



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 3: ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

**Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд
(EN 1993-1-1:2005, IDT)**

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010

Видання офіційне

Київ

**Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального
господарства України**

2011

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського»
ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: В. Артюшенко, М. Бурчик, В. Гордєєв,
д.т.н., М. Микитаренко (керівник розробки) к.т.н., А. Гром, к.т.н., В. Юрченко, А. Перельмутер,
д.т.н., О. Кордун, Я. Левченко, О. Шимановський, д.т.н.

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від
27.12. 2010 № 552

3 Національний стандарт відповідає Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules
and rules for buildings (Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні
правила і правила для споруд) з технічною поправкою EN 1993-1-1:2005/AC:2009.

Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

Цей стандарт видано з дозволу CEN

УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

**Право власності на цей документ належить державі.
Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований
і розповсюджений як офіційне видання без дозволу
Міністерства регіонального розвитку та будівництва України**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings (Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд) з технічною поправкою EN 1993-1-1:2005/AC:2009.

EN 1993-1-1:2005 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 1993-1-1:2010 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings (Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд), 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.2.6 «Конструкції будинків і споруд».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

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

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ», «Визначення понять» - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- з «Передмови до EN 1993-1-1» 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 1993-1-1:2005, наведено в додатку НА.

Копії МС, неприйнятих як національні стандарти, на які є посилання EN 1993-1-1:2005, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

Технічна поправка EN 1993-1-1:2005/AC:2009 до EN 1993-1-1:2005 подана в кінці ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010.

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 and ETAs) для виробів	Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products	5
Додаткова інформаційна щодо EN 1993-1	Additional information specific to EN 1993-1-1	5
Національний додаток до EN 1993-1-1	National Annex for EN 1993-1-1	6
1 Загальні положення	1 General	7
1.1 Галузь застосування	1.1 Scope	7
1.1.1 Галузь застосування Єврокоду 3	1.1.1 Scope of Eurocode 3	7
1.1.2 Галузь застосування частини 1-1 Єврокоду 3	1.1.2 Scope of Part 1.1 of Eurocode 3	8
1.2 Нормативні посилання	1.2 Normative references	9
1.2.1 Загальні нормативні посилання	1.2.1 General references standards	9
1.2.2 Стандарти на зварювальні конструкційні сталі	1.2.2 Weldable structural steel reference standards	10
1.3 Припущення	1.3 Assumptions	10
1.4 Відмінність між принципами та правилами використання	1.4 Distinction between principles and application rules	11
1.5 Терміни та визначення	1.5 Terms and definitions	11
1.6 Позначення	1.6 Symbols	12
1.7 Умовні позначення для осей елемента	1.7 Conventions for member axes	24
2 Основи проектування	2 Basis of design	26
2.1 Вимоги	2.1 Requirements	26
2.1.1 Основні вимоги	2.1.1 Basic requirements	26
2.1.2 Управління надійністю	2.1.2 Reliability management	26
2.1.3 Розрахунковий термін експлуатації, довговічність і живучість	2.1.3 Design working life, durability and robustness	26
2.2 Принципи розрахунку за граничними станами	2.2 Principles of limit state design	28
2.3 Основні змінні	2.3 Basic variables	28
2.3.1 Навантаження та впливи навколишнього середовища	2.3.1 Actions and environmental influences	28
2.3.2 Властивості матеріалів і виробів	2.3.2 Material and product properties	29
2.4 Перевірка за методом часткових коефіцієнтів надійності	2.4 Verification by the partial factor method	29
2.4.1 Розрахункові значення властивостей матеріалів	2.4.1 Design values of material properties	29
2.4.2 Розрахункові значення геометричних характеристик	2.4.2 Design values of geometrical data	29
2.4.3 Розрахункові опори	2.4.3 Design resistances	30
2.4.4 Перевірка статичної рівноваги (EQU)	2.4.4 Verification of static equilibrium (EQU)	30
		IV

2.5	Розрахунок на основі випробувань	2.5	Design assisted by testin	30
3	Матеріали	3	Materials	32
3.1	Загальні положення	3.1	General	32
3.2	Конструкційна сталь	3.2	Structural steel	32
3.2.1	Властивості матеріалів	3.2.1	Material properties	32
3.2.2	Вимоги до пластичності	3.2.2	Ductility requirements	32
3.2.3	Крихке руйнування	3.2.3	Fracture toughness	33
3.2.4	Властивості сталі щодо товщини прокату	3.2.4	Through-thickness properties	34
3.2.5	Допуски	3.2.5	Tolerances	35
3.2.6	Розрахункові значення показників матеріалу	3.2.6	Design values of material coefficients	35
3.3	З'єднувальні вироби	3.3	Connecting devices	35
3.3.1	Кріпильні деталі	3.3.1	Fasteners	35
3.3.2	Витратні матеріали для зварних з'єднань	3.3.2	Welding consumables	35
3.4	Інші вироби заводського виготовлення для будівель і споруд	3.4	Other prefabricated products in buildings	36
4	Довговічність	4	Durability	37
5	Розрахунок конструкції	5	Structural analysis	38
5.1	Моделювання конструкції для розрахунку	5.1	Structural modelling for analysis	38
5.1.1	Моделювання кострукції та основні припущення	5.1.1	Structural modelling and basic assumptions	38
5.1.2	Моделювання вузлів	5.1.2	Joint modelling	38
5.1.3	Взаємодія споруди з основою	5.1.3	Ground-structure interaction	39
5.2	Загальний розрахунок	5.2	Global analysis	39
5.2.1	Вплив деформації конструкції	5.2.1	Effects of deformed geometry of the structure	39
5.2.2	Стійкість рам	5.2.2	Structural stability of frames	41
5.3	Недосконалості	5.3	Imperfections	44
5.3.1	Основні положення	5.3.1	Basis	44
5.3.2	Недосконалості для загального розрахунку рам	5.3.2	Imperfections for global analysis of frames	44
5.3.3	Недосконалості при розрахунку систем в'язей	5.3.3	Imperfection for analysis of bracing systems	49
5.3.4	Недосконалості елементів	5.3.4	Member imperfections	51
5.4	Методи розрахунку з урахуванням нелінійних властивостей матеріалів	5.4	Methods of analysis considering material non-linearities	52
5.4.1	Загальні положення	5.4.1	General	52
5.4.2	Загальний розрахунок у пружній стадії	5.4.2	Elastic global analysis	53
5.4.3	Загальний розрахунок у пластичній стадії	5.4.3	Plastic global analysis	53
5.5	Класифікація поперечних перерізів	5.5	Classification of cross sections	55
5.5.1	Основні положення	5.5.1	Basis	55
5.5.2	Класифікація	5.5.2	Classification	55
5.6	Вимоги до поперечних перерізів для загального аналізу у пластичній стадії	5.6	Cross-section requirements for plastic global analysis	57

6	Граничні стани за несучою здатністю	6	Ultimate limit states	62
6.1	Загальні положення	6.1	General	62
6.2	Опір поперечних перерізів	6.2	Resistance of cross-sections	62
6.2.1	Загальні положення	6.2.1	General	62
6.2.2	Характеристики перерізу	6.2.2	Section properties	64
6.2.3	Розтяг	6.2.3	Tension	67
6.2.4	Стиск	6.2.4	Compression	68
6.2.5	Згинальний момент	6.2.5	Bending moment	69
6.2.6	Перерізувальна сила	6.2.6	Shear	70
6.2.7	Кручення	6.2.7	Torsion	73
6.2.8	Згин і зріз	6.2.8	Bending and shear	75
6.2.9	Згин і поздовжня сила	6.2.9	Bending and axial force	76
6.2.10	Згин, зріз і поздовжня сила	6.2.10	Bending, shear and axial force	79
6.3	Опір елементів втраті стійкості	6.3	Buckling resistance of members	80
6.3.1	Елементи постійного поперечного перерізу, що стискаються	6.3.1	Uniform members in compression	80
6.3.2	Елементи постійного поперечного перерізу, що згинаються	6.3.2	Uniform members in bending	85
6.3.3	Елементи постійного поперечного перерізу, що згинаються і стискаються	6.3.3	Uniform members in bending and axial compression	90
6.3.4	Загальний метод для визначення втрати стійкості елементів конструкції за поперечною та згинально-крутильною формами	6.3.4	General method for lateral and lateral torsional buckling of structural components	92
6.3.5	Втрата стійкості за плоскою формою згину елементів із пластичними шарнірами	6.3.5	Lateral torsional buckling of members with plastic hinges	94
6.4	Складені елементи постійного перерізу	6.4	Uniform built-up compression members	98
6.4.1	Загальні положення	6.4.1	General	98
6.4.2	Гратчасті стиснуті елементи	6.4.2	Laced compression members	100
6.4.3	Стиснуті елементи на планках	6.4.3	Battened compression members	102
6.4.4	Складені елементи з близько розташованими поясами	6.4.4	Closely spaced built-up members	104
7	Граничні стани за експлуатаційною придатністю	7	Serviceability limit states	106
7.1	Загальні положення	7.1	General	106
7.2	Граничні стани за експлуатаційною придатністю для будівель і споруд	7.2	Serviceability limit states for buildings	106
7.2.1	Вертикальні прогини	7.2.1	Vertical deflections	106
7.2.2	Горизонтальні прогини	7.2.2	Horizontal deflections	106
7.2.3	Динамічні ефекти	7.2.3	Dynamic effects	107
Додаток А [Довідковий] – Метод 1:		Annex A [Informative] – Method 1:		
Коефіцієнти взаємодії k_{ij} для формули взаємодії у 6.3.3(4)		Interaction factors k_{ij} for interaction formula in 6.3.3(4)		108
Додаток В [Довідковий] – Метод 2:		Annex B [Informative] – Method 2:		
Коефіцієнти взаємодії k_{ij} для формули взаємодії у 6.3.3(4)		Interaction factors k_{ij} for interaction formula in 6.3.3(4)		111

розрахункові положення

design provisions

АВ.1 Розрахунок конструкцій з урахуванням нелінійних властивостей матеріалів	113
АВ.2 Спрощені положення для проектування нерозрізних балок перекриттів	113
Додаток ВВ [Довідковий] – Втрата стійкості елементів будівельних конструкцій	113
ВВ.1 Втрата стійкості елементів за згинальною формою у ґратчастих конструкціях із розкісною ґраткою	114
ВВ.1.1 Загальні положення	114
ВВ.1.2 Елементи ґратки з кутиків	114
ВВ.1.3 Елементи ґратки з перерізами замкнутого профілю	115
ВВ.2 Неперервні розкріплення	116
ВВ.2.1 Неперервні розкріплення від поперечного зміщення	116
ВВ.2.2 Неперервні розкріплення від кручення	117
ВВ.3 Стійка довжина ділянки з пластичними шарнірами при втраті стійкості із площини згину	118
ВВ.3.1 Елементи постійного перерізу з прокатних або еквівалентних зварних двотаврових профілів	118
ВВ.3.2 Елементи з вутами або елементи змінної висоти, виконані з прокатних перерізів або еквівалентних зварних двотаврових перерізів	124
ВВ.3.3 Поправкові коефіцієнти для змінних моментів в елементах, що розкріплені від поперечного зміщення вздовж розтягнутої полиці	126
Додаток НА [Довідковий] - Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1993-1-1:2005	130
Технічна поправка EN 1993-1-1:2005/AC:2009	132

АВ.1 Structural analysis taking account of material non-linearities	113
АВ.2 Simplified provisions for the design of continuous floor beams	113
Annex ВВ [Informative] – Buckling of components of building structures	114
ВВ.1 Flexural buckling of members in triangulated and lattice structure	114
ВВ.1.1 General	114
ВВ.1.2 Angles as web members	114
ВВ.1.3 Hollow sections as members	115
ВВ.2 Continuous restraints	116
ВВ.2.1 Continuous lateral restraints	116
ВВ.2.2 Continuous torsional restraints	117
ВВ.3 Stable lengths of segment containing plastic hinges for out-of-plane buckling	118
ВВ.3.1 Uniform members made of rolled sections or equivalent welded I-sections	118
ВВ.3.2 Haunched or tapered members made of rolled sections or equivalent welded I-sections	124
ВВ.3.3 Modification factors for moment gradients in members laterally restrained along the tension flange	126
Modification EN 1993-1-1:2005/AC:2009	132

Вступ

Цей Європейський стандарт EN 1993, Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій, 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 листопада 2005 року і при скасуванні конфліктуючих національних стандартів не пізніше березня 2010 року.

Даний Європейський стандарт замінює ENV 1993-1-1.

Відповідно до правил внутрішнього розпорядку CEN/CENELEC національні органи зі стандартизації таких країн зобов'язані увести у дію цей Європейський стандарт: Австрія, Бельгія, Велика Британія, Греція, Данія, Ісландія, Іспанія, Ірландія, Італія, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Португалія, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швеція та Швейцарія.

Foreword

This European Standard EN 1993, Eurocode 3: Design of steel structures, 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 November 2005, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2010.

This European Standard supersedes ENV 1993-1-1.

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

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**ЄВРОКОД 3: ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ
ЧАСТИНА 1-1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА І ПРАВИЛА ДЛЯ СПОРУД****ЕВРОКОД 3: ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ЧАСТЬ 1-1: ОБЩИЕ ПРАВИЛА И ПРАВИЛА ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ****EUROCOD3: DESIGN OF STEEL STRUCTURES
PART 1-1: GENERAL RULES AND RULES FOR BUILDINGS**

Чинний від _____

Основи програми Єврокоду

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

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

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

У 1989 році Комісія та держави-члени ЕУ (Європейської Спільноти) та ЕФТА (Європейської асоціації вільної торгівлі) на основі угоди¹ між Комісією та СЕН (Європейським комітетом із стандартизації) вирішили передати підготовку та публікацію Єврокодів СЕН за допомогою серії Мандатів, що в результаті надало б Єврокодам у майбутньому статусу Європейського стандарту (ЕН). Це пов'язує Єврокоди з положеннями Ди-

Background of the Eurocode programme

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

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

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

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

ректив Ради і рішень Комісії щодо Європейських стандартів (тобто Директиви Ради 89/106/EEC щодо будівельних виробів – CPD – та Директив Ради 93/37/EEC, 92/50/EEC та 89/440/EEC 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 сталебетонних конструкцій
- EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій
- EN 1996 Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій
- EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування
- EN 1998 Єврокод 8: Проектування конструкцій при сейсмічному навантаженні
- EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій.

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

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

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).

Статус та галузь застосування Єврокодів

Держави-члени EU та EFTA визнають, що

Status and field of application of Eurocodes

The Member States of the EU and EFTA

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 №1-Механічна стійкість та стабільність і основній вимозі №2 – Пожежна безпека;
- як основа для укладання контрактів для будівель і споруд та пов'язаних з ними інженерних послуг;
- як основа для складання узгоджених технічних специфікацій для будівельних виробів (ENs та ETAs).

Єврокоди, оскільки вони безпосередньо відносяться до будівельних робіт, мають прямий зв'язок з тлумачними документами² розділу 12 CPD, незважаючи на те, що вони мають різну природу з гармонізованими стандартами на вироби³.

Таким чином, технічні аспекти, які пов'язані із Єврокодами для будівель і споруд, повинні в повній мірі бути розглянутими Технічними комітетами CEN та/чи робочими групами EOTA, які розробляють стандарти та будівельні вироби з метою досягнення повної сумісності технічних специфікацій з Єврокодами.

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

³Відповідно до ст. 12 CPD тлумачні документи мають:

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

Стандарти Єврокодів надають загальні правила проектування для практичного використання всіх конструкцій та їх компонентів як традиційного, так і інноваційного харак-

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 №1 – Mechanical resistance and stability – and Essential Requirement №2 – Safety in case of fire;
- as a basis for specifying contracts for construction works and related engineering services ;
- as a framework for drawing up harmonised technical specifications for construction products (ENs and ETAs).

The Eurocodes, as far as they concern the construction works themselves, have a direct relationship with the Interpretative Documents² referred to in Article 12 of the CPD, although they are of a different nature from harmonised product standards³.

Therefore, technical aspects arising from the Eurocodes work need to be adequately considered by CEN Technical Committees and/or EOTA Working Groups working on product standards with a view to achieving a full compatibility of these technical specifications with the Eurocodes.

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

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

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

The Eurocodes, de facto, play a similar role in the field of the ER 1 and a part of ER 2.

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

теру. 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, мають містити повний текст Єврокоду (включаючи всі додатки), опублікований CEN, якому можуть передувати Національний титульний лист та Національна передмова, а також можуть супроводжуватися Національним додатком.

Національний додаток має включати ін формацію тільки відносно тих параметрів, які залишено відкритими в Єврокодi для національного вибору, відомі як національно визначувані параметри, для їх використання при проектуванні будівель та споруд і виконанні інженерних робіт цивільного призначення у конкретній країні, а саме:

- значення та/або класи, якщо в Єврокодi даються альтернативи;
- значення для їх використання, якщо в Єврокодi наводиться лише позначення;
- специфічні дані, характерні для країни (географічні, кліматичні тощо), наприклад, карта снігу;
- процедура для її використання, якщо в Єврокодi наводяться альтернативні процедури.

Він також може містити:

- рішення щодо застосування інформаційних додатків;
- посилання на додаткову не суперечну інформацію для допомоги користувачу у застосуванні Єврокоду.

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

It may also contain

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

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

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

Додаткова інформація щодо EN 1993-1

Документ EN 1993 призначений для сумісного використання з Єврокодами EN 1990 - Basis of Structural Design («Основи проектування»), EN 1991 – Actions on structures («Навантаження та впливи на будівлі і споруди») і EN 1992 – EN 1999 у частинах, що стосуються сталевих конструкцій або їх елементів.

EN 1993-1 є першою з шести частин документа EN 1993 – Проектування сталевих конструкцій. У ньому викладені загальні правила проектування, які повинні використовуватися з іншими частинами EN 1993-2 – EN 1993-6.

EN 1993-1 включає 12 підчастих від EN 1993-1-1 до EN 1993-1-12, що регламентують конкретні сталеві елементи, граничні стани або типи конструкцій.

Він може також застосовуватися для проектних випадків, не передбачених Єврокодами (інші конструкції, інші навантаження, інші матеріали), і тим самим слугувати посилковим нормативним документом для інших технічних комітетів організації CEN з питань будівництва.

EN 1993-1 призначений для використання: – комітетами з підготовки регламентних документів із проектування, стандартів на виконання робіт та випробувань;

Links between Eurocodes and 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 to EN 1993-1

EN 1993 is intended to be used with Eurocodes EN 1990 - Basis of Structural Design, EN 1991 – Actions on structures and EN 1992 to EN 1999, where steel structures or steel components are referred to.

EN 1993-1 is the first part of six parts of EN 1993 – Design of Steel Structures. It gives generic design rules to be used with the other parts EN 1993-2 to EN 1993-6.

EN 1993-1 comprises twelve subparts EN 1993-1-1 to EN 1993-1-12 are each addressing specific steel components, limit states or type of structures.

It may also be used for design cases not covered by the Eurocodes (other structures, other actions, other materials) serving as a reference document for other CEN TC's concerning structural matters.

EN 1993-1 is intended for use by – committees drafting design related product, testing and execution standards;

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

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

- замовниками (наприклад, для формулювання специфічних вимог);
- проектувальниками та конструкторами;
- відповідними державними органами.

Рекомендовані числові значення часткових коефіцієнтів надійності та інших параметрів безпеки вибрані такими, щоб забезпечити прийнятний рівень надійності. Вони встановлені за припущення, що при проведенні робіт гарантується належний рівень виконання та контролю якості.

Національний додаток до EN 1993-1-1

Цей стандарт надає значення з посиланням до приміток, у тих випадках коли можна використовувати національний вибір. Таким чином, Національний стандарт, який впроваджує EN 1993-1-1, повинен мати Національний додаток, який включав би усі національно визначені параметри, що використовуються при проектуванні сталевих конструкцій, які будуть побудовані у відповідній країні.

Національним вибором дозволено увійти до EN 1993-1-1 за допомогою:

- 2.3.1(1)
- 3.1(2)
- 3.2.2(1)
- 3.2.3(1)
- 3.2.3(3)B
- 3.2.4(1)B
- 5.2.1(3)
- 5.2.2(8)
- 5.3.2(3)
- 5.3.2(11)
- 5.3.4(3)
- 6.1(1)B
- 6.3.2.2(2)
- 6.3.2.3(1)
- 6.3.2.3(2)
- 6.3.2.4(1)B
- 6.3.2.4(2)B
- 6.3.3(5)
- 6.3.4(1)
- 7.2.1(1)B
- 7.2.2(1)B
- 7.2.3(1)B
- BB.1.3(3)B

- clients (e.g. for the formulation of their specific requirements);
- designers and constructors;
- relevant authorities.

Numerical values for partial factors and other reliability parameters are recommended as basic values that provide an acceptable level of reliability. They have been selected assuming that an appropriate level of workmanship and quality management applies.

National annex for EN 1993-1-1

This standard gives values with notes indicating where national choices may have to be made. Therefore the National Standard implementing EN 1993-1-1 should have a National Annex containing all Nationally Determined Parameters to be used for the design of steel structures to be constructed in the relevant country.

National choice is allowed in EN 1993-1-1 through the following clauses:

- 2.3.1(1)
- 3.1(2)
- 3.2.2(1)
- 3.2.3(1)
- 3.2.3(3)B
- 3.2.4(1)B
- 5.2.1(3)
- 5.2.2(8)
- 5.3.2(3)
- 5.3.2(11)
- 5.3.4(3)
- 6.1(1)B
- 6.3.2.2(2)
- 6.3.2.3(1)
- 6.3.2.3(2)
- 6.3.2.4(1)B
- 6.3.2.4(2)B
- 6.3.3(5)
- 6.3.4(1)
- 7.2.1(1)B
- 7.2.2(1)B
- 7.2.3(1)B
- BB.1.3(3)B

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1.1 Галузь застосування Єврокоду 3

(1) Єврокод 3 застосовується для проектування сталевих конструкцій будівель і споруд цивільного призначення. Він відповідає принципам і технічним вимогам щодо безпеки та експлуатації конструкцій, основам їх проектування і перевірного розрахунку, наведеним у EN 1990 – Основи проектування конструкцій.

(2) Єврокод 3 охоплює лише вимоги щодо несучої здатності, експлуатаційної придатності, довговічності та вогнестійкості сталевих конструкцій. Інші вимоги, що стосуються, наприклад, тепло- або звукоізоляції, не розглядаються.

(3) Єврокод 3 призначений для застосування спільно з такими нормативними документами:

- EN 1990 “Основи проектування конструкцій”;
- EN 1991 “Навантаження на конструкції”;
- EN, ETAG і ETA на будівельні вироби, що відносяться до сталевих конструкцій;
- EN 1090 “Виготовлення сталевих конструкцій. Технічні вимоги”;
- EN 1992 – EN 1999 у частинах, які стосуються сталевих конструкцій або їх елементів.

(4) Єврокод 3 поділено на такі частини:

EN 1993-1 Проектування сталевих конструкцій. Основні положення. Загальні правила і правила для споруд.

EN 1993-2 Проектування сталевих конструкцій. Сталеві мости.

EN 1993-3 Проектування сталевих конструкцій. Башти, щогли і витяжні труби.

EN 1993-4 Проектування сталевих конструкцій. Силоси, резервуари і трубопроводи.

EN 1993-5 Проектування сталевих конструкцій. Палі.

EN 1993-6 Проектування сталевих конструкцій. Підкранові конструкції.

(5) При використанні EN 1993-2 – EN 1993-6 необхідно враховувати загальні правила, встановлені в EN 1993-1. Правила, наведені в EN 1993-2 – EN 1993-6, доповнюють загальні

1 GENERAL

1.1 SCOPE

1.1.1 Scope of Eurocode 3

(1) Eurocode 3 applies to the design of buildings and civil engineering works in steel. It complies with the principles and requirements for the safety and serviceability of structures, the basis of their design and verification that are given in EN 1990 – Basis of structural design.

(2) Eurocode 3 is concerned only with requirements for resistance, serviceability, durability and fire resistance of steel structures. Other requirements, e.g. concerning thermal or sound insulation, are not covered.

(3) Eurocode 3 is intended to be used in conjunction with:

- EN 1990 “Basis of structural design”;
- EN 1991 “Actions on structures”;
- ENs, ETAGs and ETAs for construction products relevant for steel structures;
- EN 1090 “Execution of Steel Structures. Technical requirements”;
- EN 1992 to EN 1999 when steel structures or steel components are referred to.

(4) Eurocode 3 is subdivided in various parts:

EN 1993-1 Design of Steel Structures: General rules and rules for buildings.

EN 1993-2 Design of Steel Structures: Steel bridges.

EN 1993-3 Design of Steel Structures: Towers, masts and chimneys.

EN 1993-4 Design of Steel Structures: Silos, tanks and pipelines.

EN 1993-5 Design of Steel Structures: Piling.

EN 1993-6 Design of Steel Structures: Crane supporting structures.

(5) EN 1993-2 to EN 1993-6 refer to the generic rules in EN 1993-1. The rules in parts EN 1993-2 to EN 1993-6 supplement the generic rules in EN 1993-1.

правила, встановлені в EN 1993-1.

(6) EN 1993-1 «Основні положення. Загальні правила та правила для споруд» включає:
 EN 1993-1-1 Проектування сталевих конструкцій. Загальні правила та правила для споруд.
 EN 1993-1-2 Проектування сталевих конструкцій. Проектування конструкцій з урахуванням вогнестійкості.
 EN 1993-1-3 Проектування сталевих конструкцій. Холодноформовані елементи та листи.

EN 1993-1-4 Проектування сталевих конструкцій. Неіржавіючі сталі.

EN 1993-1-5 Проектування сталевих конструкцій. Листові конструктивні елементи.

EN 1993-1-6 Проектування сталевих конструкцій. Міцність та стійкість оболонок.

EN 1993-1-7 Проектування сталевих конструкцій. Міцність та стійкість плоских листових конструкцій при дії поперечного навантаження.

EN 1993-1-8 Проектування сталевих конструкцій. Проектування з'єднань.

EN 1993-1-9 Проектування сталевих конструкцій. Втомна міцність сталевих конструкцій.

EN 1993-1-10 Проектування сталевих конструкцій. Вибір сталі за ударною в'язкістю і властивостями у напрямку товщини прокату.

EN 1993-1-11 Проектування сталевих конструкцій. Проектування конструкцій із сталевими елементами, що працюють на розтягнення.

EN 1993-1-12 Проектування сталевих конструкцій. Додаткові правила для конструкцій з високоміцної сталі.

1.1.2 Галузь застосування частини 1-1 Єврокоду 3

(1) У EN 1993-1-1 наведені основні правила проектування конструкцій із сталі завтовшки $t \geq 3$ мм. Наведені також додаткові положення щодо проектування будівель із сталевих конструкцій. Ці додаткові положення позначені буквою «В», яка є наступною за номером абзацу, так: ()В.

ПРИМІТКА. Для холодноформованих тонкостінних елементів і профільованих листів завтовшки $t < 3$ мм дивись EN 1993-1-3.

(2) EN 1993-1-1 містить наступні розділи:

(6) EN 1993-1 «General rules and rules for buildings» comprises:

EN 1993-1-1 Design of Steel Structures: General rules and rules for buildings.

EN 1993-1-2 Design of Steel Structures: Structural fire design.

EN 1993-1-3 Design of Steel Structures: Cold-formed thin gauge members and sheeting.

EN 1993-1-4 Design of Steel Structures: Stainless steels.

EN 1993-1-5 Design of Steel Structures: Plated structural elements.

EN 1993-1-6 Design of Steel Structures: Strength and stability of shell structures.

EN 1993-1-7 Design of Steel Structures: Strength and stability of planar plated structures transversely loaded.

EN 1993-1-8 Design of Steel Structures: Design of joints.

EN 1993-1-9 Design of Steel Structures: Fatigue strength of steel structures.

EN 1993-1-10 Design of Steel Structures: Selection of steel for fracture toughness and through-thickness properties.

EN 1993-1-11 Design of Steel Structures: Design of structures with tension components made of steel.

EN 1993-1-12 Design of Steel Structures: Supplementary rules for high strength steel.

1.1.2 Scope of Part 1.1 of Eurocode 3

(1) EN 1993-1-1 gives basic design rules for steel structures with material thicknesses $t \geq 3$ mm. It also gives supplementary provisions for the structural design of steel buildings. These supplementary provisions are indicated by the letter “B” after the paragraph number, thus ()B.

NOTE: For cold formed thin gauge members and plate thicknesses $t < 3$ mm see EN 1993-1-3.

(2) The following subjects are dealt with in EN 1993-1-1:

Розділ 1: Загальні положення
 Розділ 2: Основи проектування
 Розділ 3: Матеріали
 Розділ 4: Довговічність
 Розділ 5: Розрахунок конструкцій
 Розділ 6: Граничні стани за несучою здатністю
 Розділ 7: Граничні стани за експлуатаційною придатністю

Section 1: General
 Section 2: Basis of design
 Section 3: Materials
 Section 4: Durability
 Section 5: Structural analysis
 Section 6: Ultimate limit states
 Section 7: Serviceability limit states

(3) Розділи 1-2 містять додаткові пункти до тих, що наведені в EN 1990 «Основи проектування конструкцій».

(3) Sections 1 to 2 provide additional clauses to those given in EN 1990 «Basis of structural design».

(4) У розділі 3 розглянуті властивості матеріалів конструкцій з низьколегованих конструкційних сталей.

(4) Section 3 deals with material properties of products made of low alloy structural steels.

(5) У розділі 4 наведені загальні правила щодо довговічності.

(5) Section 4 gives general rules for durability.

(6) Розділ 5 стосується розрахунку конструкцій, при виконанні якого елементи можуть бути змодельовані з достатньою точністю як лінійні елементи для загального розрахунку.

(6) Section 5 refers to the structural analysis of structures, in which the members can be modelled with sufficient accuracy as line elements for global analysis.

(7) У розділі 6 наведені детальні правила проектування поперечних перерізів і елементів конструкцій.

(7) Section 6 gives detailed rules for the design of cross sections and members.

(8) У розділі 7 наведені правила оцінки експлуатаційної придатності.

(8) Section 7 gives rules for serviceability.

1.2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

1.2 NORMATIVE REFERENCES

(1) Даний Європейський стандарт містить датовані чи недатовані посилання з положеннями інших публікацій. Ці нормативні посилання наведені у відповідних місцях тексту та внесені до списку публікацій. Для датованих посилань наступні поправки або зміни в будь-яких з цих публікацій приймаються цим Європейським стандартом тільки у разі, коли ці поправки або зміни зареєстровані. Для недатованих посилань застосовується остання редакція публікації (включаючи поправки).

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

1.2.1 Загальні нормативні посилання

1.2.1 General references standards

EN 1090 Виготовлення сталевих конструкцій. Технічні вимоги.
 EN ISO 12944 Фарби і лаки. Захист сталевих

EN 1090 Execution of steel structures – Technical requirements.
 EN ISO 12944 Paints and varnishes –

конструкцій від корозії за допомогою систем захисного фарбування.

EN 1461 Гаряче оцинкування залізних і сталевих виробів заводського виготовлення. Технічні умови і методи випробувань.

1.2.2 Стандарти на зварювальні конструкційні сталі

EN 10025-1:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Частина 1. Загальні умови постачання.

EN 10025-2:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Частина 2. Технічні умови постачання нелегованих конструкційних сталей.

EN 10025-3:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Частина 3. Технічні умови постачання нормалізованих / нормалізованих у процесі прокатки зварюваних дрібнозернистих конструкційних сталей.

EN 10025-4:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Частина 4. Технічні умови постачання термомеханічних катаних зварюваних дрібнозернистих конструкційних сталей.

EN 10025-5:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Частина 5. Технічні умови постачання конструкційних сталей підвищеної стійкості до атмосферної корозії.

EN 10025-6:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Частина 6. Технічні умови постачання листового прокату з високоміцних сталей, загартованих з подальшим відпусканням.

EN 10164:1993 Сталеві вироби з покращеними деформаційними властивостями у напрямку, перпендикулярному до поверхні виробу – Технічні умови постачання.

EN 10210-1:1994 Гарячедеформовані профілі замкнутого перерізу з нелегованих дрібнозернистих конструкційних сталей – Частина 1: Технічні умови постачання.

EN 10219-1:1997 Холодноформовані профілі замкнутого перерізу з конструкційної сталі – Частина 1: Технічні умови постачання.

1.3 ПРИПУЩЕННЯ

(1) Додатково до загальних припущень EN 1990 використовуються наступні припущення:

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010

Corrosion protection of steel structures by protective paint systems.

EN 1461 Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – specifications and test methods.

1.2.2 Weldable structural steel reference standards

EN 10025-1:2004 Hot-rolled products of structural steels – Part 1: General delivery conditions.

EN 10025-2:2004 Hot-rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non- alloy structural steels.

EN 10025-3:2004 Hot-rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized / normalized rolled weldable fine grain structural steels.

EN 10025-4:2004 Hot-rolled products of structural steels - Part 4: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels.

EN 10025-5:2004 Hot-rolled products of structural steels - Part 5: Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance.

EN 10025-6:2004 Hot-rolled products of structural steels - Part 6: Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in the quenched and tempered condition.

EN 10164:1993 Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product – Technical delivery conditions.

EN 10210-1:1994 Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels – Part 1: Technical delivery requirements.

EN 10219-1:1997 Cold formed hollow sections of structural steel – Part 1: Technical delivery requirements.

1.3 ASSUMPTIONS

(1) In addition to the general assumptions of EN 1990 the following assumptions apply:

– виготовлення і монтаж відповідає EN 1090

– fabrication and erection complies with EN 1090

1.4 ВІДМІНІСТЬ МІЖ ПРИНЦИПАМИ ТА ПРАВИЛАМИ ВИКОРИСТАННЯ

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

1.4 DISTINCTION BETWEEN PRINCIPLES AND APPLICATION RULES

(1) The rules in EN 1990 clause 1.4 apply.

1.5 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

(1) Застосовуються правила, наведені у EN 1990 1.5.

1.5 TERMS AND DEFINITIONS

(1) The rules in EN 1990 clause 1.5 apply.

(2) У EN 1993-1-1 використовуються наступні терміни разом із наступними значеннями:

(2) The following terms and definitions are used in EN 1993-1-1 with the following meanings:

1.5.1 рама

конструкція в цілому або її частина, що складається з сукупності безпосередньо з'єднаних конструктивних елементів, що спільно сприймають навантаження; цей термін відноситься як до суцільних рам, так і до рам гратчастих; він включає як плоскі рами, так і просторові рами

1.5.1 frame

the whole or a portion of a structure, comprising an assembly of directly connected structural members, designed to act together to resist load; this term refers to both moment-resisting frames and triangulated frames; it covers both plane frames and three-dimensional frames

1.5.2 підрама

це рама, що є частиною більшої рами, але може розглядатись як ізольована рама при розрахунку

1.5.2 sub-frame

a frame that forms part of a larger frame, but is be treated as an isolated frame in a structural analysis

1.5.3 тип рами

терміни, що використовуються для зазначення відмінностей між рамами:

- напівшарнірна, для якої конструктивні властивості елементів та з'єднань повинні детально враховуватись при загальному розрахунку;
- безшарнірна, для якої при загальному розрахунку необхідно враховувати лише конструктивні властивості елементів;
- шарнірна, для якої не вимагається щоб вузли сприймали моменти

1.5.3 type of framing

terms used to distinguish between frames that are either:

- semi-continuous, in which the structural properties of the members and connections need explicit consideration in the global analysis;
- continuous, in which only the structural properties of the members need be considered in the global analysis;
- simple, in which the joints are not required to resist moments

1.5.4 загальний розрахунок

визначення сумісного набору внутрішніх зусиль та моментів у конструкції, які знаходяться у стані рівноваги, з конкретним набором впливів на систему

1.5.4 global analysis

the determination of a consistent set of internal forces and moments in a structure, which are in equilibrium with a particular set of actions on the structure

1.5.5 конструктивна довжина

відстань у даній площині між двома суміжними точками, у яких елемент закріплений від поперечного переміщення, або між однією такою точкою та кінцем елемента

1.5.6 довжина вигину

система довжин такого ж самого подібного сегменту з штифтовими кінцями, яка має аналогічний опір вигину як і наявний елемент або сегмент елементу

1.5.7 ефект запізнення зсуву

нерівномірний розподіл напружень у широких полицях, обумовлений деформаціями зсуву; він враховується шляхом використання зменшеної «ефективної» ширини полиці при оцінці надійності

1.5.8 проектування за несучою здатністю

проектування з урахуванням пластичних деформацій елемента та його з'єднань, що забезпечує додаткову несучу здатність елемента та його з'єднань

1.5.9 однорідний елемент

елемент з постійним поперечним перерізом вздовж усієї своєї довжини.

1.6 ПОЗНАЧЕННЯ

(1) У цьому стандарті використовуються позначення, що наведені далі.

(2) Додаткові позначення визначаються там, де вони з'являються вперше.

ПРИМІТКА. Позначення впорядковані у послідовності їх першої появи в EN 1993-1-1. Позначення можуть мати різні змісти.

Розділ 1

x - x	вісь вздовж елемента
y - y	вісь поперечного перерізу
z - z	вісь поперечного перерізу
u - u	основна головна вісь (там, де вона не співпадає з віссю y - y)
v - v	другорядна головна вісь (там, де вона не співпадає з віссю z - z)
b	ширина поперечного перерізу
h	висота поперечного перерізу
d	висота прямої частини стінки

1.5.5 system length

distance in a given plane between two adjacent points at which a member is braced against lateral displacement, or between one such point and the end of the member

1.5.6 buckling length

system length of an otherwise similar member with pinned ends, which has the same buckling resistance as a given member or segment of member

1.5.7 shear lag effect

non uniform stress distribution in wide flanges due to shear deformations; it is taken into account by using a reduced "effective" flange width in safety assessments.

1.5.8 capacity design

design based on the plastic deformation capacity of a member and its connections providing additional strength in its connections and in other parts connected to the member.

1.5.9 uniform member

member with a constant cross-section along its whole length

1.6 SYMBOLS

(1) For the purpose of this standard the following symbols apply.

(2) Additional symbols are defined where they first occur.

NOTE: Symbols are ordered by appearance in EN 1993-1-1. Symbols may have various meanings.

Section 1

x - x	axis along a member
y - y	axis of a cross-section
z - z	axis of a cross-section
u - u	major principal axis (where this does not coincide with the y - y axis)
v - v	minor principal axis (where this does not coincide with the z - z axis)
b	width of a cross section
h	depth of a cross section
d	depth of straight portion of a web

t_w	товщина стінки
t_f	товщина полиці
r	радіус сполучення поверхонь
r_1	радіус кореня зварного шва
r_2	радіус кромки лицьової поверхні шва
t	товщина

Розділ 2

P_k	номінальне значення зусилля попереднього натягу, яке прикладається під час монтажу
G_k	номінальне значення зусилля від постійних впливів
X_k	характеристичні значення властивостей матеріалу
X_n	номінальні значення властивостей матеріалу
R_d	розрахункове значення опору
R_k	характеристичне значення опору
γ_M	загальний частковий коефіцієнт надійності
γ_{Mi}	частковий коефіцієнт надійності
γ_{Mf}	частковий коефіцієнт надійності для втоми
η	перевідний коефіцієнт
a_d	позначення геометричних даних

Розділ 3

f_y	межа текучості
f_u	тимчасовий опір
R_{eh}	межа текучості, що приймається за стандартами на вироби
R_m	тимчасовий опір, що приймається за стандартами на вироби
A_0	початкова площа поперечного перерізу
ϵ_y	деформація на межі текучості
ϵ_u	деформація на межі міцності
Z_{Ed}	необхідне розрахункове Z-значення, що залежить від величини деформацій, обумовлених обмеженою усадкою металу під зварними швами
Z_{Rd}	допустиме розрахункове Z-значення
E	модуль пружності
G	модуль зсуву
ν	коефіцієнт Пуассона у пружній стадії
α	коефіцієнт лінійного теплового розширення

t_w	web thickness
t_f	flange thickness
r	radius of root fillet
r_1	radius of root fillet
r_2	toe radius
t	thickness

Section 2

P_k	nominal value of the effect of prestressing imposed during erection
G_k	nominal value of the effect of permanent actions
X_k	characteristic values of material property
X_n	nominal values of material property
R_d	design value of resistance
R_k	characteristic value of resistance
γ_M	general partial factor
γ_{Mi}	particular partial factor
γ_{Mf}	partial factor for fatigue
η	conversion factor
a_d	design value of geometrical data

Section 3

f_y	yield strength
f_u	ultimate strength
R_{eh}	yield strength to product standards
R_m	ultimate strength to product standards
A_0	original cross-section area
ϵ_y	yield strain
ϵ_u	ultimate strain
Z_{Ed}	required design Z-value resulting from the magnitude of strains from restrained metal shrinkage under the weld beads
Z_{Rd}	available design Z-value
E	modulus of elasticity
G	shear modulus
ν	Poisson's ratio in elastic stage
α	coefficient of linear thermal expansion

Розділ 5

α_{cr}	коефіцієнт, на який необхідно збільшити розрахункові навантаження, щоб досягнути втрати стійкості у пружній стадії за загальною формою
F_{Ed}	розрахункове навантаження на конструкцію
F_{cr}	критичне навантаження у пружній стадії для загальної форми втрати стійкості, обчислене за початковою пружною жорсткістю
H_{Ed}	розрахункове значення горизонтальної реакції в нижній частині поверху від горизонтальних навантажень і фіктивних горизонтальних сил
V_{Ed}	сумарне розрахункове вертикальне навантаження на конструкцію в нижній частині поверху
$\delta_{H,Ed}$	горизонтальне переміщення верхньої частини поверху відносно нижньої частини поверху
h	висота поверху
$\bar{\lambda}$	умовна гнучкість
N_{Ed}	розрахункове значення поздовжньої сили
ϕ	загальна початкова недосконалість
ϕ_0	основне значення для загальної початкової недосконалості
α_h	знижувальний коефіцієнт для висоти h , що застосовується для колон
h	висота конструкції
α_m	знижувальний коефіцієнт для кількості колон у ряду
m	кількість колон у ряду
e_0	максимальна недосконалість елемента
L	довжина елемента
η_{init}	амплітудне значення форми втрати стійкості в пружній стадії
η_{cr}	форма втрати стійкості в пружній стадії
$e_{0,d}$	розрахункове значення максимальної недосконалості
M_{Rk}	характеристичний опір критичного поперечного перерізу при дії моменту
N_{Rk}	характеристичний опір критичного поперечного перерізу при дії поздовжньої сили

Section 5

α_{cr}	factor by which the design loads would have to be increased to cause elastic instability in a global mode
F_{Ed}	design loading on the structure
F_{cr}	elastic critical buckling load for global instability mode based on initial elastic stiffness
H_{Ed}	design value of the horizontal reaction at the bottom of the storey to the horizontal loads and fictitious horizontal loads
V_{Ed}	total design vertical load on the structure on the bottom of the storey
$\delta_{H,Ed}$	horizontal displacement at the top of the storey, relative to the bottom of the storey
h	storey height
$\bar{\lambda}$	non dimensional slenderness
N_{Ed}	design value of the axial force
ϕ	global initial sway imperfection
ϕ_0	basic value for global initial sway imperfection
α_h	reduction factor for height h applicable to columns
h	height of the structure
α_m	reduction factor for the number of columns in a row
m	number of columns in a row
e_0	maximum amplitude of a member imperfection
L	member length
η_{init}	amplitude of elastic critical buckling mode
η_{cr}	shape of elastic critical buckling mode
$e_{0,d}$	design value of maximum amplitude of an imperfection
M_{Rk}	characteristic moment resistance of the critical cross section
N_{Rk}	characteristic resistance to normal force of the critical cross section

α	коефіцієнт недосконалості
$EI \eta''_{cr}$	згинальний момент, обумовлений η_{cr} у критичному поперечному перерізі
χ	знижувальний коефіцієнт для відповідної кривої втрати стійкості
$\alpha_{ult,k}$	мінімальний коефіцієнт збільшення сили для досягнення характеристичного опору без урахування втрати стійкості
α_{cr}	мінімальний коефіцієнт збільшення сили для досягнення втрати стійкості в пружній стадії
q	еквівалентна сила на одиницю довжини
δ_q	прогин у площині системи в'язей
q_d	еквівалентна розрахункова сила на одиницю довжини
M_{Ed}	розрахунковий згинальний момент
k	коефіцієнт для значення $e_{0,d}$
ε	деформація
σ	напруження
$\sigma_{com,Ed}$	максимальне розрахункове стискальне напруження в елементі
ℓ	довжина
ε	коефіцієнт, що залежить від f_y
c	ширина або висота частини поперечного перерізу
α	стиснута частина поперечного перерізу
ψ	співвідношення напружень або деформацій
k_σ	коефіцієнт втрати стійкості пластинки
d	зовнішній діаметр круглих трубчастих перерізів

Розділ 6

γ_{M0}	частковий коефіцієнт опору поперечних перерізів незалежно від класу
γ_{M1}	частковий коефіцієнт опору елементів при перевірках втрати стійкості елементів
γ_{M2}	частковий коефіцієнт опору поперечних перерізів на розтяг при руйнуванні
$\sigma_{x,Ed}$	розрахункове значення місцевого поздовжнього напруження
$\sigma_{z,Ed}$	розрахункове значення місцевого поперечного напруження
τ_{Ed}	розрахункове значення місцевого

α	imperfection factor
$EI \eta''_{cr}$	bending moment due to η_{cr} at the critical cross section
χ	reduction factor for the relevant buckling curve
$\alpha_{ult,k}$	minimum force amplifier to reach the characteristic resistance without taking buckling into account
α_{cr}	minimum force amplifier to reach the elastic critical buckling
q	equivalent force per unit length
δ_q	in-plane deflection of a bracing system
q_d	equivalent design force per unit length
M_{Ed}	design bending moment
k	factor for $e_{0,d}$
ε	strain
σ	stress
$\sigma_{com,Ed}$	maximum design compressive stress in an element
ℓ	length
ε	coefficient depending on f_y
c	width or depth of a part of a cross section
α	portion of a part of a cross section in compression
ψ	stress or strain ratio
k_σ	plate buckling coefficient
d	outer diameter of circular tubular sections

Section 6

γ_{M0}	partial factor for resistance of cross-sections whatever the class is
γ_{M1}	partial factor for resistance of members to instability assessed by member checks
γ_{M2}	partial factor for resistance of cross-sections in tension to fracture
$\sigma_{x,Ed}$	design value of the local longitudinal stress
$\sigma_{z,Ed}$	design value of the local transverse stress
τ_{Ed}	design value of the local shear stress

	зсувного напруження		
N_{Ed}	розрахункова поздовжня сила	N_{Ed}	design normal force
$M_{y,Ed}$	розрахунковий згинальний момент відносно осі у - у	$M_{y,Ed}$	design bending moment, y-y axis
$M_{z,Ed}$	розрахунковий згинальний момент відносно осі z - z	$M_{z,Ed}$	design bending moment, z-z axis
s	крок болтів при їх розміщенні у шаховому порядку, відстань між центрами двох отворів, що розташовані один за одним у ланцюгу, виміряна паралельно осі елемента	s	staggered pitch, the spacing of the centres of two consecutive holes in the chain measured parallel to the member axis
p	відстань між центрами тих самих двох отворів, виміряна перпендикулярно до осі елемента	p	spacing of the centres of the same two holes measured perpendicular to the member axis
n	кількість отворів, розташованих поступово вздовж діагональної або зигзагоподібної лінії впоперек елемента або його частини	n	number of holes extending in any diagonal or zig-zag line progressively across the member or part of the member
d_0	діаметр отвору	d_0	diameter of hole
e_N	ексцентриситет ефективної площі A_{eff} відносно центра ваги поперечного перерізу брутто	e_N	shift of the centroid of the effective area A_{eff} relative to the centre of gravity of the gross cross section
ΔM_{Ed}	додатковий момент, викликаний зміщенням центра ваги ефективної площі A_{eff} по відношенню до центра ваги поперечного перерізу брутто	ΔM_{Ed}	additional moment from shift of the centroid of the effective area A_{eff} relative to the centre of gravity of the gross cross section
A_{eff}	ефективна площа поперечного перерізу	A_{eff}	effective area of cross-section
$N_{t,Rd}$	розрахункові значення опору при дії зусилля розтягу	$N_{t,Rd}$	design values of the resistance to tension force
$N_{pl,Rd}$	розрахунковий опір поперечного перерізу брутто в пластичній стадії	$N_{pl,Rd}$	design plastic resistance to normal forces of the gross cross-section
$N_{u,Rd}$	розрахункове значення опору поперечного перерізу нетто при дії поздовжньої сили у місцях отворів для деталей кріплення	$N_{u,Rd}$	design value of resistance to axial force of the net cross-section at holes for fasteners
A_{net}	площа поперечного перерізу нетто	A_{net}	net area of a cross section
$N_{net,Rd}$	розрахунковий опір поперечного перерізу нетто при дії поздовжньої сили в пластичній стадії	$N_{net,Rd}$	design plastic resistance to normal forces of the net cross-section
$N_{c,Rd}$	розрахунковий опір поперечного перерізу при дії поздовжньої сили при рівномірному стиску	$N_{c,Rd}$	design resistance to normal forces of the cross-section for uniform compression
$M_{c,Rd}$	розрахунковий опір згину відносно однієї з головних осей поперечного перерізу	$M_{c,Rd}$	design resistance for bending about one principal axis of a cross-section
W_{pl}	момент опору перерізу у пластичній стадії	W_{pl}	plastic section modulus
$W_{el,min}$	мінімальний момент опору перерізу в пружній стадії	$W_{el,min}$	minimum elastic section modulus
$W_{eff,min}$	мінімальний момент опору ефективного перерізу	$W_{eff,min}$	minimum effective section modulus

