

**Ministerstvo dopravy SR  
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

***TP 104***

**TECHNICKÉ PODMIENKY  
ZAŤAŽITEĽNOSŤ CESTNÝCH MOSTOV A LÁVOK**

**účinnosť od: 01.01.2024**

**OBSAH**

1	Úvodná kapitola .....	5
1.1	Vzájomné uznávanie .....	5
1.2	Predmet Technických podmienok (TP) .....	5
1.3	Účel TP .....	5
1.4	Použitie TP .....	5
1.5	Vypracovanie TP .....	5
1.6	Distribúcia TP .....	5
1.7	Účinnosť TP .....	6
1.8	Nahradenie predchádzajúcich predpisov .....	6
1.9	Súvisiace a citované právne predpisy .....	6
1.10	Súvisiace a citované normy .....	6
1.11	Súvisiace a citované Technické predpisy rezortu .....	8
1.12	Súvisiace zahraničné predpisy .....	8
1.13	Použitá literatúra .....	9
1.14	Použité skratky .....	9
1.15	Použité značky .....	10
2	Všeobecne .....	13
2.1	Zaťažiteľnosť mostov .....	13
2.2	Kategórie zaťažiteľnosti mostov .....	13
2.3	Normálna zaťažiteľnosť .....	13
2.4	Zaťažiteľnosť na jednu nápravu .....	13
2.5	Ojedinelá zaťažiteľnosť .....	13
2.6	Výnimočná zaťažiteľnosť .....	14
2.7	Normálna zaťažiteľnosť lávok pre peších a cyklistov .....	14
2.8	Zaťažiteľnosť mostov v prevádzke .....	14
2.9	Stanovenie zaťažiteľnosti .....	14
2.10	Dokumentácia mostného objektu .....	15
2.11	Podrobný prepočet mostného objektu .....	15
2.12	Overenie zaťažiteľnosti .....	15
2.13	Zadávatel' prepočtu .....	15
2.14	Zvyšková životnosť .....	15
2.15	Plánovaná zvyšková životnosť .....	15
3	Podklady pre stanovenie zaťažiteľnosti .....	15
3.1	Všeobecne .....	15
3.2	Základné podklady na stanovenie zaťažiteľnosti .....	15
3.3	Doplňujúce podklady na stanovenie zaťažiteľnosti .....	16
3.4	Všeobecné dokumenty na stanovenie zaťažiteľnosti .....	16
3.5	Prehliadka a diagnostický prieskum pred stanovením zaťažiteľnosti .....	16
3.6	Zaťažovacie skúšky .....	16
4	Základné ustanovenia pre určovanie zaťažiteľnosti mostov .....	16
4.1	Medzné stavy existujúcich mostov .....	16
4.2	Zaťaženia pri určovaní zaťažiteľnosti .....	17
4.3	Materiály a základová pôda .....	21
4.4	Kombinácie zaťaženia pre medzné stavy únosnosti .....	22
4.5	Kombinácie zaťaženia pre medzné stavy používateľnosti .....	22
4.6	Výpočtový model a globálna analýza mosta .....	22
4.7	Predpätie .....	23
5	Diagnostický prieskum pre stanovenie zaťažiteľnosti mosta .....	23
5.1	Všeobecne .....	23
5.2	Geometrické parametre .....	23
5.3	Materiálové charakteristiky .....	23
5.4	Veľkosť predpätia .....	23
5.5	Celkové pôsobenie .....	24
6	Určovanie zaťažiteľnosti mosta podrobným prepočtom .....	24
6.1	Všeobecne .....	24
6.2	Normálna zaťažiteľnosť .....	24
6.3	Zaťažiteľnosť na jednu nápravu .....	25
6.4	Ojedinelá zaťažiteľnosť .....	25
6.5	Výnimočná zaťažiteľnosť .....	25

6.6	Hmotnosti reprezentatívnych vozidiel pri určovaní zaťažiteľností .....	26
6.7	Posúdenie na únavu .....	26
6.8	Medzné stavy použiteľnosti .....	26
7	Určovanie zaťažiteľnosti mosta kombinovaným postupom .....	27
7.1	Všeobecne .....	27
7.2	Podklady pre náhradnú analýzu mosta .....	27
7.3	Postup pri náhradnej analýze .....	28
8	Určovanie zaťažiteľnosti mosta odborným odhadom .....	28
8.1	Všeobecne .....	28
8.2	Postup pri určovaní zaťažiteľnosti odborným odhadom .....	28
9	Zaťažiteľnosť spodnej stavby mosta .....	29
10	Zaťažiteľnosť lávok pre cyklistov a peších .....	29
10.1	Všeobecne .....	29
10.2	Normálna zaťažiteľnosť lávok pre cyklistov a peších .....	29
10.3	Overenie lávok pre cyklistov a peších na MSP .....	29
11	Zaťažiteľnosť ekoduktov .....	30
12	Zvyšková životnosť mostných objektov .....	30
12.1	Všeobecne .....	30
12.2	Stanovenie zaťažiteľnosti mostného objektu s ohľadom na zvyškovú životnosť .....	31
13	Zaťažovacie skúšky .....	31
13.1	Všeobecne .....	31
13.2	Študijná zaťažovacia skúška .....	31
13.3	Overovacia zaťažovacia skúška .....	32
14	Evidencia zaťažiteľnosti .....	32
14.1	Všeobecne .....	32
14.2	Povinnosti zhotoviteľa projektovej dokumentácie mostov .....	32
15	Vyznačenie zaťažiteľnosti na mostoch .....	33
15.1	Dopravné značenie mostov, ktoré majú normálnu zaťažiteľnosť a zaťažiteľnosť na jednu nápravu stanovené podľa týchto TP .....	33
15.2	Dopravné značenie mostov, ktoré majú evidované zaťažiteľnosti stanovené podľa doterajších predpisov .....	33
Príloha A	Betónové mostné objekty .....	34
A.1	Vlastnosti materiálov .....	34
A.2	Prepočet existujúcich betónových mostných objektov .....	41
Príloha B	Spriahnuté oceľobetónové mosty .....	46
B.1	Vlastnosti materiálov .....	46
B.2	Prepočet spriahnutých oceľobetónových mostov .....	47
Príloha C	Oceľové mostné objekty .....	50
C.1	Vlastnosti materiálov .....	50
C.2	Prepočet oceľových nosných konštrukcií existujúcich mostov .....	51
Príloha D	Murované mosty .....	57
D.1	Vlastnosti materiálov .....	57
D.2	Prepočet existujúcich murovaných mostov .....	57
Príloha E	Drevené mosty a lávky .....	60
E.1	Vlastnosti materiálov .....	60
E.2	Prepočet drevených nosných konštrukcií .....	60
Príloha F	Výpočet parciálnych súčiniteľov účinkov zaťaženia a materiálov existujúcich mostných objektov .....	62
F.1	Úroveň spoľahlivosti existujúcich mostných objektov .....	62
F.2	Výpočet hodnôt parciálnych súčiniteľov účinkov zaťaženia .....	62
F.3	Výpočet hodnôt parciálnych súčiniteľov pevností materiálov .....	64
Príloha G	(Informatívna): Vzorový príklad výpočtu zaťažiteľnosti železobetónového mosta .....	67
G.1	Úvod .....	67
G.2	Základné údaje o moste .....	67
G.3	Statický prepočet nosnej konštrukcie .....	68
G.4	Výpočet vnútorných síl .....	77
G.5	Výpočet odolnosti prierezu .....	81
G.6	Stanovenie zaťažiteľnosti .....	82
G.7	Posúdenie na únavu .....	83
G.8	Záver .....	87

Príloha H	(Informatívna): Vzorový príklad stanovenia zaťažiteľnosti mosta odborným odhadom....	88
H.1	Úvod .....	88
H.2	Zaťažiteľnosť určená odborným odhadom .....	88
H.3	Výpočet vnútorných síl .....	91
H.4	Záver.....	93

# 1 Úvodná kapitola

## 1.1 Vzájomné uznávanie

V prípadoch, kedy táto špecifikácia stanovuje požiadavku na zhodu s ktoroukoľvek časťou slovenskej normy ("Slovenská technická norma") alebo inej technickej špecifikácie, možno túto požiadavku splniť zaistením súladu s:

- (a) normou alebo kódexom osvedčených postupov vydaných vnútroštátnym normalizačným orgánom alebo rovnocenným orgánom niektorého zo štátov EHP a Turecka;
- (b) ktoroukoľvek medzinárodnou normou, ktorú niektorý zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu alebo kódex osvedčených postupov;
- (c) technickou špecifikáciou, ktorú verejný orgán niektorého zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu; alebo
- (d) európskym technickým posúdením vydaným v súlade s postupom stanoveným v nariadení Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS v platnom znení.

Vyššie uvedené pododseky sa nebudú uplatňovať, ak sa preukáže, že dotknutá norma nezaručuje náležitú úroveň funkčnosti a bezpečnosti.

„Štát EHP“ znamená štát, ktorý je zmluvnou stranou dohody o Európskom hospodárskom priestore podpísanej v meste Porto dňa 2. mája 1992, v aktuálne platnom znení.

“Slovenská norma” (“Slovenská technická norma”) predstavuje akúkoľvek normu vydanú Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky vrátane prevzatých európskych, medzinárodných alebo zahraničných noriem.

## 1.2 Predmet Technických podmienok (TP)

Predmetom týchto TP sú zásady a postupy pre stanovenie zaťažiteľnosti mostov na pozemných komunikáciách a lávok pre peších a cyklistov rešpektujúce určovanie zaťažiteľností v súlade s platnými európskymi normami a súčasnými metódami hodnotenia existujúcich mostných objektov.

## 1.3 Účel TP

Zaťažiteľnosť mostov na pozemných komunikáciách a lávok pre peších a cyklistov patrí k dôležitým evidenčným údajom, ktoré vyjadrujú najväčšiu hmotnosť vozidiel, ktorých prejazd je možné pripustiť cez most za daných podmienok pri splnení požiadaviek STN, STN EN a ďalších relevantných predpisov.

## 1.4 Použitie TP

Tieto TP sa použijú pri určovaní zaťažiteľnosti existujúcich a nových mostov na pozemných komunikáciách, ako aj pri stanovení zaťažiteľnosti lávok pre peších a cyklistov. TP slúžia na určenie zaťažiteľnosti všetkých mostných objektov, ktorým bola zaťažiteľnosť stanovená inými spôsobmi (iné použité normy, iné zaťažovacie schémy, odbornými odhadmi), ako uvádza tento aktuálny predpis. Zaťažiteľnosti stanovené inými spôsobmi a postupmi, ako sú uvedené v týchto TP, podľa noriem a predpisov platných do účinnosti týchto TP, zostávajú v platnosti až do vykonania nového podrobného prepočtu príslušného mostného objektu podľa týchto TP.

## 1.5 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovali členovia Katedry stavebných konštrukcií a mostov, Stavebná fakulta, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, pracovníci: prof. Ing. Martin Moravčík, PhD., prof. Ing. Josef Vičan, CSc., doc. Ing. Jaroslav Odrobiňák, PhD., prof. Ing. Peter Koteš, PhD., a Ing. Jozef Gocál, PhD.

Spracovateľ je prof. Ing. Martin Moravčík, PhD., tel. č.: +421 41 5135658, e-mail: [martin.moravcik@uniza.sk](mailto:martin.moravcik@uniza.sk).

## 1.6 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovom sídle SSC: [www.ssc.sk](http://www.ssc.sk) (Technické predpisy rezortu).

## 1.7 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

## 1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahrádzajú TP 104 Zaťažiteľnosť cestných mostov a lávok, MDVaRR z 1.5.2016 v celom rozsahu. Tieto TP nahrádzajú kapitoly nasledujúcich predpisov:

- TP 027 – Navrhovanie zosilnenia betónových mostov – kapitolu 5.5 v plnom rozsahu nahrádzajú ustanovenia týchto TP.
- TP 075 – Evidencia cestných mostov a lávok – kapitola 4.3.7 Mostný zošit, Diel A7, stĺpce v tabuľke uvedeného dielu, definujúce zaťažiteľnosť sa nahrádzajú názvami zaťažiteľnosti v zmysle týchto TP.
- TP 077 – Systém hospodárenia s mostami – kapitolu 8.1 a 8.2 v plnom rozsahu nahrádzajú ustanovenia týchto TP.
- TP 103 – Nadmerná a nadrozmerná doprava – kapitola 2.7.3 sa modifikuje v zmysle týchto TP.
- TP 117 – Spoločné zásady používania dopravných značiek a dopravných zariadení – v kap. 3.10.3.9 sa rušia slová „výhradnej alebo“ v 2. odstavci vo vete „Nesmie sa uvádzať hodnota výhradnej alebo výnimočnej zaťažiteľnosti, nakoľko ...“. Nové znenie vety je „Nesmie sa uvádzať hodnota ojedinelej a výnimočnej zaťažiteľnosti, nakoľko ...“.
- KLMP 1/2019 – Katalógové listy mostných prefabrikátov – kapitoly 3.1, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6 a 4.1 – 4.6 v plnom rozsahu nahrádzajú ustanovenia týchto TP.

## 1.9 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z2] Vyhláška FMD č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon);
- [Z3] Zákon č. 8/2009 Z.z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z4] Zákon č. 106/2018 Z.z. o prevádzke vozidiel v cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z5] Vyhláška MV SR č. 134/2018, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prevádzke vozidiel v cestnej premávke;
- [Z6] Vyhláška MV SR č. 30/2020 o dopravnom značení.

## 1.10 Súvisiace a citované normy

STN 72 2605	Skúšanie tehliarskych výrobkov. Stanovenie mechanických vlastností
STN 73 1201	Navrhovanie betónových konštrukcií
STN 73 1370	Nedeštruktívne skúšanie betónu. Spoločné ustanovenia
STN 73 1371	Ultrazvuková impulzová metóda skúšania betónu
STN 73 1372	Rezonančná metóda skúšania betónu
STN 73 1373	Tvrdomerné metódy skúšania betónu
STN 73 2011	Nedeštruktívne skúšanie betónových konštrukcií
STN 73 3251	Navrhovanie konštrukcií z kameňa
STN 73 6100	Názvoslovie pozemných komunikácií
STN 73 6205	Navrhovanie oceľových mostných konštrukcií (platná do roku 2010)
STN 73 6206	Navrhovanie betónových a železobetónových mostných konštrukcií (platná do roku 2010)
STN 73 6209	Zaťažovacie skúšky mostov
STN EN 206+A2	Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 206-1	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda (platná do roku 2021)
STN EN 338	Konštrukčné drevo. Pevnostné triedy
STN EN 384+A2	Konštrukčné drevo. Zisťovanie charakteristických hodnôt mechanických vlastností a hustoty
STN EN 408+A1	Drevené konštrukcie. Konštrukčné drevo a lepené lamelové drevo. Stanovenie niektorých fyzikálnych a mechanických vlastností
STN EN 772-1+A1	Metódy skúšania murovacích prvkov. Časť 1: Stanovenie pevnosti v tlaku

STN EN 998-2	Špecifikácia mált na murivo. Časť 2: Malta na murovanie
STN EN 1015-11	Metódy skúšania mált na murovanie. Časť 11: Stanovenie pevnosti zatvrdnutej malty v ťahu pri ohybe a v tlaku
STN EN 1052-1	Skúšobné metódy pre murivo. Časť 1: Stanovenie pevnosti v tlaku
STN EN 1052-2	Skúšobné metódy pre murivo. Časť 2: Stanovenie pevnosti v ťahu pri ohybe
STN EN 1052-3	Skúšobné metódy pre murivo. Časť 3: Stanovenie začiatočnej šmykovej pevnosti
STN EN 1052-4	Skúšobné metódy pre murivo. Časť 4: Stanovenie pevnosti v šmyku muriva s hydroizoláciou
STN EN 1052-5	Skúšobné metódy pre murivo. Časť 5: Stanovenie odolnosti proti porušeniu škáry muriva metódou namáhania ohybovým momentom
STN EN 1912	Konštrukčné drevo. Pevnostné triedy. Zaradenie vizuálnych tried a druhov dreva.
STN EN 1926	Skúšky prírodného kameňa. Stanovenie jednoosej pevnosti v tlaku
STN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1990/A1	Eurokód: Zásady navrhovania konštrukcií, Zmena A1. príloha A2: Použitie pre mosty
STN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1991-2	Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií. Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou
STN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom
STN EN 1992-1-1+A1	Eurokód 2: Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy (konsolidovaný text)
STN EN 1992-2	Eurokód 2: Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 2: Betónové mosty. Navrhovanie a konštruovanie
STN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1993-1-5	Eurokód 3: Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-5: Nosné stenové prvky
STN EN 1993-1-8	Eurokód 3: Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-8: Navrhovanie uzlov
STN EN 1993-1-9	Eurokód 3: Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-9: Únava
STN EN 1993-2	Eurokód 3: Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 2: Oceľové mosty
STN EN 1994-1-1	Eurokód 4: Navrhovanie spriahnutých oceľobetónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1994-2	Eurokód 4: Navrhovanie spriahnutých oceľobetónových konštrukcií. Časť 2: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre mosty
STN EN 1995-1-1+A1	Eurokód 5: Navrhovanie drevených konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecne. Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1995-2	Eurokód 5: Navrhovanie drevených konštrukcií. Časť 2: Mosty
STN EN 1996-1-1	Eurokód 6: Navrhovanie murovaných konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá pre vystužené a nevystužené murované konštrukcie (konsolidovaný text)
STN EN 1996-3	Eurokód 6: Navrhovanie murovaných konštrukcií. Časť 3: Zjednodušené výpočtové metódy pre nevystužené murované konštrukcie
STN EN 1997-1	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá
STN EN 1997-2	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia
STN EN 10025-2	Výrobky valcované za tepla z konštrukčných ocelí. Časť 2: Technické dodacie podmienky na nelegované konštrukčné ocele
STN EN 10080	Oceľ na vystuženie betónu. Zvariteľná oceľová výstuž. Všeobecne
STN EN 12504-1	Skúšanie betónu v konštrukciách. Časť 1: Vzorky z jadrového vŕtania. Odber, preskúmanie a skúška pevnosti v tlaku
STN EN 12504-2	Skúšanie betónu v konštrukciách. Časť 2: Nedeštruktívne skúšanie. Stanovenie tvrdosti odrazovým tvrdomerom
STN EN 12504-4	Skúšanie betónu. Časť 4: Určenie rýchlosti ultrazvukového impulzu

STN EN 14080	Drevené konštrukcie. Lepené lamelové drevo a lepené masívne drevo. Požiadavky
STN EN ISO 6892-1	Kovové materiály. Skúšanie ťahom. Časť 1: Metóda skúšania pri izbovej teplote (ISO 6892-1: 2019)
STN EN ISO 13918	Zváranie. Svorníky a keramické krúžky na priváranie svorníkov
STN EN ISO 15630-1	Oceľ na výstuž a predpínanie betónu. Skúšobné metódy. Časť 1: Tyče, valcované drôty a drôty na výstuž betónu (ISO 15630-1: 2019)
STN ISO 13822	Zásady navrhovania konštrukcií. Hodnotenie existujúcich konštrukcií

*Poznámka: Súvisiace a citované normy v platnom znení vrátane dodatkov a národných príloh.*

### 1.11 Súvisiace a citované Technické predpisy rezortu

[T1]	TP 019	Dokumentácia stavieb ciest
[T2]	TP 059	Zadávanie a výkon diagnostiky mostov
[T3]	TP 060	Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Mosty
[T4]	TP 061	Katalóg porúch mostných objektov na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I., II. a III. triedy
[T5]	TP 067	Migračné objekty pre voľne žijúce živočíchy Projektovanie, výstavba, prevádzka a oprava
[T6]	TP 075	Evidencia cestných mostov a lávok
[T7]	TP 076	Monitorovanie cestných mostov
[T8]	TP 077	Systém hospodárenia s mostami
[T9]	TP 103	Nadmerná a nadrozmerná doprava
[T10]	TP 104	Zaťažiteľnosť cestných mostov a lávok pre peších
[T11]	TP 117	Spoločné zásady používania dopravných značiek a dopravných zariadení
[T12]	TKP 0	Časť 0, Všeobecne
[T13]	TKP 3	Časť 3, Priepusty
[T14]	VTP UZŽMO	Určovanie zaťažiteľnosti železničných mostných objektov
[T15]	VL 6.1	Zvislé dopravné značky

*Poznámka: Súvisiace a citované Technické predpisy rezortu v platnom znení vrátane dodatkov.*

### 1.12 Súvisiace zahraničné predpisy

[ZP1]	ČSN 1090	Navrhování betonových staveb (1931)
[ZP2]	ČSN 1230	Jednotní mostní řád. Část I, Navrhování mostů (1937)
[ZP3]	ČSN 1232	Jednotní mostní řád. Část III, Předpisy pro svařované mostní konstrukce (1939)
[ZP4]	ČSN 73 1251	Navrhování konstrukcí z předpjatého betonu (1969)
[ZP5]	ČSN 73 2004	Směrnice pro konstrukce z předpjatého betonu (1960)
[ZP6]	ČSN 73 6202	Zatížení a statický výpočet mostů (1953)
[ZP7]	ČSN 73 6204	Projektování ocelových mostních konstrukcí (1953)
[ZP8]	ON 73 6220	Evidence mostů na dálnicích, silnicích a místních komunikacích. UNM Praha, 1976 (vrátane zmeny a, 1983 a zmeny b, 1992)
[ZP9]	ČSN 73 6203	Zatížení mostů. UNM Praha, 1976
[ZP10]	ČSN 73 6220	Zatížitelnost a evidence mostů pozemních komunikací, ÚNM Praha, 1996
[ZP11]	ČSN 73 6222	Zatížitelnost mostů pozemních komunikací. ÚNMZ, 2013
[ZP12]	ON 73 6220	Správa a údržba mostů na dálnicích, silnicích a místních komunikacích, UNM Praha, 1964
[ZP13]	MVL 511	Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými ocelovými nosníky (2005)
[ZP14]		Nařízení c.k. ministerstva železnic ze dne 28.srpna 1904 o mostech železnicových nadželeznicových a mostech silnic příjezdných a železných nebo dřevěných ústrojinách, číslo 97 z r. 1904
[ZP15]		Směrnice pro navrhování mostů, 1951
[ZP16]	USS	Nosné konstrukce ze zabetonovaných válených nosníků. Normální plán (1939)
[ZP17]		Železniční deskové mostní konstrukce se zabetonovanými ocelovými nosníky - Předběžná směrnice pro návrh a provádění (1971)
[ZP18]		Ocelobetonové nosné konstrukce železničních mostů - Směrnice pro návrh a provádění (1981)



[ZP19]	TP 199	Zaťažiteľnosť zděných klenbových mostů. Technické podmínky, MD ČR: 2022
[ZP20]	TP 200	Stanovení zatížitelnosti mostů PK navržených podle norem a předpisů platných před účinností EN. Technické podmínky, MD ČR: 2008
[ZP21]	TP 224	Ověřování existujících betonových mostů pozemních komunikací. Ministerstvo dopravy, odbor silniční infrastruktury, 2010
[ZP22]	ONR 24008	Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Eisenbahn- und Straßenbrücken (Posúdenie odolnosti existujúcich železničných mostov a mostov pozemných komunikácií)
[ZP23]	BD 21/01	The assessment of highway bridges and structures (Posúdenie mostov a konštrukcií pozemných komunikácií). The highways agency, UK 2001
[ZP24]	AASHTO	The manual for bridge evaluation, third edition (Manuál na hodnotenie mostov, tretie vydanie). American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018
[ZP25]	UIC Code 778-3	Recommendations for the inspection, assessment and maintenance of masonry arch bridges. 2nd edition, (Odporúčanie pre kontrolu, hodnotenie a údržbu murovaných klenbových mostov. 2. vydanie), 2011
[ZP26]	MP	Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů, SŽDC: 2015

### 1.13 Použitá literatúra

- [L1] Vičan, J. – Koteš, P.: Hodnotenie existujúcich mostných objektov. Vedecká monografia. EDIS UNIZA, 2018.
- [L2] Frangopol, D.M. – Estes, A.C.: System Reliability for Condition Evaluation of Bridges. (Systém spoľahlivosti pre hodnotenie stavu mostov). In: Evaluation of Existing Steel and Composite Bridges. IABSE Workshop, Lausanne 1997, str. 47-56.
- [L3] Bartlett, F.M. – Buckland, P.G. – Kennedy, D.J.: Canadian highway bridge evaluation: derivation of Clause 12 of CAN/CSA-S6-88. (Hodnotenie mostov pozemných komunikácií v Kanade: odvodenie kapitoly 12 v CAN/CSA-S6-88). In: Canadian Journal of Civ. Engineering 19, 1992, p. 1007-1016.
- [L4] Ditlevsen, O. - Madsen, H.O.: Structural Reliability Methods. (Metódy spoľahlivosti konštrukcií). John Wiley and sons, Ltd. 1996, 372 p.
- [L5] Koteš, P. - Vičan, J. Recommended reliability levels for the evaluation of existing bridges according to Eurocodes. (Odporúčané úrovne spoľahlivosti pre hodnotenie existujúcich mostov podľa Eurokódov). Structural engineering international. ISSN 1016-8664, 2013, vol. 23, no. 4, p. 411-417.
- [L6] Vičan, J. a kol.: Určovanie zaťažiteľnosti mostov pozemných komunikácií a lávok pre chodcov. Rozborová úloha, UNIZA 11/2020.
- [L7] Moravčík, M. a kol.: Aplikácia rezovej metódy pre stanovenie aktuálnej úrovne predpätia v konštrukcii. Betonárske dni 2022: zborník príspevkov. Bratislava: Spektrum STU, 2022. ISBN 978-80-227-5235-0. s. 195-200 [online].

### 1.14 Použité skratky

BMS	Bridge Management System (Systém hospodárenia s mostmi)
CETPK	Centrálna technická evidencia pozemných komunikácií
DZ	Dopravné značenie
EN	Európska norma
FORM	First Order Reliability Method (Spoľahlivostná metóda prvého rádu)
FLM3	Fatigue Load Model 3 (Únavový zaťažovací model 3)
GMNIA	Geometric and Material Nonlinear Analysis with Imperfections (Geometricky a materiálovo nelineárna analýza s imperfekciami)
GNA	Geometric Nonlinear Analysis (Geometricky nelineárna analýza)
GNIA	Geometric Nonlinear Analysis with Imperfections (Geometricky nelineárna analýza s imperfekciami)
GR	Generálne riaditeľstvo
ISO	Medzinárodná organizácia pre štandardizáciu
LA	Linear Analysis (Lineárna analýza)
LBA	Linear Buckling Analysis (Lineárna stabilitná analýza)
LM1	Load model 1 (zaťažovací model 1 podľa STN EN 1991-2)
LM2	Load model 2 (zaťažovací model 2 podľa STN EN 1991-2)

LM3	Load model 3 (zaťažovací model 3 podľa STN EN 1991-2)
LM3-1	Zaťažovací model ojedinelej zaťažiteľnosti odvodený od modelu zvláštneho vozidla 900/150 kN predpokladajúci prejazd ojedinelého zaťaženia normálnou rýchlosťou (70 km/h) pri zachovaní ostatnej dopravy na zvyšných zaťažovacích pruhoch mosta
LM3-2	Zaťažovací model výnimočnej zaťažiteľnosti odvodený od modelu zvláštneho vozidla 3000/240 kN predpokladajúci prejazd výnimočného zaťaženia za vylúčenia ostatnej dopravy na moste
KL	Katalógový list
MNA	Material Nonlinear Analysis (Materiálovo nelineárna analýza)
MVL	Mostný vzorový list
MSÚ	Medzné stavy únosnosti
MSP	Medzné stavy použiteľnosti
NDS	Národná diaľničná spoločnosť
NND	Nadmerná a nadrozmerná doprava
O,R,P	Oprava, rekonštrukcia, prestavba
PD	Projektová dokumentácia
PDK	Priečne delená konštrukcia
PK	Pozemné komunikácie
RÚ	Rozborová úloha
SHM	Systém hospodárenia s mostami
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
SNAS	Slovenská národná akreditačná služba
SSC	Slovenská správa ciest
STN	Slovenská technická norma
STN EN	Slovenská technická norma zavedená prevzatím európskej normy
VTP	Všeobecné technické požiadavky
TP	Technické podmienky
TS	Tandem System (Tandemový systém)
TKP	Technicko-kvalitatívne podmienky
TPR	Technické predpisy rezortu
UDL	Uniformly Distributed Loads (Rovnomerné zaťaženie)
ŽB	Železobetón

### 1.15 Použité značky

$E_{LM1,d}$	Návrhová hodnota účinkov zvislého normálneho zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného zaťažovacím modelom normálnej zaťažiteľnosti
$E_{LM2,d}$	Návrhová hodnota účinkov zvislého zaťaženia cestnou dopravou na jednu nápravu reprezentovaného zaťažovacím modelom zaťažiteľnosti na 1 nápravu
$E_{LM3-1,d}$	Návrhová hodnota účinkov zvislého ojedinelého zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného zaťažovacím modelom LM3-1
$E_{LM3-2,d}$	Návrhová hodnota účinkov zvislého výnimočného zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného zaťažovacím modelom LM3-2
$\sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,n,d,j}$	Návrhové, resp. kombinované hodnoty účinkov ostatných zaťažení (stálych, dopravných a nedopravných), ktoré pôsobia súčasne so zvislým normálnym zaťažením cestnou dopravou
$\sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,a,d,j}$	Návrhové hodnoty účinkov ostatných zaťažení, ktoré pôsobia súčasne so zvislým zaťažením cestnou dopravou na jednu nápravu
$\sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,i,d,j}$	Návrhové, resp. časté hodnoty účinkov ostatných zaťažení (stálych, dopravných a nedopravných), ktoré pôsobia súčasne s ojedinelým zaťažením
$E_{QL,k}$	Návrhové hodnoty účinkov ostatných zaťažení, ktoré pôsobia súčasne s výnimočným zaťažením Charakteristická hodnota účinkov zvislého normálneho zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného modelom normálneho zaťaženia platným v čase návrhu mosta, vrátane zodpovedajúceho vtedy platného dynamického súčiniteľa

$\Delta E_{G,k}$	Charakteristická hodnota prírastku účinkov stáleho zaťaženia v dôsledku priráženia mosta dodatočným zaťažením (napr. zmenou mostného zvršku, úpravou ríms, chodníkov a pod.)
$E_{LM1,k}$	Charakteristická hodnota účinkov zvislého normálneho zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného zaťažovacím modelom 1
$K$	Zaťažiteľnosť stanovená kombinovaným postupom
$L$	Ovplyvnená dĺžka v m
$N_{LMi,Ed}, M_{y,LMi,Ed}, M_{z,LMi,Ed}$	Návrhové hodnoty vnútorných síl od zvislého premenného zaťaženia cestnou dopravou, reprezentovaného príslušným zaťažovacím modelom (LM1, LM2, LM3-1 resp. LM3-2)
$N_{rs,Ed}, M_{y,rs,Ed}, M_{z,rs,Ed}$	Návrhové, resp. kombinačné hodnoty vnútorných síl od ostatných zaťažení, ktoré pôsobia súčasne so zvislým premenným zaťažením cestnou dopravou
$N_{b,Rd}$	Návrhová hodnota normálovej sily vzpernej odolnosti
$N_{c,Rd}$	Návrhová hodnota normálovej odolnosti prierezu v tlaku
$N_{t,Rd}$	Návrhová hodnota normálovej odolnosti prierezu v ťahu
$M_{b,Rd}$	Návrhová hodnota ohybového momentu vzpernej odolnosti v klopení
$M_{c,Rd}$	Návrhová hodnota ohybového momentu odolnosti prierezu pri jednoosovom ohybe
$O$	Zaťažiteľnosť stanovená odborným odhadom porovnaním účinkov zaťažení
$P$	Zaťažiteľnosť prevzatá z projektovej dokumentácie pri mostoch navrhnutých podľa ČSN 73 6203 (1986)
$R_k$	Charakteristická hodnota odolnosti
$R_d$	Návrhová hodnota odolnosti
$T_{Rd}$	Návrhová hodnota odolnosti prierezu v krútení
$V_{bw,Rd}$	Návrhová hodnota priečnej sily odolnosti steny ocelového prierezu s vplyvom vydúvania pri šmyku
$V_{bw,T,Rd}$	Návrhová hodnota priečnej sily odolnosti steny ocelového prierezu s vplyvom vydúvania pri šmyku, redukovaná v dôsledku pôsobenia krútiaceho momentu
$V_{Rd,c}$	Návrhová hodnota šmykovej odolnosti betónového prierezu bez šmykovej výstuže
$V_{Rd,s}$	Návrhová hodnota šmykovej sily, ktorá je prenášaná šmykovou výstužou
$V_{c,Rd}$	Návrhová hodnota priečnej sily odolnosti steny ocelového prierezu
$V_{pl,Rd}$	Návrhová hodnota priečnej sily plastickej odolnosti steny ocelového prierezu
$V_{pl,T,Rd}$	Návrhová hodnota priečnej sily plastickej odolnosti steny ocelového prierezu, redukovaná v dôsledku pôsobenia krútiaceho momentu
$V$	Zaťažiteľnosť stanovená podrobným prepočtom
$V_n$	Normálna zaťažiteľnosť v $t$
$V_a$	Zaťažiteľnosť na jednu nápravu v $t$
$V_i$	Ojedinelá zaťažiteľnosť v $t$
$V_e$	Výnimočná zaťažiteľnosť v $t$
$W_n$	Tiaž vozidla normálneho zaťaženia v $kN$
$W_a$	Tiaž jednej nápravy v $kN$
$W_i$	Tiaž vozidla ojedinelého zaťaženia zvláštnym vozidlom v $kN$
$W_e$	Tiaž vozidla výnimočného zaťaženia zvláštnym vozidlom v $kN$
$V_{n,rep}$	Hmotnosť reprezentatívneho vozidla pre normálnu zaťažiteľnosť v $t$
$V_{a,rep}$	Hmotnosť reprezentatívnej nápravy pre zaťažiteľnosť na jednu nápravu v $t$
$V_{i,rep}$	Hmotnosť reprezentatívneho vozidla pre ojedinelú zaťažiteľnosť v $t$
$V_{e,rep}$	Hmotnosť reprezentatívneho vozidla pre výnimočnú zaťažiteľnosť v $t$
$V_G$	Variačný koeficient stáleho zaťaženia
$V_Q$	Variačný koeficient premenného zaťaženia cestnou dopravou
$V_a$	Variačný koeficient prierezovej charakteristiky
$V_R$	$V_R$ je variačný koeficient, ktorý zahŕňa, neistoty v stanovení materiálovej vlastnosti, rozmerové neistoty a modelové neistoty
$V_x$	Variačný koeficient neistoty materiálovej vlastnosti

$a_R$	Koeficient nesymetrie rozdelenia medze klzu ocele
$c$	Šírka tlačenej alebo ohýbanej časti oceleového prierezu, ktorá sa použije pre zatriedenie prierezu
$f_k$	Charakteristická hodnota pevnosti materiálu
$f_d$	Návrhová hodnota pevnosti materiálu
$f_u$	Charakteristická hodnota medze pevnosti ocele
$f_y$	Charakteristická hodnota medze klzu konštrukčnej ocele, betonárskej výstuže
$V_n$	Zaťažiteľnosť lávky pre cyklistov a peších v kg.m <sup>-2</sup>
$W_n$	Zaťažiteľnosť lávky pre cyklistov a peších v kN.m <sup>-2</sup>
$k_{\alpha x}$	Štatistický súčiniteľ zodpovedajúci pravdepodobnosti výskytu charakteristickej hodnoty medze klzu ocele (5% kvantil)
$m_a$	Pomerná stredná hodnota prierezovej charakteristiky
$t$	Hrúbka časti oceleového prierezu
$\alpha_E$	Súčiniteľ citlivosti metódy FORM pre zaťaženie
$\alpha_R$	Súčiniteľ citlivosti metódy FORM pre odolnosť
$\alpha_{Q1}, \alpha_{q1}$	Kategorizačné súčinitele zaťažovacieho modelu 1 podľa STN EN 1991-2
$\beta$	Kategorizačný súčiniteľ zaťažovacieho modelu 2
$\beta_{u(t)}$	Aktualizovaný index spoľahlivosti
$\beta_t(t)$	Cieľový index spoľahlivosti pre hodnotenie existujúcich mostov
$\delta_{lim}$	Medzná hodnota pretvorenia podľa kritéria príslušného medzného stavu použiteľnosti, ktorú udávajú NA k príslušným STN EN pre navrhovanie mostov
$\delta_{LM1}$	Hodnota pretvorenia vyvolaná zvislým normálnym zaťažením cestnou dopravou, reprezentovaným modelom normálnej zaťažiteľnosti
$\sum_{i=1}^{n-1} \delta_{rs,i}$	Hodnoty pretvorenia od ostatných relevantných zaťažení, ktoré pôsobia súčasne so zvislým normálnym zaťažením cestnou dopravou v prípade, že neboli eliminované vonkajším zásahom (napríklad nadvýšením nosnej konštrukcie)
$\varepsilon$	Faktor závislý od medze klzu ocele $f_y$
$\eta_1$	Pomer návrhovej hodnoty normálového napätia v posudzovanom vlákne oceleového prierezu a návrhovej hodnoty pevnosti materiálu
$\gamma_G$	Parciálny súčiniteľ účinkov stáleho zaťaženia
$\gamma_Q$	Parciálny súčiniteľ účinkov premenného zaťaženia cestnou dopravou
$\gamma_{F,ser}$	Parciálny súčiniteľ účinkov zaťaženia v medzných stavoch použiteľnosti
$\gamma_C$	Parciálny súčiniteľ pre betónu
$\gamma_S$	Parciálny súčiniteľ pre výstuž
$\gamma_M$	Parciálny súčiniteľ pevnosti materiálu/odolnosti (všeobecne)
$\gamma_{M,ser}$	Parciálny súčiniteľ pevnosti materiálu v medzných stavoch použiteľnosti
$\gamma_{M0}$	Parciálny súčiniteľ pre odolnosť prierezov oceleových mostov
$\gamma_{M1}$	Parciálny súčiniteľ pre odolnosť prútov oceleových mostov
$\gamma_{M2}$	Parciálny súčiniteľ pre odolnosť prierezov namáhaných ťahom pri porušení pretrhnutím, parciálny súčiniteľ pre odolnosť skrutiek, nitov, čapov, zvarov a čapových dosiek
$\gamma_{Rd}$	Parciálny súčiniteľ vyjadrujúci neistoty modelu odolnosti
$\gamma_{Sd}$	Parciálny súčiniteľ vyjadrujúci neistoty modelu zaťaženia a/alebo účinku zaťaženia
$\gamma_{Q,w}$	Parciálny súčiniteľ účinkov premenného zaťaženia vetrom
$\gamma_{Q,T}$	Parciálny súčiniteľ účinkov premenného zaťaženia teplotou
$\Phi$	Distribučná funkcia normovaného normálneho rozdelenia
$K_k, K_d$	Konštanty súvisiace s úpravou hodnoty indexu spoľahlivosti v súvislosti so zavedením gama rozdelenia
$\varphi$	Dynamický súčiniteľ ojedinelého zaťaženia
$\chi$	Súčiniteľ vzperu
$\chi_T$	Súčiniteľ klopenia pri strate priečnej a torznej stability (klopenie) pri ohybe prúta

$\eta$	Účinnosť skúšobného zaťaženia pri statickej zaťažovacej skúške
$\sigma_{c,p}$	Charakteristická hodnota normálového napätia v betóne od predpätia vo vyšetřovanom bode prierezu v sledovanom čase
$\sigma_{c,Q,i}$	Charakteristická hodnota normálového napätia v betóne vo vyšetřovanom bode prierezu od zvislého premenného zaťaženia dopravou reprezentovaného príslušným zaťažovacím modelom
$\sum_{i=1}^{n-1} \sigma_{c,rs,i}$	Charakteristické, kombinačné alebo skupinové hodnoty normálového napätia v betóne vo vyšetřovanom bode prierezu od ostatných zaťažení (okrem predpätia), ktoré pôsobia súčasne so zvislým premenným zaťažením dopravou reprezentovaného príslušným zaťažovacím modelom

## 2 Všeobecne

### 2.1 Zaťažiteľnosť mostov

Zaťažiteľnosť mostov na pozemných komunikáciách je definovaná najväčšou okamžitou hmotnosťou (t) každého z vozidiel, ktorých jazdu možno na moste povoliť za podmienok daných týmito TP a súvisiacimi normami. Identifikuje sa zo súhrnu zaťažiteľností jednotlivých prvkov resp. častí mosta ako ich najnižšia hodnota.

### 2.2 Kategórie zaťažiteľnosti mostov

Podľa druhu zaťažovacieho modelu zaťaženia cestnou dopravou sa pri mostoch na pozemných komunikáciách stanovuje týmito TP:

- normálna zaťažiteľnosť v tonách (t),
- zaťažiteľnosť na jednu nápravu v tonách (t),
- ojedinelá zaťažiteľnosť v tonách (t),
- výnimočná zaťažiteľnosť v tonách (t).

*Poznámka: Do účinnosti týchto TP sa stanovovala aj výhradná zaťažiteľnosť. Rastúca intenzita dopravy komplikuje dopravcom dodržiavanie podmienok súvisiaceho režimu jazdy, ktoré ostatným účastníkom cestnej premávky spôsobuje závažné narušenia plynulosti dopravy. Preto sa zavedením týchto TP výhradná zaťažiteľnosť nestanovuje.*

*CTEPK a správcovia ciest sú oprávnení naďalej evidovať a používať výhradnú zaťažiteľnosť mosta, ak to potreby vyžadujú alebo podmienky umožňujú (napr. osadené DZ, vyjadrenia pre povolenie konania pre NND, nízka intenzita premávky), a to prinajmenšom do doby, kým na danom moste nebude stanovená ojedinelá zaťažiteľnosť.*

### 2.3 Normálna zaťažiteľnosť

Normálna zaťažiteľnosť je najväčšia okamžitá hmotnosť (t) vozidla, ktoré smie prechádzať cez most bez dopravných obmedzení, v ľubovoľnom počte a bez obmedzenia prevádzky iných druhov dopravy.

### 2.4 Zaťažiteľnosť na jednu nápravu

Zaťažiteľnosť na jednu nápravu je najväčšia okamžitá hmotnosť (t) pripadajúca na jednu nápravu vozidla. Náprava je charakterizovaná zaťažovacím modelom 2 (LM2).

Zaťažiteľnosť na jednu nápravu sa stanovuje v odôvodnených prípadoch, ktoré určuje zhotoviteľ projektovej dokumentácie alebo zhotoviteľ náhradnej dokumentácie, prípadne vlastník/správca objektu.

### 2.5 Ojedinelá zaťažiteľnosť

Ojedinelá zaťažiteľnosť je najväčšia okamžitá hmotnosť vozidla alebo súpravy (t), ktoré smie prejsť cez most rýchlosťou do 70 km/h pri zachovaní ostatnej dopravy na moste.

Zaťažovací model ojedinalej zaťažiteľnosti (LM3-1) je odvodený od modelu zvláštneho vozidla 900/150 kN pohybujúceho sa cez most normálnou rýchlosťou do 70 km/h pri zachovaní ostatnej dopravy na zvyšných zaťažovacích pruhoch mosta. Ostatnú dopravu reprezentujú časté hodnoty zaťažovacieho modelu normálnej zaťažiteľnosti (LM1) na zaťažovacích pruhoch 2 a 3, ako aj na zvyšnej ploche mosta nezaťaženej zaťažovacím modelom výnimočného zaťaženia LM3-1.

*Poznámka: V súvislosti so zavedením termínu ojedinelá zaťažiteľnosť sa v týchto TP používa aj termín ojedinelé zaťaženie, ktoré je reprezentované zaťažovacím modelom LM3-1.*

## 2.6 Výnimočná zaťažiteľnosť

Výnimočná zaťažiteľnosť je najväčšia okamžitá hmotnosť vozidla alebo súpravy v (t), ktoré/ktorá prechádza cez most pri vylúčení ostatnej dopravy. Zaťažovací model výnimočnej zaťažiteľnosti (LM3-2) je odvodený od modelu zvláštneho vozidla 3000/240 kN pohybujúceho sa po moste rýchlosťou 5 km/h, v stanovenej optimálnej stope s odchýlkou  $\pm 0,30$  m a za úplného vylúčenia ostatnej dopravy na celom moste.

## 2.7 Normálna zaťažiteľnosť lávok pre peších a cyklistov

Normálna zaťažiteľnosť lávok pre peších a cyklistov je najväčšia prípustná hodnota rovnomerného zaťaženia v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ .

