



# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

---

**Система надійності та безпеки в будівництві**

**Зміна № 1 (EN 1990:2002/A1, IDT) ДСТУ-Н Б В.1.2-13:20XX**

**ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ**

(EN 1990:2002, IDN)

*(Остаточна редакція)*

Київ  
Міністерство регіонального розвитку, будівництва  
та житлово-комунального господарства України  
201X

## ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Товариством з обмеженою відповідальністю  
“Науково-виробниче підприємство “БудКонструкція”  
РОЗРОБНИКИ: **Ю. Климов**, д-р. техн. наук (науковий керівник );  
**Р. Піскун; О. Солдатченко**
  
- 2 ПРИЙНЯТО  
ТА НАДАНО  
ЧИННОСТІ: наказ Мінрегіону України  
від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_
  
- 3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ
  
- 4 Національний стандарт відповідає EN 1990 Eurocode - Basis of structural design  
EN 1990 Єврокод – основи проектування конструкцій  
Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)  
Переклад з англійської (en)

## **НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП**

Ця Зміна А1 змінює європейський стандарт EN 1990:2002, вона була схвалена СЕН 14 жовтня 2004.

## Зміст

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>ДОДАТОК A2</b> .....	7
<i>Національний додаток до Додатка A2 EN 1990</i> .....	7
<b>A2.1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ</b> .....	11
<i>A2.1.1 Загальні положення</i> .....	11
<i>A2.1.2 Символи</i> .....	12
<b>A2.2 КОМБІНАЦІЇ ДІЙ</b> .....	13
<i>A2.2.1 Загальні положення</i> .....	13
<i>A2.2.2 Комбіновані правила для автомобільних мостів</i> .....	16
<i>A2.2.3 Комбіновані правила для пішохідних мостів</i> .....	18
<i>A2.2.4 Комбіновані правила для залізничних мостів</i> .....	19
<i>A2.2.5 Комбінації дій для аварійних (не сейсмічних) розрахункових ситуацій</i> .....	20
<i>A2.2.6 Величина коефіцієнтів <math>\psi</math></i> .....	21
<b>A2.3 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ</b> .....	28
<i>A2.3.1 Розрахункові величини дій в постійній та перехідних розрахункових ситуаціях</i> .....	28
<i>A2.3.2 Розрахункові величини дій у випадковому і сейсмічних розрахункових ситуаціях</i> .....	39
<b>A2.4 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ ПРИДАТНІСТЮ ТА</b>	
<b>ІНШІ ОСОБЛИВІ ГРАНИЧНІ СТАНИ</b> .....	41
<i>A2.4.1 Загальні положення</i> .....	41
<i>A2.4.2 Критерії експлуатаційної придатності щодо деформації та вібрації для автомобільних мостів</i> .....	42
<i>A2.4.3 Перевірки щодо вібрації для пішохідних мостів через рух пішоходів</i> .....	43
<i>A2.4.4 Перевірки щодо деформацій та вібрації для залізничних мостів</i> .....	45

## Contents

<b>FOREWORD</b> .....	6
<b>ANNEX A2</b> .....	7
<i>National Annex for EN 1990 Annex A2</i> .....	7
<b>A2.1 FIELD OF APPLICATION</b> .....	11
<i>A2.1.1 General</i> .....	11
<i>A2.1.2 Symbols</i> .....	12
<b>A2.2 COMBINATIONS OF ACTIONS</b> .....	13
<i>A2.2.1 General</i> .....	13
<i>A2.2.2 Combination rules for road bridges</i> .....	16
<i>A2.2.3 Combination rules for footbridges</i> .....	18
<i>A2.2.4 Combination rules for railway bridges</i> .....	19
<i>A2.2.5 Combinations of actions for accidental (non seismic) design situations</i> .....	20
<i>A2.2.6 Values of <math>\psi</math> factors</i> .....	21
<b>A2.3 ULTIMATE LIMIT STATES</b> .....	28
<i>A2.3.1 Design values of actions in persistent and transient design situations</i> .....	28
<i>A2.3.2 Design values of actions in the accidental and seismic design situations</i> .....	39
<b>A2.4 SERVICEABILITY AND OTHER SPECIFIC LIMIT STATES</b> .....	41
<i>A2.4.1 General</i> .....	41
<i>A2.4.2 Serviceability criteria regarding deformation and vibration for road bridges</i> .....	42
<i>A2.4.3 Verifications concerning vibration for footbridges due to pedestrian traffic</i> .....	43
<i>A2.4.4 Verifications regarding deformations and vibrations for railway bridges</i> .....	45

## **Вступ**

Цей європейський стандарт (EN 1990:2002 / A1:2005) був підготовлений Технічним комітетом CEN/TC 250 "Будівельні Єврокоди», секретаріат якого підтримується BSI.

Цій поправці до EN 1990:2002 повинен бути присвоєний статус національного стандарту або шляхом публікації ідентичного тексту або схваленням, не пізніше червня 2006 року, а суперечливі національні стандарти повинні бути скасовані не пізніше червня 2006 року.

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

## **Foreword**

This European Standard (EN 1990:2002/ A1:2005) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 "Structural Eurocodes", the secretariat of which is held by BSI.

This Amendment to the EN 1990:2002 shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by June 2006, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by June 2006.

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

**Додаток А2**  
(нормативний)  
**Застосування для мостів**

**Національний додаток до Додатка А2 EN 1990**

Національний вибір допускається в Додатку А2 EN 1990 через наступні пункти:

*Загальні положення*

Пункт	Роз'яснення
A2.1 (1) ПРИМІТКА 3	Використання Таблиці 2.1: Проектний термін служби
A2.2.1(2) ПРИМІТКА 1	Комбінації, що залучають дії, які виходять за рамки EN 1991
A2.2.6(1) ПРИМІТКА 1	Величина коефіцієнтів $\psi$
A2.3.1(1)	Зміна розрахункових значень дій для остаточних граничних станів
A2.3.1(5)	Вибір підходу 1, 2 або 3
A2.3.1(7)	Визначення сил через тиску льоду
A2.3.1(8)	Величина коефіцієнтів $\gamma_p$ для попередньо напружуваних дій, які не вказані у відповідних Єврокодах
A2.3.1 Таблиця А2.4(А) ПРИМІТКИ 1 та 2	Величина коефіцієнтів $\gamma$
A2.3.1 Таблиця А2.4(В)	- ПРИМІТКА 1: вибір між 6.10 та 6.10a/b - ПРИМІТКА 2: Величина коефіцієнтів $\gamma$ та $\xi$ - ПРИМІТКА 4: Величина $\gamma_{sd}$
A2.3.1 Таблиця А2.4 (С)	Величина коефіцієнтів $\gamma$
A2.3.2(1)	Розрахункові величини в таблиці А2.5 для аварійних розрахункових ситуацій, супроводжуваних перехідних розрахункових ситуацій та сейсмічних розрахункових ситуацій
A2.3.2 Таблиця А2.5 ПРИМІТКА	Розрахункові величини дій
A2.4.1(1) ПРИМІТКА 1 (Таблиця А2.6) ПРИМІТКА 2	Альтернативні $\gamma$ -величини транспортного руху для граничного стану експлуатаційної придатності Рідкісне поєднання дій
A2.4.1(2)	Вимоги щодо експлуатаційної придатності та критерії розрахунку деформацій

*General clauses*

Clause	Item
A2.1 (1) NOTE 3	Use of Table 2.1 : Design working life
A2.2.1(2) NOTE 1	Combinations involving actions which are outside the scope of EN 1991
A2.2.6(1) NOTE 1	Values of $\psi$ factors

A2.3.1(1)	Alteration of design values of actions for ultimate limit states
A2.3.1(5)	Choice of Approach 1, 2 or 3
A2.3.1(7)	Definition of forces due to ice pressure
A2.3.1(8)	Values of $\gamma_p$ factors for prestressing actions where not specified in the relevant design Eurocodes
A2.3.1 Table A2.4(A) NOTES 1 and 2	Values of $\gamma_{\square}$ factors
A2.3.1 Table A2.4(B)	- NOTE 1: choice between 6.10 and 6.10a/b - NOTE 2: Values of $\gamma$ and $\zeta$ factors - NOTE 4: Values of $\gamma_{sd}$
A2.3.1 Table A2.4 (C)	Values of $\gamma$ factors
A2.3.2(1)	Design values in Table A2.5 for accidental designs situations, design values of accompanying variable actions and seismic design situations
A2.3.2 Table A2.5 NOTE	Design values of actions
A2.4.1(1) NOTE 1 (Table A2.6) NOTE 2	Alternative $\gamma$ values for traffic actions for the serviceability limit state Infrequent combination of actions
A2.4.1(2)	Serviceability requirements and criteria for the calculation of deformations

*Пункти, призначені для автомобільних мостів*

<b>Пункт</b>	<b>Роз'яснення</b>
A2.2.2 (1)	Посилання на рідкісне поєднання дій
A2.2.2(3)	Комбіновані правила для спеціальних транспортних засобів
A2.2.2(4)	Комбіновані правила для снігових та транспортних навантажень
A2.2.2(6)	Комбіновані правила для теплових впливів та впливів вітру
A2.2.6(1) ПРИМІТКА 2	Величина коефіцієнтів $\psi_{1,infq}$
A2.2.6(1) ПРИМІТКА 3	Величина водних сил

*Clauses specific for road bridges*

<b>Clause</b>	<b>Item</b>
A2.2.2 (1)	Reference to the infrequent combination of actions



A2.2.2(3)	Combination rules for special vehicles
A2.2.2(4)	Combination rules for snow loads and traffic loads
A2.2.2(6)	Combination rules for wind and thermal actions
A2.2.6(1) NOTE 2	Values of $\psi_{1,infq}$ factors
A2.2.6(1) NOTE 3	Values of water forces

*Пункти, призначені для пішохідних мостів*

<b>Пункт</b>	<b>Роз'яснення</b>
A2.2.3(2)	Комбіновані правила для теплових впливів та впливів вітру
A2.2.3(3)	Комбіновані правила для снігових та транспортних навантажень
A2.2.3(4)	Комбіновані правила для пішохідних мостів, захищених від негоди
A2.4.3.2(1)	Критерії комфорту для пішохідних мостів

*Clauses specific for footbridges*

<b>Clause</b>	<b>Item</b>
A2.2.3(2)	Combination rules for wind and thermal actions
A2.2.3(3)	Combination rules for snow loads and traffic loads
A2.2.3(4)	Combination rules for footbridges protected from bad weather
A2.4.3.2(1)	Comfort criteria for footbridges

*Пункти, призначені для залізничних мостів*

<b>Пункт</b>	<b>Роз'яснення</b>
A2.2.4(1)	Комбіновані правила для снігових навантажень на залізничних мостах
A2.2.4(4)	Максимальна швидкість вітру, сумісна з залізничним рухом
A2.4.4.1(1) ПРИМІТКА 3	Вимоги щодо деформації та вібрації для тимчасових залізничних мостів
A2.4.4.2.1(4)P	Амплітудні величини прискорення настилу мосту для залізничних мостів та пов'язаного частотного діапазону
A2.4.4.2.2 – Таблиця A2.7 ПРИМІТКА	Граничні величини повороту настилу для залізничних мостів
A2.4.4.2.2(3)P	Граничні величини повного повороту настилу для залізничних мостів
A2.4.4.2.3(1)	Вертикальна деформація баластних і безбаластних залізничних мостів
A2.4.4.2.3(2)	Обмеження поворотів безбаластних кінців настилів для залізничних мостів

A2.4.4.2.3(3)	Додаткові обмеження кутових поворотів в кінці настилу
A2.4.4.2.4(2) – Таблиця A2.8 ПРИМІТКА 3	Величина коефіцієнтів $\alpha_i$ та $r_i$
A2.4.4.2.4(3)	Мінімальна бокова частота для залізничних мостів
A2.4.4.3.2(6)	Вимоги до тимчасових мостів щодо комфорту пасажирів

*Clauses specific for railway bridges*

Clause	Item
A2.2.4(1)	Combination rules for snow loading on railway bridges
A2.2.4(4)	Maximum wind speed compatible with rail traffic
A2.4.4.1(1) NOTE 3	<b>Deformation and vibration requirements for temporary railway bridges</b>
A2.4.4.2.1(4)P	Peak values of deck acceleration for railway bridges and associated frequency range
A2.4.4.2.2 – Table A2.7 NOTE	Limiting values of deck twist for railway bridges
A2.4.4.2.2(3)P	Limiting values of the total deck twist for railway bridges
A2.4.4.2.3(1)	Vertical deformation of ballasted and non ballasted railway bridges
A2.4.4.2.3(2)	Limitations on the rotations of non-ballasted bridge deck ends for railway bridges
A2.4.4.2.3(3)	Additional limits of angular rotations at the end of decks
A2.4.4.2.4(2) – Table A2.8 NOTE 3	Values of $\alpha_i$ and $r_i$ factors
A2.4.4.2.4(3)	Minimum lateral frequency for railway bridges
A2.4.4.3.2(6)	Requirements for passenger comfort for temporary bridges

**Зміна № 1 (EN 1990:2002/A1, IDT) ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008**  
**ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ**

(EN 1990:2002, IDN)

**Изменение № 1 (EN 1990:2002/A1, IDT) ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008**

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ**

(EN 1990:2002, IDN)

**EN 1990:2002/A1**

---

Чинний від 201X-XX-XX

EN 1990 AMD 1 : 2005 (E)

**A2.1 Сфера застосування**

**A2.1.1 Загальні положення**

(1) Цей додаток А1 надає правила та методи встановлення комбінацій дій для перевірок граничного стану за несучою здатністю та експлуатаційною придатністю (окрім перевірок на втому) з рекомендованими розрахунковими величинами постійних, змінних та випадкових дій і  $\psi$  коефіцієнти для використання у проектуванні автомобільних, пішохідних та залізничних мостів. Це також стосується і дій під час виконання. Також наведені методи і правила для перевірок, які стосуються деяких матеріально незалежних граничних станів за експлуатаційною придатністю.

ПРИМІТКА 1. Символи, позначення, Моделі Навантаження і групи навантажень застосовуються або визначені у відповідному розділі EN 1991-2.

ПРИМІТКА 2. Символи, позначення і моделі навантажень будівництва визначені у

**A2.1 Field of application**

**A2.1.1 General**

(1) This Annex A2 to EN 1990 gives rules and methods for establishing combinations of actions for serviceability and ultimate limit state verifications (except fatigue verifications) with the recommended design values of permanent, variable and accidental actions and  $\psi$  factors to be used in the design of road bridges, footbridges and railway bridges. It also applies to actions during execution. Methods and rules for verifications relating to some material-independent serviceability limit states are also given.

NOTE 1 Symbols, notations, Load Models and groups of loads are those used or defined in the relevant section of EN 1991-2.

NOTE 2 Symbols, notations and models of construction loads are those defined in

EN 1991-1-6.

ПРИМІТКА 3. Вказівки можуть надаватися в Національному Додатку щодо використання Таблиці 2.1 (проектний термін служби).

ПРИМІТКА 4. Більшість комбінованих правил, визначених в пунктах A2.2.2 до A2.2.5 є спрощеннями, призначеними для уникнення марних складних обчислень. Вони можуть бути змінені в Національному Додатку або для окремого проекту, як описано в A2.2.1 в A2.2.5.

ПРИМІТКА 5. Цей Додаток A2 до EN 1990 не включає в себе правила для визначення результатів щодо опор конструкції (сили та моменти) і пов'язані рухи опор або наводить правила для аналізу мостів включаючи взаємодії ґрунт-споруда, які можуть залежати від рухів або деформацій опор конструкції.

(2) Правила, що наведені у цьому Додатку A2 до EN 1990 можуть бути недостатніми для:

- мостів, які не підпадають під EN 1991-2 (наприклад, мости під злітно-посадковою смугою аеропорту, механічно рухливі мости, криті мости, акведуки, і т.д.),
- мости і з дорожнім, і з залізничним сполученням, і
- інші структури цивільного будівництва, що несуть транспортні навантаження (наприклад, закладка за підпірною стіною).

#### A2.1.2 Символи

У цьому Європейському Стандарті символи, що визначені в EN 1991-2 – Eurocode 1: Загальні дії: Навантаження транспортного руху на мости, і використовуються такі символи:

*Латинські великі букви*

$F_w$	Сила вітру (загальне позначення)
$F_{wk}$	Характеристика сили вітру
$F_w^*$	Сила вітру, сумісна з дорожнім рухом
$F_w^{**}$	Сила вітру, сумісна з залізничним рухом
$G_{set}$	Постійна дія через нерівномірне

EN 1991-1-6.

NOTE 3 Guidance may be given in the National Annex with regard to the use of Table 2.1 (design working life).

NOTE 4 Most of the combination rules defined in clauses A2.2.2 to A2.2.5 are simplifications intended to avoid needlessly complicated calculations. They may be changed in the National Annex or for the individual project as described in A2.2.1 to A2.2.5.

NOTE 5 This Annex A2 to EN 1990 does not include rules for the determination of actions on structural bearings (forces and moments) and associated movements of bearings or give rules for the analysis of bridges involving ground-structure interaction that may depend on movements or deformations of structural bearings.

(2) The rules given in this Annex A2 to EN 1990 may not be sufficient for:

- bridges that are not covered by EN 1991-2 (for example bridges under an airport runway, mechanically-moveable bridges, roofed bridges, bridges carrying water, etc.),
- bridges carrying both road and rail traffic, and
- other civil engineering structures carrying traffic loads (for example backfill behind a retaining wall).