A_f	площа розтягнутої полиці
$A_{f,net}$	площа нетто розтягнутої полиці
V_{Ed}	розрахункова поперечна сила
$V_{c,Rd}$	розрахунковий опір при дії поперечної сили
$V_{pl,Rd}$	розрахунковий опір при дії поперечної сили в пластичній стадії
A_v	площа зсуву
η	коефіцієнт для площі зсуву
h_w	висота стінки між полицями
S	статичний момент площі
I	момент інерції площі
A_w	площа стінки
A_f	площа однієї полиці
T_{Ed}	розрахункове значення крутильного моменту
T_{Rd}	розрахунковий опір при дії крутильного моменту
$T_{t,Ed}$	розрахункове значення внутрішнього кручення за Сен-Венаном
$T_{w,Ed}$	розрахункове значення внутрішнього кручення внаслідок деформації
$\tau_{t,Ed}$	розрахункові дотичні напруження, викликані крученням за Сен-Венаном
$\tau_{w,Ed}$	розрахункові дотичні напруження, викликані крученням внаслідок депланації
$\sigma_{w,Ed}$	розрахункові нормальні напруження, викликані бімоментом B_{Ed}
B_{Ed}	бімомент
$V_{pl,T,Rd}$	зменшений розрахунковий опір при дії поперечної сили з врахуванням наявності крутного моменту
ρ	знижувальний коефіцієнт для визначення зменшеного розрахункового значення опору при дії згинального моменту з врахуванням наявності поперечної сили
$M_{V,Rd}$	зменшене розрахункове значення опору при дії згинального моменту з врахуванням наявності поперечної сили
$M_{N,Rd}$	зменшене розрахункове значення опору при дії згинального моменту з врахуванням наявності поздовжньої сили
n	відношення розрахункової поздовжньої сили до розрахункового опору поперечного перерізу брута на дію поздовжньої сили в пластичній стадії
a	відношення площі стінки до площі перерізу брута

A_f	area of the tension flange
$A_{f,net}$	net area of the tension flange
V_{Ed}	design shear force
$V_{c,Rd}$	design shear resistance
$V_{pl,Rd}$	plastic design shear resistance
A_v	shear area
η	factor for shear area
h_w	depth of a web between flanges
S	first moment of area
I	second moment of area
A_w	area of a web
A_f	area of one flange
T_{Ed}	design value of total torsional moments
T_{Rd}	design resistance to torsional moments
$T_{t,Ed}$	design value of internal St. Venant torsion
$T_{w,Ed}$	design value of internal warping torsion
$\tau_{t,Ed}$	design shear stresses due to St. Venant torsion
$\tau_{w,Ed}$	design shear stresses due to warping torsion
$\sigma_{w,Ed}$	design direct stresses due to the bimoment B_{Ed}
B_{Ed}	bimoment
$V_{pl,T,Rd}$	reduced design shear resistance making allowance for the presence of torsional moment
ρ	reduction factor to determine reduced design value of the resistance to bending moment making allowance of the presence of shear force
$M_{V,Rd}$	reduced design value of the resistance to bending moment making allowance for the presence of shear force
$M_{N,Rd}$	reduced design value of the resistance to bending moment making allowance for the presence of normal force
n	ratio of design normal force to design plastic resistance to normal forces of the gross cross-section
a	ratio of web area to gross area

α	параметр, що враховує вплив двовісного згину	α	parameter introducing the effect of biaxial bending
β	параметр, що враховує ефект двовісного згину	β	parameter introducing the effect of biaxial bending
$e_{N,y}$	зміщення центра ефективної площі A_{eff} відносно центра поперечного перерізу бруто (вздовж осі y - y)	$e_{N,y}$	shift of the centroid of the effective area A_{eff} relative to the centre of gravity of the gross cross section (y - y axis)
$e_{N,z}$	зміщення центра ефективної площі A_{eff} відносно центра поперечного перерізу бруто (вздовж осі z - z)	$e_{N,z}$	shift of the centroid of the effective area A_{eff} relative to the centre of gravity of the gross cross section (z - z axis)
$W_{eff,min}$	мінімальний момент опору ефективного перерізу	$W_{eff,min}$	minimum effective section modulus
$N_{b,Rd}$	розрахунковий опір втраті стійкості для стиснутого елемента	$N_{b,Rd}$	design buckling resistance of a compression member
χ	знижувальний коефіцієнт для відповідної форми втрати стійкості	χ	reduction factor for relevant buckling mode
Φ	фактори для визначення знижувального коефіцієнта χ	Φ	value to determine the reduction factor χ
a_0, a, b, c, d	позначення класів кривих втрати стійкості	a_0, a, b, c, d	class indexes for buckling curves
N_{cr}	критична сила для відповідної форми втрати стійкості у пружній стадії, обчислена на основі характеристик поперечного перерізу бруто	N_{cr}	elastic critical force for the relevant buckling mode based on the gross cross sectional properties
i	радіус інерції відносно відповідної осі, визначений з використанням характеристик поперечного перерізу бруто	i	radius of gyration about the relevant axis, determined using the properties of the gross cross-section
λ_1	значення гнучкості для визначення умовної гнучкості;	λ_1	slenderness value to determine the relative slenderness
$\bar{\lambda}_T$	умовна гнучкість для втрати стійкості за крутильною або крутильно-згинальною формами	$\bar{\lambda}_T$	relative slenderness for torsional or torsional-flexural buckling
$N_{cr,TF}$	критична сила при втраті стійкості за згинально-крутильною формою у пружній стадії	$N_{cr,TF}$	elastic torsional-flexural buckling force
$N_{cr,T}$	критична сила при втраті стійкості за крутильною формою у пружній стадії	$N_{cr,T}$	elastic torsional buckling force
$M_{b,Rd}$	розрахунковий опір при дії моменту при втраті стійкості	$M_{b,Rd}$	design buckling resistance moment
χ_{LT}	знижувальний коефіцієнт для втрати стійкості за згинально-крутильною формою	χ_{LT}	reduction factor for lateral-torsional buckling
Φ_{LT}	фактори для визначення знижувального коефіцієнта χ_{LT}	Φ_{LT}	value to determine the reduction factor χ_{LT}
α_{LT}	коефіцієнт недосконалості	α_{LT}	imperfection factor
$\bar{\lambda}_{LT}$	умовна гнучкість для втрати стійкості за згинально-крутильною формою	$\bar{\lambda}_{LT}$	non dimensional slenderness for lateral torsional buckling

M_{cr}	критичний момент для втрати стійкості за згинально-крутильною формою у пружній стадії	M_{cr}	elastic critical moment for lateral-torsional buckling
$\bar{\lambda}_{0,LT}$	розмір горизонтальної ділянки кривої випучування при втраті стійкості за згинально-крутильною формою	$\bar{\lambda}_{0,LT}$	plateau length of the lateral torsional buckling curve
β	поправковий коефіцієнт для кривих випучування при втраті стійкості за згинально-крутильною формою для прокатних перерізів	β	correction factor for the lateral torsional buckling curves for rolled sections
$\chi_{LT,mod}$	приведений знижувальний коефіцієнт при втраті стійкості за згинально-крутильною формою	$\chi_{LT,mod}$	modified reduction factor for lateral-torsional buckling
f	поправковий коефіцієнт для χ_{LT}	f	modification factor for χ_{LT}
k_c	поправковий коефіцієнт для розподілу моменту	k_c	correction factor for moment distribution
ψ	відношення моментів на ділянці	ψ	ratio of moments in segment
L_c	відстань між точками поперечного розкріплення	L_c	length between lateral restraints
$\bar{\lambda}_f$	умовна гнучкість еквівалентної стиснутої полиці	$\bar{\lambda}_f$	equivalent compression flange slenderness
i_{fz}	радіус інерції еквівалентної стиснутої полиці відносно осі з меншим моментом інерції перерізу	i_{fz}	radius of gyration of compression flange about the minor axis of the section
$I_{eff,f}$	момент інерції ефективного перерізу стиснутої полиці відносно осі з меншим моментом інерції перерізу	$I_{eff,f}$	effective second moment of area of compression flange about the minor axis of the section
$A_{eff,f}$	площа ефективного перерізу стиснутої полиці	$A_{eff,f}$	effective area of compression flange
$A_{eff,w,c}$	площа ефективного перерізу стиснутої частини стінки	$A_{eff,w,c}$	effective area of compressed part of web
$\bar{\lambda}_{c0}$	параметр гнучкості	$\bar{\lambda}_{c0}$	slenderness parameter
k_{fl}	поправковий коефіцієнт	k_{fl}	modification factor
ΔM_y	моменти, викликані зміщенням головної осі інерції у-у	ΔM_y	moments due to the shift of the centroidal y-y axis
ΔM_z	моменти, викликані зміщенням головної осі інерції z-z	ΔM_z	moments due to the shift of the centroidal z-z axis
χ_y	знижувальний коефіцієнт при втраті стійкості за згинальною формою відносно осі у-у	χ_y	reduction factor due to flexural buckling (y-y axis)
χ_z	знижувальний коефіцієнт при втраті стійкості за згинальною формою відносно осі z-z	χ_z	reduction factor due to flexural buckling (z-z axis)
k_{yy}	коефіцієнт взаємодії	k_{yy}	interaction factor
k_{yz}	коефіцієнт взаємодії	k_{yz}	interaction factor
k_{zy}	коефіцієнт взаємодії	k_{zy}	interaction factor
k_{zz}	коефіцієнт взаємодії	k_{zz}	interaction factor
$\bar{\lambda}_{op}$	загальна умовна гнучкість елемента конструкції при втраті стійкості із площини	$\bar{\lambda}_{op}$	global non dimensional slenderness of a structural component for out-of-plane buckling

χ_{op}	знижувальний коефіцієнт для умовної гнучкості $\bar{\lambda}_{op}$	χ_{op}	reduction factor for the non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}_{op}$
$\alpha_{ult,k}$	мінімальний коефіцієнт збільшення розрахункових навантажень для досягнення характеристичного опору найбільш критичного поперечного перерізу	$\alpha_{ult,k}$	minimum load amplifier of the design loads to reach the characteristic resistance of the most critical cross section
$\alpha_{cr,op}$	мінімальний коефіцієнт збільшення розрахункових навантажень у площині для досягнення критичного опору при втраті стійкості у пружній стадії за згинальною або згинально-крутильною формами	$\alpha_{cr,op}$	minimum amplifier for the in plane design loads to reach the elastic critical resistance with regard to lateral or lateral torsional buckling
N_{Rk}	характеристичне значення опору на стиск	N_{Rk}	characteristic value of resistance to compression
$M_{y,Rk}$	характеристичне значення опору на дію згинального моменту відносно осі y-y	$M_{y,Rk}$	characteristic value of resistance to bending moments about y-y axis
$M_{z,Rk}$	характеристичне значення опору на дію згинального моменту відносно осі z-z	$M_{z,Rk}$	characteristic value of resistance to bending moments about z-z axis
Q_m	місцева сила, прикладена до кожного елемента в'язей у місцях утворення пластичних шарнірів	Q_m	local force applied at each stabilized member at the plastic hinge locations
L_{stable}	стійка довжина сегмента	L_{stable}	stable length of segment
L_{ch}	приведена довжина вітки	L_{ch}	buckling length of chord
h_0	відстань між центрами ваги перерізів віток колони складеного перерізу	h_0	distance of centrelines of chords of a built-up column
a	відстань між закріпленнями поясу	a	distance between restraints of chords
α	кут між осями вітки та з'єднувальних планок	α	angle between axes of chord and lacings
i_{min}	мінімальний радіус інерції одиночних кутиків	i_{min}	minimum radius of gyration of single angles
A_{ch}	площа однієї вітки колони складеного перерізу	A_{ch}	area of one chord of a built-up column
$N_{cr,Ed}$	розрахункове зусилля у вітці для елемента складеного перерізу	$N_{cr,Ed}$	design chord force in the middle of a built-up member
M_{Ed}^I	розрахункове значення максимального моменту для елемента складеного перерізу на середині його довжини	M_{Ed}^I	design value of the maximum moment in the middle of the built-up member
I_{eff}	момент інерції ефективного перерізу складеного перерізу	I_{eff}	effective second moment of area of the built-up member
S_v	жорсткість на зсув складеного перерізу зі з'єднувальними планками або розкісними ґратками	S_v	shear stiffness of built-up member from the lacings or battened panel
n	кількість площин з'єднувальних планок	n	number of planes of lacings
A_d	площа одного розкосу колони складеного перерізу	A_d	area of one diagonal of a built-up column
d	довжина розкосу колони складеного	d	length of a diagonal of a built-up

	перерізу
A_v	площа однієї стійки (або поперечного елемента) колони складеного перерізу
I_{ch}	момент інерції поясу у площині
I_b	момент інерції планки у площині
μ	коефіцієнт ефективності
i_y	радіус інерції (відносно осі $y - y$)

Додаток А

C_{my}	коефіцієнт переходу до еквівалентної прямокутної епюри моментів
C_{mz}	коефіцієнт переходу до еквівалентної прямокутної епюри моментів
C_{mLT}	коефіцієнт переходу до еквівалентної прямокутної епюри моментів
μ_y	коефіцієнт
μ_z	коефіцієнт
$N_{cr,y}$	критична сила при втраті стійкості в пружній стадії за згинальною формою відносно осі $y - y$
$N_{cr,z}$	критична сила при втраті стійкості в пружній стадії за згинальною формою відносно осі $z - z$
C_{yy}	коефіцієнт
C_{yz}	коефіцієнт
C_{zy}	коефіцієнт
C_{zz}	коефіцієнт
w_y	коефіцієнт
w_z	коефіцієнт
η_{pl}	коефіцієнт
$\bar{\lambda}_{max}$	максимальне значення $\bar{\lambda}_y$ або $\bar{\lambda}_z$
b_{LT}	коефіцієнт
c_{LT}	коефіцієнт
d_{LT}	коефіцієнт
e_{LT}	коефіцієнт
ψ_y	співвідношення моментів на кінцях елемента відносно осі $y - y$;
$C_{m,y,0}$	коефіцієнт
$C_{m,z,0}$	коефіцієнт
a_{LT}	коефіцієнт
I_T	постійна кручення Сен-Венана
I_y	момент інерції відносно осі $y - y$

$M_{i,Ed}(x)$	максимальний момент за теорією першого порядку
$ \delta_x $	максимальне повздовжнє переміщення елемента

	column
A_v	area of one post (or transverse element) of a built-up column
I_{ch}	in plane second moment of area of a chord
I_b	in plane second moment of area of a batten
μ	efficiency factor
i_y	radius of gyration ($y - y$ axis)

Annex A

C_{my}	equivalent uniform moment factor
C_{mz}	equivalent uniform moment factor
C_{mLT}	equivalent uniform moment factor
μ_y	factor
μ_z	factor
$N_{cr,y}$	elastic flexural buckling force about the $y - y$ axis
$N_{cr,z}$	elastic flexural buckling force about the $z - z$ axis
C_{yy}	factor
C_{yz}	factor
C_{zy}	factor
C_{zz}	factor
w_y	factor
w_z	factor
η_{pl}	factor
$\bar{\lambda}_{max}$	maximum of $\bar{\lambda}_y$ and $\bar{\lambda}_z$
b_{LT}	factor
c_{LT}	factor
d_{LT}	factor
e_{LT}	factor
ψ_y	ratio of end moments ($y - y$ axis)
$C_{m,y,0}$	factor
$C_{m,z,0}$	factor
a_{LT}	factor
I_T	St. Venant torsional constant
I_y	second moment of area about $y - y$ axis

$M_{i,Ed}(x)$	maximum first order moment
$ \delta_x $	maximum member displacement along the member

Додаток В

α_s	коефіцієнт
α_h	коефіцієнт
C_m	коефіцієнт переходу до еквівалентної прямокутної епюри моментів

Додаток АВ

γ_G	частковий коефіцієнт для постійних навантажень
G_k	характеристичне значення постійних навантажень
γ_Q	частковий коефіцієнт для змінних навантажень
Q_k	характеристичне значення змінних навантажень

Додаток ВВ

$\bar{\lambda}_{\text{eff}, v}$	ефективна гнучкість при втраті стійкості відносно осі v - v
$\bar{\lambda}_{\text{eff}, y}$	ефективна гнучкість при втраті стійкості відносно осі y - y
$\bar{\lambda}_{\text{eff}, z}$	ефективна гнучкість при втраті стійкості відносно осі z - z
L	конструктивна довжина
L_{cr}	розрахункова довжина
S	зсувна жорсткість, забезпечена настилом
I_w	секторіальний момент інерції поперечного перерізу
$C_{\vartheta, k}$	крутна жорсткість при безперервному розкріплюванні суцільним середовищем
K_v	коефіцієнт, що враховує тип розрахунку
K_{ϑ}	коефіцієнт, що враховує розподіл моментів і тип закріплення
$C_{\vartheta R, k}$	крутна жорсткість, забезпечена стійкою суцільною конструкцією, за припущення її жорсткого з'єднання з елементом
$C_{\vartheta C, k}$	крутна жорсткість, яка забезпечена з'єднанням між балкою і суцільною конструкцією
$C_{\vartheta D, k}$	крутна жорсткість, виведена на основі розрахунку деформацій викривлення поперечних перерізів балки
L_m	стійка довжина між суміжними розкріпленнями від поперечного зсуву

Annex B

α_s	factor
α_h	factor
C_m	equivalent uniform moment factor

Annex AB

γ_G	partial factor for permanent loads
G_k	characteristic value of permanent loads
γ_Q	partial factor for variable loads
Q_k	characteristic value of variable loads

Annex BB

$\bar{\lambda}_{\text{eff}, v}$	effective slenderness ratio for buckling about v - v axis
$\bar{\lambda}_{\text{eff}, y}$	effective slenderness ratio for buckling about y - y axis
$\bar{\lambda}_{\text{eff}, z}$	effective slenderness ratio for buckling about z - z axis
L	system length
L_{cr}	buckling length
S	shear stiffness provided by sheeting
I_w	warping constant
$C_{\vartheta, k}$	rotational stiffness provided by stabilizing continuum and connections
K_v	factor for considering the type of analysis
K_{ϑ}	factor for considering the moment distribution and the type of restraint
$C_{\vartheta R, k}$	rotational stiffness provided by the stabilizing continuum to the beam assuming a stiff connection to the member
$C_{\vartheta C, k}$	rotational stiffness of the connection between the beam and the stabilizing continuum
$C_{\vartheta D, k}$	rotational stiffness deduced from an analysis of the distortional deformations of the beam cross sections
L_m	stable length between adjacent lateral restraints

L_k	стійка довжина між суміжними розкріпленнями від кручення
L_s	стійка довжина між шарніром пластичності і суміжним розкріпленням від кручення
C_1	поправковий коефіцієнт, що враховує розподіл моментів
C_m	поправковий коефіцієнт для моменту, що змінюється лінійно
C_n	поправковий коефіцієнт для моменту, що змінюється нелінійно
a	відстань між центром ваги перерізу елемента з шарніром пластичності і центром ваги перерізу елемента розкріплення
B_0	коефіцієнт
B_1	коефіцієнт
B_2	коефіцієнт
η	відношення критичних значень осевих сил
i_s	радіус інерції відносно центра ваги елемента розкріплення
β_t	алгебраїчне відношення меншого до більшого моментів на кінцях елемента
R_1	момент у визначеному перерізу елемента
R_2	момент у визначеному перерізу елемента
R_3	момент у визначеному перерізу елемента
R_4	момент у визначеному перерізу елемента
R_5	момент у визначеному перерізу елемента
R_E	максимальне значення із R_1 та R_5
R_S	максимальне значення згинального моменту по довжині L_y
c	коефіцієнт звуження
h_h	додаткова висота вута або звуження
h_{max}	максимальна висота поперечного перерізу в межах довжини L_y
h_{min}	мінімальна висота поперечного перерізу в межах довжини L_y
h_s	вертикальна висота перерізу без вута
L_h	довжина вута в межах довжини L_y
L_y	відстань між точками розкріплення

1.7 УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОСЕЙ ЕЛЕМЕНТА

L_k	stable length between adjacent torsional restraints
L_s	stable length between a plastic hinge location and an adjacent torsional restraint
C_1	modification factor for moment distribution
C_m	modification factor for linear moment gradient
C_n	modification factor for non-linear moment gradient
a	distance between the centroid of the member with the plastic hinge and the centroid of the restraint members
B_0	factor
B_1	factor
B_2	factor
η	ratio of critical values of axial forces
i_s	radius of gyration related to centroid of restraining member
β_t	ratio of the algebraically smaller end moment to the larger end moment
R_1	moment at a specific location of a member
R_2	moment at a specific location of a member
R_3	moment at a specific location of a member
R_4	moment at a specific location of a member
R_5	moment at a specific location of a member
R_E	maximum of R_1 or R_5
R_S	maximum value of bending moment anywhere in the length L_y
c	taper factor
h_h	additional depth of the haunch or taper
h_{max}	maximum depth of cross-section within the length L_y
h_{min}	minimum depth of cross-section within the length L_y
h_s	vertical depth of the un-haunched section
L_h	length of haunch within the length L_y
L_y	length between restraints

1.7 CONVENTIONS FOR MEMBER AXES

(1) Загальні позначення для осей елемента такі:

x-x вздовж елемента
y-y вісь поперечного перерізу
z-z вісь поперечного перерізу

(2) Використовуються такі позначення осей поперечного перерізу сталевих елементів:

– у загальному випадку:

y-y вісь поперечного перерізу, що паралельна полицям
z-z вісь поперечного перерізу, що перпендикулярна до полиць

– для перерізів кутиків:

y-y вісь, що паралельна меншій полиці
z-z вісь, що перпендикулярна до меншої полиці

– у разі необхідності:

u-u основна головна (при незбігу з віссю y-y)
v-v другорядна головна вісь (при незбігу з віссю z-z)

(3) Позначення для розмірів та осей прокатних сталевих профілів наведені на рисунку 1.1.

(4) При позначенні підрядкових індексів моментів позначається вісь, відносно якої діє момент (напрямок вектор-моменту).

ПРИМІТКА. Правила, що містяться у цьому стандарті, стосуються характеристик відносно головних осей, які, як правило, визначаються осями y - y та z - z для симетричних перерізів або осями u - u та v - v для несиметричних перерізів, таких як кутики.

(1) In general the convention for member axes is:

x-x along the member
y-y axis of the cross-section
z-z axis of the cross-section

(2) For steel members, the conventions used for cross-section axes are:

– generally:

y-y cross-section axis parallel to the flanges
z-z cross-section axis perpendicular to the flanges

– for angle sections:

y-y axis parallel to the smaller leg
z-z axis perpendicular to the smaller leg

– where necessary:

u-u major principal axis (where this does not coincide with the y-y axis)
v-v minor principal axis (where this does not coincide with the z-z axis)

(3) The symbols used for dimensions and axes of rolled sections are indicated in Figure 1.1.

(4) The convention used for subscripts, which indicate axes for moments is: "Use the axis about which the moment acts."

NOTE: All rules in this Eurocode relate to principal axis properties, which are generally defined by the axes y - y and z - z for symmetrical sections and by the u - u and v - v axis for unsymmetrical section such as angles.

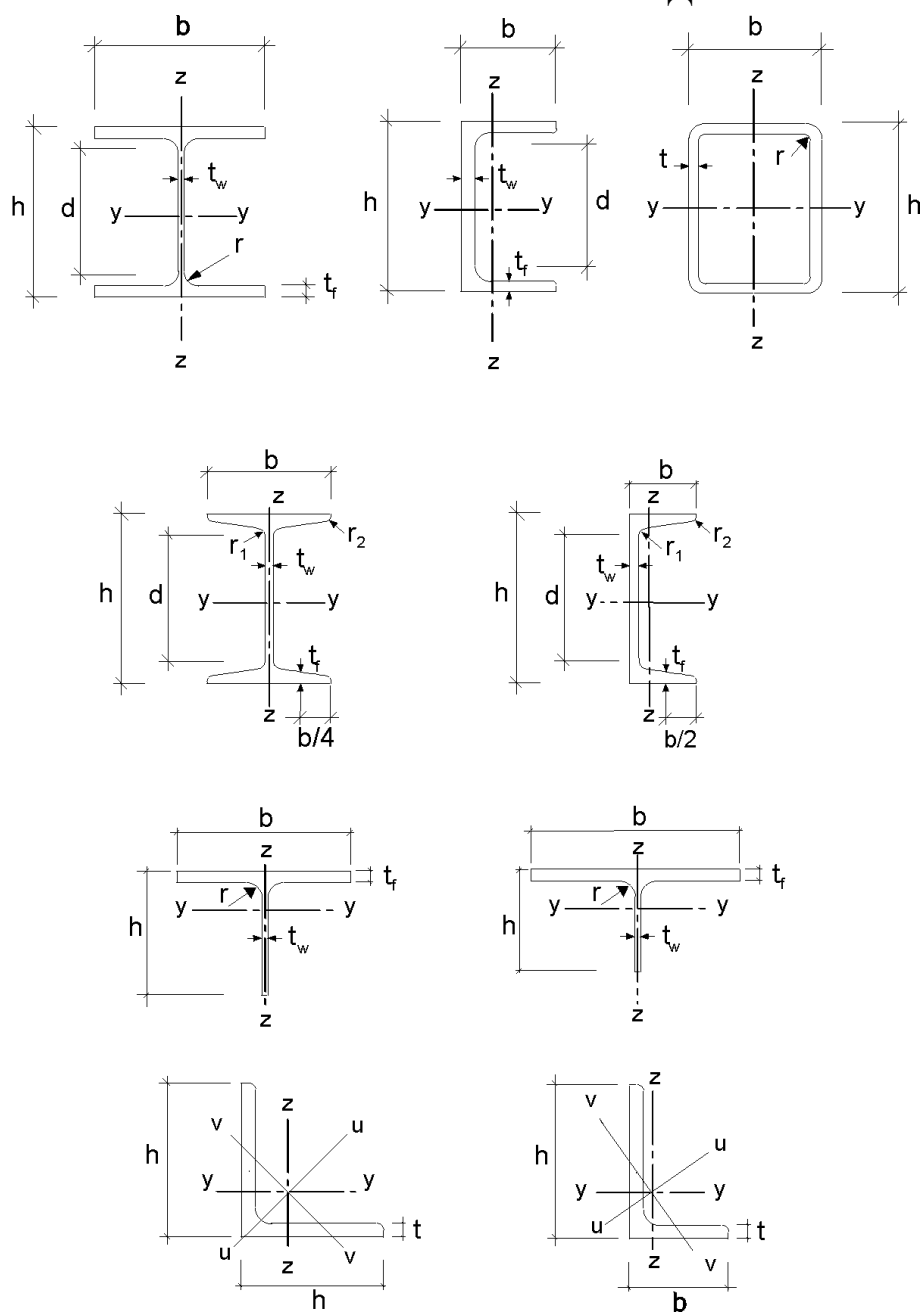


Рисунок 1.1 Розміри та осі перерізів
Figure 1.1 Dimensions and axes of sections

2 ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 ВИМОГИ

2.1.1 Основні вимоги

(1)Р Проектування сталевих конструкцій слід здійснювати відповідно до загальних правил, наведених в EN 1990.

(2) Для сталевих конструкцій також слід застосовувати додаткові положення, наведені у цьому розділі.

(3) Основні вимоги розділу 2 EN 1990 повинні вважатися забезпеченими при використанні методу граничних станів у поєднанні з методом часткових коефіцієнтів надійності та комбінацій навантажень, наведених в EN 1990, разом із впливами, наведеними в EN 1991.

(4)Р Слід використовувати правила щодо опорів, експлуатаційної придатності та довговічності, наведені в різних частинах EN 1993.

2.1.2 Управління надійністю

(1) Коли вимагаються різні рівні надійності, ці рівні бажано забезпечувати відповідним вибором управління якістю при проектуванні та виготовленні згідно з Додатком С EN 1990 і EN 1090.

2.1.3 Розрахунковий термін експлуатації, довговічність і живучість

2.1.3.1 Загальні положення

(1) Залежно від виду дій, що впливають на довговічність і розрахунковий термін експлуатації (див. EN 1990), металеві конструкції необхідно:

– проектувати із забезпеченням протикорозійної стійкості шляхом:

- відповідного захисту поверхні (див. EN ISO 12944);
- застосування сталі, стійкої до атмосферної корозії;
- застосування неіржавіючої сталі (див. EN 1993-1-4);

2 BASIS OF DESIGN

2.1 REQUIREMENTS

2.1.1 Basic requirements

(1)P The design of steel structures shall be in accordance with the general rules given in EN 1990.

(2) The supplementary provisions for steel structures given in this section should also be applied.

(3) The basic requirements of EN 1990 section 2 should be deemed to be satisfied where limit state design is used in conjunction with the partial factor method and the load combinations given in EN 1990 together with the actions given in EN 1991.

(4)P The rules for resistances, serviceability and durability given in the various parts of EN 1993 should be applied.

2.1.2 Reliability management

(1) Where different levels of reliability are required, these levels should preferably be achieved by an appropriate choice of quality management in design and execution, according to EN 1990 Annex C and EN 1090.

2.1.3 Design working life, durability and robustness

2.1.3.1 General

(1) Depending upon the type of action affecting durability and the design working life (see EN 1990) steel structures should be:

– designed for corrosion by means of:

- suitable surface protection (see EN ISO 12944);
- the use of weathering steel;
- the use of stainless steel (see EN 1993-1-4);

- проектувати із забезпеченням достатньої втомної довговічності (див. EN 1993-1-9);
- проектувати з урахуванням зносу;
- розраховувати на аварійні дії (див. EN 1991-1-7);
- виконувати огляд конструкції і підтримувати їх технічний стан.

- designed for sufficient fatigue life (see EN 1993-1-9);
- designed for wearing;
- designed for accidental actions (see EN 1991-1-7);
- inspected and maintained.

2.1.3.2 Розрахунковий термін експлуатації будівель і споруд

2.1.3.2 Design working life for buildings

(1)В Розрахунковий термін експлуатації слід приймати рівним періоду, впродовж якого будівлю передбачається використувати за її призначенням.

(1)B The design working life should be taken as the period for which a building structure is expected to be used for its intended purpose.

(2)В Для визначення передбачуваного розрахункового терміну експлуатації будівлі дивись таблицю 2.1 EN 1990.

(2)B For the specification of the intended design working life of a permanent building see Table 2.1 of EN 1990.

(3)В Щодо конструктивних елементів, які не можуть бути запроектовані на весь розрахунковий термін експлуатації будівлі, дивись 2.1.3.3(3)В.

(3)B For structural elements that cannot be designed for the total design life of the building, see 2.1.3.3(3)B.

2.1.3.3 Довговічність будівель і споруд

2.1.3.3 Durability for buildings

(1)В Для забезпечення довговічності будівлі та їх елементів необхідно або розраховувати на вплив навколишнього середовища і втому, якщо вона має місце, або захищати їх від цих впливів.

(1)B To ensure durability, buildings and their components should either be designed for environmental actions and fatigue if relevant or else protected from them.

(2)В Впливи старіння матеріалу, корозії або втоми, якщо вони мають місце, необхідно враховувати шляхом належного вибору матеріалів, дивись EN 1993-1-4 і EN 1993-1-10, і деталей, дивись EN 1993-1-9 або шляхом конструктивного запасу і вибору відповідної системи захисту від корозії.

(2)B The effects of deterioration of material, corrosion or fatigue where relevant should be taken into account by appropriate choice of material, see EN 1993-1-4 and EN 1993-1-10, and details, see EN 1993-1-9, or by structural redundancy and by the choice of an appropriate corrosion protection system.

(3)В Якщо будівля включає елементи, що потребують заміни (наприклад, опори в зоні осідання ґрунту), необхідно перевірити можливість їх безпечної заміни, розглядаючи її як короткочасну проектну ситуацію.

(3)B If a building includes components that need to be replaceable (e.g. bearings in zones of soil settlement), the possibility of their safe replacement should be verified as a transient design situation.

2.2 ПРИНЦИПИ РОЗРАХУНКУ ЗА

2.2 PRINCIPLES OF LIMIT STATE

ГРАНИЧНИМИ СТАНАМИ

(1) Опори поперечних перерізів і елементів, вказані в цьому EN 1993-1-1, для граничних станів за несучою здатністю, як визначено в EN 1990, 3.3, базуються на випробуваннях, під час яких виявляється пластичність матеріалів, достатня для підтвердження спрощених розрахункових моделей.

(2) Тому опори, вказані у цьому EN 1993-1-1, можна застосовувати за умови дотримання вимог до матеріалів, наведених у розділі 3.

2.3 ОСНОВНІ ЗМІННІ**2.3.1 Навантаження та впливи навколишнього середовища**

(1) При проектуванні сталевих конструкцій навантаження необхідно приймати за EN 1991. Щодо комбінацій навантажень і часткових коефіцієнтів надійності дивись Додаток А EN 1990.

ПРИМІТКА 1. Національний Додаток може визначати дії для особливих регіональних або кліматичних чи аварійних ситуацій.

ПРИМІТКА 2В. Щодо пропорційного навантаження для покрокового методу дивись Додаток АВ.1.

ПРИМІТКА 3В. Щодо спрощеного прикладення навантажень дивись Додаток АВ.2.

(2) Навантаження, що розглядаються на стадії зведення, необхідно приймати згідно з EN 1991-1-6.

(3) За необхідності врахування передбачуваних абсолютних і нерівномірних осадок слід використовувати найбільш достовірні оцінки прикладених деформацій.

(4) Впливи нерівномірних осадок або прикладених деформацій, або інших видів попереднього напруження, які прикладаються при зведенні, слід враховувати в розрахунку за їх номінальною величиною P_k як постійні впливи і групувати разом з іншими постійними впливами G_k як єдину дію ($G_k + P_k$).

(5) Впливи втоми, не визначені у EN 1991, слід визначати згідно з Додатком А EN

DESIGN

(1) The resistances of cross-sections and members specified in this EN 1993-1-1 for the ultimate limit states as defined in EN 1990, 3.3 are based on tests in which the material exhibited sufficient ductility to apply simplified design models.

(2) The resistances specified in this EN 1993-1-1 may therefore be used where the conditions for materials in section 3 are met.

2.3 BASIC VARIABLES**2.3.1 Actions and environmental influences**

(1) Actions for the design of steel structures should be taken from EN 1991. For the combination of actions and partial factors of actions see Annex A to EN 1990.

NOTE 1: The National Annex may define actions for particular regional or climatic or accidental situations.

NOTE 2B: For proportional loading for incremental approach, see Annex AB.1.

NOTE 3B: For simplified load arrangement, see Annex AB.2.

(2) The actions to be considered in the erection stage should be obtained from EN 1991-1-6.

(3) Where the effects of predicted absolute and differential settlements need be considered, best estimates of imposed deformations should be used.

(4) The effects of uneven settlements or imposed deformations or other forms of prestressing imposed during erection should be taken into account by their nominal value P_k as permanent action and grouped with other permanent actions G_k from a single action ($P_k + G_k$).

(5) Fatigue actions not defined in EN 1991

1993-1-9.

should be determined according to Annex A EN 1993-1-9.

2.3.2 Властивості матеріалів і виробів

(1) Властивості матеріалів для сталевих і інших будівельних виробів та геометричні дані, що використовуються при проектуванні, слід визначати за відповідними EN, ETAG або ETA, якщо інше не встановлене в цьому стандарті.

2.3.2 Material and product properties

(1) Material properties for steel and other construction products and the geometrical data to be used for design should be those specified in the relevant ENs, ETAGs or ETAs unless otherwise indicated in this standard.

2.4 ПЕРЕВІРКА ЗА МЕТОДОМ ЧАСТКОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ НАДІЙНОСТІ

2.4 VERIFICATION BY THE PARTIAL FACTOR METHOD

2.4.1 Розрахункові значення властивостей матеріалів

2.4.1 Design values of material properties

(1) При проектуванні сталевих конструкцій характеристичне значення X_K або номінальні значення X_n властивостей матеріалів слід застосовувати, як зазначено у цьому Єврокоді.

(1) For the design of steel structures characteristic value X_K or nominal values X_n of material properties should be used as indicated in this Eurocode.

2.4.2 Розрахункові значення геометричних даних

2.4.2 Design values of geometrical data

(1) Геометричні дані для поперечних перерізів і систем можна приймати за стандартами hEN на вироби або кресленнями відповідно до EN 1090 і розглядати як номінальні значення.

(1) Geometrical data for cross-sections and systems may be taken from product standards hEN or drawings for the execution to EN 1090 and treated as nominal values.

(2) Розрахункові значення геометричних недосконалостей, які визначені у цьому стандарті, є еквівалентними геометричними недосконалостями, що враховують впливи:

(2) Design values of geometrical imperfections specified in this standard are equivalent geometric imperfections that take into account the effects of:

- геометричних недосконалостей елементів, які обумовлені геометричними допусками у стандартах на вироби і стандарті на виготовлення;
- конструктивних недосконалостей внаслідок виготовлення і зведення;
- залишкових напружень;
- мінливості межі текучості.

- geometrical imperfections of members as governed by geometrical tolerances in product standards or the execution standard;
- structural imperfections due to fabrication and erection;
- residual stresses;
- variation of the yield strength.

2.4.3 Розрахункові опори

2.4.3 Design resistances

(1) Для сталевих конструкцій застосовується формула (6.6c) або (6.6d) EN 1990:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_M} R_k (\eta_1 X_{k1}; \eta_i X_{ki}; a_d) \quad (2.1)$$

де:

R_k – характеристичне значення конкретного опору, що визначається за нормативним або номінальним значеннями властивостей матеріалів і розмірів;

γ_M – загальний частковий коефіцієнт надійності для конкретного опору.

ПРИМІТКА. Щодо позначень η_1 , η_i , X_{k1} , X_{ki} і a_d дивись EN 1990.

2.4.4 Перевірка статичної рівноваги (EQU)

(1) Рівень надійності для перевірки статичної рівноваги, викладений у таблиці 1.2(A) Додатка А EN 1990, застосовується також до розрахункових ситуацій, які еквівалентні (EQU), наприклад, при проектуванні фундаментних анкерів або при перевірці підведення опор нерозрізних балок.

2.5 РОЗРАХУНОК НА ОСНОВІ ВИПРОБУВАНЬ

(1) Опори R_k у цьому стандарті необхідно визначати за Додатком D EN 1990.

(2) Для рекомендованих класів постійних часткових коефіцієнтів надійності γ_{Mi} характеристичні значення R_k визначені з

$$R_k = R_d \cdot \gamma_{Mi}, \quad (2.2)$$

де:

R_d – розрахункові значення згідно з Додатком D EN 1990;

γ_{Mi} – рекомендовані часткові коефіцієнти.

ПРИМІТКА 1. Числові значення рекомендованих часткових коефіцієнтів γ_{Mi} визначені таким чином, що R_k дорівнює приблизно 5 %-квантилю для безмежної кількості випробувань.

ПРИМІТКА 2. Щодо характеристичних значень меж втоми і часткових коефіцієнтів втоми γ_{Mf} дивись EN 1993-1-9.

ПРИМІТКА 3. Щодо характеристичних значень

(1) For steel structures equation (6.6c) or equation (6.6d) of EN 1990 applies:

where:

R_k – is the characteristic value of the particular resistance determined with characteristic or nominal values for the material properties and dimensions;

γ_M – is the global partial factor for the particular resistance.

NOTE: For the definition of η_1 , η_i , X_{k1} , X_{ki} and a_d see EN 1990.

2.4.4 Verification of static equilibrium (EQU)

(1) The reliability format for the verification of static equilibrium in Table 1.2(A) in Annex A of EN 1990 also applies to design situations equivalent to (EQU), e.g. for the design of holding down anchors or the verification of uplift of bearings of continuous beams.

2.5 DESIGN ASSISTED BY TESTING

(1) The resistances R_k in this standard have been determined using Annex D of EN 1990

(2) In recommending classes of constant partial factors γ_{Mi} the characteristic values R_k were obtained from

where:

R_d are design values according to Annex D of EN 1990;

γ_{Mi} are recommended partial factors.

NOTE 1: The numerical values of the recommended partial factors γ_{Mi} have been determined such that R_k represents approximately the 5 %-fractile for an infinite number of tests.

NOTE 2: For characteristic values of fatigue strength and partial factors γ_{Mf} for fatigue see EN 1993-1-9.

NOTE 3: For characteristic values of toughness

опору крихкому зламу та елементів захисту при перевірці крихкого зламу дивись EN 1993-1-10.

(3) Якщо опір R_k для виробів заводського виготовлення визначається за допомогою випробувань, необхідно дотримуватися методики, наведеної в (2).

resistance and safety elements for the toughness verification see EN 1993-1-10.

(3) Where resistances R_k for prefabricated products should be determined from tests, the procedure in (2) should be followed.

3 МАТЕРІАЛИ

3.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

(1) При розрахунку конструкцій номінальні значення властивостей матеріалів, наведені в цьому розділі, слід приймати як характеристичні значення.

(2) Ця частина EN 1993 охоплює проектування металевих конструкцій, виготовлених із сталі, що відповідає маркам, наведеним у таблиці 3.1.

ПРИМІТКА. Щодо інших сталей та виробів дивись Національний Додаток.

3.2 КОНСТРУКЦІЙНА СТАЛЬ

3.2.1 Властивості матеріалів

(1) Номінальні значення межі текучості f_y і межі міцності f_u для конструкційної сталі слід отримувати:

- а) або приймаючи значення $f_y = R_{eh}$ і $f_u = R_m$ безпосередньо за стандартом на виріб;
- б) або з використанням спрощення, наведеного у таблиці 3.1.

ПРИМІТКА. Вибір може бути наданий Національним Додатком.

3.2.2 Вимоги до пластичності

(1) Для сталей вимагається мінімальна в'язкість, яка повинна бути виражена у термінах граничних значень для:

- відношення f_u/f_y визначеної мінімальної межі міцності на розрив f_u до визначеної мінімальної межі текучості f_y ;
- відносного видовження при руйнуванні на базовій довжині зразка $5,65\sqrt{A_0}$ (де A_0 – початкова площа поперечного перерізу);
- критичної деформації ε_u , де ε_u відповідає межі міцності f_u .

ПРИМІТКА. Граничні значення відношення f_u/f_y , відносного видовження при руйнуванні і критичної деформації ε_u можуть бути визначені у Національному Додатку. Рекомендуються такі значення:

- $f_u/f_y \geq 1,10$;
- відносне видовження при руйнуванні не менше 15 %;
- $\varepsilon_u \geq 15\varepsilon_y$, де ε_y – деформація на межі текучості ($\varepsilon_y = f_y/E$).

3 MATERIALS

3.1 GENERAL

(1) The nominal values of material properties given in this section should be adopted as characteristic values in design calculations.

(2) This Part of EN 1993 covers the design of steel structures fabricated from steel material conforming to the steel grades listed in Table 3.1.

NOTE: For other steel material and products see National Annex.

3.2 STRUCTURAL STEEL

3.2.1 Material properties

(1) The nominal values of the yield strength f_y and the ultimate strength f_u for structural steel should be obtained:

- a) either by adopting the values $f_y = R_{eh}$ and $f_u = R_m$ direct from the product standard;
- b) or by using the simplification given in Table 3.1.

NOTE: The National Annex may give the choice.

3.2.2 Ductility requirements

(1) For steels a minimum ductility is required that should be expressed in terms of limits for:

- the ratio f_u/f_y of the specified minimum ultimate tensile strength f_u to the specified minimum yield strength f_y ;
- the elongation at failure on a gauge length of $5,65\sqrt{A_0}$ (where A_0 is the original cross-sectional area);
- the ultimate strain ε_u , where ε_u corresponds to the ultimate strength f_u .

NOTE: The limiting values of the ratio f_u/f_y , the elongation at failure and the ultimate strain ε_u may be defined in the National Annex. The following values are recommended:

- $f_u/f_y \geq 1,10$;
- elongation at failure not less than 15%;
- $\varepsilon_u \geq 15\varepsilon_y$, where ε_y is the yield strain ($\varepsilon_y = f_y/E$).

(2) Сталь, що відповідає одній із марок сталей, зазначених у таблиці 3.1, повинна прийматись як така, що задовольняє ці вимоги.

(2) Steel conforming with one of the steel grades listed in Table 3.1 should be accepted as satisfying these requirements.

Таблиця 3.1 Номінальні значення межі текучості f_y і межі міцності на розтяг f_u для гарячекатаної конструкційної сталі

Table 3.1 Nominal values of yield strength f_y and ultimate tensile strength f_u for hot rolled structural steel

Стандарт та марка сталі Standard and steel grade	Номінальна товщина елемента t , мм Nominal thickness of the element t [mm]			
	$t \leq 40$		$40 < t \leq 80$	
	f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²	f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550
EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 460 NH/NLH	460	550		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

3.2.3 Крихке руйнування

(1) Матеріал повинен мати достатню в'язкість руйнування, щоб виключити крихке руйнування розтягнутих елементів при очікуваній найнижчій температурі експлуатації, що може трапитися протягом передбачуваного розрахункового терміну експлуатації конструкції.

3.2.3 Fracture toughness

(1) The material should have sufficient fracture toughness to avoid brittle fracture of tension elements at the lowest service temperature expected to occur within the intended design life of the structure.

ПРИМІТКА. Найнижча температура експлуатації, що приймається у розрахунку, може бути наведена в Національному додатку.

(2) Якщо умови, наведені в EN 1993-1-10, виконуються для найнижчої температури, то додаткова перевірка на крихке руйнування не потрібна.

(3)В Для елементів будівель, що працюють на стиск, необхідно обирати мінімальне значення ударної в'язкості.

ПРИМІТКА В. У Національному Додатку може наводитись інформація щодо вибору характеристик ударної в'язкості для елементів, що працюють на стиск. Рекомендується використовувати таблицю 2.1 EN 1993-1-10 для $\sigma_{Ed} = 0,25f_y(t)$.

(4) Щодо вибору сталей для елементів із цинковим покриттям, нанесеним методом занурення у гарячу ванну, дивись EN 1461.

3.2.4 Властивості сталі у напрямку товщини прокату

(1) Якщо згідно з EN 1993-1-10 необхідно використовувати сталь з покращеними властивостями у напрямку товщини прокату, тоді слід використовувати сталь, що відповідає необхідному класу якості за EN 10164.

ПРИМІТКА 1. Вказівки щодо вибору властивостей у напрямку товщини прокату наводяться в EN 1993-1-10.

ПРИМІТКА 2В: Особливу увагу слід приділяти зварним з'єднанням у вузлах спряження балки з колоною і зварним фланцям, що працюють на розтяг у напрямку товщини.

NOTE: The lowest service temperature to be adopted in design may be given in the National Annex.

(2) No further check against brittle fracture need to be made if the conditions given in EN 1993-1-10 are satisfied for the lowest temperature.

(3)B For building components under compression a minimum toughness property should be selected.

NOTE B: The National Annex may give information on the selection of toughness properties for members in compression. The use of Table 2.1 of EN 1993-1-10 for $\sigma_{Ed} = 0,25f_y(t)$ is recommended.

(4) For selecting steels for members with hot dip galvanized coatings see EN 1461.

3.2.4 Through-thickness properties

(1) Where steel with improved through-thickness properties is necessary according to EN 1993-1-10, steel according to the required quality class in EN 10164 should be used.

NOTE 1: Guidance on the choice of through-thickness properties is given in EN 1993-1-10.

NOTE 2B: Particular care should be given to welded beam to column connections and welded end plates with tension in the through-thickness direction.

Таблиця 3.2 Вибір класу якості згідно з EN 10164
Table 3.2 Choice of quality class according to EN 10164

Задане значення Z_{Ed} згідно з EN 1993-1-10 Target value of Z_{Ed} according to EN 1993-1-10	Необхідне значення Z_{Rd} , виражене через розрахункові Z-значення, згідно з EN 10164 Required value of Z_{Rd} expressed in terms of design Z-values according to EN 10164
$Z_{Ed} \leq 10$	—
$10 < Z_{Ed} \leq 20$	Z 15
$20 < Z_{Ed} \leq 30$	Z 25
$Z_{Ed} > 30$	Z 35

ПРИМІТКА 3В. У Національному Додатку може наводитись розподіл заданих значень Z_{Ed} згідно з 3.2(2) EN 1993-1-10 для класу якості за EN 10164. Для будівель і споруд рекомендується розподіл, наведений у таблиці 3.2.

3.2.5 Допуски

NOTE 3B: The National Annex may give the relevant allocation of target values Z_{Ed} according to 3.2(2) of EN 1993-1-10 to the quality class in EN 10164. The allocation in Table 3.2 is recommended for buildings.

3.2.5 Tolerances

(1) Допуски за масою і розмірами прокатних профілів, профілів замкнутого перерізу і листового прокату повинні відповідати стандартам на продукцію ETAG або ETA, якщо не встановлені більш жорсткі допуски.

(2) Для зварних елементів повинні застосовуватися допуски, наведені в EN 1090.

(3) При розрахунку конструкцій і проектуванні необхідно використовувати номінальні значення розмірів.

3.2.6 Розрахункові значення показників матеріалу

(1) У розрахунках показники матеріалу для конструкційних сталей, охоплених цією частиною Єврокоду, необхідно приймати такими:

- модуль пружності $E = 210\,000\text{ Н/мм}^2$;
- модуль зсуву

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \approx 81\,000\text{ Н/мм}^2;$$

- коефіцієнт Пуассона у пружній стадії $\nu = 0,3$;
- коефіцієнт лінійного температурного розширення $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (при $T \leq 100\text{ } ^\circ\text{C}$).

ПРИМІТКА. При розрахунку впливів на конструкцію перепаду температури в композиційних сталебетонних конструкціях за EN 1994 коефіцієнт лінійного температурного розширення приймається рівним $\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

3.3 З'ЄДНУВАЛЬНІ ВИРОБИ

3.3.1 Кріпильні деталі

(1) Вимоги до кріпильних деталей наведені в EN 1993-1-8.

