



# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

## ЄВРОКОД 1. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ

**Частина 2. Рухомі навантаження на мости  
(EN 1991-2:2003, IDT)**

**ДСТУ-Н Б EN 1991-2**

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад EN 1991-2:2003 Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges (Єврокод 1: Дії на конструкції – Частина 2: Рухомі навантаження на мости).

EN 1991-2:2003 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250 “Будівельні Єврокоди”, секретаріатом якого керує BSI.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1991-2:2010 (EN 1991-2:2003 IDT), викладена українською мовою.

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

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

Організація, відповідальна за цей документ – Національний транспортний університет (м. Київ).

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Обкладинка», «Передмова», «Національний вступ», «Визначення понять» - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;

- з «Передмови до EN 1991-2:2003» у цей національний вступ взято те, що безпосередньо стосується цього стандарту;

- національний довідковий додаток наведено як настанову для користувачів.

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1991-2:2003, наведено в додатку НА.

Копії МС, неприйнятих як національні стандарти, на які є посилання у EN 1991-2:2003, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

English version

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

Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie  
2: Actions sur les ponts, dues au trafic

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2:  
Verkehrslasten auf Brücken

This European Standard was approved by CEN on 28 November 2002.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Portugal, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

**Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels**

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ СТАНДАРТ  
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ СТАНДАРТ  
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ СТАНДАРТ

**EN 1991-2**

Вересень 2003

ICS 91.010.30; 93.040

На заміну ENV 1991-3:1995

Англійська версія

## Єврокод 1: Дії на споруди – Частина 2: Рухомі навантаження МОСТІВ

Єврокод 1: Дії на споруди – Частина 2:  
Рухомі навантаження мостів

Єврокод 1: Дії на споруди – Частина 2: Рухомі  
навантаження мостів

Цей європейський стандарт був затверджений ЄКН (Європейський комітет з нормалізації) 28 листопада 2002.

Члени ЄКН мають виконувати міжнародні правила CEN/CENELEC, що передбачають умови надання цьому Європейському Стандарту статусу національного стандарту без будь-яких змін. Бібліографічні посилання, що стосуються таких національних стандартів можуть бути отримані через центр управління або будь-якого члена ЄКН.

Цей європейський стандарт має три офіційні версії (англійська, французька, німецька) Версія на будь-якій іншій мові має бути перекладена за відповідальністю члена ЄКН і визнана Центром управління як така, що має статус офіційної версії.

Членами ЄКН є національні органи зі стандартизації країн: Австрія, Бельгія, Чеська Республіка, Данія, Фінляндія, Франція, Германія, Греція, Ісландія, Ірландія, Італія, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Норвегія, Португалія, Словенія, Іспанія, Швеція, Швейцарія та Велика Британія.



ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ З НОРМАЛІЗАЦІЇ  
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ З НОРМАЛІЗАЦІЇ  
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ З НОРМАЛІЗАЦІЇ

**Центр Управління: вул. Стассарт, 36 В-1050 Брюсель**

<b>ЗМІСТ</b>	<b>C.</b>
<b>ВСТУП</b>	
ОСНОВИ ПРОГРАМИ ЄВРОКОДІВ	<b>CONTENTS</b>
	<b>FOREWORD</b>
	BACKGROUND OF THE EUROCODE PROGRAMME <b>2</b>
СТАТУС І СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ЄВРОКОДІВ	STATUS AND FIELD OF APPLICATION OF EUROCODES <b>3</b>
НАЦІОНАЛЬНІ СТАНДАРТИ, ЩО ІМПЛЕМЕНТУЮТЬ ЄВРОКОДИ	NATIONAL STANDARDS IMPLEMENTING EUROCODES <b>4</b>
ЗВ'ЯЗКИ МІЖ ЄВРОКОДАМИ І ГАРМОНІЗОВАНИМИ ТЕХНІЧНИМИ СПЕЦИФІКАЦІЯМИ ВИРОБІВ (EN и ЕТА)	LINKS BETWEEN EUROCODES AND HARMONISED TECHNICAL SPECIFICATIONS (ENS AND ETAS) FOR PRODUCTS <b>5</b>
ДОДАТКОВА СПЕЦЕФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ ДО EN 1991-2	ADDITIONAL INFORMATION SPECIFIC TO EN 1991-2 <b>6</b>
НАЦІОНАЛЬНИЙ ДОДАТОК ДО EN 1991-2	NATIONAL ANNEX FOR EN 1991-2 <b>8</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ</b>	<b>SECTION 1 GENERAL</b> <b>13</b>
1.1 МЕТА ТА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ	1.1 SCOPE <b>13</b>
1.2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ	1.2 NORMATIVE REFERENCES <b>14</b>
1.3 ВІДМІННОСТІ МІЖ ПРИНЦИПАМИ І ПРАВИЛАМИ ЗАСТОСУВАННЯ	1.3 DISTINCTION BETWEEN PRINCIPLES AND APPLICATION RULES <b>16</b>
1.4 ТЕРМІНИ І ВИЗНАЧЕННЯ	1.4 TERMS AND DEFINITIONS <b>17</b>
<i>1.4.1 Гармонізовані терміни та загальні визначення</i>	<i>1.4.1 Harmonised terms and common definitions</i> <b>17</b>
<i>1.4.2 Спеціальні терміни та визначення автодорожніх мостів</i>	<i>1.4.2 Terms and definitions specifically for road bridges</i> <b>18</b>
<i>1.4.3 Спеціальні терміни і визначення залізничних мостів</i>	<i>1.4.3 Terms and definitions specifically for railway bridges</i> <b>19</b>
1.5 СИМВОЛИ	1.5 SYMBOLS <b>21</b>
<i>1.5.1 Загальні символи</i>	<i>1.5.1 Common symbols</i> <b>21</b>
<i>1.5.2 Символи, що застосовуються в розділах 4 та 5</i>	<i>1.5.2 Symbols specifically for sections 4 and 5</i> <b>21</b>
<i>1.5.3 Символи, що застосовуються у розділі 6</i>	<i>1.5.3 Symbols specifically for section 6</i> <b>23</b>
<b>РОЗДІЛ 2 КЛАСИФІКАЦІЯ ВПЛИВІВ</b>	<b>SECTION 2 CLASSIFICATION OF ACTIONS</b> <b>29</b>
2.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	2.1 GENERAL <b>29</b>
2.2 ТИМЧАСОВІ ВПЛИВИ	2.2 VARIABLE ACTIONS <b>29</b>
2.3 ВПЛИВИ У ВИПАДКОВИХ ПРОЕКТНИХ СИТУАЦІЯХ	2.3 ACTIONS FOR ACCIDENTAL DESIGN SITUATIONS <b>32</b>
<b>РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТНІ СИТУАЦІЇ</b>	<b>SECTION 3 DESIGN SITUATIONS</b> <b>33</b>
<b>РОЗДІЛ 4 РУХОМІ НАВАНТАЖЕННЯ ТА ІНШІ ВПЛИВИ ДЛЯ АВТОДОРОЖНІХ МОСТІВ</b>	<b>SECTION 4 ROAD TRAFFIC ACTIONS AND OTHER ACTIONS SPECIFICALLY FOR ROAD BRIDGES</b> <b>34</b>
4.1 СФЕРА ЗАСТСУВАННЯ	4.1 FIELD OF APPLICATION <b>34</b>
4.2 ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВПЛИВІВ	4.2 REPRESENTATION OF ACTIONS <b>35</b>

4.2.1	Моделі навантажень від дорожнього руху	4.2.1	Models of road traffic loads	<b>35</b>
4.2.2	Класи навантажень	4.2.2	Loading classes	<b>36</b>
4.2.3	Поділ проїзної частини на національні смуги руху	4.2.3	Divisions of the carriageway into notional lanes	<b>37</b>
4.2.4	Розташування і нумерація смуг руху для проектування	4.2.4	Location and numbering of the lanes for design	<b>38</b>
4.2.5	Застосування моделей навантаження для окремих смуг руху	4.2.5	Application of the load models on the individual lanes	<b>40</b>
4.3	ВЕРТИКАЛЬНІ НАВАНТАЖЕННЯ – ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ	4.3	VERTICAL LOADS - CHARACTERISTIC VALUES	<b>40</b>
4.3.1	Основні і пов'язані з ними проектні ситуації	4.3.1	General and associated design situations	<b>40</b>
4.3.2	Модель навантаження 1	4.3.2	Load Model 1	<b>41</b>
4.3.3	Модель навантаження 2	4.3.3	Load Model 2	<b>45</b>
4.3.4	Модель навантаження 3 (спеціальні транспортні засоби)	4.3.4	Load Model 3 (special vehicles)	<b>46</b>
4.3.5	Модель навантаження 4 (навантаження від натовпу)	4.3.5	Load Model 4 (crowd loading)	<b>46</b>
4.3.6	Розподіл зосереджених навантажень	4.3.6	Dispersal of concentrated loads	<b>46</b>
4.4	ГОРИЗОНТАЛЬНІ СИЛИ - ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ	4.4	HORIZONTAL FORCES - CHARACTERISTIC VALUES	<b>48</b>
4.4.1	Сили гальмування та прискорення	4.4.1	Braking and acceleration forces	<b>48</b>
4.4.2	Відцентрові та інші поперечні сили	4.4.2	Centrifugal and other transverse forces	<b>49</b>
4.5	ГРУПИ РУХОМИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА АВТОДОРОЖНІ МОСТИ	4.5	GROUPS OF TRAFFIC LOADS ON ROAD BRIDGES	<b>50</b>
4.5.1	Характеристичні значення багатокomпонентних впливів	4.5.1	Characteristic values of the multi-component action	<b>51</b>
4.5.2	Інші типові значення багатокomпонентних впливів	4.5.2	Other representative values of the multi-component action	<b>53</b>
4.5.3	Групи навантажень в короткочасних проектних ситуаціях	4.5.3	Groups of loads in transient design situations	<b>54</b>
4.6	МОДЕЛІ НАВАНТАЖЕНЬ ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ ЗА ВТОМОЮ	4.6	FATIGUE LOAD MODELS	<b>54</b>
4.6.1	Загальні положення	4.6.1	General	<b>54</b>
4.6.2	Модель навантаження за втомою 1 (подібна Моделі навантаження 1)	4.6.2	Fatigue Load Model 1 (similar to LM1)	<b>58</b>
4.6.3	Модель навантаження за втомою 2 (набір вантажівок «що часто зустрічаються»)	4.6.3	Fatigue Load Model 2 (set of "frequent" lorries)	<b>59</b>
4.6.4	Модель навантаження за втомою 3 (модель однієї вантажівки)	4.6.4	Fatigue Load Model 3 (single vehicle model)	<b>59</b>
4.6.5	Модель навантаження за втомою 4 (набір «стандартних» вантажівок)	4.6.5	Fatigue Load Model 4 (set of "standard" lorries)	<b>60</b>
4.6.6	Модель навантаження за втомою 5 (на базі даних реального дорожнього руху)	4.6.6	Fatigue Load Model 5 (based on recorded road traffic data)	<b>62</b>
4.7	ВПЛИВИ У ВИПАДКОВИХ ПРОЕКТНИХ СИТУАЦІЙ	4.7	ACTIONS FOR ACCIDENTAL DESIGN SITUATIONS	<b>65</b>

4.7.1 Загальні положення	4.7.1 General	65
4.7.2 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з нижньою конструкцією моста	4.7.2 Collision forces from vehicles under the bridge	65
4.7.2.1 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з опорами та іншими опорними елементами	4.7.2.1 Collision forces on piers and other supporting members	66
4.7.2.2 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з елементами їздового полотна	4.7.2.2 Collision forces on decks	66
4.7.3 Впливи на міст від транспортних засобів	4.7.3 Actions from vehicles on the bridge	66
4.7.3.1 Автотранспорт що знаходиться на пішохідних і велосипедних доріжках автодорожнього моста	4.7.3.1 Vehicle on footways and cycle tracks on road bridges	66
4.7.3.2 Сили, що діють при наїзді автотранспорту на бордюр	4.7.3.2 Collision forces on kerbs	68
4.7.3.3 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з стримувальними системами	4.7.3.3 Collision forces on vehicle restraint systems	68
4.7.3.4 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з елементами конструкції моста	4.7.3.4 Collision forces on structural members	71
4.8 ВПЛИВИ НА ПОРУЧНІ	4.8 ACTIONS ON PEDESTRIAN PARAPETS	71
4.9 МОДЕЛІ НАВАНТАЖЕНЬ ДЛЯ СТОЯНІВ І СТИНОК, ЩО ПРИМИКАЮТЬ ДО МОСТА	4.9 LOAD MODELS FOR ABUTMENTS AND WALLS ADJACENT TO BRIDGES	72
4.9.1 Вертикальні навантаження	4.9.1 Vertical loads	72
4.9.2 Горизонтальна сила	4.9.2 Horizontal force	72
<b>РОЗДІЛ 5 ВПЛИВИ НА ТРОТУАРИ, ВЕЛОСИПЕДНІ ДОРІЖКИ ТА ПІШОХІДНІ МОСТИ</b>	<b>SECTION 5 ACTIONS ON FOOTWAYS, CYCLE TRACKS AND FOOTBRIDGES</b>	<b>74</b>
5.1 СФЕРА ЗАСТСУВАННЯ	5.1 FIELD OF APPLICATION	74
5.2 ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВПЛИВІВ	5.2 REPRESENTATION OF ACTIONS	75
5.2.1 Моделі навантажень	5.2.1 Models of the loads	75
5.2.2 Класи навантажень	5.2.2 Loading classes	75
5.2.3 Застосування моделей навантаження	5.2.3 Application of the load models	75
5.3 СТАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ – ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ	5.3 STATIC MODELS FOR VERTICAL LOADS - CHARACTERISTIC VALUES	76
5.3.1 Загальні положення	5.3.1 General	76
5.3.2 Моделі навантажень	5.3.2 Load Models	77
5.3.2.1 Рівномірно розподілене навантаження	5.3.2.1 Uniformly distributed load	77
5.3.2.2 Зосереджене навантаження	5.3.2.2 Concentrated load	77
5.3.2.3 Службовий автомобіль	5.3.2.3 Service vehicle	78
5.4 СТАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ СИЛ – ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ	5.4 STATIC MODEL FOR HORIZONTAL FORCES - CHARACTERISTIC VALUES	78
5.5 ГРУПИ РУХОМИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПІШОХІДНИХ МОСТІВ	5.5 GROUPS OF TRAFFIC LOADS ON FOOTBRIDGES	79

5.6 ВПЛИВИ У ВИПАДКОВИХ ПРОЕКТНИХ СИТУАЦІЯХ ДЛЯ ПІШОХІДНИХ МОСТІВ	5.6 ACTIONS FOR ACCIDENTAL DESIGN SITUATIONS FOR FOOTBRIDGES	<b>80</b>
5.6.1 Загальні положення	5.6.1 General	<b>80</b>
5.6.2 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з нижньою конструкцією моста	5.6.2 Collision forces from road vehicles under the bridge	<b>80</b>
5.6.2.1 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з опорами	5.6.2.1 Collision forces on piers	<b>80</b>
5.6.2.2 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з елементами їздового полотна	5.6.2.2 Collision forces on decks	<b>81</b>
5.6.3 Випадкова поява транспортних засобів на мосту	5.6.3 Accidental presence of vehicles on the bridge	<b>81</b>
5.7 ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ НАВАНТАЖЕНЬ ВІД ПІШОХОДІВ	5.7 DYNAMIC MODELS OF PEDESTRIAN LOADS	<b>82</b>
5.8 ВПЛИВИ НА ПОРУЧНІ	5.8 ACTIONS ON PARAPETS	<b>83</b>
5.9 МОДЕЛІ НАВАНТАЖЕНЬ ДЛЯ СТОЯНІВ І ЇХ СТІНОК	5.9 LOAD MODEL FOR ABUTMENTS AND WALLS ADJACENT TO BRIDGES	<b>83</b>
<b>РОЗДІЛ 6 РУХОМІ ТА ІНШІ НАВАНТАЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ МОСТІВ</b>	<b>SECTION 6 RAIL TRAFFIC ACTIONS AND OTHER ACTIONS SPECIFICALLY FOR RAILWAY BRIDGES</b>	<b>83</b>
6.1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ	6.1 FIELD OF APPLICATION	<b>83</b>
6.2 ФОРМУЛЮВАННЯ ВПЛИВІВ – ПРИРОДА ЗАЛІЗНИЧНИХ РУХОМИХ НАВАНТАЖЕНЬ	6.2 REPRESENTATION OF ACTIONS – NATURE OF RAIL TRAFFIC LOADS	<b>84</b>
6.3 ВЕРТИКАЛЬНІ НАВАНТАЖЕННЯ. ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ (СТАТИЧНІ НАВАНТАЖУВАЛЬНІ ЕФЕКТИ) ТА ЕКСЦЕНТРИЧНІ І РОЗПОВСУДЖЕННІ НАВАНТАЖЕННЯ	6.3 VERTICAL LOADS - CHARACTERISTIC VALUES (STATIC EFFECTS) AND ECCENTRICITY AND DISTRIBUTION OF LOADING	<b>85</b>
6.3.1 Загальні принципи	6.3.1 General	<b>85</b>
6.3.2 Модель навантаження 71	6.3.2 Load Model 71	<b>86</b>
6.3.3 Моделі навантаження SW/0 та SW/2	6.3.3 Load Models SW/0 and SW/2	<b>87</b>
6.3.4 Модель навантаження «пустий потяг»	6.3.4 Load Model “unloaded train”	<b>88</b>
6.3.5 Ексцентриситет вертикальних навантажень 71 та SW/0	6.3.5 Eccentricity of vertical loads (Load Models 71 and SW/0)	<b>88</b>
6.3.6 Розподіл осьових навантажень між рельсами, шпалами та баластом	6.3.6 Distribution of axle loads by the rails, sleepers and ballast	<b>89</b>
6.3.6.1 Поздовжній розподіл рельсами зосереджених сил або колісних сил	6.3.6.1 Longitudinal distribution of a point force or wheel load by the rail	<b>89</b>
6.3.6.2 Поздовжнє розповсюдження навантажень шпалами і баластом	6.3.6.2 Longitudinal distribution of load by sleepers and ballast	<b>90</b>
6.3.6.3 Поперечний розподіл навантаження шпалами і баластом	6.3.6.3 Transverse distribution of actions by the sleepers and ballast	<b>90</b>



6.3.6.4. Вертикальне навантаження, еквівалентне впливу насипу і тиску ґрунту	6.3.6.4 Equivalent vertical loading for earthworks and earth pressure effects	<b>92</b>
6.3.7 Впливи на службові тротуари	6.3.7 Actions for non-public footpaths	<b>93</b>
6.4 ДИНАМІЧНІ ЕФЕКТИ (ВКЛЮЧНО РЕЗОНАНСЕ)	6.4 DYNAMIC EFFECTS (INCLUDING RESONANCE)	<b>93</b>
6.4.1 Вступ	6.4.1 Introduction	<b>93</b>
6.4.2 Фактори, що впливають на динамічну поведінку	6.4.2 Factors influencing dynamic behavior	<b>94</b>
6.4.3 Загальні проектні правила	6.4.3 General design rules	<b>94</b>
6.4.4 Вимоги до статичного і динамічного аналізу	6.4.4 Requirement for a static or dynamic analysis	<b>95</b>
6.4.5 Динамічний коефіцієнт $\Phi$ ( $\Phi_2$ , $\Phi_3$ )	6.4.5 Dynamic factor $\Phi$ ( $\Phi_2$ , $\Phi_3$ )	<b>100</b>
6.4.5.1 Сфера застосування	6.4.5.1 Field of application	<b>100</b>
6.4.5.2 Визначення динамічного коефіцієнту $\Phi$	6.4.5.2 Definition of the dynamic factor $\Phi$	<b>100</b>
6.4.5.3 Визначення довжини $L\Phi$	6.4.5.3 Determinant length $L\Phi$	<b>101</b>
6.4.5.4 Приведений динамічний ефект	6.4.5.4 Reduced dynamic effects	<b>107</b>
6.4.6 Вимоги до динамічного аналізу	6.4.6 Requirements for a dynamic analysis	<b>108</b>
6.4.6.1 Навантаження і комбінації навантажень	6.4.6.1 Loading and load combinations	<b>108</b>
6.4.6.2 Швидкості, що мають бути враховані	6.4.6.2 Speeds to be considered	<b>112</b>
6.4.6.3 Параметри моста	6.4.6.3 Bridge parameters	<b>113</b>
6.4.6.4 Моделювання збурювання та динамічної поведінки конструкції	6.4.6.4 Modelling the excitation and dynamic behaviour of the structure	<b>116</b>
6.4.6.5 Перевірка граничних станів	6.4.6.5 Verifications of the limit states	<b>117</b>
6.4.6.6 Додаткові перевірки за втомою у випадку конструкцій для яких вимагається динамічний аналіз	6.4.6.6 Additional verification for fatigue where dynamic analysis is required	<b>119</b>
6.5 ГОРИЗОНТАЛЬНІ СИЛИ – ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ	6.5 HORIZONTAL FORCES - CHARACTERISTIC VALUES	<b>120</b>
6.5.1 Центробіжні сили	6.5.1 Centrifugal forces	<b>120</b>
6.5.2 Горизонтальна сила в рівні рельси	6.5.2 Nosing force	<b>126</b>
6.5.3 Дія тяги або торможіння	6.5.3 Actions due to traction and braking	<b>127</b>
6.5.4 Динамічна реакція конструкції і потяга на різні дії	6.5.4 Combined response of structure and track to variable actions	<b>129</b>

6.5.4.1 Загальні принципи	6.5.4.1 General principles	<b>129</b>
6.5.4.2 Параметри, що впливають на динамічну сумісну реакцію конструкції і залізничного полотна.	6.5.4.2 Parameters affecting the combined response of the structure and track	<b>130</b>
6.5.4.3 Дії, що мають бути враховані	6.5.4.3 Actions to be considered	<b>132</b>
6.5.4.4 Моделювання і розрахуно системи залізничне полотно/конструкція	6.5.4.4 Modelling and calculation of the combined track/structure system.	<b>133</b>
6.5.4.5 Проектні критерії	6.5.4.5 Design criteria	<b>135</b>
6.5.4.6 Методи розрахунку	6.5.4.6 Calculation methods	<b>137</b>
<b>6.6 АЕРОДИНАМІЧНІ ДІЇ ПОТЯГА, ЩО РУХАЄТЬСЯ</b>	<b>6.6 AERODYNAMIC ACTIONS FROM PASSING TRAINS</b>	<b>142</b>
6.6.1 Загальні зауваги	6.6.1 General	<b>142</b>
6.6.2 Умовна вертикальна площина паралельна залізничному полотну (напр. шумовий бар'єр)	6.6.2 Simple vertical surfaces parallel to the track (e.g. noise barriers).	<b>143</b>
6.6.3 Умовна горизонтальна площина над залізничним полотном (напр. верхня захисна система)	6.6.3 Simple horizontal surfaces above the track (e.g. overhead protective structures)	<b>144</b>
6.6.4 Умовна горизонтальна площина, що примикає до залізничного полотн (напр. платформа, яка не має вертикальної стіни)	6.6.4 Simple horizontal surfaces adjacent to the track (e.g. platform canopies with no vertical wall)	<b>145</b>
6.6.5 Прилегла до залізничного полотна конструкція, що складається із вертикальних і горизонтальних або похилих площин (напр. складчасті шемозахисні екрани, платформи з навісом і вертикальними стінами та їм подібні)	6.6.5 Multiple-surface structures alongside the track with vertical and horizontal or inclined surfaces (e.g. bent noise barriers, platform canopies with vertical walls etc.)	<b>145</b>
6.6.6 Поверхні захисних конструкцій залізничного полотна обмеженої довжини (до 20 м)(горизонтальна поверхня над залізничним полотном і принаймі одна вертикальна стіна, наприклад)	6.6.6 Surfaces enclosing the structure gauge of the tracks over a limited length (upto 20 m) (horizontal surface above the tracks and at least one vertical wall, e.g.scaffolding, temporary constructions)	<b>146</b>
<b>6.7 СХІД З РЕЛЬС ТА ІНШІ ВПЛИВИ НА ЗАЛІЗНИЧНІ МОСТИ</b>	<b>6.7 DERAILMENT AND OTHER ACTIONS FOR RAILWAY BRIDGES</b>	<b>147</b>
6.7.1 Дія сходу з рельс потягу на залізничний міст	6.7.1 Derailment actions from rail traffic on a railway bridge	<b>147</b>
6.7.2 Дія сходу з рельс потягу та інші впливи в аварійних проектних ситуаціях	6.7.2 Derailment under or adjacent to a structure and other actions for Accidental.Design Situations	<b>149</b>
6.7.3 Інші впливи	6.7.3 Other actions	<b>149</b>

6.8 Прикладання транспортних навантажень в залізничних мостах	6.8 Application of traffic loads on railway bridges	<b>150</b>
6.8.1. Загальні положення	6.8.1 General	<b>150</b>
6.8.2. Групи навантажень – визначальні величини багатокomпонентних впливів	6.8.2 Groups of Loads - Characteristic values of the multicomponent action	<b>154</b>
6.8.3 Групи навантажень – інші визначальні величини багатокomпонентних впливів.	6.8.3 Groups of Loads - Other representative values of the multicomponent actions	<b>157</b>
6.8.3.1 Поширені величини багатокomпонентних впливів	6.8.3.1 Frequent values of the multicomponent actions	<b>157</b>
6.8.3.2. Квазісталі величини багатокomпонентних впливів	6.8.3.2 Quasi-permanent values of the multicomponent actions	<b>157</b>
6.8.4 Транспортні навантаження в перехідних проектних ситуаціях	6.8.4 Traffic loads in Transient Design Situations	<b>157</b>
6.9. ТРАНСПОРТНІ НАВАНТАЖЕННЯ В РОЗРАХУНКАХ ВТОМОЮ	6.9 TRAFFIC LOADS FOR FATIGUE	<b>157</b>
<b>ДОДАТОК А (ІНФОРМАТИВНИЙ) МОДЕЛІ СПЕЦІАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ АВТОДОРОЖНИХ МОСТІВ</b>	<b>ANNEX A (INFORMATIVE) MODELS OF SPECIAL VEHICLES FOR ROAD BRIDGES</b>	<b>159</b>
A.1 МЕТА І СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ	A.1 SCOPE AND FIELD OF APPLICATION	<b>159</b>
A.2 БАЗОВІ МОДЕЛІ СПЕЦІАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	A.2 BASIC MODELS OF SPECIAL VEHICLES	<b>159</b>
A.3 ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ НАВАНТАЖЕНЬ СПЕЦІАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ПРОЇЗНІЙ ЧАСТИНІ	A.3 APPLICATION OF SPECIAL VEHICLE LOAD MODELS ON THE CARRIAGEWAY	<b>162</b>
<b>ДОДАТОК В (ІНФОРМАТИВНИЙ) ОЦІНКА ДОЛГОВГОВІЧНОСТІ АВТОДОРОЖНИХ МОСТІВ ЗА ВТОМОЮ МЕТОДОМ РЕГІСТРАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ</b>	<b>ANNEX B (INFORMATIVE) FATIGUE LIFE ASSESSMENT FOR ROAD BRIDGES ASSESSMENT METHOD BASED ON RECORDED TRAFFIC</b>	<b>163</b>
<b>ДОДАТОК С (НОРМАТИВНИЙ) КОЕФІЦІЄНТ ДИНАМІЧНОСТІ <math>1 + \varphi</math> ДЛЯ РЕАЛЬНИХ ПОЇЗДІВ</b>	<b>ANNEX C (NORMATIVE) DYNAMIC FACTORS <math>1 + \varphi</math> FOR REAL TRAINS</b>	<b>169</b>
<b>ДОДАТОК D (НОРМАТИВНИЙ) ОСНОВНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ КОНСТРУКЦІЙ ЗАЛІЗНИЧНИХ МОСТІВ ЗА ВТОМОЮ</b>	<b>ANNEX D (NORMATIVE) BASIS FOR THE FATIGUE ASSESSMENT OF RAILWAY STRUCTURES</b>	<b>171</b>
D.1 ПРИПУЩЕННЯ В РОЗРАХУНКАХ ЗА ВТОМОЮ	D.1 ASSUMPTIONS FOR FATIGUE ACTIONS	<b>171</b>
D.2 ЗАГАЛЬНИЙ МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ	D.2 GENERAL DESIGN METHOD	<b>172</b>
D.3 ТИПИ ПОТЯГІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ ЗА ВТОМОЮ	D.3 TRAIN TYPES FOR FATIGUE	<b>172</b>

<b>ДОДАТОК Е (ІНФОРМАТИВНИЙ) ОБМЕЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ HSLM ТА ВИБІР КРИТИЧНОГО УЗАГАЛЬНЕНОГО ПОТЯГУ МОДЕЛІ HSLM</b>	<b>ANNEX E (INFORMATIVE) LIMITS OF VALIDITY OF LOAD MODEL HSLM AND THE SELECTION OF THE CRITICAL UNIVERSAL TRAIN FROM HSLM-A</b>	<b>177</b>
<b>Е.1 ГРАНИЦІ ЧИННОСТІ МОДЕЛІ НАВАНТАЖЕННЯ HSLM</b>	<b>E.1 LIMITS OF VALIDITY OF LOAD MODEL HSLM</b>	<b>177</b>
<b>Е.2 ВИБІР УНІВЕРСАЛЬНОГО ПОЇЗДА З МОДЕЛІ HSLM</b>	<b>E.2 SELECTION OF A UNIVERSAL TRAIN FROM HSLM-A</b>	<b>179</b>
<b>ДОДАТОК F (ІНФОРМАТИВНИЙ) КРИТЕРІЇ, ЩО МАЮТЬ ЗАДОВОЛЬНЯТИСЯ У ВИПАДКАХ КОЛИ ДИНАМІЧНІ РОЗРАХУНКИ НЕ ПОТРЕБУЮТЬСЯ</b>	<b>ANNEX F (INFORMATIVE) CRITERIA TO BE SATISFIED IF A DYNAMIC ANALYSIS IS NOT REQUIRED</b>	<b>186</b>
<b>ДОДАТОК G (ІНФОРМАТИВНИЙ) МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СУМІСНОЇ РЕАКЦІЇ СПОРУДИ І КОЛІЇ НА ЗМІННІ НАВАНТАЖЕННЯ</b>	<b>ANNEX G (INFORMATIVE) METHOD FOR DETERMINING THE COMBINED RESPONSE OF A STRUCTURE AND TRACK TO VARIABLE ACTIONS</b>	<b>191</b>
<b>G.1 ВСТУП</b>	<b>G.1 INTRODUCTION</b>	<b>191</b>
<b>G.2 ГРАНИЦІ ЧИННОСТІ МЕТОДУ ОБЧИСЛЕННЯ</b>	<b>G.2 LIMITS OF VALIDITY OF CALCULATION METHOD</b>	<b>192</b>
<b>G.3 КОНСТРУКЦІЇ, ЩО СКЛАДАЮТЬСЯ З ОДИНОЧНОГО НАСТИЛУ</b>	<b>G.3 STRUCTURES CONSISTING OF A SINGLE BRIDGE DECK</b>	<b>193</b>
<b>G.4 СПОРУДИ, ЩО СКЛАДАЮТЬСЯ З ПОСЛІДОВНОСТІ ЇЗДОВИХ ПОЛОТЕН</b>	<b>G.4 STRUCTURES CONSISTING OF A SUCCESSION OF DECKS</b>	<b>198</b>
<b>ДОДАТОК H (ІНФОРМАТИВНИЙ) МОДЕЛЬ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХУ В ПЕРЕХІДНИХ ПРОЕКТНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<b>ANNEX H (INFORMATIVE) LOAD MODELS FOR RAIL TRAFFIC LOADS IN TRANSIENT DESIGN SITUATIONS</b>	<b>201</b>
<b>ДОДАТОК НА (ДОВІДКОВИЙ) ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТИВ УКРАЇНИ (ДСТУ), ІДЕНТИЧНИХ МС, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В EN 1991-2:2003</b>		<b>202</b>

## Вступ

Цей документ (EN1991-2:2003) був підготовлений Технічним Комітетом CEN/TC 250 “Будівельні Єврокоди”, секретаріат якого керується BSI.

Цьому Європейському стандарту буде наданий статус національного з публікацією ідентичного тексту або схваленням не пізніше березня 2004 року і при скасуванні конфлікуючих національних стандартів не пізніше грудня 2009 року.

Цей документ підготовлено на заміну ENV 1991-3:1995.

CEN/TC250 є відповідальним за всі Будівельні Єврокоди.

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

## Foreword

This document (EN1991-2:2003) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 “Structural Eurocodes”, the secretariat of which is held by BSI.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by March 2004, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by December 2009.

This document supersedes ENV 1991-1:1995.

CEN/TC 250 is responsible for all Structural Eurocodes.

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

## Основи програми Єврокодів

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

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

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

У 1989 році Комісія та держави, члени ЕУ (Європейської Спільноти) та ЕФТА (Європейської Асоціації Вільної Торгівлі) на основі угоди<sup>1</sup> між Комісією та СЕН (Європейським Комітетом із Стандартизації) вирішили передати підготовку та публікацію Єврокодів СЕН за допомогою серії Мандатів, що в результаті надало б Єврокодам в майбутньому статусу Європейського Стандарту (EN). Це пов'язує Єврокоди з положеннями Директив Ради і Рішень Комісії щодо Європейських стандартів (тобто Директиви Ради 89/106/ЕЕС щодо будівельних виробів - CPD - та Директив Ради 93/37/ЕЕС, 92/50/ЕЕС та 89/440/ЕЕС відносно суспільних робіт та послуг і еквівалентних директив ЕФТА, започаткованих, щоб допомогти заснуванню внутрішнього ринку).

## Background of the Eurocode programme

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

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

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

In 1989, the Commission and the Member States of the EU and EFTA decided, on the basis of an agreement<sup>1</sup> between the Commission and CEN, to transfer the preparation and the publication of the Eurocodes to CEN through a series of Mandates, in order to provide them with a future status of European Standard (EN). This links *de facto* the Eurocodes with the provisions of all the Council's Directives and/or Commission's Decisions dealing with European standards (*e.g.* the Council Directive 89/106/EEC on construction products - CPD - and Council Directives 93/37/EEC, 92/50/EEC and 89/440/EEC on public works and services and equivalent EFTA Directives initiated in pursuit of setting up the internal market).

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

EN 1990 Єврокод : Основи проектування конструкцій

EN 1991 Єврокод 1: Дії на конструкції

EN 1992 Єврокод 2: Проектування бетонних конструкцій

EN 1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій

EN 1994 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій

EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1996 Єврокод 6: Проектування конструкцій кам'яної кладки

EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування

EN 1998 Єврокод 8: Проектування конструкцій при сейсмічному навантаженні

EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій.

Стандарти Єврокодів признають відповідальність регуляторних органів країн-членів та захищають їх право на призначення величин, які пов'язані з регулюванням питань безпеки на національному рівні там, де вони відрізняються від країни до країни

### Статус і сфера застосування Єврокодів

Країни-члени EU та EFTA визнають те, що Єврокоди діють як довідкові (еталонні) документи для таких цілей:

- як засіб довести відповідність будівель і споруд основним вимогам Директиви Ради 89/106/ЕЕС, зокрема основній вимозі N°1- Механічна стійкість та стабільність і основній вимозі N°2 – Пожежна безпека;

- як основа для укладання контрактів для будівель і споруд та пов'язаних з ними інженерних послуг;

- як основа для складання узгоджених технічних специфікацій для будівельних виробів (ENs та ETAs)

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

EN 1990 Eurocode : Basis of Structural Design

EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures

EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures

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

EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design

EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

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

### Status and field of application of Eurocodes

The Member States of the EU and EFTA recognise that Eurocodes serve as reference documents for the following purposes:

– as a means to prove compliance of building and civil engineering works with the essential requirements of Council Directive 89/106/EEC, particularly Essential Requirement N°1 – Mechanical resistance and stability – and Essential Requirement N°2 – Safety in case of fire ;

– as a basis for specifying contracts for construction works and related engineering services ;

– as a framework for drawing up harmonised technical specifications for construction products (ENs and ETAs)

Єврокоди, оскільки вони безпосередньо відносяться до будівельних споруд, мають прямий зв'язок з Тлумачними документами<sup>2</sup> розділі 12 CPD, незважаючи на те, що вони мають різну природу з гармонізованими стандартами на вироби<sup>3</sup>. Таким чином, технічні аспекти, які впливають з Єврокодів для будівель і споруд повинні в повній мірі бути розглянутими Технічними Комітетами CEN та/чи робочими групами EOTA, які розробляють стандарти на будівельні вироби з позицій досягнення повної сумісності технічних специфікацій з Єврокодами.

-----  
2 У відповідності до 3.3 документу CPD основні вимоги (OB)

3 У відповідності до 3.3 документу CPD

Стандарти Єврокодів надають загальні правила проектування для повсякденного використання всіх конструкції та її компонентів, як традиційного так і інноваційного характеру. Виняткові форми конструкції або умови проектування спеціально не охоплюються і в таких випадках проектувальнику потрібен додатковий експертний розгляд.

### **Національні стандарти, що імплементують Єврокоди**

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

The Eurocodes, as far as they concern the construction works themselves, have a direct relationship with the Interpretative Documents<sup>2</sup> referred to in Article 12 of the CPD, although they are of a different nature from harmonised product standards<sup>3</sup>. Therefore, technical aspects arising from the Eurocodes work need to be adequately considered by CEN Technical Committees and/or EOTA Working Groups working on product standards with a view to achieving a full compatibility of these technical specifications with the Eurocodes.

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

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

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

The Eurocode standards provide common structural design rules for everyday use for the design of whole structures and component products of both a traditional and an innovative nature. Unusual forms of construction or design conditions are not specifically covered and additional expert consideration will be required by the designer in such cases.

### **National Standards implementing Eurocodes**

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



Національний стандарт може включати інформацію відносно тих параметрів, які залишилися відкритими в Єврокодах для національного вибору, відомі як Національно Визначені Параметри, для використання при проектуванні будівель та інженерних споруд, що будуть зведені у зацікавленій країні, а саме:

- значення та/чи класи, де в Єврокодi дається альтернативи;
- значення для використання, коли в Єврокодi надається тільки символ;
- специфічні дані країни (географічні, кліматичні, тощо), наприклад, карта снігу;
- процедура, яка використовується, коли альтернативні процедури викладені в Єврокодi.

Можуть також наводитися

- рішення відносно застосування інформативних додатків;
- посилання на безсуперечну додаткову інформацію, для допомоги користувачу у застосуванні Єврокоду.

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

Необхідна узгодженість між гармонізованими технічними специфікаціями для будівельних виробів та технічними правилами для будівель і споруд<sup>4</sup>. Крім того, повна інформація, яка супроводжує маркування CE будівельних виробів і має відношення до Єврокодів, повинна чітко зазначати, які Національно Визначені Параметри були прийняті до уваги.

<sup>1</sup> Угода між Комісією Європейських Спільнот і Європейським комітетом стандартизації (CEN) щодо роботи над *Eurocodes* для проектування будівель і споруд (CONSTRUCT 89/019).

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

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

It may also contain

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

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

There is a need for consistency between the harmonised technical specifications for construction products and the technical rules for works<sup>4</sup>. Furthermore, all the information accompanying the CE Marking of the construction products which refer to Eurocodes shall clearly mention which Nationally Determined Parameters have been taken into account.

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

<sup>2</sup> Відповідно до Ст. 3.3 *CPD*, Основні вимоги (**ER**) отримують конкретну форму у Тлумачних документах для створення необхідних зв'язків між Основними вимогами та мандатами на **hEN** і **ETA**.

<sup>3</sup> Відповідно до Ст. 12 *CPD*, Тлумачні документи мають:

- a) надати конкретну форму Основним вимогам, узгодивши термінологію і технічні засади, і вказавши класи або рівні для кожної вимоги, де це необхідно;
- b) вказати методи встановлення співвідношення між цими класами або рівнями вимог з технічними вимогами, наприклад, методи розрахунку і перевірки, технічні правила проектування, і т. ін.;
- c) слугувати як рекомендація для встановлення узгоджених стандартів і настанов для Європейського технічного ухвалення.

*Eurocodes de facto* грають подібну роль у сфері ER 1 і частині ER 2

<sup>4</sup> Див. Ст. 3.3 і Ст.12 *CPD*, а також 4.2, 4.3.1, 4.3.2 ID 1.

### Додаткова специфічна інформація щодо EN 1991-2

EN 1991-2 надає моделі рухомих навантажень для проектування автодорожніх, пішохідних та залізничних мостів. EN 1991-2 надає моделі рухомих навантажень для проектування автодорожніх, пішохідних та залізничних мостів. Стандарт EN 1991-2 призначено для безпосереднього використання разом з євростандартами EN 1990 до 1999 для проектування нових мостів. Підстави для комбінування навантажень дорожнього руху з навантаженнями, які не відносяться до транспортного руху, наведено в EN 1990, додаток A2.

Для індивідуальних проектів наводяться додаткові правила:

- для навантажень дорожнього руху, які не вказані в цій частині євростандарту 1 (наприклад, навантаження будівельних ділянок, військові навантаження, навантаження трамвайної колії);
- для мостів, які призначено для автодорожнього і залізничного руху;
- для впливів, що розглядаються у випадкових проектних ситуаціях;
- для кам'яних арочних мостів.

Моделі навантажень 1 і 2 для автодорожніх мостів, які визначені в 4.3.2

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

<sup>3</sup> According to Art. 12 of the CPD the interpretative documents shall :

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

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

<sup>4</sup> see Art.3.3 and Art.12 of the CPD, as well as 4.2, 4.3.1, 4.3.2 and 5.2 of ID 1.

### Additional information specific to EN 1991-2

EN 1991-2 defines models of traffic loads for the design of road bridges, footbridges and railway bridges. For the design of new bridges, EN 1991-2 is intended to be used, for direct application, together with Eurocodes EN 1990 to 1999.

The bases for combinations of traffic loads with non-traffic loads are given in EN 1990, A2.

Complementary rules may be specified for individual projects :

- when traffic loads need to be considered which are not defined in this Part of Eurocode 1 (e.g. site loads, military loads, tramway loads) ;
- for bridges intended for both road and rail traffic ;
- for actions to be considered in accidental design situations ;
- for masonry arch bridges

For road bridges, Load Models 1 and 2, defined in 4.3.2 and 4.3.3, and taken into account with

і 4.3.3 враховуються регульовальними коефіцієнтів  $\alpha$  і  $\beta$ , що дорівнюють 1. Ці моделі враховують найскладніші варіанти дорожнього руху, що зустрічаються або очікуються, але не ситуації, створені спеціальними транспортними засобами, що потребують дозволу на проїзд по головних дорогах європейських країн. Рух на інших трасах цих країнах і в деяких інших країнах може бути значно легшим або краще керованим.

Слід відзначити, що велика кількість існуючих мостів не відповідає вимогам стандарту EN 1991-2 і пов'язаних з ним будівельних євростандартів EN 1992 до EN 1999

Тому національним властям рекомендується для проектування автодорожнього моста, підбирати величини регульовальних коефіцієнтів  $\alpha$  і  $\beta$  так, щоб вони відповідали декільком класам доріг, на яких розташовано мости, але кількість їх має бути значно меншою і простішою. При цьому слід враховувати національні правила руху і ефективність пов'язаного з ними контролю

Для залізничних мостів Модель навантаження 71 (разом із Моделлю навантаження SW/0 для нерозрізних прогонових будов), що визначена в 6.3.2, надає статичний ефект стандартного експлуатаційного залізничного руху на дорогах нормальної колії або широкої колії Європейської мережі. Модель навантаження SW/2, що визначена в 6.3.3, надає статичний ефект залізничного руху високої інтенсивності. Лінії, або ділянки ліній, для яких приймаються такі навантаження, мають бути визначені в Національному додатку (див. нижче) або для індивідуальних проектів.

Прийняті застереження стосовно різних специфічних навантажень для врахування різних типів, інтенсивності та максимальної ваги залізничного руху на різних залізницях, а також для різного рухомого складу.

Характеристичні значення, що надаються моделями 71 та SW/0, можуть бути збільшені або зменшені відносно стандартного залізничного руху множенням на відповідний коефіцієнт  $\alpha$ .

adjustment factors  $\alpha$  and  $\beta$  equal to 1, are deemed to represent the most severe traffic met or expected in practice, other than that of special vehicles requiring permits to travel, on the main routes of European countries. The traffic on other routes in these countries and in some other countries may be substantially lighter, or better controlled. However it should be noted that a great number of existing bridges do not meet the requirements of this EN 1991-2 and the associated Structural Eurocodes EN 1992 to EN 1999.

It is therefore recommended to the national authorities that values of the adjustment factors  $\alpha$  and  $\beta$  be chosen for road bridge design corresponding possibly to several classes of routes on which the bridges are located, but remain as few and simple as possible, based on consideration of the national traffic regulations and the efficiency of the associated control

For railway bridges, Load Model 71 (together with Load Model SW/0 for continuous bridges), defined in 6.3.2, represent the static effect of standard rail traffic operating over the standard-gauge or wide-gauge European mainline-network. Load Model SW/2, defined in 6.3.3, represents the static effect of heavy rail traffic. The lines, or sections of lines, over which such loads shall be taken into account are defined in the National Annex (see below) or for the individual project.

Provision is made for varying the specified loading to cater for variations in the type, volume and maximum weight of rail traffic on different railways, as well as for different qualities of track

The characteristic values given for Load Models 71 and SW/0 may be multiplied by a factor  $\alpha$  for lines carrying rail traffic which is heavier or lighter than the standard.

Додатково дві інших моделей навантаження наведені для залізничних мостів:

- модель навантаження «пустий потяг» для перевірки бічної стійкості мостів з однією колією руху;
- модель навантаження HSLM, що відповідає навантаженню пасажирського потягу швидкості більше ніж 200 км/год. Надаються також правила визначення аеродинамічних впливів від руху потягів на структури, що прилягають до колії, та інші впливи залізничної інфраструктури. Мости, в основному, містять будівельні елементи, на які розповсюджується:

- Європейська директива 89/440/ЕЕС з виконання будівельних робіт;
  - відповідальність компетентних органів власників мостів.
- Громадські установи можуть також нести відповідальність за видачу дозволів на рух транспорту (в основному на автомобільні навантаження) та пропуск і контроль спеціального автомобільного транспорту. Отже, документ EN 1991-2 призначено для використання:
- комітетами, що розробляють стандарти для проектування конструкцій і їх деталей, тестування і застосування стандартів;
  - клієнтами (тобто для формулювання їх специфічних вимог до руху транспорту і відповідних навантажень);
  - проєктантами і виконавцями робіт;
  - відповідними компетентними органами.

Тут, якщо таблиця або рисунок є частиною ПРИМІТКИ, то такий об'єкт має нумерацію, що супроводжується позначкою (n) (наприклад: Table 4.5(n)).

### **Національний Додаток до EN 1991-2**

Цей стандарт забезпечує альтернативні процедури, величини і рекомендації для класів з примітками, що вказують, у яких випадках має бути зроблено національний вибір. Тому в Державних нормах, що втілюють стандарт EN 1991-2, слід передбачити Національний Додаток, що містить всі національні визначувані параметри, які належить використовувати для проектування мостів, споруджуваних у відповідній країні.

In addition two other load models are given for railway bridges :

- load model "unloaded train" for checking the lateral stability of single track bridges and
- load model HSLM to represent the loading from passenger trains at speeds exceeding 200 km/h.

Guidance is also given on aerodynamic actions on structures adjacent to railway tracks as a result of passing trains and on other actions from railway infrastructure.

Bridges are essentially public works, for which:

- the European Directive 89/440/EEC on contracts for public works is particularly relevant, and
  - public authorities have responsibilities as owners.
- Public authorities may also have responsibilities for the issue of regulations on authorised traffic (especially on vehicle loads) and for delivery and control dispensations when relevant, e.g. for special vehicles.
- EN 1991-2 is therefore intended for use by :
- committees drafting standards for structural design and related product, testing and execution standards ;
  - clients (e.g. for the formulation of their specific requirements on traffic and associated loading requirements) ;
  - designers and constructors ;
  - relevant authorities.

Where a Table of a Figure are part of a NOTE, the Table or the Figure number is followed by (n) (e.g. Table 4.5(n)).

### **National Annex for EN 1991-2**

This Standard gives alternative procedures, values and recommendations for classes with notes indicating where national choices have to be made. Therefore the National Standard implementing EN 1991-2 should have a National Annex containing all Nationally Determined Parameters to be used for the design of bridges to be constructed in the relevant country.

Національний вибір допускається в стандарті EN 1991-2 на підставі наступних розділів:

National choice is allowed in EN 1991-2 through the following clauses :

<b>Розділ 1 Загальні відомості</b>		<b>Section 1 : General</b>	
1.1(3)	Додаткові правила для підірних стінок, підземних споруд і тунелів	1.1(3)	Complementary rules for retaining walls, buried structures and tunnels.
<b>Розділ 2 Класифікація впливів</b>		<b>Section 2 : Classification of actions</b>	
2.2(2) примітка 2	Використання навантажень для автодорожніх мостів, які рідко повторюються	2.2(2) NOTE 2	Use of infrequent values of loading for road bridges
2.3(1)	Визначення відповідного захисту проти зіткнень	2.3(1)	Definition of appropriate protection against collisions
2.3(4)	Правила щодо силових впливів при зіткненнях різного походження	2.3(4)	Rules concerning collisions forces from various origins
<b>Розділ 3 Проектні ситуації</b>		<b>Section 3 : Design situations</b>	
(5)	Правила для мостів з автодорожнім і залізничним рухом	(5)	Rules for bridges carrying both road and rail traffic
<b>Розділ 4 Впливи від дорожнього руху та інші впливи на автодорожні мости</b>		<b>Section 4 : Road traffic actions and other actions specifically for road bridges</b>	
4.1(1) примітка 2	Впливи від дорожнього руху на завантажувану ділянку довжиною понад 200 м	4.1(1) NOTE 2	Road traffic actions for loaded lengths greater than 200m
4.1(2) примітка 1	Спеціальні моделі навантажень для мостів з обмеженням ваги транспортних засобів	4.1(2) NOTE 1	Specific load models for bridges with limitation of vehicle weight
4.2.1(1) примітка 2	Визначення додаткових моделей навантажень	4.2.1(1) NOTE 2	Definition of complementary load models
4.2.1(2)	Визначення моделей спеціальних транспортних засобів	4.2.1(2)	Definition of models of special vehicles
4.2.3(1)	Звична висота бордюрного каменя	4.2.3(1)	Conventional height of kerbs
4.3.1(2) примітка 2	Використання моделі навантаження LM2	4.3.1(2) NOTE 2	Use of LM2
4.3.2(3) примітки 1, 2	Величини коефіцієнтів $\alpha$	4.3.2(3) NOTES 1 & 2	Values of $\alpha$ factors
4.3.2(6)	Застосування спрощених альтернативних моделей навантаження	4.3.2(6)	Use of simplified alternative load models
4.3.3(2)	Значення коефіцієнта $\beta$	4.3.3(2)	Values of $\beta$ factor
4.3.3(4) примітка 2	Вибір контактної поверхні колеса для моделі навантаження LM2	4.3.3(4) NOTE 2	Selection of wheel contact surface for LM2
4.3.4(1)	Визначення моделі навантаження № 3 (спеціальні транспортні засоби)	4.3.4(1)	Definition of Load Model 3 (special vehicles)
4.4.1(2) примітка 2	Верхня границя гальмівного зусилля на автодорожніх мостах	4.4.1(2) NOTE 2	Upper limit of the braking force on road bridges
4.4.1(2) примітка 3	Горизонтальні сили, що пов'язані з моделлю навантаження LM3	4.4.1(2) NOTE 3	Horizontal forces associated with LM3
4.4.1(3)	Горизонтальні сили, що пов'язані з Моделлю Навантаження 3	4.4.1(3)	Horizontal forces associated with Load Model 3
4.4.1(6)	Гальмівні зусилля, що передаються деформаційними швами	4.4.1(6)	Braking force transmitted by expansion joints
4.4.2(4)	Поперечні сили на їздовому полотні автодорожнього моста	4.4.2(4)	Lateral forces on road bridge decks
4.5.1 – табл. 4.4a примітки a, b	Розгляд горизонтальних сил у гр.1a	4.5.1 – Table	Consideration of horizontal forces in gr1a

			4.4a Notes a and b	
4.5.2 примітка 3	Використання рідкісних величин змінних впливів		4.5.2 NOTE 3	Use of infrequent values of variable actions
4.6.1(2) примітка 2	Застосування моделей втомного навантаження		4.6.1(2) NOTE 2	Use of Fatigue Load Models
4.6.1(3) примітка 1	Визначення категорій транспортного руху		4.6.1(3) NOTE 1	Definition of traffic categories
4.6.1(6)	Визначення додаткового коефіцієнта підсилення (втомленість)		4.6.1(6)	Definition of additional amplification factor (fatigue)
4.6.4(3)	Регулювання моделі 3 втомного навантаження		4.6.4(3)	Adjustment of Fatigue Load Model 3
4.6.5(1) примітка 2	Характеристика автотранспортного руху для застосування моделі 4 втомного навантаження		4.6.5(1) NOTE 2	Road traffic characteristics for the use of Fatigue Load Model 4
4.6.6(1)	Застосування моделі 5 втомного навантаження		4.6.6(1)	Use of Fatigue Load Model 5
4.7.2.1(1)	Визначення ударної сили та висоти удару		4.7.2.1(1)	Definition of impact force and height of impact
4.7.2.2(1) примітка 1	Визначення силових впливів при зіткненні на їздовому полотні		4.7.2.2(1) NOTE 1	Definition of collision forces on decks
4.7.3.3(1) примітка 1	Визначення силових впливів при зіткненні з обмежувальними системами для автомобілів		4.7.3.3(1) NOTE 1	Definition of collision forces on vehicle restraint systems
4.7.3.3(1) примітка 3	Визначення вертикальної сили, що діє одночасно з горизонтальною, при зіткненні		4.7.3.3(1) NOTE 3	Definition of vertical force acting simultaneously with the horizontal collision force
4.7.3.3(2)	Розрахункове навантаження конструкції, яка підтримує автомобільний парапет		4.7.3.3(2)	Design load for the structure supporting a vehicle parapet
4.7.3.4(1)	Визначення силових впливів при зіткненні з незахищеними вертикальними елементами конструкції		4.7.3.4(1)	Definition of collision forces on unprotected vertical structural members
4.8(1) примітка 2	Розрахункове навантаження для конструкції, що підтримує автомобільний парапет		4.8(1) NOTE 2	Definition of actions on pedestrian parapets
4.8(3)	Визначення розрахункових навантажень на опорні конструкції поручнів		4.8(3)	Definition of design loads due to pedestrian parapets for the supporting structure
4.9.1(1) примітка 1	Визначення моделей навантажень на дорожній насип		4.9.1(1) NOTE 1	Definition of load models on embankments

<b>Розділ 5: Впливи на тротуари, велосипедні доріжки та пішохідні мости</b>		<b>Section 5: Actions on footways, cycle tracks and footbridges</b>	
5.2.3(2)	Визначення моделей навантажень для оглядових переходів	5.2.3(2)	Definition of load models for inspection gangways
5.3.2.1(1)	Визначення розрахункової величини рівномірно розподіленого навантаження	5.3.2.1(1)	Definition of the characteristic value of the uniformly distributed load
5.3.2.2(1)	Визначення розрахункової величини зосередженого навантаження на пішохідні мости	5.3.2.2(1)	Definition of the characteristic value of the concentrated load on footbridges
5.3.2.3(1)P примітка 1	Визначення службових транспортних засобів для пішохідних мостів	5.3.2.3(1)P NOTE 1	Definition of service vehicles for footbridges
5.4(2)	Розрахункова величина горизонтальної сили на пішохідних мостах	5.4(2)	Characteristic value of the horizontal force on footbridges

5.6.1(1)	Визначення питомих силових впливів при зіткненні		5.6.1(1)	Definition of specific collision forces
5.6.2.1(1)	Силові впливи на стояни моста при зіткненні		5.6.2.1(1)	Collision forces on piers
5.6.2.2(1)	Силові впливи на плиту проїзної частини при зіткненні		5.6.2.2(1)	Collision forces on decks
5.6.3(2) примітка 2	Визначення моделі навантаження за випадкової присутності транспортного засобу на пішохідному мосту		5.6.3(2) NOTE 2	Definition of a load model for accidental presence of a vehicle on a footbridge
5.7(3)	Визначення динамічних моделей навантажень пішоходів		5.7(3)	Definition of dynamic models of pedestrian loads

<b>Розділ 6: Впливи залізничного руху та інші впливи на залізничні мости</b>		<b>Section 6 : Rail traffic actions and other actions specifically for railway bridges</b>	
6.1(2)	Рух, що не підпадає до EN1991-2, альтернативні моделі навантаження	6.1(2)	Traffic outside the scope of EN1991-2, alternative load models
6.1(3)P	Інші типи залізниць	6.1(3)P	Other types of railways
6.1(7)	Тимчасові мости	6.1(7)	Temporary bridges
6.3.2(3)P	Значення коефіцієнта $\alpha$	6.3.2(3)P	Values of $\alpha$ factor
6.3.3(4)P	Вибір колій для інтенсивного руху	6.3.3(4)P	Choice of lines for heavy rail traffic
6.4.4	Альтернативні вимоги до динамічного аналізу	6.4.4	Alternative requirements for a dynamic analysis
6.4.5.2(3)P	Визначення динамічного коефіцієнту	6.4.5.2(3)P	Choice of dynamic factor
6.4.5.3(1)	Альтернативні значення визначених довжин	6.4.5.3(1)	Alternative values of determinant lengths
6.4.5.3 табл. 6.2	Визначена довжина консолей	6.4.5.3 Table 6.2	Determinant length of cantilevers
6.4.6.1.1(6)	Додаткові вимоги застосування HSLM	6.4.6.1.1(6)	Additional requirements for the application of HSLM
6.4.6.1.1(7)	Навантаження і методологія динамічного аналізу	6.4.6.1.1(7)	Loading and methodology for dynamic analysis
6.4.6.1.2(3) табл. 6.5	Додаткові випадки завантажень, що залежать від кількості колій	6.4.6.1.2(3) Table 6.5	Additional load cases depending upon number of tracks
6.4.6.3.1(3) табл. 6.6	Значення демпфірування	6.4.6.3.1(3) Table 6.6	Values of damping
6.4.6.3.2(3)	Альтернативні значення щільності матеріалів	6.4.6.3.2(3)	Alternative density values of materials
6.4.6.3.3(3) примітка 1 примітка 2	Розрахункові модулі Юнга Інші характеристики матеріалів	6.4.6.3.3(3) NOTE 1 NOTE 2	Enhanced Young's modulus Other material properties
6.4.6.4(4)	Зменшення пікового відгуку при резонансі та альтернативні додаткові значення демпфірування	6.4.6.4(4)	Reduction of peak response at resonance and alternative additional damping values
6.4.6.4(5)	Допуск на дефекти колії та несправного вагона	6.4.6.4(5)	Allowance for track defects and vehicle imperfections
6.5.1(2)	Приріст висоти центра ваги для відцентрових сил	6.5.1(2)	Increased height of centre of gravity for centrifugal forces
6.5.3(5)	Зусилля від гальмування при довжині навантаження більшій ніж 300 м	6.5.3(5)	Actions due to braking for loaded lengths greater than 300 m
6.5.3(9)P	Альтернативні вимоги застосування сил тяги та гальмування	6.5.3(9)P	Alternative requirements for the application of traction and braking forces
6.5.4.1(5)	Сумісний відгук конструкції і колії, вимоги до безбаластної колії	6.5.4.1(5)	Combined response of structure and track, requirements for nonballasted track
6.5.4.3.2)	Альтернативні вимоги до перепаду	6.5.4.3.2)	Alternative requirements for temperature

NOTES 1 & 2	температур		NOTES 1 & 2	range
6.5.4.4(2) примітка 1	Поздовжня здвигова міцність між колією та плитою моста		6.5.4.4(2) NOTE 1	Longitudinal shear resistance between track and bridge deck
6.5.4.5	Альтернативний критерій проектування		6.5.4.5	Alternative design criteria
6.5.4.5.1(2)	Мінімальні значення радіусів колії		6.5.4.5.1(2)	Minimum value of track radius
6.5.4.5.1(2)	Граничні значення напружень у рейках		6.5.4.5.1(2)	Limiting values for rail stresses
6.5.4.6	Альтернативні методи розрахунку		6.5.4.6	Alternative calculation methods
6.5.4.6.1(1)	Альтернативний критерій для спрощених методи розрахунку		6.5.4.6.1(1)	Alternative criteria for simplified calculation methods
6.5.4.6.1(4)	Поздовжня здвигова пластична міцність між колією та плитою моста		6.5.4.6.1(4)	Longitudinal plastic shear resistance between track and bridge deck
6.6.1(3)	Аеродинамічні зусилля, альтернативні значення		6.6.1(3)	Aerodynamic actions, alternative values
6.7.1(2)P	Схід з колії, додаткові вимоги		6.7.1(2)P	Derailment of rail traffic, additional requirements
6.7.1(8)P	Схід з колії, заходи кріплення конструктивних елементів, що знаходяться над рівнем рейок та вимоги що до утримання потягу проти сходу з рейок.		6.7.1(8)P	Derailment of rail traffic, measures for structural elements situated above the level of the rails and requirements to retain a derailed train on the structure
6.7.3(1)P	Інші дії		6.7.3(1)P	Other actions
6.8.1(11)P табл. 6.10	Кількість завантажених колій дренаж і ширина яких контролюється		6.8.1(11)P Table 6.10	Number of tracks loaded when checking drainage and structural clearances
6.8.2(2) табл. 6.11	Оцінка груп вантажів		6.8.2(2) Table 6.11	Assessment of groups of loads
6.8.3.1(1)	Значення частот багатокомпонентних дій		6.8.3.1(1)	Frequent values of multi-component actions
6.8.3.2(1)	Квазі-постійні значення багатокомпонентних дій		6.8.3.2(1)	Quasi-permanent values of multi-component actions
6.9(6)	Моделі витривалості, життя конструкції		6.9(6)	Fatigue load models, structural life
6.9(7)	Моделі витривалості, спеціальний рух		6.9(7)	Fatigue load models, special traffic
	Динамічний коефіцієнт		Annex (3)P	Dynamic factor
	Метод динамічного аналізу		Annex (3)P	Method of dynamic analysis
	Частковий коефіцієнт навантаження на втому		Annex 2(2)	Partial safety factor for fatigue loading



## Розділ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

### 1.1 Мета та сфера застосування

(1) Європейський стандарт EN 1991-2 визначає навантаження (моделі та величини), які пов'язані з дорожнім рухом, впливом пішоходів і залізничним рухом, і які включають, коли це доречно, динамічні дії, відцентрові і гальмівні впливи, а також впливи прискорення і впливи при випадкових проектних ситуаціях.

(2) Навантаження, яким дано визначення у EN 1991-2, призначені для використання при проектуванні нових мостів, включаючи проміжні опори, стояни, вертикальні та бічні стінки і т. ін. та їх фундаменти

(3) Моделі навантажень і величини, які наведено у EN 1991-2, можуть використовуватися для проектування підпірних стінок, що примикають до автомобільних доріг і залізничних колій.

**ПРИМІТКА** У EN 1991-2 умови застосовності визначені тільки для деяких моделей. Для проектування підземних споруд, підпірних стінок і тунелів може виникнути потреба у положеннях, що відрізняються від положень, наведених у EN 1990 до EN 1999. Можливі додаткові умови можуть бути визначені у Національному Додатку або для індивідуального проекту.

(4) EN 1991-2 призначений для використання спільно з EN 1990 (особливе A2) і EN 1990 до EN 1999.

(5) У Розділі 1 наведено визначення і символи

(6) Розділ 2 визначає принципи навантаження для автодорожніх мостів, пішохідних мостів (або мостів з велосипедними доріжками) і залізничних мостів

## SECTION 1 GENERAL

### 1.1 Scope

(1) EN 1991-2 defines imposed loads (models and representative values) associated with road traffic, pedestrian actions and rail traffic which include, when relevant, dynamic effects and centrifugal, braking and acceleration actions and actions for accidental design situations.

(2) Imposed loads defined in EN 1991-2 are intended to be used for the design of new bridges, including piers, abutments, upstand walls, wing walls and flank walls etc., and their foundations.

(3) The load models and values given in EN 1991-2 should be used for the design of retaining walls adjacent to roads and railway lines.

**NOTE** For some models only, applicability conditions are defined in EN 1991-2. For the design of buried structures, retaining walls and tunnels, provisions other than those in EN 1990 to EN 1999 may be necessary. Possible complementary conditions may be defined in the National Annex or for the individual project.

(4) EN 1991-2 is intended to be used in conjunction with EN 1990 (especially A2) and EN 1991 to EN 1999.

(5) Section 1 gives definitions and symbols.

(6) Section 2 defines loading principles for road bridges, footbridges (or cycle-track bridges) and railway bridges.

(7) Розділ 3 присвячений проектним ситуаціям і містить рекомендації щодо одночасності моделей навантажень дорожнього руху та їх комбінацій з впливами, що не відносяться до дорожнього руху

(8) Розділ 4 визначає:

- навантаження (моделі і величини) від впливу дорожнього руху на автодорожні мости та умови їх обопільної комбінації і комбінації з пішохідним і велосипедним рухом (див. розділ 5);
- іншого роду дії спеціально для проектування автодорожніх мостів.

(9) Розділ 5 визначає:

- навантаження (моделі і величини) на тротуари, велосипедні доріжки і пішохідні мости;
- іншого роду дії, спеціально для проектування пішохідних мостів

(10) Розділи 4 і 5 також визначають навантаження, які передаються на споруду системами обмеження транспортних засобів і/або поручнями

## 1.2 Нормативні посилання

Європейський Стандарт містить датовані або недатовані посилання, положення з інших публікацій. Ці нормативні посилання цитуються у відповідних місцях по тексту, а публікації наводяться нижче. Для датованих посилань, подальші доповнення або перегляди будь-якої з цих публікацій розповсюджуються на цей Європейський Стандарт, тільки якщо вони включені до нього шляхом доповнень або виправлень. Що стосується недатованих посилань, застосовується останнє видання публікації, на яку робиться посилання (включаючи доповнення).

EN 1317 Дорожні обмежувальні системи  
Частина 1: Термінологія і загальні критерії для методів випробувань

Частина 2: Класи виконання, критерії прийому випробування на зіткнення і методи випробувань для захисних бар'єрів

(7) Section 3 is concerned with design situations and gives guidance on simultaneity of traffic load models and on combinations with non-traffic actions.

(8) Section 4 defines :

- imposed loads (models and representative values) due to traffic actions on road bridges and their conditions of mutual combination and of combination with pedestrian and cycle traffic (see section 5) ;
- other actions specifically for the design of road bridges.

(9) Section 5 defines :

- imposed loads (models and representative values) on footways, cycle tracks and footbridges ;
- other actions specifically for the design of footbridges.

(10) Sections 4 and 5 also define loads transmitted to the structure by vehicle restraint systems and/or pedestrian parapets.

## 1.2 Normative references

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

EN 1317 Road restraint systems

Part 1 : Terminology and general criteria for test methods

Part 2 : Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers

Частина 6: Обмежувальні системи для пішоходів, пішохідні поручні.

**ПРИМІТКА** Євростандарти було опубліковано як Європейські попередні стандарти. Наступні Європейські Стандарти, що публікуються або знаходяться у стадії підготовки, цитуються у нормативних статтях або в ПРИМІТКАХ до нормативних статей:

EN 1990 Єврокод: Основи проектування конструкцій

EN 1991-1-1 Єврокод 1: Навантаження і впливи. Частина 1-1. Загальні навантаження. Густина, власна вага, корисні навантаження

EN 1991-1-3. Євростандарт 1: Навантаження і впливи: Частина 1-3: Основні навантаження – Снігові навантаження

prEN 1991-1-4 Євростандарт 1: Навантаження і впливи: Частина 1-4: Основні навантаження – Вітрові навантаження

prEN 1991-1-5. Євростандарт 1: Навантаження і впливи: Частина 1-5: Загальні навантаження – Температурні дії

prEN 1991-1-6 Євростандарт 1: Навантаження і впливи: Частина 1-6: Основні навантаження – Навантаження на стадії зведення

prEN 1991-1-7 Євростандарт 1: Навантаження і впливи: Частина 1-7: Основні навантаження – Випадкові навантаження

EN 1992 Євростандарт 2: Проектування бетонних конструкцій

EN 1993 Євростандарт 3: Проектування сталевих конструкцій

EN 1994 Євростандарт 4: Проектування сталебетонних конструкцій

EN 1995 Євростандарт 5: Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1997 Євростандарт 7: Геотехнічне проектування

EN 1998 Євростандарт 8: Будівництво у сейсмічно небезпечних районах

EN 1999 Євростандарт 9: Проектування алюмінієвих конструкцій

Part 6 : Pedestrian restraint systems, pedestrian parapetparpets

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

EN 1990 Eurocode : Basis of Structural Design

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

EN 1991-1-3 Eurocode 1 : Actions on structures : Part 1-3 : General actions - Snow loads

prEN 1991-1-4 Eurocode 1 : Actions on structures : Part 1-4 : General actions - Wind actions

prEN 1991-1-5 Eurocode 1 : Actions on structures : Part 1-5 : General actions - Thermal actions

prEN 1991-1-6 Eurocode 1 : Actions on structures : Part 1-6 : General actions - Actions during execution

prEN 1991-1-7 Eurocode 1 : Actions on structures : Part 1-7 : General actions - Accidental actions

EN 1992 Eurocode 2 : Design of concrete structures

EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures

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

EN 1995 Eurocode 5 : Design of timber structures

EN 1997 Eurocode 7 : Geotechnical design

EN 1998 Eurocode 8 : Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 Eurocode 9 : Design of aluminium structures

### 1.3 Відмінності між принципами і правилами застосування

(1) Залежно від характеру окремих пунктів, у європейському стандарті EN 1991-2 прийнято розрізняти Принципи і Правила застосування.

(2) Принципи містять:

- загальні виклади і визначення, для яких не існує альтернативи;
- вимоги та аналітичні моделі, для яких альтернативи не дозволяються, якщо тільки не обумовлено інакше.

(3) Принципи позначаються наступною за номером параграфа буквою P.

(4) Правила застосування є загальноприйнятими правилами, які відповідають Принципам і задовольняють їх вимоги.

(5) Дозволяється використання альтернативних правил проектування, на відміну від Правил застосування, наведених у стандарті EN 1991-2 для робіт, за умови, що вони не суперечать відповідним Принципам і є, щонайменше, еквівалентними у питаннях безпеки конструкції, її експлуатаційної придатності і міцності, які було б забезпечено у разі використання Євростандартів.

**ПРИМІТКА** Якщо замість Правил застосування використовується альтернативне правило проектування, одержаний в результаті проект не може претендувати на те, що він повністю відповідає Європейському Стандарту EN 1991-2, хоча проект і відповідатиме Принципам EN 1991-2. Якщо EN 1991-2 використовується щодо майна, перерахованого в Додатку Z стандарту виробу або ETAG<sup>5</sup>, використання альтернативного правила проектування може виявитися неприйнятним для маркіровки CE.

### 1.3 Distinction between Principles and Application Rules

(1) Depending on the character of the individual clauses, distinction is made in EN 1991-2 between Principles and Application Rules.

(2) The Principles comprise :

- general statements and definitions for which there is no alternative, as well as ;
- requirements and analytical models for which no alternative is permitted unless specifically stated.

(3) The Principles are identified by the letter P following the paragraph number.

(4) The Application Rules are generally recognised rules which comply with the Principles and satisfy their requirements.

(5) It is permissible to use alternative design rules different from the Application Rules given in EN 1991-2 for works, provided that it is shown that the alternative rules accord with the relevant Principles and are at least equivalent with regard to the structural safety, serviceability and durability which would be expected when using the Eurocodes.

**NOTE** If an alternative design rule is substituted for an Application Rule, the resulting design cannot be claimed to be wholly in accordance with EN 1991-2 although the design will remain in accordance with the Principles of EN 1991-2. When EN 1991-2 is used in respect of a property listed in an annex Z of a product standard or an ETAG<sup>5</sup>, the use of an alternative design rule may not be acceptable for CE marking.

(6) У EN 1991-2 Правила Вживання позначаються номером у дужках, наприклад, як цей пункт.

## 1.4 Терміни і визначення

**ПРИМІТКА 1** Для потреб цього Європейського Стандарту загальні визначення подано в EN 1990, а додаткові визначення, що є характерними для цієї частини, наведено нижче.

**ПРИМІТКА 2** Термінологію для обмежувальних дорожніх систем узято з EN 1317-1

### 1.4.1 Гармонізовані терміни та загальні визначення

#### 1.4.1.1 Мостове полотно

Частини мосту, що передають навантаження дорожнього руху на проміжні та берегові опори, підпорні стінки за виключенням пілонів. і інші конструкції.

5 ETAG: Європейські Технічні Рекомендації відносно Твердження

#### 1.4.1.2 Дорожні обмежувальні системи

Загальна назва в дорожній термінології для автомобільних і пішохідних обмежувальних систем.

**ПРИМІТКА** Залежно від призначення дорожні обмежувальні системи можуть бути:

- постійними (нерухомими) або тимчасовими (розбірними, тобто їх можна видалити і використати при тимчасових дорожніх роботах, аварійних або подібних ситуаціях);
- такими що деформуються або жорсткими;
- односторонніми (на які можна наїжджати тільки з одного боку) або двосторонніми (на які можна наїжджати з обох боків).

#### 1.4.1.3 Бар'єр безпеки

Дорожні обмежувальні системи для транспортних засобів, встановлені уздовж дороги або на розділовій смузі дороги

#### 1.4.1.4 Автомобільний парапет

Бар'єр безпеки, який встановлено на краю або біля краю мосту, на підпирній стінці або на подібній конструкції, де є вертикальний обрив, який може містити додатковий захисний пристрій і обмеження для пішоходів та інших користувачів дороги

#### 1.4.1.5 Обмежувальна система для пішоходів

Система, що призначена для утримання і

(6) In EN 1991-2, the Application Rules are identified by a number in brackets *e.g.* as this clause.

## 1.4 Terms and definitions

**NOTE 1** For the purposes of this European Standard, general definitions are provided in EN 1990 and additional definitions specific to this Part are given below.

**NOTE 2** Terminology for road restraint systems is derived from EN 1317-1.

### 1.4.1 Harmonised terms and common definitions

#### 1.4.1.1 deck

parts of a bridge which carry the traffic loading over piers, abutments and other walls, pylons being excluded

5 ETAG : European Technical Approval Guideline

#### 1.4.1.2 road restraint system

general name for vehicle restraint system and pedestrian restraint system used on the road

**NOTE** Road restraint systems may be, according to use :

- permanent (fixed) or temporary (demountable, *i.e.* they are removable and used during temporary road works, emergencies or similar situations),
- deformable or rigid,
- single-sided (they can be hit on one side only) or double-sided (they can be hit on either side).

#### 1.4.1.3 safety barrier

road vehicle restraint system installed alongside, or on the central reserve, of a road

#### 1.4.1.4 vehicle parapet

safety barrier installed on the edge, or near the edge, of a bridge or on a retaining wall or similar structure where there is a vertical drop and which may include additional protection and restraint for pedestrians and other road users

#### 1.4.1.5 pedestrian restraint system

system installed to retain and to provide

забезпечення напрямку для пішоходів

#### **1.4.1.6 Пішохідний парапет**

Обмежувальна система для пішоходів або «інших користувачів», яка встановлена уздовж або зверху мосту, на підпірній стінці або подібній конструкції, і яка не призначена діяти як дорожня автомобільна обмежувальна система.

#### **1.4.1.7 Пішохідні поручні**

Обмежувальна система для пішоходів або «інших користувачів» уздовж кромки пішохідної доріжки, яка призначена для утримання пішоходів та інших користувачів від сходу на дорогу, від переходу дороги або інших ділянок, що вважаються небезпечними.

**ПРИМІТКА** «Інші користувачі» можуть бути вершниками, велосипедистами і худобою.

#### **1.4.1.8 Шумовий бар'єр**

Екран для зниження передачі шуму

#### **1.4.1.9 Оглядовий прохід**

Постійний доступ для перевірки, який закрито для сторонніх людей

#### **1.4.1.10 Рухома платформа**

Частина транспортного засобу, що використовується для обстежень і оглядів

#### **1.4.1.11 Пішохідний міст**

Міст, що розрахований на навантаження від пішохідних та/або велосипедних доріжок, і який не дозволяється навантажувати ні автотранспортним рухом, ні залізничними навантаженнями, за винятком допущених автомобілів, наприклад, автомобілів техобслуговування

### **1.4.2 Спеціальні терміни і визначення автодорожніх мостів**

#### **1.4.2.1 Проїзна частина**

Частина поверхні дороги, що спирається на єдину будову (їздове полотно, опора, і т.п.), яка включає всі фізичні смуги руху (тобто, як може бути розмічено на поверхні дороги), тверді узбіччя, смуги безпеки і розмічальні смуги (див. 4.2.3(1)).

guidance for pedestrians

#### **1.4.1.6 pedestrian parapet**

pedestrian or “other user” restraint system along a bridge or on top of a retaining wall or similar structure and which is not intended to act as a road vehicle restraint system

#### **1.4.1.7 pedestrian guardrail**

pedestrian or “other user” restraint system along the edge of a footway or footpath intended to restrain pedestrians and other users from stepping onto or crossing a road or other area likely to be hazardous

**NOTE** “Other user” may include provision for equestrians, cyclists and cattle.

#### **1.4.1.8 noise barrier**

screen to reduce transmission of noise

#### **1.4.1.9 inspection gangway**

permanent access for inspection, not open for public traffic

#### **1.4.1.10 movable inspection platform**

part of a vehicle, distinct from the bridge, used for inspection

#### **1.4.1.11 footbridge**

bridge intended mainly to carry pedestrian and/or cycle-track loads, and on which neither road traffic loads, except those permitted vehicles e.g. maintenance vehicles, nor any railway load are permitted

### **1.4.2 Terms and definitions specifically for road bridges**

#### **1.4.2.1 carriageway**

for application of sections 4 and 5, the part of the road surface, supported by a single structure (deck, pier, etc.), which includes all physical traffic lanes (i.e. as may be marked on the road surface), hard shoulders, hard strips and marker strips (see 4.2.3(1))

**1.4.2.2 Тверде узбіччя**

Вирівняна смуга, завширшки, як правило, в одну смугу руху, що примикає до самої крайньої фізичної смуги руху, і яка призначена для використання транспортними засобами у разі виникнення ускладнень або на період виникнення перешкод на фізичних смугах руху.

**1.4.2.3 Тверда смуга**

Вирівняна смуга, завширшки, як правило, два метри або менше двох метрів, яка розташована уздовж фізичної смуги руху і між цією смугою руху і відбійним брусом або автомобільним парапетом.

**1.4.2.4 Розділова смуга**

Ділянка, що розділяє фізичні смуги руху проїзної частини дороги з двостороннім рухом. Як правило, вона включає середню смугу і бічні тверді смуги

**1.4.2.5 Умовна смуга**

Смуга проїзної частини, що розташована паралельно до кромки проїзної частини, на якій, як передбачається у Розділі 4, може розміщуватися колона легкових і/або вантажних автомобілів для розрахунків

**1.4.2.6 Решта зони**

Різниця між загальною площею проїзної частини і сумою площ умовних смуг (див. рисунок 4.1)

**1.4.2.7 Система тандем**

Блок, що складається з двох, розташованих одна за одною осей одночасно навантажених транспортних засобів

**1.4.2.8 Наднормативне навантаження**

Навантаження транспортного засобу, яке не може бути пропущено по трасі без дозволу відповідних властей

**1.4.3 Спеціальні терміни і визначення залізничних мостів****1.4.2.2 hard shoulder**

surfaced strip, usually of one traffic lane width, adjacent to the outermost physical traffic lane, intended for use by vehicles in the event of difficulty or during obstruction of the physical traffic lanes

**1.4.2.3 hard strip**

surfaced strip, usually less than or equal to 2 m wide, located alongside a physical traffic lane, and between this traffic lane and a safety barrier or vehicle parapet

**1.4.2.4 central reservation**

area separating the physical traffic lanes of a dual-carriageway road. It generally includes a median strip and lateral hard strips separated from the median strip by safety barriers.

**1.4.2.5 notional lane**

strip of the carriageway, parallel to an edge of the carriageway, which in section 4 is deemed to carry a line of cars and/or lorries

**1.4.2.6 remaining area**

difference, where relevant, between the total area of the carriageway and the sum of the areas of the notional lanes (see Figure 4.1)

**1.4.2.7 tandem system**

assembly of two consecutive axles considered to be simultaneously loaded

**1.4.2.8 abnormal load**

vehicle load which may not be carried on a route without permission from the relevant authority

**1.4.3 Terms and definitions specifically for railway bridges**

#### **1.4.3.1 Колії**

Колії включають рейки та шпали. Вони лежать на баластній основі або безпосередньо кріпляться до настилу (полотна) мосту. Колії можуть бути оснащені розширювальними вузлами в одному з кінців або з двох кінців настилу. Положення колії і товщина баласту можуть змінюватися протягом експлуатаційного строку мосту, для технічного обслуговування колії.

#### **1.4.3.2 Пішохідні доріжки**

Пішохідні доріжки влаштовуються вздовж мосту між колією і парапетом

#### **1.4.3.3 Резонансна швидкість**

Швидкість руху, за якої частота навантаження відповідає власній частоті споруди або кратна до неї.

#### **1.4.3.4 Частота експлуатаційної швидкості**

Найбільш ймовірна (достовірна) швидкість на площадці для особливого типу Реального поїзду (використовується для визначення втоми)

#### **1.4.3.5 Максимальна швидкість руху по прямій**

максимальна дозволена швидкість руху по площадці встановлена для індивідуального проекту (в загальному обмежуються характеристиками інфраструктури або вимогами безпеки на залізниці)

#### **1.4.3.6 максимальна дозволена швидкість транспортних засобів**

максимальна дозволена швидкість Реального Поїзду визначається відповідно до транспортного засобу і зазвичай не залежить від інфраструктури

#### **1.4.3.7 Максимальна номінальна швидкість**

Взагалі максимальна лінійна швидкість на площадці. Де точно встановлена до індивідуального проекту, зменшена швидкість може бути використана для перевірки максимально дозволеної швидкості транспортних засобів

#### **1.4.3.1 tracks**

tracks include rails and sleepers. They are laid on a ballast bed or are directly fastened to the decks of bridges. The tracks may be equipped with expansion joints at one end or both ends of a deck. The position of tracks and the depth of ballast may be modified during the lifetime of bridges, for the maintenance of tracks.