#### A2.1.2 Symbols

For the purpose of this European Standard, symbols defined in EN1991-2 – Eurocode 1: General actions: Traffic loads on bridges, and the following complementary symbols apply:

*Latin upper case letters*

$F_w$	Wind force (general symbol)
$F_{wk}$	Characteristic wind force
$F_w^*$	Wind force compatible with road traffic
$F_w^{**}$	Wind force compatible with railway traffic
$G_{set}$	Permanent action due to uneven

осідання  
 $Q_{Sn}$  Снігове навантаження  
 $T$  Теплова кліматична дія (загальне позначення)  
 $T_k$  Характеристичне значення теплової кліматичної дії

#### *Латинські малі букви*

$d_{set}$  Різниця осідання окремої основи або частини основи в порівнянні з попереднім рівнем

#### *Грецькі великі букви*

$\Delta d_{set}$  Невизначеність, що пов'язана з оцінкою осідання основи або частини основи

#### *Грецькі малі букви*

$\gamma_{bt}$  Максимальна амплітудна величина прискорення настилу для баластних доріг  
 $\gamma_{df}$  Максимальна амплітудна величина прискорення настилу для прямих зв'язуючих доріг  
 $\gamma_{Gset}$  Частковий коефіцієнт для постійної дії через осідання, а також обчислення невизначеності моделей  
 $\gamma_I$  Важливий коефіцієнт для сейсмічних дій (див. EN 1998)

## **A2.2 Комбінації дій**

### **A2.2.1 Загальні положення**

(1) Вплив дій, які не можуть відбуватися одночасно через фізичні або функціональні причини, не можна розглядати разом в комбінації дій.

(2) Комбінації, включаючи дії, які виходять за рамки EN 1991 (наприклад, через обвал порід, особливі впливи вітру, води, плаваюче сміття, повінь, зсуви, лавини, тиск вогню та льоду) мають визначатися у відповідності з EN 1990, 1.1(3).

ПРИМІТКА 1. Комбінації, що включають дії, які виходять за рамки EN 1991 можуть бути визначені або в Національному Додатку, або для окремого проекту.

settlements  
 $Q_{Sn}$  Snow load  
 $T$  Thermal climatic action (general symbol)  
 $T_k$  Characteristic value of the thermal climatic action

#### *Latin lower case letters*

$d_{set}$  Difference of settlement of an individual foundation or part of a foundation compared to a reference level

#### *Greek upper case letters*

$\Delta d_{set}$  Uncertainty attached to the assessment of the settlement of a foundation or part of a foundation

#### *Greek lower case letters*

$\gamma_{bt}$  Maximum peak value of bridge deck acceleration for ballasted track  
 $\gamma_{df}$  Maximum peak value of bridge deck acceleration for direct fastened track  
 $\gamma_{Gset}$  Partial factor for permanent actions due to settlements, also accounting for model uncertainties  
 $\gamma_I$  Importance factor for the seismic action (see EN 1998)

## **A2.2 Combinations of actions**

### **A2.2.1 General**

(1) Effects of actions that cannot occur simultaneously due to physical or functional reasons need not be considered together in combinations of actions.

(2) Combinations involving actions which are outside the scope of EN 1991 (e.g. due to mining subsidence, particular wind effects, water, floating debris, flooding, mud slides, avalanches, fire and ice pressure) should be defined in accordance with EN 1990, 1.1(3).

NOTE 1 Combinations involving actions that are outside the scope of EN 1991 may be defined either in the National Annex or for the individual project.

ПРИМІТКА 2. Для сейсмічних дій, див. EN 1998. NOTE 2 For seismic actions, see EN 1998.

ПРИМІТКА 3. Для водних дій, проявлених впливом потоків та сміття, див. також EN 1991-1-6. NOTE 3 For water actions exerted by currents and debris effects, see also EN 1991-1-6.

(3) Комбінації дій, наведені в формулах з 6.9a до 6.12b, мають використовуватися при перевірці граничних станів за несучою здатністю. (3) The combinations of actions given in expressions 6.9a to 6.12b should be used when verifying ultimate limit states.

ПРИМІТКА. Формули з 6.9a до 6.12b не для перевірки граничного стану внаслідок втоми. Для перевірок на втому див. EN 1991 до EN 1999. NOTE Expressions 6.9a to 6.12b are not for the verification of the limit states due to fatigue. For fatigue verifications, see EN 1991 to EN 1999.

(4) Комбінації дій, що наведені в формулах з 6.14a до 6.16b мають використовуватися при перевірці граничного стану за експлуатаційною придатністю. Додаткові правила для перевірки щодо деформацій і вібрацій, наведені в A2.4. (4) The combinations of actions given in expressions 6.14a to 6.16b should be used when verifying serviceability limit states. Additional rules are given in A2.4 for verifications regarding deformations and vibrations.

(5) Де є прийнятним, перемінні дії руху мають бути прийняті до уваги одночасно один з одним у відповідності з відповідними розділами EN 1991-2. (5) Where relevant, variable traffic actions should be taken into account simultaneously with each other in accordance with the relevant sections of EN 1991-2.

(6)P Під час зведення відповідні розрахункові ситуації мають бути прийняті до уваги. (6)P During execution the relevant design situations shall be taken into account.

(7)P Відповідні розрахункові ситуації мають бути прийняті до уваги там, де міст введений в експлуатацію в кілька етапів. (7)P The relevant design situations shall be taken into account where a bridge is brought into use in stages.

(8) Де є прийнятним, відповідні навантаження будівництва мають бути прийняті до уваги одночасно у відповідних комбінаціях дій. (8) Where relevant, particular construction loads should be taken into account simultaneously in the appropriate combinations of actions.

ПРИМІТКА. Там, де навантаження будівництва не можуть відбуватися одночасно, у зв'язку із створенням заходів контролю, їх не слід приймати до уваги у відповідних комбінаціях дій. NOTE Where construction loads cannot occur simultaneously due to the implementation of control measures they need not be taken into account in the relevant combinations of actions.

(9)P Будь-яка комбінація перемінних дій руху з іншими перемінними діями, зазначеними в інших частинах EN 1991, будь-яка група навантажень, як зазначено в (9)P For any combination of variable traffic actions with other variable actions specified in other parts of EN 1991, any group of loads, as defined in EN 1991-2, shall be taken into

EN 1991-2, має бути прийнята до уваги як одна перемінна дія.

(10) Снігові навантаження та дії вітру не слід розглядати одночасно з навантаженнями, що виникають в процесі будівництва  $Q_{ca}$  (тобто навантаження через роботу персоналу).

ПРИМІТКА. Для окремого проекту можливо необхідно буде погодити вимоги до снігових навантажень і дій вітру, які необхідно враховувати одночасно з іншими навантаженнями будівництва (наприклад, дії через важке обладнання або крани) під час деяких перехідних розрахункових ситуацій. Див. також EN 1991-1-3, 1-4 та 1-6.

(11) Де є прийнятним, теплові дії та дії води мають бути розглянуті одночасно з навантаженнями будівництва. Де є прийнятним, різні параметри, що визначають дії води і компоненти теплових дій, мають бути прийняті до уваги при визначенні відповідних комбінацій з навантаженнями будівництва.

(12) Включення дій попереднього напруження в комбінації дій повинно відбуватися відповідно до A2.3.1 (8) та EN 1992 до EN 1999.

(13) Вплив нерівномірних осідань має прийматися до уваги, якщо вони є значними порівняно з впливом прямих дій.

ПРИМІТКА. Окремий проект можуть визначати граничні рівні загального та нерівномірного осідання.

(14) У разі, якщо конструкція дуже чутлива до нерівномірних осідань, невпевненість в оцінці цих осідань має бути прийнята до уваги.

(15) Нерівномірні осідання конструкції через осідання ґрунту мають класифікуватися в якості постійної дії,  $G_{set}$ , і бути включені в комбінації дій для перевірок граничного стану за експлуатаційною придатністю та несучою здатністю конструкції.  $G_{set}$  має бути представлений набором значень, що

account as one variable action.

(10) Snow loads and wind actions need not be considered simultaneously with loads arising from construction activity  $Q_{ca}$  (i.e. loads due to working personnel).

NOTE For an individual project it may be necessary to agree the requirements for snow loads and wind actions to be taken into account simultaneously with other construction loads (e.g. actions due to heavy equipment or cranes) during some transient design situations. See also EN 1991-1-3, 1-4 and 1-6.

(11) Where relevant, thermal and water actions should be considered simultaneously with construction loads. Where relevant the various parameters governing water actions and components of thermal actions should be taken into account when identifying appropriate combinations with construction loads.

(12) The inclusion of prestressing actions in combinations of actions should be in accordance with A2.3.1(8) and EN 1992 to EN 1999.

(13) Effects of uneven settlements should be taken into account if they are considered significant compared to the effects from direct actions.

NOTE The individual project may specify limits on total settlement and differential settlement.

(14) Where the structure is very sensitive to uneven settlements, uncertainty in the assessment of these settlements should be taken into account.

(15) Uneven settlements on the structure due to soil subsidence should be classified as a permanent action,  $G_{set}$ , and included in combinations of actions for ultimate and serviceability limit state verifications of the structure.  $G_{set}$  should be represented by a set of values corresponding to differences (compared

відповідають відмінностям (в порівнянні з попереднім рівнем) в розрахунках між окремими основами або частинами основ,  $d_{set,i}$  ( $i$  це кількість окремих основ або частин основ).

**ПРИМІТКА 1.** Осідання в основному викликані постійним навантаженням і засипаннями. Мінлива дії, можливо, доведеться брати до уваги для окремих проектів.

**ПРИМІТКА 2.** Осідання змінюються монотонно (в тому ж напрямку) з часом і повинні бути прийняті до уваги з того моменту виникнення їх впливу на конструкцію (тобто після того, як конструкція, або її частина, стає статично невизначеною). Крім того, у випадку конкретної конструкції або конструкції з конкретними елементами, може бути взаємодія між розвитком осідань і повзучістю окремих частин.

(16) Відмінності осідань окремих основ або частин основ,  $d_{set,i}$ , мають бути прийняті до уваги як найкращі оцінки прогнозних значень відповідно до EN 1997 з урахуванням процесу будівництва конструкції.

**ПРИМІТКА.** Методи оцінки осідань наведені в EN 1997

(17) За відсутності заходів контролю, постійна дія, представлена осіданням, має бути визначена наступним чином:

- найкращі оцінки прогнозних значень  $d_{set,i}$  призначені для всіх окремих основ або частин основ,
- дві окремі основи або частини основ, обрані для того, щоб отримати найбільш несприятливий ефект, підлягають врегулюванню  $d_{set,i} \pm \Delta d_{set,i}$ , де  $\Delta d_{set,i}$  враховує невизначеності при оцінці осідань.

#### **A2.2.2 Комбіновані правила для автомобільних мостів**

(1) Рідко повторювані величини змінних дій можуть бути використані для певних

to a reference level) of settlements between individual foundations or parts of foundations,  $d_{set,i}$  ( $i$  is the number of the individual foundation or part of foundation).

**NOTE 1** Settlements are mainly caused by permanent loads and backfill. Variable actions may have to be taken into account for some individual projects.

**NOTE 2** Settlements vary monotonically (in the same direction) with time and need to be taken into account from the time they give rise to effects in the structure (i.e. after the structure, or a part of it, becomes statically indeterminate). In addition, in the case of a concrete structure or a structure with concrete elements, there may be an interaction between the development of settlements and creep of concrete members.

(16) The differences of settlements of individual foundations or parts of foundations,  $d_{set,i}$ , should be taken into account as best-estimate predicted values in accordance with EN 1997 with due regard for the construction process of the structure.

**NOTE** Methods for the assessment of settlements are given in EN 1997

(17) In the absence of control measures, the permanent action representing settlements should be determined as follows:

- the best-estimate predicted values  $d_{set,i}$  are assigned to all individual foundations or parts of foundations,
- two individual foundations or parts of an individual foundation, selected in order to obtain the most unfavourable effect, are subject to a settlement  $d_{set,i} \pm \Delta d_{set,i}$ , where  $\Delta d_{set,i}$  takes account of uncertainties attached to the assessment of settlements.

#### **A2.2.2 Combination rules for road bridges**

(1) The infrequent values of variable actions may be used for certain serviceability limit



граничних станів за несучою здатністю конкретних мостів.

states of concrete bridges.

ПРИМІТКА. Національний додаток може посилатися на комбінації дій. Формула цієї комбінації дій наступна:

NOTE The National Annex may refer to the infrequent combination of actions. The expression of this combination of actions is:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; \Psi_{1,inf} Q_{k,1}; \Psi_{1,i} Q_{k,i}\} j \geq 1; i > 1 \quad (A2.1a)$$

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; \Psi_{1,inf} Q_{k,1}; \Psi_{1,i} Q_{k,i}\} j \geq 1; i > 1 \quad (A2.1a)$$

в якій комбінація дій в дужках { } може бути виражена як:

in which the combination of actions in brackets { } may be expressed as:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \Psi_{1,inf} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{1,i} Q_{k,i} \quad (A2.1b)$$

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \Psi_{1,inf} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{1,i} Q_{k,i} \quad (A2.1b)$$

(2) Модель Навантаження 2 (або пов'язана з нею група навантажень gr1b) і сконцентровані навантаження  $Q_{fwb}$  (див. 5.3.2.2 в EN 1991-2) на тротуарах не слід поєднувати з будь-якою іншою змінною дією без руху.

(2) Load Model 2 (or associated group of loads gr1b) and the concentrated load  $Q_{fwb}$  (see 5.3.2.2 in EN 1991-2) on footways need not be combined with any other variable non traffic action.

(3) Ні снігові навантаження, ні дії вітру не слід поєднувати з:

(3) Neither snow loads nor wind actions need be combined with:

- гальмівною та прискорювальною силами, або відцентровими силами, або пов'язаною з ними групою навантажень gr2,
- навантаженнями на тротуари та велосипедні доріжки або пов'язаною з ними групою навантажень gr3,
- навантаженням натовпом (Модель Навантаження 4) або пов'язаною з ними групою навантажень gr4.

- braking and acceleration forces or the centrifugal forces or the associated group of loads gr2,
- loads on footways and cycle tracks or with the associated group of loads gr3,
- crowd loading (Load Model 4) or the associated group of loads gr4.

ПРИМІТКА. На комбіновані правила для спеціальних транспортних засобів (див. EN 1991-2, Додаток А, Інформаційний) з нормальним рухом (покриті LM1 і LM2) та інші перемінні дії можна посилатися при необхідності на Національний Додаток або згідно окремого проекту.

NOTE The combination rules for special vehicles (see EN 1991-2, Annex A, Informative) with normal traffic (covered by LM1 and LM2) and other variable actions may be referenced as appropriate in the National Annex or agreed for the individual project.

(4) Снігові навантаження не слід поєднувати з Моделями Навантаження 1 і 2 або пов'язаними з ними групами навантажень gr1a і gr1b, якщо інше не обумовлено для конкретних географічних районів.

(4) Snow loads need not be combined with Load Models 1 and 2 or with the associated groups of loads gr1a and gr1b unless otherwise specified for particular geographical areas.

ПРИМІТКА. Географічні райони, де снігове навантаження, можливо, доведеться поєднувати з групами навантажень gr1a і gr1b в комбінації дій, можуть бути зазначені в Національному Додатку.

(5) Жодну дію вітру, більшу, ніж менший з  $F_w^*$  та  $\psi_0 F_{wk}$ , не слід поєднувати з Моделлю Навантаження 1 або з пов'язаною групою навантажень gr1a.

ПРИМІТКА. Для дій вітру див. EN 1991-1-4.

(6) Дії вітру та теплові дії не повинні враховуватися одночасно, якщо інше не передбачено для місцевих кліматичних умов.

ПРИМІТКА. Залежно від місцевих кліматичних умов для дії вітру та теплової дії або в Національному Додатку, або для індивідуального проекту, може бути визначене одночасно окреме правило.

### A2.2.3 Комбіновані правила пішохідних мостів

(1) Сконцентроване навантаження не слід поєднувати з будь-якими іншими змінної дії, які не пов'язані з рухом.

(2) Дії вітру та теплові дії не повинні враховуватися одночасно, якщо інше не передбачено для місцевих кліматичних умов.

ПРИМІТКА. Залежно від місцевих кліматичних умов для дії вітру та теплової дії або в Національному Додатку, або для окремого проекту, може бути визначене одночасно окреме правило.

(3) Снігові навантаження не слід поєднувати з групами навантажень gr1 та gr2 для пішохідних мостів, якщо інше не обумовлено в конкретних географічних районів та певних типів пішохідних мостів.

ПРИМІТКА. Географічні райони та певні типи пішохідних мостів, де снігові навантаження мають поєднуватися з групами навантажень gr1 та gr2 комбінаціях дій, можуть бути зазначені в Національному Додатку.

NOTE Geographical areas where snow loads may have to be combined with groups of loads gr1a and gr1b in combinations of actions may be specified in the National Annex.

(5) No wind action greater than the smaller of  $F_w^*$  and  $\psi_0 F_{wk}$  should be combined with Load Model 1 or with the associated group of loads gr1a.

NOTE For wind actions, see EN 1991-1-4.