## 2.8 Zaťažiteľnosť mostov v prevádzke

Na účely evidencie sa na mostoch na pozemných komunikáciách určuje zaťažiteľnosť postupmi a metódami, ktoré sú opísané v týchto TP. Zaťažiteľnosť sa stanovuje ako zaťažiteľnosť aktuálna, teda ako zaťažiteľnosť zohľadňujúca aktuálny stavebno-technický stav mosta, ktorý bol zistený prehliadkou alebo diagnostickým prieskumom, ktorého výsledky boli zohľadnené v procese určovania zaťažiteľnosti mosta.

Aktuálna zaťažiteľnosť zohľadňuje:

- skutočné zhotovenie mosta;
- konštrukčné zmeny vyvolané stavebnými zásahmi, údržbou a prevádzkou;
- skutočne pôsobiace zaťaženia a jeho účinky;
- poškodenia a poruchy mosta ovplyvňujúce jeho zaťažiteľnosť (zmena statickej schémy degradácia materiálu, oslabenie prierezov, spojov a pod.).

Zaťažiteľnosť stanovená pri návrhu nového mosta, ktorá sa určuje z dokumentácie mosta bez overenia stavebno-technického stavu prehliadkou alebo diagnostickým prieskumom, sa nepovažuje za aktuálnu zaťažiteľnosť. Takto stanovená zaťažiteľnosť sa označuje ako projektovaná zaťažiteľnosť, pričom je možné ju akceptovať len ako súčasť návrhu nového mosta.

## 2.9 Stanovenie zaťažiteľnosti

Podľa presnosti a metodiky stanovenia zaťažiteľnosti sa stanovujú v týchto TP nasledujúce postupy určovania zaťažiteľnosti mostov:

- V – zaťažiteľnosť stanovená podrobným prepočtom;
- K – zaťažiteľnosť stanovená kombinovaným postupom, t.j. podrobným prepočtom s využitím nových informácií získaných pomocou náhradnej analýzy konštrukcie;
- O – zaťažiteľnosť stanovená odborným odhadom porovnaním účinkov zaťaženia.

*Poznámka: Postupy b) a c) sa použijú len so súhlasom vlastníka/správcu mosta.*

### 2.9.1 Všeobecne

Zaťažiteľnosť sa určuje v týchto prípadoch:

- pri novo postavených mostoch;
- ak jej aktuálna hodnota nie je známa alebo sa očakáva zmena jej aktuálnej hodnoty alebo bola určená v zmysle predchádzajúcich predpisov pred účinnosťou tohto TP;
- ak je dosiahnutie konkrétnej hodnoty zaťažiteľnosti zadávacím parametrom rekonštrukcie alebo prestavby mosta;
- v odôvodnených prípadoch, ak o to požiada cestný správny orgán, vlastník alebo správca mosta.

### 2.9.2 Zmena zaťažiteľnosti

Zmenu zaťažiteľnosti mosta je potrebné vykonať najmä v týchto prípadoch:

- ak hlavnou prehliadkou mosta boli zistené poruchy, ktoré majú vplyv na evidovanú zaťažiteľnosť;
- ak došlo ku zmene stáleho zaťaženia alebo pri zmene jeho polohy na moste;
- ak sa zmenilo šírkové usporiadanie mosta;
- ak došlo k akejkolvek zmene mosta formou jeho rekonštrukcie;
- ak v priestore mosta došlo k relevantnej mimoriadnej udalosti ovplyvňujúcej jeho spoľahlivosť.

### 2.9.3 Časový harmonogram

Určenie zaťažiteľnosti a jej zmena sa vykoná do 10 rokov od nadobudnutia účinnosti týchto TP, ak cestný správny orgán nerozhodne inak.

### 2.10 Dokumentácia mostného objektu

Všeobecne sa dokumentáciou mosta rozumie súbor písomností, výpočtov, technických správ a výkresov podľa [T1] vrátane správ z dohliadacej činnosti, ako aj ďalších hodnoverných informácií o mostnom objekte (vykonané prepočty, protokoly zo zaťažovacích skúšok, výstupy z dlhodobých meraní, archívne informácie, rok návrhu alebo výstavby mostného objektu, použitý zaťažovací model, a pod).

### 2.11 Podrobný prepočet mostného objektu

Podrobný prepočet mostného objektu (ďalej len prepočet) je postup stanovenia zaťažiteľnosti analýzou konštrukcie mostného objektu v zmysle STN EN 1990 rešpektujúc zásady týchto TP, príslušných platných predpisov a platných STN a STN EN. Analýza konštrukcie mostného objektu môže byť statická a/alebo dynamická. Dynamická analýza sa vykonáva len v odôvodnených prípadoch stanovených zadávateľom (napr. lávky pre cyklistov a peších), alebo na základe výstupu z prehliadky, resp. diagnostického prieskumu mostného objektu.

### 2.12 Overenie zaťažiteľnosti

Overenie zaťažiteľnosti je možné vykonať zaťažovacou skúškou mostného objektu podľa kap. 13.3 týchto TP alebo ďalším prepočtom.

### 2.13 Zadávatel' prepočtu

Zadávatel'om prepočtu a stanovenia zaťažiteľnosti mostného objektu (ďalej len zadávateľ) sa v týchto TP rozumie vlastní/správca mostného objektu.

### 2.14 Zvyšková životnosť

Zvyšková životnosť mostného objektu alebo jeho časti je časový interval, za ktorý most alebo jeho časť dosiahne od určitého okamihu (napr. od času realizácie prepočtu mostného objektu) definovanú limitnú úroveň pravdepodobnosti poruchy (pravdepodobnosti spoľahlivosti), resp. návrhovú životnosť.

### 2.15 Plánovaná zvyšková životnosť

Plánovaná zvyšková životnosť mostného objektu alebo jeho časti je časový interval, pre ktorý sa stanovuje modifikovaná úroveň spoľahlivosti platná pri prepočtoch existujúcich mostných objektov. Súčasne je to doba platnosti prepočtu mostného objektu, ak sa počas tohto intervalu nezmenila jeho aktuálna zaťažiteľnosť. Plánovanú zvyškovú životnosť určuje zadávateľ prepočtu.

## 3 Podklady pre stanovenie zaťažiteľnosti

### 3.1 Všeobecne

Pre stanovenie zaťažiteľnosti je potrebné zhromaždiť súbor informácií (statický systém, materiálové a geometrické charakteristiky jednotlivých prvkov a prierezov, vzájomné väzby prvkov, zaťaženia, atď.), na základe ktorých je možné zhotoviť prepočet mostného objektu a stanoviť jeho zaťažiteľnosť. Základné a doplňujúce podklady na stanovenie zaťažiteľnosti poskytne pre realizátora prepočtu mostného objektu zadávateľ úlohy.

### 3.2 Základné podklady na stanovenie zaťažiteľnosti

Základnými podkladmi pre stanovenie zaťažiteľnosti mostného objektu sú:

- a) pôvodná projektová dokumentácia;
- b) mostný zošit/ mostný list;
- c) projektová dokumentácia opravy alebo rekonštrukcie;
- d) realizované prepočty zaťažiteľnosti;
- e) náhradná (novo spracovaná) dokumentácia.

### 3.3 Doplnujúce podklady na stanovenie zaťažiteľnosti

Doplnujúcimi podkladmi pre stanovenie zaťažiteľnosti mostného objektu sú:

- a) dokumentácia zo zhotovenia mostného objektu (stavebný denník, dodacie listy, protokoly o skúškach materiálov, a pod.);
- b) záznamy z prehliadok mostného objektu;
- c) správy z diagnostických prieskumov mostného objektu;
- d) protokoly zo zaťažovacích skúšok;
- e) analýzy výsledkov meraní z dlhodobého sledovania mostného objektu.

### 3.4 Všeobecné dokumenty na stanovenie zaťažiteľnosti

Pre stanovenie zaťažiteľnosti mostného objektu sa použijú:

- a) platné normy a technické predpisy;
- b) normy a predpisy platné v čase projektovania a zhotovenia mostného objektu ako informatívne podklady;
- c) príručky a pomôcky na stanovenie zaťažiteľnosti;
- d) vzorové a typové projekty;
- e) odborná literatúra.

### 3.5 Prehliadka a diagnostický prieskum pred stanovením zaťažiteľnosti

Pred stanovením zaťažiteľnosti mostného objektu je potrebné vykonať hlavnú alebo mimoriadnu prehliadku podľa [T3] a overiť zhodu údajov a predpokladov z dostupnej dokumentácie mosta so skutočnosťou.

V prípade, ak hlavná prehliadka mostného objektu preukáže významné odlišnosti od údajov získaných z jeho dostupnej dokumentácie, alebo mostný objekt vykazuje poruchy, preukázateľne ovplyvňujúce zaťažiteľnosť (stavebno-technický stav V. - VII. podľa [T3]), musí sa vykonať diagnostický prieskum. Pri diagnostickom prieskume sa postupuje podľa kapitoly 5 týchto TP.

### 3.6 Zaťažovacie skúšky

Výstupy zo zaťažovacích skúšok vykonaných na mostnom objekte v minulom období je možné aplikovať najmä pri kreovaní výpočtového modelu mostného objektu a overení geometrických a materiálových charakteristík mostnej konštrukcie. Zaťažovacia skúška vykonaná po stanovení zaťažiteľnosti mostného objektu slúži na získavanie dát, overenie výpočtového modelu použitého v prepočte a kontrolu prepočtom predpokladaného správania sa mostného objektu pod zaťažením. Pri realizácii zaťažovacej skúšky sa postupuje podľa kapitoly 13 týchto TP.

## 4 Základné ustanovenia pre určovanie zaťažiteľnosti mostov

### 4.1 Medzné stavy existujúcich mostov

V prípade existujúcich mostov sa ich spoľahlivosť posudzuje a zaťažiteľnosť určuje pomocou metódy parciálnych súčiniteľov. V metóde parciálnych súčiniteľov sa overuje, či vo všetkých relevantných návrhových situáciách nie sú prekročené príslušné medzné stavy prierezu, prvkov alebo častí mostov. Mosty sa overujú z hľadiska medzných stavov únosnosti (MSÚ) a medzných stavov používateľnosti (MSP).

Medzné stavy únosnosti mostov sú:

- a) porušenie prierezu prvku mosta prekročením jeho návrhovej odolnosti alebo medzného pomerného pretvorenia;
- b) strata stability tvaru prvku alebo časti mosta;
- c) porušenie spoja;
- d) únavové porušenie pri opakovanom vysoko-cyklovom namáhaní;
- e) strata stability polohy.

Medzné stavy používateľnosti mostov sú:

- a) obmedzenie napätí;
- b) obmedzenie pretvorení z hľadiska bezpečnosti dopravy;
- c) vznik neprijateľných kmitaní;
- d) kontrola trhlín.

Z hľadiska medzných stavov únosnosti sa preukazuje, že extrémne návrhové hodnoty účinkov zaťaženia zodpovedajúce stanovenej hodnote zaťažiteľnosti neprekračujú návrhovú odolnosť prierezu a prvkov mosta alebo jeho časti.



Pri posudzovaní medzného stavu únosnosti na stratu stability polohy sa overuje splnenie statických podmienok rovnováhy časti mosta ako tuhého telesa (preklopenie nosnej konštrukcie mostov s hornými mostovkami, nadvihnutie nosnej konštrukcie z ložísk a pod.). Z tohto medzného stavu sa nestanovuje zaťažiteľnosť. Preukázanie stability polohy je však nutnou podmienkou exploatácie mosta.

V prípade medzných stavov použiteľnosti sa preukazuje, že účinky zaťaženia zodpovedajúce stanovenej hodnote zaťažiteľnosti vyhovujú limitným hodnotám kritérií príslušných medzných stavov použiteľnosti.

## 4.2 Zaťaženia pri určovaní zaťažiteľnosti

### 4.2.1 Všeobecne

Zaťaženia existujúcich mostov, ich poloha a hodnoty sa v prepočtoch uvažujú na základe informácií o skutočnom súčasnom stave mosta a dopravy zistených šetrením na mieste s využitím dostupnej dokumentácie mosta. Pri určovaní zaťažiteľnosti nových mostov sa uvažujú zaťaženia použité pri ich návrhu.

### 4.2.2 Stále zaťaženia

Skutočné hodnoty stálych zaťažení existujúcich mostov je nutné overiť vyšetrovaním na mieste najmä v prípadoch, ak je zrejmé z jeho usporiadania alebo aj prípadných porúch, že:

- a) na most pôsobia iné druhy alebo hodnoty zaťažení, než aké boli uvažované pri jeho návrhu alebo ostatnom určení zaťažiteľnosti;
- b) v priebehu užívania mosta sa hodnoty zaťažení zmenili v neprospech zaťažiteľnosti;

Pre potreby prepočtu sa požaduje zohľadniť aj polohu stálych zaťažení na existujúcom moste.

Stále zaťaženia sa stanovujú na základe objemových hmotností a skutočných rozmerov prvkov alebo častí mosta. Objemové hmotnosti materiálov sa môžu zisťovať nepriamo na základe normových či tabuľkových hodnôt alebo v odôvodnených prípadoch priamo zo vzoriek odobratých z mosta.

Charakteristické hodnoty stálych zaťažení sa môžu stanoviť podľa STN EN 1991-1-1 s prihliadnutím na STN EN 1990 a STN ISO 13822/NA, ak sa využívajú výsledky experimentálnych šetrení na moste.

Ak sa nepočíta presnejšie, uvažujú sa pri stanovení návrhových hodnôt stálych zaťažení tieto hodnoty parciálnych súčiniteľov stálych zaťažení  $\gamma_G$ :

- a) pre nosné a nenosné oceľové prvky existujúcich mostných objektov s kontrolou meraním aspoň geometrických parametrov:  $\gamma_G = 1,20$ ;
- b) pre nosné a nenosné oceľové prvky existujúcich mostných objektov bez kontroly geometrických parametrov:  $\gamma_G = 1,30$ ;
- c) pre nosné a nenosné prvky existujúcich mostných objektov zhotovené z iných materiálov, ako je oceľ s kontrolou meraním aspoň geometrických parametrov:  $\gamma_G = 1,25$ ;
- d) pre nosné a nenosné prvky existujúcich mostných objektov zhotovené z iných materiálov, ako je oceľ bez kontroly geometrických parametrov:  $\gamma_G = 1,35$ .

*Poznámka: Uvedené hodnoty parciálnych súčiniteľov stálych zaťažení platia pre kombinačné pravidlo (6.10) v zmysle STN EN 1990 a pre plánovanú zvyškovú životnosť 20 rokov (pozri kapitolu 12). Hodnoty parciálnych súčiniteľov  $\gamma_G$  stálych zaťažení je možné stanoviť presnejším postupom uvedeným v prílohe F týchto TP podľa veku prvku mostného objektu a pre konkrétnu hodnotu plánovanej zvyškovej životnosti, ktorú určuje zadávateľ.*

Súčasne je potrebné zvážiť vlastnú tiaž nenosných častí mostov s významnou variáciou rozmerov a/alebo objemových tiaží (vozovka, presypávka, ochranné vrstvy a pod.) a v primeranej forme zohľadniť príslušné ustanovenia z STN EN 1991-1-1 v závislosti od možnosti overenia ich parametrov.

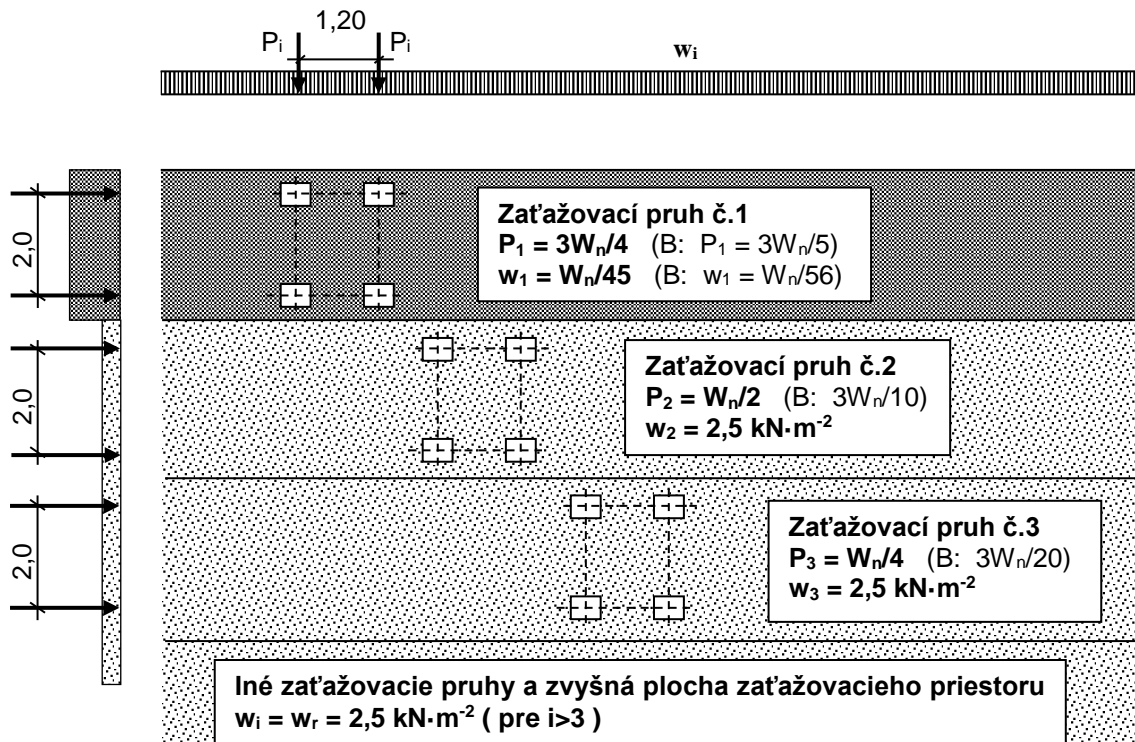
### 4.2.3 Zaťažovací model normálnej zaťažiteľnosti

Normálne zaťaženie cestnou dopravou je podľa STN EN 1991-2 reprezentované zaťažovacím modelom 1 (LM1). Tento model (pozri obrázok 1) však priamo nezodpovedá modelu normálneho zaťaženia cestnou dopravou v dôsledku značnej hmotnosti dvojnápravového vozidla (tandemový systém, TS = 60 t) v zaťažovacom pruhu 1. Preto sa pre určenie normálnej zaťažiteľnosti mosta prijíma za referenčné vozidlo schéma TS v druhom zaťažovacom pruhu (TS = 40 t), od ktorej sa odvádza normálna zaťažiteľnosť.

Hodnoty nápravových síl zaťažovacieho modelu 1 sú uvedené v tabuľke 1, pričom sú zohľadnené kategorizačné súčinitele podľa STN EN 1991-2/NA1 pre jednotlivé kategórie ciest. Nápravové sily v tabuľke 1 sú definované pre jednotlivé zaťažovacie pruhy v súlade s delením pozemných komunikácií na diaľnice, rýchlostné cesty a cesty I. II. a III. triedy (A), resp. miestne obslužné

a účelové cesty (B), ako aj v súlade so zmenou STN EN 1991-2/NA1. Z tabuľky 1 je zrejmé, že sa ponecháva hodnota rovnomerného zaťaženia (UDL)  $q_i = q_r = 2,5 \text{ kNm}^{-2}$  v zaťažovacích pruhoch 2 a 3, ako aj na zvyšnom zaťažovacom priestore. Teda táto hodnota nebude ovplyvnená určenou zaťažiteľnosťou a bude stále v rovnakej výške.

Súčasne takto chápaná normálna zaťažiteľnosť umožňuje prejazd ťažkého vozidla s tiažou  $1,5 W_n$  zodpovedajúcemu zvláštnemu vozidlu 600/150 kN. Rozmery kontaktnej zaťažovacej plochy zaťažovacieho modelu 1 sa uvažujú podľa STN EN 1991-2. Roznos sústredených zaťažení cez vozovku a nosný podklad vozovky sa zohľadní podľa STN EN 1991-2.



Obrázok 1 – Zaťažovací model normálnej zaťažiteľnosti mostov

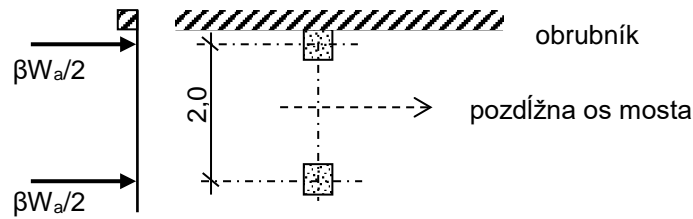
Tabuľka 1 - Zaťažovací model normálnej zaťažiteľnosti - základné hodnoty zaťaženia

Poloha	TS		UDL systém	
	Nápravové zaťaženie $\alpha_{qi} Q_i$ (kN)		$\alpha_{qi} q_i (q_r)$ (kN.m <sup>-2</sup> )	
	A	B	A	B
Zaťažovací pruh 1	$3W_n/4$	$3W_n/5$	$W_n/45$	$W_n/56$
Zaťažovací pruh 2	$W_n/2$	$3W_n/10$	2,5	2,5
Zaťažovací pruh 3	$W_n/4$	$3W_n/20$	2,5	2,5
Iné zaťažovacie pruhy	0	0	2,5	2,5
Zvyšná plocha zaťažovacieho priestoru	0	0	2,5	2,5

Poznámka:  $W_n$  je tiaž zaťažovacieho modelu normálnej zaťažiteľnosti v kN.

#### 4.2.4 Zaťažovací model zaťažiteľnosti na jednu nápravu

Zaťažiteľnosť na jednu nápravu vyjadruje maximálnu prípustnú hmotnosť pripadajúcu na jednu nápravu označenú ako  $V_a$ . Zaťažovací model zaťažiteľnosti na jednu nápravu je odvodený od LM2 z STN EN 1991-2. Kategorizačný súčiniteľ  $\beta$  sa uvažuje hodnotou 1,0 podľa STN EN 1991-2/NA1. Schéma zaťažovacieho modelu pre zaťažiteľnosť na jednu nápravu je na obrázku 2. Rozmery kontaktnej zaťažovacej plochy zaťažovacieho modelu 2 sa uvažujú podľa STN EN 1991-2.

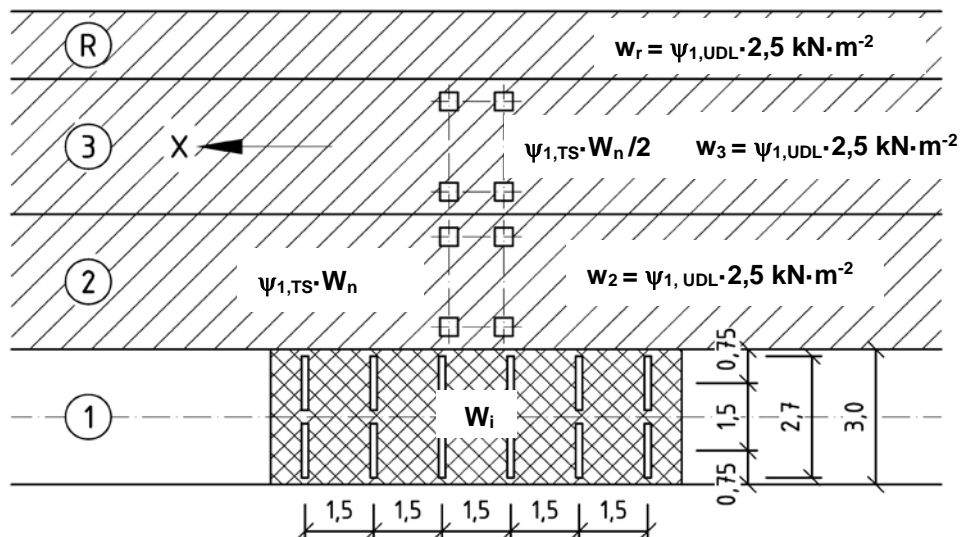


Poznámka:  $W_a$  je tiaž jednej nápravy v kN.

Obrázok 2 – Zaťažovací model zaťažiteľnosti na jednu nápravu

#### 4.2.5 Zaťažovací model pre stanovenie ojedinelej zaťažiteľnosti

Zaťažovací model ojedinelej zaťažiteľnosti (LM3-1) predpokladá prejazd ojedinelého zaťaženia odvodeného od modelu zvláštneho vozidla 900/150 kN pohybujúceho sa po moste normálnou rýchlosťou do 70 km/h pri zachovaní ostatnej dopravy na zvyšnej ploche vozovky. Ostatnú dopravu reprezentujú časté hodnoty zaťažovacieho modelu normálnej zaťažiteľnosti (LM1) na zaťažovacích pruhoch 2 a 3, ako aj na zvyšnej ploche vozovky nezaťaženej zaťažovacím modelom ojedinelého zaťaženia LM3-1, umiestnené v najnepriaznivejšej polohe, vo vzdialenosti 100 m pred vozidlom LM3-1 a 100 m za vozidlom LM3-1, pričom šírka vozovky sa pre tieto prípady definuje bez spevnenej krajnice, bez bočných spevnených pásov a vodiacich prúžkov.



Poznámka:  $W_n$  je tiaž vozidiel (TS) modelu normálnej zaťažiteľnosti v kN,  $w_i$  je hodnota rovnomerného zaťaženia (UDL)  $W_i$  je tiaž zvláštneho vozidla LM3-1 v kN,  $\psi_1$  je súčiniteľ častej hodnoty

Obrázok 3 – Usporiadanie zaťaženia pri prejazde nadmernej prepravy normálnou rýchlosťou (do 70 km/h) pri zachovaní ostatnej dopravy

Pri výpočte ojedinelej zaťažiteľnosti sa majú zohľadniť dynamické účinky tohto premenného zaťaženia pomocou dynamického súčiniteľa  $\varphi$  podľa vzťahu:

$$\varphi = 1,4 - \frac{L}{500}, \text{ ale } \varphi \geq 1,0 \quad (1)$$

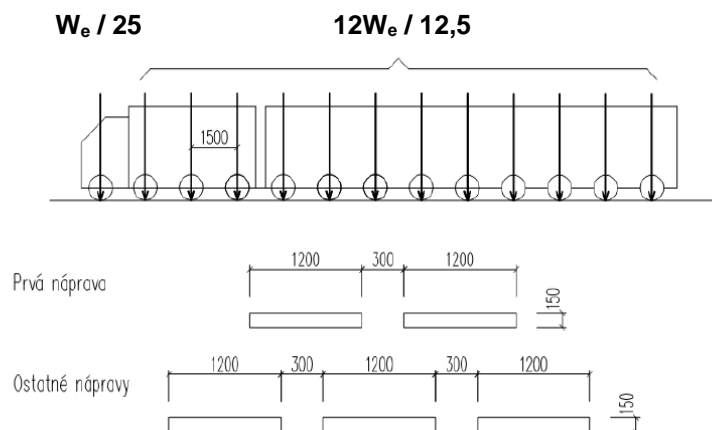
kde:

$L$  je ovplyvnená dĺžka v m.

#### 4.2.6 Zaťažovací model pre stanovenie výnimočnej zaťažiteľnosti

Pri prejazde nadmernej prepravy s väčšou tiažou, ako má model ojedinelej zaťažiteľnosti LM3-1, sa použije zaťažovací model výnimočnej zaťažiteľnosti LM3-2 odvodený od modelu zvláštneho vozidla 3000/240 kN s podmienkami prejazdu cez most uvedenými v STN EN 1991-2/NA1, t.j. prejazd rýchlosťou 5 km/h v optimálnej stope s odchýlkou  $\pm 0,30$  m za úplného vylúčenia ostatnej dopravy. V tomto prípade sa dynamické účinky premenného zaťaženia nezohľadňujú.

Schému zaťažovacieho modelu výnimočnej zaťažiteľnosti LM3-2 uvádza obrázok 4.



Poznámka:  $W_e$  je tiaž modelu výnimočnej zaťažiteľnosti odvodeného od modelu zvláštneho vozidla 3000/240 kN

Obrázok 4 – Model výnimočnej zaťažiteľnosti LM3-2 s vylúčením ostatnej dopravy odvodený od zvláštneho vozidla 3000/240 kN

#### 4.2.7 Ostatné dopravné zaťaženia

V relevantných prípadoch sa majú pri stanovení normálnej zaťažiteľnosti zohľadniť účinky brzdných a rozjazdových síl, ktorých charakteristické hodnoty a pôsobenie sa uvažujú podľa STN EN 1991-2. Kategorizačné súčinitele  $\alpha_{Q1}$  a  $\alpha_{Q1}$  pre brzdné a rozjazdové sily sa uvažujú pri prepočtoch podľa STN EN 1991-2/NA1.

Rovnako sa uvažujú aj účinky odstredivých a iných priečnych síl, ktorých pôsobenia a charakteristické hodnoty sa zohľadnia podľa STN EN 1991-2.

Ak účinky brzdných a rozjazdových síl, ako aj účinky odstredivých a iných priečnych síl boli uvažované pri stanovení zaťažiteľnosti, pričom zaťažiteľnosť rozhodujúceho prvku alebo časti mosta je menšia ako  $V_n = 40,0 \text{ t}$  (resp.  $24 \text{ t}$  pre mosty na miestnych obslužných a účelových cestách), je možné pri prepočte redukovať ich charakteristické hodnoty podľa STN EN 1991-2 pomerom  $V_n/V_{n,rep}$ , kde  $V_n$  predstavuje normálnu zaťažiteľnosť rozhodujúceho prvku alebo časti mosta a  $V_{n,rep}$  označuje hmotnosť reprezentatívneho vozidla normálnej zaťažiteľnosti podľa tabuľky 2 týchto TP.

Výpočet zaťažiteľnosti sa v takom prípade realizuje iteračným postupom.

#### 4.2.8 Návrhové hodnoty dopravných zaťažení

Hodnoty silových parametrov zaťažovacích modelov uvedené v kapitolách 4.2.3 - 4.2.6 predstavujú charakteristické hodnoty zaťaženia cestnou dopravou. V prípade normálneho zaťaženia a zaťaženia na jednu nápravu tieto modely zohľadňujú aj dynamické účinky premenného zaťaženia cestnou dopravou.

Návrhové hodnoty zvislých aj vodorovných zaťažení cestnou dopravou sa stanovujú z charakteristických hodnôt pomocou parciálnych súčiniteľov premenných zaťažení.

Ak sa nepočíta presnejšie, parciálny súčiniteľ účinkov premenného zaťaženia cestnou dopravou sa pri prepočtoch existujúcich mostov môže uvažovať modifikovanou hodnotou  $\gamma_Q = 1,25$ .

V prípade mostov so stavebno-technickým stavom zaradeným do stupňa V - VII podľa [T3] sa uvedená hodnota  $\gamma_Q$  môže použiť len za predpokladu, že poškodenia a poruchy zistené diagnostickým prieskumom boli zohľadnené vo výpočtových modeloch globálnej analýzy a v modeloch odolností prierezov a prvkov mosta.

Poznámka: Hodnota parciálneho súčiniteľa  $\gamma_Q = 1,25$  platí pre kombinačné pravidlo (6.10) v zmysle STN EN 1990 a pre plánovanú zvyškovú životnosť 20 rokov (pozri kapitolu 12). Hodnoty parciálneho súčiniteľa  $\gamma_Q$  účinkov premenného zaťaženia cestnou dopravou je možné stanoviť presnejším postupom uvedeným v prílohe F týchto TP podľa veku mostného prvku a pre konkrétnu hodnotu plánovanej zvyškovej životnosti mosta, ktorú určuje zadávateľ.

#### 4.2.9 Nedopravné zaťaženia

Reprezentatívne hodnoty zaťaženia vetrom sa v prepočtoch mostov na pozemných komunikáciách uvažujú podľa STN EN 1991-1-4. Parciálny súčiniteľ účinkov zaťaženia vetrom sa v prípade prepočtu existujúceho mosta uvažuje hodnotou  $\gamma_{Q,w} = 1,35$ .

Reprezentatívne hodnoty zaťaženia teplotou sa v prepočtoch mostných objektov uvažujú podľa STN EN 1991-1-5. Parciálny súčiniteľ účinkov zaťaženia teplotou sa pri prepočtoch existujúcich mostov uvažuje hodnotou  $\gamma_{Q,T} = 1,35$ .

*Poznámka: Uvedené hodnoty parciálnych súčiniteľov účinkov zaťaženia vetrom a teplotou platia pre kombináčné pravidlo (6.10) v zmysle STN EN 1990 a pre plánovanú zvyškovú životnosť 20 rokov (pozri kapitolu 12). Hodnoty parciálnych súčiniteľov  $\gamma_Q$  účinkov premenného zaťaženia vetrom a teplotou je možné stanoviť presnejším postupom uvedeným v prílohe F týchto TP podľa veku mostného prvku a pre konkrétnu hodnotu plánovanej zvyškovej životnosti mosta, ktorú určuje zadávateľ.*

### 4.3 Materiály a základová pôda

#### 4.3.1 Charakteristické hodnoty vlastností použitých materiálov

Vlastnosti materiálov existujúcich mostov a ich charakteristické hodnoty je potrebné určiť jedným z nižšie uvedených spôsobov:

- na základe prehliadkou overenej dokumentácie mosta s využitím noriem a predpisov platných v dobe jeho návrhu,
- na základe diagnostického prieskumu a skúšok materiálov vykonaných so súhlasom zadávateľa a správcu mosta.

#### 4.3.2 Charakteristiky materiálov

Ak sú základné vlastnosti materiálov existujúceho mosta známe z jeho dokumentácie, príp. z noriem a predpisov platných v čase projektovania mosta a pre daný prípad nevyplyva potreba ich overenia skúškami, vychádza sa pri určovaní zaťažiteľnosti z týchto hodnôt.

#### 4.3.3 Skúšky materiálov

Vlastnosti materiálov sa majú stanoviť skúškami v prípade mostov:

- ak nie je dostupná dokumentácia objektu,
- pri ktorých vzniklo oprávnené podozrenie, že vlastnosti materiálov existujúceho mosta nezodpovedajú vlastnostiam predpokladaným v jeho dokumentácii,
- pri ktorých sa prejavila únava, degradácia či korózia materiálov neočakávaným spôsobom,
- pri ktorých boli zistené poruchy, ktoré mohli byť spôsobené použitím materiálov nevhodných vlastností.

Pri zisťovaní hodnôt vlastností materiálov skúškami sa postupuje podľa STN EN 1990, STN ISO 13822. Pri určovaní vlastností materiálov je možné použiť deštruktívne aj nedeštruktívne metódy, prípadne ich vhodnú kombináciu. V prípade, ak je nutné odoberať vzorky z relevantných nosných častí mosta pre deštruktívne testovanie, je potrebné zabezpečiť súhlas správcu mosta. Miesto, z ktorého bola vzorka materiálu odobratá na laboratórne testovanie, je potrebné vhodným spôsobom sanovať.

Charakteristická hodnota pevnosti materiálu pri určovaní vlastností materiálov skúškami sa stanovuje:

- ako najmenšia z hodnôt zistených skúškami v prípade, ak pri náhodnom aj zámernom výbere vzoriek príp. výbere miest je početnosť vzoriek (miest)  $n \leq 3$ ,
- pri náhodnom výbere pri početnosti vzoriek (miest)  $n > 3$  podľa STN EN 1990 a STN ISO 13822/NA.

#### 4.3.4 Návrhové hodnoty materiálov existujúcich mostov

Návrhová hodnota pevnosti materiálu  $f_d$  sa stanoví zo vzťahu:

$$f_d = f_k / \gamma_M \quad (2)$$

kde:

$f_k$  je charakteristická hodnota pevnosti materiálu;

$\gamma_M$  parciálny súčiniteľ pevnosti materiálu resp. parciálny súčiniteľ pre odolnosť.

Hodnoty parciálnych súčiniteľov pevnosti materiálov, resp. parciálnych súčiniteľov pre odolnosť  $\gamma_M$  existujúcich mostov sú bližšie špecifikované v prílohách A, B, C, D a E týchto TP. Presnejší výpočet ich hodnôt je opísaný v prílohe F.

#### 4.3.5 Základová pôda

Ak sa na moste vyskytujú javy ovplyvňujúce zaťažiteľnosť, ktorých príčinou je založenie mosta, vykoná sa diagnostický prieskum základových pomerov. Jeho súčasťou môže byť aj dlhodobé sledovanie deformácií (sadanie, nakláňanie, pootočenie).

Pri vyšetrovaní základových pomerov sa postupuje podľa STN EN 1997-1 a STN EN 1997-2.

#### 4.4 Kombinácie zaťaženia pre medzné stavy únosnosti

Premenné zaťaženie cestnou dopravou, reprezentované modelom LM1 vrátane zaťaženia brzdnými a rozjazdovými silami a odstredivými silami pri mostoch v oblúku, sa v prepočtoch existujúcich mostov považujú za skupinové viaczožkové zaťaženie cestnou dopravou s pravidlami tvorenia skupín podľa STN EN 1991-2 a STN EN 1991-2/NA1. Každá z týchto skupín zaťaženia, vzájomne sa vylučujúcich, predstavuje jedno charakteristické premenné zaťaženie pre kombináciu s nedopravnými zaťažzeniami.

Kombinácie zaťaženia súčasne sa vyskytujúcich spolu so zaťažením cestnou dopravou sa v prepočtoch existujúcich mostných objektov stanovujú podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2. Súčinitele  $\psi$  pre kombinačné, časté a kvázistále hodnoty premenných zaťažení v trvalých a dočasných návrhových situáciách sa určia z STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2.

V súlade s národnou prílohou k STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2 sa pri výbere kombinačných pravidiel pri prepočtoch mostov z hľadiska MSÚ uprednostňuje kombinácia (6.10) podľa STN EN 1990, pričom je povolené pri jej použití aplikovať modifikované hodnoty parciálnych súčiniteľov účinkov zaťažení platných pre plánovanú zvyškovú životnosť mosta podľa kapitol 4.2.2, 4.2.8 a 4.2.9, ako aj upravené hodnoty parciálnych súčiniteľov pevností materiálov, resp. ich spresnené modifikované hodnoty stanovené podľa prílohy F v týchto TP.

Pri prepočtoch nových mostov a mostov s STS zaradeným do stupňa I – III podľa [T3] sa pripúšťa alternatívne použitie kombinačného pravidla (6.10a) a (6.10b) podľa STN EN 1990, avšak prepočet sa vykonáva na úroveň spoľahlivosti platnej pre nové mosty, vyjadrenej hodnotami parciálnych súčiniteľov podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2.

#### 4.5 Kombinácie zaťaženia pre medzné stavy používateľnosti

V medzných stavoch používateľnosti sa uvažujú kombinácie zaťaženia v trvalých a dočasných návrhových situáciách podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2.

#### 4.6 Výpočtový model a globálna analýza mosta

Pre globálnu analýzu existujúcich mostov sa majú prednostne používať priestorové výpočtové modely umožňujúce presnejšie vystihnúť skutočného pôsobenia a súčasne aj zohľadnenie prípadnej redistribúcie vnútorných síl v dôsledku porúch alebo imperfekcií prvkov, prípadne častí mosta.

Výpočtový model má zohľadňovať aj vplyv poškodení a porúch zistených prehliadkou resp. diagnostickým prieskumom mosta, ktoré ovplyvňujú pôsobenie konštrukcie (napríklad výrazné trhliny, nadmerná deformácia, strata predpätia, zdeformované štíhle tlačené pruhy, významné korozívne úbytky, nefunkčné ložisko, a pod.). V prepočte je potrebné vždy podrobne uviesť predpoklady analýzy konštrukcie mosta, t.j. ktoré poškodenia a poruchy sú zahrnuté v globálnej analýze, resp. ktoré sa musia odstrániť údržbou alebo opravou.

Z hľadiska modelovania pôsobenia materiálov sa odozva nosnej konštrukcie mosta na zaťaženie má stanoviť:

- a) lineárnu pružnostnou globálnou analýzou (LA) s prípadnou vhodnou korekciou nelineárnych vplyvov;
- b) materiálovo nelineárnou analýzou (MNA) so spresnenými modelmi pôsobenia materiálov pri zaťažení alebo zmenou materiálových charakteristík v čase.

V prípade mostov s predpokladaným nelineárnym správaním (zavesené a visuté mosty alebo lávky pre cyklistov a peších), alebo mostov s významnejšími geometrickými imperfekciami nosnej konštrukcie, ktoré môžu podstatne ovplyvniť jej napätosť, je potrebné vykonať geometricky nelineárnu analýzu (GNA), resp. geometricky nelineárnu analýzu s imperfekciami (GNIA) alebo geometricky a materiálovo nelineárnu analýzu s imperfekciami (GMNIA).

Pri voľbe výpočtových modelov sa má primerane zväžiť aj možné spolupôsobenie nenosných častí mostného objektu s jeho nosnou konštrukciou (napríklad spolupôsobenie ríms alebo spolupôsobenie spádovej vrstvy a pod.).

Dynamickú globálnu analýzu je potrebné realizovať iba v špecifických prípadoch štíhlych konštrukcií, ktorých dynamické charakteristiky majú výrazný dopad na MSÚ alebo MSP, (napr. lávky

pre peších a cyklistov a pod.). V ostatných prípadoch je možné uvažovať so zohľadnením dynamických účinkov prostredníctvom dynamického súčiniteľa v zmysle príslušných noriem.

#### 4.7 Predpätie

Veľkosť prepínacích síl sa stanovuje na základe údajov z projektovej dokumentácie. Pri existujúcich mostoch sa musí vykonať diagnostický prieskum podľa kapitoly 5 týchto TP, v rámci ktorého sa vykoná kontrola polohy prepínacích jednotiek a stav predpínacej výstuže najmä s ohľadom na výskyt korózie.

V prípade výskytu korózie je možné charakteristiky pre konkrétne druhy prepínacej výstuže redukovať podľa poznatkov z odbornej literatúry.

Veľkosť predpätia vo vybraných rezoch je možné overiť experimentálnymi diagnostickými metódami (L7) iba so súhlasom zadávateľa a správcu mosta. Možnosti hodnotenia predpätia v existujúcej konštrukcii opisuje príloha A týchto TP.

### 5 Diagnostický prieskum pre stanovenie zaťažiteľnosti mosta

#### 5.1 Všeobecne

Úlohou diagnostického prieskumu je získať alebo doplniť informácie o existujúcom moste pre potreby jeho objektívneho hodnotenia a stanovenia aktuálnej zaťažiteľnosti a objasniť príčiny zistených porúch vrátane ich predpokladaného vývoja. Rozsah potrebného diagnostického prieskumu ovplyvňujú tieto faktory:

- a) existencia projektovej dokumentácie mosta;
- b) výskyt porúch spôsobených degradáciou konštrukčných materiálov;
- c) výskyt porúch spôsobených zmenou statického pôsobenia konštrukcie mosta.

V prípade existencie dokumentácie mosta je potrebné konfrontovať informácie z dokumentácie so skutočným aktuálnym stavom mosta. Ak dokumentácia mosta nie je dostupná, je potrebné zamerať relevantné geometrické parametre mosta a vypracovať náhradnú dokumentáciu v rozsahu požadovanom prepočtom mosta.

V rámci diagnostického prieskumu je potrebné zistiť alebo overiť:

- a) geometrické parametre nosnej konštrukcie a spodnej stavby;
- b) statické pôsobenie a celkové správanie sa mosta pod zaťažením (interakciu medzi jednotlivými konštrukčnými prvkami, medzi nosnou konštrukciou a spodnou stavbou, medzi spodnou stavbou a základovou pôdou);
- c) fyzikálne a mechanické vlastnosti konštrukčných materiálov.

Diagnostický prieskum sa vykonáva na základe vypracovaného programu, ktorý zahŕňa predovšetkým účel prieskumu (pozorovaná charakteristika konštrukcie, materiálu a pod.) a použité skúšobné metódy, t.j. počet, rozmiestnenie a príprava skúšobných miest, použité prostriedky a pomôcky a spôsob vyhodnotenia skúšok. Súčasťou diagnostického prieskumu môže byť aj študijná zaťažovacia skúška. Predpoklady a účel takejto skúšky bližšie popisuje kapitola 13 týchto TP.

Vhodné diagnostické metódy a postupy sú uvedené v [T2].

#### 5.2 Geometrické parametre

V rámci diagnostického prieskumu sa zisťujú alebo overujú všetky rozmery konštrukcie dôležité pre tvorbu aktuálneho výpočtového modelu. Aktuálne geometrické parametre mosta sú podkladom k výpočtu skutočných hodnôt stáleho zaťaženia mosta, čo redukuje neurčitosti vstupných veličín prepočtu mostnej konštrukcie.

Súčasťou zisťovania geometrických parametrov je aj stanovenie rozsahu degradácie konštrukčných materiálov (oslabenie plochy prierezov, plochy výstuže, plochy spojovacích prvkov a pod.) a jej vplyvu na odolnosť prierezov a prvkov mostnej konštrukcie.

#### 5.3 Materiálové charakteristiky

Vlastnosti konštrukčných materiálov sa zisťujú alebo overujú vhodnými metódami podľa [T2]. Dôležité je zistiť zmeny vlastností spôsobené degradačnými vplyvmi a rozsah degradácie.

