

## EUROKÓD EN 1991-1-7 MIMOŘÁDNÁ ZATÍŽENÍ EUROCODE EN 1991-1-7 ACCIDENTAL ACTIONS

MILAN HOLICKÝ, JANA MARKOVÁ

Norma EN 1991-1-7 uvádí pokyny pro nárazové síly od různých typů dopravních prostředků, pro tlaky od vnitřních výbuchů a pro zatížení od lokálního porušení z nespécifikované příčiny. Strategie pro mimořádné návrhové situace vycházejí z tříd následků CC1 až CC3. Příloha A se zabývá navrhováním pozemních staveb s ohledem na následky lokální poruchy. Informace o hodnocení rizik jsou uvedeny v příloze B, pokyny pro dynamickou analýzu v příloze C a pro výbuchy prachu v příloze D.

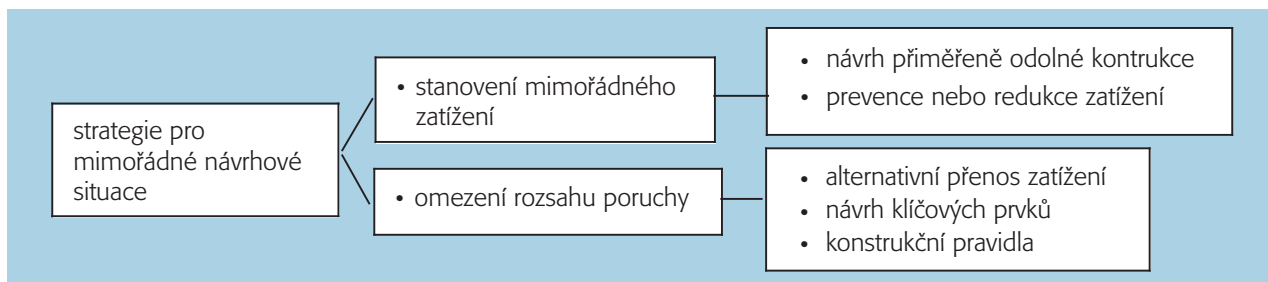
*Eurocode EN 1991-1-7 gives guidance for impact forces due to various types of traffic means, for pressures of internal explosions and for actions due to localised failures from unspecified cause. The strategies for accidental design situations are based on the consequence classes CC1 to CC3. Design for consequences of localised failure is provided in Annex A, information for risk assessment in Annex B, dynamic design for impacts in Annex C and internal explosions in Annex D.*

Pro navrhování konstrukcí na mimořádná zatížení lze od počátku letošního roku používat Eurokód ČSN EN 1991-1-7 [1], který uvádí pokyny pro mimořádná zatížení od nárazů různých typů dopravních prostředků a výbuchů plynu nebo prachu.

Při návrhu konstrukcí na mimořádná zatížení je možné využít různá strategická opatření pro omezení následků poruch, jak znázorňuje obr. 1. Pokud se určí

Obr. 1 Strategie pro omezení následků mimořádných situací

Fig. 1 Strategies for mitigation of consequences in accidental situations



zdroj extrémního zatížení, nosné prvky lze navrhnout na teoretickou hodnotu mimořádného zatížení nebo provést opatření pro omezení velikosti tohoto zatížení. V některých případech však není možné předem identifikovat všechna možná nebezpečí a je potřebné zajistit, aby konstrukce měla určitou úroveň odolnosti (robustnosti). V příloze A normy [1] jsou doporučeny postupy pro omezení rozsahu lokální poruchy v pozemních stavbách.

Mimořádná zatížení jsou častou příčinou kolapsů stavebních konstrukcí. Pokud by se při navrhování konstrukcí na mimořádná zatížení postupovalo stejným způsobem jako u obvyklých typů zatížení, výsledné řešení by bylo značně neekonomické. Proto je potřebné při navrhování na mimořádná zatížení zvolit co možná nejvhodnější strategii. I když je obecně známo, že by se měla provést podrobná analýza, většinou se používají zjednodušené postupy založené na lineární analýze s využitím kvazistatických modelů mimořádných zatížení. Aby byl návrh ekonomický, přijímají se různé předpoklady včetně někdy nereálných hodnot zatížení nebo se aplikují různá empirická konstrukční pravidla. Toto řešení však nemusí být v některých případech postačující, a měla by se provést podrobná analýza včetně analýzy rizik podle informativních příloh ČSN EN 1991-1-7 [1].