#### **1.4.3.2 footpath**

strip located alongside the tracks, between the tracks and the parapets

#### **1.4.3.3 resonant speed**

traffic speed at which a frequency of loading (or a multiple of) matches a natural frequency of the structure (or a multiple of)

#### **1.4.3.4 frequent operating speed**

most probable speed at the site for a particular type of Real Train (used for fatigue considerations)

#### **1.4.3.5 maximum line speed at the site**

maximum permitted speed of traffic at the site specified for the individual project (generally limited by characteristics of the infrastructure or railway operating safety requirements)

#### **1.4.3.6 maximum permitted vehicle speed**

maximum permitted speed of Real Trains due to vehicle considerations and generally independent of the infrastructure

#### **1.4.3.7 maximum nominal speed**

generally the Maximum Line Speed at the Site. Where specified for the individual project, a reduced speed may be used for checking individual Real Trains for their associated maximum permitted vehicle speed.



індивідуальних Реальних Поїздів на їх сцепці

#### 1.4.3.8 максимальна проектна швидкість

Зазвичай 1,2 Максимальної номінальної швидкості

#### 1.4.3.9 максимальна швидкість поїзду що, вводиться в дію

максимальна швидкість використовувала для випробувань нового поїзда перед тим, як новий поїзд вводиться в експлуатацію і для спеціальних випробувань, і т.п. Швидкість загалом перевищує Максимальну Дозволену Швидкість Транспортного Засобу і відповідні вимоги мають бути встановлені для індивідуального проекту

#### 1.5 Символи

Для цілей цього Європейського Стандарту застосовуються наступні символи

##### 1.5.1 Загальні символи

**ПРИМІТКА** Символи, що використовуються тільки в одному місці, нижче не повторюються.

##### *Латинські літери верхнього регістра*

*L* - в основному як довжина завантаження

##### *Латинські літери нижнього регістра*

*gri* - група навантажень, *i* - число ( $i = 1$  до  $n$ )

*r* - горизонтальний радіус осьової лінії проїзної частини або рейкового шляху, відстань між навантаженнями на колеса (рис.6.3)

##### 1.5.2 Символи, що застосовуються в розділах 4 і 5

##### *Латинські літери верхнього регістра*

$Q_{ak}$  - характеристичне значення навантаження на одну вісь (Модель навантаження 2) для автодорожнього мосту (см.4.3.3)

$Q_{fk}$  - характеристична горизонтальна сила, що діє на пішохідний міст

$Q_{fwb}$  - характеристичне значення концентрованого навантаження (колісне навантаження) на пішохідний міст (см.5.3.2.2)

$Q_{ik}$  - величина характеристичного навантаження на вісь (Модель

#### 1.4.3.8 maximum design speed

generally 1,2 Maximum Nominal Speed

#### 1.4.3.9 maximum train commissioning speed

maximum speed used for testing a new train before the new train is brought into operational service and for special tests etc. The speed generally exceeds the Maximum Permitted Vehicle Speed and the appropriate requirements are to be specified for the individual project.

#### 1.5 Symbols

For the purposes of this European Standard, the following symbols apply.

##### 1.5.1 Common symbols

**NOTE** Symbols used in one place only are not systematically repeated below.

##### *Latin upper case letters*

*L* - In general, loaded length

##### *Latin lower case letters*

*gri* Group of loads, *i* is a number ( $i = 1$  to  $n$ )

*r* - Horizontal radius of a carriageway or track centre-line, distance between wheel loads (Figure 6.3)

##### 1.5.2 Symbols specifically for sections 4 and 5

##### *Latin upper case letters*

$Q_{ak}$  Characteristic value of a single axle load (Load Model 2) for a road bridge (see 4.3.3)

$Q_{fk}$  Characteristic horizontal force on a footbridge

$Q_{fwb}$  Characteristic value of the concentrated load (wheel load) on a footbridge (see 5.3.2.2)

$Q_{ik}$  Magnitude of characteristic axle load (Load Model 1) on notional lane

навантаження 1) на умовний номер смуги  $i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) на автодорожньому мосту

$Q_{lk}$  - величина характеристичного поздовжнього зусилля (зусилля гальмування і прискорення), прикладеного до автодорожнього мосту

$Q_{serv}$  - модель навантаження, відповідна обслуговуючому транспортному засобу, для пішохідних мостів

$Q_{tk}$  - величина характеристичних поперечних або відцентрових зусиль, що діють на автодорожні мости

$Q_{trk}$  - поперечне гальмівне зусилля на автодорожніх мостах

$TS$  - Система тандему для Моделі 1

$UDL$  - Рівномірно розподілене навантаження для Моделі навантаження 1

*Латинські літери нижнього регістра*

$f_h$  - власна частота горизонтальних коливань мосту

$f_v$  - власна частота вертикальних коливань моста

$n_1$  - кількість умовних смуг для автодорожнього моста

$q_{eq}$  - еквівалентне рівномірно розподілене навантаження для навантажень на вісь на насип (см.4.9.1)

$q_{tk}$  - розрахункове вертикальне рівномірно розподілене навантаження на тротуари або пішохідні мости

$q_{tk}$  - величина розрахункового вертикального розподіленого навантаження (Модель навантаження 1) на умовний номер смуги  $i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) на автодорожньому мосту

$q_{tk}$  - величина розрахункового вертикального розподіленого навантаження на ділянку проїзної частини, що залишилася (Модель навантаження 1)

$w$  - ширина проїзної частини автодорожнього мосту, включаючи тверді узбіччя, тверді смуги і розмічальні смуги (см.4.2.3(1))

$w_1$  - ширина умовної смуги руху для автодорожнього мосту

*Літери грецького алфавіту верхнього регістра*

$\Delta\varphi_{fat}$  - додатковий динамічний коефіцієнт

number  $i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) of a road bridge

$Q_{lk}$  Magnitude of the characteristic longitudinal forces (braking and acceleration forces) on a road bridge

$Q_{serv}$  Load model corresponding to a service vehicle for footbridges

$Q_{tk}$  Magnitude of the characteristic transverse or centrifugal forces on road bridges

$Q_{trk}$  Transverse braking force on road bridges

$TS$  Tandem system for Load Model 1

$UDL$  Uniformly distributed load for Load Model 1

*Latin lower case letters*

$f_h$  In general, natural horizontal frequency of a bridge

$f_v$  In general, natural vertical frequency of a bridge

$n_1$  Number of notional lanes for a road bridge

$q_{eq}$  Equivalent uniformly distributed load for axle loads on embankments (see 4.9.1)

$q_{tk}$  Characteristic vertical uniformly distributed load on footways or footbridges

$q_{tk}$  Magnitude of the characteristic vertical distributed load (Load Model 1) on notional lane number  $i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) of a road bridge

$q_{tk}$  Magnitude of the characteristic vertical distributed load on the remaining area of the carriageway (Load Model 1)

$w$  - Carriageway width for a road bridge, including hard shoulders, hard strips and marker strips (see 4.2.3(1))

$w_1$  - Width of a notional lane for a road bridge

*Greek upper case letters*

$\Delta\varphi_{fat}$  Additional dynamic amplification factor

при розрахунках на втомленість конструкцій поряд з деформаційними швами (см.4.6.1(6))

*Літери грецького алфавіту нижнього регістра*

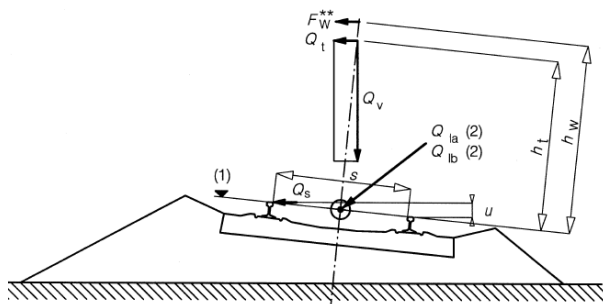
$\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  - коефіцієнти для деяких моделей навантаження на смугах  $i$  ( $i = 1, 2 \dots$ ), яким дано визначення в 4.3.2

$\alpha_{qr}$  - коефіцієнт для моделей навантаження на ділянці, що залишилася, якій дано визначення в 4.3.2,

$\beta_Q$  - Регулювальний коефіцієнт Моделі навантаження 2, визначеної в 4.3.3

$\varphi_{fat}$  - динамічний коефіцієнт для розрахунків на втомленість (див. додаток В)

### 1.5.3 Символи, що застосовуються у розділі 6



#### Позначення

- (1) Площина руху
- (2) Повздовжні сили, що діють вздовж вісі колії

**Рисунок 1.1 – позначення і розміри спеціально для залізниці**

*Латинські прописні літери*

$A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  - Агресивність (див. рівняння Е.4 та Е.5)

$D$  - довжина транспортного засобу

$D_{IC}$  - відстань між осями екіпажу

$E_{cm}$  - поперечний модуль пружності бетону звичайної ваги

$F_L$  - повна реакція повздовжньої опори

$F_{Qk}$  - характеристика повздовжньої сили на одну колію на нерухому опорі викликаній деформаціями плити

$F_{Tk}$  - повздовжня сила на нерухому опорі викликана сумісною температурною дією колії і конструкції

$W_F^{**}$  - вітрове зусилля відповідне площі

for fatigue near expansion joints (see 4.6.1(6))

*Greek lower case letters*

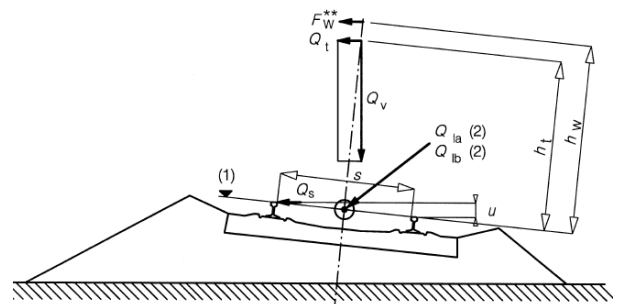
$\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  adjustment factors of some load models on lanes  $i$  ( $i = 1, 2 \dots$ ), defined in 4.3.2

$\alpha_{qr}$  Adjustment factor of load models on the remaining area, defined in 4.3.2

$\beta_Q$  Adjustment factor of Load Model 2 defined in 4.3.3

$\varphi_{fat}$  Dynamic amplification factor for fatigue (see annex B)

### 1.5.3 Symbols specifically for section 6



#### Key

- (1) Running surface
- (2) Longitudinal forces acting along the centreline of the track

**Figure 1.1 - Notation and dimensions specifically for railways**

*Latin upper case letters*

$A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  Aggressivity (see Equations E.4 and E.5)

$D$  Coach or vehicle length

$D_{IC}$  Intermediate coach length for a Regular Train with one axle per coach

$E_{cm}$  Secant modulus of elasticity of normal weight concrete

$F_L$  Total longitudinal support reaction

$F_{Qk}$  Characteristic longitudinal force per track on the fixed bearings due to deformation of the deck

$F_{Tk}$  Longitudinal force on a fixed bearing due to the combined response of track and structure to temperature

$W_F^{**}$  Wind force compatible with rail traffic

потягу на мосту

$F_{li}$  – реакція на поздовжній опорі, що відповідає зусиллю  $i$

$G$  – власна вага (загальна)

$H$  – висота між(горизонтальними) поворотними осями опор (фіксованими) і верхньою площиною плити (нижньою стороною баластного шару)

$K$  – загальна жорсткість поздовжньої опори

$K_2$  - жорсткість поздовжньої опори на одну колію на м, 2Е3 КН/м

$K_5$  - жорсткість поздовжньої опори на одну колію на м, 5Е3 КН/м

$K_{20}$  - жорсткість поздовжньої опори на одну колію на м, 20Е3 КН/м

$L$  – довжина (загальна)

$L_T$  – збільшення довжини

$L_{TP}$  – максимально допустиме збільшення довжини

$L_f$  - вплив довжини завантаженої частини криволінійної колії

$L_i$  – довжина лінії впливу

$L_\Phi$  – довжина «детермінанту» (довжина асоційована з  $\Phi$ )

$M$  – кількість точок, в яких передаються сили від одного потягу

$N$  – кількість екіпажів, що регулярно повторюються, або кількість осей, або кількість точок прикладання сил

$P$  - точка прикладання сили від окремої вісі

$Q$  – зосереджена сила або змінне зусилля (загальне)

$Q_{A1d}$  – точка прикладання сили, що викликає схід з рейок

$Q_h$  – горизонтальна сила (загальна)

$Q_k$  – характеристичне значення зосередженої сили або змінного зусилля (наприклад, характеристичне значення вертикального навантаження на службовий прохід)

$Q_{lak}$  - характеристичне значення зусилля тяги

$Q_{lbk}$  - характеристичне значення тормозного зусилля

$Q_r$  – Зусилля від рейкового транспорту (загальне, наприклад, результативна сила від тиску вітру на транспорт та центробіжна сила)

$Q_{sk}$  - характеристичне значення зусилля від потягу, що рухається повільно

$Q_{tk}$  - характеристичне значення

$F_{li}$  Individual longitudinal support reaction corresponding to the action  $i$

$G$  Self-weight (general)

$H$  Height between (horizontal) axis of rotation of the (fixed) bearing and the upper surface of the deck (underside of ballast beneath tracks)

$K$  Total longitudinal support stiffness

$K_2$  Longitudinal support stiffness per track per m, 2E3 kN/m

$K_5$  Longitudinal support stiffness per track per m, 5E3 kN/m

$K_{20}$  Longitudinal support stiffness per track per m, 20E3 kN/m

$L$  Length (general)

$L_T$  Expansion length

$L_{TP}$  Maximum permissible expansion length

$L_f$  Influence length of the loaded part of curved track

$L_i$  Influence length

$L_\Phi$  "determinant" length (length associated with  $\Phi$ )

$M$  Number of point forces in a train

$N$  Number of regularly repeating coaches or vehicles, or number of axles, or number of equal point forces

$P$  Point force Individual axle load

$Q$  Concentrated force or variable action (general)

$Q_{A1d}$  Point load for derailment loading

$Q_h$  Horizontal force (general)

$Q_k$  Characteristic value of a concentrated force or a variable action (e.g. characteristic value of a vertical loading on a non-public footpath)

$Q_{lak}$  Characteristic value of traction force

$Q_{lbk}$  Characteristic value of braking force

$Q_r$  Rail traffic action (general, e.g. resultant of wind and centrifugal force)

$Q_{sk}$  Characteristic value of nosing force

$Q_{tk}$  Characteristic value of centrifugal force

центробіжного зусилля

$Q_v$  – вертикальна сила від однієї вісі

$Q_{vi}$  – колісне навантаження

$Q_{vk}$  - характеристичне значення вертикального зусилля (зосереджене навантаження)

$\Delta T$  – перепад температур

$\Delta T_D$  - перепад температур плити

$\Delta T_N$  - перепад температур

$\Delta T_R$  - перепад температур рейок

$V$  – швидкість в км/год

Максимальна швидкість на ділянці в км/год

$X_i$  – довжина потягу, що буксується в кількості  $i$  осей

*Латинські строкові літери*

$a$  – відстань між опорами рейок, довжина розподіленого навантаження ( моделі навантаження SW/0 та SW/2)

$a_g$  – горизонтальна відстань до вісі колії

$a'_g$  - еквівалентна горизонтальна відстань до вісі колії

$b$  – довжина повздовжнього розподілу навантаження шпалами і баластним шаром

$c$  – проміжок між розповсюдженими навантаженнями ( моделі навантаження SW/0 та SW/2)

$d$  – регулярний проміжок між групами осей  
проміжок між осями  
проміжок між точками сил в HSLM-B

$d_{BA}$  - проміжок між осями візка

$d_{BS}$  - проміжок між центрами сусідніх візків

$e$  – ексцентриситет вертикальних сил, ексцентриситет рівнодіючих сил (в площині їх дії)

$e_c$  - відстань між сусідніми вісями окремих рейкових шляхів

$f$  - коефіцієнт пониження відцентрової сили

$f_{ck}, f_{ck, cube}$  - циліндрова міцність бетону на стиск

$g$  - прискорення сили тяжіння

$h$  - висота (загальна)

- висота покриття разом з баластом від плити до верху шпали

$h_g$  - вертикальна відстань від площини проїзду до верху плити під колією

$h_t$  - висота відцентрової сили відносно площини проїзду

$h_w$  - висота сили вітру відносно площини проїзду

$k$  - поздовжній пластичний опір на зріз

$Q_v$  Vertical axle load

$Q_{vi}$  Wheel load

$Q_{vk}$  Characteristic value of vertical load (concentrated load)

$\Delta T$  Temperature variation

$\Delta T_D$  Temperature variation of the deck

$\Delta T_N$  Temperature variation

$\Delta T_R$  Temperature variation of the rail

$V$  Speed in km/h

Maximum Line Speed at the Site in km/h

$X_i$  Length of sub-train consisting of  $i$  axles

*Latin lower case letters*

$a$  Distance between rail supports, length of distributed loads (Load Models SW/0 and SW/2)

$a_g$  Horizontal distance to the track centre

$a'_g$  Equivalent horizontal distance to the track centre

$b$  Length of the longitudinal distribution of a load by a sleeper and ballast

$c$  Space between distributed loads (Load Models SW/0 and SW/2)

$d$  Regular spacing of groups of axles  
Spacing of axles within a bogie  
Spacing of point forces in HSLM-B

$d_{BA}$  Spacing of axles within a bogie

$d_{BS}$  Spacing between centres of adjacent bogies

$e$  Eccentricity of vertical loads, eccentricity of resulting action (on reference plane)

$e_c$  Distance between adjacent axles across the coupling of two individual regular train sets

$f$  Reduction factor for centrifugal force

$f_{ck}, f_{ck, cube}$  Concrete compressive cylinder/cube strength

$g$  Acceleration due to gravity

$h$  Height (general)

Height of cover including ballast from the top of the deck to the top of a sleeper

$h_g$  Vertical distance from the running surface to the underside of the structure above the track

$h_t$  Height of centrifugal force over the running surface

$h_w$  Height of wind force over the running surface

$k$  Longitudinal plastic shear resistance of the

колії

$k_1$  - коефіцієнт форми потягу

$k_2$  - множник для дій шпал на вертикальні площини, що паралельні колії

$k_3$  - понижувальний коефіцієнт для дій шпал на прості горизонтальні площини, прилеглі до колії.

$k_4$  коефіцієнт збільшення дій шпал на поверхні навколо колії (горизонтальні дії)

$k_5$  - коефіцієнт збільшення дій шпал на поверхні навколо колії (вертикальні дії)

$k_{20}$  поздовжній здвиговий пластичний опір колії, 20 КН на м колії

$k_{40}$  - поздовжній здвиговий пластичний опір колії, 40 КН на м колії

$k_{60}$  - поздовжній здвиговий пластичний опір колії, 60 КН на м колії

$n_0$  перша власна частота ненавантаженої конструкції

$n_T$  - перша власна частота ненавантаженої конструкції

$q_{A1d}, q_{A2d}$  - розподілене навантаження зусиль сходу з колії

$q_{fk}$  - характеристичне значення вертикального навантаження на службові проходи (рівномірно-розподілена сила)

$q_{ik}$  - характеристичне значення еквівалентного розподіленого аеродинамічного зусилля

$q_{lak}$  - характеристичне значення розподіленого зусилля тяги

$q_{lbk}$  - характеристичне значення розподіленого зусилля гальмування

$q_{tk}$  - характеристичне значення розподіленої сили

$q_{v1}, q_{v2}$  - вертикальна сила (рівномірно розподілена сила)

$q_{vk}$  - характеристичне значення вертикальної сили (рівномірно розподіленої сили)

$r$  - радіус кривизни колії

поперечна відстань між вантажами коліс

$s$  - ширина колії

$u$  - нахил, відносна вертикальна відстань між найвищою площиною однієї з двох рейок в визначеному місці по довжині колії

$v$  - максимальна номінальна швидкість в м/сек

Максимальна дозволена швидкість екіпажа в м/сек

track

$k_1$  Train shape coefficient

$k_2$  Multiplication factor for slipstream actions on vertical surfaces parallel to the tracks

$k_3$  Reduction factor for slipstream actions on simple horizontal surfaces adjacent to the track

$k_4$  Multiplication factor for slipstream actions on surfaces enclosing the tracks (horizontal actions)

$k_5$  Multiplication factor for slipstream actions on surfaces enclosing the tracks (vertical actions)

$k_{20}$  Longitudinal plastic shear resistance of track, 20kN per m of track

$k_{40}$  Longitudinal plastic shear resistance of track, 40kN per m of track

$k_{60}$  Longitudinal plastic shear resistance of track, 60kN per m of track

$n_0$  First natural bending frequency of the unloaded structure

$n_T$  First natural torsional frequency of the structure

$q_{A1d}, q_{A2d}$  Distributed loading for derailment loading

$q_{fk}$  Characteristic value of vertical loading on non-public footpath (uniformly distributed load)

$q_{ik}$  Characteristic value of equivalent distributed aerodynamic action

$q_{lak}$  Characteristic value of distributed traction force

$q_{lbk}$  Characteristic value of distributed braking force

$q_{tk}$  Characteristic value of distributed centrifugal force

$q_{v1}, q_{v2}$  Vertical load (uniformly distributed load)

$q_{vk}$  Characteristic value of vertical load (uniformly distributed load)

$r$  Radius of track curvature

Transverse distance between wheel loads

$s$  Gauge

$u$  Cant, relative vertical distance between the uppermost surface of the two rails at a particular location along the track

$v$  Maximum Nominal Speed in m/s

Maximum Permitted Vehicle Speed in m/s

швидкість в м/сек	Speed in m/s
$v_{DS}$ - максимальна проектна швидкість в м/сек	$v_{DS}$ Maximum Design Speed in m/s
$v_i$ - швидкість резонансна в м/сек	$v_i$ Resonant speed in m/s
$U_{dyn}$ , $U_{stat}$ - максимальний динамічний відгук і відповідне статичне переміщення в довільній точці	$U_{dyn}$ , $U_{stat}$ Maximum dynamic response and maximum corresponding static response at any particular point
<i>Грецькі прописні літери</i>	<i>Greek upper case letters</i>
$\theta$ - кінець повороту конструкції (загальний)	$\theta$ End rotation of structure (general)
$\Phi(\Phi_2, \Phi_3)$ - динамічний коефіцієнт в моделях навантаження Models 71, SW/0 та SW/2	$\Phi(\Phi_2, \Phi_3)$ Dynamic factor for railway Load Models 71, SW/0 and SW/2
<i>Грецькі строкові літери</i>	<i>Greek lower case letters</i>
$\alpha$ - коефіцієнт класифікації грузів коефіцієнт швидкості лінійний коефіцієнт температурного розширення	$\alpha$ Load classification factor Coefficient for speed Linear temperature coefficient for thermal expansion
$\beta$ - відношення відстані між нейтральною вісью і поверхнею плити до висоти H	$\beta$ Ratio of the distance between the neutral axis and the surface of the deck relative to height H
$\delta$ - деформація (загальна) вертикальний прогин	$\delta$ Deformation (general) Vertical deflection
$\delta_0$ - прогин в середині прогону, викликаний постійними діями	$\delta_0$ Deflection at midspan due to permanent actions
$\delta_B$ поздовжнє відносне переміщення в кінці плити викликане силою тяги або гальмування	$\delta_B$ Longitudinal relative displacement at the end of the deck due to traction and braking
$\delta_H$ - поздовжнє відносне переміщення в кінці плити викликане деформацією плити	$\delta_H$ Longitudinal relative displacement at the end of the deck due to deformation of the deck
$\delta_h$ - горизонтальне переміщення горизонтальне переміщення викликане поздовжнім переміщенням фундаментів споруди	$\delta_h$ Horizontal displacement Horizontal displacement due to the longitudinal displacement of the foundations of the substructure
$\delta_p$ - горизонтальне переміщення викликане поздовжньою деформацією споруди	$\delta_p$ Horizontal displacement due to the longitudinal deformation of the substructure
$\delta_V$ - вертикальне відносне переміщення на кінці плити	$\delta_V$ Vertical relative displacement at the end of the deck
$\delta_\phi$ - горизонтальне переміщення викликане поздовжнім поворотом фундаменту	$\delta_\phi$ Horizontal displacement due to longitudinal rotation of foundation
$\gamma_{FF}$ - частковий коефіцієнт безпеки для навантаження на втому	$\gamma_{FF}$ Partial safety factor for fatigue loading
$\gamma_{Mf}$ - частковий коефіцієнт безпеки для напруг втоми	$\gamma_{Mf}$ Partial safety factor for fatigue strength
$\varphi, \varphi', \varphi''$ - динамічний фактор статичного навантаження від реального потягу	$\varphi, \varphi', \varphi''$ Dynamic enhancement of static loading for Real Trains
$\varphi'_{dyn}$ - динамічний фактор статичного навантаження від реального потягу визначений із динамічного аналізу	$\varphi'_{dyn}$ Dynamic enhancement of static loading for a Real Train determined from a dynamic analysis
$\kappa$ - коефіцієнт до напружень у ригелі опор	$\kappa$ Coefficient relating to the stiffness of an abutment relative to the piers

$\lambda$ - фактор еквівалентний втомі довжина хвилі збудження	$\lambda$ Damage equivalent factor for fatigue Excitation wavelength
$\lambda_c$ – критична довжина хвилі збудження	$\lambda_c$ Critical wavelength of excitation
$\lambda_i$ - головна довжина хвилі збудження	$\lambda_i$ Principal wavelength of excitation
$\lambda_v$ - довжина хвилі збудження при максимальній проектній швидкості	$\lambda_v$ Wavelength of excitation at the Maximum Design Speed
$\rho$ - щільність	$\rho$ Density
$\sigma$ - напруження	$\sigma$ Stress
$\sigma_A, \sigma_B, \sigma_M$ – тиск на верхній поверхні плити від дії колійного руху	$\sigma_A, \sigma_B, \sigma_M$ Pressure on the upper surface of the deck from rail traffic actions
$\Delta\sigma_{M71}$ – рівень напружень за моделлю навантаження Load Model 71 (за необхідності - SW/0)	$\Delta\sigma_{M71}$ Stress range due to the Load Model 71 (and where required SW/0)
$\Delta\sigma_c$ – задане значення опору на втому	$\Delta\sigma_c$ Reference value of fatigue strength
$\xi$ – редуційний коефіцієнт для визначення поздовжніх сил тяги або гальмування в нерухомих опорах однієї плити	$\xi$ Reduction factor for the determination of the longitudinal forces in the fixed bearings of one-piece decks due to traction and braking
$\zeta$ – нижній граничний відсоток критичного загасання (%) або відносного загасання	$\zeta$ Lower limit of percentage of critical damping (%), or damping ratio
$\zeta_{TOTAL}$ - загальне загасання (%)	$\zeta_{TOTAL}$ Total damping (%)
$\Delta\zeta$ - додаткове загасання	$\Delta\zeta$ Additional damping (%)



## Розділ 2 Класифікація впливів

### 2.1 Загальні положення

(1) Впливи дорожнього руху та інші впливи на мости класифікуються відповідно до європейського стандарту EN 1990, розділ 4 (4.1.1).

(2) Впливи дорожнього руху на автодорожні, пішохідні та залізничні мости розділяють на тимчасові дії і дії для випадкових проектних ситуацій, які представляють різними моделями

(3) Усі впливи дорожнього руху слід класифікувати як вільні впливи у межах, що вказані у розділах 4 - 6.

(4) Впливи дорожнього руху є багатокомпонентними впливами.

### 2.2 Тимчасові впливи

(1) За нормальних умов застосування (тобто виключаючи будь-яку випадкову ситуацію), навантаження від дорожнього і пішохідного руху (включаючи, де це є доречним, динамічні зусилля), мають розглядатися як тимчасові впливи.

(2) Різними величинами є:

- розрахункові значення, які є або статистичними, тобто такими, що відповідають обмеженій ймовірності перевищення на мосту протягом його проектного строку служби, або номінальними, див. EN 1990, 4.1.2(7);
- величини, що часто повторюються;
- квазі-постійні величини.

**ПРИМІТКА 1** У таблиці 2.1 наведено інформацію для автодорожніх і пішохідних мостів для застосування головних Моделей Навантаження (виключаючи втомну) для автодорожніх і пішохідних мостів. Навантаження на рейки та відповідні коефіцієнти  $\gamma$  і  $\psi$  були отримані за методом (а) на рисунку С.1 в EN 1990

## Section 2 Classification of actions

### 2.1 General

(1) The relevant traffic actions and other specific actions on bridges should be classified in accordance with EN 1990, section 4 (4.1.1).

(2) Traffic actions on road bridges, footbridges and railway bridges consist of variable actions and actions for accidental design situations, which are represented by various models.

(3) All traffic actions should be classified as free actions within the limits specified in sections 4 to 6.

(4) Traffic actions are multi-component actions.

### 2.2 Variable actions

(1) For normal conditions of use (*i.e.* excluding any accidental situation), the traffic and pedestrian loads (dynamic amplification included where relevant) should be considered as variable actions.

(2) The various representative values are :

- characteristic values, which are either statistical, *i.e.* corresponding to a limited probability of being exceeded on a bridge during its design working life, or nominal, see EN 1990, 4.1.2(7) ;

- frequent values ;

- quasi-permanent values.

**NOTE 1** In Table 2.1, some information is given on the bases for the calibration of the main Load Models (fatigue excluded) for road bridges and footbridges. Rail loading and the associated  $\gamma$  and  $\psi$  factors have been developed using Method (a) in Figure C.1 of EN 1990.

**Table 2.1 – Bases for the calibration of the main Load Models (fatigue excluded)**

Traffic Load Models	Characteristic values	Frequent values	Quasi-permanent values
<b>Road bridges</b>			
LM1 (4.3.2)	1000 year return period (or probability of exceedance of 5% in 50 years) for traffic on the main roads in Europe ( $\alpha$ factors equal to 1, see 4.3.2)	1 week return period for traffic on the main roads in Europe ( $\alpha$ factors equal to 1, see 4.3.2).	Calibration in accordance with definition given in EN 1990.
LM2 (4.3.3)	1000 year return period (or probability of exceedance of 5% in 50 years) for traffic on the main roads in Europe ( $\beta$ factor equal to 1, see 4.3.3).	1 week return period for traffic on the main roads in Europe ( $\beta$ factor equal to 1, see 4.3.3).	Not relevant
LM3 (4.3.4)	Set of nominal values. Basic values defined in annex A are derived from a synthesis based on various national regulations	Not relevant	Not relevant
LM4 (4.3.5)	Nominal value deemed to represent the effects of a crowd. Defined with reference to existing national standards.	Not relevant	Not relevant
<b>Footbridges</b>			
Uniformly distributed load (5.3.2.1)	Nominal value deemed to represent the effects of a crowd. Defined with reference to existing national standards.	Equivalent static force calibrated on the basis of 2 pedestrians/m <sup>2</sup> (in the absence of particular dynamic behaviour). It can be considered, for footbridges in urban areas, as a load of 1 week return period.	Calibration in accordance with definition given in EN 1990.
Concentrated load (5.3.2.2)	Nominal value. Defined with reference to existing national standards.	Not relevant	Not relevant
Service vehicle (5.3.2.3)	Nominal value. As specified or given in 5.6.3	Not relevant	Not relevant

**NOTE 2** For road bridges, the National Annex may impose the use of infrequent values which are intended to correspond approximately to a mean return period of one year for traffic on the main roads in Europe. See also EN 1992-2, EN1994-2 and EN 1990, A2.

Таблиця 2.1 – Основи для застосування головних Моделей Навантаження (виключаючи втмну)

Моделі навантажень дорожнього руху	Розрахункові величини	Величини, що часто повторюються	Квазі-постійні величини
<b>Автомобільні мости</b>			
LM1* (4.3.2)	Період повторюваності у 1000 років (або з ймовірністю перевищення у 5% за 50 років) для руху основними дорогами Європи (коефіцієнти $\alpha$ , див.4.3.2)	Період повторності в один тиждень для дорожнього руху основними дорогами Європи (коефіцієнти $\alpha$ , див.4.3.2)	Застосування відповідно до визначених, даних у EN 1990
LM2 (4.3.3)	За періоду повторюваності у 1000 років або з ймовірністю перевищення у 5% за 50 років) для руху основними дорогами Європи (коефіцієнт $\beta$ , див.4.3.3)	Період повторності в один тиждень для дорожнього руху основними дорогами Європи (коефіцієнт $\beta$ , див.4.3.3)	Незастосовні
LM3 (4.3.4)	Ряд номінальних значень. Базисні величини, яким дано визначення у Додатку А, і які одержано на основі синтезу різних національних технічних норм	Незастосовні	Незастосовні
LM4 (4.3.5)	Номінальне значення, що розглядається, як значення, яке відображає вплив від натовпу. Визначено з посиланням на чинні національні стандарти	Незастосовні	Незастосовні
<b>Пішохідні мости</b>			
Рівномірно розподілене навантаження (5.3.2.1)	Номінальне значення, що розглядається, як значення, що показує вплив від натовпу.	Еквівалентна статична сила, відкалібрована на основі 2 пішохода/м <sup>2</sup>	
	Визначено з посиланням на чинні національні стандарти	(за відсутності відповідних динамічних характеристик). Її можна розглядати, для пішохідних мостів у міських районах, як навантаження за минулий період, який дорівнює одному тижню	Перевірка відповідно до визначених, даних у EN 1990
Зосереджене навантаження (5.3.2.2)	Визначено з посиланням на чинні національні стандарти	Незастосовні	Незастосовні
Службові автомобілі (5.3.2.3)	Номінальне значення. Як наведено у 5.6.3	Незастосовні	Незастосовні

\* LM – Модель навантаження

**ПРИМІТКА 2** Для автодорожніх мостів Національний стандарт може ввести вживання рідкісних значень, що відповідають повторюваності один раз на рік для дорожнього руху на основних дорогах в Європі. Див. також EN 1992-2, EN 1994-2 і EN 1990, A2.

(3) Необхідні для розрахунку втомної довговічності окремі моделі, відповідні величини та особливі вимоги, де це доречно, наведено в 4.6 для автодорожніх мостів, в 6.9 - для залізничних мостів, а також у відповідних додатках

### 2.3 Впливи у випадкових проектних ситуаціях

(1) Автотранспортні засоби і потяги можуть створювати впливи в результаті зіткнень, або їх випадкової присутності або місцезнаходження. Ці дії слід розглядати при проектуванні конструкцій, для яких не передбачено відповідний захист

**ПРИМІТКА** Відповідний захист може бути визначений у національному додатку або для індивідуального проекту.

(2) Впливи для проектних випадкових ситуацій, які описані в цій частині стандарту EN 1991, відносяться до звичних ситуацій. Вони представлені різними моделями навантажень, що визначають проектні величини у вигляді статичних еквівалентних навантажень

(3) Для впливів, які викликані дорожніми транспортними засобами під автодорожніми, пішохідними і залізничними мостами при випадкових проектних ситуаціях, див. 4.7.2 і 5.6.2.

(4) Силкові впливи на автодорожні, пішохідні і залізничні мости (наприклад, над каналами і судноплавними шляхами) при зіткненні, що викликані судами, кораблями або літаками, мають визначатися там, де це необхідне.

**ПРИМІТКА** Національний стандарт може визначати силкові впливи при зіткненні. Рекомендовані величини для ударів судів і кораблів наведено у стандарті EN 1991-1-7. Додаткові вимоги може бути вказано для індивідуального проекту

**NOTE 2** For road bridges, the National Annex may impose the use of infrequent values which are intended to correspond approximately to a mean return period of one year for traffic on the main roads in Europe. See also EN 1992-2, EN1994-2 and EN 1990, A2.

(3) For calculation of fatigue lives, separate models, associated values and, where relevant, specific requirements are given in 4.6 for road bridges, in 6.9 for railway bridges, and in the relevant annexes.

### 2.3 Actions for accidental design situations

(1) Road vehicles and trains may generate actions due to collision, or their accidental presence or location. These actions should be considered for the structural design where appropriate protection is not provided.

**NOTE** Appropriate protection may be defined in the National Annex or for the individual project.

(2) Actions for accidental design situations described in this Part of EN 1991 refer to common situations. They are represented by various load models defining design values in the form of static equivalent loads.

(3) For actions due to road vehicles under road bridges, footbridges and railway bridges during accidental design situations, see 4.7.2 and 5.6.2.

(4) Collision forces due to boats, ships or aeroplanes, for road bridges, footbridges and railway bridges (*e.g.* over canals and navigable water), should be defined where appropriate.

**NOTE** The National Annex may define the collision forces. Recommended values for boat and ship impacts are given in EN 1991-1-7. Additional requirements may be specified for the individual project.

(5) Впливам для проектних випадкових ситуацій, які викликані автодорожніми транспортними засобами на автодорожніх і пішохідних мостах, дані визначення відповідно до 4.7.3 і 5.6.3.

### Розділ 3 Проектні ситуації

(1)P Необхідно брати до уваги можливі проектні ситуації та ідентифікувати випадки критичних навантажень. Для кожного випадку критичного навантаження слід визначити проектні величини результатів комбінованого впливу.

**ПРИМІТКА** Для мостів, на яких застосовується сигналізація з метою обмеження ваги транспортного засобу, може бути враховано проектну випадкову ситуацію, що відповідає проїзду по мосту одного транспортного засобу всупереч попередженню

(2) Різні навантаження від дорожнього руху, які слід враховувати як одночасні при використанні груп навантажень (комбінація компонентів впливу), наведені у розділах нижче; кожна з них має бути розглянутою, де це доречно, шляхом проектного розрахунку.

(3) P Правила комбінування, залежно від розрахунків, які виконуються, мають відповідати стандарту EN 1990.

**ПРИМІТКА** Сейсмічні комбінації для мостів і відповідні правила наведено у стандарті EN 1998-2.

(4) Спеціальні правила, що враховують одночасність з іншими впливами для автодорожніх, пішохідних і залізничних мостів, наведено у стандарті EN 1990, A2.

(5) Для мостів, які призначені як для автодорожнього, так і для залізничного руху, слід вказати одночасність впливів і відповідні необхідні підтвердження.

**ПРИМІТКА** Особливі правила можуть бути визначені в національному додатку або для спеціального проекту.

(5) Actions for accidental design situations due to road vehicles on road bridges and footbridges are defined in 4.7.3 and 5.6.3 respectively.

### Section 3 Design situations

(1)P Selected design situations shall be taken into account and critical load cases identified. For each critical load case, the design values of the effects of actions in combination shall be determined.

**NOTE** For bridges for which signalling is used to limit the weight of vehicles, an accidental design situation may have to be taken into account, corresponding to the crossing of the bridge by one vehicle in breach of warnings.

(2) The various traffic loads to be taken into account as simultaneous when using groups of loads (combinations of action components) are given in the following sections ; each of which should be considered in design calculations, where relevant.

(3)P The combination rules, depending on the calculation to be undertaken, shall be in accordance with EN 1990.

**NOTE** For seismic combinations for bridges and associated rules, see EN 1998-2.

(4) Specific rules for the simultaneity with other actions for road bridges, footbridges, and railway bridges are given in EN 1990, A2.

(5) For bridges intended for both road and rail traffic, the simultaneity of actions and the particular required verifications should be specified.

**NOTE** The particular rules may be defined in the National Annex or for the individual project.

## Розділ 4 Рухомі навантаження та інші впливи для автодорожніх мостів

### 4.1 Сфера застосування

(1) Моделі навантажень, які наведено в цьому розділі, можуть застосовуватися для проектування автодорожніх мостів завдовжки менше ніж 200 м.

**ПРИМІТКА 1** 200 м відповідає максимальній довжині, що враховується для застосування моделі навантаження 1 (див. 4.3.2). В основному застосування моделі навантаження 1 є безпечним для моста завдовжки понад 200 м.

**ПРИМІТКА 2** Моделі навантажень для мостів завдовжки понад 200 м може бути визначено в національному додатку або для спеціального проекту.

(2) Моделі і пов'язані з ними правила, що призначені охопити всі передбачувані ситуації дорожнього руху (тобто умови руху в обох напрямках на будь-якій смузі), які необхідно враховувати для проектування (див. (3) і примітки в 4.2.1)

**ПРИМІТКА 1** Спеціальні моделі може бути визначено згідно з національним додатком або за індивідуальним проектом, які належить використовувати для мостів, обладнаних відповідними засобами, включаючи дорожні знаки, які призначені для чіткого обмеження ваги будь-якого транспортного засобу (наприклад, для місцевих, сільськогосподарських або приватних доріг).

**ПРИМІТКА 2** Моделі навантаження для стоянів і стінок, що примикають до мостів, встановлюються окремо (див. 4.9). Їх виводять з моделей дорожнього руху без поправок на динамічний вплив. Для мостів рамної системи навантаження на дорожній насип можуть викликати вплив на конструкцію моста .

## Section 4 Road traffic actions and other actions specifically for road bridges

### 4.1 Field of application

(1) Load models defined in this section should be used for the design of road bridges with loaded lengths less than 200 m.

**NOTE 1** 200 m corresponds to the maximum length taken into account for the calibration of Load Model 1 (see 4.3.2). In general, the use of Load Model 1 is safe-sided for loaded lengths over 200 m.

**NOTE 2** Load models for loaded lengths greater than 200 m may be defined in the National Annex or for the individual project.

(2) The models and associated rules are intended to cover all normally foreseeable traffic situations (*i.e.* traffic conditions in either direction on any lane due to the road traffic) to be taken into account for design (see however (3) and the notes in 4.2.1).

**NOTE 1** Specific models may be defined in the National Annex or for the individual project to be used for bridges equipped with appropriate means including road signs intended to strictly limit the weight of any vehicle (*e.g.* for local, agricultural or private roads).

**NOTE 2** Load models for abutments and walls adjacent to bridges are defined separately (see 4.9). They derive from the road traffic models without any correction for dynamic effects. For frame bridges, loads on road embankments may also give rise to action effects in the bridge structure.

(3) Впливи навантажень на ділянки дорожнього будівництва (наприклад, завантажені землею скрепери, самоскиди, і т.ін.) або від навантажень спеціально для перевірок і випробувань, не підпадають під моделі навантажень і мають визначатися окремо, якщо це необхідне.

## 4.2 Представлення впливів

### 4.2.1 Моделі навантажень від дорожнього руху

(1) Навантаження, від дорожнього потоку, який складається з легкових, вантажних автомобілів і спеціальних транспортних засобів (наприклад, для промислового транспорту), викликають вертикальні і горизонтальні, статичні і динамічні впливи.

**ПРИМІТКА 1** Моделі навантажень, визначувані в цьому розділі, не описують фактичні навантаження. Вони відібрані таким чином, що їх впливи (з динамічним підсиленням, де це вказано) представляють впливи фактичного руху в 2000 році в Європейських країнах

**ПРИМІТКА 2** Національний стандарт може визначити додаткові моделі навантажень при відповідних правилах комбінування за необхідності розгляду руху за межами об'єму моделей навантажень, вказаних в цьому розділі

**ПРИМІТКА 3** Динамічне підсилення, включене в моделі, (за винятком утомленості), хоча і встановлено для дорожнього покриття середньої якості (див. Додаток В) і пневматичних підвісок автомобілів, залежить від різних параметрів і даного ефекту впливу. Тому його можна представити єдиним коефіцієнтом. У деяких несприятливих випадках він може досягти 1,7 (місцеві впливи). За більш низької якості покриття або якщо існує ризик резонансу, цей коефіцієнт може досягати ще більш несприятливих величин. Таких випадків можна уникнути за допомогою належної якості дорожнього покриття і конструктивних заходів.

(3) The effects of loads on road construction sites (*e.g.* due to scrapers, lorries carrying earth, etc.) or of loads specifically for inspection and tests are not intended to be covered by the load models and should be separately specified, where relevant.

## 4.2 Representation of actions

### 4.2.1 Models of road traffic loads

(1) Loads due to the road traffic, consisting of cars, lorries and special vehicles (*e.g.* for industrial transport), give rise to vertical and horizontal, static and dynamic forces.

**NOTE 1** The load models defined in this section do not describe actual loads. They have been selected and calibrated so that their effects (with dynamic amplification included where indicated) represent the effects of the actual traffic in the year 2000 in European countries.

**NOTE 2** The National Annex may define complementary load models, with associated combination rules

where traffic outside the scope of the load models specified in this section needs to be considered.

**NOTE 3** The dynamic amplification included in the models (fatigue excepted), although established for a medium pavement quality (see annex B) and pneumatic vehicle suspension, depends on various parameters and on the action effect under consideration. Therefore, it cannot be represented by a unique factor. In some unfavourable cases, it may reach 1,7 (local effects), but still more unfavourable values can

be reached for poorer pavement quality, or if there is a risk of resonance. These cases can be avoided by appropriate quality and design measures.

Тому, необхідно враховувати додаткове динамічне підсилення при виконанні спеціальних розрахунків (див. 4.6.1.(6)) або розрахунків для індивідуального проекту.

(2) За умови, якщо транспортні засоби, не відповідають національним розпорядженням щодо обмеження ваги, габариту або військові навантаження, які не вимагають спеціальних дозволів, мають бути визначені та враховані при проектуванні моста.

**ПРИМІТКА** Ці моделі можуть бути описані у національному додатку. Настанови по стандартних моделях для спеціальних транспортних засобів і їх вжитку наведено у Додатку А. Див. 4.3.4.

#### 4.2.2 Класи навантажень

(1) Фактичні навантаження на автодорожні мости створюються різними категоріями транспортних засобів і пішоходами.

(2) Рух транспортних засобів може відрізнятися залежно від його складових (наприклад, відсоток вантажних автомобілів), від густини (наприклад, середня кількість транспортних засобів за рік), від стану (наприклад, частота заторів («пробок») в русі), від надмірної ваги транспортних засобів і від навантаження на їх осі, а також, там де це доречно, від впливу дорожніх знаків, які обмежують несну здатність. Ці відмінності слід враховувати шляхом використання моделей навантаження, відповідно до місця розташування моста (наприклад, вибір регулювальних коефіцієнтів  $\alpha$  і  $\beta$ , наведених у 4.3.2 для моделі навантаження 1 і у 4.3.3 для моделі навантаження 2 відповідно).

Therefore, an additional dynamic amplification may have to be taken into account for particular calculations (see 4.6.1.(6)) or for the individual project.

(2) Where vehicles which do not comply with National regulations concerning limits of weights and, possibly, dimensions of vehicles not requiring special permits, or military loads, have to be taken into account for the design of a bridge, they should be defined.

**NOTE** The National Annex may define these models. Guidance on standard models for special vehicles and their application is given in annex A. See 4.3.4.

#### 4.2.2 Loading classes

(1) The actual loads on road bridges result from various categories of vehicles and from pedestrians.

(2) Vehicle traffic may differ between bridges depending on its composition (*e.g.* percentages of lorries), its density (*e.g.* average number of vehicles per year), its conditions (*e.g.* jam frequency), the extreme likely weights of vehicles and their axle loads, and, if relevant, the influence of road signs restricting carrying capacity. These differences should be taken into account through the use of load models suited to the location of a bridge (*e.g.* choice of adjustment factors  $\alpha$  and  $\beta$  defined in 4.3.2 for Load Model 1 and in 4.3.3 for Load Model 2 respectively).



### 4.2.3 Поділ проїзної частини на національні смуги руху

(1) Ширину проїзної частини,  $w$ , необхідно вимірювати як відстань між бордюрами або між внутрішніми межами систем, що обмежують рух автомобілів. Вона не повинна включати ні відстань між нерухомими обмежувальними системами або бордюрним камінням розділової смуги, ні ширину цих обмежувальних систем.

**ПРИМІТКА** У національному додатку може бути дано визначення мінімальної величини висоти бордюрного каменя, яку слід враховувати. Рекомендована мінімальна величина такої висоти складає 100 мм.

(2) Ширина  $w_1$  умовних смуг на проїзній частині дороги і максимально можливе ціле число  $n_1$  таких смуг приведені у таблиці 4.1.

### 4.2.3 Divisions of the carriageway into notional lanes

(1) The carriageway width,  $w$ , should be measured between kerbs or between the inner limits of vehicle restraint systems, and should not include the distance between fixed vehicle restraint systems or kerbs of a central reservation nor the widths of these vehicle restraint systems.

**NOTE** The National Annex may define the minimum value of the height of the kerbs to be taken into account. The recommended minimum value of this height is 100 mm.

(2) The width  $w_1$  of notional lanes on a carriageway and the greatest possible whole (integer) number  $n_1$  of such lanes on this carriageway are defined in Table 4.1.

Table 4.1 - Number and width of notional lanes

Carriageway width $w$	Number of notional lanes	Width of a notional lane $w_1$	Width of the remaining area
$w < 5,4$ m	$n_1 = 1$	3 m	$w - 3$ m
$5,4$ m $\leq w < 6$ m	$n_1 = 2$	$w/2$	0
$6$ m $\leq w$	$n_1 = \text{Int}(w/3)$	3 m	$w - 3 \times n_1$

**NOTE** For example, for a carriageway width equal to 11m  $n_1 = \text{Int}(w/3) = 3$  and the width of the remaining area is  $11 - 3 \times 3 = 2$  m.

Таблиця 4.1 – Кількість і ширина національних смуг

Ширина проїзної частини $w$	Кількість національних смуг	Ширина національних смуги $w_1$	Width of the remaining area
$w < 5,4$ m	$n_1 = 1$	3 m	$w - 3$ m
$5,4$ m $\leq w < 6$ m	$n_1 = 2$	$w/2$	0
$6$ m $\leq w$	$n_1 = \text{Int}(w/3)$	3 m	$w - 3 \times n_1$

**ПРИМІТКА** Наприклад, для ширини проїзної частини, що дорівнює 11 м,  $n_1 = \text{Int}(w/3) = 3$ , а ширина зони, що залишилася, становить  $11 - 3 \times 3 = 2$  м.

(3) Для змінної ширини проїзної частини кількість умовних смуг слід визначати відповідно до принципів, викладених у Таблиці 4.1.

**ПРИМІТКА** Наприклад, кількість смуг складе:

- 1, при  $w < 5,4$  м
- 2, при  $5,4$  м  $\leq w < 9$  м
- 3, при  $9$  м  $\leq w < 12$  м і т.д.

(4) Якщо проїзну частину на мостовому полотні фізично розділено на дві частини, які відокремлені одна від одної розділовою смугою, то в цьому випадку:

(3) For variable carriageway widths, the number of notional lanes should be defined in accordance with the principles used for Table 4.1.

**NOTE** For example, the number of notional lanes will be :

- 1 where  $w < 5,4$  m
- 2 where  $5,4 \leq w < 9$  m
- 3 where  $9 \leq w < 12$  m, etc.

(4) Where the carriageway on a bridge deck is physically divided into two parts separated by a central reservation, then :

(a) - якщо частини відокремлені одна від одної постійною дорожньою обмежувальною системою, то кожна частина, включаючи тверді узбіччя або смуги, має бути окремо розділена на умовні смуги;

(b) - якщо вказані частини відокремлені одна від одної тимчасовою дорожньою обмежувальною системою, то вся проїзна частина, включаючи центральну розділову смугу, має бути розділена на умовні смуги руху

**ПРИМІТКА** Правила, приведені у 4.2.3(4), можуть бути застосовані для індивідуального проекту, що дозволяє передбачити майбутню модифікацію смуг руху на мостовому полотні, наприклад, при ремонті.

#### 4.2.4 Розташування і нумерація смуг руху для проектування

Розташування і нумерацію смуг руху слід визначати згідно з наступними правилами:

(1) Розташування умовних смуг не обов'язково має бути пов'язано з їх нумерацією.

(2) Для кожної окремої перевірки (наприклад, для перевірки максимально граничного стану опору згину поперечного перерізу), кількість смуг, що необхідно враховувати як навантажені, їх розташування на проїзній частині та нумерацію слід добирати так, щоб впливи від моделей навантаження були б найбільш несприятливими.

(3) Розташування і нумерацію смуг для величин і моделей, що представляють утомленість, слід добирати залежно від нормального режиму транспортного руху.

(4) Смуга, яка дає найбільш несприятливий ефект, нумерується як Смуга Номер 1, смуга, яка показує другий найнесприятливіший (тобто на ступінь нижче від першого) ефект, нумерується як Смуга Номер 2, і т.д. (див.рис.4.1).

(a) each part, including all hard shoulders or strips, should be separately divided into notional lanes if the parts are separated by a permanent road restraint system ;

(b) the whole carriageway, central reservation included, should be divided into notional lanes if the parts are separated by a temporary road restraint system.

**NOTE** The rules given in 4.2.3(4) may be adjusted for the individual project, allowing for envisaged future modifications of the traffic lanes on the deck, e.g. for repair.

#### 4.2.4 Location and numbering of the lanes for design

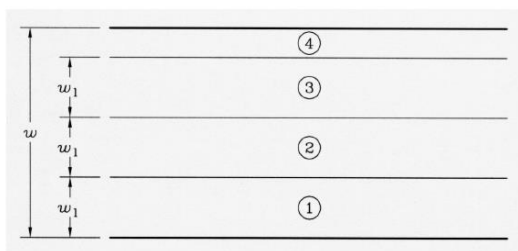
The location and numbering of the lanes should be determined in accordance with the following rules :

(1)The locations of notional lanes should not be necessarily related to their numbering

(2) For each individual verification (e.g. for a verification of the ultimate limit state of resistance of a cross-section to bending), the number of lanes to be taken into account as loaded, their location on the carriageway and their numbering should be so chosen that the effects from the load models are the most adverse.

(3) For fatigue representative values and models, the location and the numbering of the lanes should be selected depending on the traffic to be expected in normal conditions.

(4) The lane giving the most unfavourable effect is numbered Lane Number 1, the lane giving the second most unfavourable effect is numbered Lane Number 2, etc. (see Figure 4.1).



**Позначення**

w Ширина проїзної частини

w<sub>1</sub> Ширина національної смуги

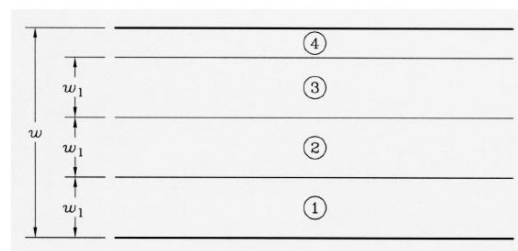
1 Національна смуга N 1

2 Національна смуга N 2

3 Національна смуга N 3

4 Площа, що залишилася

**Рисунок 4.1 – Приклад нумерації смуг у найбільш загальному випадку**



**Key**

w Carriageway width

w<sub>1</sub> Notional lane width

1 Notional Lane Nr. 1

2 Notional Lane Nr. 2

3 Notional Lane Nr. 3

4 Remaining area

**Figure 4.1 - Example of the Lane Numbering in the most general case**

(5) Якщо проїзна частина складається з двох окремих частин на одному і тому ж їздовому полотні, слід застосовувати тільки одну нумерацію для всієї проїзної частини.

**ПРИМІТКА** Отже, навіть якщо проїзна частина розділена на дві окремі частини, має бути тільки одна смуга номер 1, яка може бути поперемінно на обох частинах.

(6) Якщо проїзна частина складається з двох окремих частин на двох незалежних їздових полотнах, то кожену частину слід розглядати як окрему проїзну частину. В цьому випадку слід застосовувати окрему нумерацію для проектування кожного їздового полотна. Якщо два їздові полотна спираються на одні і ті ж опори, має бути одна нумерація для обох частин для проектування опор.

#### **4.2.5 Застосування моделей навантаження для окремих смуг руху**

(1) Для кожної окремої перевірки моделі навантаження на кожній з умовних смуг слід застосовувати довжину і

розташування у поздовжньому напрямі такі, щоб отримати найбільш несприятливі впливи у тій мірі, наскільки це сумісно з умовами застосування наведеними нижче.

(2) На ділянці, що залишилася, відповідну модель навантаження слід застосовувати на відрізках такої довжини і ширини, щоб отримати настільки найнесприятливіший ефект, щоб це було сумісно з конкретними умовами, наведеними в 4.3.

(3) Різні моделі навантажень мають комбінуватися між собою (см.4.5) і з моделями навантажень для пішоходів і велосипедів.

### **4.3 Вертикальні навантаження.**

#### **Характеристичні значення**

##### **4.3.1 Основні і пов'язані з ними проектні ситуації**

(1) Характеристичні навантаження, які служать для визначення впливів дорожнього руху, пов'язаного з перевіркою граничного стану і відповідної експлуатаційної придатності (див. Європейські стандарти EN 1990 до EN 1999).

(5) Where the carriageway consists of two separate parts on the same deck, only one numbering should be used for the whole carriageway.

**NOTE** Hence, even if the carriageway is divided into two separate parts, there is only one Lane Number 1, which can be alternatively on the two parts.

(6) Where the carriageway consists of two separate parts on two independent decks, each part should be considered as a carriageway. Separate numbering should then be used for the design of each deck. If the two decks are supported by the same piers and/or abutments, there should be one numbering for the two parts together for the design of the piers and/or the abutments.

#### **4.2.5 Application of the load models on the individual lanes**

(1) For each individual verification, the load models, on each notional lane, should be applied on such a length and so longitudinally located that the most adverse effect is obtained, as far as this is compatible with the conditions of application defined below for each particular model.

(2) On the remaining area, the associated load model should be applied on such lengths and widths in order to obtain the most adverse effect, as far as this is compatible with particular conditions specified in 4.3.

(3) When relevant, the various load models should be combined together (see 4.5) and with models for pedestrian or cycle loads.

### **4.3 Vertical loads - Characteristic values**

#### **4.3.1 General and associated design situations**

(1) Characteristic loads are intended for the determination of road traffic effects associated with ultimate limit state verifications and with particular serviceability verifications (see EN 1990 to EN 1999).

(2) Моделі для вертикальних навантажень представляють наступні впливи дорожнього руху:

a) Модель навантаження 1 (LM1): зосереджені і рівномірно розподілені навантаження, які охоплюють більшість впливів, викликаних рухом вантажних і легкових автомобілів. Ця модель використовується для загальних і місцевих перевірок.

b) Модель навантаження 2 (LM2): зосереджене навантаження на вісь, прикладене до питомої площини контакту з шиною, що розповсюджується на динамічні впливи транспортного руху на короткі елементи конструкції у звичайному режимі.

**ПРИМІТКА 1** LM2 може мати перевагу серед навантажуваних ділянок довжиною від 3 м до 7 м.

**ПРИМІТКА 2** Використання LM2 може бути додатково визначено в національному додатку

c) Модель навантаження 3 (LM3): Ряд вузлів навантажень на вісь, що представляють спеціальні транспортні засоби, які користуються дорогами, де допускаються ненормативні навантаження (наприклад, промисловий транспорт). Модель призначено для загальних і місцевих перевірок

d) Модель навантаження 4 (LM4): Навантаження від натовпу призначено тільки для загальних перевірок.

**ПРИМІТКА** Це навантаження застосовується для мостів, що розташовані в містах або поряд з ними, якщо вплив від натовпу не враховано моделлю навантаження 1.

(3) Моделі навантажень 1, 2 і 3 слід враховувати там, де доречно, для будь-якого виду проектної ситуації (наприклад, для перехідних ситуацій під час ремонтних робіт).

(4) Модель навантаження 4 необхідно застосовувати тільки для деяких перехідних проектних ситуацій.

#### 4.3.2 Модель навантаження 1

(1) Модель навантаження 1 складається з двох часткових систем:

(a) Двовісне зосереджене навантаження (система «тандем»: TS), кожна вісь має наступну вагу:

$$\alpha_Q Q_k \quad (4.1)$$

де  $\alpha_Q$  – регулювальні коефіцієнти.

(2) The load models for vertical loads represent the following traffic effects :

a) Load Model 1 (LM1) : Concentrated and uniformly distributed loads, which cover most of the effects of the traffic of lorries and cars. This model should be used for general and local verifications.

b) Load Model 2 (LM2) : A single axle load applied on specific tyre contact areas which covers the dynamic effects of the normal traffic on short structural members.

**NOTE 1** As an order of magnitude, LM2 can be predominant in the range of loaded lengths up to 3m to 7m.

**NOTE 2** The use of LM2 may be further defined in the National Annex.

c) Load Model 3 (LM3) : A set of assemblies of axle loads representing special vehicles (*e.g.* for industrial transport) which can travel on routes permitted for abnormal loads. It is intended for general and local verifications.

d) Load Model 4 (LM4) : A crowd loading, intended only for general verifications.

**NOTE** This crowd loading is particularly relevant for bridges located in or near towns if its effects are not covered by Load Model 1.

(3) Load Models 1, 2 and 3, where relevant, should be taken into account for any type of design situation (*e.g.* for transient situations during repair works).

(4) Load Model 4 should be used only for some transient design situations.

#### 4.3.2 Load Model 1

(1) Load Model 1 consists of two partial systems :

(a) Double-axle concentrated loads (tandem system : TS), each axle having the following weight :

$$\alpha_Q Q_k \quad (4.1)$$

where  $\alpha_Q$  are adjustment factors.

- слід враховувати не більш однієї тандемної системи на умовну смугу руху.
  - слід враховувати тільки повну тандемну систему.
  - для оцінки загального впливу кожен тандем-систему необхідно сприймати як таку, що проходить по центру вздовж осей умовних смуг (див. (5) нижче для місцевих перевірок і рисунок 4.2b)
  - кожен вісь тандемної системи необхідно враховувати з двома ідентичними колесами, при цьому навантаження на колесо дорівнює  $0,5\alpha_Q Q_k$
  - контактну поверхню кожного колеса слід приймати як квадрат із стороною 0,40 м (Рисунок 4.2b).
- (b) Рівномірно розподілені навантаження (система UDL) мають наступну вагу на квадратний метр уявної смуги:

$$\alpha_q q_k \quad (4.2)$$

$\alpha_q$  – регулювальні коефіцієнти

Рівномірно розподілені навантаження мають застосовуватися тільки на несприятливих ділянках поверхні впливу в поздовжньому і поперечному напрямках.

**ПРИМІТКА** Модель навантаження LM1 призначена для відображення скупчення транспортних засобів, заторів і пробок в русі з великою часткою важких вантажних автомобілів. В основному, будучи використаною з базисними величинами вона охоплює впливи спеціальних вантажних транспортних засобів у 600 кН, як визначено в Додатку А.

(2) Модель навантаження 1 слід застосовувати до кожної умовної смуги і до площі, що залишилася. На умовній смузі Номер  $i$  величини навантажень позначаються як  $\alpha_{Qi} Q_{ik}$  і  $\alpha_{qi} q_{ik}$  (Таблиця 4.2). На ділянках, що залишилися, величина навантаження позначається як  $\alpha_{qr} q_{rk}$ .

(3) Величини регулювальних коефіцієнтів  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  і  $\alpha_{qr}$  необхідно вибирати залежно від очікуваного руху і можливо від різних класів доріг. За відсутності специфікацій ці коефіцієнти слід приймати, такими, що дорівнюють 1.

**ПРИМІТКА 1** Величини коефіцієнтів  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  і  $\alpha_{qr}$  наведено в Національному додатку. У всіх випадках для мостів без дорожніх знаків, які обмежують вагу автомобілів, рекомендуються такі мінімальні величини

$$\alpha_{Qi} \geq 0,8 \quad (4.3)$$

для:  $i \geq 2$ ,  $\alpha_{qi} \geq 1$ ; це обмеження не застосовується до

- No more than one tandem system should be taken into account per notional lane.
  - Only complete tandem systems should be taken into account.
  - For the assessment of general effects, each tandem system should be assumed to travel centrally along the axes of notional lanes (see (5) below for local verifications and Figure 4.2b).
  - Each axle of the tandem system should be taken into account with two identical wheels, the load per wheel being therefore equal to  $0,5\alpha_Q Q_k$ .
  - The contact surface of each wheel should be taken as square and of side 0,40 m (see Figure 4.2b).
- (b) Uniformly distributed loads (UDL system), having the following weight per square metre of notional lane :

$$\alpha_q q_k \quad (4.2)$$

where  $\alpha_q$  are adjustment factors.

The uniformly distributed loads should be applied only in the unfavourable parts of the influence surface, longitudinally and transversally.

**NOTE** LM1 is intended to cover flowing, congested or traffic jam situations with a high percentage of heavy lorries. In general, when used with the basic values, it covers the effects of a special vehicle of 600 kN as defined in annex A.

(2) Load Model 1 should be applied on each notional lane and on the remaining areas. On notional lane Number  $i$ , the load magnitudes are referred to as  $\alpha_{Qi} Q_{ik}$  and  $\alpha_{qi} q_{ik}$  (see Table 4.2). On the remaining areas, the load magnitude is referred to as  $\alpha_{qr} q_{rk}$ .

(3) The values of adjustment factors  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$ , and  $\alpha_{qr}$  should be selected depending on the expected traffic and possibly on different classes of routes. In the absence of specification these factors should be taken equal to unity.

**NOTE 1** The values of  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$ , and  $\alpha_{qr}$  factors are given in the National Annex. In all cases, for bridges without road signs restricting vehicle weights, the following minimum values are recommended :

$$\alpha_{Qi} \geq 0,8 \quad \text{and} \quad (4.3)$$

for :  $i \geq 2$ ,  $\alpha_{qi} \geq 1$  ; this restriction being not applicable

$$\alpha_{qr} \quad (4.4)$$

**ПРИМІТКА 2** Величини коефіцієнтів  $\alpha$  можуть відповідати класам руху наведеним у національному додатку.

Якщо вони дорівнюють 1, вони відповідають очікуваному руху, інтенсивного промислового міжнародного руху, що представляє велику частину загального вантажопотоку у вигляді важких вантажних транспортних засобів. Для більш звичного складу транспортного потоку (автомобільні дороги або автостради) може бути застосовано середнє ослаблення коефіцієнтів  $\alpha$ , вживаних до тандемних систем і рівномірно розподілених навантажень на смугі 1, (від 10 до 20%).

(4) Значення  $Q_{ik}$  і  $q_{ik}$ , включаючи динамічне посилення, слід брати з таблиці 4.2.

$$\alpha_{qr} \quad (4.4)$$

**NOTE 2** Values of  $\alpha$  factors may correspond, in the National Annex,

to classes of traffic. When they are taken equal to 1, they correspond to a traffic for which a heavy industrial international traffic is expected, representing a large part of the total traffic of heavy vehicles. For more common traffic compositions (highways or motorways), a moderate reduction of  $\alpha$  factors applied to tandems systems and the uniformly distributed loads on Lane 1 may be applied (10 to 20%).

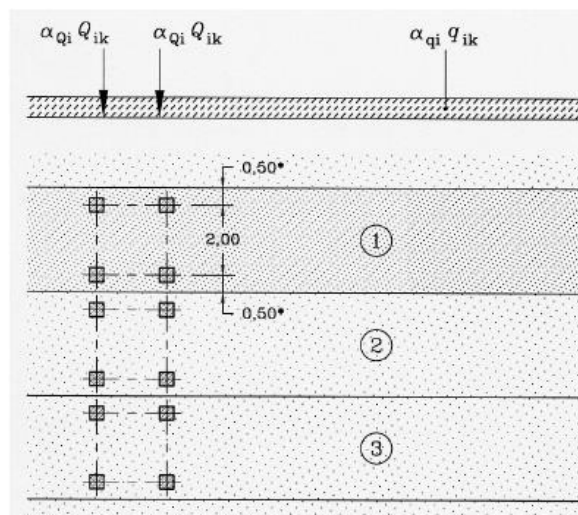
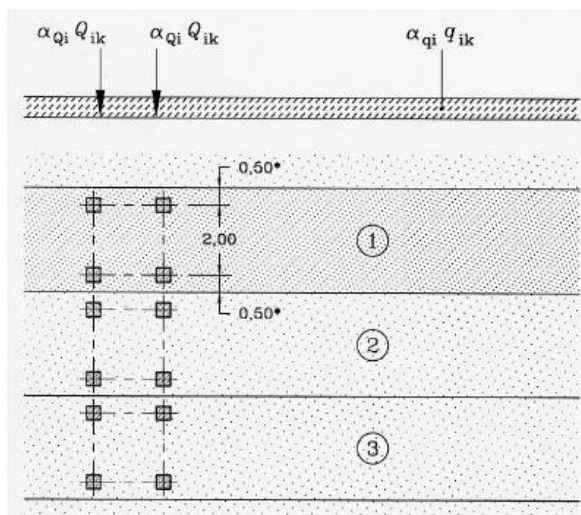
(4) The characteristic values  $Q_{ik}$  and  $q_{ik}$ , dynamic amplification included, should be taken from Table 4.2.

**Table 4.2 - Load model 1 : characteristic values**

Location	Tandem system <i>TS</i>	<i>UDL</i> system
	Axle loads $Q_{ik}$ (kN)	$q_{ik}$ (or $q_{ik}$ ) (kN/m <sup>2</sup> )
Lane Number 1	300	9
Lane Number 2	200	2,5
Lane Number 3	100	2,5
Other lanes	0	2,5
Remaining area ( $q_{tk}$ )	0	2,5

**Таблиця 4.2 – Модель Навантаження 1: розрахункові показники**

Місцеположення	Тандем-система <i>TS</i>	Система <i>UDL</i>
	Навантаження на вісь $Q_{ik}$ (кН)	$q_{ik}$ (або $q_{ik}$ ) (кН/м <sup>2</sup> )
Смуга Номер 1	300	9
Смуга Номер 2	200	2,5
Смуга Номер 3	100	2,5
Інші смуги	0	2,5
Площа, що залишилася ( $q_{tk}$ )	0	2,5



**Позначення**

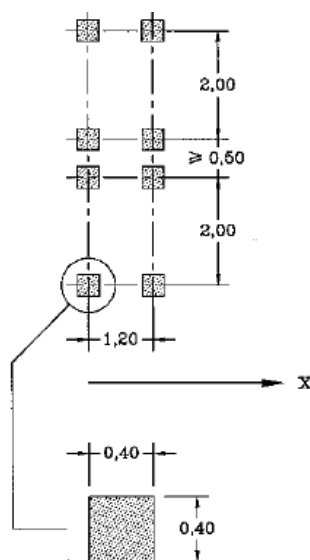
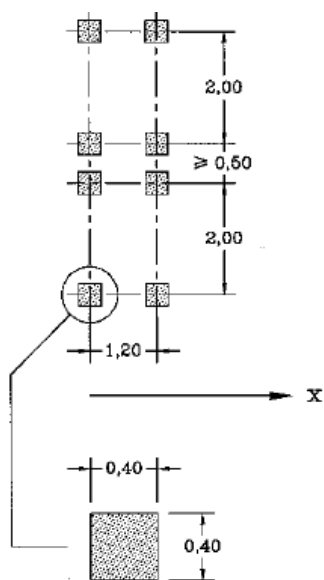
- (1) – смуга № 1  $Q_{1k} = 300$  кН ;  $q_{1k} = 9$  кН/м<sup>2</sup>
- (2) - смуга № 1  $Q_{2k} = 200$  кН ;  $q_{2k} = 2,5$  кН/м<sup>2</sup>
- (3) - смуга № 1  $Q_{3k} = 100$  кН ;  $q_{3k} = 2,5$  кН/м<sup>2</sup>
- \* для  $w_l = 3,00$  м

**Рисунок 4.2а – Застосування Моделі 1**

**Key**

- (1) Lane Nr. 1 :  $Q_{1k} = 300$  kN ;  $q_{1k} = 9$  kN/m<sup>2</sup>
- (2) Lane Nr. 2 :  $Q_{2k} = 200$  kN ;  $q_{2k} = 2,5$  kN/m<sup>2</sup>
- (3) Lane Nr. 3 :  $Q_{3k} = 100$  kN ;  $q_{3k} = 2,5$  kN/m<sup>2</sup>
- \* For  $w_l = 3,00$  m

**Figure 4.2a - Application of load Model 1**



**Рисунок 4.2б – Застосування системи модемів для перевірки на місцеву міцність**

**Figure 4.2b - Application of tandem systems for local verifications**



**ПРИМІТКА** Застосування 4.2.4-(2) та 4.3.2-(1) до (4) для цієї моделі полягає в розміщенні номерованих смуг руху і розміщенні систем тандемів (в більшості випадків для одних і тих же перерізів). По всій довжині і ширині прикладається рівномірно-розповсюджене навантаження (UDL) так як це вимагається лінією впливу.

(5) Для місцевих перевірок тандем-систему слід застосовувати у найсприятливіших місцях. Там, де на сусідніх умовних смугах руху враховуються дві тандемні системи, вони можуть бути зсунуті ближче одно до одної, з відстанню між колісними осями не менше ніж 0,50 м (рисунки 4.2b).

(6) Там, де загальні і місцеві впливи може бути обчислено окремо, загальні впливи розраховуються з використанням наступних спрощених альтернативних правил:

**ПРИМІТКА** Національний стандарт може визначати умови вжитку цих альтернативних правил.

a) Друга і третя тандемні системи замінюються другою тандемною системою з вагою осі, що дорівнює:

$$(200 \alpha_{Q2} + 100 \alpha_{Q3}) \text{ кН, або} \quad (4.5)$$

b) За умови, коли довжина прогону перевищує 10 м, кожну тандемну систему слід замінити на кожній смузі зосередженим навантаженням однієї осі, вага якої дорівнює загальній вазі двох осей.

**ПРИМІТКА** У цьому випадку вага одиночної осі становить:

- 600  $\alpha_{Q1}$  кН на смузі номер 1
- 400  $\alpha_{Q2}$  кН на смузі номер 2
- 200  $\alpha_{Q3}$  кН на смузі номер 3

### 4.3.3 Модель навантаження 2

(1) Модель навантаження 2 складається з навантаження на одну вісь  $\beta_Q Q_{ak}$  при  $Q_{ak}$ , що дорівнює 400 кН, включаючи динамічне посилення, яке слід прикладати у будь-якому місці на проїзній частині.

Проте, коли це доречно, можна враховувати тільки одне колесо 200  $\beta_Q$  (кН).

(2) Значення  $\beta_Q$  слід вказати.

**ПРИМІТКА** Національний стандарт може містити величину  $\beta_Q$ . Рекомендується щоб  $\beta_Q = \alpha_{Q1}$ .

(3) Поблизу деформаційних швів слід застосовувати додатковий динамічний коефіцієнт, що дорівнює величині, визначеній у 4.6.1(6).

**NOTE** The application of 4.2.4-(2) and 4.3.2-(1) to (4) practically consists, for this model, of choosing the locations of the numbered lanes and the locations of the tandem systems (in most cases in the same cross-section). The length and width to be loaded by UDL are those of the relevant adverse parts of the influence surfaces.

(5) For local verifications, a tandem system should be applied at the most unfavourable location. Where two tandem systems on adjacent notional lanes are taken into account, they may be brought closer, with a distance between wheel axles not below 0,50 m (see Figure 4.2b).

(6) Where general and local effects can be calculated separately, the general effects may be calculated by using the following simplified alternative rules :

**NOTE** The National Annex may define the conditions of use of these alternative rules.

a) the second and third tandem systems are replaced by a second tandem system with axle weight equal to :

$$(200 \alpha_{Q2} + 100 \alpha_{Q3}) \text{ кН, or} \quad (4.5)$$

b) for span lengths greater than 10 m, each tandem system are replaced in each lane by a one-axle concentrated load of weight equal to the total weight of the two axles.

**NOTE** In that case, the single axle weight is :

- 600  $\alpha_{Q1}$  кН on Lane Number 1
- 400  $\alpha_{Q2}$  кН on Lane Number 2
- 200  $\alpha_{Q3}$  кН on Lane Number 3

### 4.3.3 Load Model 2

(1) Load Model 2 consists of a single axle load  $\beta_Q Q_{ak}$  with  $Q_{ak}$  equal to 400 кН, dynamic amplification included, which should be applied at any location on the carriageway. However, when relevant, only one wheel of 200  $\beta_Q$  (кН) may be taken into account.

(2) The value of  $\beta_Q$  should be specified.

**NOTE** The National Annex may give the value of  $\beta_Q$ . It is recommended that  $\beta_Q = \alpha_{Q1}$ .

(3) In the vicinity of expansion joints, an additional dynamic amplification factor equal to the value defined in 4.6.1(6) should be applied.

(4) Контактну поверхню кожного колеса необхідно враховувати як прямокутник із сторонами 0,35 м і 0,60 м (Рисунок 4.3).

#### **4.3.4 Модель навантаження 3 (спеціальні транспортні засоби)**

(1) Слід визначати і враховувати моделі спеціальних транспортних засобів, там, де необхідно.

**ПРИМІТКА** Національним додатком можуть визначатись модель навантаження 3 та умови її застосування. У додатку А наведено рекомендації щодо стандартних моделей і умов їх вжитку.

#### **4.3.5 Модель навантаження 4 (навантаження від натовпу)**

(1) Навантаження від натовпу, якщо необхідно, має бути представлено моделлю навантаження, яка складається з рівномірно розподіленого навантаження (з урахуванням динамічного посилення), що дорівнює 5 кН/м<sup>2</sup>.

**ПРИМІТКА** Застосування моделі LM4 може бути визначено для індивідуального проекту.

(2) Модель навантаження 4 слід застосовувати до відповідних частин довжини і ширини їздового полотна автодорожнього моста, за необхідності, включається центральна розділова смуга. Цю систему навантажень, призначено для загальних перевірок, і вона має бути пов'язана тільки з перехідною проектною ситуацією.

#### **4.3.6 Розподіл зосереджених навантажень**

(1) Різні зосереджені навантаження, що розглядаються для місцевих перевірок і пов'язані з моделями навантажень 1 і 2, мають бути враховані як рівномірно розподілені по всій площі контакту.

(4) The contact surface of each wheel should be taken into account as a rectangle of sides 0,35 m and 0,60 m (see Figure 4.3).

#### **4.3.4 Load Model 3 (special vehicles)**

(1) Where relevant, models of special vehicles should be defined and taken into account.

**NOTE** The National Annex may define Load Model 3 and its conditions of use. Annex A gives guidance on standard models and their conditions of application.

#### **4.3.5 Load Model 4 (crowd loading)**

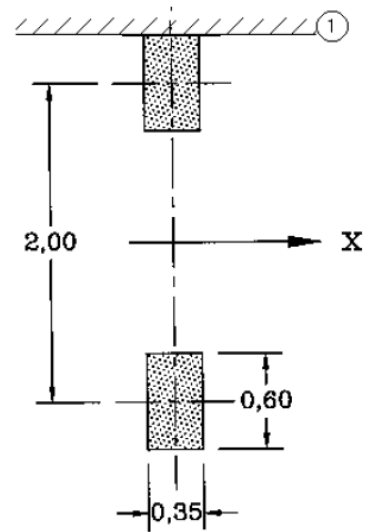
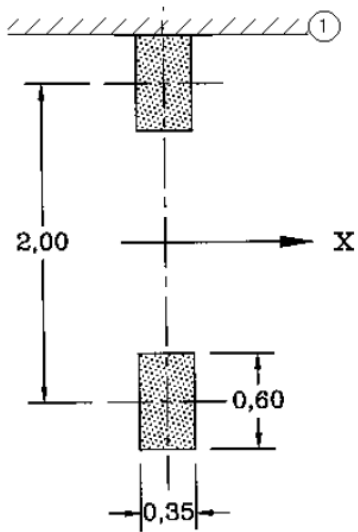
(1) Crowd loading, if relevant, should be represented by a Load Model consisting of a uniformly distributed load (which includes dynamic amplification) equal to 5 kN/m<sup>2</sup>.

**NOTE** The application of LM4 may be defined for the individual project.

(2) Load Model 4 should be applied on the relevant parts of the length and width of the road bridge deck, the central reservation being included where relevant. This loading system, intended for general verifications, should be associated only with a transient design situation.

#### **4.3.6 Dispersal of concentrated loads**

(1) The various concentrated loads to be considered for local verifications, associated with Load Models 1 and 2, should be taken as uniformly distributed on their whole contact area.



**Позначення**

X - повздовжня вісь моста

1 – узбіччя

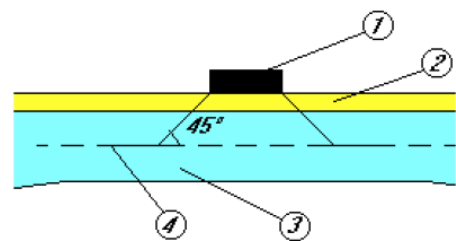
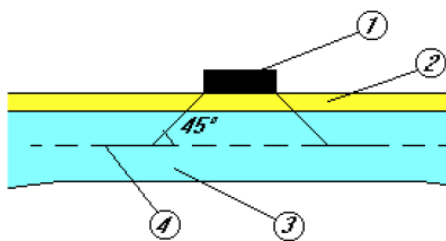
**Рисунок 4.3 – Модель навантаження 2**

**Key**

X Bridge longitudinal axis direction

1 Kerb

**Figure 4.3 - Load Model 2**



**Позначення**

1 – відбиток колеса

2 – дорожній одяг

3 – залізобетонна плита

4 – серединна поверхня залізобетонної плити

**Рисунок 4.4 – Розподіл зосереджених навантажень дорожнім одягом та залізобетонною плитою**

**Key**

1 Wheel contact pressure

2 Pavement

3 Concrete slab

4 Middle surface of concrete slab

**Figure 4.4 - Dispersal of concentrated loads through pavement and a concrete slab**

(2) Розподіл тиску в шарі покриття та бетонної плити приймають під кутом  $45^{\circ}$  до центру ваги плити (рисунок 4.4).

**ПРИМІТКА** У разі розподілу зусиль через забутовку або ґрунт, див. Примітки у 4.9.1.

(3) Розподіл через дорожнє покриття та ортотропне їздове полотно слід брати під кутом  $45^{\circ}$  до центру ваги плити (рисунок 4.5).

**ПРИМІТКА** Поперечний розподіл навантаження між ребрами ортотропного їздового полотна тут не розглядається.

#### 4.4 Горизонтальні сили – характеристичні значення

##### 4.4.1 Сили гальмування та прискорення

(1) Р Гальмівну силу  $Q_{lk}$  слід враховувати як поздовжнє зусилля, що діє в поверхневій площині проїзної частини.

(2) Характеристичне значення  $Q_{lk}$ , обмежене до 900 кН по всій ширині моста, необхідно розраховувати як частину загальних максимальних вертикальних навантажень, відповідних до моделі навантаження 1, яка застосовується до смуги номер 1 таким чином:

$$Q_{lk} = 0,6 \alpha_{Q1} (2Q_{lk}) + 0,10 \alpha_{q1} q_{lk} w_1 L$$

$$180 \alpha_{Q1} \text{ (кН)} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ (кН)}, \quad (4.6)$$

де:  $L$  довжина їздового полотна або частини, що розглядається.

**ПРИМІТКА 1** Наприклад,  $Q_{lk} = 360 + 2,7 L (\leq 900 \text{ кН})$  для смуги, ширина якої становить 3 м і для навантажуваної довжини  $L > 1,2$  м, якщо коефіцієнти  $\alpha$  дорівнюють одиниці.

**ПРИМІТКА 2** Верхня межа (900 кН) може бути відрегульована у національному додатку. Величина 900 кН призначена для покриття максимального гальмівного зусилля військових транспортних засобів, згідно з STANAG<sup>6</sup>.

(3) За необхідності, слід визначати горизонтальні сили, що пов'язані з моделлю навантаження 3,

(2) The dispersal through the pavement and concrete slabs should be taken at a spread-to-depth ratio of 1 horizontally to 1 vertically down to the level of the centroid of the slab (Figure 4.4).

