hexadecagon Octadecagon	Гладка поверхня (c) кути заокруглені surface smooth (c) corners rounded	Re < 2 · 10 ⁵	Розглядається як круговий циліндр, дивись 7.9 treat as a circular cylinder, see 7.9
			2 · 10 ⁵ ≤ Re < 1,2 · 10 ⁶	0,70

(a) Число Рейнольдса з $v = v_m$ і значення v_m визначається в 4.3, Re визначається в 7.9.
(a) Reynolds number with $v = v_m$ and v_m given in 4.3, Re, is defined in 7.9.
(b) r = радіус заокруглення, b = діаметр описаного кола, див. рисунок 7.26.
(b) r = corner radius, b = diameter of circumscribed circumference, see Figure 7.26
(c) Визначене шляхом випробувань у аеродинамічній трубі секційних моделей з поверхнею із гальванізованої сталі і перерізом b = 0,3 м, і радіусом заокруглення 0,06 · b.
(c) From wind tunnel tests on sectional models with galvanised steel surface and a section with b = 0,3 m and corner radius of 0,06 b.

Пункт (2), замінити пункт на нижченаведений текст:

«(2) Для будівель де $h/d > 5$, c_f може визначатися формулою (7.13).

ПРИМІТКА: Дивись також Таблицю 7.11 та Рисунок 7.26.».

9 Зміна до 7.11

Paragraph (2), replace the paragraph with the following text:

«(2) For buildings where $h/d > 5$, c_f may be determined from Expression (7.13).

NOTE See also Table 7.11 and Figure 7.26.».

9 Modifications to 7.11

Пункт (1), ПРИМІТКА 1, замінити «Рисунки 7.33 – 7.35 базуються» на «Рисунок 7.35».

Пункт (1) замінити ПРИМІТКУ 2:

«ПРИМІТКА 2: Національний додаток може надавати коефіцієнт зменшення для підмостків без повітронепроникного огороження і на які впливають огорожувальні суцільні споруди. Рекомендоване значення надано в prEN 12811.»

на:

«ПРИМІТКА 2. Національний додаток може надавати коефіцієнт зменшення для підмостків без повітронепроникного огороження і на які впливають огорожувальні суцільні споруди. Рекомендоване значення надано в EN 12811.»

10 Зміна до 7.12

Пункт (2), Таблиця 7.15, останній рядок замінити:

« ρ є щільністю повітря (дивись 7.1)»

на:

« ρ є щільністю повітря (дивись 4.5(1) ПРИМІТКА 2)».

11 Зміна до 8.1

Пункт (3), замінити ПРИМІТКУ:

«ПРИМІТКА. Умовні позначення, що використовуються для мостів, відрізняються від визначених у 1.7. Наступні умовні позначення використовуються для мостів:

L довжина в y -напрямку;
 b ширина у x -напрямку;
 d глибина у z -напрямку.

Значення L , b і d , наведені на рисунку 8.2, більш точно визначені у наступних пунктах. Умовні позначення для b і d необхідно змінювати, коли це стосується розділів 5 – 7.»

на:

Paragraph (1), NOTE 1, replace «Figure 7.33 to 7.35 are based» with «Figure 7.35 is based».

Paragraph (1), replace NOTE 2:

«NOTE 2: The National Annex may give a reduction factor for scaffolding without air tightness devices and affected by solid building obstruction. A recommended value is given in prEN 12811.»

with:

«NOTE 2 The National Annex may give a reduction factor for scaffolding without air tightness devices and affected by solid building obstruction. A recommended value is given in EN 12811.»

10 Modification to 7.12

Paragraph (2), Table 7.15, last row, replace:

« ρ is the air density (see 7.1)»

with:

« ρ is the air density (see 4.5(1) NOTE 2)».

11 Modification to 8.1

Paragraph (3), replace the NOTE:

«NOTE. The notation used for bridges differs from that defined in 1.7. The following notations are used for bridges:

L length in y -direction
 b width in x -direction
 d depth in z -direction

In Figure 8.2 the values to be given to L , b and d in various cases are, where relevant, more precisely defined in further clauses. When Sections 5 to 7 are referred to, the notations for b and d need to be readjusted.»

with:

«NOTE. The notation used for bridges differs from that in 1.7. The following notations (see Figure 8.2) are used for bridges:

«ПРИМІТКА. Умовні позначення, що використовуються для мостів, відрізняються від визначених у 1.7. Наступні умовні позначення (дивись Рисунок 8.2) використовуються для мостів

L довжина в y -напрямку;
 b ширина у x -напрямку;
 d глибина у z -напрямку.

Значення L , b та d у багатьох випадках, там де це доречно можуть бути визначені більш точно у наступних підрозділах. При посиланні на Розділи 5 – 7 умовні позначення для b та d повинні бути переглянуті».