Mimořádná zatížení je třeba při návrhu uvažovat podle možných následků poruchy konstrukce, pravděpodobnosti vzniku výjimečné události, opatření přijatých pro prevenci nebo zmírnění možných nebezpečí, podle způsobu expozice konstrukce a úrovně přijatelného rizika. ČSN EN 1991-1-7 [1] zavádí pojem zbytkového rizika, neboť se nepředpokládá, že by konstrukce mohla odolat všem extrémním zatížením. Zbytkové riziko se

týká mimořádných zatížení s velmi nízkou pravděpodobností výskytu, která se vůbec neuvažují v daném projektu, stejně tak jako zatížení, která jsou známa a uvažují se, ale pro která je přesto třeba v návrhu přijmout určitá malá rizika.

Roční maximální přípustnou pravděpodobnost porušení konstrukce plynoucí z omezení pravděpodobnosti jednoho smrtelného úrazu je možné podle ČSN ISO 2394 [4] vyjádřit vztahem

$$p_f < 10^{-6}/P(df), \quad (1)$$

kde  $P(df)$  je pravděpodobnost smrtelného úrazu při daném způsobu porušení konstrukce.

Roční maximální pravděpodobnost porušení konstrukce založená na omezení ztrát více lidských životů vychází z podmínky

$$p_f < A N^k, \quad (2)$$

kde  $N$  je předpokládaný počet smrtelných nehod za rok. Pro veličiny  $A$  a  $k$  jsou podle normy [2] doporučeny hodnoty  $A$  v rozmezí 0,01 až 0,1 a hodnoty  $k$  v rozmezí 1 až 2.

V ČSN EN 1991-1-7 [1] se klasifikují konstrukce podle následků poruchy do tří tříd:

- třída CC1 (malé následky): nejsou potřebná zvláštní opatření s ohledem na mimořádná zatížení kromě dodržení zásad Eurokódů,
- třída CC2 (střední následky): lze použít zjednodušený výpočet pomocí staticky ekvivalentních zatížení nebo uplatnit konstrukční pravidla pro navrhování,
- třída CC3 (velké následky): je třeba specifikovat požadavek na úroveň spolehlivosti a podrobnost analýzy konstrukce (riziková, nelineární nebo dynamická analýza).

Pro účely navrhování konstrukcí (zejména třídy CC2) jsou obvykle nárazové síly

reprezentovány ekvivalentními kvazistatickými silami.

### ZATÍŽENÍ NÁRAZY SILNIČNÍCH VOZIDEL

V národních i evropských normách jsou doporučovány často odlišné modely nárazových sil od těžkých silničních vozidel (tj. vozidel o celkové hmotnosti nad 3,5 t). V ČSN 73 6203 [7] se doporučila nárazová síla 1 000 kN pro zatížení mostů, v ČSN 73 0035 [8] se pro navrhování svislých nosných prvků budov nárazové síly podrobněji členily podle rychlosti vozidel (od 500 do 40 km/h). Některé národní normy však doporučují nárazové síly větší, například v UK se uvádějí nárazové síly asi pětinašobné proti ČSN 73 6203 [7], a to pro konstrukce umístěné do 4,5 m od okraje komunikace. V průběhu tvorby EN 1991-1-7 [1] byly na základě národních připomínek zvýšeny hodnoty nárazových sil uvedené v předběžné normě ENV 1991-2-7 až na 2,5násobek, v konečné verzi dokumentu [1] se však přijaly pouze informativní (minimální) hodnoty. Jedním z důvodů byla obava některých zemí, že by byly povinné na základě své legislativy zavést horní meze nárazových sil.

Informativní hodnoty ekvivalentních statických sil od nárazu silničních vozidel na podpěrné konstrukce nad pozemními komunikacemi jsou uvedeny podle národní přílohy ČR v tab. 1. Nárazové síly od těžkých vozidel mohou působit v libovolné výšce mezi 0,5 m až 1,5 m (u osobních aut ve výšce 0,5 m) nad úrovní vozovky. Síly působí na ploše o výšce 0,25 m a šířce 1,5 m, popř. na stejné šířce, jako je prvek, a to podle toho, který rozměr je menší.

Zatížení vodorovných nosných prvků nad jízdními pruhy způsobená nárazy těžkých vozidel je třeba uvažovat v těch případech, kdy nejsou zajištěny minimální hodnoty světlé výšky mezi povrchem vozovky a spodním lícem nosné konstrukce mostu nebo se neprovedou opatření pro zabránění nárazu. Když je světlá výška menší než 6 m, je potřebné nosné prvky navrhnout na poloviční hodnoty nárazových sil  $F_{dx}$  z tab. 1 (pro světlou výšku od 5 do 6 m lze sílu  $F_{dx}$  lineárně redukovat).