**NOTE** In the case of dispersal through backfill or earth, see the NOTES in 4.9.1.

(3) The dispersal through the pavement and orthotropic decks should be taken at a spread-to-depth ratio of 1 horizontally to 1 vertically down to the level of the middle plane of the structural top plate (Figure 4.5).

**NOTE** The transverse distribution of the load among the ribs of the orthotropic deck is not considered here.

#### 4.4 Horizontal forces - Characteristic values

##### 4.4.1 Braking and acceleration forces

(1) P A braking force,  $Q_{lk}$ , shall be taken as a longitudinal force acting at the surfacing level of the carriageway.

(2) The characteristic value of  $Q_{lk}$ , limited to 900 кН for the total width of the bridge, should be calculated as a fraction of the total maximum vertical loads corresponding to the

Load Model 1 likely to be applied on Lane Number 1, as follows :

$$Q_{lk} = 0,6 \alpha_{Q1} (2Q_{lk}) + 0,10 \alpha_{q1} q_{lk} w_1 L$$

$$180 \alpha_{Q1} \text{ (кН)} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ (кН)}, \quad (4.6)$$

where : $L$  is the length of the deck or of the part of it under consideration.

**NOTE 1** For example,  $Q_{lk} = 360 + 2,7L (\leq 900 \text{ кН})$  for a 3m wide lane and for a loaded length  $L > 1,2$  m, if  $\alpha$  factors are equal to unity.

**NOTE 2** The upper limit (900 кН) may be adjusted in the National Annex. The value 900 кН is normally intended to cover the maximum braking force of military vehicles according to STANAG<sup>6</sup>.

(3) Horizontal forces associated with Load Model 3 should be defined where appropriate.

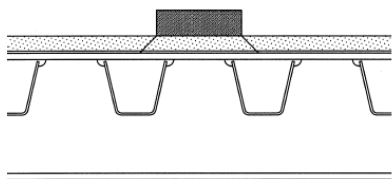


Рисунок 4.5 – Розподіл зосереджених навантажень дорожнім одягом та ортотропною плитою

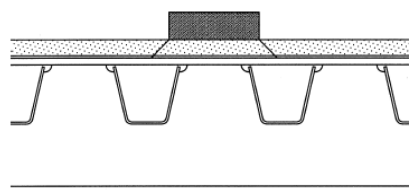


Figure 4.5 - Dispersal of concentrated loads through pavement and orthotropic decks

**ПРИМІТКА** Горизонтальні сили, пов'язані з моделлю навантаження 3, також можуть визначатися і національним додатком.

(4) Цю силу слід враховувати як направлену вздовж осі будь-якої смуги. Проте, якщо ефект ексцентричності недостатній, сила може розглядатися для застосування тільки вздовж осі проїзної частини і розподілятися по навантаженій довжині.

(5) Сили тяги слід враховувати тієї ж величини, що і гальмівні сили, але у протилежному напрямі.

**ПРИМІТКА** Практично це означає, що  $Q_{lk}$  може бути як негативною, так і позитивною.

(6) Горизонтальна сила, що передається деформаційними швами або прикладена до елементів конструкції, які можуть навантажуватися тільки однією віссю, має бути визначена.

**ПРИМІТКА** Величина для  $Q_{lk}$  може визначатися згідно з національним додатком. Рекомендованою величиною є:

$$Q_{lk} = 0,6\alpha_{Qi}Q_{lk} \quad (4.6a)$$

#### 4.4.2 Відцентрові та інші поперечні сили

(1) Поперечна сила  $Q_{tk}$ , має бути врахована як поперечна сила, що діє на верхню поверхню проїзної частини, і радіально по відношенню до осі проїзної частини.

(2) Характеристичне значення  $Q_{tk}$ , яке включає динамічні впливи, необхідно вибирати згідно з таблицею 4.3.

де:

$r$  - горизонтальний радіус осьової лінії проїзної частини, м

$Q_v$  – Загальна максимальна вага вертикальних зосереджених навантажень тандемної системи моделі навантаження LM1, тобто  $\sum_i \alpha_{Qi}(2Q_{ik})$  (таблиця 4.2).

**NOTE** The National Annex may define horizontal forces associated with Load Model 3.

(4) This force should be taken into account as located along the axis of any lane.

However, if the eccentricity effects are not significant, the force may be considered to be applied only along the carriageway axis, and uniformly distributed over the loaded length.

(5) Acceleration forces should be taken into account with the same magnitude as braking forces, but in the opposite direction.

**NOTE** Practically this means that  $Q_{lk}$  may be negative as well as positive.

(6) The horizontal force transmitted by expansion joints or applied to structural members that can be loaded by only one axle should be defined.

**NOTE** The National Annex may define the value for  $lk$   $Q_{lk}$ . The recommended value is :

$$Q_{lk} = 0,6\alpha_{Qi}Q_{lk} \quad (4.6a)$$

#### 4.4.2 Centrifugal and other transverse forces

(1) The centrifugal force  $Q_{tk}$  should be taken as a transverse force acting at the finished carriageway level and radially to the axis of the carriageway.

(2) The characteristic value of  $Q_{tk}$ , in which dynamic effects are included, should be taken from Table 4.3. where :

$r$  is the horizontal radius of the carriageway centreline [m]

$Q_v$  is the total maximum weight of vertical concentrated loads of the tandem systems of LM1, i.e.  $\sum_i \alpha_{Qi}(2Q_{ik})$  (see Table 4.2).

Таблиця 4.3– Характеристичні величини відцентрових сил

$Q_{tk} = 0,2Q_v$ (кН)	якщо $r < 200$ м
$Q_{tk} = 40Q_v/r$ (кН)	якщо $200 \leq r \leq 1500$ м
$Q_{tk} = 0$	якщо $r > 1500$ м

Table 4.3 - Characteristic values of centrifugal forces

$Q_{tk} = 0,2Q_v$ (kN)	if $r < 200$ m
$Q_{tk} = 40Q_v/r$ (kN)	if $200 \leq r \leq 1500$ m
$Q_{tk} = 0$	if $r > 1500$

(3)  $Q_{tk}$  слід приймати як точкове навантаження у будь-якому поперечному перерізі їздового полотна.

(4) За необхідності, слід враховувати поперечні сили від косоного гальмування або ковзання. Поперечна гальмівна сила  $Q_{trk}$ , дорівнює 25% від поздовжнього гальмування або прискорювальної сили  $Q_{lk}$ , і має розглядатися як така, що діє одночасно з  $Q_{lk}$  на верхній поверхні проїзної частини.

**ПРИМІТКА** Національний стандарт може визначати мінімальне поперечне навантаження. У більшості випадків, сили, що виникають у результаті дії вітру і наїздів на бордюрний камінь, забезпечують достатнє поперечне навантаження.

#### 4.5 Групи рухомих навантажень на автодорожні мости

##### 4.5.1 Характеристичні значення багатокомпонентних впливів

(1) Одночасність систем навантажень, визначених у 4.3.2 (модель навантаження 1), 4.3.3 (модель навантаження 2), 4.3.4 (модель навантаження 3), 4.3.5 (модель навантаження 4), 4.4 (горизонтальні сили) і навантаження, описані в розділі 5 для пішохідних доріжок, необхідно враховувати відповідно до груп навантажень, наведених у Таблиці 4.4а. Кожну з цих груп навантажень, якщо вони взаємно виключаються, слід розглядати як нормативну розрахункову дію для комбінування з навантаженнями, що не відносяться до дорожнього руху.

(3)  $Q_{tk}$  should be assumed to act as a point load at any deck cross-section.

(4) Where relevant, lateral forces from skew braking or skidding should be taken into account. A transverse braking force,  $Q_{trk}$ , equal to 25% of the longitudinal braking or acceleration force  $Q_{lk}$ , should be considered to act simultaneously with  $Q_{lk}$  at the finished carriageway level.

**NOTE** The National Annex may define a minimum transverse loading. In most cases, forces resulting from wind effects and collisions on kerbs provide a sufficient transverse loading.

#### 4.5 Groups of traffic loads on road bridges

##### 4.5.1 Characteristic values of the multi-component action

(1) The simultaneity of the loading systems defined in 4.3.2 (Load Model 1), 4.3.3 (Load Model 2), 4.3.4 (Load Model 3), 4.3.5 (Load Model 4), 4.4 (horizontal forces) and the loads defined in section 5 for footways should be taken into account by considering the groups of loads defined in Table 4.4a. Each of these groups of loads, which are mutually exclusive, should be considered as defining a characteristic action for combination with non-traffic loads.

Таблиця 4.4а – Оцінка груп навантажень від дорожнього руху (розрахункові величини багатокomпонентних впливів)

		Проїзна частина					Тротуари і велосипедні доріжки	
Тип навантаження		Вертикальні сили			Горизонтальні сили		Тільки вертикальні сили	
Посилання		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Система навантажень		LM1 (системи TS і UDL)	LM2 (поодинокі вісь)	LM3 (спеціальні транспортні засоби)	LM4 (навантаження від натовпу)	Гальмівні сили та сили тяги	Центро-біжні та поперечні сили	Рівномірно розподілене навантаження
Групи навантажень	гр.1а	Розрахункові величини				a	a	Комбінована величина <sup>b</sup>
	гр.1b		Розрахункові величини					
	гр.2	величини <sup>b</sup> , які часто повторюються				розрахункова величина	розрахункова величина	
	гр.3 <sup>d</sup>							розрахункова величина <sup>c</sup>
	гр.4				розрахункова величина			розрахункова величина
	гр.5	Див. Додаток А		розрахункова величина				
Вплив домінуючої компоненти (позначено як компоненту, яка пов'язана з групою)								
<sup>a</sup> – визначається згідно з національним додатком <sup>b</sup> - визначається згідно з національним додатком. Рекомендована величина 3 кН/м <sup>2</sup> <sup>c</sup> - Див.5.3.2.1-(2). Слід розглядати лише одну пішохідну доріжку як навантажену, якщо її вплив більш несприятливий, ніж вплив від двох навантажених пішохідних доріжок <sup>d</sup> - якщо розглядається гр.4,ця група незастосовна,								

**Table 4.4a - Assessment of groups of traffic loads (characteristic values of the multi-component action)**

		CARRIAGEWAY					FOOTWAYS AND CYCLE TRACKS	
Load type		Vertical forces				Horizontal forces	Vertical forces only	
Reference		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Load system		LM1 (TS and UDL systems)	LM2 (Single axle)	LM3 (Special vehicles)	LM4 (Crowd loading)	Braking and acceleration forces	Centrifugal and transverse forces	Uniformly Distributed load
Groups of Loads	gr1a	Characteristic values				a	a	Combination value <sup>b</sup>
	gr1b		Characteristic value					
	gr2	Frequent values <sup>b</sup>				Characteristic value	Characteristic value	
	gr3 <sup>d</sup>							Characteristic value <sup>c</sup>
	Gr4				Characteristic value			Characteristic value <sup>b</sup>
	Gr5	See annex A		Characteristic value				
		Dominant component action (designated as component associated with the group)						
<sup>a</sup> May be defined in the National Annex. <sup>b</sup> May be defined in the National Annex. The recommended value is 3 kN/m <sup>2</sup> . <sup>c</sup> See 5.3.2.1-(2). One footway only should be considered to be loaded if the effect is more unfavourable than the effect of two loaded footways. <sup>d</sup> This group is irrelevant if gr4 is considered.								



#### 4.5.2 Інші типові значення багатокomпонентних впливів

(1) Часті впливи складаються тільки з частих величин моделі навантаження LM1 або моделі LM2, частих величин навантажень на пішохідні доріжки або велосипедні доріжки (враховуючи найбільш несприятливі), без будь-яких супроводжуючих компонентів, наведених у таблиці 4.4b.

**ПРИМІТКА 1** Для окремих компонентів впливів від руху ці величини визначаються згідно з EN 1990, A2.

**ПРИМІТКА 2** Для псевдо-постійних величин, як правило, вони дорівнюють нулю, згідно з EN 1990, A2.

**ПРИМІТКА 3** Якщо у національному додатку є посилання на нечасті величини змінних впливів, застосовується те ж саме правило, що і в 4.5.1. Виконується заміна всіх характеристичних значень у таблиці 4.4 нечастими величинами, наведеними в стандарті EN 1990, A2. Інші величини таблиці не змінюються. Проте нечаста група гр.2 практично незастосовується для автодорожніх мостів.

#### 4.5.2 Other representative values of the multi-component action

(1) The frequent action should consist only of either the frequent values of LM1 or the frequent value of LM2, or the frequent values of loads on footways or cycle-tracks (taking the more unfavourable), without any accompanying component, as defined in Table 4.4b.

**NOTE 1** For the individual components of the traffic action, these representative values are defined in EN 1990, A2.

**NOTE 2** For quasi-permanent values (generally equal to zero), see EN 1990, A2.

**NOTE 3** Where the National Annex refers to infrequent values of variable actions, the same rule as in 4.5.1 may be applied by replacing all characteristic values in Table 4.4 by infrequent values defined in EN 1990, A2, without modifying the other values mentioned in the Table. But the infrequent group gr2 is practically irrelevant for road bridges.

Таблиця 4.4b – Оцінка груп навантажень від транспортного руху (величини багатокomпонентного впливу)

		Проїзна частина		Тротуари і велосипедні доріжки
Тип навантаження		Вертикальні сили		
Посилання		4.3.2	4.3.3	5.3.2-(1)
Система навантажень		LM1 (системи TS і UDL)*	LM2 (одиначна вісь)	Рівномірно розподілене навантаження
Групи навантажень	гр.1a	Величини, що часто повторюються		
	гр.1b		Величини, що часто повторюються	
	гр.3			Величини, що часто повторюються <sup>a</sup>
<sup>a</sup> – Слід розглядати тільки один тротуар як навантажений, якщо вплив від нього найбільш несприятливий, ніж вплив від двох навантажених тротуарів.				
* TS - Тандем-система; UDL – Рівномірно розподілене навантаження				

Таблиця 4.4b – Assessment of group of traffic loads (frequent values of multicomponent action)

		CARRIAGEWAY		FOOTWAYS AND CYCLE TRACKS
Load type		Vertical forces		
Reference load system		4.3.2	4.3.3	5.3.2-(1)
		LM1 (TS and UDL systems)	LM2 (single axle)	Uniformly distributed load
Groups of loads	gr1a	Frequent values		
	gr1b		Frequent values	
	gr3			Frequent values <sup>a</sup>
<sup>a</sup> – One footway only should be considered to be loaded if the effect is more unfavorable than the effect of two loaded footways.				

#### 4.5.3 Групи навантажень в короткочасних проектних ситуаціях

(1) Правила, що наведені у 4.5.1 і 4.5.2 застосовуються зі змінами, вказаними у 4.5.3(2).

(2) Для перевірок у перехідних проектних ситуаціях, розрахункові величини, що пов'язані з тандемною системою, необхідно враховувати, такими що, дорівнюють  $0,8\alpha_{Qi}Q_{ik}$ , а всі інші розрахункові, часто повторювані і псевдо-постійні величини, , а також горизонтальні сили, так як це вказано для проектних ситуацій, що постійно повторюються, без яких-небудь змін (тобто, вони не зменшуються пропорційно вазі тандемів).

**ПРИМІТКА** У перехідних проектних ситуаціях через обслуговування доріг або мостів, дорожній рух у нормальному режимі зосереджується на менших площах без значного зниження, при цьому частішають тривалі затори в русі.

#### 4.6 Моделі навантажень для розрахунків за втомою

##### 4.6.1 Загальні положення

(1) Дорожній рух на мостах створює спектр напружень, який може викликати утомленість. Спектр напружень залежить від геометрії транспортних засобів, від навантажень на осі, від відстані між транспортними засобами, від складу учасників дорожнього руху та від його динамічної дії.

(2) Нижче в 4.6.2 - 4.6.6 визначено п'ять моделей втомних навантажень від вертикальних сил.

**ПРИМІТКА 1.** Для індивідуального проекту горизонтальні сили можуть враховуватись одночасно з вертикальними силами: наприклад, іноді разом з вертикальними навантаженнями необхідно розглядати відцентрові сили.

#### 4.5.3 Groups of loads in transient design situations

(1) The rules given in 4.5.1 and 4.5.2 are applicable with the following modifications given in 4.5.3(2).

(2) For verifications in transient design situations, the characteristic values associated with the tandem system should be taken equal to  $0,8\alpha_{Qi}Q_{ik}$ , and all other characteristic, frequent and quasi-permanent values and the horizontal forces are as specified for persistent design situations without any modification (*i.e.* they are not reduced proportionally to the weight of the tandems).

**NOTE** In transient design situations due to road or bridge maintenance, the traffic is commonly concentrated on smaller areas without being significantly reduced, and long lasting traffic jams are frequent. However, more reductions may be applied in cases where the heaviest lorries are diverted by appropriate measures.

#### 4.6 Fatigue load models

##### 4.6.1 General

(1) Traffic running on bridges produces a stress spectrum which may cause fatigue. The stress spectrum depends on the geometry of the vehicles, the axle loads, the vehicle spacing, the composition of the traffic and its dynamic effects.

(2) In the following, five fatigue load models of vertical forces are defined and given in 4.6.2 to 4.6.6.

**NOTE 1** Horizontal forces may have to be taken into account simultaneously with vertical forces for the individual project : f

**ПРИМІТКА 2** Використанню різних моделей втомних навантажень дається визначення у стандартах EN 1992 - EN 1999; нижче наводиться додаткова інформація:

a) моделі втомних навантажень 1, 2 і 3 призначені для використання з метою визначення максимальних і мінімальних напружень, які виникають в результаті можливого розташування навантаження на мосту за однією з цих моделей. У багатьох випадках у стандартах EN 1992 - EN 1999 використовується тільки алгебраїчна різниця між цими напруженнями.

b) моделі втомних навантажень 4 і 5 призначені для використання з метою визначення спектрів діапазону напружень, які виникають при проїзді по мосту вантажних автомобілів.

c) - моделі втомних навантажень 1 і 2 призначені для використання з метою перевірки, можливості розгляду втомної довговічності як необмеженої, якщо через постійну амплітуду напруження є межа утомленості. Тому вони застосовуються для сталевих конструкцій, але можуть виявитися непридатними для інших матеріалів. Модель втомного навантаження 1 є, в основному, консервативною і розповсюджується автоматично на багатосмуговий вплив. Модель втомного навантаження 2 є більш точною, ніж Модель втомного навантаження 1, якщо для перевірки на утомленість можна знехтувати присутністю на мосту одночасно декількох вантажних автомобілів. Якщо ні, її слід використовувати тільки доповнивши додатковими даними. У національному додатку можуть бути дані умови застосування моделей втомних навантажень 1 і 2.

d) Моделі втомних навантажень 3, 4 і 5 призначені для використання з метою оцінки втомної довговічності на основі кривих втомної міцності, описаних у EN 1992 - EN 1999. Вони не використовуються з метою перевірки, можливості розгляду втомної довговічності як необмеженої. З цієї ж причини, в числовому відношенні їх не можна порівнювати з Моделями втомного навантаження 1 і 2. Модель втомного навантаження 3 також можна використовувати для безпосередньої перевірки проектів спрощеними методами, в яких вплив річного обсягу транспортних перевезень і деяких розмірів мостів враховується за допомогою регульовального коефіцієнта  $\lambda_e$ , який залежить від матеріалу.

e) з погляду різноманітності мостів і дорожнього руху і якщо можна знехтувати присутністю на мосту одночасно декількох вантажних автомобілів, модель втомного навантаження 4 є більш точною, ніж модель 3. В іншому випадку її слід використовувати тільки доповнивши додатковими даними, наведеними в національному додатку.

f) Модель втомного навантаження 5 є найзагальнішою моделлю, що використовує фактичні дані дорожнього руху.

**NOTE 2** The use of the various Fatigue Load Models is defined in EN 1992 to EN 1999 and further information is given as below :

a) Fatigue Load Models 1, 2 and 3 are intended to be used to determine the maximum and minimum stresses resulting from the possible load arrangements on the bridge of any of these models ; in many cases, only the algebraic difference between these stresses is used in EN1992 to EN1999.

b) Fatigue Load Models 4 and 5 are intended to be used to determine stress range spectra resulting from the passage of lorries on the bridge.

c) Fatigue Load Models 1 and 2 are intended to be used to check whether the fatigue life may be considered as unlimited when a constant stress amplitude fatigue limit is given. Therefore, they are appropriate for steel constructions and may be inappropriate for other materials. Fatigue Load Model 1 is generally conservative and covers multi-lane effects automatically. Fatigue Load Model 2 is more accurate than Fatigue Load Model 1 when the simultaneous presence of several lorries on the bridge can be neglected for fatigue verifications. If that is not the case, it should be used only if it is supplemented by additional data. The National Annex may give the conditions of use of fatigue load models 1 and 2.

d) Fatigue Load Models 3, 4 and 5 are intended to be used for fatigue life assessment by reference to fatigue strength curves defined in EN1992 to EN1999. They should not be used to check whether fatigue life can be considered as unlimited. For this reason, they are not numerically comparable to Fatigue Load Models 1 and 2. Fatigue Load Model 3 may also be used for the direct verification of designs by simplified methods in which the influence of the annual traffic volume and of some bridge dimensions is taken into account by a material-dependent adjustment factor  $\lambda_e$ .

e) Fatigue Load Model 4 is more accurate than Fatigue Load Model 3 for a variety of bridges and of the traffic when the simultaneous presence of several lorries on the bridge can be neglected. If that is not the case, it should be used only if it is supplemented by additional data, specified or as defined in the National Annex.

f) Fatigue Load Model 5 is the most general model, using actual traffic data.

**ПРИМІТКА 3** Величини навантажень для моделей втомних навантажень 1 - 3, підходять для типового інтенсивного руху на Європейських основних шосейних дорогах або автостадах (рух категорії № 1, як вказано в Таблиці 4.5).

**ПРИМІТКА 4** Величини моделей втомного навантаження 1 і 2 може бути змінено для індивідуального проекту або національним додатком при розгляді інших категорій дорожнього руху. У цьому випадку зміни, що вносяться в обидві моделі, мають бути пропорційними. Для моделі втомного навантаження 3 модифікація залежить від процедури перевірки.

(3) Слід визначити категорію руху на мосту для перевірки на утомленість, принаймні, за:

- кількістю смуг з повільним рухом;
- кількістю  $N_{obs}$  важких транспортних засобів (максимальна вага брутто понад 100 кН), що спостерігається або розраховується на одну смугу з повільним рухом (тобто на смугу руху, яка використовується переважно вантажними автомобілями) за рік.

**ПРИМІТКА 1** Категорії руху і величини можуть бути визначені у національному додатку. Величини  $N_{obs}$  для смуг з повільним рухом, коли використовуються моделі втомних навантажень 3 і 4, наведено у таблиці 4.5. Для кожної смуги з швидким рухом (тобто смуга руху, що використовується переважно легковими автомобілями) необхідно додатково врахувати 10%  $N_{obs}$ .

**NOTE 3** The load values given for Fatigue Load Models 1 to 3 are appropriate for typical heavy traffic on

European main roads or motorways (traffic category Number 1 as defined in Table 4.5).

**NOTE 4** The values of Fatigue Load Models 1 and 2 may be modified for the individual project or by the National Annex when considering other categories of traffic. In this case, the modifications made to both models should be proportional. For Fatigue Load Model 3 a modification depends on the verification procedure.

(3) A traffic category on a bridge should be defined, for fatigue verifications, at least, by:

- the number of slow lanes,
- the number  $N_{obs}$  of heavy vehicles (maximum gross vehicle weight more than 100 kN), observed or estimated, per year and per slow lane (*i.e.* a traffic lane used predominantly by lorries).

**NOTE 1** The traffic categories and values may be defined in the National Annex. Indicative values for  $N_{obs}$  are given in Table 4.5 for a slow lane when using Fatigue Load Models 3 and 4. On each fast lane (*i.e.* a traffic lane used predominantly by cars), additionally, 10% of  $N_{obs}$  may be taken into account.

**Таблиця 4.5(н)– Очікувана кількість важких вантажних автомобілів на смугі з повільним рухом за рік**

Категорія дорожнього руху		$N_{obs}$ * за рік на смугі з повільним рухом
1	Дороги та автостади з 2 або більшою кількістю смуг руху в одному напрямі з високою інтенсивністю руху вантажних автомобілів	2,0x10 <sup>6</sup>
2	Дорогі і автостади з середньою інтенсивністю руху вантажних автомобілів	0,5x10 <sup>6</sup>
3	Дорогі і автостади з низькою інтенсивністю руху вантажних автомобілів	0,125x10 <sup>6</sup>
4	Дороги місцевого значення з низькою інтенсивністю руху вантажних автомобілів	0,05x10 <sup>6</sup>

\* $N_{obs}$  – спостережуване

**Table 4.5(n) - Indicative number of heavy vehicles expected per year and per slow lane**

Traffic categories		$N_{obs}$ per year and per slow lane
1	Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries	$2,0 \times 10^6$
2	Roads and motorways with medium flow rates of lorries	$0,5 \times 10^6$
3	Main roads with low flow rates of lorries	$0,125 \times 10^6$
4	Local roads with low flow rates of lorries	$0,05 \times 10^6$

**ПРИМІТКА 2.** Таблиці 4.5 недостатньо, для характеристики руху для перевірки на утомленість. Необхідні й інші параметри, наприклад:  
- відсоток типів вантажних автомобілів (наприклад таблиця 4.7), який залежить від «типу руху»;  
- параметри, що визначають розподіл ваги вантажного автомобіля або осей кожного типу.

**ПРИМІТКА 3** Для перевірки на утомленість немає загального співвідношення між категоріями руху і класами навантажень, а також пов'язаними з ними коефіцієнтами  $a$ , наведеними у 4.2.2 і 4.3.2.

**ПРИМІТКА 4** Проміжні величини  $N_{obs}$  не виключаються, але і не чинять значного впливу на втомну довговічність.

(4) Для оцінки загальних результатів впливів (наприклад, на головні ферми), всі моделі втомних навантажень мають бути розташовані по центру умовних смуг, які визначаються відповідно до принципів, наведених у 4.2.4(2) і (3). У проєкті слід вказати смуги з повільним рухом.

(5) Для оцінки результатів місцевих впливів (наприклад, у плитах), моделі мають бути розташовані в центрі умовних смуг, на проїзній частині. Проте, там де поперечне розташування транспортних засобів для моделей втомних навантажень 3, 4 і 5 є важливим для досліджуваних впливів (наприклад, для ортотропного їздового полотна), статистичний розподіл такого поперечного розташування слід враховувати відповідно до рисунка 4.6.

(6) Моделі втомних навантажень 1 - 4 включають динамічні зусилля від навантажень, які відповідають хорошій якості дорожнього покриття (Додаток В). Додатковий коефіцієнт  $\Delta\varphi_{fat}$  слід враховувати поряд з деформаційними швами і застосовувати до всіх навантажень:

$$\Delta\varphi_{fat} = 1,30 \left( 1 - \frac{D}{26} \right); \Delta\varphi_{fat} \geq 1 \quad (4.7)$$

**NOTE 2** Table 4.5 is not sufficient to characterise the traffic for fatigue verifications. Other parameters may have to be considered, for example :

- percentages of vehicle types (see, e.g., Table 4.7), which depend on the "traffic type",
- parameters defining the distribution of the weight of vehicles or axles of each type.

**NOTE 3** There is no general relation between traffic categories for fatigue verifications, and the loading classes and associated  $a$  factors mentioned in 4.2.2 and 4.3.2.

**NOTE 4** Intermediate values of  $N_{obs}$  are not excluded, but are unlikely to have significant effect on the fatigue life.

(4) For the assessment of general action effects (e.g. in main girders) all fatigue load models should be placed centrally on the notional lanes defined in accordance with the principles and rules given in 4.2.4(2) and (3). The slow lanes should be identified in the design.

(5) For the assessment of local action effects (e.g. in slabs) the models should be centered on notional lanes assumed to be located anywhere on the carriageway.

However, where the transverse location of the vehicles for Fatigue Load Models 3, 4 and 5 is significant for the studied effects (e.g. for orthotropic decks), a statistical distribution of this transverse location should be taken into account in accordance with Figure 4.6.

(6) Fatigue Load Models 1 to 4 include dynamic load amplification appropriate for pavements of good quality (see annex B). An additional amplification factor  $\Delta\varphi_{fat}$  should be taken into account near expansion joints and applied to all loads :

$$\Delta\varphi_{fat} = 1,30 \left( 1 - \frac{D}{26} \right); \Delta\varphi_{fat} \geq 1 \quad (4.7)$$

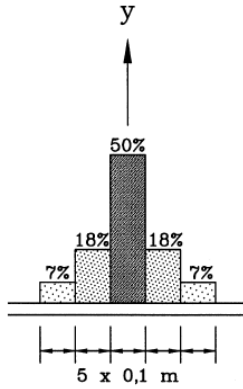


Рисунок 4.6 – Розподіл частоти появи екіпажів у поперечному перерізі відносно осьової лінії

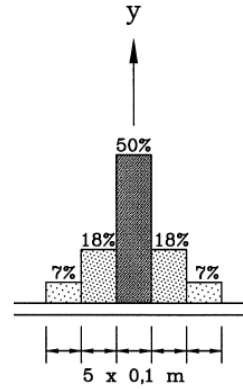
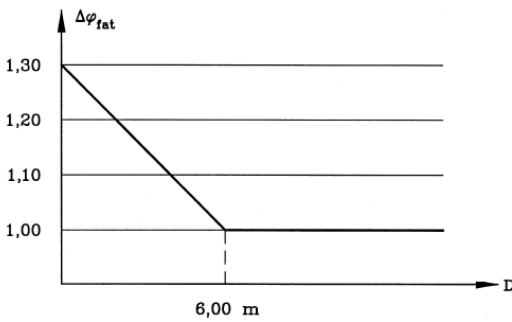


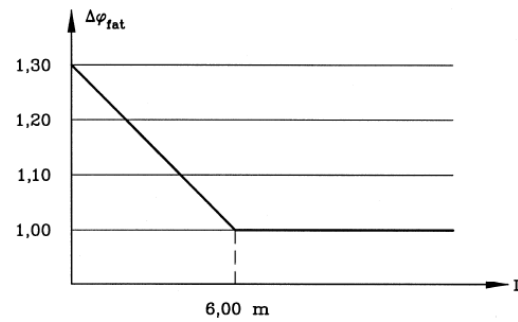
Figure 4.6 - Frequency distribution of transverse location of centre line of vehicle



**Позначення**

$\Delta\varphi_{fat}$  – додаткова складова поширення  
 $D$  - відстань від поперечного перерізу, що розглядається до деформаційного пристрою

Рисунок 4.7 – Представлення додаткова складова поширення



**Key**

$\Delta\varphi_{fat}$  : Additional amplification factor  
 $D$  : Distance of the cross-section under consideration from the expansion joint

Figure 4.7 - Representation of the additional amplification factor

де  $D$  - Відстань (м) поперечного перерізу, що розглядається, від деформаційного шва. (Рисунок 4.7).

**ПРИМІТКА** Консервативне спрощення може включати  $\Delta\varphi_{fat} = 1,3$  для будь-якого поперечного перерізу в межах 6 метрів від деформаційного шва. Додаткове динамічне зусилля може бути модифіковано в національному додатку. Графік (4.7)

**4.6.2 Модель навантаження за втомною (подібна моделі навантаження 1)**

(1) Модель втомного авантаження 1 має конфігурацію розрахункової моделі навантаження 1, яку визначено в 4.3.2, при таких величинах навантажень на вісь, що дорівнюють  $0,7 Q_{ik}$ , і при величинах рівномірно розподілених навантажень, які дорівнюють  $0,3q_{ik}$  та  $0,3q_{rk}$  (якщо інше не обумовлено)

**ПРИМІТКА** Величини навантажень для моделі втомного навантаження 1 подібні до величин моделі частих навантажень. Проте прийняття

$D$  is the distance (m) of the cross-section under consideration from the expansion joint. See Figure 4.7.

**NOTE** A conservative, often acceptable, simplification may consist of adopting  $\Delta\varphi_{fat} = 1,3$  for any crosssection within 6m from the expansion joint. The dynamic additional amplification may be modified in the National Annex. Expression (4.7) is recommended.

**4.6.2 Fatigue Load Model 1 (similar to LM1)**

(1) Fatigue Load Model 1 has the configuration of the characteristic Load Model 1 defined in 4.3.2, with the values of the axle loads equal to  $0,7Q_{ik}$  and the values of the uniformly distributed loads equal to  $0,3q_{ik}$  and (unless otherwise specified)  $0,3q_{rk}$ .

**NOTE** The load values for Fatigue Load Model 1 are similar to those defined for the Frequent Load Model. However adopting the Frequent Load Model without

моделі навантажень, які часто повторюються, без регулювання було б надмірно консервативним у порівнянні з іншими моделями, особливо для великих навантажених площ. Для індивідуальних проектів величиною  $q_{rk}$  можна нехтувати.

(2) Максимальні і мінімальні напруження ( $\sigma_{FLM,max}$  або  $\sigma_{FLM,min}$ ) слід визначати з можливої моделі розміщення навантажень на мосту.

#### 4.6.3 Модель навантаження за втomoю 2 (набір вантажівок «що часто зустрічаються»)

(1) Модель втomoного навантаження 2 складається з набору ідеалізованих вантажних автомобілів, так званих «частих», які слід використовувати, як вказано нижче в (3).

(2) Кожен «частий вантажний автомобіль» визначається за:

- кількістю осей і відстані між ними (таблиця 4.6, колонки 1+2);
- часто повторюваним навантаженням кожної осі (Таблиця 4.6, колонка 3);
- контактною площею коліс і поперечній відстані між колесами (колонка 4 таблиці 4.6 і таблиці 4.8).

(3) Максимальні та мінімальні напруження визначаються на основі найбільших зусиль від різних колісних навантажень, які рухаються по відповідній смuzі руху, і розглядаються окремо.

**ПРИМІТКА** У випадках коли певне колісне навантаження викликає найбільше напруження іншими колісними навантаженнями нехтують.

#### 4.6.4 Модель навантаження за втomoю 3 (модель однієї вантажівки)

(1) Ця модель складається з чотирьох осей, кожна з яких має два однакові колеса. Геометрія показана на рисунку 4.8. Вага кожної осі дорівнює 120 кН, а контактна площа кожного колеса представляє собою квадрат зі стороною 0,40 м.

(2) Слід розраховувати максимальні і мінімальні напруження і діапазони напружень для кожного циклу коливань, тобто їх алгебраїчну різницю, яка виникає в результаті переходу моделі вздовж моста.

adjustment would have been excessively conservative by comparison with the other models, especially for large loaded areas. For individual projects,  $q_{rk}$  may be neglected.

(2) The maximum and minimum stresses ( $\sigma_{FLM,max}$  and  $\sigma_{FLM,min}$ ) should be determined from the possible load arrangements of the model on the bridge.

#### 4.6.3 Fatigue Load Model 2 (set of "frequent" lorries)

(1) Fatigue Load Model 2 consists of a set of idealised lorries, called "frequent" lorries, to be used as defined in (3) below.

(2) Each "frequent lorry" is defined by :

- the number of axles and the axle spacing (Table 4.6, columns 1+2),
- the frequent load of each axle (Table 4.6, column 3),
- the wheel contact areas and the transverse distance between wheels (column 4 of Table 4.6 and Table 4.8).

(3) The maximum and minimum stresses should be determined from the most severe effects of different lorries, separately considered, travelling alone along the appropriate lane.

**NOTE** When some of these lorries are obviously the most critical, the others may be disregarded.

#### 4.6.4 Fatigue Load Model 3 (single vehicle model)

(1) This model consists of four axles, each of them having two identical wheels. The geometry is shown in Figure 4.8. The weight of each axle is equal to 120 kN, and the contact surface of each wheel is a square of side 0,40 m.

(2) The maximum and minimum stresses and the stress ranges for each cycle of stress fluctuation, *i.e.* their algebraic difference, resulting from the transit of the model along the bridge should be calculated.

(3) За необхідності слід враховувати два транспортні засоби на одній і тій самій смузі руху.

**ПРИМІТКА** Умови застосування цього правила визначаються відповідно до національного стандарту або для кожного індивідуального проекту окремо. Нижче наведені можливі рекомендовані умови:

- один вище визначений в (1) транспортний засіб;
- геометрію другого транспортного засобу визначено вище в (1), а вага кожної осі дорівнює 36 кН (замість 120 кН);
- відстань між центрами двох транспортних засобів, не менше ніж 40 м.

**4.6.5 Модель навантаження за втомою 4 (набір «стандартних» вантажівок)**

(1) Модель втомного навантаження 4 складається з наборів стандартних вантажних автомобілів, впливи від яких еквівалентні впливам від типового транспортного руху на європейських дорогах. Враховувати необхідно набір вантажних автомобілів, що відповідає складу дорожнього руху, передбаченому для магістралі і наведеному в таблицях 4.7 і 4.8.

(3) Where relevant, two vehicles in the same lane should be taken into account.

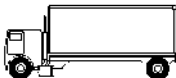




**NOTE** The conditions of application of this rule may be defined in the National Annex or for the individual project. Possible recommended conditions are given hereafter :

- one vehicle is as defined in (1) above ;
- the geometry of the second vehicle is as defined in (1) above and the weight of each axle is equal to 36 kN (instead of 120 kN) ;
- the distance between the two vehicles, measured from centre to centre of vehicles, is not less than 40 m.

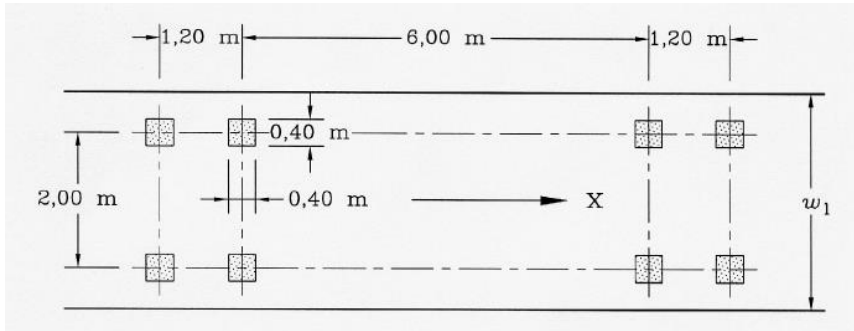
**4.6.5 Fatigue Load Model 4 (set of "standard" lorries)**

(1) Fatigue Load Model 4 consists of sets of standard lorries which together produce effects equivalent to those of typical traffic on European roads. A set of lorries appropriate to the traffic mixes predicted for the route as defined in Tables 4.7 and 4.8 should be taken into account.

**Table 4.6 - Set of "frequent" lorries**

1 LORRY SILHOUETTE	2 Axle spacing (m)	3 Frequent axle loads (kN)	4 Wheel type (see Table 4.8)
	4,5	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120 120	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C





**Key**

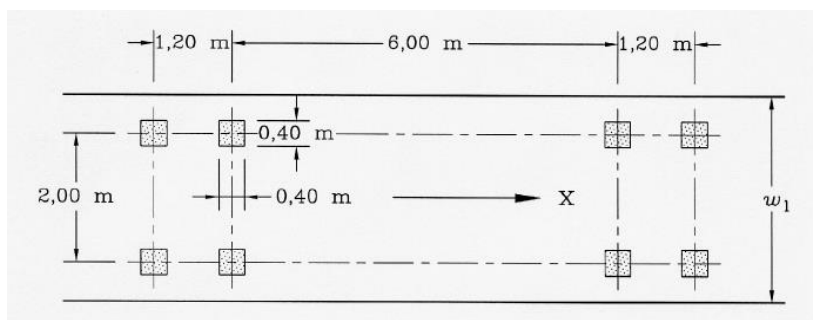
w<sub>1</sub>: Lane width

X: Bridge longitudinal axis

**Figure 4.8 - Fatigue Load Model 3**

**Таблиця 4.6 – Вантажівки, що «часто зустрічаються»**

1 СИЛУЕТ ВАНТАЖІВКИ	2 Відстань між вісями, м	3 Типова вага на вісь, кН	4 Типові розміри в плані (див. Табл. 4.8)
	4,5	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120 120	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C



**Позначення**

$w_1$  - ширина смуги  
 X - повздовжня вісь моста

**Рисунок 4.8 – Модель 3 – для розрахунків на втому**

(2) Кожен стандартний вантажний автомобіль визначається за:  
 - кількістю осей і відстані між ними (таблиця 4.7, колонки 1+2);  
 - еквівалентному навантаженню кожної осі (таблиця 4.7, колонка 3);  
 - контактній площі коліс і поперечній відстані між колесами відповідно до колонки 7 таблиці 4.7 і таблиці 4.8.

(3) Розрахунок необхідно виконувати таким чином:  
 - відсоток кожної стандартної вантажівки в потоці руху має обиратися з таблиці 4.7, колонка 4, 5 або 6 відповідно;  
 - слід визначити загальну кількість вантажних автомобілів на рік, які підлягають обліку по всій проїзній частині  $\Sigma N_{obs}$

**ПРИМІТКА** Рекомендовані величини наведено у таблиці 4.5.

- Передбачається, що кожна стандартна вантажівка проходить міст за відсутності іншого транспортного засобу.

(4) Спектр діапазону напружень і відповідна кількість циклів при кожному коливанні у напруженні під час проходження окремих вантажівок по мосту слід обчислювати методом підрахунку «дощового потоку» (Rainflow) або «резервуару» (Reservoir),

**ПРИМІТКА** Правила перевірки наведено у стандартах EN 1992 - EN 1999.

**4.6.6 Модель навантаження за втомою 5 (на базі даних реального дорожнього руху)**

(1) Модель 5 втомного навантаження

(2) Each standard lorry is defined by :  
 – the number of axles and the axle spacing (Table 4.7, columns 1+2),  
 – the equivalent load of each axle (Table 4.7, column 3)  
 – the wheel contact areas and the transverse distances between wheels, in accordance with column 7 of Table 4.7. and Table 4.8.

(3) The calculations should be based on the following procedure :  
 – the percentage of each standard lorry in the traffic flow should be selected from Table 4.7. columns 4, 5 or 6 as relevant ;  
 – the total number of vehicles per year to be considered for the whole carriageway  $\Sigma N_{obs}$  should be defined ;

**NOTE** Recommended values are given in Table 4.5.  
 – each standard lorry is considered to cross the bridge in the absence of any other vehicle.

(4) The stress range spectrum and the corresponding number of cycles from each fluctuation in stress during the passage of individual lorries on the bridge should be the Rainflow or the Reservoir counting method.

**NOTE** For verification rules, see EN 1992 to EN 1999

**4.6.6 Fatigue Load Model 5 (based on recorded road traffic data)**

(1) Fatigue Load Model 5 consists of the direct application of recorded traffic data,

полягає у безпосередньому застосуванні зареєстрованих даних руху, які, за необхідності, доповнено, відповідними статистичними і проектними екстраполяціями.

**ПРИМІТКА** Застосування цієї моделі наведено у національному додатку. Вказівки щодо всієї специфікації і вжитку такої моделі наведено в додатку В.

supplemented, if relevant, by appropriate statistical and projected extrapolations.

**NOTE** For the use of this model, see the National Annex. Guidance for a complete specification and the application of such a model is given in annex B.

Table 4.7 - Set of equivalent lorries

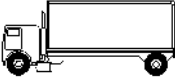




VEHICLE TYPE			TRAFFIC TYPE			
1	2	3	4	5	6	7
LORRY	Axle spacing (m)	Equivalent axle loads (kN)	Long distance Lorry percentage	Medium Lorry percentage	Local Lorry percentage	Wheel type
	4,5	70 130	20,0	40,0	80,0	A B
	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	50,0	30,0	5,0	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	15,0	15,0	5,0	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	70 130 90 80 80	10,0	5,0	5,0	A B C C C

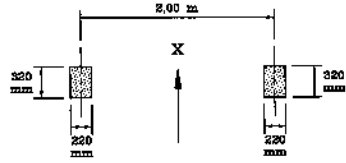
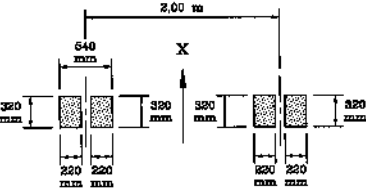
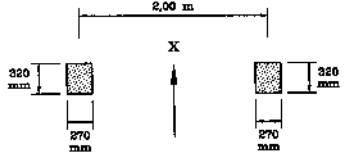
Table 4.8 - Definition of wheels and axles

WHEEL/ AXLE TYPE	GEOMETRICAL DEFINITION
A	
B	
C	

Таблиця 4.7 Еквівалентні вантажівки

ТИП ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ			ТИП ТРАНСПОРТНОГО РУХУ			
1	2	3	4	5	6	7
			Великої протяжності	Середньої протяжності	Місцевий рух	
ВАНТАЖІВКА	Відстань між осями, м	Еквівалентний тиск на вісь, кН	Відсоток вантажівок	Відсоток вантажівок	Відсоток вантажівок	Колісна формула
	4,5	70 130	20,0	40,0	80,0	A B
	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	50,0	30,0	5,0	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	15,0	15,0	5,0	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	70 130 90 80 80	10,0	5,0	5,0	A B C C C

Table 4.8 – Характеристика транспортних засобів

КОЛЕСО/ КОЛІСНА ФОРМУЛА	GEOMETRICAL DEFINITION
А	
В	
С	

#### 4.7 Впливи у випадкових проектних ситуаціях

##### 4.7.1 Загальні положення

(1)Р Навантаження, що викликані автодорожніми транспортними засобами у випадкових проектних ситуаціях, слід враховувати, у таких випадках:

- внаслідок удару транспортного засобу об опори моста, нижню поверхню моста або їздового полотна;
- за присутності важких коліс або транспортного засобу на тротуарі (вплив від важких коліс або транспортного засобу на тротуари необхідно розглядати для всіх автодорожніх мостів, де тротуари не захищені ефективною жорсткою дорожньою обмежувальною системою);
- внаслідок наїзду транспортних засобів на бордюрне каміння (у всіх випадках), автомобільні парапети та елементи конструкції (впливи від наїзду транспортних засобів на парапети і відбійні бруси слід розглядати для всіх автодорожніх мостів, де передбачено дорожні обмежувальні системи на їздовому полотні моста).

##### 4.7.2 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з нижньою конструкцією моста

ПРИМІТКА Див. 5.6.2 і 6.7.2, а також стандарт EN 1990, A2.

#### 4.7 Actions for accidental design situations

##### 4.7.1 General

(1)P Loads due to road vehicles in accidental design situations shall be taken into account where relevant, resulting from :

- vehicle collision with bridge piers, soffit of bridge or decks,
- the presence of heavy wheels or vehicle on footways (effects of heavy wheels or vehicle on footways shall be considered for all road bridges where footways are not protected by an effective rigid road restraint system),
- vehicle collision with kerbs, vehicle parapets and structural components (effects of vehicle collision with vehicle parapets and safety barriers shall be considered for all road bridges where such road restraint systems are provided on the bridge deck ; effects of vehicle collision with kerbs shall be considered in all cases).

##### 4.7.2 Collision forces from vehicles under the bridge

NOTE See 5.6.2 and 6.7.2, and EN 1990, A2.

#### **4.7.2.1 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з опорами та іншими опорними елементами**

1) Необхідно враховувати силові впливи при зіткненнях з опорами або опорними елементами моста через понаднормативну висоту дорожніх транспортних засобів або відхилення їх від прямого шляху

**ПРИМІТКА** Національний стандарт може визначати:

- правила захисту моста від силових впливів у результаті наїздів транспортних засобів;
- коли враховуються силові впливи від транспортних засобів, (наприклад, з вказівкою безпечної відстані між опорами і брівкою проїзної частини);
- величину і місце додатку силових впливів;
- граничні стани, які необхідно розглядати

Для жорстких опор рекомендуються наступні мінімальні величини:

- a) ударна сила: 1000 кН у напрямі руху транспортного засобу або 500 кН перпендикулярно цьому напрямку;
- b) висота над рівнем поверхні ґрунту, що примикає: 1,25 м. Див. EN 1991-1-7.

#### **4.7.2.2 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з елементами їздового полотна**

(1) За необхідності слід вказати силові впливи при зіткненнях.

**ПРИМІТКА 1** У національному додатку можуть бути вказані силові впливи на їздове полотно в наслідок зіткнення, можливо по відношенню до вертикального габариту і інших форм захисту. (Стандарт EN 1991-1-7).

**ПРИМІТКА 2** В результаті зіткнень навантаження на їздове полотно та на інші елементи конструкції над дорогою можуть сильно відрізнятися в залежності від конструктивних і неконструктивних параметрів та умов їх вжитку. Можливість наїзду транспортних засобів ненормативної або недозволеної висоти можна передбачити, наприклад кран, що гойдається при русі транспортного засобу. Як альтернативу проектуванню з урахуванням силових впливів при зіткненнях необхідно вжити попереджувальні або захисні заходи.

#### **4.7.3 Впливи на міст від транспортних засобів**

##### **4.7.3.1 Автотранспорт, що знаходиться на тротуарі або велосипедній доріжці автодорожнього моста**

(1) За наявності відбійного бруса відповідного рівня захисту, навантаження

#### **4.7.2.1 Collision forces on piers and other supporting members**

(1) Forces due to the collision of abnormal height or aberrant road vehicles with piers or with the supporting members of a bridge should be taken into account.

**NOTE** The National Annex may define :

- rules to protect the bridge from vehicular collision forces,
- when vehicular collision forces are to be taken into account (*e.g.* with reference to a safety distance between piers and the edge of the carriageway),
- the magnitude and location of vehicular collision forces,
- and also the limit states to be considered.

For stiff piers the following minimum values are recommended :

- a) Impact force : 1000 kN in the direction of vehicle travel or 500 kN perpendicular to that direction ;
- b) Height above the level of adjacent ground surface : 1,25 m.

See also EN 1991-1-7.

#### **4.7.2.2 Collision forces on decks**

(1) If relevant the vehicle collision force should be specified.

**NOTE 1** The National Annex may define the collision force on decks, possibly in relation to vertical clearance and other forms of protection. See EN 1991-1-7.

**NOTE 2** Collision loads on bridge decks and other structural components over roads may vary widely depending on structural and non-structural parameters, and their conditions of applicability. The possibility of collision by vehicles having an abnormal or illegal height may have to be envisaged, as well as a crane swinging up while a vehicle is moving. Preventive or protective measures may be introduced as an alternative to designing for collision forces.

#### **4.7.3 Actions from vehicles on the bridge**

##### **4.7.3.1 Vehicle on footways and cycle tracks on road bridges**

(1) If a safety barrier of an appropriate containment level is provided, wheel or vehicle loading beyond this protection need not be

коліс або транспортного засобу за межами цього захисту не враховується.

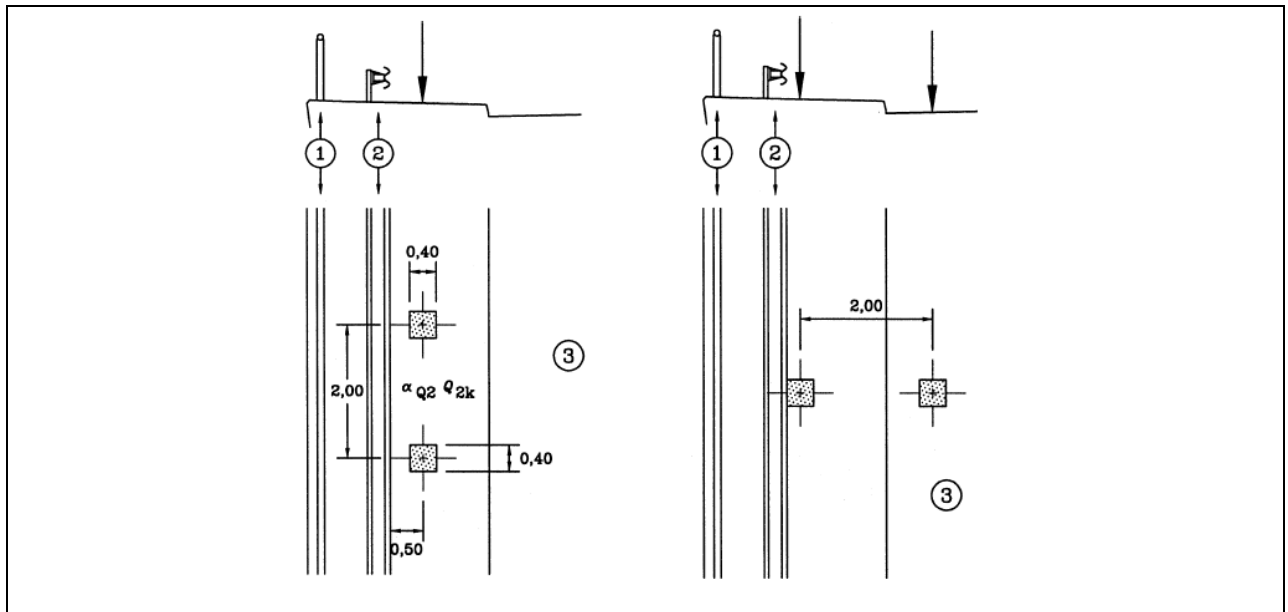
**ПРИМІТКА** Рівні захисту для відбійних брусів визначено в стандарті EN 1317-2.

(2) Якщо забезпечено захист, згаданий у (1), одне випадкове навантаження на вісь,  $\alpha_{Q2}Q_{2k}$  (см.4.3.2), має бути розміщено і зорієнтовано на незахищених частинах їздового полотна таким чином, щоб створити найсприятливіший ефект поряд з відбійним брусом (на рисунок 4.9).

taken into account.

**NOTE** Containment levels for safety barriers are defined in EN 1317-2.

(2) Where the protection mentioned in (1) is provided, one accidental axle load corresponding to  $\alpha_{Q2}Q_{2k}$  (see 4.3.2) should be so placed and oriented on the unprotected parts of the deck so as to give the most adverse effect adjacent to the safety barrier as shown, for example, in Figure 4.9.



**Позначення**

- (1) Бордюр тротуару (або бордюр проїзду, якщо барер безпеки не передбачено)
- (2) Барер безпеки
- (3) Проздна частина

**Рисунок 4.9 – Приклад розміщення навантаження від транспортних засобів на пішохідних і велосипедних доріжках автодорожніх мостів**

**Key**

- (1) Pedestrian parapet (or vehicle parapet if a safety barrier is not provided)
- (2) Safety barrier
- (3) Carriageway

**Figure 4.9 - Examples showing locations of loads from vehicles on footways and cycle tracks of road bridges**

Це навантаження осі не враховується одночасно з будь-яким іншим тимчасовим навантаженням на їздовому полотні. Якщо геометричні обмеження не дозволяють враховувати двоколісний пристрій, слід враховувати лише одне колесо. За межами обмежувальної системи для транспортних засобів окремо від випадкового навантаження має застосовуватися, розрахункове тимчасове зосереджене навантаження, вказане в 5.3.2.2.,

(3) За відсутності захисту, згаданого в (1), правила, що наведені у (2), застосовуються аж до брівки їздового полотна, де встановлено автомобільний

This axle load should not be taken into account simultaneously with any other variable load on the deck. A single wheel alone should be taken into account if geometrical constraints make a two-wheel arrangement impossible.

Beyond the vehicle restraint system, the characteristic variable concentrated load defined in 5.3.2.2 should be applied, if relevant, separately from the accidental load.

(3) In the absence of the protection mentioned in (1), the rules given in (2) are applicable up to the edge of the deck where a vehicle parapet is provided.

парапет.

#### **4.7.3.2 Сили, що діють при наїзді автотранспорту на бордюр**

(1) Впливи при наїзді транспортного засобу на бордюрний камінь або на борт дорожнього покриття мають бути враховані як поперечна сила, що дорівнює 100 кН, і діє на висоті 0,05 м нижче від верху бордюрного каменя. Цю силу слід розглядати як таку, що діє на відрізку завдовжки 0,5 м і передається через бордюрний камінь на елементи конструкції, які його підтримують. У жорстких елементах конструкції навантаження необхідно враховувати з кутом розосередження у  $45^\circ$ . За несприятливих умов враховується вертикальне навантаження від руху транспортних засобів, що діє одночасно з силовим впливом при зіткненні, яке дорівнює  $0,75 \alpha_{Q1} Q_{1k}$  (рисунок 4.10).

#### **4.7.3.3 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту зі стримувальними системами**

(1) При проектуванні конструкцій мають бути враховані горизонтальні і вертикальні сили, які передаються на їздове полотно обмежувальними системами.

**ПРИМІТКА 1** Національний стандарт може визначати і вибирати класи силових впливів і пов'язані з ними умови вжитку. Нижче наведено 4 рекомендовані класи величин для горизонтальної сили, що передається:

#### **4.7.3.2 Collision forces on kerbs**

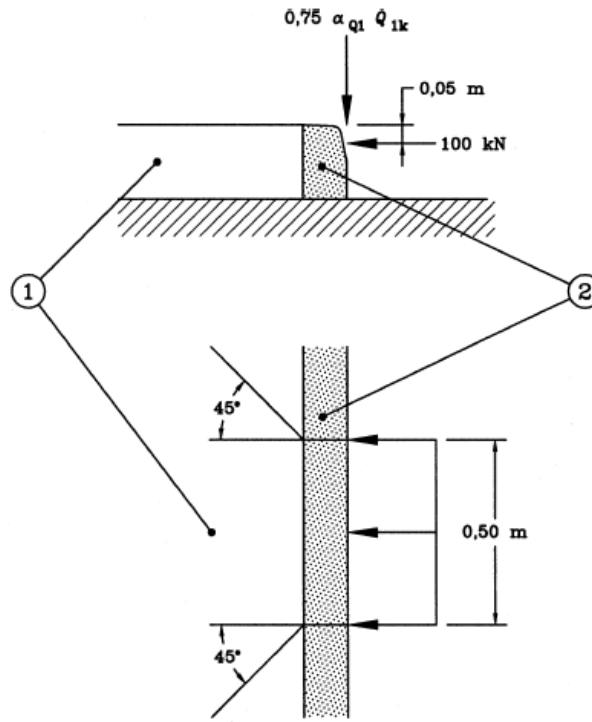
(1) The action from vehicle collision with kerbs or pavement upstands should be taken as a lateral force equal to 100 kN acting at a depth of 0,05 m below the top of the kerb. This force should be considered as acting on a line 0,5 m long and is transmitted by the kerbs to the structural members supporting them. In rigid structural members, the load should be assumed to have an angle of dispersal of  $45^\circ$ . When unfavourable, a vertical traffic load acting simultaneously with the collision force equal to  $0,75 \alpha_{Q1} Q_{1k}$  (see Figure 4.10) should be taken into account.

#### **4.7.3.3 Collision forces on vehicle restraint systems**

(1) For structural design, horizontal and vertical forces transferred to the bridge deck by vehicle restraint systems should be taken into account.

**NOTE 1** The National Annex may define and select classes of collision forces and associated conditions of application. In the following, 4 recommended classes of values for the transferred horizontal force are given :





**Позначення**

- (1) Пішохідна доріжка
- (2) Бордюр

**Рисунок 4.10 – Сила наїзду екіпажа на бордюри**

**Key**

- (1) Footway
- (2) Kerb

**Figure 4.10 - Definition of vehicle collision forces on kerbs**

**Table 4.9 (n) – Recommended classes for the horizontal force transferred by vehicle restraint systems**

Recommended class	Horizontal force (kN)
A	100
B	200
C	400
D	600

**Таблиця 4.9 (n) – Рекомендовані класи для горизонтальної сили, що передається екіпажем на стримувальну систему**

Рекомендований клас	Горизонтальна сила, кН
A	100
B	200
C	400
D	600

Горизонтальна сила, яка діє у поперечному напрямі, може бути прикладена на 100 мм нижче від верху вибраної обмежувальної системи для транспортних засобів або на 1,0 м вище рівня проїзної частини або тротуару, в залежності від того який рівень нижчий, і на відрізку завдовжки 0,5 м.

**ПРИМІТКА 2** Величини горизонтальних сил, вказаних для класів від А до D, які отримано шляхом вимірювань під час випробувань на стійкість до наїздів, що проводяться на реальних обмежувальних системах, вживаних для мостів. Не існує прямого співвідношення між цими величинами і класами виконання обмежувальних систем для транспортних засобів. Пропоновані величини залежать від жорсткості зв'язку між обмежувальною системою і бордюром або частиною моста, з якою вона сполучена. Дуже міцне з'єднання призводить до виникнення горизонтальної сили, вказаної для класу D. Найслабкішу горизонтальну силу отримують шляхом вимірювань для обмежувальної системи із слабким з'єднанням. Такі системи частіше використовуються для сталевих обмежувальних систем відповідно до класу виконання H2 згідно зі стандартом EN 1317-2. Дуже слабе з'єднання може призвести до виникнення горизонтальної сили, вказаної для класу А.

**ПРИМІТКА 3** Вертикальна сила, що діє одночасно з горизонтальним силовим впливом при зіткненні, може бути визначена у відповідності до національного стандарту. Рекомендовані величини приймаються такими, що дорівнюють  $0,75 \alpha_{Q1} Q_{1k}$ . Обчислення, які враховують горизонтальні і вертикальні сили, можуть бути замінені, проектними заходами, якщо це можливо (наприклад, проектуванням підсилення).

The horizontal force, acting transversely, may be applied 100 mm below the top of the selected vehicle restraint system or 1,0 m above the level of the carriageway or footway, whichever is the lower, and on a line 0,5 m long.

**NOTE 2** The values of the horizontal forces given for the classes A to D derive from measurements during collision tests on real vehicle restraint systems used for bridges. There is no direct correlation between these values and performance classes of vehicle restraint systems. The proposed values depend rather on the stiffness of the connection between the vehicle restraint system and the kerb or the part of the bridge to which it is connected. A very strong connection leads to the horizontal force given for class D. The lowest horizontal force derives from measurements for a vehicle restraint system with a weak connection. Such systems are frequently used for a steel vehicle restraint systems according to a performance class H2 according to EN 1317-2. A very weak connection may lead to the horizontal force given for class A.

**NOTE 3** The vertical force acting simultaneously with the horizontal collision force may be defined in the National Annex. The recommended values may be taken equal to  $0,75 \alpha_{Q1} Q_{1k}$ . The calculations taking account of horizontal and vertical forces may be replaced, when possible, by detailing measures (for example, design of reinforcement).

(2) Конструкцію, на яку обирається автомобільний парапет, слід розраховувати так, щоб вона могла витримати вплив випадкового навантаження, яке відповідає, щонайменше 1,25 розрахункового місцевого опору автомобільного парапету (наприклад, опір з'єднання парапету з конструкцією), але при цьому немає необхідності комбінувати її з будь-яким іншим тимчасовим навантаженням.

Таблиця 4.9(n)

**ПРИМІТКА** Ці проектні впливи навантаження може бути визначено відповідно до національного стандарту. Величина (1,25), приведена в цьому пункті, є рекомендованою мінімальною величиною.

#### **4.7.3.4 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з елементами конструкції моста**

(1) При зіткненнях транспортних засобів необхідно враховувати силові впливи на незахищені елементи конструкції, що знаходяться вище або на рівні проїзної частини,

**ПРИМІТКА** Ці впливи можуть бути визначені згідно з національним додатком. Рекомендується, щоб вони визначались відповідно до 4.7.2.1(1), і були такими, що діють на 1,25 м вище рівня проїзної частини. Проте, для індивідуального проекту за умови забезпечення додаткових захисних заходів між проїзною частиною і цими елементами, силу може бути зменшено.

(2) Ці сили не слід розглядати як такі, що діють одночасно з будь-яким тимчасовим навантаженням.

**ПРИМІТКА** В індивідуальних проектах для деяких проміжних елементів, де пошкодження одного з них не приводить до руйнування (наприклад, підвіси або стійки), можуть бути визначені менші сили.

#### **4.8 Впливи на поручні**

(1) При проектуванні конструкції, сили, які передаються на їздове полотно через поручні, необхідно враховувати як тимчасові навантаження і визначати залежно від обраного класу навантаження на поручні.

**ПРИМІТКА 1** Класи навантажень на поручні визначаються згідно з EN 1317-6. Клас 3 для мостів є рекомендованим мінімальним класом

(2) The structure supporting the vehicle parapet should be designed to sustain locally an accidental load effect corresponding to at least 1,25 times the characteristic local resistance of vehicle parapet (e.g. resistance of the connection of the parapet to the structure) and need not be combined with any other variable load.

**NOTE** This design load effect may be defined in the National Annex. The value given in this clause (1,25) is a recommended minimum value.

#### **4.7.3.4 Collision forces on structural members**

(1) The vehicle collision forces on unprotected structural members above or beside the carriageway levels should be taken into account.

**NOTE** These forces may be defined in the National Annex. It is recommended that they may be the same as defined in 4.7.2.1(1), acting 1,25 m above the carriageway level. However, when additional protective measures between the carriageway and these members are provided, this force may be reduced for the individual project.

(2) These forces should not be considered to act simultaneously with any variable load.

**NOTE** For some intermediate members where damage to one of which would not cause collapse (e.g. hangers or stays), smaller forces may be defined for the individual project.

#### **4.8 Actions on pedestrian parapets**

(1) For structural design, forces that are transferred to the bridge deck by pedestrian parapets should be taken into account as variable loads and defined, depending on the selected loading class of the parapet.

**NOTE 1** For loading classes of pedestrian parapets, see EN 1317-6. For bridges, class C is the recommended minimum class.

**ПРИМІТКА 2** Сили, які передаються на їздове полотно через поручні для пішоходів, можуть бути визначені для індивідуального проекту за їх класифікацією або у національному додатку відповідно до стандарту EN 1317-6. Лінійна сила 1,0 кН/м, що діє як тимчасове навантаження, горизонтально або вертикально, на верх поручнів, є рекомендованою мінімальною величиною для тротуарів і пішохідних мостів. Для службових бічних проходів рекомендована мінімальна величина становить 0,8 кН/м.

(2) У випадку, якщо поручні надійно захищені від наїздів транспортних засобів, при проектуванні опорних конструкцій, горизонтальні впливи мають розглядатися, як такі, що діють одночасно з рівномірно розподіленим вертикальним навантаженням наведеним у 5.3.2.1.

**ПРИМІТКА** Поручні можна вважати надійно захищеними, якщо захисні засоби задовольняють вимогам для індивідуального проекту.

(3) Там, де поручні не можна вважати надійно захищеними від зіткнень транспортних засобів, опорна конструкція має проектуватися так, щоб витримати дію випадкового навантаження, відповідного до 1,25 розрахункового опору поручнів, за винятком будь-якого тимчасового навантаження.

**ПРИМІТКА** Ці проєктні впливи навантаження визначаються у національному додатку. Величина (1,25), приведена в цьому пункті, є рекомендованою величиною.

#### **4.9 Моделі навантажень для стоянів і стінок, що примикають до моста**

##### **4.9.1 Вертикальні навантаження**

(1) Проїзну частину дороги, яка розташована за стоянами, укїсними стінками, бічними стінками та іншими частинами моста, що контактують з ґрунтом, слід навантажувати відповідними моделями.

**NOTE 2** The forces transferred to the bridge deck by pedestrian parapets may be defined with their classification for the individual project or in the National Annex in accordance with EN 1317-6. A line force of 1,0 kN/m acting, as a variable load, horizontally or vertically on the top of the parapet is a recommended minimum value for footways or footbridges. For service side paths, the recommended minimum value is 0,8 kN/m. Exceptional and accidental cases are not covered by these recommended minimum values.

(2) For the design of the supporting structure, if pedestrian parapets are adequately protected against vehicle collision, the horizontal actions should be considered as simultaneous with the uniformly distributed vertical loads defined in 5.3.2.1.

**NOTE** Pedestrian parapets can be considered as adequately protected only if the protection satisfies the requirements for the individual project.

(3) Where pedestrian parapets cannot be considered as adequately protected against vehicle collisions, the supporting structure should be designed to sustain an accidental load effect corresponding to 1,25 times the characteristic resistance of the parapet, exclusive of any variable load.

**NOTE** This design load effect may be defined in the National Annex. The value given in this clause (1,25) is recommended.

#### **4.9 Load models for abutments and walls adjacent to bridges**

##### **4.9.1 Vertical loads**

(1) The carriageway located behind abutments, wing walls, side walls and other parts of the bridge in contact with earth, should be loaded with appropriate models.

**ПРИМІТКА 1** Ці відповідні моделі навантажень наводяться у національному додатку. Рекомендується застосовувати моделі навантаження 1, наведені в 4.3.2, але з метою спрощення, навантаження тандемної системи можна замінити еквівалентним рівномірно розподіленим навантаженням, позначеної  $q_{eq}$ , яка розповсюджується на відповідній прямокутній поверхні, залежно від розосередження навантажень забутовкою або ґрунтом.

**ПРИМІТКА 2** Розосередження навантажень забутовкою або ґрунтом наведено у EN 1997. Якщо немає інших правил і якщо забутовка належно ущільнена, рекомендована величина кута розосередження, що відміряється від вертикалі, дорівнює  $30^\circ$ . За такої величини кута поверхня, до якої додається навантаження  $q_{eq}$ , сприймається як прямокутна поверхня завширшки 3 м і завдовжки 2,20 м.

(2) Величини моделі навантаження, що не є розрахунковими величинами, не розглядаються.

#### 4.9.2 Горизонтальна сила

(1) Горизонтальну силу слід враховувати на рівні поверхні проїзної частини поверх забутування.

(2) При проектуванні шафової стінки стояна (рисунок 4.11) враховується поздовжнє гальмівне зусилля з розрахунковою величиною, яка дорівнює  $0,6\alpha_{Q1}Q_{1k}$ , діє одночасно з навантаженням моделі навантаження Номер 1 на вісь  $\alpha_{Q1}Q_{1k}$  і при тиску ґрунту насипу. Припускається, що тиск насипу не враховується одночасно

**NOTE 1** These appropriate load models may be defined in the National Annex. The use of Load Model 1, defined in 4.3.2, is recommended, but, for simplicity, the tandem system loads may be replaced by an equivalent uniformly distributed load, noted  $q_{eq}$ , spread over an appropriate relevant rectangular surface depending on the dispersal of the loads through the backfill or earth.

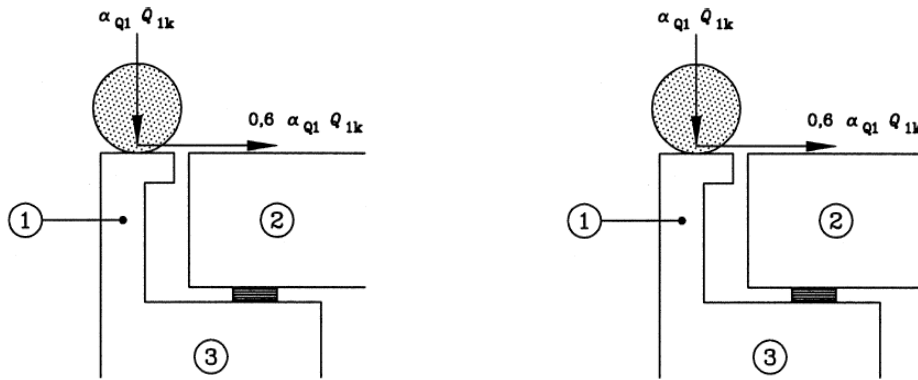
**NOTE 2** For the dispersal of the loads through the backfill or earth, see EN 1997. In the absence of any other rule, if the backfill is properly consolidated, the recommended value of the dispersal angle from to the vertical is equal to  $30^\circ$ . With such a value, the surface on which  $q_{eq}$  is applied may be taken as a rectangular surface 3 m wide and 2,20 m long .

(2) Representative values of the load model other than the characteristic values should not be considered.

#### 4.9.2 Horizontal force

(1) No horizontal force should be taken into account at the surfacing level of the carriageway over the backfill.

(2) For the design of abutment upstand walls (see Figure 4.11), a longitudinal braking force should be taken into account with a characteristic value equal to  $0,6\alpha_{Q1}Q_{1k}$ , acting simultaneously with the  $\alpha_{Q1}Q_{1k}$  axle loading of Load Model Number 1 and with the earth pressure from the backfill. The backfill should be assumed not to be loaded simultaneously.



**Позначення**

- (1) Задня стінка
- (2) Плита проїзної частини
- (3) Стоян

**Рисунок 4.11 – Визначення навантажень на задню стінку**

**Key**

- (1) Upsand wall
- (2) Bridge deck
- (3) Abutement

**Figure 4.11 – Definition of loads on upstand walls**

**Розділ 5 Впливи на тротуари, велосипедні доріжки і пішохідні мости**

**5.1 Сфера застосування**

(1) Моделі навантажень, визначувані у цьому розділі, застосовуються до тротуарів, велосипедних доріжок і пішохідних мостів.

(2) Рівномірно розподілене навантаження  $q_{fk}$  (5.3.2.1) і зосереджене навантаження  $Q_{fwk}$  (5.3.2.2), застосовуються для автодорожніх, залізничних, а також пішохідних мостів (4.5, 4.7.3 і 6.3.6.2(1)... Всі інші тимчасові впливи та впливи при випадкових проектних ситуаціях, що визначені в цьому розділі, призначені тільки для пішохідних мостів.

**ПРИМІТКА 1** Навантаження на вхідні сходи наведено у 6.3 стандарту EN 1991-1-1.

**ПРИМІТКА 2** Для великих пішохідних мостів (наприклад, завширшки більше ніж 6 м) моделі навантажень, визначувані в цьому розділі, можуть бути невідповідними. У такому випадку для індивідуальних проектів потрібно використовувати додаткові моделі навантажень за правилами комбінування, що відносяться до них.

(3) Моделі і величини, наведені у цьому розділі, слід використовувати для розрахунків експлуатаційної придатності і граничних станів, за винятком граничного стану утомленості.

(4) Моделі навантажень можуть бути використані для розрахунків, які відносяться до вібрацій пішохідних мостів і засновані на динамічному аналізі, див. 5.7. Для всіх інших розрахунків впливів

**Section 5 Actions on footways, cycle tracks and footbridges**

**5.1 Field of application**

(1) Load models defined in this section are applicable to footways, cycle tracks and footbridges.

(2) The uniformly distributed load  $q_{fk}$  (defined in 5.3.2.1) and the concentrated load  $Q_{fwk}$  (defined in 5.3.2.2) should be used for road and railway bridges as well as for footbridges, where relevant (see 4.5, 4.7.3 and 6.3.6.2(1)). All other variable actions and actions for accidental design situations defined in this section are intended only for footbridges.

**NOTE 1** For loads on access steps, see 6.3 in EN 1991-1-1.

**NOTE 2** For large footbridges (for example more than 6 m width) load models defined in this section may not be appropriate and then complementary load models, with associated combination rules, may have to be defined for the individual project. Indeed, various human activities may take place on wide footbridges.

(3) Models and representative values given in this section should be used for serviceability and ultimate limit state calculations excluding fatigue limit states.

(4) For calculations relating to the vibration of pedestrian bridges and based on dynamic analysis, see 5.7. For all other calculations of load effects to be performed for any bridge type, the models and values given in this

навантажень, які необхідно враховувати для мостів будь-якого типу, моделі і величини, приведені в цьому розділі, включають ефект динамічного підсилення, тимчасові навантаження і мають розглядатися як статичні.

(5) На впливи від навантажень на будівельних ділянках не розповсюджуються моделі, приведені в цьому розділі, і там, де це необхідно, впливи від навантажень, статичні і динамічні сили слід враховувати окремо.

## 5.2 Представлення впливів

### 5.2.1 Моделі навантажень

(1) Навантаження, визначувані в цьому розділі, виникають в результаті руху пішоходів і велосипедистів, діяльності невеликих суспільних будівництв і технічного обслуговування (наприклад, обслуговуючі транспортні засоби), і випадкових ситуацій. Ці навантаження викликають вертикальні і горизонтальні, статичні і динамічні сили.

**ПРИМІТКА 1** Навантаження через рух велосипедів, як правило, набагато нижче, ніж навантаження від руху пішоходів, і величини, приведені в цьому розділі, засновані на частій або випадковій присутності пішоходів на велосипедних смугах. Для індивідуальних проектів, за необхідності, слід спеціально розглянути навантаження, що викликані худобою.

**ПРИМІТКА 2** Моделі навантажень, визначувані в цьому розділі, не описують реальні навантаження. Вони вибрані так, щоб їх вплив (враховуючи динамічний) представляли б навантаження фактичного руху.

(2) Впливи при випадкових проектних ситуаціях через зіткнення подаються як статичні еквівалентні навантаження.

### 5.2.2 Класи навантажень

(1) Навантаження на пішохідні мости можуть відрізнятися в залежності від їх місцезнаходження і можливого дорожнього руху деяких транспортних засобів. Ці чинники взаємно незалежні і розглядаються нижче

### 5.2.3 Застосування моделей навантажень

(1) Моделі, за винятком тих, що містять службові транспортні засоби (5.3.2.3), мають застосовуватися для пішохідного і велосипедного руху на пішохідних

section include the dynamic amplification effects, and the variable actions should be treated as static.

(5) The effects of loads on construction sites are not intended to be covered by the load models given in this section and should be separately specified, where relevant

## 5.2 Representation of actions

### 5.2.1 Models of the loads

(1) The imposed loads defined in this section result from pedestrian and cycle traffic, minor common construction and maintenance loads (*e.g.* service vehicles), and accidental situations. These loads give rise to vertical and horizontal, static and dynamic forces.

**NOTE 1** Loads due to cycle traffic are generally much lower than those due to pedestrian traffic, and the values given in this section are based on the frequent or occasional presence of pedestrians on cycle lanes. Special consideration may need to be given to loads due to horses or cattle for individual projects.

**NOTE 2** The load models defined in this section do not describe actual loads. They have been selected so that their effects (with dynamic amplification included where mentioned) represent the effects of actual traffic.

(2) Actions for accidental design situations due to collision should be represented by static equivalent loads.

### 5.2.2 Loading classes

(1) Loads on footbridges may differ depending on their location and on the possible traffic flow of some vehicles. These factors are mutually independent and are considered in various clauses given below. Therefore no general classification of these bridges needs to be defined.

### 5.2.3 Application of the load models

(1) The same models, service vehicle excepted (see 5.3.2.3), should be used for pedestrian and cycle traffic on footbridges, on the areas of the deck of road bridges limited by pedestrian parapets and not included

мостах, на ділянках проїзної частини, які обмежені поручнями і не входять до її складу, 1.4.2 (тротуари, як визначено в цій частині стандарту EN 1991)а також на тротуарах залізничних мостів.

(2) Мають бути визначені інші відповідні моделі для оглядових проходів у межах мостів і для платформ на залізничних мостах.

**ПРИМІТКА** Такі моделі визначаються згідно з національним стандартом або для кожного індивідуального проекту окремо. Рекомендовані моделі, які використовуються окремо для того, щоб отримати найбільш несприятливі впливи, являють собою рівномірно розподілене навантаження  $2 \text{ kN/m}^2$  і зосереджене навантаження у  $3 \text{ kN}$ , яке прикладається до квадратної поверхні площею  $0,20 \times 0,20 \text{ m}^2$ .

(3) Для кожного індивідуального випадку, моделі вертикальних навантажень необхідно застосовувати всюди у межах відповідних ділянок так, аби отримати найбільш несприятливий ефект.

**ПРИМІТКА** Ці впливи є вільними впливами.

### 5.3 Статичні моделі для вертикальних навантажень – характеристичні значення

#### 5.3.1 Загальні положення

(1) Нормативні навантаження призначені для визначення впливів від статичного навантаження на тротуари або велосипедні доріжки та впливів, що пов'язані з перевіркою граничних станів і спеціальних перевірок на експлуатаційну придатність.

(2) За необхідності слід враховувати три взаємовиключні моделі, які складаються з:

- рівномірно розподіленого навантаження  $q_{fk}$ ;
- зосередженого навантаження  $Q_{fwbk}$ ;
- навантажень, що викликані сервісними транспортними засобами,  $Q_{serv}$ .

in the carriageway as defined in 1.4.2 (footways as defined in this Part of EN 1991) and on the footpaths of railway bridges.

(2) Other appropriate models should be defined for inspection gangways within the bridges and for platforms on railway bridges.

**NOTE** Such models can be defined in the National Annex or for the individual project. The recommended models, to be used separately in order to get the most unfavourable effects, are an uniformly distributed load of  $2 \text{ kN/m}^2$  and a concentrated load of  $3 \text{ kN}$  applicable to a square surface of  $0,20 \times 0,20 \text{ m}^2$ .

(3) For each individual application, the models of vertical loads should be applied anywhere within the relevant areas so that the most adverse effect is obtained.

**NOTE** In other terms, these actions are free actions.

### 5.3 Static models for vertical loads - characteristic values

#### 5.3.1 General

(1) Characteristic loads are intended for the determination of pedestrian or cycle-track static load effects associated with ultimate limit-states verifications and particular serviceability verifications.

(2) Three models, mutually exclusive, should be taken into account, as relevant. They consist of :

- a uniformly distributed load,  $q_{fk}$
- a concentrated load  $Q_{fwbk}$ , and
- loads representing service vehicles,  $Q_{serv}$ .



(3) Величини цих моделей навантажень слід застосовувати як для постійних, так і для перехідних проектних ситуацій.

### 5.3.2 Моделі навантажень

#### 5.3.2.1 Рівномірно розподілене навантаження

(1) Для автодорожніх мостів, на яких розташовані тротуари або велосипедні доріжки, має бути визначено рівномірно розподілене навантаження  $q_{fk}$  (рисунок 5.1).

**ПРИМІТКА** Нормативне навантаження  $q_{fk}$  визначається згідно з Національним стандартом або для кожного індивідуального проекту окремо. Рекомендованою величиною є  $q_{fk}=5 \text{ кН/м}^2$ .

(2) При проектуванні пішохідних мостів рівномірно розподілене навантаження  $q_{fk}$  визначається і застосовується тільки на несприятливих частинах поверхні впливу, в поздовжньому і поперечному напрямках.

**ПРИМІТКА** Модель навантаження 4 (навантаження від натовпу) 4.3.5 і відповідна до величини  $q_{fk} = 5 \text{ кН/м}^2$  наводиться з урахуванням статичних впливів від натовпу, там де такий ризик існує. Якщо у застосуванні моделі навантаження 4 для пішохідних мостів не немає потреби, рекомендованою величиною для  $q_{fk}$  є:

$$q_{fk} = 2,0 + \frac{120}{L + 30} \text{ кН/м}^2 \quad (5.1)$$

$$q_{fk} \geq 2,5 \text{ кН/м}^2; q_{fk} \leq 5,0 \text{ кН/м}^2$$

де:  $L$  – довжина завантаження, м.

#### 5.3.2.2 Зосереджене навантаження

(1) Нормативна величина зосередженого навантаження  $Q_{fwb}$  дорівнює 10 кН, і діє на квадратну поверхню із стороною у 0,10 м.

**ПРИМІТКА** Нормативна величина навантаження, а також розміри можуть бути відрегульовані згідно з національним стандартом. Величини, приведені в цьому пункті, є рекомендованими величинами.

(2) Там, де при перевірках необхідно відрізнити загальні впливи від місцевих, зосереджене навантаження має враховуватися тільки для місцевих впливів.