12 Зміна до 8.3.1

Пункт (1), в кінці ПРИМІТКИ 2, додати «, при наявності деяких типових випадків з метою визначення $A_{ref,x}$ (як встановлено та проілюстровано в 8.3.1(4)) та d_{tot} ».

Пункт (1), Рисунок 8.3, замінити позначення на рисунку:

«а) стадія будівництва або відкриті парапети (більш ніж на 50 %)
б) 3 парапетами або шумопоглинаючими дорожніми огородженнями»

на

«а) Стадія будівництва, відкриті парапети (більш ніж на 50 %), а також відкриті бар'єри безпеки.
б) Суцільні парапети, шумопоглинаючі бар'єри, суцільні бар'єри безпеки або наявність дорожнього руху.

виходячи з цього:

L length in y -direction
 b width in x -direction
 d depth in z -direction

The values to be given to L , b and d in various cases are, where relevant, more precisely defined in various clauses. When Sections 5 to 7 are referred to, the notations for b and d need to be readjusted.».

12 Modifications to 8.3.1

Paragraph (1), end of NOTE 2, add «, where some typical cases for determining $A_{ref,x}$ (as defined in 8.3.1(4)) and d_{tot} are shown.».

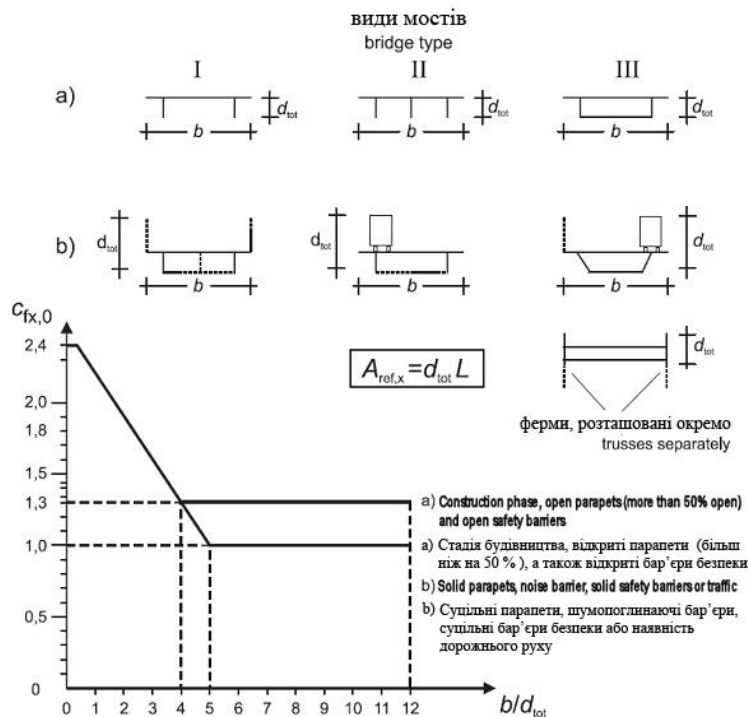
Paragraph (1), Figure 8.3, replace the notes within the figure:

«a) construction phase or open parapets (more than 50 % open)
b) With parapets or noise barrier or traffic»

with:

«a) Construction phase, open parapets (more than 50% open) and open safety barriers
b) Solid parapets, noise barrier, solid safety barriers or traffic»

thus:



Пункт (1), ПРИМІТКА 4, замінити на «Якщо дві практично однакові прогонові будови знаходяться на одному рівні і розділені в поперечному напрямку зазором близько 1 м» на «Якщо дві практично однакові прогонові будови знаходяться на одному рівні і розділені в поперечному напрямку зазором, що не перевищує 1 м у значній мірі.».

Paragraph (1), NOTE 4, replace «Where two generally similar decks are at the same level and separated transversely by a gap not exceeding significantly 1 m» with «Where two generally similar decks are at the same level and separated transversely by a gap not significantly exceeding 1 m».

Пункт, що знаходиться перед пунктом (4), замінюється наступним пунктом:

Paragraph preceding paragraph (4), replace the following paragraph:

(2) $c_{fx,0}$ потрібно збільшити на 3 % за кожний градус нахилу, якщо мостове полотно має поперечний нахил, але не більше ніж на 25 %.

(2) Where a bridge deck is sloped transversely, $c_{fx,0}$ should be increased by 3 % per degree of inclination, but not more than 25 %.

Що виглядає наступним чином:

With the following one:

(3) $c_{fx,0}$ потрібно збільшити на 3 % за кожний градус нахилу, якщо мостове полотно має поперечний нахил, але не більше ніж на 25 %.

(3) Where a bridge deck is sloped transversely, $c_{fx,0}$ should be increased by 3 % per degree of inclination, but not more than 25 %.

Пункт (4), замінити:

Paragraph (4), replace:

«Базові площі $A_{ref,x}$ для комбінацій навантажень без транспортного навантаження повинні визначатися як:»

«Reference areas $A_{ref,x}$ for load combinations without traffic load should be defined as :»

на

«Базові площі $A_{ref,x}$ для комбінацій навантажень без транспортного навантаження повинні базуватись на відповідному значенні d_{tot} , як це показано на Рисунку 8.5 та Таблиці 8.1:».