Pokyny pro lehké konstrukce, jako jsou lávky pro chodce nebo sloupky veřejného osvětlení, v ČSN EN 1991-1-7 [1]

Druh pozemní komunikace	Síla $F_{dx}$ [kN]	Síla $F_{dy}$ [kN]
1. Dálnice, rychlostní místní komunikace a silnice I. třídy	1 000	500
2. Silnice II. a III. třídy a místní komunikace s dovolenou rychlostí nad 60 km/h	750	375
3. Místní komunikace s dovolenou rychlostí do 60 km/h včetně a účelové komunikace	500	250
4. Uzavřené plochy a budovy s hromadnými garážemi pro těžká vozidla a osobní vozidla	150 50	75 25

Tab. 1 Vodorovné ekvivalentní statické návrhové síly od nárazu vozidel

Tab. 1 Horizontal equivalent static design forces due to car impact

Vzdálenost $d$ nosných prvků od osy nejbližší koleje [m]	Síla $F_{dx}$ [kN]	Síla $F_{dy}$ [kN]
Nosné prvky: $d < 3$ m	stanoví se pro konkrétní projekt	stanoví se pro konkrétní projekt
Pro spojitě stěny a konstrukce typu stěn $3 \text{ m} \leq d \leq 5 \text{ m}$	4 000	1 500

Tab. 2 Informativní návrhové hodnoty ekvivalentních statických nárazových sil od vlaků

Tab. 2 Horizontal equivalent static design forces due to train impact

chybí, další informace jsou uvedeny v ČSN EN 1991-2 [3].

### ZATÍŽENÍ OD NÁRAZŮ VLAKŮ

Doporučení pro mimořádná zatížení vlaky podle ČSN EN 1991-1-7 [1] vycházejí z předpisů Mezinárodní železniční unie UIC [5, 6]. Rozlišují se zde dvě třídy konstrukcí podél tratí:

- třída A: konstrukce napříč nebo v blízkosti železniční tratě trvale obývané nebo sloužící pro veřejnost nebo více než jednopodlažní,
- třída B: masivní konstrukce napříč nebo v blízkosti provozované železniční tratě, jako jsou silniční mosty nebo trvale neobývané jednopodlažní budovy.

Informativní hodnoty ekvivalentních statických sil od nárazů vlaků pro konstrukce třídy A nad železničními tratěmi nebo podél tratí jsou uvedeny v tab. 2. Pokud je vzdálenost  $d$  nosných prvků od osy nejbližší koleje větší než 5 m, mimořádná nárazová síla se již nemusí uvažovat.

Nárazové síly uvedené v tab. 2 lze snížit na polovinu, jestliže je dovolená rychlost železniční dopravy v určitém místě větší než 50 km/h, nebo se podpěrné nosné prvky zabezpečí např. zvýšeným železobetonovým základem (konstrukční zásady jsou uvedeny v UIC 777-2 [6]).

Jestliže je dovolená rychlost na trati větší než 120 km/h, konstrukce se zatřídí do třídy následků CC3 a hodnoty nárazových sil  $F_{dx}$  a  $F_{dy}$  určí individuálně podle použitých ochranných opatření.

Pro konstrukce třídy B, kam patří také mosty, se v normě [1] na rozdíl od předběžné normy ENV 1991-2-7 již žádná doporučení neuvádějí a je proveden odkaz na národní přílohu nebo konkrétní projekt.

V národní příloze ČR bylo doporučeno, že pro konstrukce třídy B lze použít stejné zásady jako pro konstrukce třídy A.

### ZATÍŽENÍ NÁRAZY VRTULNÍKŮ

Pro budovy se střechami navrženými jako přistávací plocha pro vrtulníky (kategorie K podle ČSN EN 1991-1-1 [2]) je potřebné uvažovat s mimořádnou přistávací nárazovou silou. Návrhová hodnota svislé ekvivalentní statické síly  $F_d$  se stanoví podle vztahu

$$F_d = C \sqrt{m}, \quad (3)$$

kde  $m$  je hmotnost vrtulníku v kg a součinitel  $C$  je 3 kN kg<sup>0,5</sup>. Předpokládá se, že nárazová síla může působit na libovolnou část přistávací plochy a také na střechní konstrukci v maximální vzdálenosti 7 m od okraje přistávací plochy. Velikost kontaktní plochy lze uvažovat 2 × 2 m.