#### 5.4 Veľkosť predpätia

Pri predpätých mostoch je pri stanovovaní zaťažiteľnosti potrebné určiť aktuálnu veľkosť predpätia, nakoľko dochádza k jeho redukcii v čase vplyvom viacerých faktorov (napr. korózia

predpínacej výstuže, poškodenie kotvenia a pod.) Podrobnejšie je táto problematika spracovaná v prílohe A týchto TP.

## 5.5 Celkové pôsobenie

Celkové pôsobenie nosnej konštrukcie, ako aj celého mosta ovplyvňujú najmä prvky uloženia (ložiská, kĺby), kvalita vzájomných spojení jednotlivých nosných prvkov a zistené poruchy. Je potrebné overiť funkčnosť prvkov uloženia nosnej konštrukcie mosta (napr. možnosť voľného posunu, pootočenia) v projektom požadovanom rozsahu.

## 6 Určovanie zaťažiteľnosti mosta podrobným prepočtom

### 6.1 Všeobecne

Podrobným prepočtom mosta (ďalej len prepočtom mosta) sa rozumie postup stanovenia zaťažiteľnosti analýzou mosta v zmysle STN EN 1990 rešpektujúci zásady príslušných platných predpisov a príslušných platných STN a STN EN. Tento prístup k určovaniu zaťažiteľnosti sa považuje za základný a preferovaný postup. Normy a smernice platné v čase návrhu mostného objektu sa považujú za informatívne podklady.

Prepočet mosta musí vždy obsahovať:

- a) technickú správu k prepočtu mosta;
- b) vlastný prepočet mosta;
- c) prehľad zaťažiteľnosti.

Súčasťou vlastného prepočtu mosta má byť najmä:

- a) dispozičný výkres mosta;
- b) prehľad uvažovaných zaťažení a ich začlenenie do jednotlivých zaťažovacích stavov;
- c) prehľad kombinácií zaťažení uvažovaných pri stanovení zaťažiteľnosti;
- d) opis výpočtového modelu mosta, ako aj zdôvodnenie jeho výberu, opis okrajových podmienok, uloženia, modelovania prípojev jednotlivých prvkov, zohľadnenie predpätia, ďalej opis zohľadnenia excentricít, prípadných nelinearit, zmien prierezových charakteristík vplyvom korózie a pod.;
- e) posúdenie a určenie zaťažiteľnosti všetkých rozhodujúcich prvkov a ich prierezov v prehľadnej forme vrátane vyhodnotenia;
- f) identifikácia a podpis autora prepočtu mosta a osoby, ktorá ho kontrolovala.

V prípade prepočtu existujúceho mostného objektu s poruchami, ktoré nebudú odstránené údržbou alebo opravami, je nutné uviesť spôsob zohľadnenia porúch v použitom výpočtovom modeli mosta ako aj v modeloch odolností jeho príslušných prierezov a prvkov.

Podľa týchto TP sa stanoví aj zaťažiteľnosť nového mosta na základe jeho projektovej dokumentácie a na úrovni spoľahlivosti zodpovedajúcej návrhu mosta.

### 6.2 Normálna zaťažiteľnosť

Normálna zaťažiteľnosť jednotlivých prvkov mosta sa stanovuje metódou parciálnych súčiniteľov z podmienok spoľahlivosti kritérií príslušných medzných stavov uvedených v 4.1 týchto TP.

V prípade MSÚ sa účinky zaťažení rozdeľujú na časť vyvolanú zvislým zaťažením zaťažovacím modelom normálnej zaťažiteľnosti (odvođeným od LM1) a časť vyvolanú ostatnými zaťaženiami (dopravnými aj nedopravnými) pôsobiacimi súčasne so zvislým zaťažením zaťažovacím modelom 1 v zmysle zásad kombinovania zaťažení podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2 a podľa STN EN 1991-2.

Normálna zaťažiteľnosť  $V_n$  mostného prvku sa môže stanoviť podľa všeobecného vzťahu:

$$V_n = \left[ \left( R_d - \sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,n,d,j} \right) / E_{LM1,d} \right] \cdot V_{n,rep}, \quad (t) \quad (3)$$

kde:

$R_d$  je návrhová hodnota odolnosti prierezu alebo prvku mosta;  
 $E_{LM1,d}$  návrhová hodnota účinkov častí zvislého zaťaženia zaťažovacím modelom normálnej zaťažiteľnosti, ktoré sú funkciou zaťažiteľnosti  $V_n$  (pozri kapitolu 4.2.3);



$\sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,n,d,j}$  návrhové, kombinačné, resp. skupinové hodnoty účinkov ostatných zaťažení (stálych, dopravných a nedopravných), ktoré pôsobia súčasne so zvislým normálnym zaťažením cestnou dopravou, vrátane účinkov častí zaťažovacieho modelu normálnej zaťažiteľnosti, ktoré nie sú funkciou zaťažiteľnosti  $V_n$ ;  
 $V_{n,rep}$  hmotnosť reprezentatívneho vozidla normálnej zaťažiteľnosti v tonách.

Hodnoty hmotností reprezentatívneho vozidla  $V_{n,rep}$  sú uvedené v tabuľke 2 týchto TP.

### 6.3 Zaťažiteľnosť na jednu nápravu

Zaťažiteľnosť na jednu nápravu  $V_a$  je možné stanoviť s využitím schémy zaťažovacieho modelu 2 podľa obrázku 2 zo všeobecného vzťahu:

$$V_a = \left[ \left( R_d - \sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,a,d,j} \right) / E_{LM2,d} \right] \cdot V_{a,rep} \quad (t) \quad (4)$$

kde:

$E_{LM2,d}$  je návrhová hodnota účinkov zvislého zaťaženia cestnou dopravou na jednu nápravu reprezentovaného zaťažovacím modelom zaťažiteľnosti na jednu nápravu;

$\sum_{i=1}^{n-1} E_{rs,a,d,j}$  návrhové hodnoty účinkov ostatných zaťažení, ktoré pôsobia súčasne so zvislým zaťažením na jednu nápravu;

$V_{a,rep}$  hmotnosť reprezentatívnej nápravy pre zaťažiteľnosť na jednu nápravu v tonách.

Hodnoty hmotností reprezentatívneho vozidla  $V_{a,rep}$  sú uvedené v tabuľke 2 týchto TP.

### 6.4 Ojedinelá zaťažiteľnosť

Ojedinelá zaťažiteľnosť  $V_i$  sa stanoví s využitím zaťažovacieho modelu LM3-1, odvodeného od zvláštneho vozidla 900/150 podľa STN EN 1991-2 za podmienok prejazdu cez most opísaných v 4.2.5, zo všeobecného vzťahu:

$$V_i = \left[ \left( R_d - \sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,i,d,j} \right) / E_{LM3-1,d} \right] \cdot V_{i,rep} \quad (t) \quad (5)$$

kde:

$E_{LM3-1,d}$  je návrhová hodnota účinkov zvislého ojedinelého zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného zaťažovacím modelom LM3-1;

$\sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,i,d,j}$  návrhové, resp. časté hodnoty účinkov ostatných zaťažení (stálych, dopravných a nedopravných), ktoré pôsobia súčasne s ojedinelým zaťažením;

$V_{i,rep}$  hmotnosť reprezentatívneho vozidla ojedinelej zaťažiteľnosti v tonách.

### 6.5 Výnimočná zaťažiteľnosť

Výnimočná zaťažiteľnosť  $V_e$  sa stanoví s využitím zaťažovacieho modelu LM3-2, odvodeného od zvláštneho vozidla 3000/240 podľa STN EN 1991-2 za podmienok prejazdu cez most opísaných v 4.2.6, zo všeobecného vzťahu:

$$V_e = \left[ \left( R_d - \sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,e,d,j} \right) / E_{LM3-2,d} \right] \cdot V_{e,rep} \quad (t) \quad (6)$$

kde:

$E_{LM3-2,d}$  je návrhová hodnota účinkov zvislého výnimočného zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného zaťažovacím modelom LM3-2;

$\sum_{j=1}^{n-1} E_{rs,e,d,j}$  návrhové hodnoty účinkov ostatných zaťažení, ktoré pôsobia súčasne s výnimočným zaťažením;  
 $V_{e,rep}$  hmotnosť reprezentatívneho vozidla výnimočnej zaťažiteľnosti v tonách.

Hodnoty hmotností reprezentatívnych vozidiel  $V_{i,rep}$  a  $V_{e,rep}$  sú uvedené v tabuľke 2.

## 6.6 Hmotnosti reprezentatívnych vozidiel pri určovaní zaťažiteľnosti

Hodnoty hmotností reprezentatívnych vozidiel pri určovaní zaťažiteľnosti sú pre jednotlivé kategórie zaťažiteľností uvedené v súhrnnej tabuľke 2.

Tabuľka 2 - Hmotnosti reprezentatívnych vozidiel

Kategória pozemnej komunikácie	$V_{n,rep}$ (t)	$V_{a,rep}$ (t)	$V_{i,rep}$ (t)	$V_{e,rep}$ (t)
Diaľnice, rýchlostné cesty, cesty I., II., a III. triedy	40,0	40,0	90,0	300,0
Miestne obslužné a účelové cesty	24,0	40,0	-	-

## 6.7 Posúdenie na únavu

Overenie medzného stavu únavového porušenia sa vyžaduje najmä pri mostoch, na ktorých bolo identifikované poškodenie únavou, alebo na ktorých sa dodatočne vykonali konštrukčné úpravy s cieľom zvýšenia zaťažiteľnosti, príp. na konštrukciách so zvýšeným rizikom únavového porušenia (konštrukcie s nesprávne riešenými konštrukčnými detailmi, konštrukcie s výrazne štíhlými prvkami, ktorých kmitanie môže vyvolať porušenie únavou, konštrukcie staršie ako 100 rokov a pod).

Pri overení sa použije postup zjednodušenou metódou ekvivalentného rozkmitu napätia, v ktorej sa prevádzkové zaťaženie cestnou dopravou vyjadrí pomocou zaťaženia únavovým modelom 3 (FLM3) podľa STN EN 1991-2.

Alternatívne je možné vykonať overenie únavovej odolnosti s presnejším modelom únavového zaťaženia, t.j. pomocou spektier rozkmitov napätí získaných z vyhodnotenia nameranej histórie napäťovej odozvy nosnej konštrukcie mosta na reálne prevádzkové zaťaženie (únavový model 5) alebo z vyhodnotenia histórie napäťovej odozvy na zaťaženie skupinou normalizovaných nákladných vozidiel (únavový model 4). Postup pre získanie a vyhodnotenie spektier rozkmitov napätí je uvedený v STN EN 1993-1-9.

Overenie medzného stavu únavového porušenia sa vykonáva v súlade s príslušnými STN EN pre navrhovanie mostov a ustanoveniami v prílohách A až E týchto TP. Zaťažiteľnosť prvku mosta pozemnej komunikácie z medzného stavu únavového porušenia sa stanovuje podľa ustanovení v prílohách A až E týchto TP.

## 6.8 Medzné stavy použiteľnosti

### 6.8.1 Všeobecne

MSP je potrebné posúdiť z hľadiska príslušných podmienok a kritérií stanovených pre jednotlivé mosty v STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2 alebo STN EN 1991-2, príp. zohľadniť možné úľavy uvedené v prílohách A až E týchto TP pre jednotlivé druhy mostov podľa materiálu ich zhotovenia.

Všeobecne sa požaduje overenie MSP uvedených v 4.1 týchto TP.

Pokiaľ nie je stanovené inak príslušnými STN a STN EN pre navrhovanie mostov, uvažujú sa pri overovaní MSP hodnoty parciálnych súčiniteľov pre stanovenie návrhových hodnôt účinkov zaťažení aj odolností prierezov a prvkov mostov podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2 hodnotami  $\gamma_{F,ser} = \gamma_{M,ser} = 1,0$ .

### 6.8.2 Obmedzenie napätí

Zaťažiteľnosť prvku mosta z hľadiska medzného stavu použiteľnosti definovaného obmedzením napätí sa stanovuje zo všeobecnej podmienky, že návrhové účinky zaťaženia zodpovedajúce stanovenej zaťažiteľnosti sa práve rovnajú hodnote pružnej odolnosti tohto prvku definovanej normami pre navrhovanie mostov. Postup stanovenia zaťažiteľnosti pre tento MSP je uvedený v prílohách A až E pre jednotlivé druhy mostov podľa materiálu ich zhotovenia.

### 6.8.3 Obmedzenie pretvorení z hľadiska bezpečnosti dopravy

V prípade MSP obmedzenie pretvorení z hľadiska bezpečnosti dopravy sa stanovuje len normálna zaťažiteľnosť  $V_n$  z podmienky, že pretvorenie nosnej konštrukcie mosta zodpovedajúce stanovenej hodnote normálnej zaťažiteľnosti sa práve rovná jej medznej hodnote limitujúcej použiteľnosť mosta, definovanej príslušnými normami a NA vydaným k nim, alebo ustanoveniami v prílohách A až E týchto TP.

Normálnu zaťažiteľnosť  $V_n$  z hľadiska kritérií neprípustných pretvorení definuje všeobecný vzťah v tvare:

$$V_n = \left[ (\delta_{lim} - \sum_{j=1}^{n-1} \delta_{rs,j}) / \delta_{LM1} \right] \cdot V_{n,rep}, \quad (t) \quad (7)$$

kde:

$\delta_{lim}$	je medzná hodnota pretvorenia podľa kritéria príslušného medzného stavu použiteľnosti, ktorú udávajú NA k príslušným STN EN pre navrhovanie mostov;
$\delta_{LM1}$	hodnota pretvorenia vyvolaná časťou zvislého normálneho zaťaženia cestnou dopravou, reprezentovanou zaťažovacím modelom normálneho zaťaženia, ktorá je funkciou zaťažiteľnosti $V_n$ (pozri 4.2.3);
$\sum_{j=1}^{n-1} \delta_{rs,j}$	hodnoty pretvorenia od ostatných relevantných zaťažení, vrátane častí zaťažovacieho modelu normálneho zaťaženia, ktoré nie sú funkciou zaťažiteľnosti $V_n$ a ktoré pôsobia súčasne so zvislým normálnym zaťažením cestnou dopravou v prípade, že neboli eliminované vonkajším zásahom (napríklad nadvýšením nosnej konštrukcie);
$V_{n,rep}$	hmotnosť reprezentatívneho vozidla pre normálnu zaťažiteľnosť v tonách.

### 6.8.4 Vznik neprijateľných kmitaní

Overenie tohto MSP sa vykonáva na základe dohody so zadávateľom. Zaťažiteľnosť príslušného prvku mosta sa z tohto medzného stavu nestanovuje. Výsledkom posúdenia môže byť napríklad obmedzenie maximálnej rýchlosti dopravy na moste.

Overenie tohto MSP sa požaduje pri prepočtoch lávok pre cyklistov a peších. Postupuje sa podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2 a kapitoly 10.3 týchto TP.

### 6.8.5 Kontrola trhlín

Overenie MSP kontroly trhlín, prípadne stanovenie zaťažiteľnosti z tohto medzného stavu sa aplikuje pri predpätých častiach a prvkoch mostov. Postupuje sa podľa zásad v prílohe A týchto TP a príslušných ustanovení v STN EN 1992-1-1 a STN EN 1992-2.

*Poznámka: V prípade stanovovania zaťažiteľnosti združených mostov je potrebné rešpektovať pravidlá pre mosty s kombinovanou cestnou a železničnou dopravou uvedené v STN EN 1991-2/NA, ktoré definujú umiestnenia zaťažovacích modelov cestnej a železničnej dopravy na združenom moste. Vlastné stanovenie zaťažiteľnosti sa riadi zásadami uvedenými pre prepočty a určovanie jednotlivých druhov zaťažiteľností v týchto TP.*

## 7 Určovanie zaťažiteľnosti mosta kombinovaným postupom

### 7.1 Všeobecne

Zaťažiteľnosť stanovená kombinovaným postupom predstavuje kombináciu podrobného prepočtu, ktorý sa uplatní v častiach konštrukcie, ktoré boli overované prehliadkou alebo diagnostickým prieskumom, a náhradnej analýzy mosta, ktorá sa uplatní pri určovaní predpokladaného vystuženia betonárskou, prípadne predpínacou výstužou v častiach konštrukcie, kde nie je možné zistiť vystuženie bežnými diagnostickými metódami.

Kombinovaný postup je možné použiť v prípade, kedy k mostu nie je dostupná dokumentácia a niektoré oblasti konštrukcie nie je možné plnohodnotne diagnostikovať z dôvodu ich technickej nedostupnosti (napr. vedenie výstuže nad podperou a pod.). Tento postup sa môže uplatniť v prípade betónových a spriahnutých ocelobetónových mostov.

### 7.2 Podklady pre náhradnú analýzu mosta

Pri náhradnej analýze je dôležité poznať rok uvedenia mosta do prevádzky, príp. roky, keď bola mostná konštrukcia opravovaná, pričom pri oprave došlo k staticky významným zmenám (rozšírenie,

zosilnenie). Ako podklady sa použijú normy a predpisy platné v čase bezprostredne pred výstavbou, prípadne opravou objektu. Je možné použiť i pomôcky, ktoré obsahujú údaje o starších normách a predpisoch.

### 7.3 Postup pri náhradnej analýze

Výpočtový model konštrukcie mosta sa určí na základe zistených rozmerov a na základe diagnostického prieskumu sa určia podmienky uloženia a väzby prvkov. Pričný roznos alebo spojitosť polí či funkčnosť kĺbov v prípade viacpoľovej konštrukcie je možné overiť zaťažovacou skúškou v súlade s kapitolou 13 týchto TP.

Analýzou sa stanoví priebeh vnútorných síl a v rozhodujúcich prierezoch sa nadimenzuje plocha výstuže v súlade s platnými normami a predpismi v čase návrhu mosta. Materiálové charakteristiky sa určia s využitím 5.3 a prílohy A. Stanovené dimenzie prierezov a výstuže sa použijú pri stanovení zaťažiteľnosti kombinovaným postupom.

## 8 Určovanie zaťažiteľnosti mosta odborným odhadom

### 8.1 Všeobecne

Určenie zaťažiteľnosti odborným odhadom (O) sa uplatňuje vtedy, ak nie je možné postupovať inak, teda najmä:

- ak nie sú k dispozícii podklady na určenie zaťažiteľnosti presnejším postupom;
- v časovej tiesni (posúdenie prejazdu mimoriadnej prepravy, alebo konkrétneho nadmerného vozidla a pod.);
- v iných prípadoch odôvodnených správcom mostného objektu na základe vyjadrenia osoby oprávnenej k výkonu takejto činnosti.

Tento spôsob stanovenia zaťažiteľnosti mosta sa môže aplikovať len vtedy, ak skutočný stavebno-technický stav mosta jednoznačne neovplyvňuje hodnotu zaťažiteľnosti, teda most je zaradený z hľadiska jeho stavebno-technického stavu do stupňa I-IV podľa [T3]. Ak sa na moste vyskytujú poruchy preukázateľne ovplyvňujúce jeho zaťažiteľnosť, je nutné pristúpiť k stanoveniu zaťažiteľnosti prepočtom.

### 8.2 Postup pri určovaní zaťažiteľnosti odborným odhadom

Pomôckou na určenie zaťažiteľnosti odborným odhadom môže byť porovnanie účinkov pôvodného návrhového modelu zaťaženia vrátane príslušného dynamického súčiniteľa, znížených o hodnotu prípadného prírastku účinkov od stáleho zaťaženia, a zaťažovacieho modelu 1 pre rozhodujúce vnútorné sily. Rozhodujúce vnútorné sily a ich vplyvové čiary (ak sa nepostupuje inak) stanoví spracovateľ odhadu.

Normálnu zaťažiteľnosť  $V_n$  je možné potom stanoviť pomocou orientačného vzťahu:

$$V_n = \left[ (E_{QL,k} - \Delta E_{G,k}) / E_{LM1,k} \right] \cdot V_{n,rep}, \quad (t) \quad (8)$$

kde:

$E_{QL,k}$	je charakteristická hodnota účinkov zvislého normálneho zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného modelom normálneho zaťaženia platným v čase návrhu mosta, vrátane zodpovedajúceho vtedy platného dynamického súčiniteľa;
$\Delta E_{G,k}$	charakteristická hodnota prírastku účinkov stáleho zaťaženia v dôsledku priťaženia mostného objektu dodatočným zaťažením (napr. zmenou mostného zvršku, úpravou ríms, chodníkov a pod.);
$E_{LM1,k}$	charakteristická hodnota účinkov zvislého normálneho zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného zaťažovacím modelom 1;
$V_{n,rep}$	hmotnosť reprezentatívneho vozidla pre normálnu zaťažiteľnosť v tonách podľa tabuľky 2.

Platnosť takto stanovenej hodnoty normálnej zaťažiteľnosti sú 2 roky. Po uplynutí tejto doby platnosti sa musí pristúpiť k spresneniu hodnoty zaťažiteľnosti podrobným prepočtom.

Rovnako, ak je to potrebné, sa stanoví ojedinelá, prípadne výnimočná zaťažiteľnosť mosta, pomocou vzťahu (8) zámenou charakteristických účinkov normálneho zaťaženia cestnou dopravou za účinky charakteristického ojedinelého, resp. výnimočného zaťaženia.

## 9 Zaťažiteľnosť spodnej stavby mosta

Súčasťou prepočtu mosta je aj zhodnotenie stavu jeho spodnej stavby a prípadne aj určenie jej zaťažiteľnosti. Kategória zaťažiteľnosti prvkov a častí spodnej stavby mosta a tým aj spôsob a metodika určenia zaťažiteľnosti sa určí na základe dohody spracovateľa prepočtu mosta a zadávateľa.

Ak po overení skutočného stavu mosta spodná stavba nevykazuje viditeľné poruchy, je možné zaťažiteľnosť spodnej stavby alebo jej časti určiť odborným odhadom podľa kapitoly 8.2 v týchto TP.

V prípade zistenia porúch, ktoré môžu byť spôsobené nedostatočnou odolnosťou prvkov a častí spodnej stavby, príp. viditeľných deformácií vyvolaných sadaním spodnej stavby alebo jej častí, je potrebné posúdiť spodnú stavbu alebo jej časť a stanoviť jej zaťažiteľnosť prepočtom. V takom prípade je nutné vykonať diagnostický prieskum spodnej stavby mostného objektu a zistiť charakteristiky potrebné pre určenie zaťažiteľností jednotlivých častí spodnej stavby prepočtom. Spracovateľ prepočtu posúdi nosné časti spodnej stavby vrátane založenia, posúdi napätosť v základovej škáre a v jednotlivých prierezoch a overí stabilitu jednotlivých častí spodnej stavby proti preklopeniu a posunutiu na účinky zaťaženia a ich príslušné kombinácie. Ak na uvedené účinky zaťaženia spodná stavba, príp. jej časť nevyhovuje, určí sa jej zaťažiteľnosť (normálna, ojedinelá, výnimočná) z kritéria nevyhovujúceho medzného stavu pre príslušný zaťažovací model zaťažiteľnosti mosta.

V prípade pochybností o hodnovernosti zistených údajov alebo správnosti voľby výpočtového modelu spodnej stavby je možné na základe dohody spracovateľa prepočtu a zadávateľa pristúpiť k experimentálnemu overeniu správania sa spodnej stavby alebo jej časti zaťažovacou skúškou v súlade s kapitolou 13 týchto TP.

## 10 Zaťažiteľnosť lávok pre cyklistov a peších

### 10.1 Všeobecne

Pri lávkach pre cyklistov a peších sa stanovuje len normálna zaťažiteľnosť. Zaťažovací model pre určenie normálnej zaťažiteľnosti lávok pre cyklistov a peších z hľadiska MSÚ je reprezentovaný premenným rovnomerným zaťažením  $q_{fk}$  podľa STN EN 1991-2. V prípade lávok pre peších sa má uvažovať spolu so zvislým premenným rovnomerným zaťažením aj horizontálna sila  $Q_{fk}$  podľa STN EN 1991-2 pôsobiaca pozdĺž osi nosnej konštrukcie v úrovni povrchu vozovky.

Pri stanovení zaťažiteľnosti lávok pre cyklistov a peších sa majú rešpektovať kombinačné pravidlá podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2 pre kombinovanie dopravného zaťaženia cyklistami a chodcami s nedopravnými zaťaženiami. Odporúčané hodnoty súčiniteľov  $\psi$  pre lávky pre cyklistov a peších sa uvažujú podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2.

Návrhové hodnoty účinkov zaťaženia cyklistickou a pešou dopravou sa stanovujú pomocou charakteristických hodnôt tohto premenného zaťaženia a parciálneho súčiniteľa premenného zaťaženia cyklistickou a pešou dopravou, ktorý sa pri prepočtoch z hľadiska MSÚ uvažuje hodnotou  $\gamma_Q = 1,25$ .

*Poznámka: Hodnota parciálneho súčiniteľa  $\gamma_Q = 1,25$  platí pre kombinačné pravidlo (6.10) v zmysle STN EN 1990 a pre plánovanú zvyškovú životnosť 20 rokov (pozri kapitolu 12). Hodnoty parciálneho súčiniteľa  $\gamma_Q$  účinkov premenného zaťaženia cyklistickou a pešou dopravou je možné stanoviť presnejším postupom uvedeným v prílohe F týchto TP podľa veku mostného prvku a pre konkrétnu hodnotu plánovanej zvyškovej životnosti mosta, ktorú určuje zadávateľ.*

### 10.2 Normálna zaťažiteľnosť lávok pre cyklistov a peších

Normálna zaťažiteľnosť lávok pre peších a cyklistov je najväčšia prípustná hodnota plošného rovnomerného zaťaženia, aplikovaného v najúčinnejšej polohe na konštrukcii. Pre účely evidencie sa toto rovnomerné zaťaženie vyjadruje v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Ak je zaťažiteľnosť lávky pre cyklistov a peších menšia, ako je hodnota  $q_{fk} = 2,5 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$  podľa STN EN 1991-2, je potrebné obmedziť jej prevádzku jedným z nižšie uvedených spôsobov:

- zmenšením voľnej šírky na lávke;
- obmedzením výskytu chodcov na lávke informatívnou tabuľkou (napr. upozorňujúcim na zákaz zhromažďovania osôb, dodržiavania rozstupov a pod.).

Lávky pre cyklistov a peších, na ktorých sa predpokladá prejazd služobného vozidla, sa majú posúdiť na účinky zaťažovacieho modelu  $Q_{serv}$  podľa STN EN 1991-2 spolu s príslušným vodorovným zaťažením  $Q_{fk}$  podľa STN EN 1991-2.

### 10.3 Overenie lávok pre cyklistov a peších na MSP

Lávky pre cyklistov a peších majú spĺňať kritéria MSP vzhľadom na kmitanie lávok vyvolané pešou dopravou z hľadiska pohodlia pre peších podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2. Pri

nesplnení uvedených kritérií je možné odporučiť vhodné konštrukčné opatrenia na zlepšenie stavu, ako napr. tlmíče a pod.

Pri oceľových, spriahnutých oceľobetónových a drevených lávkach pre cyklistov a peších sa overuje, a ak je to potrebné, aj stanovuje zaťažiteľnosť z MSP obmedzenia pretvorenia z hľadiska bezpečnosti dopravy. Limitné hodnoty priehybov lávok pre cyklistov a peších sú uvedené v STN EN 1993-2 a STN EN 1995-2.

## 11 Zaťažiteľnosť ekoduktov

Ekodukty (zelené mosty) primárne slúžia na prechod zvierat a osôb ponad dopravnú cestu (biokoridor). Zároveň však môžu slúžiť aj na prechod dopravy. Bližšie je tento typ migračných objektov opísaný v [T5].

Globálna analýza objektu ekoduktu sa vykoná podľa odporúčaní v prílohách A až E v závislosti od použitých materiálov, z ktorých je ekodukt zhotovený.

Pri ekoduktoch, cez ktoré sa predpokladá prejazd vozidiel a boli navrhované na účinky zaťaženia cestnou dopravou, sa posudzujú a ich zaťažiteľnosť stanovuje rovnako ako pre kategóriu cesty „Miestne obslužné a účelové cesty“ s príslušnými hodnotami kategorizačných súčiniteľov  $\alpha_{Qi}$  a  $\alpha_{qi}$  uvedenými v STN EN 1991-2/NA1 postupmi opísanými v kapitole 6 týchto TP.

Ekodukty navrhované bez možnosti prejazdu vozidiel sa posudzujú a zaťažiteľnosť sa určuje rovnako ako pri lávkach pre cyklistov a peších. Súčasne sa tento typ ekoduktu posúdi na prejazd servisného vozidla  $Q_{serv}$  podľa STN EN 1991-2.

V prípade pochybností o hodnovernosti zistených údajov alebo správnosti voľby výpočtového modelu objektu ekoduktu je možné na základe dohody spracovateľa prepočtu a zadávateľa a možnosti prístupu skúšobného zaťaženia overiť správanie sa ekoduktu experimentálnym overením objektu zaťažovacou skúškou v súlade s kapitolou 13 týchto TP.

## 12 Zvyšková životnosť mostných objektov

### 12.1 Všeobecne

V týchto TP je aplikovaná pri stanovovaní zaťažiteľnosti existujúcich mostov a lávok pre cyklistov a peších modifikovaná úroveň spoľahlivosti, ktorá vychádza z predpokladu pravidelnej kontroly mostných objektov v rámci pravidelnej dohliadacej činnosti poskytujúcej informácie o ich aktuálnom stavebno-technickom stave. Tieto údaje predstavujú zdroj informácií redukujúci neistoty vstupných parametrov procesu overovania spoľahlivosti. Modifikácia súčasne zohľadňuje fakt, že spoľahlivosť existujúcich mostných objektov sa v rámci prepočtov overuje na zvyškovú životnosť, pre ktorú sa určuje aj ich zaťažiteľnosť, pričom zvyšková životnosť existujúceho mostného objektu je preukázateľne nižšia ako návrhová životnosť novostavby. Tieto úvahy možno s využitím matematickej teórie pravdepodobnosti spracovať a pre posudzovanie existujúcich mostných objektov tak pripustiť nižšiu úroveň spoľahlivosti, než aká platí pri posudzovaní novostavieb (L5, L6), nakoľko tento prístup zohľadňuje pozitívny efekt dohliadacej činnosti zabezpečujúci rovnakú spoľahlivosť, s akou sú mostné objekty navrhované.

Pomocou aparátu matematickej teórie spoľahlivosti boli spracované úrovne spoľahlivosti pre nosné prvky existujúcich mostných objektov v závislosti od ich veku a plánovanej zvyškovej životnosti, ktorú stanovuje zadávateľ pri zadávaní predpokladov prepočtu mostného objektu. Modifikované úrovne spoľahlivosti sú definované hodnotami indexu spoľahlivosti  $\beta_t$  uvedené v tabuľke F1 v prílohe F v závislosti od veku konštrukčného prvku a jeho plánovanej zvyškovej životnosti.

V prípade mostov so stavebno-technickým stavom zaradeným do stupňa V - VII podľa [T3] sa môže aplikovať modifikovaná úroveň spoľahlivosti len za predpokladu, že poškodenia a poruchy zistené diagnostickým prieskumom boli zohľadnené vo výpočtových modeloch globálnej analýzy a v modeloch odolností prierezov a prvkov mosta.

Pri prepočtoch a určovaní zaťažiteľnosti existujúceho mostného objektu je možné postupovať dvoma postupmi opísanými nižšie. V oboch postupoch sa požaduje aplikácia kombinačného pravidla (6.10) v zmysle STN EN 1990.

Pri prepočtoch nových mostných objektoch a mostov zaradených do stupňa I – III podľa [T3] sa alternatívne pripúšťa v zmysle kapitoly 4.4 použitie kombinačného pravidla (6.10a) a (6.10b) podľa STN EN 1990, avšak prepočet sa vykonáva na úroveň spoľahlivosti platnej pre nové mosty, vyjadrenej hodnotami parciálnych súčiniteľov podľa STN EN 1990, Zmena A1, príloha A2. Táto alternatívne stanovená zaťažiteľnosť zohľadňuje zvyškovú životnosť mostného objektu 100 rokov.

Voľbu postupu stanovenia zaťažiteľnosti určuje zadávateľ po dohode so spracovateľom prepočtu.

## 12.2 Stanovenie zaťažiteľnosti mostného objektu s ohľadom na zvyškovú životnosť

### 12.2.1 Zjednodušený postup

Zaťažiteľnosť mostných objektov stanovená podľa kapitol 4 až 11 rešpektuje zjednodušenú modifikáciu úrovne spoľahlivosti. Modifikované hodnoty parciálnych súčiniteľov účinkov zaťaženia a parciálnych súčiniteľov spoľahlivosti materiálov sú stanovené jednotne pre index spoľahlivosti  $\beta_t = 3,5$ , pri zodpovedajúcej plánovanej zvyškovej životnosti 20 rokov, čo je súčasne maximálna doba platnosti prepočtu mostného objektu, ak počas tejto doby nedošlo k zmenám preukázateľne ovplyvňujúcim jeho zaťažiteľnosť. Pomocou týchto hodnôt parciálnych súčiniteľov spracovateľ prepočtu stanoví návrhové hodnoty účinkov zaťaženia a odolností prierezov a prvkov mostných objektov a určí zaťažiteľnosť postupmi opísanými v kapitolách 6 až 11.

Tento postup je vhodné aplikovať pri určovaní zaťažiteľnosti mostných objektov so stavebno-technickým stavom zaradeným do stupňa I - IV podľa [T3].

### 12.2.2 Presnejší postup

Presnejšie stanovenie parciálnych súčiniteľov účinkov zaťaženia a spoľahlivosti materiálov konštrukčného prvku mostného objektu uvádza príloha F. Spracovateľ prepočtu si na základe dohody so zadávateľom zvolí podľa veku konštrukčného prvku (veku mostného objektu) a dohodnutej plánovanej zvyškovej životnosti modifikovanú úroveň spoľahlivosti vyjadrenú indexom spoľahlivosti  $\beta_t$  (tabuľka F1 v prílohe F) a použitím vzťahov, resp. tabuliek v prílohe F určí hodnoty parciálnych súčiniteľov účinkov jednotlivých zaťažení a pevností materiálov. S pomocou týchto modifikovaných hodnôt parciálnych súčiniteľov stanoví návrhové hodnoty účinkov zaťaženia a odolnosti prierezov a prvkov mostných objektov a stanoví ich zaťažiteľnosť postupmi opísanými v kapitolách 6 až 11.

Aplikácia presnejšieho postupu stanovenia zaťažiteľnosti sa predpokladá pri mostných objektoch so stavebno-technickým stavom zaradeným do stupňa V – VII podľa [T3].

## 13 Zaťažovacie skúšky

### 13.1 Všeobecne

Zaťažovacie skúšky umožňujú získať objektívne informácie o správaní sa mostnej konštrukcie pod zaťažením. Pri určovaní zaťažiteľnosti mostov je možné využiť nasledujúce zaťažovacie skúšky:

- študijná zaťažovacia skúška;
- overovacia zaťažovacia skúška.

### 13.2 Študijná zaťažovacia skúška

Študijná zaťažovacia skúška môže byť statická, dynamická alebo kombinovaná. Študijná zaťažovacia skúška sa vykoná na základe vypracovaného pracovného programu, v ktorom sa stanoví, ktoré vlastnosti sa budú pomocou tohto typu zaťažovacej skúšky sledovať a vyhodnocovať. Účinnosť skúšobného zaťaženia pri študijnej zaťažovacej skúške je závislá od účelu meraní, nesmie však prekročiť aktuálne platnú hodnotu zaťažiteľnosti prepočítavaného mosta. Zaťaženie sa aplikuje na konštrukciu v postupných zaťažovacích krokoch. V každom zaťažovacom kroku sa dôsledne dbá na ustálenie sledovanej veličiny. Ak nedôjde k ustáleniu do 30 min, zaťaženie sa nezvyšuje.

Študijnou zaťažovacou skúškou je možné overiť a spresniť:

- vzájomné väzby konštrukčných prvkov a ich funkčnosť:
  - roznos zaťaženia v priečnom smere;
  - spojitosť nosnej konštrukcie nad podperami (prenos zaťaženia medzi jednotlivými mostnými poľami);
  - funkčnosť kĺbov a ložísk;
  - tuhosť konštrukcie (napr. pri pochybnosti o spriahnutí);
- aktivitu trhlín;
- aktuálny stav predpätia;
- dynamické charakteristiky nosnej konštrukcie mosta:
  - vlastné frekvencie a tvary kmitania;
  - dynamický súčiniteľ nosnej konštrukcie mosta;
  - útlmové charakteristiky nosnej konštrukcie mosta;
  - zrýchlenia budené na povrchu mostovky v prípade lávok.
- prierezové a materiálové charakteristiky prvkov a častí mosta.

Podľa výberu skúmaných veličín sa stanovuje spôsob a rozsah meraní. V rámci pracovného programu študijnej zaťažovacej skúšky sa vypracuje predbežný výpočtový model a na jeho základe sa

vypočítajú hodnoty sledovaných veličín (priehyby, posuny, pootočená, pomerné deformácie, vlastné frekvencie a pod.) od účinkov navrhnutého skúšobného zaťaženia. Na základe vyhodnotenia výsledkov meraní sa vykoná verifikácia výpočtového modelu nosnej konštrukcie mosta. Vyhodnotenie statických a/alebo dynamických charakteristík mosta sa môže vykonať aj podľa STN 73 6209. Za vypracovanie pracovného programu skúšky, jej samotný priebeh, ako aj za získané dáta využité pri prepočte mosta zodpovedá pri študijnej zaťažovacej skúške spracovateľ prepočtu.

### 13.3 Overovacia zaťažovacia skúška

Overovacia zaťažovacia skúška sa vykonáva v prípade, že pri stanovení zaťažiteľnosti sa objavili neistoty, ktoré môžu ovplyvniť presnosť prepočtu mosta a zaťažovacou skúškou sa overuje/potvrďuje zaťažiteľnosť.

Overovaciu zaťažovaciu skúšku môže realizovať len pracovisko spôsobilé vykonávať zaťažovacie skúšky mostov na základe platného osvedčenia o akreditácii vydaného SNAS. Pracovný program skúšky podlieha schváleniu zadávateľom prepočtu. Program, príprava, realizácia a vyhodnotenie zaťažovacej skúšky sa vykonáva podľa STN 73 6209. Voľbe skúšobného zaťaženia musí predchádzať podrobný prepočet mosta, ktorým sa stanoví skúšobné zaťaženie tak, aby vyvolalo silový účinok adekvátny prepočtom stanovenej zaťažiteľnosti. Účinnosť skúšobného zaťaženia  $\eta$  sa vzťahuje k stanovenej zaťažiteľnosti. Vzhľadom na to, že sa jedná o overovaciu zaťažovaciu skúšku, odporúča sa, aby účinnosť skúšobného zaťaženia spĺňala podmienku  $0,80 \leq \eta \leq 1,00$ .

Zaťaženie pre daný zaťažovací stav sa na konštrukciu umiestňuje postupne (min v troch zaťažovacích stupňoch). Pri každom zaťažení sa dôsledne dbá na ustálenie sledovanej deformácie alebo inej sledovanej veličiny. Ak nedôjde k ustáleniu do 30 min, zaťaženie sa nezvyšuje.

Počas zaťažovania sa sleduje mostný objekt. V prípade vzniku javov signalizujúcich vyčerpanie odolnosti nosných prvkov konštrukcie (rozvoj trhlín, uvoľňovanie spojov, vybočenie prútov, vydutie stien, vyčerpanie kapacity ložísk, mostných záverov a pod.) sa zaťaženie ďalej nezvyšuje.

Zaťažiteľnosť zistená zaťažovacou skúškou sa považuje za overenú/potvrdenú, ak namerané hodnoty spĺňajú požiadavky STN 73 6209.

Ak zaťažovacou skúškou zistená zaťažiteľnosť nezodpovedá hodnote stanovenej prepočtom mosta, je potrebné overiť správnosť hodnôt geometrických parametrov mosta a materiálových charakteristík jeho prvkov a modifikovať výpočtový model konštrukcie mosta, príp. zvoliť presnejšiu globálnu analýzu rešpektujúcu možné nelineárne správanie mosta alebo jeho častí a prvkov (GNA, GNIA, GMNIA).

## 14 Evidencia zaťažiteľnosti

### 14.1 Všeobecne

Evidenciu zaťažiteľností mostov zabezpečuje vlastník/správca.

V evidencii zaťažiteľností mostov sa uvedú všetky druhy zaťažiteľnosti požadované podľa týchto TP. Zaťažiteľnosť normálna, ojedinelá a výnimočná sa stanovujú pre všetky mosty na pozemných komunikáciách a ich hodnoty sa zaokrúhľujú smerom nadol na celé tony, v prípade normálnej zaťažiteľnosti nižšej ako 10 t sa táto zaokrúhľuje na 0,5 t nadol v zmysle TP 117. Zaťažiteľnosť na jednu nápravu sa stanovuje v odôvodnených prípadoch a zaokrúhľuje sa nadol na celé tony v zmysle TP 117.

Zaťažiteľnosť lávok pre cyklistov a peších sa zaokrúhľuje nadol na celé desiatky  $kg.m^{-2}$ .

Pri príslušných hodnotách zaťažiteľnosti sa uvedie dátum stanovenia zaťažiteľnosti a v opise konštrukcie sa vyznačí poloha jazdnej stopy, uvažovaná vo výpočte výnimočnej zaťažiteľnosti LM3-2.

Mostný zošit sa doplní prílohou, ktorá spresňuje:

- a) spôsob stanovenia jednotlivých druhov zaťažiteľnosti (podrobný statický prepočet, kombinovaný postup stanovenia zaťažiteľnosti, odborný odhad zaťažiteľnosti);
- b) údaj o tom, ktorý prvok mosta rozhodoval o príslušnej zaťažiteľnosti a rozhodujúci medzný stav.

### 14.2 Povinnosti zhotoviteľa projektovej dokumentácie mostov

Zhotoviteľ projektovej dokumentácie nového alebo rekonštruovaného mosta je povinný v rámci analýzy mostnej konštrukcie stanoviť jeho zaťažiteľnosť podľa týchto TP.

Zhotoviteľ dokumentácie pre opravu mosta je povinný stanoviť zaťažiteľnosť mosta v prípade, že obsahom opravy je zosilnenie, prípadne rozšírenie nosnej konštrukcie, alebo ak v dôsledku opravy dôjde k zmene zaťaženia alebo iného zásahu do statického pôsobenia objektu.



Pri každom vykonaní komplexného diagnostického prieskumu mosta sa vyžaduje stanoviť zaťažiteľnosť, prípadne potvrdiť platnosť už stanovenej zaťažiteľnosti. Posúdenie potreby stanovenia zaťažiteľnosti je súčasťou hlavnej prehliadky mosta a uvedie sa v zázname z hlavnej prehliadky.

## 15 Vyznačenie zaťažiteľnosti na mostoch

### 15.1 Dopravné značenie mostov, ktoré majú normálnu zaťažiteľnosť a zaťažiteľnosť na jednu nápravu stanovené podľa týchto TP

Dopravné značenie mostov má rešpektovať Zákon č. 8/2009 Z.z. [Z3], Vyhlášku č. 30/2020 Z.z. [Z6] a TP 117 [T11].

V prípade, ak stanovená hodnota zaťažiteľnosti mosta je nižšia ako limitná hodnota, je potrebné pred mostom osadiť dopravnú značku, ktorá obmedzí prejazd vozidiel po moste.

Na každý most, ktorého normálna zaťažiteľnosť je nižšia ako 32 t, je nutné osadiť príslušnú dopravnú značku s uvedenou max. hmotnosťou vozidla, ktorá obmedzuje okamžitú celkovú hmotnosť vozidiel prechádzajúcich cez most. Hodnota zaťažiteľnosti sa uvádza v celých tonách (t), resp. zaokrúhlená na 0,5 t nadol v zmysle kapitoly 14.1.

V prípade mostov, pri ktorých sa stanovila zaťažiteľnosť na jednu nápravu nižšia ako 11,5 t, je nutné navyše osadiť značku obmedzujúcu zaťaženie na jednu nápravu. Hodnota zaťažiteľnosti na jednu nápravu sa udáva v celých tonách.

Príslušnou dopravnou značkou osadzovanou pre účely vyznačenia normálnej zaťažiteľnosti je dopravná značka, uvedená vo VL 6.1 [T15] s označením 240-2,8 až 240-31.

Príslušnou dopravnou značkou osadzovanou na účely vyznačenia zaťažiteľnosti na jednu nápravu je dopravná značka, uvedená vo VL 6.1 [T15] s označením 241-7 až 241-10.