(6) Wind actions and thermal actions need not be taken into account simultaneously unless otherwise specified for local climatic conditions.

NOTE Depending upon the local climatic conditions a different simultaneity rule for wind and thermal actions may be defined either in the National Annex or for the individual project.

### A2.2.3 Combination rules for footbridges

(1) The concentrated load  $Q_{fwk}$  need not be combined with any other variable actions that are not due to traffic.

(2) Wind actions and thermal actions need not be taken into account simultaneously unless otherwise specified for local climatic conditions.

NOTE Depending upon the local climatic conditions a different simultaneity rule for wind and thermal actions may be defined either in the National Annex or for the individual project.

(3) Snow loads need not be combined with groups of loads gr1 and gr2 for footbridges unless otherwise specified for particular geographical areas and certain types of footbridges.

NOTE Geographical areas, and certain types of footbridges, where snow loads may have to be combined with groups of loads gr1 and gr2 in combinations of actions may be specified in the National Annex.

(4) Для пішохідних мостів, на яких пішохідний та велосипедний рух повністю захищений від усіх видів непогоди, мають бути визначені певні комбінації дій.

(4) For footbridges on which pedestrian and cycle traffic is fully protected from all types of bad weather, specific combinations of actions should be defined.

ПРИМІТКА. Такі комбінації дій можуть наводитися при необхідності в Національному Додатку або згідно окремого проекту. Рекомендуються комбінації дій, аналогічні тим, для будівель (див. Додаток A1), вимушених навантажень, які замінюються відповідною групою навантажень і коефіцієнтів  $\psi$  для транспортного руху у відповідності з Таблицею A2.2.

NOTE Such combinations of actions may be given as appropriate in the National Annex or agreed for the individual project. Combinations of actions similar to those for buildings (see Annex A1), the imposed loads being replaced by the relevant group of loads and the  $\psi$  factors for traffic actions being in accordance with Table A2.2, are recommended.

#### **A2.2.4 Комбіновані правила для залізничних мостів**

#### **A2.2.4 Combination rules for railway bridges**

(1) Снігові навантаження не потрібно приймати до уваги в будь-якому поєднанні для стійких розрахункових ситуацій, ні для будь-якої перехідної розрахункової ситуації після завершення моста, якщо інше не зазначено для конкретних географічних районів та деяких видів залізничних мостів.

(1) Snow loads need not be taken into account in any combination for persistent design situations nor for any transient design situation after the completion of the bridge unless otherwise specified for particular geographical areas and certain types of railway bridges.

ПРИМІТКА. Географічні райони та певні типи пішохідних мостів, де снігові навантаження, можливо, доведеться брати до уваги в комбінаціях дій, повинні бути вказані в Національному Додатку.

NOTE Geographical areas, and certain types of railway bridges, where snow loads may have to be taken into account in combinations of actions are to be specified in the National Annex.

(2) Комбінації дій, які необхідно враховувати при діях транспортного руху та вітру, одночасно повинні включати:

(2) The combinations of actions to be taken into account when traffic actions and wind actions act simultaneously should include:

- вертикальні дії залізничного руху, включаючи динамічний коефіцієнт, горизонтальні дії залізничного руху та силу вітру з, кожна з яких розглядається як провідна дія по одному з комбінації дій ;
- вертикальні дії залізничного руху, включаючи динамічний коефіцієнт і бокові дії залізничного руху “розвантаженого поїзда” визначені в EN 1991-2 (6.3.4) без сил вітру для перевірки стабільності.

- vertical rail traffic actions including dynamic factor, horizontal rail traffic actions and wind forces with each action being considered as the leading action of the combination of actions one at a time;
- vertical rail traffic actions excluding dynamic factor and lateral rail traffic actions from the “unloaded train” defined in EN 1991-2 (6.3.4) without wind forces for checking stability.

(3) Дії вітру не слід поєднувати з:

(3) Wind action need not be combined with:

- групами навантажень gr 13 або gr 23;
- групами навантажень gr 16, gr 17, gr 26, gr 27 та Моделлю Навантаження SW/2 (див.

- groups of loads gr 13 or gr 23;
- groups of loads gr 16, gr 17, gr 26, gr 27 and Load Model SW/2 (see EN 1991-2, 6.3.3).

(4) Жодну дію вітру, більшу, ніж менший з  $F_w^{**}$  та  $\psi_0 F_{wk}$ , не слід поєднувати з діями транспортного руху.

(4) No wind action greater than the smaller of  $F_w^{**}$  and  $\psi_0 F_{wk}$  should be combined with traffic actions.

ПРИМІТКА. Національний Додаток може надавати межі максимальної швидкості вітру, сумісної з залізничним рухом для визначення  $F_w^{**}$ . Див. також EN 1991-1-4.

NOTE The National Annex may give the limits of the maximum wind speed(s) compatible with rail traffic for determining  $F_w^{**}$ . See also EN 1991-1-4.

(5) Дії, що пов'язані з аеродинамічними ефектами залізничного руху (див. EN 1991-2, 6.6), і дії вітру слід поєднувати. Кожна дія має розглядатися індивідуально в якості ведучої перемінної дії.

(5) Actions due to aerodynamic effects of rail traffic (see EN 1991-2, 6.6) and wind actions should be combined together. Each action should be considered individually as a leading variable action.

(6) Якщо структурний елемент безпосередньому не піддається впливу вітру, дія  $q_{ik}$  через аеродинамічні ефекти має бути визначена для швидкості поїзда, збільшеної швидкістю вітру.

(6) If a structural member is not directly exposed to wind, the action  $q_{ik}$  due to aerodynamic effects should be determined for train speeds enhanced by the speed of the wind.

(7) Якщо групи навантажень не використовуються для навантаження залізничним рухом, навантаження залізничним рухом слід розглядати як одну багатоспрямовану перемінну дію з окремими компонентами дій залізничного руху, які по мірі необхідності слід розглядати як максимально несприятливі та мінімально сприятливі величини.

(7) Where groups of loads are not used for rail traffic loading, rail traffic loading should be considered as a single multi-directional variable action with individual components of rail traffic actions to be taken as the maximum unfavourable and minimum favourable values as appropriate.

#### **A2.2.5 Комбінації дій для випадкових (несейсмічних) розрахункових ситуацій**

#### **A2.2.5 Combinations of actions for accidental (non seismic) design situations**

(1) Коли має братися до уваги дія для випадкової розрахункової ситуації, ніяку іншу випадкову дію, або дію вітру чи снігове навантаження, не слід враховувати в тій же комбінації.

(1) Where an action for an accidental design situation needs to be taken into account, no other accidental action or wind action or snow load need be taken into account in the same combination.

(2) Випадкова розрахункова ситуація щодо впливу руху транспорту (автомобільний або залізничний рух), під мостом, навантаження рухом на міст має враховуватися в комбінаціях, як супроводжуючі дії з їх часто повторюваною величиною.

(2) For an accidental design situation concerning impact from traffic (road or rail traffic) under the bridge, the loads due to the traffic on the bridge should be taken into account in the combinations as accompanying actions with their frequent value.

ПРИМІТКА 1. Для дій, пов'язаних з впливом

NOTE 1 For actions due to impact from traffic,

транспортного руху див. EN 1991-2 та EN 1991-1-7. see EN 1991-2 and EN 1991-1-7.

ПРИМІТКА 2. Додаткові комбінації дій для інших випадкових ситуацій (наприклад, комбінація дій автомобільного або залізничного руху з лавиною, повінню або розмивом) можуть бути узгоджені для окремих проектів.

NOTE 2 Additional combinations of actions for other accidental design situations (e.g. combination of road or rail traffic actions with avalanche, flood or scour effects) may be agreed for the individual project.

ПРИМІТКА 3. Також див. 1) в Таблиці A2.1.

NOTE 3 Also see 1) in Table A2.1.

(3) Залізничні мости, при випадковій розрахунковій ситуації щодо дій, викликаних пущеним під укіс потяг на мосту, дії залізничного руху на інших коліях мають бути прийняті до уваги в якості супроводжуваних дій в комбінації з їх комбінаційним значенням.

(3) For railway bridges, for an accidental design situation concerning actions caused by a derailed train on the bridge, rail traffic actions on the other tracks should be taken into account as accompanying actions in the combinations with their combination value.

ПРИМІТКА 1. Для дій, пов'язаних з впливом транспортного руху див. EN 1991-2 та EN 1991-1-7.

NOTE 1 For actions due to impact from traffic, see EN 1991-2 and EN 1991-1-7.

ПРИМІТКА 2. Дії для випадкових розрахункових ситуацій, пов'язаних з впливом залізничного руху на міст, включаючи схід з рейок, зазначені в EN 1991-2, 6.7.1.

NOTE 2 Actions for accidental design situations due to impact from rail traffic running on the bridge including derailment actions are specified in EN 1991-2, 6.7.1.

(4) Мають визначатися випадкові розрахункові ситуації, пов'язані із зіткненнями суден з мостом.

(4) Accidental design situations involving ship collisions against bridges should be identified.

ПРИМІТКА. Для впливу суден див. EN 1991-1-7. Для окремого проекту можуть бути визначені додаткові вимоги.

NOTE For ship impact, see EN 1991-1-7. Additional requirements may be specified for the individual project.

#### A2.2.6 Величини $\psi$ коефіцієнтів

#### A2.2.6 Values of $\psi$ factors

(1) Величини  $\psi$  коефіцієнтів мають бути визначені.

(1) Values of  $\psi$  factors should be specified.

ПРИМІТКА 1. Величини  $\psi$  можуть встановлюватися Національним Додатком. Рекомендовані величини  $\psi$  коефіцієнтів для груп транспортних навантажень та інших частіших дій наводяться в: Таблиці A2.1 для автомобільних мостів, Таблиці A2.2 для пішохідних мостів, та Таблиці A2.3 для залізничних мостів, як для груп навантажень, так і для окремих

NOTE 1 The  $\psi$  values may be set by the National Annex. Recommended values of  $\psi$  factors for the groups of traffic loads and the more common other actions are given in: Table A2.1 for road bridges, Table A2.2 for footbridges, and Table A2.3 for railway bridges, both for groups of loads and individual components of traffic actions.

**Table A2.1 – Recommended values of  $\psi$  factors for road bridges**

Action	Symbol	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
Traffic loads (see EN 1991-2, Table 4.4)	gr1a (LM1+pedestrian or cycle-track loads) <sup>1)</sup>	TS	0,75	0,75	0
		UDL	0,40	0,40	0
		Pedestrian+cycle-track loads <sup>2)</sup>	0,40	0,40	0
	gr1b (Single axle)		0	0,75	0
	gr2 (Horizontal forces)		0	0	0
	gr3 (Pedestrian loads)		0	0	0
	gr4 (LM4 – Crowd loading)) gr5 (LM3 – Special vehicles))		0	0,75	0
Wind forces	$F_{Wk}$	0,6	0,2	0	
	- Persistent design situations	0,8	-	0	
	- Execution				
	$F_W^*$	1,0	-	-	
Thermal actions	$T_k$	0,6 <sup>3)</sup>	0,6	0,5	
Snow loads	$Q_{Sn,k}$ (during execution)	0,8	-	-	
Construction loads	$Q_c$	1,0	-	1,0	

1) The recommended values of  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  and  $\psi_2$  for gr1a and gr1b are given for road traffic corresponding to adjusting factors  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{q_i}$ ,  $\alpha_{qr}$  and  $\beta_Q$  equal to 1. Those relating to UDL correspond to common traffic scenarios, in which a rare accumulation of lorries can occur. Other values may be envisaged for other classes of routes, or of expected traffic, related to the choice of the corresponding  $\alpha$  factors. For example, a value of  $\psi_2$  other than zero may be envisaged for the UDL system of LM1 only, for bridges supporting severe continuous traffic. See also EN 1998.

2) The combination value of the pedestrian and cycle-track load, mentioned in Table 4.4a of EN 1991-2, is a “reduced” value.  $\psi_0$  and  $\psi_1$  factors are applicable to this value.

3) The recommended  $\psi_0$  value for thermal actions may in most cases be reduced to 0 for ultimate limit states EQU, STR and GEO. See also the design Eurocodes.

**Таблиця А2.1 – Рекомендовані величини  $\psi$  коефіцієнтів для автомобільних мостів**

Дія	Символ	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
Транспортні навантаження (див. EN 1991-2, Таблиця 4.4)	gr1a (Модель Навантаження 1+ пішохідні та велосипедні навантаження) <sup>1)</sup>	TS	0,75	0,75	0
		UDL	0,40	0,40	0
		Пішохідні та велосипедні навантаження <sup>2)</sup>	0,40	0,40	0
	gr1b (Одноосьова)		0	0,75	0
	gr2 (Горизонтальні сили)		0	0	0
	gr3 (Пішохідні навантаження)		0	0	0
	gr4 (Модель Навантаження 4 – Навантаження натовпом))		0	0,75	0
	gr5 (Модель Навантаження 3 – Спеціальні транспортні засоби))		0	0	0
Сила вітру	$F_{wk}$ - Постійні розрахункові ситуації - Виконання	0,6 0,8	0,2 -	0 0	
	$F_w^*$	1,0	-	-	
	Теплові дії	$T_k$	0,6 <sup>3)</sup>	0,6	0,5
Снігові навантаження	$Q_{Sn,k}$ (під час виконання)	0,8	-	-	
Навантаження будівництва	$Q_c$	1,0	-	1,0	
<p>1) Рекомендовані величини <math>\psi_0</math>, <math>\psi_1</math> та <math>\psi_2</math> для gr1a та gr1b наведені для автомобільного руху відповідно до коригування коефіцієнтів <math>\alpha_{Qi}</math>, <math>\alpha_{qi}</math>, <math>\alpha_{qr}</math> та <math>\beta_Q</math> рівним 1. Найбільш поширені сценарії руху, пов'язані з UDL, ті, в яких рідко може статися накопичення вантажівок. Інші величини можуть бути передбачені для інших класів маршрутів, чи очікуваного руху, пов'язаного з вибором відповідного <math>\alpha</math> коефіцієнту. Наприклад, значення <math>\psi_2</math> відмінне від нуля може бути передбачене лише для системи UDL Моделі Навантаження 1, для мостів, що витримують важкий безперервний рух. Див. також EN 1998.</p> <p>2) Комбінаційне значення пішохідного та велосипедного навантаження, згадане в Таблиці 4.4а EN 1991-2, є “зменшеним” значенням. Коефіцієнти <math>\psi_0</math> та <math>\psi_1</math> застосовуються для цього значення.</p> <p>3) Рекомендована величина <math>\psi_0</math> для теплових дій може в більшості випадків зводитися до 0 для граничних станів за експлуатаційною придатністю EQU, STR та GEO. Див. також Єврокоди.</p>					

ПРИМІТКА 2. Коли Національний Додаток відноситься до рідко повторюваної комбінації дій для деяких граничних станів за несучою здатністю залізобетонних мостів, Національний Додаток може визначати значення  $\psi_{1,infq}$ . Рекомендовані значення  $\psi_{1,infq}$ :

NOTE 2 When the National Annex refers to the infrequent combination of actions for some serviceability limit states of concrete bridges, the National Annex may define the values of  $\psi_{1,infq}$ . The recommended values of  $\psi_{1,infq}$  are:

- 0,80 для gr1a (Модель Навантаження 1), - 0,80 for gr1a (LM1), gr1b (LM2), gr3

gr1b (Модель Навантаження 2), gr3 (pedestrian loads), gr4 (LM4, crowd loading) (пішохідні навантаження), gr4 (Модель and  $T$  (thermal actions); Навантаження 4, навантаження натоппом) та  $T$  (теплові дії);

- 0,60 для  $F_{wk}$  при постійних розрахункових ситуаціях; – 0,60 for  $F_{wk}$  in persistent design situations;
- 1,00 в інших випадках (наприклад, характерне значення використовується як рідко повторюване). – 1,00 in other cases (i.e. the characteristic value is used as the infrequent value).

ПРИМІТКА 3. Характерні значення дій вітру і снігових навантажень під час виконання визначені в EN 1991-1-6. У відповідних випадках представлені значення сили води ( $F_{wa}$ ) можуть бути визначені в Національному Додатку або для окремого проекту.

NOTE 3 The characteristic values of wind actions and snow loads during execution are defined in EN 1991-1-6. Where relevant, representative values of water forces ( $F_{wa}$ ) may be defined in the National Annex or for the individual project.

**Table A2.2 – Recommended values of  $\psi$  factors for footbridges**

Action	Symbol	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Traffic loads	gr1	0,40	0,40	0
	$Q_{fwb}$	0	0	0
	gr2	0	0	0
Wind forces	$F_{wk}$	0,3	0,2	0
Thermal actions	$T_k$	0,6 <sup>1)</sup>	0,6	0,5
Snow loads	$Q_{Sn,k}$ (during execution)	0,8	-	0
Construction loads	$Q_c$	1,0	-	1,0

1) The recommended  $\psi_0$  value for thermal actions may in most cases be reduced to 0 for ultimate limit states EQU, STR and GEO. See also the design Eurocodes.

