EVROPSKÝ DOKUMENT PRO POSUZOVÁNÍ

EAD 330232-01-0601

Prosinec 2019

MECHANICKÉ KOTVICÍ PRVKY DO BETONU

©2021

www.eota.eu

Referenční název a jazyk tohoto EAD je angličtina. Použitelné předpisy o autorských právech jsou uvedeny v dokumentu vypracovaném a vydaném EOTA.

Evropský dokument pro posuzování (EAD) byl vytvořen s ohledem na nejnovější technické a vědecké znalosti a v souladu s příslušnými ustanoveními nařízení (EU) 305/2011 jakožto základ pro přípravu a vydání Evropských technických posouzení (ETA).

©EOTA 2021

Obsah

1.	**PŘEDMĚT EAD**	**4**
1.1	Popis stavebního výrobku	4
1.2	Informace k určenému použití stavebního výrobku	11
1.2.1	Určené použití	11
1.2.2	Životnost / Trvanlivost	12
1.3	Specifická terminologie použitá v tomto EAD	13
1.3.1	Zkratky	13
1.3.2	Značení	13
1.3.3	Indexy	16
1.3.4	Definice	16
2.	**ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY A PŘÍSLUŠNÉ METODY POSOUZENÍ A KRITÉRIA**	**19**
2.1	Základní charakteristiky výrobku	19
2.2	Metody a kritéria pro posouzení vlastnosti výrobku ve vztahu k základním charakteristikám výrobku	20
2.2.1	Únosnost při porušení oceli při zatížení tahem	20
2.2.2	Únosnost při porušení vytažením	23
2.2.3	Únosnost při vytržení kužele betonu	31
2.2.4	Robustnost	32
2.2.5	Minimální vzdálenost od okraje a rozteč (série zkoušek F11)	35
2.2.6	Vzdálenost od okraje pro zabránění prasknutí při zatížení (série zkoušek F12)	37
2.2.7	Únosnost při porušení oceli při zatížení smykem	38
2.2.8	Únosnost při porušení vylomením (série zkoušek V2)	42
2.2.9	Charakteristická únosnost pro zjednodušenou návrhovou metodu	43
2.2.10	Posuvy	43
2.2.11	Únosnost v tahu pro seismickou činnost kategorie C1 (Série C1.1)	44
2.2.12	Únosnost v tahu pro seismické zatížení kategorie C2 (Série C2.1, C2.3, C2.5)	44
2.2.13	Únosnost ve smyku pro seismickou činnost kategorie C1 (Série C1.2)	44
2.2.14	Únosnost ve smyku pro seismickou činnost kategorie C2 (Série C2.2, C2.4)	44
2.2.15	Činitel pro prstencovou mezeru při seismické činnosti kategorie C1 a C2	45
2.2.16	Reakce na oheň	45
2.2.17	Požární odolnost při porušení oceli (zatížení tahem)	45
2.2.18	Požární odolnost při porušení vytažením (zatížení tahem)	47
2.2.19	Požární odolnost při porušení oceli (zatížení smykem)	48
2.2.20	Trvanlivost	48
3.	**POSOUZENÍ A OVĚŘENÍ STÁLOSTI VLASTNOSTÍ**	**50**
3.1	Systém posouzení a ověření stálosti vlastnosti, který má být použit	50
3.2	Úkoly výrobce	50
3.3	Úkoly oznámeného subjektu	51
4.	**ODKAZY NA DOKUMENTY**	**52**
PŘÍLOHA A	**PROGRAM ZKOUŠEK A OBECNÉ ASPEKTY POSOUZENÍ**	**54**
PŘÍLOHA B	**PODROBNOSTI ZKOUŠEK PRO MECHANICKÉ KOTVICÍ PRVKY V BETONU**	**63**
PŘÍLOHA C	**MECHANICKÉ KOTVICÍ PRVKY V BETONU PŘI SEISMICKÉ ČINNOSTI**	**86**

©EOTA 2021

1. PŘEDMĚT EAD

1.1 Popis stavebního výrobku

Tento EAD se vztahuje na dodatečně instalované mechanické kovové kotvicí prvky umístěné do předvrtaného otvoru vyvrtaného kolmo k povrchu (maximální odchylka 5°) betonu a tam mechanicky ukotvené pomocí tření nebo mechanického uzavření. Mechanické kotvicí prvky jsou často používány ke spojení konstrukčních a nekonstrukčních částí ke konstrukčním dílcům.

Kovové části kotvicího prvku jsou vyrobeny z uhlíkové oceli, nerezové oceli nebo z temperované litiny. Kotvicí prvky mohou obsahovat nezatěžovaný materiál, např. plastové díly, které brání otáčení. Kotvicí prvky jsou přímo upevněny v betonu a přenášejí aplikovaná zatížení.

Na výrobek se plně nevztahuje EAD 330232-00-0601 [21] [1].

Jako dodatečná k EAD 330232-00-0601 [21] jsou přidána následující nová posouzení/základní charakteristiky:

- Nová definice minimálního průměru, efektivní hloubky zapuštění a minimální tloušťky betonového tělesa
- Další upřesnění pro tažnost šroubů do betonu ve skupině kotvicích prvků
- Původní TR 048 a TR 049 jsou součástí EAD (bez technických změn v metodách posouzení)
- Redakční úpravy metod posouzení bez technických změn

Tento EAD se vztahuje na mechanické kotvicí prvky s následujícími principy fungování:

- Rozpěrné kotvicí prvky aktivované krouticím momentem (TC)
- Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC)
- Zařezávací kotvicí prvky (UC)
- Šrouby do betonu (CS)

Tento EAD platí pro kotvicí prvky s následujícími rozměry:

Tabulka 1.1 Minimální rozměry kotvicího prvku

Podmínky	Vystavení pouze suchým vnitřním a	Všechna ostatní použití
	Staticky neurčité konstrukční dílce, kdy v případě porušení může být zatížení přeneseno na ostatní kotvicí prvky	
Jmenovitá hodnota *)	d_{nom} = M5 (5 mm)	d_{nom} = M6 (6 mm)
Hloubka zapuštění	h_{ef} = 30 mm (TC; DC; UC)	h_{ef} = 40 mm (TC; DC; UC)
	$h_{nom} - h_s$ = 30 mm (CS)	$h_{nom} - h_s$ = 40 mm (CS)

*) Pro šrouby do betonu (CS) platí jmenovitý průměr jádra hlavní nosné části viz. Obrázek 2.8

Na kotvicí prvky s vnitřním závitem se EAD vztahuje, pouze pokud má závit délku alespoň d + 5 mm po započtení možných tolerancí.

EAD se vztahuje na šrouby do betonu, které nejsou citlivé na vodíkovou křehkost způsobenou vlhkostí v betonu, viz. článek 2.2.1.3.

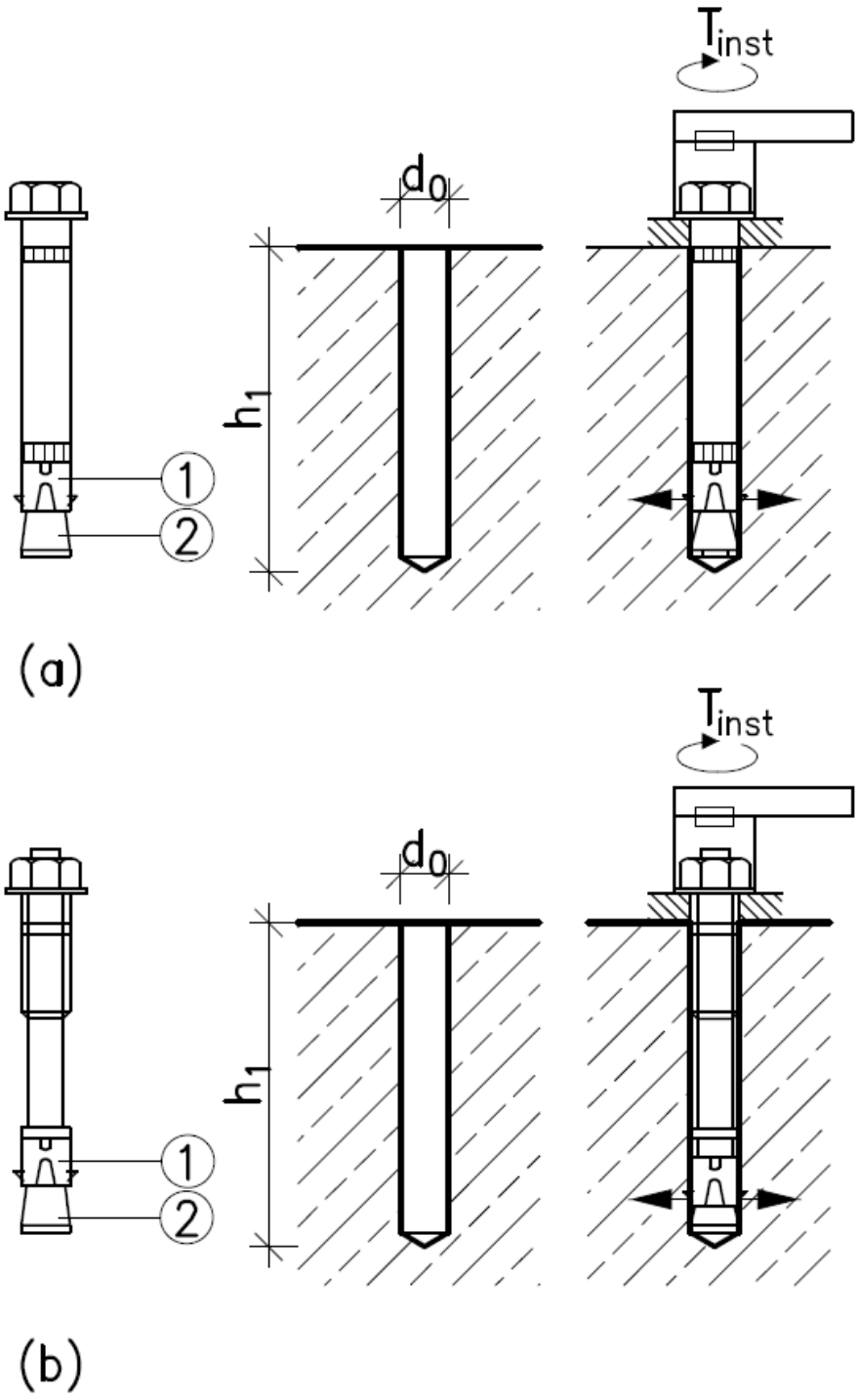
Rozpěrné kotvicí prvky aktivované krouticím momentem (TC)

Princip fungování je zobrazen na Obrázku 1.1. Rozepření se dosáhne krouticím momentem působícím na šroub nebo svorník. Tahová síla na kotvicí prvek je přenesena do betonu pomocí tření a, do určité míry, pomocí zaklínování (mechanického uzavření) mezi rozpěrnou objímkou a deformovaným betonem. Rozlišují se následující typy kotvicích prvků aktivovaných krouticím momentem:

- Objímkový typ (Obrázek 1.1 a)
- Svorníkový typ (Obrázek 1.1 b)

[1] Všechny nedatované odkazy na normy nebo EADy v tomto EAD je třeba chápat jako odkazy na datované verze uvedené v kapitole 4.

©EOTA 2021



1 Rozpěrná objímka
2 Kužel

(a) Objímkový typ

1 Rozpěrná objímka
2 Kužel

(b) Svorníkový typ

Obrázek 1.1 Příklad rozpěrných kotvicích prvků aktivovaných krouticím momentem

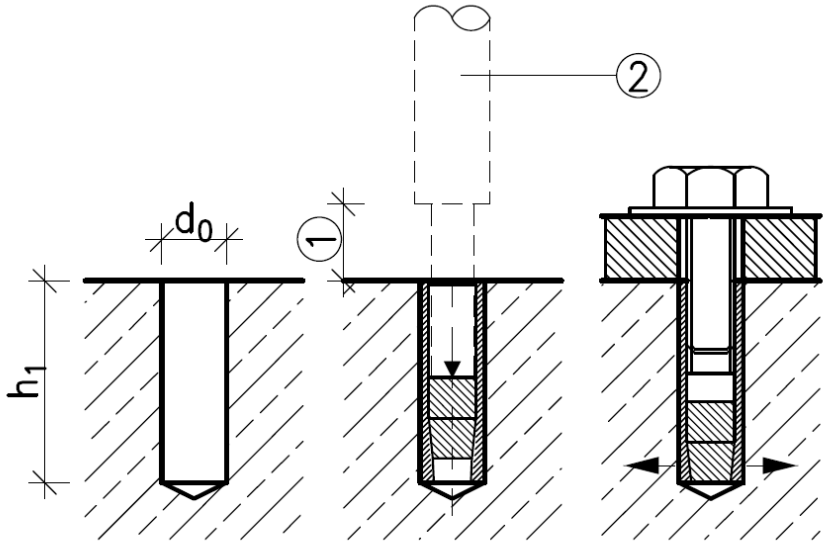
Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC)

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací jsou instalovány údery kladiva nebo nárazy strojního zařízení. Rozepření rozpěrného kotvicího prvku aktivovaného deformací je obecně dosaženo údery účinkujícími na objímku nebo kužel. Rozpěrné síly jsou vyvozovány během instalace kotvicího prvku a tahové síly jsou přenášeny do betonu převážně třením. Stupeň rozepření se nemá účinkem zatížení kotvícího prvku měnit. Tento EAD se vztahuje na následující typy kotvicích prvků aktivovaných deformací:

- Kotvicí prvek typ zatlačení kužele (zarážecí kotvicí prvek Obrázek 1.2)
- Kotvicí prvek typ zatlačení dříku (kotvicí prvek s trnem Obrázek 1.3)
- Kotvicí prvek typ zatlačení objímky (Obrázek 1.4)
- Kotvicí prvek typ zatlačení objímky (verze s trnem, Obrázek 1.5)

©EOTA 2021

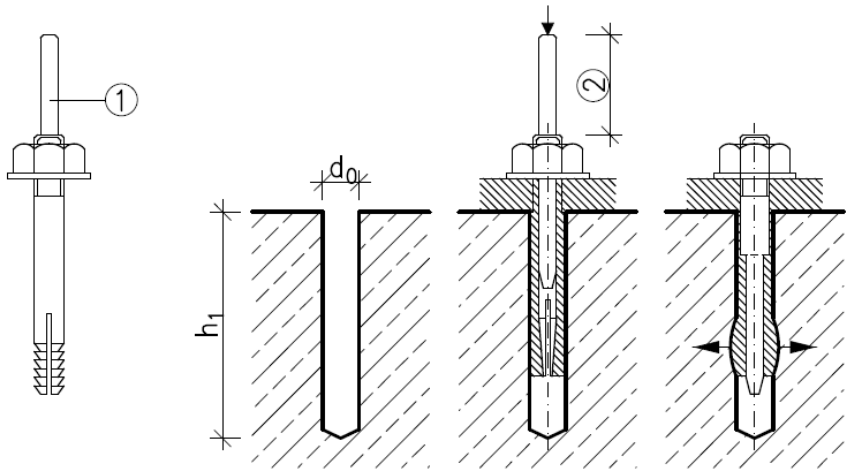
U typu se zatlačením kužele je objímka rozepřena vtažením kuželu. Upevnění je nastaveno vzdáleností, kterou kužel urazí. V případě typu se zatlačením objímky je objímka natlačena přes rozpěrný prvek. Upevnění je nastaveno vzdáleností, kterou objímka urazí přes rozpěrný prvek.



1 Nastavená montážní hloubka

2 Montážní nástroj

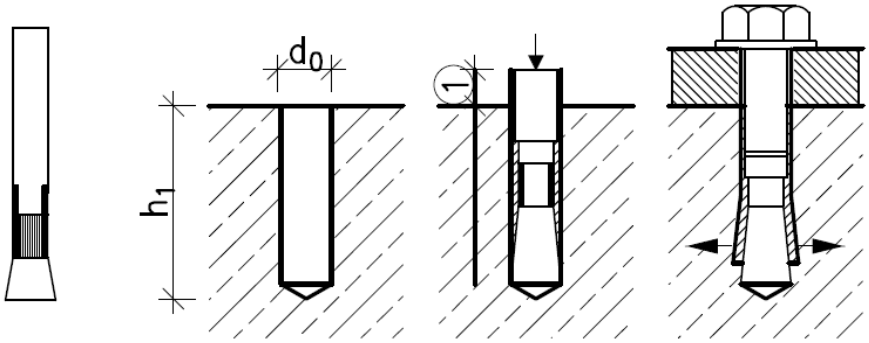
Obrázek 1.2 Kotvicí prvek typ zatlačení kužele (zarážecí kotvicí prvek)



1 Rozpěrný trn

2 Nastavená montážní hloubka

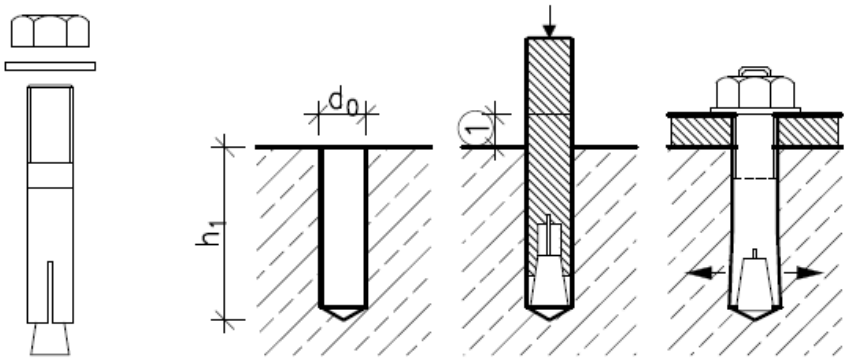
Obrázek 1.3 Kotvicí prvek typ zatlačení dříku (kotvicí prvek s trnem)



1 Nastavená montážní hloubka

Obrázek 1.4 Kotvicí prvek typ zatlačení objímky, vrtání pomocí vrtáku s dorazem

©EOTA 2021



1 Nastavená montážní hloubka

Obrázek 1.5 Kotvicí prvek typ zatlačení objímky (verze s trnem), nastavení např. pomocí vrtáku s dorazem

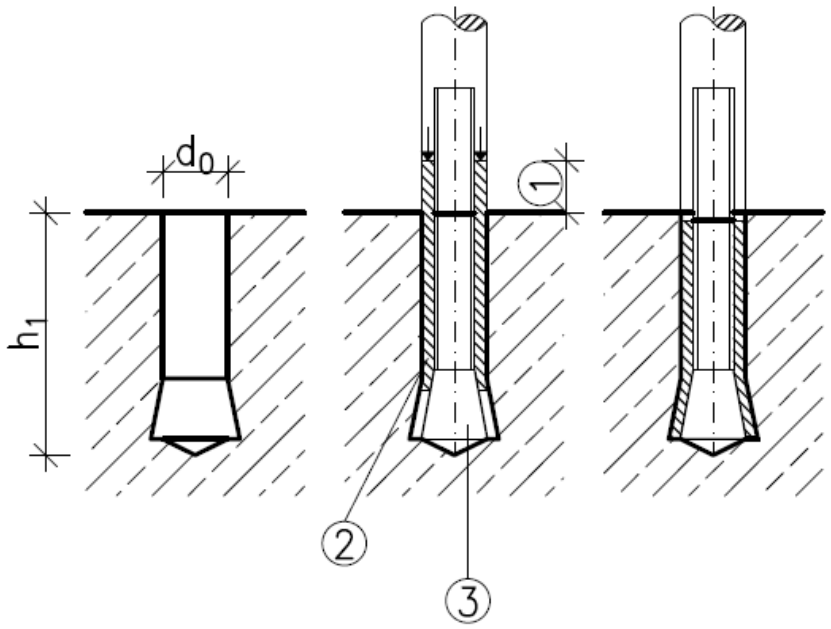
Zařezávací kotvicí prvky (UC)

Zařezávací kotvicí prvky jsou ukotveny mechanickým uzavřením, které vznikne zaříznutím kotvicího prvku do betonu. Tohoto zaříznutí lze dosáhnout zatlučením nebo otáčením objímky kotevního přípravku (nebo kombinací obou způsobů) ve vyvrtaném otvoru s rozšířeným koncem (viz. např. Obrázek 1.6) nebo převlečením objímky kotvícího prvku přes kuželové zakončení ve válcovém otvoru buď zatlučením nebo otáčením (nebo kombinací obou způsobů). V tomto případě je beton převážně vydrolen, spíše než stlačen (viz. Obrázek 1.9).

Tento EAD se vztahuje na posuvem kontrolované a krouticím momentem kontrolované zařezávací kotvicí prvky. V případě instalace kontrolované posuvem pro kotvicí prvky podle Obrázku 1.6, Obrázku 1.7, Obrázku 1.9 a Obrázku 1.10 je potřeba zajistit hloubku vrtaného otvoru h_1 (např. pomocí vrtáku s dorazem). Rozšířený konec může být vyvrtán před instalací nebo je rozšíření vytvořeno kotvicím prvkem během instalace. Pro instalaci kontrolovanou krouticím momentem je rozšířený konec vyvrtán před vložením kotvícího prvku do vyvrtaného otvoru. Příklady různých typů instalace jsou zobrazeny v následující části.

a) Instalace řízená zasunutím – rozšířený konec vyvrtán před instalací

Různé typy instalace kotvicího prvku jsou zobrazeny v Obrázku 1.6 až Obrázku 1.8.



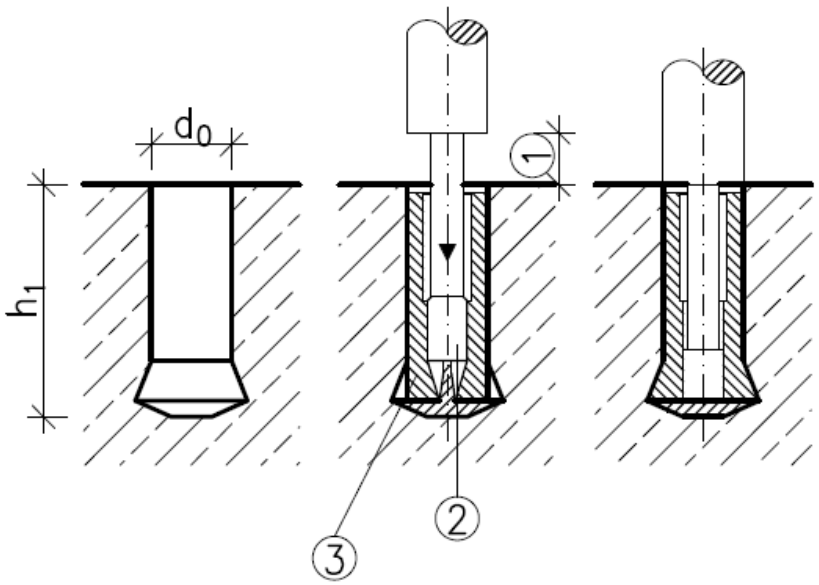
1 Posuv vytvářející rozepření

2 Objímka

3 Kužel

Obrázek 1.6 Instalace kotvicího prvku zatlučením objímky kotvicího prvku na kužel

©EOTA 2021

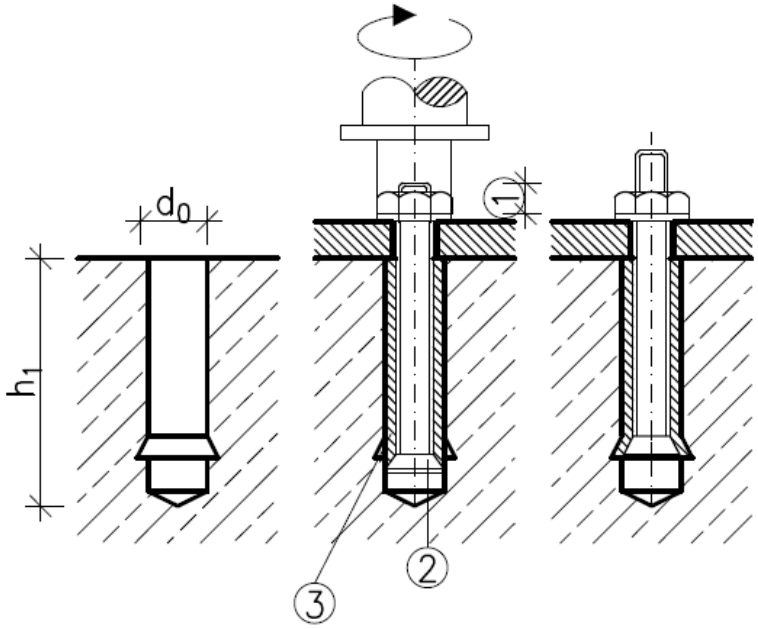


1 Posuv vytvářející rozepření

2 Rozpěrný prvek

3 Objímka

Obrázek 1.7 Instalace kotvicího prvku zatlučením rozpěrného prvku (kužel) do objímky kotvícího prvku



1 Posuv vytvářející rozepření

2 Objímka

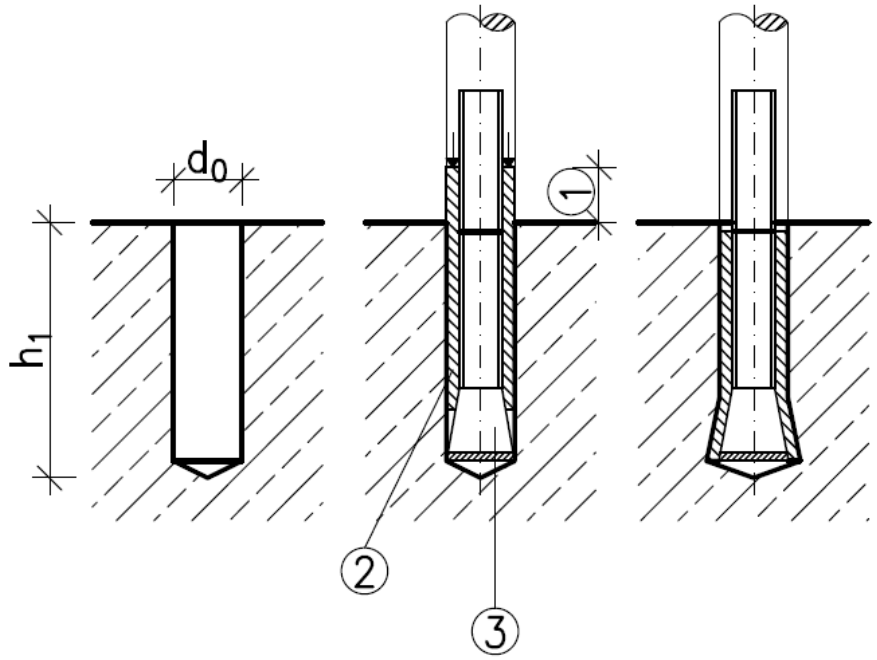
3 Kužel

Obrázek 1.8 Instalace kotvicího prvku vtažením kužele s definovaným rozpěrným posuvem do objímky kotvícího prvku za pomocí otáčení šroubu (dosaženo pomocí speciálního montážního nástroje)

b) Instalace řízená zasunutím – samořezné zařezávací kotvicí prvky

©EOTA 2021

Rozšířený konec je vytvořen během postupu při usazování kotvícího prvku. Různé typy instalace kotvicího prvku jsou popsány v Obrázku 1.9 až Obrázku 1.14. Kombinace Obrázku 1.9 a Obrázku 1.10 je také možná.

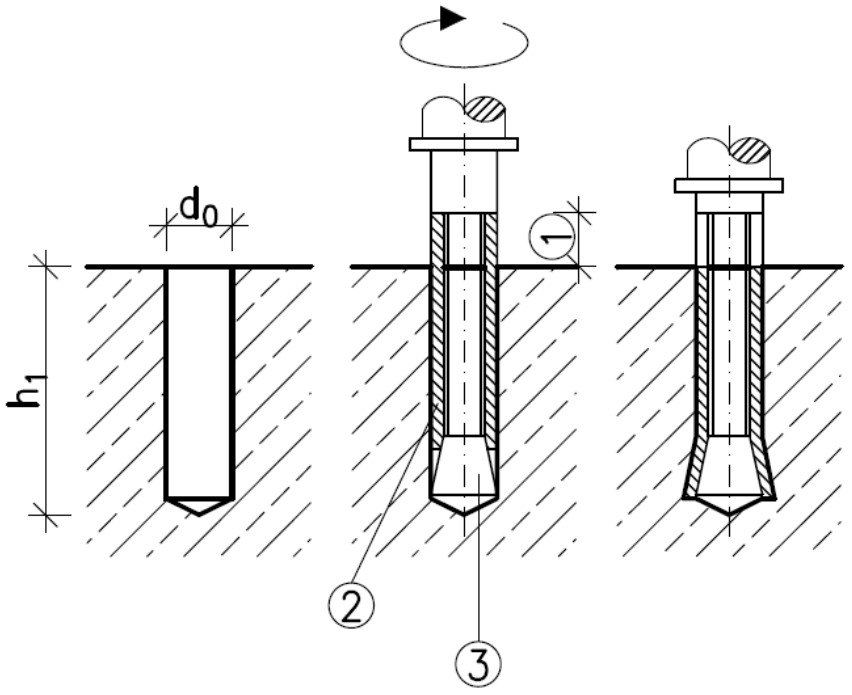


1 Posuv vytvářející rozepření

2 Objímka

3 Kužel

Obrázek 1.9 Instalace kotvicího prvku zatlučením objímky kotvícího prvku přes kužel; např. použitím vrtačky



1 Posuv vytvářející rozepření

2 Rozpěrná objímka

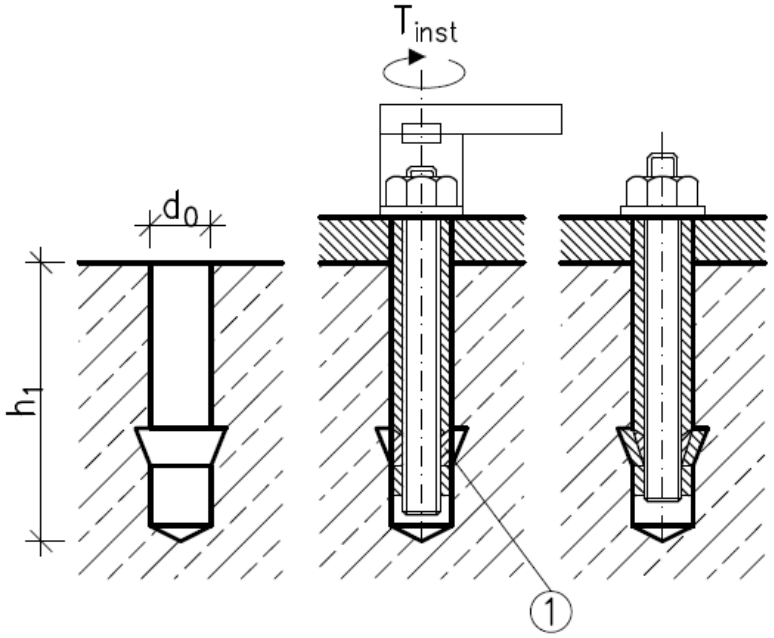
3 Kužel

Obrázek 1.10 Instalace kotvicího prvku otáčením objímky kotvícího prvku, např. použitím vrtačky; tím dochází k zařízнutí v betonu a natlačení objímky přes kužel. Pro dosažení rozšíření otvoru může být konec objímky kotvícího prvku speciálně navržen (např. s řeznými hroty).

c) Instalace aktivovaná krouticím momentem

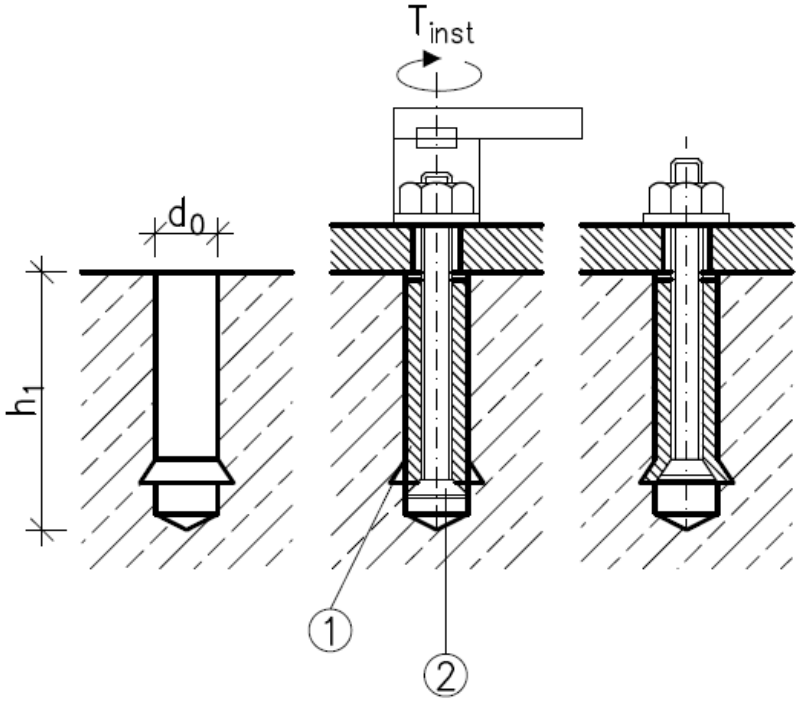
©EOTA 2021

Různé typy instalace kotvicího prvku jsou zobrazeny na Obrázku 1.11 a na Obrázku 1.12



1 Rozpěrný prvek

Obrázek 1.11 Instalace kotvicího prvku natlačením rozpěrné prvku proti rozšíření použitím stanoveného krouticího momentu



1 Objímka

2 Kužel

Obrázek 1.12 Instalace kotvicího prvku vtažením kuželu do objímky kotvicího prvku použitím stanoveného krouticího momentu

Šrouby do betonu (CS)

©EOTA 2021

Kotvicí prvek je zašroubován do předvrtaného válcového otvoru. Speciální závit kotvicího prvku vyřeže vnitřní závit do betonového tělesa během usazování. Instalace může být provedena nekalibrovaným momentovým klíčem, kalibrovaným momentovým klíčem nebo elektrickým nebo pneumatickým rázovým šroubovákem. Upevnění je charakterizováno mechanickým uzavřením v betonovém závitu.