Пункт (4), підпункт а), вилучити «(дивись Рисунок 8.5 та Таблицю 8.1)».

Пункт (4), замінити заголовок:

«Таблиця 8.1 – Висота, що використовується для $A_{ref,x}$ »

на

«Таблиця 8.1 – Висота d_{tot} , що використовується для $A_{ref,x}$ »

Пункт (7), замінити:

«Тиск вітру від руху транспортних засобів або потягів не враховується даною частиною. Впливи вітру, викликані рухом потягів, див. EN 1991-2.»

на:

«Тиск вітру від руху транспортних засобів або потягів не враховується даною частиною. Стосовно впливів вітру, що виникають в результаті проходження потягів дивись EN 1991-2.»

13 Зміна до 8.4.2

В кінці пункту (1), додати наступну ПРИМІТКУ 2:

«ПРИМІТКА 2. Національний Додаток може передбачити порядок дій при розгляді асиметричних навантажень. Рекомендована методика радить повністю виключити розрахункове вітрове навантаження з тих частин споруди, де його дія має найбільш сприятливий вплив (дивись 7.1.2 (1)).».

14 Зміна до А.3

Пункт (5), в кінці підпункту b), замінити

with:

«Reference areas $A_{ref,x}$ for load combinations without traffic load should be based on the relevant value of d_{tot} as defined in Figure 8.5 and Table 8.1:».

Paragraph (4), entry a), delete «(see Figure 8.5 and Table 8.1)».

Paragraph (4), replace the title:

«Table 8.1 — Depth to be used for $A_{ref,x}$ »

with:

«Table 8.1 — Depth d_{tot} to be used for $A_{ref,x}$ ».

Paragraph (7), replace:

“Wind pressure effects of passing vehicles are outside the scope of this Part. Wind effects induced by passing trains see EN 1991-2.”

with:

“Wind pressure effects from passing vehicles are outside the scope of this Part. For wind effects induced by passing trains see EN 1991-2.”

13 Modification to 8.4.2

End of paragraph (1), add the following NOTE 2:

«NOTE 2. The National Annex may give procedures for the treatment of asymmetric loading. The recommended procedure is to completely remove the design wind load from those parts of the structure where its action will produce a beneficial effect (see 7.1.2 (1)).».

14 Modification to A.3

Paragraph (5), list entry b), replace

«якщо: $\frac{z}{L_d} > 3,5$ » на «якщо: $\frac{X}{L_e} > 3,5$ ».

15 Зміна до А.5

Наприкінці пункту (1), додати речення «Ці правила залежать від напрямку, значення h_{ave} та x повинні встановлюватись для кожного 30° сектора, як це визначено у 4.3.2.».

16 Зміна до С.4

Замінити пункт (1):

«(1) Максимальне поздовжнє переміщення за напрямом вітру – це статичне переміщення від еквівалентної статичної сили вітру, яка визначена у 5.2.»

на:

«(1) Максимальне поздовжнє переміщення за напрямом вітру – це статичне переміщення від еквівалентної статичної сили вітру, яка визначена у 5.3.»

17 Зміни до Додатку D

Рисунок D.1 та Рисунок D.2 в межах обох рисунків під “що базується”, замінити “ $\delta_s = 0$ ” на “ $\delta_a = 0$ ”.

18 Зміни до Е.1.3.1

Пункт (1), замінити «дорівнює власній частоті конструкції або конструктивного елемента» на «дорівнює власній частоті (формі коливань i) конструкції або конструктивного елемента».

19 Зміни до Е.1.5.2.2

Визначення в Таблиці Е.3, замінити наступне визначення

$v_{crit,i}$ критична швидкість вітру (див. формулу (Е.1))»

на:

«when: $\frac{z}{L_d} > 3,5$ » with «when: $\frac{X}{L_e} > 3,5$ ».

15 Modification to A.5

At the end of paragraph (1), add the sentence «These rules are direction dependent, the values of h_{ave} and x should be established for each 30° sector as described in 4.3.2.».

16 Modification to C.4

Replace paragraph (1):

«(1) The maximum along-wind displacement is the static displacement determined from the equivalent static wind force defined in 5.2.»

with:

«(1) The maximum along-wind displacement is the static displacement determined from the equivalent static wind force defined in 5.3.».

17 Modification to Annex D

Figure D.1 and Figure D.2, within both figures, under "based on", replace “ $\delta_s = 0$ ” with “ $\delta_a = 0$ ”.

18 Modification to E.1.3.1

Paragraph (1), replace «equals a natural frequency of the structure or a structural element» with «equals the natural frequency (mode i) of the structure or the structural».

19 Modifications to E.1.5.2.2

Definitions in Table E.3, replace the following definition:

« $v_{crit,i}$ is the critical wind velocity (see Expression (E.1))»

with:

« $v_{crit,i}$ критична швидкість вітру (див. формулу E.1.3.1)».