**Таблиця А2.2 – Рекомендовані величини  $\psi$  коефіцієнтів для пішохідних мостів**

Дія	Символ	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Транспортні навантаження	gr1	0,40	0,40	0
	$Q_{fwb}$	0	0	0
	gr2	0	0	0
Сила вітру	$F_{wk}$	0,3	0,2	0
Теплові дії	$T_k$	0,6 <sup>1)</sup>	0,6	0,5
Снігові навантаження	$Q_{Sn,k}$ (під час виконання)	0,8	-	0
Навантаження будівництва	$Q_c$	1,0	-	1,0

1) Рекомендована величина  $\psi_0$  для теплових дій може в більшості випадків зводитися до 0 для граничних станів за експлуатаційною придатністю EQU, STR и GEO. Див. також Єврокоди.

ПРИМІТКА 4. Для пішохідних мостів рідко повторюване значення перемінних дій не має значення.

NOTE 4 For footbridges, the infrequent value of variable actions is not relevant.



**Table A2.3 – Recommended values of  $\psi$  factors for railway bridges**

Actions		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Individual components of traffic actions <sup>5)</sup>	LM 71	0,80	<sup>1)</sup>	0
	SW/0	0,80	<sup>1)</sup>	0
	SW/2	0	1,00	0
	Unloaded train	1,00	–	–
	HSLM	1,00	1,00	0
	Traction and braking Centrifugal forces Interaction forces due to deformation under vertical traffic loads	Individual components of traffic actions in design situations where the traffic loads are considered as a single (multi-directional) leading action and not as groups of loads should use the same values of $\psi$ factors as those adopted for the associated vertical loads		
	Nosing forces	1,00	0,80	0
	Non public footpaths loads	0,80	0,50	0
	Real trains	1,00	1,00	0
	Horizontal earth pressure due to traffic load surcharge Aerodynamic effects	0,80 0,80	<sup>1)</sup> 0,50	0 0
Main traffic actions (groups of loads)	gr11 (LM71 + SW/0)	0,80	0,80	0
	gr12 (LM71 + SW/0)			
	gr13 (Braking/traction)			
	gr14 (Centrifugal/nosing)			
	gr15 (Unloaded train)			
	gr16 (SW/2)	0,80	0,70	0
	gr17 (SW/2)			
	gr21 (LM71 + SW/0)			
	gr22 (LM71 + SW/0)	0,80	0,70	0
	gr23 (Braking/traction)			
	gr24 (Centrifugal/nosing)	0,80	0,60	0
	gr26 (SW/2)			
	gr27 (SW2)			
gr31 (LM71 + SW/0)	0,80	0,60	0	

*Table continued on next page*

Table continued from previous page				
Other operating actions	Aerodynamic effects	0,80	0,50	0
	General maintenance loading for non public footpaths	0,80	0,50	0
Wind forces 2)	$F_{Wk}$	0,75	0,50	0
	$F_W^{**}$	1,00	0	0
Thermal actions 3)	$T_k$	0,60	0,60	0,50
Snow loads	$Q_{Sn,k}$ (during execution)	0,8	-	0
Construction loads	$Q_c$	1,0	-	1,0
<p>1) 0,8 if 1 track only is loaded 0,7 if 2 tracks are simultaneously loaded 0,6 if 3 or more tracks are simultaneously loaded.</p> <p>2) When wind forces act simultaneously with traffic actions, the wind force <math>\psi_0 F_{Wk}</math> should be taken as no greater than <math>F_W^{**}</math> (see EN 1991-1-4). See A2.2.4(4).</p> <p>3) See EN 1991-1-5.</p> <p>4) If deformation is being considered for Persistent and Transient design situations, <math>\psi_2</math> should be taken equal to 1,00 for rail traffic actions. For seismic design situations, see Table A2.5.</p> <p>5) Minimum coexistent favourable vertical load with individual components of rail traffic actions (e.g. centrifugal, traction or braking) is 0,5LM71, etc.</p>				

Таблиця А2.3 – Рекомендовані величини  $\psi$  коефіцієнтів для залізничних мостів

Дії		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Окремі компоненти транспортних дій <sup>5)</sup>	Модель Навантаження 71	0,80	<sup>1)</sup>	0
	SW/0	0,80	<sup>1)</sup>	0
	SW/2	0	1,00	0
	Розвантажений поїзд	1,00	–	–
	HSLM	1,00	1,00	0
Тяга та гальмування Відцентрові сили Сили взаємодії через деформацію під вертикальним навантаженням транспортного руху		Для окремих компонентів дій транспорту в розрахункових ситуаціях, коли транспортне навантаження розглядається як єдина (багатоспрямована) ведуча дія, а не групи навантажень, слід використовувати ті ж величини коефіцієнтів $\psi$ , які прийняті для відповідних вертикальних навантажень		
Навантаження		1,00	0,80	0
Навантаження негромадських пішохідних доріжок		0,80	0,50	0

	Діючий поїзд	1,00	1,00	0	
	Горизонтальний тиск ґрунту через перевантаження транспортним рухом	0,80	1)	0	
	Аеродинамічні ефекти	0,80	0,50	0	
Основні дії транспортного руху (групи навантажень)	gr11 (LM71 + SW/0)	Макс. вертикальна 1 з макс. довготривалістю	0,80	0,80	0
	gr12 (LM71 + SW/0)				
	gr13 (Гальмування/тяга)				
	gr14 (Відцентрування)	Макс. довготривалість			
	gr15 (Розвантажений поїзд)	Макс. бокова			
	gr16 (SW/2)	Бічна стійкість з "розвантаженим поїздом"			
	gr17 (SW/2)	SW/2 з макс. довготривалістю			
	gr21 (LM71 + SW/0)	SW/2 з макс. зміною			
	gr22 (LM71 + SW/0)	Макс. Вертикальна 1 з макс. довготривалістю			
	gr23 (Гальмування/тяга)				
	gr24 (Відцентрування)				
	gr26 (SW/2)	Макс. вертикальна 2 з макс. зміною			
	gr27 (SW2)	Макс. довготривалість			
	gr31 (LM71 + SW/0)	Макс. бокова			
		SW/2 з макс. довготривалістю			
	SW/2 з макс. зміною				
	Додаткові випадки навантаження	0,80	0,60	0	
Інші операційні дії	Аеродинамічні ефекти	0,80	0,50	0	
	Загальне отримане навантаження на негромадські пішохідні доріжки	0,80	0,50	0	
Сила вітру <sup>2)</sup>	$F_{Wk}$	0,75	0,50	0	
	$F_W^{**}$	1,00	0	0	
Теплові дії <sup>3)</sup>	$T_k$	0,60	0,60	0,50	
Снігове навантаження	$Q_{Sn,k}$ (під час виконання)	0,8	-	0	
Навантаження будівництва	$Q_c$	1,0	-	1,0	
<p>1) 0,8, якщо завантажена лише 1 колія 0,7 якщо одночасно завантажені 2 колії 0,6 якщо одночасно завантажені 3 або більше колій</p> <p>2) коли сили вітру діють одночасно з транспортним рухом, силу вітру <math>\psi_0 F_{Wk}</math> слід розглядати не більше, ніж <math>F_W^{**}</math> (див. EN 1991-1-4). Див. A2.2.4 (4).</p>					

- 3) Див. EN 1991-1-5.
- 4) Якщо деформація розглядається для Постійних та Перехідних розрахункових ситуацій,  $\psi_2$  має бути рівним 1,00 для дій залізничного транспорту. Для сейсмічних розрахункових ситуацій, див. Таблицю A2.5.
- 5) Мінімальне супутнє сприятливе вертикальне навантаження з окремими компонентами дій залізничного транспорту (наприклад, відцентрування, тяга або гальмування) становить 0,5 LM71 і т.д.

ПРИМІТКА 5. Для певних розрахункових ситуацій (наприклад, розрахунок вигину мосту для повітряного та осушеного стану, розрахунок зазору і т.д.), вимоги до комбінації дій, які будуть використовуватися, можуть визначатися для індивідуального проекту.

NOTE 5 For specific design situations (e.g. calculation of bridge camber for aesthetics and drainage consideration, calculation of clearance, etc.) the requirements for the combinations of actions to be used may be defined for the individual project.

ПРИМІТКА 6. Для залізничних мостів рідко повторюване значення перемінних дій не має значення.

NOTE 6 For railway bridges, the infrequent value of variable actions is not relevant.

(2) Для дій транспорту унікальне значення  $\psi$  має застосовуватися до однієї групи навантажень, як це визначено в EN 1991-2, і має дорівнювати значенню  $\psi$ , яке застосовується для провідного компонента групи.

(2) For traffic actions, a unique  $\psi$  value should be applied to one group of loads as defined in EN 1991-2, and taken as equal to the  $\psi$  value applicable to the leading component of the group.

(3) Де застосовуються групи навантажень, слід використовувати групи навантажень, зазначені в EN 1991-2, 6.8.2, Таблиця 6.11.

(3) Where groups of loads are used the groups of loads defined in EN 1991-2, 6.8.2, Table 6.11 should be used.

(4) Де є прийнятним, до уваги слід брати комбінації окремих дій транспорту (у тому числі окремих компонентів).

(4) Where relevant, combinations of individual traffic actions (including individual components) should be taken into account.

ПРИМІТКА Окремі дії транспорту також мають враховуватися, наприклад, для проектування опор, для оцінки максимального бокового та мінімального вертикального транспортного навантаження, обмеження опор (особливо для мостів з безперервним рухом.), тощо, див. Table A2.3.

NOTE Individual traffic actions may also have to be taken into account, for example for the design of bearings, for the assessment of maximum lateral and minimum vertical traffic loading, bearing restraints, maximum overturning effects on abutments (especially for continuous bridges), etc., see Table A2.3.

### A2.3 Граничні стани за несучою здатністю

### A2.3 Ultimate limit states

ПРИМІТКА. За винятком перевірки на втому.

NOTE Verification for fatigue excluded.

#### A2.3.1 Розрахункові величини дій в стійких або перехідних розрахункових ситуаціях

#### A2.3.1 Design values of actions in persistent and transient design situations

(1) Розрахункові величини дій граничних станів за несучою здатністю в стійких або перехідних розрахункових ситуаціях (формули 6.9a до 6.10b) мають бути у відповідності з Таблицею A2.4 (A) до (C).

ПРИМІТКА. Величини в Таблицях A2.4 (A) до (C) можуть змінюватися в Національному Додатку (наприклад, для різних рівнів надійності див. Секція 2 та Додаток B).

(2) У використовуваних Таблицях A2.4 (A) до A2.4 (C) у випадках, коли граничний стан дуже чутливий до змін величини постійних дій, верхні і нижні характерні значення цих дій мають бути прийняті у відповідності з 4.1.2 (2)P.

(3) Статична рівновага (EQU, див. 6.4.1 і 6.4.2 (2)) для мостів має бути перевірена за допомогою розрахункових величин дій в Таблиці A2.4 (A).

(4) Проектування структурних елементів (STR, див. 6.4.1), не пов'язаних з геотехнічними діями має бути перевірене за допомогою розрахункових величин дій в Таблиці A2.4 (B).

(5) Проектування структурних елементів (фундаменти, палі, пілони, бокові стіни, фасадні стіни, флангові стіни та передні стінки опор, ballast retention walls, etc.) (STR), що пов'язані з геотехнічними діями та опором землі (GEO, див. 6.4.1) має бути перевірене лише за допомогою наступних трьох підходів для геотехнічних дій та опорів, доповнених EN 1997:

- Підхід 1: Застосування в окремих обчисленнях розрахункових величин з Таблиці A2.4 (C) і Таблиці A2.4 (B) для геотехнічних дій, а також дій на/від конструкції;

- Підхід 2: Застосування розрахункових величин дій з Таблиці A2.4(B) для геотехнічних дій, а також дій на/від конструкції;

- Підхід 3: Застосування розрахункових величин дій з Таблиці A2.4(C) для геотехнічних дій, одночасно з застосуванням

(1) The design values of actions for ultimate limit states in the persistent and transient design situations (expressions 6.9a to 6.10b) should be in accordance with Tables A2.4 (A) to (C).

NOTE The values in Tables A2.4 (A) to (C) may be changed in the National Annex (e.g. for different reliability levels see Section 2 and Annex B).

(2) In applying Tables A2.4(A) to A2.4(C) in cases when the limit state is very sensitive to variations in the magnitude of permanent actions, the upper and lower characteristic values of these actions should be taken according to 4.1.2(2)P.

(3) Static equilibrium (EQU, see 6.4.1 and 6.4.2(2)) for bridges should be verified using the design values of actions in Table A2.4(A).

(4) Design of structural members (STR, see 6.4.1) not involving geotechnical actions should be verified using the design values of actions in Table A2.4(B).

(5) Design of structural members (footings, piles, piers, side walls, wing walls, flank walls and front walls of abutments, ballast retention walls, etc.) (STR) involving geotechnical actions and the resistance of the ground (GEO, see 6.4.1) should be verified using one only of the following three approaches supplemented, for geotechnical actions and resistances, by EN 1997:

- Approach 1: Applying in separate calculations design values from Table A2.4(C) and Table A2.4(B) to the geotechnical actions as well as the actions on/from the structure;

- Approach 2: Applying design values of actions from Table A2.4(B) to the geotechnical actions as well as the actions on/from the structure;

- Approach 3: Applying design values of actions from Table A2.4(C) to the geotechnical actions and, simultaneously, applying design

розрахункових величин дій з Таблиці А2.4(В) для дій на/від конструкції;

values of actions from Table A2.4(B) to the actions on/from the structure.

ПРИМІТКА. Вибір підходів 1, 2 або 3 наведений в Національному Додатку.

NOTE The choice of approach 1, 2 or 3 is given in the National Annex.

(6) Стабільність місця (наприклад, схил, який підтримує пілони мосту) має бути перевірена у відповідності до EN 1997.

(6) Site stability (e.g. the stability of a slope supporting a bridge pier) should be verified in accordance with EN 1997.

(7) Гідравлічні та плавучі руйнування (наприклад, в нижній частині розкопки для фундаменту мосту), якщо необхідно, мають бути перевірені у відповідності до EN 1997

(7) Hydraulic and buoyancy failure (e.g. in the bottom of an excavation for a bridge foundation), if relevant, should be verified in accordance with EN 1997.

ПРИМІТКА. Для дій води та впливу сміття, див. EN 1991-1-6. Для окремих проектів, можливо, доведеться оцінити загальні та місцеві глибини розмиву. Вимоги для урахування сил тиску льоду на пілони мосту, і т.д. можуть визначатися у відповідних випадках в Національному Додатку або для окремого проекту.

NOTE For water actions and debris effects, see EN 1991-1-6. General and local scour depths may have to be assessed for the individual project. Requirements for taking account of forces due to ice pressure on bridge piers, etc., may be defined as appropriate in the National Annex or for the individual project.

(8) Величини  $\gamma_P$ , які використовуватимуться для дій попереднього напруження, мають бути вказані для відповідних представлених значень тих дій, відповідно до EN 1990 до EN 1999.

(8) The  $\gamma_P$  values to be used for prestressing actions should be specified for the relevant representative values of these actions in accordance with EN 1990 to EN 1999.

ПРИМІТКА. У випадках, коли величини  $\gamma_P$  не вказані у відповідних Єврокодах, ці величини можуть визначатися у відповідних випадках в Національному Додатку або для окремого проекту. Вони залежать, зокрема, від:

NOTE In the cases where  $\gamma_P$  values are not provided in the relevant design Eurocodes, these values may be defined as appropriate in the National Annex or for the individual project. They depend, *inter alia*, on:

- типу попереднього напруження (див. ПРИМІТКУ в 4.1.2 (6))  
- класифікації попереднього напруження в якості прямої чи непрямої дії (див. 1.5.3.1)  
- типу структурного аналізу (див. 1.5.6)  
- несприятливого або сприятливого характеру дії попереднього напруження та ведучого або супроводжуючого характеру попереднього напруження в комбінації. Під час виконання див. також EN1991-1-6.

- the type of prestress (see the Note in 4.1.2(6))  
- the classification of prestress as a direct or an indirect action (see 1.5.3.1)  
- the type of structural analysis (see 1.5.6)  
- the unfavourable or favourable character of the prestressing action and the leading or accompanying character of prestressing in the combination.  
See also EN1991-1-6 during execution.