3.3.2 Витратні матеріали для зварних з'єднань

(1) Вимоги до витратних матеріалів для зварних з'єднань наведені в EN 1993-1-8.

3.4 Інші вироби заводського виготовлення для будівель і споруд

(1) The dimensional and mass tolerances of rolled steel sections, structural hollow sections and plates should conform with the relevant product standard, ETAG or ETA unless more severe tolerances are specified.

(2) For welded components the tolerances given in EN 1090 should be applied.

(3) For structural analysis and design the nominal values of dimensions should be used.

3.2.6 Design values of material coefficients

(1) The material coefficients to be adopted in calculations for the structural steels covered by this Eurocode Part should be taken as follows:

- modulus of elasticity $E = 210\,000\text{ Н/мм}^2$;
- shear modulus

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \approx 81\,000\text{ Н/мм}^2;$$

- Poisson's ratio in elastic stage $\nu = 0,3$;
- coefficient of linear thermal expansion $\alpha = 12 \times 10^{-6}\text{ per } ^\circ\text{C}$ (for $T \leq 100\text{ } ^\circ\text{C}$)

NOTE: For calculating the structural effects of unequal temperatures in composite concrete-steel structures to EN 1994 the coefficient of linear thermal expansion is taken as $\alpha = 10 \times 10^{-6}\text{ per } ^\circ\text{C}$.

3.3 CONNECTING DEVICES

3.3.1 Fasteners

(1) Requirements for fasteners are given in EN 1993-1-8.

3.3.2 Welding consumables

(1) Requirements for welding consumables are given in EN 1993-1-8.

3.4 Other prefabricated products in buildings

(1)В Будь-яка напівоброблена або готова будівельна продукція, що використовується при проектуванні конструкцій будівель і споруд, повинна відповідати відповідному стандарту на продукцію EN або ETAG, або ETA.

(1)B Any semi-finished or finished structural product used in the structural design of buildings should comply with the relevant EN Product Standard or ETAG or ETA.

4 ДОВГОВІЧНІСТЬ

(1) Основні вимоги до терміну експлуатації викладені в EN 1990.

(2) Способи виконання захисної обробки, здійснювані поза будівельним майданчиком і на будівельному майданчику, повинні відповідати EN 1090.

ПРИМІТКА. У EN 1090 наводяться чинники, що впливають на виконання, які необхідно зазначати при проектуванні.

(3) Елементи, що підлягають дії корозії, механічного зносу або втомного руйнування, повинні проектуватися із забезпеченням можливості огляду, ремонту і реконструкції, а також необхідного доступу для поточного огляду і технічного обслуговування при експлуатації.

(4)В Для конструкцій будівель і споруд розрахунок на витривалість зазвичай виконувати не потрібно, за винятком таких їх елементів:

- a) опорних елементів підйомних пристосувань або рухомого навантаження;
- b) елементів, що підлягають дії повторюваних циклів напружень від вібруючого устаткування;
- c) елементів, що підлягають дії вібрацій від вітрового навантаження;
- d) елементів, що підлягають дії коливань від скупчення людей.

(5) Для елементів, які не можуть бути обстежені, слід передбачати відповідний припуск на корозійний знос.

(6)В Захист від корозії не потрібно виконувати для внутрішніх конструкцій будівель і споруд, якщо відносна вологість усередині приміщення не перевищує 80 %.

4 DURABILITY

(1) The basic requirements for durability are set out in EN 1990.

(2) The means of executing the protective treatment undertaken off-site and on-site should be in accordance with EN 1090.

NOTE: EN 1090 lists the factors affecting execution that need to be specified during design.

(3) Parts susceptible to corrosion, mechanical wear or fatigue should be designed such that inspection, maintenance and reconstruction can be carried out satisfactorily and access is available for in-service inspection and maintenance.

(4)B For building structures no fatigue assessment is normally required except as follows:

- a) Members supporting lifting appliances or rolling loads;
- b) Members subject to repeated stress cycles from vibrating machinery;
- c) Members subject to wind-induced vibrations;
- d) Members subject to crowd-induced oscillations.

(5) For elements that cannot be inspected an appropriate corrosion allowance should be included.

(6)B Corrosion protection does not need to be applied to internal building structures, if the internal relative humidity does not exceed 80 %.

5 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ

5.1 МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ

5.1.1 Моделювання конструкції та основні припущення

(1) Розрахунок повинен ґрунтуватися на розрахункових моделях конструкції, які відповідають граничному стану, що розглядаються.

(2) Розрахункова модель і основні припущення для проведення розрахунку повинні відображати роботу конструкції при досягненні відповідного граничного стану з достатнім ступенем точності, а також відтворювати очікуваний тип поведінки поперечних перерізів, елементів, вузлів і опор.

(3) Метод, використовуваний для розрахунку, повинен бути сумісним із розрахунковими припущеннями.

(4) Щодо моделювання конструкції та основних припущень для елементів будівель і споруд дивись також EN 1993-1-5 і EN 1993-1-11.

5.1.2 Моделювання вузлів

(1) У загальному випадку можна нехтувати впливом характеру роботи вузлів на розподіл внутрішніх сил і моментів у конструкції і на деформації конструкції в цілому, проте якщо такий вплив є істотним (як у випадку напівжорстких вузлів), його необхідно враховувати, дивись EN 1993-1-8.

(2) Для визначення випадків, в яких потрібно враховувати вплив характеру роботи вузлів при розрахунку, необхідно розрізняти три моделі вузлів, дивись EN 1993-1-8, 5.1.1:

- шарнірну, для якої можна припустити, що вузол не передає згинальні моменти;
- жорстку, для якої можна припустити, що характер роботи вузла не впливає на розрахунок;
- напівжорстку, для якої характер роботи вузла необхідно враховувати при розрахунках.

5 STRUCTURAL ANALYSIS

5.1 STRUCTURAL MODELLING FOR ANALYSIS

5.1.1 Structural modelling and basic assumptions

(1) Analysis should be based upon calculation models of the structure that are appropriate for the limit state under consideration.

(2) The calculation model and basic assumptions for the calculations should reflect the structural behaviour at the relevant limit state with appropriate accuracy and reflect the anticipated type of behaviour of the cross sections, members, joints and bearings.

(3) The method used for the analysis **should be** consistent with the design assumptions.

(4)B For the structural modelling and basic assumptions for components of buildings see also EN 1993-1-5 and EN 1993-1-11.

5.1.2 Joint modelling

(1) The effects of the behaviour of the joints on the distribution of internal forces and moments within a structure, and on the overall deformations of the structure, may generally be neglected, but where such effects are significant (such as in the case of semi-continuous joints) they should be taken into account, see EN 1993-1-8.

(2) To identify whether the effects of joint behaviour on the analysis need be taken into account, a distinction may be made between three joint models as follows, see EN 1993-1-8, 5.1.1:

- simple, in which the joint may be assumed not to transmit bending moments;
- continuous, in which behaviour of the joint may be assumed to have no effect on the analysis;
- semi-continuous, in which the behaviour of the joint needs to be taken into account in the analysis.

(3) Вимоги до вузлів різного типу наведені в EN 1993-1-8.

(3) The requirements of the various types of joints are given in EN 1993-1-8.

5.1.3 Взаємодія споруди з основою

5.1.3 Ground-structure interaction

(1) Деформаційні характеристики основи необхідно враховувати у випадках, якщо вони є значними.

(1) Account should be taken of the deformation characteristics of the supports where significant.

ПРИМІТКА. EN 1997 надає вказівки для розрахунку взаємодії споруди з основою.

NOTE: EN 1997 gives guidance for calculation of soil-structure interaction.

5.2 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК

5.2 GLOBAL ANALYSIS

5.2.1 Вплив деформації конструкції

5.2.1 Effects of deformed geometry of the structure

(1) Внутрішні сили і моменти у загальному випадку можуть бути визначені з використанням:

(1) The internal forces and moments may generally be determined using either:

- розрахунку першого порядку з використанням початкової геометрії конструкції;
- розрахунку другого порядку з урахуванням впливу деформацій конструкції.

- first-order analysis, using the initial geometry of the structure;
- second-order analysis, taking into account the influence of the deformation of the structure.

(2) Впливи деформації (впливи другого порядку) необхідно розглядати, якщо вони значно збільшують зусилля або значно змінюють роботу конструкції.

(2) The effects of the deformed geometry (second-order effects) should be considered if they increase the action effects significantly or modify significantly the structural behaviour.

(3) Розрахунок першого порядку може бути використаний для конструкції, якщо зростання відповідних внутрішніх сил або моментів, або будь-якою іншою зміною роботи конструкції, викликану її деформаціями, можна знехтувати. Ця умова може вважатися виконаною, якщо задовольняються такі критерії:

(3) First order analysis may be used for the structure, if the increase of the relevant internal forces or moments or any other change of structural behaviour caused by deformations can be neglected. This condition may be assumed to be fulfilled, if the following criterion is satisfied:

$$\alpha_{cr} = \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} \geq 10$$

для розрахунку в пружній стадії

for elastic analysis

$$\alpha_{cr} = \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} \geq 15$$

для розрахунку в пластичній стадії де:

for plastic analysis where:

α_{cr} – коефіцієнт, на який розрахункове навантаження повинно бути збільшене для досягнення загальної втрати стійкості у пружній стадії;

α_{cr} is the factor by which the design loading would have to be increased to cause elastic instability in a global mode;

F_{Ed} – розрахункове навантаження на конструкцію;

F_{cr} – критичне навантаження при втраті загальної стійкості у пружній стадії, визначене на основі початкових пружних жорсткостей.

ПРИМІТКА. У формулі (5.1) наводиться більше граничне значення для α_{cr} для розрахунку в пластичній стадії, оскільки на характер роботи конструкції можуть значно впливати нелінійні властивості матеріалів у граничному стані за несучою здатністю (наприклад, при формуванні пластичних шарнірів у рамі з перерозподілами моментів або при виникненні значних нелінійних деформацій від напівжорстких вузлів). За обґрунтування більш точними методами в Національному додатку може наводитись менше граничне значення для α_{cr} для певних типів рам.

(4)В Портальні рами з невеликими ухилами покриття і плоскі рами будівель балково-стійкового типу можуть бути перевірені на руйнування внаслідок поперечного зміщення за допомогою розрахунку першого порядку, якщо для кожного поверху виконується критерій (5.1). У цих конструкціях α_{cr} може бути обчислений із використанням наступної наближеної формули, за умови, що осьовий стиск у балках або ригелях є незначним:

$$\alpha_{cr} = \left(\frac{H_{Ed}}{V_{Ef}} \right) \left(\frac{h}{\delta_{H,Ed}} \right), \quad (5.2)$$

де:

H_{Ed} – розрахункове значення горизонтальної реакції у нижній частині поверху від горизонтальних навантажень і фіктивних горизонтальних навантажень, дивись 5.3.2(7);

V_{Ed} – сумарне розрахункове вертикальне навантаження на конструкцію у нижній частині поверху;

$\delta_{H,Ed}$ – горизонтальне переміщення верхньої частини поверху відносно нижньої частини поверху при дії на раму горизонтальних навантажень (наприклад, вітру) і фіктивних горизонтальних навантажень, прикладених на рівні кожного поверху;

h – висота поверху.

F_{Ed} is the design loading on the structure;

F_{cr} is the elastic critical buckling load for global instability mode based on initial elastic stiffnesses.

NOTE: A greater limit for α_{cr} for plastic analysis is given in equation (5.1) because structural behaviour may be significantly influenced by non linear material properties in the ultimate limit state (e.g. where a frame forms plastic hinges with moment redistributions or where significant non linear deformations from semi-rigid joints occur). Where substantiated by more accurate approaches the National Annex may give a lower limit for α_{cr} for certain types of frames.

(4)B Portal frames with shallow roof slopes and beam-and-column type plane frames in buildings may be checked for sway mode failure with first order analysis if the criterion (5.1) is satisfied for each storey. In these structures α_{cr} may be calculated using the following approximative formula, provided that the axial compression in the beams or rafters is not significant:

where:

H_{Ed} is the design value of the horizontal reaction at the bottom of the storey to the horizontal loads and fictitious horizontal loads, see 5.3.2(7);

V_{Ed} is the total design vertical load on the structure on the bottom of the storey;

$\delta_{H,Ed}$ is the horizontal displacement at the top of the storey, relative to the bottom of the storey, when the frame is loaded with horizontal loads (e.g. wind) and fictitious horizontal loads which are applied at each floor level;

h is the storey height.

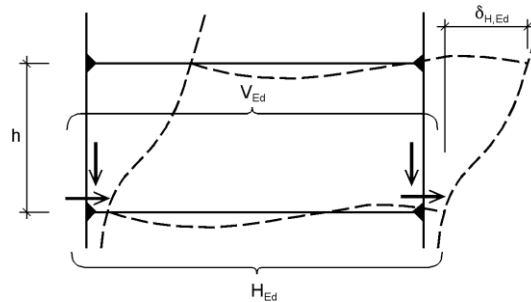


Рисунок 5.1: Позначення для 5.2.1(2)

Figure 5.1: Notations for 5.2.1(2)

ПРИМІТКА 1В. Для використання (4)В, за відсутності більш детальної інформації, ухил покриття можна приймати пологим, якщо він не крутіший ніж 1:2 (26°).

NOTE 1B: For the application of (4)B in the absence of more detailed information a roof slope may be taken to be shallow if it is not steeper than 1:2 (26°).

ПРИМІТКА 2В. Для використання (4)В, за відсутності більш детальної інформації, осевий стиск у балках або ригелях можна вважати значним, якщо

NOTE 2B: For the application of (4)B in the absence of more detailed information the axial compression in the beams or rafters may be assumed to be significant if

$$\bar{\lambda} \geq 0,3 \sqrt{\frac{A f_y}{N_{Ed}}}, \quad (5.3)$$

де:

N_{Ed} – розрахункове значення стискаючої сили;

$\bar{\lambda}$ – умовна гнучкість у площині рами, обчислена для балок або ригелів, із шарнірами на їх кінцях і з конструктивною довжиною, виміряною вздовж балок або ригелів.

where:

N_{Ed} is the design value of the compression force;

$\bar{\lambda}$ is the inplane non dimensional slenderness calculated for the beam or rafters considered as hinged at its ends of the system length measured along the beams or rafters.

(5) Впливи запізнювання зсуву і місцевої втрати стійкості на жорсткість повинні враховуватися, якщо це значно впливає на загальний розрахунок, дивись EN 1993-1-5.

(5) The effects of shear lag and of local buckling on the stiffness should be taken into account if this significantly influences the global analysis, see EN 1993-1-5.

ПРИМІТКА. Для прокатних перерізів і зварних перерізів із подібними розмірами впливом зсувного запізнювання можна знехтувати.

NOTE: For rolled sections and welded sections with similar dimensions shear lag effects may be neglected.

(6) Вплив ковзання в болтових отворах на загальний розрахунок, а також вплив подібних деформацій з'єднувальних елементів, таких як гвинти або анкерні болти, на зусилля слід враховувати, якщо вони є суттєвими та значущими.

(6) The effects on the global analysis of the slip in bolt holes and similar deformations of connection devices like studs and anchor bolts on action effects should be taken into account, where relevant and significant.

5.2.2 Стійкість рам

5.2.2 Structural stability of frames

(1) Якщо відповідно до 5.2.1 повинні бути прийняті до уваги впливи деформації конструкції, тоді необхідно застосувати (2) – (6) для врахування цих впливів і

(1) If according to 5.2.1 the influence of the deformation of the structure has to be taken into account (2) to (6) should be applied to consider these effects and to verify the

перевірки стійкості конструкції.

(2) Перевірку стійкості рам або їх частин необхідно проводити з урахуванням недосконалостей і впливів другого порядку.

(3) Відповідно до типу рами і загального розрахунку, впливи другого порядку і недосконалості можна враховувати одним із нижченаведених методів:

- a) обидва повністю за допомогою загального розрахунку;
- b) частково за допомогою загального розрахунку і частково шляхом окремих перевірок стійкості елементів відповідно до 6.3;
- c) для основних випадків за допомогою окремих перевірок стійкості еквівалентних елементів згідно з 6.3 з використанням належних приведених довжин відповідно до загальної форми втрати стійкості системи.

(4) Впливи другого порядку можуть розраховуватися з використанням прийнятного для конструкції розрахунку (включаючи покрокові або інші ітераційні процедури). Для рам, де перша форма втрати стійкості внаслідок поперечного зміщення є домінуючою, розрахунок першого порядку в пружній стадії повинен виконуватись з урахуванням подальшого зростання відповідних зусиль (наприклад, згинальних моментів) за допомогою належних коефіцієнтів.

(5)В Для одноповерхових рам, розрахованих на базі загального розрахунку в пружній стадії, ефекти другого порядку від поперечного зміщення, спричинені вертикальними навантаженнями, можуть бути обчислені шляхом збільшення горизонтальних навантажень H_{Ed} (наприклад, вітрових) і еквівалентних навантажень $V_{Ed}\phi$, обумовлених недосконалостями (див. 5.3.2(7)) та іншими можливими ефектами від поперечного зміщення згідно з теорією першого порядку за допомогою коефіцієнта:

$$\frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha_{cr}}} \quad (5.4)$$

structural stability.

(2) The verification of the stability of frames or their parts should be carried out considering imperfections and second order effects.

(3) According to the type of frame and the global analysis, second order effects and imperfections may be accounted for by one of the following methods:

- a) both totally by the global analysis,
- b) partially by the global analysis and partially through individual stability checks of members according to 6.3,
- c) for basic cases by individual stability checks of equivalent members according to 6.3 using appropriate buckling lengths according to the global buckling mode of the structure.

(4) Second order effects may be calculated by using an analysis appropriate to the structure (including step-by-step or other iterative procedures). For frames where the first sway buckling mode is predominant first order elastic analysis should be carried out with subsequent amplification of relevant action effects (e.g. bending moments) by appropriate factors.

(5)B For single storey frames designed on the basis of elastic global analysis second order sway effects due to vertical loads may be calculated by increasing the horizontal loads H_{Ed} (e.g. wind) and equivalent loads $V_{Ed}\phi$ due to imperfections (see 5.3.2(7)) and other possible sway effects according to first order theory by the factor:

за умови, що $\alpha_{cr} \geq 3,0$, де α_{cr} може бути обчислений за формулою (5.2) в 5.2.1(4)В за умови, що ухил покриття є невеликим і осьовий стиск у балках або ригелях незначний, як обумовлено в 5.2.1(4)В.

ПРИМІТКА В. При $\alpha_{cr} < 3,0$ застосовується більш точний розрахунок другого порядку.

(6)В Для багатоповерхових рам ефекти другого порядку від поперечного зміщення можуть бути обчислені за допомогою методу, наведеного в (5)В, за умови, що усі поверхи мають однаковий розподіл:

- вертикальних навантажень;
- горизонтальних навантажень;
- жорсткості рами по відношенню до поперечних сил, прикладених до поверхів.

ПРИМІТКА В. Обмеження методу дивись також у 5.2.1(4)В.

(7) Згідно з (3) стійкість окремих елементів необхідно перевіряти відповідно до наступного:

а) Якщо впливи другого порядку в окремих елементах і відповідні недосконалості елементів (див. 5.3.4) повністю враховані при загальному розрахунку системи, то немає необхідності в окремій перевірці стійкості елементів відповідно до 6.3.

б) Якщо впливи другого порядку в окремих елементах або певні недосконалості окремого елемента (наприклад, недосконалості елемента для згинальної і/або поперечно-крутильної форми втрати стійкості, див. 5.3.4) не враховуються повністю у загальному розрахунку, то стійкість окремих елементів необхідно перевіряти згідно з відповідними критеріями 6.3 для впливів, не охоплених загальним розрахунком. Така перевірка повинна враховувати моменти і зусилля на кінцях, отримані із загального розрахунку системи, включаючи загальні впливи другого порядку та загальні недосконалості (див. 5.3.2), де це є суттєвим, і може базуватися на приведений довжині, що дорівнює конструктивній довжині.

(8) У разі якщо стійкість рами перевіряється з використанням моделі еквівалентної стійки згідно з 6.3, значення приведених довжин повинні ґрунтуватися на загальній формі

provided that $\alpha_{cr} \geq 3,0$,

where α_{cr} may be calculated according to (5.2) in 5.2.1(4)В, provided that the roof slope is shallow and that the axial compression in the beams or rafters is not significant as defined in 5.2.1(4)В.

NOTE В: For $\alpha_{cr} < 3,0$ a more accurate second order analysis applies.

(6)В For multi-storey frames second order sway effects may be calculated by means of the method given in (5)В provided that all storeys have a similar:

- distribution of vertical loads and
- distribution of horizontal loads and
- distribution of frame stiffness with respect to the applied storey shear forces.

NOTE В: For the limitation of the method see also 5.2.1(4)В.

(7) In accordance with (3) the stability of individual members should be checked according to the following:

a) If second order effects in individual members and relevant member imperfections (see 5.3.4) are totally accounted for in the global analysis of the structure, no individual stability check for the members according to 6.3 is necessary.

b) If second order effects in individual members or certain individual member imperfections (e.g. member imperfections for flexural and/or lateral torsional buckling, see 5.3.4) are not totally accounted for in the global analysis, the individual stability of members should be checked according to the relevant criteria in 6.3 for the effects not included in the global analysis. This verification should take account of end moments and forces from the global analysis of the structure, including global second order effects and global imperfections (see 5.3.2) where relevant and may be based on a buckling length equal to the system length.

(8) Where the stability of a frame is assessed by a check with the equivalent column method according to 6.3 the buckling length values should be based on a global buckling mode of

втрати стійкості рами з урахуванням характеристик жорсткості елементів і вузлів, наявності пластичних шарнірів і розподілу стискальних зусиль при розрахункових навантаженнях. У цьому випадку внутрішні зусилля, що використовуються у перевірках стійкості, визначаються відповідно до теорії першого порядку без урахування недосконалостей.

ПРИМІТКА. У Національному Додатку може бути наведена інформація про галузь застосування.

5.3 НЕДОСКОНАЛОСТІ

5.3.1 Основні положення

(1) При розрахунку конструкції необхідно враховувати відповідні поправки, що враховують впливи від недосконалостей, включаючи залишкові напруження і геометричні недосконалості, такі як відхилення від вертикалі, непрямолінійність, відхилення від площини, недоліки при підгонці і будь-які незначні ексцентриситети, які мають місце у вузлах ненавантаженої конструкції.

(2) Слід використовувати еквівалентні геометричні недосконалості (дивись 5.3.2 і 5.3.3) зі значеннями, які відображають можливі впливи від усіх типів недосконалостей за винятком тих впливів, які включені у формули перевірки несучої здатності елемента, дивись розділ 5.3.4.

(3) Необхідно враховувати нижченаведені недосконалості:

- a) загальні недосконалості для рам і в'язевих систем;
- b) місцеві недосконалості для окремих елементів.

5.3.2 Недосконалості для загального розрахунку рам

(1) Передбачувана форма загальних недосконалостей та місцевих недосконалостей може бути отримана на основі форми пружного випучування для розглядуваної площини втрати стійкості.

(2) Необхідно враховувати втрату стійкості в площині та із площини, включаючи крутильну втрату стійкості з симетричними та несиметричними формами випучу-

the frame accounting for the stiffness behaviour of members and joints, the presence of plastic hinges and the distribution of compressive forces under the design loads. In this case internal forces to be used in resistance checks are calculated according to first order theory without considering imperfections.

NOTE: The National Annex may give information on the scope of application.

5.3 IMPERFECTIONS

5.3.1 Basis

(1) Appropriate allowances should be incorporated in the structural analysis to cover the effects of imperfections, including residual stresses and geometrical imperfections such as lack of verticality, lack of straightness, lack of flatness, lack of fit and any minor eccentricities present in joints of the unloaded structure.

(2) Equivalent geometric imperfections, see 5.3.2 and 5.3.3, should be used, with values which reflect the possible effects of all type of imperfections unless these effects are included in the resistance formulae for member design, see section 5.3.4.

(3) The following imperfections should be taken into account:

- a) global imperfections for frames and bracing systems;
- b) local imperfections for individual members.

5.3.2 Imperfections for global analysis of frames

(1) The assumed shape of global imperfections and local imperfections may be derived from the elastic buckling mode of a structure in the plane of buckling considered.

(2) Both in and out of plane buckling including torsional buckling with symmetric and asymmetric buckling shapes should be taken into account in the most unfavourable

вання для найбільш несприятливого напрямку та форми.

direction and form.

(3) При розрахунку рам, які є чутливими до втрати стійкості внаслідок поперечного зміщення, необхідно враховувати вплив недосконалостей за допомогою еквівалентної недосконалості у формі початкового поперечного зміщення та недосконалостей викривлення окремих елементів із площини. Недосконалості можна визначити так:

(3) For frames sensitive to buckling in a sway mode the effect of imperfections should be allowed for in frame analysis by means of an equivalent imperfection in the form of an initial sway imperfection and individual bow imperfections of members. The imperfections may be determined from:

а) загальні початкові недосконалості поперечного зміщення, дивись рисунок 5.2:

а) global initial sway imperfections, see Figure 5.2:

$$\phi = \phi_0 \alpha_h \alpha_m \quad (5.5)$$

де:

where:

ϕ_0 – базове значення: $\phi_0 = 1/200$

ϕ_0 is the basic value $\phi_0 = 1/200$

α_h – знижувальний коефіцієнт для висоти h колони:

α_h is the reduction factor for height h applicable to columns:

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}}, \text{ але } \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 10$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}}, \text{ but } \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 10$$

h – висота конструкції в метрах

h is the height of the structure in meters

α_m – знижувальний коефіцієнт для кількості колон у ряду

α_m is the reduction factor for the number of

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)}$$

$$\text{columns in a row: } \alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)}$$

m – кількість колон у ряду, включаючи тільки ті колони, які несуть вертикальне навантаження N_{Ed} не менше ніж 50 % від середнього значення навантаження, що припадає на колони у розглядуваній вертикальній площині.

m is the number of columns in a row including only those columns which carry a vertical load N_{Ed} not less than 50 % of the average value of the column in the vertical plane considered.

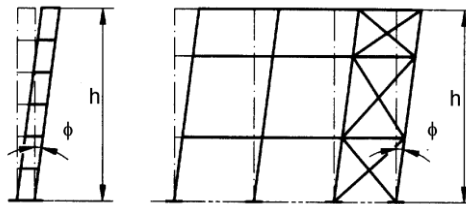


Рисунок 5.2 Еквівалентні недосконалості поперечного зміщення
Figure 5.2 Equivalent sway imperfections

б) відносні початкові місцеві недосконалості викривлення елементів із площини при втраті стійкості за згинальною формою

б) relative initial local bow imperfections of members for flexural buckling

$$e_0/L, \quad (5.6)$$

де L – довжина елемента.

where L is the member length.

ПРИМІТКА. Значення e_0/L може бути вибрано з Національного додатка. Рекомендовані значення наведені в таблиці 5.1.

NOTE: The values e_0/L may be chosen in the National Annex. Recommended values are given in Table 5.1.

Таблиця 5.1 Розрахункові значення початкової місцевої недосконалості викривлення e_0/L

я

Table 5.1 Design values of initial bow imperfection e_0/L

Крива втрати стійкості відповідно до Таблиці 6.1 Buckling curve acc. to Table 6.1	при розрахунку у пружній стадії elastic analysis	при розрахунку у пластичній стадії plastic analysis
	e_0/L	e_0/L
a_0	1/350	1/300
a	1/300	1/250
b	1/250	1/200
c	1/200	1/150
d	1/150	1/100

(4)В Для рамних каркасів будівель недосконалості поперечного зміщення можна не брати до уваги, якщо:

$$H_{Ed} \geq 0,15V_{Ed} \cdot \quad (5.7)$$

(5)В Для визначення горизонтальних зусиль, прикладених на рівні диска перекриття необхідно приймати форму недосконалостей, як показано на рисунку 5.3, де ϕ – недосконалість поперечного зміщення, отримана з (5.5) у припущенні, що висота одного поверху складає h , дивись (3)а).

(4)B For building frames sway imperfections may be disregarded where:

(5)B For the determination of horizontal forces to floor diaphragms the configuration of imperfections as given in Figure 5.3 should be applied, where ϕ is a sway imperfection obtained from (5.5) assuming a single storey with height h , see (3)a).

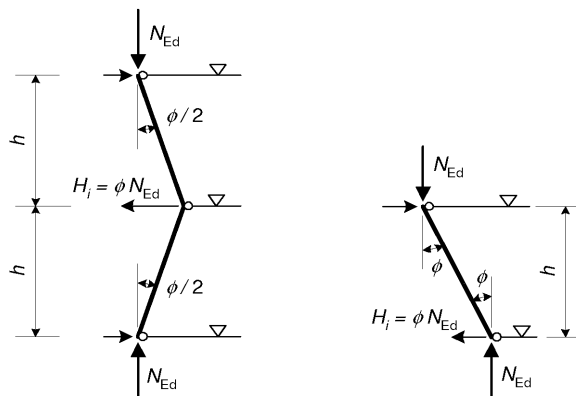


Рисунок 5.3 Форма недосконалостей поперечного зміщення ϕ для горизонтальних сил, прикладених на рівні діафрагми перекриття

Figure 5.3 Configuration of sway imperfections ϕ for horizontal forces on floor diaphragms

(6) При проведенні загального розрахунку з метою визначення зусиль і моментів на кінцях елементів, що використовуються при перевірках елементів відповідно до 6.3, можна нехтувати місцевими недосконалостями викривлення елементів із площини. Проте, для рам, чутливих до впливів другого порядку, необхідно враховувати місцеві недосконалості викривлення елементів із площини додатково до загальних недосконалостей поперечного зміщення (дивись 5.2.1(3)) при розрахунку рамних конструкцій для кожного стиснутого елемента за таких умов:

(6) When performing the global analysis for determining end forces and end moments to be used in member checks according to 6.3 local bow imperfections may be neglected. However, for frames sensitive to second order effects local bow imperfections of members additionally to global sway imperfections (see 5.2.1(3)) should be introduced in the structural analysis of the frame for each compressed member where the following conditions are met:

– за наявності, як мінімум, одного вузла, здатного сприймати момент, на одному кінці елемента

– at least one moment resistant joint at one member end

$$\bar{\lambda} > 0,5 \sqrt{\frac{Af_y}{N_{Ed}}}, \quad (5.8)$$

де:

N_{Ed} – розрахункове значення стискаючої сили;

$\bar{\lambda}$ – відносна гнучкість у площині для елемента, який розглядається як шарнірно опертий.

where:

N_{Ed} is the design value of the compression force;

$\bar{\lambda}$ is the in-plane non-dimensional slenderness calculated for the member considered as hinged at its ends.

ПРИМІТКА. Місцеві недосконалості викривлення із площини враховуються при перевірках елемента, дивись 5.2.2(3) і 5.3.4.

NOTE: Local bow imperfections are taken into account in member checks, see 5.2.2(3) and 5.3.4.

(7) Впливи початкової недосконалості поперечного зміщення і місцевих недосконалостей викривлення із площини можуть бути замінені системами еквівалентних горизонтальних сил, що вводяться для кожної колони (див. рисунок 5.3 і рисунок 5.4).

(7) The effects of initial sway imperfection and local bow imperfections may be replaced by systems of equivalent horizontal forces, introduced for each column, see Figure 5.3 and Figure 5.4.

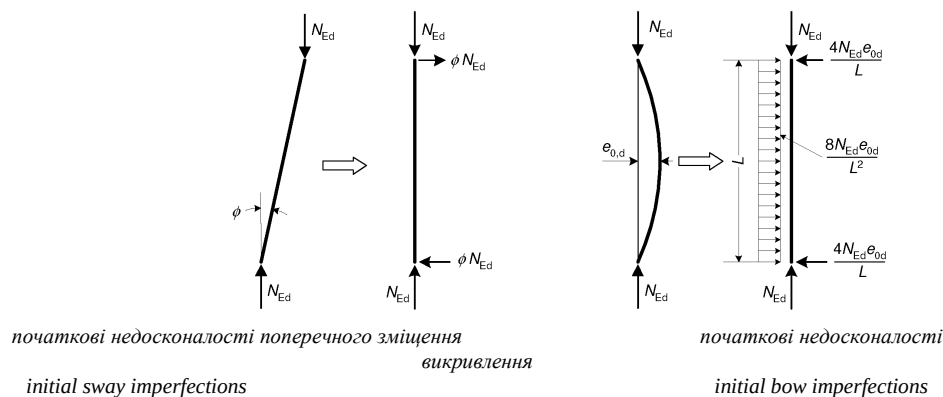


Рисунок 5.4 Заміна початкових недосконалостей еквівалентною горизонтальною силою

Figure 5.4 Replacement of initial imperfections by equivalent horizontal force

(8) Ці початкові недосконалості поперечного зміщення слід застосовувати для всіх можливих горизонтальних напрямків, проте одночасно розглядати потрібно лише один із напрямків.

(8) These initial sway imperfections should apply in all relevant horizontal directions, but need only be considered in one direction at a time.

(9)В Для багатоповерхової будівлі з стійково-балковим каркасом у випадку використання еквівалентних горизонтальних сил їх слід прикладати на рівні кожного поверху і покриття.

(9)B Where, in multi-storey beam-and-column building frames, equivalent forces are used they should be applied at each floor and roof level.

(10) The possible torsional effects on a structure caused by anti-symmetric

(10) Необхідно також враховувати можливі крутильні впливи на конструкцію, викликані кососиметричними поперечними зміщеннями на двох протилежних гранях, дивись рисунок 5.5.

sways at the two opposite faces, should also be considered, see Figure 5.5.

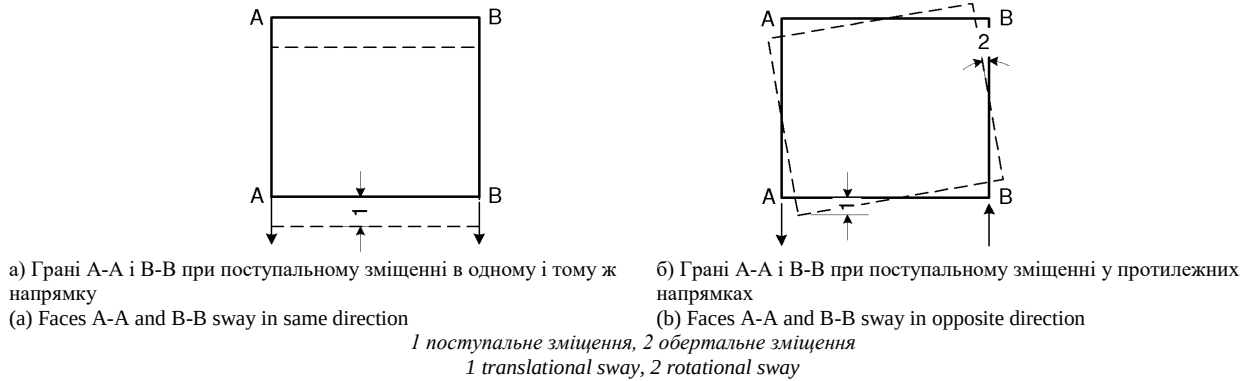


Рисунок 5.5 Поступальні та обертальні впливи (у плані)
Figure 5.5 Translational and torsional effects (plan view)

(11) Як альтернатива до (3) і (6) форма втрати стійкості конструкції у пружній стадії η_{cr} може бути застосована як однозначно визначена загальна і місцева недосконалість. Амплітуда цієї недосконалість може бути визначена за:

(11) As an alternative to (3) and (6) the shape of the elastic critical buckling mode η_{cr} of the structure may be applied as a unique global and local imperfection. The amplitude of this imperfection may be determined form:

$$\eta_{init} = e_0 \frac{N_{cr}}{EI \eta_{cr, max}} \eta_{cr} = \frac{e_0}{\bar{\lambda}^2} \frac{N_{Rk}}{EI \eta_{cr, max}} \eta_{cr}, \quad (5.9)$$

де:

where:

$$e_0 = \alpha \left(\bar{\lambda} - 0,2 \right) \frac{M_{Rk}}{N_{Rk}} \frac{1 - \chi \bar{\lambda}^2}{1 - \chi \bar{\lambda}^2} \quad \text{для (for) } \bar{\lambda} > 0,2; \quad (5.10)$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{\alpha_{ult, k}}{\alpha_{cr}}} \quad (5.11)$$

і $\bar{\lambda}$ – умовна гнучкість конструкції;

and $\bar{\lambda}$ is the relative slenderness of the structure

α – коефіцієнт недосконалість для відповідної кривої втрати стійкості, дивись таблицю 6.1 та таблицю 6.2;

α is the imperfection factor for the relevant buckling curve, see Table 6.1 and Table 6.2;

χ – знижувальний коефіцієнт для відповідної кривої втрати стійкості, який залежить від відповідного поперечного перерізу, дивись 6.3.1;

χ is the reduction factor for the relevant buckling curve depending on the relevant cross-section, see 6.3.1;

$\alpha_{ult, k}$ – коефіцієнт мінімального збільшення осьової сили N_{Ed} в елементах для досягнення характеристичного опору N_{Rk} у поперечному перерізі з найбільшими нормальними напруженнями без урахування втрати стійкості;

$\alpha_{ult, k}$ is the minimum force amplifier for the axial force configuration N_{Ed} in members to reach the characteristic resistance N_{Rk} of the most axially stressed cross section without taking buckling into account

α_{cr} – коефіцієнт мінімального збільшення осьової сили N_{Ed} в елементах для досягнення втрати стійкості у пружній стадії;

M_{Rk} – характеристичний опір критичного поперечного перерізу на дію моменту, наприклад $M_{el,Rk}$ або $M_{pl,Rk}$, який доцільніше;

N_{Rk} – характеристичний опір на дію поздовжньої сили критичного поперечного перерізу, тобто $N_{pl,Rk}$;

$EI\eta''_{cr,max}$ – згинальний момент, що виникає від η_{cr} у критичному поперечному перерізі;

η_{cr} – форма втрати стійкості в пружній стадії.

ПРИМІТКА 1. Для визначення коефіцієнтів $\alpha_{ult,k}$ і α_{cr} можна вважати, що елементи конструкції навантажені лише осьовими силами N_{Ed} , які отримані в результаті розрахунку конструкції за теорією першого порядку у пружній стадії на розрахункові навантаження.

ПРИМІТКА 2. У Національному Додатку може наводитись інформація щодо галузі застосування (11).

5.3.3 Недосконалість при розрахунку систем в'язей

(1) При розрахунку систем в'язей, які забезпечують поперечну стійкість балок або стиснутих елементів у межах їх довжини, необхідно розглядати впливи недосконалостей за допомогою еквівалентної геометричної недосконалості елементів, що розкріплюються, у формі початкової недосконалості викривлення із площини:

$$e_0 = \alpha_m L / 500, \quad (5.12)$$

де:

L – прогін системи в'язей

і

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)},$$

де m – кількість елементів, що розкріплюються.

(2) Для зручності впливи початкових недосконалостей викривлення із площини елементів, розкріплених за допомогою системи в'язей, можуть бути замінені еквівалентною стабілізуючою силою, як показано на рисунку 5.6:

α_{cr} is the minimum force amplifier for the axial force configuration N_{Ed} in members to reach the elastic critical buckling

M_{Rk} is the characteristic moment resistance of the critical cross-section, e.g. $M_{el,Rk}$ or $M_{pl,Rk}$ as relevant

N_{Rk} is the characteristic resistance to normal force of the critical cross-section, i.e. $N_{pl,Rk}$

$EI\eta''_{cr,max}$ is the bending moment due to η_{cr} at the critical cross-section

η_{cr} is the shape of elastic critical buckling mode.

NOTE 1: For calculating the amplifiers $\alpha_{ult,k}$ and α_{cr} the members of the structure may be considered to be loaded by axial forces N_{Ed} only that result from the first order elastic analysis of the structure for the design loads.

NOTE 2: The National Annex may give information for the scope of application of (11).

5.3.3 Imperfection for analysis of bracing systems

(1) In the analysis of bracing systems which are required to provide lateral stability within the length of beams or compression members the effects of imperfections should be included by means of an equivalent geometric imperfection of the members to be restrained, in the form of an initial bow imperfection:

where:

L is the span of the bracing system

and

in which m is the number of members to be restrained.

(2) For convenience, the effects of the initial bow imperfections of the members to be restrained by a bracing system, may be replaced by the equivalent stabilizing force as shown in Figure 5.6:

$$q_d = \sum N_{Ed} 8 \frac{e_0 + \delta_q}{L^2}, \quad (5.13)$$

де:

δ_q – прогин системи в'язей у своїй площині, обумовлений q та будь-якими зовнішніми навантаженнями, обчисленими на основі розрахунку першого порядку.

ПРИМІТКА. δ_q може дорівнювати 0, якщо використовується теорія другого порядку.

(3) У випадках, коли до системи в'язей висуваються вимоги щодо стабілізації стиснутої полиці балки постійної висоти, зусилля N_{Ed} на рисунку 5.6 можна отримати за:

$$N_{Ed} = M_{Ed} / h, \quad (5.14)$$

де:

M_{Ed} – максимальний момент у балці і
 h – загальна висота балки.

ПРИМІТКА. У випадку, якщо балка зазнає зовнішнього стиску, N_{Ed} повинна включати частину стискуючої сили.

(4) У місцях, де стикаються балки або стиснуті елементи, необхідно також перевіряти здатність системи в'язей чинити опір місцевій силі, що дорівнює $\alpha_m N_{Ed} / 100$ і прикладається до неї за допомогою кожної балки або стиснутого елемента, що стикаються у цьому місці, і передати цю силу до прилеглих місць, у яких балка або стиснутий елемент розкріплені, дивись рисунок 5.7.

(5) Для перевірки місцевого зусилля відповідно до (4) повинні також враховуватися будь-які зовнішні навантаження, що діють на системи в'язей, проте зусилля, що виникають через недосконалість, наведену в (1), можна опустити.

where:

δ_q is the inplane deflection of the bracing system due to q plus any external loads calculated from first order analysis.

NOTE: δ_q may be taken as 0 if second order theory is used.

(3) Where the bracing system is required to stabilize the compression flange of a beam of constant height, the force N_{Ed} in Figure 5.6 may be obtained from:

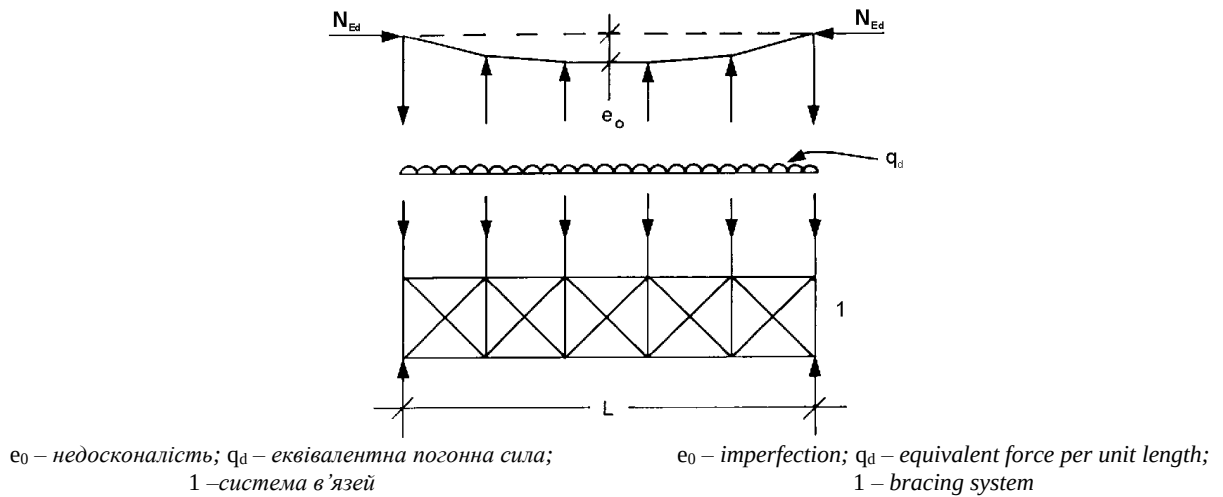
where:

M_{Ed} is the maximum moment in the beam and
 h is the overall depth of the beam.

NOTE: Where a beam is subjected to external compression N_{Ed} should include a part of the compression force.

(4) At points where beams or compression members are spliced, it should also be verified that the bracing system is able to resist a local force equal to $\alpha_m N_{Ed} / 100$ applied to it by each beam or compression member which is spliced at that point, and to transmit this force to the adjacent points at which that beam or compression member is restrained, see Figure 5.7

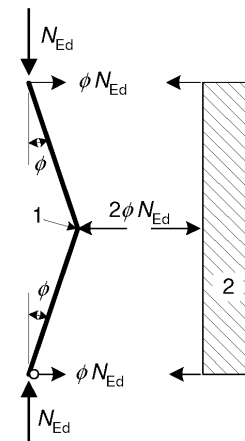
(5) For checking for the local force according to clause (4), any external loads acting on bracing systems should also be included, but the forces arising from the imperfection given in (1) may be omitted.



Зусилля N_{Ed} вважається рівномірно розподіленим у межах прогону L системи в'язей.
Для нерівномірних зусиль це є дещо консервативно.

The force N_{Ed} is assumed uniform within the span L of the bracing system.
For non-uniform forces this is slightly conservative.

Рисунок 5.6 Еквівалентна стабілізуюча сила
Figure 5.6 Equivalent stabilizing force



$$\phi = \alpha_m \phi_0 : \phi_0 = 1/200$$

$$2\phi N_{Ed} = \alpha_m N_{Ed} / 100$$

1 стик; 2 система в'язей
1 splice; 2 bracing system

Рисунок 5.7 Навантаження на в'язі у стиках стиснутих елементів
Figure 5.7 Bracing forces at splices in compression members

5.3.4 Недосконалості елементів

(1) Впливи місцевих недосконалостей викривлення елементів із площини враховані у формулах для визначення опору елементів на втрату стійкості, дивись розділ 6.3.

(2) У випадках, коли стійкість елементів враховується шляхом розрахунку другого порядку для стиснутих елементів відповідно до 5.2.2(7)а), необхідно розглядати недосконалості e_0 згідно з 5.3.2(3)б) або 5.3.2(5), або 5.3.2(6).

(3) Для розрахунку другого порядку з ураху-

5.3.4 Member imperfections

(1) The effects of local bow imperfections of members are incorporated within the formulas given for buckling resistance for members, see section 6.3.

(2) Where the stability of members is accounted for by second order analysis according to 5.2.2(7)a) for compression members imperfections e_0 according to 5.3.2(3)b) or 5.3.2(5) or 5.3.2(6) should be considered.

(3) For a second order analysis taking account

ванням втрати стійкості за поперечно-крутильною формою для елемента, що згинається, недосконалості можуть прийматися як $ke_{0,d}$, де $e_{0,d}$ – еквівалентна початкова недосконалість викривлення повздожньої осі відносно поперечної осі профілю, що розглядається. Загалом немає необхідності враховувати додаткову недосконалість скручення.

ПРИМІТКА. Значення k можуть обиратись за Національним Додатком. Рекомендується приймати значення $k = 0,5$.

5.4 МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ

5.4.1 Загальні положення

(1) Внутрішні зусилля і моменти можна визначати:

- a) загальним розрахунком у пружній стадії;
- b) загальним розрахунком у пластичній стадії.

ПРИМІТКА. Щодо розрахунку скінченно-елементної моделі дивись EN 1993-1-5.

(2) У всіх випадках може використовуватися загальний розрахунок у пружній стадії.

(3) Загальний розрахунок у пластичній стадії може використовуватись лише у випадках, коли конструкція має достатню поворотну здатність у фактичному місці розташування шарніра пластичності незалежно від того, знаходиться він в елементах чи у вузлах. Якщо шарнір пластичності виникає в елементі, поперечні перерізи елемента повинні мати дві осі симетрії або одну вісь симетрії, що лежить у площині симетрії, яка збігається із площиною повороту шарніра пластичності, а також повинні виконуватися вимоги, зазначені у 5.6. У випадках, коли шарнір пластичності виникає у вузлі, вузол повинен мати або достатню міцність, щоб забезпечити прийняття граничного моменту пластичності елемента, або повинен бути здатним витримати пластичну деформацію для достатнього повороту, дивись EN 1993-1-8.

(4)В Як спрощений метод для обмеженого

of lateral torsional buckling of a member in bending the imperfections may be adopted as for $ke_{0,d}$, where $e_{0,d}$ is the equivalent initial bow imperfection of the weak axis of the profile considered. In general an additional torsional imperfection need not to be allowed for.

NOTE: The National Annex may choose the value of k . The value $k = 0,5$ is recommended.

5.4 METHODS OF ANALYSIS CONSIDERING MATERIAL NON-LINEARITIES

5.4.1 General

(1) The internal forces and moments may be determined using either:

- a) elastic global analysis;
- b) plastic global analysis.

NOTE: For finite element model (FEM) analysis see EN 1993-1-5.

(2) Elastic global analysis may be used in all cases.

(3) Plastic global analysis may be used only where the structure has sufficient rotation capacity at the actual location of the plastic hinge, whether this is in the members or in the joints. Where a plastic hinge occurs in a member, the member cross sections should be double symmetric or single symmetric with a plane of symmetry in the same plane as the rotation of the plastic hinge and it should satisfy the requirements specified in 5.6. Where a plastic hinge occurs in a joint the joint should either have sufficient strength to ensure the hinge remains in the member or should be able to sustain the plastic resistance for a sufficient rotation, see EN 1993-1-8.