Визначення в Таблиці E.3, замінити наступне визначення

« $v_{m,Lj}$ середня швидкість вітру (див. 4.2) в центрі ефективної довжини кореляції, як це визначено на рисунку E.3»

на

« $v_{m,Lj}$ середня швидкість вітру (див. 4.3.1) в центрі ефективної довжини кореляції, як це визначено на рисунку E.3»

20 Зміна до E.1.5.2.4

Пункт (2), Таблиця E.5, замінити ПРИМІТКУ 1:

«ПРИМІТКА 1. Форма коливань, $\Phi_{i,y}(s)$, приймається за F.3. Параметри n і m визначаються за формулою (E.7) і за рисунком E.3.»

на:

«ПРИМІТКА 1. Форма коливань, $\Phi_{i,y}(s)$, приймається за F.3. Параметри n і m визначаються за формулою (E.8) і за рисунком E.3.»

21 Зміна до E.1.5.2.7

Замінити останнє речення пункту (2) перед заключною ПРИМІТКОЮ

«Для з'єднаних циліндрів з $a/d > 3,0$ рекомендується спеціальне дослідження.»

на:

«Для з'єднаних циліндрів з $a/b > 3,0$ рекомендується спеціальне дослідження.»

22 Зміна до E.1.5.3

Пункт (2), перелік позначень, замінити наступний показник

« St Число Струхала наведене в E.1.6.2»

на:

« $v_{crit,i}$ is the critical wind velocity (see E.1.3.1)».

Definitions in Table E.3, last row, replace the following definition:

« $v_{m,Lj}$ is the mean wind velocity (see 4.2) in the centre of the effective correlation length as defined in Figure E.3»

with:

« $v_{m,Lj}$ is the mean wind velocity (see 4.3.1) in the centre of the effective correlation length as defined in Figure E.3».

20 Modification to E.1.5.2.4

Paragraph (2), Table E.5, replace NOTE 1:

«NOTE 1. The mode shape, $\Phi_{i,y}(s)$, is taken from F.3. The parameters n and m are defined in Expression (E.7) and in Figure E.3»

with:

«NOTE 1. The mode shape, $\Phi_{i,y}(s)$, is taken from F.3. The parameters n and m are defined in Expression (E.8) and in Figure E.3».

21 Modification to E.1.5.2.7

Replace the last sentence of paragraph (2) before the final NOTE:

«For coupled cylinders with $a/d > 3,0$ specialist advice is recommended.»

with:

«For coupled cylinders with $a/b > 3,0$ specialist advice is recommended.»

22 Modifications to E.1.5.3

Paragraph (2), list of definitions, replace the following definition:

« St is the Strouhal number given in E.1.6.2»

with:

«*St* Число Струхаля наведене в таблиці Е.1».

Пункт (2), перелік позначень, додати наступні показники між визначеннями «*a_L*» та «*St*»:

«*S_c* число Струтона наведене в Е.1.3.3»

Пункт (5), Таблиця, Е.6, ПРИМІТКА, вилучити «, відповідно» в кінці речення.

Пункт (6), замінити рівняння (Е 17)

$$\ll k_p = \sqrt{2} \cdot \left(1 + \frac{1,2}{\tan\left(0,75 \cdot \frac{Sc}{(4 \cdot \pi \cdot K_a)}\right)} \right) \text{ (E.17)} \gg$$

на наступний вираз:

$$\ll k_p = \sqrt{2} \left(1 + 1,2 \arctan \left(0,75 \frac{Sc}{(4 \cdot \pi \cdot K_a)} \right)^4 \right) \text{ (E.17)} \gg$$

23 Зміна до Е.4.2

Пункт (1), перелік, замінити друге основне положення :

«– Вісь кручення повинна проходити паралельно площині пластини і перпендикулярно до площини дії вітру, центр кручення має знаходитись на відстані не менше ніж $d/4$ до краю панелі в напрямку дії вітру з навітряної сторони, де b – ширина панелі в напрямку, перпендикулярному до дії вітру. Це також відноситься до загальних випадків розміщення центра кручення в центрі мас, наприклад, рекламні щити з центральною опорою або окремі навіси, вісь також може співпадати з краєм із підвітряної сторони як, наприклад, у консольного навісу.»

на:

«– Вісь кручення повинна проходити паралельно площині пластини і перпендикулярно до площини дії вітру, центр кручення має знаходитись на відстані не менше ніж

«*St* is the Strouhal number given in Table E.1».

Paragraph (2), list of definitions, add the following definition between the definitions of «*a_L*» and «*St*»:

«*S_c* is the Scruton number given in E.1.3.3».

Paragraph (5), Table E.6, NOTE, delete «, respectively» at the end of the sentence.