### 15.2 Dopravné značenie mostov, ktoré majú evidované zaťažiteľnosti stanovené podľa doterajších predpisov

Limit pre osadenie dopravného značenia mostoch, ktoré majú evidované zaťažiteľnosti stanovené podľa doterajších predpisov, sa nemení a ostáva 26 t pre normálnu zaťažiteľnosť, 48 t pre výhradnú zaťažiteľnosť, a 11,5 t pre zaťažiteľnosť na jednu nápravu.

*Poznámka: V súvislosti s poznámkou v kapitole 2.2, kde sa predpokladá, že CTEPK a správcovia ciest budú naďalej evidovať a používať výhradnú zaťažiteľnosť mosta, ak si to potreby vyžadujú resp. podmienky umožňujú (napr. osadené DZ, vyjadrenia pre povoloňacie konania pre NND, nízka intenzita premávky), sa ponecháva príslušná dopravná značka osadzovaná na účely vyznačenia výhradnej zaťažiteľnosti dodatkovou tabuľkou, uvedenou vo VL 6.1 [T15] s označením 522-50.*

## Príloha A Betónové mostné objekty

### A.1 Vlastnosti materiálov

#### A.1.1 Vlastnosti betónu

Druh betónu a jeho vlastnosti sa stanovujú niektorým z týchto spôsobov:

- na základe prehliadkou overenej dokumentácie mostného objektu s využitím noriem a predpisov platných v dobe jeho návrhu,
- na základe výsledkov diagnostického prieskumu a skúšok materiálu vykonaných so súhlasom správcu/vlastníka v súlade s kapitolou 5 týchto TP.

Z dostupnej dokumentácie sa podľa charakteristickej hodnoty zaručenej kockovej pevnosti betónu v tlaku  $f_{ck,cube}$  betón zaradi do príslušnej triedy. V prípade, ak nie je k dispozícii dokumentácia mostného objektu, prípadne z tejto dokumentácie nie je možné jednoznačne stanoviť vlastnosti betónu existujúceho mostného objektu sa vlastnosti stanovujú na základe diagnostického prieskumu a skúšok materiálu. V tomto prípade je charakteristická hodnota valcovej pevnosti  $f_{ck}$  alebo charakteristická hodnota kockovej pevnosti  $f_{ck,cube}$  definovaná hodnotou pevnosti zodpovedajúcej 5%-nému kvantilu zo všetkých výsledkov skúšok pevnosti základného súboru daného betónu.

Pri zisťovaní kvality betónu je možné aplikovať deštruktívne aj nedeštruktívne diagnostické metódy. V prípade, že sa pre zisťovanie pevnosti betónu využije deštruktívna metóda skúšania na jadrových vývrtoch, získava sa charakteristická hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku  $f_{ck}$  podľa STN EN 12504-1, STN EN 206+A2 s vyhodnotením podľa STN ISO 13822. Charakteristiky betónu  $f_{cd}$ ,  $f_{ctm}$ ,  $f_{ctk0,05}$ ,  $f_{ctd}$ ,  $E_{cm}$  a  $E_{cd}$  sa môžu určiť podľa STN EN 1992-1-1.

Ak sa pre zisťovanie pevnosti betónu použijú nedeštruktívne metódy skúšania, získava sa charakteristická hodnota zaručenej kockovej pevnosti betónu v tlaku  $f_{ck,cube}$  ( $R_{bg}$ ) a jej hodnota sa určí podľa STN EN 12504-2, STN EN 12504-4, STN EN 206+A2 v závislosti na metóde skúšania a s vyhodnotením podľa STN ISO 13822. Charakteristická hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku  $f_{ck}$  sa potom stanoví z charakteristickej hodnoty zaručenej kockovej pevnosti betónu v tlaku ako  $0,8 \cdot f_{ck,cube}$ .

V prípade, že bola hodnota pevnosti betónu v priečnom ťahu  $f_{ct,sp}$  alebo hodnota pevnosti betónu v ťahu za ohybu  $f_{ct,fl}$  stanovená skúškami, určí sa stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu  $f_{ctm}$  ako  $0,9 \cdot f_{ct,sp}$  alebo podľa STN EN 1992-1-1. V prípade, ak sa stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu  $f_{ctm}$  neurčí priamo skúškami, určí sa podľa STN EN 1992-1-1. Charakteristická hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu  $f_{ctk0,05}$  (5% kvantil) sa určí podľa STN EN 1992-1-1. Návrhová hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu  $f_{ctd}$  sa získava delením príslušnej charakteristickej hodnoty parciálnym súčiniteľom spoľahlivosti betónu  $\gamma_c$ . Návrhové hodnoty pevnosti betónu v tlaku  $f_{cd}$  aj v ťahu  $f_{ctd}$  sa násobia súčiniteľom  $\alpha_{cc}$  pre tlak, resp.  $\alpha_{ct}$  pre ťah v súlade s STN EN 1992-2.

V súlade s kapitolou 12 týchto TP je v prípade použitia zjednodušeného postupu parciálny súčiniteľ spoľahlivosti betónu  $\gamma_c = 1,40$ . V prípade, ak sa aplikuje presnejší prístup, sa pre stanovenie parciálneho súčiniteľa spoľahlivosti betónu  $\gamma_c$  postupuje podľa prílohy F týchto TP.

Stredná hodnota sečnicového modulu pružnosti betónu  $E_{cm}$ , ak nie je určená priamo skúškami, sa môže určiť podľa STN EN 1992-1-1. Návrhová hodnota modulu pružnosti betónu  $E_{cd}$  sa získava delením strednej hodnoty modulu pružnosti  $E_{cm}$  parciálnym súčiniteľom spoľahlivosti betónu  $\gamma_c$ .

Hodnoty súčiniteľa dotvarovania betónu  $\phi(t, t_0)$  a základné hodnoty zmršťovania betónu  $\epsilon_{cs}$  sa stanovujú podľa STN EN 1992-1-1.

#### A.1.2 Vlastnosti výstuže

Druh výstuže a jej vlastnosti sa určujú niektorým z týchto spôsobov:

- na základe prehliadkou overenej dokumentácie mostného objektu s využitím noriem a predpisov platných v dobe jeho návrhu,
- na základe prehliadky podľa tvaru prierezu, povrchu výstuže a znalosti doby realizácie mostného objektu,
- na základe výsledkov diagnostického prieskumu a skúšok materiálov vykonaných so súhlasom správcu/vlastníka.

##### A.1.2.1. Betonárska výstuž

V prípade, ak je v dokumentácii mostného objektu uvedený druh výstuže a z prehliadky mosta nevyplýva potreba jej overenia skúškami, prevezmú sa príslušné pevnostné charakteristiky výstuže z tabuľky A2 týchto TP, alebo z tabuliek v STN ISO 13822.

Charakteristické hodnoty medze klzu výstuže  $f_{yk}$  (alebo dohovoreného napätia  $f_{0,2k}$ ), ako aj ďalšie parametre súvisiace s pracovným diagramom oceli, je možné pre jednotlivé druhy betonárskej výstuže určiť podľa STN EN 1992-1-1.

V prípade, ak druh betonárskej ocele a jej vlastnosti nie sú známe, sa pevnostné charakteristiky výstuže sa stanovujú na základe skúšok na odobraných vzorkách. Za charakteristickú hodnotu pevnosti ocele v ťahu a v tlaku sa považuje zaručená medza klzu  $f_{yk}$  (alebo dohovoreného napätia  $f_{0,2k}$ ). Požadované vlastnosti betonárskych ocelí sa overujú pomocou skúšobných postupov v súlade s STN EN ISO 6892-1 a STN EN ISO 15630-1.

Návrhová hodnota pevnosti betonárskej výstuže  $f_{yd}$  v MPa sa získa delením hodnoty charakteristickej medze klzu  $f_{yk}$  parciálnym súčiniteľom spoľahlivosti betonárskej výstuže  $\gamma_s$ . V súlade s kapitolou 12 týchto TP je v prípade použitia zjednodušeného postupu parciálny súčiniteľ spoľahlivosti výstuže  $\gamma_s = 1,10$ . V prípade, ak sa aplikuje presnejší prístup, sa pre stanovenie parciálneho súčiniteľa spoľahlivosti výstuže  $\gamma_s$  postupuje podľa prílohy F týchto TP.

Návrhová hodnota modulu pružnosti betonárskej výstuže  $E_s$  sa uvažuje hodnotou  $E_s = 200$  GPa.

## Tabuľka A.1 Druhy, značky a triedy betónu a ich charakteristiky

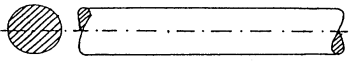


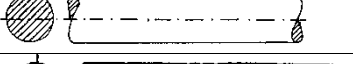
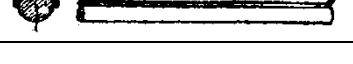
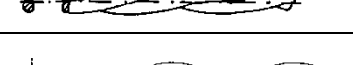




Označenie betónu						Kocková pevnosť betónu v tlaku [ MPa ]	Pevnosti betónu [MPa] podľa (8)		Stredná hodnota sečnicového modulu pružnosti [GPa]
(1) ČSN 1090-31 (2) ČSN 1230-37	(3) Směrnice pro navrhování mostů 1951	(4) STN 73 6206-71 + zmena a-89	(5) ČSN 73 2004-60 (6) STN 731251-69	(7) STN 73 1201-86 + zmena a-89	(8) STN EN 206-1 1992-1-1, 1992-2		Charakteristická hodnota pevnosti		
druh	druh	značka	značka	trieda <sup>1)</sup>	značka		f <sub>ck,cube</sub> , R <sub>bg</sub> <sup>2)</sup>	f <sub>ck</sub>	
A	60 (a)	-	-	(B 3,5)	-	(3,5)	(2,8)	(0,40)	(21,0)
B	80 (b)	80	-	B 5	-	5,0	4,0	0,55	21,5
C	105 (c)	105	-	B 7,5	-	7,5	6,0	0,70	22,5
D	135 (d)	135	-	B 10	C 8/10	10,0	8,0	0,85	24,0
-	-	-	-	B 12,5	-	-	10,0	1,00	24,5
E	170 (e)	170	-	B (13,5)	-	(13,5)	(10,8)	(1,05)	(25,0)
-	-	-	-	B 15	C 12/15	15,0	12,0	1,10	27,0
F	250 (f)	250	250	B 20	C 16/20	20,0	16,0	1,30	29,0
-	-	-	-	B 25	C 20/25	25,0	20,0	1,50	30,0
G	330 (g)	330	330	(B 28)	-	(28,0)	(22,4)	(1,70)	(30,5)
-	-	-	-	B 30	C 25/30	30,0	25,0	1,80	31,0
-	-	400	400	B 35	-	35,0	28,0	1,95	32,0
-	-	-	-	-	C 30/37	37,0	30,0	2,00	33,0
-	-	-	-	B 40	-	40,0	32,0	2,10	33,5
-	-	500	500	B 45	C 35/45	45,0	35,0	2,20	34,0
-	-	-	-	B 50	C 40/50	50,0	40,0	2,50	35,0
-	-	-	600	B 55	C 45/55	55,0	45,0	2,70	36,0
-	-	-	-	B 60	C 50/60	60,0	50,0	2,90	37,0




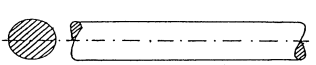
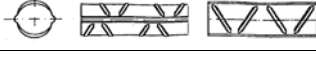



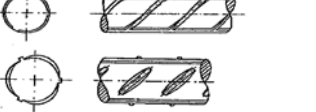

**Poznámky:**

1) Triedy uvedené v zátvorkách sú informatívne.

2) Zaručená kocková pevnosť betónu v tlaku, zisťovaná na kockách s hranou 150 mm po 28 dňoch tvrdenia.

Tabuľka A.2 Vlastnosti betonárskej výstuže

Druh ocele, značka	Značka vo výkresoch		Prierez a tvar povrchu	Vyrábané priemery $\phi$ [ mm ]	Charakteristická hodnota medze klzu $f_{yk}$	Doba používania	Poznámky
	v popise (písmenková)	v reze					
Zvárková oceľ					190	cca do r. 1925	
Plávková oceľ					210		
Obyčajná oceľ Akostná oceľ	C <sub>b</sub> , C <sub>c</sub> , C <sub>34</sub> , C <sub>38</sub> C <sub>37</sub> , C <sub>52</sub>	●	najčastejšie kruhový		210	cca 1926-1950	
10 002 10 210 <sup>1)</sup> 10 370	A; Ob; Ap A-0; A A; 37	●		$\phi$ 5 až 25 $\phi$ 5,5 až 32 $\phi$ 5 až 30	210	cca 1951-1961 cca 1964-1967 cca 1951-1959	Nahradená oceľou 10 210 (A) Nahradená oceľou 10 216 (E) Nahradená oceľou 10 372 (B)
10 300 10 307	A-II; R 30; H	●		$\phi$ 6 až 60	300	cca 1959-1964 cca 1964-1970	Nahradená oceľou 10 307 (H). Nahradená oceľou 10 335 (J).
10 302 10 308	A <sub>k</sub> -II; TOR 30; K	●		$\phi$ 6 až 32	300	cca 1964-1967 cca 1967-1970	Nahradená oceľou 10 308 (K). Nahradená oceľou 10 338 (T)
10 372 10 373	B; 37P B <sub>s</sub> ; 37 P <sub>s</sub> ; A <sub>s</sub> -0	●		$\phi$ 5 až 30 $\phi$ 5 až 60	230 210	cca 1951-1960 cca 1951-1960	Po r.1961 nahradená oceľou 11373
10 452 10 453	C; 45 P; C <sub>s</sub> ; 45 P <sub>s</sub>	●		$\phi$ 5 až 48	270 380	cca 1951-1959 cca 1960-1964	Od r. 1961 mala byť vyrábaná v tzv. hrebeňovej úprave (R27 a R <sub>s</sub> 27)
10 472 (Isteg)	I; J; 47 P	●			370	cca 1930-1958	Zákaz používať ako tlačnú výstuž, neskôr úplný zákaz pre mosty
10 492 (Toros)	T; 49 P	●		$\phi$ 5 až 26	400	cca 1937-1959	Zákaz používať na železničné mosty
10 512 (Roxor) 10 513 (Roxor)	R; ROX; 51 P R <sub>s</sub> ; ROX <sub>s</sub> ; 51P <sub>s</sub>	×		$\phi$ 10 až 70	380	Do r.1964 sa vyrábali $\phi$ 10-40 mm, cca 1934-1970, potom len $\phi$ 50,60 a 70 mm Prierezová plocha $A = 0,48158 \cdot \phi^2$ , kde $\phi$ je priemer opísanej kružnice	
10 512 (Larox) 10 513 (Larox)	L L <sub>s</sub>	○		$\phi$ 5,5 a 6,3	380	cca 1960-1970	Tzv. slzičková oceľ
10 400 10 400 A 10 400 B	IIIA; R40; R <sub>s</sub> 40 A <sub>s</sub> -III; R <sub>s</sub> 40 A-III	○		$\phi$ 6 až 50 $\phi$ 6 až 40	400	cca 1960-1964 cca 1964-1967 cca 1964-1967	Nahradená oceľou 10 405 (M). Nahradená oceľou 10 406 (N).

10 401	A <sub>n</sub> -III; R40	●		φ 6 až 40	400	cca 1962-1964	Nahradená oceľou 10 400 B.
10 402	AK-III; RK 40 TOR 40	●		φ 6 až 25	400		
10 405 10 406	M N	●		φ 6 až 40	400	cca 1968-1970 cca 1968-1970	Nahradená oceľou 10 425 (V) Nahradená oceľou 10 426 (W)
10 216 <sup>1)</sup> 11 373, 11 375 <sup>2)</sup>	E EZ	●		φ 5,5 až 32 φ 6 až 40	206 225 <sup>3)</sup> , 235	cca od r. 1968 cca od r. 1961	Valcovaná za tepla
10 245	K	●		φ 10 až 20	245	cca od r. 1986	Valcovaná za tepla
10 335	J	●		φ 6 až 50	325	cca od r. 1970	Valcovaná za tepla
10 338	T	●		φ 6,5 φ 8	325	cca od r. 1970	Valcovaná za tepla a spevnená krútením za studena
10 425 10 426	V W	●		φ 6 až 50 φ 10 až 32	410	cca od r. 1970 cca 1970-1980	Valcovaná za tepla
10 425	V	●		φ 6 φ 8	410	cca od r. 1970	Valcovaná za tepla
10 505	R	●		φ 12 až 36	490	cca od r. 1986	Valcovaná za tepla
KARI sieť	SZ			φ 4 až 8	490	cca od r. 1986	Popúšťaná

Poznámka:

<sup>1)</sup> Pre mostné objekty len ako konštrukčná a zaisťovacia výstuž

<sup>2)</sup> Používa sa len na špeciálne účely (napr. pre závesné oká dielcov)

<sup>3)</sup> Pre priemery väčšie ako 16 mm

**A.1.2.2. Predpínacia výstuž**

V prípade, ak je v dokumentácii mostného objektu uvedený druh predpínacej výstuže a z prehliadky mostu nevyplýva potreba jej overenia skúškami, zistia sa príslušné pevnostné charakteristiky prepínacej výstuže v prípade drôtov a lán z tabuľky A3 týchto TP, alebo tabuliek v STN ISO 13822.

V prípade predpínacej výstuže z druhov ocelí podľa predchádzajúcich platných noriem a predpisov sa charakteristická hodnota pevnosti predpínacej výstuže v ťahu  $f_{pk}$  rovná normovej hodnote pevnosti v ťahu  $R_{pn}$  uvádzanej v predchádzajúcich platných normách. Charakteristické dohovorené hodnoty medze klzu  $f_{p0,1k}$  sú definované výrobcom, alebo je možné využiť aj prevodný vzťah medzi uvádzanými hodnotami  $\sigma_{0,2}$ , pričom  $f_{p0,1k} = 0,95 \cdot \sigma_{0,2}$ . Pevnostné charakteristiky jednotlivých druhov používaných drôtov a lán je možné prevziať z tabuliek v prílohe NC v STN ISO 13822.

Pre patentované drôty popúšťané, použité ako predpínacia výstuž v konštrukciách navrhnutých podľa ČSN 73 1251 z roku 1969 alebo podľa smernice pre navrhovanie mostov z roku 1951, sa charakteristická hodnota pevnosti predpínacej výstuže v ťahu  $f_{pk}$  stanoví rovnako ako pri drôtoch nepopúšťaných a ostatné charakteristiky sa určia ako pri popúšťaných drôtoch.

Ďalšie parametre predpínacej výstuže súvisiace s pracovným diagramom ocele sa určia podľa STN EN 1992-1-1.

V prípade, ak druh predpínacej výstuže a jej charakteristiky nie sú známe, je možné vlastnosti prepínacej výstuže stanoviť materiálovými skúškami podľa STN ISO 13822. Požadované vlastnosti predpínacích ocelí sa potom overujú pomocou skúšobných postupov v súlade s STN EN ISO 6892-1 a STN EN ISO 15630-1.

Návrhová hodnota pevnosti predpínacej výstuže v ťahu  $f_{pd}$  v [MPa] sa získa delením hodnoty charakteristickej medze klzu  $f_{p0,1k}$  parciálnym súčiniteľom spoľahlivosti predpínacej výstuže  $\gamma_s$ . V súlade s kapitolou 12 týchto TP je v prípade použitia zjednodušeného postupu parciálny súčiniteľ spoľahlivosti predpínacej výstuže  $\gamma_s = 1,10$ . V prípade, ak sa aplikuje presnejší prístup, sa pre stanovenie parciálneho súčiniteľa spoľahlivosti predpínacej výstuže  $\gamma_s$  postupuje podľa prílohy F týchto TP.

Návrhová hodnota modulu pružnosti  $E_p$  sa uvažuje hodnotou  $E_p = 205$  GPa pre drôty a tyče a hodnotou  $E_p = 195$  GPa pre láná.

Tabuľka A.3 Vlastnosti predpínacej výstuže

Druh výstuže	Príslušná norma	Označenie vo výkresoch	Menovitý priemer $\phi$ [mm]	Medza $\sigma_{0,2}$ [MPa]	Charakteristická hodnota pevnosti výstuže v ťahu $f_{pk}$ [MPa]
Patentovaný drôt nepopúšťaný	ČSN 42 6471	PD (P, P <sub>d</sub> )	2,0	1600	2000
			2,2	1500	1900
			2,5		
			2,8	1400	1750
			3,0		
			3,5	1300	1650
			4,0	1200	
			4,5		
			5,0	1100	1500
			5,5	1050	1450
			6,0		
			7,0	1000	1400
Patentovaný drôt popúšťaný	PN-DH 85-001-82	PP	4,0	1530	1800
			4,5	1462	1720
			5,0	1487	1750
			5,5	1445	1700
			6,0	1334	1570

Druh výstuže		Príslušná norma	Označenie vo výkresoch	Menovitý priemer $\phi$ [mm]	Medza $\sigma_{0,2}$ [MPa]	Charakteristická hodnota pevnosti výstuže v ťahu $f_{pk}$ [MPa]
Oceľový drôt s nízkou relaxáciou		PN 22-285-82	PH	3,0	1674	1860
				4,0	1638	1820
				4,5	1620	1800
				5,0		
				6,0	1548	1720
Oceľový drôt s nízkou relaxáciou s vtlačkami		PN 22-290-82	PV	3,0	1610	1830
				4,0	1575	1790
				4,5	1538	1770
				5,0	1531	1740
				6,0	1487	1690
Oceľový drôt stabilizovaný		PN 22-178-76	PN	4,0	1410	1760
				4,5	1370	1720
				5,0	1330	1670
				6,0	1250	1570
Oceľový drôt stabilizovaný s vtlačkami		PN 22-178-76	PNV	4,0	1335	1670
				4,5	1295	1620
				5,0	1255	1570
				6,0	1180	1470
Sedemdrôtové pramence (laná) popúšťané Lp		TP-DH 47-006-82	LA (La)	12,5	1296	1620
		TP 22-194-82		15,2	1377	
		TP 22-194-82 TP-DH 47-007-82		15,5		
		TP 22-194-82	LB (Lb)	12,5	1462	1720
		TP 22-194-82	LC (Lc)	12,7	1500	1765
		TP-DH 47-001-82		7,8		
		MStv SSR/75	LP (Lp)	8,6	1427	1470
		MStv SSR/75	LP (Lp)	12,5	1223	1470
		MStv SSR/75	LP (Lp)	15,5	1177	1470
		TP-DH 47-003-82	LD (Ld)	12,5	1530	1800
		TP-DH 47-002-80		15,5	1532	
Sedemdrôtové pramence (laná) s nízkou relaxáciou		PN-DH 47-008-83	LSA (LSa)	12,5	1620	1800
				15,5		
			LSB (LSb)	12,5	1708	1900
				15,5	1710	
Spletence	dvojdrôtové	PN-DH 47-005-82	SPA	5,0	1412	1765
	trojdrôtové		SPB	5,4		
				6,0		
			SPC	5,4	1488	1860
				6,0		
			SPD	6,6	1376	1720
			SPF	6,6	1440	1800
			SPI	7,6	1336	1670



## A.2 Prepočet existujúcich betónových mostných objektov

### A.2.1 Globálna analýza

Pri prepočte existujúcich betónových mostných objektov podľa príslušných medzných stavov sa vychádza z STN EN 1992-1-1 a STN EN 1992-2 a týchto odporúčaní. Globálnu analýzu betónového mostného objektu je možné podľa STN EN 1992-2 vykonať nasledujúcimi spôsobmi:

- lineárnou pružnostnou analýzou,
- lineárnou pružnostnou analýzou s obmedzenou redistribúciou,
- nelineárnou analýzou.

Globálna analýza existujúceho betónového mostného objektu sa obvykle vykonáva pružnostnou metódou za predpokladu pružného správania sa materiálu bez ohľadu na úroveň zaťaženia. V prípade, že sú na konštrukcii zistené významné poruchy, ako výrazné úbytky prierezu vplyvom degradácie betónu alebo rozsiahle trhliny, ktoré by mohli významne ovplyvniť redistribúciu vnútorných síl v konštrukcii, je možné využiť aj nelineárne modely, ktoré zohľadňujú materiálové prípadne aj geometrické nelinearity. Odporúča sa prednostne používať priestorové výpočtové modely umožňujúce presnejšie vystihnúť skutočného pôsobenia mostného objektu a súčasne aj zohľadnenia prípadnej redistribúcie vnútorných síl v dôsledku porúch prvkov a častí mostného objektu. Je možné využiť priestorové prúťové modely, dosko-stenové modely alebo kombinované modely.

V prípadoch, kedy je výsledné rozdelenie napätosti a vnútorných síl v existujúcej betónovej nosnej konštrukcii ovplyvnené jej nehomogenitou, resp. časovým faktorom ovplyvňujúcim vlastnosti betónu, je nutné pri stanovovaní odozvy nosnej konštrukcie na zaťaženia zohľadňovať aj vplyv postupu výstavby a históriu zaťaženia. Ide najmä o spojitú predpätú nosnú konštrukciu alebo konštrukciu veľkých rozpätí, kde postup a použitá technológia výstavby významne ovplyvňujú úroveň napätia vo výstuži a výslednú napätosť v betóne. Nehomogenita konštrukcie sa uvažuje jednak v rámci prierezu (napr. kombinácia prefabrikovaný nosník-monolitická doska a pod.) a jednak aj po dĺžke konštrukcie. (napr. letmá betonáž mosta alebo postupná betonáž mosta s presunom skruže a pod.). Pre stanovenie odozvy na zaťaženia je možné využiť viacero metód uvedených napr. v STN EN 1992-2. Obecne použiteľná je step-by-step metóda - metóda časovej diskretizácie. Pre stanovenie globálnej časovej osi a následne časového kroku zavedeného do výpočtu, je potrebné poznať časový postup výstavby. V prípade, že je k dispozícii dokumentácia z priebehu výstavby (stavebný denník a pod.), je možné aplikovať príslušné časové kroky podľa skutočnosti. V prípade, že je k dispozícii len pôvodná projektová dokumentácia s predpísaným postupom výstavby, je možné jednotlivé časové kroky odhadnúť podľa používaných postupov pri danej technológii. V prípade absencie dokumentácie týkajúcej sa postupu výstavby mosta, sa vychádza zo zvyklostí a z predpokladu voľby technológie výstavby a jej časových krokov, podľa typu nosnej konštrukcie.

U predpätých nosných konštrukcií je možné stanoviť predpínaciu silu niektorým z nasledovných postupov:

- a) Aplikáciou niektorej z dostupných priamych alebo nepriamych metód stanovovania aktuálnej úrovne predpätia.

V prípade aplikácie priamych metód hovoríme hlavne o novších, sledovaných mostoch, kde je na predpínacej výstuži osadený snímač (napr. tenzometer alebo snímač pracujúci na princípe zmeny magnetizmu a pod.) a z ktorého je možné priamo stanoviť veľkosť aktuálnej predpínacej sily v čase. V prípade aplikácie nepriamych metód, kedy sa jedná hlavne o staršie mosty alebo v prípade pochybností o veľkosti predpätia, je možné stanoviť veľkosť aktuálnej predpínacej sily nepriamo, teda využitím niektorých analyticko - experimentálnych metód. Medzi najpoužívanejšie nepriame metódy patrí napr. metóda odozvy, (Structural Response Method), založená na princípe sledovania odozvy konštrukcie pri jednotlivých presne stanovených prírastkoch zaťaženia, ktoré sa aplikuje v postupných krokoch. Použitie tejto metódy sa realizuje v zhode so študijnou zaťažovacou skúškou. Ďalšou z dostupných metód je tzv. „rezová metóda“ (Saw-cut Method), pri ktorej dochádza na konštrukcii k uvoľňovaniu napätia prostredníctvom presne definovaných rezov alebo odvrťov do betónu.

Tieto metódy sa odporúčajú hlavne pri predpätých mostoch, ktoré sú poznačené staticky významnými poruchami, ako sú rozsiahla korózia predpínacej výstuže, kotvenia, nedostatočná injektáž predpínacích jednotiek alebo poruchy v podobe nadmerných trvalých pretvorení a trhlín.

- b) Odhadom – založeným na analytickom stanovení hodnoty predpínacej sily v aktuálnom čase. Počiatočnú hodnotu predpätia je možné získať z noriem platných v čase návrhu mosta alebo dostupnej dokumentácie k predpínaniu, napr. pôvodná dokumentácia, pôvodný statický výpočet záznam o predpínaní, stavebný denník a podobne, pozri kapitola 3 týchto TP. Potrebné je v súlade s aktuálne platnými výpočtovými postupmi stanoviť straty predpätia (krátkodobé, dlhodobé), ktoré sú dané spôsobom predpínania a skutočnou históriou pôsobenia nosnej konštrukcie od zavedenia

predpätia v jednotlivých etapách, až do sledovaného okamihu. Pri analýze dlhodobých účinkov predpätia sa použijú normové reologické modely v prípade, že sa skutočnosť (hlavne deformácie nosnej konštrukcie, alebo zistený vznik trhlin a pod.) významne nelíšia od vypočítaných hodnôt. Počiatočná hodnota predpätia sa potom redukuje o vyššie uvedené straty predpätia a prípadne aj o odhad ďalšieho zníženia predpätia vplyvom ďalších možných vonkajších faktorov, čím sa získa aktuálna hodnota predpätia v čase. V rámci stanovenia odhadu redukcie predpätia su uplatňujú napr. neistoty pri predpínaní (faktory,  $r_{inf}$  a  $r_{sup}$ ), zistený určitý stupeň korózie predpínacích jednotiek alebo kotiev, zistené nedostatky v oblasti kotevných blokov alebo iné zistené nedostatky na predpätí.

Táto metóda sa odporúča hlavne pri predpätých mostoch, ktoré nevykazujú staticky významné poruchy v podobe trhlin alebo nadmerných pretvorení.

### A.2.2 Medzné stavy únosnosti

V prípade existujúcich betónových konštrukcií sa vyžaduje overenie nasledujúcich odolností, príp. ich kombinácií v súlade s STN EN 1992-1-1 a STN EN 1992-2, respektíve určenie príslušnej zaťažiteľnosti pre:

- porušenie ohybovým momentom a/alebo normálovou silou,
- porušenie šmykom,
- porušenie krútením a/alebo krútením v kombinácii so šmykom,
- únavu,
- porušenie lokálne zaťažených oblastí.

#### A.2.2.1. Porušenie ohybovým momentom a/alebo normálovou silou

Pri výpočte odolnosti prierezu namáhaného ohybovým momentom  $M_{Ed}$  a/alebo normálovou silou  $N_{Ed}$  sa postupuje podľa STN EN 1992-1-1, resp. STN EN 1992-2.

V prípade, že vyšetřovaný prvok je namáhaný len ohybovým momentom  $M_{Ed}$  bez pôsobenia normálovej sily  $N_{Ed}$ , sa zaťažiteľnosť určí z ohybovej odolnosti  $M_{Rd}$  v súlade so základnými princípmi v kapitole 6 týchto TP.

V prípade kombinovaného namáhania ohybovým momentom  $M_{Ed}$  a normálovou silou  $N_{Ed}$  sa odolnosť prierezu vyjadruje prostredníctvom ohybovej odolnosti  $M_{Rd}$ , ktorá však zahŕňa aj účinky normálových síl  $N_{Ed}$ . Odolnosť takto namáhaného prierezu je možné stanoviť pomocou charakteristických bodov interakčného diagramu alebo analýzou medzných pretvorení. Zaťažiteľnosť sa následne určí pomocou iteračného postupu splnením podmienky ekvivalencie odolnosti prierezu s vypočítanou zaťažiteľnosťou v súlade so základnými princípmi uvedenými v kapitole 6 týchto TP.

V prípade prierezov z prostého a slabo vystuženého betónu sa postupuje podľa STN EN 1992-1-1, resp. STN EN 1992-2, pričom zaťažiteľnosť sa určí iteračným postupom v súlade s princípmi uvedenými v kapitole 6 týchto TP.

#### A.2.2.2. Porušenie šmykom

V prípade prvkov bez šmykovej výstuže sa postupuje pri výpočtu šmykovej odolnosti  $V_{Rd,c}$  betónového prierezu podľa STN EN 1992-1-1, resp. STN EN 1992-2.

V prípade prvkov vystužených šmykovou výstužou pri stanovení medze porušenia šmykom sa postupuje v súlade s STN EN 1992-1-1, resp. STN EN 1992-2 metódami založenými na analógii súvisiacej so sklonom diagonál  $\theta$ , ktorý nadobúda limitné hodnoty definované v STN EN 1992-1-1. Pre šmykovú odolnosť je rozhodujúca návrhová hodnota odolnosti šmykovej výstuže  $V_{Rd,s}$  alebo návrhová hodnota šmykovej odolnosti limitovaná drvením tlakových diagonál  $V_{Rd,max}$ . Medzné hodnoty uvedených odolností sa stanovujú podľa príslušných vzťahov v STN EN 1992-1-1, resp. STN EN 1992-2. Zaťažiteľnosť sa stanoví podľa zásad v kapitole 6 týchto TP.

V prípade spriahnutých konštrukcií (napr. predpätý nosník a železobetónová doska) sa požaduje overiť aj šmykovú odolnosť na styku dvoch betónov, ktorá sa stanoví podľa príslušných vzťahov v STN EN 1992-1-1, resp. STN EN 1992-2.

#### A.2.2.3. Porušenia krútením a/alebo krútením v kombinácii so šmykom

Pri stanovení medze porušenia pri namáhaní len krútiacim momentom sa postupuje podľa STN EN 1992-2. Zaťažiteľnosť sa stanoví podľa zásad v kapitole 6 týchto TP.

Pri stanovení medze porušenia krútiacim momentom  $T_{Ed}$  v kombinácii s priečnou silou  $V_{Ed}$  sa postupuje podľa STN EN 1992-2, pričom maximálna odolnosť prierezu namáhaného kombináciou krútenia a šmyku je obmedzená buď návrhovou hodnotou šmykovej odolnosti limitovanou drvením

tlakových diagonál  $V_{Rd,max}$  v betóne alebo odolnosťou šmykovej a pozdĺžnej výstuže. Pri stanovovaní zaťažiteľnosti z návrhovej hodnoty šmykovej odolnosti limitovanej drvením tlakových diagonál sa postupuje podľa STN EN 1992-1-1 a zaťažiteľnosť sa stanoví pomocou iteračného postupu splnením podmienok tam uvedenej nerovnice.

Okrem overenia odolnosti tlakovej diagonály pri porušení krútiacim momentom  $T_{Ed}$  v kombinácii s priečnou silou  $V_{Ed}$  je nutné overiť odolnosť šmykovej aj pozdĺžnej výstuže. Jednotlivé zaťažiteľnosti sa opäť stanovujú pomocou iteračného postupu splnením podmienky normou STN EN 1992-1-1 definovanej nerovnice.

Výsledná zaťažiteľnosť pri porušení krútiacim momentom v kombinácii s priečnou silou bude najmenšia z vyššie stanovených hodnôt zaťažiteľnosti.

#### A.2.2.4. Porušenie lokálne zaťažených oblastí

V prípade, že boli na moste zistené charakteristické poruchy súvisiace s nadmerným namáhaním lokálne zaťažených oblastí (napr. podložiskové bloky, oblasti kotvenia predpínacej výstuže a pod.) je potrebné ich overiť pre stanovenú hodnotu zaťažiteľnosti. Pri overovaní porušenia oblastí zaťažených lokálne sa postupuje podľa STN EN 1992-1-1 a STN EN 1992-2. Pre oblasti, kde nie je lineárne rozdelené pomerné pretvorenie (pôsobisko sústredených síl, rovinná napätosť), je možné použiť vzpero-ťahadlové modely. Medzi typické oblasti, ktoré opisuje STN EN 1992-2 patrí:

- oblasť uloženia nosnej konštrukcie a úložných prahov (STN EN 1992-2),
- pôsobenie sústredeného tlaku v kotevných zónach pri predpätých konštrukciách (STN EN 1992-2),
- typické oblasti nespojitosti betónových mostov (napr. oblasti uloženia nosnej konštrukcie prostredníctvom nadpodperových priečnikov a pod., STN EN 1992-2).

#### A.2.3 Medzný stav únavy

Požaduje sa, aby nosné prvky mostného objektu namáhané významným rozkmitom napätia boli overené z hľadiska medzného stavu únavy na účinky zaťaženia stanovených pre najnižšiu hodnotu zaťažiteľnosti z medzných stavov únosnosti v súlade s kapitolou 6.6 týchto TP. Pri overovaní konštrukcie s ohľadom na únavu sa vychádza z podmienok spoľahlivosti pre overenie únavovej odolnosti prierezov z pohľadu betónu, ako aj výstuže. Vychádza sa z ustanovení STN EN 1992-2 a kapitoly 6.6 týchto TP, pričom je možné aplikovať zjednodušené výpočtové metódy pre stanovenie únavovej odolnosti ako pre betón, tak aj pre výstuž, napríklad metódu ekvivalentného rozkmitu napätí. V súlade s STN EN 1992-2 sa vo všeobecnosti nepožaduje overenie na únavu v prípade:

- lávok pre peších, okrem nosných prvkov veľmi citlivých na účinky vetra,
- oblúkových, klenbových a rámových mostov s minimálnou presypávkou 1,0 m,
- základov, pilierov a opôr (okrem dutých a vyľahčených opôr), ktoré nie sú tuho spojené s nosnou konštrukciou,
- predpínacej a betonárskej výstuže v oblastiach, kde sú v krajných vláknoch betónového prierezu len tlakové napätia pri častej kombinácii zaťaženia.

#### A.2.4 Medzné stavy použiteľnosti

Existujúce betónové mostné objekty sa overujú podľa STN EN 1992-1-1, STN EN 1992-2 na nasledujúce medzné stavy použiteľnosti:

- obmedzenie napätí,
- kontrola trhlin.

##### A.2.4.1. Obmedzenie napätí

Základné predpoklady pre obmedzenie napätí sú uvedené v STN EN 1992-2. Pri výpočte normálových napätí v betóne a výstuži je nutné uvážiť aj prípadný rozvoj trhlin v betóne vzhľadom na vyšetrovanú úroveň zaťaženia, resp. kombináciu zaťažení. Pri výpočte napätosti sa má zohľadniť skutočný stav konštrukcie a história zaťaženia. Obmedzením tlakových napätí v betóne sa má zamedziť nadmerným účinkom dotvarovania (kvázistála kombinácia zaťaženia) a vzniku mikrotrhlin znižujúcim trvanlivosť nosnej konštrukcie (charakteristická kombinácia zaťaženia). Obmedzením napätí vo výstuži sa majú vylúčiť nepružné pretvorenia, ktoré by viedli k trvalým plastickým deformáciám. V betonárskej výstuži je obmedzenie definované hodnotou  $0,80f_{yk}$  a v predpínacej výstuži hodnotou  $\min\{0,75f_{pk}; 0,85f_{p0,1k}\}$ . Základné podmienky výpočtu napätí sú uvedené v STN EN 1992-1-1.

V prípade železobetónových prvkov je potrebné vyššie uvedené podmienky overiť pre stanovenú zaťažiteľnosť a v prípade ich prekročenia redukovat' hodnotu zaťažiteľnosti tak, aby boli podmienky splnené.

V prípade predpätých betónových konštrukcií by nemalo prísť z dlhodobého hľadiska k prekročeniu maximálneho tlakového napätia s hodnotou  $0,60f_{ck}$  pri charakteristickej kombinácii zaťaženia v oblastiach, ktoré sú vystavené prostrediam stupňov XD a XF. V predpätých prierezoch môžu nastať z pohľadu namáhania dva prípady. Ak v priereze nevzniká trhlina (pre charakteristickú kombináciu zaťaženia, platí  $\sigma_c \leq f_{ctm}$ ), tak sa vo vyšetrovanom vlákne prierezu s maximálnym tlakovým namáhaním stanoví zaťažiteľnosť z normálových napätí podľa vzťahu A.1. V prípade vzniku trhlín, je nutné stanoviť zaťažiteľnosť iteratčným postupom na základe redukcie prierezových charakteristík v dôsledku rozvoja trhlín.

$$V = \left[ \left( 0,60 \cdot f_{ck} + \sigma_{c,p} - \sum_{i=1}^{n-1} \sigma_{c,rs,i} \right) / \sigma_{c,Q,i} \right] \cdot V_{rep} \quad (A.1)$$

kde:  $V$  je zaťažiteľnosť stanovená podrobným prepočtom, (normálna ( $V_n$ ), ojedinelá ( $V_i$ ), výnimočná ( $V_e$ ));  
 $\sigma_{c,p}$  je charakteristická hodnota normálového napätia v betóne od predpätia vo vyšetrovanom bode prierezu v aktuálnom čase;  
 $\sigma_{c,Q,i}$  je charakteristická hodnota normálového napätia v betóne vo vyšetrovanom bode prierezu od zvislého premenného zaťaženia dopravou reprezentovaného príslušným zaťažovacím modelom;  
 $\sum_{i=1}^{n-1} \sigma_{c,rs,i}$  sú charakteristické, kombinačné alebo skupinové hodnoty normálového napätia v betóne vo vyšetrovanom bode prierezu od ostatných zaťažení (okrem predpätia), ktoré pôsobia súčasne so zvislým premenným zaťažením dopravou reprezentovaného príslušným zaťažovacím modelom;  
 $V_{rep}$  je hmotnosť reprezentatívneho vozidla pre danú zaťažiteľnosť v  $t$ .

Poznámka: Tlakové napätie sa dosadzuje do vzorca so znamienkom (+).

#### A.2.4.2. Kontrola trhlín

Pri kontrole trhlín sa postupuje podľa STN EN 1992-1-1 a STN EN 1992-2. Tento medzný stav môže byť rozhodujúci v prípade predpätých betónových konštrukcií so súdržnou predpínacou výstužou.

V prípade železobetónových mostov sa požaduje rovnako overenie šírky trhliny pre vypočítanú zaťažiteľnosť a v prípade prekročenia limitnej šírky, zaťažiteľnosť redukovať.

V závislosti od stupňa vplyvu prostredia, v ktorom sa mostný objekt nachádza a typu predpätej nosnej betónovej konštrukcie v súlade s tabuľkou A.4 týchto TP, ktorá korešponduje s tabuľkou uvedenou v norme 1992-2/NA/Z1. V prípade predpätých mostov sa potom zaťažiteľnosť stanoví z medzných podmienok pôsobenia, a to podmienky dekompresie, alebo šírky trhliny  $w_{max}$  podľa tabuľky A.4.

Tabuľka A.4 Kritériá pre predpäté konštrukcie a odporúčané hodnoty  $w_{max}$

Stupeň prostredia	Konštrukcie bez kontaktnej škáry a PDK mimo kontaktnej škáry		PDK v kontaktnej škáre			
	Železobetónové prvky a prvky predpäté nesúdržnou predpínacou výstužou	Prvky predpäté súdržnou predpínacou výstužou	Prvky predpäté nesúdržnou predpínacou výstužou	Prvky predpäté súdržnou predpínacou výstužou <sup>3)</sup>		
					Kombinácia zaťažení	
					Kvázistála	Častá
					Charakteristická	Menej častá <sup>4)</sup>
X0, XC1	0,3 mm <sup>1)</sup>	0,2 mm	Dekompresia	Dekompresia		
XC2, XC3, XC4	0,3 mm	0,2 mm <sup>2)</sup>				
XD1, XD2, XD3	0,3 mm	Prierez v tlaku				

1) Pre stupne vplyvu prostredia X0, XC1 nemá šírka trhliny vplyv na trvanlivosť a toto obmedzenie je stanovené pre zaistenie prijateľného vzhľadu. Pri absencii požiadaviek na vzhľad môže byť tento limit aj znížený.

2) Pre uvedené stupne prostredia sa má kontrolovať aj stav „prierezu v tlaku“ pri kvázistálej kombinácii zaťažení.

- 3) Súdržná predpínacia výstuž tvorí aspoň 60 % predpínacej sily.
- 4) Platí pre mosty pozemných komunikácií a lávky pre chodcov. Pre lávky pre chodcov sa dovoľuje súčiniteľ pre menej častú hodnotu zaťaženia od chodcov uvažovať hodnotou  $\psi_{1,inf} = 0,8$  a pre ostatné premenné zaťaženia podľa STN EN 1990 – Príloha A2. Kombinačné pravidlá sa stanovujú podľa STN EN 1990 – Príloha A2.

Požiadavka dekompresie všeobecne znamená, že súdržná predpínacia výstuž, vrátane kanálikov, musí zostať pri stanovenej kombinácii zaťaženia v tlačenej zóne, (tabuľka A.4). V prípade, že je zistená krycia vrstva súdržnej predpínacej výstuže alebo káblového kanálika menšia ako 100 mm, potrebná hodnota pre limitu dekompresie je hodnota rovná hrúbke krycej vrstvy. Zaťažiteľnosť predpätej konštrukcie je potom možné stanoviť iteráčnym postupom splnením nerovnosti A.2 v tvare

$$| \sigma_{c,p,dec} | - \sum_{i=1}^{n-1} \sigma_{c,rs,i} - \sigma_{c,Q,i} \geq 0, \quad (A.2)$$

kde:  $\sigma_{c,p,dec}$  je charakteristická hodnota normálového napätia v betóne od predpätia v dekompresnej vzdialenosti úrovne predpínacej výstuže v aktuálnom čase;  
 $\sigma_{c,Q,i}$  pozri vzťah A.1;  
 $\sum_{i=1}^{n-1} \sigma_{c,rs,i}$  pozri vzťah A.1.