(4)B As a simplified method for a limited

пластичного перерозподілу моментів у нерозрізних балках, в яких деякі пікові моменти, отримані розрахунком у пружній стадії, перевищують пластичний опір на згин максимум на 15 %, частини моментів, що перевищили ці пікові моменти, можуть бути перерозподілені в будь-якому елементі за наступних умов:

- a) внутрішні зусилля і моменти в рамі залишаються в рівновазі з прикладеними навантаженнями; і
- b) усі елементи, в яких зменшуються моменти, мають поперечні перерізи класів 1 або 2 (див. 5.5); і
- c) забезпечена стійкість елементів за поперечно-крутильною формою її втрати.

5.4.2 Загальний розрахунок у пружній стадії

(1) Загальний розрахунок у пружній стадії ґрунтується на припущенні лінійної залежності між напруженнями і деформаціями матеріалу за будь-якого рівня напружень.

ПРИМІТКА. Щодо вибору моделі напівжорсткого вузла дивись 5.1.2(2)-(4).

(2) Внутрішні зусилля і моменти можна обчислювати шляхом загального розрахунку у пружній стадії навіть у випадку, коли опір поперечного перерізу визначається за його пластичним опором, дивись 6.2.

(3) Загальний розрахунок у пружній стадії можна також використовувати для поперечних перерізів, опори яких обмежені місцевою втратою стійкості, дивись 6.2.

5.4.3 Загальний розрахунок у пластичній стадії

(1) Загальний розрахунок у пластичній стадії враховує впливи нелінійності матеріалу при визначенні зусиль у конструкції. Поведінку необхідно моделювати за допомогою одного із методів, наведених нижче:

- розрахунком у пружно-пластичній стадії з перерізами, де мають місце пластичні деформації, і/або вузлами, що є пластичними шарнірами;
- нелінійним розрахунком у пластичній стадії при врахуванні розвитку обмежених

plastic redistribution of moments in continuous beams where following an elastic analysis some peak moments exceed the plastic bending resistance of 15 % maximum, the parts in excess of these peak moments may be redistributed in any member, provided, that:

- a) the internal forces and moments in the frame remain in equilibrium with the applied loads, and
- b) all the members in which the moments are reduced have Class 1 or Class 2 cross-sections (see 5.5), and
- c) lateral torsional buckling of the members is prevented.

5.4.2 Elastic global analysis

(1) Elastic global analysis is based on the assumption that the stress-strain behaviour of the material is linear, whatever the stress level is.

NOTE: For the choice of a semi-continuous joint model see 5.1.2(2) to (4).

(2) Internal forces and moments may be calculated according to elastic global analysis even if the resistance of a cross section is based on its plastic resistance, see 6.2.

(3) Elastic global analysis may also be used for cross sections, the resistances of which are limited by local buckling, see 6.2.

5.4.3 Plastic global analysis

(1) Plastic global analysis allows for the effects of material non-linearity in calculating the action effects of a structural system. The behaviour should be modelled by one of the following methods:

- by elastic-plastic analysis with plastified sections and/or joints as plastic hinges,
- by non-linear plastic analysis considering the partial plastification of members in plastic

пластичних деформацій в елементах у зонах пластичності;

– розрахунком у жорстко-пластичній стадії, нехтуючи пружним характером роботи між шарнірами.

(2) Загальний розрахунок у пластичній стадії може використовуватись у разі якщо елементи мають достатню поворотну здатність для забезпечення необхідного перерозподілу згинальних моментів, дивись 5.5 та 5.6.

(3) Загальний розрахунок у пластичній стадії необхідно використовувати лише в випадках гарантованої стійкості елементів у пластичних шарнірах, дивись 6.3.5.

(4) Білінійна залежність «напруження-деформації», показана на рисунку 5.8, може застосовуватися для марок конструкційної сталі, зазначених у розділі 3. Як альтернатива може бути прийнята точніша залежність, дивись EN 1993-1-5.

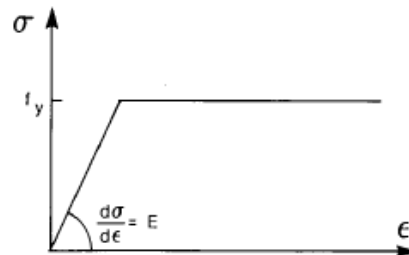


Рисунок 5.8 Білінійна залежність «напруження-деформації»
Figure 5.8 Bi-linear stress-strain relationship

(5) Жорстко-пластичний розрахунок може бути застосований, якщо не потрібно враховувати впливи деформованої геометрії (наприклад, впливи другого роду). У цьому випадку вузли класифікуються лише за міцністю, дивись EN 1993-1-8.

(6) Впливи деформованої геометрії конструкції і стійкість конструкції рами необхідно перевіряти відповідно до 5.2.

ПРИМІТКА. Максимальний опір рами зі значно деформованою геометрією може бути досягнутий раніше, ніж утворюються усі пластичні шарніри у механізмі руйнування за теорією першого порядку.

zones;

– by rigid plastic analysis neglecting the elastic behaviour between hinges.

(2) Plastic global analysis may be used where the members are capable of sufficient rotation capacity to enable the required redistributions of bending moments to develop, see 5.5 and 5.6.

(3) Plastic global analysis should only be used where the stability of members at plastic hinges can be assured, see 6.3.5.

(4) The bi-linear stress-strain relationship indicated in Figure 5.8 may be used for the grades of structural steel specified in section 3. Alternatively, a more precise relationship may be adopted, see EN 1993-1-5.

(5) Rigid plastic analysis may be applied if no effects of the deformed geometry (e.g. second-order effects) have to be considered. In this case joints are classified only by strength, see EN 1993-1-8.

(6) The effects of deformed geometry of the structure and the structural stability of the frame should be verified according to the principles in 5.2.

NOTE: The maximum resistance of a frame with significantly deformed geometry may occur before all hinges of the first order collapse mechanism have formed.

5.5 КЛАСИФІКАЦІЯ ПОПЕРЕЧНИХ

5.5 CLASSIFICATION OF CROSS

ПЕРЕРІЗІВ**5.5.1 Основні положення**

(1) Мета класифікації поперечних перерізів полягає у визначенні меж, досягнув яких опір і поворотна здатність поперечних перерізів обмежуються їх опором на втрату місцевої стійкості.

5.5.2 Класифікація

(1) Розрізняють чотири класи поперечних перерізів:

– Поперечні перерізи класу 1 – ті, які можуть утворювати пластичний шарнір з поворотною здатністю, що вимагається з розрахунку у пластичній стадії, без зниження опору.

– Поперечні перерізи класу 2 – ті, які можуть забезпечити свій опір на дію моменту у пластичній стадії, проте мають обмежену поворотну здатність унаслідок втрати місцевої стійкості.

– Поперечні перерізи класу 3 – ті, в яких напруження в крайніх стиснутих волокнах сталевго елемента у припущенні пружного розподілу напружень можуть досягти межі текучості, але втрата місцевої стійкості перешкоджає забезпеченню опору на дію моменту у пластичній стадії.

– Поперечні перерізи класу 4 – ті, в яких втрата місцевої стійкості настає до досягнення межі текучості в одній або більше частинах поперечного перерізу.

(2) У поперечних перерізах класу 4 для визначення необхідних поправок для послаблень опору, обумовлених впливами втрати місцевої стійкості, може бути використана ефективна ширина, дивись EN 1993-1-5, 5.2.2.

(3) Класифікація поперечних перерізів залежить від відношення ширини до товщини частин перерізу, що стискаються.

(4) Стиснуті частини включають будь-яку частину поперечного перерізу, яка повністю або частково стиснута при дії розглядуваної комбінації навантажень.

(5) Різні стиснуті частини в поперечному

SECTIONS**5.5.1 Basis**

(1) The role of cross section classification is to identify the extent to which the resistance and rotation capacity of cross sections is limited by its local buckling resistance.

5.5.2 Classification

(1) Four classes of cross-sections are defined, as follows:

– Class 1 cross-sections are those which can form a plastic hinge with the rotation capacity required from plastic analysis without reduction of the resistance.

– Class 2 cross-sections are those which can develop their plastic moment resistance, but have limited rotation capacity because of local buckling.

– Class 3 cross-sections are those in which the stress in the extreme compression fibre of the steel member assuming an elastic distribution of stresses can reach the yield strength, but local buckling is liable to prevent development of the plastic moment resistance.

– Class 4 cross-sections are those in which local buckling will occur before the attainment of yield stress in one or more parts of the cross-section.

(2) In Class 4 cross sections effective widths may be used to make the necessary allowances for reductions in resistance due to the effects of local buckling, see EN 1993-1-5, 5.2.2.

(3) The classification of a cross-section depends on the width to thickness ratio of the parts subject to compression.

(4) Compression parts include every part of a cross-section which is either totally or partially in compression under the load combination considered.

(5) The various compression parts in a cross-

перерізі (такі як стінка або полиця) можуть відноситися до різних класів.

(6) Поперечний переріз класифікується за найвищим (найменш сприятливим) класом його стиснутих частин. Винятки наведені в 6.2.1(10) і 6.2.2.4(1).

(7) Як альтернатива класифікація поперечного перерізу може бути визначена оцінюванням класифікації як для полиці, так і для стінки.

(8) Граничні відношення для стиснутих частин класів 1, 2 і 3 необхідно отримувати за таблицею 5.2. Частина перерізу, яка не відповідає границям для класу 3, повинна бути віднесена до класу 4.

(9) За винятком випадку, наведеного в (10), перерізи класу 4 можуть бути віднесені до перерізів класу 3, якщо відношення ширини до товщини є меншими за граничні відношення для класу 3, отриманого за

таблицею 5.2 при збільшенні ε на $\sqrt{\frac{f_y/\gamma_{M0}}{\sigma_{com,Ed}}}$, де $\sigma_{com,Ed}$ — максимальне розрахункове напруження стиску в частині, узятє з розрахунку першого порядку або, за необхідності, другого порядку.

(10) Проте, при перевірці розрахункового опору елемента на втрату стійкості з використанням розділу 6.3 граничні відношення для класу 3 повинні завжди прийматися за таблицею 5.2.

(11) Поперечні перерізи зі стінкою класу 3 і полицями класу 1 або 2 можуть бути класифіковані як поперечні перерізи класу 2 з ефективною стінкою відповідно до 6.2.2.4.

(12) Якщо стінка розглядається такою, що чинить опір лише поперечним силам, і припускається, що вона не збільшує опір поперечного перерізу на дію згинального моменту і поздовжньої сили, то поперечний переріз може розраховуватись як перерізи класу 2, 3 або 4 залежно лише від класу полиці.

ПРИМІТКА. Щодо полиці, яка призводить до

section (such as a web or flange) can, in general, be in different classes.

(6) A cross-section is classified according to the highest (least favourable) class of its compression parts. Exceptions are specified in 6.2.1(10) and 6.2.2.4(1).

(7) Alternatively the classification of a cross-section may be defined by quoting both the flange classification and the web classification.

(8) The limiting proportions for Class 1, 2, and 3 compression parts should be obtained from Table 5.2. A part which fails to satisfy the limits for Class 3 should be taken as Class 4.

(9) Except as given in (10) Class 4 sections may be treated as Class 3 sections if the width to thickness ratios are less than the limiting proportions for Class 3 obtained from Table

5.2 when ε is increased by $\sqrt{\frac{f_y/\gamma_{M0}}{\sigma_{com,Ed}}}$, where

$\sigma_{com,Ed}$ is the maximum design compressive stress in the part taken from first order or where necessary second order analysis.

(10) However, when verifying the design buckling resistance of a member using section 6.3, the limiting proportions for Class 3 should always be obtained from Table 5.2.

(11) Cross-sections with a Class 3 web and Class 1 or 2 flanges may be classified as class 2 cross sections with an effective web in accordance with 6.2.2.4.

(12) Where the web is considered to resist shear forces only and is assumed not to contribute to the bending and normal force resistance of the cross section, the cross section may be designed as Class 2, 3 or 4 sections, depending only on the flange class.

NOTE: For flange induced web buckling see EN 1993-

втрати стійкості стінки, дивись EN 1993-1-5.

5.6 ВИМОГИ ДО ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕРІЗІВ ДЛЯ ЗАГАЛЬНОГО РОЗРАХУНКУ У ПЛАСТИЧНІЙ СТАДІЇ

(1) У місцях утворення пластичних шарнірів поперечний переріз елемента, що містить пластичний шарнір, повинен мати поворотну здатність, не меншу за необхідну в місці утворення пластичного шарніра.

(2) Для елементів постійного поперечного перерізу по довжині можна припустити достатню поворотну здатність у пластичному шарнірі, якщо задовольняються обидві вимоги, наведені нижче:

a) у місці розташування пластичного шарніра елемент має поперечні перерізи класу 1;

b) якщо в місці розташування пластичного шарніра до стінки прикладена поперечна сила, яка перевищує 10 % від опору поперечного перерізу на зріз, дивись 6.2.6, тоді стінку необхідно укріплювати ребрами жорсткості у межах відстані вздовж елемента $h/2$ від місця розташування пластичного шарніра, де h – висота поперечного перерізу в цьому місці.

(3) У випадках, коли поперечний переріз елемента змінюється вздовж його довжини, повинні виконуватися додаткові вимоги, наведені нижче:

a) Товщина стінки перерізу, що примикає до місць розташування пластичних шарнірів, не повинна бути зменшена, принаймні, на відстані, рівні $2d$, в обидві сторони від місця розташування пластичного шарніра вздовж елемента, де d – висота перерізу стінки в місці розташування пластичного шарніра.

b) Стиснуту полицю перерізу, що примикає до місць розташування пластичних шарнірів, слід відносити до класу 1 на відстані в обидві сторони від місця розташування пластичного шарніра вздовж елемента не меншій за більше з:

– $2d$, де d визначено в (3)a);

– відстань до найближчої точки, в якій момент в елементі знизився до 0,8 від опору на згин у пластичній стадії у розглядуваній точці.

1-5.

5.6 CROSS-SECTION REQUIREMENTS FOR PLASTIC GLOBAL ANALYSIS

(1) At plastic hinge locations, the cross-section of the member which contains the plastic hinge should have a rotation capacity of not less than the required at the plastic hinge location.

(2) In a uniform member sufficient rotation capacity may be assumed at a plastic hinge if both the following requirements are satisfied:

a) the member has Class 1 cross-sections at the plastic hinge location;

b) where a transverse force that exceeds 10% of the shear resistance of the cross section, see 6.2.6, is applied to the web at the plastic hinge location, web stiffeners should be provided within a distance along the member of $h/2$ from the plastic hinge location, where h is the height of the cross section at this location.

(3) Where the cross-section of the member vary along their length, the following additional criteria should be satisfied:

a) Adjacent to plastic hinge locations, the thickness of the web should not be reduced for a distance each way along the member from the plastic hinge location of at least $2d$, where d is the clear depth of the web at the plastic hinge location.

b) Adjacent to plastic hinge locations, the compression flange should be Class 1 for a distance each way along the member from the plastic hinge location of not less than the greater of:

– $2d$, where d is as defined in (3)a);

– the distance to the adjacent point at which the moment in the member has fallen to 0,8 times the plastic moment resistance at the point concerned.

с) Будь-де в елементі стиснуту полицю необхідно відносити до класу 1 або 2, а стінку – до класу 1, 2 або 3.

(4) Будь-які отвори для кріпильних деталей у розтягнутих зонах, що примикають до місць розташування пластичних шарнірів, повинні задовольняти 6.2.5(4) на відстані, встановленій в (3)b), в обидві сторони вздовж елемента від місця розташування пластичного шарніра.

(5) При розрахунку рами у пластичній стадії можна припустити достатню здатність до пластичного перерозподілу моментів, якщо для всіх елементів, в яких пластичні шарніри існують, або можуть утворитись, або утворились при дії розрахункових навантажень, виконуються вимоги (2) – (4).

(6) У випадках, коли застосовуються методи загального розрахунку у пластичній стадії, які розглядають фактичний напружено-деформований стан по довжині елемента з урахуванням одночасної втрати місцевої стійкості, втрати загальної стійкості елемента і втрати стійкості системи в цілому, вимоги (2) – (5) виконувати не потрібно.

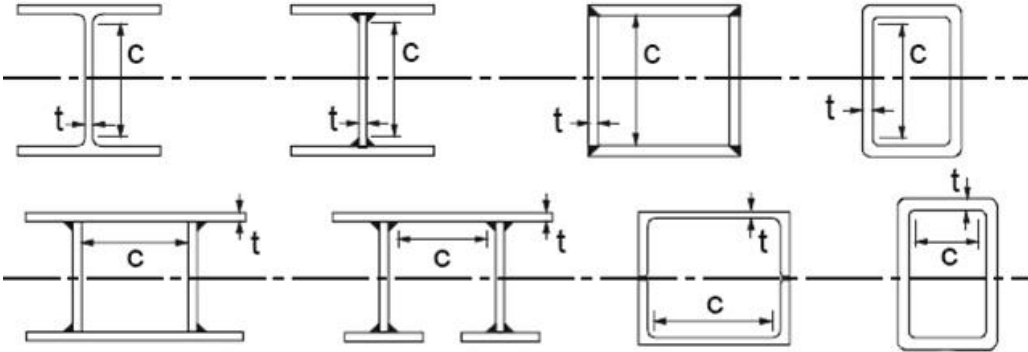
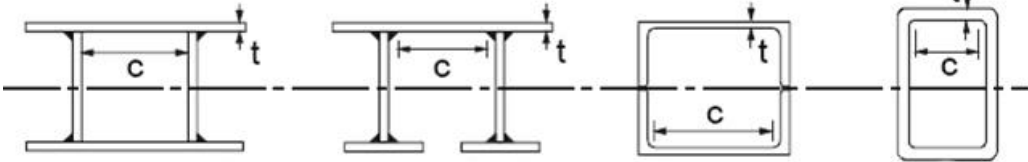
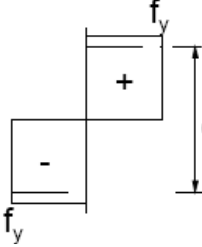
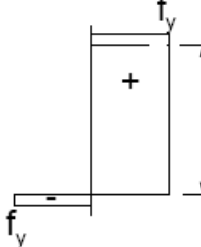
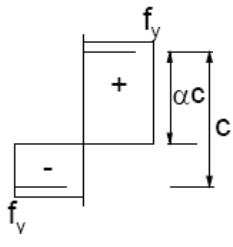
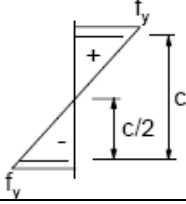
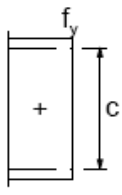
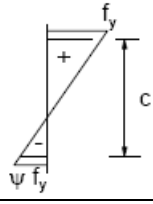
c) Elsewhere in the member the compression flange should be class 1 or class 2 and the web should be class 1, class 2 or class 3.

(4) Adjacent to plastic hinge locations, any fastener holes in tension should satisfy 6.2.5(4) for a distance such as defined in (3)b) each way along the member from the plastic hinge location.

(5) For plastic design of a frame, regarding cross section requirements, the capacity of plastic redistribution of moments may be assumed sufficient if the requirements in (2) to (4) are satisfied for all members where plastic hinges exist, may occur or have occurred under design loads.

(6) In cases where methods of plastic global analysis are used which consider the real stress and strain behaviour along the member including the combined effect of local, member and global buckling the requirements (2) to (5) need not be applied.

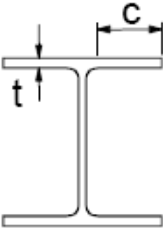
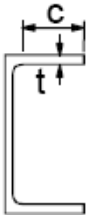
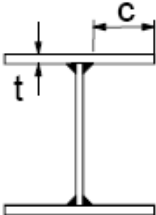
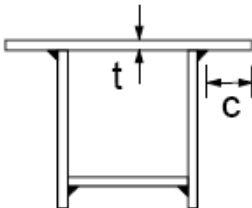
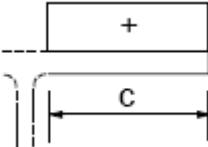
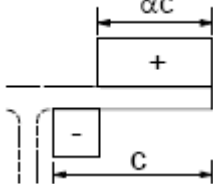
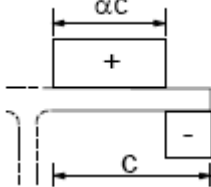
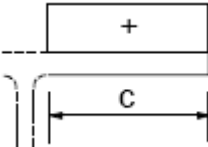
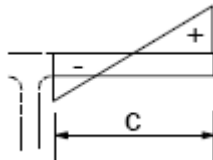
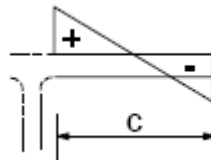
Таблиця 5.2 (лист 1 з 3) Максимальні відношення ширини до товщини для стиснутих частин
Table 5.2 (sheet 1 of 3) Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Стиснуті внутрішні частини Internal compression parts							
				Вісь згину Axis of bending			
				Вісь згину Axis of Bending			
Клас Class	Частина, що згинається Part subject to bending		Частина, що стискається Part subject to compression		Частина, що згинається і стискається Part subject to bending and compression		
Розподіл напруження у частинах (стиск додатній) Stress distribution in parts (compression positive)							
1	$c/t \leq 72\varepsilon$		$c/t \leq 33\varepsilon$		якщо (when) $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha-1}$ якщо (when) $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$		
2	$c/t \leq 83\varepsilon$		$c/t \leq 38\varepsilon$		якщо (when) $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha-1}$ якщо (when) $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$		
Розподіл напруження у частинах (стиск додатній) Stress distribution in parts (compression positive)							
3	$c/t \leq 124\varepsilon$		$c/t \leq 42\varepsilon$		якщо (when) $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67+0,33\psi}$ якщо (when) $\psi \leq -1$ *) : $c/t \leq 62\varepsilon (1-\psi) \sqrt{(-\psi)}$		
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460	
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71	

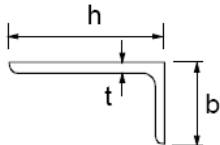
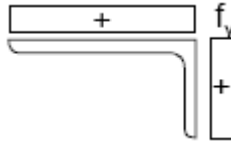
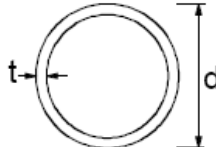
*) $\psi \leq -1$ для тих випадків, коли напруження стиску $\sigma \leq f_y$ або деформація розтягу $\varepsilon_y > f_y/E$.

*) $\psi \leq -1$ applies where either the compression stress $\sigma \leq f_y$ or the tensile strain $\varepsilon_y > f_y/E$.

Таблиця 5.2 (лист 2 з 3) Максимальні відношення ширини до товщини для стиснутих частин
Table 5.2 (sheet 2 of 3) Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Звиси полиць Outstand flanges						
						
Прокатні профілі Rolled sections				Зварні профілі Welded sections		
Клас Class	Частина, що стискається Part subject to compression	Частина, що згинається і стискається Part subject to bending and compression				
		Стискання на кінці Tip in compression		Розтяг на кінці Tip in tension		
Розподіл напруження у частинах (стиск додатній) Stress distribution in parts (compression positive)						
1	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
Розподіл напруження у частинах (стиск додатній) Stress distribution in parts (compression positive)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ Для k_σ дивись EN 1993-1-5 (For k_σ see EN 1993-1-5)				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Таблиця 5.2 (лист 3 з 3) Максимальні відношення ширини до товщини для стиснутих частин
Table 5.2 (sheet 3 of 3) Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Кутикові профілі Angles						
Відноситься також до “Звиси полиць” (дивись лист 2) (Refer also to “Outstand flanges” (see sheet 2 of 3))					Не застосовується для кутиків при неперервному контакті з іншими деталями Does not apply to angles in continuous contact with other components	
Клас Class	Переріз, що стискається Section in compression					
Розподіл напруження у частинах (стиск додатній) Stress distribution in parts (compression positive)						
3	$h/t \leq 15\varepsilon : \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$					
Трубчастий переріз Tubular sections						
						
Клас Class	Переріз, що згинається і/або стискається Section in bending and/or compression					
1	$d/t \leq 50\varepsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\varepsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\varepsilon^2$ ПРИМІТКА. Щодо $d/t > 90\varepsilon^2$ дивись EN 1993-1-6. NOTE: For $d/t > 90\varepsilon^2$ see EN 1993-1-6.					
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

6 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ

6.1 Загальні положення

(1) Часткові коефіцієнти надійності γ_M , як зазначається у 2.4.3, необхідно застосовувати до різних характеристичних значень опору у цьому розділі, як наводиться нижче:

- для опору поперечних перерізів довільного класу: γ_{M0} ;
- для опору елементів на втрату стійкості при перевірках елементів: γ_{M1} ;
- для опору поперечних перерізів на розрив при розтягуванні: γ_{M2} ;
- для опору вузлів: дивись EN 1993-1-8.

ПРИМІТКА 1. Щодо інших рекомендованих чисельних значень дивись частини 2 – 6 EN 1993. Для конструкцій, не охоплених частинами 2 – 6 EN 1993, часткові коефіцієнти надійності γ_{Mi} можуть бути визначені в Національному додатку; часткові коефіцієнти γ_{Mi} рекомендується приймати за EN 1993-2.

ПРИМІТКА 2В. Часткові коефіцієнти надійності γ_{Mi} для будівель і споруд можуть бути визначені в Національному додатку. Для будівель і споруд рекомендуються чисельні значення, наведені нижче:

$\gamma_{M0} = 1,00$;
 $\gamma_{M1} = 1,00$;
 $\gamma_{M2} = 1,25$.

6.2 ОПІР ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕРІЗІВ

6.2.1 Загальні положення

(1) Розрахункове значення навантаження в будь-якому поперечному перерізі не повинне перевищувати відповідний розрахунковий опір. Якщо діє одночасно кілька впливів, то сумісний вплив від них не повинен перевищувати опір для такої комбінації.

(2) Ефекти запізнення зсуву і місцевої втрати стійкості необхідно враховувати за допомогою ефективної ширини відповідно до EN 1993-1-5. Впливи втрати стійкості при зсуві також необхідно враховувати згідно з EN 1993-1-5.

(3) Розрахункові значення опору повинні залежати від класифікації поперечного перерізу.

6 ULTIMATE LIMIT STATES

6.1 General

(1) The partial factors γ_M as defined in 2.4.3 should be applied to the various characteristic values of resistance in this section as follows:

- resistance of cross-sections whatever the class is: γ_{M0} ;
- resistance of members to instability assessed by member checks: γ_{M1} ;
- resistance of cross-sections in tension to fracture: γ_{M2} ;
- resistance of joints: see EN 1993-1-8.

NOTE 1: For other recommended numerical values see EN 1993 Part 2 to Part 6. For structures not covered by EN 1993 Part 2 to Part 6 the National Annex may define the partial factors γ_{Mi} ; it is recommended to take the partial factors γ_{Mi} from EN 1993-2.

NOTE 2B: Partial factors γ_{Mi} for buildings may be defined in the National Annex. The following numerical values are recommended for buildings:

$\gamma_{M0} = 1,00$;
 $\gamma_{M1} = 1,00$;
 $\gamma_{M2} = 1,25$.

6.2 RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS

6.2.1 General

(1) The design value of an action effect in each cross-section **should not** exceed the corresponding design resistance and if several action effects act simultaneously the combined effect **should not** exceed the resistance for that combination.

(2) Shear lag effects and local buckling effects should be included by an effective width according to EN 1993-1-5. Shear buckling effects should also be considered according to EN 1993-1-5.

(3) The design values of resistance should depend on the classification of the cross-section.

(4) Перевірка міцності у пружній стадії відповідно до пружного опору може виконуватись для всіх класів поперечних перерізів за умови використання характеристик ефективних поперечних перерізів, встановлених для перевірки поперечних перерізів класу 4.

(5) Для перевірки міцності в пружній стадії може застосовуватись критерій, наведений нижче, для критичної точки поперечного перерізу, якщо не застосовуються інші формули взаємодії, дивись 6.2.8 – 6.2.10:

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1, \quad (6.1)$$

де:

$\sigma_{x,Ed}$ – розрахункове значення місцевого поздовжнього напруження у розглядуваній точці;

$\sigma_{z,Ed}$ – розрахункове значення місцевого поперечного напруження у розглядуваній точці;

τ_{Ed} – розрахункове значення місцевого дотичного напруження у розглядуваній точці.

ПРИМІТКА. Перевірка відповідно до (5) може бути консервативною, оскільки вона виключає епюру напружень із пластичними деформаціями, що допускається при пружному розрахунку. Отже, її необхідно виконувати лише тоді, коли неможливо врахувати взаємодію на основі опорів N_{Rd} , M_{Rd} , V_{Rd} .

(6) Опір поперечних перерізів у пластичній стадії слід перевіряти шляхом визначення розподілу напруження при дотриманні рівноваги з внутрішніми зусиллями і моментами без перевищення межі текучості. Цей розподіл напруження повинен бути сумісний з відповідними пластичними деформаціями.

(7) Для всіх класів поперечних перерізів як консервативне наближення може застосовуватись лінійна сума коефіцієнтів використання для кожного результуючого напруження. Для поперечних перерізів класу 1, 2 або 3, які підлягають дії комбінації N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ і $M_{z,Ed}$, цей метод може застосовуватись при використанні критерію, наведеного нижче:

(4) Elastic verification according to the elastic resistance may be carried out for all cross-sectional classes provided the effective cross-sectional properties are used for the verification of class 4 cross-sections.

(5) For the elastic verification the following yield criterion for a critical point of the cross-section may be used unless other interaction formulae apply, see 6.2.8 to 6.2.10.

where:

$\sigma_{x,Ed}$ – is the design value of the local longitudinal stress at the point of consideration;

$\sigma_{z,Ed}$ – is the design value of the local transverse stress at the point of consideration;

τ_{Ed} – is the design value of the local shear stress at the point of consideration.

NOTE: The verification according to (5) can be conservative as it excludes plastic stress distribution, which is permitted in elastic design. Therefore it should only be performed where the interaction on the basis of resistances N_{Rd} , M_{Rd} , V_{Rd} cannot be performed.

(6) The plastic resistance of cross sections should be verified by finding a stress distribution which is in equilibrium with the internal forces and moments without exceeding the yield strength. This stress distribution should be compatible with the associated plastic deformations.

(7) As a conservative approximation for all cross section classes a linear summation of the utilization ratios for each stress resultant may be used. For class 1, class 2 or class 3 cross sections subjected to the combination of N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ and $M_{z,Ed}$ this method may be applied by using the following criteria:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1, \quad (6.2)$$

де N_{Rd} , $M_{y,Rd}$ і $M_{z,Rd}$ – розрахункові значення опору, що залежать від класифікації поперечного перерізу і включають будь-яке редукування, яке може бути викликане діями зсуву, дивись 6.2.8.

ПРИМІТКА. Для поперечних перерізів класу 4 дивись 6.2.9.3(2).

(8) Якщо всі стиснуті частини поперечного перерізу відносяться щонайбільше до класу 2, то можна вважати, що поперечний переріз здатний забезпечити свій повний опір на згин у пластичній стадії.

(9) Якщо всі стиснуті частини поперечного перерізу відносяться до класу 3, то його опір повинен ґрунтуватися на пружному розподілі деформацій у поперечному перерізі. Стискаючі напруження в крайніх волокнах повинні бути обмежені межею текучості.

ПРИМІТКА. При перевірках для граничного стану за несучою здатністю крайні волокна можуть вважатися розташованими в серединній площині полиць. Щодо витривалості дивись EN 1993-1-9.

(10) Якщо текучість вперше виникає в розтягнутій частині поперечного перерізу, то при визначенні опору поперечного перерізу класу 3 може бути враховано частковий розвиток пластичних деформацій у розтягнутій зоні.

6.2.2 Характеристики перерізу

6.2.2.1 Поперечний переріз бруто

(1) Характеристики поперечного перерізу бруто повинні визначатися за його номінальними розмірами. Не потрібно віднімати площу отворів для кріпильних деталей, проте слід ввести поправки для більших прорізів. Матеріал стиків та з'єднувальних накладок враховувати не потрібно.

6.2.2.2 Площа нетто

where N_{Rd} , $M_{y,Rd}$ and $M_{z,Rd}$ are the design values of the resistance depending on the cross sectional classification and including any reduction that may be caused by shear effects, see 6.2.8.

NOTE: For class 4 cross sections see 6.2.9.3(2).

(8) Where all the compression parts of a cross-section are at least Class 2, the cross-section may be taken as capable of developing its full plastic resistance in bending.

(9) Where all the compression parts of a cross-section are Class 3, its resistance should be based on an elastic distribution of strains across the cross-section. Compressive stresses should be limited to the yield strength at the extreme fibres.

NOTE: The extreme fibres may be assumed at the midplane of the flanges for ULS checks. For fatigue see EN 1993-1-9.

(10) Where yielding first occurs on the tension side of the cross section, the plastic reserves of the tension zone may be utilized by accounting for partial plastification when determining the resistance of a Class 3 cross-section.

6.2.2 Section properties

6.2.2.1 Gross cross-section

(1) The properties of the gross cross-section should be determined using the nominal dimensions. Holes for fasteners need not be deducted, but allowance should be made for larger openings. Splice materials and battens should not be included.

6.2.2.2 Net area

(1) Площу нетто поперечного перерізу необхідно приймати шляхом відповідного зменшення площі бруто за рахунок отворів та інших прорізів.

(2) Для обчислення характеристик перерізу нетто необхідно відняти повну площу поперечного перерізу отвору. Для отворів під болти із втопленою головкою необхідно також передбачити відповідні поправки для потайної частини.

(3) Якщо отвори для кріпильних деталей не розташовані в шаховому порядку, то загальна площа, яку необхідно вирахувати для цих отворів, повинна дорівнювати максимальній сумі площ перерізів отворів у будь-якому перерізі, перпендикулярному до осі елемента (дивись площину руйнування 2 на рисунку 6.1).

ПРИМІТКА. Вказана максимальна сума визначає положення критичної лінії руйнування.

(4) Якщо отвори для кріпильних деталей розташовані у шаховому порядку, то загальна площа, яку необхідно вирахувати для цих отворів, повинна дорівнювати більшій з:

а) вирахування для отворів, розташованих не в шаховому порядку, як вказано в (3);

$$\text{b) } t \left(nd_0 - \sum \frac{s^2}{4p} \right), \quad (6.3)$$

де:

s – крок болтів, відстань між центрами двох сусідніх отворів у ланцюгу, виміряна паралельно осі елемента;

p – відстань між центрами тих самих двох отворів, виміряна перпендикулярно до осі елемента;

t – товщина;

n – кількість отворів, розташованих на будь-якій діагональній або зигзагоподібній лінії, що проходить через весь елемент або його частину, дивись рисунок 6.1;

d – діаметр отвору.

(5) У кутику або іншому елементі з отворами у більш ніж одній полиці, відстань p необхідно вимірювати по середині товщини матеріалу (дивись рисунок 6.2).

(1) The net area of a cross-section should be taken as its gross area less appropriate deductions for holes and other openings.

(2) For calculating net section properties, the deduction for a single fastener hole should be the gross cross-sectional area of the hole in the plane of its axis. For countersunk holes, appropriate allowance should be made for the countersunk portion.

(3) Provided that the fastener holes are not staggered, the total area to be deducted for fastener holes should be the maximum sum of the sectional areas of the holes in any cross-section perpendicular to the member axis (see failure plane 2 in Figure 6.1).

NOTE: The maximum sum denotes the position of the critical fracture line.

(4) Where the fastener holes are staggered, the total area to be deducted for fastener should be the greater of:

a) the deduction for non-staggered holes given in (3);

where:

s – is staggered pitch, the spacing of the centres of two consecutive holes in the chain measured parallel to the member axis;

p – is the spacing of the centers of the same two holes measured perpendicular to the member axis;

t – is the thickness;

n – is the number of holes extending in any diagonal or zig-zag line progressively across the member or part of the member, see Figure 6.1;

d – is the diameter of hole.

(5) In an angle or other member with holes in more than one plane, the spacing p should be measured along the center of thickness of the material (see Figure 6.2).

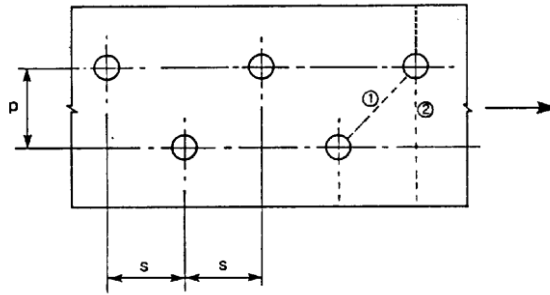


Рисунок 6.1 Отвори, розташовані в шаховому порядку, і критичні лінії руйнування 1 і 2
Figure 6.1 Staggered holes and critical fracture lines 1 and 2

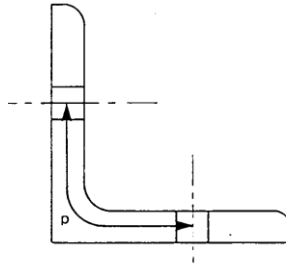


Рисунок 6.2 Кутики з отворами в обох полицях
Figure 6.2 Angles with holes in both legs

6.2.2.3 Ефект запізнення зсуву

(1) Розрахунок ефективних ширин наведений в EN 1993-1-5.

(2) Для перерізів класу 4 сумісний вплив запізнення зсуву і місцевої втрати стійкості необхідно враховувати відповідно до EN 1993-1-5.

ПРИМІТКА. Щодо холодногнутих тонкостінних елементів дивись EN 1993-1-3.

6.2.2.4 Ефективні характеристики поперечних перерізів із стінками класу 3 і полицями класу 1 або 2

(1) Якщо поперечні перерізи зі стінкою класу 3 і полицями класу 1 або 2 класифікуються як ефективні поперечні перерізи класу 2, дивись 5.5.2(11), то частину стиснутої стінки необхідно замінити частиною завдовжки $20\epsilon t_w$, що примикає до стиснутої полиці, разом із іншою частиною завдовжки $20\epsilon t_w$, що примикає до нейтральної осі ефективного поперечного перерізу у пластичній стадії згідно з рисунком 6.3.

6.2.2.3 Shear lag effects

(1) The calculation of the effective widths is covered in EN 1993-1-5.

(2) In class 4 sections the interaction between shear lag and local buckling should be considered according to EN 1993-1-5.

NOTE: For cold formed thin gauge members see EN 1993-1-3.

6.2.2.4 Effective properties of cross sections with class 3 webs and class 1 or 2 flanges

(1) Where cross-sections with a class 3 web and class 1 or 2 flanges are classified as effective Class 2 cross-sections, see 5.5.2(11), the proportion of the web in compression should be replaced by a part of $20\epsilon t_w$ adjacent to the compression flange, with another part of $20\epsilon t_w$ adjacent to the plastic neutral axis of the effective cross-section in accordance with Figure 6.3.

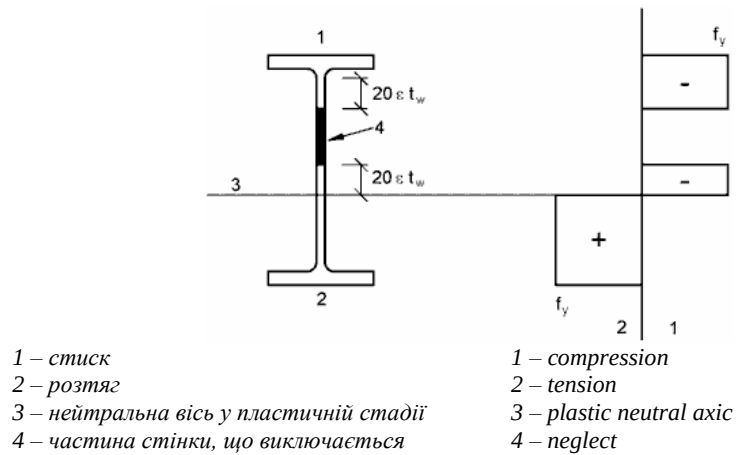


Рисунок 6.3 Ефективна стінка класу 2
Figure 6.3 Effective class 2 web

6.2.2.5 Характеристики ефективних поперечних перерізів класу 4

(1) Характеристики ефективних поперечних перерізів, що відносяться до поперечних перерізів класу 4, повинні ґрунтуватись на ефективних ширинах стиснутих частин.

(2) Щодо холодногнутих тонкостінних профілів дивись 1.1.2(1) і EN 1993-1-3.

(3) Ефективні ширини плоских стиснутих частин необхідно визначати за EN 1993-1-5.

(4) Якщо поперечний переріз класу 4 підлягає дії осової стискаючої сили, то для визначення можливого зміщення e_N центру мас ефективної площі A_{eff} відносно центра ваги поперечного перерізу брутто і додаткового результуючого моменту, слід використовувати метод, наведений в EN 1993-1-5:

$$\Delta M_{Ed} = N_{Ed} e_N \quad (6.4)$$

ПРИМІТКА. Знак додаткового моменту залежить від співвідношення внутрішніх зусиль і моментів, дивись 6.2.9.3(2).

(5) Щодо трубчастих поперечних перерізів класу 4 дивись EN 1993-1-6.

6.2.3 Розтяг

(1) Розрахункове значення розтягуючої сили N_{Ed} в кожному поперечному перерізі повинно задовольняти:

6.2.2.5 Effective cross-section properties of Class 4 cross-sections

(1) The effective cross-section properties of Class 4 cross-sections should be based on the effective widths of the compression parts.

(2) For cold formed thin walled sections see 1.1.2(1) and EN 1993-1-3.

(3) The effective widths of planar compression parts should be obtained from EN 1993-1-5.

(4) Where a class 4 cross section is subjected to an axial compression force, the method given in EN 1993-1-5 should be used to determine the possible shift e_N of the centroid of the effective area A_{eff} relative to the centre of gravity of the gross cross section and the resulting additional moment:

NOTE: The sign of the additional moment depends on the effect in the combination of internal forces and moments, see 6.2.9.3(2).

(5) For circular hollow sections with class 4 cross sections see EN 1993-1-6.

6.2.3 Tension

(1) The design value of the tensile force N_{Ed} at each cross section should satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 . \quad (6.5)$$

(2) Для перерізів з отворами розрахунковий опір на розтяг $N_{t,Rd}$ необхідно приймати найменшим з:

а) розрахункового опору поперечного перерізу бруто в пластичній стадії

2) For sections with holes the design tension resistance $N_{t,Rd}$ should be taken as the smaller of:

a) the design plastic resistance of the gross cross-section

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} ; \quad (6.6)$$

б) розрахункового критичного опору поперечного перерізу нетто у перерізі з отворами для деталей кріплення

b) the design ultimate resistance of the net cross-section at holes for fasteners

$$N_{u,Rd} = 0,9 A_{net} f_u / \gamma_{M2} . \quad (6.7)$$

(3) У випадках, коли необхідно виконувати розрахунок за несучою здатністю, дивись EN 1998, то розрахунковий опір у пластичній стадії $N_{pl,Rd}$ (як наводиться в 6.2.3(2)а)) повинен бути меншим за розрахунковий критичний опір перерізу нетто у перерізі з отворами для деталей кріплення $N_{u,Rd}$ (як наводиться в 6.2.3(2)б)).

(3) Where capacity design is requested, see EN 1998, the design plastic resistance $N_{pl,Rd}$ (as given in 6.2.3(2)a)) should be less than the design ultimate resistance of the net section at fasteners holes $N_{u,Rd}$ (as given in 6.2.3(2)b)).

(4) У з'єднаннях категорії С (дивись EN 1993-1-8, 3.4.2(1)) розрахунковий опір на розтяг $N_{t,Rd}$ за 6.2.3(1) перерізу нетто за наявності отворів для деталей кріплення слід приймати рівним $N_{net,Rd}$, де

(4) In category C connections (see EN 1993-1-8, 3.4.2(1), the design tension resistance $N_{t,Rd}$ in 6.2.3(1) of the net section at holes for fasteners should be taken as $N_{net,Rd}$, where:

$$N_{net,Rd} = \frac{A_{net} f_y}{\gamma_{M0}} . \quad (6.8)$$

(5) Щодо кутиків, які прикріплюються через одну полицю, дивись також EN 1993-1-8, 3.6.3. Аналогічні вимоги справедливі також для інших типів перерізів, що прикріплюються через звиси полиць.

(5) For angles connected through one leg, see also EN 1993-1-8, 3.6.3. Similar consideration should also be given to other type of sections connected through outstands.

6.2.4 Стиск

6.2.4 Compression

(1) Розрахункове значення стискаючої сили N_{Ed} в кожному поперечному перерізі повинно задовольняти:

(1) The design value of the compression force N_{Ed} at each cross-section should satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 . \quad (6.9)$$

(2) Розрахунковий опір поперечного перерізу при рівномірному стискові $N_{c,Rd}$ необхідно визначати як:

(2) The design resistance of the cross-section for uniform compression $N_{c,Rd}$ should be determined as:

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.10)$$

для поперечних перерізів класу 1, 2 або 3

for class 1,2 or 3 cross-sections

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.11)$$

для поперечних перерізів класу 4.

for class 4 cross-sections.

(3) Отвори для кріпильних деталей у стиснутих елементах, за винятком отворів, діаметр яких перевищує необхідний, і овальних отворів, як зазначено в EN 1090, не потрібно враховувати за умови, що вони заповнені кріпильними деталями.

(3) Fastener holes except for oversize and slotted holes as defined in EN 1090 need not be allowed for in compression members, provided that they are filled by fasteners.

(4) У випадку несиметричних перерізів класу 4 для врахування додаткового моменту ΔM_{Ed} , обумовленого відхиленням від співвісності осі центра ваги ефективного перерізу, дивись 6.2.2.5(4), необхідно застосовувати метод, наведений в 6.2.9.3.

(4) In the case of unsymmetrical Class 4 sections, the method given in 6.2.9.3 should be used to allow for the additional moment ΔM_{Ed} due to the eccentricity of the centroidal axis of the effective section, see 6.2.2.5(4).

6.2.5 Згинальний момент

6.2.5 Bending moment

(1) Розрахункове значення згинального моменту M_{Ed} у кожному поперечному перерізі повинно задовольняти:

(1) The design value of the bending moment M_{Ed} at each cross-section should satisfy

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.12)$$

де $M_{c,Rd}$ визначається з урахуванням отворів для кріпильних деталей, дивись (4) – (6).

where $M_{c,Rd}$ is determined considering fastener holes, see (4) to (6).

(2) Розрахунковий опір на згин відносно однієї з головних осей поперечного перерізу визначається як наводиться нижче:

(2) The design resistance for bending about one principal axis of a cross section is determined as follows:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.13)$$

для поперечних перерізів класів 1 і 2

for class 1 or 2 cross-sections;

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.14)$$

для поперечних перерізів класу 3

for class 3 cross-sections;

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.15)$$

для поперечних перерізів класу 4

for class 4 cross-sections,

де:

$W_{el,min}$ і $W_{eff,min}$ відповідають волокнам з максимальним напруженням у пружній стадії.

where

$W_{el,min}$ and $W_{eff,min}$ corresponds to the fibre with the maximum elastic stress.

(3) При згині відносно обох осей необхідно використовувати методи, наведені в 6.2.9.

(3) For bending about both axes, the methods given in 6.2.9 should be used.

(4) Отвори для кріпильних деталей в розтягнутій полиці можна не враховувати за умови, що для розтягнутої полиці

(4) Fastener holes in the tension flange may be ignored provided that for the tension flange:

$$\frac{A_{f,net} 0,9 f_u}{\gamma_{M2}} \leq \frac{A_f f_y}{\gamma_{M0}}, \quad (6.16)$$

де A_f – площа розтягнутої полиці.

where A_f is the area of the tension flange.

ПРИМІТКА. Критерій в (4) передбачає розрахунок за несучою здатністю (дивись 1.5.8) у місцях утворення пластичних шарнірів.

NOTE: The criterion in (4) provides capacity design (see 1.5.8) in the region of plastic hinges.

(5) Отвори для кріпильних деталей у розтягнутій частині стінки не потрібно враховувати за умови, що обмеження, що наводиться в (4), задовольняється для усієї розтягнутої зони, включаючи розтягнуту полицю і розтягнуту частину стінки.

(5) Fastener holes in tension zone of the web need not be allowed for, provided that the limit given in (4) is satisfied for the complete tension zone comprising the tension flange plus the tension zone of the web.

(6) Отвори для кріпильних деталей, за винятком отворів, діаметр яких перевищує необхідний, і овальних отворів, розташованих у стиснутій зоні перерізу, не потрібно враховувати за умови, що вони заповнені кріпильними деталями.

(6) Fastener holes except for oversize and slotted holes in compression zone of the cross-section need not be allowed for, provided that they are filled by fasteners.

6.2.6 Перерізувальна сила

6.2.6 Shear

(1) Розрахункове значення перерізувальної сили V_{Ed} у будь-якому поперечному перерізі повинно задовольняти:

(1) The design value of the shear force V_{Ed} at each cross-section should satisfy:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.17)$$

де:

$V_{c,Rd}$ – розрахунковий опір на зріз. При розрахунку в пластичній стадії $V_{c,Rd}$ приймається рівним розрахунковому опору на зріз у пластичній стадії $V_{pl,Rd}$, як наводиться в (2). При розрахунку в пружній стадії $V_{c,Rd}$ приймається рівним розрахунковому опору на зріз у пружній стадії, обчисленому за (4) і (5).

where:

$V_{c,Rd}$ is the design shear resistance. For plastic design $V_{c,Rd}$ is the design plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$ as given in (2). For elastic design $V_{c,Rd}$ is the design elastic shear resistance calculated using (4) and (5).