**Table A2.4(A) - Design values of actions (EQU) (Set A)**

Persistent and transient design situation	Permanent actions		Prestress	Leading variable action (*)	Accompanying variable actions (*)	
	Unfavourable	Favourable			Main (if any)	Others
(Eq. 6.10)	$\gamma_{Gj,sup}G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i}$
(*) Variable actions are those considered in Tables A2.1 to A2.3.						
<p>NOTE 1 The <math>\gamma</math> values for the persistent and transient design situations may be set by the National Annex.</p> <p>For persistent design situations, the recommended set of values for <math>\gamma</math> are:  <math>\gamma_{G,sup} = 1,05</math>  <math>\gamma_{G,inf} = 0,95^{(1)}</math>  <math>\gamma_Q = 1,35</math> for road and pedestrian traffic actions, where unfavourable (0 where favourable)  <math>\gamma_Q = 1,45</math> for rail traffic actions, where unfavourable (0 where favourable)  <math>\gamma_Q = 1,50</math> for all other variable actions for persistent design situations, where unfavourable (0 where favourable).  <math>\gamma_p</math> = recommended values defined in the relevant design Eurocode.</p> <p>For transient design situations during which there is a risk of loss of static equilibrium, <math>Q_{k,1}</math> represents the dominant destabilising variable action and <math>Q_{k,i}</math> represents the relevant accompanying destabilising variable actions.</p> <p>During execution, if the construction process is adequately controlled, the recommended set of values for <math>\gamma</math> are:  <math>\gamma_{G,sup} = 1,05</math>  <math>\gamma_{G,inf} = 0,95^{(1)}</math>  <math>\gamma_Q = 1,35</math> for construction loads where unfavourable (0 where favourable)  <math>\gamma_Q = 1,50</math> for all other variable actions, where unfavourable (0 where favourable)</p> <p><sup>(1)</sup> Where a counterweight is used, the variability of its characteristics may be taken into account, for example, by one or both of the following recommended rules:  – applying a partial factor <math>\gamma_{G,inf} = 0,8</math> where the self-weight is not well defined (e.g. containers);  – by considering a variation of its project-defined position specified proportionately to the dimensions of the bridge, where the magnitude of the counterweight is well defined. For steel bridges during launching, the variation of the counterweight position is often taken equal to <math>\pm 1</math> m.</p> <p>NOTE 2 For the verification of uplift of bearings of continuous bridges or in cases where the verification of static equilibrium also involves the resistance of structural elements (for example where the loss of static equilibrium is prevented by stabilising systems or devices, e.g. anchors, stays or auxiliary columns), as an alternative to two separate verifications based on Tables A2.4(A) and A2.4(B), a combined verification, based on Table A2.4(A), may be adopted. The National Annex may set the <math>\gamma</math> values. The following values of <math>\gamma</math> are recommended:  <math>\gamma_{G,sup} = 1,35</math>  <math>\gamma_{G,inf} = 1,25</math>  <math>\gamma_Q = 1,35</math> for road and pedestrian traffic actions, where unfavourable (0 where favourable)  <math>\gamma_Q = 1,45</math> for rail traffic actions, where unfavourable (0 where favourable)  <math>\gamma_Q = 1,50</math> for all other variable actions for persistent design situations, where unfavourable (0 where favourable)</p>						

$\gamma_Q = 1,35$  for all other variable actions, where unfavourable (0 where favourable) provided that applying  $\gamma_{G,inf} = 1,00$  both to the favourable part and to the unfavourable part of permanent actions does not give a more unfavourable effect.

**Таблиця А2.4(А) – Розрахункові величини дій (EQU) (Комплект А)**

Стійкі та перехідні розрахункові ситуації	Постійні дії		Попереднє напруження	Ведуча змінна дія (*)	Супроводжуюча змінна дія (*)	
	Несприятлива	Сприятлива			Основна (якщо є)	Інші
(ф. 6.10)	$\gamma_{G,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{G,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(\*) Змінні дії розглянуті в Таблицях А2.1 до А2.3.

ПРИМІТКА 1. Величини  $\gamma$  для стійких та перехідних розрахункових ситуацій можуть бути встановлені Національним Додатком.

Для стійких розрахункових ситуацій рекомендований наступний набір величин для  $\gamma$ :

$$\gamma_{G,sup} = 1,05$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,95^{(1)}$$

$\gamma_Q = 1,35$  для дій транспортного та пішохідного руху, коли дії несприятливі (0, коли сприятливі)

$\gamma_Q = 1,45$  для дій залізничного транспорту, коли дії несприятливі (0, коли сприятливі)

$\gamma_Q = 1,50$  для всіх інших змінних дій в стійких розрахункових ситуаціях, коли дії несприятливі (0, коли сприятливі)

$\gamma_P$  = рекомендовані величини, визначені у відповідних Єврокодах.

Для перехідних розрахункових ситуацій, під час яких є ризик втрати статичної рівноваги,  $Q_{k,1}$  є переважаючою дестабілізуючою змінною дією,  $Q_{k,i}$  – відповідна супровідна дестабілізуючих змінних дій.

Під час виконання, якщо процес будівництва контролюється належним чином, рекомендований набір величин для  $\gamma$  є:

$$\gamma_{G,sup} = 1,05$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,95^{(1)}$$

$\gamma_Q = 1,35$  для навантажень будівництвом, коли дії несприятливі (0, коли сприятливі)

$\gamma_Q = 1,50$  для всіх інших змінних дій, коли дії несприятливі (0, коли сприятливі)

<sup>(1)</sup> При використанні противаги, може враховуватися мінливість її характеристик, наприклад, одним або обома наступними рекомендованими правилами:

– застосування часткового коефіцієнта  $\gamma_{G,inf} = 0,8$ , коли власна вага не визначена (наприклад, контейнери);

– розглядаючи зміну цієї позиції, визначеної проектом, яка зазначена пропорційно розмірам мосту, де чітко визначена величина противаги. Для сталевих мостів під час запуску, зміна позиції противаги часто дорівнює  $\pm 1$  м.

ПРИМІТКА 2. Для перевірки підняття опор безперервного мосту або у випадках, коли перевірка статичної рівноваги також включає в себе опір елементів конструкції (наприклад, коли втрата статичної рівноваги перешкоджає стабілізації системи або пристрої, наприклад,



якоря або допоміжні колони), в якості альтернативи можуть бути прийняті дві окремі перевірки на основі Таблиць A2.4 (A) та A2.4 (B), комбінована перевірка на основі Таблиці A2.4 (A). Національний додаток може встановлювати величини  $\gamma$ . Рекомендовані наступні величини  $\gamma$ :

$$\gamma_{G,\text{sup}} = 1,35$$

$$\gamma_{G,\text{inf}} = 1,25$$

$\gamma_Q = 1,35$  для дій транспортного та пішохідного руху, коли дії несприятливі ( 0, коли сприятливі)

$\gamma_Q = 1,45$  для дій залізничного транспорту, коли дії несприятливі ( 0, коли сприятливі)

$\gamma_Q = 1,50$  для всіх інших змінних дій в стійких розрахункових ситуаціях, коли дії несприятливі ( 0, коли сприятливі)

$\gamma_Q = 1,35$  для всіх інших змінних дій, коли дії несприятливі ( 0, коли сприятливі), за умови, що застосування  $\gamma_{G,\text{inf}} = 1,00$  і для сприятливої, і несприятливої частини постійних дій, не дає більш несприятливий ефект.

**Table A2.4(B) - Design values of actions (STR/GEO) (Set B)**

Persistent and transient design situation	Permanent actions		Prestress	Leading variable action (*)	Accompanying variable actions (*)	
	Unfavourable	Favourable			Main (if any)	Others
(Eq. 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(Eq. 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$			$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ $\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(Eq. 6.10b)	$\zeta \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(\*) Variable actions are those considered in Tables A2.1 to A2.3.

NOTE 1 The choice between 6.10, or 6.10a and 6.10b will be in the National Annex. In the case of 6.10a and 6.10b, the National Annex may in addition modify 6.10a to include permanent actions only.

NOTE 2 The  $\gamma$  and  $\zeta$  values may be set by the National Annex. The following values for  $\gamma$  and  $\zeta$  are recommended when using expressions 6.10, or 6.10a and 6.10b:

$$\gamma_{G,sup} = 1,35^{1)}$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,00$$

$\gamma_Q = 1,35$  when  $Q$  represents unfavourable actions due to road or pedestrian traffic (0 when favourable)

$\gamma_Q = 1,45$  when  $Q$  represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 11 to 31 (except 16, 17, 26<sup>3)</sup> and 27<sup>3)</sup>), load models LM71, SW/0 and HSLM and real trains, when considered as individual leading traffic actions (0 when favourable)

$\gamma_Q = 1,20$  when  $Q$  represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 16 and 17 and SW/2 (0 when favourable)

$\gamma_Q = 1,50$  for other traffic actions and other variable actions<sup>2)</sup>

$$\zeta = 0,85 \text{ (so that } \zeta \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \cong 1,15).$$

$\gamma_{Gset} = 1,20$  in the case of a linear elastic analysis, and  $\gamma_{Gset} = 1,35$  in the case of a non linear analysis, for design situations where actions due to uneven settlements may have unfavourable effects.

For design situations where actions due to uneven settlements may have favourable effects, these actions are not to be taken into account.

See also EN 1991 to EN 1999 for  $\gamma$  values to be used for imposed deformations.

$\gamma_p$  = recommended values defined in the relevant design Eurocode.

<sup>1)</sup>This value covers: self-weight of structural and non structural elements, ballast, soil, ground water and free water, removable loads, etc.

<sup>2)</sup>This value covers: variable horizontal earth pressure from soil, ground water, free water and ballast, traffic load surcharge earth pressure, traffic aerodynamic actions, wind and thermal actions, etc.

<sup>3)</sup>For rail traffic actions for groups of loads 26 and 27  $\gamma_Q = 1,20$  may be applied to individual components of traffic actions associated with SW/2 and  $\gamma_Q = 1,45$  may be applied to individual components of traffic actions associated with load models LM71, SW/0 and HSLM, etc.

NOTE 3 The characteristic values of all permanent actions from one source are multiplied by  $\gamma_{G,sup}$  if the total resulting action effect is unfavourable and  $\gamma_{G,inf}$  if the total resulting action effect is favourable. For example, all actions originating from the self-weight of the structure may be considered as coming from one source; this also

applies if different materials are involved. See however A2.3.1(2).

NOTE 4 For particular verifications, the values for  $\gamma_G$  and  $\gamma_Q$  may be subdivided into  $\gamma_g$  and  $\gamma_q$  and the model uncertainty factor  $\gamma_{Sd}$ . A value of  $\gamma_{Sd}$  in the range 1,0–1,15 may be used in most common cases and may be modified in the National Annex.

NOTE 5 Where actions due to water are not covered by EN 1997 (e.g. flowing water), the combinations of actions to be used may be specified for the individual project.

**Таблиця А2.4(В) - Розрахункові величини дій (STR/GEO) (Комплект В)**

Стійкі та перехідні розрахункові ситуації	Постійні дії		Попереднє напруження	Ведуча змінна дія (*)	Супроводжуюча змінна дія (*)		Стійкі та перехідні розрахункові ситуації	Постійні дії		Попереднє напруження	Ведуча змінна дія (*)	Супроводжуюча змінна дія (*)	
	Несприятлива	Сприятлива			Основна (якщо є)	Інші		Несприятлива	Сприятлива			Основна (якщо є)	Інші
(Ф. 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,i} Q_{k,i}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	(Eq. 6.10a)	$\gamma_{Gi,sup} G_{ki,sup}$	$\gamma_{Gi,inf} G_{ki,inf}$	$\gamma_p P$		$\gamma_{O,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	$\gamma_{O,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
							(Eq. 6.10b)	$\xi \gamma_{Gi,sup} G_{ki,sup}$	$\gamma_{Gi,inf} G_{ki,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,i} Q_{k,i}$		$\gamma_{O,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(\*) Змінні дії розглянуті в Таблицях А2.1 до А2.3.

ПРИМІТКА 1. Вибір між (6.10), або (6.10a) та (6.10b) приймається у Національному додатку. У випадку (6.10a) та (6.10b), Національний додаток може додатково модифікувати (6.10a), включивши тільки постійні дії.

ПРИМІТКА 2. Величини  $\gamma$  та  $\xi$  можуть встановлюватись Національним додатком. Такі величини для  $\gamma$  та  $\xi$  рекомендуються, коли використовуються формули (6.10), або (6.10a) та (6.10b):

$$\gamma_{G,sup} = 1,35^{1)}$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,00$$

$\gamma_Q = 1,35$ , коли Q представляє несприятливі дії у зв'язку з транспортним або пішохідним рухом (0 коли сприятливі)

$\gamma_Q = 1,45$ , коли Q представляє несприятливі дії у зв'язку із залізничним рухом, для груп навантажень з 11 до 31 (крім 16, 17, 26<sup>3)</sup> і 27<sup>3)</sup>), моделей навантаження LM71, SW/0 та HSLM та діючі поїзди, коли розглядаються як окремі провідні дії транспортного руху (0 коли сприятливі)

$\gamma_Q = 1,20$  коли Q представляє несприятливі дії у зв'язку із залізничним рухом, для груп навантажень 16 та 17 і SW/2 (0 коли сприятливі)

$\gamma_Q = 1,50$  для інших дій руху транспорту та інших змінних дій<sup>2)</sup>

$\xi = 0,85$  (так, що  $\xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \cong 1,15$ ).

$\gamma_{Gset} = 1,20$  у разі лінійного пружного аналізу, та  $\gamma_{Gset} = 1,35$  у разі нелінійного аналізу, для розрахункових ситуацій, коли дії, пов'язані з нерівномірним осіданням, можуть мати несприятливі наслідки.

Для розрахункових ситуацій, коли дії, пов'язані з нерівномірним осіданням, можуть мати сприятливі наслідки, ці дії не слід враховувати.

Див. також EN 1991 до EN 1999 для  $\gamma$  величин, що використовуються для вимушених деформацій.

$\gamma_p$  = рекомендовані величини, визначені у відповідних Єврокодах.

<sup>1)</sup> Ця величина поширюється на: власну вагу структурних та неструктурних елементів, ґрунти, ґрунтові води, вільні води, змінні навантаження, і т.ін.

<sup>2)</sup> Ця величина поширюється на: змінний горизонтальний тиск на землю ґрунтами, ґрунтовими водами, вільними водами та баластом, горизонтальним тиском на землю через перевантаження транспортним рухом, дії аеродинамічного руху, дії вітру та теплові дії, і т.ін.

<sup>3)</sup> Для дій залізничного руху для груп навантажень 26 та 27  $\gamma_Q = 1,20$  може бути застосоване до окремих компонентів дій транспортного руху, пов'язаних з SW/2 та  $\gamma_Q = 1,45$  може бути застосоване до окремих компонентів дій транспортного руху, пов'язаних з моделями навантаження LM71, SW/0 та HSLM, і т.ін.

ПРИМІТКА 3. Характеристичні значення усіх постійних дій з одного джерела, перемножуються на  $\gamma_{G,\text{sup}}$ , якщо загальний результат результуючої дії є несприятливим, і  $\gamma_{G,\text{inf}}$ , якщо загальний вплив результуючої дії є сприятливим. Наприклад, всі дії, які обумовлені власною вагою конструкції можуть розглядатись, як ті, що надходять з одного джерела; це також використовується, якщо застосовуються різні матеріали. Проте див. A2.3.1(2).

ПРИМІТКА 4. Для відповідних перевірок, величини  $\gamma_G$  та  $\gamma_Q$  можуть бути розділеними на  $\gamma_g$  та  $\gamma_q$  і коефіцієнт невизначеності моделі  $\gamma_{\text{sd}}$ . Величина  $\gamma_{\text{sd}}$  знаходиться в межах діапазону 1,05-1,15, її можна використовувати у більшості загальних випадків і можна модифікувати в Національному додатку.

ПРИМІТКА 5. Коли на дії, пов'язані з водою, не поширюється EN 1997 (наприклад, проточна вода), комбінації дій, які будуть використовуватися, можуть бути визначені для окремого проекту.

**Table A2.4(C) - Design values of actions (STR/GEO) (Set C)**

Persistent and transient design situation	Permanent actions		Prestress	Leading variable action (*)	Accompanying variable actions (*)	
	Unfavourable	Favourable			Main (if any)	Others
(Eq. 6.10)	$\gamma_{G_i, sup} G_{k_j, sup}$	$\gamma_{G_j, inf} G_{k_j, inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q, 1} Q_{k, 1}$		$\gamma_{Q, i} \psi_{0, i} Q_{k, i}$
(*) Variable actions are those considered in Tables A2.1 to A2.3.						
<p>NOTE The <math>\gamma</math> values may be set by the National Annex. The recommended set of values for <math>\gamma</math> are:</p> <p><math>\gamma_{G, sup} = 1,00</math>  <math>\gamma_{G, inf} = 1,00</math>  <math>\gamma_{Gset} = 1,00</math>  <math>\gamma_Q = 1,15</math> for road and pedestrian traffic actions where unfavourable (0 where favourable)  <math>\gamma_Q = 1,25</math> for rail traffic actions where unfavourable (0 where favourable)  <math>\gamma_Q = 1,30</math> for the variable part of horizontal earth pressure from soil, ground water, free water and ballast, for traffic load surcharge horizontal earth pressure, where unfavourable (0 where favourable)  <math>\gamma_Q = 1,30</math> for all other variable actions where unfavourable (0 where favourable)  <math>\gamma_{Gset} = 1,00</math> in the case of linear elastic or non linear analysis, for design situations where actions due to uneven settlements may have unfavourable effects. For design situations where actions due to uneven settlements may have favourable effects, these actions are not to be taken into account.  <math>\gamma_P</math> = recommended values defined in the relevant design Eurocode.</p>						

**Таблиця А2.4(С) – Розрахункові величини дій (STR/GEO) (Комплект С)**

Стійкі та перехідні розрахункові ситуації	Постійні дії		Попереднє напруження	Ведуча змінна дія (*)	Супроводжуюча змінна дія (*)	
	Несприятлива	Сприятлива			Основна (якщо є)	Інші
(ф. 6.10)	$\gamma_{G_i, sup} G_{k_j, sup}$	$\gamma_{G_j, inf} G_{k_j, inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q, 1} Q_{k, 1}$		$\gamma_{Q, i} \psi_{0, i} Q_{k, i}$
(*) Змінні дії розглянуті в Таблицях А2.1 до А2.3.						
<p>ПРИМІТКА. Національний додаток може встановлювати величини <math>\gamma</math>. Рекомендовані наступні величини <math>\gamma</math>:</p> <p><math>\gamma_{G, sup} = 1,00</math>  <math>\gamma_{G, inf} = 1,00</math>  <math>\gamma_{Gset} = 1,00</math>  <math>\gamma_Q = 1,15</math> для дій транспортного та пішохідного руху, коли дії несприятливі (0, коли сприятливі)  <math>\gamma_Q = 1,25</math> для дій залізничного транспорту, коли дії несприятливі (0, коли сприятливі)  <math>\gamma_Q = 1,30</math> для змінної частини горизонтального тиску на землю ґрунтами, ґрунтовими водами, вільними водами та баластом, для горизонтального тиску на землю через перевантаження транспортним рухом, коли дії несприятливі (0, коли сприятливі)  <math>\gamma_Q = 1,30</math> для всіх інших змінних дій, коли дії несприятливі (0, коли сприятливі)  <math>\gamma_{Gset} = 1,00</math> у разі лінійного пружного або нелінійного аналізу, для розрахункових ситуацій, коли дії, пов'язані з нерівномірним осіданням, можуть мати несприятливі наслідки. Для розрахункових ситуацій, коли дії, пов'язані з нерівномірним осіданням, можуть мати</p>						

сприятливі наслідки, ці дії не слід враховувати.  
 $\gamma_R$  = рекомендовані величини, визначені у відповідних Єврокодах.