V prípade, ak v predpätej betónovej konštrukcii môže podľa tabuľky A.4 vzniknúť trhlinka (napr. predpäté prvky okrem PDK prvkov, v prostrediach X0 – XC4) a jej šírka stanovená výpočtom a je pre najnižšiu zaťažiteľnosť väčšia, ako jej medzná hodnota  $w_{max}$ , je potrebné určiť zaťažiteľnosť z medznej hodnoty šírky trhliny iteráčnym postupom v závislosti od rozdelenia tuhosti v nosnej konštrukcii podľa úrovne namáhania prierezu pre danú kombináciu zaťaženia.

V prípade predpätých konštrukcií je potrebné stanoviť zaťažiteľnosť aj pre medzný stav únosnosti, kapitola A.2.2 týchto TP. O výslednej zaťažiteľnosti potom rozhoduje najnižšia hodnota zaťažiteľnosti stanovená pre oba medzné stavy.

## Príloha B Spriahnuté ocel'obetónové mosty

### B.1 Vlastnosti materiálov

#### B.1.1 Materiál

V prípade mostov, kde je diagnostickým prieskumom potvrdený betón nižšej pevnostnej triedy, než je uvedená dolná hranica v STN EN 1994-2, sa pri výpočte odporúča považovať konštrukciu za nespriahnutú.

Tam, kde je použitý betón vyššej pevnostnej triedy a/alebo je použitá konštrukčná ocel' s vyššou medzou klzu než uvedené horné hranice v STN EN 1994-2, sú považované zásady prílohy B týchto TP za odporúčané a pri ich aplikácii sa má prihliadať na možné dôsledky vyplývajúce z využitia postupov podľa STN EN 1994-2.

#### B.1.2 Identifikácia spriahnutia

##### B.1.2.1. Identifikácia spriahnutia trémových mostov

Prvky spriahnutia sa môžu uvažovať v zmysle pôvodnej PD. V prípade, že je mostná konštrukcia zaradená do stavebnotechnického stavu V-VII, je potrebné si diagnostickými metódami overiť ich typ a rozmiestnenie priamo na mostnej konštrukcii.

Ak v prípade spriahnutých ocel'obetónových trémových mostov neexistuje žiadna dokumentácia mosta, má sa postupovať nasledovne:

- a) ak sú významné pochybnosti, či ide o spriahnutú konštrukciu (napr. tomu nenasvedčujú rozmery horných a dolných pásnic nosníkov, alebo sú známe výsledky merania priehybov z minulosti, ktoré nasvedčujú o nižšej tuhosti, než je pripisovaná spriahnutým trémom) a nie je možné si overiť spriahnutie diagnostikou a/alebo študijnou zaťažovacou skúškou, určuje sa zaťažiteľnosť ako v prípade ocelevej konštrukcie so železobetónovou nespriahnutou doskou mostovky;
- b) ak nie sú pochybnosti, či ide o spriahnutú konštrukciu, ale nie je známy typ a rozmiestnenie spriahovacích prvkov, postupuje sa alternatívne:
  - typ spriahovacích prvkov sa zistí diagnostickým prieskumom s využitím príslušných metód technickej diagnostiky (včítane deštruktívnych),
  - v analýze sa uvažuje bližšie nešpecifikované plné spriahnutie, ktorého usporiadanie a odolnosť umožňuje plne využiť pružnú návrhovú odolnosť spriahnutého prierezu bez možnosti využitia plastickej odolnosti prierezu.

##### B.1.2.2. Identifikácia spriahnutia doskových mostov

V prípade doskových mostov alebo aj doskových mostoviek so zabetónovanými oceľovými prierezmi sa pri rozhodovaní, či je možné doskovú konštrukciu považovať za spriahnutú alebo nie v zmysle STN EN 1994-2, má vychádzať z bežne rešpektovaných teoretických predpokladov o spriahnutí ocel'obetónových prierezov (roztupy nosníkov, minimálne obetónovanie, tvar zabetónovaných nosníkov, spôsob zabezpečenia dostatočného spolupôsobenia betónu s oceľovými nosníkmi).

Hlavné podmienky spolupôsobenia pre využitie plastickej odolnosti spriahnutých obetónovaných nosníkov sú definované takto:

- a) plastická neutrálna os spriahnutého prierezu (so spolupôsobiacou šírkou betónu) musí prechádzať oceľovým nosníkom,
- b) v tlačenej zóne ocele má byť zabezpečené spolupôsobenie ocele s betónom:
  - buď samozverným efektom betónu v tlačenej oblasti betónu, ku ktorému dochádza v prípade, ak je celá horná pásnica prierezu v tlačenej oblasti betónu (zabetónované obrátené T-prieřezy a v mnohých prípadoch aj iné prieřezy, napr. zabetónované koľajnice, nesplňujú túto požiadavku),
  - alebo spriahovacími prvkami v ostatných prípadoch,
- c) v ťahanej oblasti betónu má prebiehať priečna výstuž cez otvory v stenách zabetónovaných oceľových nosníkov.

V prípade chýbajúcej dokumentácie alebo nedostatočných údajov sa môže uvažovať miera spolupôsobenia na základe roku výstavby mosta a predpokladu, že bol navrhnutý podľa predpisu/smernice platného/platnej v dobe výstavby. Je tu možnosť aj využitia starších smerníc pre tieto typy mostov vydávaných na našom území pre železničné mosty v rokoch 1939, 1971 a 1981 [ZP16-18].

## B.2 Prepočet spriahnutých oceľobetónových mostov

### B.2.1 Globálna analýza spriahnutých mostov

#### B.2.1.1. Výpočtové modely všeobecne

Majú sa aplikovať také výpočtové modely, ktoré zohľadňujú doskové pôsobenie spriahnutej dosky. Prútové modely samostatne pôsobiacich nosníkov so spolupôsobiacou šírkou spriahnutej dosky sa môžu alternatívne použiť pre globálnu analýzu iba v prípade jednoducho uložených nosných konštrukcií s kolmým resp. takmer kolmým uložením, pričom sa musí čo najpresnejšie zohľadniť priečny roznos zaťaženia na jednotlivé nosníky.

V globálnej analýze je potrebné zohľadniť postupmi odporúčanými STN EN 1994-2 najmä:

- vplyv šmykového ochabnutia, a to v betónových spriahnutých doskách alebo aj v širokých oceľových pásach,
- vplyv trhlin v betónovej doske a ich dopad na zmeny tuhosti v prípadoch spojitých spriahnutej nosnej konštrukcie,
- hlavné reologické zmeny betónu - dotvarovanie a zmrašťovanie.

#### B.2.1.2. Rešpektovanie fáz budovania dosky vo výpočtových modeloch

V analýze sa má zohľadniť rozdielne dotvarovanie a zmrašťovanie rôzne starých častí betónu. Pri absencii akýchkoľvek údajov, alebo v prípadoch, keď sa rozdiely v reologických zmenách rôzne starých častí javia ako marginálne, možno zjednodušene uvažovať jednotný vek betónu.

Ak nie sú z dokumentácie mostného objektu známe postupy betónovania dosky, dĺžka ošetrovania betónu a časové následnosti výstavby, a ak nie sú k dispozícii ani všeobecné zásady o technologických postupoch v čase výstavby, prípadne údaje zo smerníc pre betonáž a spracovanie betónu platných v čase návrhu mosta, odhad časových nadväzností výstavby musí zväziť spracovateľ prepočtu. Ako odporúčané hodnoty možno v týchto prípadoch uvažovať 1 deň pre ošetrovanie betónu po betonáži a vek betónu 28 dní pre vnesenie všetkých stálych zaťažení spôsobujúcich dotvarovanie betónu.

Ak nie je zrejmé, akým spôsobom sa realizovala výstavba betónových častí spriahnutých prierezov, má sa pri globálnej analýze predpokladať, že bola počas výstavby aplikovaná betonáž bez medzilahlého podopretia, a taktiež aj alternatíva s betonážou na spojitých skruži. Rozhoduje potom nižšia hodnota zaťažiteľnosti získaná z takto vykonaných dvoch analýz.

V prípade, že je použitá prefabrikovaná mostovka alebo prefabrikované dosky tvoria len časť dosky mostovky spolupôsobiacej s betónovou vrstvou dobetónovanou na stavenisku, má sa tento fakt pri prepočte zohľadniť. Do výpočtového modelu je tak potrebné zahrnúť, do akej miery sú styky týchto prefabrikovaných častí schopné prenášať tlakové alebo ťahové namáhanie. Pri absencii údajov o betonáži a prefabrikátoch, je možné uvažovať jednotný vek betónu prefabrikátov aj monolitickéj časti.

### B.2.2 Medzné stavy únosnosti spriahnutých mostov

#### B.2.2.1. Vyžadované posúdenia

V prípade existujúcich spriahnutých oceľobetónových nosných konštrukcií sa vyžaduje overenie nasledujúcich odolností, resp. určenie príslušnej zaťažiteľnosti z:

- odolnosti spriahnutých oceľobetónových prierezov vrátane únavy,
- odolnosti betónových prvkov vrátane únavy,
- odolnosti nespriahnutých oceľových prierezov a prvkov (priečniky, stužidlá a pod.) vrátane únavy,
- odolnosti šmykového spojenia (spriahnutia) vrátane únavy,
- odolnosti voči strate stability tvaru prvkov (napr. klopie spojité plnostenných trámov nad medzilahlými podperami).

Pri určovaní zaťažiteľnosti z hľadiska medzných stavov únosnosti železobetónovej prípadne predpätej betónovej dosky sa má postupovať podľa prílohy A týchto TP.

Pre overenie medzných stavov únosnosti nespriahnutých nosných oceľových prvkov (napríklad priečne stužidlá, oceľové prúty priehradových trámov, príp. nespriahnuté prvky mostovky a pod.), ako aj pre všetky rozhodujúce prípoje (montážne styky, spoje a pod.) platia ustanovenia prílohy C týchto TP.

#### B.2.2.2. K odolnosti nosných prvkov

Pri výpočte zaťažiteľností spriahnutých prvkov sa aplikujú pravidlá týchto TP, STN EN 1994-2 a STN EN 1994-1-1.

Vo výpočte odolnosti je potrebné prihliadať k relevantným vplyvom, ktoré sa v týchto kombinovaných konštrukciách vyskytujú (postupnosť výstavby, reológia betónu – zmrašťovanie, dotvarovanie, ochabnutie normálových napätí vplyvom šmyku, vydúvanie štíhlych častí, trhliny v betóne a ťahové spevnenie betónu medzi trhlínami, prípadné predpätie,...). V relevantných prípadoch špecifikovaných v príslušných častiach STN EN 1994-2 je možné niektoré z týchto efektov zanedbať (napr. pri vyčísl'ovaní plastickej odolnosti a pod.).

Využitie plastickej odolnosti spriahnutého prierezu je podmienené zatriedením prierezov v zmysle ustanovení STN EN 1993-1-1 a STN EN 1994-1-1. Ďalšou podmienkou je však aj kontrola polohy neutrálnej osi. V prípade, že dochádza k plastizácii prierezu v úrovni spriahnutia, musí byť systém spriahnutia schopný poddajného pôsobenia. Tuhé prvky spriahnutia takúto podmienku obyčajne nespĺňajú, a teda je často potrebné overiť prierez iba v pružnom stave, resp. využiť pružno-plastickú odolnosť.

### B.2.2.3. Overenie spriahnutia

Pri posúdení spriahnutia, ak nie je známy typ spriahovacích prvkov a/alebo ich rozmiestnenie pozdĺž prvku, smie sa predpokladať šmykové spojenie, ktoré je navrhnuté tak, že jeho usporiadanie a odolnosť umožňujú dosiahnutie pružnej odolnosti spriahnutého prierezu (pozri B.1.2.2). Do záverov prepočtu sa má vtedy uviesť najväčšia hodnota pozdĺžnej šmykovej sily získaná z posúdenia spriahnutého nosníka v medzných stavoch únosnosti od maximálneho zaťaženia na úrovni zaťažiteľnosti nosníka.

Pri určovaní pozdĺžnej šmykovej sily v spriahnutých trámoch so známym šmykovým spojením sa má postupovať nasledovne:

- a) okrem oblastí uvedených v ďalšom v bode b), sa má pozdĺžna šmyková sila určiť s uvažovaním prierezov bez trhlín a na základe vnútorných síl určených z pružnostnej globálnej analýzy s trhlínami pri rešpektovaní postupu výstavby,
- b) pri spriahnutých nosníkoch s prierezmi triedy 1 alebo 2 sa má pozdĺžna šmyková sila v oblastiach s tlačnou betónovou doskou v zónach, kde je prekročená pružná odolnosť spriahnutého trámu, určiť na základe normálových síl v betónovej doske podľa STN EN 1994 -2.

Ak sú ako spriahovacie prvky použité trne, príslušná zaťažiteľnosť z ich odolnosti sa určí s využitím posúdení podľa STN EN 1994-2.

Ak sú na šmykové spojenie použité perforované, hrebeňové, kombinované alebo iné druhy spriahovacích lišt, ktorých návrhová odolnosť vzťahnutá na jednotku dĺžky je známa, vypočíta sa zaťažiteľnosť z odolnosti spriahovacej lišty vzťahnutej na jednotku dĺžky.

Ak sú na šmykové spojenie použité staršie typy spriahovacích prvkov, akými boli napríklad:

- blokové zarážky, prípadne iné typy blokových prvkov zhotovených z úpalkov prierezov,
- háky alebo slučky z betonárskej výstuže,
- kombinácia hákov a slučiek s blokovou zarážkou,
- spriahnutie pomocou uholníkov a prevlečenej (alebo privarenej) pozdĺžnej výstuže,

využije sa pri určovaní dobová literatúra.

*Poznámka: Postupy pre stanovenie odolnosti hneď niekoľkých vyššie uvedených starších spriahovacích prvkov sumarizuje predpis [T14].*

### B.2.3 Medzný stav únavy

Ak sa nepočíta presnejšie, môže byť posúdenie na únavu založené na poškodení od ekvivalentného rozkmitu napätia.

Pre rozkmit napätia v konštrukčnej oceli a vo výstuži a pre overenie únavovej pevnosti platí STN EN 1994-2 a tiež príslušné ustanovenia týchto TP v prílohe C pre oceľové prvky a v prílohe A pre výstuž.

Rozkmit pozdĺžneho šmykového napätia pre posúdenie šmykového spojenia (spriahovacích prvkov) na únavu je možné určiť z STN EN 1994-2. V rovnakých častiach citovaných noriem sú uvedené aj pravidlá pre určenie súčiniteľov ekvivalentného poškodenia  $\lambda$ .

Overenie únavovej pevnosti konštrukčnej ocele sa realizuje podľa prílohy C týchto TP. Overenie medzného stavu únavy betónu, betonárskej výstuže a prepínacej výstuže sa predpokladá podľa prílohy A týchto TP.

Pri overovaní únavovej pevnosti spriahovacích trťov sa má postupovať podľa STN EN 1994-2. Pre únavové posúdenie starších typov spriahovacích prvkov sa použijú postupy ako pre posúdenia konštrukčnej ocele (príloha C týchto TP).

Ak nie je známy typ spriahovacích prvkov a/alebo ich rozmiestnenie, postupuje sa pri určení zaťažiteľnosti z medzných stavov únavy s uplatnením zásad uvedených v predošlej kapitole venovanej



spriahnutiu, avšak s uvažovaním príslušných účinkov zaťaženia a odolnosťami relevantnými pri posúdení na únavu.

#### B.2.4 Medzné stavy použiteľnosti spriahnutých mostov

Existujúce spriahnuté ocelobetónové nosné konštrukcie sa majú posúdiť a zaťažiteľnosť sa má stanoviť z nasledujúcich medzných stavov použiteľnosti:

- obmedzenie pružných napätí v spriahnutých prierezoch (kontroluje sa v prierezoch, ktoré boli v medznom stave únosnosti overované s predpokladom plastického alebo nelineárneho priebehu napätia),
- prekročenie medzných pretvorení,
- kontrola trhlín.

Pre určenie zaťažiteľnosti v prípade obmedzenia normálových napätí možno využiť vzťahy použité pri vyčísl'ovaní zaťažiteľnosti z pružnej odolnosti spriahnutých prierezov, pričom účinky zaťaženia a odolnosti vstupujú do vzťahov svojimi návrhovými hodnotami stanovenými s parciálnymi súčiniteľmi  $\gamma_{F,ser} = \gamma_{M,ser} = 1,00$ .

Pri posúdení zvislých prieťahov spriahnutých ocelobetónových trémov a doskových konštrukcií sa má vhodne zohľadniť aj možný preklz medzi oceľovou a betónovou časťou prierezu, ak je to relevantné.

Pri overení medzného stavu kontroly trhlín v betónových prvkoch alebo doskách sa uplatnia príslušné ustanovenia z prílohy A týchto TP.

## Príloha C Ocel'ové mostné objekty

### C.1 Vlastnosti materiálov

Vlastnosti kovových materiálov ocelových konštrukcií mostov pozemných komunikácií a ich charakteristické a návrhové hodnoty sa určujú postupmi podľa bodov a) alebo b) v kapitole 4.3.1 týchto TP.

Ak je možné postupovať podľa bodu a) v kapitole 4.3.1 týchto TP, potom sa za charakteristickú hodnotu medze klzu ocele považuje zaručená medza klzu ocele uvedená v dokumentácii mostného objektu alebo v norme platnej v čase jeho návrhu, prípadne je možné postupovať podľa STN ISO 13822. Takto zistené hodnoty sa odporúča overiť tvrdomernými skúškami ocelí.

Ak sa nezachovala dokumentácia mostného objektu, ale je známy rok jeho výstavby a nie sú pochybnosti o tom, že vlastnosti použitého materiálu zodpovedajú kvalite ocelí triedy S235, S275 alebo S355 podľa STN EN 10025-2, je možné uvažovať charakteristické hodnoty vlastností ocele uvedené v tabuľke C.1.

Návrhová hodnota medze klzu ocele sa v tomto prípade pre medzné stavy únosnosti okrem únavy stanoví z charakteristickej hodnoty medze klzu ocele delením jej hodnoty parciálnymi súčiniteľmi spoľahlivosti materiálu  $\gamma_{Mi}$ . V prípade použitia zjednodušeného postupu v súlade s kapitolou 12 týchto TP je možné uvažovať hodnoty  $\gamma_{Mi}$  uvedené v tabuľke C.1. V prípade použitia presnejšieho postupu sa pri stanovení hodnôt parciálnych súčiniteľov  $\gamma_{Mi}$  postupuje podľa prílohy F týchto TP.

Tabuľka C.1 Vlastnosti ocelí a parciálne súčinitele spoľahlivosti materiálu

Rok výroby	Materiál pevnostnej triedy		Dovolené namáhanie $\sigma_{adm}$ [MPa]	Zaručená medza klzu $f_y$ [MPa]	Medza pevnosti $f_u$ [MPa]	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$	Predpis Norma
do 1894	zvárkové železo		130	210	340	1,10	1,20	1,30	
1895-1904	zvárkové železo		130	210	340	1,10	1,20	1,30	Nariadenie 97/1904
	plávková oceľ		140	230	360	1,10	1,20	1,30	
1905-1937	plávková oceľ		140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1230
1938-1950	37 (S235)		140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1232
	52 (S355)		195	335	490	1,10	1,25	1,30	
1951-1968	37 (S235)	hrúbka $t \leq 25$ mm	140	230	360	1,10	1,20	1,30	Smernica pre navrhovanie mostov, ČSN 73 6202 ČSN 73 6204
		> 25	130	210	340	1,10	1,20	1,30	
	52 (S355)	$\leq 16$	210	360	510	1,10	1,25	1,30	
		> 17	200	340	490	1,10	1,25	1,30	
1969-1985	37 (S235)	$\leq 25$		235	360	1,00	1,10	1,25	STN 73 6205  STN ISO 13822  STN EN 10025-2
		> 25		215	360				
	52 (S355)	$\leq 50$		355	510				
1986-1998	37 (S235)	$\leq 25$		235	360	1,00	1,10	1,25	
		> 25		215	360				
	52 (S355)	$\leq 25$		355	510				
		> 25		335	470				
Po roku 1998	S235	$\leq 40$		235	360	1,00	1,10	1,25	
	S235	$40 < t \leq 80$		215	360				
	S275	$\leq 40$		275	430				
	S275	$40 < t \leq 80$		255	410				
	S355	$\leq 40$		355	510				
	S355	$40 < t \leq 80$		335	470				

Ak sú informácie o vlastnostiach materiálu nedostatočné a okolnosti neumožňujú postupovať podľa bodu a) v kapitole 4.3.1 týchto TP, vlastnosti ocelí sa musia stanoviť materiálovými skúškami podľa STN ISO 13822 a kapitoly 4.3.3 týchto TP v závislosti od početnosti skúšobných vzoriek. Návrhová hodnota medze klzu materiálu sa pre medzné stavy únosnosti okrem únavy stanoví zo zaručenej medze klzu ocele zistenej materiálovými skúškami delením jej hodnoty parciálnymi súčinitelmi spoľahlivosti materiálu  $\gamma_{Mi}$ , ktoré je možné uvažovať buď podľa tabuľky C.1, resp. ak je potrebné použiť presnejší postup podľa kapitoly 12 v týchto TP, stanoví sa hodnoty parciálnych súčiniteľov podľa prílohy F týchto TP.

Uvedené hodnoty materiálových vlastností platia pre namáhanie ťahom/tlakom a ohybom. V prípade stanovenia pevnosti ocele v šmyku sa postupuje podľa STN EN 1993-1-1 s výnimkou pre zväzkové železo, kedy sa jeho pevnosť v šmyku stanoví vynásobením návrhovej hodnoty medze klzu, určenej postupmi podľa bodov a) resp. b) v kapitole 4.3.1 týchto TP, pomocou faktora 0,5.

Ak nie je známy materiál nitov alebo skrutiek použitých v ocelevej konštrukcii mostu zhotovenej do roku 1968, je možné v jej prepočte uvažovať s charakteristickými hodnotami vlastností materiálov nitov a skrutiek podľa tabuľky C.2 v závislosti od kvality ocelí spojovaných prvkov. Hodnota parciálneho súčiniteľa  $\gamma_{M2}$  pre odolnosť spoja sa uvažuje podľa tabuľky C.1. Charakteristické hodnoty vlastností materiálov nitov a skrutiek a ich parciálne súčinitele sa pre konštrukcie vyrobené po roku 1968 môžu uvažovať podľa STN EN 1993-1-8.

Hodnoty uvedené v tabuľke C.2 platia pre nity s polguľovou hlavou (nezapustené). Pre nity polozapustené a zapustené sa uvedené hodnoty majú redukovať pri namáhaní šmykom o 20 %.

Tabuľka C.2 Charakteristické hodnoty vlastností materiálov nitov a skrutiek

Pevnostná charakteristika	Nity		Presné skrutky	
	v konštrukciách z materiálu s medzou klzu			
	$f_y \leq 300 \text{ MPa}$	$f_y > 300 \text{ MPa}$	$f_y \leq 300 \text{ MPa}$	$f_y > 300 \text{ MPa}$
$f_y$ [MPa]	200	245	300	
$f_u$ [MPa]	310	440	500	

Informatívne hodnoty návrhovej pevnosti liatiny je možné uvažovať podľa tabuľky C.3. Tieto hodnoty sa nedelia parciálnymi súčinitelmi spoľahlivosti materiálu  $\gamma_{Mi}$ . Vzhľadom na to, že uvedené hodnoty sú konzervatívne, odporúča sa stanoviť ich presnejšie pomocou skúšok.

Tabuľka C.3 Informatívne hodnoty návrhovej pevnosti liatiny

Konštrukčné prvky	V tlaku a v tlaku za ohybu [MPa]	V ťahu a v ťahu za ohybu [MPa]
Podpery (stĺpy)	100	45
Ostatné prvky	65	30

## C.2 Prepočet ocelových nosných konštrukcií existujúcich mostov

### C.2.1 Globálna analýza

Pre globálnu analýzu ocelových konštrukcií existujúcich mostov sa všeobecne odporúča prednostne používať priestorové výpočtové modely umožňujúce presnejšie vystihnúť skutočného pôsobenia a súčasne aj zohľadnenie prípadnej redistribúcie vnútorných síl v dôsledku imperfekcií a porúch prvkov a častí ocelevej konštrukcie mostu. Pokiaľ sa nosná konštrukcia modeluje pomocou parciálnych submodelov, má sa jej priestorové pôsobenie vždy zohľadniť iným spôsobom. Odzva ocelevej konštrukcie na zaťaženie sa pri globálnej analýze stanoví vždy pružnostnou metódou za predpokladu pružného správania sa materiálu bez ohľadu na úroveň zaťaženia. Obvykle je možné aplikovať pružnostnú globálnu analýzu prvého rádu so začiatočným tvarom konštrukcie. Vplyv pretvorenia konštrukcie (účinky teórie druhého rádu) sa má zobrať do úvahy, pokiaľ významne zväčšuje účinky zaťaženia a tým aj vnútorných síl alebo významne mení správanie konštrukcie. Globálna analýza podľa teórie prvého rádu sa môže použiť vtedy, ak je splnené príslušné kritérium v STN EN 1993-1-1.

Pri globálnej analýze sa požaduje zohľadniť vplyv podstatných imperfekcií prvkov a častí ocelevej konštrukcie mostu, ktorými sú pri existujúcich mostoch aj prípadné poruchy. Tvar a veľkosť imperfekcií, ktoré môžu evidentne ovplyvniť redistribúciu vnútorných síl, a tým aj zaťažiteľnosť postihnutých prvkov, sa majú získať priamym zameraním na konštrukcii. Hlavnými predstaviteľmi týchto imperfekcií sú najmä:

- zreteľné globálne vybočenie prútových sústav tvoriacich jeden celok (napríklad oblúky oblúkových mostov alebo tlačené pásy otvorene usporiadaných mostov);
- výrazné deformácie nosných prvkov a častí ocelevej konštrukcie mostu od nárazov dopravných prostriedkov;
- chýbajúce prvky alebo časti prvkov (chýbajúce stužidlá a pod.);
- skorodované prierezy nosných prvkov s výrazným úbytkom ich prierezovej plochy.

V technickej správe k prepočtu ocelevej konštrukcie existujúceho mostu sa požaduje vždy uviesť, ktoré zistené poruchy a imperfekcie boli v jeho výpočtovom modeli pri globálnej analýze zohľadnené a ktoré sa odstránia údržbou alebo opravami, takže nemajú vplyv na zaťažiteľnosť mostu.

U častí konštrukcií alebo konštrukčných prvkov, ktoré nevykazujú výrazné imperfekcie, je možné pre zohľadnenie účinkov teórie druhého rádu využiť ekvivalentné geometrické imperfekcie podľa STN EN 1993-1-1 a STN EN 1993-1-5. V tom prípade sa odporúča stanoviť tvar imperfekcie prvku alebo časti ocelevej konštrukcie mostu z pružného tvaru straty stability konštrukcie alebo jej časti. Veľkosť amplitúdy začiatočného tvaru imperfekcie sa určí podľa STN EN 1993-1-1. U nitovaných konštrukcií, kde nie je významný vplyv reziduálnych napätí, je možné využiť pre globálnu analýzu nosnej konštrukcie alebo jej častí skutočne zamerané geometrické imperfekcie.

Ak sa má zohľadniť pri analýze konštrukcie vplyv účinkov teórie druhého rádu, potom je potrebné overiť stabilitu konštrukcie postupmi podľa STN EN 1993-1-1. Účinky pretvorenia konštrukcie a vplyv teórie druhého rádu sa môžu zohľadniť buď komplexne priamo v globálnej analýze konštrukcie, alebo čiastočne pomocou globálnej analýzy a čiastočne posúdením stability prútov metódou náhradného prúta, alebo kompletne posúdením individuálnych prútov pomocou metódy náhradného prúta.

Pri globálnej analýze dosko-stenových nosných konštrukcií sa musí zohľadniť vplyv ochabnutia normálových napätí v širokých doskových pásoch vplyvom šmyku (šmykové ochabnutie). Pokiaľ sa nepostupuje presnejšie, je možné účinky šmykového ochabnutia v pásoch zohľadniť pomocou spolupôsobiacej šírky podľa STN EN 1993-1-5. Vydúvanie štíhlych tlačенých častí prierezu sa môže v pružnostnej globálnej analýze zohľadniť pomocou účinných plôch príslušných častí prierezu podľa STN EN 1993-1-5.

V prípade, že je zaťažiteľnosť nosnej konštrukcie alebo jej časti významne limitovaná odolnosťou niektorých veľmi štíhlych tlačенých prvkov, je možné pri globálnej analýze nosnej konštrukcie zvážiť možnosť vynechania týchto prvkov po dosiahnutí ich príslušnej odolnosti, avšak len za predpokladu, že je možná pružná redistribúcia vnútorných síl a zvyšná časť konštrukcie je schopná ďalej prenášať pôsobiace zaťaženia.

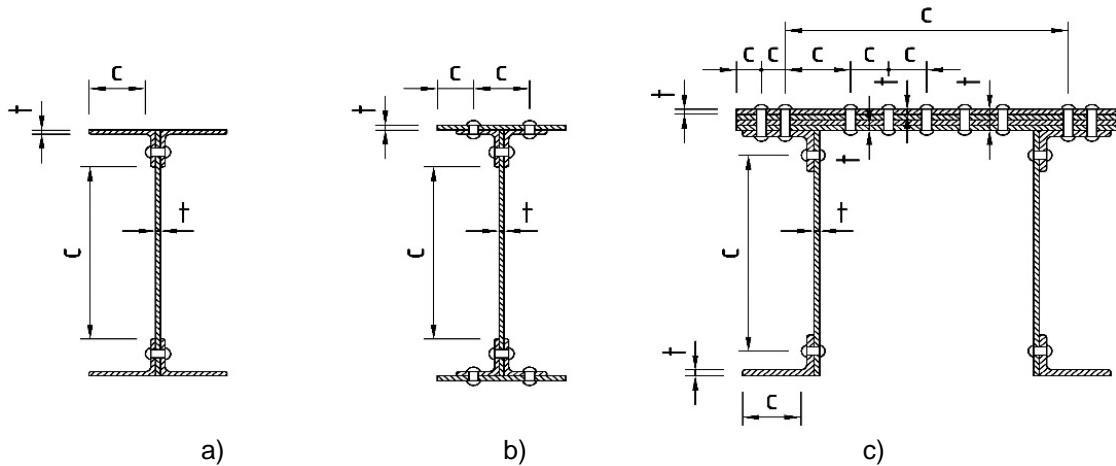
## C.2.2 Medzné stavy únosnosti

Pri prepočtoch ocelových konštrukcií existujúcich mostných objektov sa požaduje rešpektovať medzné stavy únosnosti definované v kapitole 4.1 týchto TP.

O spôsobe stanovenia a overenia odolnosti prierezov a určenia ich zaťažiteľnosti rozhoduje klasifikácia prierezov. Zvárané prierezy ocelových konštrukcií mostov sa klasifikujú podľa STN EN 1993-1-1. Pozdĺžne vystužené tlačené steny a pásy sa klasifikujú v súlade s pravidlami v STN EN 1993-1-5. Pre zatriedenie nitovaných prierezov sa použijú šírky príslušných častí prierezu podľa obrázku C.1. Okrem priečneho smeru je potrebné overiť aj zatriedenie z hľadiska vzdialenosti nitov rovnobežne so smerom pôsobiacich tlakových napätí. Medzné štíhlosti tých tlačенých častí, ktorých vybočeniu nie je ničím bránené, sa uvažujú podľa STN EN 1993-1-1. Medzné štíhlosti častí prierezu, ktoré sú proti vydúvaniu čiastočne podopreté inou časťou prierezu, sa môžu uvažovať podľa tabuľky C.4.

Účinky šmykového ochabnutia a účinky lokálneho vydúvania štíhlych prierezov triedy 4 sa majú pri stanovení ich odolnosti zohľadniť pomocou spolupôsobiacich širok a účinných plôch podľa STN EN 1993-1-5. Účinky vydúvania vplyvom šmyku sa majú taktiež zohľadniť podľa STN EN 1993-1-5.

Pri jednoosej normálovej napätosti (ťah, osový tlak alebo ohyb) sa zaťažiteľnosť prierezov  $V_n$ ,  $V_a$ ,  $V_i$ ,  $V_e$  určí zo vzťahov (3) až (6) týchto TP, kde sa za návrhovú hodnotu odolnosti  $R_d$  dosadí príslušná návrhová hodnota odolnosti prierezu v ťahu  $N_{t,Rd}$ , osovom tlaku  $N_{c,Rd}$  alebo ohybe  $M_{c,Rd}$ , ktoré sa stanovia v závislosti od typu prierezu (plný alebo oslabený) a jeho klasifikácie podľa STN EN 1993-1-1, s prihliadnutím ku STN EN 1993-1-5 pri štíhlych prierezoch triedy 4 namáhaných tlakom. V prípade prierezov namáhaných šmykom od priečnej sily resp. od krútenia sa za návrhovú hodnotu odolnosti  $R_d$  vo vzťahoch (3) až (6) dosadí návrhová hodnota odolnosti prierezu v šmyku  $V_{c,Rd}$ , resp. v krútení  $T_{Rd}$ , pri určení ktorých sa rozdelenie šmykových napätí v stene prierezu uvažuje v závislosti od spôsobu stanovenia pružnej alebo plastickej odolnosti v šmyku v súlade s STN EN 1993-1-1. Normálové a šmykové napätia vyvolané krútením, ako aj ich interakcia s normálovými a šmykovými napätiami od pôsobenia normálovej sily, ohybového momentu a priečnej sily sa stanovia v súlade s STN EN 1993-1-1. Okrem toho je nutné overiť aj vplyv vydúvania pri namáhaní šmykom podľa STN EN 1993-1-5.



Obrázok C.1 Definícia širok pre zatriedenie nitovaných prierezov  
a), b) I prierez plnostenného nosníka alebo výplňového prúta priehradového nosníka  
c) dvojstenný prierez horného pásu priehradového nosníka

Tab. C.4 Maximálne vzdialenosti nitov pre zatriedenie tlačných častí podopretých stenou alebo uholníkom

Orientácia vzhľadom na smer tlakových napätí	Časť prierezu	Trieda 2*, **	Trieda 3*
Kolmo na smer tlakových napätí	Odstávajúca časť prierezu	$14t \cdot \varepsilon$	$20t \cdot \varepsilon$
	Vnútna časť prierezu	$45t \cdot \varepsilon$	$50t \cdot \varepsilon$
Rovnobežne so smerom tlakových napätí	Odstávajúca aj vnútorná časť prierezu	$22t \cdot \varepsilon$	$25t \cdot \varepsilon$

\*  $t$  – hrúbka tlačenej časti,  $\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$

\*\* Aj v prípade zatriedenia nitovaného prierezu do triedy 2 sa odporúča v MS únosnosti uvažovať len s jeho pružnou odolnosťou.

Ak sa nepostupuje presnejšie, odolnosť prierezov namáhaných kombináciou jedno/dvoj-  
osového ohybu a normálovej sily sa môže overiť s využitím interakčného vzťahu z STN EN 1993-1-1,  
založeného na lineárnom súčte pomerných účinkov jednotlivých vnútorných síl. V tomto prípade sa  
príslušná zaťažiteľnosť overovaného prierezu stanoví pomocou vzťahu

$$V = \left( \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LMi}} \right) \cdot V_{rep}, \quad (C.1)$$

kde:

$$\eta_{1,LMi} = \frac{N_{LMi,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,LMi,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,LMi,Ed}}{M_{z,Rd}}, \quad (C.2)$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{M_{z,Rd}}, \quad (C.3)$$

$$N_{Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} \quad M_{y,Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M0} \quad M_{z,Rd} = W_z \cdot f_y / \gamma_{M0}. \quad (C.4)$$

$N_{LMi,Ed}$ ,  $M_{y,LMi,Ed}$ ,  $M_{z,LMi,Ed}$  sú návrhové hodnoty vnútorných síl od zvislého premenného zaťaženia  
cestnou dopravou reprezentovaného príslušným zaťažovacím modelom  
(LM1, LM2, LM3-1 resp. LM3-2). <sup>1)</sup>

$N_{rs,Ed}$ ,  $M_{y,rs,Ed}$ ,  $M_{z,rs,Ed}$  sú návrhové, resp. kombinačné hodnoty vnútorných síl od ostatných zaťažení,  
ktoré pôsobia súčasne s príslušným zvislým premenným zaťažením cestnou  
dopravou. <sup>1)</sup>

$N_{Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$ ,  $M_{z,Rd}$  sú návrhové hodnoty odolností posudzovaného prierezu, stanovené pomocou  
príslušných prierezových charakteristík ( $A$ ,  $A_{net}$ ,  $A_{eff}$ ,  $W_{el}$ ,  $W_{pl}$ ,  $W_{eff}$ ) v závislosti  
od typu prierezu a jeho klasifikácie.

<sup>1)</sup> V prípade normálnej zaťažiteľnosti  $V_n$  pozri tiež definíciu pri všeobecnom vzťahu (3) v kapitole 6.2 týchto TP.

*Poznámka 1: Vzťah (C.1) vznikne úpravou vzťahov (3), (4), (5), (6) – vydelením čitateľa aj menovateľa zlomku návrhovou hodnotou odolnosti  $R_d$ .*

V prípade, že je prierez namáhaný kombináciou ohybového momentu, normálovej sily a šmykovej sily, zaťažiteľnosť je nutné určiť s ohľadom na veľkosť šmykovej sily iteráčnym postupom podľa STN EN 1993-1-5. Pri súčasnom pôsobení priečnej sily a krútiaceho momentu sa priečna sila odolnosti prierezu v šmyku  $V_{pl,Rd}$ , resp.  $V_{bw,Rd}$  nahradí priečnou silou odolnosti v šmyku  $V_{pl,T,Rd}$ , resp.  $V_{bw,T,Rd}$ , čím sa zohľadnia účinky krútenia podľa STN EN 1993-1-1.

Vzperná odolnosť tlačných prútov a odolnosť ohybaných prútov pri strate priečnej a torznej stability (klopenie nosníkov) sa určujú podľa STN EN 1993-1-1 a STN EN 1993-2. Ich zaťažiteľnosť sa môže určiť pomocou vzťahov (3) až (6) týchto TP, do ktorých sa dosadí príslušná návrhová hodnota normálovej sily vzpernej odolnosti  $N_{b,Rd} = \chi N_{Rd}$  resp. návrhová hodnota ohybového momentu vzpernej odolnosti v klopení  $M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd}$ , kde  $\chi$  je súčiniteľ vzperu pre rovinný vzper tlačného prúta a  $\chi_{LT}$  je súčiniteľ klopenia pri strate stability klopením pri ohybe prúta. Pri overovaní odolnosti a určovaní zaťažiteľnosti prútov namáhaných tlakom a dvojosovým ohybom sa vychádza z podmienok spoľahlivosti pre metódu 2 v STN EN 1993-1-1. Určenie zaťažiteľností týchto prútov je nutné vykonať iteráčnym postupom.

*Poznámka 2: Iteráčny postup prebieha všeobecne vo viacerých krokoch. V 1. kroku sa odhadne hodnota príslušnej zaťažiteľnosti  $V_1$ . Pomerom  $V_1 / V_{rep}$  sa prenášobia všetky návrhové hodnoty vnútorných síl od zvislého premenného zaťaženia cestnou dopravou reprezentovaného príslušným zaťažovacím modelom (LM1, LM2, LM3-1 resp. LM3-2) a následne sa overí platnosť danej podmienky spoľahlivosti. V závislosti od dosiahnutého výsledku overovanej podmienky (pozitívneho / negatívneho) nasleduje 2. krok, v ktorom sa odhadne nová hodnota príslušnej zaťažiteľnosti  $V_2$  (vyššia / nižšia) a celý postup sa opakuje s pomerom  $V_2 / V_{rep}$ . Nasleduje prípadne krok č. 3, 4, atď. Iteráčny výpočet je ukončený v tom kroku, kedy je dosiahnutá rovnosť overovanej podmienky spoľahlivosti.*

### C.2.2.1. Prvková mostovka

V prípade prvkových mostoviek staršieho typu s nosným podkladom tvoreným rôznymi oceľovými profilmi (Zorés, puklovky, žlabiny) je dôležité spoľahlivo zhodnotiť technický stav tak nosného podkladu ako aj samotnej mostovky. Ten je obvykle veľmi negatívne ovplyvnený presakujúcou vodou, ktorá spolu s posypovými soľami používanými pri zimnej údržbe spôsobuje značné poškodenia oceľových prvkov chloridovou koróziou.

Statická schéma profilov nosného podkladu sa môže voliť ako jednoduchý nosník. Statická schéma pozdĺžnikov sa volí buď ako jednoduchý nosník alebo ako spojený nosník, v závislosti od konštrukčného riešenia. Prípoj priečnikov na hlavné nosníky sa môže vo vodorovnom smere uvažovať ako kĺbový, vo zvislom smere je účelné zohľadniť skutočnú tuhosť prípoja, ktorá v prípade mostov s dolnou mostovkou a otvoreným usporiadaním ovplyvňuje stabilitu hlavných nosníkov.

V prípade nosného podkladu vozovky tvorenej železobetónovou doskou uloženou na pozdĺžnikoch a priečnikoch (prípadne len na pozdĺžnikoch alebo len na priečnikoch) je dôležité identifikovať existenciu/neexistenciu prvkov spriahnutia medzi betónovou doskou a prvkami mostovky. Ak nie je k dispozícii pôvodná dokumentácia a diagnostikou nie je možné zistiť použitie prvkov spriahnutia, uvažuje sa betónová doska bezpečne ako nespriahnutá s prvkami mostovky. V smere kolmom na podporujúce prvky sa uvažuje ako spojená doska, prípadne ako jednoducho uložená doska, v závislosti od miery vystuženia betónárskou výstužou nad oceľovými podporujúcimi nosníkmi. Statické pôsobenie pozdĺžnikov a priečnikov sa uvažuje obdobne ako v predchádzajúcom prípade.

Pri stanovení odozvy na zaťaženie je možné využiť roznos kolesových síl cez vrstvy vozovky až po úroveň strednicovej roviny profilov nosného podkladu, resp. betónovej dosky.

Zaťažiteľnosť betónovej dosky v smere kolmom na podporujúce oceľové prvky sa stanoví podľa prílohy A týchto TP.

Zaťažiteľnosť nespriahnutých pozdĺžnikov a priečnikov sa stanoví podľa tejto prílohy v závislosti od klasifikácie prierezu a od úrovne šmykového namáhania. V prípade betónovej dosky spriahnutej s prvkami mostovky sa postupuje pri stanovení zaťažiteľnosti jednotlivých častí mostovky podľa prílohy B týchto TP.

Pri stanovení odozvy na zaťaženie priečnikov otvorene usporiadaných mostov, ktoré sú súčasťou priečných U-rámov a svojou ohybovou tuhosťou prispievajú ku globálnej stabilite hlavných nosníkov, je potrebné do kombinácie zaťaženia zahrnúť aj namáhanie priečnikov v dôsledku vzperu tlačného pásu hlavných nosníkov.

### C.2.2.2. Dosková ortotropná mostovka

Ortotropné mostovky, ktoré sú zároveň súčasťou hlavného nosného systému mosta, sa overujú s ohľadom na napätosť:

- od lokálneho namáhania pozdĺžnych výstuh s účinnou časťou plechu mostovky;

- od lokálneho namáhania priečných výstuh pri zohľadnení prípadných výrezov pre jednotlivé pozdĺžne výstupy;
- od globálneho namáhania mostovky ako súčasti hlavného nosného systému.

Podobne ako priečniky prvkových mostoviek, aj priečne výstupy ortotropných mostoviek otvorene usporiadaných mostov je potrebné overiť aj na účinky vzperu tlačенých pásov hlavných nosníkov.

#### C.2.2.3. Plnostenné hlavné nosníky

Zaťažiteľnosť s ohľadom na ohybovú odolnosť prierezu plnostenných hlavných nosníkov (prípadne v kombinácii s osovou silou) sa určí v závislosti od klasifikácie ich prierezov a úrovne namáhania šmykom. V prípade plnostenných nosníkov ako súčasti Langerovho trámu sa odporúča pri overovaní vydúvania štíhlej steny s využitím metódy účinnej šírky vychádzať z celkovej napätosti v stene od kombinácie namáhání.