(3) The characteristic values of these load models should be used for both persistent and transient design situations.

### 5.3.2 Load Models

#### 5.3.2.1 Uniformly distributed load

(1) For road bridges supporting footways or cycle tracks, a uniformly distributed load  $q_{fk}$  should be defined (Figure 5.1).

**NOTE** The characteristic value  $q_{fk}$  may be defined in the National Annex or for the individual project. The recommended value is  $q_{fk} = 5 \text{ кН/м}^2$ .

(2) For the design of footbridges, a uniformly distributed load  $q_{fk}$  should be defined and applied only in the unfavourable parts of the influence surface, longitudinally and transversally.

**NOTE** Load Model 4 (crowd loading) defined in 4.3.5, corresponding to  $2 q_{fk} = 5 \text{ кН/м}$ , may be specified to cover the static effects of a continuous dense crowd where such a risk exists. Where the application of Load Model 4 defined in 4.3.5 is not required for footbridges, the recommended value for  $q_{fk}$  is :

$$q_{fk} = 2,0 + \frac{120}{L + 30} \text{ кН/м}^2 \quad (5.1)$$

$$q_{fk} \geq 2,5 \text{ кН/м}^2; q_{fk} \leq 5,0 \text{ кН/м}^2$$

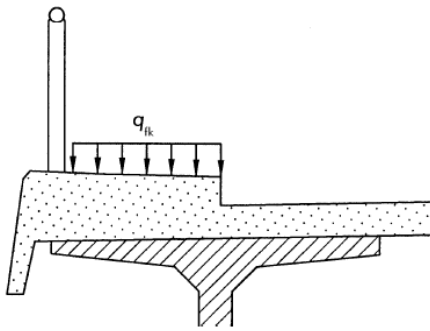
where :  $L$  is the loaded length in [m].

#### 5.3.2.2 Concentrated load

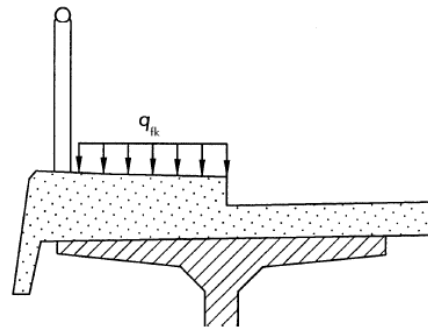
(1) The characteristic value of the concentrated load  $Q_{fwb}$  should be taken equal to 10 кН acting on a square surface of sides 0,10 m.

**NOTE** The characteristic value of the load as well as the dimensions may be adjusted in the National Annex. The values in this clause are recommended.

(2) Where, in a verification, general and local effects can be distinguished, the concentrated load should be taken into account only for local effects.



**Рисунок 5.1 – Характеристичне навантаження на тротуар (або велосипедну доріжку)**



**Figure 5.1 - Characteristic load on a footway (or cycle track)**

(3) Якщо для пішохідного моста вказано сервісний транспортний засіб, як наведено у 5.3.2.3,  $Q_{fwk}$  не розглядається

(3) If, for a footbridge, a service vehicle, as mentioned in 5.3.2.3 is specified,  $Q_{fwk}$  should not be considered.

### 5.3.2.3 Службовий автомобіль

### 5.3.2.3 Service vehicle

(1)P При проїзді службових автомобілів по пішохідному мосту або тротуару, враховується навантаження лише від одного автомобіля  $Q_{serv}$ .

(1)P When service vehicles are to be carried on a footbridge or footway, one service vehicle  $Q_{serv}$  be taken into account.

**ПРИМІТКА 1** Таким автомобілем може бути транспортний засіб для технічного обслуговування, автомобіль аварійної служби (наприклад, карета швидкої допомоги, пожежна машина) або автомобілі інших служб. Характеристика такого транспортного засобу (вага осей і відстань між ними, контактна площа коліс), динамічний вплив та ін., визначаються згідно з національними нормами або для кожного індивідуального проекту. Якщо немає відомостей і постійних перешкод, які б не дозволяли автомобілю заїжджати на міст, рекомендується використовувати в якості службового автомобіля (нормативне навантаження) автомобіль, вказаний у 5.6.3. У цьому випадку відпадає необхідність у застосуванні положень пункту 5.6.3, тобто розглядати той самий автомобіль як випадковий.

**NOTE 1** This vehicle may be a vehicle for maintenance, emergencies (e.g. ambulance, fire) or other services. The characteristics of this vehicle (axle weight and spacing, contact area of wheels), the dynamic amplification and all other appropriate loading rules may be defined for the individual project or in the National Annex. If no information is available and if no permanent obstacle prevents a vehicle being driven onto the bridge deck, the use of the vehicle defined in 5.6.3 as the service vehicle (characteristic load) is recommended ; in this case, there will be no need to apply 5.6.3, i.e. to consider the same vehicle as accidental.

**ПРИМІТКА 2** Якщо передбачено постійні положення, які забороняють в'їзд на пішохідний міст всіх транспортних засобів, службові автомобілі не розглядаються.

**NOTE 2** Service vehicle needs not be considered if permanent provisions are made to prevent access of all vehicles to the footbridge.

**ПРИМІТКА 3** Кілька службових автомобілів, які є взаємовиключними, можуть враховуватися і визначатися для індивідуального проекту.

**NOTE 3** Several service vehicles, mutually exclusive, may have to be taken into account and may be defined for the individual project.

## 5.4 Статична модель для горизонтальних сил – характеристичні значення

## 5.4 Static model for horizontal forces - Characteristic values

(1) Для пішохідних мостів враховується тільки горизонтальна сила  $Q_{fk}$ , що діє вздовж осі мостового полотна на рівні дорожнього покриття.

(1) For footbridges only, a horizontal force  $Q_{fk}$  should be taken into account, acting along the bridge deck axis at the pavement level.

(2) Характеристичну величину горизонтальної сили слід приймати такою,

(2) The characteristic value of the horizontal force should be taken equal to the greater

що дорівнює найбільшій з наступних двох величин:

- 10% від загального навантаження, відповідного до рівномірно розподіленого навантаження (5.3.2.1);
- за потреби, 60% від загальної ваги службового автомобіля, (5.3.2.3-(1) P).

**ПРИМІТКА** Нормативна величина горизонтальної сили визначається згідно з національним стандартом. Величини, наведені в цьому пункті, є рекомендованими.

(3) Горизонтальна сила розглядається як така, що діє одночасно з відповідним вертикальним навантаженням, але в жодному випадку із зосередженим навантаженням  $Q_{fwk}$ .

**ПРИМІТКА** Ця сила достатня, щоб забезпечити горизонтальну позовжню стійкість пішохідного моста. Вона не забезпечує поперечну горизонтальну стійкість, яка має бути забезпечена шляхом розгляду інших дій або відповідними конструктивними заходами.

### 5.5 Групи рухомих навантажень пішохідних мостів

(1) За необхідності, вертикальні навантаження і горизонтальні сили, що викликані рухом, враховуються шляхом розгляду груп навантажень, наведених у таблиці 5.1. Кожна з цих груп навантажень, що є взаємовиключними, розглядається як визначальна для нормативного навантаження для комбінування з навантаженнями, що не відносяться до дорожнього руху.

of the following two values :

– 10 per cent of the total load corresponding to the uniformly distributed load (5.3.2.1),

– 60 per cent of the total weight of the service vehicle, if relevant (5.3.2.3-(1)P).

**NOTE** The characteristic value of the horizontal force may be defined in the National Annex or for the individual project. The values in this clause are recommended.

(3) The horizontal force is considered as acting simultaneously with the corresponding vertical load, and in no case with the concentrated load  $Q_{fwk}$ .

**NOTE** This force is normally sufficient to ensure the horizontal longitudinal stability of footbridges. It does not ensure horizontal transverse stability, which should be ensured by considering other actions or by appropriate design measures.

### 5.5 Groups of traffic loads on footbridges

(1) When relevant, the vertical loads and horizontal forces due to traffic should be taken into account by considering groups of loads defined in Table 5.1. Each of these groups of loads, which are mutually exclusive, should be considered as defining a characteristic action for combination with non-traffic loads.

Таблиця 5.1– Визначення груп навантажень (нормативні величини)

Тип навантаження		Вертикальні сили		Горизонтальні сили
Система навантажень		Рівномірно розподілене навантаження	Службовий автомобіль	
Групи навантажень	гр.1	$q_{fk}$	0	$Q_{fk}$
	гр.2	0	$Q_{serv}$	$Q_{fk}$

Table 5.1 - Definition of groups of loads (characteristic values)

Load type		Vertical forces		Horizontal forces
Load system		Uniformly distributed load	Service vehicle	
Groups of loads	gr.1	$q_{fk}$	0	$Q_{fk}$
	gr.2	0	$Q_{serv}$	$Q_{fk}$

(2) Будь-яка з цих груп має розглядатися як єдиний вплив для будь-якої комбінації навантажень від дорожнього руху з впливами, що наведені в інших частинах стандарту EN 1991.

**ПРИМІТКА** Для окремих компонентів навантажень дорожнього руху по пішохідних мостах у EN 1990, A2 вказані інші величини.

## **5.6 Впливи у випадкових проектних ситуаціях для пішохідних мостів**

### **5.6.1 Загальні положення**

(1) Такі впливи можуть бути викликані:

- рухом під мостом (тобто зіткнення);
- випадковою присутністю важкого транспортного засобу на мосту.

**ПРИМІТКА** Інші силові впливи при зіткненні (2.3) визначаються згідно з національним стандартом або для кожного індивідуального проекту.

### **5.6.2 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з нижньою конструкцією моста**

(1) Слід визначити заходи по захисту пішохідного моста.

**ПРИМІТКА** Пішохідні мости (опори і полотно), як правило, більш чутливі до силових впливів від зіткнень, ніж автодорожні мости. Найбільш ефективний шлях урахування силових впливів від зіткнень полягає, як правило, в захисті пішохідних мостів за допомогою:

- дорожніх обмежувальних систем на відповідній відстані перед опорами;
- вищим підмостовим габаритом, ніж біля сусідніх автодорожніх або залізничних мостів над однією і тією ж дорогою за відсутності проміжних в'їздів на дорогу.

#### **5.6.2.1 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з опорами**

(1) Необхідно враховувати сили, що виникають в результаті наїзду транспортних засобів, понаднормативної висоти або з відхиленнями у габаритах, на опори або опорні елементи моста, рамп, або сходів.

**ПРИМІТКА** Національний стандарт може визначити:

- правила захисту мостів від силових впливів при зіткненні транспортних засобів, коли враховуються силові впливи через транспортні засоби, (наприклад, з посиланням на безпечну відстань між опорами і брівкою проїзної частини);
- величину і розташування силових впливів від зіткнення транспортних засобів;
- граничні стани, які необхідно розглядати.

Для жорстких опор рекомендуються наступні мінімальні величини

(2) For any combination of traffic loads together with actions specified in other Parts of EN 1991, any such group should be considered as one action.

**NOTE** For the individual components of the traffic loads on footbridges, the other representative values are defined in EN 1990, A2.

## **5.6 Actions for accidental design situations for footbridges**

### **5.6.1 General**

(1) Such actions are due to :

- road traffic under the bridge (*i.e.* collision) or
- the accidental presence of a heavy vehicle on the bridge.

**NOTE** Other collision forces (see 2.3) may be defined for the individual project or in the National Annex.

### **5.6.2 Collision forces from road vehicles under the bridge**

(1) The measures to protect a footbridge should be defined.

**NOTE** Footbridges (piers and decks) are generally much more sensitive to collision forces than road bridges. Designing them for the same collision load may be unrealistic. The most effective way to take collision into account generally consists of protecting the footbridges :

- by road restraint systems at appropriate distances before piers,
- by a higher clearance than for neighbouring road or railway bridges over the same road in the absence of intermediate access to the road.

#### **5.6.2.1 Collision forces on piers**

(1) Forces due to the collision of abnormal height or aberrant road vehicles with piers or with the supporting members of a footbridge or ramps or stairs should be taken into account.

**NOTE** The National Annex may define :

- rules to protect the bridge from vehicular collision forces,
- when vehicular collision forces are to be taken into account (*e.g.* with reference to a safety distance between piers and the edge of the carriageway),
- the magnitude and location of vehicular collision forces,
- and also the limit states to be considered.

For stiff piers the following minimum values are recommended :

- a) ударна сила:  
 - у напрямі руху транспортного засобу - 1000 кН;  
 - перпендикулярно цьому напрямку - 500 кН ;

b) висота над рівнем поверхні ґрунту, що примикає -1,25 м.

Див. EN 1991-1-7.

#### **5.6.2.2 Сили, що діють при зіткненні автотранспорту з елементами їздового полотна**

(1) Проектом має бути забезпечено, там де це необхідно, достатній підмостовий габарит між поверхнею ґрунту і нижньою поверхнею мостового полотна.

**ПРИМІТКА 1** Національні норми або індивідуальний проект можуть визначати силові впливи при зіткненнях залежно від підмостового габариту. Див. EN 1991-1-7.

**ПРИМІТКА 2** Необхідно також враховувати можливість зіткнення транспортних засобів, що мають понаднормативну або недозволену висоту.

#### **5.6.3 Випадкова поява транспортних засобів на мосту**

(1)P Якщо немає постійних перешкод, що унеможливають в'їзд транспортного засобу на мостове полотно, слід враховувати випадкову присутність транспортного засобу на мостовому полотні.

(2) Для такої ситуації має застосовуватися модель навантаження, що складається з двовісної групи навантаження 80 і 40 кН, які відокремлені одна від одної колісною базою 3 метри (рис.5.2), з колією (відстань між центрами коліс) 1,30 м і площею контактної поверхні із стороною 0,2 м на рівні покриття. Гальмівне зусилля, пов'язане з моделлю навантаження, має становити 60% вертикального навантаження.

**ПРИМІТКА 1** Див. примітку в 5.3.2.3-(1) P.

a) Impact force : 1000 kN in the direction of vehicle travel or 500 kN perpendicular to that direction ;

b) Height above the level of adjacent ground surface : 1,25 m.

See also EN 1991-1-7.

#### **5.6.2.2 Collision forces on decks**

(1) An adequate vertical clearance between the ground surface and the soffit of the deck above should be ensured in the design, when relevant.

**NOTE 1** The National Annex or the individual project may define collision forces depending on the vertical clearance. See also EN 1991-1-7.

**NOTE 2** The possibility of collision by vehicles having an abnormal or illegal height may have to be taken into account.

#### **5.6.3 Accidental presence of vehicles on the bridge**

(1)P If no permanent obstacle prevents a vehicle from being driven onto the bridge deck, the accidental presence of a vehicle on the bridge deck shall be taken into account.

(2) For such a situation, the following load model should be used, consisting of a twoaxle load group of 80 and 40 kN, separated by a wheel base of 3 m (Figure 5.2), with a track (wheel-centre to wheel-centre) of 1,3 m and square contact areas of side 0,2m at coating level. The braking force associated with the load model should be 60% of the vertical load

**NOTE 1** See the note in 5.3.2.3-(1)P.

**ПРИМІТКА 2** За необхідності, інші характеристики моделі навантаження можуть бути визначені згідно з національним стандартом або для кожного індивідуального проекту. Модель, що визначена в цьому пункті, є рекомендованою моделлю.

(3) Ніякі тимчасові навантаження не враховуються одночасно з моделлю навантаження, наведеного у 5.6.3(2).

### 5.7 Динамічні моделі навантажень від пішоходів

(1) Залежно від динамічних характеристик конструкції, і на підставі відповідних моделей конструкції, має бути визначено відповідні власні частоти (відповідні вертикальним, горизонтальним, крутним коливанням) головної конструкції мостового полотна.

**ПРИМІТКА** Вібрації пішохідних мостів можуть виникати з різних причин, наприклад, через пішоходів, які можуть йти, бігти, стрибати або танцювати, від вітру, вандалізму, і т.інш.

(2) Сили, що генеруються пішоходами з частотою, яка дорівнює власним частотам моста, можуть викликати резонанс і їх необхідно враховувати для перевірок на граничний стан по відношенню до вібрацій.

**ПРИМІТКА** Вплив від пішохідного руху на міст залежить від різних чинників таких як, кількість і місцезнаходження людей, які одночасно знаходяться на мосту, а також від зовнішніх обставин, пов'язаних з розташуванням моста. За відсутності значної реакції моста пішоходи, що йдуть, викликають такі одночасні періодичні силові впливи:

- у вертикальному напрямі в діапазоні частот від 1 до 3 Гц;

- у горизонтальному напрямі в діапазоні частот від 0,5 до 1,5 Гц

Групи людей, що біжать підтюпцем, можуть перетинати пішохідний міст з частотою 3 Гц.

(3) Необхідно визначати відповідні динамічні моделі навантажень від пішоходів і критерії зручності.

**NOTE 2** If relevant, other characteristics of the load model may be defined in the National Annex or for the individual project. The model defined in this clause is recommended.

(3) No variable action should be taken into account simultaneously with the load model defined in 5.6.3(2).

### 5.7 Dynamic models of pedestrian loads

(1) Depending on the dynamic characteristics of the structure, the relevant natural frequencies (corresponding to vertical, horizontal, torsional vibrations) of the main structure of the bridge deck should be determined from an appropriate structural model.

**NOTE** Vibrations of footbridges may have various origins, e.g. pedestrians, who can walk, run, jump or dance, wind, vandals, etc.

(2) Forces exerted by pedestrians with a frequency identical to one of the natural frequencies of the bridge can result into resonance and need to be taken into account for limit state verifications in relation with vibrations.

**NOTE** Effects of pedestrian traffic on a footbridge depend on various factors as, for example, the number and location of people likely to be simultaneously on the bridge, and also on external circumstances, more or less linked to the location of the bridge. In the absence of significant response of the bridge, a pedestrian normally walking exerts on it the following simultaneous periodic forces :

– in the vertical direction, with a frequency range of between 1 and 3 Hz, and

– in the horizontal direction, with a frequency range of between 0,5 and 1,5 Hz.

Groups of joggers may cross a footbridge with a frequency of 3 Hz.

(3) Appropriate dynamic models of pedestrian loads and comfort criteria should be defined.

**ПРИМІТКА** Динамічні моделі навантажень від пішоходів і пов'язані з ними критерії зручності можуть бути визначені згідно з національним стандартом або окремо для кожного індивідуального проекту. Див. EN 1990, A2.

### 5.8 Впливи на поручні

(1) Навантаження на поручні пішохідних мостів мають розраховуватися за правилами, які наведено в 4.8.

### 5.9 Модель навантаження для стоянів і стінок, що примикають до моста

(1) Площу за межами проїзної частини, що розташована за береговими стоянами, укiсними стінками, бічними стінками та іншими частинами моста, яка контактує з ґрунтом, слід навантажувати рівномірно розподіленим вертикальним навантаженням  $5 \text{ kN/m}^2$ .

**ПРИМІТКА 1** Це навантаження не розповсюджується на впливи від важких транспортних засобів та інших вантажних автомобілів, які використовуються для зворотної засипки.

**ПРИМІТКА 2** Для індивідуального проекту нормативну величину необхідно відрегулювати.

**NOTE** The dynamic models of pedestrian loads and associated comfort criteria may be defined in the National Annex or for the individual project. See also EN 1990, A2.

### 5.8 Actions on parapets

(1) For footbridges, pedestrian parapets should be designed in accordance with rules given in 4.8

### 5.9 Load model for abutments and walls adjacent to bridges

(1) The area external to a carriageway and located behind abutments, wing walls, side walls and other parts of the bridge in contact with earth, should be loaded with a uniformly distributed vertical load of  $5 \text{ kN/m}^2$ .

**NOTE 1** This load does not cover the effects of heavy construction vehicles and other lorries commonly used for the placing of the backfill.

**NOTE 2** The characteristic value may be adjusted for the individual project.

## Розділ 6 Впливи залізничного руху та інші впливи на залізничні мости

### 6.1 Сфера застосування

(1) П Цей розділ застосовується до залізничного руху з стандартною та з широкою колією європейських магістральних мереж.

(2) Моделі навантажень, визначені в цьому розділі, не описують справжні навантаження. Їх обрано тому, що їхня дія з окремим урахуванням збільшення за рахунок динаміки представляє впливи експлуатаційного руху. Якщо треба розглянути рух, що виходить за межі тих, що наведені в цьому розділі, можуть бути залучені альтернативні моделі з набором правил, які також необхідно визначити.

**ПРИМІТКА.** Альтернативні моделі з відповідним набором правил можуть бути визначені в національному додатку або для кожного індивідуального проекту.

(3) П Цей розділ не є чинним для впливів

## Section 6 Rail traffic actions and other actions specifically for railway bridges

### 6.1 Field of application

(1) P This section applies to rail traffic on the standard track gauge and wide track gauge

European mainline network.

(2) The load models defined in this section do not describe actual loads. They have been selected so that their effects, with dynamic enhancements taken into account separately, represent the effects of service traffic. Where traffic outside the scope of the load models specified in this Part needs to be considered, then alternative load models, with associated combination rules, should be specified.

**NOTE** The alternative load models with associated combination rules may be defined in the National Annex or for the individual project.

(3) P This section is not applicable for

стосовно до :

- вузькоколіїних залізниць;
  - ліній трамваю та інших полегшених рейкових шляхів;
  - резервних залізниць;
  - гірських зубчастих залізниць;
  - рейкових шляхів фунікулерів.
- Навантаження і характеристичні параметри впливу для цих типів залізниць мають бути визначені окремо.

**ПРИМІТКА.** Навантаження і характеристичні параметри впливу для цих типів залізниць можуть визначатися в національному додатку або для індивідуального проекту

(4) Вимоги до граничних деформацій конструкцій, які сприймають навантаження від залізничного руху, визначено в EN 1990 A2. Ці вимоги забезпечують безпечну експлуатацію та комфорт пасажирів і т.ін.

(5) Основою для розрахунків втомленості конструкцій є комбінація трьох стандартів для залізничного руху (див. додаток D)

(6) Власна вага неконструктивних елементів враховує вагу таких елементів як, наприклад, шумові і бар'єрні огорожі, сигналізацію, силові та інші кабелі в каналах, контактну мережу (за винятком сил, пов'язаних з натягом контактної мережі і т. ін.).

(7) При проектуванні особливу увагу слід приділяти автодорожнім мостам через гнучкість певних типів тимчасових мостів. Навантаження і вимоги до проектування мають визначатися окремо.

**ПРИМІТКА.** Вимоги до навантаження і до проектування тимчасових мостів, які в цілому мають базуватися на цьому документі, мають визначатися в національному додатку або для кожного індивідуального проекту. Особливі вимоги також може бути визначено в національному додатку для кожного індивідуально проекту тимчасового моста залежно від умов, в яких такі мости використовуються (зокрема, особливі вимоги потрібні для косих мостів)

## 6.2 Представлення впливів – природа навантажень від залізничного руху.

(1) Існують загальні правила врахування динамічних ефектів, пов'язаних з залізничним рухом, відцентрових сил, поперечне навантаження від коліс,

actions due to:

- narrow-gauge railways,
- tramways and other light railways,
- preservation railways,
- rack and pinion railways,
- funicular railways.

The loading and characteristic values of actions for these types of railways should be specified.

**NOTE** The loading and characteristic values of actions for these types of railways may be defined in the National Annex or for the individual project.

(4) Requirements are specified in EN 1990 A2 for the limits of deformation of structures carrying rail traffic to maintain the safety of operations and to ensure the comfort of passengers etc.

(5) Three standard mixes of rail traffic are given as a basis for calculating the fatigue life of structures (see annex D).

(6) The self-weight of non-structural elements includes the weight of elements such as, for example, noise and safety barriers, signals, ducts, cables and overhead line equipment (except the forces due to the tension of the contact wire etc.).

(7) The design should pay special attention to temporary bridges because of the flexibility of some types of temporary structures. The loading and requirements for the design of temporary bridges should be specified.

**NOTE** The loading requirements for the design of temporary railway bridges, which may generally be based on this document, may be specified in the National Annex or for the individual project.

Special requirements may also be given in the National Annex or for the individual project for temporary bridges depending upon the conditions in which they are used (e.g. special requirements are needed for skew bridges).

## 6.2 Representation of actions – nature of rail traffic loads

(1) General rules are given for the calculation of the associated dynamic effects, centrifugal forces, nosing force, traction and braking forces and aerodynamic actions



тягових і гальмівних сил, а також аеродинамічних впливів.

(2) Впливи, викликані залізничним рухом, визначено для:

- вертикальних сил: Модель навантаження 71 SW (SW/0 and SW/2), «порожній потяг» і HSLM (6.3 і 6.4.4.1.1),

- вертикальні навантаження від баласту (6.3.6.4),

- динамічні ефекти (6.4),

- відцентрові сили (6.5.1.),

- поперечні навантаження від коліс (6.5.2),

- тягові і гальмівні сили (6.5.3),

- аеродинамічні навантаження від тиску на потяг (6.6),

- дія контактної мережі, сигналізації, інших елементів інфраструктури та обладнання залізниці (6.7.3).

**ПРИМІТКА** Визначено оцінки спільної дії конструкцій і рейкового шляху на різні впливи.

(3) Врахування можливих транспортних подій – сходження з рейок визначено для:

- впливу сходження потягу з рейок на несні конструкції моста (6.7.1)

**6.3. Вертикальні навантаження – Характеристичні значення (статичні ефекти), ексцентричність та розподіл навантаження**

**6.3.1 Загальні положення**

(1) Впливи залізничного руху визначаються за посередництвом моделей навантаження. Існують п'ять моделей навантаження від залізничного руху:

- модель навантаження 71 (а також модель навантаження SW/0 для нерозрізних мостів) для представлення нормального залізничного руху на магістральних лініях,

- модель навантаження SW/2 представляє важкі потяги,

- модель HSLM представляє навантаження від пасажирських потягів на швидкісних лініях, де швидкість перевищує 200 км/год.

- модель «порожній потяг» представляє вплив ненавантаженого потягу.

**ПРИМІТКА** Вимоги до застосування моделей навантаження подано в розділі 6.8.1.

(2) Передбачено змінювання визначених навантажень для врахування

due to passing rail traffic.

(2) Actions due to railway operations are given for:

- vertical loads: Load Models 71, SW (SW/0 and SW/2), “unloaded train” and HSLM

- (6.3 and 6.4.6.1.1),

- vertical loading for earthworks (6.3.6.4),

- dynamic effects (6.4),

- centrifugal forces (6.5.1),

- nosing force (6.5.2),

- traction and braking forces (6.5.3),

- aerodynamic actions from passing trains (6.6),

- actions due to overhead line equipment and other railway infrastructure and equipment (6.7.3).

**NOTE** Guidance is given on the evaluation of the combined response of structure and track to variable actions (6.5.4).

(3) Derailment actions for Accidental Design Situations are given for:

- the effect of rail traffic derailment on a structure carrying rail traffic (6.7.1).

**6.3 Vertical loads - Characteristic values (static effects) and eccentricity and distribution of loading**

**6.3.1 General**

(1) Rail traffic actions are defined by means of load models. Five models of railway loading are given:

- Load Model 71 (and Load Model SW/0 for continuous bridges) to represent normal rail traffic on mainline railways,

- Load Model SW/2 to represent heavy loads,

- Load Model HSLM to represent the loading from passenger trains at speeds exceeding 200 km/h,

- Load Model “unloaded train” to represent the effect of an unloaded train.

**NOTE** Requirements for the application of load models are given in 6.8.1.

(2) Provision is made for varying the specified loading to allow for differences in

особливостей в походженні, обсязі і максимумі ваги рухомого складу по різних залізницях, а також різних властивостей рейкового шляху.

### 6.3.2. Модель навантаження 71

(1) Модель навантаження 71 представляє статичний ефект вертикального навантаження, викликаного нормальним залізничним рухом.

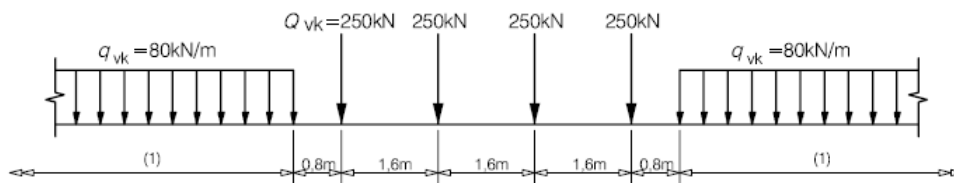
(2) П Розміщення і характеристичні величини вертикальних сил визначаються за рис.6.1

the nature, volume and maximum weight of rail traffic on different railways, as well as different qualities of track.

### 6.3.2 Load Model 71

(1) Load Model 71 represents the static effect of vertical loading due to normal rail traffic.

(2)P The load arrangement and the characteristic values for vertical loads shall be taken as shown in Figure 6.1.



#### Позначення

(1) без обмежень

**Рис.6.1 – Модель навантаження 71 і характеристичні значення вертикальних сил)**

(3) П Характеристичні величин сил, подані на рис.6.1, мають бути помножені на множник  $\alpha$ , якщо залізничний потяг більш важкий або більш легкий, ніж нормальний. Після множення на  $\alpha$  сили називаються «класифікованими вертикальними силами». Множник  $\alpha$  може набути однієї з таких величин: 0,75 - 0,83 - 0,91 - 1,00 - 1,10 - 1,21 - 1,33 - 1.46

#### Key

(1) No limitation

**Figure 6.1 - Load Model 71 and characteristic values for vertical loads**

(3)P The characteristic values given in Figure 6.1 shall be multiplied by a factor  $\alpha$ , on lines carrying rail traffic which is heavier or lighter than normal rail traffic. When multiplied by the factor  $\alpha$  the loads are called "classified vertical loads". This factor  $\alpha$  shall be one of the following: 0,75 - 0,83 - 0,91 - 1,00 - 1,10 - 1,21 - 1,33 - 1.46

Поіменовані нижче впливи мають множитися на той самий множник  $\alpha$  :

- еквівалентне вертикальне навантаження від баласту і тиску ґрунту відповідно до 6.3.6.4,
- відцентрові сили відповідно до 6.5.1,
- поперечні навантаження від коліс потягу відповідно до 6.5.2 (помножені на  $\alpha$  тільки для  $\alpha \geq 1$ ),
- тягові і гальмівні сили відповідно до 6.5.3,
- комбіновані реакції конструкцій і потягу на різні впливи відповідно до 6.5.4,
- сходження з рейок під час аварійних ситуацій відповідно до 6.7.1 (2),
- модель навантаження SW/0 для нерозрізних мостів відповідно до 6.3.3 і

The actions listed below shall be multiplied by the same factor  $\alpha$  :

- equivalent vertical loading for earthworks and earth pressure effects according to 6.3.6.4,
- centrifugal forces according to 6.5.1,
- nosing force according to 6.5.2 (multiplied by  $\alpha$  for  $\alpha \geq 1$  only),
- traction and braking forces according to 6.5.3,
- combined response of structure and track to variable actions according to 6.5.4,
- derailment actions for Accidental Design Situations according to 6.7.1(2),
- Load Model SW/0 for continuous span

6.8.1(8).

**ПРИМІТКА** Для міжнародних ліній рекомендується приймати  $\alpha \geq 1$ . Фактор  $\alpha$  може визначатися в національному додатку або для індивідуального проекту.

(4) П Для перевірки граничних величин прогинів класифіковані вертикальні навантаження і інші впливи, збільшені в  $\alpha$  разів відповідно до 6.3.2(3), слід використовувати, якщо  $\alpha$  приймається такою, що дорівнює одиниці.

**6.3.3 Моделі навантаження SW/0 і SW/2**

(1) Модель SW/0 представляє статичний ефект від вертикального навантаження, з нормальним рухом потяга по нерозрізному мосту.

(2) Модель навантаження SW/2 представляє статичний ефект від вертикального навантаження, викликаного залізничним рухом важких потягів

(3) П Розміщення навантажень повинно братися таким, як на рис.6.2 з характеристичними величинами вертикальних сил відповідно до табл. 6.1

bridges according to 6.3.3 and 6.8.1(8).

**NOTE** For international lines it is recommended to take  $\alpha \geq 1,00$ . The factor  $\alpha$  may be specified in the National Annex or for the individual project.

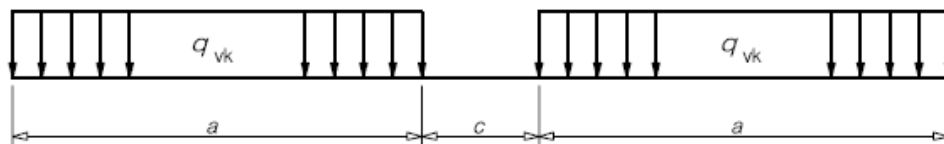
(4)P For checking limits of deflection classified vertical loads and other actions enhanced by  $\alpha$  in accordance with 6.3.2(3) shall be used (except for passenger comfort where  $\alpha$  shall be taken as unity).

**6.3.3 Load Models SW/0 and SW/2**

(1) Load Model SW/0 represents the static effect of vertical loading due to normal rail traffic on continuous beams.

(2) Load Model SW/2 represents the static effect of vertical loading due to heavy rail traffic.

(3)P The load arrangement shall be taken as shown in Figure 6.2, with the characteristic values of the vertical loads according to Table 6.1.



**Рисунок 6.2 – Моделі навантаження SW/0 і SW/2**

**Figure 6.2 - Load Models SW/0 and SW/2**

**Table 6.1 - Characteristic values for vertical loads for Load Models SW/0 and SW/2**

Load Model	$q_{vk}$ [kN/m]	$a$ [m]	$c$ [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

**Табл.6.1 Характеристичні значення величини вертикальних сил для моделей навантаження SW/0 і SW/2**

Модель навантаження	$q_{vk}$ , кН/м	$a$ , м	$c$ , м
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

(4) П Лінії або ділянки ліній, на яких можливий рух важких потягів, де може враховуватися модель навантаження SW/2, мають бути окремо відмічені.

**Примітка.** Відмічання може бути зроблено в Національному додатку або для індивідуального проекту.

(5) П Модель навантаження SW/0 має бути помноженою на множник  $\alpha$  у відповідності до 6.3.2 (3).

**6.3.4. Модель навантаження «порожній потяг»**

(1) Для певних визначених перевірок (див. EN 1990 A2, § 2.2.4(2)) використовується особлива модель, яка називається «порожній потяг». Модель навантаження «порожній потяг» містить вертикальне рівномірно розподілене навантаження з інтенсивністю 10,0 кН/м.

**6.3.5. Ексцентриситет вертикальних навантажень (Моделі навантаження 71 і SW/0)**

(1) П Ефект бічного зсунення вертикальних сил має враховуватися шляхом застосування відношення 1,25 : 1,00 для навантажень від коліс на всіх осях і для будь-якого рейкового шляху.

Ексцентриситет вертикальних сил може не враховуватися, якщо йдеться про втомленість.

**ПРИМІТКА** Вимоги щодо врахування положення і допусків у розташуванні рейкових шляхів наведено в 6.8.1

(4)P The lines or section of line over which heavy rail traffic may operate where Load Model SW/2 shall be taken into account shall be designated.

**NOTE** The designation may be made in the National Annex or for the individual project.

(5)P Load Model SW/0 shall be multiplied by the factor  $\alpha$  in accordance with 6.3.2(3).

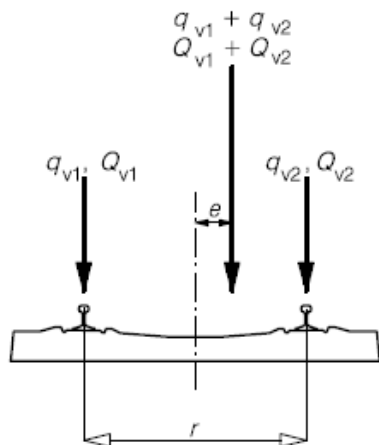
**6.3.4 Load Model “unloaded train”**

(1) For some specific verifications (see EN 1990 A2, § 2.2.4(2)) a particular load model is used, called "unloaded train". The Load Model “unloaded train” consists of a vertical uniformly distributed load with a characteristic value of 10,0 kN/m.

**6.3.5 Eccentricity of vertical loads (Load Models 71 and SW/0)**

(1)P The effect of lateral displacement of vertical loads shall be considered by taking the ratio of wheel loads on all axles as up to 1,25:1,00 on any one track. The resulting eccentricity  $e$  is shown in Figure 6.3. Eccentricity of vertical loads may be neglected when considering fatigue.

**NOTE** Requirements for taking into account the position and tolerance in position of tracks are given in 6.8.1.



$$q_{v1}, q_{v2}, Q_{v1}, Q_{v2} = (1)$$

$$q_{v1} + q_{v2}, Q_{v1} + Q_{v2} = (2)$$

$$\frac{q_{v2}}{q_{v1}}, \frac{Q_{v2}}{Q_{v1}} \leq 1,25$$

$$e \leq \frac{r}{18}$$

$$r = (3)$$

**Позначення**

- (1) Рівномірно розподілене навантаження та точки навантаження на кожній рейці є належними.
- (2) Модель навантаження 71 ( і SW/0 там, де це потрібно)
- (3) Поперечна відстань від колісними силами

**Рис.6.3 – Ексцентриситети вертикальних сил**

**Key**

- (1) Uniformly distributed load and point loads on each rail as appropriate
- (2) LM 71 (and SW/0 where required)
- (3) Transverse distance between wheel loads

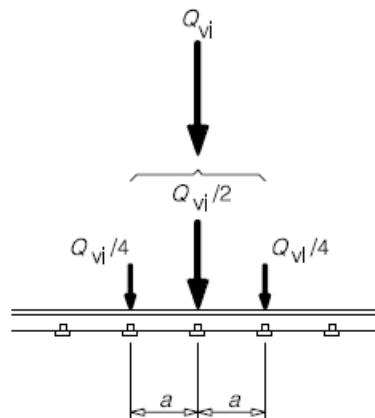
**Figure 6.3 - Eccentricity of vertical loads**

### 6.3.6 Розподіл осьових навантажень рейками, шпалами і баластом

(1) Підпункти від 6.3.6.1 до 6.3.6.3 стосуються звичайних потягів, потягу для розрахунку на втому, моделей навантаження 71, SW/0, SW/2, «порожнього потягу» та HSLM, окрім випадків, коли визначено інше.

#### 6.3.6.1 Поздовжній розподіл рейкою зосереджених навантажень або колісних сил

(1) Зосереджена сила в моделі навантаження 71 (або класифіковане вертикальне навантаження відповідно до 6.3.2(3) там, де це потрібно) і HSLM (за винятком HSLM-B) або навантаження від колеса може бути розподілене на три точки обпирання рейки, як видно на рис.6.4 нижче:



#### Позначення

$Q_{vi}$  - зосереджена сила на кожній рейці відповідно до моделі 71 або навантаження від колеса нормального потягу відповідно до 6.3.5, Fatigue Train або HSLM (за винятком HSLM-B)

$a$  – відстань між точками обпирання рейки

**Рисунок 6.4** – Поздовжній розподіл зосереджених сил або навантаження від колеса на рейку

### 6.3.6 Distribution of axle loads by the rails, sleepers and ballast

(1) Subclauses 6.3.6.1 to 6.3.6.3 are applicable to Real Trains, Fatigue Trains, Load

Models 71, SW/0, SW/2, the “unloaded train” and HSLM except where stated otherwise.

#### 6.3.6.1 Longitudinal distribution of a point force or wheel load by the rail

(1) A point force in Load Model 71 (or classified vertical load in accordance with 6.3.2(3) where required) and HSLM (except for HSLM-B) or wheel load may be distributed over three rail support points as shown in Figure 6.4 below:

#### Key

$Q_{vi}$  is the point force on each rail due to Load Model 71 or a wheel load of a Real Train in accordance

with 6.3.5, Fatigue Train or HSLM (except for HSLM-B)

$a$  is the distance between rail support points

**Figure 6.4** – Longitudinal distribution of a point force or wheel load by the rail

### 6.3.6.2 Поздовжній розподіл навантаження шпалами і баластом

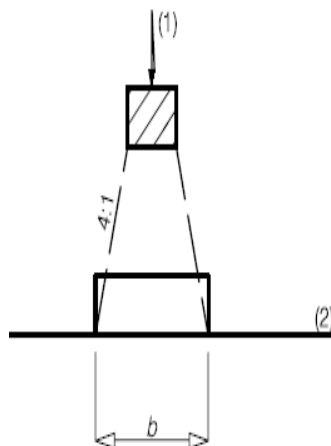
(1) У загальному випадку зосереджені сили тільки моделі 71 (або класифікованого вертикального навантаження відповідно до 6.3.2(3), якщо необхідно) або осьове навантаження можуть бути рівномірно розподілені в поздовжньому напрямку (за винятком випадку, коли локальні впливи навантажень є значними, тобто для проектування локальних елементів настилу і т. ін.).

(2) Для проектування місцевих елементів настилу і т. ін. (тобто поздовжніх і поперечних ребер, перехресних балок, плит настилу, тонких залізобетонних плит і т. ін.) поздовжній розподіл нижче шпал, як показано на рис.6.5, враховується, якщо опорну площину визначено як верхню поверхню настилу.

### 6.3.6.2 Longitudinal distribution of load by sleepers and ballast

(1) Generally the point loads of Load Model 71 only (or classified vertical load in accordance with 6.3.2(3) where required) or an axle load may be distributed uniformly in the longitudinal direction (except where local load effects are significant, e.g. for the design of local floor elements, etc.).

(2) For the design of local floor elements etc. (e.g. longitudinal and transverse ribs, rail bearers, cross girders, deck plates, thin concrete slabs, etc.), the longitudinal distribution beneath sleepers as shown in Figure 6.5 should be taken into account, where the reference plane is defined as the upper surface of the deck.



#### Позначення

- (1) – Навантаження на шпалу
- (2) – Опорна площина

Рисунок 6.5 – Поздовжній розподіл навантаження шпалами і баластом

#### Key

- (1) Load on sleeper
- (2) Reference plane

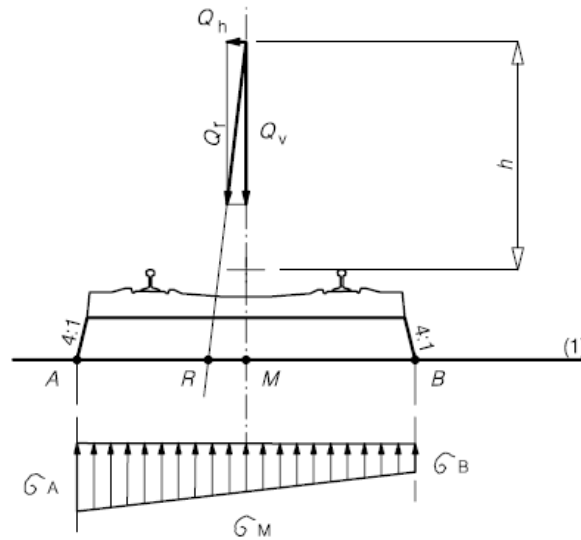
Figure 6.5 - Longitudinal distribution of load by a sleeper and ballast

### 6.3.6.3 Поперечний розподіл навантаження шпалами і баластом

(1) На мостах з колією на баласті без скосів навантаження розподіляється, як показано на рис.6.6

### 6.3.6.3 Transverse distribution of actions by the sleepers and ballast

(1) On bridges with ballasted track without cant, the actions should be distributed transversely as shown in Figure 6.6.



**Позначення**

(1) Опорна площина

**Рисунок 6.6 – Поперечний розподіл впливів шпалами і баластом, колії без скосів (вплив ексцентриситету вертикальних сил не показано)**

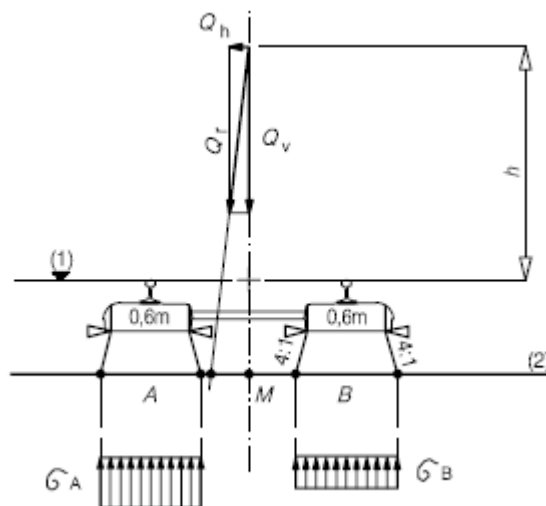
**Key**

(1) Reference plane

**Figure 6.6 - Transverse distribution of actions by the sleepers and ballast, track without cant (effect of eccentricity of vertical loads not shown)**

2) На мостах з рейковим шляхом на баласті і з повною довжиною шпал, якщо баласт укріплено лише під рейками, або при здвоєних блокових шпалах вплив має бути розподілено так, як показано на рис.6.7

(2) On bridges with ballasted track (without cant) and full length sleepers, where the ballast is only consolidated under the rails, or for duo-block sleepers, the actions should be distributed transversely as shown in Figure 6.7



**Позначення**

(1) Їздова поверхня

(2) Опорна площина

**Рисунок 6.7 – Поперечний розподіл впливів шпалами і баластом, колії без скосів (вплив ексцентриситету вертикальних сил не показано)**

(3) На мостах з колією на баласті зі скосом впливи мають бути розподілені в поперечному напрямку так, як показано на рис.6.8

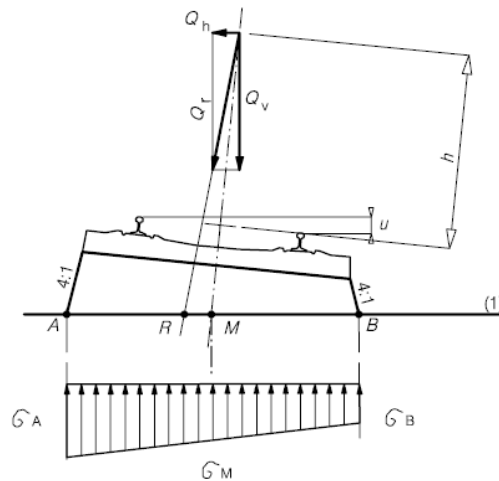
**Key**

(1) Running surface

(2) Reference plane

**Figure 6.7 - Transverse distribution of actions by the sleepers and ballast, track without cant (effect of eccentricity of vertical loads not shown)**

(3) On bridges with ballasted track with cant the actions should be distributed transversely as shown in Figure 6.8.



**Позначення**

(1) Опорна площина

**Рисунок 6.8 – Поперечний розподіл впливів шпалами і баластом, колії без скосів (вплив ексцентриситету вертикальних сил не показано)**

**Key**

(1) Reference plane

**Figure 6.8 - Transverse distribution of actions by the sleepers and ballast, track with cant (effect of eccentricity of vertical loads not shown)**

(4) На мостах з колією на баласті при повній довжині шпал, якщо баласт укріплено лише під рейками або при здвоєних блокових шпалах рис. 6.8 мусить бути модифіковано, аби враховувати поперечний розподіл навантаження під кожною рейкою, як показано на рис.6.7

(5) Має бути визначений використовуваний поперечний розподіл

**ПРИМІТКА** Використовуваний поперечний розподіл може визначатися в індивідуальному проекті.

**6.3.6.4. Вертикальне навантаження, еквівалентне впливу насипу і тиску ґрунту**

(1) Для врахування всіх впливів має бути враховано еквівалентну величину вертикального навантаження на насип під або разом з колією як відповідну модель навантаження (модель 71 або класифіковане вертикальне навантаження у відповідності з 6.3.2(3), якщо необхідно, або модель SW/2, якщо необхідно), рівномірно розподілену на ширині 3,0 м на рівні 0,70 м нижче від їздової поверхні рейкового шляху.

(2) Прикладене рівномірно розподілене навантаження, яке описано вище, не потребує динамічного коефіцієнту або іншого уточнення.

(4) On bridges with ballasted track and cant and for full length sleepers, where the ballast is only consolidated under the rails, or for duo-block sleepers, Figure 6.8 should be modified to take into account the transverse load distribution under each rail shown in Figure 6.7.

(5) The transverse distribution to be used should be specified.

**NOTE** The individual project may specify the transverse distribution to be used.

**6.3.6.4 Equivalent vertical loading for earthworks and earth pressure effects**

(1) For global effects, the equivalent characteristic vertical loading due to rail traffic actions for earthworks under or adjacent to the track may be taken as the appropriate load model (LM71 (or classified vertical load in accordance with 6.3.2(3) where required) and SW/2 where required) uniformly distributed over a width of 3,00 m at a level 0,70 m below the running surface of the track.

(2) No dynamic factor or enhancement needs to be applied to the above uniformly distributed load.



(3) Для проектування місцевих елементів для утримання колії (тобто підпирних стінок для утримання баласту) має проводитися спеціальний розрахунок з урахуванням максимальних місцевих вертикальних, поздовжніх і поперечних навантажень транспортним рухом на елемент

### 6.3.7 Впливи на службові тротуари

**ПРИМІТКА.** Індивідуальний проект може передбачати інші вимоги до службових проходів, містків для експлуатаційного персоналу, майданчиків тощо.

(1) Службові проходи мають бути позначено як такі, що призначено тільки для персоналу.

(2) Навантаження від персоналу, експлуатаційного обладнання і інші експлуатаційні впливи представляються рівномірно розподіленим навантаженням інтенсивності  $q_{fk} = 5 \text{ кН/м}^2$ .

(3) У проектуванні окремих елементів має враховуватися одиночна зосереджена сила  $Q_k = 2,0 \text{ кН}$ , прикладена на квадратній ділянці з довжиною сторони 200 мм.

(4) Горизонтальні зусилля від персоналу, що прикладаються до парапетів, роздільних стін і бар'єрів, мають враховуватися як категорії B і C1 за EN 1991-1-1.

## 6.4 Динамічні впливи (в тому числі резонанс)

### 6.4.1 Вступ

(1) Статичні напруження і деформації (і відповідне прискорення плити моста), що виникають у конструкціях моста, збільшуються або зменшуються від таких дій рухомого складу :

- швидке навантаження від швидкості руху впоперек конструкції і інерційний відклик конструкції (удар),
- пересування системи зосереджених сил з приблизно однаковими відстанями між ними, які можуть збуджувати конструкцію і за певних обставин викликають резонанс (якщо частота збудження (або кратна до неї частота) збігається з власною частотою (або з кратною до неї). Тут є можливість, що коливання, викликані проходженням осей потягу, будуть необмежено

(3) For the design of local elements close to a track (e.g. ballast retention walls), a special calculation should be carried out taking into account the maximum local vertical, longitudinal and transverse loading on the element due to rail traffic actions.

### 6.3.7 Actions for non-public footpaths

**NOTE** The individual project may specify alternative requirements for non-public footpaths, maintenance walkways or platforms etc.

(1) Non-public footpaths are those designated for use by only authorized persons.

(2) Pedestrian, cycle and general maintenance loads should be represented by a uniformly distributed load with a characteristic value  $q_{fk} = 5 \text{ кН/м}^2$ .

(3) For the design of local elements a concentrated load  $Q_k = 2,0 \text{ кН}$  acting alone should be taken into account and applied on a square surface with a 200 mm side.

(4) Horizontal forces on parapets, partition walls and barriers due to persons should be taken as category B and C1 of EN 1991-1-1.

## 6.4 Dynamic effects (including resonance)

### 6.4.1 Introduction

(1) The static stresses and deformations (and associated bridge deck acceleration) induced in a bridge are increased and decreased under the effects of moving traffic by the following:

- the rapid rate of loading due to the speed of traffic crossing the structure and the inertial response (impact) of the structure,
- the passage of successive loads with approximately uniform spacing which can excite the structure and under certain circumstances create resonance (where the frequency of excitation (or a multiple thereof) matches a natural frequency of the structure (or a multiple thereof), there is a possibility that the vibrations caused by successive axles running onto the structure will be excessive),

збільшуватися.

- змінювання навантаження через недосконалості коліс потягу або іншого транспортного засобу (в тому числі нерегулярностей).

(2) При визначенні впливів (напружень, прогинів, прискорень плити моста і т. ін.) від дії залізничного руху мають враховуватися перераховані вище впливи.

#### 6.4.2 Чинники впливу на динамічну поведінку

(1) Найголовнішими чинниками, що впливають на динамічну поведінку, є такі:

- i) швидкість руху по мосту;
- ii) довжина прогону  $L$  елемента і вплив довжини на прогин розглядуваного елемента,
- iii) маса конструкцій,
- iv) власні частоти конструкції в цілому і визначальних елементів моста, а також відповідні форми коливань (власні форми) по довжині моста,
- v) кількість осей, осьові навантаження і відстані між осями,
- vi) демпфування конструкцій,
- vii) вертикальні нерегулярності рейкового шляху,
- viii) характеристики ресор і конструкція підвісок транспортних засобів
- ix) наявність регулярно розташованих опор плити і колії (поперечні балки, шпали та ін.)
- x) недосконалості рухомого складу (плоскі ділянки, відхилення від кругової форми, дефекти підвіски і т. ін.),
- xi) динамічні характеристики колії (баласту, шпал. компонентів рейкового шляху і т. ін.). Ці фактори враховуються в 6.4.4 – 6.4.6.

**ПРИМІТКА.** Не накладаються обмеження на прогини для уникнення резонансу і збільшення амплітуд коливань. Критерії оцінки прогинів з точки зору безпеки руху і комфорту пасажирів див. EN 1990 A2 .

#### 6.4.3 Загальні правила проектування

(1) Статичний розрахунок має проводитися з залученням моделі, визначеної у 6.3 (модель 71 і, за необхідності, моделі SW/0 і SW/2). Результати належить множити на

– variations in wheel loads resulting from track or vehicle imperfections (including wheel irregularities).

(2)P For determining the effects (stresses, deflections, bridge deck acceleration etc.) of rail traffic actions the above effects shall be taken into account

#### 6.4.2 Factors influencing dynamic behavior

(1) The principal factors which influence dynamic behavior are:

- i) the speed of traffic across the bridge,
  - ii) the span  $L$  of the element and the influence line length for deflection of the element being considered,
  - iii) the mass of the structure,
  - iv) the natural frequencies of the whole structure and relevant elements of the structure and the associated mode shapes (eigenforms) along the line of the track,
  - v) the number of axles, axle loads and the spacing of axles,
  - vi) the damping of the structure,
  - vii) vertical irregularities in the track,
  - viii) the unsprung/sprung mass and suspension characteristics of the vehicle,
  - ix) the presence of regularly spaced supports of the deck slab and/or track (cross girders, sleepers etc.),
  - x) vehicle imperfections (wheel flats, out of round wheels, suspension defects etc.),
  - xi) the dynamic characteristics of the track (ballast, sleepers, track components etc.).
- These factors are taken into account in 6.4.4 to 6.4.6.

**NOTE** There are no specific deflection limits specified for avoiding resonance and excessive vibration effects. See EN 1990 A2 for deflection criteria for traffic safety and passenger comfort etc.

#### 6.4.3 General design rules

(1)P A static analysis shall be carried out with the load models defined in 6.3 (LM71 and where required Load Models SW/0 and SW/2). The results shall be multiplied by the dynamic factor  $\Phi$  defined in 6.4.5 (and

динамічний коефіцієнт  $\Phi$ , визначений у 6.4.5 (і, за необхідності, множити на  $\alpha$  відповідно до 6.3.2)

(2) Критерій необхідності проведення динамічних розрахунків подано в 6.4.4

(3) П Якщо динамічний розрахунок потрібний:

- мають враховуватися додаткові випадки навантаження відповідно до 6.4.6.1.2.

- найбільше прискорення плити проїзної частини перевіряється відповідно до 6.4.6.5.

- результати динамічного розрахунку порівнюються з результатами статичного розрахунку, помноженими на коефіцієнт  $\Phi$  в 6.4.5 (і, якщо необхідно, помноженими на коефіцієнт  $\alpha$  у відповідності з 6.3.2). Найбільш небажана величина впливу навантаження приймається в проектуванні моста відповідно до 6.4.6.5.

- має виконуватися перевірка відповідно до 6.4.6.6, аби переконатися в тому, що додаткове високошвидкісне втомлювальне і резонансне навантаження відповідають напруженням, отриманим з статичних розрахунків, помноженим на динамічний коефіцієнт  $\Phi$ .

(4) Для мостів, на яких найбільша швидкість руху перевищує 200 км/год або де потрібний динамічний розрахунок, в проектуванні має використовуватися модель навантаження 71 (і, якщо потрібно, модель SW/0) або класифіковані вертикальні навантаження з  $\alpha > 1$  відповідно до 6.3.2.

(5) Для пасажирських потягів допустимі динамічні впливи відповідно до 6.4.4 – 6.4.6 є чинними для найбільшої допустимої швидкості руху до 350 км/год.

#### 6.4.4 Вимоги до статичного і динамічного розрахунків

(1) Порядок вибору типу розрахунку – статичного або динамічного - показано на рис.6.9.

if required multiplied by  $\alpha$  in accordance with 6.3.2).

(2) The criteria for determining whether a dynamic analysis is required are given in 6.4.4.

(3) P Where a dynamic analysis is required:

– the additional load cases for the dynamic analysis shall be in accordance with 6.4.6.1.2.

– maximum peak deck acceleration shall be checked in accordance with 6.4.6.5.

– the results of the dynamic analysis shall be compared with the results of the static analysis multiplied by the dynamic factor  $\Phi$  in 6.4.5 (and if required multiplied by  $\alpha$  in accordance with 6.3.2). The most unfavourable values of the load effects shall be used for the bridge design in accordance with 6.4.6.5.

– a check shall be carried out according to 6.4.6.6 to ensure that the additional fatigue loading at high speeds and at resonance is covered by consideration of the stresses derived from the results of the static analysis multiplied by the dynamic factor  $\Phi$ .

(4) All bridges where the Maximum Line Speed at the Site is greater than 200 km/h or where a dynamic analysis is required should be designed for characteristic values of Load Model 71 (and where required Load Model SW/0) or classified vertical loads with  $\alpha > 1$  in accordance with 6.3.2.

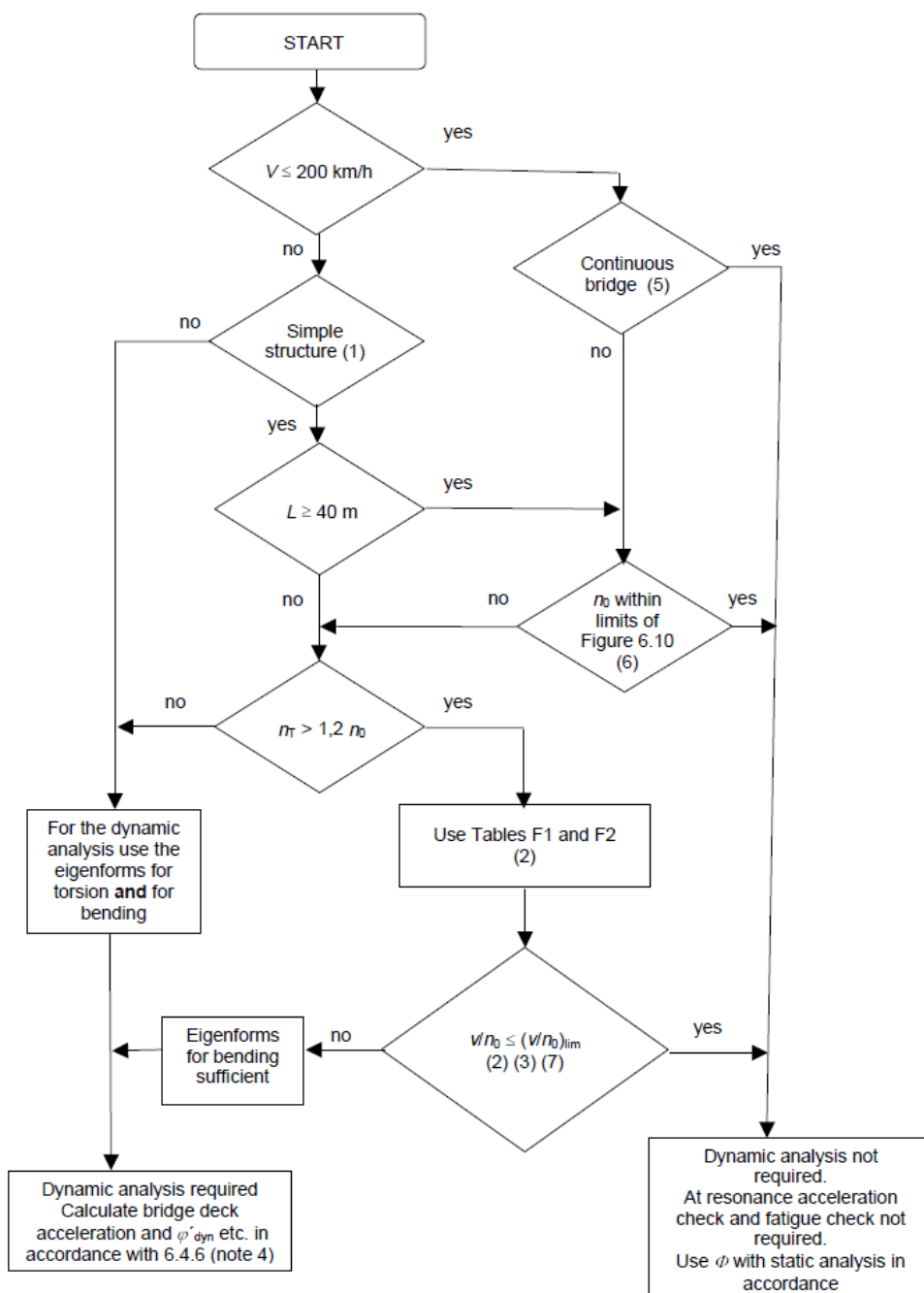
(5) For passenger trains the allowances for dynamic effects in 6.4.4 to 6.4.6 are valid for Maximum Permitted Vehicle Speeds up to 350 km/h.

#### 6.4.4 Requirement for a static or dynamic analysis

(1) The requirements for determining whether a static or a dynamic analysis is required are shown in Figure 6.9.

**ПРИМІТКА** Національний додаток може визначати інші критерії вибору. Рекомендовано користуватися блок-схемою на рис.6.9

**NOTE** The National Annex may specify alternative requirements. The use of the flow chart in Figure 6.9 is recommended



**Figure 6.9 - Flow chart for determining whether a dynamic analysis is required**

where:

$V$  is the Maximum Line Speed at the Site [km/h]

$L$  is the span length [m]

$n_0$  is the first natural bending frequency of the bridge loaded by permanent actions [Hz]

$n_T$  is the first natural torsional frequency of the bridge loaded by permanent actions [Hz]

$v$  is the Maximum Nominal Speed [m/s]

$(v/n_0)_{lim}$  is given in annex F

**NOTE 1** Valid for simply supported bridges with only longitudinal line beam or simple plate behaviour with negligible skew effects on rigid supports.

**NOTE 2** For Tables F1 and F2 and associated limits of validity see annex F.

**NOTE 3** A dynamic analysis is required where the Frequent Operating Speed of a Real Train equals a Resonant Speed of the structure. See 6.4.6.6 and annex F.

**NOTE 4**  $\varphi_{dyn}$  is the dynamic impact component for Real Trains for the structure given in 6.4.6.5(3).

**NOTE 5** Valid providing the bridge meets the requirements for resistance, deformation limits given in EN 1990 A2.4.4 and the maximum coach body acceleration (or associated deflection limits) corresponding to a very good standard of passenger comfort given in EN 1990 A2.

**NOTE 6** For bridges with a first natural frequency  $n_0$  within the limits given by Figure 6.10 and a Maximum Line Speed at the Site not exceeding 200km/h, a dynamic analysis is not required.

**NOTE 7** For bridges with a first natural frequency  $n_0$  exceeding the upper limit (1) in Figure 6.10 a dynamic analysis is required. Also see 6.4.6.1.1(7).

The upper limit of  $n_0$  is governed by dynamic enhancements due to track irregularities and is given by :

$$n_0 = 94,76L^{-0,748} \quad (6.1)$$

The lower limit of  $n_0$  is governed by dynamic impact criteria and is given by :

$$n_0 = 80/L \text{ for } 4M \leq L \leq 20M$$

$$n_0 = 23,58L^{-0,592} \text{ for } 20m < L \leq 100m \quad (6.2)$$

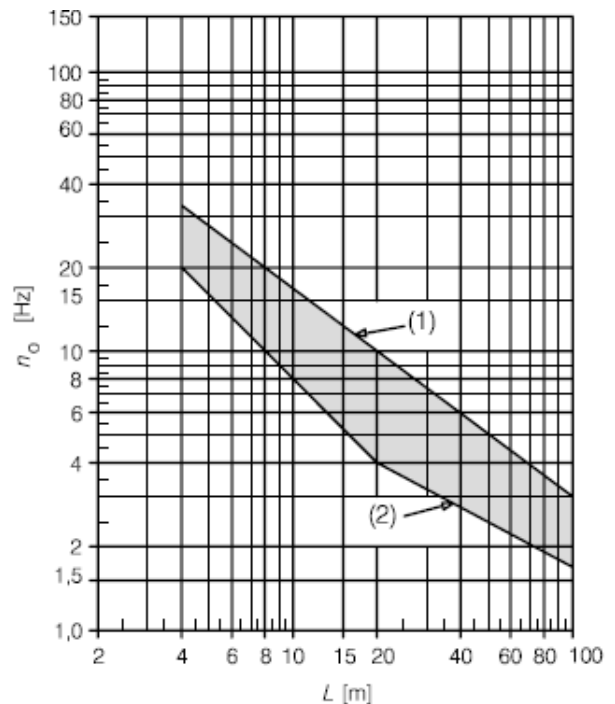
where:

$n_0$  is the first natural frequency of the bridge taking account of mass due to permanent actions,  $L$  is the span length for simply supported bridges or  $L_\phi$  for other bridge types.

**Key**

(1) Upper limit of natural frequency

(2) Lower limit of natural frequency



**Figure 6.10 - Limits of bridge natural frequency  $n_0$  [Hz] as a function of  $L$  [m]**

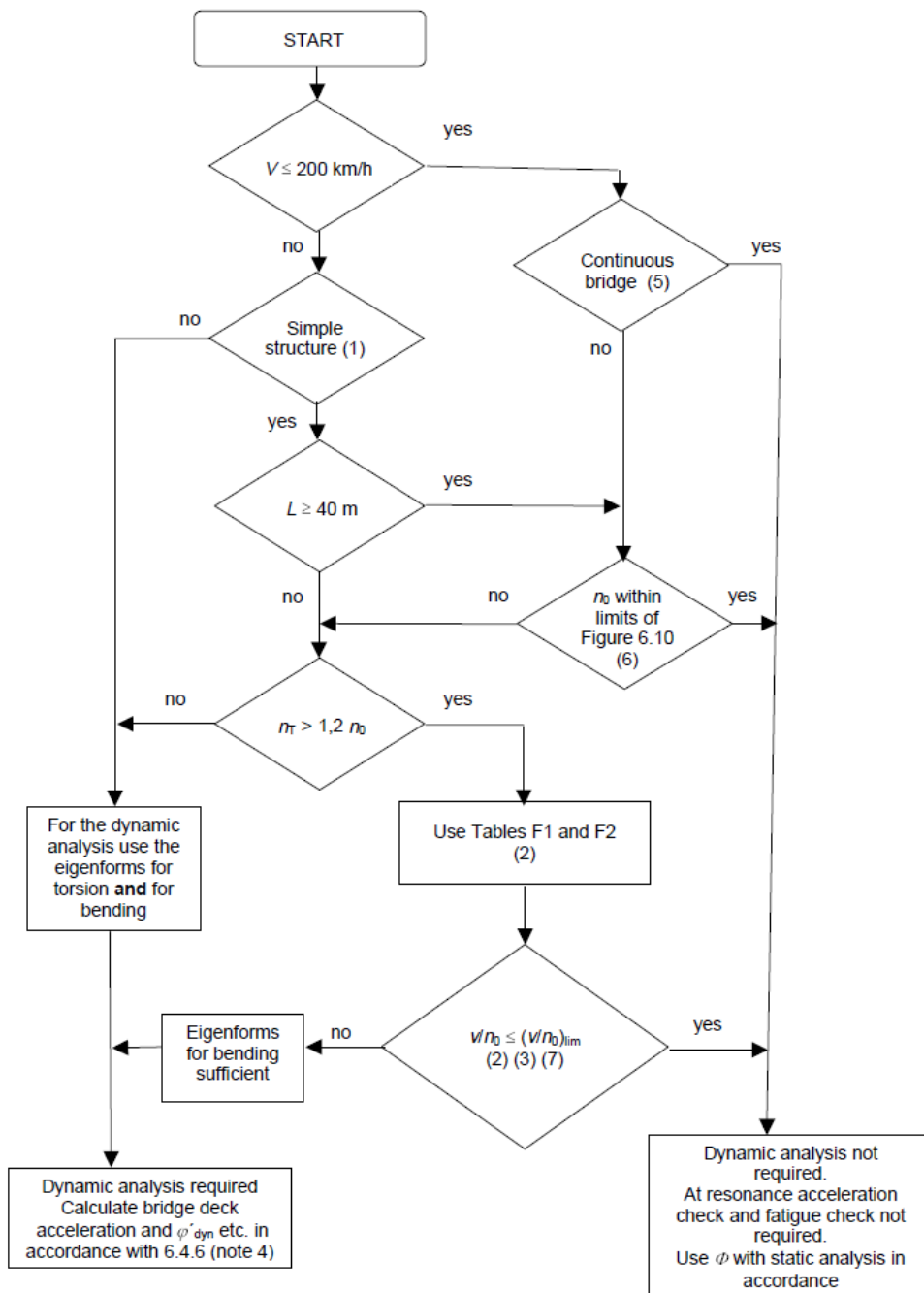


Рисунок 6.9 – Блок-схема визначення необхідності динамічного розрахунку

де:

$V$  – найбільша можлива швидкість руху, км/год

$L$  – довжина прольоту, м

$n_0$  - перша власна згинальна частота коливань моста під дією тимчасового навантаження, Гц

$n_T$  - перша власна крутна частота коливань моста під дією тимчасового навантаження, Гц

$v$  – найбільша номінальна швидкість, м/сек.

$(v/n_0)_{lim}$  наведено в додатку F

**ПРИМІТКА 1.** Чинний для шарнірно опертих прогонів з самими лише поздовжніми балками або для плит на жорстких опорах з незначним скосом.

**ПРИМІТКА 2.** Дані з табл. F1 і F2 і пов'язані з ними обмеження див. в додатку F.

**ПРИМІТКА 3.** Якщо експлуатаційні швидкості руху дорівнюють резонансній швидкості, потрібний

динамічний розрахунок – див.6.4.6.6 і додаток F.

**ПРИМІТКА 4.**  $\varphi'_{dyn}$  є динамічною ударною складовою для конструкцій, поданих в 4.6.5(3).

**ПРИМІТКА 5.** Чинний для мостів, для яких вимоги до опору і деформацій подано в EN 1990 A2.4.4 . Найбільші прискорення кузовів пасажирських вагонів (або відповідні обмеження прогинів), що мають відповідати найвищим вимогам до комфорту пасажирів подано в EN 1990 A2

**ПРИМІТКА 6** Для мостів з першою власною частотою, поданою на рис.6.10 і з найбільшою швидкістю руху не більше 200 км/год не потрібний динамічний розрахунок.

**ПРИМІТКА 7** Для мостів з першою власною частотою  $n_0$ , яка перевищує верхню границю (1) на рис.6.10. потрібний динамічний розрахунок. Див. також 6.4.6.1.1(7).

Верхня границя  $n_0$  визначається динамічним підсиленням, викликаним нерегулярностями рейкового шляху і відповідно виразом  $n_0 = 94,76L^{-0,748}$  (6.1)

Нижня границя  $n_0$  визначається критерієм динамічного удару і виразом  $n_0 = 80/L$  для  $4\text{ м} \leq L \leq 20\text{ м}$

$n_0 = 23,58L^{-0,592}$  для  $20\text{ м} < L \leq 100\text{ м}$  (6.2)

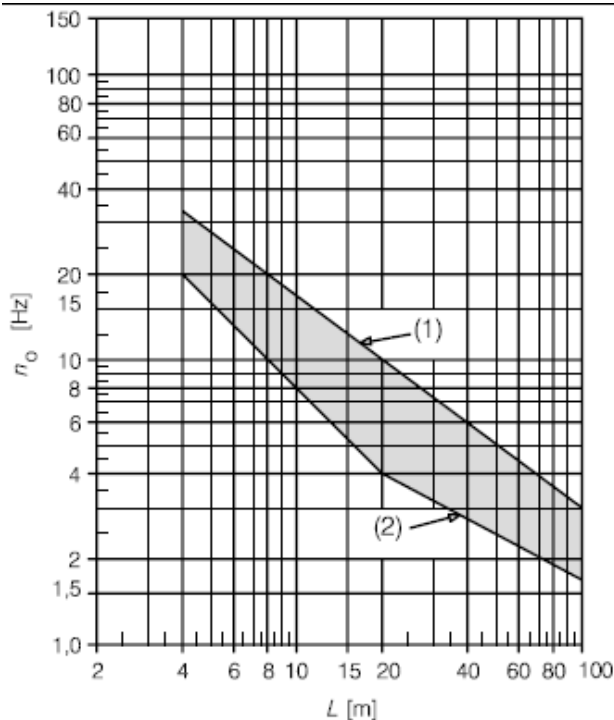
де:

$n_0$  - перша власна частота моста з врахуванням мас тимчасового навантаження,

$L$  – довжина прольоту вільно обпертої балки або  $L_{\Phi}$  - для інших типів мостів.

#### Позначення

- (1) Верхня границя власної частоти
- (2) Нижня границя власної частоти



**Рисунок 6.10** – Границі власної частоти  $n_0$ , Гц коливань моста в залежності від довжини  $L$ , м

**ПРИМІТКА 8** Для вільно обпертого моста при самому тільки згині власна частота може визначатися за формулою

$$n_0 = 17,75 / \sqrt{\delta_0}, \text{ Гц} \quad (6.3)$$

де:  $\delta_0$  прогин, мм середини прольоту від впливу тимчасового навантаження, який обчислюється з використанням короткотермінового модуля пружності бетону моста в залежності від періоду навантаження, відповідного власній частоті моста

**NOTE 8** For a simply supported bridge subjected to bending only, the natural frequency may be estimated using the formula :

$$n_0 = 17,75 / \sqrt{\delta_0} \quad (6.3)$$

where:  $\delta_0$  is the deflection at mid span due to permanent actions [mm] and is calculated, using a short term modulus for concrete bridges, in accordance with a loading period appropriate to the natural frequency of the bridge.

### 6.4.5 Динамічний фактор $\Phi(\Phi_2, \Phi_3)$

#### 6.4.5.1 Сфера застосування

(1) Динамічний фактор  $\Phi$  враховує динамічне збільшення напружень і коливань конструкції, проте не враховує явище резонансу.

(2) Якщо критерій, визначений у 6.4.4, не виконується, є ризик виникнення резонансу або збільшення коливань моста (з можливістю збільшення прискорень плити і руйнування баласту і т. ін і надмірного розвитку прогинів, напружень і т. ін). У таких випадках має проводитися динамічний розрахунок для визначення наслідків удару і резонансу.

**ПРИМІТКА** Квазістатичні методи, які виходять з статички і збільшують результати множенням на динамічний коефіцієнт  $\Phi$ , визначений в 6.4.5, не можуть передбачувати резонансні явища, що виникають при високошвидкісному русі. Тут для передбачення динамічних явищ і резонансу потрібні динамічні методи розрахунку, які враховують залежність навантаження від часу в рамках високошвидкісної розрахункової моделі (HSLM), тобто шляхом розв'язання рівнянь руху.

3) Конструкції, які несуть більше одного рейкового шляху, мають розглядатися без урахування динамічного коефіцієнта  $\Phi$

#### 6.4.5.2 Визначення динамічного коефіцієнта $\Phi$

(1) Динамічний коефіцієнт  $\Phi$ , який збільшує вплив навантаження в моделях 71, SW/0 і SW/0, має бути вибрано як  $\Phi_2$  або  $\Phi_3$ .

(2) У загальному випадку динамічний коефіцієнт приймають як  $\Phi_2$  або  $\Phi_3$  відповідно до якості експлуатації колій, а саме:

(а) Для дбайливо експлуатованих колій  

$$\Phi_2 = 1,44 / (\sqrt{L_\Phi} - 0,2) + 0,82$$
 при  $1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$

(б) При стандартному догляді  

$$\Phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_\Phi} - 0,2) + 0,73$$

При  $1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,0$ ,

де

$L_\Phi$ , м - розрахункова довжина (довжина, відповідна до  $\Phi$ ) визначається за табл.6.2

**ПРИМІТКА** Динамічні множники встановлювалися для вільно опертих балок. Довжина  $L_\Phi$  дозволяє ці множники

### 6.4.5 Dynamic factor $\Phi(\Phi_2, \Phi_3)$

#### 6.4.5.1 Field of application

(1) The dynamic factor  $\Phi$  takes account of the dynamic magnification of stresses and vibration effects in the structure but does not take account of resonance effects.

(2)P Where the criteria specified in 6.4.4 are not satisfied there is a risk that resonance or excessive vibration of the bridge may occur (with a possibility of excessive deck accelerations leading to ballast instability etc. and excessive deflections and stresses etc.). For such cases a dynamic analysis shall be carried out to calculate impact and resonance effects.

**NOTE** Quasi static methods which use static load effects multiplied by the dynamic factor  $\Phi$  defined in

6.4.5 are unable to predict resonance effects from high speed trains. Dynamic analysis techniques, which take into account the time dependant nature of the loading from the High Speed Load Model (HSLM) and

Real Trains (e.g. by solving equations of motion) are required for predicting dynamic effects at resonance.

(3) Structures carrying more than one track should be considered without any reduction of dynamic factor  $\Phi$ .

#### 6.4.5.2 Definition of the dynamic factor $\Phi$

(1)P The dynamic factor  $\Phi$  which enhances the static load effects under Load Models 71, SW/0 and SW/2 shall be taken as either  $\Phi_2$  or  $\Phi_3$ .

(2) Generally the dynamic factor  $\Phi$  is taken as either  $\Phi_2$  or  $\Phi_3$  according to the quality of track maintenance as follows:

(а) For carefully maintained track:

$$\Phi_2 = 1,44 / (\sqrt{L_\Phi} - 0,2) + 0,82$$
 with:  $1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$ ,

(б) For track with standard maintenance:

$$\Phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_\Phi} - 0,2) + 0,73$$
 with:  $1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,0$

where:

$L_\Phi$  "Determinant" length (length associated with  $\Phi$ ) defined in Table 6.2 [m].

**NOTE** The dynamic factors were established for simply supported girders. The length  $L_\Phi$  allows these factors to be used for other structural members with



використовувати також і для балок з іншими обпираннями

(3) Якщо динамічний коефіцієнт не визначено, має застосовуватися  $\Phi_3$ .

**ПРИМІТКА.** Використовуваний динамічний множник може визначатися національним додатком або в кожному індивідуальному проекті.

(4) Динамічний множник  $\Phi$  не

використовується, якщо:

- маємо навантаження від звичайного потягу,

- навантаження відповідає Fatigue Trains (додаток D),

- використовується модель навантаження HSLM (6.4.6.1.1(2)),

- використовується модель «порожній потяг»(6.3.4).

#### **6.4.5.3 Розрахункова довжина $L_\Phi$**

(1) Використовувану розрахункову довжина  $L_\Phi$  представлено в табл.6.2 нижче.

**ПРИМІТКА.** Інші величини  $L_\Phi$  можуть визначатися в національному додатку. Величини, подані в табл.6.2, рекомендовано.

(2) Якщо величину  $L_\Phi$  не визначено в табл. 6.2, розрахункова довжина має визначатися як довжина лінії впливу прогинів розглядуваного елемента або

мають бути визначені інші величини

**ПРИМІТКА.** Інші величини можуть визначатися в індивідуальному проекті.

(3) Якщо остаточне напруження в конструктивному елементі залежить від декількох впливів, кожен з яких пов'язано з окремими видами напруженого стану, кожен вплив має враховуватися з відповідною розрахунковою довжиною.

different support conditions.

(3)P If no dynamic factor is specified  $\Phi_3$  shall be used.

**NOTE** The dynamic factor to be used may be specified in the National Annex or for the individual project.

(4)P The dynamic factor  $\Phi$  shall not be used with:

– the loading due to Real Trains,

– the loading due to Fatigue Trains (annex D),

– Load Model HSLM (6.4.6.1.1(2)),

– the load model “unloaded train” (6.3.4).

.

#### **6.4.5.3 Determinant length $L_\Phi$**

(1) The determinant lengths  $L_\Phi$  to be used are given in the Table 6.2 below

**NOTE** Alternative values of  $L_\Phi$  may be specified in the National Annex. The values given in Table 6.2 are recommended.

(2) Where no value of  $L_\Phi$  is specified in Table 6.2 the determinant length should be taken as the length of the influence line for deflection of the element being considered or alternative values should be specified.

**NOTE** The individual project may specify alternative values.

(3) If the resultant stress in a structural member depends on several effects, each of which relates to a separate structural behaviour, then each effect should be calculated using the appropriate determinant length.