Paragraph (6), replace equation (E.17):

$$\ll k_p = \sqrt{2} \cdot \left(1 + \frac{1,2}{\tan\left(0,75 \cdot \frac{Sc}{(4 \cdot \pi \cdot K_a)}\right)} \right) \text{ (E.17)} \gg$$

with the following expression:

$$\ll k_p = \sqrt{2} \left(1 + 1,2 \arctan \left(0,75 \frac{Sc}{(4 \cdot \pi \cdot K_a)} \right)^4 \right) \text{ (E.17)} \gg$$

23 Modification to E.4.2

Paragraph (1), list, replace the second bullet point:

«– The torsional axis is parallel to the plane of the plate and normal to the wind direction, and the centre of torsion is at least $d/4$ downwind of the windward edge of the plate, where b is the inwind depth of the plate measured normal to the torsional axis. This includes the common cases of torsional centre at geometrical centre, i.e. centrally supported signboard or canopy, and torsional centre at downwind edge, i.e. cantilevered canopy.»

with:

«– The torsional axis is parallel to the plane of the plate and normal to the wind direction, and the centre of torsion is at least $d/4$ downwind of the windward edge of the plate, where d is the

$d/4$ до краю панелі в напрямку дії вітру з навітряної сторони, де d – ширина панелі в напрямку, перпендикулярному до дії вітру. Це також відноситься до загальних випадків розміщення центра кручення в центрі мас, наприклад, рекламні щити з центральною опорою або окремі навіси, вісь також може співпадати з краєм із підвітряної сторони як, наприклад, у консольного навісу.»

24 Зміни до Е.4.3

Кінець пункту (3), нижче заключної фігури, додається номер фігури та найменування, що виглядає наступним чином:

“Рисунок Е.6 — Похідна, $dc_M/d\theta$, аеродинамічного коефіцієнту моменту відносно геометричного центра ваги “GC” для прямокутних перерізів.

25 Зміна до F.2

Пункт (5), підпункт b), замінити

« $L > L_1$ » на « $L \geq L_1$ ».

Пункт (5), підпункт c), замінити

« $L > L_1 > L_2$ » на « $L \geq L_1 \geq L_2$ ».

Пункт (7), Формула (F.10), у знаменнику виразу замінити

« K_2 » на « K^2 ».

26 Заміна до F.5

Пункт (5), Таблиця F.2 замінити

«ПРИМІТКА 1» на «ПРИМІТКА»;

потім вилучити ПРИМІТКУ 2 наступним чином:

«ПРИМІТКА 2. Для вантових мостів значення, наведені у Таблиці F.2 необхідно брати з урахуванням показника 0,75».

27 Зміни до Бібліографії

inwind depth of the plate measured normal to the torsional axis. This includes the common cases of torsional centre at geometrical centre, i.e. centrally supported signboard or canopy, and torsional centre at downwind edge, i.e. cantilevered canopy.»

24 Modification to E.4.3

End of paragraph (3), below the final figure, add the figure number and title that follow:

“Figure E.6 — Rate of change of aerodynamic moment coefficient, $dc_M/d\theta$, with respect to geometric centre “GC” for rectangular section”.

25 Modifications to F.2

Paragraph (5), list entry b), replace

« $L > L_1$ » with « $L \geq L_1$ ».

Paragraph (5), list entry c), replace

« $L > L_1 > L_2$ » with « $L \geq L_1 \geq L_2$ ».

Paragraph (7), Expression (F.10), in the denominator of the expression, replace

« K_2 » with « K^2 ».

26 Modification to F.5

Paragraph (5), Table F.2, replace

«NOTE 1» with «NOTE»;

then delete NOTE 2 as follows:

«NOTE 2. For cable supported bridges the values given in Table F.2 need to be factored by 0,75».

27 Modifications to Bibliography

Замінюється наступне посилання:

«ISO 3898 Загальні принципи надійності конструкцій»

на:

«ISO 3898 Основи проектування конструкцій – Нотатки. Загальні умовні позначки»

У кінці Бібліографії додати два наступних

посилання:

«EN 12811-1 Устаткування /обладнання/ для ведення тимчасових робіт – Частина 1: Подмости – Вимоги для експлуатації та загальне проектування «

та:

«ISO 12494 Атмосферне обледеніння споруд».

Replace the second reference:

“ISO 3898 General principles on reliability for structures”

with:

“ISO 3898 Bases for design of structures — Notations — General symbols”.

End of the Bibliography, add the two following references:

«EN 12811-1 Temporary works equipment – Part 1: Scaffolds – Performance requirements and general design»

and:

«ISO 12494 Atmospheric icing of structures».

Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions

Eurocode 1 : Actions sur les structures -
Partie 1-4 : Actions générales - Actions du
vent

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen -
Windlasten

This amendment A1 modifies the European Standard EN 1991-1-4:2005; it was approved by CEN on 18 February 2010.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for inclusion of this amendment into the relevant national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN Management Centre or to any CEN member.