#### C.2.2.4. Priehradové hlavné nosníky

Zaťažiteľnosť prierezov prútov priehradových hlavných nosníkov sa stanoví v závislosti od spôsobu namáhania a klasifikácie prierezu. Vplyv mimouzlového pripojenia prútov v rovine hlavného nosníka sa môže zanedbať, ak:

- pri zváraných pásoch hlavných nosníkov je odchýlka ťažiskovej osi prúta od vyrovnanej ťažiskovej osi pásu menšia ako 2,5 % najväčšej výšky pásu, najviac však 20 mm;
- pri nitovaných pásoch hlavných nosníkov priesečník diagonál s osou zvislíc padne do priestoru vymedzeného vyrovnanou ťažiskovou osou pásu a spojnicou krčných nitov pásových uholníkov.

Zanedbanie vplyvu mimouzlového pripojenia prútov z roviny hlavného nosníka sa nepripúšťa.

#### C.2.2.5. Tlačené pásy otvorene usporiadaných mostov

Tlačené pásy otvorene usporiadaných priehradových a plnostenných mostov (s I prierezmi) s dolnými mostovkami sú zabezpečené proti vybočeniu zo svojej roviny pružným odporom priečných U-rámov. Stanovenie zaťažiteľnosti s ohľadom na ich stabilitu z roviny je preto potrebné realizovať vo vzťahu k tuhosti týchto priečných U-rámov jedným z týchto postupov:

- nelineárnou pružnostnou analýzou (GNIA) na výpočtovom modeli celej nosnej konštrukcie alebo na modeli začiatocne zakriveného prúta na pružných podporách s pružinovými konštantami zodpovedajúcimi tuhostiam priečných U-rámov.
- stabilitnou pružnostnou analýzou (LBA) na výpočtovom modeli celej nosnej konštrukcie alebo na modeli pásu ako ideálneho prúta na pružných podporách s pružinovými konštantami zodpovedajúcimi tuhostiam priečných U-rámov, ktorou sa stanoví kritická sila v páse.

#### C.2.2.6. Komorové nosné konštrukcie

Ak nie je tvar priečného rezu komorového mosta zabezpečený tuhými priečnymi stužidlami v miestach uloženia mosta a aspoň v štvrtinách jeho rozpätia, resp. vzdialenosť priečných stužidiel je viac ako 12 m, je potrebné v prepočte zohľadniť vplyv distorzie priečného rezu mostnej konštrukcie. Pri splnení vyššie opísaných podmienok je možné vplyv distorzie prierezu nosnej konštrukcie zanedbať a zaťažiteľnosť určiť z namáhania ohybom v kombinácii s krútením, ktorým sa zohľadňuje vplyv excentricity zaťaženia.

#### C.2.2.7. Výstupy stien a pásov nosníkov

V prepočte oceľovej konštrukcie existujúceho mosta sa požaduje overiť zaistenie nepoddajného podopretia stien plnostenných nosníkov priečnymi výstupmi podľa STN EN 1993-1-5. Ak sa preukáže nedostatočná tuhosť priečných výstuh stien, je potrebné overiť odolnosť prierezu nosníka presnejším postupom pomocou geometricky nelineárnej pružnostnej analýzy (GNIA). Okrem toho je potrebné overiť zaťažiteľnosť aj z pevnostného posúdenia priečných výstuh stien nosníkov podľa STN EN 1993-1-5.

#### C.2.2.8. Odolnosť spojov

Spoje prvkov oceľových konštrukcií sa v prepočte existujúceho mosta overujú a jednotlivé zaťažiteľnosti sa stanovujú s využitím príslušných podmienok spoľahlivosti z STN EN 1993-1-8, s prihliadnutím k C.1 v týchto TP.

Návrhové hodnoty odolností trecích spojov sa stanovujú podľa STN EN 1993-1-8 na základe údajov o ich zhotovení na ocelevej konštrukcii existujúceho mostu, prevzatých z dokumentácie mostného objektu. V prípade chýbajúcej dokumentácie a informácií o kvalite trecích plôch spoja sa odporúča spoj posúdiť konzervatívne ako predpätý s minimálnym, príp. bezpečne odhadnutým súčiniteľom trenia podľa STN EN 1993-1-8.

### C.2.3 Medzný stav únavy

Overenie únavovej odolnosti sa vykoná pomocou zjednodušenej metódy využívajúcej ekvivalentný rozkmit napätia podľa kapitoly 6.7 týchto TP a s využitím podmienok spoľahlivosti pre overenie únavovej odolnosti definovaných v STN EN 1993-1-9 v závislosti od spôsobu namáhania (normálové napätia, šmykové napätia, kombinácia). Overenie sa vykoná pre všetky konštrukčné detaily náchylné na únavové poškodenie, ktorých únavová pevnosť sa stanoví s využitím kategorizácie detailov v STN EN 1993-1-9, s prihliadnutím na odporúčania v prílohe C v STN EN 1993-2. Pre nitované konštrukčné detaily je možné uvažovať odporúčané hodnoty únavových pevností podľa predpisu VTP. Určovanie zaťažiteľnosti železničných mostných objektov [T14].

### C.2.4 Medzné stavy použiteľnosti

Napätia a deformácie v medznom stave použiteľnosti sa majú určovať pomocou lineárnej pružnostnej analýzy s použitím priereзовých charakteristík zohľadňujúcich vplyv šmykového ochabnutia podľa STN EN 1993-1-5. Vplyv vydúvania štíhlych stien a pásov je možné zanedbať. Pri výpočte priehybu sa zohľadňuje vplyv normálových aj šmykových napätí. Pri overovaní medzného stavu prekročenia medzných pretvorení nosnej konštrukcie a stanovení zaťažiteľnosti sa postupuje všeobecne podľa kapitoly 6.8.3 týchto TP.

Pokiaľ sa pri prepočte ocelevej konštrukcie mosta v medznom stave únosnosti použili pružné odolnosti prierezov nosných prvkov, overenie kritéria obmedzenia pružných napätí prierezov a prvkov ocelevej konštrukcie mosta sa v medznom stave použiteľnosti nevyžaduje.

Ak bola pri určení zaťažiteľnosti prierezov triedy 1 alebo 2 v medznom stave únosnosti využitá ich plastická odolnosť, je nutné overiť ich pružné správanie v medznom stave použiteľnosti. Zaťažiteľnosť sa v tomto prípade stanoví obdobným postupom ako v prípade prierezov triedy 3 v medznom stave únosnosti, avšak s použitím parciálnych súčiniteľov pre stanovenie návrhových hodnôt účinkov zaťaženia aj odolností prierezov  $\gamma_{F,ser} = \gamma_{M,ser} = 1,0$ .

Pri štíhlych prierezoch je potrebné kontrolovať štíhlosti nevystužených i vystužených stien prierezov, aby sa zabránilo nadmernému dýchaniu stien, ktoré môže vyvolať únavový lom v okolí prípoja stien k pásnici. Ak štíhlosť stien nevyhoví limitným hodnotám v STN EN 1993-2, je potrebné stanoviť zaťažiteľnosť aj s ohľadom na obmedzenie dýchania štíhlych stien s využitím príslušných podmienok spoľahlivosti v STN EN 1993-2.



## Príloha D Murované mosty

### D.1 Vlastnosti materiálov

Mechanické vlastnosti muriva (kameňa, tehál a vlastnosti malty) sa stanovujú na základe prehliadkou overenej dokumentácie mostného objektu s využitím noriem a predpisov platných v dobe jeho návrhu, alebo na základe výsledkov diagnostického prieskumu a skúšok materiálov vykonaných so súhlasom odborného útvaru zadávateľa. Pokiaľ nie je k dispozícii dokumentácia mostného objektu, príp. sú pochybnosti o kvalite materiálov, je potrebné vlastnosti materiálov a muriva stanoviť na základe skúšok.

Pri posúdení murovacích prvkov sa vychádza z ich normalizovanej priemernej pevnosti v tlaku  $f_b$  murovacieho prvku v smere pôsobiaceho zaťaženia. Pevnosť malty v tlaku  $f_m$  sa stanoví na základe prehliadkou overenej dokumentácie mostného objektu alebo sa zistí skúškami podľa STN EN 1015-11. Je možné predpokladať, že u existujúcich murovaných mostných objektov nebude známe zloženie malty. V tom prípade sa malta považuje za obyčajnú maltu so zložením určeným podľa návrhovej pevnosti v tlaku v MPa. Charakteristická hodnota pevnosti muriva v tlaku  $f_k$  sa stanoví z výsledkov pevnostných skúšok muriva podľa STN EN 1052-1 alebo vyhodnotením údajov o skúškach, ktoré je založené na závislosti charakteristickej hodnoty pevnosti muriva v tlaku  $f_k$ , normalizovanej priemernej pevnosti v tlaku murovacieho prvku  $f_b$  a pevnosti malty v tlaku  $f_m$ . Výsledky skúšok charakteristickej hodnoty pevnosti muriva v tlaku sa odporúča uvádzať v tvare podľa STN EN 1996-1-1. Konštanta  $K$  sa uvažuje podľa STN EN 1996-1-1 a exponenty  $\alpha$  a  $\beta$  sa odporúča uvažovať v súlade s STN ISO 13822.

Pokiaľ sa pri stanovení mechanických vlastností postupuje na základe prehliadkou overenej dokumentácie mostného objektu, návrhové hodnoty vlastností materiálov sa stanovujú podľa STN EN 1996-1-1 tak, že sa charakteristické hodnoty vlastností materiálov delia parciálnym súčiniteľom spoľahlivosti materiálu  $\gamma_M$ . Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti materiálu  $\gamma_M$  sa pre existujúce murované mostné objekty uvažuje hodnotou:

- $\gamma_M = 1,70$  pre neporušené murivo bez trhlín existujúcich murovaných mostných objektov z malty navrhnutého zloženia (návrhové pevnosti v MPa),
- $\gamma_M = 2,00$  pre neporušené murivo bez trhlín existujúcich murovaných mostných objektov z malty predpísaného zloženia (predpísaný pomer objemových dielov cement : vápno : piesok).

*Poznámka: Hodnoty parciálneho súčiniteľa  $\gamma_M$  vlastností materiálov pre murivo je možné stanoviť presnejším postupom uvedeným v prílohe F týchto TP podľa veku prvku mostného objektu a pre konkrétnu hodnotu plánovanej zvyškovej životnosti, ktorú určuje zadávateľ.*

Ak je murivo porušené, stanoví sa parciálny súčiniteľ spoľahlivosti materiálu  $\gamma_M$  pre existujúce murované mostné objekty podľa STN ISO 13822.

Pokiaľ sa pri stanovení mechanických vlastností postupuje na základe výsledkov diagnostického prieskumu a skúšok materiálov, stanovujú sa návrhové hodnoty vlastností materiálov rovnako podľa STN EN 1996-1-1 tak, že sa charakteristická hodnota vlastností materiálu delí parciálnym súčiniteľom spoľahlivosti materiálu  $\gamma_M$ , ktorého hodnota sa stanoví podľa STN ISO 13822.

### D.2 Prepočet existujúcich murovaných mostov

#### D.2.1 Globálna analýza

Pre globálnu analýzu existujúcich murovaných mostných objektov sa odporúča prednostne používať priestorové výpočtové modely umožňujúce presnejšie vystihnúť jeho skutočného pôsobenia pri interakcii so zemínou a súčasne aj zohľadnenie prípadnej redistribúcie vnútorných síl v dôsledku imperfekcií a porúch prvkov a častí mostných objektov. Použitie zjednodušených rovinných výpočtových modelov je možné uvažovať najmä v súvislosti s kontrolnými a overovacími výpočtami, alebo pre posúdenie niektorých špecifických prípadov, ktoré nie je možné vystihnúť pomocou primárnych priestorových modelov. Ak sa murovaný mostný objekt modeluje pomocou jednoduchších submodelov, má sa jeho priestorové pôsobenie vždy zohľadniť iným spôsobom. Pri globálnej analýze existujúceho murovaného mostného objektu sa požaduje zohľadniť vplyv podstatných imperfekcií a porúch. Tvar a veľkosť imperfekcií, ktoré môžu evidentne ovplyvniť zaťažiteľnosť, sa má získať priamym zameraním na mostnom objekte.

Pri globálnej analýze klenieb sa odporúča zohľadniť nelineárne materiálové správanie sa muriva vyplývajúce z redukcie tuhosti prierezu vplyvom roztvárania trhlín. To nastáva vtedy, ak sa zvolí iné posúdenie než pružnostné s podmienkou zachovania výslednice zaťaženia v jadre prierezu.

Náhradná dĺžka murovanej klenby  $L_\phi$  pre výpočet dynamického súčiniteľa sa uvažuje hodnotou rovnou dvojnásobku svetlosti klenby mostného objektu.

Ak sa nepočíta presnejšie, je možné interakciu murovanej presypanej klenby s materiálom zásypu zanedbať a zásyp nahradiť statickým zaťažením zodpovedajúcim silovému účinku zásypu na klenbu (vodorovné a zvislé sily).

Pri zjednodušenej globálnej analýze je možné vyšetrovať pás murovanej klenby jednotkovej šírky ako rovinnú konštrukciu. Pokiaľ má murovaná klenba po šírke mostu premennú hrúbku, môže sa v globálnej analýze vykonanej pomocou rovinného výpočtového modelu uvažovať s jej priemernou hodnotou.

Pri murovaných klenbách s výraznými poruchami je možné pripustiť zmenu statického systému postupným vytváraním plastických kĺbov, pokiaľ sa nedosiahne tvarovej neurčitosti. Tento postup vedie na nelineárny výpočet. Spolupôsobenie čelných múrikov a nadmurovky je možné obvykle zanedbať. Jeho prípadný priaznivý vplyv môže byť zohľadnený iba vtedy, ak sa ich spolupôsobenie s klenbou spoľahlivo preukáže alebo sa zaistí opravou.

### D.2.2 Medzné stavy únosnosti

Posúdenie spoľahlivosti existujúcich murovaných mostných objektov sa vykonáva metódou parciálnych súčiniteľov podľa STN EN 1990 a STN EN 1996-1-1, STN ISO 13822 a v súlade s STN EN 1991-1-1, STN EN 1991-2 a nasledujúcich článkov tejto prílohy. Zaťažiteľnosti  $V_n$ ,  $V_a$ ,  $V_i$  a  $V_e$  sa stanovujú postupmi podľa kapitoly 6 v týchto TP.

Overenie spoľahlivosti existujúcich murovaných mostných objektov a určenie ich zaťažiteľnosti musí rešpektovať kritéria príslušných medzných stavov únosnosti podľa STN EN 1996-1-1 a podľa kapitoly 4.1 v týchto TP.

Medzné stavy únosnosti existujúcich murovaných mostných objektov zahŕňajú:

- porušenie prierezu alebo prvku murovaného mostného objektu prekročením návrhovej pevnosti materiálu (porušenie ohybovým momentom a/alebo normálovou silou, porušenie šmykom, porušenie lokálne zaťažených oblastí),
- stratu stability tvaru prvku mostného objektu alebo jeho častí,
- únavové porušenie pri opakovanom namáhaní,
- stratu stability polohy.

Murované klenby sa nemusia posudzovať na:

- únavové porušenie pri opakovanom namáhaní,
- porušenie lokálnym namáhaním,
- stratu stability polohy s výnimkou čelných múrikov a krídiel.

Čelné múriky a krídla klenieb sa posudzujú na stratu stability polohy posunutím a preklopením. Zemný tlak zasypávky na rub múrikov a krídiel sa považuje za aktívny podľa STN EN 1997-1. Odolnosť rozhodujúcich prierezov murovaných mostných objektov sa stanovuje podľa STN EN 1996-1-1.

Murivo zaťažené prevažne normálovými silami sa odporúča vyšetrovať za vylúčeného ťahu v murive a za predpokladu rovnomerne rozdeleného napätia v tlačenej oblasti. Zaťažiteľnosti  $V_n$ ,  $V_a$ ,  $V_i$  a  $V_e$  murovanej klenby z medzných stavov únosnosti je potrebné stanoviť pomocou iteračného postupu s využitím zásad podľa kapitoly 6 v týchto TP.

### D.2.3 Medzné stavy použiteľnosti

Murované mostné objekty sa posudzujú na medzné stavy použiteľnosti podľa STN EN 1996-1-1 a podľa kapitoly 6.7 v týchto TP. Medzné stavy použiteľnosti murovaných mostných objektov zahŕňajú:

- obmedzenie napätí v ťahu (dekompresia) pri viacvrstvových klenbách,
- obmedzenie pretvorení,
- kontrola trhlin.

V medznom stave obmedzenia napätia nemá tlakové napätie v charakteristickej kombinácii zaťaženia prekročiť hodnotu  $0,45 f_k$  a súčasne má byť otvorenie škáry menšie ako polovica hrúbky posudzovaného prierezu. Pokiaľ to nie je splnené, je potrebné určiť zaťažiteľnosti  $V_n$ ,  $V_a$ ,  $V_i$  a  $V_e$  iteračným postupom z podmienky obmedzenia napätia a otvorenia škáry postupom podľa kapitoly 6 v týchto TP.

Prierez sa má v medznom stave použiteľnosti vyšetrovať za vylúčeného ťahu a za predpokladu lineárne rozdeleného napätia v tlačenej časti prierezu. Murované mostné objekty musia byť dostatočne tuhé, aby ich pretvorenie neprekročilo dané prevádzkové požiadavky. Priehyb murovaných mostných objektov sa stanovuje samostatne pre zaťaženie stále a pre zvislé premenné zaťaženie dopravou na pozemných komunikáciách.

Pre murované klenby z viacerých vrstiev muriva má byť maximálna výška ťahanej oblasti prierezu pri charakteristickej kombinácii zaťaženia menší ako  $2/3$  hrúbky lícovej vrstvy muriva (pozri obr. D.1 - ide o požiadavku dekompresie - obmedzenie ťahového napätia). Táto podmienka je splnená, ak vzdialenosť  $r$  pôsobiska tlakovej sily od horného okraja klenby je väčšia ako medzná vzdialenosť  $r_{\min}$  podľa vzťahu

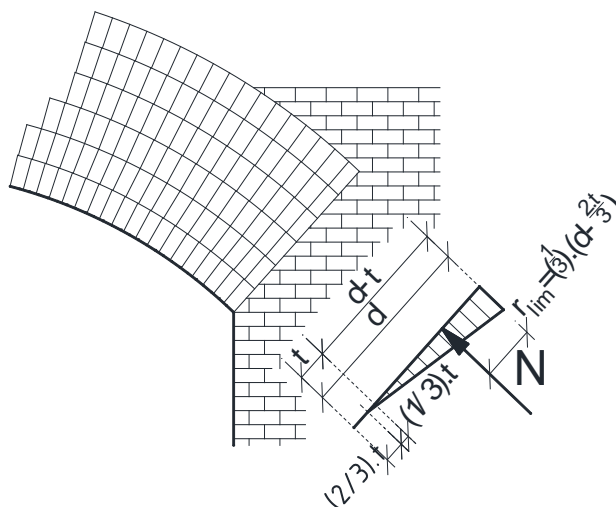
$$r > r_{\lim} = \frac{1}{3} \cdot (d - 2t/3), \quad (\text{D1})$$

kde:

$t$  je hrúbka lícovej vrstvy muriva (pozri obr. D.1);

$d$  je celková hrúbka klenby.

Zaťažiteľnosti  $V_n$ ,  $V_a$ ,  $V_i$  a  $V_e$  je možné stanoviť iteračnou formou z podmienky  $r = r_{\min}$  postupom podľa 6. týchto TP.



Obrázok D.1

## Príloha E Drevené mosty a lávky

### E.1 Vlastnosti materiálov

Pri určovaní fyzikálno-mechanických vlastností dreva a materiálov na báze dreva sa postupuje podľa kapitoly 4.3 v týchto TP.

Známe vizuálne triedy konštrukčného dreva (S0, SI, SII) môžu byť zaradené do pevnostných tried podľa STN EN 1912 a následne je možné pre výpočet zaťažiteľnosti použiť charakteristické hodnoty vlastností definovaných v STN EN 338. Ak nie je k dispozícii pôvodná dokumentácia, alebo sú pochybnosti o kvalite použitého dreva, stanovujú sa jeho materiálové charakteristiky pomocou skúšok v zmysle STN EN 384 a súvisiacich noriem.

Charakteristické vlastnosti konštrukcií z lepeného lamelového dreva spĺňajúceho požiadavky STN EN 14080 môžu byť uvažované v zmysle tejto normy. V prípade potreby získania materiálových vlastností skúškami sa postupuje podľa STN EN 408+A1.

Návrhové hodnoty vlastností dreva a materiálov na báze dreva sa stanovujú podľa STN EN 1995-1-1. V súlade s kapitolou 12 týchto TP je možné v prípade použitia zjednodušeného postupu uvažovať hodnoty parciálnych súčiniteľov spoľahlivosti  $\gamma_M$  pre vlastnosti dreva resp. materiálov na báze dreva a odolnosti spojov či kovových súčastí ako hodnoty uvedené v STN EN 1995-1-1 znížené o 0,05 (napr. pre lepené lamelové drevo  $\gamma_M = 1,20$ , pre rastečné drevo  $\gamma_M = 1,25$ ), s výnimkou mimoriadnych kombinácií, kde sa použije hodnota  $\gamma_M = 1,00$ . V prípade použitia presnejšieho postupu sa pri stanovení hodnôt parciálnych súčiniteľov  $\gamma_M$  postupuje podľa prílohy F v týchto TP. Modifikačný faktor trvania zaťaženia a vlhkosti sa uvažuje podľa STN EN 1995-1-1.

Vlastnosti ocelových častí sa stanovujú podľa prílohy C týchto TP. Vlastnosti betónových konštrukčných častí sa stanovujú podľa prílohy A týchto TP.

### E.2 Prepočet drevených nosných konštrukcií

Pri statickom prepočte drevených mostných konštrukcií je nutné rešpektovať ich skutočný stav, ktorý sa zisťuje najmä s ohľadom na znehodnotenie dreva (poškodenie dreva hnilobou alebo drevokazným hmyzom), koróziu kovových spájacích prostriedkov a prípadných ocelových súčastí a tiež kvalitu spojov (dotiahnutie svorníkov a skrutiek, celistvosť lepených spojov a pod.). Pri zisťovaní skutočného stavu sa súčasne stanoví rozsah a spôsob nutných opráv mosta (výmeny alebo zosilnenie poškodených prvkov a pod.). Na posúdenie znehodnotenia dreva sa používajú najmä vizuálna kontrola a nedeštruktívne diagnostické metódy. Zvýšenú pozornosť je potrebné venovať miestam s dlhodobou zvýšenou vlhkosťou dreva.

#### E.2.1 Globálna analýza

Na globálnu analýzu drevených konštrukcií existujúcich mostov sa odporúča prednostne používať priestorové výpočtové modely umožňujúce presnejšie vystihnúť skutočného pôsobenia nosnej konštrukcie. Pokiaľ sa nosná konštrukcia modeluje pomocou parciálnych submodelov, má sa jej priestorové pôsobenie vždy zohľadniť iným spôsobom.

Odozva na zaťaženie sa pri globálnej analýze nosnej konštrukcie stanoví prednostne pružnostnou metódou za predpokladu lineárneho pôsobenia konštrukčného materiálu. Obvykle je možné aplikovať pružnostnú globálnu analýzu prvého rádu so začiatočným tvarom konštrukcie. Vplyv pretvorenia konštrukcie (účinky teórie druhého rádu) sa má zobrať do úvahy, pokiaľ významne zväčšuje účinky zaťaženia alebo významne mení správanie sa konštrukcie (napr. pri oblúkových konštrukciách). Pri globálnej analýze je tiež potrebné zohľadniť vhodným spôsobom poddajnosť spojov (napr. ich rotačnou alebo posuvnou tuhosťou).

#### E.2.2 Medzné stavy únosnosti

Zaťažiteľnosť drevenej nosnej konštrukcie z hľadiska MSÚ sa stanovuje podľa kapitoly 4 týchto TP s využitím príslušných podmienok spoľahlivosti pre overenie základných spôsobov namáhání drevených prierezov, prvkov a spojov podľa STN EN 1995-1-1.

Zaťažiteľnosť spriahnutých drevo-betónových prvkov, rovnako ako aj lamelových doskových mostoviek sa stanoví s využitím STN EN 1995-2.

#### E.2.3 Medzný stav únavy

V prípade lávok pre peších a cyklistov sa overenie únavovej odolnosti, a teda ani stanovenie zaťažiteľnosti s ohľadom na únavovú životnosť nevyžaduje.

V prípade drevených mostov sa postupuje v zmysle kapitoly 6.7 týchto TP s využitím zjednodušeného postupu podľa prílohy A v STN EN 1995-2.

#### **E.2.4 Medzné stavy použiteľnosti**

Pri určovaní zaťažiteľnosti z hľadiska MSP sa pri overovaní medzných pretvorení nosnej konštrukcie postupuje všeobecne podľa kapitoly 6.8 týchto TP s využitím limitných hodnôt priehybov a pomerných modálnych útlmov uvedených v STN EN 1995-2. Pri overení vzniku neprijateľného kmitania zapríčineného pohybom osôb sa postupuje podľa STN EN 1995-2.

## Príloha F Výpočet parciálnych súčiniteľov účinkov zaťaženia a materiálov existujúcich mostných objektov

### F.1 Úroveň spoľahlivosti existujúcich mostných objektov

Mostné objekty pozemných komunikácií sú kontrolované v rámci pravidelnej dohliadacej činnosti poskytujúcej informácie o ich aktuálnom technickom stave, ktoré neboli k dispozícii pri ich návrhu. Údaje tak dopĺňajú základné informácie získané z dokumentácie mostného objektu. Spolu s ďalšími údajmi získanými v priebehu životnosti mostného objektu predstavujú zdroj informácií redukujúcich neistoty vstupných parametrov procesu overovania spoľahlivosti. Súčasne je potrebné zohľadniť, že spoľahlivosť existujúcich mostných objektov sa v rámci prepočtov overuje na zvyškovú životnosť a nie na návrhovú životnosť, ktorá pri nových mostoch je 100 rokov, zatiaľ čo pri existujúcich je preukázateľne nižšia. Tieto úvahy možno s využitím matematickej teórie pravdepodobnosti spracovať a pre posudzovanie existujúcich mostných objektov tak pripustiť nižšiu hladinu spoľahlivosti, než aká platí pri posudzovaní novostavieb [L5]. Pomocou aparátu matematickej teórie spoľahlivosti boli spracované úrovne spoľahlivosti pre nosné prvky existujúcich mostných objektov v závislosti od ich veku a plánovanej zvyškovej životnosti. Úrovně spoľahlivosti sú definované hodnotami indexu spoľahlivosti  $\beta_t$ , ktoré sú pre tieto časové parametre uvedené v tab. F.1.

Tabuľka F.1- Úroveň spoľahlivosti existujúcich mostných objektov

Zvyšková životnosť (roky)	Úroveň hladiny spoľahlivosti daná indexom spoľahlivosti $\beta_t$ podľa veku nosného prvku v rokoch								
	10 a menej	20	30	40	50	60	70	80	90 a viac
5	3,517	3,377	3,282	3,208	3,149	3,098	3,053	3,014	2,978
10	3,623	3,515	3,437	3,375	3,323	3,279	3,239	3,204	3,172
20	3,697	3,622	3,563	3,514	3,471	3,434	3,401	3,371	
30	3,727	3,669	3,621	3,580	3,545	3,512	3,483		
40	3,743	3,696	3,656	3,621	3,589	3,561			
50	3,753	3,714	3,679	3,648	3,620				
60	3,760	3,726	3,696	3,668					
70	3,766	3,735	3,708						
80	3,770	3,742							
90	3,773								

Hodnoty indexov spoľahlivosti z tab. F.1 sa použijú na stanovenie návrhových hodnôt účinkov zaťaženia a odolností prierezov a prvkov existujúcich mostných objektov pomocou ich charakteristických hodnôt a príslušných parciálnych súčiniteľov účinkov zaťaženia a materiálov, ktorých výpočet je uvedený ďalej.

### F.2 Výpočet hodnôt parciálnych súčiniteľov účinkov zaťaženia

Hodnoty parciálneho súčiniteľa účinkov stáleho zaťaženia  $\gamma_G$  sa stanovujú za predpokladu normálneho rozdelenia podľa vzťahu:

$$\gamma_G = \gamma_{Sd} \cdot (1 - \alpha_E \cdot \beta_t \cdot V_G), \text{ ale } \gamma_G \geq 1,20, \quad (\text{F.1})$$

kde:

$\alpha_E$  je súčiniteľ citlivosti metódy FORM pre zaťaženie,  $\alpha_E = -0,7$ ;  
 $\beta_t$  index spoľahlivosti uvažovaný podľa tab. F.1 v závislosti od veku nosného prvku mostného objektu a jeho plánovanej zvyškovej životnosti;  
 $\gamma_{Sd}$  parciálny súčiniteľ vyjadrujúci neistoty modelu zaťaženia a/alebo účinku zaťaženia,  $\gamma_{Sd} = 1,05$  pre oceľové prvky existujúcich mostných objektov,

$\gamma_{Sd} = 1,10$  pre prvky existujúcich mostov zhotovené z iných materiálov, ako je oceľ;  
 $V_G$  variačný koeficient stáleho zaťaženia;  
 $V_G = 0,100$  – pre nosné a nenosné prvky mostných objektov s parametrami nekontrolovanými meraním;  
 $V_G = 0,050$  – pre nosné a nenosné prvky mostných objektov, ktorých minimálne geometrické parametre boli kontrolované meraním.

Vypočítané hodnoty parciálneho súčiniteľa účinkov stáleho zaťaženia sa môžu zaokrúhliť na 0,05.

Súčasne je potrebné zvážiť vlastnú tiaž nenosných častí mostov s významnou variáciou rozmerov a/alebo objemových tiaží (vozovka, presypávka, ochranné vrstvy a pod.) a v primeranej forme zohľadniť príslušné ustanovenia z STN EN 1991-1-1 v závislosti od možnosti overenia ich parametrov.

V prípade stanovenia hodnôt stálych zaťažení pomocou odobratých vzoriek a šetrením na existujúcom mostnom objekte je možné zohľadniť štatistické hodnoty získané vyhodnotením experimentálne zistených údajov. V tomto prípade sa odporúča postupovať podľa STN EN 1990, prílohy D a STN ISO 13822, NA2.5.

Hodnoty parciálneho súčiniteľa účinkov premenného zaťaženia cestnou dopravou  $\gamma_Q$  sa stanovujú za predpokladu Gumbelovho rozdelenia podľa vzťahu:

$$\gamma_Q = \gamma_{Sd} \cdot \frac{1 - V_Q [0,449 + 0,778 \cdot \ln(-\ln \Phi(-\alpha_E \cdot \beta_t))]}{1 - V_Q [0,449 + 0,778 \cdot \ln(-\ln(0,95))]} \geq 1,20 \quad (F.2)$$

kde:

$\Phi$  je distribučná funkcia normovaného normálneho rozdelenia, ktorou disponuje napr. tabuľkový procesor Excel;

$V_Q$  variačný koeficient premenného zaťaženia cestnou dopravou;

$V_Q = 0,23$ ,

$\gamma_{Sd} = 1,05$ .

Ostatné veličiny sú vysvetlené pri vzťahu (F.1).

Hodnoty parciálneho súčiniteľa premenného zaťaženia cestnou dopravou sú uvedené v tab. F2 a sú zaokrúhlené na 0,05.

Tab. F2 – Hodnoty parciálneho súčiniteľa účinkov premenného zaťaženia cestnou dopravou  $\gamma_Q$

Zvyšková životnosť (roky)	Hodnoty parciálneho súčiniteľa účinkov premenného zaťaženia cestnou dopravou $\gamma_Q$ podľa veku nosného prvku v rokoch								
	10 a menej	20	30	40	50	60	70	80	90 a viac
5	1,30	1,25	1,25	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
10	1,30	1,30	1,30	1,25	1,25	1,25	1,20	1,20	1,20
20	1,35	1,30	1,30	1,30	1,30	1,25	1,25	1,25	
30	1,35	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30		
40	1,35	1,35	1,30	1,30	1,30	1,30			
50	1,35	1,35	1,30	1,30	1,30				
60	1,35	1,35	1,35	1,30					
70	1,35	1,35	1,35						
80	1,35	1,35							
90	1,35								

Hodnoty parciálneho súčiniteľa  $\gamma_Q$  platia aj pre zaťažovací model 2 a zaťažovacie modely LM3-1 a LM3-2, ako aj pre všetky zložky premenného zaťaženia cestnou dopravou, t.j. odstredivé sily, rozjazdové a brzdné sily. Hodnoty platia aj pre premenné zaťaženie pešou a cyklistickou dopravou na lávkach.

Hodnoty parciálneho súčiniteľa účinkov premenných klimatických zaťažení (zaťaženia vetrom, teplotou)  $\gamma_{Q,w}$ ,  $\gamma_{Q,T}$  sa určujú za predpokladu Gumbelovho rozdelenia pravdepodobnosti výskytu jednoročných extrémov zo vzťahu:

$$\gamma_{Q,i} = \gamma_{Sd} \cdot \frac{1 - V_Q [0,449 - 0,778 \cdot \ln N + 0,778 \cdot \ln(-\ln \Phi(-\alpha_E \cdot \beta_i))]}{1 - V_Q [0,449 + 0,778 \cdot \ln(-\ln(0,98))]} \geq 1,20, \quad i = w, T \quad (F.3)$$

kde:

$N$  je pomer plánovanej zvyškovej životnosti v rokoch a základného referenčného intervalu, ktorý sa uvažuje 1 rok;

$V_Q$  variačný koeficient premenného klimatického zaťaženia,  $V_Q = 0,113$ .  
 $\gamma_{Sd} = 1,05$ .

Ostatné veličiny boli vysvetlené pri vzťahu (F.1) a (F.2).

Variačné koeficienty  $V_{Qw}$  premenného zaťaženia vetrom resp. teplotou  $V_{QT}$  je možné stanoviť pre konkrétnu geografickú polohu mosta na základe údajov SHMÚ.

Hodnoty parciálneho súčiniteľa účinkov premenných klimatických zaťažení vetrom a teplotou sú uvedené v tab. F3, zaokrúhlené na 0,05.

Tab. F3 – Hodnoty parciálneho súčiniteľa účinkov premenných klimatických zaťažení

Zvyšková životnosť (roky)	Hodnoty parciálneho súčiniteľa účinkov premenných klimatických zaťažení (zaťaženia vetrom, teplotou) $\gamma_{Qw}$ , $\gamma_{QT}$ podľa veku nosného prvku v rokoch								
	10 a menej	20	30	40	50	60	70	80	90 a viac
5	1,25	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
10	1,30	1,30	1,30	1,30	1,25	1,25	1,25	1,25	1,20
20	1,40	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,30	1,30	
30	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,35		
40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40			
50	1,45	1,45	1,45	1,45	1,40				
60	1,45	1,45	1,45	1,45					
70	1,50	1,45	1,45						
80	1,50	1,50							
90	1,50								

### F.3 Výpočet hodnôt parciálnych súčiniteľov pevností materiálov

Hodnoty parciálneho súčiniteľa pre betón  $\gamma_C$  sa stanovujú za predpokladu log-normálneho rozdelenia pravdepodobnosti výskytu náhodných vlastností betónu podľa vzťahu:

$$\gamma_C = \gamma_{conv} \cdot e^{(-k_{ax} \cdot V_x - \alpha_R \cdot \beta_t \cdot V_R)} \quad (F.4)$$

kde:

$V_R$  je variačný koeficient pevnosti betónu, ktorý zahŕňa, neistoty v stanovení materiállovej vlastnosti, rozmerové neistoty a modelové neistoty  $V_R = 0,166$ ;

$V_x$  variačný koeficient neistoty materiállovej vlastnosti,  $V_x = 0,150$ ;

$\gamma_{conv}$  súčiniteľ konverzie pre betón,  $\gamma_{conv} = 1,15$ ;

$k_{ax}$  štatistický súčiniteľ zodpovedajúci pravdepodobnosti výskytu charakteristickej hodnoty (5% kvantil),  $k_{ax} = 1,645$ .

Vypočítané hodnoty parciálneho súčiniteľa pre betón sa môžu zaokrúhliť na 0,05.



Hodnoty parciálnych súčiniteľov betonárskej a predpínacej výstuže  $\gamma_S$  sa stanovujú za predpokladu log-normálneho rozdelenia pravdepodobnosti výskytu náhodných vlastností betonárskej a predpínacej ocele podľa vzťahu:

$$\gamma_S = e^{(-k_{\alpha x} \cdot V_x - \alpha_R \cdot \beta_t \cdot V_R)} \quad (F.5)$$

kde:

$V_R$  je variačný koeficient medze klzu betonárskej a predpínacej výstuže, ktorý zahŕňa, neistoty v stanovení materiálovej vlastnosti, rozmerové neistoty a modelové neistoty;  $V_R = 0,069$ ,

$V_x$  variačný koeficient neistoty materiálovej vlastnosti,  $V_x = 0,040$ .

Ostatné veličiny boli vysvetlené pri predchádzajúcich vzťahoch.

Vypočítané hodnoty parciálneho súčiniteľa betonárskej a predpínacej výstuže sa môžu zaokrúhliť na 0,05.

Parciálne súčinitele  $\gamma_{M,i}$  konštrukčných ocelí vyrobených do roku 1968 sa stanovujú za predpokladu gama rozdelenia pravdepodobnosti výskytu náhodných vlastností konštrukčných ocelí podľa vzťahu:

$$\gamma_{M,i} = \gamma_{Rd} \frac{1 - k_{\alpha x} \cdot (1 - \kappa_k \cdot a_R) \cdot V_R}{m_a \left[ 1 + \alpha_R \cdot \beta_t \cdot (1 - \kappa_d \cdot a_R) \cdot \sqrt{V_R^2 + V_a^2} \right]}, \quad i = 0,1 \quad (F.6)$$

kde:

$\gamma_{Rd}$  je parciálny súčiniteľ zohľadňujúci neistoty modelu odolnosti;

$\gamma_{Rd} = 1,00$  pri stanovení  $\gamma_{M0}$ ;

$\gamma_{Rd} = 1,10$  pri stanovení  $\gamma_{M1}$ ;

$\alpha_R$  súčiniteľ citlivosti metódy FORM pre odolnosť,  $\alpha_R = -0,80$ ;

$k_{\alpha x}$  štatistický súčiniteľ zodpovedajúci pravdepodobnosti výskytu charakteristickej hodnoty medze klzu oceli (5% kvantil),  $k_{\alpha x} = 1,645$ ;

$m_a$  pomerná stredná hodnota prierezovej charakteristiky;

$V_a$  variačný koeficient prierezovej charakteristiky;

$a_R$  koeficient nesymetrie rozdelenia medze klzu ocele;

$V_R$  variačný koeficient medze klzu ocele;

$\kappa_k, \kappa_d$  konštanty súvisiace s úpravou hodnoty indexu spoľahlivosti v súvislosti so zavedením gama rozdelenia.

Hodnoty  $m_a$  a  $V_a$  predstavujú pomer skutočnej hodnoty prierezovej charakteristiky k jej menovitej hodnote, pričom sa uplatňuje vplyv plochy prierehového rezu. Tieto hodnoty vyjadrujúce vplyv prierezovej charakteristiky na výslednú pevnosť ocele sa na základe štatistického vyhodnotenia udávajú hodnotami:

$m_a = 1,00$	$V_a = 0,030$	- pre plechy a širokú oceľ,
$m_a = 1,05$	$V_a = 0,065$	- pre tvarové tyče I, U, L, T a pod.,
$m_a = 1,03$	$V_a = 0,067$	- pre nitované a zvárané prierezy.

Variačné koeficienty a koeficienty šikmosti medze klzu konštrukčných ocelí je možné uvažovať hodnotami:

$V_R = 0,084$	$a_R = 0,509$	- pre oceľ S 235,
$V_R = 0,070$	$a_R = 0,116$	- pre oceľ S 355.

Konštanta  $\kappa_k$  má hodnoty:

$\kappa_k = 0,20$	ak $0 \leq a_R < 1$ ,
$\kappa_k = 0,16$	ak $-1 < a_R \leq 0$ .

Konštanta  $\kappa_d$  sa stanovuje pre pravdepodobnosti  $P_f = \Phi(\alpha_R \beta_t) = \Phi(-0,8 \beta_t)$ , čo znamená, že každej zvolenej hladine spoľahlivosti definovanej indexom spoľahlivosti  $\beta_t$  zodpovedá iná hodnota súčiniteľa  $\kappa_d$ . Pre výpočet možno uvažovať hodnoty  $\kappa_d$  podľa tab. F.4.

Vypočítané hodnoty parciálneho súčiniteľa konštrukčnej ocele sa môžu zaokrúhliť na 0,05.

Hodnota parciálneho súčiniteľa  $\gamma_{M2}$  sa stanoví podľa tab. C.1 v prílohe C.

Pre konštrukčné ocele vyrobené po roku 1968 sa odporúča uvažovať hodnoty parciálnych súčiniteľov podľa tab. C.1 v prílohe C týchto TP.

Tabuľka F.4 - Hodnoty konštanty  $K_d$ 

Zvyšková životnosť (roky)	Vek nosného prvku v rokoch								
	10 a menej	20	30	40	50	60	70	80	90 a viac
	$0 \leq a_r \leq 1$	$0 \leq a_r \leq 1$	$0 \leq a_r \leq 1$	$0 \leq a_r \leq 1$	$0 \leq a_r \leq 1$	$0 \leq a_r \leq 1$	$0 \leq a_r \leq 1$	$0 \leq a_r \leq 1$	$0 \leq a_r \leq 1$
5	0,381	0,364	0,353	0,344	0,337	0,331	0,324	0,317	0,312
10	0,393	0,381	0,371	0,364	0,358	0,352	0,348	0,343	0,340
20	0,400	0,393	0,386	0,380	0,375	0,371	0,367	0,363	
30	0,403	0,397	0,393	0,388	0,384	0,380	0,377		
40	0,405	0,400	0,396	0,393	0,389	0,386			
50	0,406	0,402	0,398	0,395	0,393				
60	0,406	0,403	0,400	0,397					
70	0,407	0,404	0,401						
80	0,407	0,405							
90	0,408								

Parciálny súčiniteľ pevnosti muriva  $\gamma_{M,m}$  sa stanoví za predpokladu log-normálneho rozdelenia pravdepodobnosti výskytu náhodných vlastností muriva podľa vzťahu:

$$\gamma_{M,m} = e^{(-k_{ax} \cdot V_R - \alpha_R \cdot \beta_t \cdot V_R)} \quad (F.7)$$

kde:

$V_R$  je variačný koeficient pevnosti muriva, ktorý zahŕňa, neistoty v stanovení materiállovej vlastnosti, rozmerové neistoty a modelové neistoty.

Pre variačný koeficient pevnosti muriva sa odporúčajú uvažovať tieto hodnoty:

$V_R = 0,543$  - pre murované konštrukcie mostných objektov z malty navrhnutého zloženia,

$V_R = 0,618$  - pre murované konštrukcie mostných objektov z malty predpísaného zloženia (predpísaný pomer objemových dielov cement: vápno: piesok).

Ostatné veličiny boli vysvetlené pri predchádzajúcich vzťahov. Vypočítané hodnoty parciálneho súčiniteľa pevnosti muriva sa môžu zaokrúhliť na 0,05.

Parciálny súčiniteľ pevnosti dreva  $\gamma_{M,t}$  sa stanoví za predpokladu log-normálneho rozdelenia pravdepodobnosti výskytu náhodných vlastností dreva podľa vzťahu:

$$\gamma_{M,t} = e^{(-k_{ax} \cdot V_x - \alpha_R \cdot \beta_t \cdot V_R)} \quad (F.8)$$

kde:

$V_R$  je variačný koeficient pevnosti dreva, ktorý zahŕňa, neistoty v stanovení materiállovej vlastnosti, rozmerové neistoty a modelové neistoty

$V_R = 0,141$  pre lepené lamelové drevo,

$V_R = 0,149$  pre rastené drevo

$V_x$  variačný koeficient neistoty materiállovej vlastnosti,

$V_x = 0,115$  pre lepené lamelové drevo,

$V_x = 0,105$  pre rastené drevo.

Ostatné veličiny boli vysvetlené pri predchádzajúcich vzťahov. Vypočítané hodnoty parciálneho súčiniteľa pevnosti dreva sa môžu zaokrúhliť na 0,05.

V prípade vykonania skúšok materiálov (konštrukčná oceľ, betón, betonárska a predpínacia oceľ, murivo, drevo) je možné zohľadniť skutočné štatistické charakteristiky získané ich vyhodnotením. V tom prípade sa odporúča postupovať podľa STN EN 1990 prílohy D a STN ISO 13822/NA.