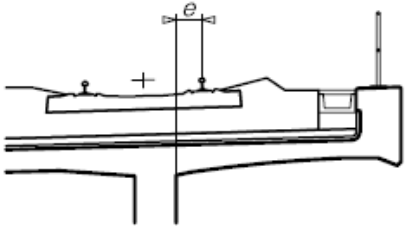
**Table 6.2 - Determinant lengths  $L_{\Phi}$**

Case	Structural element	Determinant length $L_{\Phi}$
<b>Steel deck plate:</b> closed deck with ballast bed (orthotropic deck plate) (for local and transverse stresses)		
1.1	Deck with cross girders and continuous longitudinal ribs: Deck plate (for both directions)	3 times cross girder spacing
1.2	Continuous longitudinal ribs (including small cantilevers up to 0,50 m) <sup>a</sup>	3 times cross girder spacing
1.3	Cross girders	Twice the length of the cross girder
1.4	End cross girders	3,6m <sup>b</sup>
2.1	Deck with cross girders and continuous longitudinal ribs Deck plate (for both directions) both directions)	Twice cross girder spacing + 3 m
2.2	Cross girders	Twice cross girder spacing + 3 m
2.3	End cross girders	3,6m <sup>b</sup>
<b>Steel grillage:</b> open deck without ballast bed <sup>b</sup> (for local and transverse stresses)		
3.1	Rail bearers: - as an element of a continuous grillage	3 times cross girder spacing
3.2	- simply supported Cantilever of rail bearer <sup>a</sup>	Cross girder spacing + 3 m 3,6m
3.3	Cross girders (as part of cross girder/ continuous rail bearer grillage)	Twice the length of the cross girder
3.4	End cross girders	3,6m <sup>b</sup>
<sup>a</sup> In general all cantilevers greater than 0,50 m supporting rail traffic actions need a special study in accordance with 6.4.6 and with the loading agreed with the relevant authority specified in the National Annex. <sup>b</sup> It is recommended to apply $\Phi_3$		

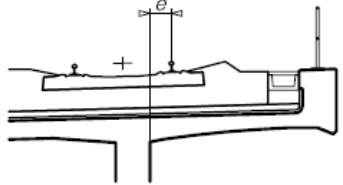
Таблиця 6.2 – Розрахункова довжина  $L_{\Phi}$ 

№№	Конструктивний елемент	Розрахункова довжина $L_{\Phi}$
<b>Стальна плита:</b> закрита плита з баластом (ортотропна плита) (для місцевих і поперечних напружень)		
1.1	Настил з поперечними балками і з нерозрізними поздовжніми ребрами: Плита настилу (для обох напрямків)	Втричі більша від кроку поперечних балок
1.2	Нерозрізні поздовжні ребра(включно з консолями до 0,50 м) <sup>a</sup>	Втричі більша від кроку поперечних балок
1.3	Cross girders	Вдвічі більша від довжини поперечних балок
1.4	Кінцеві поперечні балки	3,6 м <sup>b</sup>
2.1	Плита настилу тільки з поперечними балками Плита настилу (для обох напрямків)	Подвійний крок поперечних балок + 3 м
2.2	Поперечні балки	Подвійний крок поперечних балок + 3 м
2.3	Кінцеві поперечні балки	3,6 м <sup>b</sup>
<b>Сталева решітка:</b> відкритий настил без баласту <sup>b</sup> (для місцевих і поперечних напружень)		
3.1	Рейкові підкладки: - як елементи нерозрізної решітки  - вільно обперті	Втричі більша від відстані між поперечними балками Відстань між поперечними балками + 3 м
3.2	Консолі рейкових опор <sup>a</sup>	3,6 м
3.3	Поперечні балки (частини поперечних балок/ нерозрізні рейкові опорні решітки)	Подвійна довжина поперечної балки
3.4	Кінцеві поперечні балки	3,6 м <sup>b</sup>
<sup>a</sup> У загальному випадку всі консолі, більші від 0,50 м, які несуть навантаження від рейкових шляхів, потребують спеціального дослідження відповідно до 6.4.6 і при навантаженні, узгодженому з відповідними фахівцями, визначеними в Національному додатку. <sup>b</sup> Рекомендовано приймати $\Phi_3$		

**Table 6.2 (continued)**

Case	Structural element	Determinant length $L_{\Phi}$
<b>Concrete deck slab with ballast bed (for local and transverse stresses)</b>		
4.1	Deck slab as part of box girder or upper flange of main beam - spanning transversely to the main girders - spanning in the longitudinal direction - cross girders  - transverse cantilevers supporting railway loading	3 times span of deck plate  3 times span of deck plate  Twice the length of the cross girder   - $e \leq 0,5$ m: 3 times the distance between the webs - $e > 0,5$ m: <sup>a</sup> <b>Figure 6.11 - Transverse cantilever supporting railway loading</b> Twice the cross girder spacing
4.2	Deck slab continuous (in main girder direction) over cross girders	
4.3	Deck slab for half through and trough bridges: - spanning perpendicular to the main girders - spanning in the longitudinal direction	Twice span of deck slab + 3m  Twice span of deck slab  Twice the determinant length in the longitudinal direction
4.4	Deck slabs spanning transversely between longitudinal steel beams in filler beam decks	- $e \leq 0,5$ m: 3,6m <sup>b</sup> - $e > 0,5$ m: <sup>a</sup>
4.5	Longitudinal cantilevers of deck slab	3,6m <sup>b</sup>
4.6	End cross girders or trimmer beams	
<sup>a</sup> In general all cantilevers greater than 0,50 m supporting rail traffic actions need a special study in accordance with 6.4.6 and with the loading agreed with the relevant authority specified in the National Annex. <sup>b</sup> It is recommended to apply $\Phi_3$ NOTE For Cases 1.1 to 4.6 inclusive $L_{\Phi}$ is subject to a maximum of the determinant length of the main girders.		

Таблиця 6.2 (продовження)

№№	Конструктивний елемент	Розрахункова довжина $L_{\Phi}$
<b>Залізобетонна плита з баластом (для місцевих і поперечних напружень)</b>		
4.1	Плита настилу як частина коробчастої балки або верхній пояс головної балки - прольот в напрямку, перпендикулярному до головної балки - прольот у поздовжньому напрямку  - поперечні балки  - поперечні консолі, які сприймають навантаження від залізничного руху	Потроєний прольот плити настилу Потрійний прольот плити настилу Подвійна довжина поперечної балки    - $e \leq 0,5$ м: 3 відстані між болтами кріплення - $e > 0,5$ м: <sup>a</sup> <b>Рисунок 6.11 – Поперечна консоль, що сприймає навантаження від залізничного руху</b>
4.2	Нерозрізна плита настилу ( в напрямку головної балки) над поперечними балками	Подвійний прольот поперечної балки
4.3	Плита настилу для напівнаскрізних і лоткових мостів: - прольот в напрямку, перпендикулярному до головних балок - прольот у поздовжньому напрямку	Подвійний прольот плити + 3 м
4.4	Перпендикулярний прольот плити настилу між поздовжніми сталевими балками на підкладках  Поздовжні консолі плити настилу Кінцеві поперечні балки або підбалки	Подвійний прольот плити  Подвійна розрахункова довжина в поздовжньому напрямку
4.5		
4.6		- $e \leq 0,5$ м: 3,6м <sup>b</sup> - $e > 0,5$ м: <sup>a</sup> 3,6м <sup>b</sup>
<sup>a</sup> У загальному випадку всі консолі, довші від 0,50 м, які сприймають навантаження від залізничного руху, потребують окремого дослідження у відповідності з 6.4.6 і з навантаженням, узгодженим з фахівцями, визначеними в Національному додатку <sup>b</sup> Рекомендовано застосовувати $\Phi_3$		
<b>ПРИМІТКА</b> Для випадків від 1.1 до 4.6 включно $L_{\Phi}$ вибирається як найбільша з головних балок.		

**Table 6.2 (continued)**

Case	Structural element	Determinant length $L_{\phi}$
<b>Main girders</b>		
5.1	Simply supported girders and slabs (including steel beams embedded in concrete)	Span in main girder direction
5.2	Girders and slabs continuous over $n$ spans with $L_m = 1/n (L_1 + L_2 + \dots + L_n)$ (6.6)	$L_{\phi} = k L_m$ , (6.7) but not less than $\max L_i (i = 1, \dots, n)$ $n = 2 \quad 3 \quad 4 \quad \geq 5$ $k = 1, 2 \quad 1, 3, 1, 4 \quad 1, 5$
5.3	Portal frames and closed frames or boxes: - single-span  - multi-span	Consider as three-span continuous beam (use 5.2, with vertical and horizontal lengths of members of the frame or box)  Consider as multi-span continuous beam (use 5.2, with lengths of end vertical members and horizontal members)
5.4	Single arch, archrib, stiffened girders of bowstrings	Half span
5.5	Series of arches with solid spandrels retaining fill	Twice the clear opening
5.6	Suspension bars (in conjunction with stiffening girders)	4 times the longitudinal spacing of the suspension bars .
<b>Structural supports</b>		
6	Columns, trestles, bearings, uplift bearings, tension anchors and for the calculation of contact pressures under bearings	Determinant length of the supported members

Таблиця 6.2 (продовження)

№№	Конструктивний елемент	Розрахункова довжина $L_{\Phi}$
<b>Головні балки</b>		
5.1	Вільно обперті балки і плити ( в тому числі сталеві оббетоновані балки )	Прольот в напрямку головної балки
5.2	Нерозрізні балки і плити, що мають $n$ прольотів з	$L_{\Phi} = k L_m$ , (6.7) не менше ніж $\max L_i (i = 1, \dots, n)$ $n = 2 \quad 3 \quad 4 \geq 5$ $k = 1,2 \quad 1,3 \quad 1,4 \quad 1,5$
5.3	Портальні, замкнуті або пластинчасті рами: - однопрольотні  $L_m = 1/n (L_1 + L_2 + \dots + L_n)$ (6.6)  - багатопрольотні	Розглядається як трьох прольотна нерозрізна балка (див. 5.2, з вертикальною і горизонтальною довжиною елементів рами або пластини)  Розглядається багатопрольотна нерозрізна балка (див. 5.2, з довжиною кінцевих вертикальних і горизонтальних елементів)
5.4	Окрема арка, склепіння, підкріплені затяжки арок	Напівпрольот
5.5	Арки з надарковою будовою з заповненням	Подвійна величина отвору
5.6	Підвісні системи (в поєднанні з Балками жорсткості)	Чотириразовий поздовжній прольот підвісних балок
<b>Опори</b>		
6	Колони, опорні стійки, опорні частини, домкрати, натяжні пристрої, також при розрахунках контактних напружень під опорними частинами	Розрахункова довжина підтримуваного елемента

**6.4.5.4 Зменшені динамічні впливи**

(1) Якщо аркові або залізобетонні мости всіх типів з висотою проїзної частини понад 1,00 м, величини  $\Phi_2$  і  $\Phi_3$  можуть зменшуватися:

$$\text{red } \Phi_{2,3} = \Phi_{2,3} - \frac{h - 1,00}{10} \geq 1,0$$

де:

$h$  – висота покриття з врахуванням баласту – від верху плити до верху шпали ( для аркових мостів – від вершини зовнішньої поверхні арки), м.

(2) Впливи залізничного руху на колони з

**6.4.5.4 Reduced dynamic effects**

(1) In the case of arch bridges and concrete bridges of all types with a cover of more than 1,00 m,  $\Phi_2$  and  $\Phi_3$  may be reduced as follows:

$$\text{red } \Phi_{2,3} = \Phi_{2,3} - \frac{h - 1,00}{10} \geq 1,0$$

where:

$h$  is the height of cover including the ballast from the top of the deck to the top of the sleeper, (for arch bridges, from the crown of the extrados) [m].

(2) The effects of rail traffic actions on

гнучкістю ( довжина випинання / радіус інерції) $<30$ , на основі, фундаменти, підпірні стінки і тиск ґрунту мають обчислюватися з врахуванням динамічних явищ.

**6.4.6 Вимоги до динамічних розрахунків**

**6.4.6.1 Навантаження і сполучення навантажень**

**6.4.6.1.1 Навантаження**

(1) П Динамічний розрахунок має забезпечувати сприйняття навантажень від різних видів рухомого складу залізниць. Вибір типу слід робити з урахуванням всіх допустимих або можливих залізничних швидкісних потягів , які дозволено мати в обігу, при швидкості руху понад 200 км/год.

**ПРИМІТКА 1.** Індивідуальний проект може визначати осьові навантаження і відстані між осями для кожної конфігурації рухомого складу.

**ПРИМІТКА 2.** Див. також 6.4.6.1.1.(7)де визначено умови, які потрібні для динамічного розрахунку на швидкісних магістралях при швидкості до 200 км/год.

(2)Динамічний розрахунок також має забезпечувати сприйняття навантажень моделі HSLM на мостах, запроєктованих для міжнародних магістралей, із застосуванням критерію для європейських швидкісних магістралей.

**ПРИМІТКА** Умови застосування моделі навантаження HSLM можуть визначатися індивідуальним проектом

(3) Модель навантаження HSLM включає два окремі універсальні потяги з різними довжинами вагонів, а саме HSLM-A і HSLM-B.

**ПРИМІТКА** Моделі HSLM-A і HSLM-B разом представляють динамічні впливи від звичайних, об'єднаних і регулярних швидкісних пасажирських потягів відповідно до вимог Європейських технічних норм, які подано в Е.1

(4) HSLM-A визначено на рис.6.12 і табл. 6.3

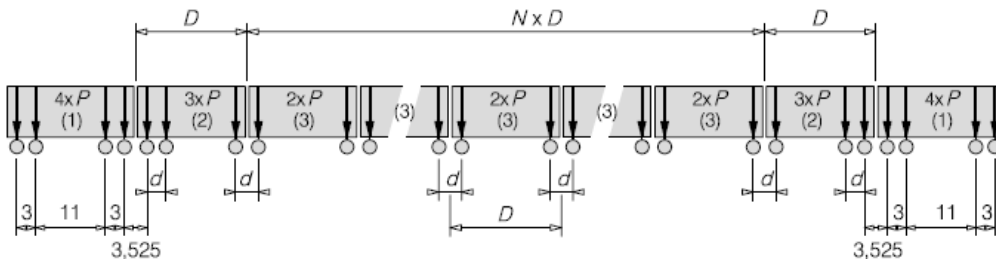


Рис.6.12 – Модель HSLM-A

Figure 6.12 - HSLM-A

columns with a slenderness (buckling length/radius of gyration)  $< 30$ , abutments, foundations, retaining walls and ground pressures may be calculated without taking into account dynamic effects.

**6.4.6 Requirements for a dynamic analysis**

**6.4.6.1 Loading and load combinations**

**6.4.6.1.1 Loading**

(1)P The dynamic analysis shall be undertaken using characteristic values of the loading from the Real Trains specified. The selection of Real Trains shall take into account each permitted or envisaged train formation for every type of high speed train permitted or envisaged to use the structure at speeds over 200km/h.

**NOTE 1** The individual project may specify the characteristic axle loads and spacings for each configuration of each required Real Train.

**NOTE 2** Also see 6.4.6.1.1(7) for loading where a dynamic analysis is required for a Maximum Line Speed at the Site less than 200km/h.

(2)P The dynamic analysis shall also be undertaken using Load Model HSLM on bridges designed for international lines where European high speed interoperability criteria are applicable.

**NOTE** The individual project may specify when Load Model HSLM is to be used.

(3) Load Model HSLM comprises of two separate Universal Trains with variable coach lengths, HSLM-A and HSLM-B.

**NOTE** HSLM-A and HSLM-B together represent the dynamic load effects of articulated, conventional and regular high speed passenger trains in accordance with the requirements for the European Technical Specification for Interoperability given in E.1.

(4) HSLM-A is defined in Figure 6.12 and Table 6.3:

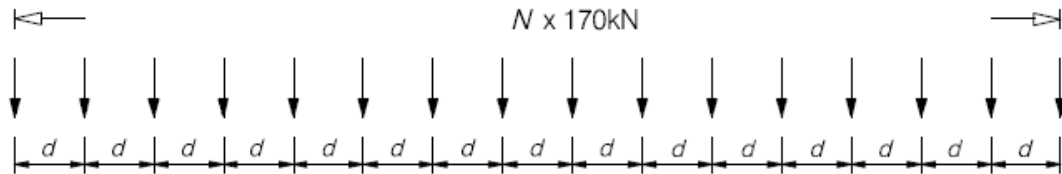


**Позначення** на рис.6.12

- (1) Головний тепловоз (що тягне або штовхає)
- (2) Кінцевий тепловоз (тяговий і кінцевий тепловози – ідентичні)
- (3) Проміжні вагони, платформи
- (5) модель HSLM-B складається з кількості зосереджених сил  $N$  по 170 кН на однакових відстанях  $d$  [м], де  $N$  і  $d$  визначено на рис.6.13 і 6.14

**Key**

- (1) Power car (leading and trailing power cars identical)
- (2) End coach (leading and trailing end coaches identical)
- (3) Intermediate coach
- (5) HSLM-B comprises of  $N$  number point forces of 170 kN at uniform spacing  $d$  [m] where  $N$  and  $d$  are defined in Figures 6.13 and 6.14



**Рисунок 6.13 – Модель HSLM-B**

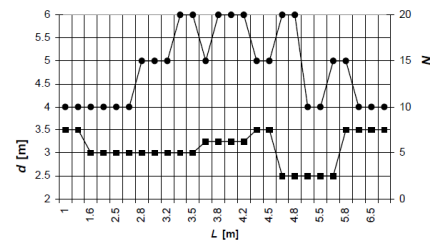
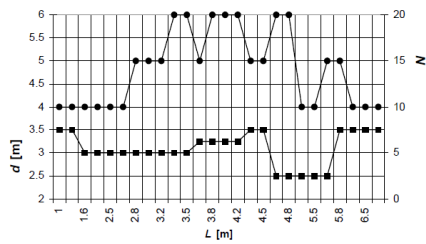
**Figure 6.13 - HSLM-B**

**Table 6.3 - HSLM-A**

Universal Train	Number of intermediate coaches $N$	Coach length $D$ [m]	Bogie axle spacing $d$ [m]	Point force $P$ [kN]
A1	18	18	2,0	170
A2	17	19	3,5	200
A3	16	20	2,0	180
A4	15	21	3,0	190
A5	14	22	2,0	170
A6	13	23	2,0	180
A7	13	24	2,0	190
A8	12	25	2,5	190
A9	11	26	2,0	210
A10	11	27	2,0	210

**Табл.6.3 – Модель HSLM-A**

Універсальний потяг	Кількість проміжних вагонів $N$	Довжина вагона $D$ [м]	Відстань між осями візка $d$ [м]	Зосереджена сила $P$ [кН]
A1	18	18	2,0	170
A2	17	19	3,5	200
A3	16	20	2,0	180
A4	15	21	3,0	190
A5	14	22	2,0	170
A6	13	23	2,0	180
A7	13	24	2,0	190
A8	12	25	2,5	190
A9	11	26	2,0	210
A10	11	27	2,0	210



**Рисунок 6.14 - Модель HSLM-B**  
де  $L$ - довжина прольоту, м

**Figure 6.14 - HSLM-B**  
where  $L$  is the span length [m].

(6) HSLM-A або HSLM-B має бути вибрано відповідно до вимог табл.6.4

(6) Either HSLM-A or HSLM-B should be applied in accordance with the requirements of Table 6.4:

**Table 6.4 - Application of HSLM-A and HSLM-B**

Structural configuration	Span	
	$L < 7m$	$L \geq 7m$
Simply supported span	HSLM-B <sup>b</sup>	HSLM-A <sup>c</sup>
Continuous structure or Complex structure	HSLM-A Trains A1 to A10 inclusive	HSLM-A Trains A1 to A10 inclusive <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Valid for bridges with only longitudinal line beam or simple plate behavior with negligible skew effects on rigid supports.  
<sup>b</sup> For simply supported spans with a span of up to 7 m a single critical Universal Train from HSLM-B may be used for the analysis in accordance with 6.4.6.1.1(5).  
<sup>c</sup> For simply supported spans with a span of 7 m or greater a single critical Universal Train from HSLM-A may be used for the dynamic analysis in accordance with annex E (Alternatively Universal trains A1 to A10 inclusive may be used).  
<sup>d</sup> All Trains A1 to A10 inclusive should be used in the design.  
<sup>e</sup> Any structure that does not comply with Note a above. For example a skew structure, bridge with significant torsional behavior, half through structure with significant floor and main girder vibration modes etc. In addition, for complex structures with significant floor vibration modes (e.g. half through or through bridges with shallow floors) HSLM-B should also be applied.  
 NOTE The National Annex or the individual project may specify additional requirements relating to the application of HSLM-A and HSLM-B to continuous and complex structures.

**Таблиця 6.4 – Застосування моделей HSLM-A і HSLM-B**

Розрахункова схема	Прольот	
	$L < 7m$	$L \geq 7m$
Вільно обперта балка <sup>a</sup>	HSLM-B <sup>b</sup>	HSLM-A <sup>c</sup>
Нерозрізна балка <sup>a</sup> або комплексна система <sup>e</sup>	HSLM-A Потяги від А1 до А10 включно <sup>d</sup>	HSLM-A Потяги від А1 до А10 включно <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Чинний для мостів тільки з поздовжніми балками або вільно обпертими плитами з невеликим скосом, яким можна знехтувати, або на жорстких опорах.  
<sup>b</sup> Для вільно обпертих балок з довжиною прольоту до 7 м для розрахунків відповідно до 6.4.6.1.1(5) може використовуватися один універсальний потяг з HSLM-B  
<sup>c</sup> Для вільно обпертих балок з прольотом 7 м або більше для динамічного розрахунку у відповідності з додатком Е може використовуватися один універсальний потяг з HSLM (або можуть застосовуватися універсальні потяги від А1 до А10 включно).  
<sup>d</sup> Для проектування повинні використовуватися всі потяги від А1 до А10 включно  
<sup>e</sup> Всі конструкції, для яких не дотримано перераховані вище умови, наприклад косі конструкції, мости із значними крутними зусиллями, напівнаскрізні конструкції з потужним настилом і при відповідних формах коливань головних балок і т. ін.. Крім того, HSLM-B має також застосовуватися для складних конструкцій із значними коливаннями настилу  $m$  (тобто для наскрізних або напівнаскрізних мостів з похилим настилом).  
**ПРИМІТКА** Додаткові вимоги до застосування HSLM-A або HSLM-B для нерозрізних або комплексних конструкцій можуть визначатися у національному додатку або в індивідуальному проекті.

**Table 6.5 - Summary of additional load cases depending upon number of tracks on bridge**

Number of tracks on a bridge	Loaded track	Loading for dynamic analysis
1	one	Each Real Train and Load Model HSLM (if required) travelling in the permitted direction(s) of travel
2 (Trains normally travelling in opposite directions) a	either track	Each Real Train and Load Model HSLM (if required) travelling in the permitted direction(s) of travel.
	other track	None
aFor bridges carrying 2 tracks with trains normally travelling in the same directions or carrying 3 or more tracks with a Maximum Line Speed at the Site exceeding 200km/h the loading should be agreed with the relevant authority specified in the National Annex.		

**Таблиця 6.5 – Звід випадків додаткового навантаження, яке залежить від кількості колій на мосту**

Кількість колій на мосту	Навантажена колія	Навантаження для динамічного розрахунку
1	одна	Кожен стандартний потяг і модель навантаження HSLM (якщо необхідно), що прямує в заданому напрямку(ках)
2 (Потяг, що нормально прямує в протилежному напрямку) a	Одна з колій	Кожен стандартний потяг і модель навантаження HSLM (за необхідності), що прямує в заданому напрямку(ках)
	інша колія	Немає
aНа мостах з двома коліями, якщо можливий рух обох стандартних потягів в одному напрямку, або якщо є 3 і більше колій і швидкість руху перевищує 200 км/год, навантаження має узгоджуватися з кваліфікованими фахівцями, визначеними в національному додатку		

(4) Якщо зусилля, отримані з динамічного розрахунку, перевищують такі ж напруження на підставі моделі навантаження 71 (і моделі SW/0 для нерозрізних балок) у відповідності з 6.4.6.5(3), ефекти, отримані з динамічного розрахунку мають поєднуватися з:

- впливами від горизонтальних сил на потяг, які враховуються при динамічному розрахунку,
- впливами від вертикальних і горизонтальних навантажень на інший потяг(и) у відповідності з 6.8.1.і табл. 6.11

(5) П Якщо зусилля, отримані з динамічного розрахунку, перевищують зусилля від моделі навантаження 71 (і моделі SW/0 для нерозрізних балок) відповідно до 6.4.6.5(3) динамічні зусилля і впливи (згинальні моменти, поперечні сили, деформації та ін.), визначені з динамічного розрахунку, мають бути збільшені шляхом урахування частинних факторів, наведених в A2 з EN 1990.

(4) Where the load effects from a dynamic analysis exceed the effects from Load Model 71 (and Load Model SW/0 for continuous structures) in accordance with 6.4.6.5(3) on a track the load effects from a dynamic analysis should be combined with:

- the load effects from horizontal forces on the track subject to the loading in the dynamic analysis,
- the load effects from vertical and horizontal loading on the other track(s), in accordance with the requirements of 6.8.1 and Table 6.11.

(5)P Where the load effects from a dynamic analysis exceed the effects from Load Model 71 (and Load Model SW/0 for continuous structures) in accordance with 6.4.6.5(3) the dynamic rail loading effects (bending moments, shears, deformations etc.excluding acceleration) determined from the dynamic analysis shall be enhanced by the partial factors given in A2 of EN 1990.

(6) Частинні фактори не враховуються як навантаження, представлені в 6.4.6.1.1 при визначенні прискорення настилу моста. Обчислювана величина прискорення має безпосередньо порівнюватися з проектною величиною з 6.4.6.5.

(7) Для врахування втомленості міст має проектуватися з додаванням втомленості від резонансу від навантаження відповідно до 6.4.6.1.1. для кожної колії. Див. 6.4.6.6

#### **6.4.6.2 Розглядувані швидкості**

(1) Для кожного стандартного потягу і моделі навантаження HSLM має розглядатися послідовний ряд швидкостей до максимальної проектною швидкості. Максимальна проектна швидкість у загальному випадку має на 20% перевищувати найбільшу реальну швидкість.

**ПРИМІТКА 1** Максимальна швидкість може визначатися в індивідуальному проекті

**ПРИМІТКА 2** Якщо в індивідуальному проекті визначається зменшена швидкість, то для перевірки спеціальних потягів може використовуватися найбільша допустима для цього потягу швидкість, збільшена на 20%.

**ПРИМІТКА 3** Рекомендується, щоб індивідуальний проект визначав збільшену швидкість або враховувати можливу модифікацію рухомого складу і інфраструктури в майбутньому.

**ПРИМІТКА 4** Конструкції можуть виявляти пікові відклики, пов'язані з явищем резонансу. Якщо існує можливість перевищення потягом найбільшої допустимої швидкості, реальної або ймовірної швидкості, рекомендується, треба, щоб в динамічному розрахунку індивідуальний проект передбачав збільшення проектною швидкості.

**ПРИМІТКА 5** Рекомендується визначати в індивідуальному проекті додаткові вимоги для перевірки конструкцій, якщо існує вимога до придатності ділянки шляху для проведення оціночних випробувань стандартним потягом. Найбільша проектна швидкість, використовується для стандартного потягу, має бути принаймні на 20% більшою від найбільшої випробувальної швидкості. Для підтвердження безпечності (найбільші прискорення настилу, найбільші внутрішні зусилля і т. ін.) конструкцій при швидкостях, які сягають 200 км/год. належить виконувати розрахунки. Критерії втомленості і комфорту пасажирів не виконується при швидкості, що перевищує на 20% випробувальну швидкість потягу.

(2) Обчислення виконуються для низки

(6) Partial factors shall not be applied to the loading given in 6.4.6.1.1 when determining bridge deck accelerations. The calculated values of acceleration shall be directly compared with the design values in 6.4.6.5.

(7) For fatigue, a bridge should be designed for the additional fatigue effects at resonance from the loading in accordance with 6.4.6.1.1 on any one track. See 6.4.6.6.

#### **6.4.6.2 Speeds to be considered**

(1) For each Real Train and Load Model HSLM a series of speeds up to the Maximum Design Speed shall be considered. The Maximum Design Speed shall be generally 1,2 Maximum Line Speed at the site.

The Maximum Line Speed at the site shall be specified.

**NOTE 1** The individual project may specify the Maximum Line Speed at the site.

**NOTE 2** Where specified for the individual project a reduced speed may be used for checking individual Real Trains for 1,2 x their associated Maximum Permitted Vehicle Speed.

**NOTE 3** It is recommended that the individual project specify an increased Maximum Line Speed at the Site to take into account potential modifications to the infrastructure and future rolling stock.

**NOTE 4** Structures can exhibit a highly peaked response due to resonance effects. Where there is a likelihood of train overspeeding and exceeding either the Maximum Permitted Vehicle Speed or the current or envisaged Maximum Line Speed at the Site it is recommended that the individual project specify an additional factor for increasing the Maximum Design Speed to be used in the dynamic analysis.

**NOTE 5** It is recommended that the individual project specify additional requirements for checking structures where there is a requirement for a section of line to be suitable for commissioning tests of a Real Train. The Maximum Design Speed used for the Real Train should be at least 1,2 x Maximum Train

Commissioning Speed. Calculations are required to demonstrate that safety considerations (maximum deck accelerations, maximum load effects, etc. ) are satisfactory for structures at speeds in excess of 200 km/h. Fatigue and passenger comfort criteria need not be checked at 1,2 x Maximum Train Commissioning Speeds.

(2) Calculations should be made for a series

швидкостей від 40 км/год до найбільшої проектної швидкості, визначеної в 6.4.6.2(1). Перевірки виконуються в околі резонансних швидкостей, для цього їм надаються невеликі приращення в обидва боки.

Для вільно обпертих прольотних будов, які можуть бути представлені розрахунковою моделлю у вигляді однопрольотної балки, резонансна швидкість може оцінюватися за рівнянням

$$v_i = n_0 \lambda_i \tag{6.9}$$

і  $40 \text{ м/сек} \leq v_i \leq$  найбільша проектна швидкість (6.10)

де:

$v_i$  - резонансна швидкість, м/сек.,

$n_0$  - перша власна частота коливань ненавантаженої конструкції,

$\lambda_i$  - головна довжина хвилі, що відповідає частоті збудження, вона обчислюється за формулою

$$\lambda_i = d / i \tag{6.11}$$

$d$  - однакові відстані між групами осей,  $i = 1, 2, 3$  або  $4$ .

### 6.4.6.3 Параметри мостів

#### 6.4.6.3.1 Конструктивне демпфування

(1) Піковий резонанс конструкції при швидкості руху, що відповідає резонансному навантаженню, суттєво залежить від демпфування.

(2) П Для оцінки демпфування має використовуватися тільки нижня границя.

(3) У динамічному розрахунку мають використовуватися такі величини демпфування:

of speeds from 40m/s up to the Maximum Design Speed defined by 6.4.6.2(1). Smaller speed steps should be made in the vicinity of Resonant Speeds.

For simply supported bridges that may be modelled as a line beam the Resonant Speeds may be estimated using Equation 6.9.

$$v_i = n_0 \lambda_i \tag{6.9}$$

and  $40 \text{ m/s} \leq v_i \leq$  Maximum Design Speed, (6.10)

where:

$v_i$  is the Resonant Speed [m/sec]

$n_0$  is the first natural frequency of the unloaded structure,

$\lambda_i$  is the principal wavelength of frequency of excitation and may be estimated by:

$$\lambda_i = d / i \tag{6.11}$$

$d$  is the regular spacing of groups of axles  $i = 1, 2, 3$  or  $4$ .

### 6.4.6.3 Bridge parameters

#### 6.4.6.3.1 Structural damping

(1) The peak response of a structure at traffic speeds corresponding to resonant loading is highly dependent upon damping.

(2)P Only lower bound estimates of damping shall be used.

(3) The following values of damping should be used in the dynamic analysis:

**Table 6.6 - Values of damping to be assumed for design purposes**

Bridge Type	$\zeta$ Lower limit of percentage of critical damping [%]	
	Span $L < 20\text{m}$	Span $L \geq 20\text{m}$
Steel and composite	$\zeta = 0,5 + 0,125 (20 - L)$	$\zeta = 0,5$
Prestressed concrete	$\zeta = 1,0 + 0,07 (20 - L)$	$\zeta = 1,0$
Filler beam and reinforced concrete	$\zeta = 1,5 + 0,07 (20 - L)$	$\zeta = 1,5$

**Таблиця 6.6 – Величини демпфування, які слід враховувати в проектуванні**

Тип моста	ζ Нижня границя критичного демпфування [%]	
	Прольот $L < 20$ м	Прольот $L \geq 20$ м
Сталь і композити	$\zeta = 0,5 + 0,125 (20 - L)$	$\zeta = 0,5$
Попередньо напружений залізобетон	$\zeta = 1,0 + 0,07 (20 - L)$	$\zeta = 1,0$
Filler? балка и залізобетон	$\zeta = 1,5 + 0,07 (20 - L)$	$\zeta = 1,5$

**ПРИМІТКА** Інші безпечні величини нижньої границі мають погоджуватися з авторитетними фахівцями, визначеними Національним додатком.

#### 6.4.6.3.2 Маса моста

(1) Найбільші динамічні внутрішні зусилля виникають за наявності резонансного піку, якщо збігаються частота збудження від навантаження та власна частота конструкції, при цьому будь – яка недооцінка маси призводить до збільшення оцінки власної частоти і завищення швидкості, при якій виникає резонанс.

При резонансі найбільше прискорення конструкції обернено пропорційне до маси конструкції.

(2) П Мають розглядатися два особливі випадки визначення маси конструкції разом з баластом і рейками:

- нижня оцінка маси для визначення найбільшого прискорення настилу - з використанням найменшої можливої густини і найменшої товщини чистого баласту,
- верхня границя оцінки для визначення найменших швидкостей, які призводять до резонансу – з використанням насиченої густини брудного баласту і з врахуванням можливості подальшого збільшення його товщини.

**ПРИМІТКА** Найменша густина баласту має прийматися  $1700 \text{ кг/м}^3$ . Інші величини можуть визначатися для індивідуального проекту.

(3) За відсутності результатів спеціальних випробувань густина матеріалів має прийматися за EN 1991-1-1.

**NOTE** Alternative safe lower bound values may be used subject to the agreement of the relevant authority specified in the National Annex.

#### 6.4.6.3.2 Mass of the bridge

(1) Maximum dynamic load effects are likely to occur at resonant peaks when a multiple of the frequency of loading and a natural frequency of the structure coincide and any underestimation of mass will overestimate the natural frequency of the structure and overestimate the traffic speeds at which resonance occurs.

At resonance the maximum acceleration of a structure is inversely proportional to the mass of the structure.

(2) P Two specific cases for the mass of the structure including ballast and track shall be considered:

- a lower bound estimate of mass to predict maximum deck accelerations using the minimum likely dry clean density and minimum thickness of ballast,
- an upper bound estimate of mass to predict the lowest speeds at which resonant effects are likely to occur using the maximum saturated density of dirty ballast with allowance for future track lifts.

**NOTE** The minimum density of ballast may be taken as  $1700 \text{ kg/m}^3$ . Alternative values may be specified for the individual project.

(3) In the absence of specific test data the values for the density of materials should be taken from EN 1991-1-1.

**NOTE** Owing to the large number of parameters which can affect the density of concrete it is not possible to predict enhanced density values with

**ПРИМІТКА** Зважаючи на велику кількість параметрів, які можуть впливати на густину бетону неможливо передбачати величину збільшеної густини з достатньою точністю для визначення динамічної реакції моста. Альтернативні величини густини можуть використовуватися, якщо результати підтверджено аналізами сумішей і результатами випробувань зразків, відібраних відповідно до EN 1990, EN 1992 і ISO 6784, і узгодженими з кваліфікованими фахівцями, визначеними в національному додатку.

#### 6.4.6.3.3 Жорсткість моста

(1) Найбільші динамічні впливи можливі за наявності резонансного піку, який виникає, якщо частота збудження від навантаження збігається з власною частотою коливань конструкції. Будь-яка завищена оцінка жорсткості моста призводить до завищення власної частоти конструкції і швидкості, при якій виникає резонанс.

(2) Належить відшукувати нижню границю оцінки жорсткості всієї конструкції.

(3) Жорсткість конструкції в цілому, в тому числі і жорсткість її елементів має визначатися відповідно до EN 1992 - EN 1994. Величини модулів Юнга мають прийматися за EN 1992 - EN .

Для стиснутого бетону при циліндровій міцності  $f_{ck} \geq 50 \text{ Н/мм}^2$  (що відповідає кубковій міцності  $f_{ck, cube} \geq 50 \text{ Н/мм}^2$ ) величина статичного модуля Юнга ( $E_{cm}$ ) має обмежуватися відповідно до величини, що відповідає бетону з міцністю  $f_{ck} = 50 \text{ Н/мм}^2$  ( $f_{ck, cube} = 50 \text{ Н/мм}^2$ ).

**ПРИМІТКА 1.** Зважаючи на велику кількість параметрів, які можуть впливати на  $E_{cm}$ , не можна з достатньою точністю визначити модуль Юнга в динамічних розрахунках моста. Збільшена величина  $E_{cm}$  може використовуватися, якщо результати підтверджено дослідженням сумішей и випробуванням відібраних зразків у відповідності до EN 1990, EN 1992 і ISO 6784, і узгодженими з кваліфікованими фахівцями, визначеними в Національному додатку.

**ПРИМІТКА 2** Інші властивості матеріалів можуть використовуватися за погодженням з кваліфікованими фахівцями, визначеними в Національному додатку

sufficient accuracy for predicting the dynamic response of a bridge. Alternative density values may be used when the results are confirmed by trial mixes and the testing of samples taken from site in accordance with EN 1990, EN 1992 and ISO 6784 subject to the agreement of the relevant authority specified in the National Annex.

#### 6.4.6.3.3 Stiffness of the bridge

(1) Maximum dynamic load effects are likely to occur at resonant peaks when a multiple of the frequency of loading and a natural frequency of the structure coincide. Any overestimation of bridge stiffness will overestimate the natural frequency of the structure and speed at which resonance occurs.

(2) P A lower bound estimate of the stiffness throughout the structure shall be used.

(3) The stiffness of the whole structure including the determination of the stiffness of elements of the structure may be determined in accordance with EN 1992 to EN 1994. Values of Young's modulus may be taken from EN 1992 to EN 1994.

For concrete compressive cylinder strength  $f_{ck} \geq 50 \text{ N/mm}^2$  (compressive cube strength  $f_{ck, cube} \geq 60 \text{ N/mm}^2$ ) the value of static Young's modulus ( $E_{cm}$ ) should be limited to the value corresponding to a concrete of strength of  $f_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$  ( $f_{ck, cube} = 60 \text{ N/mm}^2$ ).

**NOTE 1** Owing to the large number of parameters which can affect  $E_{cm}$  it is not possible to predict enhanced Young's modulus values with sufficient accuracy for predicting the dynamic response of a bridge. Enhanced  $E_{cm}$  values may be used when the results are confirmed by trial mixes and the testing of samples taken from site in accordance with EN 1990, EN 1992 and ISO 6784 subject to the agreement of the relevant authority specified in the National Annex.

**NOTE 2** Other material properties may be used subject to the agreement of the relevant authority specified in the National Annex.

#### 6.4.6.4 *Моделювання збудження і динамічної поведінки конструкцій*

(1) Динамічний вплив стандартного потягу може бути представлено набором зосереджених сил, що пересуваються. Взаємодією мас потягу і конструкцій можна нехтувати. Розрахунок має враховувати можливі варіації довжин між осьовими навантаженнями і такі ж варіації відстаней між окремими візками.

(2) Техніка розрахунку має дозволяти враховувати такі ефекти динамічної поведінки конструкцій :

- достатню точність визначення близько розташованих частот і відповідних їм форм коливань,
- взаємодію між згинними і крутними формами коливань,
- локальну поведінку елементів настилу (нахилені настили і поперечні ферми в мостах напівнаскрізного типу і т.ін.),
- skew? поведінка плит і т.ін.

(3) Представлення дії кожної осі одною зосередженою силою має схильність до завищення динамічних впливів на прольотах довжиною менше 10 м. У такому випадку має враховуватися розподіл навантаження на колію, шпали і баласт.

Попри 6.3.6.2(1) окреме осьове навантаження не повинне в динамічних розрахунках прийматися рівномірно розподіленим у поздовжньому напрямку.

(4) Для прольотів, довших від 30 м, динамічна взаємодія мас потягу і моста призводить до зменшення пікових реакцій при резонансі. Такі ефекти мають враховуватися шляхом:

- виконанням інтерактивного динамічного розрахунку системи потяг – конструкція.

**ПРИМІТКА** . Використовуваний метод має бути узгоджено з повноважними фахівцями, визначеними в Національному додатку.

- збільшенням величини демпфування , яке приймається відповідно до рис.6.15

Найменша величина  $\Delta\zeta$  має використовуватися для нерозрізних балок всіх прольотів. Повне демпфування визначається  $\zeta_{TOTAL} = \zeta + \Delta\zeta$  (6.12)

#### 6.4.6.4 *Modelling the excitation and dynamic behaviour of the structure*

(1) The dynamic effects of a Real Train may be represented by a series of travelling point forces. Vehicle/structure mass interaction effects may be neglected.

The analysis should take into account variations throughout the length of the train in axle forces and the variations in spacing of individual axles or groups of axles.

(2) Where appropriate the analysis technique should allow for the following dynamic behaviours of the structure:

- for complex structures the proximity of adjacent frequencies and associated mode shapes of oscillation,
- interaction between bending and torsional modes,
- local deck element behaviour (shallow floors and cross girders of half-through type bridges or trusses etc.),
- the skew behaviour of slabs etc.

(3) The representation of each axle by a single point force tends to overestimate dynamic effects for loaded lengths of less than 10m. In such cases, the load distribution effects of rails, sleepers and ballast may be taken into account.

Notwithstanding 6.3.6.2(1) individual axle loads should not be distributed uniformly in the longitudinal direction for a dynamic analysis.

(4) For spans less than 30 m dynamic vehicle/bridge mass interaction effects tend to reduce the peak response at resonance. Account may be taken of these effects by:

- carrying out a dynamic vehicle/structure interactive analysis,

**NOTE** The method used should be agreed with the relevant authority specified in the National Annex.

- increasing the value of damping assumed for the structure according to Figure 6.15.

For continuous beams, the smallest value  $\Delta\zeta$  for all spans should be used. The total damping to be used is given by  $\zeta_{TOTAL} = \zeta + \Delta\zeta$  (6.12)



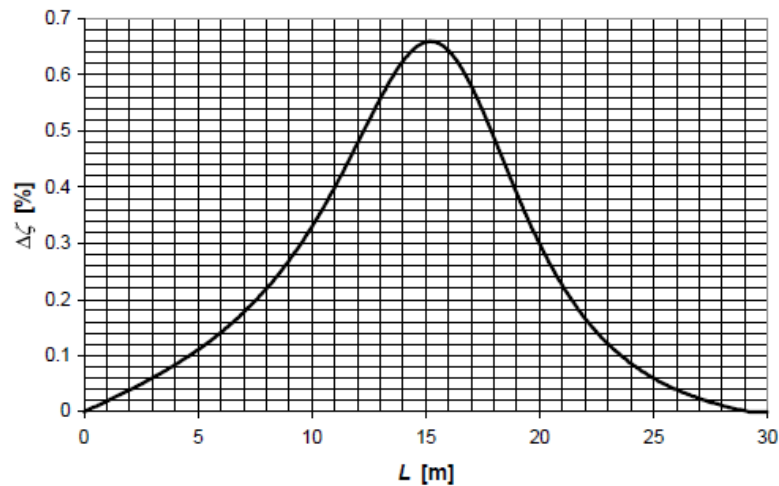


Рисунок 6.15 –Додаткове демпфування  $\Delta\zeta$  ,% в залежності від довжини прольоту  $L$ , м

Figure 6.15 - Additional damping  $\Delta\zeta$  [%] as a function of span length  $L$  [m]

$$\Delta\zeta = \frac{0,0187L - 0,00064L^2}{1 - 0,0441L - 0,0044L^2 + 0,000255L^3} [\%]$$

Тут:

$\zeta$  є нижня границя критичного демпфування, %, що визначається в 6.4.6.3.1.

**ПРИМІТКА** Національний додаток може визначити інші величини.

(5) Збільшення вираховуваного динамічного впливу (напружень, прогинів, прискорень настилу моста та ін.) , викликане дефектами колії і недосконалістю рухомого складу, може оцінюватися збільшенням обчислюваних впливів шляхом множення на  $(1 + \varphi''/2)$  для дбайливо експлуатованих колій,  $(1 + \varphi'')$  для колій при стандартному обслуговуванні, де:

$\varphi''$  приймається відповідно до додатку С і не може бути від'ємною величиною.

**ПРИМІТКА** Множник може визначатися у національному додатку.

(6) Якщо міст задовольняє умову верхньої границі на рис.6.10, чинники, що впливають на динамічну поведінку (vii) і (xi) визначені за 6.2.4, можуть вважатися допустимими для  $\Phi, \varphi''/2$  і  $\varphi''$ , які подано в 6.4 і в додатку С.

#### 6.4.6.5 Перевірка граничних станів

(1) Для забезпечення безпеки руху:

- Перевірка найбільшого піку прискорення настилу має виконуватися

$$\Delta\zeta = \frac{0,0187L - 0,00064L^2}{1 - 0,0441L - 0,0044L^2 + 0,000255L^3} [\%]$$

where:

$\zeta$  is the lower limit of percentage of critical damping [%] defined in 6.4.6.3.1.

**NOTE** The National Annex may specify alternative values.

(5) The increase in calculated dynamic load effects (stresses, deflections, bridge deck accelerations, etc.) due to track defects and vehicle imperfections may be estimated by multiplying the calculated effects by a factor of:

$(1 + \varphi''/2)$  for carefully maintained track,

$(1 + \varphi'')$  for track with standard track maintenance, where:

$\varphi''$  is in accordance with annex C and should not be taken as less than zero.

**NOTE** The National Annex may specify the factor to be used.

(6) Where the bridge satisfies the upper limit in Figure 6.10 the factors that influence dynamic behaviours (vii) to (xi) identified in 6.4.2 may be considered to be allowed for in  $\Phi, \varphi''/2$  and  $\varphi''$  given in 6.4 and annex C.

#### 6.4.6.5 Verifications of the limit states

(1) P To ensure traffic safety:

– The verification of maximum peak deck

як вимога безпеки руху в експлуатаційному граничному стані для перешкоджання нестійкості шляху.

- Динамічне збільшення силових впливів враховується шляхом множення на величину  $\Phi$ , визначувану в 6.4.5. Якщо потрібен динамічний розрахунок, його результати мають порівнюватися з результатами статичного розрахунку, помноженим на  $\Phi$  (і, якщо необхідно, помноженими на  $\alpha$  відповідно до 6.3.2) і в розрахунку моста мають бути враховані найбільш несприятливі силові впливи

Якщо потрібний динамічний розрахунок, треба виконати перевірку відповідно до 6.4.6.6, аби встановити, чи додаткова високошвидкісна втомленість, особливо при резонансі, відповідає напруженням, викликаним силовими впливами від  $\Phi$  x LM71 (і, якщо необхідно,  $\Phi$  x модель навантаження SW/0 для нерозрізних конструкцій і звичайного вертикального навантаження відповідно до 6.3.2(3), якщо необхідно).

У розрахунках має розглядатися найнесприятливіший випадок втомленості.

(2) Найбільший допустимий пік розрахункової величини прискорення настилу моста вздовж лінії колій має не перебільшувати величин, рекомендованих в A2 з EN 1990 (див. A2.4.4.2.1).

(3) Динамічний розрахунок (якщо він потрібний) має використовуватися для таких динамічних збільшень:

$$\phi'_{dyn} = \max |y_{dyn} / y_{stat}| - 1$$

де:

$y_{dyn}$  – найбільша динамічна реакція і  $y_{stat}$  – відповідна найбільша статична реакція в будь-якій точці елемента конструкції від дії стандартного потягу або від моделі навантаження HSLM.

У розрахунках моста з урахуванням усіх впливів від вертикальних навантажень рухомого складу має прийматися найнесприятливіша величина

acceleration shall be regarded as a traffic safety requirement checked at the serviceability limit state for the prevention of track instability.

– The dynamic enhancement of load effects shall be allowed for by multiplying the static loading by the dynamic factor  $\Phi$  defined in 6.4.5. If a dynamic analysis is necessary, the results of the dynamic analysis shall be compared with the results of the static analysis enhanced by  $\Phi$  (and if required multiplied by  $\alpha$  in accordance with 6.3.2) and the most unfavourable load effects shall be used for the bridge design.

– If a dynamic analysis is necessary, a check shall be carried out according to 6.4.6.6 to establish whether the additional fatigue loading at high speeds and at resonance is covered by consideration of the stresses due to load effects from  $\Phi$  x LM71 (and if required  $\Phi$  x Load Model SW/0 for continuous structures and classified vertical load in accordance with 6.3.2(3) where required).

The most adverse fatigue loading shall be used in the design.

(2)P The maximum permitted peak design values of bridge deck acceleration calculated along the line of a track shall not exceed the recommended values given in A2 of EN 1990 (see A2.4.4.2.1).

(3) A dynamic analysis (if required) should be used to determine the following dynamic enhancement :

$$\phi'_{dyn} = \max |y_{dyn} / y_{stat}| - 1$$

where :

$y_{dyn}$  is the maximum dynamic response and  $y_{stat}$  the corresponding maximum static response at any particular point in the structural element due to a Real Train or Load Model HSLM.

For the design of the bridge, taking into account all the effects of vertical traffic loads, the most unfavourable value of:

$$(1 + \phi'_{dyn} + \phi''/2) \times \begin{pmatrix} HSLM \\ \text{or} \\ RT \end{pmatrix}$$

$$(1 + \varphi'_{dyn} + \varphi''/2) \times \begin{pmatrix} HSLM \\ \text{or} \\ RT \end{pmatrix}$$

або

$$\Phi \times (LM71 + SW/0)$$

де HSLM є модель навантаження на високошвидкісних магістралях, визначена в 6.4.6.1.1(2),

LM71+SW/0 є модель навантаження 71 або відповідна модель навантаження SW/0 для нерозрізних мостів (або, якщо необхідно, вертикальне навантаження відповідно до 6.3.2(3)).

RT - навантаження, викликане стандартним потягом, визначене в 6.4.6.1.1.

$\varphi''/2$  - збільшення обчислюваних динамічних впливів (напруження, прогини, прискорення настилу моста і т.ін.), пов'язані з дефектами колії або з недосконалостями рухомого складу відповідно до додатку С для дбайливо експлуатованих колій (для стандартної експлуатації має використовуватися  $\varphi''$ ).  
 $\Phi$  - динамічний множник у відповідності з 6.4.5.

#### **6.4.6.6 Додаткова перевірка втомленості у випадку, якщо потрібний динамічний розрахунок**

(1) П Перевірка втомленості конструкцій виконується для напружень, які виникають через коливання конструкцій вище або нижче величин прогинів, що відповідають тимчасовому навантаженню внаслідок:

- додаткові вільні коливання, що пов'язані з ударними впливами від осей візків, що рухаються з великою швидкістю,
- величини динамічних впливів від рухомого навантаження при резонансі,
- додатковим циклічним напруженням, спричиненим динамічним навантаженням при резонансі.

(2) П Якщо частота коливань, яка відповідає експлуатаційній швидкості, наближається до резонансної частоти, при проектуванні має враховуватися навантаження втомленості, пов'язане з явищем резонансу.

or

$$\Phi \times (LM71 + SW/0)$$

should be used where:

HSLM is the load model for high speed lines defined in 6.4.6.1.1(2),

LM71+SW/0 is Load Model 71 and if relevant Load Model SW/0 for continuous bridges (or classified vertical load in accordance with 6.3.2(3) where required).  
 RT is the loading due to all Real Trains defined in 6.4.6.1.1.

$\varphi''/2$  is the increase in calculated dynamic load effects (stresses, deflections, bridge deck accelerations, etc.) resulting from track defects and vehicle imperfections in accordance with annex C for carefully maintained track ( $\varphi''$  to be used for track with standard maintenance).

$\Phi$  is the dynamic factor in accordance with 6.4.5.

#### **6.4.6.6 Additional verification for fatigue where dynamic analysis is required**

(1) P The fatigue check of the structure shall allow for the stress range resulting from elements of the structure oscillating above and below the corresponding permanent load deflection due to:

- additional free vibrations set up by impact effects from axle loads travelling at high speed,
- the magnitude of dynamic live loading effects at resonance,
- the additional cycles of stress caused by the dynamic loading at resonance.

(2) P Where the Frequent Operating Speed of a Real Train at a structure is near to a Resonant Speed the design shall allow for the additional fatigue loading due to resonance effects.

**NOTE** The individual project may specify the fatigue loading, e.g. details, annual tonnage and mix of Real Trains and associated Frequent Operating

**ПРИМІТКА** Навантаження втомленості може визначатися в індивідуальному проекті, тобто мають визначатися і враховуватися в проектуванні деталі, щорічний тоннаж і сполучення впливів експлуатаційного руху і відповідні йому частоти коливань.

(3) Якщо міст проектується під модель навантаження HSLM відповідно до 6.4.6.1.1(2), навантаження втомленості повинно визначатися з врахуванням найбільшого руху, що існує і що може передбачатися в майбутньому.

**ПРИМІТКА** Навантаження втомленості може визначатися в індивідуальному проекті, тобто мають визначатися і враховуватися в проектуванні деталі, щорічний тоннаж і сполучення впливів експлуатаційного руху і відповідні йому частоти коливань.

(4) Конструкції, для яких виконуються вимоги додатку F швидкість руху, при якій виникає резонанс, може оцінюватися за рівняннями 6.9 і 6.10

(5) Має виконуватися перевірка втомленості від послідовності різних швидкостей - до найбільшої номінальної швидкості.

**ПРИМІТКА** Рекомендовано, щоб індивідуальний проект визначав збільшену максимальну швидкість з врахуванням можливих майбутніх змін в інфраструктурі залізниці і в рухомому складі.

## 6.5. Характерні величини горизонтальних сил

### 6.5.1 Відцентрові сили

(1) Якщо колія на мосту є викривленою по всій або на частині довжини моста і є перевищення однієї рейки над іншою мають враховуватися. відцентрові сили

(2) Має враховуватися горизонтальна відцентрова сила, яка має зовнішній напрямок і прикладена на висоті 1, 80 м над поверхнею руху (див. рис.1.1). Для певних типів руху, наприклад, при перевезенні подвійних контейнерів має визначатися збільшення величини  $h_t$ .

**ПРИМІТКА** Збільшена величина  $h_t$  може визначатися Національним додатком або індивідуальним проектом

(3) Відцентрові сили завжди мають враховуватися спільно з вертикальними силами від рухомого складу. Відцентрові сили не повинні збільшуватися шляхом множення на динамічний коефіцієнт  $\Phi_2$

Speeds at the site to be taken into account in the design.

(3) Where the bridge is designed for Load Model HSLM in accordance with 6.4.6.1.1(2), the fatigue loading should be specified taking into account the best estimate of current and future traffic.

**NOTE** The individual project may specify the fatigue loading *e.g.* details, annual tonnage and mix of Real Trains and associated Frequent Operating Speeds at the site to be taken into account in the design.

(4) For structures that satisfy annex F the Resonant Speed may be estimated using equations 6.9 and 6.10.

(5) For the verification for fatigue a series of speeds up to a Maximum Nominal Speed should be considered.

**NOTE** It is recommended that the individual project specify an increased Maximum Nominal Speed at the Site to take into account potential modifications to the infrastructure and future rolling stock.

## 6.5 Horizontal forces - characteristic values

### 6.5.1 Centrifugal forces

(1)P Where the track on a bridge is curved over the whole or part of the length of the bridge, the centrifugal force and the track cant shall be taken into account.

(2) The centrifugal forces should be taken to act outwards in a horizontal direction at a height of 1,80 m above the running surface (see Figure 1.1). For some traffic types, *e.g.* double stacked containers, an increased value of  $h_t$  should be specified.

**NOTE** The National Annex or individual project may specify an increased value of  $h_t$ .

(3)P The centrifugal force shall always be combined with the vertical traffic load. The centrifugal force shall not be multiplied by the dynamic factor  $\Phi_2$  or  $\Phi_3$ .

або  $\Phi_3$ .

**ПРИМІТКА** При розгляді вертикальних впливів відцентрових сил вертикальне навантаження від відцентрових сил, менше від будь-якого зменшення через неоднакову висоту рейок, збільшується відповідним динамічним коефіцієнтом.

(4) Величина відцентрової сили має визначатися відповідно до

$$Q_{ik} = \frac{v^2}{g \times r} (f \times Q_{vk}) = \frac{V^2}{127r} (f \times Q_{vk})$$

$$q_{ik} = \frac{v^2}{g \times r} (f \times q_{vk}) = \frac{V^2}{127r} (f \times q_{vk})$$

де:

$Q_{ik}$ ,  $q_{ik}$  - величини відцентрових сил, кН, кН/м

$Q_{vk}$ ,  $q_{vk}$  - величини вертикальних навантажень, визначувані в 6.3 (за виключенням будь-якого збільшення при динамічних впливах) для моделей навантаження 71, SW/0, SW/2 і «порожнього потягу». Для моделі навантаження HSLM відцентрову силу належить визначати за моделлю навантаження 71.

$f$  - збільшувальний коефіцієнт (див. нижче)

$v$  - найбільша швидкість відповідно до 6.5.1(5), м/сек.

$V$  - найбільша швидкість відповідно до 6.5.1(5), км/год.

$g$  - прискорення вільного падіння 9,81 м/сек<sup>2</sup>,

$r$  - радіус кривизни, м

Якщо кривизна має змінний радіус, для  $r$  приймають середню величину.

(5) П Обчислення мають ґрунтуватися на визначеній найбільшій лінійній швидкості потягу. У випадку моделі навантаження SW/2 має враховуватися альтернативна найбільша швидкість.

**ПРИМІТКА 1** Вимоги можуть визначатися в індивідуальному проекті

**ПРИМІТКА 2** Рекомендується визначати в індивідуальному проекті збільшення максимальної швидкості з врахуванням можливих змін інфраструктури залізниці і майбутніх змін рухомого складу.

**NOTE** When considering the vertical effects of centrifugal loading, the vertical load effect of centrifugal loading less any reduction due to cant is enhanced by the relevant dynamic factor.

(4)P The characteristic value of the centrifugal force shall be determined according to the

$$Q_{ik} = \frac{v^2}{g \times r} (f \times Q_{vk}) = \frac{V^2}{127r} (f \times Q_{vk})$$

$$q_{ik} = \frac{v^2}{g \times r} (f \times q_{vk}) = \frac{V^2}{127r} (f \times q_{vk})$$

where:

$Q_{ik}$ ,  $q_{ik}$  - Characteristic values of the centrifugal forces [kN, kN/m]

$Q_{vk}$ ,  $q_{vk}$  - Characteristic values of the vertical loads specified in 6.3 (excluding any enhancement for dynamic effects) for Load Models 71, SW/0, SW/2 and “unloaded train”. For load model HSLM the characteristic value of centrifugal force should be determined using Load Model 71.

$f$  Reduction factor (see below)

$v$  Maximum speed in accordance with 6.5.1(5) [m/s]

$V$  Maximum speed in accordance with 6.5.1(5) [km/h]

$g$  Acceleration due to gravity [9,81 m/s<sup>2</sup>]

$r$  Radius of curvature [m]

In the case of a curve of varying radii, suitable mean values may be taken for the value  $r$ .

(5)P The calculations shall be based on the specified Maximum Line Speed at the Site.

In

the case of Load Model SW/2 an alternative maximum speed may be assumed.

**NOTE 1** The individual project may specify the requirements.

**NOTE 2** For SW/2 a maximum speed of 80km/h may be used.

**NOTE 3** It is recommended that the individual project specify an increased Maximum Line Speed at the Site to take into account potential modifications to the infrastructure and future rolling stock.

(6) Крім того, для мостів, розташованих на кривих, у випадку, якщо навантаження визначається за 6.3.2 і, якщо необхідно, за 6.3.3, відцентрові сили не враховуються.

(7) Для моделі навантаження 71 (і, якщо необхідно, для моделі навантаження SW/0) і при найбільшій лінійній швидкості, вищій ніж 120 км/год. мають розглядатися такі випадки:

а) Модель навантаження 71 (і, якщо необхідно, модель навантаження SW/0) з її динамічним множником і відцентрова сила при  $V=120$  км/год. відповідно до рівнянь 6.17 і 6.18 з  $f = 1$ .

б) Модель навантаження 71 (і, якщо необхідно, модель навантаження SW/0) з її динамічним коефіцієнтом і відцентрова сила відповідно до рівнянь 6.17 і 6.18 для найбільшої визначеної швидкості  $V$  разом зі збільшувальним коефіцієнтом  $f$  поданим в 6.5.1(8).

(8) Для моделі навантаження 71 (і, якщо необхідно, для моделі навантаження SW/0) коефіцієнт  $f$  зменшення визначається за

$$f = \left[ 1 - \frac{V - 120}{1000} \left( \frac{814}{V} + 1,75 \right) \left( 1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right) \right]$$

З найменшою можливою величиною 0,35, де

$L_f$  - довжина навантаженої частини криволінійної колії моста, яка є найнесприятливішою для розглядуваного конструктивного елемента, м.

$V$  - найбільша швидкість відповідно до 6.5.1(5).

$f=1$  для  $V \leq 120$  км/год. або  $L_f \leq 2,88$  м

$f < 1$  для  $120 \text{ км/год.} < V \leq 300 \text{ км/год.}$

(див. табл.6.7 або рис.6.16 або рівняння 6.19) і  $L_f > 2,88$  м

$f_{(V)} = f_{(300)}$  for  $V > 300$  км/год.)

Для моделі навантаження models SW/2 і для «порожнього потягу» коефіцієнт зменшення  $f$  має прийматися таким, що дорівнює 1,0

(6)P In addition, for bridges located in a curve, the case of the loading specified in 6.3.2 and, if applicable, 6.3.3, shall also be considered without centrifugal force.

(7) For Load Model 71 (and where required Load Model SW/0) and a Maximum Line Speed at the Site higher than 120 km/h, the following cases should be considered:

a) Load Model 71 (and where required Load Model SW/0) with its dynamic factor and the centrifugal force for  $V=120$  km/h according to equations 6.17 and 6.18 with  $f = 1$ .

b) Load Model 71 (and where required Load Model SW/0) with its dynamic factor and the centrifugal force according to equations 6.17 and 6.18 for the maximum speed  $V$  specified, with a value for the reduction factor  $f$  given by 6.5.1(8).

(8) For Load Model 71 (and where required Load Model SW/0) the reduction factor  $f$  is given by:

$$f = \left[ 1 - \frac{V - 120}{1000} \left( \frac{814}{V} + 1,75 \right) \left( 1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right) \right]$$

subject to a minimum value of 0,35 where:

$L_f$  is the influence length of the loaded part of curved track on the bridge, which is most unfavourable for the design of the structural element under consideration [m].

$V$  is the maximum speed in accordance with 6.5.1(5).

$f=1$  for either  $V \leq 120$  km/h or  $L_f \leq 2,88$  m

$f < 1$  for  $120 \text{ km/h} < V \leq 300 \text{ km/h}$  )

(see Table 6.7 or Figure 6.16 or equation 6.19) ) and  $L_f > 2,88$ m

$f_{(V)} = f_{(300)}$  for  $V > 300$  km/h. )

For the load models SW/2 and “unloaded train” the value of the reduction factor  $f$  should be taken as 1,0.

Table 6.7 - Factor  $f$  for Load Model 71 and SW/0

$L_f$ [m]	Maximum speed in accordance with 6.5.1(5) [km/h]				
	$\leq 120$	160	200	250	$\geq 300$
$\leq 2,88$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98
4	1,00	0,96	0,93	0,90	0,88
5	1,00	0,93	0,89	0,84	0,81
6	1,00	0,92	0,86	0,80	0,75
7	1,00	0,90	0,83	0,77	0,71
8	1,00	0,89	0,81	0,74	0,68
9	1,00	0,88	0,80	0,72	0,65
10	1,00	0,87	0,78	0,70	0,63
12	1,00	0,86	0,76	0,67	0,59
15	1,00	0,85	0,74	0,63	0,55
20	1,00	0,83	0,71	0,60	0,50
30	1,00	0,81	0,68	0,55	0,45
40	1,00	0,80	0,66	0,52	0,41
50	1,00	0,79	0,65	0,50	0,39
60	1,00	0,79	0,64	0,49	0,37
70	1,00	0,78	0,63	0,48	0,36
80	1,00	0,78	0,62	0,47	0,35
90	1,00	0,78	0,62	0,47	0,35
100	1,00	0,77	0,61	0,46	0,35
$\geq 150$	1,00	0,76	0,60	0,44	0,35

Таблиця 6.7 – Коефіцієнт  $f$  для моделі навантаження 71 і SW/0

$L_f$ , m	Найбільша швидкість відповідно до 6.5.1(5) км/год.				
	$\leq 120$	160	200	250	$\geq 300$
$\leq 2,88$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98
4	1,00	0,96	0,93	0,90	0,88
5	1,00	0,93	0,89	0,84	0,81
6	1,00	0,92	0,86	0,80	0,75
7	1,00	0,90	0,83	0,77	0,71
8	1,00	0,89	0,81	0,74	0,68
9	1,00	0,88	0,80	0,72	0,65
10	1,00	0,87	0,78	0,70	0,63
12	1,00	0,86	0,76	0,67	0,59
15	1,00	0,85	0,74	0,63	0,55
20	1,00	0,83	0,71	0,60	0,50
30	1,00	0,81	0,68	0,55	0,45
40	1,00	0,80	0,66	0,52	0,41
50	1,00	0,79	0,65	0,50	0,39
60	1,00	0,79	0,64	0,49	0,37
70	1,00	0,78	0,63	0,48	0,36
80	1,00	0,78	0,62	0,47	0,35
90	1,00	0,78	0,62	0,47	0,35
100	1,00	0,77	0,61	0,46	0,35
$\geq 150$	1,00	0,76	0,60	0,44	0,35

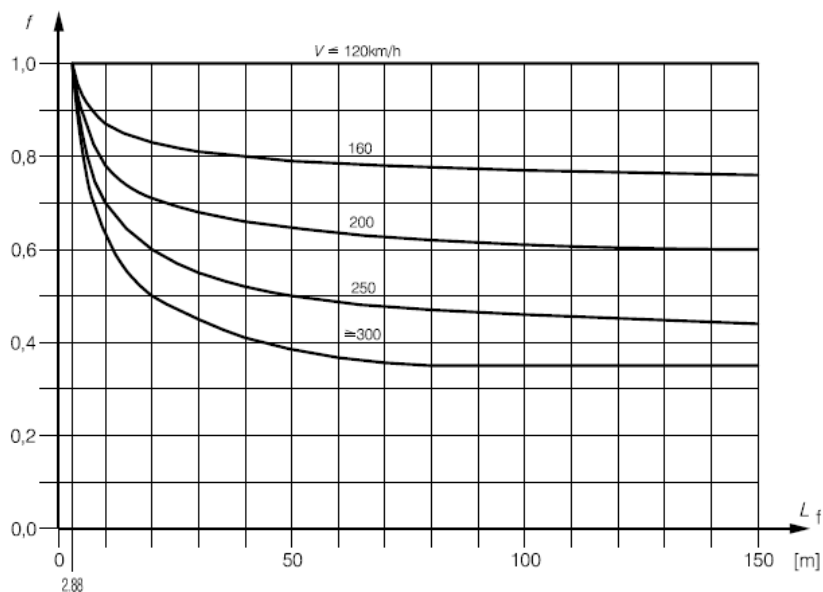


Рисунок 6.16 – Коефіцієнт  $f$  для моделі навантаження 71 і SW/0

Figure 6.16 - Factor  $f$  for Load Model 71 and SW/0

(9) Для моделі навантаження 71 і SW/0 відцентрові сили визначаються за рівнянням 6.17 з використанням класифікованих вертикальних навантажень (див. 6.3.2(3)) відповідно до класів навантажень, поданих у табл.6.8

(9) For LM71 and SW/0 centrifugal forces should be determined from equations 6.17 and 6.18 using classified vertical loads (see 6.3.2(3)) in accordance with the load cases given in Table 6.8:

Table 6.8 - Load Cases for centrifugal force corresponding to values of  $\alpha$  and Maximum Line Speed at Site

Value of $\alpha$	Maximum Line Speed at Site [km/h]	Centrifugal force based on : <sup>d</sup>			Associated vertical traffic action based on : <sup>a</sup>	
		$V$ [km/h]	$\alpha$	$f$		
$\alpha < 1$	$> 120$	$V$	$1^c$	$f$	$1^c \times f \times$ (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)b	$\Phi \times \alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
		120	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)a	$\Phi \times \alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
	0	-	-	-	-	
$\alpha = 1$	$< 120$	$V$	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)	
		0	-	-	-	
	$> 120$	$V$	1	$f$	$\alpha \times f \times$ (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)b	$\Phi \times 1 \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
		120	1	1	$1 \times 1 \times$ (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)a	$\Phi \times 1 \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
		0	-	-	-	



	< 120	V	1	1	1 x 1 x (LM71"+SW/0)	
		0	-	-	-	
$\alpha > 1$	> 120 <sup>b</sup>	V	1	f	1 x f x (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)b	$\Phi \times 1 \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
		120	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)a	$\Phi \times \alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
		0	-	-	-	
	< 120	V	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)	
		0	-	-	-	
<sup>a</sup> 0,5 x (LM71"+SW/0) instead of (LM71"+SW/0) where vertical traffic actions favourable. <sup>b</sup> Valid for heavy freight traffic limited to a maximum speed of 120 km/h. <sup>o</sup> $\alpha = 1$ to avoid double counting the reduction in mass of train with f. <sup>d</sup> See 6.5.1(3) regarding vertical effects of centrifugal loading. Vertical load effect of centrifugal loading less any reduction due to cant should be enhanced by the relevant dynamic factor. When determining the vertical effect of centrifugal force, factor/to be included as shown above.						

**Таблиця 6.8 – Класи навантажень для відцентрових сил, що відповідають величинам  $\alpha$  і максимуму лінійної швидкості**

Величина $\alpha$	Найбільша лінійна швидкість, км/год.	Відцентрова сила на підставі: <sup>d</sup>				Відповідна дія вертикального руху на підставі: <sup>a</sup>
		V км/год	$\alpha$	f		
$\alpha < 1$	> 120	V	1 <sup>c</sup>	f	1 <sup>c</sup> x f x (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)b	$\Phi \times \alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
		120	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)a	$\Phi \times \alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
		0	-	-	-	
	< 120	V	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)	
		0	-	-	-	
$\alpha = 1$	> 120	V	1	f	$\alpha \times f \times$ (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)b	$\Phi \times 1 \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
		120	1	1	1 x 1 x (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)a	$\Phi \times 1 \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)
		0	-	-	-	
	< 120	V	1	1	1 x 1 x (LM71"+SW/0)	
		0	-	-	-	

$\alpha > 1$	$> 120^b$	$V$	$1$	$f$	$1 \times f \times$ (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)b	$\Phi \times 1 \times 1 \times$ (LM71"+S W/0)
		$120$	$\alpha$	$1$	$\alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0) for case 6.5.1(7)a	$\Phi \times \alpha \times 1 \times$ (LM71"+S W/0)
		$0$	$-$	$-$	$-$	
	$< 120$	$V$	$\alpha$	$1$	$\alpha \times 1 \times$ (LM71"+SW/0)	
$0$		$-$	$-$			

<sup>a</sup> 0,5 x (LM71"+SW/0) замість (LM71"+SW/0) , де вертикальний вплив від руху є сприятливим

<sup>b</sup> Чинний для важкого вантажного руху, обмеженого найбільшою швидкістю 120 км/год.

<sup>c</sup>  $\alpha = 1$  для уникнення подвійного врахування маси потягу множителем  $f$ .

<sup>d</sup> Див. 6.5.1(3) стосовно вертикальних впливів відцентрових сил. Вертикальний навантажувальний вплив від відцентрових сил, менший від будь-якого зменшення, пов'язаного з різницею позначок обох рейок, має збільшуватися належним динамічним коефіцієнтом. При визначенні вертикальних впливів від відцентрових сил множник  $f$  має враховуватися, як вказано вище.

де:

$V$  – найбільша швидкість відповідно до 6.5.1(5) км/год.

$F$  - коефіцієнт зменшення відповідно до 6.5.1(8).

$\alpha$  - коефіцієнт класифікованого навантаження відповідно 6.3.2(3).

LM71"+SW/0 модель навантаження 71 і відповідна модель навантаження SW/0 для нерозрізних мостів

(10) Критерії 6.5.1(5) , 6.5.1(7) і до 6.5.1(9) не застосовуються до важкого вантажного руху з найбільшою швидкістю, що перевищує 120 км/год. Для важких вантажних потягів при швидкості, більшої від 120 км/год., мають встановлюватися додаткові вимоги.

**ПРИМІТКА** Додаткові вимоги можуть визначатися в індивідуальному проєкті

### 6.5.2 Поперечна сила

(1) Поперечна сила має враховуватися як горизонтальна зосереджена сила, прикладена до голівки рейки перпендикулярно до осьової лінії колі і – як прямих, так і на криволінійних ділянках колій.

(2) Величина поперечної сили приймається такою, що дорівнює  $Q_{sk} = 100$  кН. Вона не повинна збільшуватися множенням на коефіцієнт  $\Phi$  (див. 6.4.5) або на коефіцієнт  $f$  з 6.5.1(4).

(3) Величина поперечної сили за 6.5.2(2) має множитися на коефіцієнт  $\alpha$

where:

$V$  Maximum speed in accordance with 6.5.1(5) [km/h]

$f$  Reduction factor in accordance with 6.5.1(8)

$\alpha$  Factor for classified vertical loads in accordance with 6.3.2(3).

LM71"+SW/0 Load Model 71 and if relevant Load Model SW/0 for continuous bridges.

(10) The criteria in 6.5.1(5) and 6.5.1(7) to 6.5.1(9) are not valid for heavy freight traffic with a Maximum Permitted Vehicle Speed exceeding 120 km/h. For heavy freight traffic with a speed exceeding 120 km/h additional requirements should be specified.

**NOTE** The individual project may specify the additional requirements.

### 6.5.2 Nosing force

(1)P The nosing force shall be taken as a concentrated force acting horizontally, at the top of the rails, perpendicular to the centre-line of track. It shall be applied on both straight track and curved track.

(2)P The characteristic value of the nosing force shall be taken as  $Q_{sk} = 100$  kN. It shall not be multiplied by the factor  $\Phi$  (see 6.4.5) or by the factor  $f$  in 6.5.1(4).

(3) The characteristic value of the nosing orce in 6.5.2(2) should be multiplied by the

відповідно до 6.3.2(3) для  $\alpha \geq 1$ .

(4) Поперечна сила має завжди сполучатися з вертикальним навантаженням від потягу.

### 6.5.3 Впливи, пов'язані з тяговими силами і гальмуванням

(1) П Тягові і гальмівні сили діють на голівки рейок у поздовжньому напрямку колії. Вони вважаються рівномірно розподіленими на відповідній довжині впливу  $L_{a,b}$  для тягових і гальмівних сил розглядуваного конструктивного елемента. Напрямок тягових і гальмівних сил має враховувати можливі напрямки руху по кожній колії.

(2) Величини тягових і гальмівних сил приймаються такими:

$$Q_{lak} = 33 \text{ [кН/м]} L_{a,b} \text{ [м]} \leq 1000 \text{ [кН]} \quad (6.20)$$

для моделей навантаження 71, SW/0, SW/2 та HSLM

Сила гальмування

$$Q_{lbk} = 20 \text{ [кН/м]} L_{a,b} \text{ [м]} \leq 6000 \text{ [кН]} \quad (6.21)$$

для моделей навантаження 71, SW/0 та моделі HSLM

$$Q_{lbk} = 35 \text{ [кН/м]} L_{a,b} \text{ [м]} \quad (6.22)$$

для моделі SW/2

Характеристичні значення сил тяги і гальмування не множаться на коефіцієнт  $\Phi$  (див. 6.4.5.2) або коефіцієнт  $f$  в 6.5.1(6).

factor  $\alpha$  in accordance with 6.3.2(3) for values of  $\alpha \geq 1$ .

(4)P The nosing force shall always be combined with a vertical traffic load.

### 6.5.3 Actions due to traction and braking

(1)P Traction and braking forces act at the top of the rails in the longitudinal direction of the track. They shall be considered as uniformly distributed over the corresponding influence length  $L_{a,b}$  for traction and braking effects for the structural element considered. The direction of the traction and braking forces shall take account of the permitted direction(s) of travel on each track.

(2)P The characteristic values of traction and braking forces shall be taken as follows:

$$\text{Traction force: } Q_{lak} = 33 \text{ [кН/м]} L_{a,b} \text{ [м]} \leq 1000 \text{ [кН]} \quad (6.20)$$

for Load Models 71, SW/0, SW/2 and HSLM

Braking force:

$$Q_{lbk} = 20 \text{ [кН/м]} L_{a,b} \text{ [м]} \leq 6000 \text{ [кН]} \quad (6.21)$$

for Load Models 71, SW/0 and Load Model HSLM

$$Q_{lbk} = 35 \text{ [кН/м]} L_{a,b} \text{ [м]} \quad (6.22)$$

for Load Model SW/2

The characteristic values of traction and braking forces shall not be multiplied by the factor  $\Phi$  (see 6.4.5.2) or by the factor  $f$  in 6.5.1(6).

**ПРИМІТКА 1** Для моделей навантаження SW/0 і SW/2 тягові і гальмівні сили мають прикладатися лише до тих частин конструкцій, які

навантажуються відповідно до рис.6.2 і табл.6.1

**ПРИМІТКА 2** Тягові і гальмівні сили можна нехтувати для моделі «порожній потяг»

(3) Такі величини сила стосуються всіх типів тягових конструкцій, а саме довгих ниток зварених або з'єднаних рейок, що мають або не мають температурні компенсатори.

(4) Згадані вище тягові і гальмівні сили для моделей навантаження 71 і SW/0 повинні множитися на коефіцієнт  $\alpha$  відповідно до вимог 6.3.2(3).

(5) При довжині навантаження, більшій від 300 м, мають бути визначені додаткові вимоги стосовно врахування впливів гальмування.

**ПРИМІТКА** Такі вимоги можуть визначатися в національному додатку або в індивідуальному проекті.

(6) На магістралях з особливим рухом, (наприклад, тільки швидкісним пасажирським рухом ) тягові і гальмівні сили можуть прийматися такими, що становлять до 25 % від суми навантажень на осі (звичайний потяг), що діють на довжині впливу на розглядуваному конструктивному елементі, з найбільшою величиною 1000 кН для  $Q_{lak}$  і 6000 кН для  $Q_{lbk}$ . Мають бути окремо визначені магістралі з особливим рухом і відповідні деталі навантаження.

**ПРИМІТКА 1** Вимоги можуть визначатися в індивідуальному проекті.

**ПРИМІТКА 2** Якщо індивідуальний проект визначає зменшені тягові і гальмівні навантаження, відповідні вищезгадані навантаження повинні враховувати інші можливі види руху на цій магістралі, наприклад службові потяги служби шляху.

(7)П Тягові і гальмівні сили мають враховуватися спільно з відповідними вертикальним навантаженнями.

(8) Якщо колія є безперервною в одному або в обох напрямках моста, на настил передається лише частина тягових і гальмівних навантажень, а решта зусиль передається колії, лише якщо може опиратися впливу поза опорою. Частина навантажень, яка через настил передається на опорні частини, має

**NOTE 1** For Load Models SW/0 and SW/2 traction and braking forces need only to be applied to those parts of the structure which are loaded according to Figure 6.2 and Table 6.1.

**NOTE 2** Traction and braking may be neglected for the Load Model “unloaded train”.

(3) These characteristic values are applicable to all types of track construction, e.g. continuous welded rails or jointed rails, with or without expansion devices.

(4) The above traction and braking forces for Load Models 71 and SW/0 should be multiplied by the factor  $\alpha$  in accordance with the requirements of 6.3.2(3).

(5) For loaded lengths greater than 300m additional requirements for taking into account the effects of braking should be specified.

**NOTE** The National Annex or individual project may specify the additional requirements

(6) For lines carrying special traffic (e.g. restricted to high speed passenger traffic) the traction and braking forces may be taken as equal to 25% of the sum of the axle-loads (Real Train) acting on the influence length of the action effect of the structural element considered, with a maximum value of 1000 kN for  $Q_{lak}$  and 6000 kN for  $Q_{lbk}$ . The lines carrying special traffic and associated loading details may be specified.

**NOTE 1** The individual project may specify the requirements.

**NOTE 2** Where the individual project specifies reduced traction and braking loading in accordance with the above the specified loading should take into account other traffic permitted to use the line, e.g. trains for track maintenance etc.

(7)P Traction and braking forces shall be combined with the corresponding vertical loads.

(8) When the track is continuous at one or both ends of the bridge only a proportion of the traction or braking force is transferred through the deck to the bearings, the remainder of the force being transmitted through the track where it is resisted behind the abutments. The proportion of the force transferred through the deck to the bearings

визначатися з урахуванням спільної дії конструкцій і колії у відповідності до 6.5.4

(9) Якщо міст має дві і більше колій гальмівні впливи на колію мають враховуватися разом з тяговими силами на іншій колії.

Якщо припускається рух по двох і більше коліях в одному напрямку, враховуються або обидва тягових навантаження, або обидва гальмівних.

**ПРИМІТКА** Для мостів, де дозволено рух по двох або більше коліях в одному напрямку національний додаток може визначити інші вимоги до прикладання тягових і гальмівних сил.

#### **6.5.4 Спільна реакція конструкцій і колії на різні впливи.**

##### **6.5.4.1. Загальні основи**

(1) Якщо колія є безперервною над опорами (наприклад, між конструкціями моста і насипом), конструкції моста (мостовий настил, опори і опоні конструкції) і колії (рейки, баласт і т. ін.) спільно опираються поздовжнім EN 1991-2:2003 (E) 99 впливам від тягових або гальмівних сил. Поздовжні впливи частково передаються через рейки на насип позаду опори і частково через опори і опорні конструкції - на фундаменти.

**ПРИМІТКА** Посилання на насипи в 6.5.4 можна також вважати посиланням на утворення колії або деформації ґрунту на підходах до моста, якщо колії лежать на насипу, на рівні денної поверхні або у виїмці.

(2) Якщо безперервні рейки обмежують вільні переміщення настилу моста, деформації мостового настилу (наприклад, через зміни температури, від вертикальних навантажень, повзучості або усадки) призводять до появи поздовжніх сил і рейках і на нерухомих опорах мостів.

(3) Підсумкові ефекти від спільної реакції конструкцій і колій на різні впливи мають враховуватися при проектуванні верхньої будови шляху, нерухомих опор, опорних частин і навантажень на рейки.

(4) Вимоги 6.4.5 є чинними для звичайних колій на баласті.

(5) Вимоги до безбаластних колій мають визначатися окремо.

should be determined by taking into account the combined response of the structure and track in accordance with 6.5.4.

(9)P In the case of a bridge carrying two or more tracks the braking forces on one track shall be considered with the traction forces on one other track.

Where two or more tracks have the same permitted direction of travel either traction on two tracks or braking on two tracks shall be taken into account.

**NOTE** For bridges carrying two or more tracks with the same permitted direction of travel the National Annex may specify alternative requirements for the application of traction and braking forces

#### **6.5.4 Combined response of structure and track to variable actions**

##### **6.5.4.1 General principles**

(1) Where the rails are continuous over discontinuities in the support to the track (e.g. between a bridge structure and an embankment) the structure of the bridge (bridge deck, bearings and substructure) and the track (rails, ballast etc.) jointly resist the longitudinal EN 1991-2:2003 (E) 99 actions due to traction or braking. Longitudinal actions are transmitted partly by the rails to the embankment behind the abutment and partly by the bridge bearings and the substructure to the foundations.

**NOTE** References to embankment throughout 6.5.4 may also be taken as references to the track formation or ground beneath the track on the approaches to the bridge whether the track is on an embankment, level ground or in a cutting.

(2) Where continuous rails restrain the free movement of the bridge deck, deformations of the bridge deck (e.g. due to thermal variations, vertical loading, creep and shrinkage) produce longitudinal forces in the rails and in the fixed bridge bearings.

(3)P The effects resulting from the combined response of the structure and the track to variable actions shall be taken into account for the design of the bridge superstructure, fixed bearings, the substructure and for checking load effects in the rails.

(4) The requirements of 6.5.4 are valid for conventional ballasted track.

(5) The requirements for non-ballasted track should be specified.