(2) За відсутності кручення розрахунковий опір на зріз у пластичній стадії дорівнює:

(2) In the absence of torsion the design plastic shear resistance is given by:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}, \quad (6.18)$$

де A_v – площа зсуву

where A_v is the shear area

(3) Площа зсуву A_v може прийматися як наводиться нижче:

(3) The shear area A_v may be taken as follows:

а) для прокатних двотаврових перерізів, у тому числі широкополичкових, навантаження паралельне стінці

a) rolled I and H sections, load parallel to web

$$A - 2bt_f + (t_w + 2r) t_f,$$

але не менше

but not less than

$$\eta h_w t_w;$$

б) для прокатних швелерних перерізів навантаження паралельне стінці

b) rolled channel sections, load parallel to web

$$A - 2bt_f + (t_w + r) t_f;$$

в) для прокатних таврових перерізів навантаження паралельне стінці

c) rolled T-section, load parallel to web

$$0,9(A - bt_f);$$

г) для зварних двотаврових, в тому числі широкополичкових і коробчастих перерізів навантаження паралельне стінці

d) welded I, H and box sections, load parallel to web

$$\eta \sum (h_w t_w);$$

е) для зварних двотаврових, у тому числі широкополичкових, швелерних і коробчастих перерізів, навантаження паралельне полицям

e) welded I, H, channel and box sections, load parallel to flanges

$$A - \sum (h_w t_w);$$

ф) для прямокутних замкнутих перерізів із листового прокату постійної товщини: – навантаження паралельне висоті перерізу

f) rolled rectangular hollow sections of uniform thickness: – load parallel to depth

$$Ah / (b + h);$$

навантаження паралельне ширині перерізу

load parallel to width

$$Ab / (b + h);$$

г) для круглих замкнутих перерізів і труб з листового прокату постійної товщини

g) circular hollow sections and tubes of uniform thickness

$$2A/\pi,$$

де:

where:

A – площа поперечного перерізу;

A is the cross-sectional area;

b – загальна ширина;

b is the overall breadth;

h – загальна висота;

h is the overall depth;

h_w – висота стінки;
 r – радіус спряження полиці зі стінкою;
 t_f – товщина полиці;
 t_w – товщина стінки. (Якщо товщина стінки не постійна, то t_w слід приймати за мінімальною товщиною);
 η – дивись EN 1993-1-5.

ПРИМІТКА. η можна приймати рівним 1,0 у запас несучої здатності.

(4) Для перевірки розрахункового опору на зріз у пластичній стадії $V_{c,Rd}$ можна застосовувати наступну умову для критичної точки поперечного перерізу, якщо тільки забезпечена місцева стійкість згідно з розділом 5 EN 1993-1-5:

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3}\gamma_{M0})} \leq 1,0, \quad (6.19)$$

де τ_{Ed} можна визначити за формулою:

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I t}, \quad (6.20)$$

де:

V_{Ed} – розрахункове значення поперечної сили;

S – статичний момент відносно центральної осі тієї частини поперечного перерізу, що знаходиться між точками, де перевіряється зріз і границею поперечного перерізу;

I – момент інерції цілого поперечного перерізу;

t – товщина перерізу у точці, що перевіряється.

ПРИМІТКА. Перевірка згідно з (4) передбачає запас міцності, оскільки вона виключає розвиток обмежених пластичних деформацій зсуву, що допускається при розрахунку у пружній стадії, дивись (5). Тому її слід здійснювати лише в тих випадках, коли не можливо виконати перевірку на основі $V_{c,Rd}$ відповідно до рівняння (6.17).

(5) Для двотаврових перерізів, у тому числі широкополичкових, дотичне напруження в стінці можна приймати як:

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w}, \text{ якщо (if) } A_f / A_w \geq 0,6, \quad (6.21)$$

де:

A_f – площа однієї полиці;

A_w – площа стінки:

h_w is the depth of the web;

r is the root radius;

t_f is the flange thickness;

t_w is the web thickness (If the web thickness is not constant, t_w should be taken as the minimum thickness).

η see EN 1993-1-5.

NOTE: η may be conservatively taken equal 1,0.

(4) For verifying the design elastic shear resistance $V_{c,Rd}$ the following criterion for a critical point of the cross section may be used unless the buckling verification in section 5 of EN 1993-1-5 applies:

where τ_{Ed} may be obtained from:

where:

V_{Ed} is the design value of the shear force

S is the first moment of area about the centroidal axis of that portion of the cross-section between the point at which the shear is required and the boundary of the cross-section

I is second moment of area of the whole cross section

t is the thickness at the examined point

NOTE: The verification according to (4) is conservative as it excludes partial plastic shear distribution, which is permitted in elastic design, see (5). Therefore it should only be carried out where the verification on the basis of $V_{c,Rd}$ according to equation (6.17) cannot be performed.

(5) For I- or H-sections the shear stress in the web may be taken as:

where:

A_f is the area of one flange;

A_w is the area of the web;

$$A_w = h_w t_w.$$

(6) Орім того, опір на втраті стійкості при дії перерізуювальної сили для стінок, не підкріплених проміжними ребрами жорсткості, повинен відповідати розділу 5 EN 1993-1-5, якщо

$$\frac{h_w}{t_w} > 75 \frac{\varepsilon}{\eta}. \quad (6.22)$$

Щодо η дивись розділ 5 EN 1993-1-5.

(6) In addition the shear buckling resistance for webs without intermediate stiffeners should be according to section 5 of EN 1993-1-5, if

For η see section 5 of EN 1993-1-5.

ПРИМІТКА. η можна приймати рівним 1,0 у запас несучої здатності.

NOTE: η may be conservatively taken equal to 1,0.

(7) Отвори для кріпильних деталей не потрібно враховувати при перевірці несучої здатності на зріз, за винятком перевірки розрахункового опору на зріз у зонах з'єднань, як вказано в EN 1993-1-8.

(7) Fastener holes need not be allowed for in the shear verification except in verifying the design shear resistance at connection zones as given in EN 1993-1-8.

(8) При сумісній дії перерізуювальної сили і крутного моменту, опір зрізу у пластичній стадії $V_{pl,Rd}$ необхідно зменшувати, як зазначено у 6.2.7(9).

(8) Where the shear force is combined with a torsional moment, the plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$ should be reduced as specified in 6.2.7(9).

6.2.7 Кручення

6.2.7 Torsion

(1) Для елементів, що підлягають дії кручення, для яких деформаціями викривлення перерізу можна знехтувати, розрахункове значення крутного моменту T_{Ed} у кожному поперечному перерізі повинно задовольняти:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} \leq 1,0, \quad (6.23)$$

де:

T_{Rd} – розрахунковий опір поперечного перерізу на кручення.

where:

T_{Rd} is the design torsional resistance of the cross section.

(2) Сумарний крутний момент T_{Ed} у будь-якому поперечному перерізі повинен розглядатися як сума двох внутрішніх зусиль:

(2) The total torsional moment T_{Ed} at any cross-section should be considered as the sum of two internal effects:

$$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed}, \quad (6.24)$$

де:

$T_{t,Ed}$ – внутрішнє кручення за Сен-Венаном;

where:

$T_{t,Ed}$ is the internal St. Venant torsion;

$T_{w,Ed}$ – внутрішнє кручення при деформації.

$T_{w,Ed}$ is the internal warping torsion.

(3) Значення $T_{t,Ed}$ і $T_{w,Ed}$ у будь-якому поперечному перерізі можна визначити за T_{Ed} за допомогою розрахунку у пружній стадії, з врахуванням характеристик перерізу елемента, умов закріплення на опорах і розподілу навантажень уздовж елемента.

(4) Необхідно враховувати наступні напруження, обумовлені крутінням:

- дотичні напруження $\tau_{t,Ed}$, викликані крутінням за Сен-Венаном $T_{t,Ed}$;
- нормальні напруження $\sigma_{w,Ed}$, викликані бімоментом B_{Ed} , і дотичні напруження $\tau_{w,Ed}$, викликані крутінням внаслідок депланації $T_{w,Ed}$.

(5) Для перевірки в пружній стадії може застосовуватися критерій текучості за 6.2.1(5).

(6) Для визначення опору поперечного перерізу на дію моменту у пластичній стадії, внаслідок згину та крутіння, з розрахунку у пружній стадії необхідно отримувати лише крутні зусилля B_{Ed} , дивись (3).

(7) Як спрощення для елемента замкнутого поперечного перерізу припускають, що впливами кручення внаслідок депланації перерізу можна знехтувати. Також як спрощення для елемента відкритого поперечного перерізу, таких як двотавр або широкополічковий двотавр, припускають, що впливами крутіння за Сен-Венаном можна знехтувати.

(8) При обчисленні опору T_{Rd} для закритих замкнутих перерізів необхідно враховувати розрахункову міцність на зріз окремих частин поперечного перерізу відповідно до EN 1993-1-5.

(9) При сумісній дії поперечної сили і крутного моменту опір зрізу у пластичній стадії з урахуванням впливів кручення необхідно зменшити з $V_{pl,Rd}$ до $V_{pl,T,Rd}$, і розрахункова перерізувальна сила повинна задовольняти:

(3) The values of $T_{t,Ed}$ and $T_{w,Ed}$ at any cross-section may be determined from T_{Ed} by elastic analysis, taking account of the section properties of the member, the conditions of restraint at the supports and the distribution of the actions along the member.

(4) The following stresses due to torsion should be taken into account:

- the shear stresses $\tau_{t,Ed}$ due to St. Venant torsion $T_{t,Ed}$
- the direct stresses $\sigma_{w,Ed}$ due to the bimoment B_{Ed} and shear stresses $\tau_{w,Ed}$ due to warping torsion $T_{w,Ed}$.

(5) For the elastic verification the yield criterion in 6.2.1(5) may be applied.

(6) For determining the plastic moment resistance of a cross section due to bending and torsion only torsion effects B_{Ed} should be derived from elastic analysis, see (3).

(7) As a simplification, in the case of a member with a closed hollow cross-section, such as a structural hollow section, it may be assumed that the effects of torsional warping can be neglected. Also as a simplification, in the case of a member with open cross section, such as I or H, it may be assumed that the effects of St. Venant torsion can be neglected.

(8) For the calculation of the resistance T_{Rd} of closed hollow sections the design shear strength of the individual parts of the cross-section according to EN 1993-1-5 should be taken into account.

(9) For combined shear force and torsional moment the plastic shear resistance accounting for torsional effects should be reduced from $V_{pl,Rd}$ to $V_{pl,T,Rd}$ and the design shear force should satisfy:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.25)$$

де $V_{pl,T,Rd}$ можна отримати як наводиться нижче:

– для двотаврового перерізу, в тому числі широкополічкового:

in which $V_{pl,T,Rd}$ may be derived as follows:

– for an I or H section:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25(f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}}} V_{pl,Rd}, \quad (6.26)$$

– для швелерного перерізу:

– for a channel section:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[\sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25(f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}}} - \frac{\tau_{w,Ed}}{(f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}} \right] V_{pl,Rd}, \quad (6.27)$$

– для перерізу замкнутого профілю:

– for a structural hollow section:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{(f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}}} V_{pl,Rd}, \quad (6.28)$$

де $V_{pl,Rd}$ наводиться в 6.2.6.

where $V_{pl,Rd}$ is given in 6.2.6.

6.2.8 Згин і зріз

(1) За наявності перерізувальної сили необхідно зробити поправку для врахування її впливу на опір на дію моменту.

(2) Якщо перерізувальна сила є меншою за половину опору на зріз у пластичній стадії, то її впливом на опір на дію моменту можна нехтувати, за винятком тих випадків, коли втрата місцевої стійкості при зрізі знижує опір перерізу, дивись EN 1993-1-5.

(3) У протилежному випадку зменшений опір на дію моменту необхідно приймати як розрахунковий опір поперечного перерізу, обчислений з використанням зменшеної межі текучості:

6.2.8 Bending and shear

(1) Where a shear force is present allowance should be made for its effect on the moment resistance.

(2) Where the shear force is less than half the plastic shear resistance its effect on the moment resistance may be neglected except where shear buckling reduces the section resistance, see EN 1993-1-5.

(3) Otherwise the reduced moment resistance should be taken as the design resistance of the cross-section, calculated using a reduced yield strength:

$$(1 - \rho) f_y \quad (6.29)$$

для площі зсуву,

for the shear area,

$$\text{де } \rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} - 1 \right)^2 \text{ і } V_{pl,Rd} \text{ визначається за}$$

$$\text{where } \rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} - 1 \right)^2 \text{ and } V_{pl,Rd} \text{ is obtained}$$

6.2.6(2)

from 6.2.6(2).

ПРИМІТКА. Дивись також 6.2.10(3).

NOTE: See also 6.2.10(3).

(4) За наявності крутіння ρ необхідно визначати за $\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} - 1 \right)^2$, дивись 6.2.7, проте його слід приймати рівним нулю при $V_{Ed} \leq 0,5 V_{pl,T,Rd}$.

(5) Як варіант зменшений розрахунковий опір на дію моменту у пластичній стадії з урахуванням перерізуювальної сили для двотаврових поперечних перерізів із однаковими полицями, при згині відносно головної осі, можна визначити як наводиться нижче

$$M_{y,V,Rd} = \frac{\left[W_{pl,y} - \frac{\rho A_w^2}{4t_w} \right] f_y}{\gamma_{M0}}, \text{ але (but) } M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd}, \quad (6.30)$$

де $M_{y,c,Rd}$ визначається за 6.2.5(2) і $A_w = h_w t_w$.

(6) Щодо сумісної дії згинального моменту, перерізуювальної сили і поперечного навантаження дивись розділ 7 EN 1993-1-5.

6.2.9 Згин і поздовжня сила

6.2.9.1 Поперечні перерізи класів 1 і 2

(1) За наявності осьової сили необхідно зробити поправку для врахування її впливу на опір на дію моменту у пластичній стадії.

(2) Для поперечних перерізів класів 1 і 2 повинна виконуватися наступна умова:

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd}, \quad (6.31)$$

де $M_{N,Rd}$ — розрахунковий опір на дію моменту в пластичній стадії, зменшений внаслідок дії осьової сили N_{Ed} .

(3) Для прямокутного суцільного перерізу без отворів для кріпильних деталей $M_{N,Rd}$ необхідно приймати як:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right]. \quad (6.32)$$

(4) Для двотаврових перерізів, у тому числі

(4) When torsion is present ρ should be obtained from $\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} - 1 \right)^2$, see 6.2.7, but should be taken as 0 for $V_{Ed} \leq 0,5 V_{pl,T,Rd}$.

(5) The reduced design plastic resistance moment allowing for the shear force may alternatively be obtained for I-cross-sections with equal flanges and bending about the major axis as follows:

where $M_{y,c,Rd}$ is obtained from 6.2.5(2) and $A_w = h_w t_w$

(6) For the interaction of bending, shear and transverse loads see section 7 of EN 1993-1-5.

6.2.9 Bending and axial force

6.2.9.1 Class 1 and 2 cross-sections

(1) Where an axial force is present, allowance should be made for its effect on the plastic moment resistance.

(2) For class 1 and 2 cross sections, the following criterion should be satisfied:

where $M_{N,Rd}$ is the design plastic moment resistance reduced due to the axial force N_{Ed} .

(3) For a rectangular solid section without fastener holes $M_{N,Rd}$ should be taken as:

(4) For doubly symmetrical I- and H-sections

широкополічкових, з двома осями симетрії та інших полічкових (кутикових) профілів, поправку на вплив осьової сили на опір на дію моменту відносно осі у - у в пластичній стадії робити не потрібно, якщо виконуються обидві умови:

$$N_{Ed} \leq N_{pl,Rd} \quad \text{and} \quad (6.33)$$

та

$$N_{Ed} \leq \frac{0,5h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}. \quad (6.34)$$

Для двотаврових перерізів, у тому числі широкополічкових, з двома осями симетрії поправку на вплив осьової сили на опір на дію моменту відносно осі z - z в пластичній стадії робити не потрібно, коли:

For doubly symmetrical I- and H-sections, allowance need not be made for the effect of the axial force on the plastic resistance moment about the z - z axis when:

$$N_{Ed} \leq \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}. \quad (6.35)$$

(5) Для поперечних перерізів, для яких не враховуються отвори для кріпильних деталей, можуть застосовуватися наступні наближення для стандартних прокатних двотаврових, у тому числі широкополічкових, перерізів, а також для зварних двотаврових, у тому числі широкополічкових, перерізів з однаковими полицями:

(5) For cross-sections where fastener holes are not to be accounted for, the following approximations may be used for standard rolled I or H sections and for welded I or H sections with equal flanges:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n) / (1 - 0,5a) \text{ але (but) } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}; \quad (6.36)$$

$$\text{для (for) } n \leq a: M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd}; \quad (6.37)$$

$$\text{для (for) } n > a: M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \left[1 - \left(\frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right], \quad (6.38)$$

де (where) $n = N_{Ed} / N_{pl,Rd}$

$a = (A - 2bt_f) / A$ але (but) $a \leq 0,5$.

Для поперечних перерізів, для яких не враховуються отвори для кріпильних деталей, можуть застосовуватися наступні наближення для прямокутних перерізів замкнутого профілю з листового прокату постійної товщини і для зварних коробчастих перерізів з однаковими полицями і однаковими стінками:

For cross-sections where fastener holes are not to be accounted for, the following approximations may be used for rectangular structural hollow sections of uniform thickness and for welded box sections with equal flanges and equal webs:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n) / (1 - 0,5a_w) \text{ але (but) } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}; \quad (6.39)$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} (1 - n) / (1 - 0,5a_f) \text{ але (but) } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}, \quad (6.40)$$

де (where): $a_w = (A - 2bt) / A$ але (but) $a_w \leq 0,5$

для замкнутих перерізів for hollow sections

$a_w = (A - 2bt) / A$ але (but) $a_w \leq 0,5$

для зварних коробчастих перерізів for welded box sections

$a_f = (A - 2ht) / A$ але (but) $a_f \leq 0,5$

для замкнутих перерізів

for hollow sections

$$a_f = (A - 2ht_w) / A \quad \text{але (but) } a_f \leq 0,5$$

для зварних коробчастих перерізів.

for welded box sections

(6) При двоосьовому згині можна застосовувати наступну умову:

(6) For bi-axial bending the following criterion may be used:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1, \quad (6.41)$$

де α і β – константи, які із запасом можна приймати рівними одиниці, в іншому випадку як наводиться нижче:in which α and β are constants, which may conservatively be taken as unity, otherwise as follows:

– для двотаврових, у тому числі широкополічкових, перерізів:

– I and H sections:

 $\alpha = 2; \beta = 5n$ – при $\beta \geq 1$; $\alpha = 2; \beta = 5n$ but $\beta \geq 1$

– для круглих перерізів замкнутого профілю:

– circular hollow sections:

 $\alpha = 2; \beta = 2$; $\alpha = 2; \beta = 2$

– для прямокутних перерізів замкнутого профілю:

– rectangular hollow sections:

$$\alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13n^2} \quad \text{but } \alpha = \beta \leq 6$$

6.2.9.2 Поперечні перерізи класу 3

6.2.9.2 Class 3 cross-sections

(1) За відсутності перерізувальної сили для поперечних перерізів класу 3 максимальне поздовжнє напруження повинно задовольняти умову:

(1) In the absence of shear force, for Class 3 cross-sections the maximum longitudinal stress should satisfy the criterion:

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}, \quad (6.42)$$

де $\sigma_{x,Ed}$ – розрахункове значення місцевого поздовжнього напруження від дії моменту і осьової сили з урахуванням отворів для кріпильних деталей, де це є суттєвим, дивись 6.2.3, 6.2.4 і 6.2.5.where $\sigma_{x,Ed}$ is the design value of the local longitudinal stress due to moment and axial force taking account of fastener holes where relevant, see 6.2.3, 6.2.4 and 6.2.5

6.2.9.3 Поперечні перерізи класу 4

6.2.9.3 Class 4 cross-sections

(1) За відсутності перерізувальної сили для поперечних перерізів класу 4 максимальне поздовжнє напруження $\sigma_{x,Ed}$, обчислене з використанням ефективних поперечних перерізів (дивись 5.5.2(2)), повинно задовольняти умову:(1) In the absence of shear force, for Class 4 cross-sections the maximum longitudinal stress $\sigma_{x,Ed}$ calculated using the effective cross sections (see 5.5.2(2)) should satisfy the criterion:

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}, \quad (6.43)$$

де $\sigma_{x,Ed}$ – розрахункове значення локального поздовжнього напруження від дії моменту і осьової сили з урахуванням отворів кріпильних деталей, де це є суттєвим, дивись 6.2.3, 6.2.4 і 6.2.5.where $\sigma_{x,Ed}$ is the design value of the local longitudinal stress due to moment and axial force taking account of fastener holes where relevant, see 6.2.3, 6.2.4 and 6.2.5

(2) Повинна виконуватися наступна умова:

(2) The following criterion should be met:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{N,y}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{N,z}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1 \quad (6.44)$$

де:

A_{eff} — ефективна площа поперечного перерізу при дії рівномірного стискання;

$W_{eff,min}$ — ефективний момент опору (що відповідає волокну з максимальним пружним напруженням) поперечного перерізу при дії лише моменту відносно відповідної осі;

e_N — зміщення відповідної центральної осі у випадку, коли поперечний переріз підлягає дії лише стискання, дивись 6.2.2.5(4).

ПРИМІТКА. Знаки N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ і $\Delta M_i = N_{Ed} \cdot e_{Ni}$ залежать від комбінації відповідних нормальних напружень.

6.2.10 Згин, зріз і поздовжня сила

(1) За наявності перерізуювальної та осьової сил необхідно робити поправку на вплив перерізуювальної сили і осьової сили на опір на дію моменту.

(2) За умови, якщо розрахункове значення перерізуювальної сили V_{Ed} не перевищує 50 % від розрахункового опору на зріз у пластичній стадії $V_{pl,Rd}$, не потрібно зменшувати опори, які визначаються для згину та осьової сили за 6.2.9, за винятком, коли опір перерізу зменшується внаслідок втрати місцевої стійкості при зрізі, дивись EN 1993-1-5.

(3) Якщо V_{Ed} перевищує 50% від $V_{pl,Rd}$, розрахунковий опір поперечного перерізу на сумісну дію моменту і осьової сили необхідно обчислити з використанням зменшеної межі текучості:

$$(1 - \rho) f_y$$

для площі зсуву, де:

$\rho = (2V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$ і $V_{pl,Rd}$ визначається за 6.2.6(2).

ПРИМІТКА. Замість зменшення межі текучості можна зменшити товщину листа відповідної частини поперечного перерізу.

where:

A_{eff} — is the effective area of the cross-section when subjected to uniform compression;

$W_{eff,min}$ — is the effective section modulus (corresponding to the fibre with the maximum elastic stress) of the cross-section when subjected only to moment about the relevant axis

e_N — is the shift of the relevant centroidal axis when the cross-section is subjected to compression only, see 6.2.2.5(4)

NOTE: The signs of N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ and $\Delta M_i = N_{Ed} \cdot e_{Ni}$ depend on the combination of the respective direct stresses.

6.2.10 Bending, shear and axial force

(1) Where shear and axial force are present, allowance should be made for the effect of both shear force and axial force on the resistance of the moment.

(2) Provided that the design value of the shear force V_{Ed} does not exceed 50% of the design plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$ no reduction of the resistances defined for bending and axial force in 6.2.9 need be made, except where shear buckling reduces the section resistance, see EN 1993-1-5.

(3) Where V_{Ed} exceeds 50 % of $V_{pl,Rd}$ the design resistance of the cross-section to combinations of moment and axial force should be calculated using a reduced yield strength:

$$(6.45)$$

for the shear area where:

where $\rho = (2V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$ and $V_{pl,Rd}$ is obtained from 6.2.6(2).

NOTE: Instead of reducing the yield strength also the plate thickness of the relevant part of the cross section may be reduced.

6.3 ОПР ЕЛЕМЕНТІВ ВТРАТІ СТІЙКОСТІ**6.3 BUCKLING RESISTANCE OF MEMBERS****6.3.1 Стиснуті елементи постійного поперечного перерізу****6.3.1 Uniform members in compression***6.3.1.1 Опір на втрату стійкості**6.3.1.1 Buckling Resistance*

(1) Стиснутий елемент потрібно перевіряти на стійкість таким чином:

(1) A compression member should be verified against buckling as follows:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.46)$$

де:

where:

N_{Ed} – розрахункове значення стискувальної сили;

N_{Ed} is the design value of the compression force;

$N_{b,Rd}$ – розрахунковий опір на втрату стійкості елемента, що стискається.

$N_{b,Rd}$ is the design buckling resistance of the compression member.

(2) Для елементів несиметричних перерізів класу 4 слід враховувати додатковий момент ΔM_{Ed} , обумовлений відхиленням від співвісності осі центра ваги ефективного перерізу, дивись також 6.2.2.5(4), а сумісну дію осьової сили і моменту необхідно виконувати за 6.3.4 або 6.3.3.

(2) For members with non-symmetric Class 4 sections allowance should be made for the additional moment ΔM_{Ed} due to the eccentricity of the centroidal axis of the effective section, see also 6.2.2.5(4), and the interaction should be carried out to 6.3.4 or 6.3.3.

(3) Розрахунковий опір на втрату стійкості елемента, що стискається, необхідно приймати як:

(3) The design buckling resistance of a compression member should be taken as:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.47)$$

для поперечних перерізів класів 1, 2 і 3

for class 1, 2 and 3 cross-sections;

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.48)$$

для поперечних перерізів класів 4

for class 4 cross-sections,

де:

where:

χ – знижувальний коефіцієнт для відповідної форми втрати стійкості.

χ is the reduction factor for the relevant buckling mode.

ПРИМІТКА. Для визначення опору на втрату стійкості елементів зі змінними перерізами по довжині або при нерівномірному розподілі стискуючого зусилля можна виконувати загальний розрахунок другого порядку відповідно до 5.3.4(2). Щодо втрати стійкості з площини згину дивись також 6.3.4.

NOTE: For determining the buckling resistance of members with tapered sections along the member or for non-uniform distribution of the compression force second order analysis according to 5.3.4(2) may be performed. For out-of-plane buckling see also 6.3.4.

(4) При визначенні A і A_{eff} не потрібно враховувати отвори для кріпильних деталей на кінцях колон.

(4) In determining A and A_{eff} holes for fasteners at the column ends need not to be taken into account.

6.3.1.2 Криві втрати стійкості

6.3.1.2 Buckling curves

(1) Для осового стиску в елементах значення χ у залежності від умовної гнучкості $\bar{\lambda}$ необхідно визначати на основі відповідної кривої втрати стійкості згідно з:

(1) For axial compression in members the value of χ for the appropriate non-dimensional slenderness value of $\bar{\lambda}$ should be determined from the relevant buckling curve according to:

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}, \text{ але (but) } \chi \leq 1,0, \quad (6.49)$$

де:

where:

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha \left(\bar{\lambda} - 0,2 \right) + \bar{\lambda}^2 \right];$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}$$

для поперечних перерізів класів 1, 2 і 3;

for class 1, 2 and 3 cross-sections;

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}}$$

для поперечних перерізів класів 4;

for class 4 cross-sections;

α – коефіцієнт недосконалості;

α is an imperfection factor;

N_{cr} – критична сила для відповідної форми втрати стійкості у пружній стадії, визначена за характеристиками перерізу бруто.

N_{cr} is the elastic critical force for the relevant buckling mode based on the gross cross-sectional properties.

(2) Коефіцієнт недосконалості α для відповідної кривої втрати стійкості необхідно отримувати з таблиці 6.1 і таблиці 6.2.

(2) The imperfection factor α corresponding to appropriate buckling curve should be obtained from Table 6.1 and Table 6.2.

Таблиця 6.1 Коефіцієнти недосконалості для кривих втрати стійкості
Table 6.1 Imperfection factors for buckling curves

Крива втрати стійкості Buckling curve	a_0	a	b	c	d
Коефіцієнт недосконалості α Imperfection factor α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

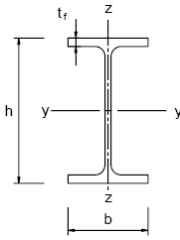
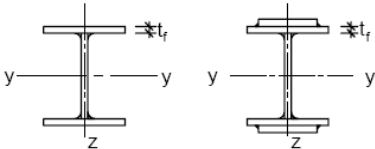
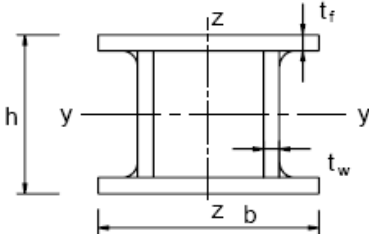
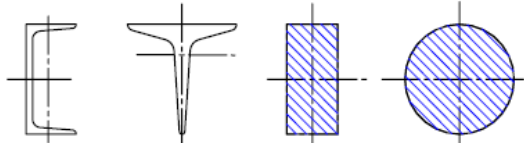
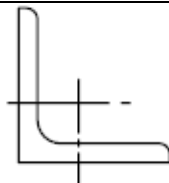
(3) Значення знижувального коефіцієнта χ для відповідної умовної гнучкості $\bar{\lambda}$ може бути отримане з рисунка 6.4.

(3) Values of the reduction factor χ for the appropriate relative slenderness $\bar{\lambda}$ may be obtained from Figure 6.4.

(4) Для гнучкості $\bar{\lambda} \leq 0,2$ або для $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$ впливом втрати стійкості дозволяється знехтувати і виконувати лише перевірку міцності поперечного перерізу.

(4) For slenderness $\bar{\lambda} \leq 0,2$ or for $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$ the buckling effects may be ignored and only cross-sectional check apply.

Таблиця 6.2 Вибір кривої втрати стійкості для поперечного перерізу
Table 6.2 Selection of buckling curve for a cross-section

Поперечний переріз Cross section		Межі Limits		Втрата стійкості відносно осі Buckling about axis	Крива втрати стійкості Buckling curve	
					S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Прокатні перерізи Rolled sections		$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ мм}$ ($t_f \leq 40 \text{ мм}$)	y-y z-z	a b	a ₀ a ₀
			$40 \text{ мм} < t_f \leq 100 \text{ мм}$ ($40 \text{ мм} < t_f \leq 100 \text{ мм}$)	y-y z-z	b c	a a
		$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ мм}$ ($t_f \leq 100 \text{ мм}$)	y-y z-z	b c	a a
			$t_f > 100 \text{ мм}$ ($t_f > 100 \text{ мм}$)	y-y z-z	d d	c c
Зварні двотаврові перерізи Welded I-sections		$(t_f \leq 40 \text{ мм})$ $t_f \leq 40 \text{ мм}$		y-y z-z	b c	b c
		$t_f > 40 \text{ мм}$ ($t_f > 40 \text{ мм}$)		y-y z-z	c d	c d
Замкнуті перерізи Hollow sections		гарячедеформовані hot finished		будь-якої any	a	a ₀
		холодногнуті cold formed		будь-якої any	c	c
Зварні коробчасті перерізи Welded box sections		зазвичай (окрім перелічених нижче) generally (except as below)		будь-якої any	b	b
		з товщиною зварних швів (thick welds): $a > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$		будь-якої any	c	c
Швелери, таври і суцільні перерізи U-, T- and solid sections				будь-якої any	c	c
Кутикові перерізи L-sections				будь-якої any	b	b

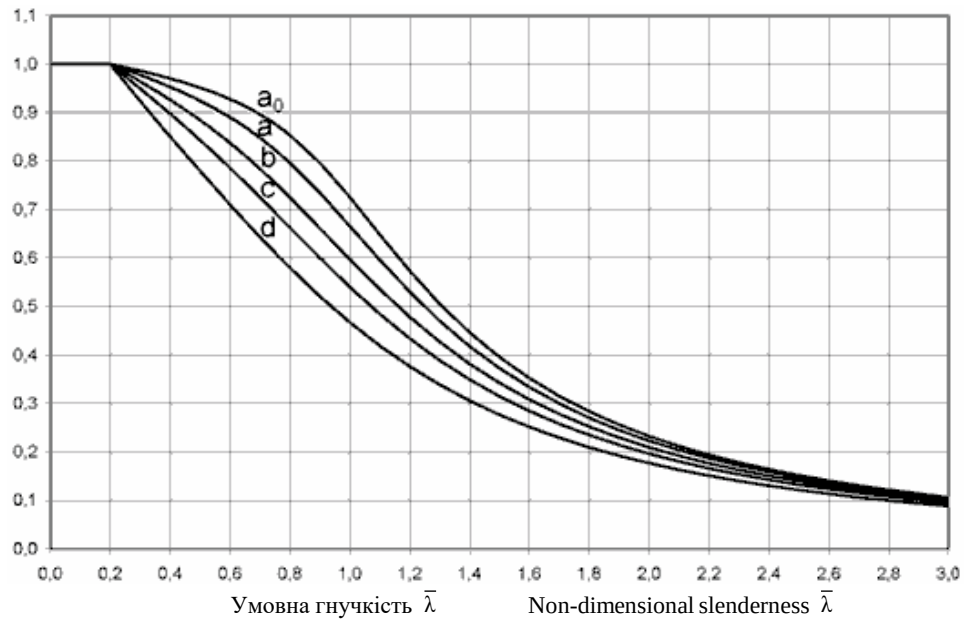


Рисунок 6.4 Криві втрати стійкості
Figure 6.4 Buckling curves

6.3.1.3 Гнучкість при згинальній формі втрати стійкості

6.3.1.3 Slenderness for flexural buckling

(1) Умовна гнучкість $\bar{\lambda}$ обчислюється як:

(1) The non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}$ is given by:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50)$$

для поперечних перерізів класів 1, 2 і 3

for class 1, 2 and 3 cross-sections

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{\sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{\lambda_1} \quad (6.51)$$

для поперечних перерізів класів 4

for class 4 cross-sections

де:

where:

L_{cr} – приведена довжина у розглядуваній площині згину;

L_{cr} is the buckling length in the buckling plane considered;

i – радіус інерції відносно відповідної осі, який визначається за характеристиками поперечного перерізу брутто.

i is the radius of gyration about the relevant axis, determined using the properties of the gross cross-section.

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon ;$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{325}{f_y}}$$

(f_y у Н/мм²)

(f_y in N/mm²).

ПРИМІТКА В. При втраті стійкості елементів будівельних конструкцій у пружній стадії дивись Додаток ВВ.

NOTE B: For elastic buckling of components of building structures see Annex BB.

(2) При втраті стійкості за згинальною формою відповідну криву втрати стійкості слід визначати за таблицею 6.2.

(2) For flexural buckling the appropriate buckling curve should be determined from Table 6.2.

6.3.1.4 Гнучкість при крутильній та згинально-крутильній формах втрати стійкості

6.3.1.4 Slenderness for torsional and torsional-flexural buckling

(1) Для елементів з відкритими поперечними перерізами необхідно враховувати можливість того, що опір елемента втраті стійкості за крутильною або згинально-крутильною формами буде меншим, ніж його опір втраті стійкості за згинальною формою.

(1) For members with open cross-sections account should be taken of the possibility that the resistance of the member to either torsional or torsional-flexural buckling could be less than its resistance to flexural buckling

(2) Умовна гнучкість для втрати стійкості за крутильною та згинально-крутильною формами визначається як:

(2) The non-dimensional slenderness for torsional and torsional-flexural buckling should be taken as:

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} \quad (6.52)$$

для поперечних перерізів класів 1, 2 і 3

for class 1, 2 and 3 cross-sections;

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}} \quad (6.53)$$

для поперечних перерізів класів 4

for class 4 cross-sections,

де:

where:

$N_{cr} = N_{cr,TF}$, проте $N_{cr} < N_{cr,T}$

$N_{cr} = N_{cr,TF}$ but $N_{cr} < N_{cr,T}$

$N_{cr,TF}$ – критична сила для втрати стійкості у пружній стадії за згинально-крутильною формою;

$N_{cr,TF}$ is the elastic torsional-flexural buckling force;

$N_{cr,T}$ – критична сила для втрати стійкості у пружній стадії за крутильною формою.

$N_{cr,T}$ is the elastic torsional buckling force.

(3) Для втрати стійкості за крутильною або згинально-крутильною формами відповідну криву вупучування можна визначити за таблицею 6.2, розглядаючи її такою, що відповідає осі z.

(3) For torsional or torsional-flexural buckling the appropriate buckling curve may be determined from Table 6.2 considering the one related to the z-axis.

6.3.2 Елементи постійного поперечного перерізу, що згинаються

6.3.2 Uniform members in bending

6.3.2.1 Опір на втрату стійкості

6.3.2.1 Buckling resistance

(1) Елемент, що підлягає згину відносно головної осі інерції і нерозкріплений у поперечному напрямку, необхідно перевіряти на втрату стійкості за втратою плоскої форми згину як викладено нижче:

(1) A laterally unrestrained member subject to major axis bending should be verified against lateral-torsional buckling as follows:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.54)$$

де:

M_{Ed} — розрахункове значення моменту;

$M_{b,Rd}$ — розрахунковий опір при згині за втратою стійкості.

where:

M_{Ed} is the design value of the moment;

$M_{b,Rd}$ is the design buckling resistance moment.

(2) Балки з належним розкріпленням стиснутої полиці не підлягають втраті стійкості за втратою плоскої форми згину. Окрім того, балки певних типів поперечних перерізів, таких як квадратні або круглі профілі замкнутого перерізу, зварні круглі труби або квадратні коробчасті перерізи, не схильні до втрати стійкості за втратою плоскої форми згину

(2) Beams with sufficient restraint to the compression flange are not susceptible to lateral-torsional buckling. In addition, beams with certain types of cross-sections, such as square or circular hollow sections, fabricated circular tubes or square box sections are not susceptible to lateral-torsional buckling.

(3) Розрахунковий опір при згині за втратою стійкості для балки, нерозкріпленої у поперечному напрямку, визначається як:

(3) The design buckling resistance moment of laterally unrestrained beam should be taken as:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}, \quad (6.55)$$

де:

W_y — відповідний момент опору перерізу, як викладено нижче:

$W_y = W_{pl,y}$ для поперечних перерізів класів 1 і 2;

$W_y = W_{el,y}$ для поперечних перерізів класу 3;

$W_y = W_{eff,y}$ для поперечних перерізів класу 4;

χ_{LT} — понижувальний коефіцієнт для втрати стійкості за втратою плоскої форми згину.

where:

W_y is the appropriate section modulus as follows:

$W_y = W_{pl,y}$ for Class 1 or 2 cross-sections

$W_y = W_{el,y}$ for Class 3 cross-sections

$W_y = W_{eff,y}$ for Class 4 cross-sections

χ_{LT} is the reduction factor for lateral-torsional buckling.

ПРИМІТКА 1. Для визначення опору на втрату стійкості балок змінного по довжині перерізу можна виконувати загальний розрахунок другого порядку відповідно до 5.3.4(3). Щодо втрати стійкості з площини згину дивись також 6.3.4.

NOTE 1: For determining the buckling resistance of beams with tapered sections second order analysis according to 5.3.4(3) may be performed. For out-of-plane buckling see also 6.3.4.

ПРИМІТКА 2В. Для перевірки стійкості елементів будівельних конструкцій дивись також Додаток ВВ.

NOTE 2B: For buckling of components of building structures see also Annex ВВ.

(4) При визначенні W_y отвори для деталей кріплення на кінці балки враховувати не потрібно.

(4) In determining W_y holes for fasteners at the beam end need not to be taken into account.

6.3.2.2 Криві втрати стійкості за плоскою формою згину. Загальний випадок

6.3.2.2 Lateral torsional buckling curves – General case

(1) Якщо не вказане інше, дивись 6.3.2.3, для елементів, що згинаються, постійного поперечного перерізу значення χ_{LT} для відповідної умовної гнучкості $\bar{\lambda}_{LT}$ слід визначати за формулою:

(1) Unless otherwise specified, see 6.3.2.3, for bending members of constant cross-section, the value of χ_{LT} for the appropriate non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}_{LT}$, should be determined from:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}}, \text{ але (but) } \chi_{LT} \leq 1, \quad (6.56)$$

де:

where:

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2 \right) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

α_{LT} – коефіцієнт недосконалості;

α_{LT} is an imperfection factor;

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}};$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}};$$

M_{cr} – критичний момент при втраті стійкості за плоскою формою згину у пружній стадії.

M_{cr} is the elastic critical moment for lateral-torsional buckling.

(2) M_{cr} ґрунтується на характеристиках поперечного перерізу брутто і враховує умови завантаження, дійсний розподіл моменту і поперечні розкріплювання.

(2) M_{cr} is based on gross cross sectional properties and takes into account the loading conditions, the real moment distribution and the lateral restraints.

ПРИМІТКА. Коефіцієнт α_{LT} для відповідної кривої втрати стійкості може бути отриманий з Національного додатка. Рекомендовані значення α_{LT} наведені в таблиці 6.3.

NOTE: The imperfection factor α_{LT} corresponding to the appropriate buckling curve may be obtained from the National Annex. The recommended values α_{LT} are given in Table 6.3.

Таблиця 6.3 Рекомендовані значення коефіцієнтів недосконалостей для кривих втрати стійкості за згинально-крутильною формою

Table 6.3 Recommended values for imperfection factors for lateral torsional buckling curves

Крива втрати стійкості Buckling curve	a	b	c	d
Коефіцієнт недосконалостей α_{LT} Imperfection factor α_{LT}	0,21	0,34	0,49	0,76

Рекомендації щодо кривих втрати стійкості наведені в таблиці 6.4.

The recommendations for buckling curves are given in Table 6.4.

Таблиця 6.4 Рекомендовані значення для кривих втрати стійкості плоскою формою згину для поперечних перерізів із використанням формули (6.56)

Table 6.4 Recommended values for lateral torsional buckling curves for cross-sections using equation (6.56)

Поперечний переріз Cross-section	Межі Limits	Крива втрати стійкості Buckling curve
Прокатні двотаврові перерізи Rolled I-sections	$h/b \leq 2$ $h/b > 2$	a b
Зварні двотаврові перерізи Welded I-sections	$h/b \leq 2$ $h/b > 2$	c d
Інші поперечні перерізи Other cross-sections	—	d

(3) Значення знижувального коефіцієнта χ_{LT} для відповідної умовної гнучкості $\bar{\lambda}_{LT}$ можна отримати з рисунка 6.4.

(3) Values of the reduction factor χ_{LT} for the appropriate non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}_{LT}$ may be obtained from Figure 6.4.

(4) При умовній гнучкості $\bar{\lambda}_{LT} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}$

(4) For slendernesses $\bar{\lambda}_{LT} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}$ (see 6.3.2.3)

(дивись 6.3.2.3) або при $\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}^2$ (дивись

or for $\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}^2$ (see 6.3.2.3) lateral

6.3.2.3) впливом втрати стійкості за втратою плоскої форми згину можна знехтувати і виконувати лише перевірку міцності поперечного перерізу.

torsional buckling effects may be ignored and only cross sectional checks apply.

6.3.2.3 Криві втрати стійкості плоскої форми згину для прокатних або еквівалентних зварних перерізів

6.3.2.3 Lateral torsional buckling curves for rolled sections or equivalent welded sections

(1) Для прокатних або еквівалентних зварних перерізів, що згинаються, значення χ_{LT} для відповідної умовної гнучкості можна визначити за формулою

(1) For rolled or equivalent welded sections in bending the values of χ_{LT} for the appropriate non-dimensional slenderness may be determined from

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \text{ але (but) } \begin{cases} \chi_{LT} \leq 1,0 \\ \chi_{LT} \leq \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \end{cases} \quad (6.57)$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2 \right) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right].$$

ПРИМІТКА. Параметри $\bar{\lambda}_{LT}$ і β та будь-які обґрунтовані обмеження, що стосуються висоти балки і відношення h/b , можуть наводитись у Національному додатку. Для прокатних і еквівалентних зварних перерізів рекомендуються такі значення:

$\bar{\lambda}_{LT} = 0,4$ (максимальне значення);
 $\beta = 0,75$ (мінімальне значення).

NOTE: The parameters $\bar{\lambda}_{LT}$ and β and any limitation of validity concerning the beam depth or h/b ratio may be given in the National Annex. The following values are recommended for rolled sections or equivalent welded sections:

$\bar{\lambda}_{LT} = 0,4$ (maximum value)
 $\beta = 0,75$ (minimum value).

Рекомендації щодо кривих втрати стійкості наведені в таблиці 6.5.

The recommendations for buckling curves are given in Table 6.5.

Таблиця 6.5 Рекомендації щодо вибору кривої втрати стійкості за плоскою формою згину для поперечних перерізів з використанням формули (6.57)

Table 6.5 Recommendation for the selection of lateral torsional buckling curve for cross sections using equation (6.57)

Поперечний переріз Cross-section	Межі Limits	Крива втрати стійкості Buckling curve
Прокатні двотаврові перерізи Rolled I-sections	$h / b \leq 2$ $h / b > 2$	b c
Зварні двотаврові перерізи Welded I-sections	$h / b \leq 2$ $h / b > 2$	c d

(2) Для врахування розподілу згинального моменту в балці між поперечними розкріпленнями елемента знижувальний коефіцієнт χ_{LT} може бути скоригований як:

(2) For taking into account the moment distribution between the lateral restraints of members the reduction factor χ_{LT} may be modified as follows:

$$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f}, \text{ але (but) } \chi_{LT,mod} \leq 1. \quad (6.58)$$

ПРИМІТКА. Значення f можуть бути визначені в Національному додатку. Рекомендуються такі мінімальні значення:

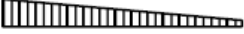
NOTE: The values f may be defined in the National Annex. The following minimum values are recommended:

$$f = 1 - 0,5(1 - k_c) \left[1 - 2,0(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2 \right], \text{ але (but) } f \leq 1,0,$$

де k_c – поправковий коефіцієнт відповідно до таблиці 6.6.

k_c is a correction factor according to Table 6.6

Таблиця 6.6 Поправковий коефіцієнт k_c
Table 6.6 Correction factors k_c

Епюра моментів	k_c
 $\psi = 1$	1,0
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

6.3.2.4 Спрошені методи для балок з розкріпленнями у будівлях і спорудах

(1)В Елементи з окремим поперечним підкріпленням стиснутої полиці не підлягають втраті стійкості за втратою плоскої форми згину, якщо довжина L_c між розкріпленнями або результуюча гнучкість $\bar{\lambda}_f$ еквівалентної стиснутої полиці задовольняє умову:

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c L_c}{i_{f,z} \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}, \quad (6.59)$$

де $M_{y,Ed}$ – максимальне розрахункове значення згинального моменту між точками розкріплення

W_y – момент опору перерізу, що відповідає стиснутій полиці;

k_c – поправковий коефіцієнт для гнучкості, що враховує розподіл згинальних моментів між розкріпленнями, дивись таблицю 6.6;

$i_{f,z}$ – радіус інерції еквівалентної стиснутої полиці, що складається із стиснутої полиці плюс 1/3 стиснутої частини площі стінки відносно другорядної осі перерізу;

$\bar{\lambda}_{c0}$ – граничне значення умовної гнучкості еквівалентної стиснутої полиці, визначене вище

(f_y в Н/мм²)

ПРИМІТКА 1В. Для поперечних перерізів класу 4 $i_{f,z}$ можна приймати рівним

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon, \\ \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

6.3.2.4 Simplified assessment methods for beams with restraints in buildings

(1)B Members with discrete lateral restraint to the compression flange are not susceptible to lateral-torsional buckling if the length L_c between restraints or the resulting slenderness $\bar{\lambda}_f$ of the equivalent compression flange satisfies:

where $M_{y,Ed}$ is the maximum design value of the bending moment within the restraint spacing

W_y is the appropriate section modulus corresponding to the compression flange

k_c is a slenderness correction factor for moment distribution between restraints, see Table 6.6

$i_{f,z}$ is the radius of gyration of the equivalent compression flange composed of the compression flange plus 1/3 of the compressed part of the web area, about the minor axis of the section

$\bar{\lambda}_{c0}$ is a slenderness limit of the equivalent compression flange defined above

(f_y in N/mm²).

NOTE 1B: For Class 4 cross-sections $i_{f,z}$ may be taken as

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_{eff,f}}{A_{eff,f} + \frac{1}{3} A_{eff,w,c}}},$$

де:

$I_{eff,f}$ – момент інерції ефективного перерізу стиснутої полиці відносно другорядної осі перерізу;

$A_{eff,f}$ – площа ефективного перерізу стиснутої полиці;

where:

$I_{eff,f}$ is the effective second moment of area of the compression flange about the minor axis of the section

$A_{eff,f}$ is the effective areas of the compression flange

$A_{\text{eff},w,c}$ – площа ефективного перерізу стиснутої частини стінки.

ПРИМІТКА 2В. Граничне значення умовної гнучкості $\bar{\lambda}_{c0}$ може бути наведене у Національному додатку. Рекомендоване граничне значення $\bar{\lambda}_{c0} = \bar{\lambda}_{LT,0} + 0,1$, дивись 6.3.2.3.

(2)В Якщо умовна гнучкість стиснутої полиці $\bar{\lambda}_f$ перевищує межу, встановлену в (1)В, розрахунковий опір на втрату стійкості при дії моменту можна приймати як:

$$M_{b,Rd} = k_{fl} \chi M_{c,Rd} \text{ але (but) } M_{b,Rd} \leq M_{cRd}, \quad (6.60)$$

де:

χ – знижувальний коефіцієнт для еквівалентної стиснутої полиці, що визначається за $\bar{\lambda}_f$;

k_{fl} – поправковий коефіцієнт, що враховує консерватизм методу еквівалентної стиснутої полиці.

ПРИМІТКА В. Поправковий коефіцієнт може наводитись у Національному Додатку. Рекомендоване значення $k_{fl} = 1,10$.

(3)В Криві втрати стійкості, що використовуються в (2)В, необхідно приймати як наводиться нижче:

– крива d для зварних перерізів за умови, що:

$$\frac{h}{t_f} \leq 44\epsilon$$

– крива c для всіх інших перерізів, де h – повна висота поперечного перерізу;

t_f – товщина стиснутої полиці.

ПРИМІТКА В. Щодо втрати стійкості підкріплених елементів будівельних конструкцій за крутильною формою дивись також Додаток ВВ.3.