### A2.3.2 Розрахункові величини дій у випадкових та сейсмічних розрахункових ситуаціях

(1) Часткові коефіцієнти дій для граничних станів за експлуатаційною придатністю у випадкових та сейсмічних розрахункових ситуаціях (формули 6.11a - 6.12b) наведені в Таблиці A2.5. Величини  $\psi$  наведені в Таблицях A2.1 до A2.3.

### A2.3.2 Design values of actions in the accidental and seismic design situations

(1) The partial factors for actions for the ultimate limit states in the accidental and seismic design situations (expressions 6.11a to 6.12b) are given in Table A2.5.  $\psi$  values are given in Tables A2.1 to A2.3.

ПРИМІТКА. Для сейсмічних розрахункових ситуацій див. також EN 1998.

NOTE For the seismic design situation see also EN 1998.

**Table A2.5 - Design values of actions for use in accidental and seismic combinations of actions**

Design situation	Permanent actions		Prestress	Leading variable action (*)	Accompanying variable actions (*)	
	Unfavourable	Favourable			Main (if any)	Others
Accidental(*) (Eq. 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$A_d$	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$ or $\psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$
Seismic(***) (Eq. 6.12a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$A_{Ed}=\gamma_I A_{Ek}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$	

(\*) In the case of accidental design situations, the main variable action may be taken with its frequent or, as in seismic combinations of actions, its quasi-permanent values. The choice will be in the National Annex, depending on the accidental action under consideration.

(\*\*) Variable actions are those considered in Tables A2.1 to A2.3.

(\*\*\*) The National Annex or the individual project may specify particular seismic design situations. For railway bridges only one track need be loaded and load model SW/2 may be neglected.

NOTE The design values in this Table A2.5 may be changed in the National Annex. The recommended values are  $\gamma = 1,0$  for all non seismic actions.

**Таблиця А2.5 – Розрахункові величини дій для випадкових та сейсмічних комбінацій дій**

Розрахункова ситуація	Постійні дії		Попереднє напруження	Ведуча змінна дія (*)	Супроводжуюча змінна дія (*)	
	Несприятлива	Сприятлива			Основна (якщо є)	Інші
Випадкова (*) (ф. 6.11а/б)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$A_d$	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$ or $\psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$
Сейсмічна (***) (ф. 6.12а/б)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$A_{Ed}=\gamma I A_{Ek}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$	

(\*) У разі випадкових розрахункових ситуацій, основна змінна дія може бути прийнята з її часто повторюваними або, як в сейсмічних комбінаціях дій, квазі-постійними значеннями. Вибір буде в Національному Додатку, в залежності від випадкової дії.

(\*\*) Змінні дії розглядають в Таблицях А2.1 до А2.3.

(\*\*\*) Національний Додаток або окремий проект можуть визначати особливі сейсмічні розрахункові ситуації. Для залізничних мостів, де лише одна колія має бути навантажена, Моделлю Навантаження SW/2 можна знехтувати.

ПРИМІТКА. Розрахункові величини в цій Таблиці А2.5 можуть бути змінені в Національному Додатку. Рекомендовані величини  $\gamma = 1,0$  для всі несейсмічних дій.

(2) Коли, в особливих випадках, потрібно розглянути одну або декілька змінних дій одночасно з випадковою дією, мають бути визначені їх представлені величини.

(2) Where, in special cases, one or several variable actions need to be considered simultaneously with the accidental action, their representative values should be defined.

ПРИМІТКА. Наприклад, у разі, коли мости збудовані за методом консольної зборки, певні будівельні навантаження можна розглядати одночасно з дією випадкового падіння збірної одиниці. Відповідні представлені величини можуть бути визначені для окремого проекту.

NOTE As an example, in the case of bridges built by the cantilevered method, some construction loads may be considered as simultaneous with the action corresponding to the accidental fall of a prefabricated unit. The relevant representative values may be defined for the individual project.

(3) Для виконання фази, протягом якої існує ризик втрати статичної рівноваги, комбінація дій повинна бути наступною:

(3) For execution phases during which there is a risk of loss of static equilibrium, the combination of actions should be as follows:

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj,sup} "+" \sum_{j \geq 1} G_{kj,inf} "+" P "+" A_d "+" \psi_2 Q_{c,k}$$

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj,sup} "+" \sum_{j \geq 1} G_{kj,inf} "+" P "+" A_d "+" \psi_2 Q_{c,k}$$

(A2.2)

(A2.2)

де:

where:



$Q_{c,k}$  характерна величина будівельних навантажень, як це визначено в EN 1991-1-6 (тобто характерна величина відповідної комбінації груп  $Q_{ca}$ ,  $Q_{cb}$ ,  $Q_{cc}$ ,  $Q_{cd}$ ,  $Q_{ce}$  та  $Q_{cf}$ ).

$Q_{c,k}$  is the characteristic value of construction loads as defined in EN 1991-1-6 (i.e. the characteristic value of the relevant combination of groups  $Q_{ca}$ ,  $Q_{cb}$ ,  $Q_{cc}$ ,  $Q_{cd}$ ,  $Q_{ce}$  and  $Q_{cf}$ ).

#### A2.4 Граничні стани за несучою здатністю та інші граничні стани

#### A2.4 Serviceability and other specific limit states

##### A2.4.1 Загальні положення

##### A2.4.1 General

(1) Для граничних станів за несучою здатністю розрахункові величини дій слід брати з Таблиці A2.6, за винятком, коли в EN 1991 до EN 1999 зазначено інше.

(1) For serviceability limit states the design values of actions should be taken from Table A2.6 except if differently specified in EN 1991 to EN 1999.

ПРИМІТКА 1. Коефіцієнти  $\gamma$  для транспортного руху та інших дій для граничного стану за несучою здатністю можуть бути визначені в Національному Додатку. Рекомендовані розрахункові величини наведені в Таблиці A2.6, з усіма коефіцієнтами  $\gamma$ , що приймаються за 1,0.

NOTE 1  $\gamma$  factors for traffic and other actions for the serviceability limit state may be defined in the National Annex. The recommended design values are given in Table A2.6, with all  $\gamma$  factors being taken as 1,0.

**Table A2.6 - Design values of actions for use in the combination of actions**

Combination	Permanent actions $G_d$		Prestress	Variable actions $Q_d$	
	Unfavourable	Favourable		Leading	Others
Characteristic	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$Q_{k,1}$	$\Psi_{0,i}Q_{k,i}$
Frequent	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$\Psi_{1,1}Q_{k,1}$	$\Psi_{2,i}Q_{k,i}$
Quasi-permanent	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$\Psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\Psi_{2,i}Q_{k,i}$

**Таблиця A2.6 – Розрахункові величини для комбінацій дій**

Комбінація	Постійні дії $G_d$		Попереднє напруження	Змінні дії $Q_d$	
	Несприятлива	Сприятлива		Основні	Інші
Характерна	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$Q_{k,1}$	$\Psi_{0,i}Q_{k,i}$
Часто повторювана	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$\Psi_{1,1}Q_{k,1}$	$\Psi_{2,i}Q_{k,i}$
Квазі-постійна	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$P$	$\Psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\Psi_{2,i}Q_{k,i}$

ПРИМІТКА 2. Національний Додаток може NOTE 2 The National Annex may also refer to

також звертатися до рідко повторюваної комбінації дій.

(2) Критерій несучої здатності слід визначати в залежності від вимог до несучої здатності відповідно до 3.4 та EN 1992 до EN 1999. Деформації слід розраховувати відповідно до EN 1991 до EN 1999 за допомогою відповідних комбінацій дій відповідно до формул (6.14a) та (6.16b) (див. Таблицю A2.6) з урахуванням вимог до несучої здатності і відмінності між зворотними і незворотними граничними станами.

ПРИМІТКА. Вимоги та критерії несучої здатності можуть визначатися, якщо необхідно, в Національному Додатку та для окремого проекту.

#### **A2.4.2 Критерій несучої здатності щодо деформації та вібрації для автомобільних мостів**

(1) Де є прийнятним, для автомобільних мостів слід визначити вимоги та критерії, що стосуються:

- підняття настилу мосту біля опор,
- пошкодження опор конструкції.

ПРИМІТКА. Підняття на краю настилу може поставити під загрозу безпеку транспортного руху та пошкодити структурні і не структурні елементи. Підняття можна уникнути, використовуючи більш високий рівень безпеки, ніж зазвичай прийнято граничних станів за несучою здатністю.

(2) Граничні стани за несучою здатністю під час виконання слід визначити відповідно до EN 1990 до EN 1999.

(3) Де є прийнятним, для автомобільних мостів слід визначити вимоги та критерії, що стосуються деформацій та вібрацій.

ПРИМІТКА 1. Перевірку граничних станів за несучою здатністю щодо деформації та вібрації необхідно розглядати лише у виняткових випадках для автомобільних мостів. Часто повторювана комбінація дій рекомендується для оцінки деформації.

the infrequent combination of actions.

(2) The serviceability criteria should be defined in relation to the serviceability requirements in accordance with 3.4 and EN 1992 to EN 1999. Deformations should be calculated in accordance with EN 1991 to EN 1999 by using the appropriate combinations of actions according to expressions (6.14a) to (6.16b) (see Table A2.6) taking into account the serviceability requirements and the distinction between reversible and irreversible limit states.

NOTE Serviceability requirements and criteria may be defined as appropriate in the National Annex or for the individual project.

#### **A2.4.2 Serviceability criteria regarding deformation and vibration for road bridges**

(1) Where relevant, requirements and criteria should be defined for road bridges concerning:

- uplift of the bridge deck at supports,
- damage to structural bearings.

NOTE Uplift at the end of a deck can jeopardise traffic safety and damage structural and non structural elements. Uplift may be avoided by using a higher safety level than usually accepted for serviceability limit states.

(2) Serviceability limit states during execution should be defined in accordance with EN 1990 to EN 1999

(3) Requirements and criteria should be defined for road bridges concerning deformations and vibrations, where relevant.

NOTE 1 The verification of serviceability limit states concerning deformation and vibration needs to be considered only in exceptional cases for road bridges. The frequent combination of actions is recommended for the assessment of deformation.

ПРИМІТКА 2. Вібрації автомобільних мостів можуть мати різне походження, зокрема, дії транспортного руху та дії вітру. Для вібрацій через дії вітру див. EN 1991-1-4. Для вібрацій, викликаних транспортним рухом, критерії комфорту, можливо, доведеться розрахувати. Можливо, також доведеться врахувати втому.

#### **A2.4.3 Перевірки щодо вібрації пішохідних мостів через рух пішоходів**

ПРИМІТКА. Для вібрацій через дії вітру див. EN 1991-1-4.

##### **A2.4.3.1 Розрахункові ситуації та пов'язані з ними припущення руху**

(1) Розрахункові ситуації (див. 3.2) слід обирати залежно від руху пішоходів, який допускається на окремому пішохідному мості протягом проектного терміну його служби.

ПРИМІТКА. Розрахункові ситуації можуть враховувати те, яким чином рух транспорту буде дозволятися, регулюватися і контролюватися, в залежності від окремого проекту.

(2) В залежності від аналізованої площі настилу або частини площі настилу, в розрахунковій ситуації, яка розглядається як стійка розрахункова ситуація, слід враховувати наявність групи від 8 до 15 осіб зі звичайною ходьбою.

(3) В залежності від аналізованої площі настилу або частини площі настилу, інші категорії транспортного руху, пов'язані з розрахунковими ситуаціями, які можуть бути стійкими, перехідними або випадковими, повинні зазначатися у відповідних випадках, в тому числі:

- наявність потоку пішоходів (значно більше, ніж 15 осіб),
- випадкові святкові або хореографічні події.

NOTE 2 Vibrations of road bridges may have various origins, in particular traffic actions and wind actions. For vibrations due to wind actions, see EN 1991-1-4. For vibrations due to traffic actions, comfort criteria may have to be considered. Fatigue may also have to be taken into account.

#### **A2.4.3 Verifications concerning vibration for footbridges due to pedestrian traffic**

NOTE For vibrations due to wind actions, see EN 1991-1-4.

##### **A2.4.3.1 Design situations and associated traffic assumptions**

(1) The design situations (see 3.2) should be selected depending on the pedestrian traffic to be admitted on the individual footbridge during its design working life.

NOTE The design situations may take into account the way the traffic will be authorised, regulated and controlled, depending on the individual project.

(2) Depending on the deck area or the part of the deck area under consideration, the presence of a group of about 8 to 15 persons walking normally should be taken into account for design situations considered as persistent design situations.

(3) Depending on the deck area or the part of the deck area under consideration, other traffic categories, associated with design situations which may be persistent, transient or accidental, should be specified when relevant, including:

- the presence of streams of pedestrians (significantly more than 15 persons),
- occasional festive or choreographic events.

ПРИМІТКА 1. Ці категорії транспортного руху та відповідні розрахункові ситуації, можливо, потрібно буде узгодити для окремого проекту, не тільки для мостів в густонаселених міських районах, а також у безпосередній близькості від залізничних і автобусних вокзалів, шкіл, або будь-яких інших місць, де може збиратися натовп, або будь-яка важлива споруда громадського доступу.

ПРИМІТКА 2. Визначення розрахункових ситуацій щодо випадкових святкових або хореографічних подій залежить від очікуваного ступеня їх контролю з боку відповідального власника або органу. Ні одне правило перевірки в цьому пункті не передбачене і, можливо, доведеться проводити спеціальні дослідження. Деякі відомості про відповідні розрахункові критерії можна знайти у відповідній літературі.

#### **A2.4.3.2 Пішохідні критерії комфорту (для несучої здатності)**

(1) Критерії комфорту слід визначати з точки зору максимально допустимого прискорення будь-якої частини настилу.

ПРИМІТКА. Критерії можуть визначатися, якщо необхідно, в Національному Додатку або для окремого проекту. Наступні прискорення ( $m/s^2$ ) є рекомендованими максимальними значеннями для будь-якої частини настилу:

- i) 0,7 для вертикальних вібрацій,
- ii) 0,2 для горизонтальних вібрацій в результаті нормального використання,
- iii) 0,4 для виняткових умов при натовпі.

(2) Перевірку критеріїв комфорту слід виконати, якщо основна частота настилу менше:

- 5 Гц для вертикальної вібрації,
- 2,5 Гц для горизонтальної (бокової) і крутильної вібрації.

ПРИМІТКА. Дані, що використовуються в розрахунках, внаслідок чого і результати, можуть бути дуже високої невизначеності. Коли критерії комфорту не задовольняються

NOTE 1 These traffic categories and the relevant design situations may have to be agreed for the individual project, not only for bridges in highly populated urban areas, but also in the vicinity of railway and bus stations, schools, or any other places where crowds may congregate, or any important building with public admittance.

NOTE 2 The definition of design situations corresponding to occasional festive or choreographic events depends on the expected degree of control of them by a responsible owner or authority. No verification rule is provided in the present clause and special studies may need to be considered. Some information on the relevant design criteria may be found in the appropriate literature.

#### **A2.4.3.2 Pedestrian comfort criteria (for serviceability)**

(1) The comfort criteria should be defined in terms of maximum acceptable acceleration of any part of the deck.

NOTE The criteria may be defined as appropriate in the National Annex or for the individual project. The following accelerations ( $m/s^2$ ) are the recommended maximum values for any part of the deck:

- i) 0,7 for vertical vibrations,
- ii) 0,2 for horizontal vibrations due to normal use,
- iii) 0,4 for exceptional crowd conditions.

(2) A verification of the comfort criteria should be performed if the fundamental frequency of the deck is less than:

- 5 Hz for vertical vibrations,
- 2,5 Hz for horizontal (lateral) and torsional vibrations.

NOTE The data used in the calculations, and therefore the results, are subject to very high uncertainties. When the comfort criteria are not satisfied with a significant margin, it may be

значним запасом, можливо, є необхідним передбачити в розрахунках можливе встановлення демпферів в конструкцію після її завершення. У таких випадках розробник повинен розглянути і визначити будь-які вимоги тестувань при введенні в експлуатацію.