**ПРИМІТКА** Вимоги до безбаластних колій можуть визначатися в національному додатку або в індивідуальному проекті

**6.5.4.2 Параметри, які впливають на спільну реакцію конструкцій і колій.**

(1)П У розрахунках мають враховуватися такі параметри, які впливають на спільну поведінку конструкцій і колій:

- а) Конфігурація конструкцій:
- вільно обперті балки, нерозрізні балки або ряди балок,
  - кількість окремих настилів і довжина кожного з них,
  - кількість прольотів і довжина кожного з них,
  - розташування нерухомих опор,
  - розташування температурних блоків,
  - збільшення довжини  $L_T$  між температурними блоками і кінцем настилу

**NOTE** The requirements for non-ballasted track may be specified in either the National Annex or for the individual project.

**6.5.4.2 Parameters affecting the combined response of the structure and track**

(1)P The following parameters influence the combined behaviour of the structure and track and shall be taken into account in the analysis:

- а) Configuration of the structure:
- simply supported beam, continuous beams or a series of beams,
  - number of individual decks and length of each deck,
  - number of spans and length of each span,
  - position of fixed bearings,
  - position of the thermal fixed point,
  - expansion length  $L_T$  between the thermal fixed point and the end of the deck.

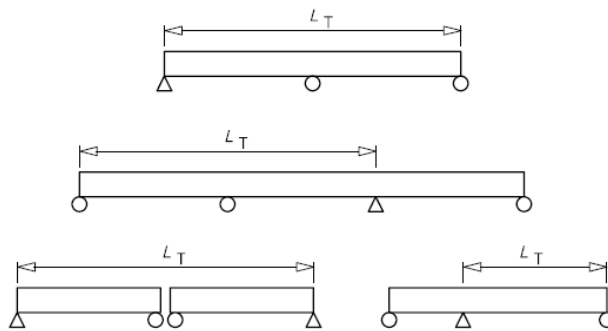


Рисунок 6.17– Приклади збільшення довжини  $L_T$

Figure 6.17 - Examples of expansion length  $L_T$

## в) Конфігурація колій:

- колії на баласті і без баластної системи,
- вертикальна відстань верхньою поверхнею настилу і нейтральною віссю рейок,

- розташування температурних

## компенсаторів

**ПРИМІТКА** Індивідуальний проект може визначати вимоги стосовно розташування на рейках температурних компенсаторів з врахуванням забезпечення ефективності таких пристроїв, а також забезпечення відсутності небажаних впливів, що можуть виникати через надлишкове наближення кінців мостового настилу.

## с) Властивості конструкції

- вертикальна жорсткість настилу,
- вертикальна відстань між нейтральною віссю настилу і його верхньою поверхнею,

- вертикальна відстань між нейтральною віссю настилу і віссю обертання опорних частини,

- конфігурація конструкцій опор, що забезпечують поздовжні переміщення настилу, викликані кутовими поворотами настилу,

- поздовжня жорсткість конструкції, визначується як повна жорсткість, яка може використовуватися проти впливів в поздовжньому напрямку колій з врахуванням жорсткості опор, опорних конструкцій і фундаментів.

Наприклад, повна поздовжня жорсткість одиночної опори може бути представлена виразом

$$K = \frac{F_1}{(\delta_p + \delta_\varphi + \delta_h)} \quad (6.23)$$

для випадку, представленого нижче як приклад

## b) Configuration of the track:

- ballasted track or non-ballasted track systems,

- vertical distance between the upper surface of the deck and the neutral axis of the rails,

- location of rail expansion devices.

**NOTE** The individual project may specify requirements regarding the location of rail expansion devices taking into account requirements to ensure such devices are effective whilst ensuring that the rail expansion devices are not adversely affected by bending effects in the rail due to the close proximity of the end of a bridge deck etc.

## c) Properties of the structure:

- vertical stiffness of the deck,

- vertical distance between the neutral axis of the deck and the upper surface of the deck,

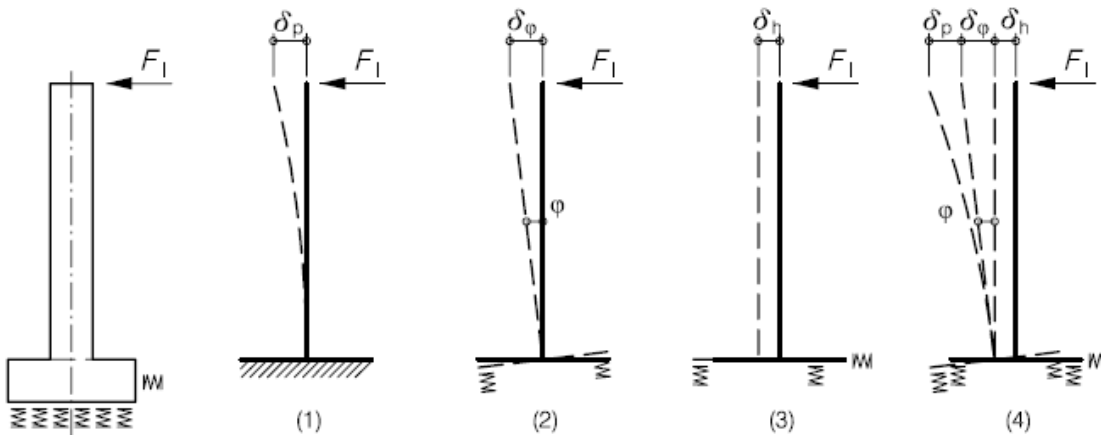
- vertical distance between the neutral axis of the deck and the axis of rotation of the bearing,

- structural configuration at bearings generating longitudinal displacement of the end of the deck from angular rotation of the deck,

- longitudinal stiffness of the structure defined as the total stiffness which can be mobilised by the substructure against actions in the longitudinal direction of the tracks taking into account the stiffness of the bearings, substructure and foundations. For example the total longitudinal stiffness of a single pier is given by:

$$K = \frac{F_1}{(\delta_p + \delta_\varphi + \delta_h)} \quad (6.23)$$

for the case represented below as an example



**Позначення**

- (1) згин опори
- (2) Поворот основи
- (3) Переміщення опори
- (4) Повне переміщення верху опори

**Рисунок 6.18 – Приклад визначення еквівалентної жорсткості на опори**

**Key**

- (1) Bending of the pier
- (2) Rotation of the foundation
- (3) Displacement of the foundation
- (4) Total displacement of the pier head

**Figure 6.18 - Example of the determination of equivalent longitudinal stiffness at bearings**

**д) Властивості колії:**

- осьова жорсткість рейок,
- опір колії або рейок поздовжнім переміщенням, які розглядаються:
- опір переміщенням колії (рейок і шпал) на баласті або
- опір переміщенням рейкових з'єднань і закріплень, наприклад через змерзання баласту або від безпосереднього закріплення рейок, якщо опір переміщенням є погонна сила, яка перешкоджає переміщенням і є функцією відносного переміщення між рейкою і підтримувальним настилом або насипом.

**d) Properties of the track:**

- axial stiffness of the rail,
- resistance of the track or the rails against longitudinal displacement considering either:
- resistance against displacement of the track (rails and sleepers) in the ballast relative to the underside of the ballast, or
- resistance against displacement of the rails from rail fastenings and supports e.g. with frozen ballast or with directly fastened rails, where the resistance against displacement is the force per unit length of the track that acts against the displacement as a function of the relative displacement between rail and the supporting deck or embankment.

**6.5.4.3 Впливи, що мають розглядатися**

(1) Мають враховуватися такі впливи:

- тягові і гальмівні сили, визначені в 6.5.3.
- Термічні впливи в комбінованих конструкціях і колійних системах.
- Класифіковані вертикальні сили від рухомого складу (включно, якщо необхідно, з моделями навантаження SW/0 і SW/2 ). При цьому можна нехтувати супутніми динамічними явищами.

**ПРИМІТКА** Спільна реакція конструкцій і колій на дію «порожнього потягу» і моделі навантаження також можна не враховувати.

**6.5.4.3 Actions to be considered**

(1)P The following actions shall be taken into account:

- traction and braking forces as defined in 6.5.3.
- Thermal effects in the combined structure and track system.
- Classified vertical traffic loads (including SW/0 and SW/2 where required). Associated dynamic effects may be neglected.

**NOTE** The combined response of the structure and track to the “unloaded train” and load model HSLM may be neglected.



- Інші впливи – повзучість, усадка, температурний градієнт та ін. мають враховуватися, за потреби, при визначенні поворотів і викликаних ними поздовжніх переміщень кінців настилів

– Other actions such as creep, shrinkage, temperature gradient etc. shall be taken into account for the determination of rotation and associated longitudinal displacement of the end of the decks where relevant.

(2) Змінювання температури мостових конструкцій має прийматися як  $\Delta T_N$  (див. EN 1991-1-5) з  $\gamma$  і  $\psi$ , які обидві дорівнюють 1,0.

(2) Temperature variations in the bridge should be taken as  $\Delta T_N$  (see EN 1991-1-5), with  $\gamma$  and  $\psi$  taken as 1,0.

**ПРИМІТКА 1.** Іншу величину  $\Delta T_N$  може визначати Національний додаток, причому рекомендовано приймати відповідні величини з EN 1991-1-5.

**NOTE 1** The National Annex may specify alternative values of  $\Delta T_N$ . The values given in EN 1991-1-5 are recommended.

**ПРИМІТКА 2** В індивідуальному проекті або в Національному додатку можуть враховуватися спрощені обчислення змінювань температури верхньої будови  $\Delta T_N = \pm 35$  град. Кельвіна.

**NOTE 2** For simplified calculations a temperature variation of the superstructure of  $\Delta T_N = \pm 35$  Kelvin may be taken into account. Other values may be specified in the National Annex or for the individual project.

(3) При визначенні спільної реакції колії і конструкцій на дію тягових і гальмівних сил ці сили не повинні прикладатися до прилеглому насипу до проведення повного розрахунку з врахуванням наближення, переміщення і відходу навантажень від потягу на прилеглі насипи з метою оцінювання найнесприятливіших впливів.

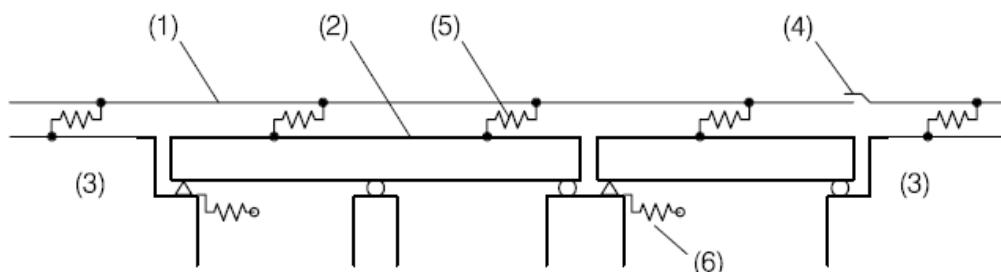
(3) When determining the combined response of track and structure to traction and braking forces, the traction and braking forces should not be applied on the adjacent embankment unless a complete analysis is carried out considering the approach, passage over and departure from the bridge of rail traffic on the adjacent embankments to evaluate the most adverse load effects.

**6.5.4.4. Моделивання і розрахунок комбінованої системи «колія – конструкція»**

**6.5.4.4 Modelling and calculation of the combined track/structure system**

(1) Для визначення впливів в комбінованій системі «колія – конструкція» може використовуватися модель, подана на рис.6.19.

(1) For the determination of load effects in the combined track/structure system a model based upon Figure 6.19 may be used.



**Позначення**

**Key**

- (1) Колія
- (2) Верхня будова (настил, що має два прольоти і однопрольотний настил)
- (3) Насип
- (4) Рейковий температурний компенсатор (якщо є)

- (1) Track
- (2) Superstructure (a single deck comprising two spans and a single deck with one span shown)
- (3) Embankment
- (4) Rail expansion device (if present)
- (5) Longitudinal non-linear springs reproducing the

- (5) Поздовжні нелінійні пружні в'язі, які забезпечують належну характеристику «поздовжнє навантаження – переміщення»  
 (6) Поздовжні пружні в'язі, що відтворюють поздовжню жорсткість  $K$  настилу на нерухомій опорі з урахуванням жорсткостей, основ, опор і опорних частин.

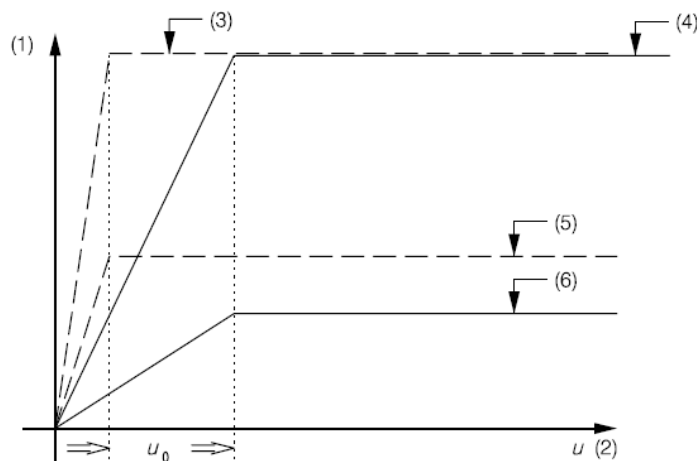
**Рисунок 6.19 – Приклад моделі системи «колія – конструкція»**

(2) Характеристика «поздовжня сила – переміщення» колії або рейкових опор можуть бути представлені співвідношенням, показаним на рис. 6.20, з початковим опором пружному зсуву (кН/мм для переміщення на 1 м колії)

- longitudinal load/ displacement behaviour of the track  
 (6) Longitudinal springs reproducing the longitudinal stiffness  $K$  of a fixed support to the deck taking into account the stiffness of the foundation, piers and bearings etc.

**Figure 6.19 - Example of a model of a track/structure system**

2) The longitudinal load/ displacement behaviour of the track or rail supports may be represented by the relationship shown in Figure 6.20 with an initial elastic shear resistance [kN/mm of displacement per m of track] and then a plastic shear resistance  $k$  [kN/m of track].



**Позначення**

- (1) Поздовжня зсувна сила і колії на одиницю довжини  
 (2) переміщення рейки відносно верху настилу  
 (3) Опір рейки на шпалі (навантажена колія) (змерзлий баласт або безбаластна колія із звичайним кріпленням)  
 (4) Опір шпал в баласті (навантажена колія)  
 (5) Опір рейки на шпалах (навантажена колія) (змерзлий баласт або безбаластна колія із звичайним кріпленням)  
 (6) Опір шпал в баласті (ненавантажена колія)

**Key**

- (1) Longitudinal shear force in the track per unit length  
 (2) Displacement of the rail relative to the top of the supporting deck  
 (3) Resistance of the rail in sleeper (loaded track) (frozen ballast or track without ballast with conventional fastenings)  
 (4) Resistance of sleeper in ballast (loaded track)  
 (5) Resistance of the rail in sleeper (unloaded track) (frozen ballast or track without ballast with conventional fastenings)  
 (6) Resistance of sleeper in ballast (unloaded track)

**Рисунок 6.20 –Змінювання поздовжньої зсувної сили при поздовжньому переміщенні колії для однієї колії**

**Figure 6.20 - Variation of longitudinal shear force with longitudinal track displacement for one track**

**ПРИМІТКА 1.** Величини поздовжнього опору при розрахунку жорсткості системи «рейки – баласт-міст» можуть бути подані в національному додатку або узгоджені з фахівцями, визначеними в тому ж додатку.

**NOTE 1** The values of longitudinal resistance used for the analysis of rail/ballast/bridge stiffness may be given in the National Annex or agreed with the relevant authority specified in the National Annex.

**ПРИМІТКА 2.** Модель, наведена на рис. 6.20, є чинною для більшості мостів (проте не для рейок, заглиблених у насип без стандартних закріплень)

**NOTE 2** The behaviour described in Figure 6.20 is valid in most cases (but not for embedded rails without conventional rail fastenings etc.).

(3)P Where it can be reasonably foreseen that

(3) Якщо можливо передбачити, як саме можуть змінюватися властивості колії в майбутньому, це належить враховувати у відповідності з визначеними вимогами.

**ПРИМІТКА** Такі вимоги може визначити індивідуальний проект

(4) П Для обчислення повної поздовжньої реакції опори  $F_L$  і для порівняння повного еквівалентного напруження в рейках з допустимою величиною повний вплив має враховуватися за співвідношенням

$$F_L = \sum \psi_{0i} F_{Li} \quad (6.24)$$

де:

$F_{Li}$  – поздовжня реакція окремої опори від впливу  $i$ ,

$\psi_{0i}$  - для обчислення навантаження на верхню будову, опори і настилу використовується фактор спільної дії, визначений в EN 1990 A2 .

$\psi_{0i}$  - для обчислень напружень в рейках величина  $\psi_{0i}$  має прийматися такою, що дорівнює 1,0.

(5) При визначенні впливу від кожного навантаження має враховуватися нелінійна модель жорсткості колії, показана на рис.6.20

(6) Поздовжні сили в рейках і опорах, що виникають від кожного впливу, можуть сполучатися на підставі принципу суперпозиції.

#### 6.5.4.5 Критерії проектування

**ПРИМІТКА** У національному додатку можуть визначатися інші вимоги

##### 6.5.4.5.1 Колія

(1) Для рейок і приєднаної опори допустимі додаткові напруження, викликані спільною реакцією конструкцій і колії на різні впливи, мають обмежуватися такими величинами;

- стиск 72 Н/мм<sup>2</sup>.
- розтяг 92 Н/мм<sup>2</sup>.

(2) Обмеження величин напружень у рейках, подане в 6.5.4.5.1(1), зберігають чинність для колій для:

- рейок UIC 60 з міцністю на розтяг щонайменше 900 Н/мм<sup>2</sup>;

the track characteristics may change in the future, this shall be taken into account in the calculations in accordance with the specified requirements.

**NOTE** The individual project may specify the requirements.

(4)P For the calculation of the total longitudinal support reaction  $F_L$  and in order to compare the global equivalent rail stress with permissible values, the global effect is calculated as follows:

$$F_L = \sum \psi_{0i} F_{Li} \quad (6.24)$$

with:

$F_{Li}$  the individual longitudinal support reaction corresponding to the action  $i$ ,

$\psi_{0i}$  for the calculation of load effects in the superstructure, bearings and substructures the combination factors defined in EN 1990 A2 shall be used,

$\psi_{0i}$  for the calculation of rail stresses,  $\psi_{0i}$  shall be taken as 1,0.

(5) When determining the effect of each action the non-linear behaviour of the track stiffness shown in Figure 6.20 should be taken into account.

(6) The longitudinal forces in the rails and bearings resulting from each action may be combined using linear superimposition.

#### 6.5.4.5 Design criteria

**NOTE** Alternative requirements may be specified in the National Annex.

##### 6.5.4.5.1 Track

(1) For rails on the bridge and on the adjacent abutment the permissible additional rail stresses due to the combined response of the structure and track to variable actions should be limited to the following design values:

- Compression: 72 N/mm<sup>2</sup>,
- Tension: 92 N/mm<sup>2</sup>.

(2) The limiting values for the rail stresses given in 6.5.4.5.1(1) are valid for track complying with:

- UIC 60 rail with a tensile strength of at least 900 N/mm<sup>2</sup>,

- для прямих колій або викривлених з радіусом  $r \geq 1500$  м,

**ПРИМІТКА** Для колій на баласті з додатковими бічними обмеженнями колії і для безпосередньо закріплених колій такі мінімальні величини і радіус можуть бути зменшені за узгодженням з належними фахівцями, визначеними у національному додатку.

- для колій на баласті зі шпалами з важкого бетону при найбільшій відстані між шпалами 65 см або для еквівалентних конструкцій колій,

- для колій на баласті зі зміцненим баластом під шпалами шаром завтовшки щонайменше 30 см. Якщо перелічені критерії не виконуються, має провадитися спеціальне вивчення для визначення додаткових заходів.

**ПРИМІТКА** Для інших стандартів конструкцій колій (зокрема таких, що зазнають бічної дії) і для інших типів рейок рекомендується, щоби найбільші додаткові напруження в рейках визначалися у національному додатку або в індивідуальному проекті.

#### 6.5.4.5.2 Граничні величини деформацій конструкції

(1) П Деформації, викликані тяговими і гальмівними силами, мають не перевищувати такі величини:

- 5 мм для суцільних зварених рейок без температурних компенсаторів або з такими компенсаторами на одному кінці настилу,

- 30 мм за наявності температурних компенсаторів на обох кінцях настилу, якщо баласт є суцільним на кінці настилу,

- переміщення, що перевищують 30 мм, мають допускатися тільки якщо баласт передбачає проміжок для переміщення і передбачено встановлення т температурних компенсаторів.

де  $\delta_B$ , мм є:

- відносне поздовжнє переміщення між кінцем настилу і найближчою опорою або

- відносне поздовжнє переміщення між двома послідовними настилами.

(2) П У випадку вертикальних навантажень від рухомого складу (включно до двох колій, навантажених за моделлю LM 71 (і, якщо потрібно, за моделлю SW/0) )  $\delta_H$ , мм деформації не

– straight track or track radius  $r \geq 1500$  m,

**NOTE** For ballasted tracks with additional lateral restraints to the track and for directly fastened tracks this minimum value of track radius may be reduced subject to the agreement of the relevant authority specified in the National Annex.

– for ballasted tracks with heavy concrete sleepers with a maximum spacing of 65 cm or equivalent track construction,

– for ballasted tracks with at least 30 cm consolidated ballast under the sleepers.

When the above criteria are not satisfied special studies should be carried out or additional measures provided.

**NOTE** For other track construction standards (in particular those that affect lateral resistance) and other types of rail it is recommended that the maximum additional rail stresses is specified in the National Annex or for the individual project.

#### 6.5.4.5.2 Limiting values for the deformation of the structure

(1) P Due to traction and braking  $\delta_B$  [mm] shall not exceed the following values:

– 5 mm for continuous welded rails without rail expansion devices or with a rail expansion device at one end of the deck,

– 30 mm for rail expansion devices at both ends of the deck where the ballast is continuous at the ends of the deck,

– movements exceeding 30 mm shall only be permitted where the ballast is provided with a movement gap and rail expansion devices provided.

where  $\delta_B$  [mm] is:

– the relative longitudinal displacement between the end of a deck and the adjacent abutment or,

– the relative longitudinal displacement between two consecutive decks.

(2) P For vertical traffic actions (up to two tracks loaded with load model LM 71 (and where required SW/0) )  $\delta_H$  [mm] shall not exceed the following values:

повинні перевищувати такі величини:

- 8 мм, якщо враховується спільна реакція конструкції і колії (чинна, якщо є один або жодного температурного компенсатора на настил);
- 10 мм, якщо нехтується спільна реакція конструкції і колії.

тут  $\delta_H$

- поздовжнє переміщення верхньої поверхні настилу на його кінці, викликане його деформацією.

**ПРИМІТКА** За умови, якщо допустимі додаткові напруження в рейках за 6.5.4.5.2(1), або 6.5.4.5.2(2) перевищено, або якщо можливі зміни в конструкції, або передбачено влаштування температурного компенсатора.

(3) Вертикальні переміщення верхньої поверхні настилу відносно сусідніх конструкцій (опори або іншого настилу)  $\delta_V$ , мм, не повинні перевищувати такі величини:

- 3 мм для найбільшої швидкості потягу до 160 км/год.;
- 2 мм для найбільшої швидкості потягу понад 160 км/год.

(4) Для безпосередньо закріплених рейок і закріплень мають перевірятися характеристики опор і закріплень стосовно виникнення в них відповідних граничних станів (включно з втомленістю) від вертикальних сил, спрямованих догори (при дії вертикальних сил від рухомого складу), прикладених до рейкових опор і закріплень.

#### 6.5.4.6 Методи обчислень

**ПРИМІТКА** Інші подібні методи можуть визначатися у національному додатку або в індивідуальному проекті.

(1) Можна застосовувати такі методи обчислень спільної реакції колії і конструкцій для перевірки виконання критерії, наданих у 6.5.4.5. Критерії проектування для баластних колій можуть бути підсумовані так:

- а) поздовжнє відносне переміщення на кінці настилу має розділятися на дві складові для уможливлення порівняння допустимих величин  $\delta_B$ , пов'язаних з тяговими і гальмівними силами, також

– 8 mm when the combined behaviour of structure and track is taken into account (valid where there is only one or no expansion devices per deck),

– 10 mm when the combined behaviour of the structure and track is neglected.

where  $\delta_H$  [mm] is:

- the longitudinal displacement of the upper surface of the deck at the end of a deck due to deformation of the deck.

**NOTE** Where either the permissible additional stresses in the rail in 6.5.4.5.1(1) are exceeded or the longitudinal displacement of the deck in 6.5.4.5.2(1) or 6.5.4.5.2(2) is exceeded either change the structure or provide rail expansion devices.

(3)P The vertical displacement of the upper surface of a deck relative to the adjacent construction (abutment or another deck)  $\delta_V$  [mm] due to variable actions shall not exceed the following values:

- 3 mm for a Maximum Line Speed at the Site of up to 160 km/h,
- 2 mm for a Maximum Line Speed at the Site over 160 km/h.

(4)P For directly fastened rails the uplift forces (under vertical traffic loads) on rail supports and fastening systems shall be checked against the relevant limit state (including fatigue) performance characteristics of the rail supports and fastening systems.

#### 6.5.4.6 Calculation methods

**NOTE** Alternative calculation methods may be specified in the National Annex or for the individual project.

(1) The following calculation methods enable the combined response of the track and structure to be checked against the design criteria given in 6.5.4.5. The design criteria for ballasted decks may be summarised as:

- a) Longitudinal relative displacement at the end of the deck split into two components to enable comparison with the permitted values:  $\delta_B$  due to braking and traction and  $\delta_H$  due to vertical deformation of the deck,

$\delta_H$  від вертикальних деформацій настилу.

б) найбільші додаткові напруження в настилі;

в) найбільші вертикальні відносні переміщення на кінці настилу  $\delta_V$ .

Для безпосередньо закріплених настилів додаткова необхідна перевірка вертикальних сил, спрямованих догори, відповідно до 6.5.4.5.2(4).

(2) У 6.5.4.6. наведено спрощений метод оцінювання спільної реакції вільно обпертої або нерозрізної конструкції, яка складається з одного мостового настилу і колії, на дію різних чинників для конструкцій, в яких температурний блок має довжину  $L_T$  до 40 м.

(3) Для конструкцій, які не задовольняють вимоги 6.5.4.6.1, у додатку G представлено метод визначення спільної реакції конструкції і колії на дію різних чинників для:

- вільно обпертих або нерозрізних конструкцій окремого мостового настилу,

- конструкцій, які складаються з послідовності вільно обпертих настилів;

- конструкцій, які складаються з послідовності окремих нерозрізних настилів.

(4) Крім того, для інших типів колій і конструкцій розрахунки можна проводити у відповідності до вимог of 6.5.4.2 - 6.5.4.5.

#### **6.5.4.6.1 Метод спрощеного розрахунку для окремого настилу**

(1) Для верхньої будови, яка складається з окремого настилу (з вільно обпертими, нерозрізними прольотами, з нерухомими опорами на одному кінці нерозрізних прольотів і з проміжними рухомими опорами) належить перевіряти напруження в рейках, щоб забезпечити

- достатню жорсткість  $K$  верхньої будови щоби величина переміщення  $\delta_B$  настилу в поздовжньому напрямку від дії тягових і гальмівних зусиль не перевищували 5 мм під дією тягових і гальмівних зусиль, визначених у

b) Maximum additional stresses in the rails,

c) Maximum vertical relative displacement at the end of the deck,  $\delta_V$ .

For directly fastened decks an additional check on uplift forces is required in accordance with 6.5.4.5.2(4).

(2) In 6.5.4.6.1 a simplified method is given for estimating the combined response of a simply supported or a continuous structure consisting of single bridge deck and track to variable actions for structures with an expansion length  $L_T$  of up to 40m.

(3) For structures that do not satisfy the requirements of 6.5.4.6.1 a method is given in annex G for determining the combined response of a structure and track to variable actions for:

– simply supported or a continuous structure consisting of a single bridge deck,

– structures consisting of a succession of simply supported decks,

– structures consisting of a succession of continuous single piece decks.

(4) Alternatively, or for other track or structural configurations, an analysis may be carried out in accordance with the requirements of 6.5.4.2 to 6.5.4.5.

#### **6.5.4.6.1 Simplified calculation method for a single deck**

(1) For a superstructure comprising of a single deck (simply supported, continuous spans with a fixed bearing at one end or continuous spans with an intermediate fixed bearing) it is not necessary to check the rail stresses providing:

– the substructure has sufficient stiffness,  $K$  to limit  $\delta_B$ , the displacement of the deck in the longitudinal direction due to traction and braking, to a maximum of 5 mm under the longitudinal forces due to traction and braking defined in 6.5.4.6.1(2)

(classified in accordance with 6.3.2(3) where

6.5.4.6.1(2) (класифікованих, якщо необхідно, відповідно до 6.3.2(3)). Мають враховуватися конфігурація і властивості конструкцій, потрібні для визначення переміщень і наведені в 6.5.4.2(1).

- вертикальні впливи рухомого складу  $\delta_H$ , поздовжні переміщення верхньої поверхні настилу на його кінці, викликані деформацією настилу не повинні перевищувати 5 мм;

- величина теплового розширення  $L_T$  менше від 40 мм.

**ПРИМІТКА** У національному додатку можуть бути визначені інші критерії, проте рекомендуються критерії, подані в цьому розділі.

(2) Границі застосування методу розрахунку, наведеного в 6.5.4.6.1, такі:

- колії і конструкції, для яких виконуються вимоги, подані в 6.5.4.5.1(2).

- поздовжній пластичний зсувний опір  $k$  дорівнює:

ненавантажена колія: від  $k = 20$  до 40 кН на 1 м колії,

- вертикальне навантаження від рухомого складу.

Модель навантаження 71 (I, якщо необхідно, модель навантаження SW/0) при  $\alpha = 1$  відповідно до 6.3.2(3), модель навантаження SW/2,

**ПРИМІТКА.** Метод зберігає чинність для величин  $\alpha$ , якщо навантаження від  $\alpha \times LM71$  менше або дорівнює навантаженням від SW/2

- впливи, викликані гальмуванням для: моделі навантаження 71 (і, якщо необхідно, моделі навантаження SW/0) і моделі навантаження HSLM:

$q_{lbk} = 20$  кН/м,

моделі навантаження SW/2::

$q_{lbk} = 35$  кН/м.

- впливи, викликані тягою:

$q_{lak} = 33$  кН/м, обмежені найбільшою  $Q_{lak} = 1000$  кН.

- впливи, викликані температурою:

Змінювання температури:  $\Delta T_D$  настилу  $\Delta T_D \leq 35$  град. Кельвіна,

Змінювання температури  $\Delta T_R$  рейки  $\Delta T_R \leq 50$  град. Кельвіна

Найбільша різниця температур рейок і настилу:

required). For the determination of the displacements the configuration and properties of the structure given in 6.5.4.2(1) should be taken into account.

– for vertical traffic actions  $\delta_H$ , the longitudinal displacement of the upper surface of the deck at the end of the deck due to deformation of the deck does not exceed 5mm,

– expansion length  $L_T$  is less than 40m,

**NOTE** Alternative criteria may be specified in the National Annex. The criteria given in this clause are recommended.

(2) The limits of validity of the calculation method in 6.5.4.6.1 are:

– track complies with the construction requirements given in 6.5.4.5.1(2).

– longitudinal plastic shear resistance  $k$  of the track is: unloaded track:  $k = 20$  to 40 kN per m of track, loaded track:  $k = 60$  kN per m of track.

– vertical traffic loading:

Load Model 71 (and where required Load Model SW/0) with  $\alpha = 1$  in accordance with 6.3.2(3),

Load Model SW/2,

**NOTE** The method is valid for values of  $\alpha$  where the load effects from  $\alpha \times LM71$  are less than or equal to the load effects from SW/2.

– actions due to braking for:

Load Model 71 (and where required Load Model SW/0) and Load Model HSLM:

$q_{lbk} = 20$  кН/м,

Load Model SW/2:

$q_{lbk} = 35$  кН/м.

– actions due to traction:

$q_{lak} = 33$  кН/м, limited to a maximum of  $Q_{lak} = 1000$  кН.

– actions due to temperature:

Temperature variation  $\Delta T_D$  of the deck:

$\Delta T_D \leq 35$  Kelvin,

Temperature variation  $\Delta T_R$  of the rail:

$\Delta T_R \leq 50$  Kelvin,

Maximum difference in temperature between rail and deck:

$$|\Delta T_D - \Delta T_R| \leq 20 \text{ град. Кельвіна} \quad 6.25$$

(3) Поздовжні сили, викликані тягою і гальмуванням, що діють на нерухомі опори, враховуються множенням тягових і гальмівних сил на зменшувальний коефіцієнт, наведений у табл. 6.9

**ПРИМІТКА** Для порталних і замкнутих рам рекомендується, щоби зменшувальний коефіцієнт  $\xi$  дорівнював 1. У додатку G представлено інший метод або розрахунок відповідно до п.п. 6.5.4.2 – 6.5.4.5

$$|\Delta T_D - \Delta T_R| \leq 20 \text{ Kelvin.} \quad 6.25$$

(3) The longitudinal forces due to traction and braking acting on the fixed bearings may be obtained by multiplying the traction and braking forces by the reduction factor given in Table 6.9.

**NOTE** For portal frames and closed frames or boxes it is recommended that the reduction factor  $\xi$  be taken as unity. Alternatively the method given in annex G or an analysis in accordance with 6.5.4.2 to 6.5.4.5 may be used.

**Table 6.9 - Reduction factor for the determination of the longitudinal forces in the fixed bearings of one-piece decks due to traction and braking**

Overall length of structure [m]	Reduction factor $\xi$		
	Continuous track	Rail expansion devices at one end of deck	Rail expansion devices at both ends of deck
$\leq 40$	0,60	0,70	1,00

**Таблиця 6.9 – Зменшувальний коефіцієнт для визначення поздовжніх сил в нерухомих опорах одноопорного настилу, викликаних тягою і гальмуванням**

Повна довжина конструкції, м	Зменшувальний коефіцієнт $\xi$		
	Безперервна колія	Рейковий температурний компенсатор на одному кінці настилу	Рейкові температурні компенсатори на обох кінцях настилу
$\leq 40$	0,60	0,70	1,00

(4) Величина поздовжньої сили  $F_{Тк}$ , що виникає в колії від змінювання температури ( відповідно до 6.5.4.3) і діє на нерухому опору, може бути отримана в такий спосіб:

- для мостів з безперервними звареними рейками на обох кінцях настилу і нерухомими опорами на одному з кінців  $F_{Тк}, \text{кН} = \pm 0,6 k L_T$  (6.26),

причому  $k, \text{кН/м}$  – поздовжній пластичний зсувний опір, що припадає на одиницю довжини відповідно до 6.5.4.4(2) для ненавантаженої колії і  $L_T, \text{м}$  – довжина температурного блока відповідно до 6.5.4.2(1).

- для мостів з безперервними звареними рейками на обох кінцях настилу і нерухомими опорами, розташованими на відстані  $L_1$  від одного кінця настилу і на відстані  $L_2$  від іншого:

$$F_{Тк}, \text{кН} = \pm 0,6 k (L_2 - L_1) \quad (6.27)$$

(4) The characteristic longitudinal forces  $F_{Тк}$  per track due to temperature variation (according to 6.5.4.3) acting on the fixed bearings may be obtained as follows :

– for bridges with continuous welded rails at both deck ends and fixed bearings at one end of the deck :

$$F_{Тк} [\text{kN}] = \pm 0,6 k L_T \quad (6.26)$$

with  $k$  [kN/m] the longitudinal plastic shear resistance of the track per unit length according to 6.5.4.4(2) for unloaded track and  $L_T$  [m] the expansion length according to 6.5.4.2(1).

– for bridges with continuous welded rails at both deck ends and fixed bearings situated in a distance  $L_1$  from one end of the deck and  $L_2$  from the other end :

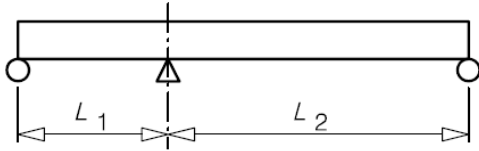
$$F_{Тк} [\text{kN}] = \pm 0,6 k (L_2 - L_1) \quad (6.27)$$

with  $k$  [kN/m] the longitudinal plastic shear resistance of the track per unit length



при  $k$ , кН/м - поздовжній пластичний зсувний опір колії на одиницю довжини відповідно до 6.5.4.4(2) для ненавантаженої колії і  $L_1$ , м і  $L_2$ , м відповідно до рис. 6.21

**ЗАУВАЖЕННЯ (1)** Настил, що відповідає  $L_1$  або  $L_2$  може містити один або більше прольотів.



**Рисунок 6.21**– Настил з нерухомими опорами, не розташованими на одному кінці <sup>(1)</sup>

- для мостів з безперервними зварними рейками з нерухомими опорами і за наявності температурних компенсаторів на вільному кінці настилу:

$F_{Тк}$ , кН =  $\pm 20 L_T$ , проте  $F_{Тк} \leq 1100$  кН (6.28) при  $L_T$ , м – температурному блоці відповідно до 6.5.4.2.(1).

- для мостових настилів з температурними компенсаторами на обох кінцях:

$$F_{Тк} = 0 \quad (6.29)$$

**ПРИМІТКА** Для колій, що відповідають 6.5.4.5.1(2) величини  $k$  мають прийматися за додатком G2(3). Інші величини  $k$  можуть визначатися в національному додатку

(5) Величини поздовжніх сил  $F_{Qк}$ , прикладених до колії на нерухомих опорах, викликаних деформаціями настилу можуть бути отримані в такий спосіб:

- для мостів з безперервними зварними рейками на обох кінцях і нерухомими опорами на одному кінці за наявності температурного компенсатора на вільному кінці настилу:

$$F_{Qк}, \text{кН} = \pm 20 L \quad (6.30)$$

тут  $L$ , м – довжина першого прольоту, якщо рахувати від нерухокої опори

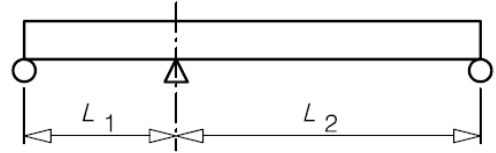
- для мостів з температурними компенсаторами на обох кінцях настилу:

$$F_{Qк}, \text{кН} = 0 \quad (6.31)$$

(6) Вертикальне переміщення верхньої поверхні настилу відносно інших конструкцій (опора або інший настил), викликане різними впливами, може розраховуватися з нехтуванням спільної реакції конструкції і колії і з перевіркою за критеріями, які наведено в 6.5.4.5.2(3).

according to 6.5.4.4(2) for unloaded track and  $L_1$  [m] and  $L_2$  [m] according to Figure 6.21.

N.B. (1) Deck corresponding to either  $L_1$  or  $L_2$  may comprise of one or more spans.



**Figure 6.21** - Deck with fixed bearings not located at one end <sup>(1)</sup>

– for bridges with continuous welded rails at the deck end with fixed bearings and rail expansion devices at the free deck end:

$F_{Тк}$  [kN] =  $\pm 20 L_T$ , but  $F_{Тк} \leq 1100$  kN (6.28) with  $L_T$  [m] expansion length according to 6.5.4.2.(1).

– for bridge decks with rail expansion devices at both ends:

$$F_{Тк} = 0 \quad (6.29)$$

**NOTE** For track complying with 6.5.4.5.1(2) values of  $k$  may be taken from annex G2(3). Alternative values of  $k$  may be specified in the National Annex.

(5) The characteristic longitudinal forces  $F_{Qк}$  per track on the fixed bearings due to deformation of the deck may be obtained as follows:

– for bridges with continuous welded rails at both deck ends and fixed bearings on one end of the deck and with rail expansion devices at the free end of the deck:

$$[kN] = \pm 20 L \quad (6.30)$$

with  $L$  [m] the length of the first span near the fixed bearing

– for bridges with rail expansion devices at both ends of the deck:

$$F_{Qк} [kN] = 0 \quad (6.31)$$

(6) The vertical displacement of the upper surface of a deck relative to the adjacent construction (abutment or another deck) due to variable actions may be calculated ignoring the combined response of the structure and track and checked against the criteria in 6.5.4.5.2(3).

## 6.6 Аеродинамічні впливи рухомого складу

### 6.6.1 Загальні положення

(1) П Аеродинамічні впливи від рухомого складу мають враховуватися, якщо проєктовані конструкції поєднано з коліями.

(2) Пересування рухомого складу по будь-якій конструкції, розташованій поблизу колії викликає рухому хвилю стиску або розтягування (див. рис.6.22-6.25). Величина впливі переважно залежить від:

- другого степеню швидкості потягу,
- аеродинамічних властивостей потягу,
- форми конструкцій,
- розташування конструкцій, особливо від відстаней між вагонами і конструкцією.

(3) Впливи можуть наближено замінено еквівалентними силами, прикладеними до верхніх і піднесених частин потягу, якщо перевіряються повні і експлуатаційний граничні стани, а також втомленість. Величини еквівалентних сил подаються в 6.6.2 - 6.6.6

**ПРИМІТКА** Інші величини можуть визначатися в Національному додатку або в індивідуальному проєкті. проте рекомендовано величини, наведені в 6.6.2 - 6.6.6

(4) У розділах 6.6.2 - 6.6.6 найбільша швидкість  $V$ , км/год. має прийматися як найбільша швидкість потягу за винятком випадків, передбачених EN 1990 A2.2.4(6).

(5) На початку і на кінці конструкції, приєднаної до колії, на довжинах 5 м від початку і від кінця конструкції, вимірних паралельно колії, еквівалентні навантаження в 6.6.2 - 6.6.6 мають збільшуватися множенням на динамічний коефіцієнт, що дорівнює 2,0.

**ПРИМІТКА** Для динамічно чутливих конструкцій вищезгаданий динамічний коефіцієнт може бути недостатнім і може потребувати визначення на підставі додаткового вивчення. Мають враховуватися динамічні характеристики конструкцій – умови обпирання, швидкість руху і відповідні аеродинамічні впливи, а також динамічна реакція конструкцій, в тому числі швидкість хвилі прогинів, що виникає в конструкції. Крім того, для динамічно чутливих конструкцій збільшувальний динамічний коефіцієнт може бути необхідним для частин

## 6.6 Aerodynamic actions from passing trains

### 6.6.1 General

(1) Aerodynamic actions from passing trains shall be taken into account when designing structures adjacent to railway tracks.

(2) The passing of rail traffic subjects any structure situated near the track to a travelling

wave of alternating pressure and suction (see Figures 6.22 to 6.25). The magnitude of the action depends mainly on:

- the square of the speed of the train,
- the aerodynamic shape of the train,
- the shape of the structure,
- the position of the structure, particularly the clearance between the vehicle and the structure.

(3) The actions may be approximated by equivalent loads at the head and rear ends of a train, when checking ultimate and serviceability limit states and fatigue. Characteristic values of the equivalent loads are given in 6.6.2 to 6.6.6.

**NOTE** The National Annex or the individual project may specify alternative values. The values given in 6.6.2 to 6.6.6. are recommended.

(4) In 6.6.2 to 6.6.6 the Maximum Design Speed  $V$  [km/h] should be taken as the Maximum Line Speed at the Site except for cases covered by EN 1990 A2.2.4(6).

(5) At the start and end of structures adjacent to the tracks, for a length of 5 m from the start and end of the structure measured parallel to the tracks the equivalent loads in 6.6.2 to 6.6.6 should be multiplied by a dynamic amplification factor of 2,0.

**NOTE** For dynamically sensitive structures the above dynamic amplification factor may be insufficient and may need to be determined by a special study. The study should take into account dynamic characteristics of the structure including support and end conditions, the speed of the adjacent rail traffic and associated aerodynamic actions and the dynamic response of the structure including the speed of a deflection wave induced in the structure. In addition, for dynamically sensitive structures a dynamic amplification factor may be necessary for parts of the structure between the start and end of the

конструкцій всередині, тобто між її початком і кінцем

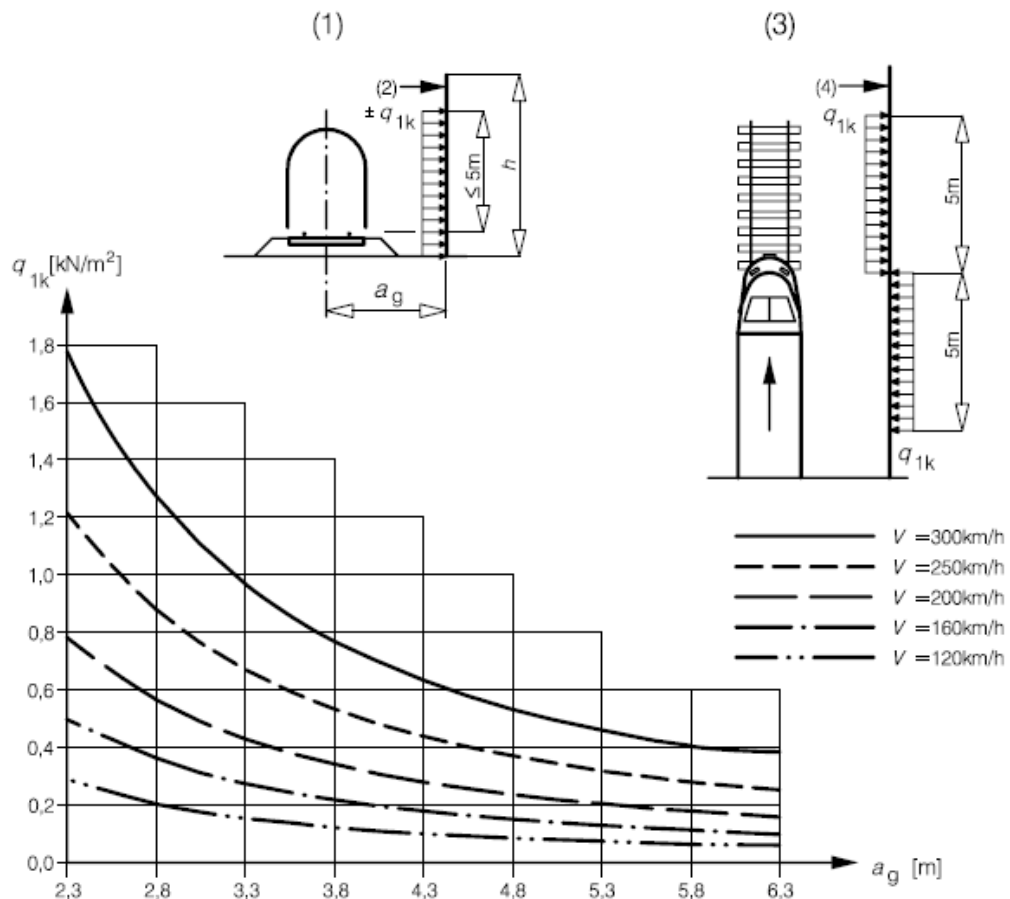
**6.6.2 Плоскі вертикальні поверхні, паралельні напрямку колії (наприклад, протишумові бар'єри)**

(1) Характеристичні величини впливів  $q_{1k}$  подано на рис.6.22

structure.

**6.6.2 Simple vertical surfaces parallel to the track (e.g. noise barriers)**

(1) The characteristic values of the actions,  $\pm q_{1k}$ , are given in Figure 6.22.



**Позначення**

- (1) Переріз
- (2) Поверхня конструкції
- (3) Вигляд згори
- (4) Поверхня конструкції

**Рисунок 6.22 – Величини впливів  $q_{1k}$  на вертикальну поверхню, паралельну до колії**

**Key**

- (1) Section
- (2) Surface of structure
- (3) Plan view
- (4) Surface of structure

**Figure 6.22 - Characteristic values of actions  $q_{1k}$  for simple vertical surfaces parallel to the track**

(2) Якщо характеристичні величини сил прикладаються до рухомого складу з найнесприятливішою аеродинамічною формою, вони можуть зменшуватися в такий спосіб:

- множник  $k_1 = 0,85$  для потягів з гладкими бічними поверхнями рухомого складу
- коефіцієнт  $k_1 = 0,6$  для швидкісних магістральних потягів (наприклад, ETR,

(2) The characteristic values apply to trains with an unfavourable aerodynamic shape and may be reduced by:

- a factor  $k_1 = 0,85$  for trains with smooth sided rolling stock
- a factor  $k_1 = 0,6$  for streamlined rolling stock (e.g. ETR, ICE, TGV, Eurostar or

ICE, TGV, Eurostar і подібних)

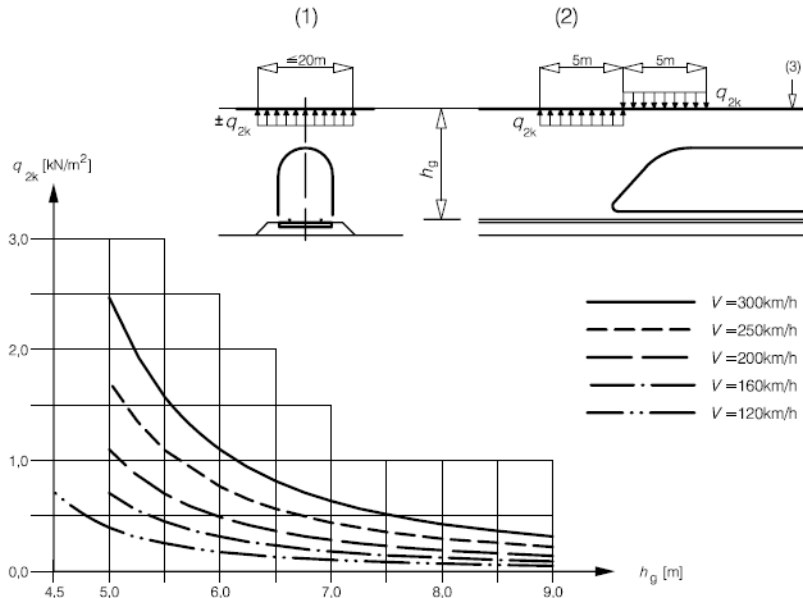
(3) якщо розглядається невелика частина стіни заввишки  $\leq 1,00$  м і завдовжки  $\leq 2,50$  м (наприклад, протишумовий екран) дія  $q_{1k}$  має збільшуватися множенням на коефіцієнт  $k_2=1,3$ .

**6.6.3 Плоскі горизонтальні поверхні над коліями (наприклад, конструкції захисних покриттів)**

similar)

(3) If a small part of a wall with a height  $\leq 1,00$  m and a length  $\leq 2,50$  m is considered, e.g. an element of a noise protection wall, the actions  $q_{1k}$  should be increased by a factor  $k_2 = 1,3$ .

**6.6.3 Simple horizontal surfaces above the track (e.g. overhead protective structures)**



**Позначення**

- (1) Поперечний переріз
- (2) Бічний вид
- (3) Несні конструкції

**Key**

- (1) Section
- (2) Elevation
- (3) Underside of the structure

**Рисунок 6.23— Величини впливів  $q_{2k}$  для простої горизонтальної поверхні над колією**

**Figure 6.23 - Characteristic values of actions  $q_{2k}$  for simple horizontal surfaces above the track**

(1) Характеристичні величини впливів  $\pm q_{2k}$  подано на рис. 6.23.

(2) Ширина навантаження конструктивного елемента при дослідженнях збільшується до 10 м від осьової лінії колії

(3) Для потягів, які рухаються в протилежних напрямках, впливи мають підсумовуватися. Мають розглядатися навантаження лише від двох потягів.

(4) Впливи  $q_{2k}$  можна зменшувати шляхом множення на коефіцієнт  $k_1$ , як визначено в ін 6.6.2.

(5) Сили, що діють на крайки смуг широких конструкцій, які перетинають колію, можуть множитися на коефіцієнт 0,75, якщо ширина перевищує 1,50 м.

(1) The characteristic values of the actions,  $\pm q_{2k}$ , are given in Figure 6.23.

(2) The loaded width for the structural member under investigation extends up to 10 m to either side from the centre-line of the track.

(3) For trains passing each other in opposite directions the actions should be added. The loading from trains on only two tracks needs to be considered.

(4) The actions  $q_{2k}$  may be reduced by the factor  $k_1$  as defined in 6.6.2.

(5) The actions acting on the edge strips of a wide structure which cross the track may be multiplied by a factor of 0,75 over a width up to 1,50 m.

**6.6.4 Плоскі горизонтальні поверхні, приєднані до колії (наприклад, навіси над платформами без вертикальних стінок)**

(1) Характеристичні величини впливів  $\pm q_{3k}$  подано на рис.6.24 незалежно від аеродинамічної форми потягу.

(2) При будь-якому розташуванні вздовж проектованої конструкції величина  $q_{3k}$  має визначатися від найближчої колії. Якщо розглядаються конструкції з різних боків колії, впливи мають додаватися.

(3) Якщо відстань  $h_g$  перевищує 3,80 м, вплив  $q_{3k}$  може зменшуватися коефіцієнтом  $k_3$ :

$$k_3 = \frac{(7,5 - h_g)}{3,7} \tag{6.32}$$

для  $3,8 \text{ м} < h_g < 7,5 \text{ м}$

$$k_3 = 0 \text{ для } h_g \geq 7,5 \text{ м} \tag{6.33}$$

де:  $h_g$  - відстань від рівня голівки рейки до несної конструкції

**6.6.4 Simple horizontal surfaces adjacent to the track (e.g. platform canopies with no vertical wall)**

(1) The characteristic values of the actions,  $\pm q_{3k}$ , are given in Figure 6.24 and apply irrespective of the aerodynamic shape of the train.

(2) For every position along the structure to be designed,  $q_{3k}$  should be determined as a function of the distance  $a_g$  from the nearest track. The actions should be added, if there are tracks on either side of the structural member under consideration.

(3) If the distance  $h_g$  exceeds 3,80 m the action  $q_{3k}$  may be reduced by a factor  $k_3$ :

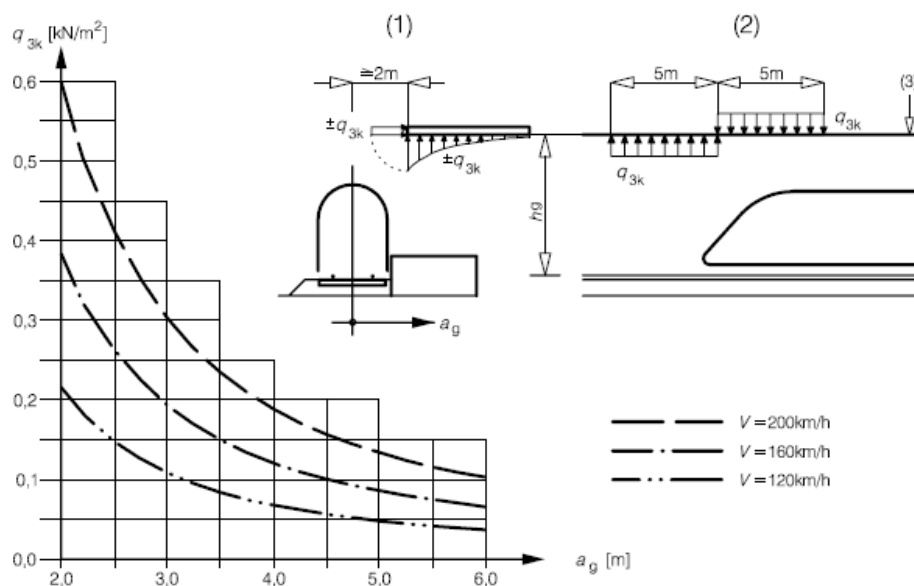
$$k_3 = \frac{(7,5 - h_g)}{3,7} \tag{6.32}$$

for  $3,8 \text{ m} < h_g < 7,5 \text{ m}$

$$k_3 = 0 \text{ for } h_g \geq 7,5 \text{ m} \tag{6.33}$$

where:

$h_g$  distance from top of rail level to the underside of the structure.



**Позначення**

- (1) Поперечний переріз
- (2) Бічний вид
- (3) Несні конструкції

**Key**

- (1) Section
- (2) Elevation
- (3) Underside of the structure

**Рисунок 6.24** – Характеристичні величини впливів  $q_{3k}$  для плоских горизонтальних поверхонь, паралельних до колій

**Figure 6.24** - Characteristic values of actions  $q_{3k}$  for simple horizontal surfaces adjacent to the track

**6.6.5 Багатоповерхневі конструкції з**

**6.6.5 Multiple-surface structures alongside**

вертикальними, горизонтальними і нахиленими площинами вздовж колій (наприклад, вигнуті протишумові огороження, навіси на платформах з вертикальними стінками і т.ін.)

(1) Величини впливів  $\pm q_{4k}$ , які подано на рис.6.25, мають прикладатися перпендикулярно до розглядуваної поверхні. Величини повинні прийматися за графіками на рис.6.25 при відстані колії як меншої з величин  $a'_g = 0,6 \min a_g + 0,4 \max a_g$  або 6 м (6.34), де відстані  $\min a_g$  і  $\max a_g$  показано на рис.6.25

(2) Якщо  $\max a_g > 6$  м має прийматися величина  $\max a_g = 6$  м.

(3) Коефіцієнти  $k_1$  і  $k_2$  мають визначатися за 6.6.2

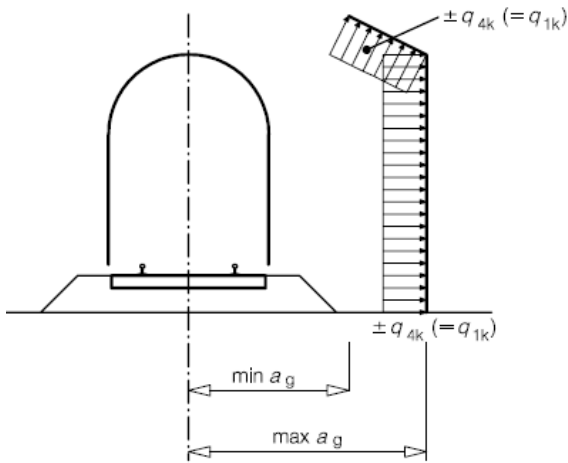


Рисунок 6.25 – Визначення відстаней  $\min a_g$  and  $\max a_g$  від осі колії.

**6.6.6. Вимірювання поверхонь огорожувальних конструкцій понад обмежувальну довжину (до 20 м) (горизонтальна поверхня над колією і щонайменше одна вертикальна стінка, наприклад, підмости та інші тимчасові конструкції)**

(1) Усі впливи мають прикладатися незалежно від аеродинамічної форми потягу:

- на повній висоті вертикальних поверхонь

$\pm k_4 q_{1k}$  (6.35)

де:

$q_{1k}$  визначається відповідно до 6.6.2,

$k_4 = 2$

- до горизонтальних поверхонь:

$\pm k_5 q_{2k}$  (6.36)

the track with vertical and horizontal or inclined surfaces (e.g. bent noise barriers, platform canopies with vertical walls etc.)

(1) The characteristic values of the actions,  $\pm q_{4k}$ , as given in Figure 6.25 should be applied normal to the surfaces considered. The actions should be taken from the graphs in Figure 6.22 adopting a track distance the lesser of:  $a'_g = 0,6 \min a_g + 0,4 \max a_g$  or 6 m (6.34) where distances  $\min a_g$  and  $\max a_g$  are shown in Figure 6.25.

(2) If  $\max a_g > 6$  m the value  $\max a_g = 6$  m should be used.

(3) The factors  $k_1$  and  $k_2$  defined in 6.6.2 should be used.

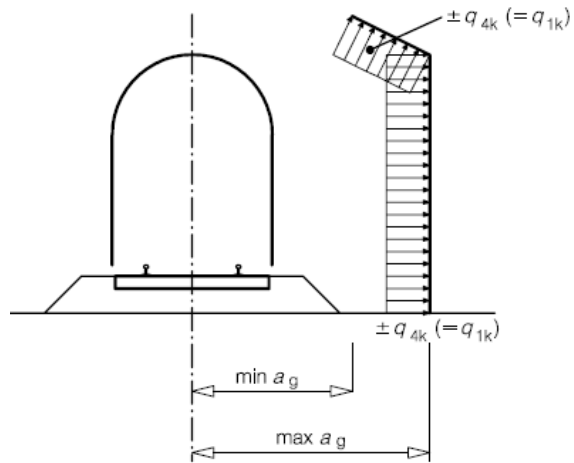


Figure 6.25 - Definition of the distances  $\min a_g$  and  $\max a_g$  from centre-line of the track

**6.6.6 Surfaces enclosing the structure gauge of the tracks over a limited length (up to 20 m) (horizontal surface above the tracks and at least one vertical wall, e.g. scaffolding, temporary constructions)**

(1) All actions should be applied irrespective of the aerodynamic shape of the train:

- to the full height of the vertical surfaces:

$\pm k_4 q_{1k}$  (6.35)

where:

$q_{1k}$  is determined according to 6.6.2,

$k_4 = 2$

- to the horizontal surfaces:

$\pm k_5 q_{2k}$  (6.36)

де:

$q_{2k}$  визначається відповідно до 6.6.3 лише для одної колії,

$k_5 = 2,5$ , якщо огорожується одна колія,

$k_5 = 3,5$ , якщо огорожуються дві колії

### 6.7 Сходження з рейок та інші впливи на залізничні мости

(1) П Залізничні мости мають проектуватися у такий спосіб, щоб звести до мінімуму негативні впливи від сходження з рейок з подальшим руйнуванням моста (зокрема, перекидання потягу або руйнування несних конструкцій в цілому).

#### 6.7.1. Вплив сходження з рейок залізничного потягу.

(1) П Сходження потягу на залізничному мосту має розглядатися як надзвичайна подія.

(2) П Мають розглядатися дві ситуації:

- Проектна ситуація I: Сходження з рейок потягу, при якому потяг залишається на колії в межах настилу і вагони утримуються суміжними рейками або бортовим огородженням.

- Проектна ситуація II. Сходження потягу з рейок, при якому рухомий склад балансує на крайці моста і навантажує крайки верхньої будови (за винятком неконструктивних елементів, таких, наприклад, як пішохідні доріжки)

**ПРИМІТКА.** Національний додаток або індивідуальний проект можуть визначати інші вимоги або інші навантаження.

(3) У проектній ситуації I належить уникати основних несних конструкцій. Тим не менше, можливі місцеві руйнування. Ці частини конструкцій мають проектуватися під такі навантаження в аварійних ситуаціях:

$\alpha * 1,4 * LM 71$  (обидві зосереджені сили і рівномірно розподілене навантаження  $Q_{A1d}$  and  $q_{A1d}$ ), паралельні осі колії в найнесприятливішому місці в межах ділянки, в 1,5 рази ширшої колії по осі колії:

where:

$q_{2k}$  is determined according to 6.6.3 for only one track,

$k_5 = 2,5$  if one track is enclosed,

$k_5 = 3,5$  if two tracks are enclosed.

### 6.7 Derailment and other actions for railway bridges

(1) P Railway structures shall be designed in such a way that, in the event of a derailment,

the resulting damage to the bridge (in particular overturning or the collapse of the structure

as a whole) is limited to a minimum.

#### 6.7.1 Derailment actions from rail traffic on a railway bridge

(1) P Derailment of rail traffic on a railway bridge shall be considered as an Accidental Design Situation.

(2) P Two design situations shall be considered:

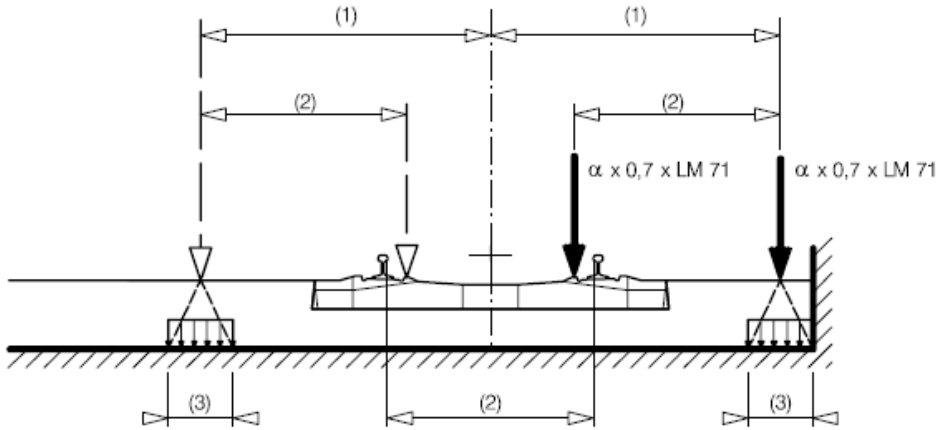
– Design Situation I: Derailment of railway vehicles, with the derailed vehicles remaining in the track area on the bridge deck with vehicles retained by the adjacent rail or an upstand wall.

– Design Situation II: Derailment of railway vehicles, with the derailed vehicles balanced on the edge of the bridge and loading the edge of the superstructure (excluding nonstructural elements such as walkways).

**NOTE** The National Annex or individual project may specify additional requirements and alternative loading.

(3) P For Design Situation I, collapse of a major part of the structure shall be avoided. Local damage, however, may be tolerated. The parts of the structure concerned shall be designed for the following design loads in the Accidental Design Situation:

$\alpha * 1,4 * LM 71$  (both point loads and uniformly distributed loading,  $Q_{A1d}$  and  $q_{A1d}$ ) parallel to the track in the most unfavourable position inside an area of width 1,5 times the track gauge on either side of the centre-line of the track:



**Позначення**

- (1) max.  $1,5s$  або менше, якщо проти стінки
- (2) Ширина колії  $s$
- (3) Для рейок на баласті зосереджені сили можуть враховуватися як розподілені на площі квадрата зі стороною 450 мм на верхній поверхні настилу.

**Рисунок 6.26.** –Проектна ситуація I – еквівалентні сили  $Q_{A1d}$  і  $q_{A1d}$

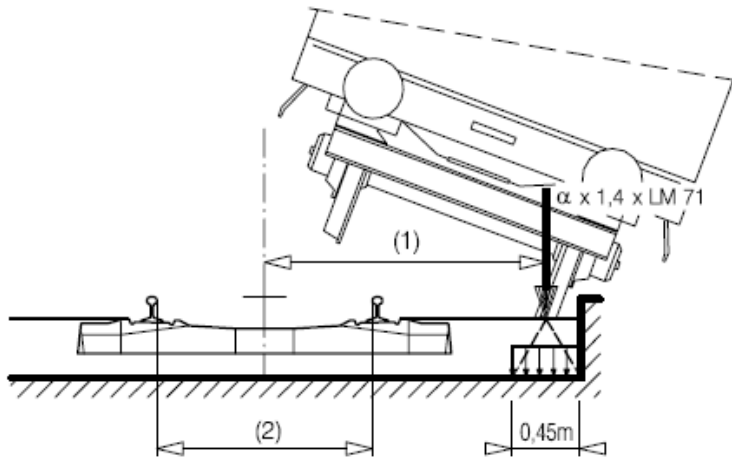
(4) У проектній ситуації II міст має не перекидатися при руйнуванні. Для визначення стійкості проти перекидання найбільша повна довжина 20 м  $\alpha \times 1,4 \times LM71$  має враховуватися як рівномірно розподілене вертикальне лінійне навантаження на країці розглядуваної конструкції

**Key**

- (1) max.  $1,5s$  or less if against wall
- (2) Track gauge  $s$
- (3) For ballasted decks the point forces may be assumed to be distributed on a square of side 450mm at the top of the deck.

**Figure 6.26 - Design Situation I - equivalent load  $Q_{A1d}$  and  $q_{A1d}$**

(4)P For Design Situation II, the bridge should not overturn or collapse. For the determination of overall stability a maximum total length of 20 m of  $q_{A2d} = \alpha \times 1,4 \times LM71$  shall be taken as a uniformly distributed vertical line load acting on the edge of the structure under consideration.



**Позначення**

- (1) Сила, прикладена до крайки конструкції
- (2) Ширина колії  $s$

**Рисунок 6.27**– Проектна ситуація II – еквівалентне навантаження  $q_{A2d}$

**ПРИМІТКА** Згадане вище еквівалентне навантаження має враховуватися тільки при визначенні повної міцності або стійкості конструкції в цілому. Проектування окремих не впливових конструктивних елементів не вимагає врахування цих сил

**Key**

- (1) Load acting on edge of structure
- (2) Track gauge  $s$

**Figure 6.27 - Design Situation II - equivalent load  $q_{A2d}$**

**NOTE** The above-mentioned equivalent load is only to be considered for determining the ultimate strength or the stability of the structure as a whole. Minor structural elements need not be designed for this load.



(5) Проектна ситуація II має перевірятися окремо. Спільну дію таких сил не треба враховувати.

(6) Для проектних ситуацій I та II для колій, які зазнали сходження з рейок, інші навантаження від рухомого складу не враховуються.

**ПРИМІТКА** Вимоги до прикладання навантажень до інших колій див. EN 1990 A2

(7) Відповідно до 6.7.1(3) і 6.7.1(4) для проектних навантажень динамічні коефіцієнти не застосовуються.

(8) Конструктивні елементи, які розташовано над рівнем рейок, заходи до зменшення наслідків сходження рухомого складу з рейок мають плануватися відповідно до визначених вимог.

**ПРИМІТКА 1** Такі вимоги можуть визначатися в національному додатку або в індивідуальному проекті

**ПРИМІТКА 2** Національний додаток або індивідуальний проект можуть також визначати вимоги до підтримки потягу при сходженні з рейок.

### **6.7.2 Сходження з рейок окремо або разом з конструкціями та інші впливи від надзвичайних транспортних ситуацій**

(1) Якщо трапилося сходження з рейок, виникає ризик зіткнення транспортних засобів, що зійшли з рейок, з конструкціями, що знаходяться над або поблизу колії. Вимоги до навантажень при зіткненнях та інші вимоги визначаються в EN 1991-1-7.

(2) Інші впливи при надзвичайних проектних ситуаціях подано в EN 1991-1-7 і мають також враховуватися.

### **6.7.3 Інші впливи**

(1) У проектуванні конструкцій мають враховуватися такі впливи:

- вплив нахилоного настилу або нахилених опорних поверхонь,
- поздовжні анкерувальні сили від напруження або зменшення напружень в рейках відповідно до визначених вимог.
- поздовжні сили від раптового руйнування рейок відповідно до визначених вимог.
- впливи від контактної мережі і іншого верхнього лінійного обладнання, приєднаного до конструкцій відповідно до визначених вимог.

(5)P Design Situations I and II shall be examined separately. A combination of these loads need not be considered.

(6) For Design Situations I and II other rail traffic actions should be neglected for the track subjected to derailment actions.

**NOTE** See EN 1990 A2 for the requirements for application of traffic actions to other tracks.

(7) No dynamic factor needs to be applied to the design loads in 6.7.1(3) and 6.7.1(4).

(8)P For structural elements which are situated above the level of the rails, measures to mitigate the consequences of a derailment shall be in accordance with the specified requirements.

**NOTE 1** The requirements may be specified in the National Annex or for the individual project.

**NOTE 2** The National Annex or individual project may also specify requirements to retain a derailed train on the structure.

### **6.7.2 Derailment under or adjacent to a structure and other actions for Accidental Design Situations**

(1) When a derailment occurs, there is a risk of collision between derailed vehicles and structures over or adjacent to the track. The requirements for collision loading and other design requirements are specified in EN 1991-1-7.

(2) Other actions for Accidental Design Situations are given in EN 1991-1-7 and should be taken into account.

### **6.7.3 Other actions**

(1)P The following actions shall also be taken into account in the design of the structure:

- effects due to inclined decks or inclined bearing surfaces,
- longitudinal anchorage forces from stressing or destressing rails in accordance with the specified requirements.
- longitudinal forces due to the accidental breakage of rails in accordance with the specified requirements.
- actions from catenaries and other overhead line equipment attached to the structure in accordance with the specified requirements.

- впливи інших залізничних інфраструктур і обладнання відповідно до визначених вимог

**ПРИМІТКА** Особливі вимоги, в тому числі і до впливів при надзвичайних проектних ситуаціях, що мають враховуватися, можуть визначатися в національному додатку або в індивідуальному проекті.

## 6.8 Прикладання транспортних навантажень в залізничних мостах

### 6.8.1. Загальні положення

**ПРИМІТКА** Застосування коефіцієнта  $\alpha$  див. 6.3.2, а застосування динамічного коефіцієнта  $\Phi$  подано в 6.4.5

(1) П Конструкції мають проектуватися під належну кількість і розміщення колій відповідно до визначених їхніх розташування і допусків

**ПРИМІТКА** Розташування колій і допуски можуть визначатися в індивідуальному проекті

(2) Кожна конструкція має також проектуватися під найбільшу конструктивно і геометрично можливу кількість колій у найнесприятливішому розташуванні колій з врахуванням мінімальних відстаней і проміжків, визначених вимогами.

**ПРИМІТКА** Вимоги до мінімальних взаємних відстаней і проміжків можуть визначатися в індивідуальному проекті.

(3) Впливи від всіх чинників мають визначатися з врахуванням найнесприятливішого розташування сил. Транспортні чинники, що призводять до розвантажувального ефекту, мають нехтуватися.

(4) П Для виявлення найнесприятливішого навантажувальних впливів від моделі навантаження 71:

- до колії може водночас прикладатися будь-яка кількість ділянок з рівномірно розподіленим навантаженням  $q_{vk}$  і до чотирьох зосереджених сил  $Q_{vk}$ ,

- для конструкцій, які несуть дві колії, навантаження за моделлю 71 може прикладатися до одної або до двох колій,

- для конструкцій з трьома і більше колій модель навантаження 71 прикладається до одної або до двох колій, а з множителем 0,75 – до трьох і більше колій.

(5) П Для визначення

– actions from other railway infrastructure and equipment in accordance with the specified requirements.

**NOTE** The specified requirements including actions for any Accidental Design Situation to be taken into account may be specified in the National Annex or for the individual project.

## 6.8 Application of traffic loads on railway bridges

### 6.8.1 General

**NOTE** See 6.3.2 for the application of the factor  $\alpha$  and 6.4.5 for the application of the dynamic factor  $\Phi$ .

(1)P The structure shall be designed for the required number and position(s) of the tracks in accordance with the track positions and tolerances specified.

**NOTE** The track positions and tolerances may be specified for the individual project.

(2) Each structure should also be designed for the greatest number of tracks geometrically and structurally possible in the least favourable position, irrespective of the position of the intended tracks taking into account the minimum spacing of tracks and structural gauge clearance requirements specified.

**NOTE** The minimum spacing of tracks and structural gauge clearance requirements may be specified for the individual project.

(3)P The effects of all actions shall be determined with the traffic loads and forces placed in the most unfavourable positions. Traffic actions which produce a relieving effect shall be neglected.

(4)P For the determination of the most adverse load effects from the application of Load Model 71:

– any number of lengths of the uniformly distributed load  $q_{vk}$  shall be applied to a track and up to four of the individual concentrated loads  $Q_{vk}$  shall be applied once per track,

– for structures carrying two tracks, Load Model 71 shall be applied to one track or both tracks,

– for structures carrying three or more tracks, Load Model 71 shall be applied to one track or to two tracks or 0,75 times Load Model 71 to three or more of the tracks.

(5)P For the determination of the most

найнесприятливішого впливу від моделі навантаження SW/0:

- до одної колії мають прикладатися навантаження, визначені на рис.6.2 і в табл.6.1,

- для конструкцій з двома коліями модель навантаження SW/0: прикладається до одної або до обох колій,

- для конструкцій з трьома і більше колій модель навантаження SW/0 прикладається до одної або до двох колій або до трьох і більше колій з коефіцієнтом 0,75.

(6) для визначення найнесприятливішого впливу від моделі навантаження SW/2:

- до одної колії мають прикладатися навантаження, визначені на рис.6.2 і на табл.6.1,

- для конструкцій, що несуть більше одної колії, модель навантаження SW/2 прикладається лише до одної колії, а до інших колій прикладається навантаження за моделлю 71 або SW/0 до одної з інших колій відповідно до 6.8.1(4) і 6.8.1(5).

(7) П Для визначення найнесприятливіших впливів від моделі навантаження «порожній потяг» :

- прикладається навантаження на колію будь-якої кількості ділянок з рівномірно розподіленим навантаженням  $q_{vk}$ ,

- у загальному випадку проектування модель «порожній потяг» має розглядатися для конструкцій, що несуть одну колію.

(8) П Усі нерозрізні конструкції, що проектуються під модель навантаження 71 мають додатково перевірятися за моделлю навантаження SW/0.

(9) Якщо відповідно до 6.4.4 потрібний динамічний розрахунок, всі мости мають проектуватися під навантаження стандартного потягу і, якщо потрібно за 6.4.6.1.1, модель HSLM. Визначення найнесприятливішого впливу від стандартного потягу і від моделі HSLM виконуються відповідно до 6.4.6.1.1(6) and 6.4.6.5(3).

(10) П Для перевірки деформацій і коливань має прикладатися таке вертикальне навантаження:

- модель навантаження 71 і, якщо

adverse load effects from the application of Load Model SW/0:

– the loading defined in Figure 6.2 and Table 6.1 shall be applied once to a track,

– for structures carrying two tracks, Load Model SW/0 shall be applied to one track or both tracks,

– for structures carrying three or more tracks, Load Model SW/0 shall be applied to one track or to two tracks or 0,75 times Load Model SW/0 to three or more of the tracks.

(6)P For the determination of the most adverse load effects from the application of Load Model SW/2:

– the loading defined in Figure 6.2 and Table 6.1 shall be applied once to a track,

– for structures carrying more than one track, Load Model SW/2 shall be applied to one track only with Load Model 71 or Load Model SW/0 applied to one other track in accordance with 6.8.1(4) and 6.8.1(5).

(7)P For the determination of the most adverse load effects from the application of Load Model “unloaded train”:

– any number of lengths of the uniformly distributed load  $q_{vk}$  shall be applied to a track,

– generally Load Model “unloaded train” shall only be considered in the design of structures carrying one track.

(8)P All continuous beam structures designed for Load Model 71 shall be checked additionally for Load Model SW/0.

(9)P Where a dynamic analysis is required in accordance with 6.4.4 all bridges shall also be designed for the loading from Real trains and Load Model HSLM where required by 6.4.6.1.1. The determination of the most adverse load effects from Real Trains and the application of Load Model HSLM shall be in accordance with 6.4.6.1.1(6) and 6.4.6.5(3).

(10)P For the verification of deformations and vibrations the vertical loading to be applied shall be:

– Load Model 71 and where required Load

необхідно, моделі SW/0 і SW/2,  
 - якщо необхідно, модель навантаження HSLM відповідно до HSLM,  
 - стандартний потяг при визначенні динамічної поведінки Юю якщо треба, можливого резонансу настилу відповідно до 6.4.6.1.1.

(11) П Для мостових настилів з однією або більше колій має виконуватися перевірка граничних прогинів і коливань з кількістю колій, навантажених всіма належними впливами відповідно до табл.6.10. Якщо необхідно за умовою 6.3.2(3), мають враховуватися класифіковані навантаження

Models SW/0 and SW/2,  
 – Load Model HSLM where required by HSLM

– Real Trains when determining the dynamic behaviour in the case of resonance or excessive vibrations of the deck where required by 6.4.6.1.1.

(11)P For bridge decks carrying one or more tracks the checks for the limits of deflection and vibration shall be made with the number of tracks loaded with all associated relevant traffic actions in accordance with Table 6.10. Where required by 6.3.2(3) classified loads shall be taken into account.

**Table 6.10 - Number of tracks to be loaded for checking limits of deflection and vibration**

Limit State and associated acceptance criteria	Number of tracks on the bridge		
	1	2	3
<b>Traffic Safety Checks:</b> – Deck twist (EN 1990: A2.4.4.2.2) – Vertical deformation of the deck (EN 1990: A2.4.4.2.3) – Horizontal deformation of the deck (EN 1990: A2.4.4.2.4) – Combined response of structure and track to variable actions including limits to vertical and longitudinal displacement of the end of a deck (6.5.4) – Vertical acceleration of the deck (6.4.6 and EN 1990: A2.4.4.2.1)	1 1 1 1	1 or 2 <sup>a</sup> 1 or 2 <sup>a</sup> 1 or 2 <sup>a</sup> 1 or 2 <sup>a</sup>	1 or 2 or 3 or More <sup>b</sup> 1 or 2 or 3 or More <sup>b</sup> 1 or 2 or 3 or More <sup>b</sup> 1 or 2 <sup>a</sup>
<b>SLS Checks:</b> – Passenger comfort criteria (EN 1990: A2.4.4.3)	1	1	1
<b>ULS Checks</b> – Uplift at bearings (EN 1990: A2.4.4.1(2)P)	1	1 or 2 <sup>a</sup>	1 or 2 or 3 or more <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Whichever is critical

<sup>b</sup> Where groups of loads are used the number of tracks to be loaded should be in accordance with Table 6.11. Where groups of loads are not used the number of tracks to be loaded should also be in accordance with Table 6.11.

**NOTE** Requirements for the number of tracks to be considered loaded when checking drainage and structural clearance requirements may be specified in the National Annex or for the individual project.

Таблиця 6.10 –Кількість колій, які мають навантажуватися при перевірці граничних прогинів і коливань

Граничний стан і відповідний Критерій прийнятності	Number of tracks on the bridge		
	1	2	3
<b>Перевірка безпеки руху:</b> – Кручення настилу (EN 1990: A2.4.4.2.2) – Вертикальні деформації настилу (EN 1990: A2.4.4.2.3) – Горизонтальні деформації настилу (EN 1990: A2.4.4.2.4) – Спільна реакція конструкції і колії на різні впливи включно з граничними вертикальними і позовжними переміщеннями кінця настилу (6.5.4) – Вертикальні Прискорення настилу (6.4.6 і EN 1990: A2.4.4.2.1)	1  1  1  1	1 або 2 <sup>a</sup>  1 або 2 <sup>a</sup>  1 або 2 <sup>a</sup>  1 або 2 <sup>a</sup>	1 або 2 або 3 або більше <sup>b</sup>  1 або 2 або 3 Або більше <sup>b</sup>  1 або 2 або 3 або більше <sup>b</sup>  1 або 2 <sup>a</sup>
<b>Перевірки SLS:</b> – Критерій комфорту пасажирів (EN 1990: A2.4.4.3)	1	1	1
<b>Перевірки ULS</b> – Піднімання на опорі (EN 1990: A2.4.4.1(2)P)	1	1 або 2 <sup>a</sup>	1 або 2 або 3 або більше <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Критичним є будь-який

<sup>b</sup> При навантаженні декількома силами кількість навантажуваних колій вибирається у відповідності з табл 6.11.

Якщо групове навантаження не використовується, кількість навантажуваних колій також вибирається у відповідності з табл 6.11.