Poznámka 1: Šrouby do betonu mohou být citlivé na moment nebo sílu použitou při usazování. Z toho důvodu se předpokládá, že výrobce stanoví maximální krouticí moment nebo maximální sílu pro elektrické rázové šroubováky. Pokud tato informace není uvedena v MPII, použijí se instalační nástroje a vybavení použité při základních zkouškách tahem. Tyto jsou uvedeny v ETA stejně jako podmínky, pro které byly vlastnosti stanoveny.

Demontáž a opětovná instalace může šroub do betonu poškodit (např. opotřebit závity) a tak ovlivnit charakteristické vlastnosti kotvicího prvku. Tento EAD posuzuje vlastnosti šroubů do betonu, které byly použity pouze jednou. ETA vydaná na základě tohoto EAD musí toto omezení uvést.

Poznámka 2: Šrouby do betonu vyžadující uvolnění a utažení pro umožnění upevnění a přizpůsobení nebo vyrovnání připevněné součástky, jsou posuzovány podle EAD 330011-00-0601 [4].

Výrobce má zodpovědnost za podniknutí náležitých opatření ohledně balení, převozu, uskladnění, údržby, náhrady a oprav výrobku a udělení rad, které považuje za nezbytné, jeho zákazníkům k dopravě, uskladnění, údržbě, výměně a opravám výrobků.

Předpokládá se, že výrobek bude namontován podle návodu výrobce nebo (pokud není návod k dispozici) v souladu s obvyklou praxí stavebních odborníků.

Příslušná ustanovení výrobce, které mají vliv na vlastnosti výrobku, na který se vztahuje tento Evropský dokument pro posuzování, musí být vzaty v úvahu při stanovení vlastností výrobku a podrobně uvedeny v ETA.

1.2 Informace k určenému použití stavebního výrobku

1.2.1 Určené použití

V tomto EAD je posouzení provedeno za účelem stanovení charakteristických hodnot mechanických kotvicích prvků pro návrh podle EN 1992-4 [4].

Poznámka 3: Pro ostatní návrhová ustanovení mohou být požadovány dodatečné série zkoušek, na které se tento EAD nevztahuje (jako zkoušky s kombinovaným zatížením tahem a smykem, zkoušky se skupinou kotvicích prvků pro charakteristickou rozteč v tahu a smyku, atd.).

Mechanický kotvicí prvek umístěný do vyvrtaného otvoru pro použití v zhutněném betonu běžné hutnosti bez vláken s výztuží nebo bez výztuže v rozmezí tříd pevnosti C20/25 až C50/60, vše podle EN 206 [2].

Kotvicí prvek je určený pro použití

- pouze v betonu bez trhlin (Tabulka 1.2, varianta 7 – 12)
- v betonu s trhlinami a bez trhlin (Tabulka 1.2; varianta 1 – 6)
- při statickém nebo kvazistatickém zatížení
- při seismické činnosti (kategorie C1, kategorie C2 podle Přílohy C)
- s požadavky vztahujícími se na odolnost proti ohni (pouze pro kotvicí prvky do betonu s trhlinami, Tabulka 1.2, varianta 1 – 6)

zatížený tahem, smykem nebo kombinací tahu a smyku.

Poznámka 4: Zatížení kotvícího prvku, které je výsledkem činnosti připevňovaného prvku (např. tah, smyk, ohyb nebo torzní moment nebo jakákoliv jejich kombinace) bude obecně zatížení v ose tahem a/nebo smykem. Ohybový moment vzroste, pokud je smyková síla vyvozena s ramenem páky. Předpokládá se, že tlakové síly účinkující v ose kotvícího prvku, jsou přeneseny připevňovaným prvkem přímo na beton bez účinkování na mechanismus přenosu zatížení kotvícího prvku.

Vytvrzený beton musí být starý nejméně 21 dní.

Vztahuje se na rozsah teplot betonu (kotevního základu) -40°C až +80°C během délky užívání.

Tento EAD se vztahuje na mechanické kotvicí prvky určené pro použití v betonových dílcích o tloušťce:

1. $h \geq 80$ mm a $h \geq 1{,}5\ h_{ef}$.(kotvicí prvky pro použití v betonu s trhlinami a betonu bez trhlin)

©EOTA 2021

2. $h \geq 80$ mm a $h \geq 2{,}0\ h_{ef}$.(kotvicí prvky pro použití pouze v betonu bez trhlin)

Poznámka 5: Pokud je tloušťka betonového tělesa menší, než je požadováno výše, hlediska jako např. ohýbání betonového tělesa při zatížení mohou ovlivnit vlastnosti do míry, se kterou se při posouzení a odpovídajícímu návrhu nepočítá. Z toho důvodu se na upevnění v takových betonových dílcích tento EAD nevztahuje.

Jakékoliv pokyny pro instalaci od výrobce (např. technologie vrtání, čištění otvoru, instalační nástroje, krouticí moment) musí být uvedeny v ETA.

Varianty pro určené použití

Podle určeného použití může výrobce zvolit jednu z variant uvedených v Tabulce 1.2

- ✓ Na určené použití se vztahuje posouzení varianty
- X Na určené použití se posouzení varianty nevztahuje

Tabulka 1.2 Posouzení variant, na které se vztahuje tento EAD

Varianta	Beton s trhlinami	Beton bez trhlin	Jedna hodnota pro všechny pevnosti betonu	Rozdílné hodnoty pro C 20/25 až C 50/60	Jedna hodnota pro směr zatížení	Oddělené hodnoty pro únosnost v tahu a smyku	c_{cr} / s_{cr}	$c_{min} < c_{cr}$ / $s_{min} < s_{cr}$	Návrhová metoda podle EN 1992-4 [4]
1	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	A
2			✓	x					
3			x	✓	✓	x			B
4			✓	x					
5			x	✓			✓	x	C
6			✓	x					
7	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	A
8			✓	x					
9			x	✓	✓	x			B
10			✓	x					
11			x	✓			✓	x	C
12			✓	x					

Použití kotvicích prvků ve skupině kotvicích prvků podle EN 1992-4 [4]:

Mechanické kotvicí prvky jsou určené pro použití ve skupině kotvicích prvků jak je stanoveno v EN 1992-4 [4]. Tento EAD se vztahuje na kotvicí prvky použité ve skupině kotvicích prvků pouze pokud splňují kritéria pro zatížení-posuv upřesněná v článcích 2.2.2 a 2.2.5.

Šrouby do betonu

Podle tohoto EAD jsou šrouby do betonu určené pro použití tam, kde je rozptyl požadovaného instalačního krouticího momentu menší než 30% (viz. 2.2.2.7 a 2.2.2.8).

1.2.2 Životnost / Trvanlivost

Metody posuzování, které tento EAD obsahuje, nebo se na ně odkazuje, byly sepsány na základě žádosti výrobců vzít v úvahu navrhovanou délku užívání kotvicích prvků pro určené použití 50 let od montáže (za předpokladu, že kotvicí prvek byl řádně namontován (viz. 1.1)). Tato ustanovení jsou postavena na základě současného stavu a dostupných znalostí a zkušeností.

Při posuzování výrobku musí být vzato v úvahu určené použití předpokládané výrobcem. Skutečná životnost může být, při běžných podmínkách použití, značně delší bez větší degradace ovlivňující základní požadavek na dílo[2].

[2] Skutečná životnost výrobku začleněná do konkrétního díla záleží na vlivu okolního prostředí, kterému je dílo vystaveno, stejně tak jako na konkrétních podmínkách návrhu, provedení, použití a údržby tohoto díla. Z toho důvodu nelze vyloučit, že v určitých případech může být skutečná životnost výrobku kratší než předpokládaná životnost.

©EOTA 2021

Údaje uvedené jako životnost výrobku nemohou být vykládány jako záruční lhůta uvedená výrobcem, jeho zástupcem, nebo EOTA při přípravě tohoto EAD ani technickou TAB vydávající ETA na základě tohoto EAD, ale musí být považovány pouze za pomocný prostředek pro vyjádření očekávané ekonomicky přiměřené doby užívání stavebního díla.

1.3 Specifická terminologie použitá v tomto EAD

1.3.1 Zkratky

C1	=	vlastnosti při seismické činnosti kategorie C1 (použití v návrhu podle EN 1992-4 [4])
C2	=	vlastnosti při seismické činnosti kategorie C2 (použití v návrhu podle EN 1992-4 [4])
CS	=	šroub do betonu
DC	=	rozpěrný kotvicí prvek aktivovaný deformací
DM-A	=	návrhová metoda A podle EN 1992-4 [4]
DM-B	=	návrhová metoda B podle EN 1992-4 [4]
DM-C	=	návrhová metoda C podle EN 1992-4 [4]
MPII	=	návod k montáži výrobku od výrobce
TC	=	rozpěrný kotvicí prvek aktivovaný krouticím momentem
UC	=	zařezávací kotvicí prvky

1.3.2 Značení

a_1	=	rozteč mezi vnějšími kotvicími prvky v sousedících kotveních ve směru 1
a_2	=	rozteč mezi vnějšími kotvicími prvky v sousedících kotveních ve směru 2
A_s	=	plocha průřezu kotvicího prvku použitá pro stanovení únosnosti v tahu
A_5	=	prodloužení po zlomu
b	=	šířka betonového tělesa
c_1	=	vzdálenost od okraje ve směru 1
c_2	=	vzdálenost od okraje ve směru 2
c_{cr}	=	vzdálenost od okraje, která zajišťuje přenesení charakteristické únosnosti jednotlivého kotvicího prvku
$c_{cr,N}$	=	vzdálenost od okraje, která v případě porušení vytržením kužele betonu zajišťuje přenesení charakteristické únosnosti jednotlivého kotvicího prvku v tahu bez účinků okraje a rozteče
$c_{cr,sp}$	=	vzdálenost od okraje, která v případě porušení prasknutím zajišťuje přenesení charakteristické únosnosti jednotlivého kotvicího prvku v tahu bez účinků okraje a rozteče
$c_{cr,V}$	=	vzdálenost od okraje kolmá ke směru smykového zatížení, která v případě porušení betonu zajišťuje přenesení charakteristické únosnosti jednotlivého kotvicího prvku ve smyku bez účinků rohu, rozteče a tloušťky tělesa
c_{min}	=	minimální dovolená vzdálenost od okraje
c_t (s_t)	=	vzdálenost od okraje (rozteč) při zkoušce
cv_F	=	variační součinitel [%] vztažený k zatížení
cv_δ	=	variační součinitel [%]vztažený k posuvům
d	=	průměr závitu nebo šroubu kotvicího prvku

©EOTA 2021

d_0	=	průměr vyvrtaného otvoru
d_{cut}	=	řezný průměr vrtáku
$d_{cut,m}$	=	střední řezný průměr vrtáku (viz Technická zpráva 048 [9] Obrázek B.4)
$d_{cut,max}$	=	řezný průměr na horní mezi tolerance (viz Technická zpráva 048 [9] Obrázek B.4) (maximální průměr vrtáku)
$d_{cut,min}$	=	řezný průměr na spodní mezi tolerance (viz Technická zpráva 048 [9] Obrázek B.4) (minimální průměr vrtáku)
d_f	=	průměr otvoru v připevňovaném prvku
d_{nom}	=	vnější průměr kotvícího prvku
d_1	=	průměr rozšířeného konce otvoru
d_2	=	průměr zařezávacího kotvicího prvku po rozepření
$d_{th.t}$	=	vnější průměr závitu hlavní nosné části kotvicího prvku (šroubu do betonu) uvedený výrobcem
$d_{th.low}$	=	vnější průměr závitu hlavní nosné části kotvicího prvku (šroubu do betonu) na spodní hranici tolerance uvedený výrobcem
F	=	síla obecně (pro odpovídající sérii zkoušek se použije N nebo V)
F_{Rk} N_{Rk}, V_{Rk})	=	charakteristická únosnost uvedená v ETA
$F_{Rk,0}$	=	charakteristická referenční únosnost (úvodní hodnota)
$F_{u,m,t}$	=	průměrné zatížení při porušení v sérii zkoušek
$F_{u,m,r}$	=	průměr (mezních) zatížení při porušení v sérii referenčních zkoušek
$F_{u,m}$	=	průměr (mezních) zatížení při porušení v sérii zkoušek
$F_{u,m,20}$	=	průměr (mezních) zatížení při porušení v sérii zkoušek standardizovaný na pevnost betonu C20/25
$F_{u,5\%,20}$	=	5% kvantil (mezních) zatížení při porušení v sérii zkoušek standardizovaný na pevnost betonu C20/25
f_c	=	pevnost betonu v tlaku stanovená na zkušebních válcích
$f_{c,cube}$	=	pevnost betonu v tlaku stanovená na zkušebních krychlích s délkou strany 150 mm
$f_{c,t}$	=	pevnost betonu v tlaku v době zkoušení
$f_{c,m}$	=	průměrná pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	=	jmenovitá charakteristická pevnost betonu v tlaku (pro válce)
$f_{ck,cube}$	=	jmenovitá charakteristická pevnost betonu v tlaku (pro krychle)
$f_{u,t}$	=	průměrná mez pevnosti oceli šarže zkoušených kotvicích prvků
f_{uk}	=	jmenovitá charakteristická mez pevnosti oceli v tahu upřesněná v technické dokumentaci výrobce kotvicích prvků
f_{yk}	=	jmenovitá mez kluzu oceli upřesněná v technické dokumentaci výrobce kotvicích prvků
h	=	tloušťka betonového tělesa

©EOTA 2021

h_{ef}	=	účinná hloubka zapuštění
h_{min}	=	minimální tloušťka betonového tělesa
h_{nom}	=	celková hloubka zapuštění kotvícího prvku do betonu
h_o	=	hloubka vyvrtaného válcového otvoru na okraji stěny
h_s	=	nenosná špička šroubu do betonu podle Obrázku 1.14
h_t	=	rozteč závitu šroubu do betonu podle Obrázku 1.14
h_1	=	hloubka vyvrtaného otvoru v nejhlubším místě
k	=	činitel pro požadovaný krouticí moment v rovnici (2.11)
L	=	největší velikost z celkového rozsahu výrobku každého typu kotvicího prvku dodaného na trh
l_f	=	účinná délka kotvicího prvku pro přenos smykového zatížení
M	=	střední velikost z celkového rozsahu výrobku každého typu kotvicího prvku dodaného na trh
N	=	normálová síla (+N = tahová síla)
$N_{Rk,c}$	=	charakteristická únosnost pro vytržení kužele betonu v betonu s trhlinami uvedená v ETA pro statické zatížení
$N_{Rk,p}$	=	charakteristická únosnost v tahu pro vytažení uvedená v ETA pro statické zatížení
$N_{Rk,s}$	=	charakteristická únosnost v tahu pro ocel uvedená v ETA pro statické zatížení
N_{sl}	=	zatížení při kterém došlo k nekontrolovanému skluzu kotvicího prvku (viz. Obrázek A.1)
$N_{st,m}$	=	průměrná mezní únosnost oceli určená ze zkoušek tahem na vzorku kotvicího prvku (CS)
$N_{u,m}$	=	průměrné mezní zatížení v tahu ze zkoušek v betonu
n	=	počet zkoušek v sérii zkoušek
n_{min}	=	minimální počet zkoušek v sérii zkoušek
$p_1 – p_5$	=	montážní parametr
rqd. α	=	požadovaná hodnota α podle Tabulka A.1
S	=	nejmenší velikost z celkového rozsahu výrobku každého typu kotvicího prvku dodaného na trh
s_{cr}	=	rozteč zajišťující přenesení charakteristické únosnosti jednotlivého kotvicího prvku
$s_{cr,N}$	=	rozteč, která zajišťuje přenesení charakteristické únosnosti jednotlivého kotvicího prvku v tahu bez účinků okraje a rozteče v případě porušení vytržením kužele betonu
$s_{cr,sp}$	=	rozteč, která zajišťuje přenesení charakteristické únosnosti jednotlivého kotvicího prvku v tahu bez účinků okraje a rozteče v případě porušení prasknutím
$s_{cr,V}$	=	rozteč kolmá ke směru smykového zatížení, která zajišťuje přenesení charakteristické únosnosti jednotlivého kotvicího prvku ve smyku bez účinků rohu, rozteče a tloušťky tělesa v případě porušení betonu
s_{min}	=	minimální dovolená rozteč
s_1	=	rozteč kotvicích prvků ve skupině kotvicích prvků ve směru 1
s_2	=	rozteč kotvicích prvků ve skupině kotvicích prvků ve směru 2
T	=	krouticí moment
T_{inst}	=	požadovaný nebo maximální doporučený utahovací moment pro rozepření nebo předpětí kotvicího prvku
t_{fix}	=	tloušťka připevňovaného prvku
t_u	=	čas do porušení při zkoušce vystavení ohni
V	=	smyková síla

©EOTA 2021

$V^0_{Rk,s}$	=	Charakteristická únosnost ve smyku pro ocel uvedená v ETA pro statické zatížení
α	=	redukční činitel pro zatížení podle A2.4
α_1	=	redukční činitel pro nekontrolovaný skluz podle A2.5
β_{cv}	=	redukční činitel pro velký rozptyl podle A2.2
γ_M	=	doporučený dílčí činitel bezpečnosti materiálu podle EN 1992-4 [4] odpovídajícího typu porušení
γ_{inst}	=	činitel zohledňující citlivost dodatečně vloženého kotvicího prvku na montáž podle EN 1992-4 [4]
$\delta_{0,5Nu,m}$	=	posuv kotvicího prvku při 50% průměrného zatížení při porušení v sérii zkoušek
δ_{m1}	=	průměrný posuv kotvícího prvku po 10^3 cyklech změny šířky trhliny
δ_{m2}	=	průměrný posuv kotvícího prvku stanovený ze zkoušek opakovaného zatížení po 10^5 zatěžovacích cyklech nebo ze zkoušek stálého zatížení po ukončení zkoušek (viz. Technická zpráva 048 [9]), větší hodnota je rozhodující.
$\delta_{N\infty}$	=	dlouhodobý posuv při zatížení tahem
$\delta(\delta_N, \delta_V)$	=	posuv (pohyb) kotvicího prvku při povrchu betonu vzhledem k povrchu betonu ve směru zatížení (tahem, smykem) mimo oblast porušení. Posuv zahrnuje deformaci oceli a betonu a případný skluz kotvicího prvku.
Δw	=	požadovaná šířka trhliny, zvětšená šířka trhliny oproti naměřené šířce po instalaci kotvicího prvku
$\Delta\sigma_s$	=	pracovní zdvih při zkouškách opakovaného zatížení

1.3.3 Indexy

cr	=	beton s trhlinami
fi	=	oheň
r	=	referenční zkoušky
t	=	výsledky ze zkoušky
u	=	mezní – situace kdy nastane porušení
ucr	=	beton bez trhlin
20	=	vztaženo k betonu třídy pevnosti C20/25
50	=	vztaženo k betonu třídy pevnosti C50/60

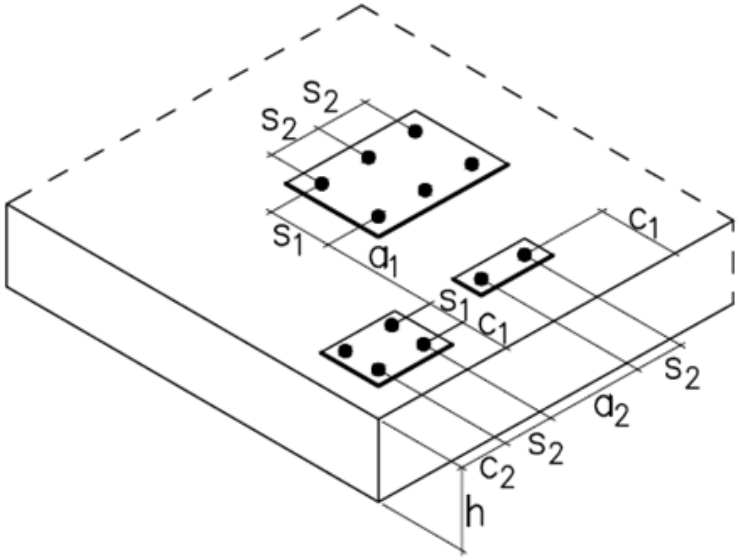
1.3.4 Definice

kotvicí prvek	=	součástka vyrobená pro dosažení upevnění mezi podkladním materiálem (beton) a připevňovaným prvkem, může se skládat ze sestavy součástek
skupina kotvicích prvků	=	několik kotvicích prvků (fungujících společně)
upevnění	=	sestava skládající se z podkladního materiálu (betonu), kotvicího prvku nebo skupiny kotvicích prvků a prvku připevňovaného k betonu
připevňovaný prvek	=	součástka připevněná k betonu za použití kotvicích prvků
plné rozepření	=	rozepření dosažené montáží kotvicího prvku podle návodu k montáži výrobku od výrobce; plné rozepření se používá při zkouškách pro stanovení podmínek určeného použití

©EOTA 2021

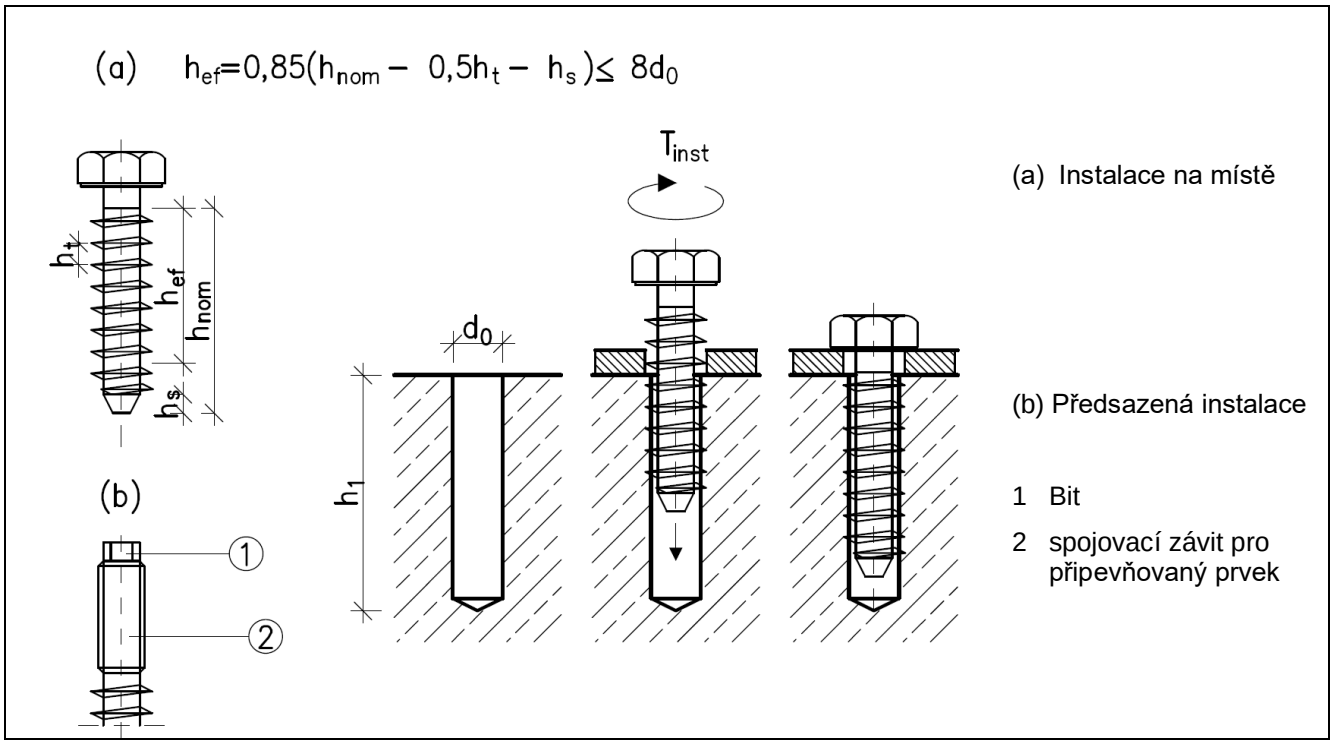
instalační rozepření	=	rozepření dosažené vynaložením stanoveného množství rozpínací energie, které je redukováno s ohledem na referenční rozepření (viz. Příloha B); instalační rozepření se používá ve zkouškách pro instalační činitel
referenční rozepření	=	rozepření dosažené vynaložením stanoveného množství rozpínací energie (viz. Příloha B); referenční rozepření se používá v jakýchkoliv ostatních zkouškách
zkušební těleso	=	betonové těleso ve kterém je kotvicí prvek zkoušen
rázový šroubovák	=	elektrický nástroj s náhlou rotační sílou pro utahování a povolování šroubů
nekonstrukční prvky	=	stavební prvek, jehož porušení při středních následcích způsobí ztrátu lidského života a značné ekonomické, sociální následky nebo následky na životním prostředí, ale nezpůsobí porušení konstrukce nebo části konstrukce; příklady: fasádní prvek, potrubí
konstrukční prvky	=	stavební prvek, jehož porušení může způsobit porušení konstrukce nebo části konstrukce; příklady: sloup, trám, deska

©EOTA 2021



Obrázek 1.13 Definice – betonové těleso, rozteč a vzdálenost od okraje kotvicích prvků

Efektivní hloubka upevnění šroubů do betonu musí být stanovena podle Obrázku 1.14.



Obrázek 1.14 Instalace zašroubováním šroubu do betonu se samořezným speciálním závitem pomocí klíče nebo rázového šroubováku do předvrtaného válcového otvoru.

©EOTA 2021

2. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY A PŘÍSLUŠNÉ METODY POSOUZENÍ A KRITÉRIA

2.1 Základní charakteristiky výrobku

V Tabulce 2.1 je uvedeno, jak jsou vlastnosti mechanických kotvicích prvků stanoveny v souvislosti se základními charakteristikami.

Tabulka 2.1 Základní charakteristiky výrobku a metody a kritéria pro posouzení vlastností výrobku v souvislosti k těmto základním charakteristikám

Č.	Základní charakteristika		Metoda posouzení	Typ vyjádření vlastností výrobku *(úroveň, třída, popis)*
Základní požadavky na dílo 1: Mechanická únosnost a stabilita				
Charakteristická únosnost při zatížení tahem (statické nebo kvazistatické zatížení)				
1	Únosnost při porušení oceli		2.2.1	Úroveň $N_{Rk,s}$ [kN]
2	Únosnost při porušení vytažením		2.2.2	Úroveň $N_{Rk,p}$ [N/mm²], ψ_c [-]
3	Únosnost při vytržení kužele betonu		2.2.3	Úroveň $k_{cr,N}$, $k_{ucr,N}$ [-], h_{ef}, $c_{cr,N}$ [mm]
4	Robustnost		2.2.4	Úroveň γ_{inst} [-]
5	Minimální vzdálenost od okraje a rozteč		2.2.5	Úroveň c_{min}, s_{min}, h_{min} [mm]
6	Vzdálenost od okraje pro zabránění prasknutí při zatížení		2.2.6	Úroveň $N^0_{Rk,sp}$ [kN], $c_{cr,sp}$ [mm]
Charakteristická únosnost při zatížení smykem (statické nebo kvazistatické zatížení)				
7	Únosnost při porušení oceli při zatížení smykem		2.2.7	Úroveň $V^0_{Rk,s}$ [kN], $M^0_{Rk,s}$ [Nm], k_7 [-]
8	Únosnost při porušení vylomením		2.2.8	Úroveň k_8 [-]
Charakteristická únosnost pro zjednodušený návrh				
9	Metoda B		2.2.9.1	Úroveň F^0_{Rk} [kN], $M^0_{Rk,s}$ [Nm], ψ_c [-], c_{cr}, s_{cr}, c_{min}, s_{min}, h_{min} [mm]
10	Metoda C		2.2.9.2	Úroveň F^0_{Rk} [kN], $M^0_{Rk,s}$ [Nm], ψ_c [-], c_{cr}, s_{cr}, c_{min}, s_{min}, h_{min} [mm]
Posuvy				
11	Posuv při statickém a kvazistatickém zatížení		2.2.10	Úroveň δ_{N0}, $\delta_{N\infty}$, δ_{V0}, $\delta_{V\infty}$ [mm]
Charakteristická únosnost a posuv při seismické činnosti kategorie C1 a C2				
12	Únosnost při zatížení tahem, posuvy	C1	2.2.11	Úroveň $N_{Rk,s,c1}$, $N_{Rk,p,c1}$, [kN]
		C2	2.2.12	Úroveň $N_{Rk,s,c2}$, $N_{Rk,p,c2}$, [kN], $\delta_{N,c2}$ [mm]
13	Únosnost při zatížení smykem, posuvy	C1	2.2.13	Úroveň $VN_{Rk,s,c1}$ [kN]
		C2	2.2.14	Úroveň $V_{Rk,s,c2}$, $\delta_{V,c2}$ [mm]
14	Činitel pro prstencovou mezeru		2.2.15	Úroveň α_{gap} [-],

©EOTA 2021

Č.	Základní charakteristika	Metoda posouzení	Typ vyjádření vlastností výrobku *(úroveň, třída, popis)*
Základní požadavky na dílo 2: Bezpečnost v případě ohně			
15	Reakce na oheň	2.2.16	Třída (A1)
Požární odolnost			
16	Požární odolnost při porušení oceli (zatížení tahem)	2.2.17	Úroveň $N_{Rk,s,fi}$ [kN]
17	Požární odolnost při porušení vytažením (zatížení tahem)	2.2.18	Úroveň $N_{Rk,p,fi}$ [kN]
18	Požární odolnost při porušení oceli (zatížení smykem)	2.2.19	Úroveň $V_{Rk,s,fi}$ [kN], $M^0_{Rk,s,fi}$ [Nm]
Trvanlivost			
19	Trvanlivost	2.2.20	Popis

2.2 Metody a kritéria pro posouzení vlastnosti výrobku ve vztahu k základním charakteristikám výrobku

Tato kapitola je určená pro poskytnutí instrukcí pro TAB. Z toho důvodu, použití formulací jako „musí být uvedeno v ETA“ nebo „musí být dáno v ETA“ musí být rozuměno pouze jako instrukce pro TAB jak se mají prezentovat výsledky posouzení prezentovat v ETA. Takové formulace neukládají výrobci žádné povinnosti a TAB neprovede posouzení vlastností vztahujících se na uvedené základní charakteristiky, pokud si výrobce nepřeje deklarovat tyto vlastnosti v Prohlášení o vlastnostech.

Přehled zkušebního programu pro posouzení různých základních charakteristik výrobku je uveden v Příloze A.

Ustanovení platná pro všechny zkoušky a obecné aspekty posouzení (stanovení hodnot 5% kvantilu únosnosti, stanovení redukčních činitelů, kritéria pro nekontrolovaný skluz, atd.) jsou uvedena také v Příloze A.

2.2.1 Únosnost při porušení oceli při zatížení tahem

2.2.1.1 Únosnost oceli (série zkoušek N1)

Účel zkoušky

Charakteristická únosnost při porušení oceli může být vypočtena pro ocelové prvky s konstantní pevností po celé délce prvku podle rovnice (2.1). Použije se nejmenší plocha průřezu v oblasti zatížení.

$$N_{Rk,s} = A_s \cdot f_{uk} \quad [N] \qquad (2.1)$$

Pokud se pevnost oceli liší podél délky prvku, vypočítá se návrhová únosnost oceli pro stanovenou pevnost oceli a odpovídající jmenovitou plochu průřezu podle rovnice (2.1) a vezme se přitom v úvahu doporučený dílčí součinitel pro únosnost oceli $\gamma_{M,s}$ podle EN 1992-4 [4], Tabulka 4.1. Z těchto návrhových únosností oceli se vezme ta nejmenší a určí se charakteristická únosnost při porušení oceli. Charakteristická únosnost a odpovídající dílčí součinitel $\gamma_{M,s}$ musí být uvedena v ETA.

Zkoušky jsou potřeba, pouze pokud výpočet charakteristické únosnosti při porušení oceli není proveditelný, protože rozložení pevnosti oceli konečného výrobku podél délky kotvícího prvku není známo nebo ho nelze jednoduše určit.

Podmínky při zkoušce

Provede se alespoň 5 zkoušek oceli tahem s konečným výrobkem.

Posouzení

Určí se 5% kvantil zatížení při porušení. Tato hodnota musí být normalizována na jmenovitou pevnost pro započtení nadměrné pevnosti zkoušeného vzorku podle rovnice (A.6).

2.2.1.2 Maximální krouticí moment (série zkoušek N2)

Účel zkoušky

©EOTA 2021

Zkoušky jsou provedeny, aby se ověřilo, že při vyvození krouticího momentu nedojde u šroubu k porušení oceli (natažení), odpovídající tolerance jsou brány v úvahu.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, B.3.5.

Zkoušky jsou provedeny se všemi průměry kotvícího prvku v betonu třídy pevnosti C50/60 bez trhlin.

Otvory musí být vyvrtány s vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4. Průměr otvoru v připevňovaném prvku musí odpovídat hodnotě uvedené v Tabulce 2.5.

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC):

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC) musí být instalovány s referenčním rozepřením podle Přílohy B.

Zařezávací kotvicí prvky (UC):

Válcový otvor a (pokud je vyžadován) rozšířený konec musí být vyvrtán vrtákem se středním řezným průměrem ($d_{cut,m}$). Kotvicí prvek musí být nainstalován podle MPII.

Posouzení

Zatížení při porušení

Určí se průměrná hodnota síly v tahu $N_{1,3Tfix,m}$ [kN] a 95% kvantil síly v tahu $N_{1,3Tfix,95\%}$ [kN] při 1,3 T_{fix}.