#### **A2.4.4 Перевірки щодо деформацій та вібрацій для залізничних мостів**

##### **A2.4.4.1 Загальні положення**

(1) Це положення A2.4.4 наводить границі деформації та вібрації, які слід врахувати при проектуванні нових залізничних мостів.

**ПРИМІТКА 1.** Надмірні деформації мосту можуть поставити під загрозу транспортний рух, створюючи неприйнятні зміни у вертикальній і горизонтальній геометрії колії, надмірні залізничні напруження і вібрації в конструкціях мосту. Надмірні вібрації можуть привести до нестабільності баласту і неприпустимого зниження контактних сил в залізничних колесах. Надмірні деформації можуть також вплинути на навантаження на систему колії/міст, і створити умови, які викликають дискомфорт пасажирів.

**ПРИМІТКА 2.** Деформація та вібрація границь, явні або неявні в жорстких критеріях мосту, наведені в A2.4.4.1(2)P

**ПРИМІТКА 3.** Національний Додаток може визначати межі деформації і вібрації, які слід враховувати при проектуванні тимчасових залізничних мостів. Національний Додаток може надавати особливі вимоги до тимчасових мостів, в залежності від умов, в яких вони використовуються (наприклад, спеціальні вимоги для косих мостів).

(2)P Перевірки на деформації мосту здійснюються з метою безпеки транспортного руху за наступними пунктами:

- вертикальні прискорення настилу (щоб уникнути нестабільності баласту і неприпустимого зниження контактних сил в залізничних колесах – див. A2.4.4.2.1),

necessary to make provision in the design for the possible installation of dampers in the structure after its completion. In such cases the designer should consider and identify any requirements for commissioning tests.

#### **A2.4.4 Verifications regarding deformations and vibrations for railway bridges**

##### **A2.4.4.1 General**

(1) This clause A2.4.4 gives the limits of deformation and vibration to be taken into account for the design of new railway bridges.

**NOTE 1** Excessive bridge deformations can endanger traffic by creating unacceptable changes in vertical and horizontal track geometry, excessive rail stresses and vibrations in bridge structures. Excessive vibrations can lead to ballast instability and unacceptable reduction in wheel rail contact forces. Excessive deformations can also affect the loads imposed on the track/bridge system, and create conditions which cause passenger discomfort.

**NOTE 2** Deformation and vibration limits are either explicit or implicit in the bridge stiffness criteria given in A2.4.4.1(2)P.

**NOTE 3** The National Annex may specify limits of deformation and vibration to be taken into account for the design of temporary railway bridges. The National Annex may give special requirements for temporary bridges depending upon the conditions in which they are used (e.g. special requirements for skew bridges).

(2)P Checks on bridge deformations shall be performed for traffic safety purposes for the following items:

- vertical accelerations of the deck (to avoid ballast instability and unacceptable reduction in wheel rail contact forces – see A2.4.4.2.1),

- вертикальний прогин всюди по кожному проміжку (для забезпечення прийнятного радіусу вертикальної колії і взагалі міцних конструкцій - див А2.4.4.2.3 (3)),
- нестримне підняття опор (щоб уникнути передчасного руйнування опори),
- вертикальний прогин краю настилу за опорами (щоб уникнути дестабілізації колії, обмежити вплив на залізничні кріпильні системи сил підняття та обмежити додаткові залізничні напруження - див А2.4.4.2.3 (1) та EN1991-2, 6.5.4.5.2)
- поворот настилу вимірюється уздовж центральної лінії кожної колії на підходах до мосту і через міст (щоб звести до мінімуму ризик залізничної аварії - див А2.4.4.2.2).

ПРИМІТКА. А2.4.4.2.2 містить поєднання безпеки транспортного руху та критерії комфорту пасажирів, які задовольняють як безпеку дорожнього руху, так і вимоги комфорту пасажирів.

- обертання країв кожного настилу навколо поперечної осі або умовне повне обертання між сусідніми краями настилу (щоб обмежити додаткові залізничні напруження (див. EN 1991-2, 6.5.4), обмежити вплив на залізничні кріпильні системи сил та обмежити кутовий розрив в розширеному плані та листах стрілок – див. А2.4.4.2.3 (2)),
- поздовжнє зміщення краю верхньої поверхні настилу через поздовжнє зміщення і обертання краю настилу (щоб обмежити додаткові залізничні напруження і звести до мінімуму порушення баласту колії і суміжне формування колії – див. EN 1991-2, 6.5.4.5.2),
- горизонтальне поперечне відхилення (для забезпечення прийнятного горизонтального радіусу колії – див. А2.4.4.2.4, Таблиця А2.8),
- горизонтальне обертання настилу навколо вертикальної осі по краям настилу (для забезпечення прийнятної горизонтальної геометрії колії і комфорту пасажирів – див. А2.4.4.2.4, Таблиця А2.8),
- обмеження на першу власну частоту поперечної вібрації прольоту, щоб уникнути виникнення резонансу між пізнішою ходою екіпажу на своєму ході і мосту – див. А2.4.4.2.4 (3).

ПРИМІТКА. Є й інші неявні критерії

- vertical deflection of the deck throughout each span (to ensure acceptable vertical track radii and generally robust structures – see А2.4.4.2.3(3)),
- unrestrained uplift at the bearings (to avoid premature bearing failure),
- vertical deflection of the end of the deck beyond bearings (to avoid destabilising the track, limit uplift forces on rail fastening systems and limit additional rail stresses – see А2.4.4.2.3(1) and EN1991-2, 6.5.4.5.2),
- twist of the deck measured along the centre line of each track on the approaches to a bridge and across a bridge (to minimise the risk of train derailment – see А2.4.4.2.2),

NOTE А2.4.4.2.2 contains a mix of traffic safety and passenger comfort criteria that satisfy both traffic safety and passenger comfort requirements.

- rotation of the ends of each deck about a transverse axis or the relative total rotation between adjacent deck ends (to limit additional rail stresses (see EN 1991-2, 6.5.4), limit uplift forces on rail fastening systems and limit angular discontinuity at expansion devices and switch blades – see А2.4.4.2.3(2)),
- longitudinal displacement of the end of the upper surface of the deck due to longitudinal displacement and rotation of the deck end (to limit additional rail stresses and minimise disturbance to track ballast and adjacent track formation – see EN 1991-2, 6.5.4.5.2),
- horizontal transverse deflection (to ensure acceptable horizontal track radii – see А2.4.4.2.4, Table А2.8),
- horizontal rotation of a deck about a vertical axis at ends of a deck (to ensure acceptable horizontal track geometry and passenger comfort – see А2.4.4.2.4, Table А2.8),
- limits on the first natural frequency of lateral vibration of the span to avoid the occurrence of resonance between the lateral motion of vehicles on their suspension and the bridge – see А2.4.4.2.4(3).

NOTE There are other implicit stiffness criteria

жорсткості в межах власної частоти мосту, наведені в EN 1991-2, 6.4.4 і при визначенні динамічних коефіцієнтів для діючих поїздів відповідно до EN 1991-2, 6.4.6.4 та EN1991-2 Додаток С.

(3) Перевірки на деформації мосту мають здійснюватися для комфорту пасажирів, тобто перевірка вертикального відхилення настилу з метою обмеження прискорення тіла вагону відповідно до A2.4.4.3.

(4) Границі, зазначені в A2.4.4.2 та A2.4.4.3 враховують пом'якшення впливу експлуатації колії (наприклад, для подолання впливу осідання фундаменту, повзучості, тощо).

#### **A2.4.4.2 Критерії безпеки транспортного руху**

##### **A2.4.4.2.1 Вертикальне прискорення настилу**

(1)P Для забезпечення безпеки транспортного руху, де необхідний динамічний аналіз, перевірка максимального прискорення настилу через дії залізничного руху має розглядатися як вимога безпеки транспортного руху, перевірена на граничний стан за несучою здатністю, працездатності для запобігання нестабільності колії.

(2) Вимоги до визначення необхідності динамічного аналізу наведені в EN 1991-2, 6.4.4.

(3)P Якщо динамічний аналіз необхідний, він має відповідати вимогам, наведеним у EN 1991-2, 6.4.6.

ПРИМІТКА. Зазвичай потрібно розглянути лише характеристику дій залізничного транспорту відповідно до EN 1991-2, 6.4.6.1.

(4)P Максимальні величини прискорення настилу мосту, які розраховуються по кожній колії, не повинні перевищувати наступних розрахункових значень:

- i)  $\gamma_{bt}$  для баластної колії;
- ii)  $\gamma_{df}$  для колій, безпосередньо скріплених з колією чи елементами конструкції, які

in the limits of bridge natural frequency given in EN 1991-2, 6.4.4 and when determining dynamic factors for real trains in accordance with EN 1991-2, 6.4.6.4 and EN1991-2 Annex C.

(3) Checks on bridge deformations should be performed for passenger comfort, i.e. vertical deflection of the deck to limit coach body acceleration in accordance with A2.4.4.3.

(4) The limits given in A2.4.4.2 and A2.4.4.3 take into account the mitigating effects of track maintenance (for example to overcome the effects of the settlement of foundations, creep, etc.).

#### **A2.4.4.2 Criteria for traffic safety**

##### **A2.4.4.2.1 Vertical acceleration of the deck**

(1)P To ensure traffic safety, where a dynamic analysis is necessary, the verification of maximum peak deck acceleration due to rail traffic actions shall be regarded as a traffic safety requirement checked at the serviceability limit state for the prevention of track instability.

(2) The requirements for determining whether a dynamic analysis is necessary are given in EN 1991-2, 6.4.4.

(3)P Where a dynamic analysis is necessary, it shall comply with the requirements given in EN 1991-2, 6.4.6.

NOTE Generally only characteristic rail traffic actions in accordance with EN 1991-2, 6.4.6.1 need to be considered.

(4)P The maximum peak values of bridge deck acceleration calculated along each track shall not exceed the following design values:

- i)  $\gamma_{bt}$  for ballasted track;
- ii)  $\gamma_{df}$  for direct fastened tracks with track and structural elements designed for high speed

спроєктовані для високошвидкісного руху для всіх елементів, які підтримують колію, враховуючи частоти (включаючи розгляд пов'язаних форм режимів) до більшої з:

- i) 30 Гц;
- ii) розглядається частота основного режиму вібрації елемента в 1,5;
- iii) частота третього режиму вібрації елемента.

ПРИМІТКА. Величини та пов'язані з ними обмеження частоти можуть бути визначені в Національному Додатку. Рекомендовані величини:

$$\gamma_{bt} = 3,5 \text{ м/с}^2$$

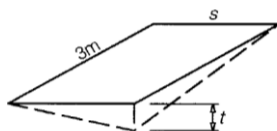
$$\gamma_{df} = 5 \text{ м/с}^2$$

#### A2.4.4.2.2 Поворот настилу

(1)P Поворот настилу мосту має бути розрахований з урахуванням характерних величин Моделі Навантаження 71, а також SW/0 чи SW/2, помножені на відповідний  $\Phi$  та  $\alpha$  і Моделі Навантаження HSLM, включаючи відцентрові впливи, відповідно до EN 1991-2, 6.

Поворот має бути перевірений на підході до мосту, через міст і на виїзді з мосту (див. A2.4.4.1 (2) P).

(2) Максимальний поворот  $t$  [мм/3м] ширини колії  $s$  [м] 1,435 м з довжиною понад 3 м (Рисунок A2.1) не повинен перевищувати величин, наведених в Таблиці A2.7:



**Рисунок A2.1 – Визначення повороту настилу**

**Таблиця A2.7 – Граничні величини повороту настилу**

Діапазон швидкості $V$ (км/годину)	Максимальний поворот $t$ (мм/3м)
$V \leq 120$	$t \leq t_1$
$120 < V \leq 200$	$t \leq t_2$
$V > 200$	$t \leq t_3$

traffic for all members supporting the track considering frequencies (including consideration of associated mode shapes) up to the greater of:

- i) 30 Hz;
- ii) 1,5 times the frequency of the fundamental mode of vibration of the member being considered;
- iii) the frequency of the third mode of vibration of the member.

NOTE The values and the associated frequency limits may be defined in the National Annex. The recommended values are:

$$\gamma_{bt} = 3,5 \text{ м/с}^2$$

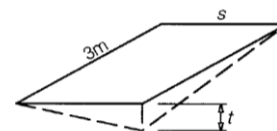
$$\gamma_{df} = 5 \text{ м/с}^2$$

#### A2.4.4.2.2 Deck twist

(1)P The twist of the bridge deck shall be calculated taking into account the characteristic values of Load Model 71 as well as SW/0 or SW/2 as appropriate multiplied by  $\Phi$  and  $\alpha$  and Load Model HSLM including centrifugal effects, all in accordance with EN 1991-2, 6.

Twist shall be checked on the approach to the bridge, across the bridge and for the departure from the bridge (see A2.4.4.1(2)P).

(2) The maximum twist  $t$  [mm/3m] of a track gauge  $s$  [m] of 1,435 m measured over a length of 3 m (Figure A2.1) should not exceed the values given in Table A2.7:



**Figure A2.1 - Definition of deck twist**

**Table A2.7 – Limiting values of deck twist**

Speed range $V$ (km/h)	Maximum twist $t$ (mm/3m)
$V \leq 120$	$t \leq t_1$
$120 < V \leq 200$	$t \leq t_2$
$V > 200$	$t \leq t_3$



ПРИМІТКА. Величини  $t$  можуть визначатися в Національному Додатку.

Рекомендовані величини  $t$ :

$$t_1 = 4,5$$

$$t_2 = 3,0$$

$$t_3 = 1,5$$

Величини для колії з відмінною шириною може визначатися в Національному Додатку.

(3) Р Повний поворот колії, пов'язаний з будь-яким поворотом, який може бути присутній на колії, коли міст не підлягає діям залізничного руху (наприклад, перехідна крива), а також поворот колії у зв'язку з повною деформацією мосту в результаті дій залізничного руху, не повинен перевищувати  $t_T$ .

ПРИМІТКА. Величина  $t_T$  може визначатися в Національному Додатку. Рекомендована величина  $t_T=7,5$  мм/3м.

#### A2.4.4.2.3 Вертикальна деформація настилу

(1) Для всіх конфігурацій конструкції з класифікованим (систематизованим) характерним вертикальним навантаженням відповідно до EN 1991-2, 6.3.2 (і, де необхідно, класифікувати SW/0 та SW/2 відповідно до EN 1991-2, 6.3.3) максимальне повне вертикальне відхилення, яке вимірюється вздовж будь-якої колії і пов'язане з діями залізничного руху, не повинне перевищувати  $L/600$ .

ПРИМІТКА. Додаткові вимоги до обмеженої вертикальної деформації для баластних і небаластних мостів можуть бути зазначені у відповідних випадках в Національному Додатку або для окремого проекту.



**Рисунок А2.2 – Визначення кутових поворотів на краю настилу**

(2) В EN 1991-2, 6.5.4 маються на увазі обмеження на повороти країв настилу баластного мосту.

NOTE The values for  $t$  may be defined in the National Annex.

The recommended values for the set of  $t$  are:

$$t_1 = 4,5$$

$$t_2 = 3,0$$

$$t_3 = 1,5$$

Values for a track with a different gauge may be defined in the National Annex.

(3) P The total track twist due to any twist which may be present in the track when the bridge is not subject to rail traffic actions (for example in a transition curve), plus the track twist due to the total deformation of the bridge resulting from rail traffic actions, shall not exceed  $t_T$ .

NOTE The value for  $t_T$  may be defined in the National Annex. The recommended value for  $t_T$  is 7,5 mm/3m.

#### A2.4.4.2.3 Vertical deformation of the deck

(1) For all structure configurations loaded with the classified characteristic vertical loading in accordance with EN 1991-2, 6.3.2 (and where required classified SW/0 and SW/2 in accordance with EN 1991-2, 6.3.3) the maximum total vertical deflection measured along any track due to rail traffic actions should not exceed  $L/600$ .

NOTE Additional requirements for limiting vertical deformation for ballasted and non ballasted bridges may be specified as appropriate in the National Annex or for the individual project.



**Figure A2.2 - Definition of angular rotations at the end of decks**

(2) Limitations on the rotations of ballasted bridge deck ends are implicit in EN 1991-2, 6.5.4.

ПРИМІТКА. Вимоги до небаластних конструкцій можуть бути зазначені в Національному Додатку.

(3) Мають бути зазначені додаткові обмеження кутових поворотів на краях настилів в безпосередній близькості від розширеного плану, стрілок та переправ і т.д.

ПРИМІТКА. Додаткові обмеження кутових поворотів можуть визначатися в Національному Додатку або для окремого проекту.

Обмеження на вертикальне зміщення країв настилу мосту за опорами наведені в EN 1991-2, 6.5.4.5.2.

A2.4.4.2.4 Поперечна деформація та вібрація настилу

(1)Р Поперечна деформація та вібрація настилу мають бути перевірені на характерні поєднання Моделі Навантаження 71 і SW/0, помножені на відповідний динамічний коефіцієнт  $\Phi$  та  $\alpha$  (або діючий поїзд з відповідним динамічним фактором при необхідності), вітрові навантаження, відцентрові сили відповідно до EN 1991-2, 6 і вплив поперечної температурної різниці через міст.