### ZATÍŽENÍ NÁRAZY PLAVIDLY

Mimořádná zatížení způsobená plavidlem se stanovují podle typu vodní cesty, podmínek při povodních, typu a ponoru plavidla a jeho chování při nárazu. Nárazová síla se vyjadřuje na základě čelní síly  $F_{dx}$  a příčné síly, kterou tvoří složka  $F_{dy}$  působící kolmo k čelní nárazové síle a složka tření  $F_R$  rovnoběžná s  $F_{dx}$ . Nárazová síla od tření  $F_R$  působící současně s příčnou nárazovou silou  $F_{dy}$  se stanoví podle vztahu

$$F_R = \mu F_{dy}, \quad (4)$$

kde  $\mu$  je součinitel tření. Nárazové síly působí v určené výšce nad maximální plavební hladinou, která závisí na ponoru lodi (s nákladem nebo se zátěží). Norma uvádí, v jaké poloze a výšce by se měly

Třída následků	Příklady pozemních staveb	Opatření pro mimořádné situace z neidentifikovaných příčin
CC1 malá	samostatné obytné budovy do 4 podlaží, zemědělské stavby	návrh konstrukce podle Eurokódů, zvláštní preventivní opatření nejsou potřebná
CC2a střední skupina menšího rizika	– hotely, obytné a administrativní budovy do 4 podlaží – průmyslové stavby do 3 podlaží – obchodní plochy do 3 podlaží, s plochou každého z nich max. 1 000 m <sup>2</sup> – školní zařízení o 1 podlaží – budovy do 2 podlaží s přístupem veřejnosti a plochou jednotlivých podlaží do 2 000 m <sup>2</sup>	přijetí strategií pro třídu CC1 a také účinné vodorovné vazby nebo kotvení zavěšených stropů ke stěnám
CC2b střední skupina většího rizika	– hotely, budovy s byty, apartmány a další obytné budovy od 4 do 15 podlaží – školní zařízení nad 1 podlaží až do 15 podlaží – obchodní plochy nad 3 podlaží až do 15 podlaží – nemocnice do 3 podlaží – administrativní budovy nad 4 podlaží až do 15 podlaží, budovy pro veřejnost s plochou podlaží přes 2 000 m <sup>2</sup> a na každém podlaží nejvýš 5 000 m <sup>2</sup>	přijetí strategií pro třídu CC1 a zároveň: – pro zvýšení robustnosti konstrukce návrh systému vodorovných vazeb pro rámové konstrukce a nosné stěny a návrh svislých vazeb ve sloupech a stěnách, popř. – ověření, zda stavba zůstane stabilní a lokální poškození nepřesáhne určitou mez, když se teoreticky odstraní každý jednotlivý sloup nebo nosník podírající sloup nebo libovolná část nosné zdi
CC3 velká	– stavby přesahující omezení ploch jednotlivých podlaží a jejich počtu ve třídách následků CC2a a CC2b – stavby pro shromažďování značného počtu osob – stadiony s více než 5 000 diváků – stavby s nebezpečnými látkami nebo technologickými procesy	– u staveb se má provést podrobné hodnocení rizik a uvážit předvídatelná i nepředvídatelná nebezpečí

Tab. 3 Kategorizace staveb podle následků a doporučená opatření

Tab. 3 Categorisation of construction works with respect to consequences and recommended provisions

použit nárazové síly, které jsou uvedené pro jednotlivé třídy plavidel v příloze C.

### ZATÍŽENÍ VÝBUCHY

Zatížení výbuchem je potřebné uvažovat při návrhu pozemních a inženýrských staveb, ve kterých je zaveden plyn nebo se plyn skladuje či přepravuje (např. chemická zařízení, kontejnery, zásobníky, obytné budovy s instalacemi plynu, tunely) a také tam, kde se nacházejí výbušné látky. Výbuch se definuje jako rychlá chemická

reakce prachu, plynu nebo páry ve vzduchu, která vyvolává vysoké teploty a přetlaky. Velikost tlaku na konstrukci závisí nejen na jeho zdroji, avšak také na přítomnosti překážek v uzavřeném prostoru, na velikosti a tvaru uzavřeného prostoru, ve kterém k výbuchu dochází, a na charakteru výfukových prvků (nenosné části prostoru s omezenou odolností jako okna, dveře a příčky uvolní tlaky a sníží se tak účinky na nosné části budovy).