Kritéria

Všechna následující kritéria musí být splněna.

1. 95 % kvantil síly v tahu vytvořený během zkouškách krouticího momentu při T = 1,3 T_{fix} musí být menší než jmenovitá síla na mezi kluzu ($A_s \cdot f_{yk}$) svorníku nebo šroubu.
2. Po ukončení zkoušky musí být možno spoj rozšroubovat.
3. Pro rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (zarážecí kotvicí prvky) typ zatlačení objímky podle Obrázku 1.4 musí být prokázáno, že šroub není, při dosažení krouticího momentu T = 1,3 T_{fix} a použití nejdelšího šroubu, v kontaktu s kuželem.

2.2.1.3 Vodíková křehkost (CS, série zkoušek N3)

Účel zkoušky:

Zkoušky jsou požadovány pouze pro šrouby do betonu (viz. Obrázek 1.14).

Šrouby o vysoké pevnosti mohou být citlivé na křehký lom díky vodíkové křehkosti způsobené při výrobním postupu nebo při korozi během vystavení vlhkosti (i na krátkou dobu). Zkouška je navržena pro odhalení kotvicích prvků s vysokou citlivostí na křehký lom vyvolaný vodíkem a bude prováděna za podmínek konstantního mechanického zatížení a vývoje vodíku na povrchu šroubu. Pro tento účel se použije elektrolyt podobný roztoku v betonových pórech (nasycený roztok hydroxidu vápenatého), zatímco vzorek je udržován v konstantních a definovaných elektrochemických podmínkách (při konstantním potenciálu -955 mV oproti normální vodíkové elektrodě (NHE)) potenciostatickou kontrolou nebo jinými vhodnými prostředky. Potenciál je řízen pomocí referenční elektrody. Uspořádání zkoušky je schematicky znázorněno na Obrázku 2.1.

Tato zkouška šroubů do betonu může být vynechána pokud

- šrouby do betonu jsou vyrobeny z nerezové oceli
- je řízením výroby zajištěno, že pevnost oceli v oblasti přenášení zatížení je menší než 1000 N/mm^2 a tvrdost je menší než 350 HV vzhledem k celkovému průřezu jak pro povrchovou, tak i pro jádrovou tvrdost podle EN ISO 6507 [8]; <36 HRC podle EN ISO 6508 [9].

Příprava vzorku:

V případě, že jsou šrouby s povlakem nebo pozinkované, musí být povlak částečně odstraněn (ve tvaru podélného pruhu), aby se umožnil vývoj vodíku na ocelovém povrchu. Povlak musí být odstraněn bez poškození povrchu šroubu; při odstraňování povlaku je potřeba opatrně zamezit vzniku poškrábání nebo způsobení jiných nepravidelností povrchu. Pokud je pro odstranění povlaku použit chemický postup, vyžaduje se posudek pro prokázání, že taková metoda během postupu nepřidá nebo neodebere z ocelového předmětu rozptýlené atomy vodíku.

Podmínky při zkoušce:

Zkoušky jsou provedeny se všemi průměry kotvícího prvku v betonu třídy pevnosti C50/60 bez trhlin. Zkoušky musí být provedeny s nejnepříznivějším tvarem hlavy výrobku. Pokud nejnepříznivější tvar hlavy není zřejmý, musí být vyzkoušeny všechny tvary hlavy.

©EOTA 2021

Rozsah teplot je mezi 20°C a 25°C.

Zkušební roztok:

Nasycený roztok (v destilované nebo deionizované vodě s vodivostí nejvýše 20 µS/cm při 25°C±2°C) hydroxidu vápenatého s malým přebytkem prášku $Ca(OH)_2$ k získání mléčného vzhledu.

Hodnota pH pak dosahuje přibližně 12,6 (± 0,1) při 25°C a během zkoušky zůstává téměř konstantní. Prášek hydroxidu vápenatého se uchovává ve vzduchotěsném obalu a nesmí být skladován déle než jeden rok.

Zkušební roztok se naplní do bezedného kontejneru pokrývajícího plochu nejméně 96 cm^2 o výšce nejméně 25 mm, která se připojí na beton (viz Obrázek 2.1). Při zkoušce musí být hlava betonového šroubu ponořena do kapaliny.

Stálé zatížení:

$$N_{HE} = \min \{0,5\ N_{st,m};\ 0,7\ N_{u,m}\} \qquad (2.2)$$

Hodnota $N_{u,m}$ v rovnici (2.2) musí být převzata z referenčních zkoušek v betonu bez trhlin pevnostní třídy C50/60.

Kotvicí prvek musí být instalován na zkosené podložce (úhel sklonu ≥ 4°) jak je zobrazeno na Obrázku 2.1.

Elektrochemické podmínky:

Potenciál: -955 mV proti NHE

Referenční elektroda: může být použit jakýkoliv druh elektrody "druhého řádu" (kalomel, stříbro/chlorid stříbrný apod.). Hodnota potenciálu se koriguje podle referenční hodnoty uvedené výrobcem, např. pro nasycenou kalomelovou elektrodu s E_{cal} = +245 mV proti N_{HE}, správný potenciál bude E = -955 -245 = -1200 mV (±10 mV).

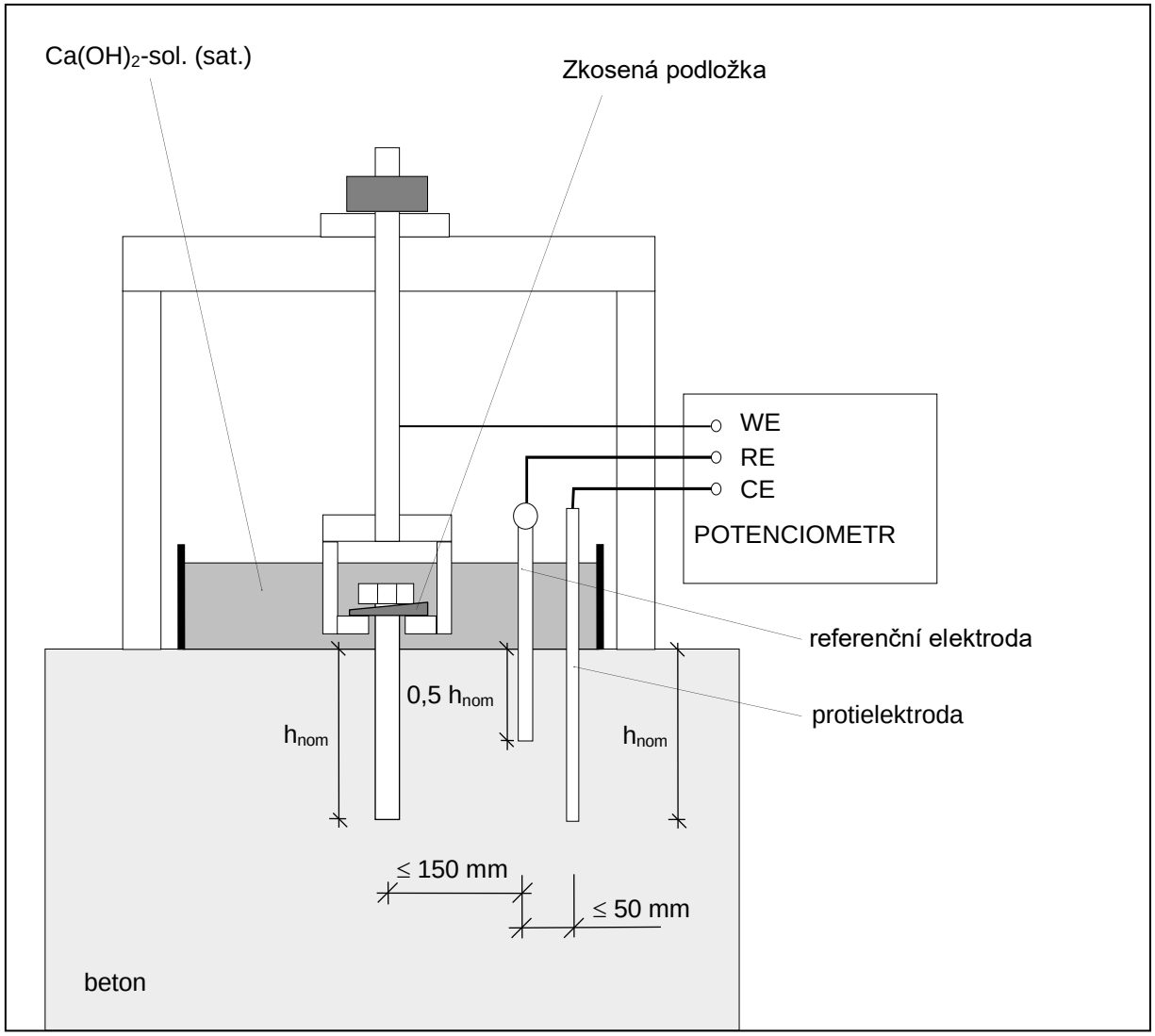
Protielektroda: nerezová ocel nebo aktivovaný titan (používá se jako anoda pro katodickou ochranu)

Trvání zkoušky:

100 hodin

Po zkoušce, po uvolnění zatížení šroubu, musí následovat zkouška bez zamezení vzniku porušení až do porušení.

©EOTA 2021



Obrázek 2.1 Uspořádání zkoušky (schématické) pro citlivost na křehký lom

Posouzení

Během doby konstantního zatížení (100 hodin) nesmí žádný kotvicí prvek selhat. Pokud dojde k porušení betonu, musí se zkouška opakovat.

Posouzení zbytkového zatížení musí být provedeno následovně:

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedený na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se redukční činitel α podle Rovnice (A.11) srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A.1 řádek A2.

Pokud nastane porušení oceli během části zkoušky se stálým zatížením nebo pokud zbytkové zatížení nesplní požadavek na α = 0,90, výrobek nesplňuje popis výrobku podle 1.1.

2.2.2 Únosnost při porušení vytažením

2.2.2.1 Referenční zkoušky (série zkoušek A1 až A4)

Účel zkoušek

©EOTA 2021

Tyto zkoušky jsou provedeny pro stanovení tahové únosnosti jednotlivého kotvicího prvku bez vlivu vzdálenosti od okraje a tím ustanoví základní hodnoty pro posouzení vlastností při zatížení tahem $N_{Rk,0}$. Tyto zkoušky jsou rovněž potřeba pro stanovení posuvu δ_{N0} v 2.2.10.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, B.3.3.1.

Zkoušky jsou provedeny v betonu bez trhlin a betonu s trhlinami pevnostní třídy C20/25 a C50/60 jak je uvedeno v Příloze A, Tabulka A.1, řádky A1 až A4.

Pokud výrobce zažádal o určené použití pouze v betonu bez trhlin, série zkoušek v betonu s trhlinami podle Tabulky A.1 řádky A3 a A4 mohou být vynechány.

Pokud výrobce zažádal pouze o jednu únosnost v tahu pro všechny třídy betonu pouze v betonu bez trhlin, zkoušky v betonu vysoké pevnosti podle Tabulky A.1 řádek A2 mohou být vynechány.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4. Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC) musí být instalovány s plným rozepřením podle B.3.7 a).

Posouzení

Následující posouzení musí být provedeno pro každou velikost kotvicího prvku a pro každou hloubku zapuštění.

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se $N_{Rk,0}$ z 5% kvantilu zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 15% (cv_F > 15%), určí se redukční činitel pro velký rozptyl $ß_{cv}$ podle Přílohy A2.2.

Posuv při zatížení

- Ověří se kritéria pro nekontrolovaný skluz a určí se zatížení N_{sl} [kN] podle A2.5.
- Určí se redukční činitel α_1 podle Rovnice (A.14).
- Použije se redukční činitel α_1 spolu s rqd. α_1 = 0,7 (beton s trhlinami) v Rovnici (2.9) a rqd. α_1 = 0,8 (beton bez trhlin) v Rovnici (2.8).
- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN] ze série zkoušek.
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 25 %.

2.2.2.2 Maximální šířka trhliny a velký průměr otvoru (série zkoušek F1)

Účel zkoušek

Zkoušky jsou provedeny pro vyhodnocení citlivosti na nízkou pevnost betonu a velký průměr otvoru vyvrtaný s $d_{cut,max.}$

Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, B.3.3.

Pokud je kotvicí prvek určený pro použití v betonu s trhlinami (varianta 1 – 6), je zkontrolován vliv zvětšené šířky trhliny Δw = 0,50 mm v kombinaci s vrtákem na horní mezi tolerance (větší průměr otvoru). Pokud je kotvicí prvek určený pro použití pouze v betonu bez trhlin, provedou se podle toho zkoušky v betonu bez trhlin. Zkoušky jsou provedeny v betonu C20/25.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,max}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4. Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC) musí být instalovány s referenčním rozepřením podle Přílohy B.

Posouzení

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.

©EOTA 2021

- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedený na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% (cv_F > 20%), určí se redukční činitel pro velký rozptyl $ß_{cv}$ podle A2.2.
- Určí se redukční činitel α podle Rovnice (A.11) srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A.1 řádek A3 (beton s trhlinami) nebo série zkoušek A1 (pouze pro beton bez trhlin) s rqd. α = 0,8.

Posuv při zatížení

- Ověří se kritéria pro nekontrolovaný skluz a určí se zatížení N_{sl} [kN] podle A2.5.
- Určí se redukční činitel α_1 podle Rovnice (A.14).
- Použije se redukční činitel α_1 spolu s rqd. α_1 = 0,7 (beton s trhlinami) v Rovnici (2.9) a rqd. α_1 = 0,8 (beton bez trhlin) v Rovnici (2.8).
- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN] ze série zkoušek.
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 40 %.

2.2.2.3 Maximální šířka trhliny a malý průměr otvoru (série zkoušek F2)

Účel zkoušek

Zkoušky jsou provedeny pro vyhodnocení citlivosti na vysokou pevnost betonu a malý průměr otvoru vyvrtaný s $d_{cut,min.}$

Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, B.3.3.1.

Pokud je kotvicí prvek určený pro použití v betonu s trhlinami, je zkontrolován vliv zvětšené šířky trhliny Δw = 0,50 mm v kombinaci s vrtákem na dolní mezi tolerance (malý průměr otvoru). Pokud je kotvicí prvek určený pro použití pouze v betonu bez trhlin, provedou se podle toho zkoušky v betonu bez trhlin. Zkoušky jsou provedeny v betonu C50/60.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,min}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4. Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC) musí být instalovány s referenčním rozepřením podle Přílohy B.

Posouzení

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedený na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% (cv_F > 20%), určí se redukční činitel pro velký rozptyl $ß_{cv}$ podle A2.2.
- Určí se redukční činitel α podle Rovnice (A.11). Následující série zkoušek jsou použity jako odpovídající referenční série zkoušek:
  - Pro kotvicí prvky s určeným použitím v betonu s trhlinami se výsledky porovnávají se sérií zkoušek podle Tabulky A.1 řádek A4 (beton s trhlinami) s rqd. α = 0,8.
  - Pro kotvicí prvky s určeným použitím pouze v betonu bez trhlin se výsledky porovnávají se sérií zkoušek podle Tabulky A.1 řádek A2 (beton bez trhlin) s rqd. α = 1,0.

Posuv při zatížení

- Ověří se kritéria pro nekontrolovaný skluz a určí se zatížení N_{sl} [kN] podle A2.5.
- Určí se redukční činitel α_1 podle Rovnice (A.14).
- Použije se redukční činitel α_1 spolu s rqd. α_1 = 0,7 (beton s trhlinami) v Rovnici (2.9) a rqd. α_1 = 0,8 (beton bez trhlin) v Rovnici (2.8).
- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN] ze série zkoušek.
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 40 %.

2.2.2.4 Zkouška se změnou šířky trhliny (série zkoušek F3)

Účel zkoušky

Kotvicí prvky určené pro použití v betonu s trhlinami musí dlouhodobě účinně fungovat i při změnách šířky trhliny v rozsahu pokrytém tímto EAD.

Podmínky při zkoušce

©EOTA 2021

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, B.3.3.3.

Zkoušky jsou provedeny se všemi průměry kotvícího prvku. Zkoušky jsou provedeny v betonu C20/25.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,max}$ (pro kotvicí prvky typu TC a DC) a průměrem $d_{cut,m}$ (pro kotvicí prvky typu CS a UC) podle Přílohy B, Obrázek B.4.

Zatížení tahem N_p, vyvozené na kotvicím prvku během zkoušky se změnou šířky trhliny, je definováno Rovnicí (2.3).

$$N_p = 0{,}50\ N_{Rk} / \gamma_{inst} \qquad (2.3)$$

kde

$N_{Rk,A3}$ = charakteristická únosnost v tahu jak byla vyhodnocena ze série zkoušek A3 převedená na $f_c = 20$ N/mm² podle Přílohy A2.1.

Tato série zkoušek může být vynechána pro posouzení kotvicích prvků určených pouze do betonu bez trhlin.

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC) musí být instalovány s referenčním rozepřením podle Přílohy B.

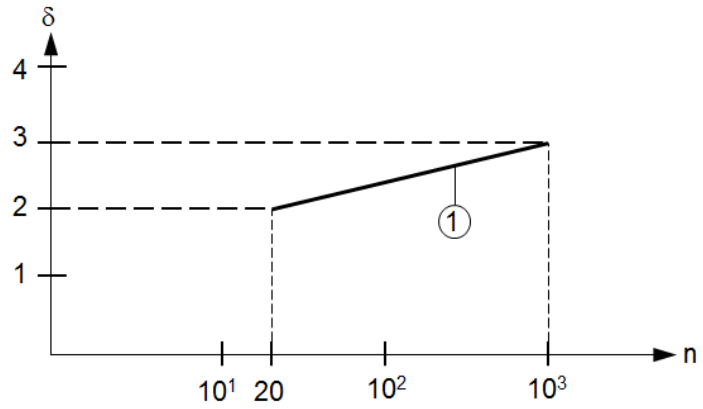
Posouzení

Posuvy během cyklů změn šířky trhliny

Při každé zkoušce se poměr zvětšování posuvu kotvícího prvku, vynesené v semilogaritmické souřadnicové soustavě (viz. Obrázek 2.2) musí buď zmenšovat, nebo být téměř konstantní: kritéria pro přípustný posuv po 20 (δ_{20}) a 1000 (δ_{1000}) cyklech změn šířky trhliny jsou odstupňovány jako funkce počtu zkoušek, jak je popsáno dále:

5 až 9 zkoušek:	$\delta_{20} \leq 2$ mm a $\delta_{1000} \leq 3$ mm
10 až 20 zkoušek:	$\delta_{20} \leq 2$ mm; u jedné zkoušky je přípustný posuv do 3 mm
	$\delta_{1000} \leq 3$ mm; u jedné zkoušky je přípustný posuv do 4 mm
> 20 zkoušek:	$\delta_{20} \leq 2$ mm; u 5% zkoušek je přípustný posuv do 3 mm
	$\delta_{1000} \leq 3$ mm; u 5% zkoušek je přípustný posuv do 4 mm

Poznámka 6: Posuvy se považují za stabilizované, pokud je nárůst posuvů během cyklů 750 až 1000 menší, než narůst posuvů během cyklů 500 až 750.



1 maximální povolený posuv
n počet cyklů trhliny
δ posuv kotvicího prvku v [mm]

Obrázek 2.2 Kritéria pro výsledky zkoušek s měnící se šířkou trhliny

©EOTA 2021

Pokud nejsou při zkoušce splněny výše uvedené požadavky na posuv, tj. poměr nárůstu a povolených posuvů, musí se série zkoušek opakovat s redukovaným tahovým zatížením $N_{p,red}$, dokud nejsou požadavky splněny. Charakteristická únosnost musí být redukována použitím redukčního činitele $\alpha_p = N_{p,red}/N_p$ v Rovnici (2.8).

Zatížení při porušení při zkouškách tahem po ukončení změn šířky trhliny (zkoušky na zbytkové zatížení)

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedený na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ($cv_F > 20\%$), určí se redukční činitel pro velký rozptyl $ß_{cv}$ podle A2.2.
- Určí se redukční činitel α podle Rovnice (A.11) srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A.1 řádek A3.
- Použije se redukční činitel α spolu s rqd. α = 0,9 v rovnici (2.9).

Posuv při zatížení ve zkoušce na zbytkové zatížení

- Ověří se kritéria pro nekontrolovaný skluz a určí se zatížení N_{sl} [kN] podle A2.5.
- Určí se redukční činitel α_1 podle Rovnice (A.14).
- Použije se redukční činitel α_1 spolu s rqd. $\alpha_1 = 0,7$ (beton s trhlinami) v Rovnici (2.9).
- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN] ze série zkoušek.
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 40 %.

2.2.2.5 Opakované zatížení (série zkoušek F4)

Účel zkoušky

Tyto zkoušky jsou provedeny pro stanovení vlastností kotvícího prvku při opakovaném zatížení napodobující provozní zatížení, které se mění v průběhu času.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, B.3.3.4.

Zkoušky musí být provedeny s kotvicím prvkem středního průměru v betonu bez trhlin C20/25.
Zkoušky se šrouby do betonu musí být provedeny se všemi velikostmi.

Pro šrouby do betonu se musí vzít v úvahu ohybový efekt nakloněného vyvrtaného otvoru (max 5° podle 1.1). Vyvrtá se otvor kolmo na povrch betonu a šroub do betonu se instaluje na zkosenou podložku (úhel sklonu 4 až 5°, viz. Příloha B Obrázek B.11). Alternativní nastavení zkoušky zajišťující nakloněný úhel během zkoušení se považuje za rovnocenný.

Navíc, pro rozpěrné kotvicí prvky aktivované krouticím momentem (TC) a rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC), které jsou určeny pro použití pouze v betonu bez trhlin, musí být zkoušky provedeny také v betonu bez trhlin vysoké pevnosti C50/60 s kotvicím prvkem středního průměru.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4. Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC) musí být instalovány s referenčním rozepřením podle Přílohy B.

Maximální a minimální zatížení během zatěžovacích cyklů jsou dány jako:

$$\max N = \text{menší hodnota z } 0,6\ N_{Rk,ucr} \text{ a } 0,8 \cdot A_s \cdot f_{yk}\ [N] \quad (2.4)$$

$$\min N = \text{větší hodnota z } 0,25\ N_{Rk,ucr} \text{ a } \max N - A_s \cdot \Delta\sigma_s\ [N] \quad (2.5)$$

kde

$N_{Rk,ucr}$ = charakteristické zatížení při porušení v tahu v betonu bez trhlin pro danou pevnost betonu zkušebního tělesa. Tato hodnota je stanovena z výsledků základních zkoušek tahem A1 nebo A2 (viz. 2.2.2.1) v závislosti na pevnosti betonu použitého při zkoušce

$\Delta\sigma_s = 120\ N/mm^2$

Posouzení

Během opakovaného zatížení nesmí dojít k porušení a zvětšování posuvu během cyklování se musí stabilizovat způsobem, který naznačuje, že vznik porušení je po několika dodatečných cyklech nepravděpodobný. Pokud nejsou

©EOTA 2021

tyto požadavky splněny, zkoušky se opakují se zatížením max N a min N, stanoveným na základě redukované hodnoty $N_{max,red}$, dokud nejsou požadavky splněny. Charakteristická únosnost musí být redukována použitím redukčního činitele $\alpha_p = N_{Rk,ucr,red}/N_{Rk,ucr}$ v Rovnici (2.8).

Posouzení zbytkového zatížení je provedeno v rámci zatížení při porušení a posuvu při zatížení následovně:

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedený na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% (cv_F > 20%), určí se redukční činitel pro velký rozptyl $ß_{cv}$ podle Přílohy A2.2.
- Určí se redukční činitel α podle Rovnice (A.11). Následující série zkoušek jsou použity jako odpovídající referenční série zkoušek:
  - Pro zkoušky provedené v betonu C20/25 se použijí výsledky ze sérií zkoušek podle Tabulky A.1 řádek A1
  - Pro zkoušky provedené v betonu C50/60 se použijí výsledky ze sérií zkoušek podle Tabulky A.1 řádek A2
- Použije se redukční činitel α spolu s rqd. α = 1,0 v rovnici (2.8).

Posuv při zatížení

- Ověří se kritéria pro nekontrolovaný skluz a určí se zatížení N_{sl} [kN] podle A2.5.
- Určí se redukční činitel α_1 podle Rovnice (A.14).
- Použije se redukční činitel α_1 spolu s rqd. α_1 = 0,8 (beton bez trhlin) v Rovnici (2.8).
- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN] ze série zkoušek.
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 40 %.

2.2.2.6 Robustnost kotvicího prvku typ zatlačení objímky (DC série zkoušek F5)

Účel zkoušky

Pro kotvicí prvek aktivovaný deformací typu se zatlačením objímky není pozice objímky vzhledem ke kuželu po instalaci viditelná. Tato zkouška určí robustnost kotvicího prvku typu se zatlačením objímky.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky jsou provedeny v betonu bez trhlin nízké pevnosti C20/25 a betonu s trhlinami nízké pevnosti C20/25 s trhlinou Δw = 0,5 mm s kotvicím prvkem aktivovaným deformací typu se zatlačením objímky (viz. Obrázek 1.4 a Obrázek 1.5).

Po dosažení plného rozepření kotvicího prvku podle B.3.7. a) se aplikují dva další údery za pomocí nárazového zařízení podle Obrázku B.13.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4.

Posouzení

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedený na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% (cv_F > 20%), určí se redukční činitel pro velký rozptyl $ß_{cv}$ podle Přílohy A2.2.
- Určí se redukční činitel α podle Rovnice (A.11). Následující série zkoušek jsou použity jako odpovídající referenční série zkoušek:
  - Pro zkoušky provedené v betonu s trhlinami a betonu bez trhlin se použijí výsledky ze sérií zkoušek podle Tabulky A.1 řádek A3
  - Pro zkoušky provedené pouze v betonu bez trhlin se použijí výsledky ze sérií zkoušek podle Tabulky A.1 řádek A1

©EOTA 2021

- Použije se redukční činitel α spolu s rqd. α = 0,8 v rovnici (2.8) a (2.9).

Posuv při zatížení

- Ověří se kritéria pro nekontrolovaný skluz a určí se zatížení N_{sl} [kN] podle A2.5.
- Určí se redukční činitel α_1 podle Rovnice (A.14).
- Použije se redukční činitel α_1 spolu s rqd. α_1 = 0,7 (beton s trhlinami) v Rovnici (2.9) a α_1 = 0,8 (beton bez trhlin) v Rovnici (2.8).
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 40 %.

2.2.2.7 Krouticí moment v betonu nízké pevnosti (CS série zkoušek F6)

Účel zkoušky

Zkoušky jsou požadovány pouze pro šrouby do betonu podle Obrázku 1.14. Zkoušky jsou provedeny pro kontrolu, zda dojde k porušení během instalace (protočení šroubu do betonu), které by poté redukovalo vlastnosti kotvicího prvku.

Zkoušky mohou být vynechány, pokud MPII stanoví, že instalace se provádí pouze rázovým šroubovákem.

Podmínky při zkoušce

Proveďte 10 zkoušek s každou velikostí kotvicího prvku v betonu bez trhlin C20/25. Pokud MPII umožňuje různé hloubky zapuštění, zkoušky se musí provést s minimální hloubkou zapuštění. Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,max}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4.

Kotvicí prvek musí být usazen pomocí kalibrovaného momentového klíče do navržené hloubky. Při zkoušce kotvicího prvku typu s předsazenou instalací se spojovacím závitem se musí kotvicí prvek opírat o dno vyvrtaného otvoru ($h_1 \approx h_{nom}$ viz. také Obrázek 1.14). Poté musí být krouticí moment navyšován až do porušení. Ze série zkoušek musí být stanoven mezní krouticí moment (T_u) a 5% kvantil mezního krouticího momentu ($T_{u,5\%}$).

Posouzení

Musí být splněny následující podmínky:

(1) Musí být možné řádně instalovat kotvicí prvek. Maximální krouticí moment pro usazení kotvicího prvku do navržené hloubky usazení a krouticí moment pro utažení připevňovaného prvku musí být ≤ T_{inst}. T_{inst} je instalační krouticí moment stanovený výrobcem. Pokud výrobcem není stanoven žádný instalační krouticí moment, T_{inst} musí být stanovena v betonu vysoké pevnosti, kde T_{inst} je maximální krouticí moment požadovaný pro kompletní usazení kotvicího prvku ve zkoušce podle 2.2.2.8. V případě že je rozptyl větší než cv = 15%, ale ne větší než 30%, činitel β_{cv} musí být stanoven podle rovnice (A.7). Pro cv ≤ 15% činitel β_{cv} = 1,0.

(2) Zkouška s porušením oceli:

$$T_{u,5\%} \geq 1{,}5 \cdot T_{inst} \, (f_{u,t} / f_{uk}) / \beta_{cv} \qquad (2.6)$$

(3) Zkouška s porušením betonu:

$$T_{u,5\%} \geq 2{,}1 \cdot T_{inst} \, (f_{c,t} / f_{ck})^{0,5} / \beta_{cv} \qquad (2.7)$$

kde

$f_{c,norm}$ = jmenovitá pevnost betonu požadovaná pro zkoušky (např. pro beton C20/25 je to 20 N/mm² měřeno na válcích)

Poznámka 7: Činitel 1,5 v rovnici (2.6) byl stanoven, aby se vzal v úvahu rozptyl při porušení oceli způsobené krouticím momentem. Činitel 2,1 v rovnici (2.7) byl stanoven, aby se vzal v úvahu rozptyl při porušení betonu způsobené krouticím momentem.

Pokud dojde ve všech zkouškách k porušení oceli, rovnice (2.7) může být vynechána. Pokud je rovnice (2.7) splněna, rovnice (2.6) může být vynechána.

2.2.2.8 Krouticí moment v betonu vysoké pevnosti (CS série zkoušek F7)

Účel zkoušky

Zkoušky jsou požadovány pouze pro šrouby do betonu podle Obrázku 1.14. Zkoušky jsou provedeny pro kontrolu, zda dojde k porušení oceli díky krutu během instalace.

Zkoušky mohou být vynechány, pokud MPII stanoví, že instalace se provádí pouze rázovým šroubovákem.

Podmínky při zkoušce

Proveďte 10 zkoušek s každou velikostí kotvicího prvku v betonu bez trhlin C50/60. Pokud MPII umožňuje různé hloubky zapuštění, zkoušky se musí provést s minimální hloubkou zapuštění. Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,min}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4.

Kotvicí prvek musí být usazen pomocí kalibrovaného momentového klíče do navržené hloubky. Při zkoušce kotvicího prvku typu s předsazenou instalací se spojovacím závitem se musí kotvicí prvek opírat o dno vyvrtaného otvoru ($h_1 \approx h_{nom}$ viz. také Obrázek 1.14). Maximální hodnota požadovaného krouticího momentu musí být změřena. Poté musí být krouticí moment navyšován až do porušení. Ze série zkoušek musí být stanoven mezní krouticí moment (T_u) a 5% kvantil mezního krouticího momentu ($T_{u,5\%}$).

Posouzení

Musí být splněny následující podmínky:

(1) Musí být možné řádně instalovat kotvicí prvek. Maximální krouticí moment pro usazení kotvicího prvku do navržené hloubky usazení a krouticí moment pro utažení připevňovaného prvku musí být ≤ T_{inst}. T_{inst} je instalační krouticí moment stanovený výrobcem. Pokud výrobcem není stanoven žádný instalační krouticí moment, T_{inst} musí být vzat jako maximální krouticí moment požadovaný pro kompletní usazení kotvicího prvku. V případě že je rozptyl větší než cv = 15%, ale ne větší než 30%, činitel β_{cv} musí být stanoven podle rovnice (A.7). Pro cv ≤ 15% činitel β_{cv} = 1,0.

(2) Zkouška s porušením oceli: viz rovnice (2.6)

(3) Zkouška s porušením betonu: viz. rovnice (2.7)

Pokud dojde ve všech zkouškách k porušení oceli, rovnice (2.7) může být vynechána. Pokud je rovnice (2.7) splněna, rovnice (2.6) může být vynechána.

2.2.2.9 Rázový šroubovák (CS, série zkoušek F8)

Účel zkoušky

Zkoušky jsou požadovány pouze pro šrouby do betonu podle Obrázku 1.14. Zkoušky jsou provedeny pro kontrolu, zda dojde k porušení oceli šroubu do betonu během instalace pomocí rázového šroubováku.

Zkoušky mohou být vynechány, pokud MPII nepovoluje instalaci rázovým šroubovákem.

Série zkoušek v betonu vysoké pevnosti s rázovým utahovákem je požadována pro kontrolu, zda šrouby mohou být instalovány bez porušení oceli, pokud série zkoušek F7 byla vynechána.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny s nejnepříznivějším tvarem hlavy výrobku. Pokud nejnepříznivější tvar hlavy není zřejmý, musí být vyzkoušeny všechny tvary hlavy.

Musí být dodrženy následující podmínky při zkoušce:

- Beton bez trhlin C20/25 (dodatečně, také C50/60, pokud byla série zkoušek F7 vynechána);
- Řezný průměr vrtáku pro C20/25: $d_{cut} = d_{cut,max}$; pro C50/60: $d_{cut} = d_{cut,min;}$
- Pokud MPII umožňuje rozdílnou hloubku zapuštění, zkoušky musí být provedeny v C20/25 s minimální hloubkou zapuštění a v C50/60 s maximální hloubkou zapuštění.
- 15 zkoušek s každou velikostí kotvicího prvku;
- Rázový šroubovák s maximálním výkonem uvedeným výrobcem v MPII nebo, pokud ne, dle doporučení TAB založený na zkušenostech a uvedený v ETA.
- Kotvicí prvek musí být usazen do navržené hloubky. Potom musí být rázový šroubovák s nastaveným maximálním výkonem nasazen na hlavu kotvicího prvku. Šroubovák se musí automaticky vypnout po 5 sekundách.