(2) Поперечне відхилення  $\delta_h$  на вершині настилу має бути обмежене, щоб забезпечити:

- горизонтальний кут повороту краю настилу навколо вертикальної осі не перевищує значень, наведених у таблиці A2.8, або
- зміна радіуса колії по настилу не перевищує значення в таблиці A2.8, або
- на краю настилу диференціальне поперечне відхилення між настилом і суміжною структурою колії або між суміжними настилами не перевищує заданого значення.

ПРИМІТКА. Максимальне диференціальне поперечне відхилення може бути зазначене в Національному Додатку або для окремого проекту.

NOTE The requirements for non ballasted structures may be specified in the National Annex.

(3) Additional limits of angular rotations at the end of decks in the vicinity of expansion devices, switches and crossings, etc., should be specified.

NOTE The additional limits of angular rotations may be defined in the National Annex or for the individual project.

(4) Limitations on the vertical displacement of bridge deck ends beyond bearings are given in EN 1991-2, 6.5.4.5.2.

A2.4.4.2.4 Transverse deformation and vibration of the deck

(1)P Transverse deformation and vibration of the deck shall be checked for characteristic combinations of Load Model 71 and SW/0 as appropriate multiplied by the dynamic factor  $\Phi$  and  $\alpha$  (or real train with the relevant dynamic factor if appropriate), wind loads, nosing force, centrifugal forces in accordance with EN 1991-2, 6 and the effect of a transverse temperature differential across the bridge.

(2) The transverse deflection  $\delta_h$  at the top of the deck should be limited to ensure:

- a horizontal angle of rotation of the end of a deck about a vertical axis not greater than the values given in Table A2.8, or
- the change of radius of the track across a deck is not greater than the values in Table A2.8, or
- at the end of a deck the differential transverse deflection between the deck and adjacent track formation or between adjacent decks does not exceed the specified value.

NOTE The maximum differential transverse deflection may be specified in the National Annex or for the individual project.

**Table A2.8 - Maximum horizontal rotation and maximum change of radius of curvature**

Speed range $V$ (km/h)	Maximum horizontal rotation (radian)	Maximum change of radius of curvature (m)	
		Single deck	Multi-deck bridge
$V \leq 120$	$\alpha_1$	$r_1$	$r_4$
$120 < V \leq 200$	$\alpha_2$	$r_2$	$r_5$
$V > 200$	$\alpha_3$	$r_3$	$r_6$

NOTE 1 The change of the radius of curvature may be determined using:

$$r = \frac{L^2}{8\delta_h} \quad (A2.7)$$

NOTE 2 The transverse deformation includes the deformation of the bridge deck and the substructure (including piers, piles and foundations).

NOTE 3 The values for the set of  $\alpha_i$  and  $r_i$  may be defined in the National Annex. The recommended values are:  
 $\alpha_1 = 0,0035$ ;  $\alpha_2 = 0,0020$ ;  $\alpha_3 = 0,0015$ ;  
 $r_1 = 1700$ ;  $r_2 = 6000$ ;  $r_3 = 14000$ ;  
 $r_4 = 3500$ ;  $r_5 = 9500$ ;  $r_6 = 17500$

**Таблиця А2.8 - Максимальне горизонтальне обертання і максимальна зміна радіуса кривизни**

Діапазон швидкості $V$ (км/годину)	Максимальне горизонтальне обертання (радіан)	Максимальна зміна радіуса кривизни (м)	
		Один настил	Багатонастильний міст
$V \leq 120$	$\alpha_1$	$r_1$	$r_4$
$120 < V \leq 200$	$\alpha_2$	$r_2$	$r_5$
$V > 200$	$\alpha_3$	$r_3$	$r_6$

ПРИМІТКА 1. Зміна радіуса кривизни може бути визначена за допомогою:

$$r = L^2/8\delta_h \quad (A2.7)$$

ПРИМІТКА 2. Поперечна деформація включає деформацію настилу мосту і основи (у тому числі опори, палі, фундаменти).

ПРИМІТКА 3. Величини  $\alpha_i$  та  $r_i$  можуть бути визначені в Національному Додатку. Рекомендовані величини:  
 $\alpha_1 = 0,0035$ ;  $\alpha_2 = 0,0020$ ;  $\alpha_3 = 0,0015$ ;  
 $r_1 = 1700$ ;  $r_2 = 6000$ ;  $r_3 = 14000$ ;  
 $r_4 = 3500$ ;  $r_5 = 9500$ ;  $r_6 = 17500$

(3) Перша власна частота поперечної вібрації прольоту не повинна бути менше, ніж  $f_{h0}$ . (3) The first natural frequency of lateral vibration of a span should not be less than  $f_{h0}$ .

NOTE The value for  $f_{h0}$  may be defined in the National Annex. The recommended value is:  
 $f_{h0} = 1,2 \text{ Hz}$ .

ПРИМІТКА. Величина  $f_{h0}$  має бути визначена в Національному Додатку. Рекомендована величина:  
 $f_{h0} = 1,2 \text{ Гц}$ .

#### A2.4.4.2.5 Поздовжні переміщення настилу

(1) Обмеження на поздовжні переміщення країв настилів наведені в EN1991-2, 6.5.4.5.2.

ПРИМІТКА. Також див. A2.4.4.2.3.

### A2.4.4.3 Граничні величини максимального вертикального відхилення для комфорту пасажирів

#### A2.4.4.3.1 Критерії комфорту

(1) Комфорт пасажирів залежить від вертикального прискорення  $b_v$  всередині вагону під час просування на підході до мосту, через нього та при виїзді з мосту.

(2) Мають бути вказані рівні комфорту та пов'язані з ними граничні величини для вертикального прискорення.

ПРИМІТКА. Ці рівні комфорту та пов'язані з ними граничні величини можуть бути визначені для окремого проекту.

Рекомендовані рівні комфорту наведені в Таблиці A2.9.

**Таблиця A2.9 - Рекомендовані рівні комфорту**

Рівень комфорту	Вертикальне прискорення $b_v$ (м/с <sup>2</sup> )
Дуже хороший	1,0
Хороший	1,3
Прийнятний	2,0

A2.4.4.3.2 Критерії відхилення для перевірки комфорту пасажирів

#### A2.4.4.2.5 Longitudinal displacement of the deck

(1) Limitations on the longitudinal displacement of the ends of decks are given in EN1991-2, 6.5.4.5.2.

NOTE Also see A2.4.4.2.3.

### A2.4.4.3 Limiting values for the maximum vertical deflection for passenger comfort

#### A2.4.4.3.1 Comfort criteria

(1) Passenger comfort depends on the vertical acceleration  $b_v$  inside the coach during travel on the approach to, passage over and departure from the bridge.

(2) The levels of comfort and associated limiting values for the vertical acceleration should be specified.

NOTE These levels of comfort and associated limiting values may be defined for the individual project.

Recommended levels of comfort are given in Table A2.9.

**Table A2.9 - Recommended levels of comfort**

Level of comfort	Vertical acceleration $b_v$ (m/s <sup>2</sup> )
Very good	1,0
Good	1,3
Acceptable	2,0

A2.4.4.3.2 Deflection criteria for checking passenger comfort

(1) Для обмеження вертикального транспортного прискорення до величин, зазначених в A2.4.4.3.1 (2), величини для максимально допустимого вертикального відхилення  $\delta$  вздовж центральної лінії колії залізничних мостів наведені в цьому пункті в залежності від:

- довжини прольоту  $L$  [м],
- швидкості поїзда  $V$  [км/годину],
- кількості прольотів та
- конфігурації мосту (вільно обперта балка, багатопрогонова нерозрізна балка).

Альтернативно вертикальному прискоренню  $b_v$  можна провести динамічний аналіз взаємодії транспорту/мосту (див. A2.4.4.3.3).

(2) Вертикальні відхилення  $\delta$  мають визначатися з Моделлю Навантаження 71 помноженою на коефіцієнт  $\Phi$  та з величиною  $\alpha = 1$ , відповідно до EN 1991-2, Розділ 6.

Для мостів з двома та більше коліями має бути навантажена лише одна колія.

3) Для виняткових конструкцій, наприклад, багатопрогонова нерозрізна балка з найрізноманітнішими довжинами прольоту або прольоти з великими відхиленнями жорсткості, мають бути виконані точні динамічні розрахунки.

(1) To limit vertical vehicle acceleration to the values given in A2.4.4.3.1(2) values are given in this clause for the maximum permissible vertical deflection  $\delta$  along the centre line of the track of railway bridges as a function of:

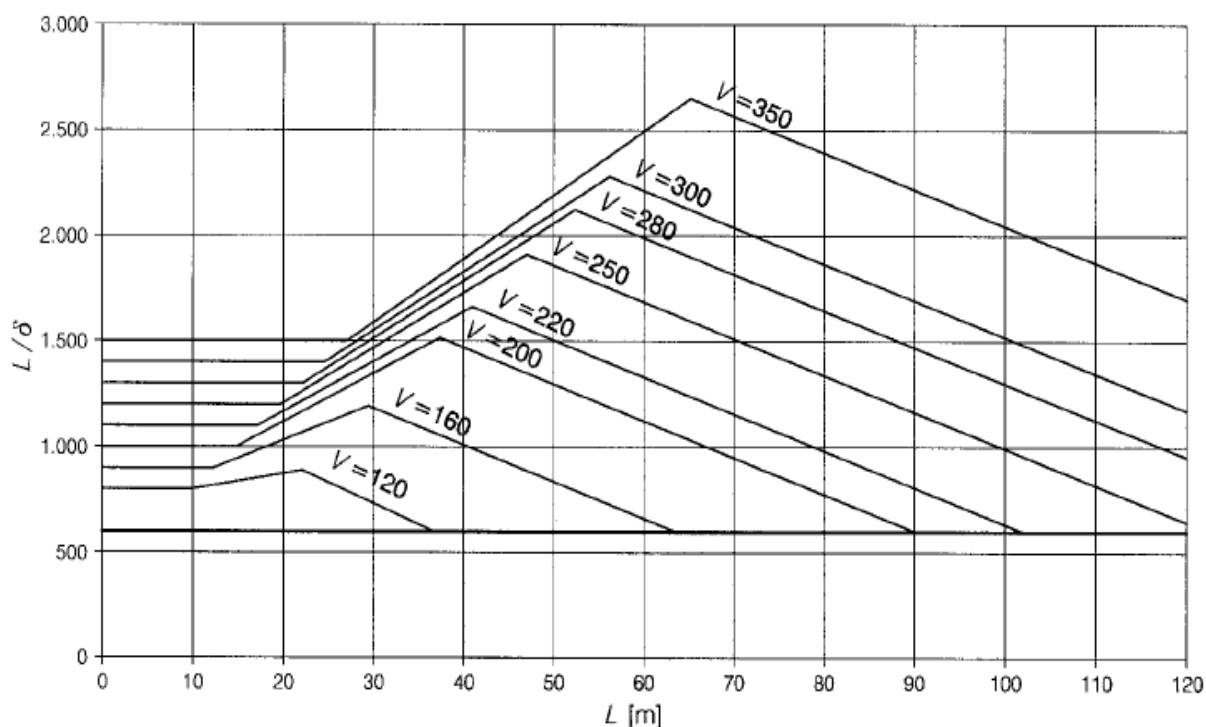
- the span length  $L$  [m],
- the train speed  $V$  [km/h],
- the number of spans and
- the configuration of the bridge (simply supported beam, continuous beam).

Alternatively the vertical acceleration  $b_v$  may be determined by a dynamic vehicle/bridge interaction analysis (see A2.4.4.3.3).

(2) The vertical deflections  $\delta$  should be determined with Load Model 71 multiplied by the factor  $\Phi$  and with the value of  $\alpha = 1$ , in accordance with EN 1991-2, Section 6.

For bridges with two or more tracks only one track should be loaded.

(3) For exceptional structures, e.g. continuous beams with widely varying span lengths or spans with wide variations in stiffness, a specific dynamic calculation should be carried out.



Коефіцієнти, перераховані в А2.4.4.3.2. (5) не повинні застосовуватися до обмеження  $L/\delta = 600$ .

The factors listed in A2.4.4.3.2.(5) should not be applied to the limit of  $L/\delta = 600$ .

**Рисунок А2.3 - Максимально допустиме вертикальне відхилення  $\delta$  для залізничних мостів з 3 або більше послідовними вільно обпертими прогонами відповідно допустимому вертикальному прискоренню  $b_v = 1 \text{ м/с}^2$  у вагону для швидкості  $V \text{ [km/h]}$**

**Figure A2.3 - Maximum permissible vertical deflection  $\delta$  for railway bridges with 3 or more successive simply supported spans corresponding to a permissible vertical acceleration of  $b_v = 1 \text{ m/s}^2$  in a coach for speed  $V \text{ [km/h]}$**

(4) Граничні значення  $L/\delta$  на Рисунку А2.3 наведені для  $b_v = 1,0 \text{ м/с}^2$ , яке можна прийняти в якості забезпечення "дуже хорошого" рівня комфорту.

(4) The limiting values of  $L/\delta$  given in Figure A2.3 are given for  $b_v = 1,0 \text{ m/s}^2$  which may be taken as providing a "very good" level of comfort.

Для інших рівнів комфорту і пов'язаних з ними максимально допустимих вертикальних прискорень  $b'_v$  величини  $L/\delta$ , зображені на рис. А2.3, можна поділити на  $b'_v \text{ [м/с}^2\text{]}$ .

For other levels of comfort and associated maximum permissible vertical accelerations  $b'_v$ , the values of  $L/\delta$  given in Figure A2.3 may be divided by  $b'_v \text{ [m/s}^2\text{]}$ .

(5) Величини  $L/\delta$  на Рисунку А2.3 наведені для послідовності вільно обпертих балок з трьома або більше прольотами.

(5) The values of  $L/\delta$  given in Figure A2.3 are given for a succession of simply supported beams with three or more spans.

Для мосту, який складається з одного прольоту або послідовності двох вільно обпертих балок чи двох багатопрогонових нерозрізних прогонів, величини  $L/\delta$ , зображені на рис. А2.3, слід помножити на 0,7.

For a bridge comprising of either a single span or a succession of two simply supported beams or two continuous spans the values of  $L/\delta$  given in Figure A2.3 should be multiplied by 0,7.

Для багатопрогонових нерозрізних балок з трьома або більше прольотами величини  $L/\delta$ , зображені на рис. А2.3, слід помножити на 0,9.

For continuous beams with three or more spans the values of  $L/\delta$  given in Figure A2.3 should be multiplied by 0,9.

(6) Величини  $L/\delta$ , зображені на рис. А2.3, дійсні для прольоту довжиною до 120 м. Для довших прольотів спеціального аналізу не потрібно.

(6) The values of  $L/\delta$  given in Figure A2.3 are valid for span lengths up to 120 m. For longer spans a special analysis is necessary.

**ПРИМІТКА.** Вимоги комфорту пасажирів для тимчасових мостів можуть бути визначені в Національному Додатку або для окремого проекту.

**NOTE** The requirements for passenger comfort for temporary bridges may be defined in the National Annex or for the individual project.

**А2.4.4.3.3** Вимоги до динамічного аналізу взаємодії транспорту/мосту для перевірки комфорту пасажирів

**A2.4.4.3.3** Requirements for a dynamic vehicle/bridge interaction analysis for checking passenger comfort

(1) У випадку, якщо потрібен динамічний аналіз взаємодії транспорту/мосту, необхідно враховувати наступні проблеми:

(1) Where a vehicle/bridge dynamic interaction analysis is required the analysis should take account of the following behaviours:

- |  |   |
|--|---|
| <p>iv) зазначена серія швидкостей транспортного засобу до максимальної швидкості,</p> <p>v) характерне навантаження діючих поїздів вказано для окремого проекту у відповідності до EN1991-2, 6.4.6.1.1,</p> <p>vi) динамічна взаємодія мас між транспортними засобами в діючому поїзді та конструкцією,</p> <p>vii) характеристики демпфування та жорсткості екіпажу,</p> <p>viii) достатня кількість транспортних засобів для отримання максимального впливу навантаження на найдовший,</p> <p>ix) достатня кількість прольотів в конструкції з кількома прольотами для розвитку ефекту резонансу від ходи екіпажу.</p> | <p>iv) a series of vehicle speeds up to the maximum speed specified,</p> <p>v) characteristic loading of the real trains specified for the individual project in accordance with EN1991-2, 6.4.6.1.1,</p> <p>vi) dynamic mass interaction between vehicles in the real train and the structure,</p> <p>vii) the damping and stiffness characteristics of the vehicle suspension,</p> <p>viii) a sufficient number of vehicles to produce the maximum load effects in the longest span,</p> <p>ix) a sufficient number of spans in a structure with multiple spans to develop any resonance effects in the vehicle suspension.</p> |
|--|---|

ПРИМІТКА. Будь-які вимоги прийняття до уваги нерівностей колії при динамічному аналізі взаємодії транспорту/мосту можуть визначатися для окремого проекту.

NOTE Any requirements for taking track roughness into account in the vehicle/bridge dynamic interaction analysis may be defined for the individual project.

Код УКНД 91.080.01

**Ключеві слова:** автомобільні мости, пішохідні мости, залізничні мости, комбінації дій, комбінації дій, розрахункова ситуація, колія, навантаження

Директор

ТОВ “Науково-виробниче  
підприємство

“БудКонструкція”, д.т.н., проф.

керівник розробки

\_\_\_\_\_

особистий підпис

Юлій Климов

Ім'я, прізвище