This amendment exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

Foreword

This document (EN 1991-1-4:2005/A1:2010) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 “Structural Eurocodes”, the secretariat of which is held by BSI.

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 April 2010, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by October 2010.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CEN [and/or CENELEC] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

Єврокод 1: Дії на конструкції
Частина 1-4: Загальні дії – Вітрові навантаження

Eurocode 1 : Actions sur les structures -
Partie 1-4 : Actions générales - Actions du
vent

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen -
Windlasten

Цей додаток змінює Європейський Стандарт EN 1991-1-4:2005; що був затверджений CEN 18 лютого 2010 року

Члени CEN зобов'язані слідувати Внутрішнім Правилам CEN/CENELECб які визначають умови для включення у відповідні національні стандарти без ніяких зміню Скорегований перелік та бібліографічні посилання , що стосуються таких національних стандартів можна одержати звернувшись до Центру Управління CEN або до якогось з членів CEN.

Даний додаток існує у трьох офіційних версіях (Англійська, Французька, Німецька).Версія на якійсь іншій мові та зробленої за перекладом та на свою власну мову під відповідальність члена CEN та завіреною Центром Управління CEN має такий самий статус як і офіційні версії.



ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦІЇ
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Центр Управління: Авеню Марні 17, В-1000 Брюссель

Передмова

Даний документ (EN 1991-1-4:2005/A1:2010) був підготовлений Технічним Комітетом CEN/TC 250 “Будівельні Євро коди”, секретаріат якого знаходиться на утриманні BSI.

Необхідно звернути увагу на можливість того, що деякі елементи цього документу можуть стати предметом патентних прав. CEN [та/або CENELEC] не несе відповідальності за встановлення якогось з них чи всіх патентних прав.

У відповідності з Внутрішніми Правилами CEN/CENELEC організації з національних стандартів з нижченаведених країн зобов’язані впровадити даний Європейський Стандарт, а саме Австрія, Бельгія, Болгарія, Кіпр, Чеська Республіка, Данія, Естонія, Фінляндія, Франція, Німеччина, Греція, Угорщина, Ісландія, Ірландія, Італія, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Норвегія, Польща, Португалія, Румунія, Словачія, Словенія, Швеція, Швейцарія та Сполучене Королівство.

Національний додаток для EN 1991-1-4, додати наступне:

«7.2.3(2)»
«7.2.3(4)»
«7.2.4(1)»
«7.2.4(3)»
«7.2.5(1)»
«7.2.5(3)»
«7.2.6(1)»
«7.2.6(3)»
«7.2.7»
«7.3(6)»
«7.9.2(2)»
«Таблиця 7.14»

2 7.2.3 Плоскі покриття

Вилучити 7.2.3(2) та замінити на:

«7.2.3(2) Покриття потрібно поділити на зони.

ПРИМІТКА: Зони можуть бути визначені згідно Національного Додатку. Рекомендовані зони показані на Рисунку 7.6.»

Вилучити 7.2.3(4) та (5) замінити на:

«7.2.3(4) Коефіцієнт тиску слід визначати для кожної зони.

ПРИМІТКА 1: Коефіцієнт тиску може бути встановлений Національним Додатком. Рекомендовані значення наведені у Таблиці 7.2

ПРИМІТКА 2: Одержаний в результаті коефіцієнт тиску, що діє на парапет повинен визначатись з використанням 7.4.»

3 Таблиця 7.2, вилучити назву та замінити на наступну:

«Рекомендоване значення коефіцієнту зовнішнього тиску для плоских покриттів»

Редакційна Примітка, Таблиця використовується зараз в якості ПРИМІТКИ, і таким чином використаний розмір шрифту пови-

National annex for EN 1991-1-4, add the following:

«7.2.3(2)»
«7.2.3(4)»
«7.2.4(1)»
«7.2.4(3)»
«7.2.5(1)»
«7.2.5(3)»
«7.2.6(1)»
«7.2.6(3)»
«7.2.7»
«7.3(6)»
«7.9.2(2)»
«Table 7.14»

2 7.2.3 Flat roofs

Delete 7.2.3(2) and replace with:

«7.2.3(2) The roof should be divided in zones.

NOTE: The zones may be defined by the National Annex. The recommended zones are given in Figure 7.6.»

Delete 7.2.3(4) and (5) and replace with:

«7.2.3(4) Pressure coefficients should be defined for each zone.

NOTE 1: The pressure coefficients may be set by the National Annex. The recommended values are given in Table 7.2

NOTE 2: The resulting pressure coefficient on the parapet should be determined using 7.4.»

3 Table 7.2, delete title and replace with the following:

«Recommended values of external pressure coefficients for flat roofs.»

Editing Note – The Table is now moved to a NOTE and therefore the font size used should be reduced accordingly. The Table should be

нен бути відповідно зменшений. Таблиця повинна бути переформатована при внесенні перших корективів.