Posouzení

Ve všech 15 zkouškách nesmí dojít k porušení. Pokud dojde k jednomu porušení, může TAB navýšit počet zkoušek na n = 30, s jedním dovoleným porušením. Pokud dojde k více než 1 porušení, potom výrobce nemůže deklarovat vhodnost výrobku pro nárazový šroubovák použitý ve zkoušce.

2.2.2.10 Charakteristická únosnost při porušení vytažením

Úvodní hodnota $N_{Rk,0}$ je získána jako 5% kvantil zatížení při porušení ze série referenčních zkoušek pro beton bez trhlin podle Tabulky A.1 řádek A1 a A2 a pro beton s trhlinami řádek A3 a A4 normalizované na beton pevnosti C20/25.

©EOTA 2021

Charakteristická únosnost v tahu se musí snížit, pokud některé požadavky nejsou splněny tak jak je následovně popsáno:

(1) Závislost zatížení/posuv, zatížení tahem
Nejsou-li při zkouškách tahem splněny požadavky na nekontrolovaný skluz podle A2.5, musí se charakteristická únosnost snížit podle Rovnice (2.8). Pro série tahových zkoušek je stanoven činitel α_1. Použije se nejmenší hodnota poměru α_1/(rqd α_1).

(2) Vyvozené zatížení ve zkouškách opakovaného zatížení $\alpha_{p,ucr}$
Pro charakteristickou únosnost v betonu bez trhlin je α_p, podle oddílu 2.2.2.5 (zkoušky s opakovaným zatížením), započten v Rovnici (2.8).

(3) Vyvozené zatížení ve zkouškách se změnou šířky trhliny $\alpha_{p,cr}$
Pro charakteristickou únosnost v betonu s trhlinami je α_p, podle oddílu 2.2.2.4 (zkoušky se změnou šířky trhliny), započten v Rovnici (2.9).

(4) Mezní zatížení při jakýchkoliv ostatních zkouškách
Nejsou-li při sérii zkoušek podle Tabulky A.1 řádek N3, F1 až F5 splněny požadavky týkající se mezního zatížení v jedné nebo více sériích zkoušek, musí se charakteristická únosnost snížit podle rovnice (2.8). Použije se nejmenší hodnota poměru α/(rqd α). Pokud nebyly zkoušeny všechny velikosti kotvicích prvků, musí být použit nejmenší redukční činitel pro všechny sousedící velikosti, které nebyly zkoušeny.

Charakteristická únosnost v betonu bez trhlin

$$N_{Rk,p,ucr} = N_{Rk,0} \cdot min\,\beta_{cv} \cdot min\left\{\alpha_{p,ucr}; \min\left(\frac{\alpha_1}{rqd.\,\alpha_1}\right); min\left(\frac{\alpha}{rqd.\,\alpha}\right)\right\} \quad (2.8)$$

Charakteristická únosnost v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,p,cr} = N_{Rk,0} \cdot min\,\beta_{cv} \cdot min\left\{\alpha_{p,cr}; \min\left(\frac{\alpha_1}{rqd.\,\alpha_1}\right); min\left(\frac{\alpha}{rqd.\,\alpha}\right)\right\} \quad (2.9)$$

Nejsou-li splněny požadavky týkající se odolnosti proti posuvu a mezního zatížení, je určující případ s nejnižší dosaženou hodnotou $N_{Rk,p}$.

Charakteristická únosnost musí být zaokrouhlena dolů s ohledem na přírůstek, jak je uvedeno v Tabulce 2.2.

Tabulka 2.2 Hodnoty charakteristické únosnosti $N_{Rk,p}$

Rozsah $N_{Rk,p}$ [kN]	Přírůstek [kN]	příklad
≤ 10	0,5	3,0 / 3,5 / 4,0 … 9,5 / 10,0
≤ 20	1,0	11,0 / 12,0 … 19,0 / 20,0
≤ 50	2,0	22,0 / 24,0 … 48,0 / 50,0
> 50	5,0	55,0 / 60,0 / 65,0 / …

Z důvodů konzistence u existujících ETA může být charakteristická únosnost zaokrouhlena dolů také na 25 a 35 kN.

Charakteristická únosnost kotvicího prvku v případě porušení vytažením v betonu pevnosti > C20/25 je stanovena vynásobením charakteristické hodnoty pro beton C20/25 činitel ψ_c podle A2.1.

2.2.3 Únosnost při vytržení kužele betonu

Pro stanovení charakteristické únosnosti při porušení vytržení kužele betonu, založené na pevnosti válcového vzorku betonu podle EN 1992-4 [4], jsou potřeba činitelé $k_{ucr,N}$ a $k_{cr,N}$. Následující činitelé a charakteristická vzdálenost od okraje mohou být převzaty bez dalších zkoušek.

$k_{ucr,N}$ = 11

$k_{cr,N}$ = 7,7

$c_{cr,N}$ = 1,5 h_{ef}

h_{ef} = účinná hloubka zapuštění podle EN 1992-4, 3.1.26; pro šrouby do betonu: h_{ef} musí být stanovena podle Obrázku 1.14.

©EOTA 2021

2.2.4 Robustnost

2.2.4.1 Robustnost při změnách podmínek použití (série zkoušek F9)

Účel zkoušky

Tyto zkoušky jsou provedeny pro určení citlivosti vlastností na předvídatelné a nevyhnutelné změny podmínek použití a stanovení činitele γ_{inst} pro citlivost na instalaci.

Pokud výrobce zažádal pro několik hloubek zapuštění u jedné velikosti kotvicího prvku, zkoušky musí být provedeny s minimální hloubkou zapuštění a s maximálním zapuštěním, které nezpůsobí porušení oceli.

Pokud při zkouškách s minimální hloubkou zapuštění dojde k porušení oceli, mohou být zkoušky s maximální hloubkou zapuštění vynechány.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky tahem jsou provedeny podle Přílohy B, B.3.3.1.

Rozdílné podmínky při zkoušce pro rozpěrné kotvicí prvky aktivované krouticím momentem (TC), kotvicí prvky aktivované deformací (DC), zařezávací kotvicí prvky (UC) a šrouby do betonu (CS) jsou dány následovně:

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované krouticím momentem (TC)

Zkoušky jsou provedeny v betonu vysoké pevnosti C50/60 pro použití v betonu s trhlinami a betonu bez trhlin a v betonu nízké pevnosti C20/25 pro použití pouze v betonu bez trhlin.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4. Kotvicí prvek je instalován za použití krouticího momentu $T = 0,5\ T_{inst}$.

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC)

Zkoušky jsou provedeny v betonu nízké pevnosti C20/25. Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4. Kotvicí prvek musí být instalován s instalačním rozepřením podle Přílohy B, B.3.7.

Zařezávací kotvicí prvky (UC)

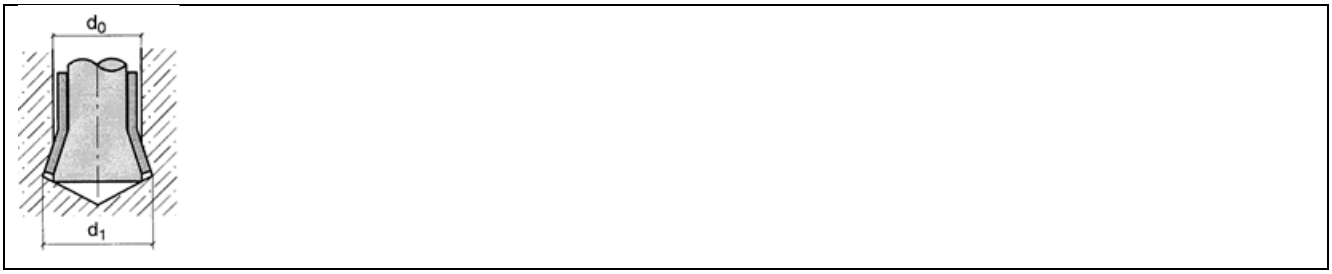
Podmínky při zkoušce musí být zvoleny na základě typu kotvicího prvku a typu instalace (instalace řízená zasunutím nebo instalace aktivovaná krouticím momentem). Při těchto zkouškách musí být kotvicí prvky instalovány tak, aby opěrná plocha byla co nejmenší. Tato podmínka je splněna, jsou-li splněny následující požadavky.

Instalace řízená zasunutím

Zkouška musí být provedena pouze v betonu nízké pevnosti, protože v případě porušení vytržením kužele betonu při konstantní opěrné ploše se poměr tlaku na beton na opěrné ploše k pevnosti betonu v tlaku zmenšuje s rostoucí pevností betonu.

Instalace kotvicího prvku podle Obrázku 1.6

- Průměr vrtáku pro válcový otvor d_0: $d_{cut,max}$
- Délka vrtáku pro válcový otvor: maximální délka podle specifikovaných tolerancí
- Průměr vrtáku pro vytvoření rozšířeného konce vyvrtaného otvoru d_1: $d_{cut,max}$
- Instalace kotvicího prvku tak, aby lícoval s povrchem betonu popřípadě s připevňovaným prvkem



Obrázek 2.3 Průměr vrtáku d_0 a d_1

©EOTA 2021

Instalace kotvicího prvku podle Obrázku 1.7

- Průměr vrtáku pro válcový otvor d_0: $d_{cut,max}$
- Průměr vrtáku pro vytvoření rozšířeného konce vyvrtaného otvoru d_1: $d_{cut,max}$
  Zasunutí rozpínacího prvku musí být definováno v závislosti na konstrukci kotvicího prvku, buď jako funkce požadovaného posunutí, je-li možné plné zasunutí kotvicího prvku snadno rozeznat (např. podle značky vytvořené osazovacím nástrojem na objímce kotvicího prvku), nebo jako funkce požadované spotřeby energie k plnému rozepření kotvicího prvku podle B.3.7 a) nebo kombinace obou.

Instalace kotvicího prvku podle Obrázku 1.8

- Průměr vrtáku pro válcový otvor d_0: $d_{cut,max}$
- Průměr vrtáku pro vytvoření rozšířeného konce vyvrtaného otvoru d_1: $d_{cut,max}$

Instalace kotvicího prvku podle Obrázku 1.9 a Obrázku 1.10

- Průměr vrtáku pro válcový otvor d_0: $d_{cut,max}$
- Délka vrtáku pro válcový otvor: maximální délka podle specifikovaných tolerancí
- Instalace kotvicího prvku tak, aby lícoval s povrchem betonu popřípadě s připevňovaným prvkem
- Jestliže výrobce požaduje použití definovaného utahovacího momentu, musí být kotvicí prvek utažen momentem $T = 1{,}0\ T_{inst}$ a asi po 10 minutách se utahovací moment musí zmenšit na $T = 0{,}5\ T_{inst}$. Nemá-li být použit definovaný utahovací moment, nesmí se kotvicí prvek před zkoušením utahovat ($T = 0$).

Instalace aktivovaná krouticím momentem

Pro zařezávací kotvicí prvky, které jsou instalovány aktivací krouticího momentu podle Obrázku 1.11 a Obrázku 1.12 jsou podmínky při zkoušce robustnosti definovány následovně:

- Průměr vrtáku pro válcový otvor d_0: $d_{cut,max}$
- Průměr vrtáku pro vytvoření rozšířeného konce vyvrtaného otvoru d_1: $d_{cut,max}$ a $d_{cut,min}$ (pouze pro kotvicí prvek podle Obrázku 1.11)
- Krouticí moment $T = 0{,}5\ T_{inst}$
- Beton pevnosti C20/25 a C50/60

Šrouby do betonu (CS)

Zkoušky jsou provedeny v betonu nízké pevnosti C20/25.

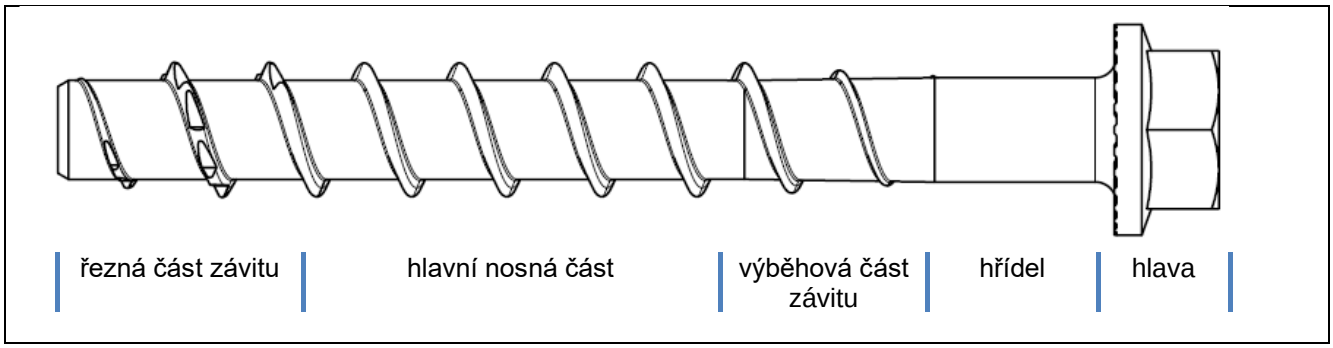
Zkoušky musí být provedeny s minimálním mechanickým uzavřením. Minimální mechanické uzavření se získá stanovením průměru vrtáku pro válcový otvor d_0 následovně:

- Řezný průměr vrtáku použitého při zkoušce musí být $d_{cut,max}$ podle Přílohy B zvětšený o rozdíl u hlavní nosné části kotvicího prvku mezi průměrem závitu při zkoušce a spodní hranicí průměru závitu podle specifikace výrobce, tj.

  $d_0 \geq d_{cut,max} + (d_{t,t} - d_{t,low})$

  $d_{t,t}$ vnější průměr závitu podle Obrázku 2.8 šroubu do betonu v hlavní nosné části změřený na šroubu do betonu použitém při zkouškách

  $d_{t,low}$ spodní mez vnější průměru podle Obrázku 2.8 šroubu do betonu v hlavní nosné části podle specifikace výrobce



Obrázek 2.4 Možné části šroubu do betonu

Posouzení

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedený na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.

©EOTA 2021

- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% (cv_F > 20%), určí se redukční činitel pro velký rozptyl $ß_{cv}$ podle Přílohy A2.2.
- Určí se redukční činitel α podle Rovnice (A.11). Následující série zkoušek jsou použity jako odpovídající referenční série zkoušek:
  - TC pro použití v betonu s trhlinami a betonu bez trhlin: série zkoušek A4
  - TC pro použití pouze v betonu bez trhlin: série zkoušek A1
  - DC, UC a CS pro použití v betonu s trhlinami a betonu bez trhlin: série zkoušek A3
  - DC, UC a CS pro použití pouze v betonu bez trhlin: série zkoušek A1
- Určí se činitel pro započtení citlivosti na instalaci podle Tabulky 2.3.
- V závislosti na tom jakou úroveň rqd. α činitel α splňuje je použita odpovídající hodnota γ_{inst}.
- Pro UC a CS se porovná činitel γ_{inst} s výsledky série zkoušek "robustnost při kontaktu s výztuží". Určující je větší hodnota.

Posuv při zatížení

- Ověří se kritéria pro nekontrolovaný skluz a určí se zatížení N_{sl} [kN] podle A2.5.
- Určí se redukční činitel α_1 podle Rovnice (A.14).
- Použije se redukční činitel α_1 spolu s rqd. α_1 = 0,7 (beton s trhlinami) v Rovnici (2.9) a α_1 = 0,8 (beton bez trhlin) v Rovnici (2.8).
- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN] ze série zkoušek.
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 40 %.

Největší činitel γ_{inst} jednoho průměru kotvicího prvku musí být použit pro všechny ostatní hloubky zapuštění tohoto průměru kotvicího prvku.

Tabulka 2.3 Hodnoty rqd. α pro robustnost při změnách podmínek použití

Činitel γ_{inst}	rqd. α
1,0	≥ 0,95
1,2	0,95 > α ≥ 0,80
1,4	0,80 > α ≥ 0,70

Pokud α < 0,70 nevztahuje se na kotvicí prvek tento EAD

2.2.4.2 Robustnost při kontaktu s výztuží (UC, CS, série zkoušek F10)

Účel zkoušky

Tyto zkoušky jsou provedeny pro stanovení řádné instalace a vlastností zařezávacích kotvicích prvků a šroubů do betonu umístěných blízko výztuže a stanovení činitele γ_{inst} pro citlivost na instalaci.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky jsou provedeny podle Přílohy B, B.3.3.2.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4.

Tyto zkoušky jsou požadovány pouze pro kotvicí prvky s h_{ef} < 80 mm pro použití v betonových prvcích s výztuží o rozteči < 150 mm. Zkoušky jsou provedeny v betonu s trhlinami C20/25 s trhlinou o šířce Δw = 0,30 mm a výztuží umístěnou vzhledem ke kotvicímu prvku podle Přílohy B, B.2.2.3.

Pokud výrobce zažádal o několik hloubek zapuštění jednoho průměru kotvicího prvku, musí být vyzkoušena pouze největší hloubka zapuštění h_{ef} menší než 80 mm.

Zařezávací kotvicí prvky: Řezný průměr vrtáku musí být $d_0 = d_{cut,m}$ a $d_1 = d_{cut,m}$.

Šrouby do betonu: Použije se vrták s průměrem $d_0 = d_{cut,max}$. Rozměry kotvicího prvku musí být okolo minimálního vnějšího průměru závitu a minimálního průměru jádra v uvedeném rozsahu tolerancí. Pokud rozměry kotvicího prvku neodpovídají těmto hranicím, musí být použit vrták s větším řezným průměrem, aby bylo dosaženo minimálního mechanického uzavření.

Zkoušky jsou provedeny podle Přílohy B.3.3.2.

©EOTA 2021

Posouzení

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedený na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% (cv_F > 20%), určí se redukční činitel pro velký rozptyl $ß_{cv}$ podle Přílohy A2.2.
- Určí se redukční činitel α podle Rovnice (A.11). Série zkoušek A3 se použije jako odpovídající referenční série zkoušek:
- Určí se činitel pro započtení citlivosti na instalaci γ_{inst} podle Tabulky 2.4.
- V závislosti na tom jakou úroveň rqd. α činitel α splňuje je použita odpovídající hodnota γ_{inst}.
- Porovná se činitel γ_{inst} s výsledky série zkoušek “robustnost při kontaktu s výztuží”. Určující je větší hodnota.

Posuv při zatížení

- Ověří se kritéria pro nekontrolovaný skluz a určí se zatížení N_{sl} [kN] podle A2.5.
- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN] ze série zkoušek.
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 40 %.

Největší činitel γ_{inst} jednoho průměru kotvicího prvku musí být použit pro všechny ostatní hloubky zapuštění tohoto průměru kotvicího prvku.

Tabulka 2.4 Hodnoty rqd. α pro kontakt s výztuží

Činitel γ_{inst}		**rqd. α**
1,0	kde	≥ 0,85
1,2	kde	0,85 > α ≥ 0,70
1,4	kde	0,70 > α ≥ 0,60

Pokud α < 0,60 tento EAD se na kotvicí prvek nevztahuje

2.2.5 Minimální vzdálenost od okraje a rozteč (série zkoušek F11)

Účel zkoušky

Zkoušky jsou provedeny pro kontrolu, že nedojde k prasknutí betonu během instalace kotvícího prvku.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, B.3.4.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4.

Zkouška se provede v betonu bez trhlin C20/25. Použije se vrták s průměrem $d_{cut,m}$ pro vyvrtání otvorů, do kterých jsou kotvicí prvky instalovány. Dva kotvicí prvky se instalují s minimální vzdáleností od okraje c_{min} a minimální roztečí s_{min} do zkušebního tělesa s minimální tloušťkou h_{min} o kterou bylo zažádáno pro kotvicí prvek.

Pokud výrobce neurčí c_{min} a s_{min} a neexistuje žádná zkušenost s kotvicím prvkem, jsou pro zkušební laboratoř doporučeny c_{min} = 1,5 h_{ef} a s_{min} = 3 h_{ef}.

Minimální vzdálenost od okraje c_{min} a minimální rozteč s_{min} kotvícího prvku jsou stanoveny výrobcem. Vzdálenost od okraje a rozteč musí být zaokrouhleny nejméně na 5 mm. Nesmí být menší než 4 d_0 a 35 mm.

Zařezávací kotvicí prvky

Navíc ke zkouškám pro odvození minimální vzdálenosti od okraje a minimální rozteče, musí být provedeny zkoušky tahem podle Přílohy B se skupinou dvou kotevních prvků rovnoběžně s okrajem (s = s_{min}, c = c_{min}, h = h_{min}) pokud je průměrná předpínací síla při maximální krouticím momentu podle výrobce menší než charakteristická únosnost pro porušení betonu podle EN 1992-4 [4].

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací

©EOTA 2021

Umístěte skupinu dvou kotvicích prvků s minimální vzdáleností od okraje a minimální roztečí na okraj tělesa s minimální tloušťkou prvku ($s = s_{min}$, $c = c_{min}$, $h = h_{min}$). Instalujte kotvicí prvky s plný rozepřením podle B.3.7. a).

Šrouby do betonu

Umístěte skupinu dvou kotvicích prvků s požadovanou minimální vzdáleností od okraje a minimální roztečí na okraj tělesa s minimální tloušťkou betonového prvku ($s = s_{min}$, $c = c_{min}$, $h = h_{min}$).

Instalujte dva šrouby do betonu (CS1 a CS2) podle následujícího pořadí:

- Vyvrtejte otvory za použití řezného průměru vrtáku $d_{cut,m}$.
- Zašroubujte šrouby do betonu CS1 a CS2 dokud nedosáhnou vzdálenosti 2-3 mm od připevňovaného prvku.
- Pokračujte s instalací CS1 dokud není dosaženo připevňovaného prvku. Pro šrouby do betonu s povolenou instalací pomocí utahovacího šroubováku pokračujte s instalací po 3 sekundy za použití šroubováku s nastavenou maximální silou danou výrobcem podle MPII. Pro instalaci pouze s momentovým klíčem pokračujte s instalací dokud nedosáhnete $1{,}3 \cdot T_{inst}$ s maximálním utahovacím momentem T_{inst} doporučeným výrobcem. Stejný postup použijte pro CS2.

Posouzení:

Při použití v betonu s trhlinami se předpokládá že se výztuž aktivuje jakmile se objeví první trhlina. V důsledku toho je přijatelné nižší rozpětí mezí utahovacím momentem dosaženým při tvorbě trhliny a uvedeným instalačním krouticím momentem. To může vést k rozdílným hodnotám (s_{min}, c_{min}) pro použití v betonu s trhlinami nebo bez trhlin.

Pokud se objeví trhlina během instalace (ať už mezi kotvicímy prvky nebo ve směru k okraji), zkoušku opakujte se zvětšenou vzdáleností od okraje a roztečí, dokud není instalace bez trhlin.

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací

Po úspěšné zkoušce instalace zvětšete projekční oblast prasknutí $A_{sp,t}$ podle Rovnice (2.10) s činitelem 1,3 (beton s trhlinami) a 1,7 (beton bez trhlin) pro získání rqd. A_{sp}:

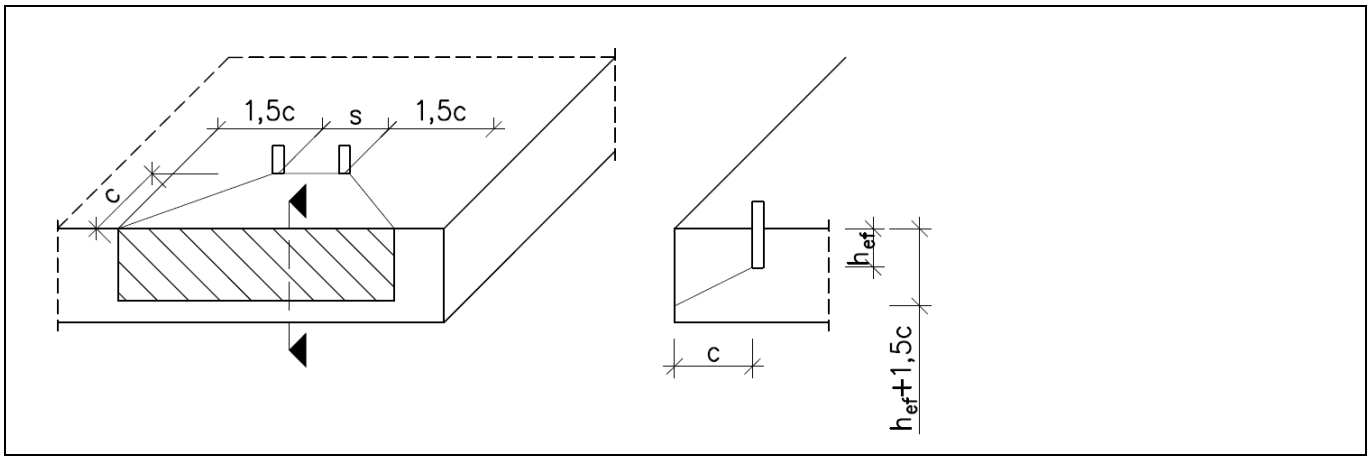
$$A_{sp,t} = (3\ c_{min,t} + s_{min,t})(1{,}5\ c_{min,t} + h_{ef}) \text{ pokud } h > (1{,}5\ c_t + h_{ef}) \quad (2.10)$$

$$A_{sp,t} = (3\ c_{min,t} + s_{min,t})\ h \quad \text{pokud } h \le (1{,}5\ c_t + h_{ef})$$

Pro použití v betonu s trhlinami: rqd. $A_{sp} = 1{,}3 \cdot A_{sp,t}$

Pro použití pouze v betonu bez trhlin: rqd. $A_{sp} = 1{,}7 \cdot A_{sp,t}$

Použijte Rovnici (2.10) pro stanovení $c_{min} \ge c_{min,t}$ a $s_{min} \ge s_{min,t}$ tak aby byla Rovnice rqd A_{sp} splněna.



Obrázek 2.5 Projekční plocha A_{sp}

Všechny ostatní kotvicí prvky

Minimální rozteč s_{min} a minimální vzdálenost od okraje c_{min} musí být vyhodnocena z výsledků zkoušek instalace se skupinou dvou kotvicích prvků ($c = c_{min}$, $s = s_{min,t}$). 5 % kvantil krouticího momentu, $T_{5\%}$, vypočtený podle Rovnice

©EOTA 2021

(A.9) při které byla pozorována vlasová trhlina u jednoho kotvicího prvku ve skupině dvou kotvicích prvků, musí splňovat Rovnici (2.11).

$$T_{5\%} \geq k \cdot \text{rqd. } T_{inst} \, (f_{c,t} / f_{ck})^{0,5} \qquad \text{(pro porušení betonu)} \qquad (2.11)$$

Pro k mohou být převzaty následující hodnoty:

(a) Rozptyl součinitelů tření určujících velikost síly způsobující prasknutí při požadovaném nebo doporučovaném krouticím momentu je během výroby regulován na hodnoty, které odpovídají kotvicím prvkům použitým při zkouškách.

k = 1,3 kotvení v betonu s trhlinami
= 1,7 kotvení v betonu bez trhlin

(b) Rozptyl součinitelů tření určujících velikost síly způsobující prasknutí při požadovaném nebo doporučovaném krouticím momentu není během výroby regulován na hodnoty, které odpovídají kotvám použitým při zkouškách.

k = 1,5 kotvení v betonu s trhlinami
= 2,1 kotvení v betonu bez trhlin

Výběr (a) nebo (b) v posouzení musí být zohledněn v FPC.

Síly způsobující prasknutí při požadovaném nebo doporučovaném krouticím momentu závisejí na předpínací síle vyvozené během utahování a na poměru síly způsobující prasknutí k předpínací síle.

Poznámka 8: Pokud dojde v sérii zkoušek k porušení oceli, navýšení vzdálenosti od okraje a rozteče nezmění druh porušení a zkoušená vzdálenost od okraje a rozteč platí.

Zařezávací kotvicí prvky

Pokud jsou provedeny zkoušky tahem, charakteristická únosnost při porušení se musí rovnat nebo být větší než hodnota vypočtená pro porušení vytržením kužele betonu. Největší hodnota pro c_{min} odvozená ze dvou typů zkoušek je rozhodující.

2.2.6 Vzdálenost od okraje pro zabránění prasknutí při zatížení (série zkoušek F12)

Účel zkoušky

Zkoušky jsou provedeny pro stanovení charakteristické vzdálenosti od okraje, při které není prasknutí rozhodující.

Podmínky při zkoušce

Zkouška se provede v betonu bez trhlin C20/25. Použije se vrták s průměrem $d_{cut,m}$ pro vyvrtání otvorů, do kterých jsou kotvicí prvky instalovány. Kotvicí prvek se instaluje do rohu zkušebního tělesa s minimální tloušťkou h_{min} ve vzdálenosti od okraje rovné $c_1 = c_2$. Vzdálenost od okraje a minimální tloušťka betonu jsou navrženy TAB nebo stanoveny výrobcem. Zkouška tahem se provede podle Přílohy B, B.3.3.1.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4. Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC) musí být instalovány s plným rozepřením podle Přílohy B, B.3.7 a).

Posouzení

Charakteristická vzdálenost od okraje $c_{cr,sp}$ je vyhodnocena z výsledků zkoušek tahem jednotlivých kotvicích prvků v rohu ($c_1 = c_2 = c_{cr,sp}$). Průměrné zatížení při porušení s kotvícími prvky v rohu musí být statisticky rovnocenné kotvicím prvkům bez účinku okraje a rozteče (Tabulka A.1, řádek A1) při stejné pevnosti betonu. Pokud tato podmínka není splněna, musí být vzdálenost od okraje náležitě navýšena.

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $N_{u,m}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Určí se $N_{Rk,sp}$ z 5% kvantilu zatížení při porušení $N_{u,5\%}$ [kN], převedená na jmenovitou pevnost podle A2.1, zohledňující odpovídající způsob porušení.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 15% ($cv_F > 15\%$), určí se redukční činitel pro velký rozptyl $ß_{cv}$ podle Přílohy A2.2.

Posuv při zatížení

- Ověří se kritéria pro nekontrolovaný skluz a určí se zatížení N_{sl} [kN] a stejně tak i činitel α_1 podle A2.5.
- Použije se redukční činitel α_1 spolu s rqd. $\alpha_1 = 0,8$ (beton bez trhlin) v Rovnici (2.8).
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 25 %.

©EOTA 2021

Charakteristická únosnost při prasknutí $N^0_{Rk,sp}$ musí být stanovena Rovnicí (2.12). Je to nižší hodnota buď z charakteristické únosnosti při porušení vytažením $N_{Rk,p}$ podle Rovnice (2.8)), nebo z porušení betonu $N^0_{Rk,c}$ podle EN 1992-4 [4], Rovnice (7.2).

$$N^0_{Rk,sp} = \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad (2.12)$$

2.2.7 Únosnost při porušení oceli při zatížení smykem

2.2.7.1 Jednotlivý kotvicí prvek (série zkoušek V1)

Charakteristická únosnost při porušení oceli může být vypočtena pro ocelové prvky s konstantní pevností po celé délce prvku jak je uvedeno níže. Použije se nejmenší plocha průřezu v oblasti zatížení.

$$V^0_{Rk,s} = \alpha_v \cdot A_s \cdot f_{uk} = 0{,}5 \cdot A_s \cdot f_{uk} \quad [N] \quad (2.13)$$

$$M^0_{Rk,S} = 1{,}2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk} \quad [Nm] \quad (2.14)$$

Pokud nelze použít rovnici (2.13), musí být charakteristická únosnost při porušení oceli $V_{Rk,S}$ stanovena zkouškami.

Účel zkoušky

Tyto zkoušky jsou provedeny pro stanovení únosnosti jednotlivého kotvícího prvku ve smyku bez vlivu okraje a tím ustanovení charakteristické $V_{Rk,s}$ a stejně tak i pro stanovení posuvu během zatížení smykem.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, B.3.6.1.

Zkoušky jsou požadovány pouze, pokud má kotvicí prvek významně redukovanou část podél oblasti, kde dochází k přenosu zatížení vzhledem ke smykovému zatížení, nebo když je pro přenos smykového zatížení používána víc než jedna část kotvícího prvku (např. pouzdro u objímkového typu kotvicího prvku nebo zašroubované prvky). Pro všechny ostatní kotvicí prvky může být únosnost ve smyku stanovena pomocí rovnic (2.13) a (2.14).

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Obrázku B.5.

Tabulka 2.5 Průměr otvoru v připevňovaném prvku

vnější průměr[1)] d nebo d_{nom} [mm]	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	> 30
průměr d_f otvoru v připevňovaném prvku [mm]	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33	d+3 mm nebo d_{nom} +3 mm

[1)] d pokud připevňovaný prvek zatěžuje šroub
d_{nom} pokud připevňovaný prvek zatěžuje objímku

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC)

Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC) musí být instalovány s plným rozepřením podle B.3.7 a).

Šrouby do betonu (CS)

Otvor v připevňovaném prvku musí být pro šroub do betonu zvolen tak, aby bylo možno provést instalaci.

Posouzení

Následující posouzení musí být učiněno pro každou velikost kotvícího prvku a pro každou hloubku zapuštění.

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $V_{u,m}$.
- Určí se $V_{Rk,s} = V_{u,5\%}$ jako 5% kvantil zatížení při porušení $V_{u,5\%}$ [kN], převedený na jmenovitou pevnost oceli podle A2.1.

Posuvy:

- Série zkoušek je také potřeba pro stanovení posuvů δ_{V0} v části 2.2.10.

Posuv při zatížení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $V_{u,m}$ [kN] v sérii zkoušek.
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Nu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 25 %.

©EOTA 2021

2.2.7.2 Skupina kotvicích prvků

Charakteristická únosnost skupiny kotvicích prvků je v případě porušení oceli ovlivněna tažností kotvicích prvků. Činitel k_7 tento vliv zohledňuje a je vyžadován v EN 1992-4 [4].