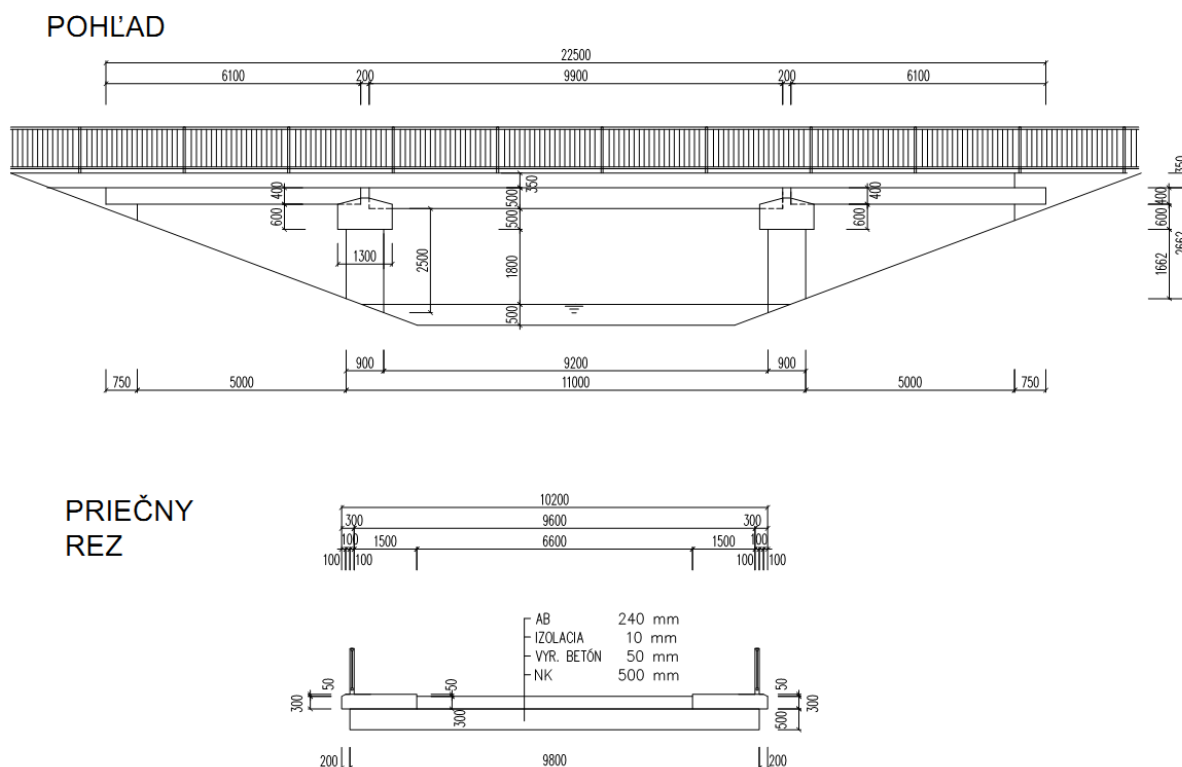
## Príloha G (Informatívna): Vzorový príklad výpočtu zaťažiteľnosti železobetónového mosta

### G.1 Úvod

Vzorový príklad predstavuje výpočet zaťažiteľnosti podľa týchto TP. Ide o skutočný mostný objekt. Údaje o rozmeroch, vystužení a kvalitatívnych parametroch použitých materiálov boli získané diagnostickým prieskumom. Vo výpočte sú použité značky podľa príslušných STN EN a týchto TP.

### G.2 Základné údaje o moste

Most bol postavený v 1973. Svetlosť otvorov (5,0+9,2+5,0) m, výška nad hladinou 1,90 m. Konštrukcia mosta je na obrázku G 2.1.



Obrázok G 2.1 Pozdĺžny a priečny rez mosta

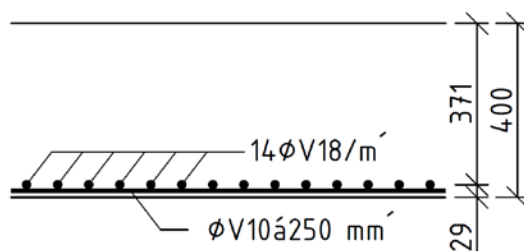
**Spodná stavba:** Masívne betónové opory a medziláhle podpery. Betón C30/37.

**Horná stavba:** Železobetónové dosky prasto uložené. Betón dosiek je C45/55.

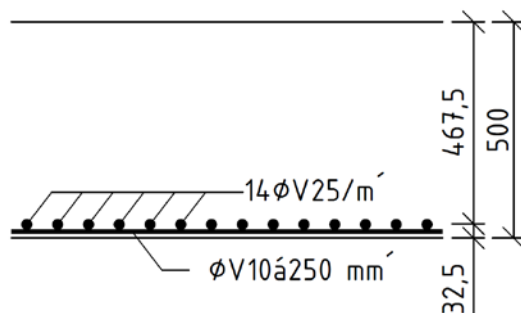
**Krajné dosky:** Hrúbka 0,40 m. Hlavná výstuž na 1 m' 14 Ø V 18, koróziou zmenšená na Ø 17 mm, krytie 20 mm. Rozdeľovacia Ø 10 mm, po 250 mm, leží pod ňou. Betón dosky C45/55 (Obrázok G 2.2).

**Vnútrorná doska:** Hrúbka 0,50 m. Hlavná výstuž na 1 m' 14 Ø V 25, koróziou stenčená na Ø 22 mm (t.j. korozívny úbytok 12 %), krytie 20 mm. Rozdeľovacia Ø 10 mm, po 250 mm, leží pod ňou (Obrázok G 2.3 a G 2.4). V strednej časti bolo spozorované stenčenie hrúbky dosky o 40 mm.

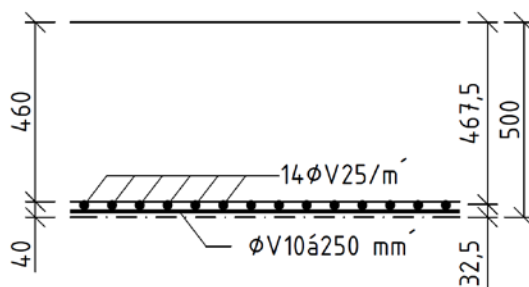
**Mostný zvršok:** Betónové rímky po oboch stranách, s chodníkom šírky 1,50 m, vozovka s vrstvami AB hrúbky 240 mm, 10 mm izolácia, 50 mm vrstva - vyrovnávací betón. Zábradlie oceľové, výška 1,10 m zvislá výplň.



Obrázok G 2.2 Výstuž dosky krajných polí



Obrázok G 2.3 Výstuž dosky vnútorného poľa



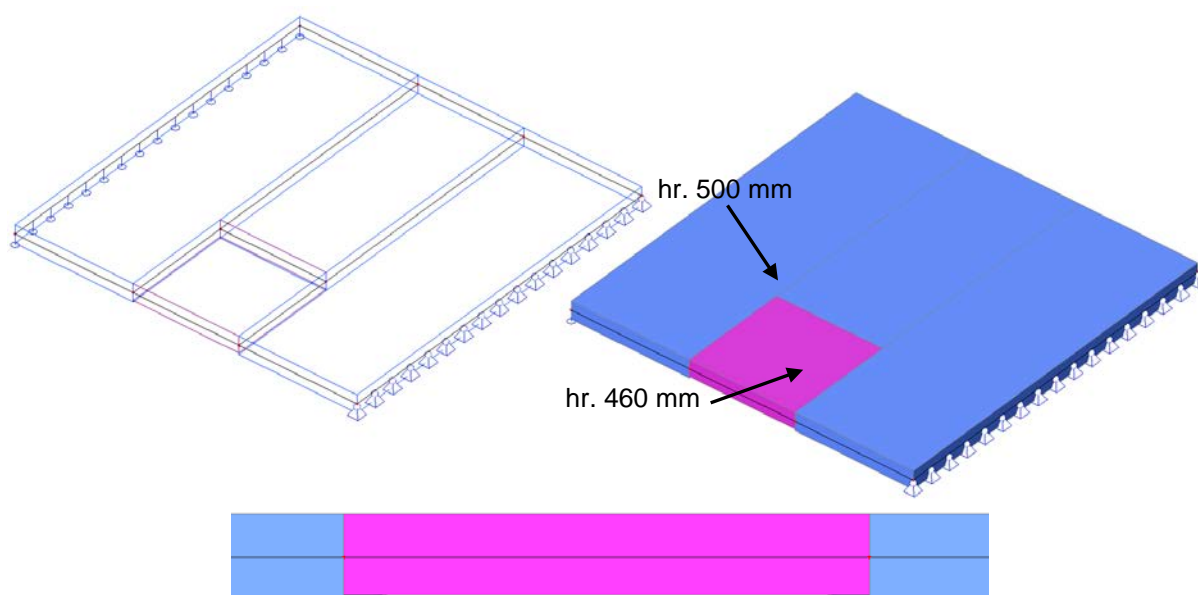
Obrázok G 2.4 Výstuž dosky vnútorného poľa v mieste stenčenia dosky

### G.3 Statický prepočet nosnej konštrukcie

#### G.3.1 Výpočtový model

Statický prepočet nosnej konštrukcie bol vykonaný na základe výsledkov diagnostiky mosta. Jedná sa o jednoducho uložené železobetónové dosky na podperách. Teoretické rozpätie krajných polí je uvažované  $L_{\text{eff}} = 5,0 + 2 \times 0,2 = 5,40$  m, stredné pole  $L_{\text{eff}} = 9,2 + 2 \times 0,25 = 9,70$  m. Pre porovnanie s pôvodným usmernením bol realizovaný prepočet dosky s najväčším rozpätím – 9,70 m.

Numerický model dosky hr. 500 mm a pôdorysných rozmerov 9,70 x 9,80 m bol vytvorený v prostredí softvéru SCIA Engineer. Z hľadiska porúch, okrem korózie výstuže bola na moste odpadnutá krycia vrstva v strednej oblasti dosky, čo bolo modelované lokálnym zmenšením hrúbky na 460 mm na ploche 3,0 x 3,0 m (Obrázok G 3.1).



Obrázok G 3.1 Numerický model dosky

### G.3.2 Výpočet zaťaženia

Zaťaženie bolo uvažované v súlade s STN EN 1991-2 a národnou prílohou NA k tejto norme. Nižšie je uvedený výpočet **charakteristických hodnôt zaťaženia**.

### G.3.3 Stále zaťaženie

**Vlastnú tiaž dosky** ( $G_o$ ) si generuje program automaticky na základe geometrických a materiálových parametrov.

#### **Ostatné stále zaťaženie** ( $G_s$ ):

Vozovka:

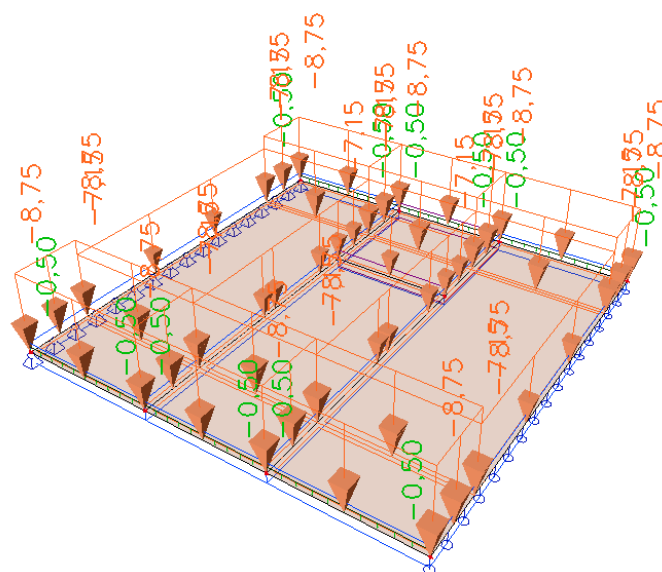
AB:	výška $h =$	0,24 m
	$G_{ik} = h.24 =$	5,76 kN/m <sup>2</sup>
izolácia:	výška $h =$	0,01 m
	$G_{ik} = h.14 =$	0,14 kN/m <sup>2</sup>
vyrov. betón:	výška $h =$	0,05 m
	$G_{ik} = h.25 =$	1,25 kN/m <sup>2</sup>
spolu:	$G_k =$	7,15 kN/m <sup>2</sup>

Rímsa :

výška $h =$	0,35 m
$G_k = h.25 =$	8,75 kN/m <sup>2</sup>

Zábradlie:

$G_k =$	0,50 kN/m
---------	-----------

Obrázok G 3.2 Ostatné stáله zaťaženie -  $G_s$ 

### G.3.4 Premenné zaťaženie

Premenné zaťaženie je prepočítané cez výšku vrstiev vozovky,  $h = 0,30$  m (ďalší možný roznoš do polovice hrúbky dosky, čo je v súlade s STN EN 1991-2 nebol aplikovaný, nakoľko je to na strane bezpečnosti a navyše, aby bolo možné porovnať s výpočtom podľa predchádzajúcich TP za rovnakých podmienok). Roznošový uhol zaťaženia je uvažovaný hodnotou  $45^\circ$ .

### Normálna zaťažiteľnosť - LM1

Tab. G 3.1 Hodnoty pre normálnu zaťažiteľnosť

$W_n$ (kN)	400	
Poloha	TS	UDL systém
	Nápravové zaťaženie $\alpha_{Qi}Q_i$ (kN)	$\alpha_{qi}q_i$ ( $q_r$ ) (kNm <sup>-2</sup> )
	A	A
Zaťažovací pruh 1	$3W_n/4 = 300$	$W_n/45 = 8,9$
Zaťažovací pruh 2	$W_n/2 = 200$	2,5
Zvyšná plocha zaťažovacieho priestoru	0	2,5

a) Tandemový systém:

1. pruh:

koleso = 150,00 kN  
 priečny smer:  
 dĺžka = 0,40 m  
 dĺžka s roznošom = 1,00 m  
 pozdĺžny smer:  
 dĺžka = 0,40 m  
 dĺžka s roznošom = 1,00 m  
 celková roznášacia plocha = 1,00 m<sup>2</sup>

2. pruh:

koleso = 100,00 kN  
 priečny smer:  
 dĺžka = 0,40 m  
 dĺžka s roznošom = 1,00 m  
 pozdĺžny smer:  
 dĺžka = 0,40 m  
 dĺžka s roznošom = 1,00 m  
 celková roznášacia plocha = 1,00 m<sup>2</sup>

$$Q_k = 150,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 100,00 \text{ kN/m}^2$$

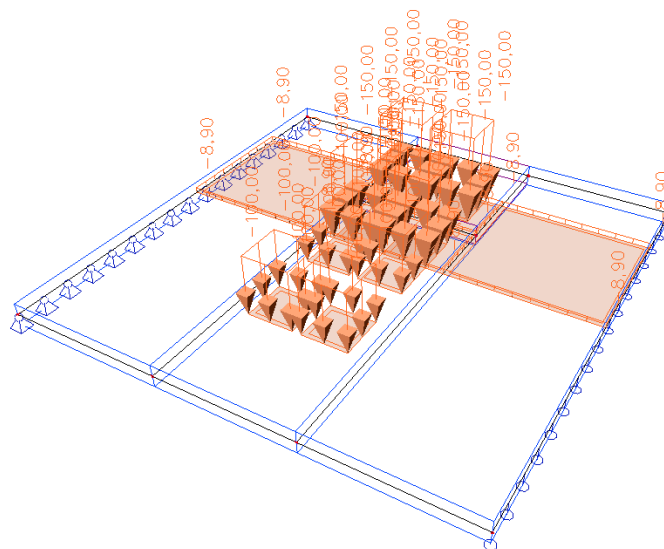
b) UDL:

1. pruh:  $q_k = 8,90 \text{ kN/m}^2$

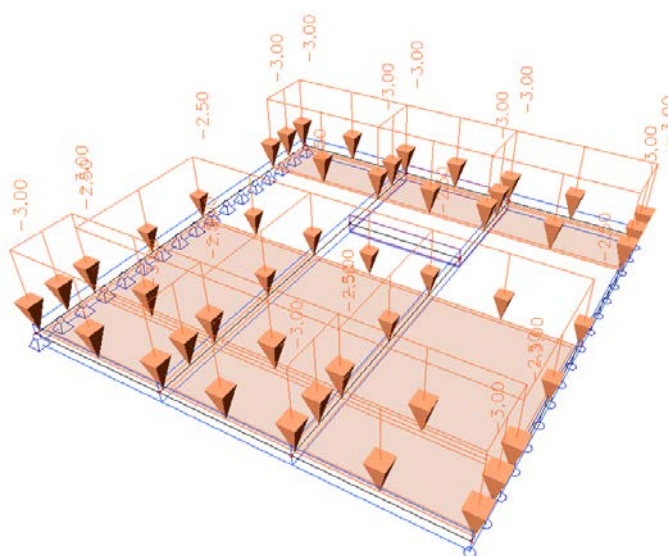
2. pruh a ostatné:  $q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$

c) chodníky:

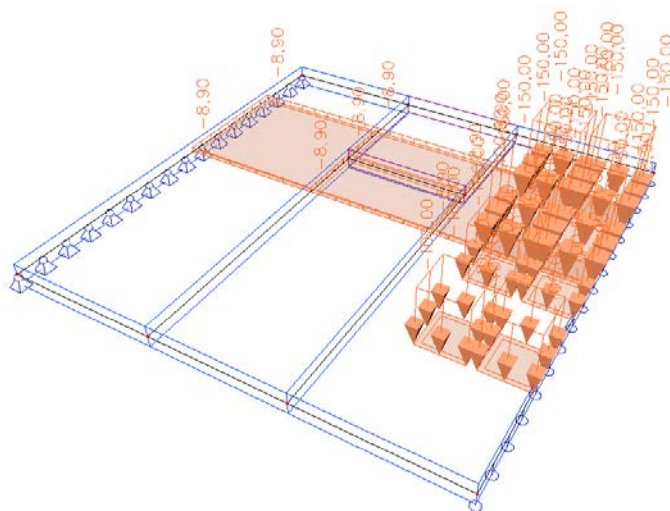
$$q_{k,ch} = 3,0 \text{ kN/m}^2$$



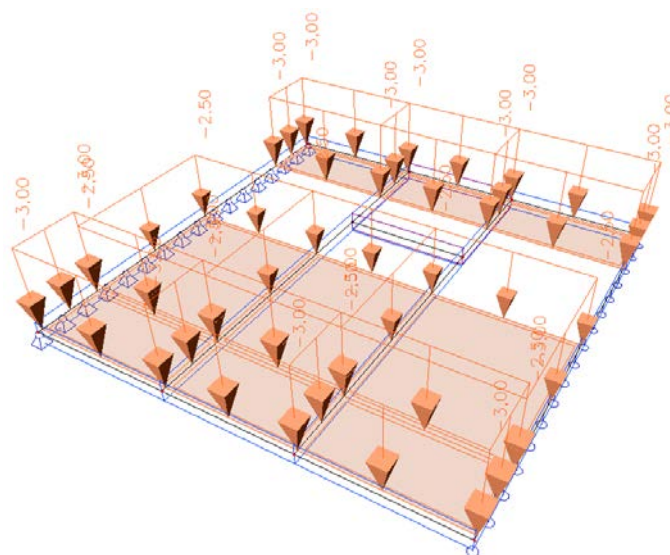
Obrázok G 3.3 Poloha LM1, TS a UDL v 1. pruhu pre výpočet max. ohybového momentu



Obrázok G 3.4 Poloha LM1, UDL v ostatných pruhoch pre výpočet max. ohybového momentu



Obrázok G 3.5 Poloha LM1, TS a UDL v 1. pruhu pre výpočet max. posúvajúcej sily



Obrázok G 3.6 Poloha LM1, UDL v ostatných pruhoch pre výpočet max. posúvajúcej sily

### Zaťažiteľnosť na jednu nápravu – LM2

Náprava:  $\beta \cdot W_j = 1,0 \cdot 400 = 400 \text{ kN}$

koleso = 200,00 kN

priečny smer:

dĺžka = 0,40 m

dĺžka s roznosom = 1,00 m

pozdĺžny smer:

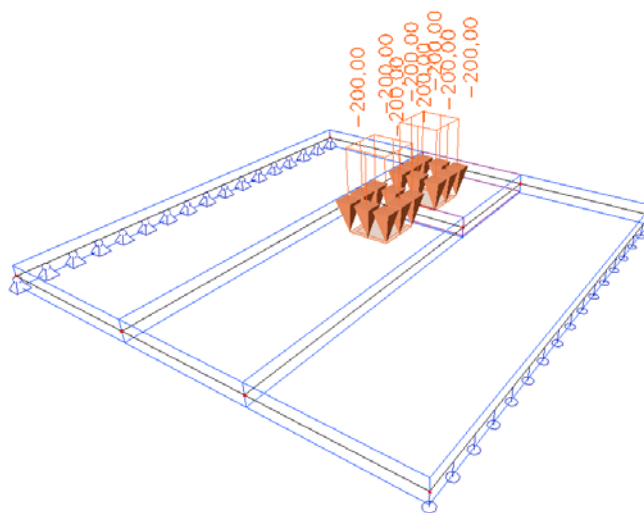
délka = 0,40 m

dĺžka s roznosom = 1,00 m

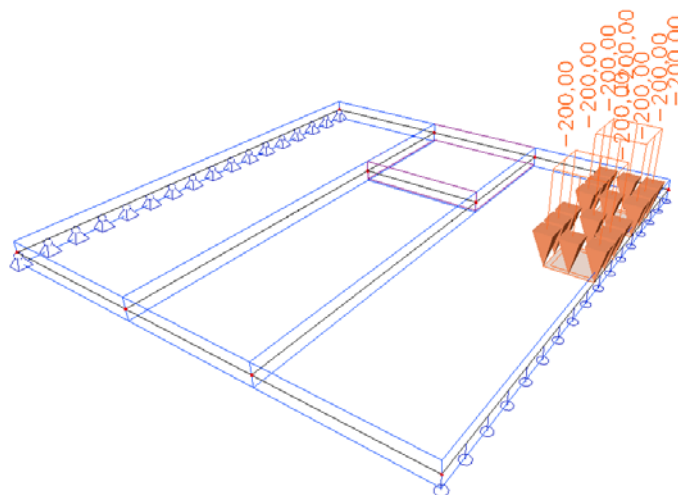
celková roznášacia plocha = 1,00 m<sup>2</sup>

$$Q_k = 200,00 \text{ kN/m}^2$$





Obrázok G 3.7 Poloha LM2 pre výpočet max. ohybového momentu



Obrázok G 3.8 Poloha LM2 pre výpočet max. posúvajúcej sily

**Ojedinelé zaťaženie - zvláštne vozidlo 900/150 s časťami hodnotami LM1 – LM3-1**

Model vozidla pre ojedinelú zaťažiteľnosť zodpovedajúci triede zvláštnych vozidiel LM3-1 (900/150) v kombinácii s časťami hodnotami LM1 sa použije pri zachovaní ostatnej dopravy. Zohľadní sa dynamický súčiniteľ.

$$\varphi = 1,4 - L/500 = 1,4 - 9,7/500 = 1,38 \geq 1,00$$

Súčinitele častej hodnoty:  $\Psi_{1,TS} = TS: 0,75$ ; UDL a chodci:  $\Psi_{1,UDL} = 0,40$ .

Tab. G 3.1 Hodnoty vozidla pre stanovenie ojedinelej zaťažiteľnosti LM3-1

Poloha	TS	UDL systém
	Nápravové zaťaženie $\alpha_{qi}Q_i$ (kN)	$\alpha_{qi}q_i (q_r)$ (kNm <sup>-2</sup> )
Zaťažovací pruh 2	$\Psi_{1,TS} \cdot W_n/2 = 150$	$\Psi_{1,UDL} \cdot 2,5 = 1,0$
Zvyšná plocha zaťažovacieho priestoru	0	$\Psi_{1,UDL} \cdot 2,5 = 1,0$

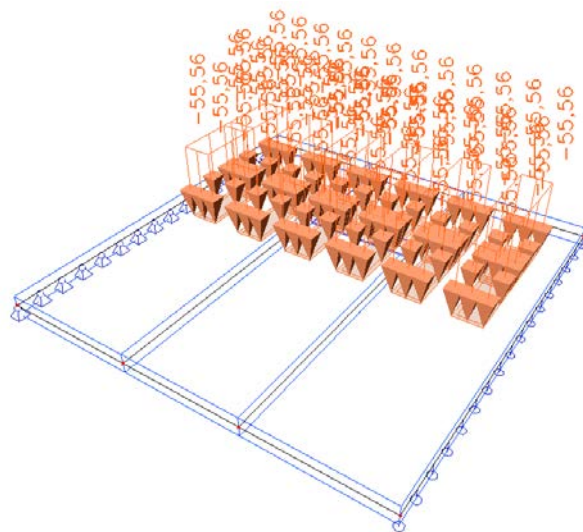
Chodníky:  $\Psi_{1,UDL} \cdot q_{k,ch} = 1,20 \text{ kN/m}^2$

LM3-1 (900/150 kN):

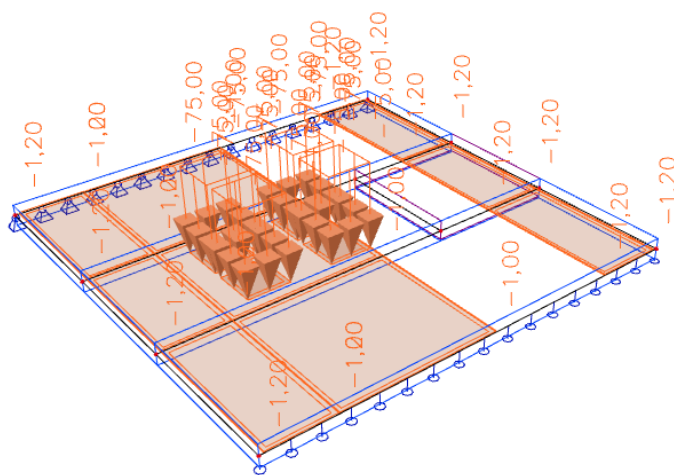
koleso =	75,00	kN
priečný smer:		
dĺžka =	1,20	m
dĺžka s roznosom =	1,80	m
pozdĺžny smer:		
dĺžka =	0,15	m
dĺžka s roznosom =	0,75	m
celková roznášacia plocha =	1,35	m <sup>2</sup>
$Q_k =$	55,56	kN/m <sup>2</sup>

TS (Zaťažovací pruh 2):

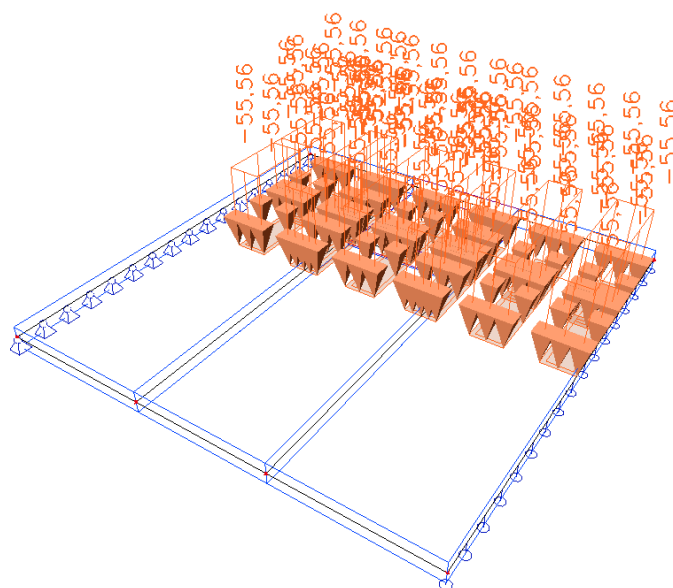
koleso =	75,00	kN
priečný smer:		
dĺžka =	0,40	m
dĺžka s roznosom =	1,00	m
pozdĺžny smer:		
dĺžka =	0,40	m
dĺžka s roznosom =	1,00	m
celková roznášacia plocha =	1,00	m <sup>2</sup>
$Q_k =$	75,00	kN/m <sup>2</sup>



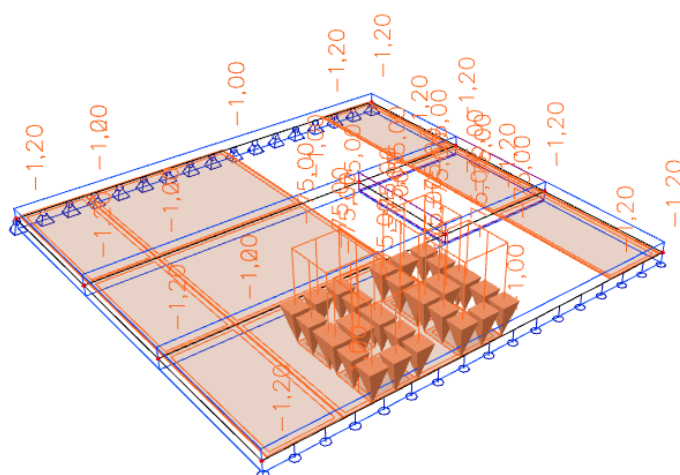
Obrázok G 3.9 Poloha LM3-1, 1. pruh pre výpočet max. ohybového momentu



Obrázok G 3.10 Poloha LM3-1, ostatné pruhy pre výpočet max. ohybového momentu



Obrázok G 3.11 Poloha LM3-1, 1. pruh pre výpočet max. posúvajúcej sily



Obrázok G 3.12 Poloha LM3-1, ostatné pruhy pre výpočet max. posúvajúcej sily

### Výnimočné zaťaženie - zvláštne vozidlo 3000/240 – LM3-2

Model vozidla pre výnimočnú zaťažiteľnosť zodpovedajúci triede zvláštnych vozidiel LM3-2 (3000/240) sa použije pri vylúčení ostatnej dopravy.

#### Prvá náprava:

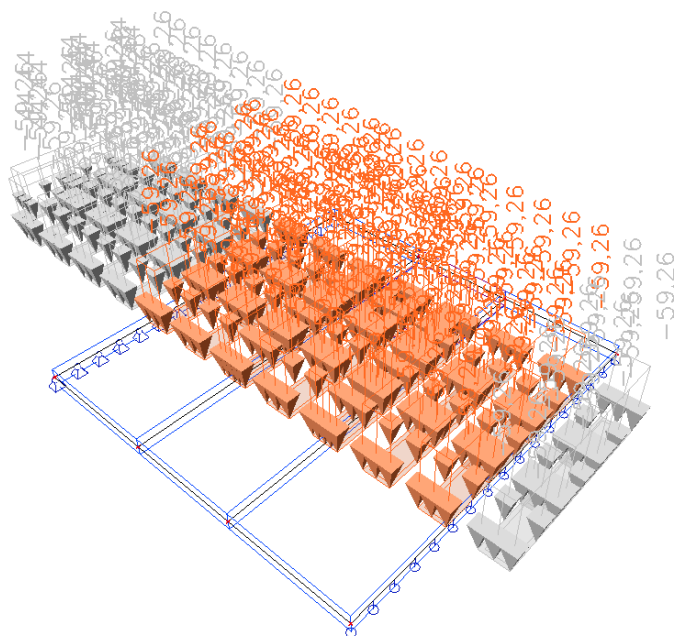
koleso =	60,00	kN
priečny smer:		
dĺžka =	1,20	m
dĺžka s roznosom =	1,80	m
pozdĺžny smer:		
dĺžka =	0,15	m
dĺžka s roznosom =	0,75	m
celková roznášacia plocha =	1,35	m <sup>2</sup>

#### Ostatné nápravy:

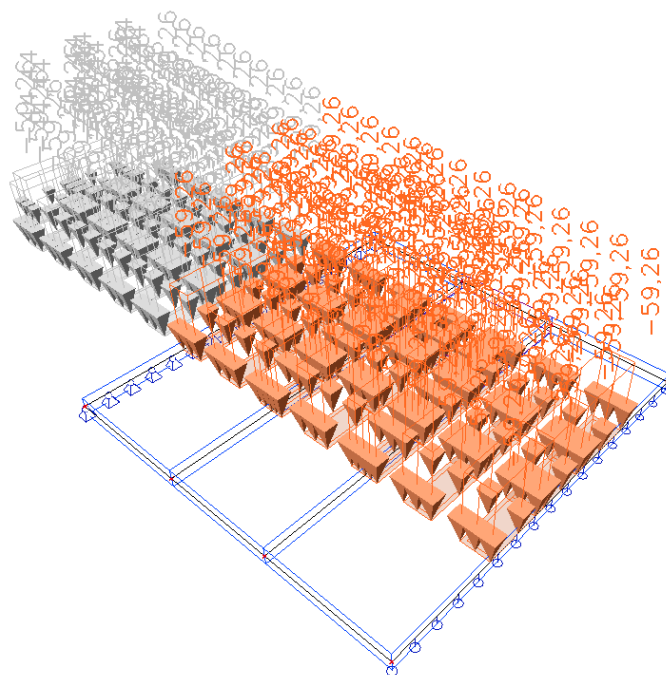
koleso =	80,00	kN
priečny smer:		
dĺžka =	1,20	m
dĺžka s roznosom =	1,80	m
pozdĺžny smer:		
dĺžka =	0,15	m
dĺžka s roznosom =	0,75	m
celková roznášacia plocha =	1,35	m <sup>2</sup>

$$Q_k = 44,44 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 59,26 \text{ kN/m}^2$$



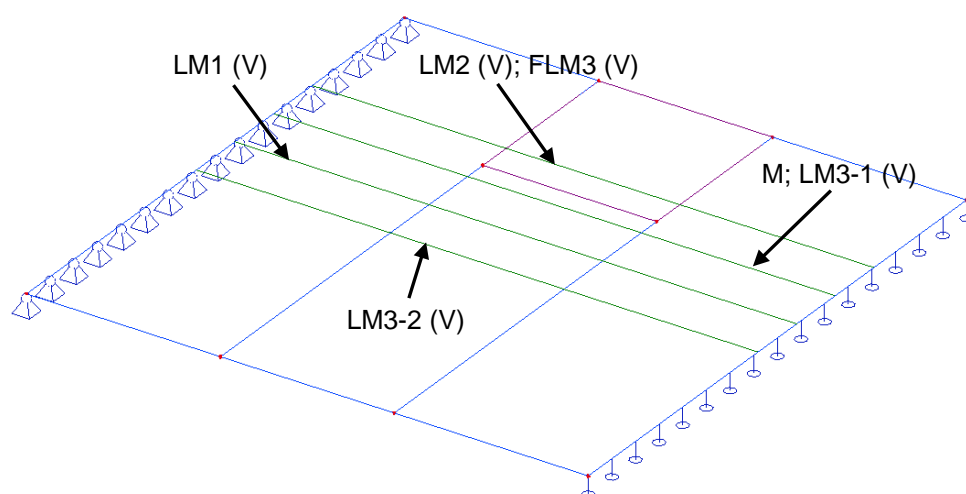
Obrázok G 3.13 Poloha LM3-2 pre výpočet max. ohybového momentu



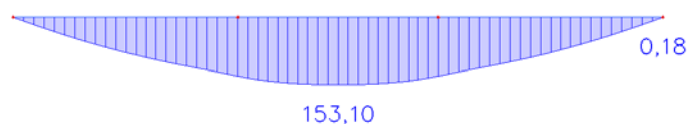
Obrázok G 3.14 Poloha LM3-2 pre výpočet max. posúvajúcej sily

## G.4 Výpočet vnútorných síl

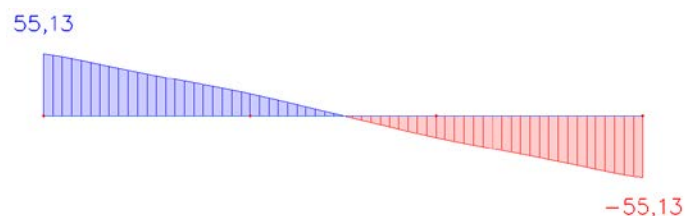
Na nižšie uvedených obrázkoch sú vnútorné sily od zaťaženia v charakteristických hodnotách bez dynamických účinkov. Vykreslené sú v typických rezoch s najväčším namáhaním pre jednotlivé zaťažovacie stavy (Obrázok G 4.1).



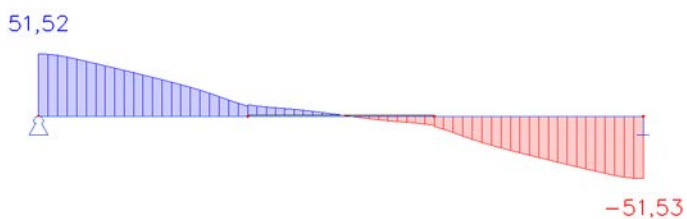
Obrázok G 4.1 Nájdene typické rezy pre jednotlivé zaťažovacie stavy



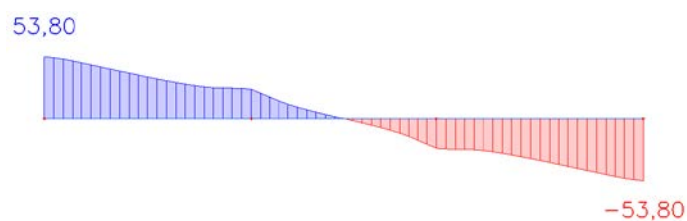
Obrázok G 4.2 Vnútorné sily od vlastnej tiaže dosky –  $M_{Gok}$  (kNm/m)



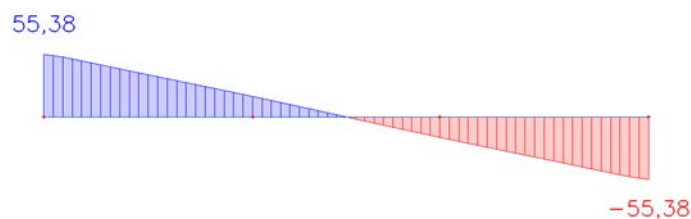
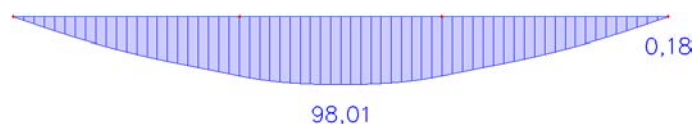
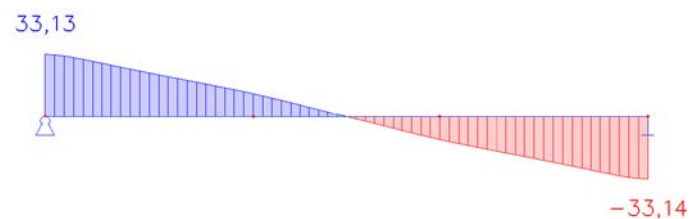
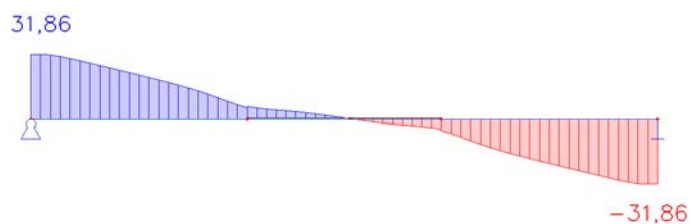
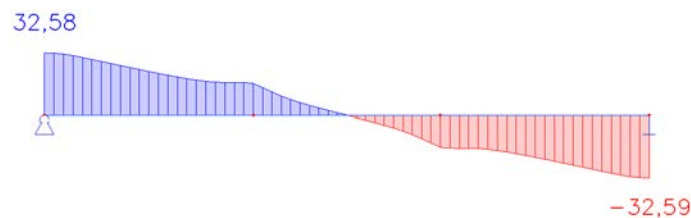
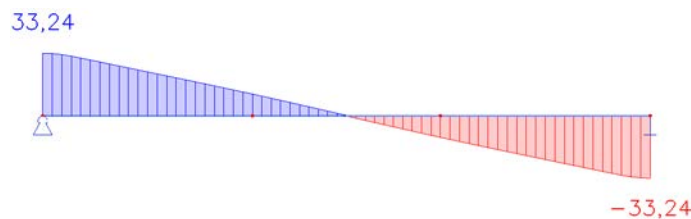
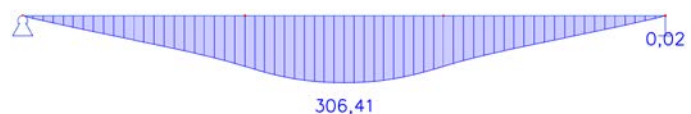
Obrázok G 4.3 Vnútorné sily od vlastnej tiaže dosky, rez pre LM1 –  $V_{Gok}$  (kN/m)



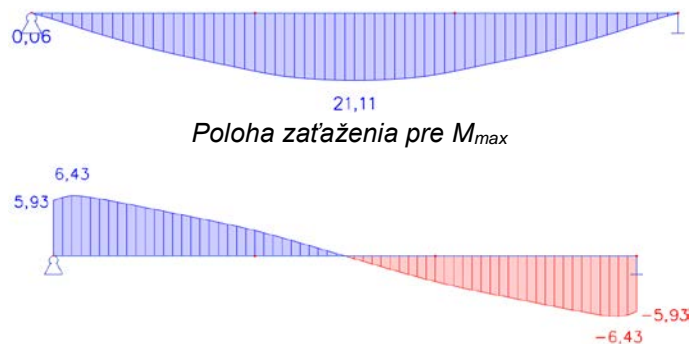
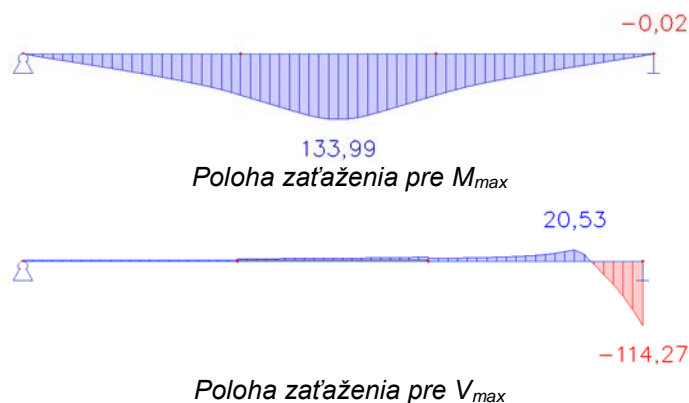
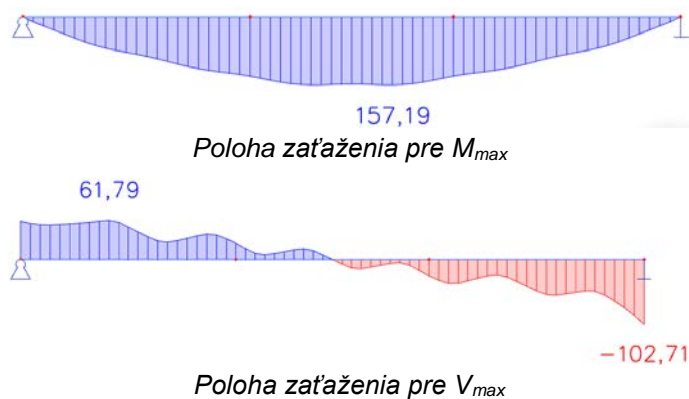
Obrázok G 4.4 Vnútorné sily od vlastnej tiaže dosky, rez pre LM2 –  $V_{Gok}$  (kN/m)



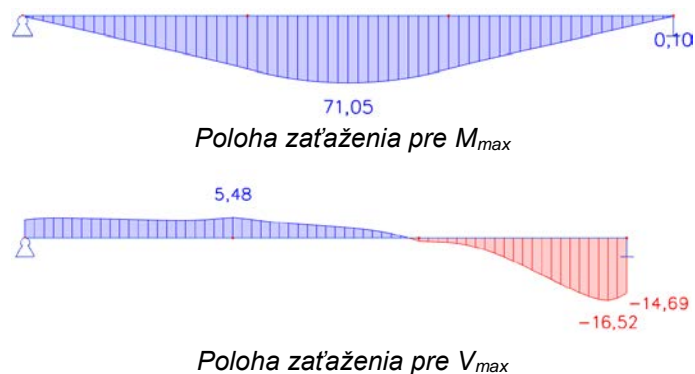
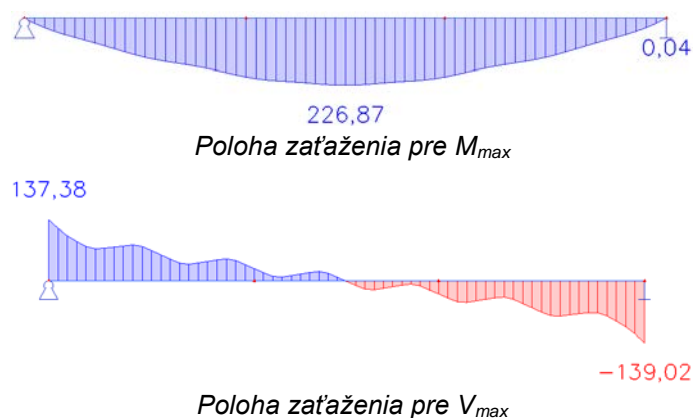
Obrázok G 4.5 Vnútorné sily od vlastnej tiaže dosky, rez pre LM3-1 –  $V_{Gok}$  (kN/m)

Obrázok G 4.6 Vnúťorné sily od vlastnej tiaže dosky, rez pre LM3-2 –  $V_{Gok}$  (kN/m)Obrázok G 4.7 Vnúťorné sily od ostatného stálego zaťaženia –  $M_{Gk}$  (kNm/m)Obrázok G 4.8 Vnúťorné sily od ostatného stálego zaťaženia, rez pre LM1 –  $V_{Gok}$  (kN/m)Obrázok G 4.9 Vnúťorné sily od ostatného stálego zaťaženia, rez pre LM2 –  $V_{Gok}$  (kN/m)Obrázok G 4.10 Vnúťorné sily od ostatného stálego zaťaženia, rez pre LM3-1 –  $V_{Gok}$  (kN/m)Obrázok G 4.11 Vnúťorné sily od ostatného stálego zaťaženia, rez pre LM3-2 –  $V_{Gok}$  (kN/m)

Poloha zaťaženia pre  $M_{max}$

Obrázok G 4.12 Vnútorne sily od LM1, TS + 1. pruh UDL –  $M_{Ek}$  (kNm/m),  $V_{Ek}$  (kN/m)Obrázok G 4.13 Vnútorne sily od LM1, UDL v ostatných pruhoch –  $M_{Ek}$  (kNm/m),  $V_{Ek}$  (kN/m)Obrázok G 4.14 Vnútorne sily od vozidla LM2 –  $M_{Ek}$  (kNm/m),  $V_{Ek}$  (kN/m)Obrázok G 4.15 Vnútorne sily od vozidla LM3-1, 1. pruh –  $M_{Ek}$  (kNm/m),  $V_{Ek}$  (kN/m)



Obrázok G 4.16 Vnútročné sily od vozidla LM3-1, ostatné pruhy –  $M_{Ek}$  (kNm/m),  $V_{Ek}$  (kN/m)Obrázok G 4.17 Vnútročné sily od vozidla LM3-2 –  $M_{Ek}$  (kNm/m),  $V_{Ek}$  (kN/m)

Prehľad vnútorných síl aj so súčiniteľmi spoľahlivosti  $\gamma_F$  (podľa kapitola 12.2.1 týchto TP) a dynamickým súčiniteľom  $\phi$  je uvedený v tabuľke G 4.1.