U staveb ve třídě následků CC1 se nemusí účinky výbuchu uvažovat, jestliže se splní pravidla pro styky a spolupůsobení prvků. U konstrukcí ve třídách následků CC2 a CC3 se na příslušná zatížení od výbuchu musí navrhnout klíčové prvky. Obvykle se použijí ekvivalentní statické modely zatížení a normativní konstrukční pravidla. U konstrukcí ve třídě

CC3 se navíc doporučuje provést analýzu rizik. Musí se zjistit, zda má navržená konstrukce dostatečnou odolnost proti vnitřnímu výbuchu a nedojde k jejímu progresivnímu zřícení.

Doplňující pokyny pro výbuchy prachových disperzí, zemního plynu a plyných směsí jsou uvedeny v příloze D [1]. Klíčové prvky konstrukce se navrhnu na účinky vnitřního výbuchu od zemního plynu na základě rozhodujícího ze dvou následujících vztahů pro návrhovou hodnotu ekvivalentního statického tlaku

$$p_d = 3 + p_{stat} \quad (5)$$

nebo

$$p_d = 3 + 0,5 p_{stat} + 0,04 / (A_w/V)^2, \quad (6)$$

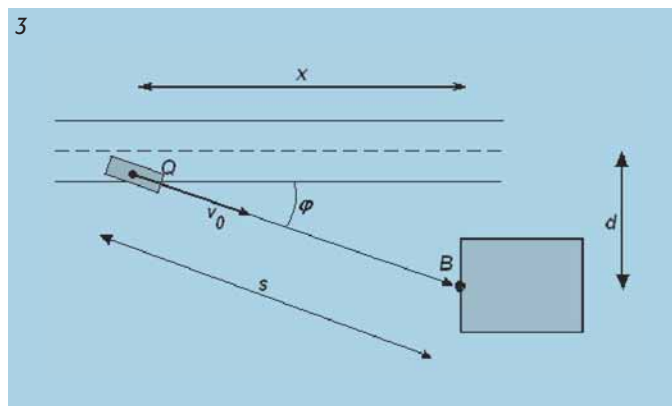
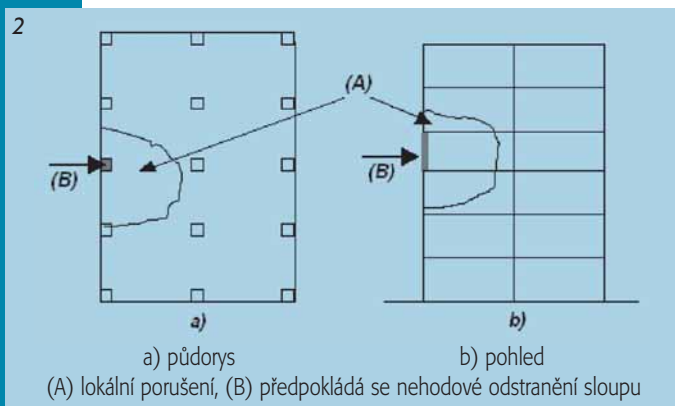
kde  $p_{stat}$  je rovnoměrně rozložený static-

Obr. 2 Doporučená mez přípustného porušení

Fig. 2 Recommended limit of admissible damage

Obr. 3 Náraz vozidel

Fig. 3 Impact from vehicles



ký tlak v kN/m<sup>2</sup>, při kterém nastane porušení výfukových prvků,  $A_v$  je plocha výfukových prvků v m<sup>2</sup> a  $V$  je objem prostoru v m<sup>3</sup>. Vztahy platí pro prostory do objemu 1 000 m<sup>3</sup> a poměry plochy výfukových prvků a celkového objemu prostoru mezi  $0,05 \leq A_v/V \leq 0,15$ .

#### NAVRHOVÁNÍ NA NÁSLEDKY LOKÁLNÍ PORUCHY

Možnou strategií pro zvýšení bezpečnosti nosného systému pozemní stavby vůči mimořádným událostem z předem nespecifikované příčiny je zvýšení její celkové robustnosti. Podle zatřídění konstrukce do příslušné třídy následků CC1 až CC3 jsou doporučena v příloze A normy [1] opatření, viz tab. 3. Pro konstrukce ve třídě následků CC1 nejsou potřebná doplňující pravidla, ve třídě CC3 se již doporučuje provést analýzu rizik.

Mez přijatelné lokalizované poruchy může být pro každý typ pozemní stavby rozdílná. Podle ČSN EN 1991-1-7 [1] se doporučuje jako nanejvýš přípustná hodnota lokálního porušení 15 % plochy podlaží nebo 100 m<sup>2</sup> podle toho, která z hodnot je menší, a to na každém z dvou přilehlých podlaží (obr. 2).