Činitel k_7 může být předpokládán následovně:

$k_7 = 1,0$ pro tažnou ocel charakterizovanou lomovým prodloužením $A_5 > 8\%$;

$k_7 = 0,8$ pro ocel charakterizovanou lomovým prodloužením $A_5 \leq 8\%$.

Činitel k_7 může být považován za rovný 1,0 bez dalších zkoušek, pokud MPII předepisuje vyplnit prstencovou mezeru účinným materiálem (např. s minimální pevností v tlaku 30 MPa). TAB musí zkontrolovat, zda je možné u skupiny kotvicích prvků vyplnit prstencovou mezeru odpovídajícím výplňovým materiálem podle MPII.

Šrouby do betonu (CS, série zkoušek V3)

Pro šrouby do betonu, které nevyhovují požadavkům na standardní průchozí otvor uvedeným v Tabulce 6.1 EN 1992-4 [4] a/nebo u kterých není možné určit prodloužení při přetržení A_5, může být charakteristická únosnost skupiny stanovena na základě zkoušek.

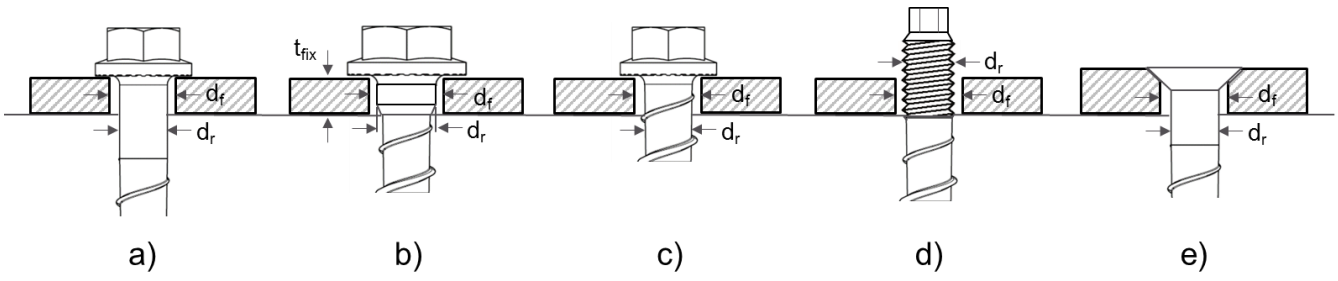
Účel zkoušky

S ohledem na zatížení smykem se EN 1992-4 [4] vztahuje na kotvicí prvky s průchozím otvorem ve směru zatížení smykem vyhovující Tabulce 6.1 EN 1992-4 [4]. I když průchozí otvor vyhovuje tomuto standardu je charakteristická únosnost skupiny kotvicích prvků stále ovlivněna tažností kotvicího prvku, která je započítána do činitele k_7 jak je uvedeno výše.

V případě, že je průchozí otvor větší než standardní hodnoty, může být únosnost skupiny dodatečně ovlivněna v důsledku větší prstencové mezery.

Zkouška je provedena pro stanovení únosnosti ve smyku skupiny šroubů do betonu, které nesplňují požadavky na standardní průchozí otvor uvedené v Tabulce 6.1 EN 1992-4 a/nebo u kterých není možné určit prodloužení při přetržení A_5. Zkouška bere v úvahu jak větší světlost otvoru, tak tažnost kotvicího prvku.

Průchozí otvor je definována jako rozdíl mezi průměrem otvoru v připevňovaném prvku d_f a odpovídajícím průměrem kotvicího prvku d_r. Pro šrouby do betonu je odpovídající průměr d_f zobrazen v Obrázku 2.6. Odpovídající průměr kotvicího prvku d_r může být průměr dříku d_s (viz. Obrázek 2.6 a), c) a e)), průměr závitové hlavy (viz. Obrázek 2.6 d)) nebo průměr nejtlustší části přímo pod hlavou, pokud tato tlustší část stojí proti připevňovanému prvku alespoň po 0,5 t_{fix} (viz. Obrázek 2.6b)).

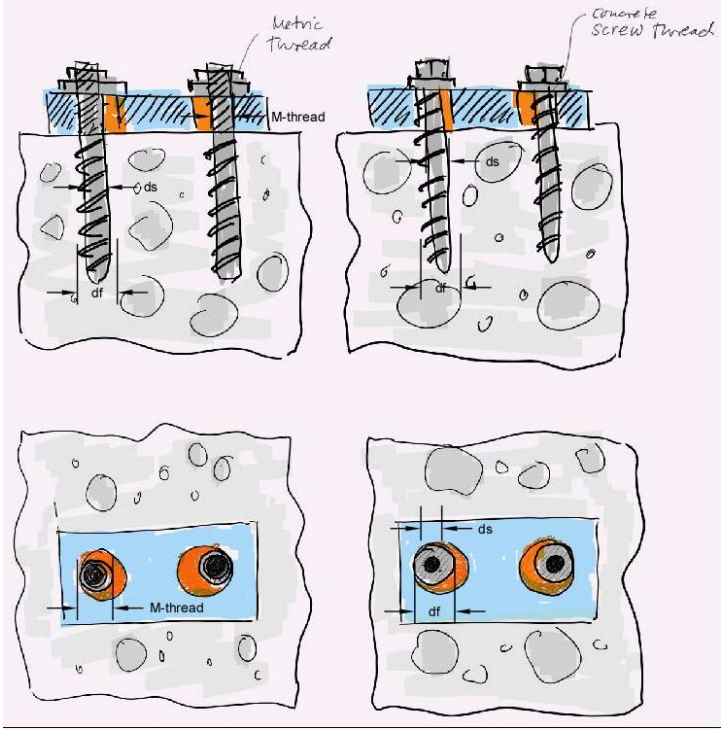


Obrázek 2.6 Průchozí otvor pro šrouby do betonu

Popis zkoušky

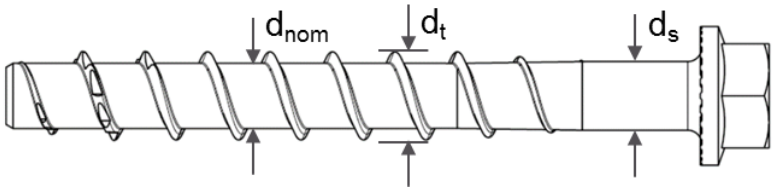
©EOTA 2021

Zkouška je provedena pro nejméně příznivé podmínky, tj. s následkem největší prstencové mezery, se skupinou 2 kotvicích prvků (šroubů do betonu) v betonu bez trhlin C20/25 (viz. Obrázek 2.7).



Obázek 2.7 Nejméně příznivé podmínky – největší prstencová mezera

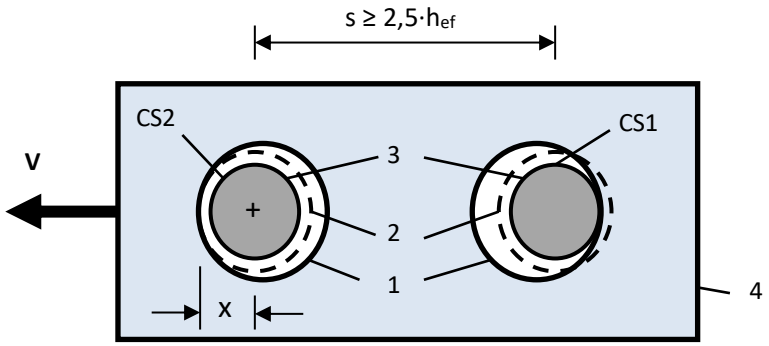
Pro šrouby do betonu s hladkým dříkem (viz. Obrázek 2.8) je uspořádání zkoušky pro stanovení smykové únosnosti skupiny šroubů do betonu zobrazeno v Obrázku 2.9 a postup instalace je uveden níže. Pro šrouby do betonu s jiným uspořádáním dříku/hlavy (viz. Obrázek 2.6 b) až e)) se musí instalace upravit tak, aby zajistila největší prstencovou mezeru.



Popis	
d_s	průměr dříku
d_t	vnější průměr závitu

Obrázek 2.8 Šroub do betonu s hladkým dříkem

©EOTA 2021



Popis
CS1 kotvicí prvek (šroub do betonu) 1
CS2 kotvicí prvek (šroub do betonu) 2
V zatížení smykem
1 světlost otvoru
2 závit šroubu do betonu
3 dřík šroubu do betonu
4 připevňovaný prvek

Obrázek 2.9 Podmínky při zkoušce pro skupinu šroubů do betonu

Pro získání nejméně příznivých podmínek při zkoušce zobrazených výše musí být instalace šroubu do betonu provedena následovně:

- vyvrtejte otvor pro šroub do betonu CS1;
- umístěte připevňovaný prvek (který má předvrtané otvory o průměru d_f v souladu s pokyny výrobce s roztečí $s \geq 2{,}5 \cdot h_{ef}$ pro zamezení vylomení během zkoušky);
- instalujte šroub do betonu CS1; předtím, než se hlava šroubu do betonu dotkne připevňovaného prvku, posuňte připevňovaný prvek tak, aby se průchozí otvor dotýkal dříku šroubu do betonu (viz. pozice CS1 na Obrázku 2.9); dokončete instalaci šroubu do betonu;
- vyvrtejte otvor a instalujte druhý šroub do betonu CS2 tak, aby až bude CS2 instalován, maximální volný prostor mezi připevňovaným prvkem a dříkem šroubu do betonu nebyl větší než polovina rozdílu mezi maximálním vnějším průměrem závitu d_t a průměrem dříku d_s (viz. Obrázek 2.8) se započítáním případných tolerancí; takže vzdálenost x uvedená na Obrázku 2.9 splní Rovnici (2.15)

$$x \leq \frac{d_t}{2} + \frac{d_t - d_s}{2} \qquad (2.15)$$

Alternativní uspořádání zkoušky využívající připevňovaný prvek složený z rozdělených desek nebo excentrických vložek v jednotném připevňovaném prvku je považováno za rovnocenné uspořádání popsanému výše, pokud jsou splněny požadavky na nejméně příznivé podmínky.

Šrouby do betonu musí být instalovány tak, aby prstencová mezera byla co největší. Pro šrouby do betonu s hladkým dříkem pod hlavou to znamená, že závitová část musí být zcela zapuštěna v betonu.

Proveďte zkoušku smykem podle Přílohy B (B.3.1, včetně tloušťky připevňovaného prvku uvedené v B.3.1.5 a B.3.2) se směrem zatížení zobrazeným na Obrázku 2.9. Tam, kde to je možné, může se zamezit nadzdvižení připevňovaného prvku během zkoušky, které, pokud je provedeno, platí jak pro zkoušku se skupinou, tak pro zkoušku s jednotlivým kotvicím prvkem.

Tvrdost připevňovaného prvku by měla být vyšší než tvrdost šroubu do betonu, aby se zamezilo poškození připevňovaného prvku.

Pro zkoušku smykem s jednotlivým šroubem do betonu a zkoušku smykem se skupinou dvou šroubů do betonu by měly být použity šrouby do betonu z jedné dávky.

Skupina dvou šroubů do betonu je zatěžována až do porušení. Zatížení skupiny kotvicích prvků je měřeno a zatížení při porušení V_u musí být stanoveno.

Posouzení

Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $V_{u,m}$ [kN] a odpovídající variační součinitel cv [%]. Pokud šrouby do betonu použité pro sérii zkoušek podle Tabulky A.1, řádek V1 a v této sérii zkoušek nejsou ze stejné dávky, musí být proveden převod zatížení při porušení podle A2.1, Rovnice (A.6). Výkon skupiny šroubů do betonu je určen se započítáním tažnosti kotvicího prvku.

Poznámka 9: Pro kotvicí prvky splňující požadavky na průchozí otvor z Tabulky 6.1 EN 1992-4 [4] je charakteristická únosnost v případě porušení oceli pro skupinu kotvicích prvků zatížených smykem stanovena na základě dvou hodnot k_7 jak je uvedeno výše. Pro konzistenci je to samé rozlišení provedeno u posouzení výsledků zkoušek.

Porovnejte průměrnou hodnotu zatížení při porušení $V_{u,m}$ (únosnost skupiny) s dvojnásobkem průměrného zatížení při porušení jednotlivého šroubu do betonu a určete odpovídající redukční činitel.

©EOTA 2021

$$\alpha_{ag} = \frac{V_{u,m}}{2 \cdot V_{u,m,\text{single}}} \quad (2.16)$$

kde $V_{u,m}$ je průměrné zatížení při porušení ze současné série zkoušek se skupinou dvou kotvicích prvků

$V_{u,m,single}$ je průměrné zatížení při porušení ze série zkoušek podle Tabulky A.1, řádek V1 s jednotlivým kotvicím prvkem

Pokud šrouby do betonu ve zkoušce s jednotlivým kotvicím prvkem a zkouškou se skupinou nejsou ze stejné dávky a pevnost šroubů do betonu použitých ve zkoušce se skupinou je větší než u zkoušky s jednotlivým kotvicím prvkem, převeďte zatížení při porušení na pevnost jednotlivého kotvicího prvku podle A2.1, Rovnice (A.6).

Variační součinitel zatížení při porušení cv(V_u) nesmí být větší než 20% pro současnou sérii zkoušek stejně tak jako pro sérii zkoušek podle Tabulky A.1, řádek V1. Pokud je variační součinitel v rozmezí 10% < cv(V_u) ≤ 20%, musí být činitel β_{df} stanoven podle Rovnice (2.17).

$$\beta_{df} = \frac{1}{1+(cv(V_u)-10)\cdot 0{,}03} \leq 1{,}0 \quad (2.17)$$

Činitel k_7 započítávající vlastnosti skupiny šroubů do betonu je vypočten následovně:

$k_7 = 1{,}0 \cdot \beta_{df}$ for $\alpha_{ag} \geq 0{,}95$ (2.18)

$k_7 = 0{,}8 \cdot \beta_{df}$ for $\alpha_{ag} \geq 0{,}8$ (2.19)

$k_7 = \alpha_{ag} \cdot \beta_{df}$ for $0{,}7 \leq \alpha_{ag} < 0{,}8$ (2.20)

Činitel k_7 stanovený na základě této série zkoušek započítává průchozí otvory větší než hodnoty uvedené v návrhových ustanoveních jako EN 1992-4 [4], Tabulka 6.1; které mohou být spojována se šrouby do betonu. Návrh skupiny kotvicích prvků při zatížení smykem může proto být proveden stejně jako je uvedeno v EN 1992-4 [4]. Toto musí být uvedeno v odpovídající ETA.

Takže, pokud zkoušky byly provedeny a činitel k_7 byl posouzen na základě těchto zkoušek, musí být v ETA uveden následující text:

„Průměr průchozího otvoru nesplňuje požadavky uvedené v EN 1992-4, Tabulka 6.1. Nicméně únosnost skupiny při zatížení smykem byla ověřena v posouzení skrz zkoušky a započtena do činitele k_7.

2.2.8 Únosnost při porušení vylomením (série zkoušek V2)

Sérii zkoušek je možno vynechat, pokud jsou pro k_8 použity výchozí hodnoty podle Tabulky 2.6.

Účel zkoušek

Série zkoušek je provedena pro stanovení činitele k_8 pro návrh podle EN 1992-4 [4] pro porušení vylomením.

Tabulka 2.6 Výchozí hodnoty pro k_8

Účinná hloubka zapuštění h_{ef} [mm]	k_8 [-]
< 60 mm	1,0
≥ 60 mm	2,0

Jiné činitele k_8 mohou být stanoveny zkouškami.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, B.3.6.2.

Série zkoušek je provedena se skupinou 4 kotvicích prvků v betonu bez trhlin C20/25 podle Přílohy B. Rozteč je zvolena jako s = $s_{cr,N}$ a vzdálenost od okraje c ≥ $c_{cr,N}$ Pokud dojde k porušení oceli, může být rozteč zmenšena.

Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4. Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací (DC) musí být instalovány s plným rozepřením podle Přílohy B.3.7 a).

Posouzení

Vlastnosti při porušení vylomením mohou být volitelně odvozeny ze zkoušek podle Tabulky A.1 řádek V2. 5% kvantil zatížení při porušení $V_{u,5\%,t}$ v sérii zkoušek je porovnán s charakteristickou únosností skupiny kotvicích prvků při tahovém zatížení v betonu bez trhlin $N_{Rk,ucr}$ podle rovnic (2.21) a (2.22).

©EOTA 2021

$$k_8 = \frac{V_{u,5\%}}{N_{Rk,ucr}} \quad (2.21)$$

$$N_{Rk,ucr} = k_{ucr} \cdot h_{ef}^{1,5} \cdot \sqrt{f_{c,t}} \cdot \frac{(s + 3h_{ef})^2}{9h_{ef}^2} \quad (2.22)$$

Posuv při zatížení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení $V_{u,m}$ [kN] ze série zkoušek.
- Určí se posuv při 50% průměrného zatížení při porušení $\delta_{0,5Vu,m}$ [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50% průměrného zatížení při porušení cv_δ [%]. Pokud je průměrný posuv při 50% zatížení při porušení větší než 0,4 mm, cv_δ nesmí přesáhnout 25 %.

2.2.9 Charakteristická únosnost pro zjednodušenou návrhovou metodu

2.2.9.1 Metoda B

F^0_{Rk} a odpovídající γ_M je rozhodující porušení pro všechny směry zatížení:

$$F^0_{Rk} / \gamma_M = \min (N_{Rk,S} / \gamma_{Ms}; N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}; N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}; V_{Rk,S} / \gamma_{Ms}) \quad (2.23)$$

$$c_{cr} = c_{cr,N} \quad (2.24)$$

$$s_{cr} = s_{cr,N} \quad (2.25)$$

Pokud nejsou k dispozici národní předpisy, jsou doporučené hodnoty pro γ_{Ms}, γ_{Mc}, γ_{Mp} uvedeny v EN 1992-4 [4] Tabulka 4.1.

2.2.9.2 Metoda C

F_{Rk} a odpovídající γ_M je rozhodující porušení pro všechny směry zatížení:

$$F_{Rk} / \gamma_M = \min (N_{Rk,S} / \gamma_{Ms}; N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}; N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}; V_{Rk,S} / \gamma_{Ms}) \quad (2.26)$$

Pokud nejsou k dispozici národní předpisy, jsou doporučené hodnoty pro γ_{Ms}, γ_{Mc}, γ_{Mp} uvedeny v EN 1992-4 Tabulka 4.1.

2.2.10 Posuvy

Posuvy při krátkodobém a dlouhodobém zatížení tahem a smykem musí být uvedeny v ETA pro zatížení F, které odpovídá přibližně hodnotě podle rovnice (2.27).

$$F = \frac{F_{Rk}}{1,4 \cdot \gamma_M} \quad (2.27)$$

Hodnoty posuvu při krátkodobém zatížení tahem δ_{NO} a smykem δ_{VO} se vyhodnocují podle zkoušek na jednotlivých kotvicích prvcích bez účinků okraje nebo rozteče podle Tabulky A.1 řádek A1 až A4 a V1. Odvozená hodnota musí odpovídat maximální hodnotě získané v sérii zkoušek pro danou úroveň zatížení.

Hodnoty posuvu při krátkodobém zatížení tahem δ_{NO} a krátkodobém zatížení smykem δ_{VO} závisejí na třídě pevnosti a stavu betonu (bez trhlin, s trhlinami). Obecně však postačí, jestliže se pro posuv při zatížení tahem a posuv při zatížení smykem uvede vždy po jedné hodnotě, která představuje nejnepříznivější stav a platí pro všechny třídy pevnosti betonu a pro beton s trhlinami a beton bez trhlin.

Při zatížení smykem by se posuv mohl zvětšovat vlivem mezery mezi připevňovaným prvkem a kotvicím prvkem. V ETA musí být jasně stanoveno, zda byla tato mezera vzata v úvahu při posouzení.

U kotvících prvků určených k použití v betonu s trhlinami a bez trhlin se posuv při dlouhodobém zatížení tahem $\delta_{N\infty}$ vypočte z výsledků zkoušek se změnou šířky trhlin (viz Tabulka A.1, řádek F3) podle rovnice (2.28).

$$\delta_{N\infty} = \frac{\delta_{m1}}{1,5} \quad (2.28)$$

U kotvících prvků určených k použití pouze v betonu bez trhlin se posuv při dlouhodobém zatížení tahem $\delta_{N\infty}$ vypočte z výsledků zkoušek stálého zatížení (viz Tabulka A.1, řádek F4) podle rovnice (2.29).

©EOTA 2021

$$\delta_{N\infty} = \frac{\delta_{m2}}{2{,}0} \qquad (2.29)$$

Hodnoty posuvu při dlouhodobém zatížení smykem $\delta_{V\infty}$ lze pokládat přibližně rovné 1,5násobku hodnoty δ_{VO}.

Zatížení, při kterém dojde poprvé ke skluzu, nelze, s výjimkou zvláštních případů, při dlouhodobé zkoušce zjistit vzhledem k účinkům smršťování a dotvarování betonu, tvorby trhlin atd.

2.2.11 Únosnost v tahu pro seismickou činnost kategorie C1 (Série C1.1)

Účel zkoušek

Zkoušky jsou určeny pro vyhodnocení vlastností kotvicích prvků při simulovaném seismickém zatížení tahem, včetně účinku trhlin a bez účinku okraje pro seismickou činnost kategorie C1.

Podmínky při zkoušce

Obecné podmínky zkoušky jsou uvedeny v části C.3.1. Vysvětlení pro typy kotvicích prvků, které mají být vyzkoušeny, jsou uvedeny v části C.3.2. Upřesnění podmínek při zkoušce jsou uvedena v části C.3.3.2.

Posouzení

Posouzení zkoušek je uvedeno v části C.4.1.1. Charakteristická únosnost při zatížení tahem pro seismickou činnost kategorie C1 musí být vypočtena podle části C.4.3.1.1.

2.2.12 Únosnost v tahu pro seismické zatížení kategorie C2 (Série C2.1, C2.3, C2.5)

Účel zkoušek

Zkoušky jsou určeny pro vyhodnocení vlastností kotvicích prvků při simulovaném seismickém zatížení tahem, včetně účinku trhlin a bez účinku okraje pro seismickou činnost kategorie C2.

Podmínky při zkoušce

Série zkoušek C2.1, C2.3 a C2.5 musí být provedena se stejnou hloubkou zapuštění a nastavením zkoušky (podmínky zamezení).

Obecné podmínky zkoušky jsou uvedeny v části C.3.1. Vysvětlení pro typy kotvicích prvků, které mají být vyzkoušeny, jsou uvedeny v části C.3.2. Upřesnění podmínek při zkoušce jsou uvedena v části C.3.4.1 pro referenční sérii zkoušek C2.1, v části C.3.4.2 pro zkoušky při pulzujícím zatížení tahem (série zkoušek C2.3) a v části C.3.4.4 pro zkoušky se zatížení tahem a proměnlivou šířkou trhliny (série zkoušek C2.5).

Posouzení

Posouzení zkoušek je uvedeno v části C.4.2. Charakteristická únosnost při zatížení tahem pro seismickou činnost kategorie C2 musí být stanovena podle části C.4.3.2.1. Posuvy musí být posouzeny podle části C.4.3.2.3.

2.2.13 Únosnost ve smyku pro seismickou činnost kategorie C1 (Série C1.2)

Účel zkoušek

Zkoušky jsou určeny pro vyhodnocení vlastností kotvicích prvků při simulovaném seismickém zatížení smykem, včetně účinku trhlin a bez účinku okraje pro seismickou činnost kategorie C1.

Podmínky při zkoušce

Obecné podmínky zkoušky jsou uvedeny v části C.3.1. Vysvětlení pro typy kotvicích prvků, které mají být vyzkoušeny, jsou uvedeny v části C.3.2. Upřesnění podmínek při zkoušce jsou uvedena v části C.3.3.2.

Posouzení

Posouzení zkoušek je uvedeno v části C.4.2. Charakteristická únosnost při zatížení smykem pro seismickou činnost kategorie C1 musí být vypočtena podle části C.4.3.1.2.

2.2.14 Únosnost ve smyku pro seismickou činnost kategorie C2 (Série C2.2, C2.4)

Účel zkoušek

©EOTA 2021

Zkoušky jsou určeny pro vyhodnocení vlastností kotvicích prvků při simulovaném seismickém zatížení smykem, včetně účinku trhlin a bez účinku okraje pro seismickou činnost kategorie C2.

Série zkoušek C2.2, C2.4 musí být provedena se stejnou hloubkou zapuštění a nastavením zkoušky (podmínky zamezení).

Podmínky při zkoušce

Obecné podmínky zkoušky jsou uvedeny v části C.3.1. Vysvětlení pro typy kotvicích prvků, které mají být vyzkoušeny, jsou uvedeny v části C.3.2. Upřesnění podmínek při zkoušce jsou uvedena v části C.3.4.1 pro referenční sérii zkoušek C2.2 a v části C.3.4.3 pro zkoušky při střídavém zatížení smykem (série zkoušek C2.4).

Posouzení
Posouzení zkoušek je uvedeno v části C.4.2. Charakteristická únosnost při zatížení smykem pro seismickou činnost kategorie C2 musí být stanovena podle části C.4.3.2.2. Posuvy musí být posouzeny podle části C.4.3.2.3.

2.2.15 Činitel pro prstencovou mezeru při seismické činnosti kategorie C1 a C2

Činitel pro prstencovou mezeru při seismické činnosti kategorie C1 a C2 musí být stanoven podle části C.4.3.4.

2.2.16 Reakce na oheň

Kotvicí prvky vyrobené z oceli jsou považovány za splňující požadavky na vlastnosti třídy A1 pro charakteristickou reakci na oheň podle EC Rozhodnutí 96/603/EC bez potřeby zkoušek na základě splnění podmínek daných v tomto Rozhodnutí a toto Rozhodnutí se vztahuje i na jejich určené použití.

Z toho důvodu jsou vlastnosti takových kotvicích prvků třída A1.

2.2.17 Požární odolnost při porušení oceli (zatížení tahem)

Účel zkoušky

Zkoušky jsou provedeny pro určení odolnosti kotvicího prvku při porušení oceli při zatížení tahem a vystavení požáru. Určení doby trvání požární odolnosti je podle podmínek uvedených v EN 1363-1 [3] za použití „křivky standardní teplota/čas“ (STC).

Zkoušky je možno vynechat, pokud únosnost pro porušení oceli je vypočtena podle 1992-4 [4], Příloha D.4.2.1.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky jsou provedeny podle Přílohy B. Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4.

Posouzení

Zkoušky musí být provedeny podle Přílohy B, 3.8.1.

Z požárních zkoušek musí být určena dvojice variant [zkušební zatížení F / doba trvání porušení t_u]. Zatížení při zkoušce F musí být převedeno na napětí oceli σ_s a pro každý kotvicí prvek zakresleno do diagramu v závislosti na době trvání požární odolnosti t_u (viz. Obrázek 2.10). Zkoušky musí být provedeny s rozdílnou úrovní zatížení tak, aby získané výsledky byly přiměřeně rozloženy podél osy t_u v rámci intervalu [30min, 120 min]. Množina podobných výsledků zkoušek nemůže být použita pro posouzení. Pro stanovení průměrné trendové křivky jsou data zobrazena z hlediska σ_s vs. $1/t_u$ (viz. Obrázek 2.11). Vzorec (křivka průměrné hodnoty) musí být určen lineární regresí dvojice variant σ_s / $(1/t_u)$ (viz. Obrázek 2.11) podle rovnice (2.30). Regresní křivka musí představovat výsledky zkoušky, jak je zobrazeno na Obrázku 2.10. Pokud během zkoušky nedojde k selhání kotvicího prvku, výsledky nemohou být použity pro stanovení regresní křivky podle Obrázku 2.10.

$$\sigma_{s1} = p_1 + p_2 / t_u \qquad (2.30)$$

kde p_1 je hodnota v místě kde regresní křivka protíná osu y (Obrázek 2.11)

p_2 je gradient regresní křivky (Obrázek 2.11)

Průměrná hodnota křivky podle rovnice (2.30) musí být snížena dodatečným činitelem $p_3 < 1$ tak, aby křivka probíhala skrz dvojici variant v nejnepříznivějším výsledku zkoušky. Jako výsledek se získá hodnota na spodní hranici křivky podle rovnice (2.31).

$$\sigma_{s2} = p_3 (p_1 + p_2 / t_u) \qquad (2.31)$$

Charakteristické napětí oceli pro dobu trvání požární odolnosti 60 min, 90 min a 120 min musí být vypočteno za použití rovnice (2.31) následovně:

©EOTA 2021

$\sigma_{Rk,s,fi(60)} = p_3 (p_1 + p_2 / 60\ min)$

$\sigma_{Rk,s,fi(90)} = p_3 (p_1 + p_2 / 90\ min)$

$\sigma_{Rk,s,fi(120)} = p_3 (p_1 + p_2 / 120\ min)$

Použitím dvou variant $t_u = 60$ min / $\sigma_{Rk,s,fi(60min)}$ a $t_u = 90$ min / $\sigma_{Rk,s,fi(90min)}$ musí být odvozena následující lineární rovnice:

$$\sigma_{s3} = p_4 - p_5 \cdot t_u \quad (2.32)$$

kde p_4 je hodnota v místě kde přímka (červená křivka na Obrázku 2.10) protíná osu y

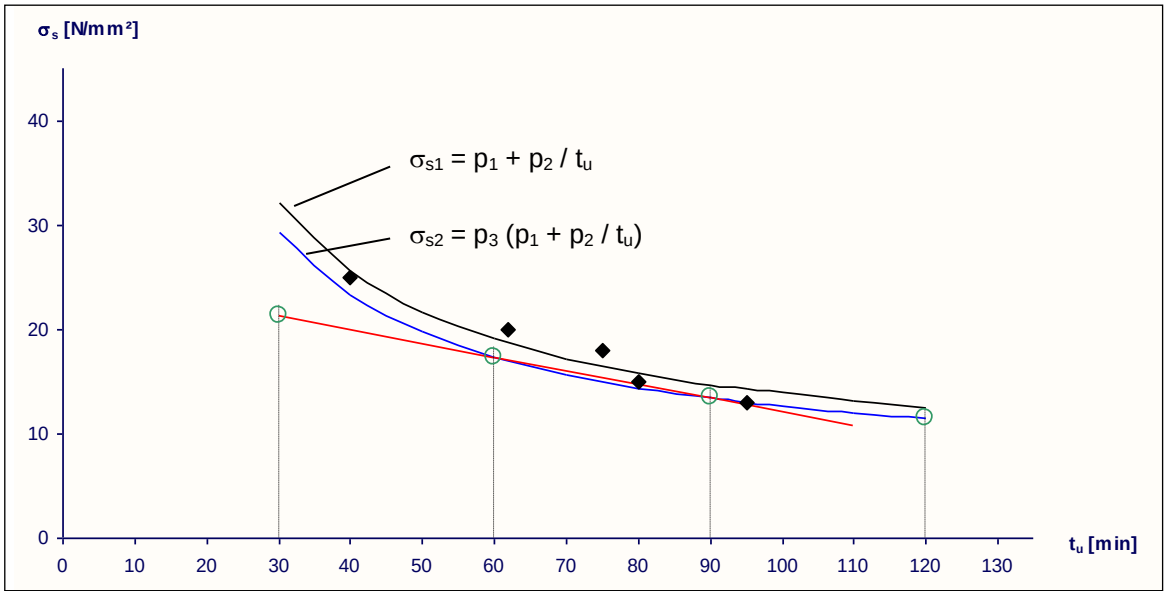
p_5 je gradient přímky (červená křivka na Obrázku 2.10)

Charakteristické napětí v oceli po dobu požární odolnosti 30 min musí být vypočteno použitím rovnice (2.32) následovně:

$$\sigma_{Rk,s,fi(30)} = p_4 - p_5 \cdot 30\ min \quad (2.33)$$

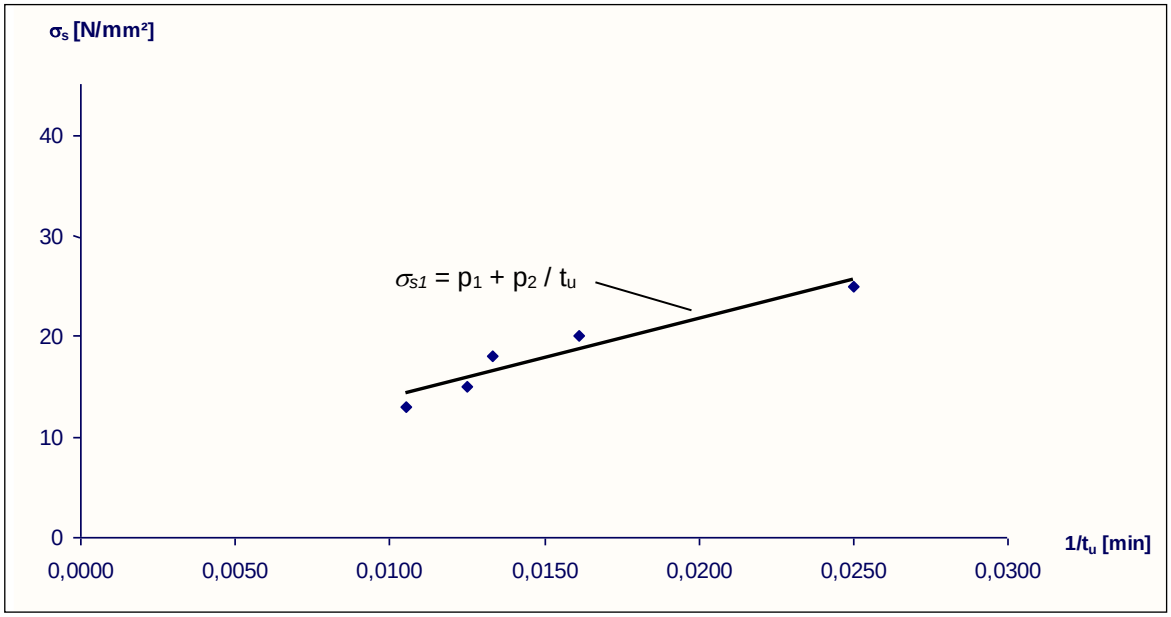
$$N_{Rk,s,fi} = \sigma_{Rk,s,fi} \cdot A_s \quad (2.34)$$

Pokud jsou zkoušky provedeny pouze se dvěma velikostmi kotvicích prvků (d_1 a d_2), může být charakteristické napětí v oceli pro mezilehlé velikosti ($d_1 \le d \le d_2$) vypočteno lineární interpolací bez dodatečných zkoušek (viz. Obrázek 2.12) pouze, pokud poměr pevnosti oceli $\sigma_{Rk,s,d2}$ není větší než 2x $\sigma_{Rk,s,d1}$. Pro kotvicí prvky $d > d_2$ může být charakteristické napětí v oceli vypočtené pro d_2 převzato bez dalších zkoušek.