6.3.3 Елементи постійного поперечного перерізу, що згинаються і стискаються

(1) Якщо не виконується розрахунок другого порядку з урахуванням недосконалостей, як наводиться в 5.3.2, тоді стійкість елементів постійного поперечного перерізу з двома осями симетрії для перерізів, не

$A_{\text{eff},w,c}$ is the effective areas of the compressed part of the web

NOTE 2B: The slenderness limit $\bar{\lambda}_{c0}$ may be given in the National Annex. A limit value $\bar{\lambda}_{c0} = \bar{\lambda}_{LT,0} + 0,1$ is recommended, see 6.3.2.3.

(2)B If the slenderness of the compression flange $\bar{\lambda}_f$ exceeds the limit given in (1)B, the design buckling resistance moment may be taken as:

where:

χ is the reduction factor of the equivalent compression flange determined with $\bar{\lambda}_f$;

k_{fl} is the modification factor accounting for the conservatism of the equivalent compression flange method

NOTE B: The modification factor may be given in the National Annex. A value $k_{fl} = 1,10$ is recommended.

(3)B The buckling curves to be used in (2)B should be taken as follows:

– curve d for welded sections provided that:

– curve c for all other sections,

where h is the overall depth of the cross-section

t_f is the thickness of the compression flange

NOTE B: For lateral torsional buckling of components of building structures with restraints see also Annex ВВ.3.

6.3.3 Uniform members in bending and axial compression

(1) Unless second order analysis is carried out using the imperfections as given in 5.3.2, the stability of uniform members with double symmetric cross sections for sections not susceptible to distortional deformations should

схильних до деформацій викривлення, потрібно перевіряти за пунктами, наведеними нижче, розрізняючи:

- елементи, не схильні до деформацій кручення, наприклад, круглі перерізи замкнутого профілю або перерізи, закріплені від кручення;
- елементи, схильні до деформацій кручення, наприклад, елементи відкритого поперечного перерізу та незакріплені від кручення.

(2) Окрім того, опір поперечних перерізів на кожному кінці елемента повинен задовольняти вимоги, наведені в 6.2.

ПРИМІТКА 1. Формули взаємодії засновані на моделюванні роботи вільноопертих однопрогонових елементів з шарнірними умовами опирання кінців, з або без неперервного розкріплення від поперечного зміщення, що підлягають дії стискальних сил, кінцевих моментів і/або поперечних навантажень.

ПРИМІТКА 2. У випадку, коли умови застосування, наведені в (1) і (2), не виконуються, дивись 6.3.4.

(3) Для елементів стрижневих систем перевірка опору може виконуватись як для окремих однопрогонових елементів, що розглядаються як «вирізані» із системи. Ефекти другого порядку (P-Δ-ефекти) в системах, схильних до перекосу, повинні враховуватись за допомогою або кінцевих моментів, або належної приведеної довжини відповідно, дивись 5.2.2(3)c і 5.2.2(8).

(4) Елементи, що підлягають сумісній дії згину і осьового стиску, повинні задовольняти:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1; \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1, \quad (6.62)$$

де:

N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, і $M_{z,Ed}$ – розрахункові значення стискальної сили і максимальних моментів відносно осей $y-y$ і $z-z$ уздовж елемента відповідно;

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$ – моменти від зміщення

be checked as given in the following clauses, where a distinction is made for:

- members that are not susceptible to torsional deformations, e.g. circular hollow sections or sections restrained from torsion;
- members that are susceptible to torsional deformations, e.g. members with open cross-sections and not restrained from torsion.

(2) In addition, the resistance of the cross-sections at each end of the member should satisfy the requirements given in 6.2.

NOTE 1: The interaction formulae are based on the modelling of simply supported single span members with end fork conditions and with or without continuous lateral restraints, which are subjected to compression forces, end moments and/or transverse loads.

NOTE 2: In case the conditions of application expressed in (1) and (2) are not fulfilled, see 6.3.4.

(3) For members of structural systems the resistance check may be carried out on the basis of the individual single span members regarded as cut out of the system. Second order effects of the sway system (P-Δ-effects) have to be taken into account, either by the end moments of the member or by means of appropriate buckling lengths respectively, see 5.2.2(3)c and 5.2.2(8).

(4) Members which are subjected to combined bending and axial compression should satisfy:

where:

N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ and $M_{z,Ed}$ are the design values of the compression force and the maximum moments about the $y-y$ and $z-z$ axis along the member, respectively

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$ are the moments due to the

центра ваги відповідно до 6.2.9.3 для перерізів класу 4, дивись таблицю 6.7;

χ_y і χ_z – знижувальні коефіцієнти при втраті стійкості за згинальною формою з 6.3.1;

χ_{LT} – знижувальний коефіцієнт при втраті стійкості за поперечно-крутильною формою з 6.3.2;

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} – коефіцієнти взаємодії.

shift of the centroidal axis according to 6.2.9.3 for class 4 sections, see Table 6.7

χ_y and χ_z are the reduction factors due to flexural buckling from 6.3.1;

χ_{LT} is the reduction factor due to lateral torsional buckling from 6.3.2;

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} are the interaction factors.

Таблиця 6.7 Значення для $N_{Rk} = f_y A_i$, $M_{i,Rk} = f_y W_i$ та $\Delta M_{i,Ed}$

Table 6.7 Values for $N_{Rk} = f_y A_i$, $M_{i,Rk} = f_y W_i$ and $\Delta M_{i,Ed}$

Клас Class	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y} N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,z} N_{Ed}$

ПРИМІТКА. Для елементів, не схильних до деформацій кручення, здебільше $\chi_{LT} = 1,0$.

NOTE: For members not susceptible to torsional deformation χ_{LT} would be $\chi_{LT} = 1,0$.

(5) Коефіцієнти взаємодії k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} залежать від обраного методу.

(5) The interaction factors k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} depend on the method which is chosen.

ПРИМІТКА 1. Коефіцієнти взаємодії k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} отримані двома альтернативними методами. Значення цих коефіцієнтів можуть бути отримані за Додатком А (альтернативний метод 1) або за Додатком В (альтернативний метод 2).

NOTE 1: The interaction factors k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} and k_{zz} have been derived from two alternative approaches. Values of these factors may be obtained from Annex A (alternative method 1) or from Annex B (alternative method 2).

ПРИМІТКА 2. Вибір між альтернативними методами 1 і 2 може бути зроблений у Національному додатку.

NOTE 2: The National Annex may give a choice from alternative method 1 or alternative method 2.

ПРИМІТКА 3. З метою спрощення перевірки можуть виконуватись лише в області пружних деформацій.

NOTE 3: For simplicity verifications may be performed in the elastic range only.

6.3.4 Загальний метод для визначення втрати стійкості елементів конструкції за поперечною та згинально-крутильною формами

6.3.4 General method for lateral and lateral torsional buckling of structural components

(1) Цей метод може використовуватись у випадку, якщо не застосовуються методи, наведені в 6.3.1, 6.3.2 і 6.3.3. Він дозволяє перевірити опір на втрату стійкості за поперечною та згинально-крутильною формами для елементів конструкції, таких як:

(1) The following method may be used where the methods given in 6.3.1, 6.3.2 and 6.3.3 do not apply. It allows the verification of the resistance to lateral and lateral torsional buckling for structural components such as

- окремі елементи, в тому числі складеного перерізу, постійного або змінного за довжиною, з умовами опираю, в тому числі складними, або
- плоскі рами або частини рам, що містять

- single members, built-up or not, uniform or not, with complex support conditions or not, or
- plane frames or subframes composed of such

такі елементи, які підлягають дії стискування та/або одноосового згину у площині, проте не містять поворотних шарнірів пластичності.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може встановлювати межі та галузь застосування цього методу.

(2) Опір на втрату загальної стійкості із площини згину для будь-якого елемента конструкції, що відповідає умовам (1), можна перевірити за умови, що:

$$\frac{\chi_{op} \alpha_{ult,k}}{\gamma_{M1}} \geq 1,0, \quad (6.63)$$

де:

$\alpha_{ult,k}$ – мінімальний коефіцієнт збільшення розрахункового навантаження для досягнення характеристичного опору найбільш критичного поперечного перерізу елемента конструкції, розглядаючи його роботу в площині без урахування втрати стійкості за поперечною або згинально-крутильною формами, проте з урахуванням, за не обхідності, усіх ефектів, обумовлених геометричною деформацією в площині, а також загальними і місцевими недосконаlostями; χ_{op} – знижувальний коефіцієнт для умовної гнучкості $\bar{\lambda}_{op}$, дивись (3), для врахування втрати стійкості за поперечною та згинально-крутильною формами.

(3) Загальну умовну гнучкість $\bar{\lambda}_{op}$ для елемента конструкції потрібно визначати з:

$$\bar{\lambda}_{op} = \sqrt{\frac{\alpha_{ult,k}}{\alpha_{cr,op}}}, \quad (6.64)$$

де:

$\alpha_{ult,k}$ – визначається в (2);

$\alpha_{cr,op}$ – мінімальний коефіцієнт збільшення розрахункових навантажень у площині для досягнення конструктивним елементом пружного критичного опору щодо втрати стійкості за поперечною або згинально-крутильною формами без урахування втрати стійкості за згинальною формою у площині згину.

ПРИМІТКА. При визначенні $\alpha_{cr,op}$ і $\alpha_{ult,k}$ можна використовувати скінченно-елементний аналіз.

(4) Знижувальний коефіцієнт χ_{op} можна визначати будь-яким із наступних методів:

members, which are subject to compression and/or mono-axial bending in the plane, but which do not contain rotative plastic hinges.

NOTE: The National Annex may specify the field and limits of application of this method.

(2) Overall resistance to out-of-plane buckling for any structural component conforming to the scope in (1) can be verified by ensuring that:

where:

$\alpha_{ult,k}$ is the minimum load amplifier of the design loads to reach the characteristic resistance of the most critical cross section of the structural component considering its in plane behaviour without taking lateral or lateral torsional buckling into account however accounting for all effects due to in plane geometrical deformation and imperfections, global and local, where relevant;

χ_{op} is the reduction factor for the non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}_{op}$, see (3), to take account of lateral and lateral torsional buckling.

(3) The global non dimensional slenderness $\bar{\lambda}_{op}$ for the structural component should be determined from

where:

$\alpha_{ult,k}$ is defined in (2);

$\alpha_{cr,op}$ is the minimum amplifier for the in plane design loads to reach the elastic critical resistance of the structural component with regards to lateral or lateral torsional buckling without accounting for in plane flexural buckling

NOTE: In determining $\alpha_{cr,op}$ and $\alpha_{ult,k}$ Finite Element analysis may be used.

(4) The reduction factor χ_{op} may be determined from either of the following methods:

а) мінімальне із значень:

- χ для втрати стійкості за поперечною формою відповідно до 6.3.1;
- χ_{LT} для втрати стійкості за згинально-крутильною формою відповідно до 6.3.2, кожне з яких обчислюється для загальної умовної гнучкості $\bar{\lambda}_{op}$.

ПРИМІТКА. Наприклад, якщо коефіцієнт $\alpha_{ult,k}$ визначається за допомогою перевірки поперечного перерізу $\frac{1}{\alpha_{ult,k}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}}$, цей метод приводить

до:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} \leq \chi_{op}; \quad (6.65)$$

б) значення, отримане інтерполяцією між значеннями χ і χ_{LT} , обчисленими за а) з використанням формули для $\alpha_{ult,k}$, що відповідає критичному поперечному перерізу.

ПРИМІТКА. Наприклад, якщо коефіцієнт $\alpha_{ult,k}$ визначається за допомогою перевірки поперечного перерізу $\frac{1}{\alpha_{ult,k}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}}$, цей метод приводить

до:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1. \quad (6.66)$$

6.3.5 Втрата стійкості за плоскою формою згину елементів із пластичними шарнірами

6.3.5.1 Загальні положення

(1)В Конструкції можуть розраховуватися у пластичній стадії з урахуванням пластичних деформацій за умови запобігання втраті стійкості в рамі за плоскою формою згину заходами, що наводяться нижче:

- розкріпленнями в місцях утворення поворотних пластичних шарнірів, дивись 6.3.5.2;
- перевіркою стійкої довжини ділянки між такими розкріпленнями та іншими поперечними розкріпленнями, дивись 6.3.5.3.

(2)В Якщо при всіх комбінаціях навантажень для граничного стану за

а) the minimum value of

- χ for lateral buckling according to 6.3.1

– χ_{LT} for lateral torsional buckling according to 6.3.2 each calculated for the global non dimensional slenderness $\bar{\lambda}_{op}$.

NOTE: For example where $\alpha_{ult,k}$ is determined by the cross section check $\frac{1}{\alpha_{ult,k}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}}$ this method leads to:

б) a value interpolated between the values χ and χ_{LT} as determined in a) by using the formula for $\alpha_{ult,k}$ corresponding to the critical cross section

NOTE: For example where $\alpha_{ult,k}$ is determined by the cross section check $\frac{1}{\alpha_{ult,k}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}}$ this method leads to:

6.3.5 Lateral torsional buckling of members with plastic hinges

6.3.5.1 General

(1)B Structures may be designed with plastic analysis provided lateral torsional buckling in the frame is prevented by the following means:

- restraints at locations of “rotated” plastic hinges, see 6.3.5.2, and
- verification of stable length of segment between such restraints and other lateral restraints, see 6.3.5.3

(2)B Where under all ultimate limit state load combinations, the plastic hinge is “not-

несучою здатністю пластичний шарнір «не повертається», то розкріплення для такого шарніра пластичності не потрібні.

6.3.5.2 Розкріплення поворотних пластичних шарнірів

(1)В У всіх місцях утворення пластичних шарнірів поперечний переріз повинен мати ефективне розкріплення від поперечного зміщення і крутіння з відповідним опором на дію поперечних сил і крутного моменту, обумовлених місцевими пластичними деформаціями елемента в цих місцях.

(2)В Ефективне розкріплення повинно забезпечуватись:

- для елементів, що сприймають або момент, або момент і осьову силу, за допомогою поперечного розкріплення обох полиць. Воно може бути забезпечене поперечним закріпленням однієї полиці і жорстким закріпленням поперечного перерізу від кручення, що запобігає поперечному переміщенню стиснутої полиці відносно розтягнутої полиці, дивись рисунок 6.5;
- для елементів, що сприймають або один момент, або момент і осьову силу розтягу, в яких стиснута полиця контактує з плитою перекриття, за допомогою розкріплення стиснутої полиці від поперечного зсуву і кручення (наприклад, при з'єднанні її з плитою, дивись рисунок 6.6). Для гнучкіших поперечних перерізів (порівняно з прокатними двотавровими перерізами, в тому числі широкополичковими) у місцях утворення пластичного шарніра необхідно запобігати викривленню поперечного перерізу (наприклад, встановленням ребра жорсткості в стінці, також прикріпленого до стиснутої полиці з жорстким вузлом між стиснутою полицею та плитою).

rotated” no restraints are necessary for such a plastic hinge.

6.3.5.2 Restraints at rotated plastic hinges

(1)B At each rotated plastic hinge location the cross section should have an effective lateral and torsional restraint with appropriate resistance to lateral forces and torsion induced by local plastic deformations of the member at this location.

(2)B Effective restraint should be provided

- for members carrying either moment or moment and axial force by lateral restraint to both flanges. This may be provided by lateral restraint to one flange and a stiff torsional restraint to the cross-section preventing the lateral displacement of the compression flange relative to the tension flange, see Figure 6.5.

- for members carrying either moment alone or moment and axial tension in which the compression flange is in contact with a floor slab, by lateral and torsional restraint to the compression flange (e.g. by connecting it to a slab, see Figure 6.6). For cross-sections that are more slender than rolled I and H sections the distortion of the cross section should be prevented at the plastic hinge location (e.g. by means of a web stiffener also connected to the compression flange with a stiff joint from the compression flange into the slab).

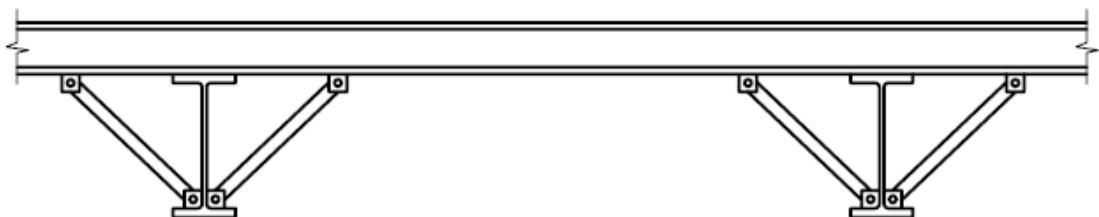
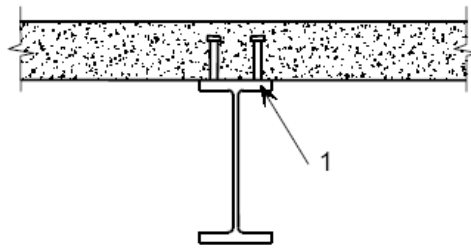


Рисунок 6.5 Типове жорстке закріплення від кручення
Figure 6.5 Typical stiff torsional restraint



1 – стиснута полиця

1 – compression flange

Рисунок 6.6 Типове розкріплення від поперечного зсуву і кручення за допомогою з'єднання плити із стиснутою полицею
Figure 6.6 Typical lateral and torsional restraint by a slab to the compression flange

(3)В У всіх місцях розташування пластичних шарнірів з'єднання (наприклад, болтове) стиснутої полиці з розкріплюючим елементом у цьому місці (наприклад, прогоном) або з будь-яким проміжним елементом (наприклад, підкосом) необхідно розраховувати на сприйняття місцевої сили, рівної щонайменше 2,5 % від $N_{f,Ed}$ (визначеного в 6.3.5.2(5)В), що передається полицею в її площині, перпендикулярній до площини стінки, без будь-якого поєднання з іншими навантаженнями.

(4)В За неможливості забезпечити таке розкріплення безпосередньо у місці розташування пластичного шарніра, його необхідно розкріпити на відстані не більш $h/2$ уздовж довжини елемента, де h – повна висота елемента в місці розташування пластичного шарніра.

(5)В При розрахунку системи в'язей, дивись 5.3.3, необхідно перевірити (додатково до перевірки недосконалості відповідно до 5.3.3), здатність системи в'язей сприйняти дії місцевих сил Q_m , прикладених до кожного елемента в'язей у місцях розташування пластичного шарніра, де:

(3)B At each plastic hinge location, the connection (e.g. bolts) of the compression flange to the resisting element at that point (e.g. purlin), and any intermediate element (e.g. diagonal brace) should be designed to resist to a local force of at least 2,5% of $N_{f,Ed}$ (defined in 6.3.5.2(5)B) transmitted by the flange in its plane and perpendicular to the web plane, without any combination with other loads.

(4)B Where it is not practicable providing such a restraint directly at the hinge location, it should be provided within a distance of $h/2$ along the length of the member, where h is its overall depth at the plastic hinge location.

(5)B For the design of bracing systems, see 5.3.3, it should be verified by a check in addition to the check for imperfection according to 5.3.3 that the bracing system is able to resist the effects of local forces Q_m applied at each stabilized member at the plastic hinge locations, where:

$$Q_m = 1,5\alpha_m \frac{N_{f,Ed}}{100}, \quad (6.67)$$

де:

$N_{f,Ed}$ – осьова сила в стиснутій полиці розкріплюваного елемента в місці розташування пластичного шарніра;
 α_m – відповідно до 5.3.3(1).

where:

$N_{f,Ed}$ is the axial force in the compressed flange of the stabilized member at the plastic hinge location
 α_m is according to 5.3.3(1).

ПРИМІТКА. Щодо комбінації з зовнішнім навантаженням дивись також 5.3.3(5).

6.3.5.3 Перевірка стійкої довжини ділянки

NOTE: For combination with external loads see also 5.3.3(5).

6.3.5.3 Verification of stable length of

segment

(1)В Стійкість за плоскою формою згину ділянок між розкріпленнями забезпечена, якщо довжина між розкріпленнями не перевищує стійку довжину.

Для ділянок двотаврових балок, в тому числі широкополічкових, постійного за довжиною перерізу, для яких $\frac{h}{t_f} \leq 40\varepsilon$ при

лінійному розподілі моментів і без суттєвого осьового стискання, стійку довжину можна приймати з:

$$\begin{aligned} L_{\text{stable}} &= 35\varepsilon i_z && \text{для (for) } 0,625 \leq \psi \leq 1; \\ L_{\text{stable}} &= (60 - 40\psi)\varepsilon i_z && \text{для (for) } -1 \leq \psi \leq 0,625, \end{aligned} \quad (6.68)$$

де:

where:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y [\text{H/mm}^2] (\sigma_{\text{N/mm}^2}]}}$$

$$\psi = \frac{M_{\text{Ed,min}}}{M_{\text{pl,Rd}}} = \text{відношенню кінцевих}$$

моментів на ділянці.

$$\psi = \frac{M_{\text{Ed,min}}}{M_{\text{pl,Rd}}} = \text{ratio of end moments in the}$$

segment.

ПРИМІТКА В. Щодо стійкої довжини ділянки дивись також Додаток ВВ.3.

NOTE B: For the stable length of a segment see also Annex BB.3.

(2)В Якщо поворотний шарнір пластичності виникає безпосередньо поряд із одним із кінців вута, то ділянку змінної висоти не слід розглядати як ділянку, прилеглу до місця розташування пластичного шарніра, якщо виконуються умови, наведені нижче:

а) розкріплення в місці розташування пластичного шарніра повинно бути на відстані не більш $h/2$ вздовж довжини ділянки змінного перерізу, але не на ділянці постійного перерізу;

б) стиснута полиця вута залишається в пружній стадії по всій своїй довжині.

ПРИМІТКА В. Більш детальну інформацію дивись у Додатку ВВ.3.

(2)B Where a rotated plastic hinge location occurs immediately adjacent to one end of a haunch, the tapered segment need not be treated as a segment adjacent to a plastic hinge location if the following criteria are satisfied:

a) the restraint at the plastic hinge location should be within a distance $h/2$ along the length of the tapered segment, not the uniform segment;

b) the compression flange of the haunch remains elastic throughout its length.

NOTE B: For more information see Annex BB.3.

НОГО ПЕРЕРІЗУ

6.4.1 Загальні положення

(1) Складені стиснуті елементи постійного перерізу з шарнірно обпертими кінцями, закріпленими від поперечного зміщення, повинні розраховуватися на основі наступної моделі, дивись рисунок 6.7.

1. Елемент можна розглядати як колону з недосконалістю викривлення $e_0 = L/500$.

2. Пружні деформації ґраток та з'єднувальних планок, дивись рисунок 6.7, можна врахувати введенням неперервної (розмитої) зсувної жорсткості S_v колони.

ПРИМІТКА. Для інших умов обпирання слід внести відповідні зміни.

(2) Модель складеного стиснутого елемента постійного перерізу застосовується коли:

1. Ґратка ферми або з'єднувальні планки містять однакові відсіки з паралельними поясами.

2. Мінімальна кількість відсіків в елементі становить три.

ПРИМІТКА. Таке припущення дозволяє розглядати конструкцію регулярною і замінити її дискретну модель континуальною.

(3) Дана методика розрахунку застосовується до складених елементів із з'єднувальною ґраткою у двох площинах, дивись рисунок 6.8.

(4) Пояси можуть бути суцільними елементами або у свою чергу мати з'єднувальну ґратку або з'єднувальні планки у перпендикулярній площині.

6.4.1 General

(1) Uniform built-up compression members with hinged ends that are laterally supported should be designed with the following model, see Figure 6.7.

1. The member may be considered as a column with a bow imperfection $e_0 = L/500$.

2. The elastic deformations of lacings or battennings, see Figure 6.7, may be considered by continuous (smeared) shear stiffness S_v of the column.

NOTE: For other end conditions appropriate modifications may be performed.

(2) The model of a uniform built-up compression member applies when:

1. the lacings or battennings consist of equal modules with parallel chords

2. the minimum number of modules in a member is three.

NOTE: This assumption allows the structure to be regular and smearing the discrete structure to a continuum.

(3) The design procedure is applicable to built-up members with lacings in two planes, see Figure 6.8.

(4) The chords may be solid members or may themselves be laced or battened in the perpendicular plane.

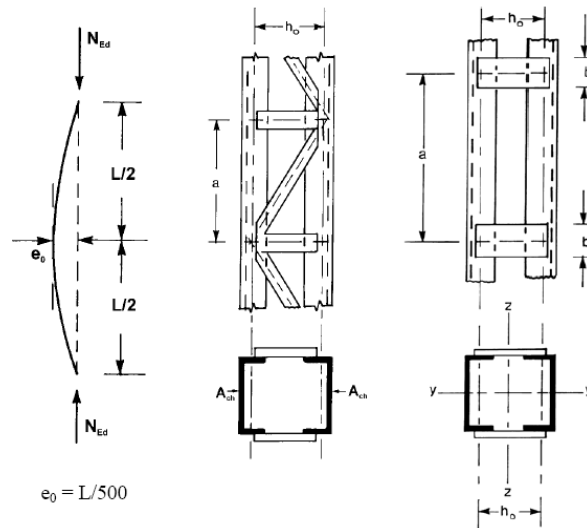


Рисунок 6.7 Складені колони постійного перерізу з ґраткою і планками

Figure 6.7 Uniform built-up columns with lacings and battenings

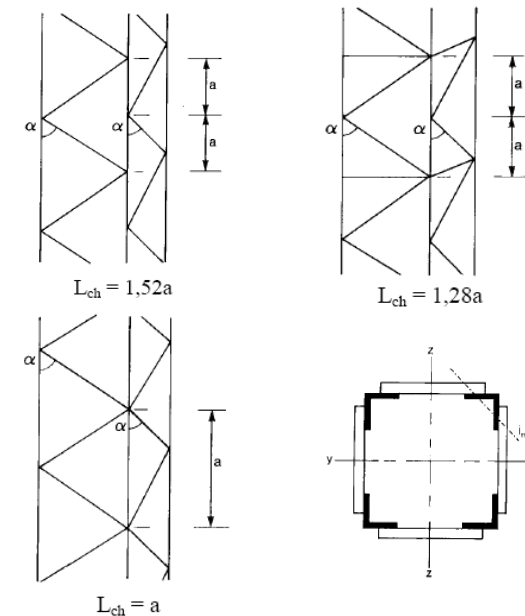


Рисунок 6.8 З'єднувальна ґратка по чотирьох сторонах і приведена довжина L_{ch} поясів

Figure 6.8 Lacings on four sides and buckling length L_{ch} of chords

(5) Пояси необхідно перевіряти з використанням розрахункових зусиль у поясах $N_{ch,Ed}$ від стискальних зусиль N_{Ed} і моментів M_{Ed} у середині прогону складеного елемента.

(5) Checks should be performed for chords using the design chord forces $N_{ch,Ed}$ from compression forces N_{Ed} and moments M_{Ed} at mid span of the built-up member.

(6) Для елемента з двома однаковими поясами розрахункове зусилля $N_{ch,Ed}$ слід визначати з:

(6) For a member with two identical chords the design force $N_{ch,Ed}$ should be determined from:

$$N_{ch,Ed} = 0,5N_{Ed} + \frac{M_{Ed}h_0A_{ch}}{2I_{eff}}, \quad (6.69)$$

де:

where:

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed} e_0 + M_{Ed}^1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}} - \frac{N_{Ed}}{S_v}}$$

$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{eff}}{L^2}$ – приведена критична сила

складеного елемента;

N_{Ed} – розрахункове значення стискального зусилля для складеного елемента;

M_{Ed} – розрахункове значення максимального моменту в середині складеного елемента з урахуванням ефектів другого порядку;

M_{Ed}^1 – розрахункове значення максимального моменту у середині складеного елемента без урахування ефектів другого порядку;

h_0 – відстань між осями центрів ваги поясів;

A_{ch} – площа поперечного перерізу одного пояса;

I_{eff} – приведений момент інерції перерізу складеного елемента, дивись 6.4.2 і 6.4.3;

S_v – зсувна жорсткість ґратки або панелі планок, дивись 6.4.2 і 6.4.3.

(7) Перевірки ґраток ґратчастих складених елементів або з'єднувальних планок складених елементів на планках на дію рамних моментів та перерізувальних сил необхідно виконувати для крайніх панелей з урахуванням перерізувальної сили у складеному елементі:

$$V_{Ed} = \pi \frac{M_{Ed}}{L} \quad (6.70)$$

6.4.2 Ґратчасті стиснуті елементи

6.4.2.1 Опір ґратчастих стиснутих елементів

(1) Пояси та діагональна з'єднувальна ґратка, які підлягають дії стиску, повинні розраховуватися на втрату стійкості.

ПРИМІТКА. Другорядними моментами можна знехтувати.

(2) Для поясів перевірку на втрату стійкості необхідно виконувати як наводиться нижче:

$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{eff}}{L^2}$ is the effective critical force of the built-up member

N_{Ed} is the design value of the compression force to the built-up member

M_{Ed} is the design value of the maximum moment in the middle of the built-up member considering second order effects

M_{Ed}^1 is the design value of the maximum moment in the middle of the built-up member without second order effects

h_0 is the distance between the centroids of chords

A_{ch} is the cross-sectional area of one chord

I_{eff} is the effective second moment of area of the built-up member, see 6.4.2 and 6.4.3

S_v is the shear stiffness of the lacings or battened panel, see 6.4.2 and 6.4.3

(7) The checks for the lacings of laced built-up members or for the frame moments and shear forces of the battened panels of battened built-up members should be performed for the end panel taking account of the shear force in the built-up member:

6.4.2 Laced compression members

6.4.2.1 Resistance of components of laced compression members

(1) The chords and diagonal lacings subject to compression should be designed for buckling.

NOTE: Secondary moments may be neglected.

(2) For chords the buckling verification should be performed as follows:

$$\frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.71)$$

де:

$N_{ch,Ed}$ – розрахункове стискальне зусилля у поясі, на середині довжини складеного елемента відповідно до 6.4.1(6);

$N_{b,Rd}$ – розрахункове значення опору пояса на втрату стійкості, приймаючи приведену довжину L_{ch} з рисунка 6.8.

where:

$N_{ch,Ed}$ is the design compression force in the chord at mid-length of the built-up member according to 6.4.1(6)

$N_{b,Rd}$ is the design value of the buckling resistance of the chord taking the buckling length L_{ch} from Figure 6.8.

(3) Зсувна жорсткість S_v ґраток повинна прийматися згідно з рисунком 6.9.

(3) The shear stiffness S_v of the lacings should be taken from Figure 6.9.

(4) Приведений момент інерції у ґратчастих складених елементах можна приймати як:

(4) The effective second order moment of area of laced built-up members may be taken as :

$$I_{eff} = 0,5h_0^2 A_{ch} \quad (6.72)$$

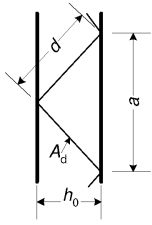
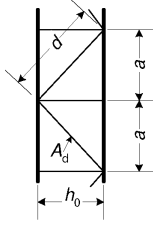
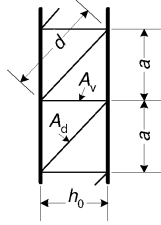
Система System			
S_v	$\frac{nEA_dah_0^2}{2d^3}$	$\frac{nEA_dah_0^2}{d^3}$	$\frac{nEA_dah_0^2}{d^3 \left(1 + \frac{A_d h_0^3}{A_v d^3}\right)}$
n - кількість площин ґраток (is the number of planes of lacings); A_d і A_v відносяться до площі поперечного перерізу в'язей (refer to the cross sectional area of the bracings)			

Рисунок 6.9 Зсувні жорсткості ґраток складених елементів
Figure 6.9 Shear stiffness of lacings of built-up members

6.4.2.2 Деталі конструкції

6.4.2.2 Constructional details

(1) Одиночні системи ґраток на протилежних гранях складених елементів з двома паралельними площинами ґраток повинні відповідати системам, представленим на рисунку 6.10(a), і влаштовані таким чином, щоби бути зеркальним відображенням одна одної.

(1) Single lacing systems in opposite faces of the built-up members with two parallel laced planes should be corresponding systems as shown in Figure 6.10(a), arranged so that one is shadow of the other.

(2) Якщо одиночні системи ґраток на протилежних гранях складеного елемента з двома паралельними площинами ґраток взаємопротилежні у напрямку, як показано на рисунку 6.10 (b), необхідно враховувати впливи від кручення, що виникає в результаті цього.

(2) When the single lacing systems on opposite faces of a built-up member with two parallel laced planes are mutually opposed in direction as shown in Figure 6.10(b), the resulting torsional effects in the member should be taken into account.

(3) На кінцях гратчастих систем у місцях, де гратка переривається, та у вузлах з'єднань з іншими елементами передбачити панелі з поперечною розпівкою.

(3) Tie panels should be provided at the ends of lacing systems, at points where the lacing is interrupted and at joints with other members.

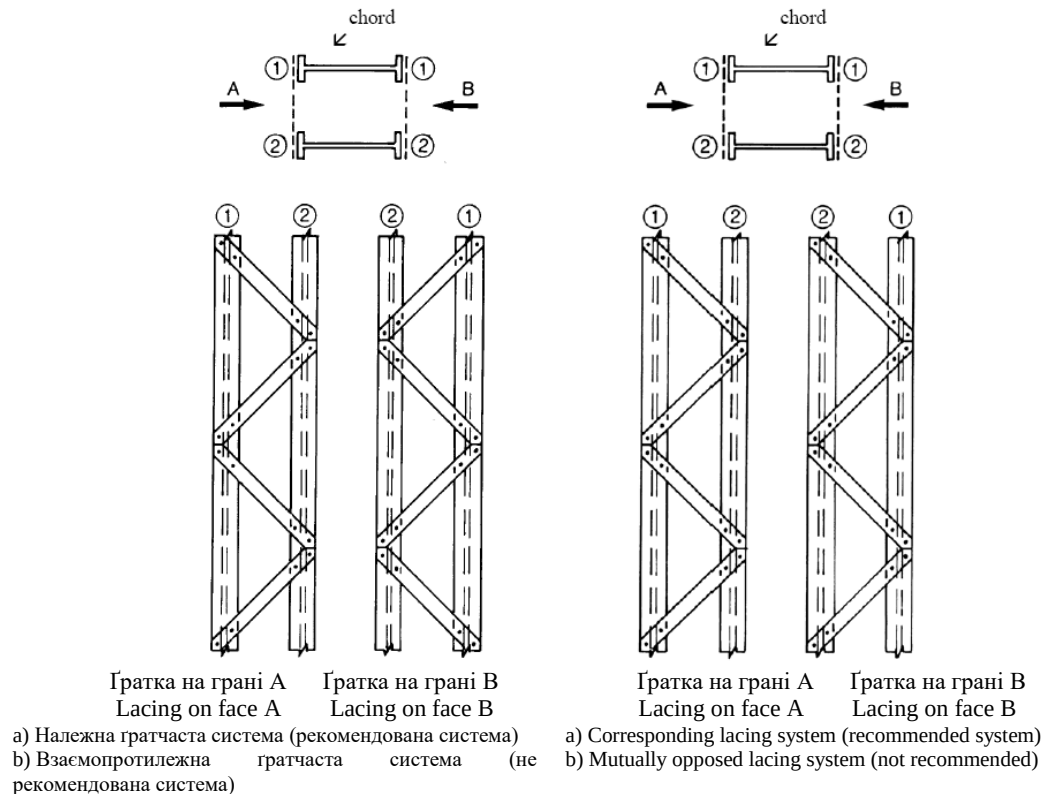


Рисунок 6.10 Одиночна гратчаста система на протилежних гранях складеного елемента з двома паралельними площинами ґраток

Figure 6.10 Single lacing system on opposite faces of a built-up member with two parallel laced planes

6.4.3 Стиснуті елементи на планках

6.4.3 Battened compression members

6.4.3.1 Опір стиснутих елементів на планках

6.4.3.1 Resistance of components of battened compression members

(1) Пояси і планки, а також вузли їх прикріплення до поясів повинні перевірятися на фактичні моменти і зусилля на краю панелі, розташованої у середині прогону, як показано на рисунку 6.11.

(1) The chords and the battens and their joints to the chords should be checked for the actual moments and forces in an end panel and at mid-span as indicated in Figure 6.11.

ПРИМІТКА. Для спрощення максимальне зусилля в поясі $N_{ch,Ed}$ можна об'єднати з максимальною перерізуювальною силою V_{Ed} .

NOTE: For simplicity the maximum chord forces $N_{ch,Ed}$ may be combined with the maximum shear force V_{Ed} .

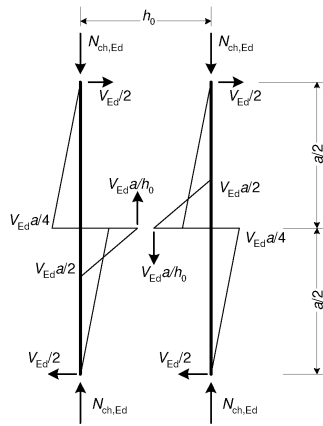


Рисунок 6.11 Моменти і зусилля у кінцевій панелі складеного елемента на планках
Figure 6.11 Moments and forces in an end panel of a battened built-up member

(2) Зсувну жорсткість S_v необхідно приймати як наведено нижче:

$$S_v = \frac{24EI_{ch}}{a^2 \left(1 + \frac{2I_{ch}}{nI_b} \frac{h_0}{a} \right)} \leq \frac{2\pi^2 EI_{ch}}{a^2}. \quad (6.73)$$

(3) Приведений момент інерції складеного елемента на планках можна приймати як:

$$I_{eff} = 0,5h_0^2 A_{ch} + 2\mu I_{ch}, \quad (6.74)$$

де:

I_{ch} — момент інерції одного пояса у площині;

I_b — момент інерції однієї планки у площині;

μ — коефіцієнт ефективності за таблицею 6.8;

n — кількість площин ґраток.

(2) The shear stiffness S_v should be taken as follows:

(3) The effective second moment of area of battened built-up members may be taken as:

where:

I_{ch} = is in plane second moment of area of one chord

I_b = is in plane second moment of area of one batten

μ = is efficiency factor from Table 6.8

n = number of planes of lacings.

Таблиця 6.8 Коефіцієнт ефективності μ

Table 6.8 Efficiency factor μ

Критерій Criterion	Коефіцієнт ефективності μ Efficiency factor μ
$\lambda \geq 150$	0
$75 < \lambda < 150$	$\mu = 2 - \lambda/75$
$\lambda \leq 75$	1,0

де: $\lambda = L/i_0$; $i_0 = \sqrt{I_1/2A_{ch}}$, $I_1 = 0,5h_0^2 A_{ch} + 2 I_{ch}$

6.4.3.2 Вимоги до конструювання

(1) Планки повинні бути встановлені на кожному кінці елемента.

(2) Там, де площини планок паралельні одна одній, необхідно влаштовувати планки у кожній площині навпроти одна одній.

(3) Планки також повинні встановлюватися

6.4.3.2 Design details

(1) Battens should be provided at each end of a member.

(2) Where parallel planes of battens are provided, the battens in each plane should be arranged opposite each other.

(3) Battens should also be provided at

у проміжних точках, де прикладене навантаження або має місце розкріплення від поперечного зміщення.

intermediate points where loads are applied or lateral restraint is supplied.

6.4.4 Складені елементи з близько розташованими поясами

6.4.4 Closely spaced built-up members

(1) Стиснені складені елементи, пояси яких контактують або розташовані близько один до одного і з'єднані між собою прокладками, дивись рисунок 6.12, або зіркоподібні елементи з кутиків на планках, з'єднані парами планок у двох перпендикулярних площинах, дивись рисунок 6.13, повинні перевірятися на втрату стійкості як єдиний цілісний елемент, нехтуючи впливом зсувної жорсткості ($S_v = \infty$), якщо задовольняються умови таблиці 6.9.

(1) Built-up compression members with chords in contact or closely spaced and connected through packing plates, see Figure 6.12, or star batted angle members connected by pairs of battens in two perpendicular planes, see Figure 6.13 should be checked for buckling as a single integral member ignoring the effect of shear stiffness ($S_v = \infty$), when the conditions in Table 6.9 are met.

(2) Поперечні зусилля, що передаються з'єднувальними планками, необхідно визначати за рекомендаціями 6.4.3.1(1).

(2) The shear forces to be transmitted by the battens should be determined from 6.4.3.1(1).

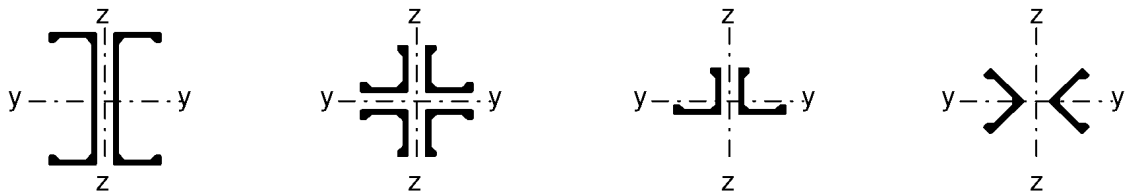


Рисунок 6.12 Складені елементи з близько розташованими поясами
Figure 6.12 Closely spaced built-up members

Таблиця 6.9 Максимальний крок для з'єднань між поясами у складених елементах з близько розташованими поясами або у зіркоподібних елементах із кутиків на планках
Table 6.9 Maximum spacing for interconnections in closely spaced built-up or star batted angle members

Тип складеного елемента Type of built-up member	Максимальний крок між з'єднаннями*) Maximum spacing between interconnections*)
Елементи відповідно до рисунка 6.12, що контактують або з'єднані через прокладки болтами чи зварюванням Members according to Figure 6.12 in contact or connected through packings by bolts or welds	$15i_{\min}$
Елементи відповідно до рисунка 6.13, з'єднані парою накладок і болтами або зварюванням Members according to Figure 6.13 connected by pair of battens and by bolts or welds	$70i_{\min}$
*) відстань від центра до центра з'єднань між поясами *) centre-to-centre distance of interconnections $i_{\min}$ – мінімальний радіус інерції одного пояса або одного кутика $i_{\min}$ is the minimum radius of gyration of one chord or one angle	

(3) У випадку нерівнобічних кутиків, дивись рисунок 6.13, втрату стійкості

(3) In the case of unequal-leg angles, see Figure 6.13, buckling about the y - y axis may

відносно осі y - y можна перевірити, прийнявши:

be verified with:

$$i_y = \frac{i_0}{1,15}, \quad (6.75)$$

де i_0 — мінімальний радіус інерції складеного елемента.

where i_0 is the minimum radius of gyration of the built-up member.

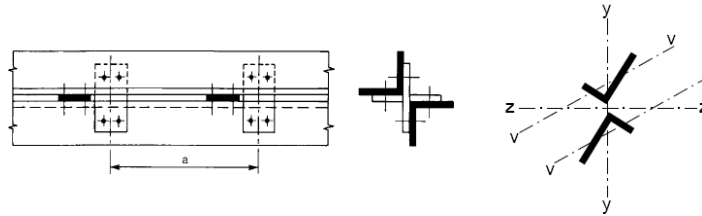


Рисунок 6.13 Зіркоподібні елементи з кутиків на планках
Figure 6.13 Star-battened angle members

7 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ ПРИДАТНІСТЮ

7.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

(1) Сталеву конструкцію необхідно проектувати і конструювати таким чином, щоб були витримані всі відповідні критерії щодо експлуатаційної придатності.

(2) Основні вимоги щодо граничних станів за експлуатаційною придатністю наведені у 3.4 EN 1990.

(3) У проекті необхідно вказувати будь-який граничний стан за експлуатаційною придатністю і пов'язані з ним навантаження та розрахункову схему конструкції.

(4) Якщо для граничного стану за несучою здатністю був використаний загальний розрахунок у пластичній стадії, тоді у граничному стані за експлуатаційною придатністю може відбутися пластичний перерозподіл сил і моментів. Якщо такий ефект має місце, його слід враховувати.

7.2 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ ПРИДАТНІСТЮ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

7.2.1 Вертикальні прогини

(1)В Граничні значення вертикальних прогинів відповідно до рисунка A.1.1 Додатка A.1.4 EN 1990 необхідно встановлювати для кожного конкретного проекту і погоджувати із замовником.

ПРИМІТКА. Припустимі величини можуть встановлюватись Національним додатком.

7.2.2 Горизонтальні прогини

(1)В Граничні значення горизонтальних прогинів відповідно до рисунка A.1.2 Додатка A.1.4 EN 1990 необхідно встановлювати для кожного конкретного проекту і погоджувати із замовником.

ПРИМІТКА. Припустимі величини можуть встановлюватись Національним додатком.

7.2.3 Динамічні ефекти

7 SERVICEABILITY LIMIT STATES

7.1 GENERAL

(1) A steel structure shall be designed and constructed such that all relevant serviceability criteria are satisfied.

(2) The basic requirements for serviceability limit states are given in 3.4 of EN 1990.

(3) Any serviceability limit state and the associated loading and analysis model should be specified for a project.

(4) Where plastic global analysis is used for the ultimate limit state, plastic redistribution of forces and moments at the serviceability limit state may occur. If so, the effects should be considered.

7.2 SERVICEABILITY LIMIT STATES FOR BUILDINGS

7.2.1 Vertical deflections

(1)B With reference to EN 1990 – Annex A1.4 limits for vertical deflections according to Figure A1.1 should be specified for each project and agreed with the client.

NOTE: The National Annex may specify the limits.

7.2.2 Horizontal deflections

(1)B With reference to EN 1990 – Annex A1.4 limits for horizontal deflections according to Figure A1.2 should be specified for each project and agreed with the client.

NOTE. The National Annex may specify the limits.

7.2.3 Dynamic effects

(1)В Згідно з Додатком A1.4.4 EN 1990 з метою уникнення значних незручностей для користувачів коливання будівель і споруд, по яких можуть ходити люди, необхідно обмежувати, тобто для кожного будівельного об'єкта необхідно вказати відповідні межі та узгодити їх із замовником.

ПРИМІТКА. Обмеження на коливання міжповерхових перекриттів можуть встановлюватись Національним додатком.

(1)B With reference to EN 1990 – Annex A1.4.4 the vibrations of structures on which the public can walk should be limited to avoid significant discomfort to users, and limits should be specified for each project and agreed with the client.

NOTE: The National Annex may specify limits for vibration of floors.