Додати наступну нову ПРИМІТКУ 6:

«ПРИМІТКА 6: Для мансардних карнизів з горизонтальними розмірами менш ніж $e/10$, потрібно використовувати значення для гострих карнизів. Для визначення e дивись Рисунок 7.6»

4 7.2.4 Односкатні покриття, вилучити 7.2.4(1) та 7.2.4(3), та змінити текст наступним чином:

«7.2.4(1) Покриття, що включають в себе виступаючі частини повинні розподілятися на зони.

ПРИМІТКА: Зони можуть бути визначені Національним Додатком. Рекомендовані зони наведені на Рисунок 7.7.

7.2.4(3) Коефіцієнти тиску повинні визначатись по кожній зоні.

ПРИМІТКА: Коефіцієнт тиску може бути встановлений Національним Додатком. Рекомендовані значення наведені у Таблиці 7.3а та Таблиці 7.3b.»

5 Таблиці 7.3а та 7.3b, змінити назви обох таблиць на:

«Рекомендовані значення зовнішнього тиску для односкатних покрівель»

Редакційна Примітка, Таблиця використовується зараз в якості ПРИМІТКИ, і використаний розмір шрифту повинен бути відповідно зменшений. Таблиця повинна бути переформатована при внесенні перших корективів.

6 7.2.5, вилучити 7.2.5(1) та 7.2.5(3) і замінити на:

«7.2.5(1) Покриття, що включають в себе виступаючі частини повинні розподілятися на зони.

ПРИМІТКА: Зони можуть бути визначені Національним Додатком. Рекомендовані зони наведені на Рисунок 7.8.

repositioned at the first revision

Add the following new NOTE 6:

«NOTE 6: For mansard eaves with horizontal dimension less than $e/10$, the values for sharp eaves should be used. For the definition of e see Figure 7.6»

4 7.2.4 Monopitch roofs, delete 7.2.4(1) and 7.2.4(3) and replace the text as follows:

«7.2.4(1) The roof, including its protruding parts, should be divided in zones.

NOTE: The zones may be defined by the National Annex. The recommended zones are given in Figure 7.7.

7.2.4(3) Pressure coefficients should be defined for each zone.

NOTE: The pressure coefficients may be set by the National Annex. The recommended values are given in Table 7.3a and Table 7.3b.»

5 Tables 7.3a & 7.3b, change titles of both tables to:

«Recommended values of external pressure coefficients for monopitch roofs»

Editing Note – The Tables are now moved to a NOTE and the font size used should be reduced accordingly. The Tables should be repositioned at the first revision

6 7.2.5, delete 7.2.5(1) and 7.2.5(3) and replace with:

«7.2.5(1) The roof, including its protruding parts, should be divided in zones.

NOTE: The zones may be defined by the National Annex. The recommended zones are given in Figure 7.8.

7.2.5(3) Pressure coefficients should be defined

7.2.5(3) Коефіцієнти тиску повинні визначатись для кожної зони.

ПРИМІТКА: Коефіцієнти тиску можуть встановлюватися Національним Додатком. Рекомендовані значення наведені в Таблицях 7.4a та 7.4b.»

7 Таблиця 7.4a, змінити назву таблиці на

«Рекомендовані значення зовнішнього тиску для двоскатних покрівель»

Редакційна Примітка, Таблиця використовується зараз в якості ПРИМІТКИ, і використаний розмір шрифту повинен бути відповідно зменшений. Таблиця повинна бути переформатована при внесенні перших корективів

8 Таблиця 7.4b, змінити назву таблиці на

«Рекомендовані значення зовнішнього тиску для двоскатних покрівель»

Редакційна Примітка, Таблиця використовується зараз в якості ПРИМІТКИ, і використаний розмір шрифту повинен бути відповідно зменшений. Таблиця повинна бути переформатована при внесенні перших корективів

9 7.2.6 Вальмові покриття багатоскатні, вилучити 7.2.6(1) і 7.2.6(3) та замінити на:

«7.2.6(1) Покриття, що включає в себе виступаючі частини повинна розподілятися на зони.

ПРИМІТКА: Зони можуть бути визначені Національним Додатком. Рекомендовані зони наведені на Рисунку 7.9.

7.2.6(3) Коефіцієнти тиску повинні визначатись по кожній зоні.

ПРИМІТКА: Коефіцієнт тиску може бути встановлений Національним Додатком. Рекомендовані значення наведені у Таблиці 7.5.»

for each zone.

NOTE: The pressure coefficients may be set by the National Annex. The recommended values are given in Table 7.4a and 7.4b.»

7 Table 7.4a, change title of table to:

«Recommended values of external pressure coefficients for duopitch roofs»

Editing Note, The Table is now moved to a NOTE and the font size used should be reduced accordingly. The Table should be repositioned at the first revision

8 Table 7.4b, change title of table to:

«Recommended values of external pressure coefficients for duopitch roofs»

Editing Note, The Table is now moved to a NOTE and the font size used should be reduced accordingly. The Table should be repositioned at the first revision

9 7.2.6 Hipped roofs, delete 7.2.6(1) and 7.2.6(3) and replace with:

«7.2.6(1) The roof, including its protruding parts, should be divided in zones.