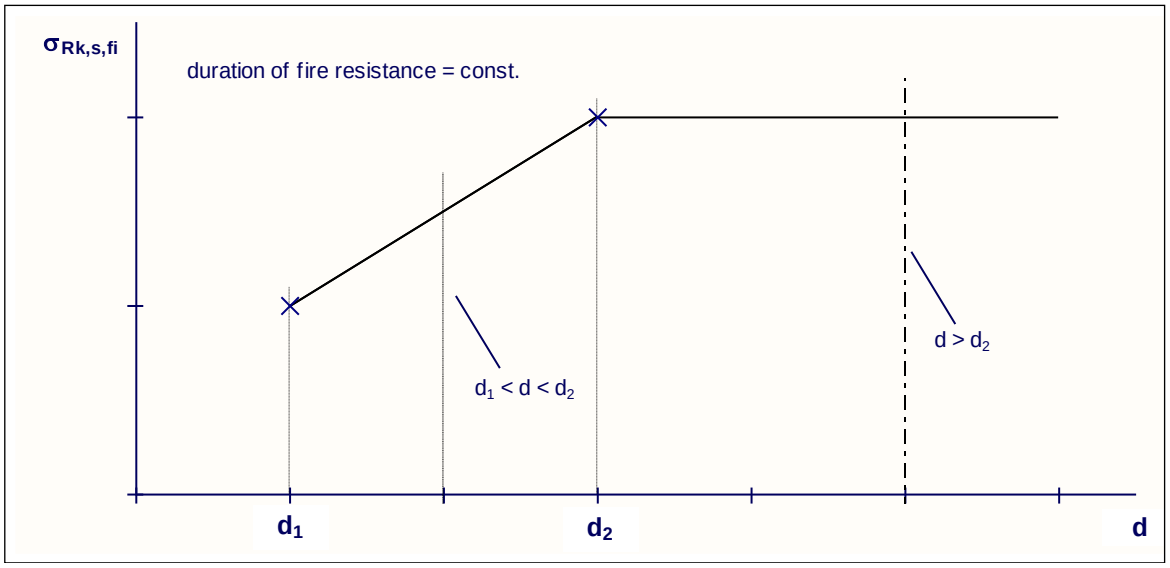


Obrázek 2.10 Stanovení charakteristického napětí v oceli

©EOTA 2021



Obrázek 2.11 Stanovení regresní rovnice



Obrázek 2.12 Interpolace mezilehlých velikostí pro konstantní dobu trvání požární odolnosti

2.2.18 Požární odolnost při porušení vytažením (zatížení tahem)

Účel zkoušky

Zkoušky jsou provedeny pro určení odolnosti kotvicího prvku při porušení vytažením při zatížení tahem a vystavení požáru. Stanovení doby trvání požární odolnosti je podle podmínek uvedených v EN 1363-1 [3] za použití „křivky standardní teplota/čas“ (STC).

Zkoušky mohou být vynechány, pokud únosnost při porušení vytažením je vypočtena podle EN 1992-4 [4], Příloha D.4.2.3.

©EOTA 2021

Podmínky při zkoušce

Zkoušky jsou provedeny podle Přílohy B 3.8.2. Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4.

Posouzení

Posouzení musí být provedeno stejným způsobem jako pro porušení oceli při zatížení tahem (viz. 2.2.17). Při vyhodnocování systému může být vztah mezi charakteristickou únosností při vytažení $N_{Rk,p,fi}$ po dobu trvání požární odolnosti 30 min, 60 min, 90 min a 120 min a charakteristickou únosností při vytažení $N_{Rk,p}$ pro beton s trhlinami C20/25 podle 2.2.2 použit pro všechny velikosti kotvicího prvku.

2.2.19 Požární odolnost při porušení oceli (zatížení smykem)

Účel zkoušky

Zkoušky jsou provedeny pro stanovení odolnosti kotvicího prvku při porušení oceli při zatížení smykem a vystavení požáru. Stanovení doby trvání požární odolnosti je podle podmínek uvedených v EN 1363-1 [3] za použití „křivky standardní teplota/čas“ (STC). Mezní pevnost kotvicích prvků při vystavení požáru při zatížení tahem může být použita pro zatížení smykem jako konzervativní předpoklad. V takovém případě mohou být zkoušky vynechány.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky jsou provedeny podle Přílohy B 3.8.3. Otvory musí být vyvrtány vrtákem s řezným průměrem $d_{cut,m}$ podle Přílohy B, Obrázek B.4.

Posouzení

Posouzení musí být provedeno podle 2.2.17.

$$V_{Rk,s,fi} = \sigma_{Rk,s,fi} \cdot A_s \quad (2.35)$$

$$M^0_{Rk,s,fi} = 1{,}2\ \sigma_{Rk,s,fi} \cdot W_{el} \quad (2.36)$$

2.2.20 Trvanlivost

Vlastnosti kotvicího prvku se nesmí měnit během délky užívání. Z toho důvodu nesmí být mechanické vlastnosti, na kterých závisí funkční a nosné vlastnosti kotvicího prvku (např. materiál, povlak), nepříznivě ovlivněny okolními fyzikálně-chemickými vlivy, jako je koroze a opotřebení způsobené okolními podmínkami (např. zásaditost, vlhkost, znečištění). Navíc, ty části kotvicích prvků, které jsou určeny pro pohyb vůči sobě během instalace (např. matice na závitu nebo kužel v objímce) nebo při použití (např. kužel v objímce) se nesmí zadřít, aby nedošlo ke zhoršení vlastností při zatížení kotvicího prvku.

V rámci posouzení trvanlivosti konstrukčních výrobků musí být zváženo následující:

a) Koroze

Postupy posuzování/zkoušení potřebné v souvislosti s odolností proti korozi, budou záviset na specifikaci kotvícího prvku vzhledem k jeho použití. Není třeba podávat důkaz, že ke korozi nedojde, jsou-li kovové části kotvicích prvků chráněny před korozí, jak se uvádí níže:

(1) Kotvicí prvky určené k použití v konstrukcích vystavených suchému, vnitřnímu prostředí:

Žádná zvláštní ochrana proti korozi ocelových částí není zapotřebí, protože povlak, zabraňující korozi během uskladnění před použitím a zajišťující řádné fungování (pozinkování s minimální tloušťkou povlaku 5 mikronů), je považován za dostatečný.

(2) Kotvicí prvky pro použití podle EN 1993-1-4 [5], Příloha A:

Kotvicí prvky vyrobené z nerezové oceli podle EN 1993-1-4 [5], Příloha A, Tabulka A.3 a A.4 jsou považovány za dostatečně trvanlivé pro odpovídající třídu odolnosti proti korozi (CRC).

b) Povlak

Musí být prokázána trvanlivost povlaku, který zaručí funkčnost a nosné vlastnosti kotvicího prvku.

Žádné zvláštní podmínky při zkoušce pro kontrolu trvanlivosti jakéhokoliv povlaku nemohou být v EAD uvedeny, protože závisí na typu povlaku. O příslušné zkouškách musí rozhodnout zodpovídající TAB na základě specifického typu povlaku a určeným podmínkám použití (např. suché vnitřní nebo vnější podmínky).

©EOTA 2021

Následující podmínky okolního prostředí musí být vzaty v úvahu při posuzování trvanlivosti povlaku:

suché vnitřní podmínky
- vysoká zásaditost (pH ≥ 13,2)
- rozsah teplot -5°C až +40°C

ostatní podmínky okolního prostředí
- vysoká zásaditost (pH ≥ 13,2)
- rozsah teplot -5°C až +80°C
- kondenzovaná voda
- chloridy
- oxid siřičitý
- oxid dusíku
- amoniak

Pozinkování (elektrolytické nebo žárové) není potřeba podrobovat zkouškám, pokud je použito ve vnitřních suchých podmínkách.

c) Zadírání

Žádné zvláštní podmínky při zkouškách nejsou uvedeny pro prokázání shody s požadavky uvedenými v prvním odstavci výše, protože závisí na specifických opatření použitých k zabránění zadření a musí být o nich rozhodnuto zodpovídajícím TAB.

Posouzení nebezpečí zadření v kotvicích prvků z nerezové oceli je postaveno na základě zvážení použitého stupně(ů) a povrchové úpravy oceli vzhledem k existující zkušenosti se zadíráním v odpovídajících případech.

©EOTA 2021

3. POSOUZENÍ A OVĚŘENÍ STÁLOSTI VLASTNOSTÍ

3.1 Systém posouzení a ověření stálosti vlastnosti, který má být použit

Pro výrobky, na které se vztahuje tento EAD, se použije Evropské právní rozhodnutí: 1996/582/EC.

Systém: 1

3.2 Úkoly výrobce

Základní body činností, které mají být provedeny výrobcem mechanických kotvicích prvků pro použití v betonu při postupu posouzení a ověření stálosti vlastností jsou stanoveny dole v Tabulce 3.1.

Tabulka 3.1 Kontrolní plán pro výrobce; základní body

Č.	Předmět/typ kontroly	Zkouška nebo kontrolní metoda	Kritéria, pokud jsou	Minimální počet vzorků	Minimální četnost kontroly
Prověrka systému řízení výroby (FPC) [včetně zkoušení vzorků odebraných v továrně podle předepsaného zkušebního plánu]*					
Kovové části					
1	Rozměry (vnější průměr, vnitřní průměr, délka závitu, atd.)	Kalibr nebo měřidla	Stanoveny v kontrolním plánu	3	Každá vyrobená dávka nebo 100 000 prvků nebo když byla změněna surovina **)
2	Zatížení v tahu nebo pevnost v tahu *)	EN ISO 6892-1 [12] EN ISO 898-1 [11] EN ISO 3506-1 [7]		3	
3	Mez kluzu *)	EN ISO 6892-1 [12] EN ISO 898-1 [11] EN ISO 3506-1 [7]		3	
4	Tvrdost jádra a tvrdost povrchu (na určitých bodech výrobku s ohledem na funkčnost) - případně	Zkoušky podle EN ISO 6507 [8] nebo EN ISO 6508 [9]		3	
5	Drsnost kuželu – kde je to relevantní	profilová metoda podle EN ISO 12085 [18] Softwarové měření EN ISO 5436 [14] kalibrace EN ISO 12179 [19] EN ISO 1302 [13]		3	
6	Pozinkování – kde je to relevantní	Rentgenospektrometrické měření podle EN ISO 3497 [15], magnetická metoda podle EN ISO 2178 [16], Metoda vířivých proudů využívající fázových změn podle EN ISO 21968 [17]		3	
7	Lomové prodloužení - kde je to relevantní	EN ISO 6892-1 [12] EN ISO 898-1 [11]		3	
8	Hrot z tvrdého kovu u kotvicího prvku vyrobeného z nerezové oceli - kde je to relevantní	kontrola materiálu, geometrie, pozice a upevnění k nerezové oceli		3	

*) Zkoušky podle norem, nicméně, v případě potřeby provedené na konečném výrobku s odpovídajícím uzpůsobením dohodnuté s TAB (např. geometrické hledisko)

**) Menší kontrolní interval je rozhodující

©EOTA 2021

3.3 Úkoly oznámeného subjektu

Základní body činností, které mají být provedeny oznámeným subjektem při postupu posouzení a ověření stálosti vlastností mechanických kotvících prvků jsou stanoveny dole v Tabulce 3.2.

Tabulka 3.2 Kontrolní plán pro oznámený subjekt; základní body

Č.	Předmět/typ kontroly	Zkouška nebo kontrolní metoda	Kritéria, pokud jsou	Minimální počet vzorků	Minimální četnost kontroly
Počáteční inspekce ve výrobně a prověrka systému řízení výroby					
1	Je třeba ověřit, že systém řízení výroby s personálem a vybavením jsou schopni zajistit souvislou a řádnou výrobu mechanických kotvicích prvků.	Stanoveno v kontrolním plánu			1
Průběžný dohled, posouzení a vyhodnocení systému řízení výroby					
2	Ověření, že systém řízení výroby a specifikované automatizované postupy jsou udržovány s ohledem na kontrolní plán.	Stanoveno v kontrolním plánu			1/rok

©EOTA 2021

4. ODKAZY NA DOKUMENTY

[1]	EAD 330011-00-0601:2014-07	Stavitelné závrtné šrouby do betonu
[2]	EN 206:2013 + A2:2021	Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
[3]	EN 1363-1:2012	Zkoušení požární odolnosti - Část 1: Základní požadavky
[4]	EN 1992-4:2018	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 4: Navrhování kotvení do betonu
[5]	EN 1993-1-4:2006 + A1:2015	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-4: Obecná pravidla – Doplňující pravidla pro korozivzdorné oceli
[6]	EN 13501-1:2007 + A1:2009	Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň, Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických zařízení
[7]	EN ISO 3506-01:2009	Mechanické vlastnosti spojovacích součástí z korozivzdorných ocelí - Část 1: Šrouby, Část 2: Matice
[8]	EN ISO 6507-1:2018	Kovové materiály - Zkouška tvrdosti podle Vickerse
[9]	EN ISO 6508-1:2016	Kovové materiály - Zkouška tvrdosti podle Rockwella
[10]	EN ISO/IEC 17025:2017	Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří
[11]	EN ISO 898-1:2013	Mechanické vlastnosti spojovacích součástí z uhlíkové a legované oceli Část 1: Šrouby se specifikovanými třídami pevnosti - Hrubá a jemná rozteč
[12]	EN ISO 6892-1:2016	Kovové materiály - Zkoušení tahem - Část 1: Zkušební metoda za pokojové teploty
[13]	EN ISO 1302:2002	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Označování struktury povrchu v technické dokumentaci výrobků
[14]	EN ISO 5436-1:2000	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda, Měřicí etalony - Část 1: Hmotné míry
[15]	EN ISO 3497:2000	Kovové povlaky. Měření tloušťky povlaku. Rentgenospektrometrické metody
[16]	EN ISO 2178:2016	Nemagnetické povlaky na magnetických podkladech. Měření tloušťky povlaku. Magnetická Metoda
[17]	EN ISO 21968:2005	Nemagnetické kovové povlaky na kovových a nekovových podkladových materiálech – Měření tloušťky povlaku - Metoda vířivých proudů využívající fázových změn
[18]	EN ISO 12085:2013	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Parametry metody motif
[19]	EN ISO 12179:2000	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Kalibrace dotykových (hrotových) přístrojů
[20]	EN 13791:2007	Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích
[21]	EAD 330232-00-0601:2016-05	Mechanické kotvicí prvky do betonu
[22]	EN 197-1:2014	Cement - Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití
[23]	EN 1090-2:2011	Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
[24]	ISO 5468:2006	Vrtáky s tvrzeným hrotem pro bezpříklepové a příklepové vrtání ve stavebnictví. Rozměry

©EOTA 2021

[25]	EN 1993-1-1:2010	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
[26]	Lewandowski, R	Beurteilung von Bauwerksfestigkeiten an Hand von Betongütewürfeln und –bohrproben, Schriftenreihe der Institute für Konstruktiven Ingenieurbau der Technischen Universität Braunschweig, Heft 3, Werner Verlag, Düsseldorf, 1971
[27]	EN 1363-1:1999	Zkoušení požární odolnosti - Část 1: Základní požadavky
[28]	EN 1998-1:2004 AC 2009	Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby

©EOTA 2021

PŘÍLOHA A PROGRAM ZKOUŠEK A OBECNÉ ASPEKTY POSOUZENÍ

A1 Program zkoušek

Program zkoušek pro posouzení se skládá z

- Základních zkoušek tahem a základních zkoušek smykem pro posouzení základních hodnot únosnosti a
- Ostatních zkoušek pro posouzení charakteristické únosnosti vzhledem k různým vlivům pro příslušný rozsah použití podle určeného použití.

Tabulka A.1 Program zkoušek

Č.	Účel zkoušky	Beton	Šířka trhliny	Velikost	d_{cut}	n_{min}	rqd. α	Požadováno pro	Část
Únosnost při porušení oceli při zatížení tahem									
N1	Únosnost oceli	-	0	Všechny	-	5	-	Všechny	2.2.1.1
N2	Maximální krouticí moment	C50/60	0	Všechny	$d_{cut,m}$	5		TC, UC, DC	2.2.1.2
N3	Vodíková křehkost	C50/60	0	Všechny	$d_{cut,m}$	5	0,90	CS	2.2.1.3
Základní zkoušky tahem									
A1	Základní zkoušky tahem	C20/25	0	Všechny	$d_{cut,m}$	5	-	Varianta 1-12	2.2.2.1
A2		C50/60	0	Všechny		5	-	CS: všechny varianty jako referenční pro N3 Ostatní: Varianta 7, 9, 11 [1)]	
A3		C20/25	0,3	Všechny		5	-	Varianta 1-6	
A4		C50/60	0,3	Všechny		5	-	Varianta 1,3,5 [1)]	
Únosnost při porušení vytažením									
F1	Maximální šířka trhliny a velký průměr otvoru	C20/25	0	s/m/l	$d_{cut,max}$	5[3)]	0,80	Varianta 7-12	2.2.2.2
			0,50	Všechny				Varianta 1-6	
F2	Maximální šířka trhliny a malý průměr otvoru	C50/60	0	s/m/l	$d_{cut,min}$	5[3)]	1,00	Varianta 7-12	2.2.2.3
			0,50	Všechny			0,80	Varianta 1-6	
F3	Změna šířky trhliny	C20/25	0,10-0,30	Všechny	$d_{cut,max}$ $d_{cut,m}$	5[3)]	0,90	Varianta 1-6 UC, CS, Varianta 1-6	2.2.2.4
F4	Opakované zatížení	C20/25	0	m	$d_{cut,m}$	3	1,00	DC, TC, UC Varianta 1-12	2.2.2.5
		C20/25		Všechny		5		CS Varianta 1-12	
		C50/60		m		3		DC, TC Varianta7-12	
F5	Robustnost kotvicího prvku typu se zatlačením objímky	C20/25	0	Všechny	$d_{cut,m}$	5	0,80	DC	2.2.2.6
			0,50						
F6	Krouticí moment v betonu nízké pevnosti	C20/25	0	Všechny	$d_{cut,max}$	10		CS	2.2.2.7
F7	Krouticí moment v betonu vysoké pevnosti	C50/60	0	Všechny	$d_{cut,min}$	10		CS	2.2.2.8
F8	Rázový šroubovák	C20/25 (C50/60)[6)]	0	Všechny	$d_{cut,max}$ ($d_{cut,min}$)	15		CS	2.2.2.9
F9	Robustnost při změně podmínek použití	C20/25	0	s/m/l [5)]	[4)]	5[3)]	0,95	Varianta 7-12	2.2.4.1
		C20/25	0,30	Všechny			0,80	UC, DC, CS Varianta 1-6	
		C50/60					0,70	TC Varianta 1-6	
F10	Robustnost při kontaktu s výztuží	C20/25	0,30	s/m [2)]	$d_{cut,m}$	5[3)]	0,85 0,70 0,60	Varianta 1-6 UC, CS	2.2.4.2
F11	Minimální vzdálenost od okraje a rozteč	C20/25	0	Všechny	$d_{cut,m}$	5	-	Všechny	2.2.5
F12	Vzdálenost od okraje pro zabránění prasknutí při zatížení	C20/25	0	Všechny	$d_{cut,m}$	4	-	Varianta 1-12	2.2.6

Č.	Účel zkoušky	Beton	Šířka trhliny	Velikost	d_{cut}	n_{min}	rqd. α	Požadováno pro	Část
Charakteristická únosnost při zatížení smykem									
V1	Charakteristická únosnost při porušení oceli při zatížení smykem	C20/25	0	Všechny	$d_{cut,m}$	5	-	Všechny	2.2.7.1
V2	Charakteristická únosnost při porušení vylomením	C20/25	0	Všechny	$d_{cut,m}$	5	-	Všechny [7]	2.2.8
V3	Skupina kotvicích prvků	C20/25	0	Všechny	$d_{cut,m}$	5	-	CS[8]	2.2.7.2
Charakteristická únosnost při seismické činnosti kategorie C1									
C1.1	Fungování při pulzujícím zatížení tahem[3]	C20/25	0,5[9]	Všechny	$d_{cut,m}$	5[10]	-	Všechny	C.3.3.2 C.4.1.1
C1.2	Fungování při střídavém zatížení smykem[4]	C20/25	0,5[9]	Všechny	$d_{cut,m}$	5[10]	-	Všechny	C.3.3.3 C.4.1.2
Charakteristická únosnost při seismické činnosti kategorie C2									
C2.1a	Referenční zkoušky tahem v betonu nízké pevnosti	C20/25	0,8[9]	Všechny	$d_{cut,m}$	5[11]	-	Všechny	C.3.4.1 C.4.2.1 C.4.2.2
C2.1b	Zkoušky tahem v betonu vysoké pevnosti	C50/60	0,8[9]	Všechny	$d_{cut,m}$	5[11]	-	Všechny	C.3.4.1 C.4.2.1 C.4.2.2
C2.2[3]	Referenční zkoušky smykem	C20/25	0,8[9]	Všechny	$d_{cut,m}$	5[11]	-	Všechny	C.3.4.1 C.4.2.1 C.4.2.3
C2.3	Fungování při pulzujícím zatížení tahem	C20/25	0,5 / 0,8	Všechny	$d_{cut,m}$	5[11]	-	Všechny	C.3.4.2 C.4.2.1 C.4.2.4
C2.4	Fungování při střídavém zatížení smykem	C20/25	0,8[9]	Všechny	$d_{cut,m}$	5[11]	-	Všechny	C.3.4.3 C.4.2.1 C.4.2.5
C2.5	Fungování při zatížení tahem s proměnlivou šířkou trhliny	C20/25	Δ_{w1}=0,0 Δ_{w2}=0,8	Všechny	$d_{cut,m}$	5[11]	-	Všechny	C.3.4.4 C.4.2.1 C.4.2.6

1) Zkoušky mohou být vynechány, pokud je při referenčních zkouškách tahem v betonu pevnosti C20/25 porušení způsobenou přetržením oceli.
2) Nezbytné pouze pro zařezávací kotvicí prvky a šrouby do betonu s h_{ef} < 80 mm určených k použití v betonových dílcích s výztuží o rozteči < 150 mm.
3) Jestliže se společně zkoušejí méně než tři velikosti kotvicího prvku a/nebo různé velikosti kotvicího prvku nejsou podobné, pokud se týká geometrie, tření mezi kuželem a objímkou (vnitřní tření) a tření mezi objímkou a betonem (vnější tření), musí se počet zkoušek zvýšit na 10 pro všechny velikosti kotvicího prvku.
4) Podmínky při zkoušce jsou upřesněny v části 2.2.4.1.
5) Pro kotvicí prvky, které si nejsou podobné z hlediska geometrie a/nebo tření, musí být vyzkoušeny všechny velikosti.
6) Podmínky při zkoušce jsou upřesněny v části 2.2.2.9.
7) Zkoušky mohou být vynechány, viz. část 2.2.8.
8) Zkoušky mohou být vynechány, viz. část 2.2.7.2.
9) Šířka trhliny přidaná k šířce vlasové trhliny po instalaci kotvicího prvku ale před zatížením kotvicího prvku.
10) Zkouší se všechny průměry kotvicího prvku, které mají být posouzeny pro seismické použití. Pro různé kotvicí prvky, které mají být zkoušeny, postupujte podle C.3.2.
11) Zkouší se všechny průměry kotvicího prvku, které mají být posouzeny pro seismické použití. Pro různé typy oceli, třídy oceli, metody výroby, nastavení hlavy (mechanické kotvicí prvky), typy vložení, vícenásobné hloubky zapuštění a metody vrtání postupujte podle C.3.2.
12) 0,5 ($\leq 0,5 \cdot N/N_{max}$); 0,8 ($> 0,5\ N/N_{max}$) Zkoušky mohou být rovněž ukončeny s Δw = 0,8 mm na všech úrovních zatížení (N/N_{max}).
13) Δw_1 = 0,0 mm je definován v C.3.4.5.

©EOTA 2021

Pro určené série zkoušek podle Tabulky A.1 může být použit snížený rozsah zkoušených velikostí, označený jako „s/m/l“. Počet průměrů, které mají být zkoušeny, v tom případě záleží na počtu požadovaných velikostí a je uveden v Tabulce A.2.

Tabulka A.2 Snížený rozsah zkoušených velikostí s/m/l

Počet požadovaných velikostí	Počet průměrů, které mají být zkoušeny
≤ 5	3
≤ 8	4
≤ 11	5
> 11	6

Ustanovení pro všechny série zkoušek

Pokud je to možné, musí se postupovat podle Přílohy B s ohledem na zkušební tělesa, nastavení zkoušek a vlastnosti zkoušek. Úpravy jsou řešeny v následujících částech, které mají vyšší platnost než rozporná ustanovení v Příloze B. Zkoušky tahem jsou provedeny jako zkoušky bez zamezení vzniku porušení.

Doporučuje se, aby řešení zkoušek a kalibrace předmětů byly provedeny v souladu s EN ISO/IEC 17025 [10].

Jsou-li šrouby kotvicího prvku určeny k instalaci s více než jednou hloubkou zapuštění, obecně se musí provést zkoušky ve všech hloubkách. Ve zvláštních případech, např. dochází-li k porušení oceli, může být počet zkoušek snížen.

©EOTA 2021

A2 Obecné metody posuzování

A2.1 Přepočet zatížení při porušení na jmenovitou pevnost

Přepočet zatížení při porušení musí být proveden podle rovnice (A.1) až (A.6) v závislosti na způsobu porušení.

Porušení betonu	$F_{u,c} = F_{u,t} \cdot \left(\frac{f_c}{f_{c,t}}\right)^{0,5}$ kde $\frac{f_c}{f_{c,t}} \leq 1,0$	(A.1)
Porušení vytažením	$F_{u,p} = F_{u,t} \cdot \left(\frac{f_c}{f_{c,t}}\right)^{m}$ kde $\frac{f_c}{f_{c,t}} \leq 1,0$	(A.2)
	$m_{ucr} = \frac{log\left(\frac{N_{u,m,A2}}{N_{u,m,A1}}\right)}{log\left(\frac{f_{c,t,A2}}{f_{c,t,A1}}\right)} \leq 0,50$	(A.3)
	$m_{cr} = \frac{log\left(\frac{N_{u,m,A4}}{N_{u,m,A3}}\right)}{log\left(\frac{f_{c,t,A4}}{f_{c,t,A3}}\right)} \leq 0,50$	(A.4)
	$\psi_{c,xx} = \left(\frac{f_{ck,xx}}{f_{ck,20}}\right)^{m}$ [1)]	(A.5)
Porušení oceli	$N_{u,s} = N_{u,t}\frac{f_{uk}}{f_{u,t}}$ (pro zkoušky tahem) $V_{u,s} = V_{u,t}\frac{f_{uk}}{f_{u,t}}$ (pro zkoušky smykem)	(A.6)

[1)] Pokud se nerozlišuje mezi betonem s trhlinami a bez trhlin, musí být činitel m stanoven jako minimum z rovnic (A3) a (A4).

A2.2 Kritéria rozptylu zatížení při porušení

Pokud variační součinitel zatížení při porušení přesáhne 15% v jakékoliv sérii základních zkoušek a není větší než 30%, musí se počítat s následující snížením:

$$\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(cv - 15)} \leq 1,0 \quad \text{(A.7)}$$

Pokud variační součinitel zatížení při porušení přesáhne 20% v jakékoliv jiné sérii zkoušek a není větší než 30%, musí se počítat s následující snížením:

$$\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(cv - 20)} \leq 1,0 \quad \text{(A.8)}$$

Pokud je přesažena maximální mez 30% pro variační součinitel zatížení při porušení, musí se navýšit počet zkoušek, aby nedošlo k překročení meze. Tento EAD se nevztahuje na kotvicí prvky, u kterých není této meze dosaženo.

Pokud je variační součinitel menší než kritéria zmíněná výše, $\beta_{cv} = 1,0$.

Nejmenší výsledek β_{cv} musí být převzat pro posouzení.

©EOTA 2021

A2.3 Stanovení 5% kvantilu

Hodnota 5% kvantilu mezního zatížení naměřená při zkouškách je vypočtena v souladu se statistickým postupem pro hladinu spolehlivosti 90%. Pokud nedojde k přesnému ověření, předpokládá se normální rozložení a neznámá směrodatná odchylka souboru.

$$F_{u,5\%} = F_{u,m} (1 - k_s \cdot cv_F) \quad (A.9)$$

$$F_{u,95\%} = F_{u,m} (1 + k_s \cdot cv_F) \quad (A.10)$$

např. n = 5 zkoušek: $k_s = 3,40$
n = 10 zkoušek: $k_s = 2,57$

Poznámka 10: Hladina spolehlivosti 90% je definována pro charakteristickou únosnost kotvicích prvků v EN 1992-4 a proto je použita pro posouzení v tomto EAD.

A2.4 Stanovení redukčních činitelů α

Pro všechny série zkoušek musí být průměrné zatížení při porušení a 5% kvantil průměrného zatížení porovnány s odpovídající referenční sérii zkoušek ze základní série zkoušek:

$$\alpha = min\left\{\frac{F_{u,m,t}}{F_{u,m,r}}; \frac{F_{u,5\%,t}}{F_{u,5\%,r}}\right\} \quad (A.11)$$

Pokud je počet zkoušek v obou sérií n ≥ 10, může být provedeno porovnání 5% kvantilu zatížení při porušení za předpokladu, že hodnota k je 1,645, pouze pro stanovení činitele α.

Porovnání 5% kvantilu může být vynecháno při jakémkoliv počtu zkoušek v sérii zkoušek, jestliže variační součinitel v sérii zkoušek je menší, nebo se rovná variačnímu součiniteli ze série referenčních zkoušek, nebo pokud jsou variační součinitelé z obou zkušebních sérií menší než 15 %.

Pro zkoušky robustnosti při změnách podmínek použití a robustnosti při kontaktu s výztuží je použit redukční činitel α pro stanovení činitele γ_{inst}.

Pro všechny ostatní série zkoušek mohou být použity pro porovnání podle rovnice (A.11) následující odkazy:

- $F_{u,m,r}$ = $N_{Rk,c}$ / 0,75
- $F_{u,5\%,r}$ = N_{Rk} (charakteristická únosnost uvedená v ETA)

A2.5 Kritéria pro nekontrolovaný skluz při zatížení tahem

Křivky zatížení/posuv musí vykazovat plynulý růst (viz Obrázek A.1). Pokles zatížení a/nebo vznik vodorovné nebo téměř vodorovné části křivky, způsobený nekontrolovaným skluzem kotvicího prvku, není přijatelný do zatížení:

Zkoušky v betonu s trhlinami: $N_{sl} = 0,7\ N_{Ru}$ (A.12)

Zkoušky v betonu bez trhlin: $N_{sl} = 0,8\ N_{Ru}$ (A.13)

Není-li při zkoušce splněn požadavek uvedený v rovnici (A.12) a (A.13), respektive pokud nastane $N_{sl} < 0,7\ N_{Ru}$ a $N_{sl} < 0,8\ N_{Ru}$, redukční činitel α_1 musí být stanoven pomocí rovnice (A.14)

$$\alpha_1 = N_{sl,t} / N_{Ru,t} \quad (A.14)$$

kde

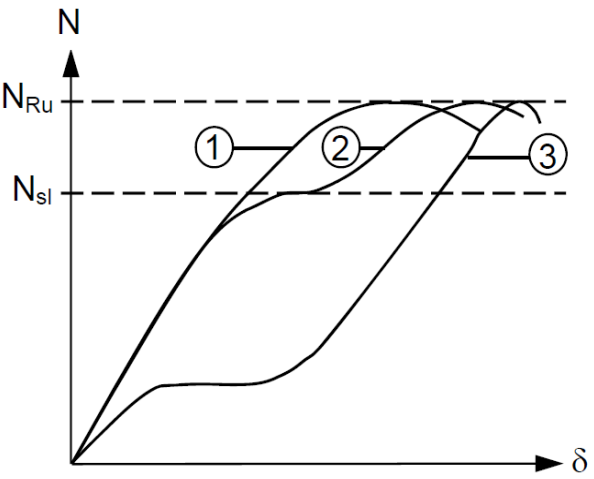
$N_{sl,t}$ = úroveň zatížení při které došlo během zkoušky k nekontrolovaném skluzu
$N_{Ru,t}$ = mezní zatížení při zkoušce

Toto snížení není nutné, jestliže v rámci jednotlivé série zkoušek nanejvýše při jedné zkoušce vykazuje křivka zatížení/posuv malé plato pod hodnotou stanovenou pomocí rovnice (A.12), za předpokladu, že jsou splněna všechna tato kritéria:

- odchylka není významná
- odchylku lze odůvodnit jako necharakteristickou pro chování kotvicího prvku, způsobenou vadou zkoušeného kotvicího prvku, zkušebního postupu apod.
- chování kotvicího prvku splňuje kritérium v dalších sériích 10 zkoušek

Ve všech zkouškách je do rovnice (2.8) vložena nejnižší hodnota pro α_1 / rqd. α_1, s $\alpha_1 = 0,7$ pro zkoušky v betonu s trhlinami a rqd. $\alpha_1 = 0,8$ pro zkoušky v betonu bez trhlin.