ДОДАТОК А (ДОВІДКОВИЙ) – МЕТОД
1: КОЕФІЦІЄНТИ ВЗАЄМОДІЇ k_{ij} ДЛЯ
ФОРМУЛИ ВЗАЄМОДІЇ У 6.3.3(4)

ANNEX A [INFORMATIVE] – METHOD
1: INTERACTION FACTORS k_{ij} FOR
INTERACTION FORMULA IN 6.3.3(4)

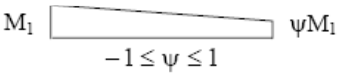
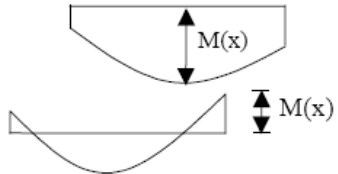
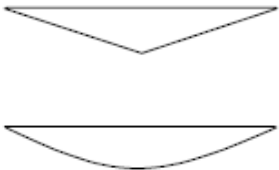
Таблиця А.1 Коефіцієнти взаємодії k_{ij} (6.3.3(4))
Table A.1 Interaction factors k_{ij} (6.3.3(4))

Коефіцієнти взаємодії Interaction factors	Розрахункові припущення Design assumptions	
	пружні характеристики поперечного перерізу класу 3, класу 4 elastic cross-sectional properties class 3, class 4	пластичні характеристики поперечного перерізу класу 1, класу 2 plastic cross-sectional properties class 1, class 2
k_{yy}	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$
k_{yz}	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{yz}} 0,6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$
k_{zy}	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$
k_{zz}	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{zz}}$
Допоміжні позначення: Auxiliary terms:		
$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}};$ $\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}};$ $w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1,5;$ $w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1,5;$ $n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}/\gamma_{M1}};$ C_{my} дивись таблицю А.2 (see Table A.2); $a_{LT} = 1 - \frac{I_T}{I_y} \geq 0.$	$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}},$ де (with) $b_{LT} = 0,5a_{LT} \bar{\lambda}_0^2 \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}};$ $C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0,6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}},$ де (with) $c_{LT} = 10a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}};$ $C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}},$ де (with) $d_{LT} = 2a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0,1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{C_{mz} M_{pl,z,Rd}};$ $C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - e_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}},$ де (with) $e_{LT} = 1,7a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0,1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}}.$	

Таблиця А.1 Коефіцієнти взаємодії k_{ij} (6.3.3(4)) (продовження)
Table A.1 Interaction factors k_{ij} (6.3.3(4)) (continued)

$\bar{\lambda}_{\max} = \max \left\{ \bar{\lambda}_y ; \bar{\lambda}_z \right\} ;$	
$\bar{\lambda}_0$ = умовна гнучкість при втраті стійкості за згинально-крутильною формою при постійному значенні згинального моменту по довжині елемента, тобто $\psi_y = 1,0$ у таблиці А.2	$\bar{\lambda}_0$ = non-dimensional slenderness for lateral-torsional buckling due to uniform bending moment, i.e. $\psi_y = 1,0$ in Table A.2;
$\bar{\lambda}_{LT}$ = умовна гнучкість при втраті стійкості за поперечно-крутильною формою	$\bar{\lambda}_{LT}$ = non-dimensional slenderness for lateral-torsional buckling
Якщо (If) $\bar{\lambda}_0 \leq 0,2\sqrt{C_1} \sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,TF}}\right)}$:	$C_{my} = C_{my,0};$ $C_{mz} = C_{mz,0};$ $C_{mLT} = 1,0.$
Якщо (If) $\bar{\lambda}_0 > 0,2\sqrt{C_1} \sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,TF}}\right)}$:	$C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \frac{\sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}} ;$ $C_{mz} = C_{mz,0};$ $C_{mLT} = C_{my}^2 \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}} \geq 1.$
для поперечних перерізів класу 1, 2 і 3	$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \frac{A}{W_{el,y}}$ for class 1, 2 and 3 cross-sections
для поперечних перерізів класу 4	$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \frac{A_{eff}}{W_{eff,y}}$ for class 4 cross-sections
де: $N_{cr,y}$ = критична сила для згинальної форми втрати стійкості відносно осі у - у у пружній стадії $N_{cr,z}$ = критична сила для згинальної форми втрати стійкості відносно осі z - z у пружній стадії $N_{cr,T}$ = критична сила для крутильної форми втрати стійкості в пружній стадії I_T = момент інерції поперечного перерізу при вільному крученні (постійна Сен-Венана) I_y = момент інерції перерізу відносно осі у - у	$N_{cr,y}$ = elastic flexural buckling force about the y-y axis $N_{cr,z}$ = elastic flexural buckling force about the z-z axis $N_{cr,T}$ = elastic torsional buckling force I_T = St. Venant torsional constant I_y = second moment of area about y - y axis

Таблиця А.2 Коефіцієнт $C_{mi,0}$ переходу до еквівалентної прямокутної епюри моментів
 Table A.2 Equivalent uniform moment factors $C_{mi,0}$

Епюра моментів Moment diagram	$C_{mi,0}$
	$C_{mi,0} = 0,79 + 0,21 \psi_i + 0,36(\psi_i - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$
	$C_{mi,0} = 1 + \left(\frac{\pi^2 EI_i \delta_x }{L^2 M_{i,Ed}(x) } - 1 \right) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$ $M_{i,Ed}(x)$ максимальний момент $M_{y,Ed}$ або $M_{z,Ed}$ δ_x максимальний прогин по довжині елемента $M_{i,Ed}(x)$ is the maximum moment $M_{y,Ed}$ or $M_{z,Ed}$ δ_x is the maximum member displacement along the member
	$C_{mi,0} = 1 - 0,18 \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}} ;$ $C_{mi,0} = 1 + 0,03 \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}} .$

**ДОДАТОК В (ДОВІДКОВИЙ) – МЕТОД
2: КОЕФІЦІЄНТИ ВЗАЄМОДІЇ k_{ij} ДЛЯ
ФОРМУЛИ ВЗАЄМОДІЇ У 6.3.3(4)**

**ANNEX B [INFORMATIVE] – METHOD
2: INTERACTION FACTORS k_{ij} FOR
INTERACTION FORMULA IN 6.3.3(4)**

Таблиця В.1 Коефіцієнти взаємодії k_{ij} для елементів, не схильних до деформацій кручення
Table B.1 Interaction factors k_{ij} for members not susceptible to torsional deformations

Коефіцієнт и взаємодії Interaction factors	Тип перерізів Type of sections	Розрахункові припущення Design assumptions	
		пружні характеристики поперечного перерізу класу 3, класу 4 elastic cross-sectional properties class 3, class 4	пластичні характеристики поперечного перерізу класу 1, класу 2 plastic cross-sectional properties class 1, class 2
k_{yy}	Двотаврові перерізи, прямокутні перерізи замкнутого профілю I-sections RHS-sections	$C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
k_{yz}	Двотаврові перерізи, прямокутні перерізи замкнутого профілю I-sections RHS-sections	k_{zz}	$0,6 k_{zz}$
k_{zy}	Двотаврові перерізи, прямокутні перерізи замкнутого профілю I-sections RHS-sections	$0,8 k_{yy}$	$0,6 k_{yy}$
k_{zz}	Двотаврові перерізи I-sections	$C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
	Прямокутні перерізи замкнутого профілю RHS-sections		$C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
Для двотаврових перерізів і прямокутних перерізів замкнутого профілю, що підлягають дії осевого стиску і плоского згину $M_{y,Ed}$, коефіцієнт k_{zy} можна приймати $k_{zy} = 0$.		For I- and H-sections and rectangular hollow sections under axial compression and uniaxial bending $M_{y,Ed}$ the coefficient k_{zy} may be $k_{zy} = 0$.	

Таблиця В.2 Коефіцієнти взаємодії k_{ij} для елементів, схильних до деформацій кручення
Table B.2 Interaction factors k_{ij} for members susceptible to torsional deformations

Коефіцієнти взаємодії Interaction factors	Розрахункові припущення Design assumptions	
	пружні характеристики поперечного перерізу класу 3, класу 4 elastic cross-sectional properties class 3, class 4	пластичні характеристики поперечного перерізу класу 1, класу 2 plastic cross-sectional properties class 1, class 2
k_{yy}	k_{yy} з таблиці В.1 (from Table B.1)	k_{yy} з таблиці В.1 (from Table B.1)
k_{yz}	k_{yz} з таблиці В.1 (from Table B.1)	k_{yz} з таблиці В.1 (from Table B.1)
k_{zy}	$\left[1 - \frac{0,05 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$	$\left[1 - \frac{0,1 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ Для (For) $\bar{\lambda}_z < 0,4$: $k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq 1 - \frac{0,1 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$
k_{zz}	k_{zz} з таблиці В.1 (from Table B.1)	k_{zz} з таблиці В.1 (from Table B.1)

Таблиця В.3 Коефіцієнт C_m переходу до еквівалентної прямокутної епюри моментів у таблицях В.1 і В.2
Table B.3 Equivalent uniform moment factors C_m in Tables B.1 and B.2

Епюра моментів Moment diagram	Діапазон Range		C _{my} , C _{mz} і C _{mLT} C _{my} and C _{mz} and C _{mLT}	
			Розподілене навантаження uniform loading	Зосереджене навантаження concentrated load
	-1 ≤ ψ ≤ 1		0,6+0,4 ψ ≥ 0,4	
	0 ≤ α _s ≤ 1	-1 ≤ ψ ≤ 1	0,2+0,8 α _s ≥ 0,4	0,2+0,8 α _s ≥ 0,4
	-1 ≤ α _s ≤ 0	0 ≤ ψ ≤ 1	0,1-0,8 α _s ≥ 0,4	-0,8 α _s ≥ 0,4
		-1 ≤ ψ ≤ 0	0,1(1-ψ)-0,8 α _s ≥ 0,4	0,2(-ψ)-0,8 α _s ≥ 0,4
	0 ≤ α _h ≤ 1	-1 ≤ ψ ≤ 1	0,95+0,05 α _h	0,90+0,10 α _h
	-1 ≤ α _h ≤ 0	0 ≤ ψ ≤ 1	0,95+0,05 α _h	0,90+0,10 α _h
		-1 ≤ ψ ≤ 0	0,95+0,05 α _h (1+2 ψ)	0,90-0,10 α _h (1- ψ)
Для елементів рам, схильних до втрати стійкості за зсувною формою, коефіцієнт переходу до еквівалентної прямокутної епюри моментів слід приймати C_{my} = 0,9 або C_{mz} = 0,9 відповідно. C_{my}, C_{mz} і C_{mLT} необхідно отримувати згідно з епюрою згинального моменту між відповідними точками розкріплення таким чином:			For members with sway buckling mode the equivalent uniform moment factor should be taken C_{my} = 0,9 or C_{mz} = 0,9 respectively. C_{my}, C_{mz} and C_{mLT} should be obtained according to the bending moment diagram between the relevant braced points as follows:	
коефіцієнт C _m moment factor	згин відносно осі bending axis	напрямок розкріплення points braced in direction		
C _{my}	y-y	z-z		
C _{mz}	z-z	y-y		
C _{mLT}	y-y	y-y		

ДОДАТОК АВ (ДОВІДКОВИЙ) – ДОДАТКОВІ РОЗРАХУНКОВІ ПОЛОЖЕННЯ**ANNEX AB [INFORMATIVE] — ADDITIONAL DESIGN PROVISIONS****AB.1 Розрахунок конструкцій з урахуванням нелінійних властивостей матеріалів****AB.1 Structural analysis taking account of material non-linearities**

(1)В Вплив нелінійних властивостей матеріалів на розподіл зусиль у конструкції можна визначити покроковим методом до розрахункових навантажень, що розглядаються для відповідних розрахункових випадків.

(1)B In case of material non-linearities the action effects in a structure may be determined by incremental approach to the design loads to be considered for the relevant design situation.

(2)В У покроковому методі кожний постійний або змінний вплив повинен збільшуватись пропорційно.

(2)B In this incremental approach each permanent or variable action should be increased proportionally.

AB.2 Спрощені положення для проектування нерозрізних балок перекриттів**AB.2 Simplified provisions for the design of continuous floor beams**

(1)В Для нерозрізних балок із плитами без консолей, що сприймають переважно рівномірно розподілені навантаження, достатньо розглядати лише наступні поєднання навантажень:

(1)B For continuous beams with slabs in buildings without cantilevers on which uniformly distributed loads are dominant, it is sufficient to consider only the following load arrangements:

- а) прогони через один несуть розрахункове постійне і змінне навантаження ($\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$), інші прогони несуть лише розрахункове постійне навантаження $\gamma_G G_k$;
- б) будь-які два суміжних прогони несуть розрахункове постійне і змінне навантаження ($\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$), інші прогони несуть лише розрахункове постійне навантаження $\gamma_G G_k$

- a) alternative spans carrying the design permanent and variable load ($\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$), other spans carrying only the design permanent load $\gamma_G G_k$;
- b) any two adjacent spans carrying the design permanent and variable loads ($\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$), all other spans carrying only the design permanent load $\gamma_G G_k$

ПРИМІТКА 1. а) застосовується для моментів при прогині, б) для моментів при вигині.

NOTE 1: a) applies to sagging moments, b) to hogging moments.

ПРИМІТКА 2. Цей Додаток призначений для подальшого внесення до EN 1990.

NOTE 2: This annex is intended to be transferred to EN 1990 in a later stage.

ДОДАТОК ВВ (ДОВІДКОВИЙ) – ВТРАТА СТІЙКОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

ВВ.1 Втрата стійкості елементів за згинальною формою у гратчастих конструкціях із розкісною граткою

ВВ.1.1 Загальні положення

(1)В Для елементів поясів загалом та для елементів ґратки при втраті стійкості із площини згину приведену довжину L_{cr} можна приймати рівною конструктивній довжині L , дивись ВВ.1.3(1)В, якщо менше значення не обґрунтоване розрахунком.

(2)В Приведену довжину L_{cr} для елемента пояса двотаврового перерізу, в тому числі широкополічкового, можна приймати рівною $0,9L$ для втрати стійкості в площині згину і $1,0L$ для втрати стійкості із площини згину, якщо менше значення не обґрунтоване розрахунком.

(3)В Елементи ґратки можуть розраховуватись на втрату стійкості в своїй площині з використанням приведеної довжини, меншої за конструктивну довжину за умови, що пояси забезпечують відповідне кінцеве підкріплення і з'єднання на кінцях забезпечують належну нерухомість (щонайменше два болти, якщо з'єднання болтове).

(4)В За цих умов у звичайних конструкціях із розкісною граткою приведену довжину L_{cr} елементів ґратки для втрати стійкості в своїй площині можна приймати рівною $0,9L$, за винятком перерізів із кутиків, дивись ВВ.1.2.

ВВ.1.2 Елементи ґратки з кутиків

(1)В За умови, що пояси забезпечують відповідне підкріплення кінців елементів ґратки і з'єднання на кінцях таких елементів ґратки забезпечують належну нерухомість (щонайменше два болти, якщо з'єднання болтове), можна знехтувати ексцентриситетами і розраховувати елементи ґратки із кутиків як стиснуті

ANNEX ВВ [INFORMATIVE] — BUCKLING OF COMPONENTS OF BUILDING STRUCTURES

ВВ.1 Flexural buckling of members in triangulated and lattice structures

ВВ.1.1 General

(1)B For chord members generally and for out-of-plane buckling of web members, the buckling length L_{cr} may be taken as equal to the system length L , see ВВ.1.3(1)B, unless a smaller value can be justified by analysis.

(2)B The buckling length L_{cr} of an I or H section chord member may be taken as $0,9L$ for in-plane buckling and $1,0L$ for out-of-plane buckling, unless a smaller value is justified by analysis.

(3)B Web members may be designed for in-plane buckling using a buckling length smaller than the system length, provided the chords supply appropriate end restraint and the end connections supply appropriate fixity (at least 2 bolts if bolted).

(4)B Under these conditions, in normal triangulated structures the buckling length L_{cr} of web members for in-plane buckling may be taken as $0,9L$, except for angle sections, see ВВ.1.2.

ВВ.1.2 Angles as web members

(1)B Provided that the chords supply appropriate end restraint to web members made of angles and the end connections of such web members supply appropriate fixity (at least two bolts if bolted), the eccentricities may be neglected and end fixities allowed for in the design of angles as web members in compression. The effective slenderness ratio

елементи. Приведена умовна гнучкість $\bar{\lambda}_{eff}$ може бути визначена таким чином:

$\bar{\lambda}_{eff}$ may be obtained as follows:

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_{eff,v} &= 0,35 + 0,7 \bar{\lambda}_v && \text{for buckling about } v - v \text{ axis} \\ \bar{\lambda}_{eff,y} &= 0,50 + 0,7 \bar{\lambda}_y && \text{for buckling about } y - y \text{ axis} \\ \bar{\lambda}_{eff,z} &= 0,50 + 0,7 \bar{\lambda}_z && \text{for buckling about } z - z \text{ axis} \end{aligned} \quad (BB.1)$$

при втраті стійкості відносно осі $v - v$
при втраті стійкості відносно осі $y - y$
при втраті стійкості відносно осі $z - z$,
де $\bar{\lambda}$ визначена в 6.3.1.2.

(2)В Якщо лише один болт використовується для кінцевих з'єднань елементів ґратки із кутиків, необхідно враховувати ексцентриситет з використанням 6.2.9, а приведену довжину L_{cr} слід приймати рівною конструктивній довжині L .

(2)B When only one bolt is used for end connections of angle web members the eccentricity should be taken into account using 6.2.9 and the buckling length L_{cr} should be taken as equal to the system length L .

ВВ.1.3 Елементи ґратки з перерізами замкнутого профілю

BB.1.3 Hollow sections as members

(1)В Приведену довжину L_{cr} для елемента пояса з перерізом замкнутого профілю можна приймати рівною $0,9L$ для втрати стійкості як в площині, так і з площини ґратки, де L – конструктивна довжина у відповідній площині. Конструктивна довжина у площині ґратки – це відстань між вузлами. Конструктивна довжина з площини ґратки – це відстань між поперечними розкріпленнями, якщо менше значення не обґрунтоване розрахунком.

(1)B The buckling length L_{cr} of a hollow section chord member may be taken as $0,9L$ for both in-plane and out-of-plane buckling, where L is the system length for the relevant plane. The in-plane system length is the distance between the joints. The out-of-plane system length is the distance between the lateral supports, unless a smaller value is justified by analysis.

(2)В Приведену довжину L_{cr} елемента в'язей з перерізом замкнутого профілю (елемента ґратки) з болтовими з'єднаннями можна приймати рівною $1,0L$ для втрати стійкості як в площині, так і з площини.

(2)B The buckling length L_{cr} of a hollow section brace member (web member) with bolted connections may be taken as $1,0L$ for both in-plane and out-of-plane buckling.

(3)В Для ґратчастих ригелів з паралельними поясами і в'язями, для яких відношення діаметра в'язі до діаметра пояса або відношення ширин β менше ніж $0,6$, приведену довжину L_{cr} елемента в'язей з перерізом замкнутого профілю без підрізування або сплюснення його торців, приварених по периметру до поясів з перерізом замкнутого профілю, в загальному випадку можна приймати рівною $0,75L$ для втрати стійкості як в площині, так і з площини ґратки, якщо

(3)B For latticed girders with parallel chords and braces, for which the brace to chord diameter or width ratio β is less than $0,6$ the buckling length L_{cr} of a hollow section brace member without cropping or flattening, welded around its perimeter to hollow section chords, may generally be taken as $0,75L$ for both in-plane and out-of-plane buckling, unless smaller values may be justified by tests or by calculations.

менше значення не обґрунтоване випробуваннями або розрахунками.

ПРИМІТКА. Національний додаток може надати додаткову інформацію стосовно приведених довжин.

ВВ.2 Неперервні розкріплення

ВВ.2.1 Неперервні розкріплення від поперечного зміщення

(1)В Якщо профільований настил з трапецієподібними гофрами відповідно до EN 1993-1-3 з'єднаний із стиснутою полицею балки і виконується умова, виражена рівнянням (ВВ.2), то балку можна розглядати як розкріплену від поперечного зміщення в площині настилу.

$$S \geq \left(EI_w \frac{\pi^2}{L^2} + GI_z + EI_z \frac{\pi^2}{L^2} 0,25h^2 \right) \frac{70}{h^2}, \quad (\text{ВВ.2})$$

де:

S – зсувна жорсткість (на одиницю довжини балки), забезпечена кріпленням профільованого настилу до балки відносно її деформацій у площині настилу, що приєднується до балки у кожній хвилі;

I_w – секторіальний момент інерції поперечного перерізу;

I_t – момент інерції поперечного перерізу при вільному крученні;

I_z – момент інерції поперечного перерізу відносно другорядної осі поперечного перерізу;

L – довжина балки;

h – висота балки.

Якщо профільований настил прикріплений до балки тільки у кожній другій хвилі, зсувну жорсткість слід приймати рівною $0,20S$.

ПРИМІТКА. Рівняння (ВВ.2) можна також використовувати для визначення поперечної стійкості полиць балки, сполучених з іншими типами настилу, ніж трапецієподібний настил, за умови, що їх з'єднання обґрунтовані відповідним розрахунком.

NOTE: The National Annex may give more information on buckling lengths.

ВВ.2 Continuous restraints

ВВ.2.1 Continuous lateral restraints

(1)B If trapezoidal sheeting according to EN 1993-1-3 is connected to a beam and the condition expressed by equation (ВВ.2) is met, the beam at the connection may be regarded as being laterally restrained in the plane of the sheeting.

where:

S is the shear stiffness (per unit of beam length) provided by the sheeting to the beam regarding its deformation in the plane of the sheeting to be connected to the beam at each rib.

I_w is the warping constant

I_t is the torsion constant

I_z is the second moment of area of the cross section about the minor axis of the cross section

L is the beam length

h is the depth of the beam

If the sheeting is connected to a beam at every second rib only, S should be substituted by $0,20S$.

NOTE: Equation (ВВ.2) may also be used to determine the lateral stability of beam flanges used in combination with other types of cladding than trapezoidal sheeting, provided that the connections are of suitable design.

ВВ.2.2 Неперервні розкріплення від кручення**ВВ.2.2 Continuous torsional restraints**

(1)В Балка може розглядатися як така, що належно розкріплена від деформацій кручення, якщо

(1)В A beam may be considered as sufficiently restraint from torsional deformations if

$$C_{\vartheta,k} > \frac{M_{pl,k}^2}{EI_z} K_{\vartheta} K_{\nu}, \quad (\text{ВВ.3})$$

де:

$C_{\vartheta,k}$ – поворотна жорсткість (на одиницю довжини балки) при неперервному розкріпленні балки стабілізуючим суцільним середовищем (наприклад, конструкцією покриття) і з'єднаннями;

$K_{\nu} = 0,35$ – для розрахунку у пружній стадії;

$K_{\nu} = 1,00$ – для розрахунку у пластичній стадії;

K_{ϑ} – коефіцієнт, що враховує розподіл моментів, дивись таблицю ВВ.1, і тип закріплення;

$M_{pl,k}$ – характеристичне значення моменту балки у пластичній стадії.

where:

$C_{\vartheta,k}$ = rotational stiffness (per unit of beam length) provided to the beam by the stabilizing continuum (e.g. roof structure) and the connections

$K_{\nu} = 0,35$ for elastic analysis

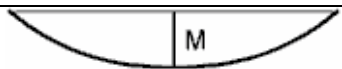
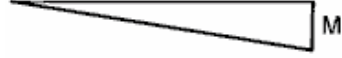
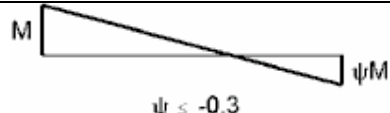
$K_{\nu} = 1,00$ for plastic analysis

K_{ϑ} = factor for considering the moment distribution see Table ВВ.1 and the type of restraint

$M_{pl,k}$ = characteristic value of the plastic moment of the beam

Таблиця ВВ.1 Коефіцієнт K_{ϑ} , що враховує розподіл моментів і тип закріплення

Table ВВ.1 Factor K_{ϑ} for considering the moment distribution and the type of restraint

Випадок Case	Розподіл моментів Moment distribution	Без закріплення від горизонтального переміщення Without translational restraint	Із закріпленням від горизонтального переміщення With translational restraint
1		4,0	0
2a		3,5	0,12
2b			0,23
3		2,8	0
4		1,6	1,0
5		1,0	0,7

(2)В Поворотну жорсткість, що забезпечується кріпленням до балки стабілізуючого суцільного середовища, можна обчислити з:

$$\frac{1}{C_{\theta,k}} = \frac{1}{C_{\theta R,k}} + \frac{1}{C_{\theta C,k}} + \frac{1}{C_{\theta D,k}}, \quad (\text{BB.4})$$

де:

$C_{\theta R,k}$ – поворотна жорсткість (на одиницю довжини балки), що забезпечується кріпленням до балки стабілізуючого суцільного середовища, із припущенням його жорсткого з'єднання з елементом;

$C_{\theta C,k}$ – поворотна жорсткість (на одиницю довжини балки) з'єднання між балкою та стабілізуючим суцільним середовищем;

$C_{\theta D,k}$ – поворотна жорсткість (на одиницю довжини балки), що походить з розрахунку деформацій викривлення поперечного перерізу балки, в якому стиснута полиця вільна; якщо стиснута полиця закріплена або деформаціями викривлення поперечного перерізу можна знехтувати (наприклад, для звичайних прокатних профілів), $C_{\theta D,k} = \infty$.

ПРИМІТКА. Більш детальна інформація наведена у EN 1993-1-3.

ВВ.3 СТІЙКА ДОВЖИНА ДІЛЯНКИ З ПЛАСТИЧНИМИ ШАРНІРАМИ ПРИ ВТРАТІ СТІЙКОСТІ ІЗ ПЛОЩИНИ ЗГИНУ

ВВ.3.1 Елементи постійного перерізу з прокатних або еквівалентних зварних двотаврових профілів

ВВ.3.1.1 Стійка довжина між суміжними розкріпленнями від поперечного зміщення

(1)В Впливами втрати стійкості за згинально-крутильною формою можна знехтувати, якщо довжина L ділянки елемента між розкріпленим перерізом у місці розташування пластичного шарніра і суміжним розкріпленням від поперечного зміщення не перевищує L_m , де:

(2)В The rotational stiffness provided by the stabilizing continuum to the beam may be calculated from

where:

$C_{\theta R,k}$ = rotational stiffness (per unit of the beam length) provided by the stabilizing continuum to the beam assuming a stiff connection to the member

$C_{\theta C,k}$ = rotational stiffness (per unit of the beam length) of the connection between the beam and the stabilizing continuum

$C_{\theta D,k}$ = rotational stiffness (per unit of the beam length) deduced from an analysis of the distortional deformations of the beam cross sections, where the flange in compression is the free one; where the compression flange is the connected one or where distortional deformations of the cross sections may be neglected (e.g. for usual rolled profiles) $C_{\theta D,k} = \infty$.

NOTE: For more information see EN 1993-1-3.

ВВ.3 STABLE LENGTHS OF SEGMENT CONTAINING PLASTIC HINGES FOR OUT-OF-PLANE BUCKLING

ВВ.3.1 Uniform members made of rolled sections or equivalent welded I-sections

ВВ.3.1.1 Stable lengths between adjacent lateral restraints

(1)В Lateral torsional buckling effects may be ignored where the length L of the segment of a member between the restrained section at a plastic hinge location and the adjacent lateral restraint is not greater than L_m , where:

$$L_m = \frac{38i_z}{\sqrt{\frac{1}{57,4} \left(\frac{N_{Ed}}{A} \right) + \frac{1}{756C_1^2} \left(\frac{W_{pl,y}^2}{AI_t} \right) \left(\frac{f_y}{235} \right)^2}}, \quad (BB.5)$$

де:

N_{Ed} – розрахункове значення зусилля стиску в елементі, Н;

A – площа поперечного перерізу елемента, мм²;

$W_{pl,y}$ – пластичний момент опору перерізу елемента;

I_t – момент інерції поперечного перерізу при вільному крученні;

f_y – межа текучості, Н/мм²;

C_1 – коефіцієнт, що залежить від навантаження і умов обпирання кінців, що приймаються за літературними джерелами, за умови, що елемент розкріплений у пластичному шарнірі згідно з вимогами 6.3.5 і що інший кінець ділянки розкріплений:

– від поперечного зміщення стиснутої полиці, де одна полиця є стиснутою вздовж усієї довжини ділянки,

– або від кручення,

– або від поперечного зміщення кінців ділянки і від кручення елемента на відстані, що задовольняє вимоги для L_s , дивись рисунок ВВ.1, рисунок ВВ.2 та рисунок ВВ.3.

where:

N_{Ed} is the design value of the compression force [N] in the member;

A is the cross section area [mm²] of the member;

$W_{pl,y}$ is the plastic section modulus of the member;

I_t is the torsion constant of the member;

f_y is the yield strength in [N/mm²];

C_1 is a factor depending on the loading and end conditions to be taken from literature provided that the member is restrained at the hinge as required by 6.3.5 and that the other end of the segment is restrained:

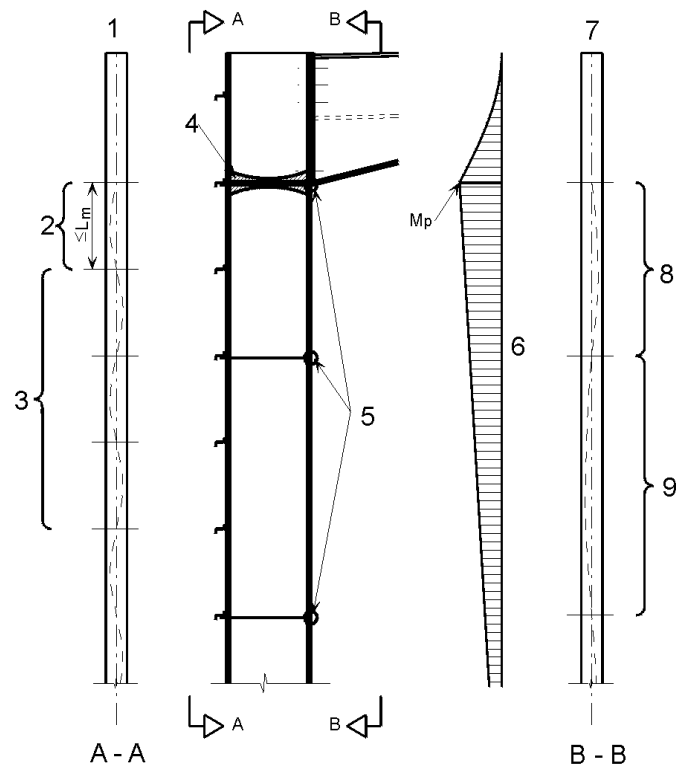
– either by a lateral restraint to the compression flange where one flange is in compression throughout the length of the segment,

– or by a torsional restraint,

– or by a lateral restraint at the end of the segment and a torsional restraint to the member at a distance that satisfies the requirements for L_s , see Figure BB.1, Figure BB.2 and Figure BB.3.

ПРИМІТКА. У загальному випадку $L_s > L_m$.

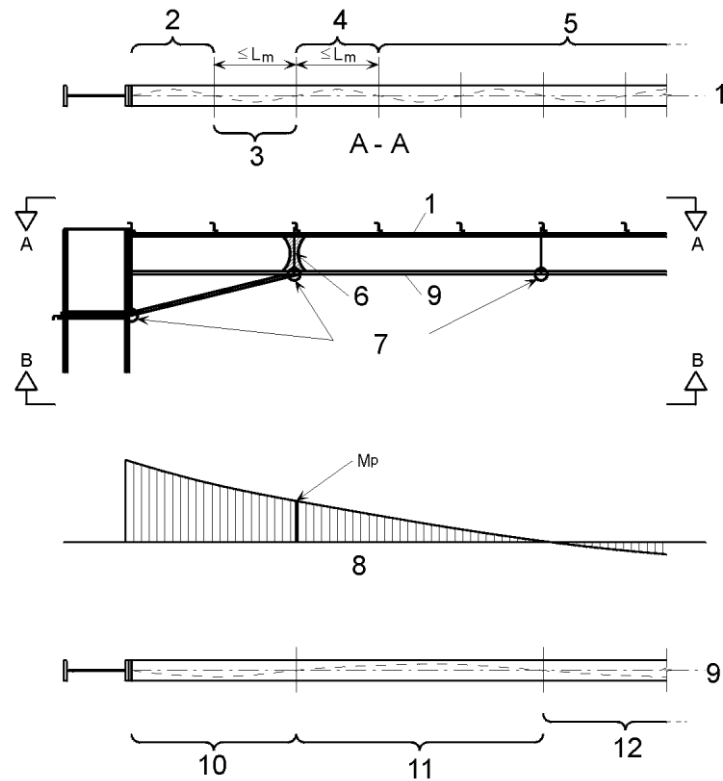
NOTE: In general L_s is greater than L_m .



1 – розтягнута полиця;
2 – стійка довжина ділянки з пластичним шарніром (дивись ВВ.3.1.1);
3 – переріз у пружній стадії (дивись 6.3);
4 – пластичний шарнір;
5 – розкріплення;
6 – епюра згинальних моментів;
7 – стиснута полиця;
8 – переріз у пластичній стадії з розкріпленою розтягнутою полицею, стійка довжина дорівнює L_s (дивись ВВ.3.1.2, рівняння (ВВ.7) або (ВВ.8));
9 – переріз у пружній стадії з розкріпленою розтягнутою полицею (дивись 6.3) χ і χ_{LT} з N_{cr} і M_{cr} з урахуванням розкріплення розтягнутої полиці.

1 – tension flange;
2 – plastic stable length (see BB.3.1.1);
3 – elastic section (see 6.3);
4 – plastic hinge;
5 – restraints;
6 – bending moment diagram;
7 – compression flange;
8 – plastic with tension flange restraint, stable length = L_s (see BB.3.1.2, equation (BB.7) or (BB.8));
9 – elastic with tension flange restraint (see 6.3), χ and χ_{LT} from N_{cr} and M_{cr} including tension flange restraint.

Рисунок ВВ.1 До перевірки елементів без вутів
Figure BB.1 Checks in a member without a haunch

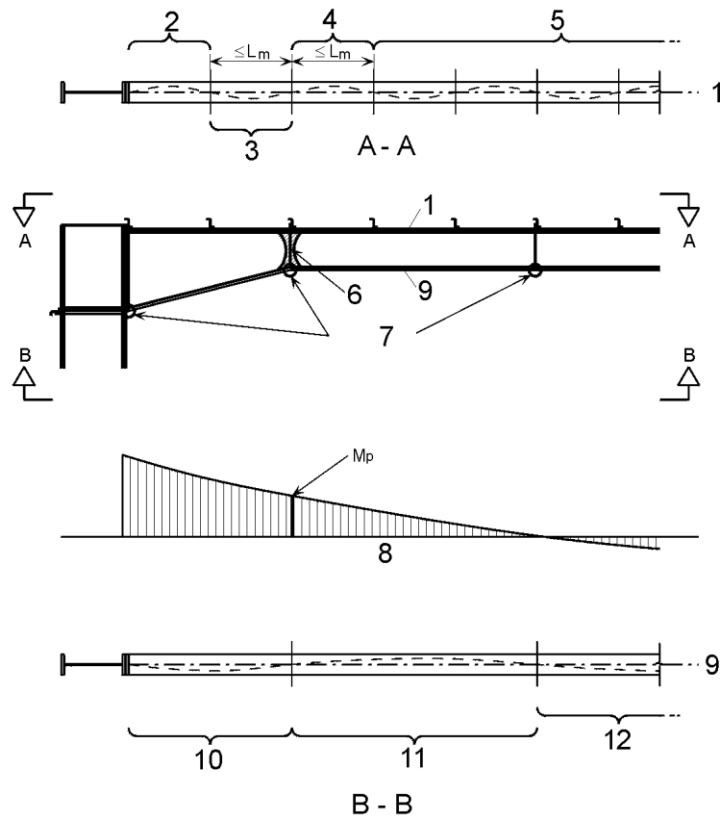


B - B

- 1 – розтягнута полиця;
- 2 – переріз у пружній стадії (дивись 6.3);
- 3 – стійка довжина ділянки з пластичним шарніром (дивись BB.3.2.1) або без нього (дивись 6.3.5.3(2)B);
- 4 – стійка довжина ділянки з пластичним шарніром (дивись BB.3.1.1);
- 5 – переріз у пружній стадії (дивись 6.3);
- 6 – пластичний шарнір;
- 7 – розкріплення;
- 8 – епюра згинальних моментів;
- 9 – стиснута полиця;
- 10 – стійка довжина ділянки з пластичним шарніром (дивись BB.3.2) або без нього (дивись 6.3.5.3(2)B);
- 11 – стійка довжина ділянки з пластичним шарніром (дивись BB.3.1.2);
- 12 – переріз у пружній стадії (дивись 6.3) χ і χ_{LT} з N_{cr} і M_{cr} з урахуванням розкріплення розтягнутої полиці

- 1 – tension flange;
- 2 – elastic section (see 6.3);
- 3 – plastic stable length (see BB.3.2.1) or elastic (see 6.3.5.3(2)B);
- 4 – plastic stable length (see BB.3.1.1);
- 5 – elastic section (see 6.3);
- 6 – plastic hinge;
- 7 – restraints;
- 8 – bending moment diagram;
- 9 – compression flange;
- 10 – plastic stable length (see BB.3.2) or elastic (see 6.3.5.3(2)B);
- 11 plastic stable length (see BB.3.1.2);
- 12 elastic section (see 6.3), χ and χ_{LT} from N_{cr} and M_{cr} including tension flange restraint.

Рисунок BB.2 До перевірки елемента з вутом із трьома полицями
Figure BB.2 Checks in a member with a three flange haunch



- 1 – розтягнута полиця;
2 – переріз у пружній стадії (дивись 6.3);
3 – стійка довжина ділянки з пластичним шарніром (дивись BB.3.2.1);
4 – стійка довжина ділянки з пластичним шарніром (дивись BB.3.1.1);
5 – переріз у пружній стадії (дивись 6.3);
6 – пластичний шарнір;
7 – розкріплення;
8 – епюра згинальних моментів;
9 – стиснута полиця;
10 – стійка довжина ділянки з пластичним шарніром (дивись BB.3.2);
11 – стійка довжина ділянки з пластичним шарніром (дивись BB.3.1.2);
12 – переріз у пружній стадії (дивись 6.3) χ і χ_{LT} з N_{cr} і M_{cr} з урахуванням закріплення розтягнутої полиці.

- 1 – tension flange;
2 – elastic section (see 6.3);
3 – plastic stable length (see BB.3.2.1);
4 – plastic stable length (see BB.3.1.1);
5 – elastic section (see 6.3);
6 – plastic hinge;
7 – restraints;
8 – bending moment diagram;
9 – compression flange;
10 – plastic stable length (see BB.3.2);
11 – plastic stable length (see BB.3.1.2);
12 – elastic section (see 6.3), χ and χ_{LT} from N_{cr} and M_{cr} including tension flange restraint.

Рисунок BB.3 До перевірки елемента із вутом з двома полицями
Figure BB.3 Checks in a member with a two flange haunch

BB.3.1.2 Стійка довжина між розкріпленнями від кручення

(1)В Впливами втрати стійкості за згинально-крутильною формою для елементів, що підлягають дії постійного момента, можна нехтувати, якщо довжина L ділянки елемента між розкріпленим перерізом у місці розташування пластичного шарніра і суміжним розкріпленням від кручення не перевищує L_k за умови, що:

- елемент розкріплений у пластичному шарнірі згідно з вимогами 6.3.5 і

BB.3.1.2 Stable length between torsional restraints

(1)B Lateral torsional buckling effects may be ignored where the length L of the segment of a member between the restrained section at a plastic hinge location and the adjacent torsional restraint subject to a constant moment is not greater than L_k , provided that

- the member is restrained at the hinge as required by 6.3.5 and

– є одне або більше проміжних розкріплень від поперечного зміщення, розташованих на ділянці між розкріпленнями від кручення на відстані, що задовольняє вимоги для L_m , дивись BB.3.1.1, де:

$$L_k = \frac{\left(5,4 + \frac{600 f_y}{E}\right) \left(\frac{h}{t_f}\right) i_z}{\sqrt{5,4 \left(\frac{f_y}{E}\right) \left(\frac{h}{t_f}\right)^2 - 1}}. \quad (\text{BB.6})$$

(2)В Впливами втрати стійкості за згинально-крутильною формою для елементів, що підлягають дії осевого стиску і згину з лінійною зміною моментів, можна нехтувати, якщо довжина L ділянки елемента між розкріпленням перерізом у місці розташування пластичного шарніра і суміжним розкріпленням від кручення не перевищує L_s за умови, що:

- елемент розкріплений у пластичному шарнірі згідно з вимогами 6.3.5;
- є одне або більше проміжних розкріплень від поперечного зміщення, розташованих на ділянці між розкріпленнями від кручення на відстані, що задовольняє вимоги для L_m , дивись BB.3.1.1, де:

$$L_s = \sqrt{C_m} L_k \left(\frac{M_{pl,y,Rk}}{M_{N,y,Rk} + a N_{Ed}} \right), \quad (\text{BB.7})$$

де C_m – поправковий коефіцієнт для моменту, що лінійно змінюється, дивись BB.3.3.1;

a – відстань між центром ваги перерізу елемента з пластичним шарніром і центром ваги елементів розкріплення;

$M_{pl,y,Rk}$ – характеристичний опір поперечного перерізу на згин відносно осі $y - y$ у пластичній стадії;

$M_{N,y,Rk}$ – характеристичний опір поперечного перерізу на згин відносно осі $y - y$ у пластичній стадії, зменшений внаслідок дії осевої сили N_{Ed} .

(3)В Впливами втрати стійкості за згинально-крутильною формою для елементів, що підлягають дії осевого стиску і згину з нелінійною зміною моментів, можна нехтувати, якщо довжина L ділянки елемента між розкріпленням перерізом у місці розташування пластичного шарніра і

– there are one or more intermediate lateral restraints between the torsional restraints at a spacing that satisfies the requirements for L_m , see BB.3.1.1, where

(2)B Lateral torsional buckling effects may be ignored where the length L of the segment of a member between the restrained section at a plastic hinge location and the adjacent torsional restraint subject to a linear moment gradient and axial compression is not greater than L_s , provided that

- the member is restrained at the hinge as required by 6.3.5 and
- there are one or more intermediate lateral restraints between the torsional restraints at a spacing that satisfies the requirements for L_m , see BB.3.1.1, where

C_m is the modification factor for linear moment gradient, see BB.3.3.1

a is the distance between the centroid of the member with the plastic hinge and the centroid of the restraint members

$M_{pl,y,Rk}$ is the characteristic plastic moment resistance of the cross section about the $y - y$ axis

$M_{N,y,Rk}$ is the characteristic plastic moment resistance of the cross section about the $y - y$ axis with reduction due to the axial force N_{Ed} .

(3)B Lateral torsional buckling effects may be ignored where the length L of a segment of a member between the restrained section at a plastic hinge location and the adjacent torsional restraint subject to a non linear moment gradient and axial compression is not greater than L_s , provided that

суміжним розкріпленням від кручення не перевищує L_s за умови, що:

- елемент розкріплений в пластичному шарнірі згідно з вимогами 6.3.5;
- є одне або більше проміжних розкріплювань від поперечного зміщення, розташованих на ділянці між розкріпленнями від кручення на відстані, що задовольняє вимоги для L_m , дивись BB.3.1.1

$$L_s = \sqrt{C_n} L_k, \quad (\text{BB.8})$$

де C_n – поправковий коефіцієнт для моменту, що змінюється нелінійно, дивись BB.3.3.2, рисунок BB.1, рисунок BB.2 та рисунок BB.3.

- the member is restrained at the hinge as required by 6.3.5 and
- there are one or more intermediate lateral restraints between the torsional restraints at a spacing that satisfies the requirements for L_m , see BB.3.1.1

C_n is the modification factor for non-linear moment gradient, see BB.3.3.2, see Figure BB.1, Figure BB.2 and Figure BB.3.

BB.3.2 Елементи з вутами або елементи змінної висоти, виконані з прокатних перерізів або еквівалентних зварних двотаврових перерізів

BB.3.2 Haunched or tapered members made of rolled sections or equivalent welded I-sections

BB.3.2.1 Стійка довжина між суміжними розкріпленнями від поперечного зміщення

BB.3.2.1 Stable length between adjacent lateral restraints

(1)В Впливами втрати стійкості за згинально-крутильною формою можна знехтувати, якщо довжина L ділянки елемента між розкріпленим перерізом у місці розташування пластичного шарніра і суміжним розкріпленням від поперечного зміщення не перевищує L_m , де

(1)B Lateral torsional buckling effects may be ignored where the length L of the segment of a member between the restrained section at a plastic hinge location and the adjacent lateral restraint is not greater than L_m , where

- для вутів із трьома полицями (див. рисунок BB.2)

- for three flange haunches (see Figure BB.2)

$$L_m = \frac{38i_z}{\sqrt{\frac{1}{57,4} \left(\frac{N_{Ed}}{A} \right) + \frac{1}{756C_1^2} \left(\frac{W_{pl,y}^2}{AI_t} \right) \left(\frac{f_y}{235} \right)^2}}; \quad (\text{BB.9})$$

- для вутів із двома полицями (дивись рисунок BB.3)

- for two flange haunches (see Figure BB.3)

$$L_m = 0,85 \frac{38i_z}{\sqrt{\frac{1}{57,4} \left(\frac{N_{Ed}}{A} \right) + \frac{1}{756C_1^2} \left(\frac{W_{pl,y}^2}{AI_t} \right) \left(\frac{f_y}{235} \right)^2}}, \quad (\text{BB.10})$$

де:

N_{Ed} – розрахункове значення зусилля стиску в елементі, Н;

$\frac{W_{pl,y}^2}{AI_t}$ – максимальне значення на ділянці;

where:

N_{Ed} is the design value of the compression force [N] in the member;

$\frac{W_{pl,y}^2}{AI_t}$ is the maximum value in the segment;

A – площа поперечного перерізу, де $W_{pl,y}^2/AI_t$ є максимальним для елемента змінної висоти, мм²;

$W_{pl,y}$ – пластичний момент опору перерізу елемента;

I_t – момент інерції поперечного перерізу елемента при вільному крученні;

f_y – межа текучості, Н/мм²;

i_z – мінімальне значення радіуса інерції перерізу на ділянці елемента за умови, що елемент є розкріпленим у місці розташування пластичного шарніра згідно з вимогами 6.3.5 і інший кінець ділянки розкріплений:

- від поперечного зміщення стиснутої полиці, де одна полиця є стиснутою вздовж усієї довжини ділянки;
- або від кручення;
- або від поперечного зміщення на кінці ділянки і від кручення елемента на відстані, що задовольняє вимоги для L_s .

BB.3.2.2 Стійка довжина між розкріпленнями від кручення

(1)В Для елементів змінної за довжиною перерізу з полицями постійного перерізу, що підлягають дії осевого стиску і згину з лінійною або нелінійною зміною моменту впливами втрати стійкості за згинально-крутильною формою можна зрухувати, якщо довжина L ділянки елемента між закріпленим перерізом у місці розташування пластичного шарніра і суміжним розкріпленням від кручення не перевищує L_s за умови, що:

- елемент розкріплений у пластичному шарнірі згідно з вимогами 6.3.5 і
- є одне або більше проміжних розкріплень від поперечного зміщення, розташованих на ділянці між розкріпленнями від кручення на відстані, що задовольняє вимоги для L_m , дивись BB.3.2.1, де
- для вутів із трьома полицями (дивись рисунок BB.2):

$$L_s = \frac{\sqrt{C_n} L_k}{c}; \quad (\text{BB.11})$$

- для вутів із двома полицями (дивись рисунок BB.3):

A is the cross sectional area [mm²] at the location where $\frac{W_{pl,y}^2}{AI_t}$ is a maximum of the

tapered member;

$W_{pl,y}$ is the plastic section modulus of the member;

I_t is the torsional constant of the member;

f_y is the yield strength in [N/mm²];

i_z is the minimum value of the radius of gyration in the segment provided that the member is restrained at the hinge as required by 6.3.5 and that the other end of segment is restrained:

- either by a lateral restraint to the compression flange where one flange is in compression throughout the length of the segment;
- or by a torsional restraint;
- or by a lateral restraint at the end of the segment and a torsional restraint to the member at a distance that satisfies the requirements for L_s .

BB.3.2.2 Stable length between torsional restraints

(1)B For non uniform members with constant flanges under linear or non-linear moment gradient and axial compression, lateral torsional buckling effects may be ignored where the length L of the segment of a member between the restrained section at a plastic hinge location and the adjacent torsional restraint is not greater than L_s , provided that:

- the member is restrained at the hinge as required by 6.3.5 and
- there are one or more intermediate lateral restraints between the torsional restraints at a spacing that satisfies the requirements for L_m , see BB.3.2.1, where
- for three flange haunches (see Figure BB.2)

- for two flange haunches (see Figure BB.3)

$$L_s = 0,85 \frac{\sqrt{C_n} L_k}{c}, \quad (\text{BB.12})$$

де:

L_k – довжина, одержана для елемента з постійним поперечним перерізом, рівним мінімальному перерізу елемента змінної висоти, дивись ВВ.3.1.2;

C_n – дивись ВВ.3.3.2;

c – коефіцієнт звуження, що визначається в ВВ.3.3.3.

where:

L_k is the length derived for a uniform member with a cross-section equal to the shallowest section, see ВВ.3.1.2;

C_n see ВВ.3.3.2;

c is the taper factor defined in ВВ.3.3.3.

ВВ.3.3 Поправкові коефіцієнти для змінних моментів в елементах, що розкріплені від поперечного зміщення вздовж розтягнутої полиці

ВВ.3.3 Modification factors for moment gradients in members laterally restrained along the tension flange

ВВ.3.3.1 Лінійні зміни моментів

ВВ.3.3.1 Linear moment gradients

(1)В Поправковий коефіцієнт C_m можна визначити з

(1)В The modification factor C_m may be determined from

$$C_m = \frac{1}{B_0 + B_1 \beta_t + B_2 \beta_t^2}, \quad (\text{BB.13})$$

в якій

in which

$$B_0 = \frac{1+10\eta}{1+20\eta};$$

$$B_1 = \frac{5\sqrt{\eta}}{\pi + 10\sqrt{\eta}};$$

$$B_2 = \frac{0,5}{1 + \pi\sqrt{\eta}} - \frac{0,5}{1 + 20\eta};$$

$$\eta = \frac{N_{crE}}{N_{crT}};$$

$$N_{crE} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_t^2};$$

L_t – відстань між розкріпленням від кручення;

L_t is the distance between the torsional restraints;

$$N_{crT} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_z a^2}{L_t^2} + \frac{\pi^2 EI_w}{L_t^2} + GI_t \right)$$

– критична сила для крутильної форми втрати стійкості в пружній стадії для двотаврового перерізу між розкріпленнями обох полиць на відстані L_t і проміжними розкріпленнями розтягнутої полиці від поперечного зміщення;

is the elastic critical torsional buckling force for an I-section between restraints to both flanges at spacing L_t with intermediate lateral restraints to the tension flange;

$$i_s^2 = i_y^2 + i_z^2 + a^2,$$

де:

a – відстань між центром ваги перерізу елемента і центром ваги елементів розкріплення, таких як прогони, що розкріплюють ригелі;

β_t – відношення алгебраїчно меншого кінцевого моменту до більшого кінцевого моменту. Моменти, які викликають стиск у нерозкріпленій полиці, слід приймати позитивними. Якщо це відношення є меншим за $-1,0$, тоді значення β необхідно приймати як $-1,0$, дивись рисунок ВВ.4.

where:

a is the distance between the centroid of the member and the centroid of the restraining members, such as purlins restraining rafters

β_t is the ratio of the algebraically smaller end moment to the larger end moment. Moments that produce compression in the non-restrained flange should be taken as positive. If the ratio is less than $-1,0$ the value of β_t should be taken as $-1,0$, see Figure ВВ.4.

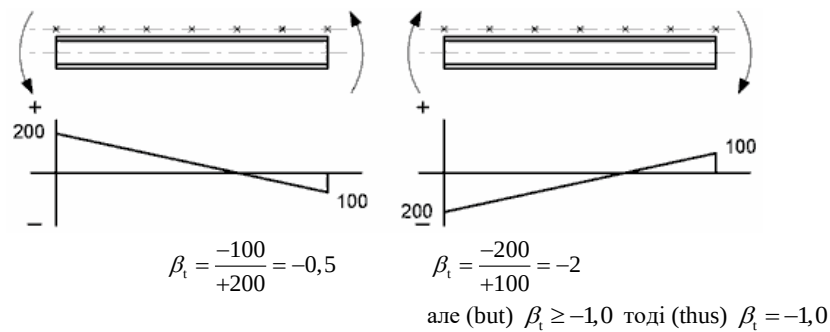


Рисунок ВВ.4 Значення β_t
Figure ВВ.4 Value of β_t

ВВ.3.3.2 Нелінійні розподіли моментів

ВВ.3.3.2 Non linear moment gradients

(1)В Поправковий коефіцієнт C_n можна визначити з

(1)В The modification factor C_n may be determined from

$$C_n = \frac{12}{\left[R_1 + 3R_2 + 4R_3 + 3R_4 + R_5 + 2(R_S - R_E) \right]}, \quad (\text{ВВ.14})$$

де R_1, R_5 – значення R відповідно до (2)В на кінцях, у чвертях і в середині довжини, дивись рисунок ВВ.5, потрібно враховувати тільки позитивні значення R .

in which R_1 to R_5 are the values of R according to (2)В at the ends, quarter points and mid-length, see Figure ВВ.5, and only positive values of R should be included.