#### NÁRAZOVÉ SÍLY PODLE PŘÍLOH B A C

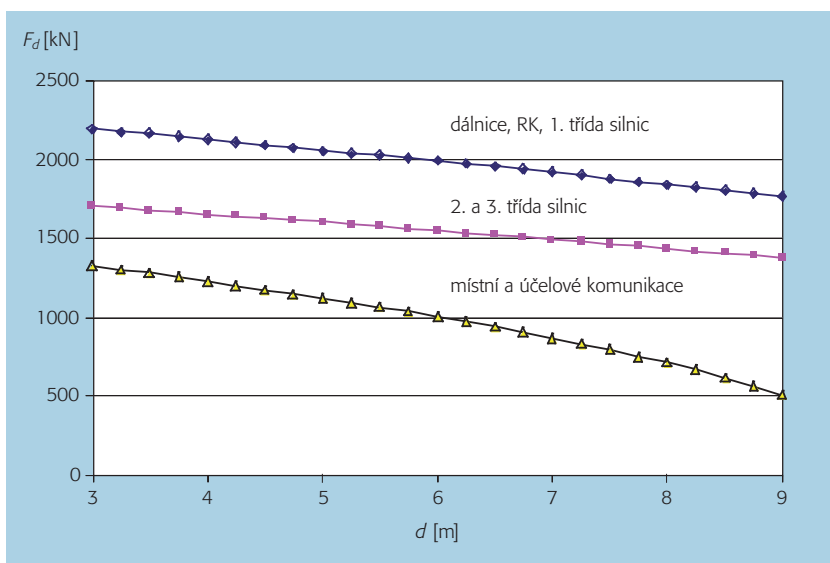
V příloze B normy [1] jsou uvedeny pokyny pro analýzu a hodnocení rizik konstrukcí v mimořádných návrhových podmínkách. Jsou zde doporučeny postupy pro stanovení pravděpodobnosti poruchy konstrukce a hodnocení rizik v případě nárazu vozidla nebo plavidla.

V příloze C ČSN EN 1991-1-7 [1] jsou uvedeny doplňující pokyny pro určení nárazových sil od silničních vozidel nebo také plavidel, které vycházejí ze zjednodušených empirických modelů. Rozlišuje se zde tzv. tvrdý náraz, kdy je energie převážně disipována narážejícím tělesem, a měkký náraz, kdy je konstrukce navržena za účelem pohlcení nárazové energie svou vlastní deformací.

U tvrdého nárazu se předpokládá, že konstrukce je tuhá a nepohyblivá a těleso se během nárazu lineárně deformuje. Maximální síla interakce  $F_0$  mezi vozidlem a konstrukcí je za tohoto předpokladu daná vztahem

$$F_0 = \sqrt{v_0^2 - 2as} \sqrt{km}, \quad (7)$$

kde  $v_0$  je rychlost vozidla při opuštění vozovky,  $a$  průměrné zpomalení vozidla,



Obr. 4 Nárazová síla  $F_d$  podle vzdálenosti  $d$  konstrukce od osy jízdního pruhu pro jednotlivé kategorie komunikací

Fig. 4 Impact force  $F_d$  versus the distance  $d$  of structural member to the trafficked lane for individual road categories

s vzdálenost vozidla od nosného prvku,  $k$  ekvivalentní elastická tuhost vozidla a  $m$  hmotnost. Návrhovou sílu  $F_d$  od nárazu lze určit jako

$$F_d = F_0 \sqrt{1 - \frac{d}{d_b}}, \quad (8)$$

kde  $d$  je vzdálenost osy jízdního pruhu ke konstrukci,  $d_b$  je brzdná vzdálenost =  $(v_0^2/2a)\sin\varphi$  a  $\varphi$  je úhel nárazu, jak ukazuje obr. 3.

Jestliže se do vztahů (7) a (8) dosadí pro jednotlivé veličiny doporučené hodnoty podle tab. C.2 [1], pak lze stanovit horní mez nárazových sil. Výsledky jsou pro jednotlivé druhy komunikací a různé vzdálenosti  $d$  znázorněny na obr. 4. Z obrázku je zřejmé, že hodnoty nárazových sil stanovené na základě přílohy C jsou více než dvojnásobné proti hodnotám doporučeným v základním textu ČSN EN 1991-1-7 [1] (viz tab. 1).