©EOTA 2021



1 přijatelná funkce
2 přijatelná funkce
3 nepřijatelná funkce

Obrázek A.1 Příklady křivky zatížení/posuv

Nekontrolovaný skluz je definován pro různé typy kotvicích prvků následovně:

Kotvicí prvky aktivované krouticím momentem (TC)

K nekontrolovanému skluzu kotvicího prvku dochází, pokud se rozpěrná objímka pohybuje ve vyvrtaném otvoru. To lze rozeznat snížením zatížení a/nebo horizontální nebo skoro horizontální částí křivky zatížení/posuv (porovnání na Obrázku A.1). V případě pochybností o chování kotvicího prvku je nutné vhodným způsobem zaznamenat posuv rozpínací objímky oproti její původní poloze ve vyvrtaném otvoru během zkoušek tahem nebo po nich.

Zařezávací kotvicí prvky (UC) / Šrouby do betonu (CS)

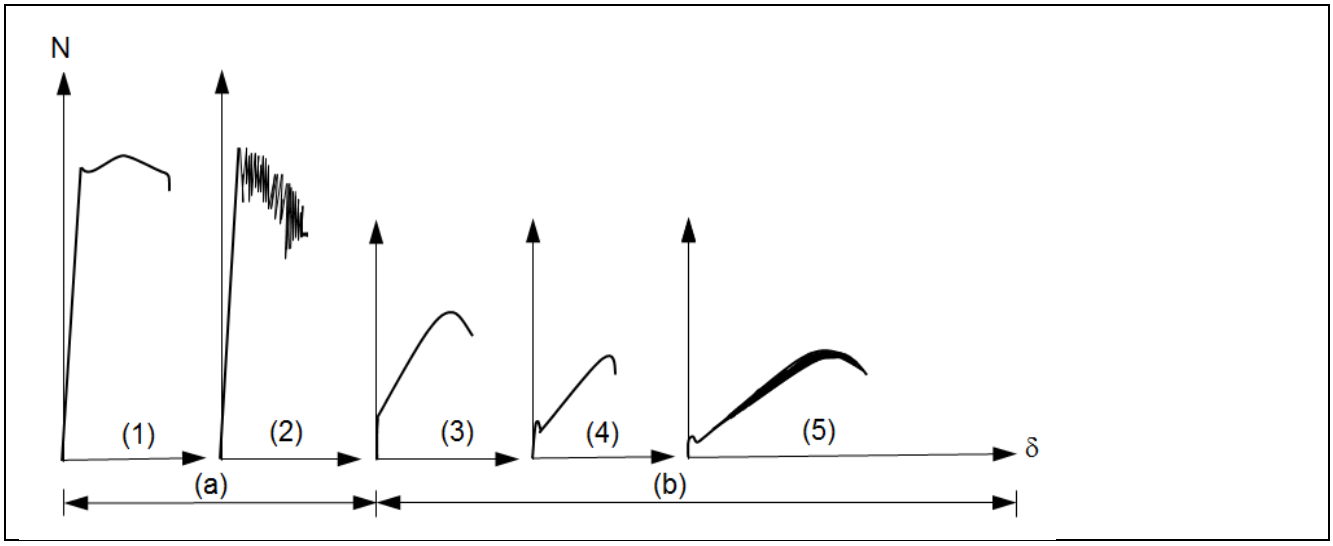
K nekontrolovanému skluzu kotvicího prvku dochází, pokud se rozpěrná objímka nebo rozpěrný prvek významně pohybuje ve vyvrtaném otvoru. To může být způsobeno porušením vysoce zatíženého betonu v oblasti rozšířeného konce otvoru. Skluz lze rozeznat podle poklesu zatížení a/nebo horizontální nebo skoro horizontální částí křivky zatížení/posuv s odpovídajícím posuvem > 0,5 mm.

Kotvicí prvky aktivované deformací (DC)

U rozpěrných prvků aktivovaných deformací může dojít ke skluzu objímky v otvoru. Rozdíly mezi statickým třením a kluzným třením mohou vést ke kolísání křivky zatížení/posuv, jak je patrné z křivek (2) a (5) na Obrázku A.2. Mimoto v betonu s trhlinami po překonání třecího odporu se zatížení tahem přenáší mechanickým uzavřením rozepřeného kotvicího prvku, což výrazně snižuje tuhost kotvicího prvku. Může to také vést ke snížení zatížení neseného kotvou v poměrně úzkých mezích posuvu, jak ukazují křivky (4) a (5) na Obrázku A.2. Tento jev nelze považovat za nekontrolovaný skluz.

Mezní zatížení je maximální zatížení zaznamenané při zkoušce nezávisle na posuvu.

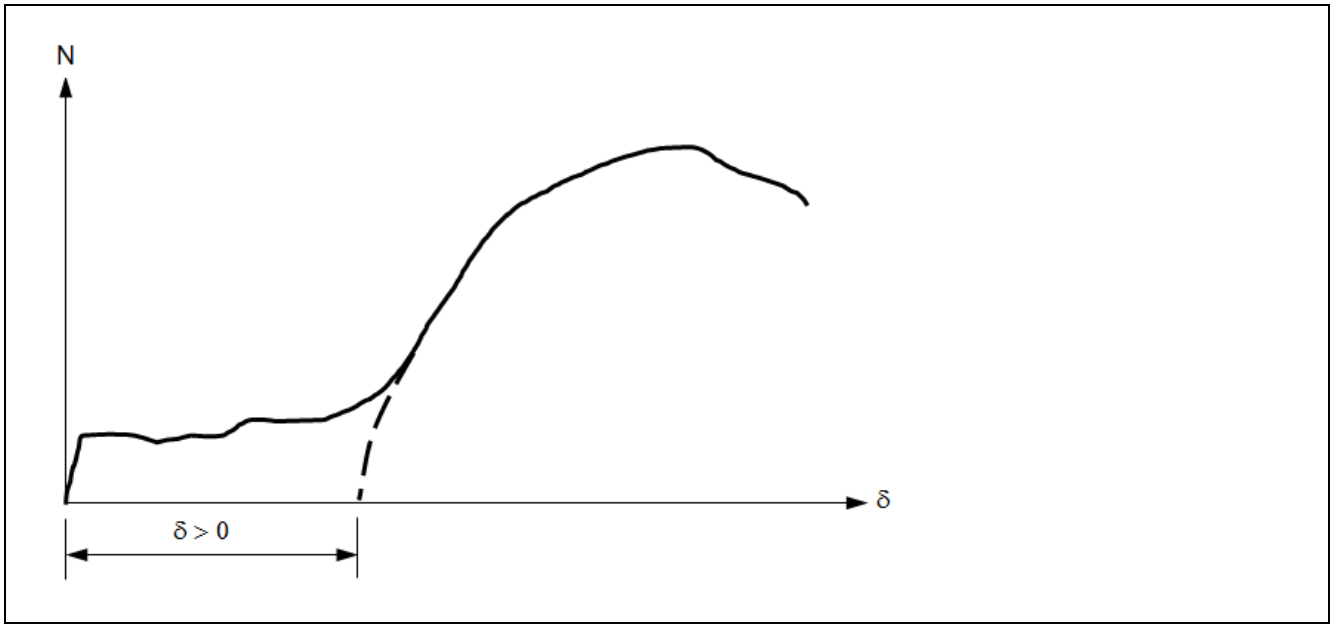
©EOTA 2021



Obrázek A.2 Typická závislost zatížení/posuv

K nekontrolovanému skluzu kotvicího prvku v podmínkách kluzného tření dochází, když vzrůst zatížení je způsobován pouze nepravidelnostmi vyvrtaného otvoru (např. změnou průměru po jeho délce, výstředností po jeho délce).

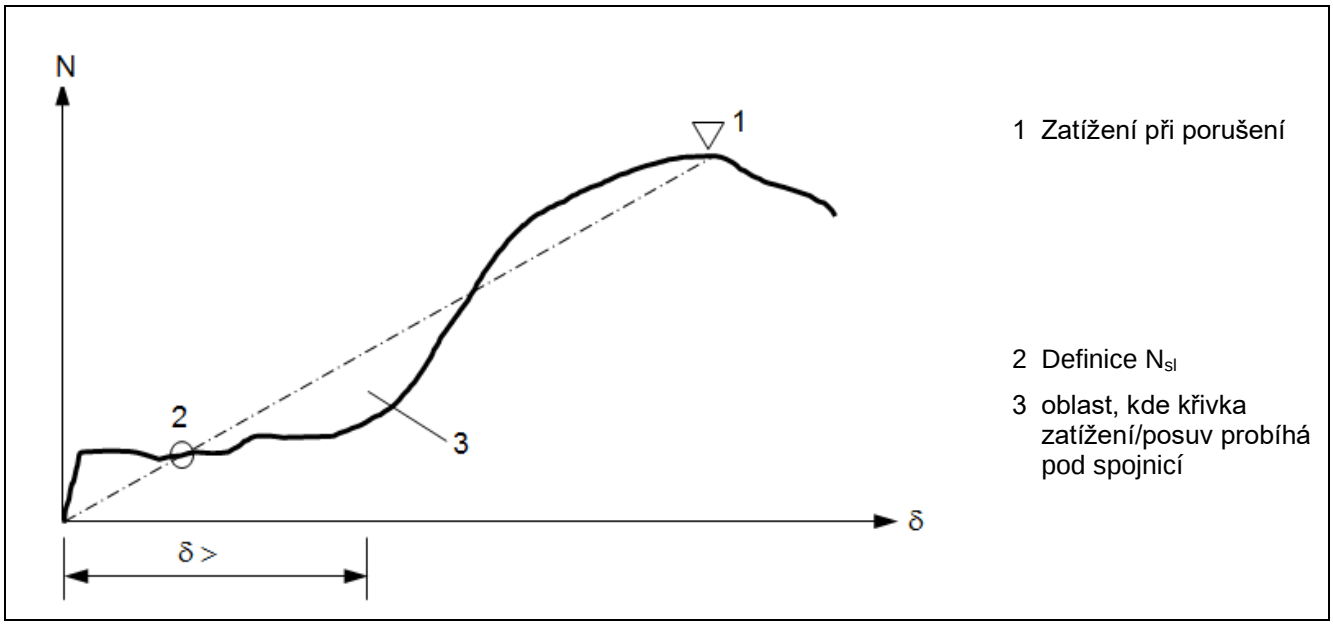
Tento jev je možné rozeznat podle toho, že protažení křivky zatížení/posuv protíná osu posuvu ve vzdálenosti $\delta \geq 0$ (viz Obrázek A.3). Zatížení N_{sl} je definováno vodorovnou částí křivky zatížení/posuv.



Obrázek A.3 Závislost zatížení/posuv při nekontrolovaném skluzu

©EOTA 2021

Protože protažení zakřivené čáry může být obtížné, lze použít níže uvedené zjednodušení. Známkou nekontrolovaného skluzu je, když křivka zatížení/posuv v kterékoli své části probíhá pod přímkou, která spojuje mezní zatížení s nulovým bodem (viz Obrázek A.4).



Obrázek A.4 Závislost zatížení/posuv při nekontrolovaném skluzu

Zatížení N_{sl}, jak je uvedeno výše, může být definováno spodním průsečíkem uvedené přímky s křivkou zatížení/posuv.

Při porovnávání výsledků vyhodnocování podle Obrázku A.3 a Obrázku A.4 je rozhodující způsob podle Obrázku A.3.

A2.6 Omezení rozptylu posuvů

Chování jednotlivých kotvících prvků při posuvu (strmost) musí být obdobné, aby se zajistila řádná účinnost všech kotvících prvků ve skupině.

Variační součinitel průměrného posuvu při zatížení 0,5 $N_{u,m}$ pro základní zkoušky tahem musí splňovat omezení daná rovnicí (A.15) a pro všechny ostatní zkoušky je omezení dáno rovnicí (A.16).

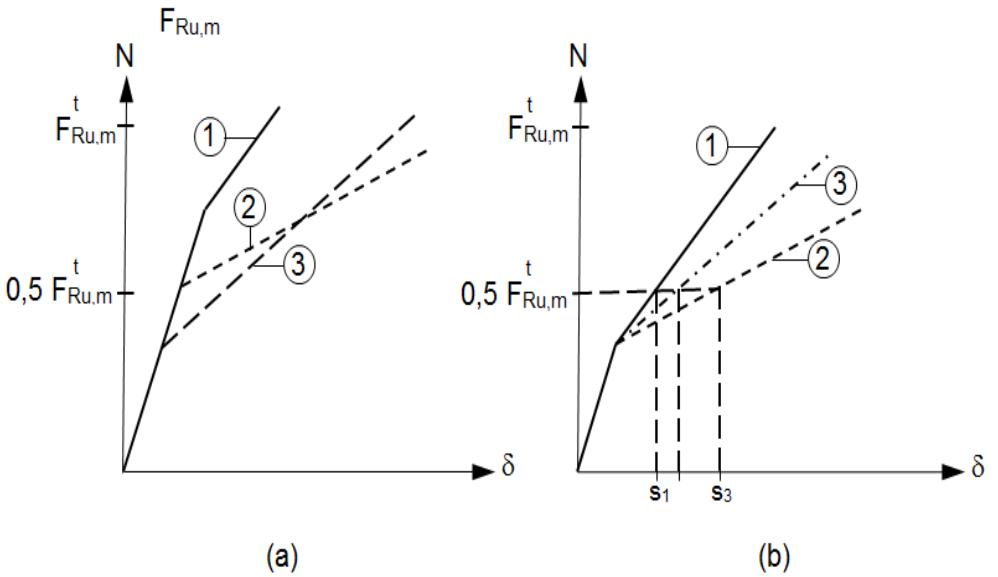
$$cv_{\delta} \leq 0{,}25 \text{ (základní zkoušky tahem)} \quad \text{(A.15)}$$

$$cv_{\delta} \leq 0{,}40 \text{ (jakékoliv ostatní zkoušky)} \quad \text{(A.16)}$$

Křivky zatížení/posuv mohou být pro stanovení posuvu při 0,5 $N_{u,m}$ posunuty podle Obrázku A.5.

Pokud jsou ve zkušební sérii všechny posuvy při zatížení 0,5 $N_{u,m}$ menší než nebo rovny 0,4 mm, není nutné v této zkušební sérii sledovat omezení rozptylu křivek zatížení/posuv.

©EOTA 2021



①-③

Příklady pro křivky zatížení/posuv

Obrázek A.5 Vliv předpětí na křivky zatížení/posuv

a) původní křivky
b) křivky posunuté pro vyhodnocení rozptylu při N = 0,5 $N_{u,m}$

©EOTA 2021

PŘÍLOHA B PODROBNOSTI ZKOUŠEK PRO MECHANICKÉ KOTVICÍ PRVKY V BETONU

B.1 PŘEDMĚT

Tato Příloha poskytuje podrobnosti pro zkoušky s dodatečně instalovanými kotvicími prvky v betonu.

B.2 Značení

a	=	délka čtvercové základové desky podle Tabulky B.2
$a´$	=	délka uchycení podle Obrázku B.15
c	=	vzdálenost od okraje podle Obrázku B.8
$f_{c,cube100}$	=	pevnost v tlaku betonu měřená na kostkách se stranou o délce 100 mm
$f_{c,cube200}$	=	pevnost v tlaku betonu měřená na kostkách se stranou o délce 200 mm
N_p	=	zatížení tahem vyvozené během zkoušky
$N_{Rk,s,fi}$	=	charakteristická únosnost porušení oceli při vystavení ohni
N_s	=	síla vyvozená na zkušebním dílci pro kontrolu šířky trhliny podle B.3.3.3
R_{p02}	=	0,2% mez kluzu podle EN ISO 898-1
t	=	tloušťka profilu podle Tabulky B.2
t_u	=	tloušťka krytu podle Obrázku B.15
z	=	vzdálenost mezi přírubami podle Tabulky B.2
Δw_1	=	horní limit šířky trhliny podle Obrázku B.10
Δw_2	=	dolní limit šířky trhliny podle Obrázku B.10
μ	=	poměr výztuže
$Ø$	=	jmenovitý průměr deformované výztuže

B.3 Podrobnosti zkoušky

B.3.1 Zkušební vzorky, zkušební tělesa, instalace a zkušební vybavení

B.3.1.1 Zkušební vzorky

Kotvicí prvky s vnitřními závity mohou být dodávány bez spojovacích součástí, jako jsou šrouby a matice, výrobce kotvicích prvků je však povinen specifikovat šrouby nebo matice, které je třeba použít. Jestliže je podle zvolené metody návrhu požadována hodnota charakteristické únosnosti při porušení betonu, může být nutné použít šrouby vyšší pevnosti, než jaká je specifikována, aby při zkouškách docházelo k porušení betonu. Pokud se šrouby vyšší pevnosti použijí, nesmí tím být nijak ovlivněno fungování kotvy. Použití takových vzorků musí být jasně uvedeno v protokolu o zkoušce.

B.3.1.2 Zkušební tělesa

B.3.1.2.1 Obecně

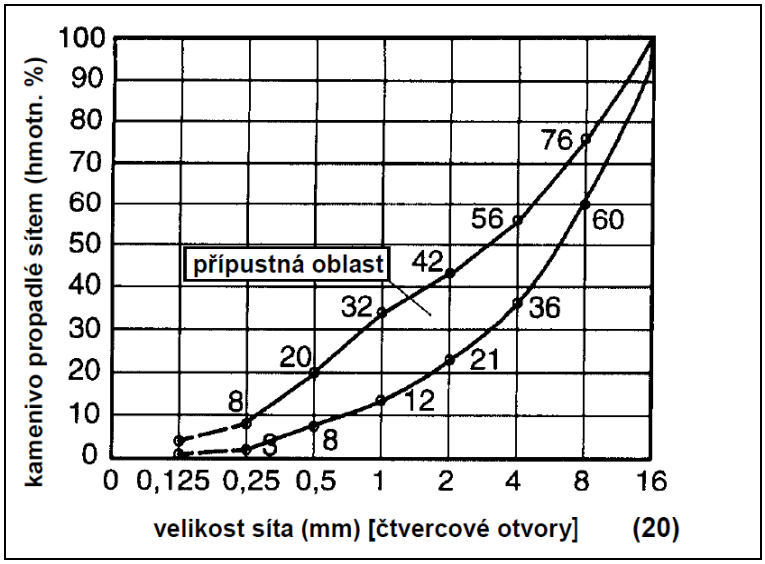
Tato Příloha je platná pro kotvicí prvky zkoušené v betonových dílcích používajících zhutněný beton běžné hmotnosti bez vláken s třídou pevnosti v rozsahu C20/25 – C50/60 podle EN 206:2013 + A1:2016. Vlastnosti kotvicích prvků jsou platné pouze pro rozsah zkoušených betonů.

Zkušební tělesa musí dodržovat následující:

B.3.1.2.2 Kamenivo

Kamenivo musí být přírodního původu (tj. ne umělé) a s křivkou zrnitosti probíhající v mezích uvedených na Obrázku B.1. Maximální velikost kameniva by měla být 16 mm nebo 20 mm. Objemová hmotnost kameniva musí být mezi 2,0 a 3,0 t/m^3 (viz EN 206).

Meze uvedené na Obrázku B.1 jsou platné pro kamenivo s maximální velikostí 16 mm. Pro rozdílné hodnoty maximální velikosti kameniva mohou být použity rozdílné meze, pokud je to v předstihu odsouhlaseno odpovědným TAB.



Obrázek B.1 Přípustná oblast křivky zrnitosti

B.3.1.2.3 Cement

Beton musí být vyroben z portlandského cementu typu CEM I nebo portlandského kompozitního cementu typu CEM II/A-LL, CEM II/B-LL (viz. EN 197-1:2014).

B.3.1.2.4 Vodní součinitel a obsah cementu

Vodní součinitel cementu by neměl být vyšší než 0,75 a obsah cementu by měl být nejméně 240 kg/m^3.

Směs by neměla obsahovat žádné přísady, které by mohly změnit vlastnosti betonu (např. popílek, křemenný prach, vápencový prach nebo jiné jemné součásti).

B.3.1.2.5 Pevnost betonu

Pro zkoušky prováděné v betonu nízké pevnosti (třída pevnosti C 20/25) a vysoké pevnosti (třída pevnosti C 50/60) amusí být u uvedených dvou tříd v době zkoušení kotvicích prvků dosaženo této průměrné pevnosti v tlaku:

C20/25	f_c	=	20-30 MPa (válec: průměr 150 mm, výška 300 mm)
	f_{cube}	=	25-35 MPa (krychle:150 x 150 x 150 mm)
C50/60	f_c	=	50-60 MPa (válec: průměr 150 mm, výška 300 mm)
	f_{cube}	=	60-70 MPa (krychle:150 x 150 x 150 mm)

Doporučuje se měřit pevnost betonu v tlaku buď na válcích průměru 150 mm a výšky 300 mm, nebo na krychlích o hraně 150 mm.

Pokud se tak v určitých případech neděje, je možné přepočítat pevnost v tlaku tímto způsobem:

C20/25 $$f_c = \frac{1}{1{,}25} f_{cube} \quad \text{(B.1)}$$

C50/60 $$f_c = \frac{1}{1{,}20} f_{cube} \quad \text{(B.2)}$$

Pro ostatní rozměry je možno přepočítat pevnost v tlaku betonu následovně:

$$f_{cube100} = \frac{1}{0{,}95} f_{cube} \quad \text{(B.3)}$$

$$f_{cube} = \frac{1}{0{,}95} f_{cube200} \quad \text{(B.4)}$$

$f_{cube} = f_{core100}$ (podle EN 13791:2007, část 7.1) (B.5)

Poznámka B.1 Doplňková literatura pro přepočty je uvedena v R. Lewandowski, Beurteilung von Bauwerksfestigkeiten an Hand von Betongütewürfeln und –bohrproben, Schriftenreihe der Institute für Konstruktiven Ingenieurbau der Technischen Universität Braunschweig, Heft 3, Werner Verlag, Düsseldorf, 1971

©EOTA 2021

Ke každé operaci betonování je třeba připravit kontrolní vzorky betonu (válce, krychle) o rozměrech, jaké se v členské zemi obvykle používají; vzorky musí být zhotoveny a zpracovány stejným způsobem jako zkušební tělesa.

Kontrolní vzorky betonu se obecně musí zkoušet ve stejný den jako kotvy, k nimž přísluší. Jestliže určitá série zkoušek trvá několik dní, měly by se vzorky zkoušet v době, která nejlépe reprezentuje pevnost betonu v době zkoušení kotev, např. zpravidla na začátku a na konci zkoušek. V takovém případě může být pevnost betonu v době zkoušek stanovena interpolací.

Pevnost betonu určitého stáří se musí měřit nejméně na 3 kontrolních vzorcích, směrodatná je průměrná hodnota.

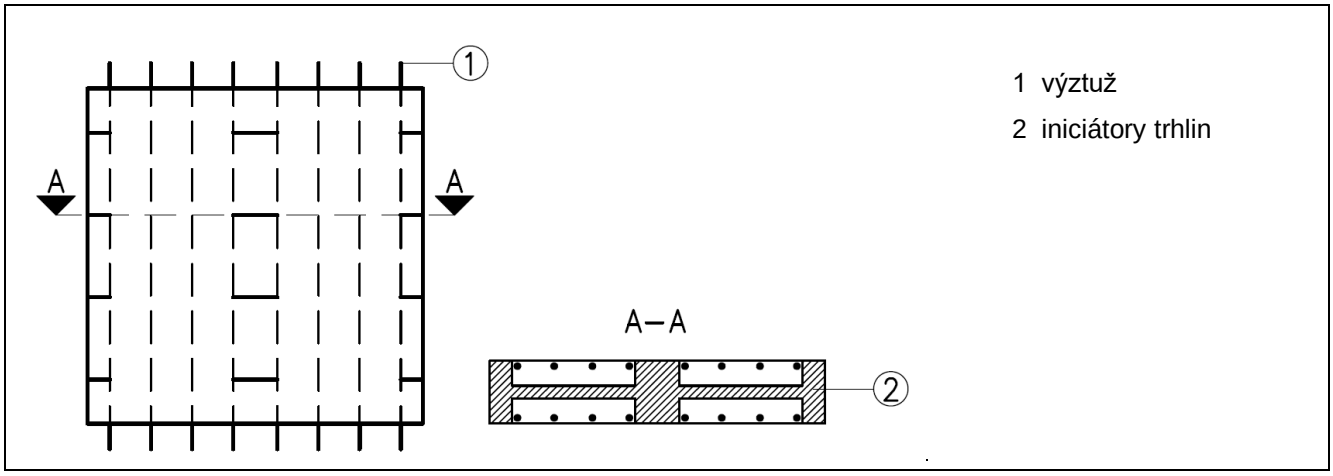
Jestliže při vyhodnocování výsledků zkoušek vzniknou pochybnosti o tom, zda pevnost kontrolních vzorků reprezentuje pevnost betonu zkušebních těles, je třeba odebrat nejméně tři jádrové vývrty průměru 100 mm nebo 150 mm ze zkušebních těles vně oblastí, kde byl beton při zkouškách poškozen, a provést na nich zkoušku pevnosti v tlaku. Jádrové vývrty musí být rozměrově upraveny tak, aby výška se rovnala jejich průměru, a povrchy, které budou zatíženy tlakem, musí být zbroušeny. Pevnost v tlaku měřenou na těchto jádrových vývrtech je možné přepočíst na pevnost krychlí pomocí rovnice (B.5).

B.3.1.2.6 Zkušební tělesa pro zkoušky v betonu s trhlinami

Zkoušky se provádějí na zkušebních tělesech s jednosměrnými trhlinami. Šířka trhliny po celé tloušťce tělesa musí být přibližně konstantní. Tloušťka zkušebního tělesa musí být $h \geq 2\ h_{ef}$, avšak nejméně 100 mm. K regulaci trhlin mohou být do tělesa zabudovány tzv. iniciátory trhlin, nesmějí však být situovány poblíž oblasti kotvení. Příklad zkušebního tělesa je na Obrázku B.2.

Při zkouškách se změnou šířky trhlin musí být poměr vyztužení (horní a spodní výztuže) $\mu = A_s / (b \cdot h) \sim 0{,}01$ a rozteč výztužných prutů ≤ 250 mm

.



Obrázek B.2 Příklad zkušebního tělesa pro kotvicí prvek zkoušený v betonu s trhlinami

B.3.1.2.7 Zkušební tělesa pro zkoušky v betonu bez trhlin

Zkoušky se obvykle provádějí na nevyztužených zkušebních tělesech. V případech, kdy zkušební těleso obsahuje výztuž k usnadnění manipulace nebo k rozložení zatížení přenášených zkušebním zařízením, musí být tato výztuž umístěna tak, aby bylo zajištěno, že nebude ovlivněna únosnost zkoušených kotvicích prvků. Tento požadavek bude splněn, bude-li výztuž umístěna mimo oblast kuželů betonu o vrcholovém úhlu 120°.

B.3.1.2.8 Betonování a vytvrzení zkušebních těles

Zkušební tělesa by měla být betonována ve vodorovné poloze. Mohou se betonovat i ve svislé poloze, je-li maximální výška 1,5 m a je zajištěno dokonalé zhutnění.

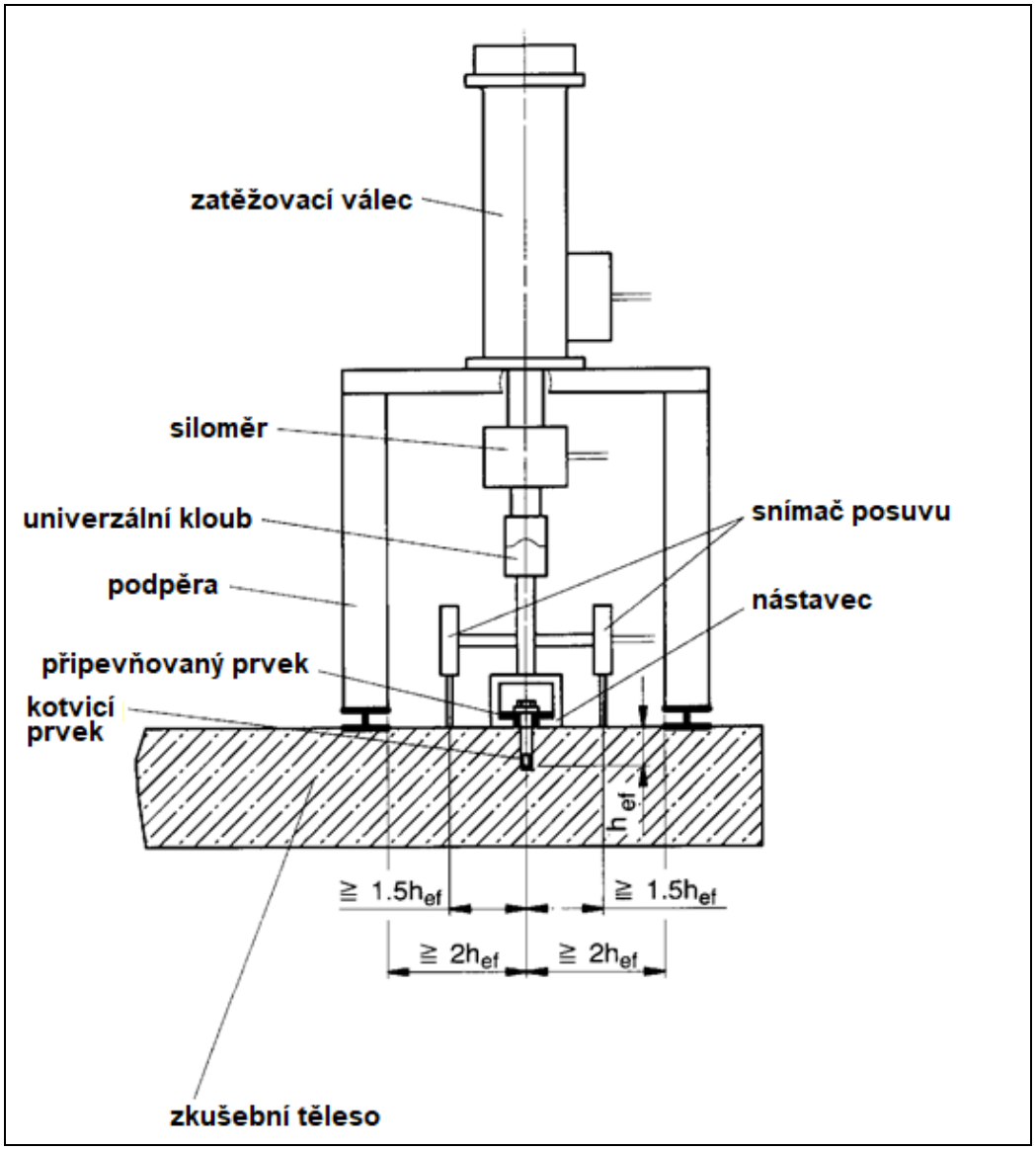
©EOTA 2021

Zkušební tělesa a vzorky betonu (válce, krychle) musí být vytvrzeny a uloženy v krytém prostoru po dobu sedmi dní. Poté mohou být uloženy venku za předpokladu, že jsou chráněny tak, aby mráz, déšť a přímé sluneční světlo nezhoršily pevnost betonu v tlaku a tahu. Při zkoušení kotvicích prvků musí být beton starý nejméně 21 dní.

Zkušební těleso a vzorky betonu musí být uloženy stejným způsobem.

B.3.1.3 Uspořádání zkoušky bez zamezení porušení

Zkouška bez zamezení porušení umožňuje vznik neomezeného kužele betonu. Příklad uspořádání zkoušky bez zamezení porušení je zobrazen na Obrázku B.3.



Obrázek B.3 Příklad uspořádání zkoušky tahem bez zamezení porušení

B.3.1.4 Instalace kotvicího prvku

Zkoušené kotvicí prvky se instalují na povrchu betonu vzniklém proti bednění zkušebního tělesa.

©EOTA 2021

Kotvy se instalují podle návodu dodaného výrobcem (MPII), kromě zvláštních podmínek uvedených v EAD pro danou sérii zkoušek.

Krouticí moment, pokud připadá v úvahu, musí být na kotvu aplikován pomocí momentového klíče s průkaznou kalibrací. Chyba měření nesmí být větší než 5 % aplikovaného momentu v rámci celého rozsahu měření.

U kotvicích prvků aktivovaných krouticím momentem se asi 10 minut po aplikaci utahovacího momentu T_{inst}, požadovaného výrobcem, musí krouticí moment snížit na 0,5 T_{inst} s ohledem na relaxaci předpínací síly s časem.

U kotvicích prvků, které nevyžadují aplikaci definovaného krouticího momentu, (např. rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací nebo zařezávací kotvicí prvky), se před zkouškou provede zašroubování ručně.

U kotvicích prvků, které vyžadují aplikaci krouticího momentu, mohou být výsledky zkoušek ovlivněny drsností připevňovaného prvku. Proto by se podložka neměla vůči připevňovanému prvku otáčet. K zajištění definovaných zkušebních podmínek může být například mezi podložku a připevňovaný prvek vložen oboustranně abrazívní materiál (viz Obrázek B.7).

Při zkouškách v betonu s trhlinami se kotvy umísťují do středu vlasových trhlin. Musí být ověřeno vhodnými metodami (např. boroskopem), že kotvicí prvek je umístěn po celé délce kotevní zóny v trhlině.

Otvory pro kotvy musí být kolmé (± 5° odchylka) k povrchu betonového dílce.

Při zkouškách se použijí vrtací nástroje, které pro kotvicí prvky stanovil výrobce. Jsou-li požadovány tvrdokovové vrtáky pro vrtací kladiva, musí tyto vrtáky splňovat požadavky stanovené v ISO 5468:2006 ohledně rozměrové přesnosti, symetrie, symetrie vsazeného břitu, výšky břitu a tolerance soustřednosti.