Додатково враховуються тільки позитивні значення $(R_S - R_E)$, де:

In addition, only positive values of $(R_S - R_E)$ should be included, where:

- R_E більше з R_1 або R_5 ;
- R_S максимальне значення R будь-де по довжині L_y .

- R_E is the greater of R_1 or R_5 ;
- R_S is the maximum value of R anywhere in the length L_y .

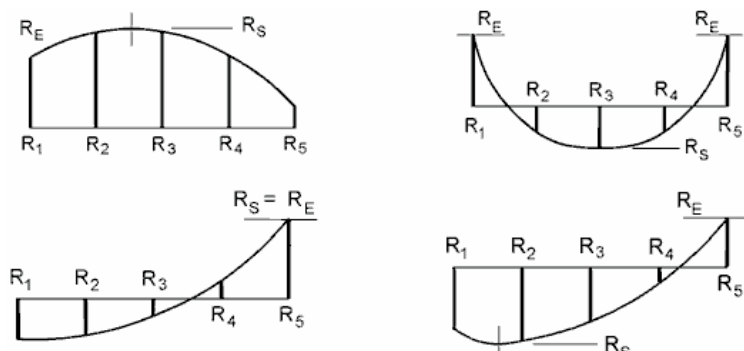


Рисунок ВВ.5 Відношення моментів
Figure ВВ.5 Moment ratios

(2)В Значення R необхідно отримувати з:

(2)В The value of R should be obtained from:

$$R = \frac{M_{y,Ed} + aN_{Ed}}{f_y W_{pl,y}}, \quad (\text{ВВ.15})$$

де a – відстань між центром ваги перерізу елемента і центром ваги елементів розкріплення, таких як прогони, що розкріплюють ригелі.

where a is the distance between the centroid of the member and the centroid of the restraining members, such as purlins restraining rafters.

ВВ.3.3.3 Коефіцієнт звуження

ВВ.3.3.3 Taper factor

(1)В Для елементів змінного за довжиною перерізу і полицями постійного перерізу, для яких $h \geq 1,2b$ і $h/t_f \geq 20$, коефіцієнт звуження c необхідно отримувати як наводиться нижче:

(1)В For a non uniform member with constant flanges, for which $h \geq 1,2b$ and $h/t_f \geq 20$ the taper factor c should be obtained as follows:

– для елементів або ділянок змінної висоти, дивись рисунок ВВ.6а):

– for tapered members or segments, see Figure ВВ.6а):

$$c = 1 + \frac{3}{\left(\frac{h}{t_f} - 9\right)} \left(\frac{h_{\max}}{h_{\min}} - 1\right)^{2/3}; \quad (\text{ВВ.16})$$

– для елементів із вутами або їх ділянок, дивись рисунки ВВ.6b) і ВВ.6c):

– for haunched members or segments, see Figures ВВ.6b) and ВВ.6c):

$$c = 1 + \frac{3}{\left(\frac{h}{t_f} - 9\right)} \left(\frac{h_h}{h_s} - 1\right)^{2/3} \sqrt{\frac{L_h}{L_y}}, \quad (\text{ВВ.17})$$

де:

h_h – додаткова висота вута або звуження, дивись рисунок ВВ.6;

$h_{\max}$ – максимальна висота поперечного перерізу в межах довжини L_y , дивись рисунок ВВ.6;

$h_{\min}$ – мінімальна висота поперечного перерізу в межах довжини L_y , дивись рисунок ВВ.6;

h_s – вертикальна висота частини перерізу без вута, дивись рисунок ВВ.6;

L_h – довжина вута в межах довжини L_y , дивись рисунок ВВ.6;

L_y – відстань між точками розкріплення стиснутої полиці від поперечного зміщення.

(h/t_f) приймається за найменшим перерізом.

where

h_h is the additional depth of the haunch or taper, see Figure ВВ.6;

$h_{\max}$ is the maximum depth of cross-section within the length L_y , see Figure ВВ.6;

$h_{\min}$ is the minimum depth of cross-section within the length L_y , see Figure ВВ.6;

h_s is the vertical depth of the un-haunched section, see Figure ВВ.6;

L_h is the length of haunch within the length L_y , see Figure ВВ.6;

L_y is the length between points at which the compression flange is laterally restrained.

(h/t_f) is to be derived from the shallowest section.

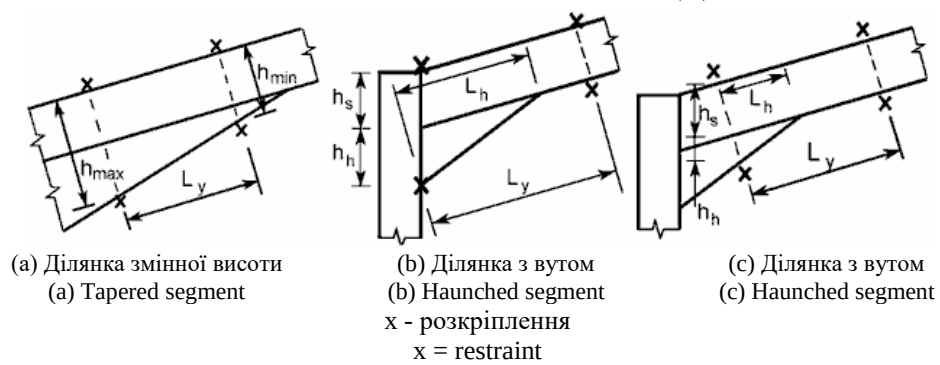


Рисунок ВВ.6 Розміри для визначення коефіцієнта звуження
Figure ВВ.6 Dimensions defining taper factor

Додаток НА
(довідковий)

**Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС,
посилання на які є в EN 1993-1-1:2005**

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 10025-1	IDT	ДСТУ EN 10025-1:2007 Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 1. Загальні технічні умови постачання (EN 10025-1:2004, IDT)
EN 10025-2	IDT	ДСТУ EN 10025-2:2007 Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 2. Технічні умови постачання нелегованих конструкційних сталей (EN 10025-2:2004, IDT)
EN 10025-3	IDT	ДСТУ EN 10025-3:2007 Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 3. Технічні умови постачання зварюваних дрібнозернистих конструкційних сталей, підданих нормалізації або нормалізувальному прокатуванню (EN 10025-3:2004, IDT)
EN 10025-4	IDT	ДСТУ EN 10025-4:2007 Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 4. Технічні умови постачання термомеханічнооброблених зварюваних дрібнозернистих сталей (EN 10025-4:2004, IDT)
EN 10025-5	IDT	ДСТУ EN 10025-5:2007 Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 5. Технічні умови постачання конструкційних сталей з підвищеною тривкістю до атмосферної корозії (EN 10025-5:2004, IDT)
EN 10025-6	IDT	ДСТУ EN 10025-6:2007 Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 6. Технічні умови постачання плоских виробів з конструкційної сталі з високою границею плинності в загартованому та відпущеному стані (EN 10025-6:2004, IDT)
EN 10210-1	IDT	ДСТУ EN 10210-1:2009 Профілі порожнисті гарячого оброблення з

		нелегованих і дрібнозернистих сталей для конструкцій. Частина 1. Технічні умови постачання (EN 10210-1:2006, IDT)
EN 10219-1	IDT	ДСТУ EN 10219-1:2009 Профілі порожнисті зварні холодного формування з нелегованих і дрібнозернистих сталей для конструкцій. Частина 1. Технічні умови постачання (EN 10219-1:2006, IDT)

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 1993-1-1:2005/AC

April 2010

ICS 91.010.30

English Version

Eurocode 3: Design of steel structures
Part 1-1: General rules and rules for buildings

Eurocode 3: Calcul des structures en acier
Partie 1-1: Règles générales et règles
pour les bâtiments

Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion
von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine
Bemessungsregeln und Regeln für den
Hochbau

This corrigendum becomes effective on 15 April 2009 for incorporation in the three official language versions of the EN.

Ce corrigendum prendra effet le 15 avril 2009 pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de la EN.

Die Berichtigung tritt am 15 April 2009 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

© 2009 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members.

Ref. No.: EN 1993-1-1:2005/AC:2009 D/E/F

ICS 91.010.30; 91.080.10

(Український переклад англomовної версії)

Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій
Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд

Дана поправка вступає в силу з 15 квітня 2009 року і вноситься у три офіційні мовні версії EN.



ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦІЇ

Адміністративний центр: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

© 2009 CEN Усі права на використання у будь-якій формі та будь-яким чином у всьому світі зберігаються для національних членів CEN

Ref. No.: EN 1993-1-1:2005/AC:2009 D/E/F

1 Зміна до Підрозділів 2, 3, 4, 5 та 6

Внести корективу, додаючи "P" після номеру підрозділу та замінити дієслово "повинно" на "може" в разі потреби. Внесення змін засвідчується підкресленням, як це вказано.

2 "2.1.1 Основні вимоги"

"(1)P Проектування сталевих конструкцій слід здійснювати відповідно до загальних правил, наведених в EN 1990."

3 "2.1.3.1 Загальні положення"

"(1)P Залежно від виду дій, що впливають на довговічність і розрахунковий термін експлуатації (дивись EN 1990), металеві конструкції необхідно:"

4 "2.1.3.2 Розрахунковий термін служби будівель і споруд"

"(1)P,B Розрахунковий термін експлуатації слід приймати рівним періоду, впродовж якого будівлю передбачається використувати за її призначенням."

5 "2.1.3.3 Довговічність будівель та споруд"

"(1)P,B Для забезпечення довговічності будівлі та їх елементів необхідно або розраховувати на дії навколишнього середовища і втому, якщо вона має місце, або захищати їх від цих дій."

"(2)P,B Впливи старіння матеріалу, корозії або втоми, якщо вони мають місце, необхідно враховувати шляхом належного вибору матеріалів, дивись EN 1993-1-4 і EN 1993-1-10, і деталей, дивись EN 1993-1-9, або шляхом конструктивного запасу і вибору відповідної системи захисту від корозії."

6 "2.4.1 Розрахункові значення властивостей матеріалів"

"(1)P При проектуванні сталевих конструкцій характеристичне значення X_K або номі-

1 Modifications to Clauses 2, 3, 4, 5 and 6

The corrections are to add a "P" after the clause number and change "should" to "shall" where appropriate. The corrections are underlined as shown.

2 "2.1.1 Basic requirements"

"(1)P The design of steel structures shall be in accordance with the general rules given in EN 1990."

3 "2.1.3.1 General"

"(1)P Depending upon the type of action affecting durability and the design working life (see EN 1990) steel structures shall be:"

4 "2.1.3.2 Design working life for buildings"

"(1)P,B The design working life shall be taken as the period for which a building structure is expected to be used for its intended purpose."

5 "2.1.3.3 Durability for buildings"

"(1)P,B To ensure durability, buildings and their components shall either be designed for environmental actions and fatigue if relevant or else protected from them."

"(2)P,B The effects of deterioration of material, corrosion or fatigue where relevant shall be taken into account by appropriate choice of material, see EN 1993-1-4 and EN 1993-1-10, and details, see EN 1993-1-9, or by structural redundancy and by the choice of an appropriate corrosion protection system."

6 "2.4.1 Design values of material properties"

"(1)P For the design of steel structures characteristic values X_K or nominal values X_n

нальні значення X_n властивостей матеріалів слід застосовувати, як зазначено у цьому Єврокодi."

7 "3.2.3 Крихке руйнування"

"(1)P Матеріал повинен мати достатню в'язкість руйнування, щоб виключити крихке руйнування розтягнутих елементів при очікуваній найнижчій температурі експлуатації, що може трапитися протягом передбачуваного розрахункового терміну служби конструкції."

8 "4 Довговічність"

"(2)P Способи виконання захисної обробки, здійснювані поза будівельним майданчиком і на будівельному майданчику, повинні відповідати EN 1090."

"(5)P Для елементів, які не можуть бути обстежені, слід передбачати відповідний припуск на корозійний знос."

9 "5.1.1 Моделювання конструкції та основні припущення"

"(1)P Розрахунок повинен ґрунтуватися на розрахункових моделях конструкції, які відповідають граничному стану, що розглядаються."

"(3)P Метод, використовуваний для розрахунку, повинен бути сумісним із розрахунковими припущеннями."

10 "6.2.1 Загальні положення"

"(1)P Розрахункове значення діючого впливу в будь-якому поперечному перерізі не повинне перевищувати відповідний розрахунковий опір. Якщо діє одночасно кілька впливів, то сумісний вплив від них не повинен перевищувати опір для такої комбінації."

11 "6.2.3 Розтяг"

"(1)P Розрахункова величина сили натягу N_{Ed} у кожному поперечному перерізі буде забезпечена:"

of material properties shall be used as indicated in this Eurocode."

7 "3.2.3 Fracture toughness"

"(1)P The material shall have sufficient fracture toughness to avoid brittle fracture of tension elements at the lowest service temperature expected to occur within the intended design life of the structure."

8 "4 Durability"

"(2)P The means of executing the protective treatment undertaken off-site and on-site shall be in accordance with EN 1090."

"(5)P For elements that cannot be inspected an appropriate corrosion allowance shall be included."

9 "5.1.1 Structural modelling and basic assumptions"

"(1)P Analysis shall be based upon calculation models of the structure that are appropriate for the limit state under consideration."

"(3)P The method used for the analysis shall be consistent with the design assumptions."

10 "6.2.1 General"

"(1)P The design value of an action effect in each cross section shall not exceed the corresponding design resistance and if several action effects act simultaneously the combined effect shall not exceed the resistance for that combination."

11 "6.2.3 Tension"

"(1)P The design value of the tension force N_{Ed} at each cross section shall satisfy:"

12 "6.2.4 Стиск"

"(1)P Розрахункове значення стискаючої сили N_{Ed} в кожному поперечному перерізі повинно задовольняти:"

13 "6.2.5 Згинальний момент"

"(1)P Розрахункове значення згинального моменту M_{Ed} в кожному поперечному перерізі повинно задовольняти:"

14 "6.2.6 Перерізувальна сила"

"(1)P Розрахункове значення перерізувальної сили V_{Ed} у будь-якому поперечному перерізі повинно задовольняти:"

15 "6.2.9.1 Поперечні перерізи класів 1 та 2 "

"(2)P Для поперечних перерізів класів 1 і 2 повинна виконуватися наступна умова:"

16 "6.2.9.2 Поперечні перерізи класу 3"

"(1)P За відсутності перерізувальної сили, для поперечних перерізів класу 3 максимальне поздовжнє напруження повинно задовольняти умову:"

17 "6.2.9.3 Поперечні перерізи класу 4"

"(1)P За відсутності перерізувальної сили, для поперечних перерізів класу 4 максимальне поздовжнє напруження $\sigma_{x,Ed}$, обчислене з використанням ефективних поперечних перерізів (дивись 5.5.2(2)), повинно задовольняти умову:"

18 Зміна до "Національного Додатку до EN 1993-1-1"

1st пункт, замінити "сталеві конструкції, які будуть побудовані" на: "сталеві конструкції"

12 "6.2.4 Compression"

"(1)P The design value of the compression force N_{Ed} at each cross-section shall satisfy:"

13 "6.2.5 Bending moment"

"(1)P The design value of the bending moment M_{Ed} at each cross-section shall satisfy: "

14 "6.2.6 Shear"

"(1)P The design value of the shear force V_{Ed} at each cross section shall satisfy:"

15 "6.2.9.1 Class 1 and 2 cross-sections"

"(2)P For class 1 and 2 cross sections, the following criterion shall be satisfied: "

16 "6.2.9.2 Class 3 cross-sections"

"(1)P In the absence of shear force, for Class 3 cross-sections the maximum longitudinal stress shall satisfy the criterion:"

17 "6.2.9.3 Class 4 cross-sections"

"(1)P In the absence of shear force, for Class 4 cross-sections the maximum longitudinal stress $\sigma_{x,Ed}$ calculated using the effective cross sections (see 5.2.2(2)) shall satisfy the criterion"

18 Modification to "National Annex for EN 1993-1-1"

1st paragraph, change "of steel structures to be constructed" into: "of steel structures and civil"

та цивільні будівельні роботи, які будуть побудовані".

19 Зміна до 1.1.1

Пункт "(6)", Змінити назву частини EN 1993-1-3 "Холодноформовані тонкостінних елементів та листи" на: "Холодно формовані елементи та обшивка".

20 Зміна до 1.1.2

Пункт "(1)", "ПРИМІТКА", замінити "Для холодноформованих тонкостінних елементів і профільованих листів завтовшки $t < 3$ мм дивись EN 1993-1-3" на: "Для холодноформованих елементів і листів, див. EN 1993-1-3".

21 Зміна до 1.2.1

Змінити "EN 1461" на: "EN ISO 1461".

22 Зміна до 1.5.6

Замінити «опір вигину» на «критичне навантаження вигину»

23 Зміна до 1.6

Пункт "(2)", "Розділ 2", замінити " X_k " на: " X_k ".

Пункт "(2)", "Розділ 3", замінити " R_{eh} " на: " R_{eH} ".

Пункт "(2)", "Розділ 5", замінити:

" H_{ed} розрахункове значення горизонтальної реакції в нижній частині поверху від горизонтальних навантажень і фіктивних горизонтальних сил"

на:

" H_{ed} сукупне розрахункове горизонтальне навантаження, включаючи еквівалентні сили, що передаються поверхом (поверхове зміщення)".

Пункт "(2)", "Розділ 5", замінити:

" V_{ed} сумарне розрахункове вертикальне навантаження на конструкцію в нижній

engineering works to be constructed".

19 Modification to 1.1.1

Paragraph "(6)", change title of part EN 1993-1-3 "Cold-formed thin gauge members and sheeting" into: "Cold-formed members and sheeting".

20 Modification to 1.1.2

Paragraph "(1)", "NOTE", change "For cold formed thin gauge members and plate thicknesses $t < 3$ mm see EN 1993-1-3" into: "For cold formed members and sheeting, see EN 1993-1-3".

21 Modification to 1.2.1

Change "EN 1461" into: "EN ISO 1461".

22 Modification to 1.5.6

Change "buckling resistance" into: "critical buckling load".

23 Modifications to 1.6

Paragraph "(2)", "Section 2", change " X_k " into: " X_k ".

Paragraph "(2)", "Section 3", change " R_{eh} " into: " R_{eH} ".

Paragraph "(2)", "Section 5", change:

" H_{ed} design value of the horizontal reaction at the bottom of the storey to the horizontal loads and fictitious horizontal loads"

into:

" H_{ed} total design horizontal load, including equivalent forces transferred by the storey (storey shear) "

Paragraph "(2)", "Section 5", change:

" V_{ed} total design vertical load on the structure on the bottom of the storey"

частині поверху"

на:

" V_{ed} сукупне розрахункове вертикальне навантаження, що діє на каркас поверху (тиск на поверху)."

Пункт "(2)", "Розділ 5", , замінити:

" $\alpha_{ult,k}$ мінімальний коефіцієнт збільшення сили для досягнення характеристичного опору без урахування втрати стійкості"

на:

" $\alpha_{ult,k}$ мінімальне зусилля для розрахункового навантаження до досягнення характеристичного опору найбільш критичного поперечного перерізу конструктивного елементу, при його роботі у площині без урахування згинальної чи згинально-крутильної форм втрати стійкості; в цьому випадку враховуються всі ефекти, що виникають внаслідок площинної геометричної деформації та недосконалостей, як глобальних, так і локальних, залежно від ситуації"

Пункт "(2)", "Розділ 5", визначення для " α_{cr} ", замінити "в пружній стадії" на: "в пружній стадії навантаження

Пункт "(2)", "Розділ 5", замінити:

" ϵ коефіцієнт, що залежить ... "

на:

" ϵ фактор, що залежить... ".

Пункт "(2)", "Розділ 5", замінити:

" k_{σ} коефіцієнт втрати стійкості пластини"

на:

" k_{σ} фактор деформації листа".

Пункт "(2)", "Розділ 6", замінити:

into:

" V_{Ed} total design vertical load on the frame transferred by the storey (storey thrust)".

Paragraph "(2)", "Section 5", change:

" $\alpha_{ult,k}$ minimum force amplifier to reach the characteristic resistance without taking buckling into account"

into:

" $\alpha_{ult,k}$ minimum load amplifier of the design loads to reach the characteristic resistance of the most critical cross section of the structural component considering its in plane behaviour without taking lateral or lateral torsional buckling into account however accounting for all effects due to in plane geometrical deformation and imperfections, global and local, where relevant".

Paragraph "(2)", "Section 5", definition for " α_{cr} ", change "elastic critical buckling" into: "elastic critical buckling load".

Paragraph "(2)", "Section 5", change:

" ϵ coefficient depending ... "

into:

" ϵ factor depending... ".

Paragraph "(2)", "Section 5", change:

" k_{σ} plate buckling coefficient"

into:

" k_{σ} plate buckling factor".

Paragraph "(2)", "Section 6", change:

" $V_{pl,Rd}$ розрахунковий опір при дії поперечної сили в пластичній стадії"

на:

" $V_{pl,Rd}$ розрахунковий пластичний опір зрізу

Пункт "(2)", "Розділ 6", додати між "I" та " A_w ":

" A площа поперечного перерізу".

Пункт «(2)», «Розділ 6» замінити:

$T_{t,Ed}$ розрахункове значення внутрішнього кручення за Сен-Венаном

на:

$T_{t,Ed}$ розрахункове значення внутрішнього крутильного моменту за Сен-Венаном

1) Пункт "(2)", "Розділ 6" замінити:

$T_{w,Ed}$ розрахункове значення внутрішнього кручення внаслідок деформації

на:

$T_{w,Ed}$ розрахункове значення внутрішнього крутильного моменту внаслідок деформації

Пункт "(2)", "Розділ 6", замінити:

" B_{ed} бімомент "

на:

" B_{ed} розрахункове значення бімомента".

Пункт "(2)", "Розділ 6", , визначення " $\lambda_{LT,0}$ " та " β ", замінити "для прокатних перерізів" на: "для прокатних та зварних перерізів".

Пункт "(2)", "Розділ 6", визначення " i_{fz} ", замінити " i_{fz} " на: " $i_{f,z}$ ".

Пункт "(2)", "Розділ 6", визначення " ΔM_y ", замінити " ΔM_y " на: " $\Delta M_{y,Ed}$ ".

Пункт "(2)", "Розділ 6", визначення " ΔM_z ", замінити " ΔM_z " на: " $\Delta M_{z,Ed}$ ".

" $V_{pl,Rd}$ plastic design shear resistance"

into:

" $V_{pl,Rd}$ design plastic shear resistance".

Paragraph "(2)", "Section 6", add between "I" and " A_w ":

" A cross-sectional area".

Paragraph "(2)", "Section 6" change:

$T_{t,Ed}$ design value of internal St. Venant torsion

into:

$T_{t,Ed}$ design value of internal St. Venant torsional moment

1) Paragraph "(2)", "Section 6" change:

$T_{w,Ed}$ design value of internal warping torsion

into:

$T_{w,Ed}$ design value of internal warping torsional moment

Paragraph "(2)", "Section 6", change:

" B_{ed} bimoment"

into:

" B_{ed} design value of the bimoment".

Paragraph "(2)", "Section 6", definitions of " $\lambda_{LT,0}$ " and of " β ", change "for rolled sections" into: "for rolled and welded sections".

Paragraph "(2)", "Section 6", definition of " i_{fz} ", change " i_{fz} " into: " $i_{f,z}$ ".

Paragraph "(2)", "Section 6", definition of " ΔM_y ", change " ΔM_y " into: " $\Delta M_{y,Ed}$ ".

Paragraph "(2)", "Section 6", definition of " ΔM_z ", change " ΔM_z " into: " $\Delta M_{z,Ed}$ ".

Ед

Пункт "(2)", "Розділ 6", сторінка 20, визначення " $\alpha_{cr,op}$ ", замінити "критичний опір" на: "критичне деформаційне навантаження".

Пункт "(2)", "Розділ 6", сторінка 21 визначення " M_{Ed}^I ", замінити "максимальний момент" на: "максимальний момент першого порядку".

Пункт "(2)", "Розділ 6", , замінити:

"n кількість площин з'єднувальних планок"

на:

"n кількість площин з'єднувальних планок або рейок"

Пункт "(2)", "Додаток А",, додати наступне визначення між визначеннями " I_y " та " $M_{i,Ed}(x)$ ":

" C_1 співвідношення між критичним згинальним моментом (найбільша величина вповодж елементу) та критична постійна згинального моменту для елементу з шарнірними опорами".

Пункт "(2)", "Додаток В", сторінка 22, визначення " α_s ", додати до визначення: "; s = прогин".

Пункт "(2)", "Додаток В", сторінка 22, визначення " α_h ", додати до визначення: "; h = вигнутість".

24 Зміна до 2.2

Пункт "(1)", замінити "у EN 1990, 3.3 є" на: "у підрозділі 3.3 з EN 1990 є".

25 Зміна до 2.3.1

Пункт "(4)", замінити " G_k як єдине навантаження" на: " G_k для створення єдиного навантаження".

26 Зміна до 2.4.1

Paragraph "(2)", "Section 6", page 20, definition of " $\alpha_{cr,op}$ ", change "critical resistance" into: "critical buckling load".

Paragraph "(2)", "Section 6", page 21, definition of " M_{Ed}^I ", change "maximum moment" into: "maximum first order moment".

Paragraph "(2)", "Section 6", change:

"n number of planes of lacings"

into:

"n number of planes of lacings or battens".

Paragraph "(2)", "Annex A", add the following definition between the definitions of " I_y " and " $M_{i,Ed}(x)$ ":

" C_1 ratio between the critical bending moment (largest value along the member) and the critical constant bending moment for a member with hinged supports".

Paragraph "(2)", "Annex B", page 22, definition of " α_s ", add to the definition: "; s = sagging".

Paragraph "(2)", "Annex B", page 22, definition of " α_h ", add to the definition: "; h = hogging".

24 Modification to 2.2

Paragraph "(1)", change "in EN 1990, 3.3 are" into: "in the clause 3.3 of EN 1990 are".

25 Modification to 2.3.1

Paragraph "(4)", change " G_k from a single action" into: " G_k to form a single action".

26 Modification to 2.4.1

Пункт «(1)», замінити " X_k " на: " X_k ".

27 Зміна до 2.4.3

Пункт "(1)", Рівняння "(2.1)", додати: ", між індексами "k" та "l", а також між "k" та "i".

28 Зміна до 3.2.1

Пункт "(1)", підпункт "a)", замінити " $f_y=R_{eh}$ " на: " $f_y=R_{eH}$ ".

29 Зміна до 3.2.3

Пункт "(4)", замінити "EN 1461" на: "EN ISO 1461".

"Таблиця 3.1", 2-й рядок "EN 10025-2", 4-а строка "S 355", 3-я колонка " f_u [Н/мм²]", замінити "510" на: "490".

"Таблиця 3.1", 5-й рядок "EN 10025-5", 3-а строка "S 355 W", 3-а колонка " f_u [Н/мм²]", замінити "510" на: "490".

"Таблиця 3.1", 7-й рядок, 2-й рядок "EN 10210-1", замінити "S 420 NH/NHL" на: "S 420 NH/NLH".

30 Зміна до 5.2.1

Пункт "(4)В", замінити "можуть бути" на: "повинні бути".

Пункт "(4)В", нижче Рівняння "(5.2)", замінити:

" H_{Ed} розрахункове значення горизонтальної реакції у нижній частині поверху від горизонтальних навантажень і фіктивних горизонтальних навантажень, дивись 5.3.2(7)"

на:

" H_{Ed} сукупне розрахункове горизонтальне навантаження, включаючи еквівалентні сили згідно з 5.3.2(7), що передаються поверхом (поверхове зміщення)".

Пункт "(4)В", нижче Рівняння "(5.2)", замінити:

Paragraph "(1)", change " X_k " into: " X_k ".

27 Modification to 2.4.3

Paragraph "(1)", Equation "(2.1)", add: ", between the indices "k" and "l" and between "k" and "i".

28 Modification to 3.2.1

Paragraph "(1)", list entry "a)", change " $f_y=R_{eh}$ " into: " $f_y=R_{eH}$ ".

29 Modifications to 3.2.3

Paragraph "(4)", change "EN 1461" into: "EN ISO 1461".

"Table 3.1", 2nd row "EN 10025-2", 4th line "S 355", 3rd column " f_u [N/mm²]", change "510" into: "490".

"Table 3.1", 5th row "EN 10025-5", 3rd line "S 355 W", 3rd column " f_u [N/mm²]", change "510" into: "490".

"Table 3.1", 7th row, 2nd row "EN 10210-1", change "S 420 NH/NHL" into: "S 420 NH/NLH".

30 Modifications to 5.2.1

Paragraph "(4)B", change "may" into: "should".

Paragraph "(4)B", under Equation "(5.2)", change:

" H_{Ed} is the design value of the horizontal reaction at the bottom of the storey to the horizontal loads and fictitious horizontal loads, see 5.3.2(7)"

into:

" H_{Ed} is the total design horizontal load, including equivalent forces according to 5.3.2(7), transferred by the storey (storey shear)".

Paragraph "(4)B", under Equation "(5.2)", change:

" V_{Ed} сумарне розрахункове вертикальне навантаження на конструкцію у нижній частині поверху "

на:

" V_{Ed} сумарне розрахункове вертикальне навантаження на каркас, яке передається поверхом (тиск на поверх)".

Пункт "(4)В", "Рисунок 5.1", назва, замінити "Позначення для 5.2.1(2)" на "Позначення для 5.2.1(4)".

Пункт "(4)В", "ПРИМІТКА 2В", замінити "можна" на: "потрібно".

31 Зміна до 5.3.1

Пункт "(1)", замінити "і будь-які незначні ексцентриситети" на: "ексцентриситети, більші ніж суттєві допуски, наведені у EN 1090-2".

32 Зміна до 5.3.2

Пункт "(3)", підпункт "b)", "ПРИМІТКА", назва "Таблиці 5.1", замінити на: "Розрахункові значення початкової місцевої недосконалості викривлення e_0/L для

Пункт "(3)", підпункт "b)", "ПРИМІТКА", "Таблиця 5.1", 1-а колонка, 1-й рядок, зміна тексту у клітинці на "Крива втрати стійкості відповідно до Таблиці 6.2".

Пункт "(7)", на "Рисунку 5.4", замінити " $e_{0,d}$ " на: " e_0 ".

Пункт "(11)", Рівняння "(5.9)", зміна два рази " $\eta_{cr,max}$ " на: " $\eta_{cr} \Big|_{max}$ "

Пункт "(11)", під рівнянням "(5.11)", визначення " α_{cr} ", замінити "еластична критична деформація" на: "еластична критична деформація навантаження".

Пункт "(11)", "ПРИМІТКА 1", додати:

" V_{Ed} is the total design vertical load on the structure on the bottom of the storey"

into:

" V_{Ed} is the total design vertical load on the frame transferred by the storey (storey thrust) "

Paragraph "(4)B", "Figure 5.1", title, change "Notations for 5.2.1(2)" into "Notations for 5.2.1(4)".

Paragraph "(4)B", "NOTE 2B", change "may" into: "should".

31 Modification to 5.3.1

Paragraph "(1)", change "and any minor eccentricities" into: "eccentricities greater than the essential tolerances given in EN 1090-2".

32 Modifications to 5.3.2

Paragraph "(3)", list entry "b)", "NOTE", title of "Table 5.1", change into: "Design value of initial local bow imperfection e_0/L for members".

Paragraph "(3)", list entry "b)", "NOTE", "Table 5.1", 1st column, 1st row, change the text in the cell into: "Buckling curve according to Table 6.2".

Paragraph "(7)", on "Figure 5.4", change " $e_{0,d}$ " into: " e_0 ".

Paragraph "(11)", Equation "(5.9)", change two times " $\eta_{cr,max}$ " into: " $\eta_{cr} \Big|_{max}$ "

Paragraph "(11)", under Equation "(5.11)", definition of " α_{cr} ", change "the elastic critical buckling" into: "the elastic critical buckling load".

Paragraph "(11)", "NOTE 1", add:

"У випадку загальної перевірки поперечного перерізу у пластичній стадії може бути використана лінійна формула, що наведена нижче в розрахунку на пружність

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1.$$

33 Зміна до 5.3.4

Пункт "(3)", замінити "де $e_{0,d}$ " на: "де e_0 ".

34 Зміна до 5.4.2

Пункт "(1)", "ПРИМІТКА", замінити посилання "дивись 5.1.2(2) – (4)" на: "дивись 5.1.2".

35 Зміна до 5.5.2

Пункт "(2)", замінити "EN 1993-1-5, 5.2.2" на: "EN 1993-1-5, 4.4".

36 Зміна до 5.6

Пункт "(2)", підпункт "b)", замінити "де h висота поперечного перерізу в цьому місці" на: "де h висота поперечного перерізу".

Пункт "(3)", замінити "змінюється вздовж його довжини" на: "змінюється вздовж довжини."

Пункт "(6)", "Таблиця 5.2 (лист 3 з 3)", 4-й рядок, замінити ":" на: "та".

37 Зміна до 6.2.1

Пункт "(5)", вилучити слово "місцевого" з визначень компонентів напруги, що використовуються у Рівнянні "(6.1)".

Пункт "(8)", замінити "що найбільш до Клас 2:" на: "Клас 1 чи Клас 2".

38 Зміна до 6.2.2.3

Пункт "(2)", "ПРИМІТКА", замінити

"In case of elastic global calculation and plastic cross-section check the linear formula

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1 \text{ should be used.}$$

33 Modification to 5.3.4

Paragraph "(3)", change "where $e_{0,d}$ is" into: "where e_0 is".

34 Modification to 5.4.2

Paragraph "(1)", "NOTE", change the reference "see 5.1.2(2) to (4)" into: "see 5.1.2".

35 Modification to 5.5.2

Paragraph "(2)", change "EN 1993-1-5, 5.2.2" into: "EN 1993-1-5, 4.4".

36 Modifications to 5.6

Paragraph "(2)", list entry "b)", change "where h is the height of the cross section at this location" into: "where h is the height of the cross section".

Paragraph "(3)", change "vary along their length" into: "vary along its length".

Paragraph "(6)", "Table 5.2 (sheet 3 of 3)", 4th row, replace ":" with: "and".

37 Modifications to 6.2.1

Paragraph "(5)", delete the word "local" from the definitions of the stress components used in Equation "(6.1)".

Paragraph "(8)", change "at least Class 2" into: "Class 1 or Class 2".

38 Modification to 6.2.2.3

Paragraph "(2)", "NOTE", change "For cold

"Щодо холодогнутих тонкостінних елементів див." на: "Щодо холодогнутих елементів див."

39 Зміна до 6.2.2.5

Пункт "(2)", замінити "холодногнутих тонкостінних профілів" на: "холодногнутих профілів".

40 Зміна до 6.2.3

Пункт "(4)", замінити "(див. EN 1993-1-8, 3.4.2(1))" на: "(див. EN 1993-1-8, 3.4.1(1))".

Пункт "(5)", замінити "див. також EN 1993-1-8, 3.6.3" на: "див. також EN 1993-1-8, 3.10.3".

41 Зміна до 6.2.5

Пункт "(4)", "ПРИМІТКА", вилучити: "у місцях утворення пластичних шарнірів".

42 Зміна до 6.2.6

Пункт "(3)", підпункт "с)", вилучити "0,9(A – bt_f);" та додати:

"– для прокатних таврових перерізів :

$$A_v = A - bt_f + (t_w + 2r) \frac{t_f}{2} ;$$

– для зварних таврових перерізів:

$$A_v = t_w \left(h - \frac{t_f}{2} \right) " .$$

43 Зміна до 6.2.7

Пункт "(2)", нижче Рівняння "(6.24)", замінити "внутрішнє кручення за Сен-Венаном" на: "розрахункове значення внутрішнього крутильного моменту за Сен-Венаном".

Пункт "(2)", нижче Рівняння "(6.24)", замінити "внутрішнє кручення при деформації" на: "розрахункове значення внутрішнього крутного моменту при деформації".

44 Зміна до 6.2.9.1

formed thin gauge members see" into: "For cold formed members see".

39 Modification to 6.2.2.5

Paragraph "(2)", change "cold formed thin walled sections" into: "cold formed sections".

40 Modifications to 6.2.3

Paragraph "(4)", change "(see EN 1993-1-8, 3.4.2(1))" into: "(see EN 1993-1-8, 3.4.1(1))".

Paragraph "(5)", change "see also EN 1993-1-8, 3.6.3" into: "see also EN 1993-1-8, 3.10.3".

41 Modification to 6.2.5

Paragraph "(4)", "NOTE", delete: "in the region of plastic hinges".

42 Modification to 6.2.6

Paragraph "(3)", list entry "c)", delete " 0,9 (A – bt_f)" and add:

"– for rolled T-sections:

$$A_v = A - bt_f + (t_w + 2r) \frac{t_f}{2}$$

– for welded T-sections:

$$A_v = t_w \left(h - \frac{t_f}{2} \right) " .$$

43 Modifications to 6.2.7

Paragraph "(2)", under Equation "(6.24)", change "the internal St. Venant torsion" into: "the design value of the internal St. Venant torsional moment".

Paragraph "(2)", under Equation "(6.24)", change "the internal warping torsion" into: "the design value of the internal warping torsional moment".

44 Modification to 6.2.9.1

Пункт "(6)", "кругові пустотілі перерізи", після строки:

" $\alpha = 2$; $\beta = 2$ ",

додати наступну строку:

" $M_{N,y,Rd}=M_{N,z,Rd}=M_{pl,Rd}(1-\alpha^{1,7})$ "

45 Зміна до 6.2.9.3

Пункт "(1)", замінити "локальне повздовжнє напруження" на: "повздовжнє напруження".

Пункт "(2)", замінити "Повинна виконуватися наступна умова" на: "В якості альтернативного рішення щодо умови в (1) можуть застосовуватись такі спрощені умови:".

46 Зміна до 6.3.2.3

Пункт "(2)", Формула "(6.58)", замінити «але $\chi_{LT,mod} \leq 1$ » на «але

$$\begin{cases} \chi_{LT,mod} \leq 1 \\ \chi_{LT,mod} \leq \frac{1}{\lambda_{LT}^2} \end{cases}.$$

47 Зміна до 6.3.2.4

Пункт "(1)В", "Примітка 1В", визначення " $A_{eff,w,c}$ ", замінити «перерізів» на «перерізу»

48 Зміна до 6.3.4

Пункт "(1)", замінити "окремі елементи, складеними або " на: "окремі елементи з моно симетричними поперечними перерізами, складеними або ".

Пункт "(3)", замінити "пружний критичний опір" на: "еластичне критичне навантаження".

49 Зміна до 6.4.1

Пункт "(1)", Підпункт "2.", замінити "планки" на: "рейки".

Paragraph "(6)", "circular hollow sections", after line:

" $\alpha = 2$; $\beta = 2$ ",

add the following line:

" $M_{N,y,Rd}=M_{N,z,Rd}=M_{pl,Rd}(1-\alpha^{1,7})$ "

45 Modifications to 6.2.9.3

Paragraph "(1)", change "the local longitudinal stress" into: "the longitudinal stress".

Paragraph "(2)", change "The following criterion should be met:" into: "As an alternative to the criterion in (1) the following simplified criterion may be used:".

46 Modification to 6.3.2.3

Paragraph "(2)", Equation "(6.58)", replace «but $\chi_{LT,mod} \leq 1$ » with «but

$$\begin{cases} \chi_{LT,mod} \leq 1 \\ \chi_{LT,mod} \leq \frac{1}{\lambda_{LT}^2} \end{cases}.$$

47 Modification to 6.3.2.4

Paragraph "(1)В", "NOTE 1В", description of " $A_{eff,w,c}$ ", change "areas" into: "area".

48 Modifications to 6.3.4

Paragraph "(1)", change "single members, built-up or not" into: "single members with mono symmetric cross sections, built-up or not".

Paragraph "(3)", change "elastic critical resistance" into: "elastic critical load".

49 Modifications to 6.4.1

Paragraph "(1)", Sub-paragraph "2.", change "battenings" into: "battens".

Пункт "(2)", Підпункт "1.", замінити "планки" на: "рейки".

Пункт "(4)", "Рисунок 6.7", назва, замінити "планки" на: "рейки".

50 Зміна до 6.4.3.1

Пункт "(3)", після Рівняння "(6.74)", замінити "n = кількість площин ґраток" на: "n = кількість площин рейок".

51 Зміна до Додатку А

"Таблиця А.1", 1-а колонка, 7-й рядок, рівняння для "n_{pl}", замінити "γ_{M1}" на: "γ_{M0}".

"Таблиця А.1", 7-й рядок, 2-а колонка, замінити формулу для значення "C_{zz}" на:

$$C_{zz} = 1 + (W_z - 1) \left[2 - \frac{1,6}{W_z} * C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{\max} \frac{1,6}{W_z} * C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{\max}^2 - e_{LT} \right] n_{pl} \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

"Таблиця А.1 (продовження)", перед "ε_y = ...", додати: "C_{mi,0} дивись Таблицю А.2".

"Таблиця А.1 (продовження)", додати:

"C₁ коефіцієнт, що залежить від навантаження та кінцевих умов і може бути визначений за допомогою Таблиці 6.6."

"Таблиця А.2", 2-а колонка, 3-й рядок, визначення "M_{iEd}(x)", додати "згідно з розрахунком першого порядку".

52 Зміна до Додатку В

"Таблиця В.3", остання колонка зправа, 9-й рядок, замінити:

"

$$0,90-0,10 \alpha_h (1 + \psi)$$

"

into:

"

$$0,90+0,10 \alpha_h (1 + \psi)$$

"

"Таблиця В.3", 1-а колонка зліва, 5-й рядок

Paragraph "(2)", Sub-paragraph "1.", change "battenings" into: "battens".

Paragraph "(4)", "Figure 6.7", title, change "battenings" into: "battens".

50 Modification to 6.4.3.1

Paragraph "(3)", under Equation "(6.74)", change "n = number of planes of lacings" into: "n = number of planes of battens".

51 Modifications to Annex A

"Table A.1", 1st column, 7th row, equation for "n_{pl}", change "γ_{M1}" into: "γ_{M0}".

"Table A.1", 7th row, 2nd column, change the formula for the term "C_{zz}" into:

$$C_{zz} = 1 + (W_z - 1) \left[2 - \frac{1,6}{W_z} * C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{\max} \frac{1,6}{W_z} * C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{\max}^2 - e_{LT} \right] n_{pl} \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

"Table A.1 (continued)", just before "ε_y = ...", add: "C_{mi,0} see Table A.2".

"Table A.1 (continued)", add:

"C₁ is a factor depending on the loading and end conditions and may be taken as taken from Table 6.6."

"Table A.2", 2nd column, 3rd row, description of "M_{iEd}(x)", add: "according to the first order analyses".

52 Modifications to Annex B

"Table B.3", last column on the right, 9th row, change:

"

$$0,90-0,10 \alpha_h (1 + \psi)$$

"

into:

"

$$0,90+0,10 \alpha_h (1 + \psi)$$

"

"Table B.3", 1st column on the left, 5th row (as

(якщо рахувати з лівої сторони таблиці), замінити " C_{Mz} " на: " C_{mz} ".

53 Зміна до BB.1.3

Пункт "(3)В", замінити:

"Для гратчастих ригелів з паралельними поясами і в'язями, для яких відношення діаметру в'язі до діаметру поясу або відношення ширин β менше ніж 0,6, приведену довжину L_{cr} елементу в'язей з перерізом замкнутого профілю без підрізування або сплюснення його торців, приварених по периметру до поясів з перерізом замкнутого профілю, в загальному випадку можна приймати рівною $0,75L$ для втрати стійкості як в площині, так і з площини ґратки, якщо менше значення не обґрунтоване випробуваннями або розрахунками."

на:

"Довжина деформації вигину L_{cr} пустотілого перерізу в'язевого елементу без підрізування або правки листового металу може прийматись як правило $0,75L$ як у площині або за межами площини. Нижні довжини деформацій можуть базуватися на випробуваннях або розрахунках У цьому випадку деформація не може бути зменшена."

54 Зміна до BB.2.1

Пункт "(1)В", замінити "за допомогою рівняння (BB.2)" на: "за допомогою формули (BB.2)".

Пункт "(1)В", Рівняння "(BB.2)" та під рівнянням, замінити два рази значення " I_t " на: " I_T ".

Пункт "(1)В", під Рівнянням "(BB.2)", визначення "S", замінити "що приєднується до балки у кожній хвилі" на: "що приєднується до балки у нижній частині кожної хвилі".

Пункт "(1)В", "ПРИМІТКА", замінити "Рівняння (BB.2)" на: "Формулу (BB.2)".

counted on the left side of the table), change " C_{Mz} " into: " C_{mz} ".

53 Modification to BB.1.3

Paragraph "(3)B", replace:

"For latticed girders with parallel chords and braces, for which the brace to chord diameter or width ratio β is less than 0,6 the buckling length L_{cr} of a hollow section brace member without cropping or flattening, welded around its perimeter to hollow section chords, may generally be taken as $0,75L$ for both in-plane and out-of-plane buckling, unless smaller values may be justified by tests or by calculations."

with:

"The buckling length L_{cr} of a hollow section brace member without cropping or flattening, welded around its perimeter to hollow section chords, may be generally taken as $0,75L$ for both in-plane and out-of-plane buckling. Lower buckling lengths may be used based on testing or calculations. In this case the buckling length of the cord may not be reduced."

54 Modifications to BB.2.1

Paragraph "(1)B", change "by equation (BB.2)" into: "by formula (BB.2)".

Paragraph "(1)B", Equation "(BB.2)" and under the equation, change two times " I_t " into: " I_T ".

Paragraph "(1)B", under Equation "(BB.2)", description of "S", change "to be connected to the beam at each rib" into: "to be connected to the beam at the bottom at each rib".

Paragraph "(1)B", "NOTE", change "Equation (BB.2)" into: "Formula (BB.2)".

55 Зміна до BB.3.1.1

Пункт "(1)В", Рівняння "(BB.5)" та під рівнянням, замінюється два рази значення "I_t" на: "I_T".

Пункт "(1)В", під Рівнянням "(BB.5)", замінити:

"C₁ коефіцієнт, що залежить від навантаження і умов обпирання кінців, що приймаються за літературними джерелами"

на:

"C₁ коефіцієнт, що залежить від навантаження та кінцевих умов, які можна прийняти як $C_1 = k_c^{-2}$, де k_c можна взяти з Таблиці 6.6".

56 Зміна до BB.3.1.2

Пункт "(3)В", замінити "див. BB.3.1.1" на: "див. BB.3.1.1".

57 Зміна до BB.3.2.1

Пункт "(1)В", Рівняння "(BB.9)" та "(BB.10)", замінити "I_t" на: "I_T".

Пункт "(1)В", між визначеннями "A" та "W_{pl,y}", додати:

"C₁ коефіцієнт, що залежить від навантаження та кінцевих умов, які можна прийняти як $C_1 = k_c^{-2}$, де k_c можна визначити за Таблицею 6.6".

Пункт "(1)В", нижче Рівняння "(BB.10)", перелік визначень замінити три рази "I_t" на: "I_T".

58 Зміна до BB.3.3.1

Пункт "(1)В", "Рисунок BB.4", замінити " $\beta t \geq -1,0$ отже $\beta t = -1,0$ " на: " $\beta t \leq -1,0$ отже $\beta t = -1,0$ ".

Пункт "(1)В", формула для "N_{crT}", замінити

55 Modifications to BB.3.1.1

Paragraph "(1)В", Equation "(BB.5)" and under the equation, change two times "I_t" into: "I_T".

Paragraph "(1)В", under Equation "(BB.5)", change:

"C₁ is a factor depending on the loading and end conditions to be taken from literature"

into:

"C₁ is a factor depending on the loading and end conditions and may be taken as $C_1 = k_c^{-2}$, where k_c is to be taken from Table 6.6".

56 Modification to BB.3.1.2

Paragraph "(3)В", change "see BB.3.1.1" into: "see BB.3.1.1".

57 Modifications to BB.3.2.1

Paragraph "(1)В", Equations "(BB.9)" and "(BB.10)", change "I_t" into: "I_T".

Paragraph "(1)В", between definitions of "A" and "W_{pl,y}", add:

"C₁ is a factor depending on the loading and end conditions and may be taken as $C = k_c^{-2}$, where k_c is to be taken from Table 6.6".

Paragraph "(1)В", under Equation "(BB.10)", list of definitions, change three times "I_t" into: "I_T".

58 Modifications to BB.3.3.1

Paragraph "(1)В", "Figure BB.4", change " $\beta t \geq -1,0$ thus $\beta t = -1,0$ " into: " $\beta t \leq -1,0$ thus $\beta t = -1,0$ ".

Paragraph "(1)В", formula for "N_{crT}", change

"I_t" на: "I_T".

"I_t" into: "I_T".

59 Зміна до BB.3.3.2

Пункт "(1)В", "Рисунок BB.5", замінити назву рисунка на:

"Рисунок BB.5: Значення моменту".

59 Modification to BB.3.3.2

Paragraph "(1)В", "Figure BB.5", change the title of the figure into:

"Figure BB.5: Moment values".

Код УКНД: 91.080.10

Ключові слова: безпека, довговічність, граничні стани, матеріали, міцність, надійність, несуча здатність, проектування, сталеві конструкції, стійкість.

,

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

Провідний виконавець, к.т.н.

В. Юрченко

Провідний інженер

В. Артюшенко

Інженер II категорії

М. Бурчик

Інженер III категорії

Я. Левченко

Інженер III категорії

О. Кордун