**ПРИМІТКА** Вимоги щодо кількості навантажуваних колій при перевірці вимог до дренажних систем і вимог до конструктивних проміжків можуть визначатися в Національному додатку або в індивідуальному проекті

### **6.8.2. Групи навантажень – визначальні величини багатокомпонентних впливів**

(1) Одночасні навантаження, визначені в 6.3 – 6.5 і 6.7 можуть враховуватися шляхом поєднання навантажень в групи, визначені в табл.6.11. Кожна з таких груп навантажень, які є взаємно виключними, мають розглядатися як такі, що визначаються одною змінною величиною впливу для сполучення з нетранспортними навантаженнями. Кожна з груп навантажень має прикладатися як один незалежний вплив.

**ПРИМІТКА** Інколи необхідно розглядати інші належні сполучення несприятливих індивідуальних транспортних впливів. Див. A2.2.6(4) з EN 1990.

(2) Чинники, подані в табл.6.11, мають застосовуватися до визначальних величин різних впливів, розглядуваних в кожній групі.

**ПРИМІТКА** Всі запропоновані величини, подані для цих чинників, можуть змінюватися в Національному додатку. Величини, подані в табл. 6.11 є рекомендованими.

(3) Якщо групи навантажень не враховуються, навантаження від рухомого складу мають об'єднуватися відповідно до Табл. A2.3 з EN 1990.

### **6.8.2 Groups of Loads - Characteristic values of the multicomponent action**

(1) The simultaneity of the loading defined in 6.3 to 6.5 and 6.7 may be taken into account by considering the groups of loads defined in Table 6.11. Each of these groups of loads, which are mutually exclusive, should be considered as defining a single variable characteristic action for combination with non-traffic loads. Each Group of Loads should be applied as a single variable action.

**NOTE** In some cases it is necessary to consider other appropriate combinations of unfavourable individual traffic actions. See A2.2.6(4) of EN 1990.

(2) The factors given in the Table 6.11 should be applied to the characteristic values of the different actions considered in each group.

**NOTE** All the proposed values given for these factors may be varied in the National Annex. The values in Table 6.11 are recommended.

(3)P Where groups of loads are not taken into account rail traffic actions shall be combined in accordance with Table A2.3 of EN 1990.

**Table 6.11 - Assessment of Groups of Loads for rail traffic (characteristic values of the multicomponent actions)**

number of tracks on structure			Groups of loads			Vertical forces			Horizontal forces			Comment
			Reference EN 1991-2			6.3.2/6.3.3	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2	
1	2	3	number of tracks loaded	Load Group <sup>(8)</sup>	Loaded track	LM 71 <sup>(1)</sup> SW/0 <sup>(1),(2)</sup> hslm <sup>(6)(7)</sup>	SW/2 <sup>(1),(3)</sup>	Unloaded train	Traction, Braking <sup>(1)</sup>	Centrifugal force <sup>(1)</sup>	Nosing force <sup>(1)</sup>	
			1	gr 11	T <sub>1</sub>	1			1 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 1 with max. longitudinal
			1	gr 12	T <sub>1</sub>	1			0,5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 2 with max. transverse
			1	gr 13	T <sub>1</sub>	1 <sup>(4)</sup>			1	0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	Max. longitudinal
			1	gr 14	T <sub>1</sub>	1 <sup>(4)</sup>			0,5 <sup>(5)</sup>	1	1	Max. lateral
			1	gr 15	T <sub>1</sub>			1		1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	Lateral stability with "unloaded train"
			1	gr 16	T <sub>1</sub>		1		1 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. longitudinal
			1	gr 17	T <sub>1</sub>		1		0,5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. transverse
			2	gr 21	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 1			1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 1 with max longitudinal
			2	gr 22	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 1			0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 2 with max. transverse
			2	gr 23	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 <sup>(4)</sup> 1 <sup>(4)</sup>			1 1	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	Max. longitudinal
			2	gr 24	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 <sup>(4)</sup> 1 <sup>(4)</sup>			1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	1 1	1 1	Max. lateral
			2	gr 26	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 1	1		1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. longitudinal
			2	gr 27	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 1	1		0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. transverse
			>3	gr 31	T <sub>1</sub>	0.75			0.75 <sup>(0.5)</sup>	0.75 <sup>(5)</sup>	0.75 <sup>(5)</sup>	Additional load case

- (1) All relevant factors ( $\alpha, \Phi, f, \dots$ ) shall be taken into account.
- (2) SW/0 shall only be taken into account for continuous beam structures.
- (3) SW/2 needs to be taken into account only if it is stipulated for the line.
- (4) Factor may be reduced to 0,5 if favourable effect, it cannot be zero.
- (5) In favourable cases these non-dominant values shall be taken equal to zero.
- (6) HSLM and Real Trains where required in accordance with 6.4.4 and 6.4.6.1.1.
- (7) If a dynamic analysis is required in accordance with 6.4.4 see also 6.4.6.5(3) and 6.4.6.1.2.
- (8) See also Table A2.3 of EN 1990

**Табл. 6.11** Визначення груп навантажень від рухомого складу (визначальні величини багатокomпонентних впливів)

Кількість колій на мосту			Групи навантажень			Вертикальні сили			Горизонтальні сили			Примітки
			Посилання на EN 1991-2			6.3.2	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2	
1	2	3	Кількість навантажених колій	Група навантажень	Навантажена колія	LM71 <sup>(1)</sup> SW/0 <sup>(1),(2)</sup> HSLM <sup>(6),(7)</sup>	SW/2 <sup>(1),(3)</sup>	Порожній потяг	Тяга, гальмування <sup>(1)</sup>	Відцентрові сили <sup>(1)</sup>	No-sing сили <sup>(1)</sup>	
			1	gr 11	T <sub>1</sub>	1			1 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	Макс. вертикал.1 з макс. поздовжн.
			1	gr 12	T <sub>1</sub>	1			0,5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	Макс. вертикал.2 з макс. поперечн.
			1	gr 13	T <sub>1</sub>	1 <sup>(4)</sup>			1	0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	Макс. Поздовж
			1	gr 14	T <sub>1</sub>	1 <sup>(4)</sup>			0,5 <sup>(5)</sup>	1	1	Макс. бічна
			1	gr 15	T <sub>1</sub>			1		1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	Бічна Стійкість з «порожнім потягом»
			1	gr 16	T <sub>1</sub>		1		1 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup>	SW/2 і макс. поздовж
			1	gr 17	T <sub>1</sub>		1		0,5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	SW/2 і макс. попереч.
			2	gr 21	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 1			1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	Макс. вертикал.1 з макс. поздовжн
			2	gr 22	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 1			0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	Макс. вертикал.2 з макс. поперечн.
			2	gr 23	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 <sup>(4)</sup> 1 <sup>(4)</sup>			1 1	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	Макс. Поздовж
			2	gr 24	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 <sup>(4)</sup> 1 <sup>(4)</sup>			1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	1 1	1 1	Макс. бічна
			2	gr 26	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 1	1		1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	SW/2 і макс. поздовж
			2	gr 27	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 1	1		0,5 <sup>(5)</sup> 0,5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup> 1 <sup>(5)</sup>	SW/2 і макс. попереч.
			>3	gr 31	T <sub>1</sub>	0.75			0.75 <sup>(0.5)</sup>	0.75 <sup>(5)</sup>	0.75 <sup>(5)</sup>	Випадок додатк.нав.

(1) Мають враховуватися всі належні чинники ( $\alpha, \Phi, f, \dots$ ).

(2) Для нерозрізних балкових конструкцій має враховуватися тільки модель навантаження SW/0.

(3) Модель навантаження SW/2 належить враховувати тільки тоді, коли вона передбачаються на магістралі.

(4) Чинник може зменшуватися на 50 %, якщо він викликає сприятливий ефект, проте він не може дорівнювати 0.

(5) У сприятливих випадках такі не визначальні величини мають дорівнювати 0.

(6) Моделі навантаження HSLM і «стандартний потяг», якщо необхідно, відповідно 6.4.4 і 6.4.6.1.1

(7) Якщо потрібний динамічний розрахунок відповідно до 6.4.4. Див також 6.4.6.5(3) і 6.4.6.1.2.

(8) Див. також табл. A2.3 of EN 1990



### 6.8.3 Групи навантажень – інші визначальні величини багатокomпонентних впливів.

#### 6.8.3.1 Поширені величини багатокomпонентних впливів

(1) Якщо враховуються групи навантажень, до поширених величин належних впливів в кожній групі навантажень застосовується таке саме правило, як вище у 6.8.2(1) шляхом прийняття чинників, поданих в табл. 6.11 для кожної групи навантажень.

**ПРИМІТКА** Поширені величини багатокomпонентних впливів можуть визначатися в Національному додатку. Величини, подані в цьому пункті, є рекомендованими.

(2) П Якщо групи навантажень не використовуються, навантаження від рухомого складу мають об'єднуватися відповідно до табл. A2.3 з EN 1990.

#### 6.8.3.2. Квazісталі величини багатокomпонентних впливів

(1) Квazісталі транспортні впливи мають прийматися такими, що дорівнюють 0.

**ПРИМІТКА.** Квazісталі величини багатокomпонентних впливів можуть визначатися в Національному додатку. Величини, подані в цьому пункті, є рекомендованими.

### 6.8.4 Транспортні навантаження в перехідних проектних ситуаціях

(1) П Для перехідних проектних ситуацій мають визначатися транспортні навантаження

**ПРИМІТКА** Деякі показники подано в додатку Н. Транспортні навантаження для перехідних проектних ситуацій можуть визначатися в індивідуальному проекті.

### 6.9. Транспортні навантаження в розрахунках втомленості

(1) П Можливість руйнування від втомленості має перевірятися для всіх конструктивних елементів, які зазнають змінних напружень.

(2) Для стандартного руху, що базується на величинах з моделі навантаження 71 включно з динамічним коефіцієнтом  $\Phi$ , можливість руйнування від втомленості має перевірятися на моделях змішаного руху. «стандартного руху», «руху з 250-кН осями» або «легкого змішаного руху, що залежать від того, чи відбувається змішаний рух на певній конструкції, чи переважають багатотоннажні важкі

### 6.8.3 Groups of Loads - Other representative values of the multicomponent actions

#### 6.8.3.1 Frequent values of the multicomponent actions

(1) Where Groups of Loads are taken into account the same rule as in 6.8.2(1) above is applicable by applying the factors given in Table 6.11 for each Group of Loads, to the frequent values of the relevant actions considered in each Group of Loads.

**NOTE** The frequent values of the multicomponent actions may be defined in the National Annex. The rules given in this clause are recommended.

(2)P Where Groups of Loads are not used rail traffic actions shall be combined in accordance with Table A2.3 of EN 1990.

#### 6.8.3.2 Quasi-permanent values of the multicomponent actions

(1) Quasi-permanent traffic actions should be taken as zero.

**NOTE** The quasi-permanent values of the multicomponent actions may be defined in the National Annex. The value given in this clause is recommended.

### 6.8.4 Traffic loads in Transient Design Situations

(1)P Traffic loads for Transient Design Situations shall be defined.

**NOTE** Some indications are given in annex H. The traffic loads for Transient Design Situations may be defined for the individual project.

### 6.9 Traffic loads for fatigue

(1)P A fatigue damage assessment shall be carried out for all structural elements, which are subjected to fluctuations of stress.

(2) For normal traffic based on characteristic values of Load Model 71, including the dynamic factor  $\Phi$ , the fatigue assessment should be carried out on the basis of the traffic mixes, "standard traffic", "traffic with 250 kN-axles" or "light traffic mix" depending on whether the structure carries mixed traffic, predominantly heavy freight traffic or lightweight passenger traffic in accordance with the requirements

потяги або легкий пасажирський рух відповідно до визначених вимог. Деталі змішаного руху і відповідне динамічне збільшення навантажень наведені в додатку D.

**ПРИМІТКА** Вимоги можуть визначатися в індивідуальному проєкті

(3) Якщо модель змішаного руху не відповідає реальному руху (наприклад, виникають особливі ситуації, коли переважає обмежена кількість типів вагонів, навантаження для розрахунку втомленості і, відповідно, належить приймати множник  $\alpha$  більше одиниці), має бути визначена альтернативна змішана модель руху.

**ПРИМІТКА** Альтернативна змішана модель руху може визначатися в індивідуальному проєкті.

(4) Кожна із змішаних моделей базується на щорічному обсязі руху  $25 \cdot 10^6$  тон, який проходить по кожній з колій моста.

(5) П У конструкціях з декількома коліями навантаження втомленості має прикладатися до найбільше двох колій в найнесприятливішому розташуванні.

(6) Перевірка можливості руйнування від втомленості має проводитися протягом всього терміну експлуатації моста.

**ПРИМІТКА** Термін експлуатації моста може визначатися в Національному додатку. Рекомендованим терміном є 100 років. Див. також EN 1990.

(7) Як альтернатива перевірка руйнування від втомленості може проводитися на основі спеціальної моделі змішаного руху.

**ПРИМІТКА.** Спеціальна модель змішаного руху може визначатися у національному додатку або в індивідуальному проєкті.

(8) Додаткові вимоги до перевірки втомленості моста у випадку, якщо потрібний динамічний розрахунок у відповідності до 6.4.4 при надлишкових динамічних явищах подано в 6.4.6.6.

(9) У перевірках втомленості мають враховуватися вертикальні транспортні впливи з динамічними ефектами і відцентровими силами включно. У загальному випадку бокові і поздовжні сили в перевірці втомленості не враховуються.

**ПРИМІТКА** За певних особливих випадків, наприклад, на мостах, які несуть колії і залізничні станції, в розрахунках на втому має враховуватися вплив поздовжніх сил.

specified. Details of the service trains and traffic mixes considered and the dynamic enhancement to be applied are given in annex D.

**NOTE** The requirements may be defined for the individual project.

(3) Where the traffic mix does not represent the real traffic (*e.g.* in special situations where a limited number of vehicle type(s) dominate the fatigue loading or for traffic requiring a value of  $\alpha$  greater than unity in accordance with 6.3.2(3)) an alternative traffic mix should be specified.

**NOTE** The alternative traffic mix may be defined for the individual project.

(4) Each of the mixes is based on an annual traffic tonnage of  $25 \cdot 10^6$  tonnes passing over the bridge on each track.

(5) P For structures carrying multiple tracks, the fatigue loading shall be applied to a maximum of two tracks in the most unfavourable positions.

(6) The fatigue damage should be assessed over the design working life.

**NOTE** The design working life may be specified in the National Annex. 100 years is recommended. See also EN 1990.

(7) Alternatively, the fatigue assessment may be carried out on the basis of a special traffic mix.

**NOTE** A special traffic mix may be specified in the National Annex or for the individual project.

(8) Additional requirements for the fatigue assessment of bridges where a dynamic analysis is required in accordance with 6.4.4 when dynamic effects are likely to be excessive are given in 6.4.6.6.

(9) Vertical rail traffic actions including dynamic effects and centrifugal forces should be taken into account in the fatigue assessment. Generally nosing and longitudinal traffic actions may be neglected in the fatigue assessment.

**NOTE** In some special situations, for example bridges supporting tracks at terminal stations, the effect of longitudinal actions should be taken into account in the fatigue assessment.

## ДОДАТКИ

**Додаток А**  
(інформативний)

**Моделі спеціальних транспортних засобів для автодорожніх мостів**

**A.1 Мета і сфера застосування**

(1) Цей додаток визначає навантаження від стандартних моделей спеціальних транспортних засобів, які використовуються для будівництва автодорожніх мостів.

(2) Транспортні засоби, що вказані в цьому додатку, призначені для визначення загальних і місцевих навантажень, викликаних транспортними засобами, що не відповідають вимогам національних норм щодо обмежень стосовно ваги та габаритів нормативних транспортних засобів.

**ПРИМІТКА** Розгляд спеціальних транспортних засобів для проектування мостів призначений для особливих випадків.

(3) Цей додаток також містить настанови із застосування до проїзної частини моста спеціальних транспортних засобів для випадку одночасного і нормального дорожнього руху, представленого моделлю навантаження 1 у 4.3.2.

**A.2 Базові моделі спеціальних транспортних засобів**

(1) Базові моделі спеціальних транспортних засобів умовно визначені в таблицях А.1 і А.2, а також на рисунку А.1.

**ПРИМІТКА 1** Базові моделі спеціальних транспортних засобів, яким дозволено рухатися за спеціальними маршрутами Європейської мережі шосейних доріг, відповідні до різних рівнів понаднормативних навантажень.

**ПРИМІТКА 2** Допускається ширина транспортного засобу 3,00 м для 150 і 200 кН на осі і 4,50 м для 240 кН на осі.

**Annex A**  
(informative)

**Models of special vehicles for road bridges**

**A.1 Scope and field of application**

(1) This annex defines standardised models of special vehicles that can be used for the design of road bridges.

(2) The special vehicles defined in this annex are intended to produce global as well as local effects such as are caused by vehicles which do not comply with the national regulations concerning limits of weights and, possibly, dimensions of normal vehicles.

**NOTE** The consideration of special vehicles for bridge design is intended to be limited to particular cases.

(3) This annex also provides guidance in case of simultaneous application on a bridge carriageway of special vehicles and normal road traffic represented by Load Model 1 defined in 4.3.2.

**A.2 Basic models of special vehicles**

(1) Basic models of special vehicles are conventionally defined in Tables A.1 and A.2, and in Figure A.1.

**NOTE 1** The basic models of special vehicles correspond to various levels of abnormal loads that can be authorised to travel on particular routes of the European highway network.

**NOTE 2** Vehicle widths of 3,00 m for the 150 and 200 kN axle-lines, and of 4,50 m for the 240 kN axlelines are assumed.

**Таблиця А.1 – Класи спеціальних транспортних засобів**

Загальна вага	Склад	Позначення
600 кН	4 осі по 150 кН	600/150
900 кН	6 осей по 150 кН	900/150
1200 кН	8 осей по 150 кН або 6 осей по 200 кН	1200/150 1200/200
1500 кН	10 осей по 150 кН або 7 осей по 200 кН + 1 вісь 100 кН	1500/150 1500/200
1800 кН	12 осей по 150 кН або 9 осей по 200 кН	1800/150 1800/200
2400 кН	12 осей по 200 кН або 10 осей по 240 кН або 6 осей по 200 кН (відстань 12 м) + 6 осей по 200 кН	2400/200 2400/240 2400/200/200
3000 кН	15 осей по 200 кН або 12 осей по 240 кН + 1 вісь 120 кН або 8 осей по 200 кН (відстань 12 м) + 7 осей по 200 кН	3000/200 3000/240 3000/200/200
3600 кН	18 осей по 200 кН або 15 осей по 240 кН або 9 осей по 200 кН (відстань 12 м) + 9 осей по 200 кН	3600/200 3600/240 3600/200/200

**Table A1 - Classes of special vehicles**

Total weight	Composition	Notation
600 kN	4 axle-lines of 150 kN	600/150
900 kN	6 axle-lines of 150 kN	900/150
1200 kN	8 axle-lines of 150 kN or 6 axle-lines of 200 kN	1200/150 1200/200
1500 kN	10 axle-lines of 150 kN or 7 axle-lines of 200 kN + 1 axle line of 100 kN	1500/150 1500/200
1800 kN	12 axle-lines of 150 kN or 9 axle-lines of 200 kN	1800/150 1800/200
2400 kN	12 axle-lines of 200 kN or 10 axle-lines of 240 kN or 6 axle-lines of 200 kN (spacing 12m) + 6 axle-lines of 200 kN	2400/200 2400/240 2400/200/200
3000 kN	15 axle-lines of 200 kN	3000/200
	or 12 axle-lines of 240 kN + 1 axle-line of 120 kN	3000/240
	or 8 axle-lines of 200 kN (spacing 12 m) + 7 axle-lines of 200 kN	3000/200/200
3600 kN	18 axle-lines of 200 kN	3600/200
	or 15 axle-lines of 240 kN	3600/240
	or 9 axle-lines of 200 kN (spacing 12 m) + 9 axle-lines of 200 kN	3600/200/200

Таблиця А.2 – Характеристика спеціальних транспортних засобів

1	Осі з навантаженням 150 кН	Осі з навантаженням 200 кН	Осі з навантаженням 240 кН
1	2	3	4
600 кН	$n = 4 \times 150$ $e = 1,50$ м		
900 кН	$n = 6 \times 150$ $e = 1,50$ м		
1200 кН	$n = 8 \times 150$ $e = 1,50$ м	$n = 6 \times 200$ $e = 1,50$ м	
1500 кН	$n = 10 \times 150$ $e = 1,50$ м	$n = 1 \times 100 + 7 \times 200$ $e = 1,50$ м	
1800 кН	$n = 12 \times 150$ $e = 1,50$ м	$n = 9 \times 200$ $e = 1,50$ м	
2400 кН		$n = 12 \times 200$ $e = 1,50$ м  $n = 6 \times 200 + 6 \times 200$ $e = 5 \times 1,5 + 12 + 5 \times 1,5$	$N = 10 \times 240$ $e = 1,50$ м
3000 кН		$n = 15 \times 200$ $e = 1,50$ м  $n = 8 \times 200 + 7 \times 200$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$	$N = 1 \times 120 + 12 \times 240$ $e = 1,50$ м
3600 кН		$n = 18 \times 200$ $e = 1,50$ м	$N = 15 \times 240$ $e = 1,50$ м  $n = 8 \times 240 + 7 \times 240$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$
<b>ПРИМІТКА</b> $n$ - кількість осей, помножена на вагу (кН) кожної осі в кожній групі $e$ - міжосьова відстань (м) у кожній групі та між кожною групою			

Table A2 - Description of special vehicles

	Axle-lines of 150 kN	Axle-lines of 200 kN	Axle-lines of 240 kN
600 kN	$n = 4 \times 150$ $e = 1,50$ m		
900 kN	$n = 6 \times 150$ $e = 1,50$ m		
1200 kN	$n = 8 \times 150$ $e = 1,50$ m	$n = 6 \times 200$ $e = 1,50$ m	
1500 kN	$n = 10 \times 150$ $e = 1,50$ m	$n = 1 \times 100 + 7 \times 200$ $e = 1,50$ m	
1800 kN	$n = 12 \times 150$ $e = 1,50$ m	$n = 9 \times 200$ $e = 1,50$ m	
2400 kN		$n = 12 \times 200$ $e = 1,50$ m $n = 6 \times 200 + 6 \times 200$ $e = 5 \times 1,5 + 12 + 5 \times 1,5$	$N = 10 \times 240$ $e = 1,50$ m
3000 kN		$n = 15 \times 200$ $e = 1,50$ m $n = 8 \times 200 + 7 \times 200$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$	$N = 1 \times 120 + 12 \times 240$ $e = 1,50$ m
3600 kN		$n = 18 \times 200$ $e = 1,50$ m	$N = 15 \times 240$ $e = 1,50$ m $n = 8 \times 240 + 7 \times 240$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$
<b>NOTE</b> $n$ number of axles multiplied by the weight (kN) of each axle in each group $e$ axle spacing (m) within and between each group.			

(1) Враховуються одна або декілька моделей спеціальних транспортних засобів.

**ПРИМІТКА 1** Для індивідуальних проєктів необхідно визначити моделі, величини навантажень і розміри.

**ПРИМІТКА 2** Зусилля від стандартної моделі 600/150 включено до Моделі навантаження 1, де вони застосовуються з коефіцієнтами  $a_{Qi}$  і  $a_{qi}$ , що дорівнюють 1.

**ПРИМІТКА 3** Для індивідуальних проєктів слід визначити спеціальні моделі, особливо для урахування зусиль виняткових навантажень із загальною вагою, що перевищує 3600 кН.

(3) Розрахункові навантаження, що пов'язані із спеціальними транспортними засобами, враховуються як номінальні величини, і мають розглядатися як величини, пов'язані тільки з перехідними проєктними ситуаціями.

### **A.3 Застосування моделей навантажень спеціальних транспортних засобів на проїзній частині**

Кожна стандартна модель застосовується:

- на одній умовній смузі руху, як вказано у 1.4.2 і 4.2.3 (смуга номер 1) для моделей, які складаються з осей з навантаженням 150 або 200 кН.

- на двох сусідніх умовних смугах (смуги номер 1 і 2 - рисунок А.2) для моделей, що складаються з осей з навантаженням 240 кН.

(2) Умовні смуги слід розташовувати на проїзній частині якомога найсприятливіше. У цьому випадку ширина проїзної частини, що визначена як частина, яка виключає тверді узбіччя, тверді смуги і розмічальні смуги.

(3) Залежно від моделей, що розглядаються, можна допустити, що ці моделі рухаються з малою швидкістю (не більше ніж 5 км/год) або з нормальною швидкістю 70 км/год).

(4) За умови, коли моделі рухаються з малою швидкістю, слід враховувати тільки вертикальні навантаження без динамічних впливів.

(1) One or more of the models of special vehicles may have to be taken into account.

**NOTE 1** The models and the load values and dimensions may be defined for the individual project.

**NOTE 2** The effects of the 600/150 standardised model are covered by the effects of Load Model 1 where applied with  $Q_i$  and  $q_i$  factors all equal to 1.

**NOTE 3** Particular models, especially to cover the effects of exceptional loads with a gross weight exceeding 3600 kN, may have to be defined for the individual project.

(3) The characteristic loads associated with the special vehicles should be taken as nominal values and should be considered as associated solely with transient design situations.

### **A.3 Application of special vehicle load models on the carriageway**

Each standardised model should be applied :

– on one notional traffic lane as defined in 1.4.2 and 4.2.3 (considered as Lane Number 1) for the models composed of 150 or 200 kN axle-lines, or

– on two adjacent notional lanes (considered as Lanes Number 1 and 2 - see Figure A.2) for models composed of 240 kN axle-lines.

(2) The notional lanes should be located as unfavourably as possible in the carriageway. For this case, the carriageway width may be defined as excluding hard shoulders, hard strips and marker strips.

(3) Depending on the models under consideration, these models may be assumed to move at low speed (not more than 5 km/h) or at normal speed (70 km/h).

(4) Where the models are assumed to move at low speed, only vertical loads without dynamic amplification should be taken into account.

(5) Якщо моделі рухаються з нормальною швидкістю, необхідно враховувати динамічний вплив. Може бути використана наступна формула

$$\varphi = 1,40 - (L/500) \quad \varphi \geq 1,$$

де  $L$  - довжина завантаження, м.

(6) Якщо прийнято, що моделі рухаються з малою швидкістю, то кожен умовну смугу і площу проїзної частини, що залишилася, слід завантажувати моделлю навантаження 1 з величинами, наведеними у 4.5 і A2 EN 1990. На смузі (смугах), яка зайнята спеціальним транспортним засобом, ця система не застосовується на відстані менше ніж 25 м від зовнішньої осі даного транспортного засобу (рисунок А.3).

(7) Коли передбачається, що спеціальні транспортні засоби рухаються з нормальною швидкістю, пара спеціальних транспортних засобів має використовуватися на смузі, яка зайнята цими транспортними засобами. Інші смуги та площа мостового полотна, що залишилася, навантажуються моделлю навантаження 1 з величинами, наведеними у 4.5 і у EN 1990, A2.

#### Додаток В (інформативний)

##### Оцінка довговічності автодорожніх мостів за втомою методом реєстрації дорожнього руху.

(1) Навантаження проводиться з урахуванням результатів аналізу і використанням типових зареєстрованих даних дорожнього руху, помножених на коефіцієнт динамічного впливу  $\varphi_{fat}$ .

(2) Цей коефіцієнт динамічного впливу враховує динамічну характеристику моста і залежить від очікуваної шорсткості дорожньої поверхні і від будь-яких інших динамічних впливів, що входять до зареєстрованих даних.

**ПРИМІТКА** Відповідно до ISO 8608<sup>7</sup>, поверхню дороги можна класифікувати як показники спектральної щільності міцності (PSD) вертикального зсуву дорожнього

(5) Where the models are assumed to move at normal speed, a dynamic amplification should be taken into account. The following formula may be used :

$$\varphi = 1,40 - (L/500) \quad \varphi \geq 1$$

where :  $L$  influence length (m)

(6) Where the models are assumed to move at low speed, each notional lane and the remaining area of the bridge deck should be loaded by Load Model 1 with its frequent values defined in 4.5 and in A2 to EN 1990. On the lane(s) occupied by the standardised vehicle, this system should not be applied at less than 25 m from the outer axles of the vehicle under consideration (see Figure A.3).

(7) Where special vehicles are assumed to move at normal speed, a pair of special vehicles should be used in the lane(s) occupied by these vehicles. On the other lanes and the remaining area the bridge deck should be loaded by Load Model 1 with its frequent values defined in 4.5 and in EN 1990, A2.

#### Annex B (informative)

##### Fatigue life assessment for road bridges Assessment method based on recorded traffic

(1) A stress history should be obtained by analysis using recorded representative real traffic data, multiplied by a dynamic amplification factor  $\varphi_{fat}$ .

(2) This dynamic amplification factor should take into account the dynamic behaviour of the bridge and depends on the expected roughness of the road surface and on any dynamic amplification already included in the records.

**NOTE** In accordance with ISO 8608<sup>7</sup>, the road surface can be classified in terms of the power spectral density (PSD) of the vertical road

профілю  $G_d$  тобто шорсткості.  $G_d$ , що є функцією просторової частоти або кутової просторової частоти ланцюга  $\Omega$ ,  $G_d(\Omega)$ , при  $\Omega = 2\pi n$ . Фактичну спектральну густину міцності профілю дороги має бути згладжено і потім включено до логарифмічної показової діаграми за допомогою прямої лінії у відповідному діапазоні просторової частоти. Вбудований PSD може бути виражений в загальній формі

$$G_d(n) = G_d(n_0)[n/n_0]^{-w}$$

$$G_d(\Omega) = G_d(\Omega_0)[\Omega/\Omega_0]^{-w}$$

Де  $n_0$  - опорна просторова частота, 0,1 цикл/м;  
 $\Omega_0$  - опорна кутова просторова частот, рад./м;  
 $w$  - показник ступеня вбудованого PSD.

Часто, замість зсуву PSD,  $G_d$  зручніше розглядати швидкість PSD,  $G_v$  в показниках зміни вертикальної ординати поверхні дороги на одиницю пройденого шляху, оскільки співвідношеннями між  $G_v$  і  $G_d$  становить

$$G_v(n) = G_d(n)(2\pi n)^2 \text{ та } G_v(\Omega) = G_d(\Omega)(\Omega)^2$$

Якщо  $w = 2$ , обидва вирази швидкості PSD є постійними.

Розглядаючи постійну швидкість PSD, маємо 8 різних класів доріг (A, B...H), з шорсткістю, що збільшується, і розглядаються в ISO 8608. Межі класу графічно зображені по відношенню до зсуву PSD на рисунку B.1. Для класифікації дорожнього покриття автодорожнього моста застосовуються тільки перші 5 класів (A, B, ..., E).

Можна припустити, що для поверхні дороги в класі A якість поверхні дуже хороша, для поверхні в класі B - хороша, для поверхні в класі 3 - середня, для поверхні в класі D - погана і для поверхні в класі E. - дуже погана.

<sup>7</sup> ISO 8608:1995 – Механічна вібрація – Профілі дорожньої поверхні – Звіт про зміряні дані

profile displacement  $G_d$ , i.e. of the roughness.  $G_d$  is a function of the spatial frequency  $n$ ,  $G_d(n)$ , or of the angular spatial frequency of the path  $\Omega$ ,  $G_d(\Omega)$ , with  $\Omega = 2\pi n$ . The actual power spectral density of the road profile should be smoothed and then fitted, in the bi-logarithmic presentation plot, by a straight line in an appropriate spatial frequency range. The fitted PSD can be expressed in a general form as

$$G_d(n) = G_d(n_0)[n/n_0]^{-w}$$

$$\text{or } G_d(\Omega) = G_d(\Omega_0)[\Omega/\Omega_0]^{-w}$$

where : –  $n_0$  is the reference spatial frequency (0,1 cycle/m),

–  $\Omega_0$  is the reference angular spatial frequency (1 rd/m),  
 –  $w$  is the exponent of the fitted PSD.

Often, instead of displacement PSD,  $G_d$ , it is convenient to consider velocity PSD,  $G_v$ , in terms of change of the vertical ordinate of the road surface per unit distance travelled. Since the relationships between  $G_v$  and  $G_d$  are :

$$G_v(n) = G_d(n)(2\pi n)^2 \text{ and } G_v(\Omega) = G_d(\Omega)(\Omega)^2$$

When  $w=2$  the two expressions of velocity PSD are constant.

Considering constant velocity PSD, 8 different classes of roads (A, B, ..., H) with increasing roughness are considered in ISO 8608. The class limits are graphed versus the displacement PSD in Figure B.1. For road bridge pavement classification only the first 5 classes (A, B, ..., E) are relevant.

Quality surface may be assumed very good for road surfaces in class A, good for surfaces in class B, medium for surfaces in class C, poor for surfaces in class D and very poor for surfaces in class E.

<sup>7</sup> ISO 8608:1995 – Mechanical vibration – Road surface profiles – Reporting of measured data

**Таблиця В.1 – Ступінь шорсткості, виражений в показниках одиниць просторової частоти,**

Клас дороги	Якість дорожнього покриття	Ступінь шорсткості			
		$G_d(n_0)^a$ [10 <sup>-6</sup> м]			$G_v(n)^a$ [10 <sup>-6</sup> м]
		Нижня межа	Середньо геометричне	Верхня межа	Середньо геометричне
A	Дуже хороше	-	16	32	6,3
B	Хороше	32	64	128	25,3
3	Середнє	128	256	512	101,1
D	Погане	512	1024	2048	404,3
E	Дуже погане	2048	4096	8192	1617,0

<sup>a</sup>  $n_0 = 0,1$  цикл/м

**Table B.1 – Degree of roughness expressed in terms of spatial frequency units,  $n$**

Road class	Pavement quality	Degree of roughness			
		$G_d(n_0)^a$ [10 <sup>-6</sup> m]			$G_v(n)$ [10 <sup>-6</sup> m]
		Lower limit	Geometric mean	Upper limit	Geometric mean
A	Very good	---	16	32	6,3
B	Good	32	64	128	25,3
C	Medium	128	256	512	101,1
D	Poor Very	512	1024	2048	404,3
E	poor	2048	4096	8192	1617,0

<sup>a</sup>  $n_0 = 0,1$  cycle/m



Таблиця В.2 - Ступінь шорсткості, виражений в показниках одиниць кутової просторової частоти,  $\Omega$ 

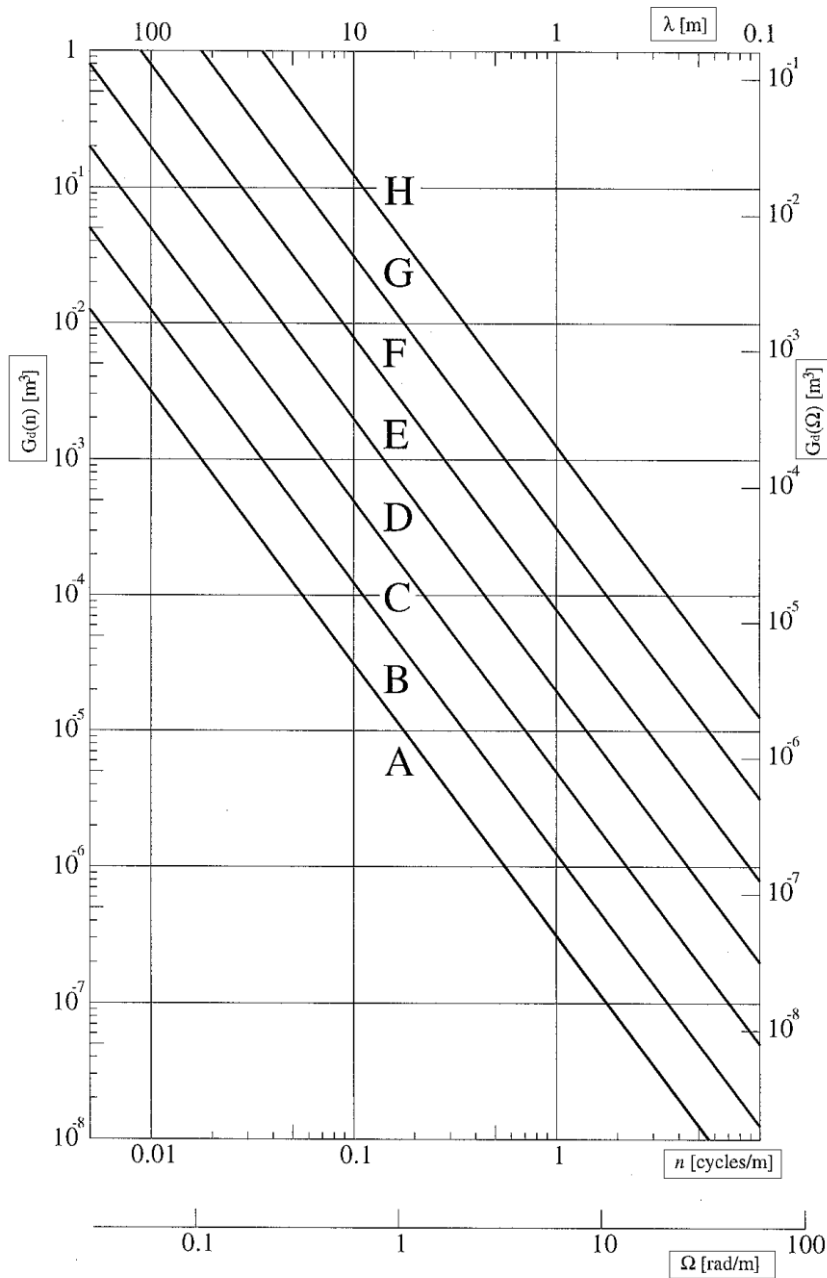
Клас дороги	Якість дорожнього покриття	Ступінь шорсткості			
		$G_d(\Omega)^a$ [10 <sup>-6</sup> м]			$G_v(\Omega)^a$ [10 <sup>-6</sup> м]
		Нижня межа	Середньо геометричне	Верхня межа	Середньо геометричне
A	Дуже хороше	-	1	2	1
B	Хороше	2	4	8	4
3	Середнє	8	16	32	16
D	Погане	32	64	128	64
E	Дуже погане	128	256	512	256

<sup>a</sup> $\Omega_0 = 0,1$  рад/м

Table B.2 - Degree of roughness expressed in terms of angular spatial frequency units,  $Q$ 

Road class	Pavement quality	Degree of roughness			
		$G_d(Q_0)^a$ [10 <sup>6</sup> m]		$G_v(Q) [10^{-6} m]$	
			Geometric mean	Upper limit	Geometric mean
A	Very good	---	1	2	1
B	Good	2	4	8	4 16
C	Medium	8	16	32	64
D	Poor Very	32	64	128	256
E	poor	128	256	512	

<sup>a</sup> $Q_0 = 1$  rad/m



**Рисунок В.1 – Класифікація дорожніх покриттів**

**Позначення**

$G_d(n)$ ,  $m^3$  - спектральна щільність переміщення

$\lambda$ ,  $m$  - довжина хвилі

$G_d(\Omega)$ ,  $m^3$  - спектральна щільність переміщення

$n$ ,  $цикл/м$  - просторова частота

$\Omega$ ,  $рад/м$

**Figure B.1 – Road surface classification (ISO 8608)**

**Key**

$G_d(n)$  [ $m^3$ ] Displacement power spectral density,

$\lambda$  [ $m$ ] Wavelength,

$G_d(\Omega)$  [ $m^3$ ] Displacement power spectral density,

$n$  [ $cycles/m$ ] Spatial frequency,

$\Omega$  [ $rad/m$ ] Angular spatial frequency,

(3) Якщо не вказано інакше, зареєстровані навантаження на вісь слід помножити на:

$\varphi_{fat} = 1,2$  для поверхні з хорошою шорсткістю;

$\varphi_{fat} = 1,4$  для поверхні з середньою шорсткістю.

(4) Крім того, при розгляді поперечного перерізу в межах відстані 6,00 м від деформаційного шва, навантаження слід помножити на додатковий коефіцієнт динамічного впливу  $\Delta\varphi_{fat}$ , який отримано з рисунка 4.7.

(5) Класифікацію шорсткості дороги слід проводити відповідно до ISO8608.

(6) Для грубого і швидкого розрахунку якості шорсткості даються наступні рекомендації:

- можна допустити, що нові шари дорожнього покриття такі, наприклад, як шари асфальту або бетону, мають хорошу і навіть дуже хорошу якість шорсткості;
- старі шари дорожнього покриття, які не підтримуються, можна класифікувати як такі, що мають середню шорсткість;
- шари дорожнього покриття, що складаються з буличника або подібного матеріалу, можна класифікувати як середні або погані («погані», «дуже погані»).

(7) За необхідності контактні поверхні коліс і поперечні відстані між колесами визначаються згідно з таблицею 4.8.

(8) Якщо дані відносяться тільки до однієї смуги руху, то дані для на інших смуг аналогічні. Такий підхід може бути заснований на даних, отриманих з інших місць з подібним типом руху.

(9) Історія навантаження враховує одночасну присутність транспортних засобів на мосту на будь-якій смузі руху. Необхідно розробити процедуру, яка б дозволяла це, коли зареєстровані дані про навантаження окремих транспортних засобів приймаються за основу.

(10) Кількість циклів має підраховуватися за методом «дошового потоку» або методом «резервуару».

(11) Якщо тривалість запису менше ніж один повний тиждень, записи і оцінка ступеня втомного пошкодження можна відрегулювати, беручи до уваги зміни дорожнього руху і його складу, що

(3) Unless otherwise specified, the recorded axle loads should be multiplied by :

$\varphi_{fat} = 1,2$  for surface of good roughness

$\varphi_{fat} = 1,4$  for surface of medium roughness.

(4) In addition, when considering a cross-section within a distance of 6,00 m from an expansion joint, the load should be multiplied by the additional dynamic amplification factor  $\Delta\varphi_{fat}$  derived from Figure 4.7.

(5) The classification of roadway roughness may be taken in accordance with ISO 8608.

(6) For a rough and quick estimation of the roughness quality, the following guidance is given :

- new roadway layers, such as, for example, asphalt or concrete layers, can be assumed to have a good or even a very good roughness quality ;
- old roadway layers which are not maintained may be classified as having a medium roughness ;
- roadway layers consisting of cobblestones or similar material may be classified as medium ("average") or bad ("poor", "very poor").

(7) The wheel contact areas and the transverse distances between wheels should be taken as described in Table 4.8, where relevant.

(8) If the data are recorded on one lane only, assumptions should be made concerning the traffic on other lanes. These assumptions may be based on records made at other locations for a similar type of traffic.

(9) The stress history should take into account the simultaneous presence of vehicles recorded on the bridge in any lane. A procedure should be developed to allow for this when records of individual vehicle loadings are used as a basis.

(10) The numbers of cycles should be counted using the rainflow method or the reservoir method.

(11) If the duration of recordings is less than a full week, the records and the assessment of the fatigue damage rates may be adjusted taking into account observed variations of traffic flows and mixes during a typical week.

спостерігаються протягом типового тижня. Слід також застосовувати підвищувальний коефіцієнт для врахування майбутніх змін у транспортному русі.

(12) Накопичене втомне пошкодження, обчислене з використанням зареєстрованих даних, має бути помножено на відношення між проектним терміном служби і тривалістю, що розглядається на гістограмі. За відсутності докладної інформації рекомендується враховувати для кількості вантажних автомобілів коефіцієнт 2 і коефіцієнт 1,4 для рівнів

An adjustment factor should also be applied to take into account any future changes on the traffic

(12) The cumulative fatigue damage calculated by use of records should be multiplied by the ratio between the design working life and the duration considered on the histogram. In the absence of detailed information, a factor 2 for the number of lorries and a factor 1,4 for the load levels are recommended.

**Додаток С**  
(нормативний)

**Коефіцієнт динамічності  $1 + \varphi$  для реальних поїздів**

(1)Р Враховуючи динамічні ефекти, що походять від руху реальних поїздів на експлуатаційній швидкості, сили і моменти отримані для вказаних статичних навантажень повинні бути помножені на коефіцієнт відповідний до Максимальної Допустимої Швидкості Транспортного Засобу.

(2) Коефіцієнт динамічності  $1 + \varphi$  також використовуються для розрахунків міцності на втому.

(3)Р На статичне навантаження відповідне Реальному Поїзду в  $v$ , м/сек. повинно бути помножено:

$$\text{або, } 1 + \varphi = 1 + \varphi' + \varphi''$$

для колії зі стандартною технічним обслуговуванням (С.1)

або,  $1 + \varphi = 1 + \varphi' + 0,5\varphi''$  для колій з ретельним технічним обслуговуванням (С.2)

**ПРИМІТКА** Національне доповнення наголошує, що можливо використовувати або вираз (С.1), або (С.2). Там, де вираз, що зазвичай використовується, не визначений, вираз (С.1) є рекомендований.

з:

$$\varphi' = \frac{K}{1 - K + K^4} \quad \text{для } K < 0,76 \quad (\text{C.3})$$

і

$$\varphi' = 1,325 \text{ for } K \geq 0,76 \quad (\text{C.4})$$

$$\text{де } K = \frac{v}{2l \times n_0} \quad (\text{C.5})$$

і

$$\varphi' = \frac{\alpha}{100} \left[ 56e^{-\left(\frac{L_0}{10}\right)^2} + 50 \left( \frac{L_0 n_0}{80} - 1 \right) e^{-\left(\frac{L_0}{20}\right)^2} \right] \quad (\text{C.6})$$

$$\varphi' \geq 0$$

$$\alpha = \frac{v}{22} \quad \text{для } v \leq 22 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 1 \quad \text{для } v > 22 \text{ м/с}$$

де

$v$  – максимальна дозволена швидкість транспортного засобу

$n_0$  - перша власна частота згінних коливань моста, завантаженого постійним навантаженням, Гц,

$L_0$  - довжина, м, визначена відповідно до 6.4.5.3.

$\alpha$  - коефіцієнт для швидкості

**Annex C**  
(normative)

**Dynamic factors  $1 + \varphi$  for Real Trains**

(1)P To take account of dynamic effects resulting from the movement of actual service trains at speed, the forces and moments calculated from the specified static loads shall be multiplied by a factor appropriate to the Maximum Permitted Vehicle Speed.

(2) The dynamic factors  $1 + \varphi$  are also used for fatigue damage calculations.

(3)P The static load due to a Real Train at  $v$  [m/s] shall be multiplied by:

$$\text{either, } 1 + \varphi = 1 + \varphi' + \varphi''$$

for track with standard maintenance (C.1)

or,  $1 + \varphi = 1 + \varphi' + 0,5\varphi''$  for carefully maintained track (C.2)

**NOTE** The National Annex may specify whether expression (C.1) or (C.2) may be used. Where the expression to be used is not specified, expression (C.1) is recommended.

with:

$$\varphi' = \frac{K}{1 - K + K^4} \quad \text{for } K < 0,76 \quad (\text{C.3})$$

and

$$\varphi' = 1,325 \text{ for } K \geq 0,76 \quad (\text{C.4})$$

$$\text{where: } K = \frac{v}{2l \times n_0} \quad (\text{C.5})$$

and

$$\varphi' = \frac{\alpha}{100} \left[ 56e^{-\left(\frac{L_0}{10}\right)^2} + 50 \left( \frac{L_0 n_0}{80} - 1 \right) e^{-\left(\frac{L_0}{20}\right)^2} \right] \quad (\text{C.6})$$

$$\varphi' \geq 0$$

$$\text{with } \alpha = \frac{v}{22} \text{ if } v \leq 22 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 1 \text{ if } v > 22 \text{ м/с}$$

where

$v$  is the Maximum Permitted Vehicle

$n_0$  is the first natural bending frequency of the bridge loaded by permanent actions [Hz]

$L_0$  is the determinant length [m] in accordance with 6.4.5.3.

$\alpha$  is a coefficient for speed

Границя достовірності для  $\varphi'$  визначається рівняннями (С.3) і (С.4) - нижча межа власної частоти на Рис. 6.10 і 200 км/год. Для усіх інших випадків  $\varphi'$  потрібно визначити динамічним дослідженням відповідно до 6.4.6.

**ПРИМІТКА** Використовуваний метод потрібно узгодити з відповідними вповноваженими відомствами встановленими в Національному Доповненні.

Границя достовірності для  $\varphi''$  рівнянням (С.6) визначається верхня границя власної частота на Рис. 6.10. Для всіх інших випадків  $\varphi''$ , може бути визначено динамічним дослідженням, враховуючи на взаємодію мас між безпружинними масами осі поїзда і моста відповідно до 6.4.6.

(4)Р Значення  $\varphi' + \varphi''$  повинні бути визначені, використовуючи верхнє і нижнє граничні значення  $n_0$ , за винятком окремих випадків, коли перша власна частота окремого мосту відома.

Верхня границя  $n_0$  дана:

$$n_0 = 94,76L_{\phi}^{-0,748} \quad (C.8)$$

і нижня границя дана

$$n_0 = \frac{80}{L_{\phi}} \text{ для } 4m \leq L_{\phi} \leq 20m \quad (C.9)$$

$$n_0 = 23,58L_{\phi}^{-592} \text{ для } 20m < L_{\phi} \leq 100m \quad (C.10)$$

The limit of validity for  $\varphi'$  defined by Equations (C.3) and (C.4) is the lower limit of natural frequency in Figure 6.10 and 200 km/h. For all other cases  $\varphi'$  should be determined by a dynamic analysis in accordance with 6.4.6.

**NOTE** The method used should be agreed with the relevant authority specified in the National Annex.

The limit of validity for  $\varphi''$  defined by Equation (C.6) is the upper limit of natural frequency in Figure 6.10. For all other cases  $\varphi''$  may be determined by a dynamic analysis taking into account mass interaction between the unsprung axle masses of the train and the bridge in accordance with 6.4.6.

(4)P The values of  $\varphi' + \varphi''$  shall be determined using upper and lower limiting values of  $n_0$ , unless it is being made for an individual bridge of known first natural frequency.

The upper limit of  $n_0$  is given by

$$n_0 = 94,76L_{\phi}^{-0,748} \quad (C.8)$$

and the lower limit is given by:

$$n_0 = \frac{80}{L_{\phi}} \text{ for } 4m \leq L_{\phi} \leq 20m \quad (C.9)$$

$$n_0 = 23,58L_{\phi}^{-592}, \text{ for } 20m < L_{\phi} \leq 100m \quad (C.10)$$

**Додаток D**  
(нормативний)

**Основні засади оцінки конструкцій  
залізничних мостів за втомою**  
**D.1 Припущення у розрахунках за  
втомою**

(1) Коефіцієнти динамічності  $\Phi_2$  і  $\Phi_3$  які застосовуються до моделі статичного навантаження(завантаження) 71 і SW/0 і SW/2, коли пункт застосовується 6.4.5, представляють екстремальний випадок завантаження, який взятий до уваги для деталізації елементів мосту. Ці коефіцієнти були б неправильно обтяжливі, якщо б вони були застосовані для оцінки пошкоджень втоми від реальних поїздів.

(2) Беручи до уваги осереднений ефект, передбачуваний для 100 років ресурсу конструкції (споруди), динамічне збільшення (добавка) для кожного реального поїзда, можливо зменшити

$$1 + 1/2(\varphi' + 1/2\varphi'') \quad (D.1)$$

де  $\varphi'$  і  $\varphi''$  визначені нижче у рівняннях (D.2) і (D.5).

(3) Рівняння (D.2) і (D.5) є спрощеними формами рівнянь (C.3) і (C.6), які достатньо точні для обчислення пошкодження втоми і достовірні для максимальної припустимої швидкості транспортного засобу аж до 200 км/год:

$$\varphi' = \frac{K}{1 - K + K^4} \quad (D.2)$$

с

$$K = \frac{v}{160} \quad \text{для } L \leq 20m \quad (D.3)$$

$$K = \frac{v}{47,16L^{0,408}} \quad \text{для } L > 20m \quad (D.4)$$

с

$$\varphi'' = 0,56e^{\frac{L^2}{100}} \quad (D.5)$$

де:

$v$  - максимальна припустима швидкість транспортного засобу м/с  
 $L$  - довжина  $L\phi$ , м, визначена відповідно до 6.4.5.3.

**Annex D**  
(normative)

**Basis for the fatigue assessment of  
railway structures**  
**D.1 Assumptions for fatigue actions**

(1) The dynamic factors  $\Phi_2$  and  $\Phi_3$  which are applied to the static Load Model 71 and SW/0 and SW/2, when clause 6.4.5 applies, represent the extreme loading case to be taken into account for detailing bridge members. These factors would be unduly onerous if they were applied to the Real Trains used for making an assessment of fatigue damage.

(2) To take account of the average effect over the assumed 100 years life of the structure, the dynamic enhancement for each Real Train may be reduced to:

$$1 + 1/2(\varphi' + 1/2\varphi'') \quad (D.1)$$

where  $\varphi'$  and  $\varphi''$  are defined below in equations (D.2) and (D.5).

(3) Equations (D.2) and (D.5) are simplified forms of equations (C.3) and (C.6) which are sufficiently accurate for the purpose of calculating fatigue damage and are valid for Maximum Permitted Vehicle Speeds up to 200km/h:

$$\varphi' = \frac{K}{1 - K + K^4} \quad (D.2)$$

with:

$$K = \frac{v}{160} \quad \text{for } L \leq 20m \quad (D.3)$$

$$K = \frac{v}{47,16L^{0,408}} \quad \text{for } L > 20m \quad (D.4)$$

and

$$\varphi'' = 0,56e^{\frac{L^2}{100}} \quad (D.5)$$

where:

$v$  is the Maximum Permitted Vehicle Speed [m/s]

$L$  is the determinant length  $L\phi$  [m] in accordance with 6.4.5.3

**ПРИМІТКА** Динамічні ефекти, що включають резонанс, можливо є надмірними і динамічний аналіз потрібний відповідно до 6.4.4 додаткових вимог для оцінки втоми мостів наведених в 6.4.6.6.

## Д.2 Загальний метод проектування

(1)Р Оцінка втоми, взагалі, перевірка рівня напружень, здійснюється згідно з EN 1992, EN 1993 і EN 1994.

(2) Як приклад для сталевих мостів перевірка надійності здійснюється лише за умови

$$\gamma_{Ff} \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_{71} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} \quad (D.6)$$

де

$\gamma_{Ff}$  - частковий коефіцієнт надійності для навантаження втоми

**ПРИМІТКА** Значення для  $\gamma_{Ff}$ , може бути, наданим в національному доповненні.

Рекомендоване значення -  $\gamma_{Ff} = 1,00$ .

$\lambda$  - коефіцієнт еквівалентного пошкодження від втоми, що враховує експлуатаційний рух на мосту в межах елемента. Значення  $\lambda$  надані в нормах на проектування.

$\Phi_2$  - динамічний коефіцієнт (дивись 6.4.5)

$\sigma_{71}$  - рівень напружень, що відповідає моделі завантаження 71 (і де необхідний SW/0 за виключенням  $\alpha$ ), в найбільш небезпечному перерізі елемента, що розглядається

$\Delta \sigma_c$  - довідкове значення опору утомленості (дивись EN 1993)

$\gamma_{Mf}$  - частковий коефіцієнт надійності для опору утомленості в нормах проектування.

## Д.3 Типи потягів для розрахунків за втомою

Оцінку втоми слід здійснювати на підставі змішування режимів руху, "стандартний рух", "рух з навантаженням 250 кН на вісь" або "легкий змішаний рух", залежно від того, чи змішувався стандарт рух перевезень, в основному рух важкого вантажу або легкий рух.

Нижче надано деталі експлуатаційних поїздів і змішаного руху .

**NOTE** Where dynamic effects including resonance may be excessive and a dynamic analysis is required in accordance with 6.4.4 additional requirements for the fatigue assessment of bridges are given in 6.4.6.6.

## D.2 General design method

(1)P The fatigue assessment, in general a stress range verification, shall be carried out according to EN 1992, EN 1993 and EN 1994.

(2) As an example for steel bridges the safety verification shall be carried out by ensuring that the following condition is satisfied:

$$\gamma_{Ff} \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_{71} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} \quad (D.6)$$

where:

$\gamma_{Ff}$  is the partial safety factor for fatigue loading

**NOTE** The value for  $\gamma_{Ff}$  may be given in the National Annex. The recommended value is  $\gamma_{Ff} = 1,00$ .

$\lambda$  is the damage equivalence factor for fatigue which takes account of the service traffic on the bridge and the span of the member. Values of  $\lambda$  are given in the design codes.

$\Phi_2$  is the dynamic factor (see 6.4.5)

$\sigma_{71}$  is the stress range due to the Load Model 71 (and where required SW/0) but excluding  $\alpha$ ) being placed in the most unfavourable position for the element under consideration

$\Delta \sigma_c$  is the reference value of the fatigue strength (see EN 1993)

$\gamma_{Mf}$  is the partial safety factor for fatigue strength in the design codes

## D.3 Train types for fatigue

The fatigue assessment should be carried out on the basis of the traffic mixes, "standardtraffic", "traffic with 250 kN-axles" or "light traffic mix", depending on whether the structure carries standard traffic mix, predominantly heavy freight traffic or light traffic.

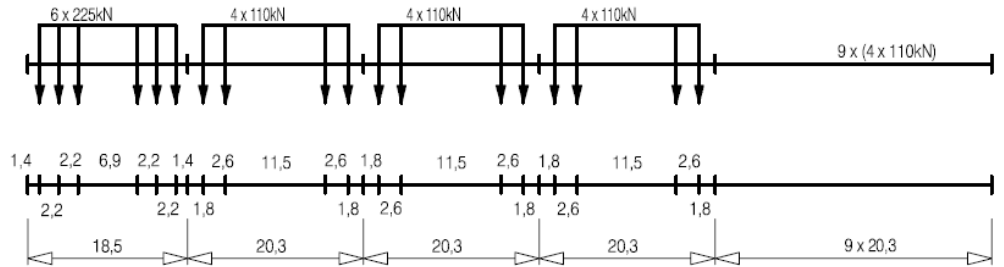
Details of the service trains and traffic mixes are given below.



(1) Комбінації стандартного і легкого рухомого складу Тип 1. Пасажирський поїзд, що тягнеться за локомотивом

(1) Standard and light traffic mixes **Type 1** Locomotive-hauled passenger train

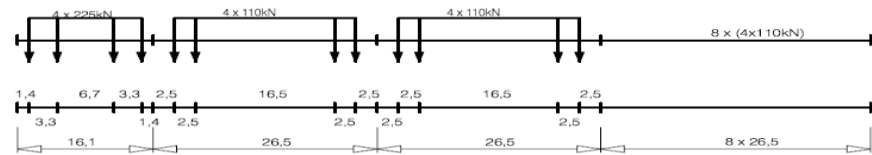
$$\Sigma Q = 6630\text{kN} \quad V = 200\text{km/h} \quad L = 262,10\text{m} \quad q = 25,3\text{kN/m'}$$



Тип 2. Пасажирський поїзд, що тягнеться за локомотивом

**Type 2** Locomotive-hauled passenger train

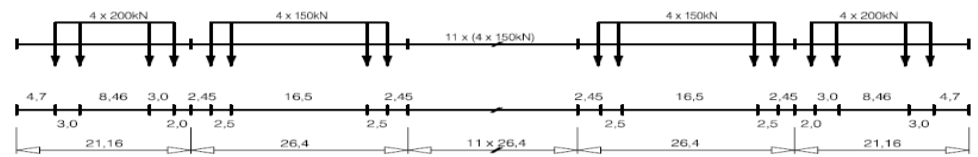
$$\Sigma Q = 5300\text{kN} \quad V = 160\text{km/h} \quad L = 281,10\text{m} \quad q = 18,9\text{kN/m'}$$



Тип 3. Швидкий пасажирський поїзд

**Type 3** High speed passenger train

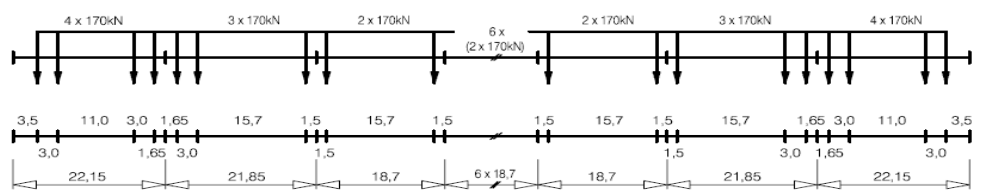
$$\Sigma Q = 9400\text{kN} \quad V = 250\text{km/h} \quad L = 385,52\text{m} \quad q = 24,4\text{kN/m'}$$



Тип 4. Швидкий пасажирський поїзд

**Type 4** High speed passenger train

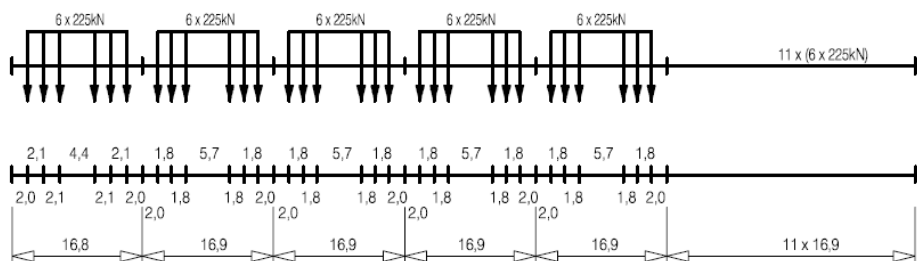
$$\Sigma Q = 5100\text{kN} \quad V = 250\text{km/h} \quad L = 237,60\text{m} \quad q = 21,5\text{kN/m'}$$



Тип 5. Вантажний поїзд, що тягнеться за локомотивом

**Type 5** Locomotive-hauled freight train

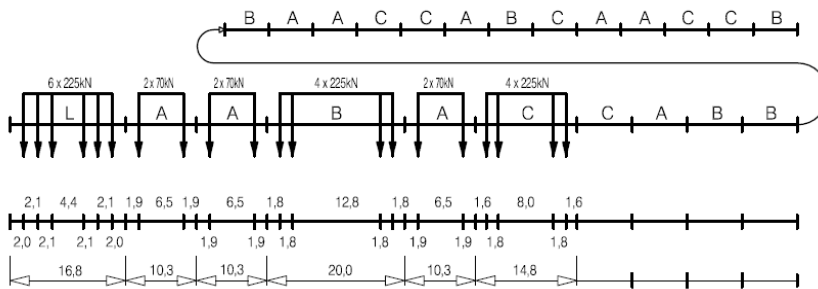
$$\Sigma Q = 21600\text{kN} \quad V = 80\text{km/h} \quad L = 270,30\text{m} \quad q = 80,0\text{kN/m'}$$



Тип 6  
Вантажний  
поїзд, що  
тягнеться за  
локомотивом

Type 6 Locomotive-hauled freight train

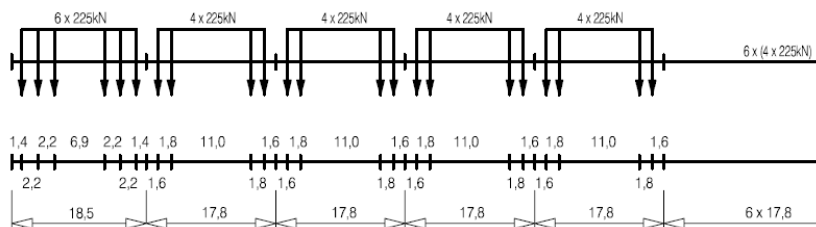
$$\Sigma Q = 14310\text{kN} \quad V = 100\text{km/h} \quad L = 333,10\text{m} \quad q = 43,0\text{kN/m}'$$



Тип 7  
Вантажний  
поїзд, що  
тягнеться за  
локомотивом

Type 7 Locomotive-hauled freight train

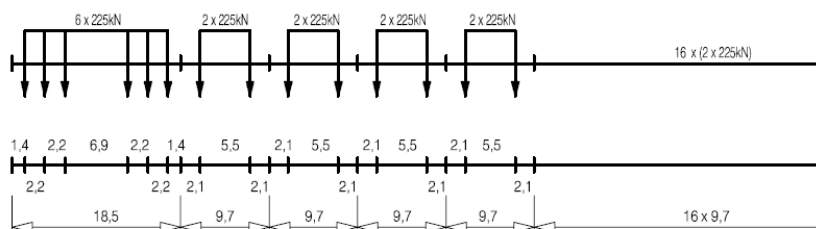
$$\Sigma Q = 10350\text{kN} \quad V = 120\text{km/h} \quad L = 196,50\text{m} \quad q = 52,7\text{kN/m}'$$



Тип 8  
Вантажний  
поїзд, що  
тягнеться за  
локомотивом

Type 8 Locomotive-hauled freight train

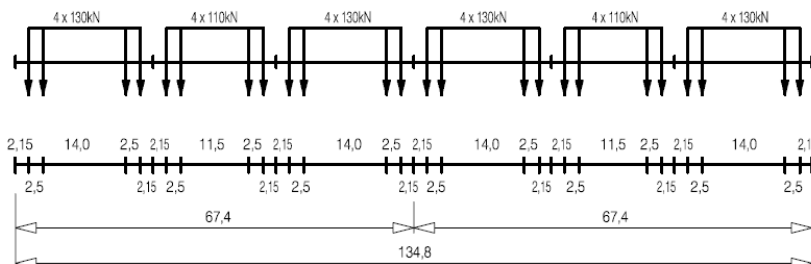
$$\Sigma Q = 10350\text{kN} \quad V = 100\text{km/h} \quad L = 212,50\text{m} \quad q = 48,7\text{kN/m}'$$



Тип 9  
Приміський  
багато вагонний  
поїзд

Type 9 Suburban multiple unit train

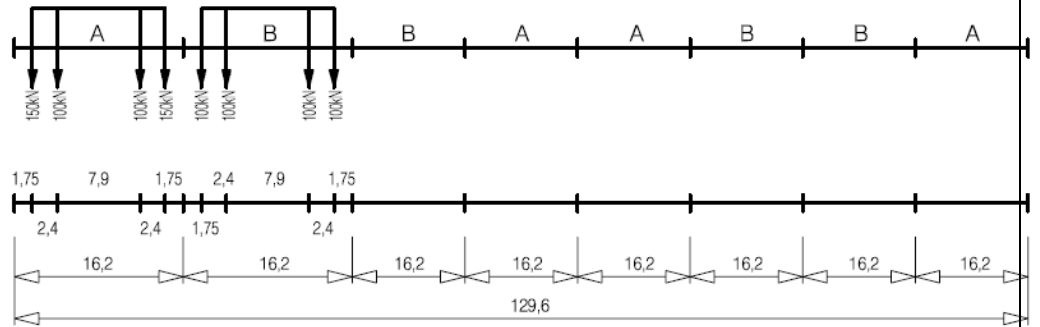
$$\Sigma Q = 2960\text{kN} \quad V = 120\text{km/h} \quad L = 134,80\text{m} \quad q = 22,0\text{kN/m}'$$



**Тип 10**  
Рухомий  
склад  
метрополітен  
у

**Type 10** Underground

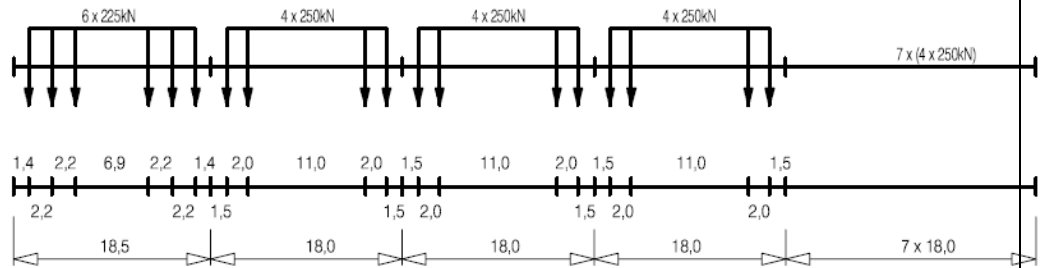
$\Sigma Q = 3600\text{kN}$   $V = 120\text{km/h}$   $L = 129,60\text{m}$   $q = 27,8\text{kN/m}'$



(2) Heavy traffic with 250 kN - axles

**Type 11** Locomotive-hauled freight train

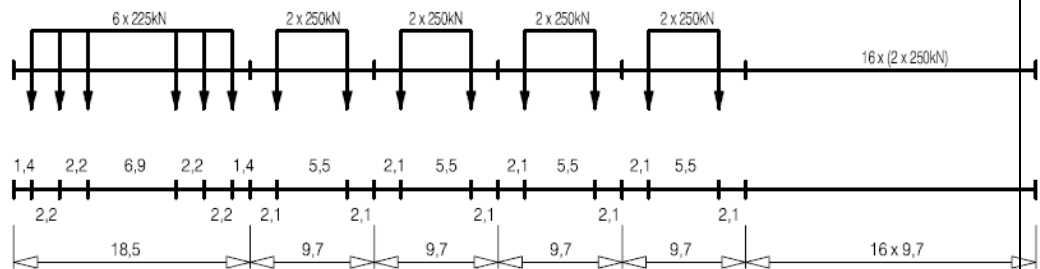
$\Sigma Q = 11350\text{kN}$   $V = 120\text{km/h}$   $L = 198,50\text{m}$   $q = 57,2\text{kN/m}'$



**Тип 11**  
Вантажний  
поїзд, що  
тягнеться за  
ЛОКОМОТИВОМ

**Type 12** Locomotive-hauled freight train

$\Sigma Q = 11350\text{kN}$   $V = 100\text{km/h}$   $L = 212,50\text{m}$   $q = 53,4\text{kN/m}'$



**Тип 12**  
Вантажний  
поїзд, що  
тягнеться за  
ЛОКОМОТИВОМ

**Table D.1 - Standard traffic mix with axles  $\leq 22,5$  t (225 kN)**  
**Таблиця Д.1 – Стандартний рух з навантаженням на вісь  $\leq 22,5$  т (225 кН)**

Train type Тип поїзда	Number of trains/day кількість поїздів на добу	Mass of train [t] Маса поїзду, т	Traffic volume [10 <sup>6</sup> t/year] Об'єм руху [10 <sup>6</sup> т/рік]
1	12	663	2,90
2	12	530	2,32
3	5	940	1,72
4	5	510	0,93
5	7	2160	5,52
6	12	1431	6,27
7	8	1035	3,02
8	6	1035	2,27
	67		24,95

**Table D.2 - Heavy traffic mix with 25t (250 kN) axles**  
**Таблиця Д.2 – Важкий рухомий склад з навантаженням на вісь 25т(250 кН)**

Train type	Number of trains/day	Mass of train [t]	Traffic volume [10 <sup>6</sup> t/year]
Тип поїзда	кількість поїздів на добу	Маса поїзду, т	Об'єм руху [10 <sup>6</sup> т/рік]
5	6	2160	4,73
6	13	1431	6,79
11	16	1135	6,63
12	16	1135	6,63
	51		24,78

**Table D.3 - Light traffic mix with axles  $\leq 22,5$  t (225 kN)**  
**Таблиця Д.3 – легкий рухомий склад навантаженням на вісь  $\leq 22,5$  т (225 кН)**

Train type	Number of trains/day	Mass of train [t]	Traffic volume [10 <sup>6</sup> t/year]
Тип поїзда	кількість поїздів на добу	Маса поїзду, т	Об'єм руху [10 <sup>6</sup> т/рік]
1	10	663	2,4
2	5	530	1,0
5	2	2160	1,4
9	190	296	20,5
	207		25,3

**Додаток Е**  
(інформативний)

**Обмеження застосування моделі навантаження HSLM та вибір критичного універсального поїзду з HSLM-A**

**Е.1 Границі чинності моделі навантаження HSLM**

(1) Модель навантаження HSLM правомірна для пасажирських поїздів, що відповідають наступними критеріями:

– навантаження на окрему вісь  $P$ , кН обмежено 170 кН і для звичайних поїздів також обмежено значенням відповідно до рівняння Е.2,

– відстань  $D$ , м, відповідає довжині автобуса або відстані між регулярно, повторюючимися осями згідно до Таблиці Е.1

– відстань між осями в межах візка,  $d_{BA}$ , м відповідно до:

$$2,5 \text{ м} \leq d_{BA} \leq 3,5 \text{ м} \quad (\text{Е.1})$$

– для звичайних (додаткових) поїздів відстань між центрами візків і сусіднім транспортним засобом  $d_{BS}$ , м відповідних дорівняння Е.2

– для регулярних поїздів з одоноосними візками (наприклад поїзд типу Е в Додатку F2) довжина проміжного візка  $D_{IC}$ , м і відстань між сусідніми осями через зв'язок двох окремих зчеплювань  $e_c$ , м відповідають Таблиці Е.1

–  $D/d_{BA}$  і  $(d_{BS} - d_{BA})/d_{BA}$  не повинні бути близькі до цілого значення

– максимальна загальна вага поїзда 10,000 кН

– максимальна довжина поїзда 400 м.

– максимальна неспресована маса осі 2 тонни

**Annex E**  
(informative)

**Limits of validity of Load Model HSLM and the selection of the critical Universal Train from HSLM-A**

**E.1 Limits of validity of Load Model HSLM**

(1) Load Model HSLM is valid for passenger trains conforming to the following criteria:

– individual axle load  $P$  [kN] limited to 170 kN and for conventional trains also limited to the value in accordance with Equation E.2,

– the distance  $D$  [m] corresponding to the length of the coach or to the distance between regularly repeating axles in accordance with Table E.1,

– the spacing of axles within a bogie,  $d_{BA}$  [m] in accordance with:

$$2,5 \text{ m} \leq d_{BA} \leq 3,5 \text{ m} \quad (\text{E.1})$$

– for conventional trains the distance between the centres of bogies between adjacent vehicles  $d_{BS}$  [m] in accordance with Equation E.2,

– for regular trains with coaches with one axle per coach (*e.g.* Train type E in Appendix F2) the intermediate coach length  $D_{IC}$  [m] and distance between adjacent axles across the coupling of two individual trainsets  $e_c$  [m] in accordance with Table E.1,

–  $D/d_{BA}$  and  $(d_{BS} - d_{BA})/d_{BA}$  should not be close to an integer value,

– maximum total weight of train of 10,000 kN,

– maximum train length of 400 m,

– maximum unsprung axle mass of 2 tonnes,

**Table E.1 - Limiting parameters for high speed passenger trains conforming to Load Model HSLM**

**Таблиця Е.1. – Обмеження параметрів для швидкісного руху пасажирських поїздів згідно до Моделі Навантаження HSLM**

Type of train Тип поїзду	$P$ [kN]	$D$ [m]	$D_{IC}$ [m]	$e_c$ [m]
Articulated З'єднаний	170	$18 \leq D \leq 27$	-	-
Conventional Звичайний умовний	Lesser of 170 or value corresponding to equation E.2 below. Менший ніж 170 або значення відповідає рівнянню Е.2 наведеному нижче	$18 \leq D \leq 27$	-	-
Regular Регулярний	170	$10 \leq D \leq 14$	$8 \leq D_{IC} \leq 11$	$7 \leq e_c \leq 10$

$$4P \cos\left(\frac{\pi d_{BS}}{D}\right) \cos\left(\frac{\pi d_{BA}}{D}\right) \leq 2P_{HSLMA} \cos\left(\frac{\pi d_{HSLMA}}{D_{HSLMA}}\right) \quad (E.2)$$

де:

$P_{HSLMA}$ ,  $d_{HSLMA}$  і  $D_{HSLMA}$  - параметри універсальних поїздів відповідно до рис. 6.12 і таблиці 6.3, відповідна довжина візка  $D_{HSLMA}$ :

- для одиночного універсального поїзду  $D_{HSLMA}$ , що дорівнює значенню  $D$
- для двох універсальних поїздів,  $D$  не дорівнює  $D_{HSLMA}$  для  $D_{HSLMA}$ , узятий, як трохи більший, ніж  $D$  і трохи менший ніж  $D$  і  $D$ ,  $D_{IC}$ ,  $P$ ,  $d_{BA}$ ,  $d_{BS}$  and  $e_C$  are defined as , визначені, як відповідні для з'єднаних, звичайних і регулярних поїздів в Рис E.1 - E.3:

$$4P \cos\left(\frac{\pi d_{BS}}{D}\right) \cos\left(\frac{\pi d_{BA}}{D}\right) \leq 2P_{HSLMA} \cos\left(\frac{\pi d_{HSLMA}}{D_{HSLMA}}\right) \quad (E.2)$$

where:

$P_{HSLMA}$ ,  $d_{HSLMA}$  and  $D_{HSLMA}$  are the parameters of the Universal Trains in accordance with Figure 6.12 and Table 6.3 corresponding to the coach length

- $D_{HSLMA}$  for:
  - a single Universal Train where  $D_{HSLMA}$  equals the value of  $D$ ,
  - two Universal Trains where  $D$  does not equal  $D_{HSLMA}$  with  $D_{HSLMA}$  taken as just greater than  $D$  and just less than  $D$ ,
- and  $D$ ,  $D_{IC}$ ,  $P$ ,  $d_{BA}$ ,  $d_{BS}$  and  $e_C$  are defined as appropriate for articulated, conventional and regular trains in Figures E.1 to E.3:

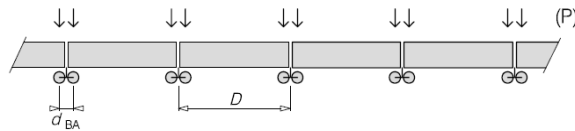


Рисунок E1 – З'єднаний поїзд

Figure E1 - Articulated train

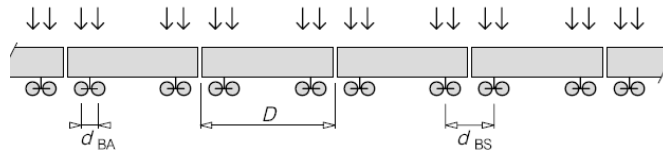


Рисунок E 2. Звичайний поїзд

Figure E2 - Conventional train

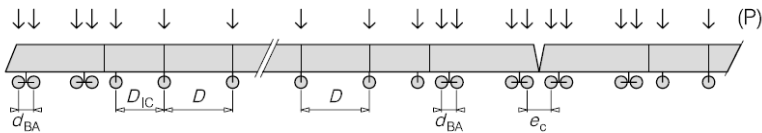


Рисунок E 3. Регулярний поїзд

Figure E3 - Regular train

(2) Точки прикладання зосереджений сил, напрямок і довжини універсальних поїздів визначені в 6.4.6.1.1 не відтворюють частину реального транспортного засобу, якщо не посилаються на Е.1(1).

## Е.2 Вибір універсального поїзда з HSLM-A

(1) Для шарнірно обпертих прогонових будов, що проявляють тільки лінійну динамічну поведінку і мають прольот 7 м або більше, для динамічного аналізу може бути використаний одиночний універсальний поїзд, отриманий з моделі навантаження HSLM-A

(2) Критичний універсальний поїзд визначається за Е.2(5) як функція:  
– критична довжина хвилі збурення  $\lambda_c$ , м визначена по Е.2(4), де критична довжина хвилі збурення  $\lambda_c$  є функція:  
– довжини хвилі збурення для максимальної проектної швидкості  $\lambda_v$ , м, наданий в Е.2(3)  
– прольоту мосту  $L$ , м  
– максимальне значення агресивності  $A(L/\lambda)G(\lambda)$ , кН/м для діапазону довжин хвилі збурення від 4,5 м до  $L$ , м подано в Е.2(4).

(3) Довжина хвилі збурення для максимальної проектної швидкості  $\lambda_v$ , м дорівнює:

$$\lambda_v = v_{DS} / n_0 \quad (\text{E.3})$$

де

$n_0$  - перша власна частота шарнірної балки, Гц

$v_{DS}$  - максимальна проектна швидкість відповідно до 6.4.6.2(1), м/с.

(4) Критичну довжину хвилі збурення  $\lambda_c$  слід визначити за рис. Е.4 - Е.17 як значення  $\lambda$  відповідне до максимального значення агресивності  $A(L/\lambda)G(\lambda)$  для довжини прольоту  $L$  м в діапазоні довжини хвилі збудження від 4,5 м до  $\lambda_v$ . Де прольот плити не відповідає вказаний на Рис. Е.4 - Е.17 довжині  $L$ , два рисунка відповідають значенням  $L$ , узятих, як або незначно менших або незначно більших ніж прольот полотна, що потрібно взяти до уваги. Критичну довжину хвилі збурення  $\lambda_c$  потрібно визначати з рисунка, відповідно до максимальній агресивності. Інтерполяція між діаграмами не дозволена.

**ПРИМІТКА** Як можна бачити з рис. Е.4 - Е.17, у в багатьох випадках  $\lambda_c = \lambda_v$  але в деяких випадках  $\lambda_c$  відповідає піковому значенню агресивності

(2) The point forces, dimensions and lengths of the Universal Trains defined in 6.4.6.1.1 do not form part of the real vehicle specification unless referenced in E.1(1).

## E.2 Selection of a Universal Train from HSLM-A

(1) For simply supported spans that exhibit only line beam dynamic behaviour and with a span of 7 m or greater a single Universal Train derived from the load model HSLM-A may be used for the dynamic analysis.

(2) The critical Universal Train is defined in E.2(5) as a function of:

- the critical wavelength of excitation  $\lambda_c$  [m] defined in E.2(4) where the critical wavelength of excitation  $\lambda_c$  is a function of:
- the wavelength of excitation at the Maximum Design Speed  $\lambda_v$  [m] given in E.2(3),
- the span of the bridge  $L$  [m],
- the maximum value of aggressivity  $A(L/\lambda)G(\lambda)$  [kN/m] in the range of excitation wavelength from 4,5 m to  $L$  [m] given in E.2(4).

(3) The wavelength of excitation at the Maximum Design Speed  $\lambda_v$  [m] is given by:

$$\lambda_v = v_{DS} / n_0 \quad (\text{E.3})$$

where:

$n_0$  First natural frequency of the simply supported span [Hz]

$v_{DS}$  Maximum Design Speed in accordance with 6.4.6.2(1) [m/s]

(4) The critical wavelength of excitation  $\lambda_c$  should be determined from Figures E.4 to E.17 as the value of  $\lambda$  corresponding to the maximum value of aggressivity  $A(L/\lambda)G(\lambda)$  for the span of length  $L$  [m] in the range of excitation wavelength from 4,5 m to  $\lambda_v$ . Where the span of the deck does not correspond to the reference length  $L$  in figures E.4 to E.17, the two figures corresponding to the values of  $L$  taken as either just greater than the span or just less than the span of the deck should be taken into account. The critical wavelength of excitation  $\lambda_c$  should be determined from the figure corresponding to the maximum aggressivity. Interpolation between the diagrams is not permitted.