NOTE: The zones may be defined by the National Annex. The recommended zones are given in Figure 7.9.»

7.2.6(3) Pressure coefficients should be defined for each zone.

NOTE: The pressure coefficients may be set by the National Annex. The recommended values are given in Table 7.5.»

10 Таблиця 7.5, замінити назву таблиці на

«Рекомендовані значення зовнішнього тиску для багато скатних валькованих покриттів»

Редакційна Примітка, Таблиця використовується зараз в якості ПРИМІТКИ, і використаний розмір шрифту повинен бути відповідно зменшений. Таблиця повинна бути переформатована при внесенні перших корективів»

11 7.2.7 Багатопрогонові покриття, у кінці додати новий підрозділ (4):

«(4) Для багатопрогонових покриттів, коли в результаті не виникає горизонтальне зусилля, то необхідно враховувати мінімальний коефіцієнт шорсткості, що становить 0,05 (незалежно від шорсткості споруди) при нормативній дії вітру на площу багато прольотної покрівлі. Таким чином, кожне багатопрогонове покриття проектується на наступне мінімальне рівнодіюче зусилля:

$$0,05 * q_{p,ze} * A_{Shed},$$

де

A_{Shed} базова площа кожного багатопрогонового покриття».

12 7.3 Навісні покриття, 7.3(6), вилучити першу позицію та замінити на наступну:

«– для односклоного навісу (Таблиця 7.6) розташування центру тиску повинно визначатись як відстань від краю навітряної сторони.

ПРИМІТКА: Розташування може бути визначене у Національному Додатку. Рекомендоване розташування наведене на Рисунку 7.16.»

13 7.9.2 Коефіцієнти сили, вилучити 7.9.2(2) та замінити на:

«7.9.2(2) Величини еквіваленту шорсткості поверхні k для нових поверхонь наведені у Таблиці 7.13.

ПРИМІТКА: Для застарілих поверхонь, що експлуатуються, величини еквіваленту шорсткості k

10 Table 7.5, change title of table to:

«Recommended values of external pressure coefficients for hipped roofs of buildings»

Editing Note, The Table is now moved to a NOTE and the font size used should be reduced accordingly. The Table should be repositioned at the first revision

11 7.2.7 Multispan roofs, add new clause (4) at the end:

«(4) For a multispan roof when no resulting horizontal force arise, a minimum roughness factor of 0,05 (independently from the roughness of the structure) should be taken into account for wind actions normal to the areas of the multispan roof. Consequently each multispan roof shall be designed for the following minimum resulting horizontal force:

$$0,05 * q_{p,ze} * A_{Shed},$$

where

A_{Shed} is the base area of each multispan roof.»

12 7.3 Canopy roofs, 7.3(6), delete the first bullet point and replace with the following:

«– for a monopitch canopy (Table 7.6) the location of the centre of pressure should be defined as a distance from the windward edge.

NOTE: The location may be given in the National Annex. The recommended location is in Figure 7.16.»

13 7.9.2 Force coefficients, delete 7.9.2(2) and replace with:

«7.9.2(2) Values of equivalent surface roughness k for new surfaces are given in Table 7.13.

NOTE: For aged surfaces the values of the equivalent surface roughness k may be given in the National

можуть бути наведені у Національному Додатку»

14 **Таблиця 7.14**, у Таблиці 7.14, *перша колонка, другий рядок «a/b < 3, 5» вилучити вираз та замінити на :*

«2,5 < a/b < 3,5»

Додати наступну ПРИМІТКУ до Таблиці:

«ПРИМІТКА: Для a/b < 2,5 значення для κ можуть бути наведені у Національному Додатку»

Annex.»

14 **Table 7.14**, in Table 7.14, *first column, second row «a/b < 3, 5» delete expression and replace with :*

«2,5 < a/b < 3,5»

Add the following NOTE to the Table:

«NOTE: For a/b < 2,5 the values of κ may be given in the National Annex»

Ключові слова: аеродинамічні коефіцієнти, аеропружна нестійкість, безпека, вітрове навантаження, моделювання вітрового навантаження, напір вітру, проектування.

Голова правління ВАТ «УкрНДІпроектсталь-конструкція ім. В.М. Шимановського», д.т.н., проф.	О. Шимановський
Перший заступник голови правління, д.т.н., проф.	В. Гордєєв
Завідувач відділу НДВТР, к.т.н.	А. Гром
Керівник розробки, к.т.н.	М. Микитаренко
Провідний виконавець, д.т.н.	А. Перельмутер
Завідувач групи НДВТР	Г. Ленда
Провідний інженер	В. Артюшенко
Інженер II категорії	М. Бурчик
Інженер III категорії	О. Кордун
Інженер III категорії	Я. Левченко
Інженер-перекладач	П. Ковернінський