Norma umožňuje uvážit při stanovení nárazové síly  $F_d$  charakter okolního terénu, kdy doporučuje znásobit brzdnou vzdálenost  $d_b$  hodnotou 0,6 pro zohlednění stoupání terénu a hodnotou 1,6 pro klesání. Toto doporučení se v národní příloze ČR neuplatnilo.

Pro stanovení hodnot nárazových sil lze použít pravděpodobnostní metody teorie spolehlivosti. V ČSN EN 1991-1-7 [1] jsou uvedeny dva alternativní postupy:

Předpokládá se, že náraz těžkého vozidla do konstrukce nastane s roční pravděpodobností 0,01. Směrná pravděpodobnost porušení nosného prvku za předpokladu, že dojde k nárazu vozidla, má mít podle předběžné normy ENV 1991-2-7 hodnotu  $10^{-4}/10^{-2} = 0,01$ . Velikost

mimořádné nárazové síly  $F_d$  lze stanovit na základě pravděpodobnosti

$$P\left(\sqrt{mk(v^2 - 2as)} \geq F_d\right) = 0,01, \quad (9)$$

se kterou určená hodnota nárazové síly  $F_d$  nemá být překročena mimořádnou silou od nárazu vozidla, kde  $s = d/\sin\varphi$  je vzdálenost vozidla ke konstrukci. Pravděpodobnostní modely základních veličin jsou uvedeny v tab. C.1 [1] a uplatnily se v následujících pravděpodobnostních analýzách.

Pro stanovení velikosti nárazové síly lze také použít podmínku

$$P_f = nt\lambda\Delta xP[F > F_d], \quad (10)$$

kde  $F$  je síla od nárazu vozidla,  $n$  je počet vozidel na dané komunikaci za jednotku času,  $T$  čas,  $\lambda$  pravděpodobnost, že vozidlo opustí dráhu za jednotku času a  $\Delta x$  uvažovaný úsek komunikace. Výsledné nárazové síly vypočítané na základě vztahů (9) a (10) jsou uvedeny v tab. 4.

Výsledky naznačují, že hodnoty nárazových sil doporučené v EN 1991-1-7 [1] (viz tab. 1) mohou být tedy s vysokou pravděpodobností překročeny.

Indexy spolehlivosti  $\beta$  podle velikosti nárazové síly  $F_{dx}$  v kN a vzdálenosti  $d$  jízdního pruhu od překážky jsou pro 1. druh

Druh komunikace	$F_{dx}$ [kN] podle vztahu (9)		$F_{dx}$ [kN] podle vztahu (10)	
	$d = 3\text{ m}$	$d = 5\text{ m}$	$d = 3\text{ m}$	$d = 5\text{ m}$
1. Dálnice, RK a silnice I. třídy	2742	2580	2710	2570
2. Silnice II. a III. třídy	2110	1980	2070	1900

Tab. 4 Návrhové hodnoty nárazových sil podle pravděpodobnostních přístupů  
Tab. 4 Design values of impact forces according to probabilistic approach

komunikací (dálnice, RK a silnice I. třídy) znázorněny na obr. 5. Z obrázku je patrné, že pro splnění požadavku na směrnou úroveň spolehlivosti ( $\beta$ ) nosného svislého prvku by bylo potřebné volit horní mez nárazových sil, jak také původně doporučovaly pracovní verze dokumentu [1].

#### ZÁVĚREČNÉ POZNÁMKY

Nová ČSN EN 1991-1-7 poskytuje pokyny pro mimořádná zatížení od nárazů různých typů dopravních prostředků a vnitřních výbuchů plynu nebo prachu.