Tab. G 4.1 Prehľad vnútorných síl

		M <sub>Ek</sub>	V <sub>Ek</sub>	γ <sub>F</sub>	M <sub>Ed</sub>	V <sub>Ed</sub>	φ
		[kNm/m]	[kN/m]		[kNm/m]	[kN/m]	dyn. súč.
Stále zaťaženie:							
Rez LM1	G <sub>o</sub> =	153,10	55,13	1,25	191,38	68,91	
	G <sub>s</sub> =	98,01	33,14	1,25	122,51	41,43	
Rez LM2	G <sub>o</sub> =	153,10	51,53	1,25	191,38	64,41	
	G <sub>s</sub> =	98,01	31,86	1,25	122,51	39,83	
Rez LM3-1	G <sub>o</sub> =	153,10	53,80	1,25	191,38	67,25	
	G <sub>s</sub> =	98,01	32,59	1,25	122,51	40,74	
Rez LM3-2	G <sub>o</sub> =	153,10	55,38	1,25	191,38	69,23	
	G <sub>s</sub> =	98,01	33,24	1,25	122,51	41,55	
Premenné zaťaženie:							
LM1	E <sub>k,LM1</sub> =	306,41	191,24	1,25	383,01	239,05	
	E <sub>k,2,5</sub> =	21,11	5,93		26,39	7,41	
LM2	E <sub>k</sub> =	133,99	114,27	1,25	167,49	142,84	
LM3-1	E <sub>k,1</sub> =	157,19	102,71	1,25	271,15	177,17	1,38
	E <sub>k,r</sub> =	71,05	14,69		88,81	18,36	
LM3-2	E <sub>k</sub> =	226,87	139,02	1,25	283,59	173,78	



### G.5 Výpočet odolnosti prierezu

Výpočet odolnosti prierezu bol vykonaný v súlade s normami STN EN 1992-1-1/NA a STN EN 1992-2/NA. Vychádza sa z ohybovej a šmykovej odolnosti ŽB prierezu pre dosku. Uvažované súčinitele spoľahlivosti pre betón a oceľ:

Betón:  $\gamma_c = 1,40$ ;

Betonárska výstuž:  $\gamma_s = 1,10$ .

#### Ohybová odolnosť:

C 45/55			oceľ 10 425 (V)		
$f_{ck} =$	45,00	MPa	$f_{yk} =$	410,00	MPa
$\gamma_c =$	<b>1,40</b>		$\gamma_s =$	<b>1,10</b>	
$\alpha_{cc} =$	0,85		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	372,73	MPa
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	27,32	MPa	$\Phi =$	0,022	m
$f_{ctm} =$	3,80	MPa			
prierez:			počet =	14	ks / m'
$h =$	0,50	m	$A_{s1} =$	0,00532	m <sup>2</sup>
$b =$	1,00	m	krytie =	0,0215	m
			ťažisko výstuže, $d_1 =$	0,0325	m
			$d = h - d_1 =$	0,4675	m

#### Výpočet $M_{Rd}$ :

predpoklad:	$\sigma_{s1} = f_{yd} =$	372,73	MPa
	$F_{s1,d} = A_{s1} \cdot f_{yd} =$	1983,60	kN
poloha neutrálnej osi x, z podm. $F_{cd} = F_{s1,d}$ :			
	$0,8 \cdot x = F_{s1} / (b \cdot f_{cd}) =$	0,073	m
kontrola duktility:			
$x \leq x_{lim} = (700 \cdot d) / (700 + f_{yd}) =$	0,305	vyhov.	
rameno vnútor. síl: $z = d - 0,4 \cdot x =$	0,431	m	
<b><math>M_{Rd} = F_{s1} \cdot z =</math></b>	<b>855,33</b>	<b>kNm/m</b>	

#### Namáhanie tlakovej diagonály:

Vstupné dáta:

$b =$	1,000	m			
$d =$	<b>0,500</b>	m			
$f_{ck} =$	45,00	MPa			
$f_{cd} =$	27,32	MPa			
$\theta =$	45	° =	0,7854	rad	
$v_1 =$	0,60	; pre betón s $f_{ck} \leq 60$ MPa			
$\alpha_{cw} = 1,0$					
$z =$	0,431	m			
$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / [\tan(\theta) + \cot(\theta)] =$			3534,3	kN	rozhoduje
$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} =$			16392,9	kN	

#### Šmyková odolnosť betónu:

Vstupné dáta:

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c =$	0,128571	MPa		
$k = 1 + \sqrt{(200 / d)} =$	1,63	$\leq 2,0 \rightarrow$ teda =	1,63	

$$\begin{aligned}
k_1 &= 0,15 \\
A_s &= 0,005322 \text{ m}^2 \\
A_{s,l} &= A_s \\
\rho_l &= A_{s,l} / b \cdot d = 0,01064372 \leq 0,02; \text{ max.} \\
v_{\min} &= 0,035 \cdot k^{(3/2)} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0,490 \text{ MPa} \\
V_{Rd,c} &= [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{(1/3)} + k_1 \cdot 0,0] \cdot b \cdot d = 381,1 \text{ kN} \\
V_{Rd,c,\min} &= (v_{\min} + k_1 \cdot 0,0) \cdot b \cdot d = 244,9 \text{ kN} \\
V_{Rd} &= \min(V_{Rd,\max}; V_{Rd,c}) = 381,12 \text{ kN/m}
\end{aligned}$$

## G.6 Stanovenie zaťažiteľnosti

Výsledná zaťažiteľnosť bola stanovená ako najnižšia zaťažiteľnosť vypočítaná pre ohybovú a šmykovú odolnosť prierezu. Zaťažiteľnosť bola po dohode so správcom stanovená pre súbor B (STR/GEO) pre konzervatívny prístup (rovnica 6.10).

**Zaťažiteľnosť stanovená z ohybovej odolnosti:**

### Odolnosť $R_d$

$M_{Rd}$  [kNm/m] 855,33

### Normálna zaťažiteľnosť:

$M_{LM1,Ed}$ [kNm/m]	383,01		
Ostatné dopravné	26,39	$M_{Ed}$	
Stále	313,89	[kNm/m]	
$\Sigma M_{rs,n,Ed,i}$ [kNm/m]	340,28	$G_o =$	191,38
$V_{n,rep}$ [t]	40	$G_s =$	122,51
<b><math>V_n</math> [t]</b>	<b>53,8</b>		

### Zaťažiteľnosť na jednu nápravu:

$M_{LM2,Ed}$ [kNm/m]	167,49	$M_{Ed}$	
		[kNm/m]	
$\Sigma M_{rs,j,Ed,i}$ [kNm/m]	313,89	$G_o =$	191,38
$V_{j,rep}$ [t]	40	$G_s =$	122,51
<b><math>V_j</math> [t]</b>	<b>129,3</b>		

### Ojedinelá zaťažiteľnosť LM3-1:

$M_{LM3-1,Ed}$ [kNm/m]	271,15	$M_{Ed}$	
Ostatné dopravné	88,81	[kNm/m]	
Stále	313,89	$G_o =$	191,38
$\Sigma M_{rs,e,1,Ed,i}$ [kNm/m]	402,70	$G_s =$	122,51
$V_{i,rep}$ [t]	90		
<b><math>V_i</math> [t]</b>	<b>150,2</b>		

### Výnimočná zaťažiteľnosť LM3-2:

$M_{LM3-2,Ed}$ [kNm/m]	283,59	$M_{Ed}$	
		[kNm/m]	
$\Sigma M_{rs,e,2,Ed,i}$ [kNm/m]	313,89	$G_o =$	191,38
$V_{e,rep}$ [t]	300	$G_s =$	122,51
<b><math>V_e</math> [t]</b>	<b>572,8</b>		

**Zaťažiteľnosť stanovená zo šmykovej odolnosti:****Odolnosť  $R_d$** 

$V_{Rd}$  [kN/m] 381,12

**Normálna zaťažiteľnosť:**

$V_{LM1,Ed}$ [kN/m]	239,05		
Ostatné dopravné	7,41		$V_{Ed}$
Stále	110,34		[kN/m]
$\Sigma V_{rs,n,Ed,i}$ [kN/m]	117,75	$G_o =$	68,91
$V_{n,rep}$ [t]	40	$G_s =$	41,43
<b><math>V_n</math> [t]</b>	<b>44,1</b>		

**Zaťažiteľnosť na jednu nápravu:**

$V_{LM2,Ed}$ [kN/m]	142,84		$V_{Ed}$
$\Sigma V_{rs,j,Ed,i}$ [kN/m]	104,24	$G_o =$	64,41
$V_{j,rep}$ [t]	40	$G_s =$	39,83
<b><math>V_j</math> [t]</b>	<b>77,5</b>		

**Ojedinelá zaťažiteľnosť LM3-1:**

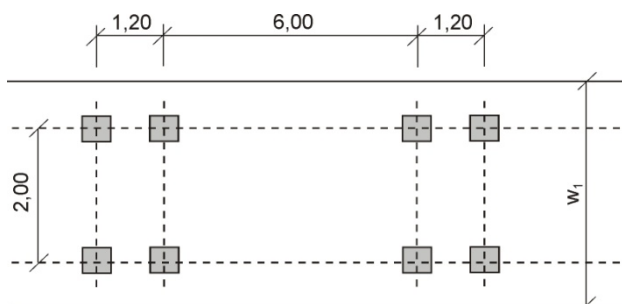
$V_{LM3-1,1,Ed}$ [kN/m]	177,17		$V_{Ed}$
Ostatné dopravné	18,36		[kN/m]
Stále	107,99	$G_o =$	67,25
$\Sigma V_{rs,e,1,Ed,i}$ [kN/m]	126,35	$G_s =$	40,74
$V_{i,rep}$ [t]	90		
<b><math>V_i</math> [t]</b>	<b>129,4</b>		

**Výnimočná zaťažiteľnosť LM3-2:**

$V_{LM3-2,Ed}$ [kN/m]	173,78		$V_{Ed}$
$\Sigma V_{rs,e,2,Ed,i}$ [kN/m]	110,78	$G_o =$	69,23
$V_{e,rep}$ [t]	300	$G_s =$	41,55
<b><math>V_e</math> [t]</b>	<b>466,7</b>		

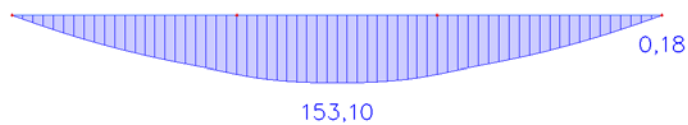
**G.7 Posúdenie na únavu**

V súlade s STN EN 1991-2 a kapitolou 6.6 týchto TP je použitý únavový zaťažovací model 3 (FLM3). Ide o 4-nápravové vozidlo s kontaktnou plochou kolesa (0,40 x 0,40) m (obrázok G 7.1). Tento model je možné použiť na priamy výpočet zjednodušenými metódami, napr. metódou ekvivalentného rozkmitu napätí,  $V_{fat} = 4 \times 120$  kN.

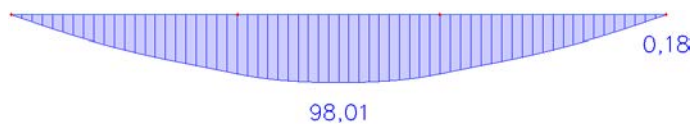


Obrázok G 7.1 Únavový zaťažovací model FLM3

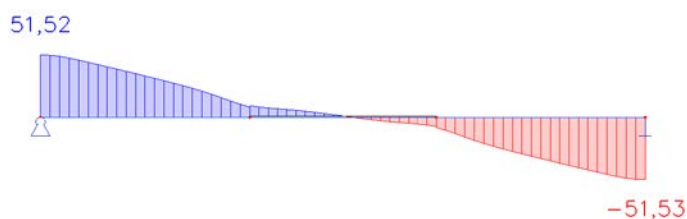
Výpočtový model je na obrázku G 7.6, resp. G 7.7 a výsledky analýzy na obrázkoch G 7.2 až G 7.5, resp. G 7.8.



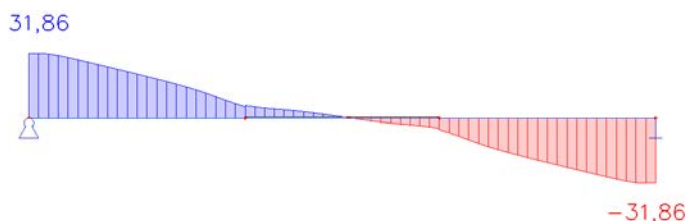
Obrázok G 7.2 Vnútorne sily od vlastnej tiaže dosky –  $M_{Gok}$  (kNm/m)



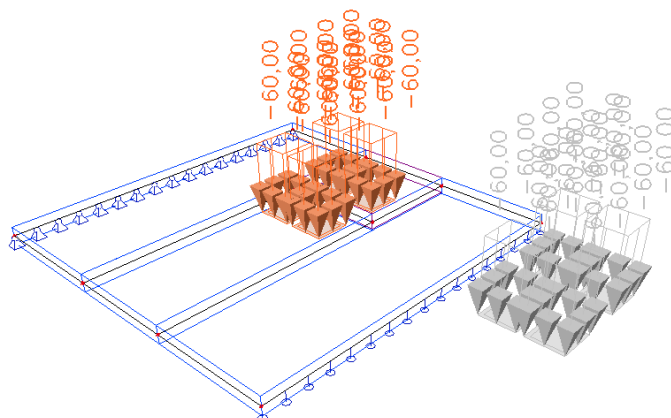
Obrázok G 7.3 Vnútorne sily od ostatného stáleho zaťaženia  $M_{Gk}$  (kNm/m)



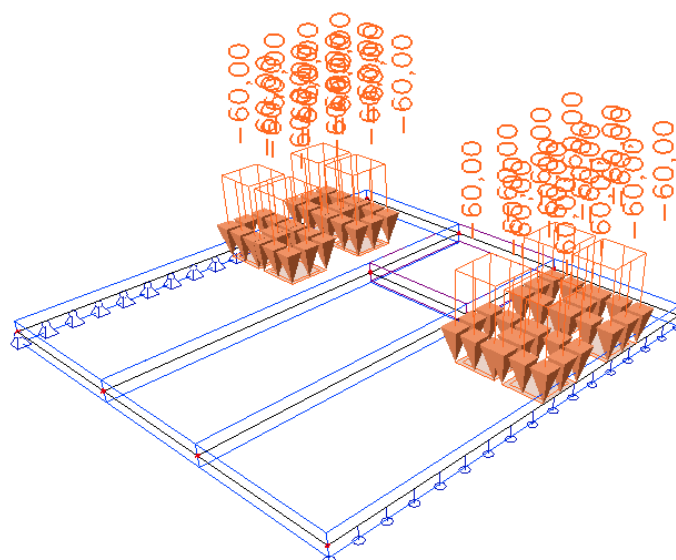
Obrázok G 7.4 Vnútorne sily od vlastnej tiaže dosky, rez pre FLM3 –  $V_{Gok}$  (kN/m)



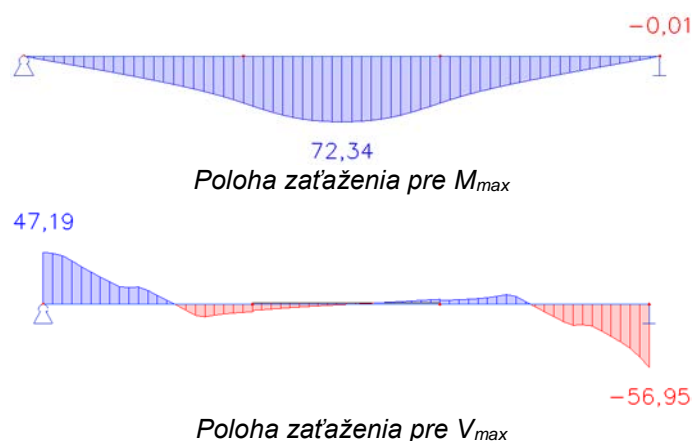
Obrázok G 7.5 Vnútorne sily od ostatného stáleho zaťaženia, rez pre FLM3 –  $V_{Gok}$  (kN/m)



Obrázok G 7.6 Únavové zaťaženie FLM3, poloha pre výpočet max. ohybového momentu



Obrázok G 7.7 Únavové zaťaženie FLM3, poloha pre výpočet max. posúvajúcej sily

Obrázok G 7.8 Vypočítané hodnoty  $M_{Ek}$  (kNm/m) a  $V_{Ek}$  (kN/m)**G.7.1 Posúdenie prierezu na únavu:**

Vnútorne sily pre posúdenie na únavu:  
Vypočítané ohybové momenty sú v tabuľke G 7.1.

Tab. G 7.1 Ohybové momenty

		$M_{E,fat}$ [kNm/m]
<b>Stále zaťaženie:</b>		
Rez FLM3	$G_o =$	153,10
	$G_s =$	98,01
<b>Premenné zaťaženie:</b>		
FLM3	$E_k =$	72,34
	$M_{FLM3} =$	<b>323,45</b>

Posúdenie výstuže:

Kontroluje sa podmienka (G1):

$$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{S,eq}(N^*) \leq \frac{\Delta\sigma_{R,sk}(N^*)}{\gamma_{S,fat}}$$

(G1)

$$\lambda_s = \gamma_{fat} \cdot \lambda_{s1} \cdot \lambda_{s2} \cdot \lambda_{s3} \cdot \lambda_{s4}$$

$$\gamma_{F,fat} = 1,00$$

$$\lambda_{s3} = \lambda_{s4} = 1,00$$

$$\lambda_{s1} = 1,20$$

$$k_2 = 9$$

$$Q = 0,50 \times 10^6 \text{ ročný objem dopravy}$$

$$\lambda_{s2} = 0,86$$

$$\lambda_s = 1,03$$

Kontrola možného vzniku trhliny – plný prierez:

$$M_{Ek} = 579,10 \text{ kNm/m}$$

$$A_i = 0,5296 \text{ m}^2$$

$$y_{ti} = 0,248 \text{ m}$$

$$I_i = 0,011794 \text{ m}^4$$

$$\sigma_{ct,max} = M_{Ek} / I_i \cdot y_{ti} = 12,19 \text{ MPa} > f_{ctm} = 3,80 \text{ MPa} \quad \text{vzniká trhlina}$$

Výpočet momentu na medzi vzniku 1. trhliny:

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot I_i / y_{ti} = 180,58 \text{ kNm}$$

Napätia v betóne a výstuži – oslabený prierez:

$$x_{1,2} = (-\alpha_e \cdot A_s \pm \sqrt{((\alpha_e \cdot A_s)^2 - 4 \cdot (b/2) \cdot (-\alpha_e \cdot A_s \cdot d))}) / 2 \cdot (b/2)$$

$$x_1 = 0,139 \text{ m}$$

$$I_{ir} = (1/3) \cdot b \cdot x + \alpha_e \cdot A_s \cdot (d - x)^2 = 0,004086 \text{ m}^4$$

$$\Delta\sigma_{s,FLM3} = \alpha_e \cdot (M_{FLM3} / I_{ir}) \cdot (d - x) = 32,3 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{s,eq(N)} = 1,40 \cdot \lambda_s \cdot \Delta\sigma_{s,FLM3} = 46,5 \text{ MPa}$$

Kontrola limitného napätia v betonárskej výstuži:

$$\Delta\sigma_{Rsk(N)} = 162,2 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{s,fat} = 1,15$$

$$\Delta\sigma_{Rsk(N)} = 141,04 \text{ MPa}$$

Dosadením do podmienky (G1) dostávame **46,5 MPa < 141,04 MPa** → Vyhovuje

Posúdenie betónu:

Posudzuje sa splnenie podmienky (G2):

$$M_{Ed,max} = M_{E,frq} = 434,82 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,min} = M_{E,qp} = 251,11 \text{ kNm/m}$$

$$\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq 0,9 \text{ pre } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} \quad (G2)$$

$$\text{Kde platí: } f_{cd,fat} = k_1 \cdot \beta_{cc} \cdot (t_0) \cdot f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

$$\beta_{cc} = 1,231$$

$$k_1 = 0,85$$

$$f_{cd,fat} = 23,45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} = [M_{Ed,max} / I_{ir}] \cdot x = 14,83 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,min} = [M_{Ed,min} / I_{ir}] \cdot x = 8,56 \text{ MPa}$$

$$0,63 \leq 0,50 + 0,45 \cdot (\sigma_{c,min} / f_{cd,fat}) = 0,66 \leq 0,90$$

Posúdenie únavovej šmykovej odolnosti betónu:

$$V_{Ed,min} = V_{E,qp} = 88,27 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed,max} = V_{E,frq} = 227,23 \text{ kN/m}$$

$$V_{Rd,c} = 381,12 \text{ kN/m}$$

$$0,50 + 0,45 \cdot V_{Ed,min} / V_{Rd,c} = 0,50 + 0,45 \cdot 88,27 / 381,12 = 0,61 < 0,90 \text{ (pre } f_{ck} \text{ do } 50 \text{ MPa)} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$V_{Ed,max} / V_{Rd,c} = 227,23 / 381,12 = 0,59 < 0,61 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

**Posúdenie na únavu pri výpočte zaťažiteľnosti nerozhoduje.**

## G.8 Záver

Pre stanovenie zaťažiteľnosti posudzovaného mosta bola rozhodujúca šmyková odolnosť železobetónového prierezu. Výsledky sú v tabuľke G 8.1.

Tab. G 8.1 Prehľad zaťažiteľnosti - návrh

Zaťažiteľnosť	Označenie	Hodnota [t]
Normálna	$V_n$	44,1
Ojedinelá LM3-1	$V_i$	129,4
Výnimočná LM3-2	$V_e$	466,7

Pre porovnanie navrhovaného prístupu a súčasne platného prístupu k stanoveniu zaťažiteľnosti bol urobený aj porovnávací výpočet, ktorého výsledky sú uvedené nižšie v tabuľke G 8.2.

Tab. G 8.2 Prehľad zaťažiteľnosti – podľa súčasne platnej TP 104

Zaťažiteľnosť	Označenie	Hodnota [t]
Normálna	$V_n$	28,4
Výhradná	$V_r$	411,3
Výnimočná	$V_e$	378,1

Pozn.: V tab. G.8.1 a 2 nie je uvedená vyššie vypočítaná zaťažiteľnosť na 1 nápravu, nakoľko sa stanovuje podľa kapitoly 2.4 týchto TP len v odôvodnených prípadoch. Pre daný typ konštrukcie nerozhoduje, resp. nie je relevantná.

Porovnanie je možné aplikovať len na normálnu a výnimočnú zaťažiteľnosť, nakoľko výhradná zaťažiteľnosť sa v novo-navrhovanom prístupe ruší. Hlavné dôvody nárastu hodnôt zaťažiteľnosti podľa nového prístupu a súčasne platného vyplývajú z nasledovných dôvodov:

- Kalibrácia hodnôt súčiniteľov spoľahlivosti pre materiál aj zaťaženie,
- Vyššia nominálna hodnota hmotnosti referenčného vozidla pre normálnu zaťažiteľnosť o 25 %, (z 32 t na 40 t).

## Príloha H (Informatívna): Vzorový príklad stanovenia zaťažiteľnosti mosta odborným odhadom

### H.1 Úvod

Uvedený vzorový príklad predstavuje stanovenie zaťažiteľnosti odborným odhadom v súlade s kapitolami 8.1 a 8.2 týchto TP. **Vzorový príklad stanovenia zaťažiteľnosti odborným odhadom je uvedený na základe žiadosti SSC pri vypracovaní týchto TP. V tejto súvislosti treba vopred upozorniť, že postup stanovenia zaťažiteľnosti odborným odhadom, nie je vo všeobecnosti preferovaný a môže sa aplikovať len vtedy, ak skutočný stavebno-technický stav mosta jednoznačne neovplyvňuje hodnotu zaťažiteľnosti (I. – IV.). Jeho platnosť je len 2 roky a po uplynutí tejto doby platnosti sa musí pristúpiť k spresneniu hodnoty zaťažiteľnosti podrobným prepočtom.**

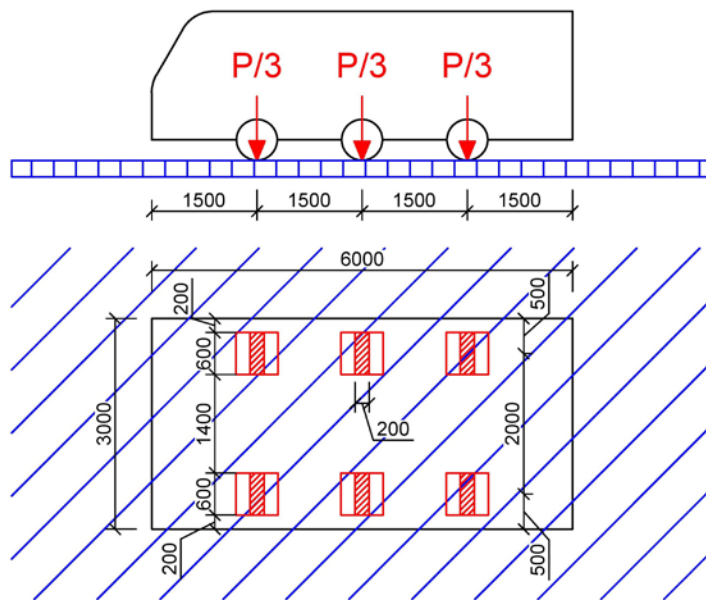
V reálnom prípade na moste s poruchami nesmie byť stanovená zaťažiteľnosť odborným odhadom, avšak pre porovnanie výsledkov bol zvolený rovnaký most, ako v Prílohe G týchto TP. Vo výpočte sú použité značky podľa príslušných STN EN a týchto TP.

### H.2 Zaťažiteľnosť určená odborným odhadom

Princíp výpočtu zaťažiteľnosti odborným odhadom je založený na porovnaní účinkov pôvodného návrhového modelu zaťaženia vrátane príslušného dynamického súčiniteľa, znížených o hodnotu prípadného prírastku účinkov od stáleho zaťaženia, a zaťažovacieho modelu 1 pre rozhodujúce vnútorné sily. Uvedený postup je možné aplikovať, keďže predmetný most patrí do III. stupňa z hľadiska jeho stavebno-technického stavu podľa [T3].

#### H.2.1 Reprezentatívny model zaťaženia cestnou dopravou v čase návrhu mosta

Overovaný most bol postavený v roku 1973, preto uvažujeme reprezentatívny model zaťaženia platný v čase návrhu mosta vo forme „trojnápravového vozidla“ s príslušným dynamickým súčiniteľom ( $\delta$ ). Zaťaženie chodníkov sa uvažovalo s hodnotou 4,0 kN/m<sup>2</sup>. Pre predmetné obdobie návrhu je relevantné určenie normálnej zaťažiteľnosti odvodená z vyššie uvedeného účinku zaťaženia.



Obrázok H 2.1 Pohyblivé zaťaženie – trojnápravové vozidlo

Dynamický súčiniteľ pre trojnápravové vozidlo:

$$\delta = 1 + [0,35 / (1 + 0,2 \cdot L)] + [0,50 / (1 + 4 \cdot G / P)]$$

kde: L – je rozpätie vyšetrovanej konštrukcie [m];

G – celkové stále zaťaženie vyšetrovanej konštrukcie [kN];

P – celkové premenné zaťaženie, umiestnené na časti vyšetrovanej konštrukcie [kN];

Hodnotu stáleho zaťaženia preberieme z výpočtu v časti G.3.3, pričom pripočítame vlastnú tiaž železobetónovej dosky hrúbky 500 mm. Výsledné stále zaťaženie následne určíme ako jeho výslednicu.



Rozpätie predmetného poľa je 9,70 m, šírka nosnej konštrukcie 9,80 m a šírka medzi obrubníkmi 6,60 m.

Vlastná tiaž dosky:  $0,50 \cdot 25 \cdot 9,7 \cdot 9,8 = 1188,25 \text{ kN}$   
 Ostatné stále zaťaženie (okr. zať. rímsami a zábradlím):  $7,15 \cdot 6,6 \cdot 9,7 = 457,74 \text{ kN}$   
 Zaťaženie rímsami:  $8,75 \cdot 2 \cdot 1,8 \cdot 9,7 = 305,55 \text{ kN}$   
 Zaťaženie zábradlím:  $2 \cdot 0,5 \cdot 9,7 = 9,70 \text{ kN}$   
 Výslednica stáleho zaťaženia vyšetrovanej konštrukcie:  $1961,24 \text{ kN}$

Hodnotu celkového premenného zaťaženia, ktoré je možné umiestniť na časti vyšetrovanej konštrukcie určíme nasledovne:

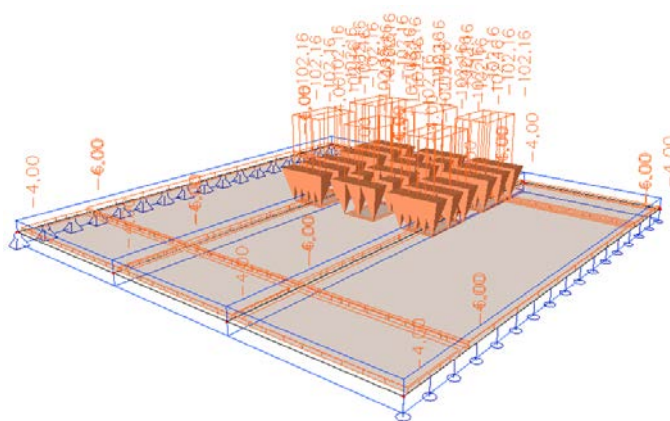
Celková tiaž vozidla:  $60 \text{ Mp} = 588,40 \text{ kN}$   
 Rovnomerné zaťaženie:  $6 \text{ kN/m}^2 \cdot 6,6 \text{ m} \cdot 9,7 \text{ m} = 384,12 \text{ kN}$   
 Zaťaženie chodníkov:  $4 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \cdot 1,5 \text{ m} \cdot 9,7 \text{ m} = 116,40 \text{ kN}$   
 Výslednica premenného zaťaženia vyšetrovanej konštrukcie:  $1088,92 \text{ kN}$

Dynamický súčiniteľ:  $\delta = 1 + [0,35 / (1 + 0,2 \cdot 9,70)] + [0,50 / (1 + 4 \cdot 1961,24 / 1088,92)] = 1,18$

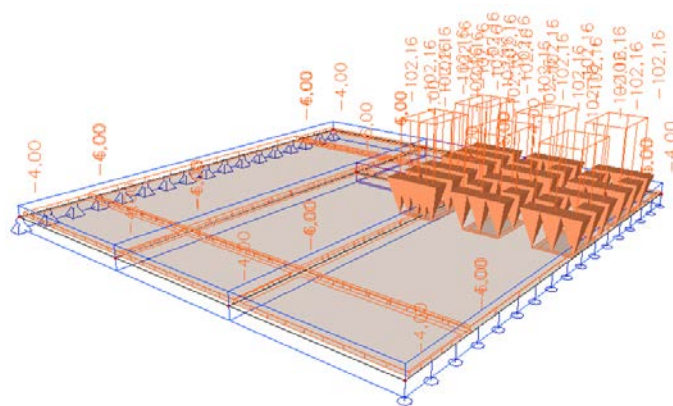
### Trojnápravové vozidlo s príslušným plošným zaťažením.

Náprava (20 Mp): 196,13 kN

koleso = 98,07 kN  
 priečny smer:  
 dĺžka = 0,60 m  
 dĺžka s roznosom = 1,20 m  
 pozdĺžny smer:  
 dĺžka = 0,20 m  
 dĺžka s roznosom = 0,80 m  
 celková roznášacia plocha = 0,96 m<sup>2</sup>  
 $Q_k = 102,16 \text{ kN/m}^2$



Obrázok H 2.2 Poloha trojnápravového vozidla pre výpočet max. ohybového momentu



Obrázok H 2.3 Poloha trojnápravového vozidla pre výpočet max. posúvajúcej sily

**H.2.2 Zaťažovací model 1 (LM1)**

Uvažovaný je zaťažovací model 1 (LM1) v zmysle platných STN EN.

Poloha	TS	UDL systém
	Nápravové zaťaženie $\alpha_{Qi}Q_i$	$\alpha_{qi}q_i (q_r)$
	(kN)	(kNm <sup>-2</sup> )
Zaťažovací pruh 1	300	9,0
Zaťažovací pruh 2	200	2,5
Zvyšná plocha zaťažovacieho priestoru	0	2,5

a) Tandemový systém:

1. pruh:

koleso = 150,00 kN  
 priečny smer:  
 dĺžka = 0,40 m  
 dĺžka s roznosom = 1,00 m  
 pozdĺžny smer:  
 dĺžka = 0,40 m  
 dĺžka s roznosom = 1,00 m  
 celková roznášacia plocha = 1,00 m<sup>2</sup>  
 $Q_k = 150,00 \text{ kN/m}^2$

2. pruh:

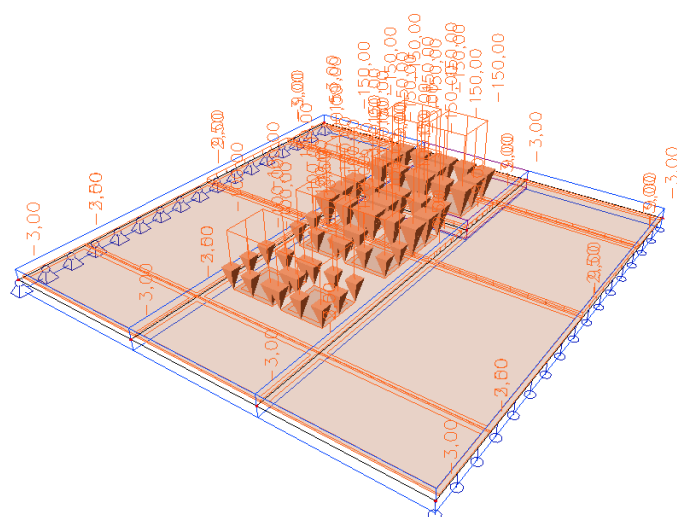
koleso = 100,00 kN  
 priečny smer:  
 dĺžka = 0,40 m  
 dĺžka s roznosom = 1,00 m  
 pozdĺžny smer:  
 dĺžka = 0,40 m  
 dĺžka s roznosom = 1,00 m  
 celková roznášacia plocha = 1,00 m<sup>2</sup>  
 $Q_k = 100,00 \text{ kN/m}^2$

b) UDL:

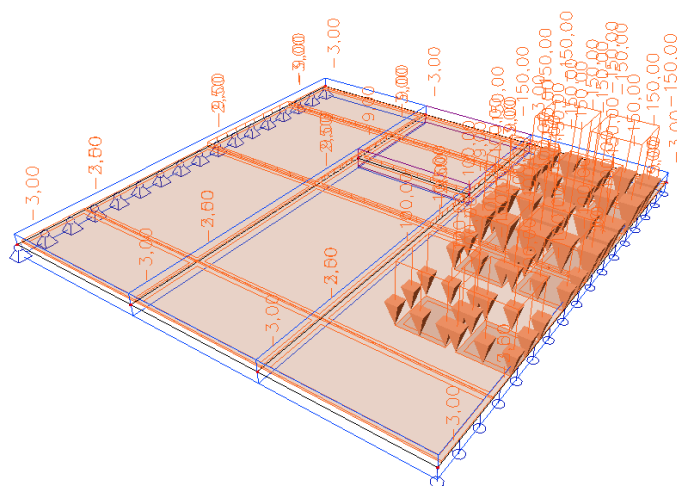
1. pruh:  $q_k = 9,00 \text{ kN/m}^2$   
 2. pruh a ostatné:  $q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$

c) chodníky:

$q_{k,ch} = 3,0 \text{ kN/m}^2$



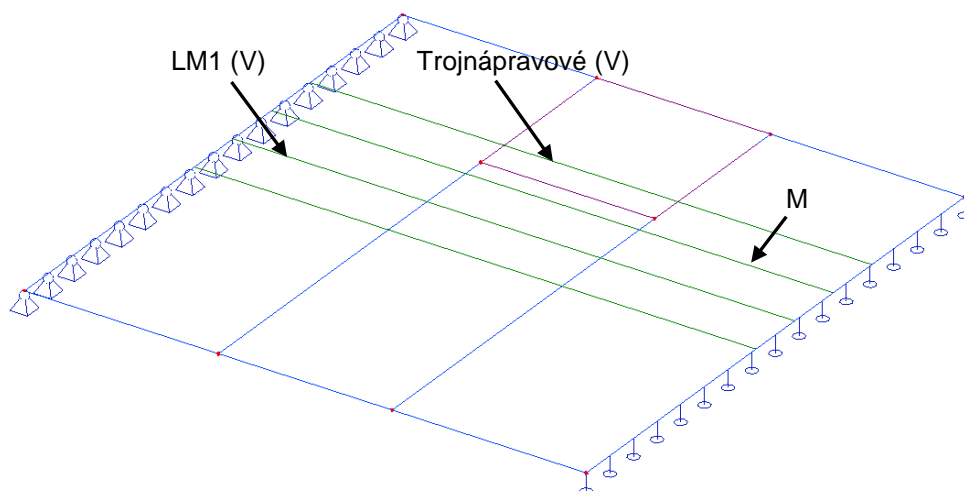
Obrázok H 2.4 Poloha LM1 pre výpočet max. ohybového momentu



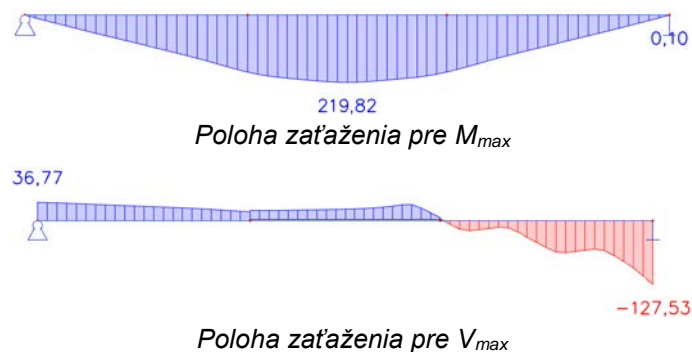
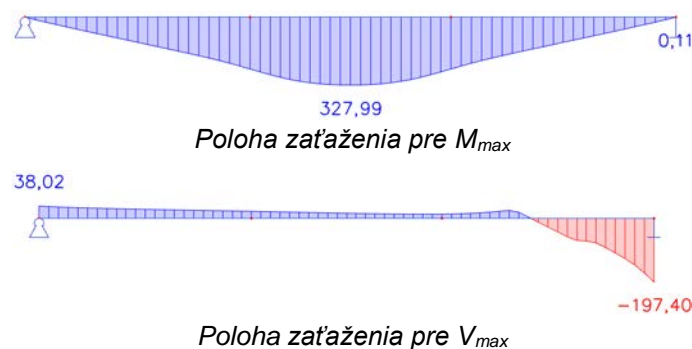
Obrázok H 2.5 Poloha LM1 pre výpočet max. posúvajúcej sily

### H.3 Výpočet vnútorných síl

Na nižšie uvedených obrázkoch sú vnútorné sily od zaťaženia v charakteristických hodnotách bez dynamických účinkov. Vykreslené sú v typických rezoch s najväčším namáhaním pre jednotlivé zaťažovacie stavy (Obrázok H 3.1).



Obrázok H 3.1 Nájdene typické rezy pre jednotlivé zaťažovacie stavy

Obrázok H 3.2 Vnútorne sily od trojnápravového vozidla –  $M_{Ek}$  (kNm/m),  $V_{Ek}$  (kN/m)Obrázok H 3.3 Vnútorne sily od LM1 –  $M_{Ek}$  (kNm/m),  $V_{Ek}$  (kN/m)

Tab. H 3.1 Prehľad vnútorných síl

		$M_{Ek}$	$V_{Ek}$	$\delta \cdot M_{Ek}$	$\delta \cdot V_{Ek}$	$\delta$
		[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	dyn. súč.
<b>Premenné zaťaženie:</b>						
Trojnápravové vozidlo	$E_{QL,k} =$	219,82	127,53	259,39	150,49	1,18
LM1	$E_{LM1,k} =$	327,99	197,40	327,99	197,40	

### H.3.1 Určenie zaťažiteľnosti odborným odhadom

Uvažujeme, že charakteristická hodnota prírastku účinkov stáleho zaťaženia v dôsledku priráženia mostného objektu dodatočným zaťažením ( $\Delta E_{G,k}$ ) je rovná 0 (lebo nedošlo k zmene mostného zvršku, úpravou vozovky, ríms, chodníkov a pod.).

Normálnu zaťažiteľnosť určíme podľa orientačného vzťahu (8) z kapitoly 8.2 týchto TP.

$$V_n = \left[ (E_{QL,k} - \Delta E_{G,k}) / E_{LM1,k} \right] \cdot V_{n,rep}$$

Pre rok výstavby 1973, platilo, že normálna zaťažiteľnosť sa stanovovala z hodnoty účinkov zaťaženia trojnápravového vozidla, ktoré bolo rozhodujúce, pre násobením hodnotou 0,45.

#### Normálna zaťažiteľnosť stanovená z namáhania ohybom:

$$V_n = [(0,45 \cdot 259,39 - 0,0) / 327,99] \cdot 40,0 = 14,2 \text{ t}$$

#### Normálna zaťažiteľnosť stanovená z namáhania šmykom:

$$V_n = [(0,45 \cdot 150,49 - 0,0) / 197,40] \cdot 40,0 = 13,7 \text{ t}$$

## H.4 Záver

Pre stanovenie zaťažiteľnosti posudzovaného mosta odborným odhadom bolo rozhodujúce šmykové namáhanie. Výsledky sú v tabuľke H 4.1.

Tab. H 4.1 Prehľad zaťažiteľnosti stanovenej odborným odhadom

Zaťažiteľnosť	Označenie	Hodnota [t]
Normálna	$V_n$	13,7

Ako je možné vidieť z porovnania výsledkov prílohách G a H je značný rozdiel medzi oboma postupmi. Uvedený postup výpočtu nezohľadňuje reálny stav nosných materiálov, resp. odolnosti konštrukcie. Z toho dôvodu sa postup výpočtu podľa tejto prílohy neodporúča a je len orientačný, v zmysle, že dáva prepočtárovi predstavu s akými hodnotami účinkov zaťaženia a zaťažiteľnosti sa uvažovalo v čase návrhu a realizácie mosta a s akými sa uvažuje v aktuálnom čase prepočtu.