**NOTE** It can be seen from Figures E.4 to E.17 that in many cases  $\lambda_c = \lambda_v$  but in some cases  $\lambda_c$  corresponds to a peak value of aggressivity at a value of  $\lambda$  less than  $\lambda_v$ . (For

для значень  $\lambda$ , менш ніж  $\lambda_v$ . (Наприклад на Рис. E.4 для  $\lambda_v = 17\text{м}$ ,  $\lambda_C = 13\text{м}$ )

example in Figure E.4 for  $\lambda_v = 17\text{m}$ ,  $\lambda_C = 13\text{m}$ )

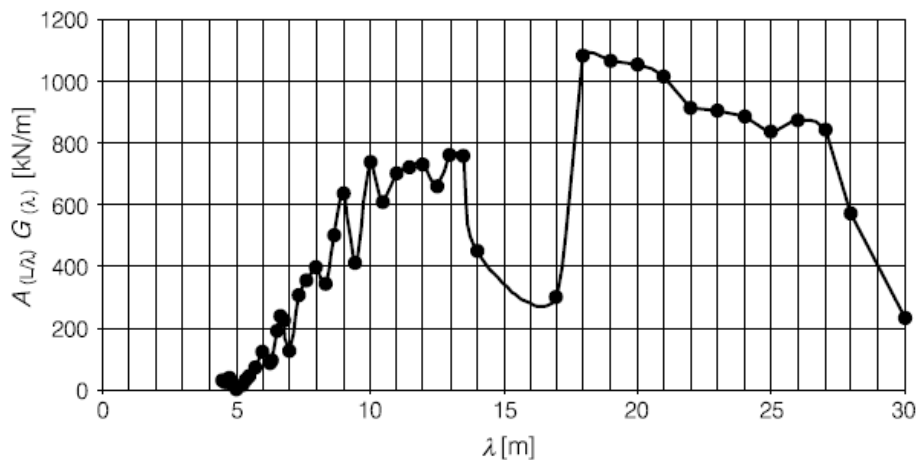


Рисунок E.4 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини хвилі збурення  $\lambda$  для вільно опертої прогонової будови прольотом  $L = 7,5$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.4 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 7,5$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$

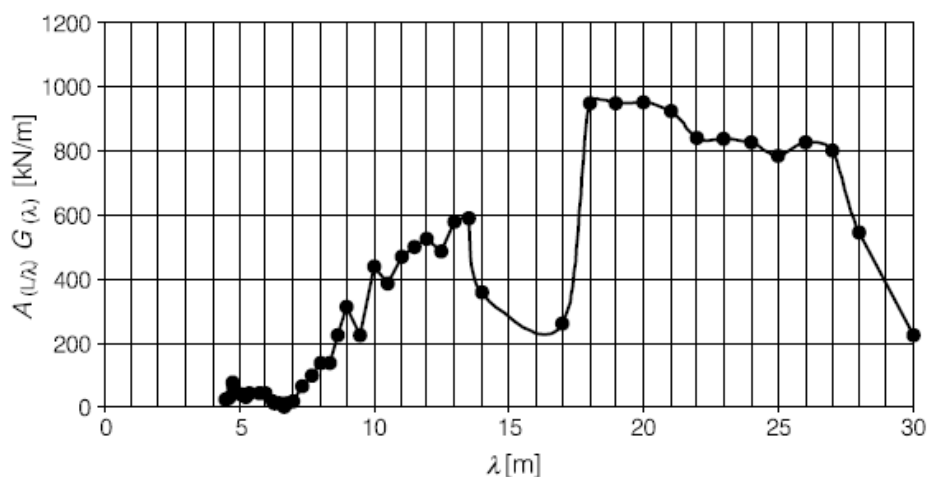


Рисунок E.5 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно опертої прогонової будови прольотом  $L = 10$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.5 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 10$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$



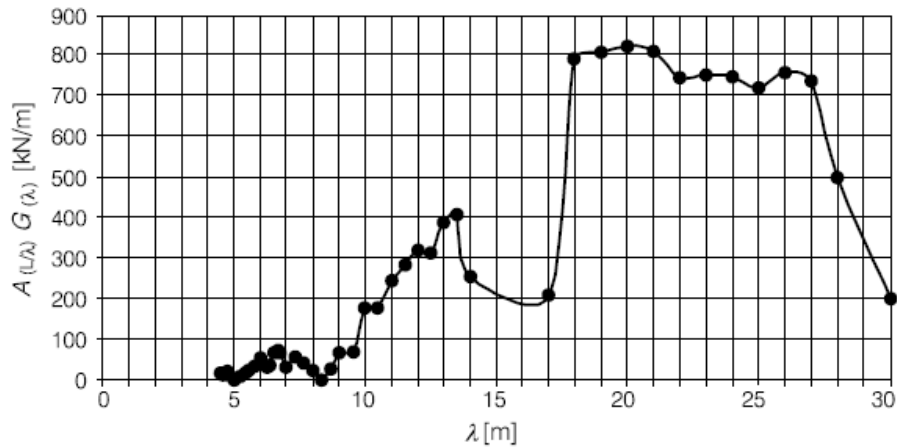


Рисунок Е.6 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно оперто іпрогонової будови прольотом  $L = 12,5$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.6 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 12,5$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$

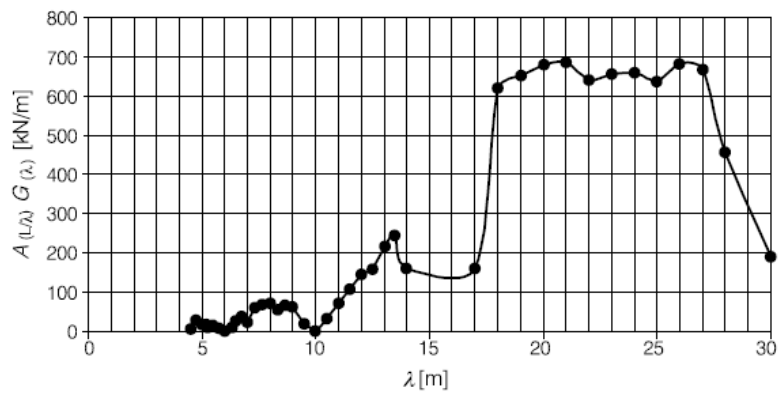


Рисунок Е.7 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно оперто іпрогонової будови прольотом  $L = 15,0$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.7 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 15$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$

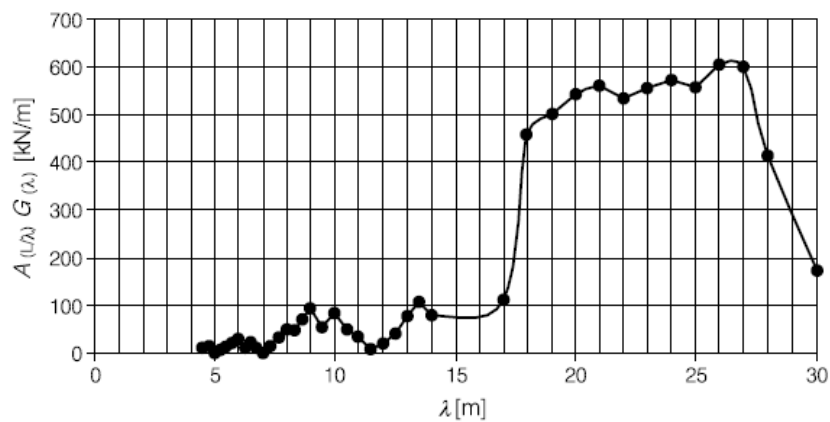


Рисунок Е.8 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно опертої прогонової будови прольотом  $L = 17,5$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.8 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 17,5$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$

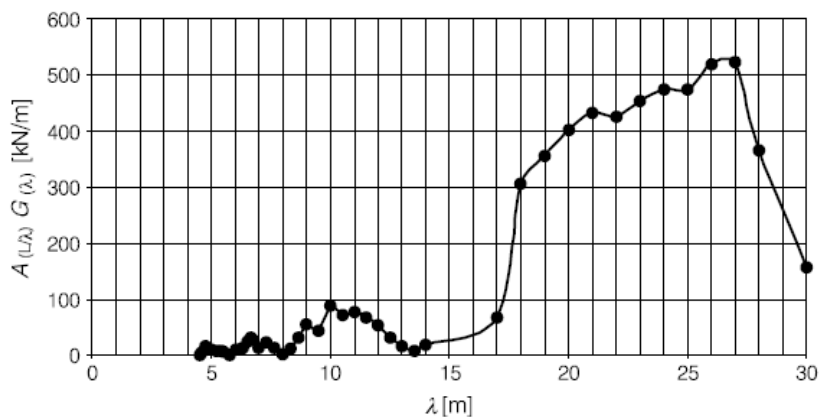


Рисунок Е.9 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно опертої прогонової будови прольотом  $L = 20,0$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.9 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 20,0$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$

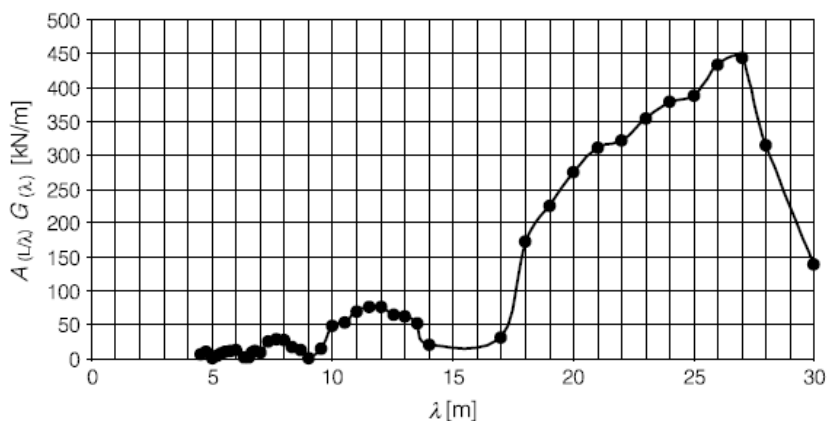


Рисунок Е.10 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно опертої прогонової будови прольотом  $L = 22,5$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.10 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 22,5$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$

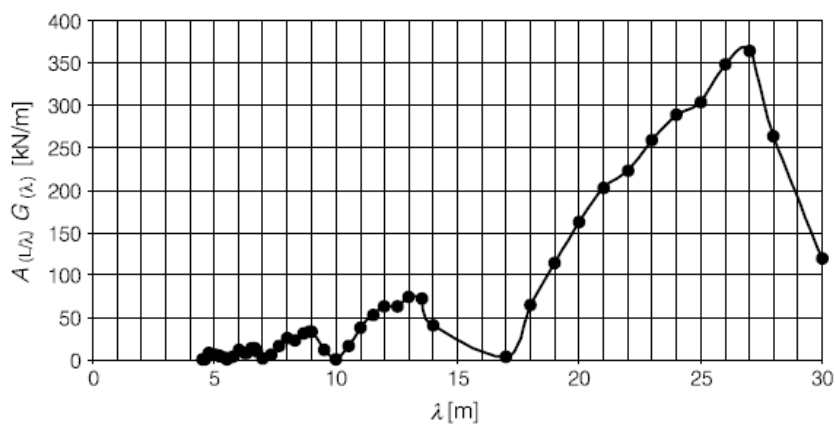


Рисунок Е.11 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно опертої прогонової будови прольотом  $L = 25,0$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.11 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 25,0$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$

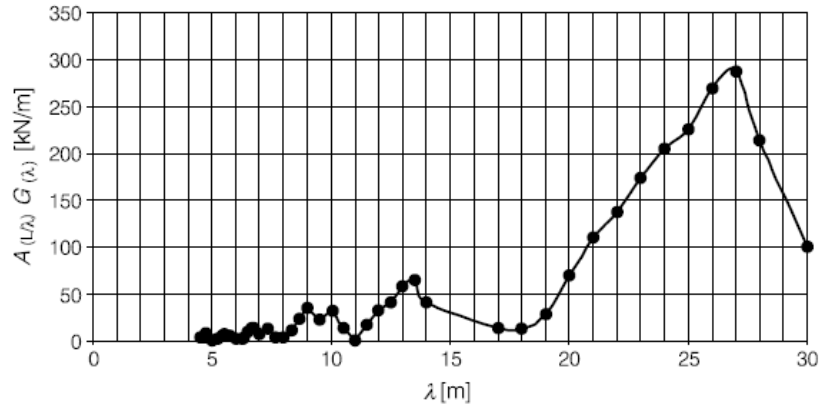


Рисунок Е.12 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно обертої прогонової будови прольотом  $L = 27,5$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.12- Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 27,5$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$

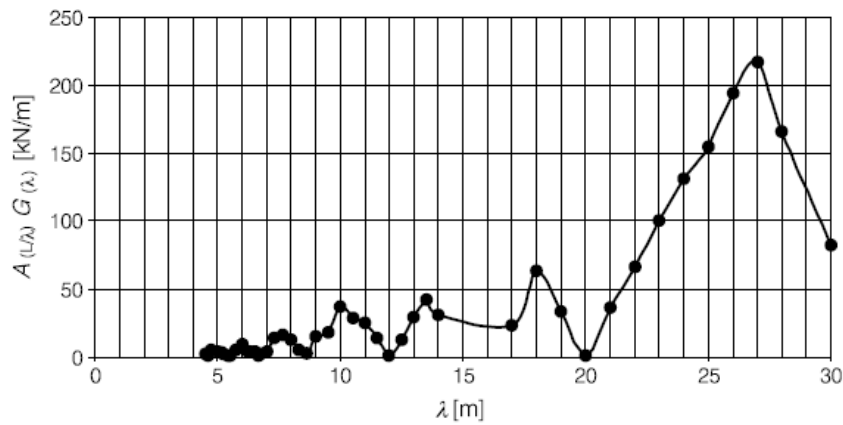


Рисунок Е.13 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно обертої прогонової будови прольотом  $L = 30,0$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.13 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 30,0$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$

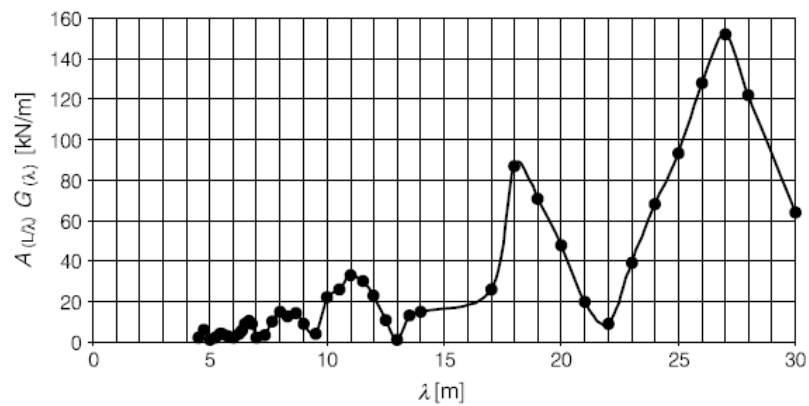
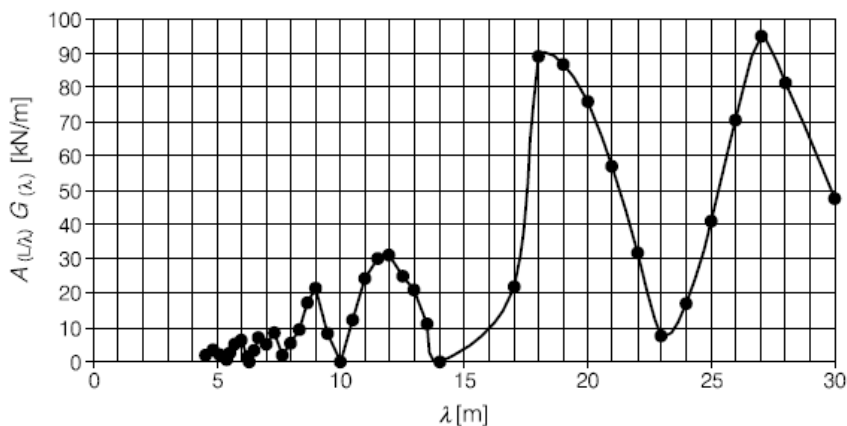


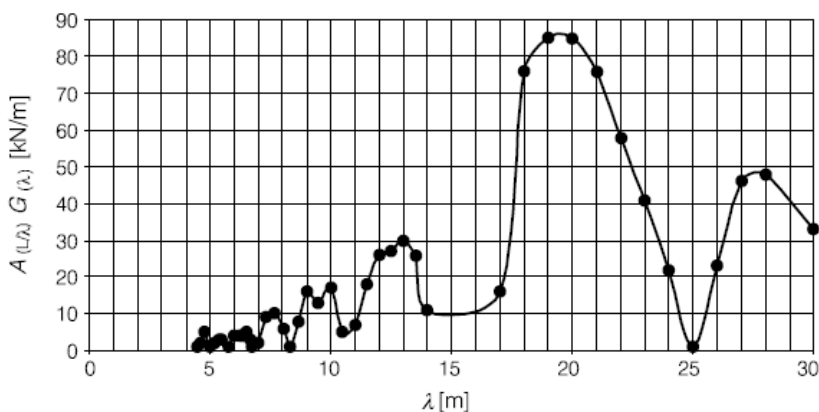
Рисунок Е.14 – Агресивність  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно обертої прогонової будови прольотом  $L = 32,5$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$

Figure E.14 - Aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 32,5$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$



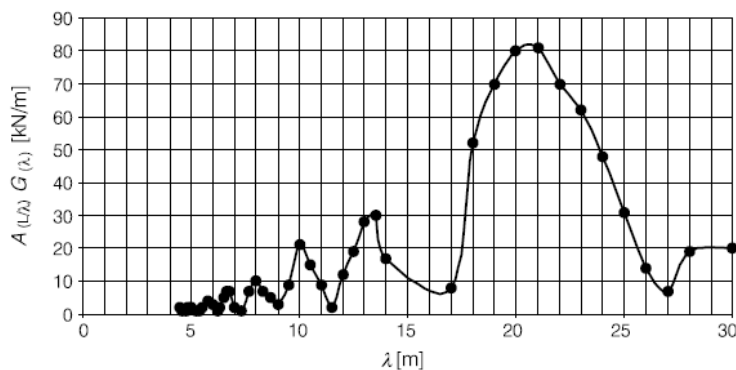
**Рисунок Е.15 – Агресивність  $A_{(L,\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно опертої прогонової будови прольотом  $L = 35,0$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$**

**Figure E.15 - Aggressivity  $A_{(L,\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 35$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$**



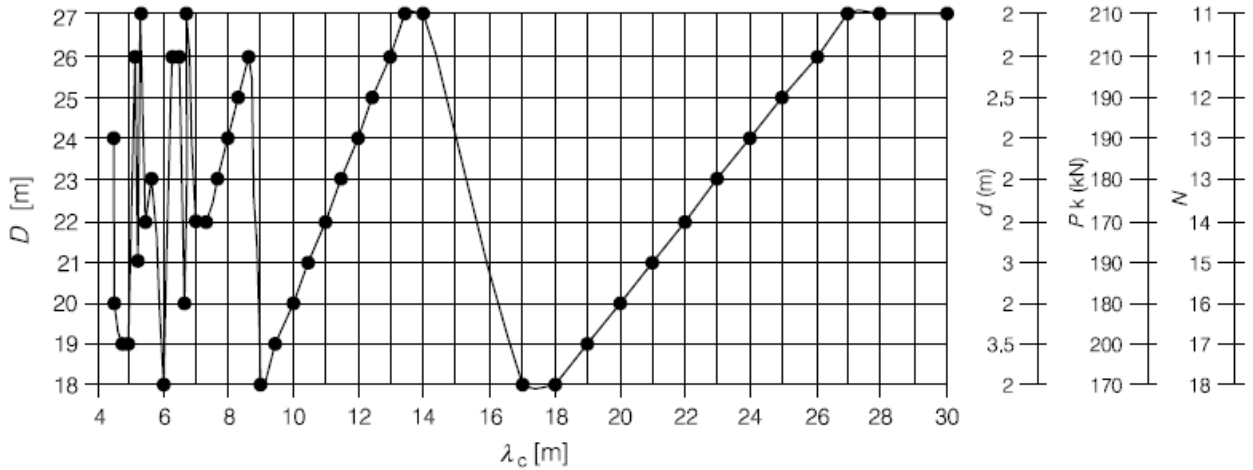
**Рисунок Е.16 – Агресивність  $A_{(L,\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини  $\lambda$  хвилі збурення для вільно опертої прогонової будови прольотом  $L = 37,5$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$**

**Figure E.16 - Aggressivity  $A_{(L,\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 37,5$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$**



**Рисунок Е.17 – Агресивність  $A_{(L,\lambda)}G_{(\lambda)}$  як функція довжини хвилі збурення  $\lambda$  для вільно опертої прогонової будови прольотом  $L = 40,0$  м. і коефіцієнт демпфування  $\xi = 0.01$**

**Figure E.17 - Aggressivity  $A_{(L,\lambda)}G_{(\lambda)}$  as a function of excitation wavelength  $\lambda$  for a simply supported span of  $L = 40$  m and damping ratio  $\xi = 0.01$**



**Рисунок Е.18 – Параметри, що визначають критичний Універсальний поїзд в HSLM— А як функцію критичної довжини хвилі збурення  $\lambda_c$**

**Figure E.18 - Parameters defining critical Universal Train in HSLM-A as a function of critical wavelength of excitation  $\lambda_c$  [m]**

**ПРИМІТКА** Для значень  $\lambda_c < 7$  м. рекомендовано, щоб динамічний аналіз здійснювався для Універсального поїзда від А1 до А10 включно відповідно до таблиці 6.3.

Де:  
 $D$  Довжина проміжних і кінцевих візків, м визначена на рис. 6.12  
 $d$ , відстань між осями, м для проміжних і кінцевих візків, визначена на рис. 6.12  
 $N$  Число проміжних візків визначена на рис. 6.12  
 $P_k$  зосереджена сила, кН при кожному положенні осі в проміжних і кінцевих візках і в кожному електровозі, як визначено на рис. 6.12

$\lambda_c$  Критична довжина хвилі збурення, м, наданого в Е.2(4)

(6) Альтернативна агресивність  $(L/\lambda)G(\lambda)$ , кН/м визначається рівняннями Е.4 і Е.5:

$$A_{(L/\lambda)} = \frac{\left| \cos\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right) \right|}{\left| \left(\frac{2L}{\lambda}\right)^2 - 1 \right|} \quad (E.4)$$

**NOTE** For values of  $\lambda_c < 7$  m it is recommended that the dynamic analysis is carried out with UniversalTrains A1 to A10 inclusive in accordance with Table 6.3.

Where:

$D$  Length of intermediate and end coaches defined in Figure 6.12 [m]

$d$  Spacing of bogie axles for intermediate and end coaches defined in Figure 6.12 [m]

$N$  Number of intermediate coaches defined in Figure 6.12

$P_k$  Point force at each axle position in intermediate and end coaches and in each power car as defined in Figure 6.12 [kN]

$\lambda_c$  Critical wavelength of excitation given in E.2(4) [m]

(6) Alternatively the aggressivity  $A_{(L/\lambda)}G(\lambda)$  [kN/m] is defined by equations E.4 and E.5:

$$A_{(L/\lambda)} = \frac{\left| \cos\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right) \right|}{\left| \left(\frac{2L}{\lambda}\right)^2 - 1 \right|} \quad (E.4)$$

$$G(\lambda) \equiv \text{MAX}_{i=0 \text{ to } M-1} \frac{1}{\zeta X_i} \sqrt{\left( \sum_{k=0}^i P_k \cos\left(\frac{2\pi \chi_k}{\lambda}\right) \right)^2 + \left( \sum_{k=0}^i P_k \sin\left(\frac{2\pi \chi_k}{\lambda}\right) \right)^2} \left( 1 - \exp\left(-2\pi \zeta \frac{X_i}{\lambda}\right) \right) \quad G(\lambda) \equiv \text{MAX}_{i=0 \text{ to } M-1} \frac{1}{\zeta X_i} \sqrt{\left( \sum_{k=0}^i P_k \cos\left(\frac{2\pi \chi_k}{\lambda}\right) \right)^2 + \left( \sum_{k=0}^i P_k \sin\left(\frac{2\pi \chi_k}{\lambda}\right) \right)^2} \left( 1 - \exp\left(-2\pi \zeta \frac{X_i}{\lambda}\right) \right)$$

(E.5)

де  $i$  - прийнято від 0 до  $(M-1)$ , щоб покрити всі підпоїзди, зокрема цілий поїзд;

$L$  - прольот, м;

$M$  - число зосереджених сил в поїзді;

$P_k$  - навантаження на вісь  $k$ , кН;

$X_i$  - довжина під-поїзда, що складається

(E.5)

where  $i$  is taken from 0 to  $(M-1)$  to cover all sub-trains including the whole train and:

$L$  Span [m]

$M$  Number of point forces in train

$P_k$  Load on axle  $k$  [kN]

$X_i$  Length of sub-train consisting of  $i$  axles

з  $i$  осей;  
 $x_k$  - відстань, м точки зосередженої  
силою  $P_k$  до точки першої зосередженої  
сили  $P_0$  в поїзді;  
 $\lambda$  Довжина хвилі збурення, м  
 $\zeta$  Коефіцієнт демпфування

### **Додаток F** (інформативний)

**Критерії, що мають задовольнятися у  
випадках коли динамічний аналіз не  
потрібний**

**ПРИМІТКА** Додаток F не дійсний для моделі  
навантаження HSLM (додаток F дійсний для  
поїздів, наведених в F(4)).

(1) Для шарнірно опертих конструкцій,  
що задовольняють максимальному  
значенню  $(v/n_0)_{lim}$ , наданому в таблиці  
F.1 і F.2:

- максимальне динамічне  
навантаження діє (напруження,  
відхилення, і т.ін.) і
- навантаження, що викликають втому  
при великих швидкостях (за  
виключенням випадку коли частота  
операційної швидкості є близькою  
близькою до резонансній - потрібно  
здійснювати специфічний динамічний  
аналіз і перевірку втому відповідно до  
6.4.6) не перевищує значення  $\Phi_2$  модель  
навантаження 71 і подальший  
динамічний аналіз не потрібен;
- максимальне прискорення полотна  
менше ніж  $3.50\text{m/s}^2$ , або  $5.0\text{m/s}^2$ ,  
відповідно.

$x_k$  Distance of point force  $P_k$  from first point  
force  $P_0$  in train [m]  
 $\lambda$  Wavelength of excitation [m]  
 $\zeta$  Damping ratio

### **Annex F** (informative)

**Criteria to be satisfied if a dynamic analysis is  
not required**

**NOTE** Annex F is not valid for Load Model HSLM  
(Annex F is valid for the trains given in F(4)).

(1) For simply supported structures satisfying the  
maximum value of  $(v/n_0)_{lim}$  given in  
Tables F.1 and F.2:

- the maximum dynamic load effects (stresses,  
deflections etc.) and
- the fatigue loading at high speeds (except  
where the Frequent Operating Speed  
corresponds to a Resonant Speed and in such  
cases a specific dynamic analysis and fatigue  
check should be carried out in accordance with  
6.4.6) do not exceed the values due to  $\Phi_2$  Load  
Model 71 and no further dynamic analysis is  
necessary and
- the maximum deck acceleration is less than  
either  $3.50\text{m/s}^2$  or  $5.0\text{m/s}^2$  as appropriate.

**Table F.1 - Maximum value of  $(v/n_0)_{lim}$  for a simply supported beam or slab and a maximum permitted acceleration of  $a_{max} < 3.50m/s^2$ .**

**Таблиця F.1 – Максимальне значення  $(v/n_0)_{lim}$  для шарнірно спертих балок або плит і максимальне припустиме прискорення  $a_{max} < 3.50c/c^2$ .**

Mass <i>m</i> <i>Маса</i> $10^3$ kg/m		$\geq 5,0$ <7,0	$\geq 7,0$ <9,0	$\geq 9,0$ <10,0	$\geq 10,0$ <13,0	$\geq 13,0$ <15,0	$\geq 15,0$ <18,0	$\geq 18,0$ <20,0	$\geq 20,0$ <25,0	$\geq 25,0$ <30,0	$\geq 30,0$ <40,0	$\geq 40,0$ <50,0	$\geq 50,0$ -
Span <i>L</i> Проліт <i>m</i> а	$\zeta$ %	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m	$v/n_0$ m
[5,00,7,50)	2	1,71	1,78	1,88	1,88	1,93	1,93	2,13	2,13	3,08	3,08	3,54	3,59
	4	1,71	1,83	1,93	1,93	2,13	2,24	3,03	3,08	3,38	3,54	4,31	4,31
[7,50,10,0)	2	1,94	2,08	2,64	2,64	2,77	2,77	3,06	5,00	5,14	5,20	5,35	5,42
	4	2,15	2,64	2,77	2,98	4,93	5,00	5,14	5,21	5,35	5,62	6,39	6,53
[10,0,12,5)	1	2,40	2,50	2,50	2,50	2,71	6,15	6,25	6,36	6,36	6,45	6,45	6,57
	2	2,50	2,71	2,71	5,83	6,15	6,25	6,36	6,36	6,45	6,45	7,19	7,29
[12,5,15,0)	1	2,50	2,50	3,58	3,58	5,24	5,24	5,36	5,36	7,86	9,14	9,14	9,14
	2	3,45	5,12	5,24	5,24	5,36	5,36	7,86	8,22	9,53	9,76	10,36	10,48
[15,0,17,5)	1	3,00	5,33	5,33	5,33	6,33	6,33	6,50	6,50	6,50	7,80	7,80	7,80
	2	5,33	5,33	6,33	6,33	6,50	6,50	10,17	10,33	10,33	10,50	10,67	12,40
[17,5,20,0)	1	3,50	6,33	6,33	6,33	6,50	6,50	7,17	7,17	10,67	12,80	12,80	12,80
[20,0,25,0)	1	5,21	5,21	5,42	7,08	7,50	7,50	13,54	13,54	13,96	14,17	14,38	14,38
[25,0,30,0)	1	6,25	6,46	6,46	10,21	10,21	10,21	10,63	10,63	12,75	12,75	12,75	12,75
[30,0,40,0)	1				10,56	18,33	18,33	18,61	18,61	18,89	19,17	19,17	19,17
$\geq 40,0$	1				14,73	15,00	15,56	15,56	15,83	18,33	18,33	18,33	18,33

<sup>a</sup>  $L \in [a,b)$  means  $a \leq L < b$

**NOTE 1** Table F.1 includes a safety factor of 1.2 on  $(v/n_0)_{lim}$  for acceleration, deflection and strength criteria and

a safety factor of 1,0 on the  $(v/n_0)_{lim}$  for fatigue.

**ПРИМІТКА** Таблиця F.1 включає коефіцієнт надійності 1.2 в  $(v/n_0)_{lim}$  для прискорень, переміщень і зусиль і коефіцієнт надійності 1.0 для втоми

**NOTE 2** Table F.1 includes an allowance of  $(1+\phi''/2)$  for track irregularities.

**ПРИМІТКА** Таблиця F.1 враховує допуск  $(1+\phi''/2)$  для нерегулярних колій

**Table F.2 - Maximum value of  $(v/n_0)_{lim}$  for a simply supported beam or slab and a maximum permitted acceleration of  $a_{max} < 5.0 \text{ m/s}^2$ .**

**Таблиця F.2 – Максимальне значення  $(v/n_0)_{lim}$  для шарнірно спертих балок або плит і максимальне припустиме прискорення  $a_{max} < 5.0 \text{ м/с}^2$ .**

Mass $m$		$\geq 5,0$	$\geq 7,0$	$\geq 9,0$	$\geq 10,0$	$\geq 13,0$	$\geq 15,0$	$\geq 18,0$	$\geq 20,0$	$\geq 25,0$	$\geq 30,0$	$\geq 40,0$	$\geq 50,0$
$10^3 \text{ kg/m}$		$< 7,0$	$< 9,0$	$< 10,0$	$< 13,0$	$< 15,0$	$< 18,0$	$< 20,0$	$< 25,0$	$< 30,0$	$< 40,0$	$< 50,0$	-
Span $L \in$	$\zeta$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$	$v/n_0$
	m a	%	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
[5,00,7,50)	2	1,78	1,88	1,93	1,93	2,13	2,13	3,08	3,08	3,44	3,54	3,59	4,13
	4	1,88	1,93	2,13	2,13	3,08	3,13	3,44	3,54	3,59	4,31	4,31	4,31
[7,50,10,0)	2	2,08	2,64	2,78	2,78	3,06	5,07	5,21	5,21	5,28	5,35	6,33	6,33
	4	2,64	2,98	4,86	4,93	5,14	5,21	5,35	5,42	6,32	6,46	6,67	6,67
[10,0,12,5)	1	2,50	2,50	2,71	6,15	6,25	6,36	6,36	6,46	6,46	6,46	7,19	7,19
	2	2,71	5,83	6,15	6,15	6,36	6,46	6,46	6,46	7,19	7,19	7,75	7,75
[12,5,15,0)	1	2,50	3,58	5,24	5,24	5,36	5,36	7,86	8,33	9,14	9,14	9,14	9,14
	2	5,12	5,24	5,36	5,36	7,86	8,22	9,53	9,64	10,36	10,36	10,48	10,48
[15,0,17,5)	1	5,33	5,33	6,33	6,33	6,50	6,50	6,50	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80
	2	5,33	6,33	6,50	6,50	10,33	10,33	10,50	10,50	10,67	10,67	12,40	12,40
[17,5,20,0)	1	6,33	6,33	6,50	6,50	7,17	10,67	10,67	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80
[20,0,25,0)	1	5,21	7,08	7,50	7,50	13,54	13,75	13,96	14,17	14,38	14,38	14,38	14,38
[25,0,30,0)	1	6,46	10,20	10,42	10,42	10,63	10,63	12,75	12,75	12,75	12,75	12,75	12,75
[30,0,40,0)	1				18,33	18,61	18,89	18,89	19,17	19,17	19,17	19,17	19,17
>40,0	1				15,00	15,56	15,83	18,33	18,33	18,33	18,33	18,33	18,33

\*  $L \in [a, b]$  means  $a \leq L < b$

\*  $L \in [a, b]$  означає  $a \leq L < b$

NOTE 1 Table F.2 includes a safety factor of 1.2 on  $(v/n_0)_{lim}$  for acceleration, deflection and strength criteria and a safety factor of 1,0 on the  $(v/n_0)_{lim}$  for fatigue.

ПРИМІТКА Таблиця F.2 включає коефіцієнт надійності 1.2 в  $(v/n_0)_{lim}$  для прискорень, переміщень, зусиль і коефіцієнт надійності 1,0 для втоми

NOTE 2 Table F.2 includes an allowance of  $(1+\phi''/2)$  for track irregularities.

ПРИМІТКА Таблиця F.2 враховує допуск  $(1+\phi''/2)$  для нерегулярних колій



де

$L$  - довжина пролоту моста, м

$m$  - маса моста,  $10^3$  кг/м;

$\zeta$  - відсоток критичного демпфування, %

$v$  - максимальна номінальна швидкість, що звичайно приймається рівній максимальній швидкості на перегоні. Зменшену швидкість можна використовувати для перевірки окремих реальних поїздів на їх зцепках та максимально дозволених швидкості, м/с

$n_0$  - перша власна частота прогонової будови, Гц.

$\Phi_2$  і  $\varphi''$  визначаються за 6.4.5.2 і додатком С.

(2) Таблиці F.1 і F.2 дійсні:

- для вільно обпертих прогонових будов з незначною косою в плані, які мають розрахункові схеми балки або плити на жорстких опорах. Таблиці F.1 і F.2 не придатні для напівферм і ферм з пологими поясами або інших складних конструкцій, які неможливо адекватно представити прямолінійною балкою або плитою;
- прогонових будов, де колія і висота споруди до нейтральної осі від верху полотна достатня, щоб розподілити зосереджені сили на ширину як мінімум 2,50 м;
- типів поїздів перерахованих в F(4);
- споруд, що проєктуються на характеристичні значення вертикальних навантажень або систематизовані вертикальні навантаження з  $\alpha \geq 1$  відповідно до 6.3.2;
- колій, що ретельно доглядаються;
- прогонових будов з власною частотою  $n_0$  меншою ніж верхня границя на рис. 6.10
- споруд з крутильними частотами  $n_T$ , що задовільняють умові:  $n_T > 1.2 \times n_0$

(3) Якщо наведені вище критерії не задоволені, потрібно здійснювати динамічний аналіз відповідно з 6.4.6.

(4) Наступні реальні поїзди використовувалися в розробки критеріїв у 6.4 і Додатку F (за виключенням моделі навантаження HSLM, що базується на типах поїздів, дозволених за критеріями функціональної сумісності).

where:

$L$  is the span length of bridge [m],

$m$  is the mass of bridge [ $10^3$  kg/m],

$\zeta$  is the percentage of critical damping in [%],

$v$  is the Maximum Nominal Speed and is generally the Maximum Line Speed at the site. A reduced speed may be used for checking individual Real Trains for their associated Maximum Permitted Vehicle Speed [m/s],

$n_0$  is the first natural frequency of the span [Hz].

$\Phi_2$  and  $\varphi''$  are defined in 6.4.5.2 and annex C.

(2) Tables F.1 and F.2 are valid for:

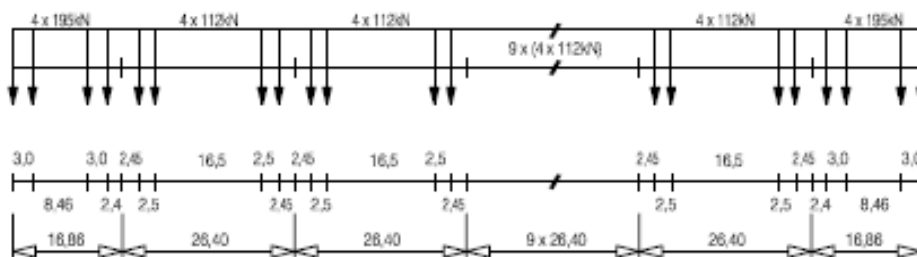
- simply supported bridges with insignificant skew effects that may be modelled as a line beam or slab on rigid supports. Tables F.1 and F.2 are not applicable to half through and truss bridges with shallow floors or other complex structures that may not be adequately represented by a line beam or slab,
- bridges where the track and depth of the structure to the neutral axis from the top of the deck is sufficient to distribute point axle loads over a distance of at least 2,50 m,
- the Train Types listed in F(4),
- structures designed for characteristic values of vertical loads or classified vertical loads with  $\alpha \geq 1$  in accordance with 6.3.2,
- carefully maintained track,
- spans with a natural frequency  $n_0$  less than the upper limit in Figure 6.10,
- structures with torsional frequencies  $n_T$  satisfying:  $n_T > 1.2 \times n_0$

(3) Where the above criteria are not satisfied a dynamic analysis should be carried out in accordance with 6.4.6.

(4) The following Real Trains were used in the development of the criteria in 6.4 and annex F (except Load Model HSLM which is based upon the train types permitted by the relevant interoperability criteria).

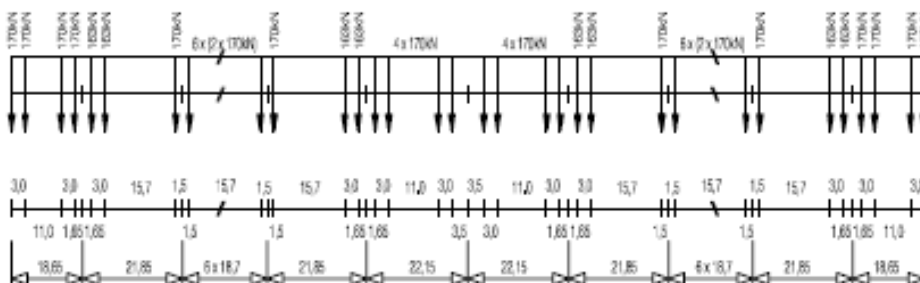
**Туре А  
Тип А**

$\Sigma Q = 6936\text{kN}$   $V = 350\text{km/h}$   $L = 350,52\text{m}$   $q = 19,8\text{kN/m}^2$



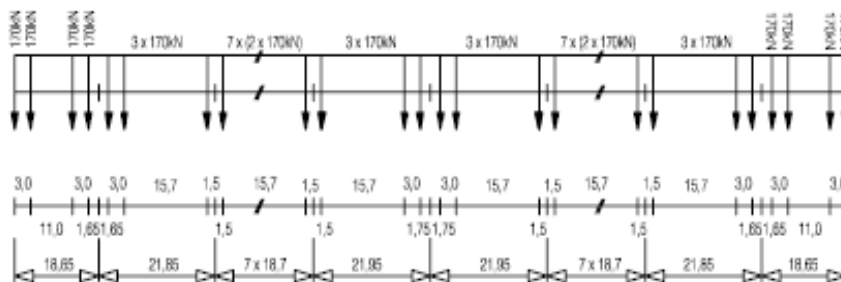
**Туре В  
Тип В**

$\Sigma Q = 8784\text{kN}$   $V = 350\text{km/h}$   $L = 393,34\text{m}$   $q = 22,3\text{kN/m}^2$

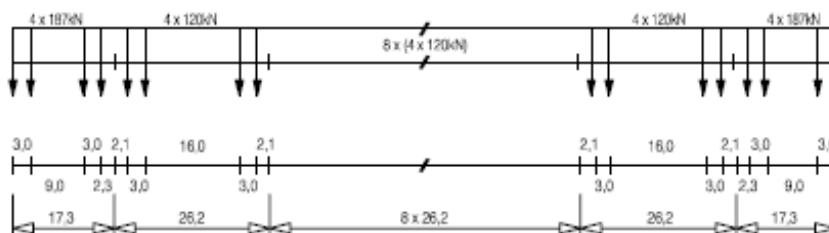


**Туре С  
Тип С**

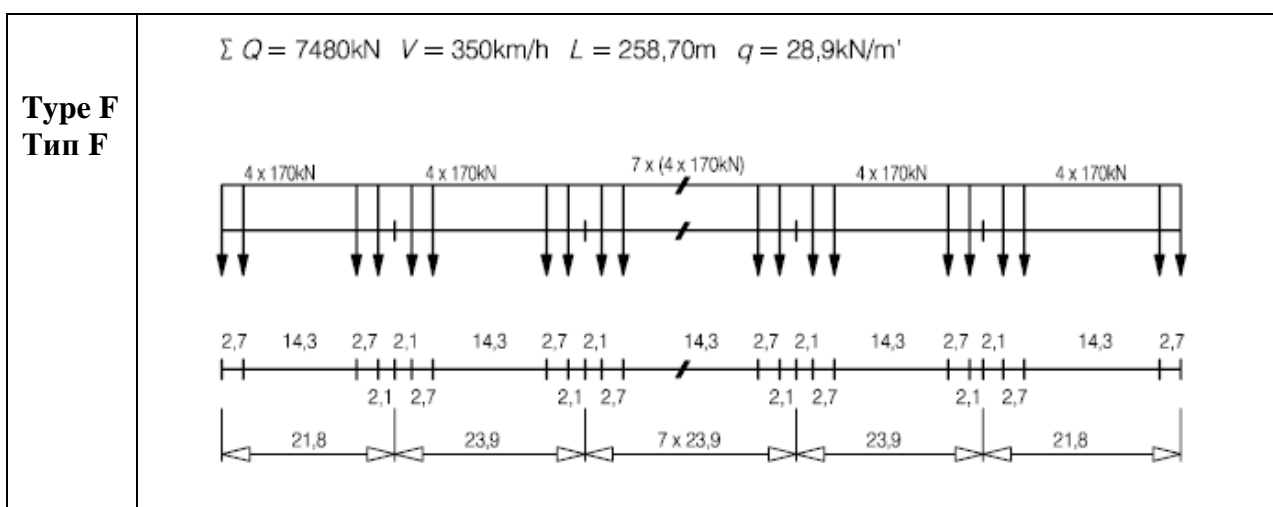
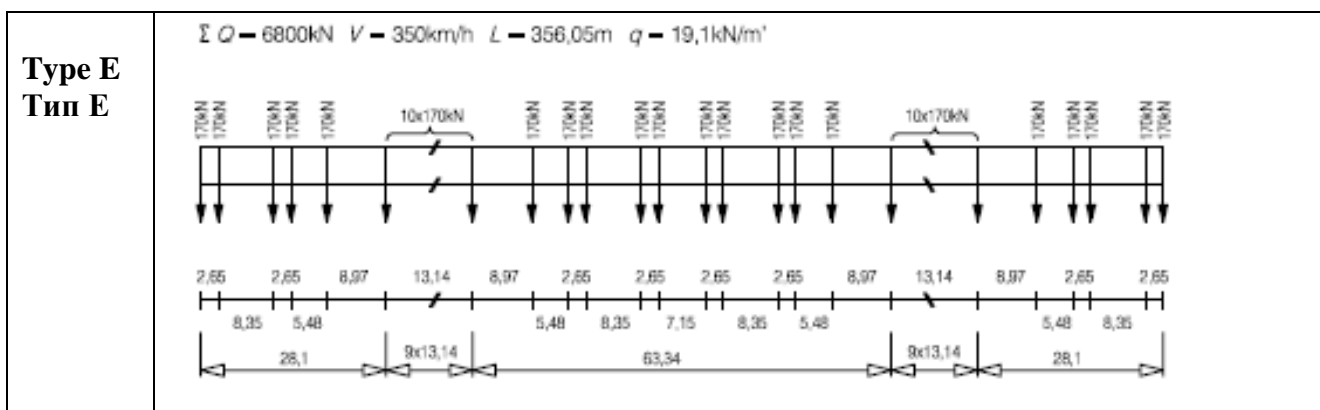
$\Sigma Q = 8160\text{kN}$   $V = 350\text{km/h}$   $L = 386,67\text{m}$   $q = 21,1\text{kN/m}^2$



$\Sigma Q = 6296\text{kN}$   $V = 350\text{km/h}$   $L = 295,70\text{m}$   $q = 21,3\text{kN/m}^2$



**Туре D  
Тип D**



**Додаток G**  
(інформативний)

**Метод визначення сумісної реакції споруди і колії на змінні навантаження**  
**G.1 Вступ**

- (1) Метод для визначення сумісної реакції споруди і колії на змінні навантаження надані нижче:
- для вільно опертих або нерозрізних конструкцій, що складаються з одиночного мостового полотна (G3)
  - для конструкцій, що складаються з послідовності вільно опертих плит (G4)
  - для структури, що складаються з послідовності нерозрізних плит (G4).
- (2) У кожному випадку вимоги надані для:
- визначення максимально дозваної довжина розширення  $L_{TR}$ , яка відповідає максимально дозволеним додатковим напруженням в рейці, наведеними в 6.5.4.5.1(1) або максимальній дозволений деформації конструкції, наведеної в 6.5.4.5.2(1) викликаними зусиллями тяги

**Annex G**  
(informative)

**Method for determining the combined response of a structure and track to variable actions**  
**G.1 Introduction**

- (1) A method for determining the combined response of a structure and track to variable actions is given below for:
- simply supported or continuous structures consisting of a single bridge deck (G3),
  - structures consisting of a succession of simply supported decks (G4),
  - structures consisting of a succession of continuous single piece decks (G4).
- (2) In each case requirements are given for:
- determining the maximum permissible expansion length  $L_{TR}$  which corresponds to the maximum permissible additional rail stresses given in 6.5.4.5.1(1) or the maximum permissible deformation of the structure given in 6.5.4.5.2(1) due to

або гальмування від вертикального впливу транспорту за 6.5.4.5.2(2). Якщо довжина розповсюдження  $L_T$  перевищує дозволена  $L_{TP}$ , мають бути передбачені пристрої розвитку колії або більш точно виконані обчислення відповідно до вимог 6.5.4.1 до 6.5.4.5

- визначення поздовжніх впливів на нерухомих опорах, що викликані:
  - тягою і гальмуванням,
  - зміною температур,
  - поворотом кінців плити викликаного вертикальним рухомим навантаженням.
- (3) У всіх випадках окрему перевірку слід виконувати для узгодження з максимальним вертикальним переміщенням верхньої поверхні настилу, наведеним у 6.5.4.5.2(3).

### **G.2 Границі чинності методу обчислення**

- (1) Конструкція колії має бути такою:
- рейка UIC 60 з границею як мінімум 900 Н/мм;
  - шпали з важкого бетону з максимальним інтервалом 65 см або з еквівалентною конструкцією колії;
  - як мінімум 30 см консолідованого баласту під шпалами;
  - прямі колії або колії з радіусом  $r \geq 1500$  м.
- (2) Конфігурація мосту:
- довжина розширення  $L_T$ :
  - для сталевих конструкцій:  $L_T \leq 60$  м
  - для залізобетонних і складених конструкцій:  $L_T \leq 90$  м.
- (3) Поздовжній опір пластичного зсуву колії  $k$ :
- незавантажена колія:  $k = 20$  до 40 кН на метр колії;
  - завантажена колія:  $k = 60$  кН на метр колії.
- (4) Вертикальне рухоме навантаження:
- модель навантаження 71 (і там де необхідна модель навантаження SW/0)  $\alpha = 1$  відповідно до 6.3.2(3),
  - модель навантаження SW/2
- ПРИМІТКА** Метод дійсний для тих значень  $\alpha$ , коли ефект від навантаження від  $\alpha \times LM71$  є меншим або дорівнює ефекту від навантаження SW/2.
- (5) Дії гальмування:
- для моделі завантаження 71 (і де необхідний модель навантаження SW/0) і

traction and braking and 6.5.4.5.2(2) due to vertical traffic actions. Where the proposed expansion length  $L_T$  exceeds the permissible expansion length  $L_{TP}$ , rail expansion devices should be provided or a more refined calculation in accordance with the requirements of 6.5.4.1 to 6.5.4.5 carried out.

- determining the longitudinal actions on the fixed bearings due to:
  - traction and braking,
  - temperature variation,
  - end rotation of deck due to vertical traffic loads
- (3) In all cases a separate check should be made for compliance with the maximum vertical displacement of the upper surface of a deck given in 6.5.4.5.2(3).

### **G.2 Limits of validity of calculation method**

- (1) Track construction:
- UIC 60 rail with a tensile strength of at least 900 N/mm.,
  - heavy concrete sleepers with a maximum spacing of 65cm or equivalent track construction,
  - at least 30 cm of well consolidated ballast under the sleepers,
  - straight track or track radius  $r \geq 1500$  m.
- (2) Bridge configuration:
- expansion length  $L_T$ :
  - for steel structures:  $L_T \leq 60$  m,
  - for concrete and composite structures:  $L_T \leq 90$  m.
- (3) Longitudinal plastic shear resistance  $k$  of the track:
- unloaded track:  $k = 20$  to 40 kN per m of track,
  - loaded track:  $k = 60$  kN per m of track.
- (4) Vertical traffic loading:
- Load Model 71 (and where required Load Model SW/0) with  $\alpha = 1$  in accordance with 6.3.2(3),
  - Load Model SW/2,
- NOTE** The method is valid for values of  $\alpha$  where the load effects from  $\alpha \times LM71$  are less than or equal to the load effects from SW/2.
- (5) Actions due to braking:
- for Load Model 71 (and where required Load Model SW/0) and Load Model HSLM:

модель навантаження HSLM:

$q_{\text{lbk}} = 20 \text{ кН/м}$ , обмежено максимумом  
 $Q_{\text{lbk}} = 6000 \text{ кН}$

– для моделі навантаження SW/2:  $q_{\text{lbk}} = 35 \text{ кН/м}$ .

(6) Дії тяги: –  $q_{\text{lak}} = 33 \text{ кН/м}$ , обмежено максимумом  $Q_{\text{lak}} = 1000 \text{ кН}$ .

(7) Температурні впливи:

– варіація температури полотна  $\Delta T_D$ :  $\Delta T_D \leq 35 \text{ Кельвін}$ ,

– варіація температури рейки  $\Delta T_R \leq 50 \text{ Кельвін}$

– максимальна різниця температури між рейкою і полотном:

$|\Delta T_D - \Delta T_R| \leq 20 \text{ Кельвін}$ . (G.1)

### G.3 Конструкції, що складаються з поодинокого настилу

(1) Спочатку, нехтуючи сумісним відгуком споруди і колії на тимчасові впливи, потрібно визначити:

- збільшення довжини  $L_T$  і перевірити  $L_T \leq \max L_T$  відповідно до G.2(2) і рис. 6.17,

– жорсткість  $K$  підконструкції під кожен колію відповідно до 6.5.4.2

– поздовжнє переміщення верхнього краю полотна від деформації плити  $\delta = \Theta H$ , в мм (G.2)

Де

$\Theta$  - обертання краю полотна, рад  
 $H$  - висота між (горизонтальною) віссю обертання (нерухомої) опори і поверхнею настилу, мм,

(2) Для пар значень (незавантажена/завантажена колія) опір пластичного поздовжнього зсуву колії  $k = 20/60 \text{ кН}$  на погонний метр колії і  $k = 40/60 \text{ кН}$  на погонний метр колії і температурний коефіцієнт  $\alpha_T = 10\text{E-}6 \text{ 1/Кельвін}$  або  $\alpha_T = 12\text{E-}6 \text{ 1/Кельвін}$  максимально дозволена довжина розширення  $L_{TP}$ , м надається на рис. G.1 відповідно до G.4.

Тут параметр ( $L_T$ ), описує довжину розширення настилу і поздовжнє переміщення кінця настилу від вертикального впливу руху, та лежить нижче відповідної або інтерполюваної кривої, відповідної подовжній жорсткості підконструкції  $K$ , максимальне дозволена додаткове напруження рейки надано в 6.5.4.5.1(1) і максимальна дозволена деформація конструкції, наданої в 6.5.4.5.2(1) від тягової і гальмівної, і

$q_{\text{lbk}} = 20 \text{ кН/м}$ , limited to a maximum of  $Q_{\text{lbk}} = 6000 \text{ кН}$ ,

– for Load Model SW/2:  $q_{\text{lbk}} = 35 \text{ кН/м}$ .

(6) Actions due to traction:

–  $q_{\text{lak}} = 33 \text{ кН/м}$ , limited to a maximum of  $Q_{\text{lak}} = 1000 \text{ кН}$ .

(7) Actions due to temperature:

– Temperature variation  $\Delta T_D$  of the deck:  $\Delta T_D \leq 35 \text{ Kelvin}$ ,

– Temperature variation  $\Delta T_R$  of the rail:  $\Delta T_R \leq 50 \text{ Kelvin}$ ,

– Maximum difference in temperature between rail and deck:

$|\Delta T_D - \Delta T_R| \leq 20 \text{ Kelvin}$ . (G.1)

### G.3 Structures consisting of a single bridge deck

(1) Initially the following values should be determined neglecting the combined response of the structure and track to variable actions:

– expansion length  $L_T$  and check  $L_T \leq \max L_T$  according to G.2(2) and Figure 6.17,

– stiffness  $K$  of substructures per track according to 6.5.4.2,

– longitudinal displacement of the upper edge of the deck due to deformation of the deck:

$\delta = \Theta H$  [mm] (G.2)

where:

$\Theta$  Rotation of the deck end [rad],

$H$  height between (horizontal) axis of rotation of the (fixed) bearing and the surface of the deck [mm],

(2) For the couples of values (unloaded/loaded track) of the longitudinal plastic shear resistance of the track  $k = 20/60 \text{ кН}$  per m of track and  $k = 40/60 \text{ кН}$  per m of track and the linear temperature coefficient  $\alpha_T = 10\text{E-}6 \text{ 1/Kelvin}$  or  $\alpha_T = 12\text{E-}6 \text{ 1/Kelvin}$  the maximum permissible expansion length  $L_{TP}$  [m] is given in Figure G.1 to G.4 as appropriate.

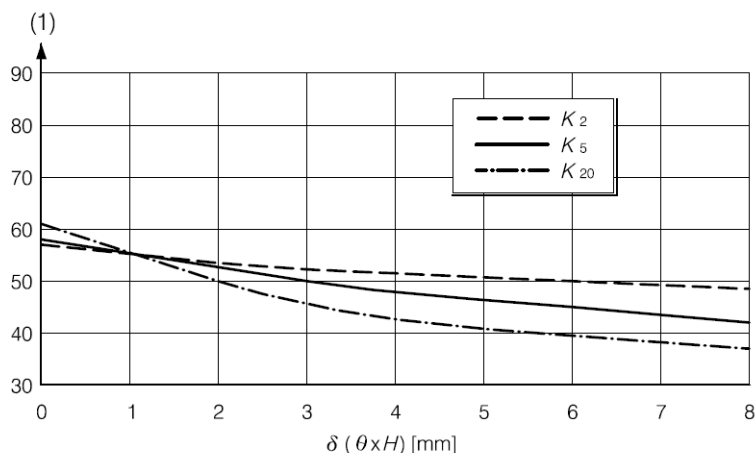
Where the point ( $L_T$ ) describing the expansion length of the deck and longitudinal displacement of the deck end due to vertical traffic actions lies below the corresponding or interpolated curve corresponding to the longitudinal stiffness of the substructure  $K$ , the maximum permissible additional rail stresses given in 6.5.4.5.1(1) and the maximum permissible deformation of the structure given in 6.5.4.5.2(1) due to traction and braking and 6.5.4.5.2(2) due to vertical

6.5.4.5.2(2) від вертикального впливу руху задовільнені.

Альтернативно, якщо ця умова не виконується, аналіз можна, здійснювати відповідно до вимог 6.5.4.2 до 6.5.4.5 або мають бути забезпечені пристрої для розширення рейки.

traffic actions are satisfied.

Alternatively, if this condition is not met an analysis may be carried out in accordance with the requirements of 6.5.4.2 to 6.5.4.5 or rail expansion devices should be provided.



#### Позначення

(1) Максимальне дозволене збільшення довжини  $L_{TP}$ , м

$k$  опір пластичного поздовжнього зсуву колії, кН на м колії :

для незавантажених колій:

–  $k_{20} = 20$  кН на м рейки і  $k_{40} = 40$  кН на м колії

для завантажених колій::

–  $k_{60} = 60$  кН на м колії

$K$  жорсткість основи кожної колії на м настилу (тобто жорсткість основи, що ділиться на число колій і довжину настилу) кН/м:

$K_2 = 2E_3$  кН/м

$K_5 = 5E_3$  кН/м

$K_{20} = 20E_3$  кН/м

$\alpha_T$  лінійний температурний коефіцієнт [1/Кельвін]

$\delta(\theta H)$  горизонтальне переміщення верхнього краю полотна від повороту кінців, мм.

**Рисунок G.1 - Дозволений діапазон напружень для рейки в вільно обпертих прогонових будовах для  $\alpha_T = 10E-6$  [1/Кельвін],  $\Delta T = 35$  [Кельвін],  $k_{20}/k_{60} = 20/60$  кН/м**

#### Key

(1) Maximum permissible expansion Length  $L_{TP}$  [m]

$k$  longitudinal plastic shear resistance of the track [kN per m of track] :

for unloaded tracks:

–  $k_{20} = 20$  kN per m of track and  $k_{40} = 40$  kN per m of track,

for loaded tracks:

–  $k_{60} = 60$  kN per m of track,

$K$  stiffness of substructure per track per m of deck (i.e. substructure stiffness divided by the number of tracks and by the deck length) [kN/m]:

$K_2 = 2E_3$  kN/m

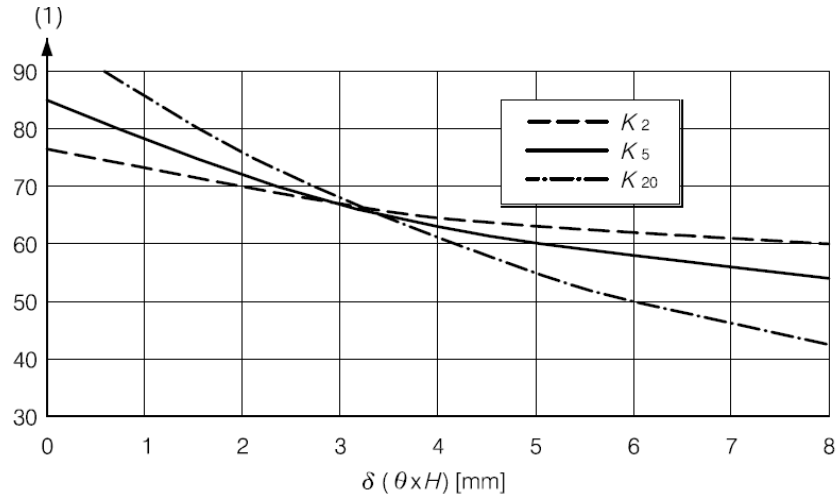
$K_5 = 5E_3$  kN/m

$K_{20} = 20E_3$  kN/m

$\alpha_T$  linear temperature coefficient [1/Kelvin],

$\delta(\theta H)$  Horizontal displacement of the upper deck edge due to end rotation [mm].

**Figure G.1 - Permissible domain for rail stresses in simply supported deck bridges for  $\alpha_T = 10E-6$  [1/Kelvin],  $\Delta T = 35$  [Kelvin],  $k_{20}/k_{60} = 20/60$  [kN/m]**



**Позначення**

(1) Максимальне дозволене збільшення Довжини  $L_{TP}$ , м

$k$  опір пластичного повздовжнього зсуву колії, кН на м колії:

для незавантажених колій:

–  $k_{20} = 20$  кН на м. колії і  $k_{40} = 40$  кН на м

колії, для завантажених колій:

–  $k_{60} = 60$  кН на м колії

$K$  жорсткість основи на кожну колію на м. настилу (тобто жорсткість фундаменту, що ділиться на кількість колій і довжину настилу, [кН/м]:

$K_2 = 2E3$  кН/м

$K_5 = 5E3$  кН/м

$K_{20} = 20E3$  кН/м

$\alpha_T$  лінійний температурний коефіцієнт [1/Кельвін]

$\delta(\Theta H)$  горизонтальне переміщення верхнього краю полотна від повороту кінців, мм].

**Рисунок G.2 - Дозволений діапазон напружень для рейки в вільно опертих прогонових будовах для  $\alpha_T = 10E-6$  [1/Кельвін],  $\Delta T = 35$  [Кельвін],  $k_{40}/k_{60} = 20/60$  кН/м**

**Key**

(1) Maximum permissible expansion Length  $L_{TP}$  [m]  
 $k$  longitudinal plastic shear resistance of the track [kN per m of track] :

for unloaded tracks:

–  $k_{20} = 20$  kN per m of track and  $k_{40} = 40$  kN per m of track, for loaded tracks:

–  $k_{60} = 60$  kN per m of track,

$K$  stiffness of substructure per track per m of deck (i.e. substructure stiffness divided by the number of tracks and by the deck length) [kN/m]:

$K_2 = 2E3$  kN/m

$K_5 = 5E3$  kN/m

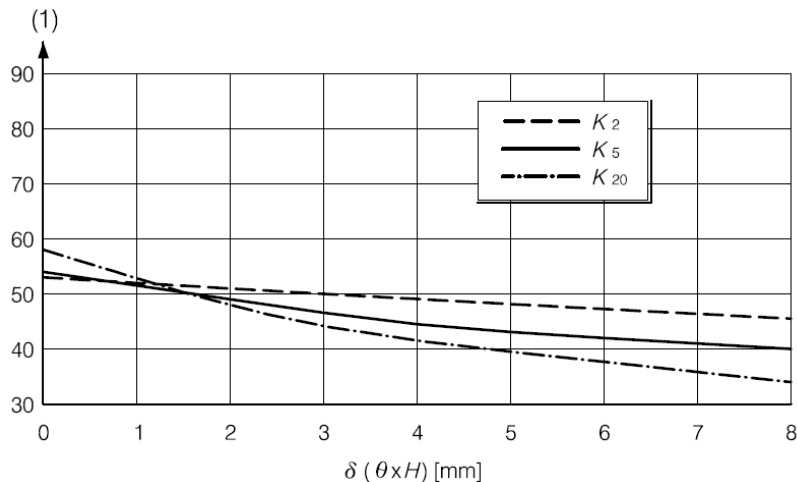
$K_{20} = 20E3$  kN/m

$\alpha_T$  linear temperature coefficient [1/Kelvin],

$\delta(\Theta H)$  horizontal displacement of the upper deck edge due to end rotation [mm].

**Figure G.2 - Permissible domain for rail stresses in simply supported deck bridges**

for  $\alpha_T = 10E-6$  [1/Kelvin],  $\Delta T = 35$  [Kelvin],  $k_{40}/k_{60} = 40/60$  [kN/m]



**Позначення**

(1) Максимальне дозволене збільшення

**Key**

(1) Maximum permissible expansion Length  $L_{TP}$  [m]

Довжини  $L_{TP}$ , м  
 $k$  опір пластичного повздовжнього зсуву колії, кН на м колії :  
 для незавантажених колій:  
 –  $k_{20} = 20$  кН на м. колії і  $k_{40} = 40$  кН на м. колії, для завантажених колій:  
 –  $k_{60} = 60$  кН на м. колії  
 $K$  жорсткість основи на кожну колію на м настилу (тобто жорсткість основи, що ділиться на кількість колій і довжину настилу), кН/м:  
 $K_2 = 2E3$  кН/м  
 $K_5 = 5E3$  кН/м  
 $K_{20} = 20E3$  кН/м  
 $\alpha$ , лінійний температурний коефіцієнт [1/Кельвін]  
 $\delta(\Theta H)$  горизонтальне переміщення верхнього краю полотна від повороту кінців, мм.  
**Рисунок G.3 - Дозволений діапазон напружень для рейки в вільно опертих прогонових будовах для  $\alpha_T = 10E-6$  [1/Кельвін],  $\Delta T = 35$  [Кельвін],  $k_{40}/k_{60} = 20/60$  кН/м**

(3) Впливи в поздовжньому напрямку мосту в нерухомих опорних частинах від зміни температури і деформацій полотна від вертикальних навантажень руху, потрібно визначати за формулами наведеними в таблиці G.1. Формули дійсні для однієї колії. Для двох або більше колій з жорсткістю основи  $K_U$  дії на нерухомих опорах, можуть бути визначені з припущенням, що жорсткість основи  $K = K_U / 2$  і помножуючи результати формул для однієї колії на 2.

$k$  longitudinal plastic shear resistance of the track [kN per m of track] :  
 for unloaded tracks:  
 –  $k_{20} = 20$  kN per m of track and  $k_{40} = 40$  kN per m of track, for loaded tracks:  
 –  $k_{60} = 60$  kN per m of track,  
 $K$  stiffness of substructure per track per m of deck (i.e. substructure stiffness divided by the number of tracks and by the deck length) [kN/m]:  
 $K_2 = 2E3$  kN/m  
 $K_5 = 5E3$  kN/m  
 $K_{20} = 20E3$  kN/m  
 $\alpha$ , linear temperature coefficient [1/Kelvin],  
 $\delta(\Theta H)$  horizontal displacement of the upper deck edge due to end rotation [mm].

**Figure G.2 - Permissible domain for rail stresses in simply supported deck bridges for  $\alpha_T = 10E-6$  [1/Kelvin],  $\Delta T = 35$  [Kelvin],  $k_{40}/k_{60} = 40/60$  [kN/m]**

(3) Actions in the longitudinal bridge direction on the (fixed) bearings due to traction and braking, to temperature variation and due to the deformation of the deck under vertical traffic loads should be determined with the formulae given in Table G.1. The formulae are valid for one track. For two or more tracks with a support stiffness of  $K_U$  the actions on the fixed bearings may be determined by assuming a support stiffness of  $K = K_U / 2$  and multiplying the results of the formulae for one track by 2.



**Table G.1 - Actions on the fixed bearings in longitudinal bridge direction <sup>a</sup>****Таблиця G.1 – Впливи на нерухомі опори в повздовжньому напрямку мосту**

Load case Випадок навантаження	Limits of validity Границя достовірності	Continuous welded rails Непереривно приварена рейка	With one rail expansion device З пристроями розширення рейки
Braking Гальмування <sup>e</sup>	$L \geq 50 \text{ m}^d$	$82 \cdot 10^{-3} \times L^{0,9} \times K^{0,4} \text{ b}$	$2,26 \times L^{1,1} \times K^{0,1} \text{ b}$
	$L \leq 30 \text{ m}^d$	$126 \cdot 10^{-3} \times L^{0,9} \times K^{0,4}$	$3,51 \times L^{1,1} \times K^{0,1}$
Temperature Температура	$20 \leq k \text{ [kN/m]} \leq 40$	$(0,34 + 0,013k) L^{0,95} \times K_{0,25}^c$	$800 + 0,5L + 0,01 K/L^c$ for $L \geq 60 \text{ m}$ $20 L$ for $L \leq 40 \text{ m}$ Interpolated values for $40 < L < 60 \text{ m}$ Інтерполюємо значення для $40 < L < 60 \text{ m}$
End rotation Обертання кінців	Deck bridge Полотно мосту	$0,11L^{0,22} \times K^{0,5} \times (1,1 - \beta) \times \Theta H^{0,86}$	Same as continuous welded rail Теж, що й для неприливна привареної рейки
	Through and half through bridge Для всього и половини мосту	$0,11L^{0,22} \times K^{0,5} \times (1,1 - \beta) \times \Theta H$	Same as continuous welded rail Теж, що й для неприливо привареної рейки

<sup>a</sup> Where rail expansion devices are provided at both ends of the deck all the traction and braking forces are resisted by the fixed bearings. Actions on the fixed bearings due to temperature variation and end rotation due to vertical deflection depend upon the structural configuration and associated expansion lengths.

Там, де пристрої розширення рейок встановлені на обох кінцях настилу всі зусилля тяги і гальмування чинять опір виправлені опори. Зусилля в нерухомих опорах від зміни температур і обертання кінців від вертикального відхилення залежать від конфігурації споруди і зв'язані зі збільшенням довжини.

<sup>b</sup> The braking force applied to the fixed bearings is limited to a maximum of 6000 kN per track.

Гальмівні сили прикладені до нерухомих опор обмежені 6000 кН на кожну колію

<sup>c</sup> The force applied to the fixed bearings due to temperature is subject to a limit of 1340 kN where rail expansion devices are provided to all rails at one end of the deck.

Сили від дії температур, що прикладені до нерухомих опор обмежені 1340 кН де пристрої розширення рейок забезпечені до всіх рейок в одному кінці полотна

<sup>d</sup> For values of L in the range  $30 < L < 50 \text{ m}$  linear interpolation may be used to estimate braking effects.

Для оцінки гальмівних ефектів може бути застосована лінійна інтерполяція, якщо значення L знаходяться в діапазоні  $30 < L < 50 \text{ m}$

<sup>e</sup> The formulae for braking take into account the effects of traction.

Формула для визначення гальмування враховує ефект тяги

де

$K$  - жорткість опор визначена вище, кН/м,

$L$ , м: залежить від типу споруди і типу тимчасового навантаження):

- у випадку вільно обпертого мостового полотна з нерухомою опорою з одного боку  $L = L_T$ ,

- у випадку нерозрізного мостового полотна з нерухомими опорними частинами на одному кінці:

для сприйняття ефектів гальмування»

$L = L_{Deck}$  (повна довжина полотна)

для сприйняття ефектів

where:

$K$  is the support stiffness as defined above [kN/m],

$L$  depends upon the structural configuration and type of variable action as follows [m]:

– For a simply supported deck with fixed bearing at one end:  $L = L_T$ ,

– For a multiple span continuous deck with a fixed bearing at one end:  
for “Braking”:

$L = L_{Deck}$  (total length of the deck),  
for “Temperature”:

“температури”:

$$L = L_T$$

для сприйняття ефектів “повороту кінців від вертикального впливу руху”:

$L$  = довжині прогону, наступному за нерухоною опорою

– у випадку нерозрізного мостового полотна нерухоною опорою в проміжній ланці

для сприйняття ефектів “гальмування”

$L = L_{Deck}$  (повна довжина полотна)

для сприйняття ефектів

“температури”:

впливи від зміни температур можуть бути визначені як алгебраїчна сума реакцій опор двох статичних схем отриманих діленням мостового полотна в нерухомій опорі. Кожне мостове полотно нової схеми матиме нерухому опору в проміжній опорі: для сприйняття ефектів “повороту кінців від вертикального навантаження руху”:

$L$  = довжина більшого з прольотів, що примикають до нерухокої опори  
 $\beta$  - відношення відстані між нейтральною віссю і поверхнею настилу до висоти  $H$  [відношення].

#### G.4 Споруди, що складаються з послідовності їзових полотен

(1) Додатково до границі чинності, наданої в G.3, вводяться ще такі:  
 – колія на мосту і як мінімум 100 м. на берегових під’їздах з обох сторони зкладається з безперервно звареної рейки без пристрою розширення;

- всі їзові полотна мають ту ж саму статичну схему (нерухомі опорні частини в тому ж кінці, проте, на іншій опорі);

– одна, нерухома опорна частина розташована на береговому стояні;

– довжина кожної плити не відрізняється більше ніж на 20% від середнього значення довжини їзового полотна;

– температурне розширення  $L_T$  кожного їзового полотна довжиною менше ніж 30м, якщо  $\Delta T_D = 35^\circ$  Кельвіна, або менше ніж 60 м., якщо  $\Delta T_D = 20^\circ$  Кельвіна і є незначна можливість промерзання баласту. (Якщо максимальна варіація температури полотна проміжна між  $20^\circ$

$$L = L_T,$$

for “End rotation due to vertical traffic loads”:

$L$  = length of the span next to the fixed bearing

– For a multiple span continuous deck with a fixed bearing at an intermediate

position:

for “Braking”:

$L = L_{Deck}$  (total length of the deck),

for “Temperature”:

the actions due to temperature variation can be determined as the algebraic sum of the support reactions of the two static arrangements

obtained by dividing the deck at the fixed bearing section, each deck having the fixed bearing at the intermediate support,

for “End rotation due to vertical traffic loads”:

$L$  = length of the longest span at the fixed support,

$\beta$  is the ratio of the distance between the neutral axis and the surface of the deck relative to the height  $H$  [ratio].

#### G.4 Structures consisting of a succession of decks

(1) In addition to the limits of validity given in G.3 the following limits of validity are applicable:

– the track on the bridge and for at least 100 m on the embankments at both sides consists of continuous welded rail without an expansion device,

– all the decks have the same static arrangement (fixed support at the same end and not on the same pier),

– one fixed bearing is situated on an abutment,

– the length of each deck does not differ more than 20% from the average value of deck length,

– the expansion length  $L_T$  of each deck is less than 30m if  $\Delta T_D = 35$  Kelvin, or less than 60 m if  $\Delta T_D = 20$  Kelvin and there is negligible possibility of frozen ballast. (If the maximum temperature variation of the decks is intermediate between 20 Kelvin and 35 Kelvin, with negligible possibility of frozen ballast, the maximum limit to  $L_T$  may be interpolated between 30 m and 60 m),

і 35° Кельвіна, з незначною можливістю промерзання баласту, максимальна границя  $L_T$ , може інтерполюватися між 30 м. і 60 м.),

– жорсткість нерухомої опори більша, ніж  $2E3 \times L_T$  м (в кН/м кожної колії) для  $L_T = 30$  м. і  $3E3 \times L_T$  м (в кН/м кожної колії) для  $L_T = 60$  м., помноженого на число колій, де  $L_T$  в м;

– жорсткість кожної нерухомої опори (за винятком нерухомої опори на береговому стояні) не відрізняється більше ніж на 40% від середнього значення жорсткості опори;

– максимальне поздовжнє переміщення від деформації у верхньому волокні плити в кінці їздового полотна (з урахуванням переміщення на сусідній опорі) має бути менше ніж 10 мм, без урахування спільної роботи споруди і колії на тимчасові навантаження;

– сума абсолютних переміщень від деформації верху плити, що підтримує колі, з двох послідовних кінців полотна, оцінено без урахування сумісного відгуку споруди і колії на змінні навантаження, складає менш ніж 15 мм,

(2) Повздовжні реакції опор  $F_{Lj}$  від зміни температур, тяги і гальмування, деформацій полотна можуть бути визначені як:

Зусилля  $F_{L0}$  на нерухомій опорі ( $j = 0$ ) на береговому устої:

– від варіації температур:

$F_{L0}(\Delta T)$  визначаються припускаючи, що перший настил шарнірний з довжиною  $L_1$ .

– від гальмування і прискорення:

$$F_{L0} = k \cdot q_{ibk}(q_{iak}) \cdot L_1 \quad (G3)$$

де

$k = 1$ , якщо жорсткість берегового устою та ж, як і стійки;

$k = 1,5$ , якщо жорсткість берегового стояна як мінімум у п'ять разів, більше, ніж стійки;

значення  $k$  можна інтерполювати для проміжної жорсткості;

$q_{iak}$ ,  $q_{ibk}$  зусилля від тяги і гальмування відповідно до пунктів

– the stiffness of the fixed supports is greater than  $2E3 \times L_T$ [m] [kN/m of track per track] for  $L_T = 30$  m and  $3E3 \times L_T$ [m] [kN/m of track per track] for  $L_T = 60$  m multiplied by the number of tracks, where  $L_T$  is in [m],

– the stiffness of each fixed support (with the exception of the fixed support at the abutment) does not differ more than 40% from the average value of the support stiffness,

– the maximum longitudinal displacement, due to deformation of the deck at the top of the slab supporting the track of the deck end with reference to the adjacent abutment, evaluated without taking into account the combined response of structure and track to variable loads, is less than 10 mm,

– the sum of the absolute displacements, due to deformation of the deck at the top of the slab supporting the track, of two consecutive deck-ends, evaluated without taking into account the combined response of structure and track to variable loads, is less than 15 mm.

(2) The longitudinal support reactions  $F_{Lj}$  due to temperature variations, traction and braking and deformation of the deck may be determined as follows:

Actions  $F_{L0}$  on the fixed bearing ( $j = 0$ ) on the abutment:

– due to temperature variation:

$F_{L0}(\Delta T)$  determined by assuming a single deck with the length  $L_1$  of the first deck.

– due to braking and acceleration:

$$F_{L0} = k \cdot q_{ibk}(q_{iak}) \cdot L_1 \quad (G3)$$

where:

$k = 1$  if the stiffness of the abutment is the same as that of the piers,

$k = 1,5$  if the stiffness of the abutment is at least five times greater than that of the piers,

$k$  may be interpolated for intermediate stiffness,

$q_{iak}$ ,  $q_{ibk}$  actions due to traction and braking according to clause G.2(5) and G.2(6),

G.2(5) і G.2(6)

$L_1$  м довжина настилу, з'єднаного з нерухомою опорою.

– від деформації настилу:

$$F_{L0}(q_V) = F_{L0}(\Theta H) \quad (G.4)$$

визначається відповідно до G.3 для одиночних настилів мостів, де  $\Theta H$  знаходиться в мм.

Нарешті, зусилля в нерухомих опорах на устоях потрібно визначити відповідно до Таблиці G.2.

$L_1$  [m] length of the deck connected to the fixed support.

– due to deformation of the deck:

$$F_{L0}(q_V) = F_{L0}(\Theta H) \quad (G.4)$$

determined in accordance with G.3 for single deck bridges where  $\Theta H$  is in [mm].

Finally, the actions on the fixed bearings on the piers should be determined in accordance with Table G.2.

**Table G.2 - Formulae for the calculation of bearing reactions for a succession of Decks**

**Таблиця G.2 – Формули для обчислення реакції послідовних опор полотна**

Support Опора $j = 0 \dots n$	Temperature variation $F_{Lj}(\Delta T)$ Перепад температури	Traction/Braking $F_{Lj}(q_L)$ Тяга/гальмування	Deformation of the deck $F_{Lj}(\Theta H)$ Деформації полотна
Abutment with first fixed bearing $j = 0$ Берегова опора мосту з першою нерухомою опорою	$F_{L0}(\Delta T)$	$F_{L0}(q_L) = k q_L L_0$	$F_{L0}(\Theta H)$
First pier Перша стійка $j = 1$	$F_{L0}(\Delta T) = 0,2 F_{Lj}(\Delta T)$	$F_{L2}(q_L) = q_L L_1$	$F_{L1}(\Theta H) = 0$
Intermediate piers Проміжні стійки $j = m$	$F_{Lm}(\Delta T) = 0$	$F_{Lm}(q_L) = q_L L_m$	$F_{Lm}(\Theta H) = 0$
(n-1)th pier $j = (n-1)$	$F_{L(n-1)}(\Delta T) = 0,1 F_{L0}(\Delta T)$	$F_{L(n-1)}(q_L) = q_L L_{(n-1)}$	$F_{L(n-1)}(\Theta H) = 0$
(n)th pier n – я стійка $j = n$	$F_{Ln}(\Delta T) = 0,5 F_{L0}(\Delta T)$	$F_{Ln}(q_L) = q_L L_n$	$F_{Ln}(\Theta H) = 0,5 F_{L0}(\Theta H)$

**ПРИМІТКА 1** формули для гальмування беруть до уваги ефекти тяги.

**ПРИМІТКА 2** Гальмівна сила, для нерухомих опор, обмежена максимумом 6000 кН на кожен колію.

**ПРИМІТКА 3** Сила, що виникає від дії температур, в нерухомих опорах, підлягає обмеженню 1340 кН, там де забезпечений один пристрій для розширення рейки .

**NOTE 1** The formulae for braking take into account the effects of traction.

**NOTE 2** The braking force applied to the fixed bearings is limited to a maximum of 6000 kN per track.

**NOTE 3** The force applied to the fixed bearings due to temperature is subject to a limit of 1340 kN where one rail expansion device is provided.

**Додаток Н**  
(інформативний)  
**Модель навантаження від  
залізничного руху в перехідних  
проектних ситуаціях**

(1) Коли виконуються проектні перевірки для перехідних проектних ситуацій утримання залізниці або моста, характеристичні значення моделей навантаження модель 71, SW/0, SW/2, «порожній потяг» і HSLM та пов'язаних з ними дій приймаються, такими, що дорівнюють характеристичним значенням відповідних навантажень, наведених у розділі 6 для основних проектних ситуацій

**Annex H**  
(informative)  
**Load models for rail traffic loads in  
Transient Design Situations**

(1) When carrying out design checks for Transient Design Situations due to track or bridge maintenance, the characteristic values of Load Model 71, SW/0, SW/2, “unloaded train” and HSLM and associated rail traffic actions should be taken equal to the characteristic values of the corresponding loading given in Section 6 for the Persistent Design Situation.

**Додаток НА**  
**(довідковий)**

**Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС,  
посилання на які є в EN 1991-2:2003**

Позначення європейського стандарту	Ступінь відповідності	Позначення та назва національного стандарту України (ДСТУ)
EN 1990	IDT	ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 Система надійності та безпеки в будівництві. Настанова. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)
EN 1991-1-1	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-1. Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд (EN 1991-1-1:2002, IDT)
EN 1991-1-3		ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Снігові навантаження (EN 1991-1-3:2003, IDT)
EN 1991-1-4		ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження (EN 1991-1-4:2005, IDT)
EN 1991-1-7		ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-7. Загальні дії. Особливі динамічні впливи (EN 1991-1-7:2006, IDT)
EN 1992	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010 «Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT)
EN 1993	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2005, IDT) ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1993-1-2:2005, IDT)
EN 1994	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1994-1-1:2010 «Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1994-1-1:2004, IDT)
EN 1995	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1995-1-1:2010 «Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд

		(EN 1995-1-1:2004, IDT)
EN 1997	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2010 «Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1:2004, IDT) ДСТУ-Н Б EN 1997-2:2010 «Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 2. Дослідження і випробування ґрунту (EN 1997-2:2007, IDT)
EN 1998	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 «Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмичні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT)
EN 1999	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1999-1-1:2010 «Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила для конструкцій (EN 1999-1-1:2007, IDT) ДСТУ-Н Б EN 1999-1-2:2010 «Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1999-1-2:2007, IDT)