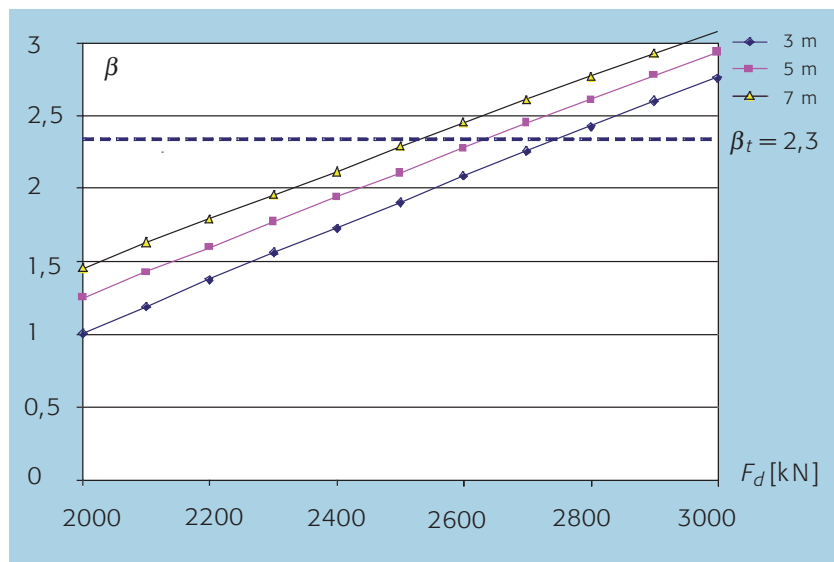
Norma uvádí pro různé typy komunikací pouze indikativní dolní hranici hodnot nárazových sil od silničních vozidel, která zůstala v národní příloze ČR zachována.

Analýza alternativních postupů doporučených pro stanovení návrhových hodnot nárazových sil od těžkých silničních vozidel ukazuje, že se vypočtené veli-

kosti nárazových sil (pro dálnice a rychlostní komunikace až 2,75 MN, pro silnice 2. a 3. třídy až 2,1 MN a pro místní komunikace až 1,8 MN) stanovené na základě pravděpodobnostních metod nacházejí v oblasti horní hranice rozmezí nárazových sil, které byly původně doporučeny v pracovních návrzích EN 1991-1-7.

Pokud není provedena dynamická analýza, popř. analýza rizik, ani nejsou přijata účinná zabezpečovací opatření, pak by se mělo zvážít, zda konstrukce v blízkosti komunikací zařazené do obvyklé třídy následků CC2 postačuje navrhnout na spodní hranici nárazových sil podle ČSN EN 1991-1-7 je vskutku požadavkem minimálním, který bez použití účinných zabezpečovacích opatření může vést v případě mimořádného nárazu těžkého vozidla k porušení nebo zřícení nosného prvku nebo celé konstrukce.

Zavedením Eurokódu ČSN EN 1991-1-7 je nyní k dispozici celá soustava norem ČSN EN 1991 pro zatížení stavebních konstrukcí.



#### Literatura:

- [1] ČSN EN 1991-1-7 Zatížení konstrukcí. Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení, ČNI, 2007
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČNI, 2004
- [3] ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí. Část 2: Zatížení mostů dopravou, ČNI, 2005
- [4] ČSN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí, ČNI, 2003
- [5] UIC Code 777-1 Measures to protect railway bridges against impacts from road vehicles, and to protect rail traffic from road vehicles fouling the track, 1997
- [6] UIC Code 777-2, Structures built over railway lines, Construction requirements in the track zone, 2002.
- [7] ČSN 73 6203 Zatížení mostů dopravou, ČNI, 1986
- [8] ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí, ČNI, 1986

Tento příspěvek vznikl jako součást řešení projektu č. 1H-PK/26 „Optimalizace spolehlivosti staveb a kalibrace norem EU“ podporovaného MPO ČR.

Text článku byl posouzen odborným lektorem.

Prof. Ing. Milan Holický, DrSc.  
e-mail: holicky@klok.cvut.cz  
Doc. Ing. Jana Marková, Ph.D.  
oba: Kloknerův ústav ČVUT v Praze  
Šolínova 7, 166 08 Praha 6  
tel.: 224 343 842, fax: 224 355 232

Obr. 5 Index spolehlivosti  $\beta$  podle velikosti nárazové síly  $F_d$  v kN a pro tři vzdálenosti  $d$  jízdního pruhu od překážky pro dálnice, rychlostní komunikace a silnice I. třídy

Fig. 5 Reliability index  $\beta$  versus impact force  $F_d$  in kN for three distances  $d$  from the trafficked lane to the structural member for motorways, urban express roads and 1<sup>st</sup> class roads

ČKAIT vydala v letech 2002 až 2005 dvě řady publikací (I/1 až I/15 a II/1 až II/14) k programu oprav panelových domů (program PANEL). Tato skupina odborné literatury zahrnuje odborné publikace MPO ČR, které obsahují doporučená technická řešení oprav a modernizací stavebních soustav panelových bytů a domů a další tituly, které se zabývají technickým stavem, zanedbanou údržbou a odstraňováním vad panelové výstavby.

Zdroj: [http://web.ice-ckait.cz/shop/vypis\\_publicaci.asp?item=8](http://web.ice-ckait.cz/shop/vypis_publicaci.asp?item=8)