Průměr řezné hrany jako funkce jmenovitého průměru vrtáku je uveden na Obrázku B.4. EAD určí požadovaný řezný průměr vrtáku ($d_{cut,min}$, $d_{cut,max}$, $d_{cut,m}$) pro danou sérii zkoušek.

Po každých 10 vrtáních je nutné průměr vrtáku zkontrolovat, aby byla trvale zajištěna shoda.

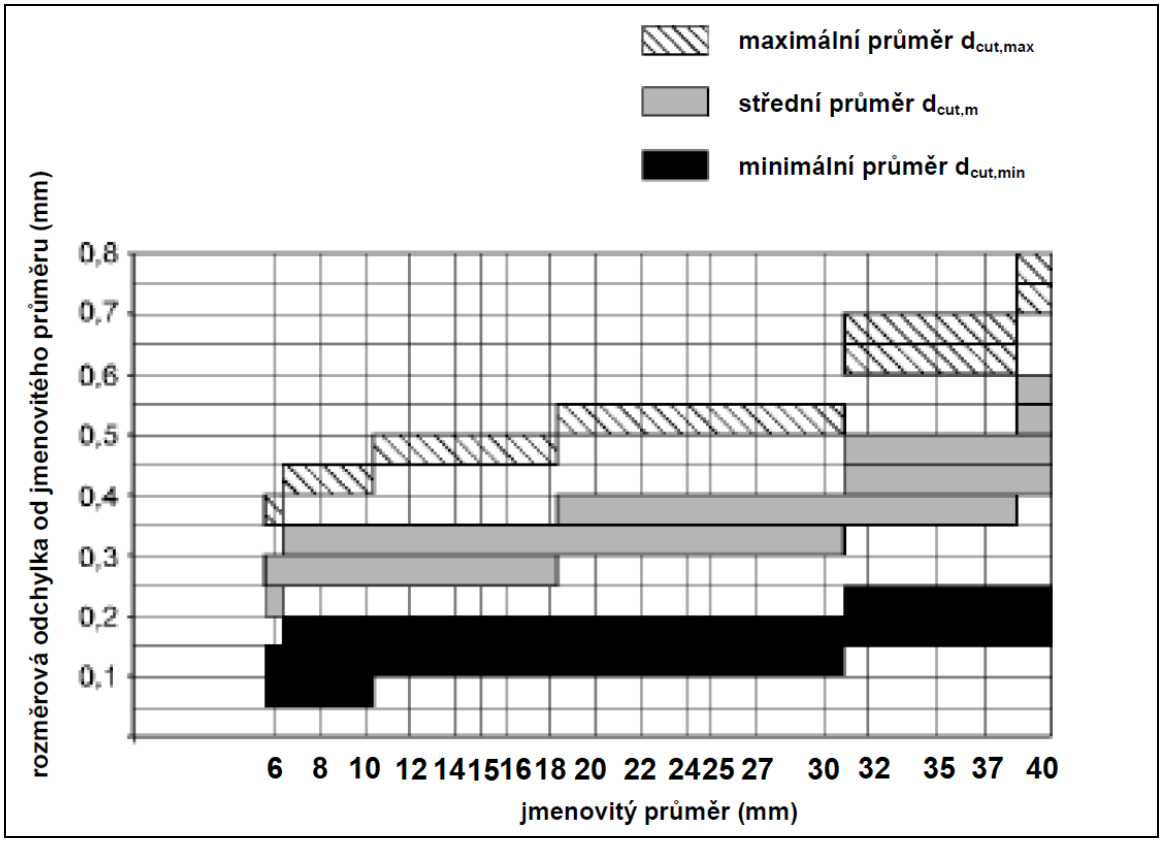
Jsou-li požadovány speciální vrtáky, jako jsou vrtáky s dorazem nebo s diamantovou korunkou, neexistují obecně pro tyto výrobky žádné normy nebo specifikace. V takovém případě je výrobce kotev povinen specifikovat rozměry a tolerance vrtáků a zkoušky musí být provedeny s vrtáky podle těchto specifikací. Definici požadovaného nebo odpovídajícího průměru stanoví odpovědný TAB.

Poznámka B.2 Tolerance je potřeba také definovat a upřesnit pro alternativní metody vrtání, pro které neexistují normy. Tyto tolerance je potřeba upřesnit v ETA (tak je ujasněno pro které tolerance byly vlastnosti vyhodnoceny) stejně tak i v MPII (aby bylo možné udržet tolerance na stavbě).

Poznámka B.3 Dále, diamantové vrtací nástroje mohou mít vliv na vlastnosti mechanických kotvicích prvků (např. rozpěrné kotvicí prvky) tím, že ovlivňují geometrii otvoru. Je potřeba upřesnit diamantové vrtací nástroje, pro které byl kotvicí prvek v ETA posouzen.

Pro šrouby do betonu není snížení krouticího momentu požadováno.

©EOTA 2021



Obrázek B.4 Řezný průměr tvrdokovových vrtáků pro příklepové vrtání

B.3.1.5 Zkušební zařízení

Zkoušky musí být provedeny pomocí měřicích zařízení s doložitelnou kalibrací. Zatěžovací zařízení musí být konstruováno tak, aby se zabránilo náhlému stoupnutí zatížení, zejména na začátku zkoušky. Chyba měření zatížení nesmí překročit 2 % v celém rozsahu měření.

Posuv musí být nepřetržitě zaznamenáván (např. pomocí elektrických snímačů posuvu) s chybou měření nejvýše 0,020 mm nebo 2,0 % pro posuvy > 1 mm.

Zkušební zařízení pro zkoušky bez zamezení porušení musí umožňovat vznik neomezeného kužele porušení betonu. Z tohoto důvodu musí být volná vzdálenost mezi bodem působení podpěrové reakce a kotvicím prvkem (jednotlivým kotvicím prvkem) nebo vnější kotvicím prvkem (u skupiny kotvicích prvků) nejméně 2 h_{ef} (při zkoušce tahem), jak je zobrazeno na Obrázku B.3, nebo 2 c_1 (při zkoušce smykem u okraje se zatížením aplikovaným směrem k okraji s c_1 = vzdálenost od okraje ve směru zatížení), jak je zobrazeno na Obrázku B.6. Pouze při zkoušce smykem bez vlivu okraje, kde se očekává porušení oceli, může být tato volná vzdálenost menší než 2 c_1.

Při všech zkouškách musí být zatížení vyvozeno na kotvu přes připevňovaný prvek reprezentující podmínky, jaké panují v praxi.

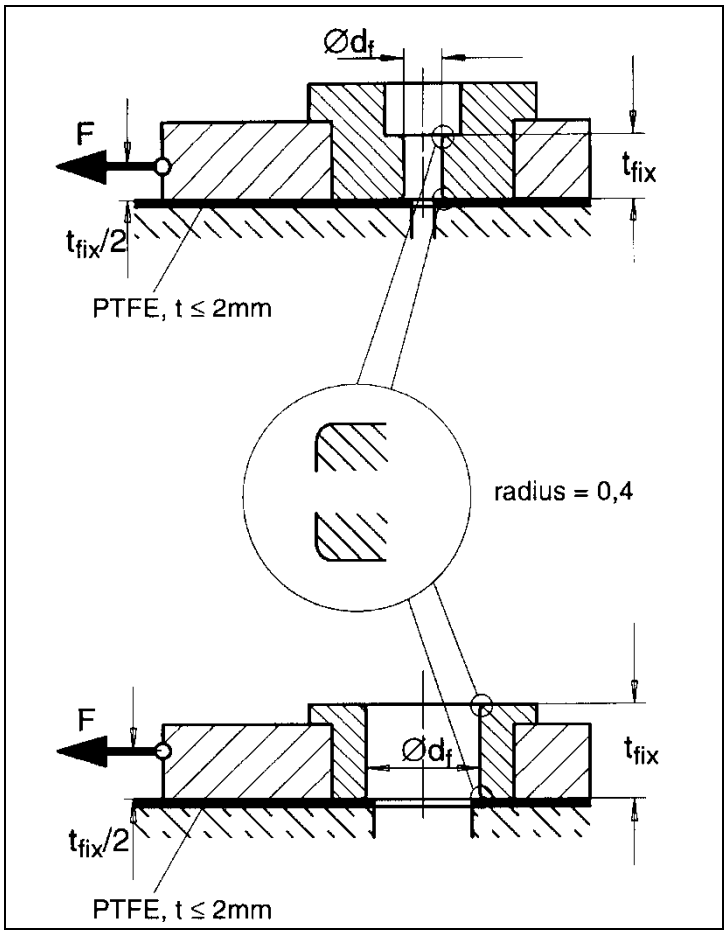
Při zkouškách s jednotlivými kotvicími prvky bez účinků okraje a rozteče musí být vzdálenost mezi osami a vzdálenosti od volných okrajů dost velké, aby umožňovaly vznik neomezeného kužele porušení betonu o vrcholovém úhlu 120°.

Při zkouškách tahem musí být zatížení vyvozováno na kotvu koncentricky. Za tím účelem musí být mezi zatěžovací zařízení a kotvicí prvky vloženy klouby. Průměr průchozího otvoru v připevňovaném prvku musí odpovídat hodnotám uvedeným v EAD. Příklad zkušebního zařízení pro zkoušku tahem je znázorněn na Obrázku B.3.

Při zkouškách smykem (viz B.3.6) se zatížení aplikuje rovnoběžně s povrchem betonu. Ke zkouškám kotvicích prvků různé velikosti může být použita deska s vyměnitelnými objímkami (viz Obrázek B.5). Objímky by měli být vyrobeny z kalené oceli se zaoblenými hranami (0,4 mm) v místech styku s kotvicím prvkem. Výška objímek se má obecně rovnat vnějšímu průměru kotvicího prvku. Ke snížení tření se mezi desku s objímkou a zkušební těleso vkládá hladká fólie (např. PTFE) tloušťky maximálně 2 mm.

Příklad zkušebního zařízení pro zkoušku smykem je na Obrázku B.6. Protože mezi místem vyvození zatížení a bodem působení podpěrové reakce působí rameno páky, je zkušební těleso namáháno ohybovým momentem, který musí být vyvážen doplňkovými reakčními silami působícími dostatečně daleko od kotvicího prvku.

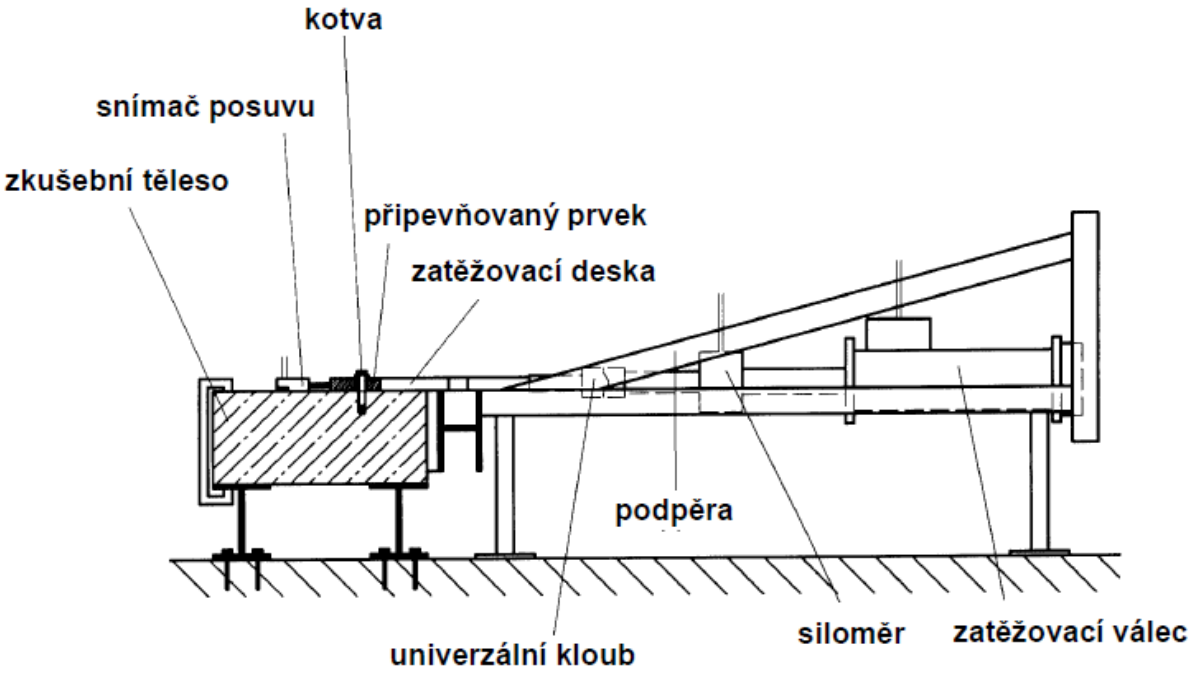
©EOTA 2021



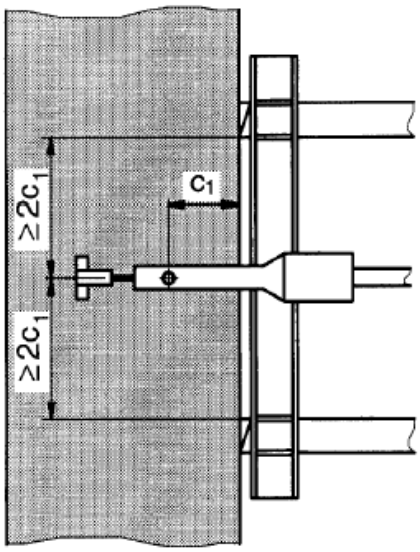
Obrázek B.5 Příklad objímek pro zkoušku smykem

©EOTA 2021

Pohled zboku:



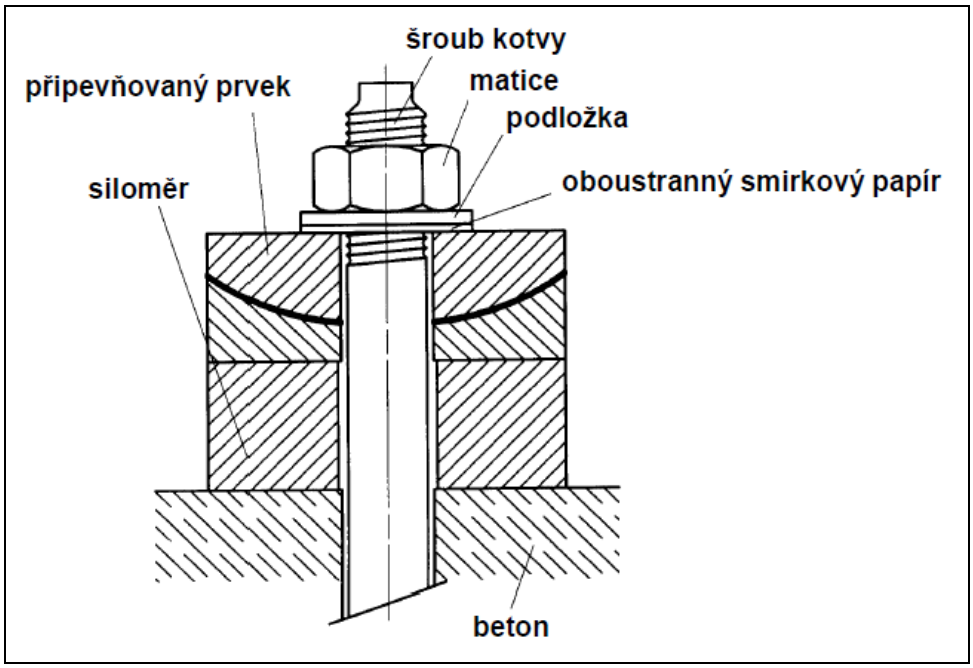
Pohled shora:



Obrázek B.6 Příklad zkušebního zařízení pro zkoušku smykem

©EOTA 2021

Při zkouškách krouticího momentu (viz B.3.5) se měří závislost mezi aplikovaným krouticím momentem a tahovou silou ve šroubu. Za tím účelem se jako připevňovaný prvek používá kalibrovaný siloměr s chybou měření ≤ 3,0 % v celém rozsahu měření (viz Obrázek B.7).



Obrázek B.7 Příklad pro zkoušku krouticího momentu (schématický)

Je třeba zabránit otáčení kulové části připevňovaného prvku.

B.3.2 Zkušební postup – obecné

Kotvicí prvky musí být instalovány podle MPII, pokud nejsou pro sérii zkoušek upřesněny v EAD zvláštní podmínky.

Zkoušky v betonu s trhlinami se obecně provádějí v jednosměrných trhlinách. Šířka trhliny Δw je dána v odpovídající části EAD. Δw je rozdíl mezi šířkou trhliny při zatížení kotvicího prvku a šířkou trhliny při montáži kotvicího prvku. Po instalaci kotvicího prvku se trhlina rozšíří na příslušnou šířku odpovídající nezatíženému stavu kotvy. Počáteční šířka trhliny musí činit ±10 % specifikované hodnoty. Nicméně průměrná hodnota ze série musí odpovídat specifikované hodnotě.

Použijte jednostranné tolerance pro šířku trhliny.

Kotva se pak zatíží, přičemž se šířka trhliny reguluje, buď

- udržováním na konstantní šířce například pomocí servosystému, nebo
- omezením na šířku blízkou počáteční hodnotě pomocí vhodného vyztužení a tloušťky zkušebního tělesa.

V obou případech by se šířka trhliny na opačné straně, než je instalována kotva, měla udržovat na hodnotě blízké specifikované.

Zatížení se musí zvyšovat takovým způsobem, aby se maximálního zatížení dosáhlo po 1 až 3 minutách od začátku zkoušky. Zatížení a posuv se zaznamenávají nepřetržitě. Zkoušky se mohou provádět s regulací zatížení, posuvu nebo hydrauliky. V případě regulace posuvu by zkouška měla pokračovat nejméně do naměření 75 % maximálního zatížení (aby byl umožněn pokles křivky zatížení/posuv). V případě uspořádání zkoušky s regulací posuvu musí být udržována konstantní rychlost.

Hodnoty by měly být sbírány frekvencí 3 Hz – 5 Hz.

B.3.3 Zkoušky tahem

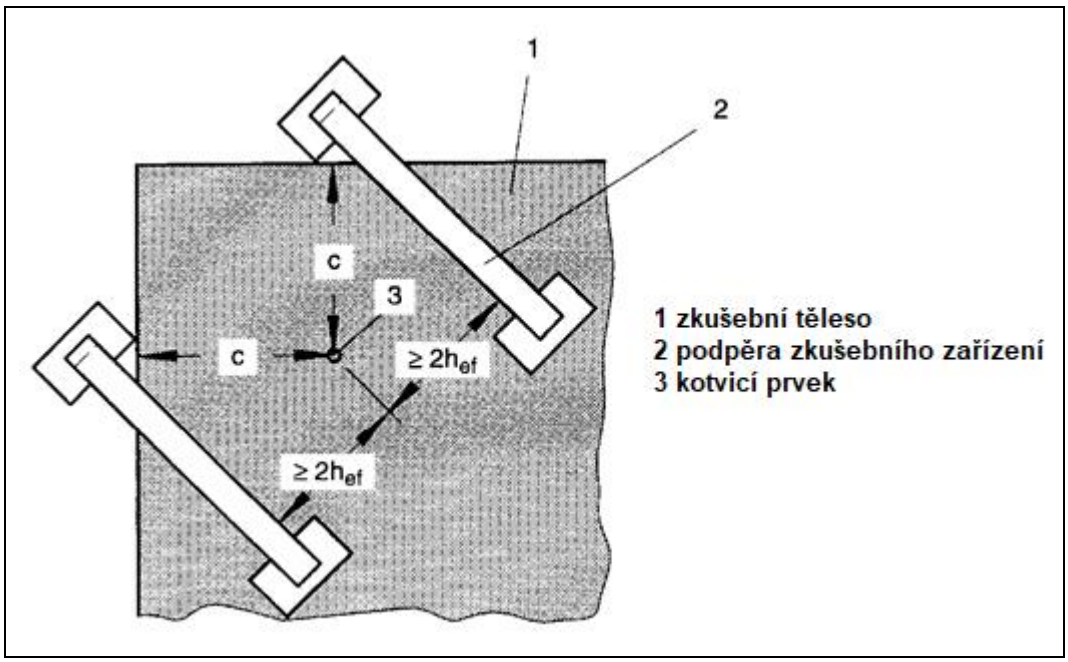
©EOTA 2021

B.3.3.1 Jednotlivý kotvicí prvek při zatížení tahem

Po instalaci se kotvicí prvek připojí ke zkušebnímu zařízení a zatěžuje do porušení. Posuv kotvicího prvku vzhledem k povrchu betonu se měří buď jedním snímačem posuvu na vrcholu kotvicího prvku, nebo nejméně dvěma snímači posuvu na každé straně ve vzdálenosti ≥ 1,5 h_{ef} od kotvicího prvku; v tomto případě se zaznamenává průměrná hodnota.

Při zkouškách kotvicích prvků v rohu zkušebního tělesa v betonu bez trhlin musí být zkušební zařízení umístěno způsobem, který nebrání porušení betonu směrem k rohu (viz Obrázek B.8). Může být nutné, aby zkušební zařízení bylo podepřeno vně zkušebního tělesa.

Při zkouškách v betonu s trhlinami se musí pravidelně měřit šířka trhliny na obou stranách kotvicího prvku ve vzdálenosti přibližně 1,0 h_{ef} a minimálně na té straně zkušebního tělesa, kde jsou kotvy instalovány.



Obrázek B.8 Příklad zkušebního zařízení pro zkoušku tahem na kotvicím prvku v rohu

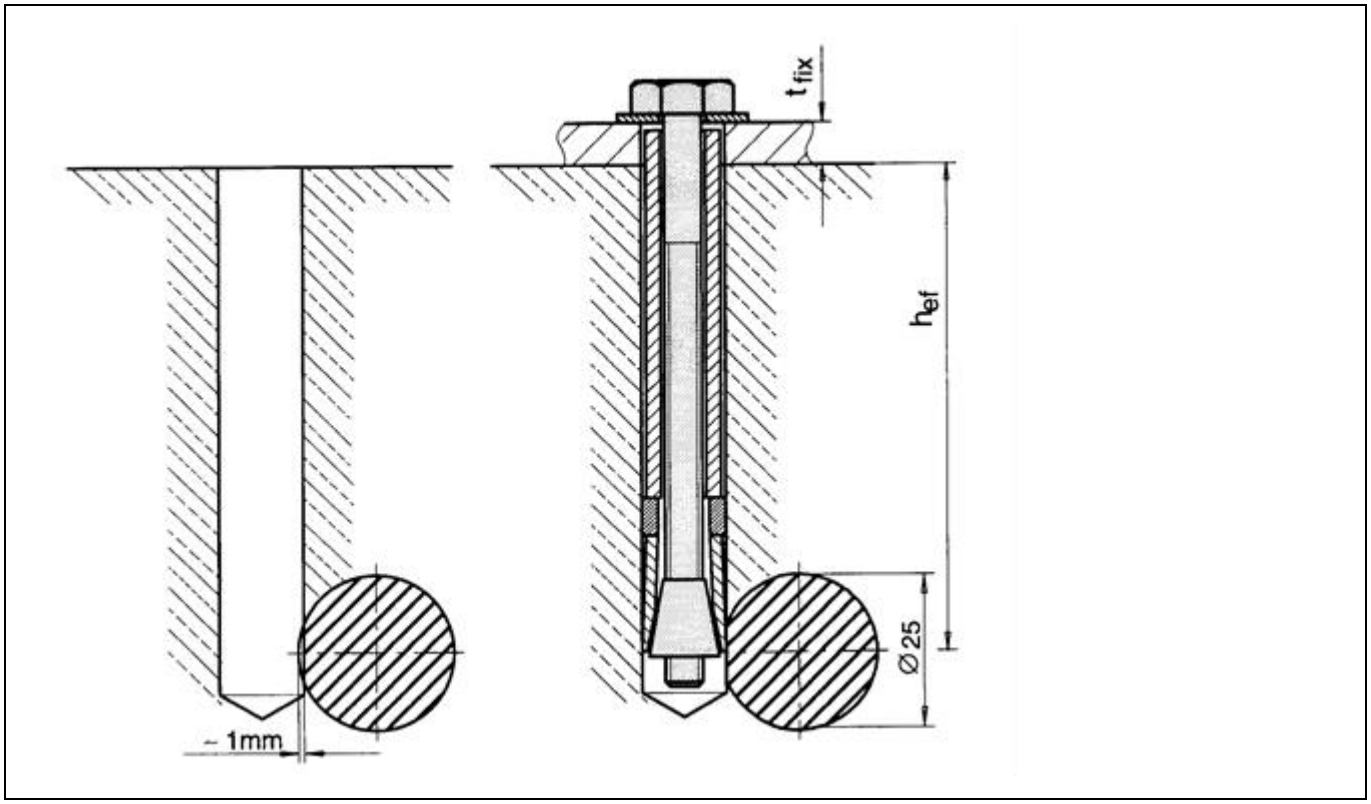
B3.3.2 Robustnost při kontaktu s výztuží

Pro zkoušky robustnosti při kontaktu s výztuží musí být těleso vyztuženo hladkými tyčemi (průměr tyče Ø = 25 mm, rozteč a > 150 mm). Pokrytí betonem musí odpovídat hodnotě h_{ef} - ϕ / 2 (tak aby efektivní hloubka zapuštění byla ve stejné hloubce jako osa tyče).

Při vrtání válcového otvoru musí být vrtačka upevněno ve stojanu a umístěna tak aby byla výztužná tyč čistě říznuta. V průměru by hloubka zářezu měla být 1 mm. Kromě kontaktu s výztuží musí být kotvicí prvek instalován v souladu s MPII. Poté může být provedena zkouška tahem.

Kotvicí prvek po instalaci v kontaktu s výztuží je zobrazen na Obrázku B.9.

©EOTA 2021



Obrázek B.9 Umístění kotvicího prvku při zkoušce kontaktu s výztuží

B.3.3.3 Změna šířky trhliny

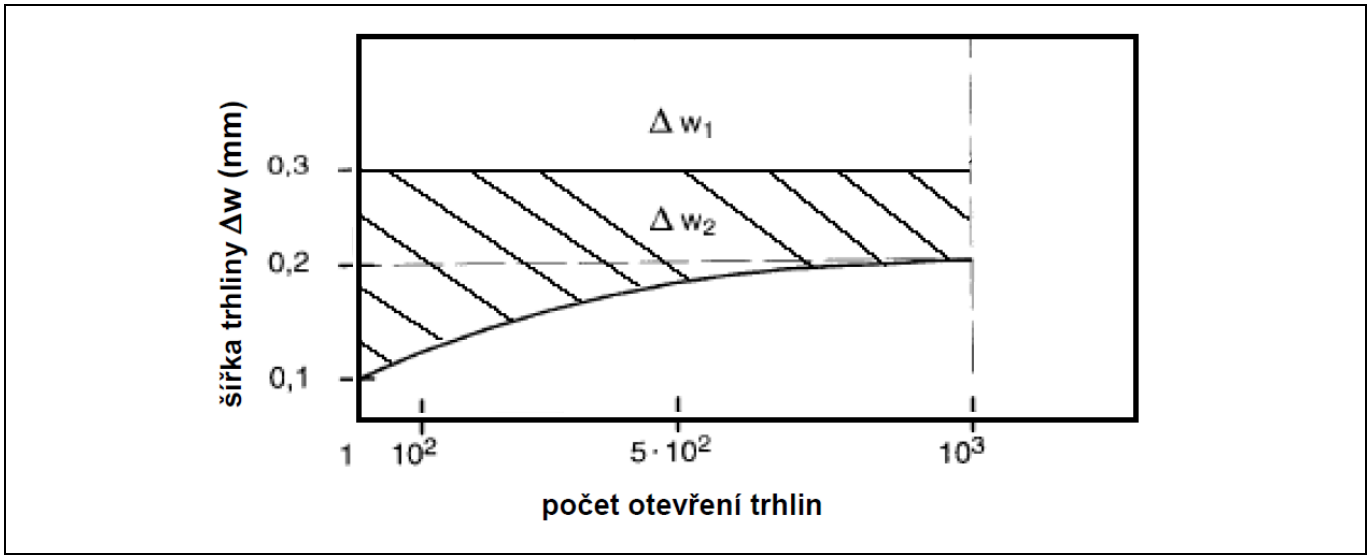
Po montáži kotvicího prvku musí být stanoveno maximální zatížení (max N_s) a minimální zatížení (min N_s) vyvozené na zkušební těleso tak, aby šířka trhliny pod zatížením max N_s byla $\Delta w_1 = 0{,}3$ mm a pod zatížením min N_s byla $\Delta w_2 = 0{,}1$ mm. Ke stabilizaci tvorby trhlin je možné aplikovat až 10 změn zatížení mezi max N_s a min N_s. Poté se na kotvicí prvek po otevření trhliny na $\Delta w_1 = 0{,}3$ mm vyvodí zatížení tahem N_p.

Hodnota N_p musí zůstat během zkoušky konstantní (s odchylkou ±5%). Poté se trhlina 1000 otevře a zavře (s frekvencí přibližně 0,2 Hz). Během otevření trhlin se šířka trhliny Δw_1 udržuje přibližně konstantní (viz Obrázek B.10); za tím účelem může být nutné, aby se zatížení max N_s, vyvozené na zkušební těleso, snížilo. Zatížení min N_s se udržuje konstantní. Šířka trhliny Δw_2 se proto může během zkoušky zvětšit (viz Obrázek B.10). V průběhu 1000 otevření trhlin však musí být rozdíl šířek trhliny $\Delta w_1 - \Delta w_2 \geq 0{,}1$ mm. Není-li možné splnit tuto podmínku s $\Delta w_1 = 0{,}3$ mm, je třeba buď snížit N_s, nebo příslušně zvětšit Δw_1.

Závislost zatížení/posuv se měří do zatížení N_p. Poté se při N_p měří posuv kotvicího prvku a šířka trhliny Δw_1 a Δw_2 buď nepřetržitě, nebo alespoň po 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 a 1000 změnách šířky trhliny.

Po skončení změn šířky trhlin se kotvicí prvek odlehčí, změří se posuv a provede zkouška tahem do porušení $\Delta w = 0{,}3$ mm.

©EOTA 2021



Obrázek B.10 Přípustné změny šířky trhlin při zkoušce se změnou šířky trhliny

B.3.3.4 Opakované zatížení

Zkouška se provádí v betonu bez trhlin. Kotvicí prvek se podrobí 10^5 zatěžovacích cyklů s maximální frekvencí přibližně 6 Hz. Během každého cyklu se zatížení mění podle sinusoidy mezi maximální a minimální hodnotou, respektive tj. max N a min N, jak je uvedeno v EAD. Posuv musí být měřen během prvního zatížení až do max N a poté buď nepřetržitě nebo alespoň po 1, 10, 10^2, 10^3, 10^4 a 10^5 zatěžovacích cyklech.

Po skončení zatěžovacích cyklů se kotvicí prvek odlehčí, změří se posuv a provede zkouška tahem do porušení.

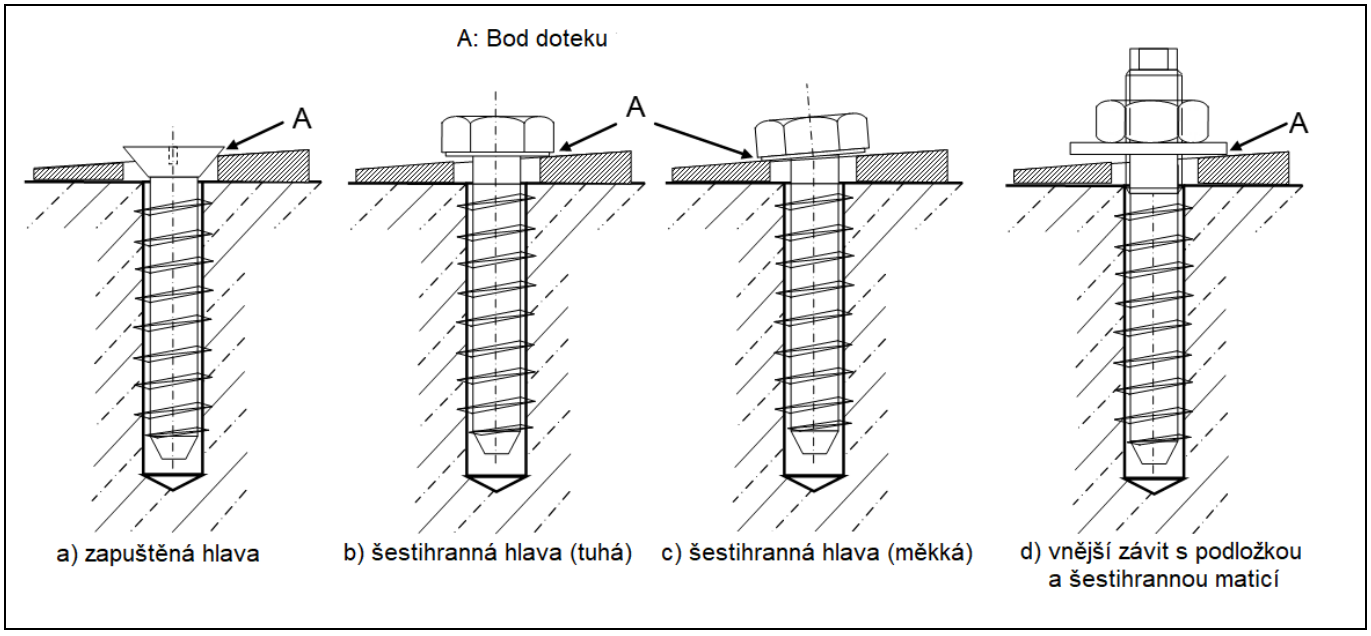
Šrouby do betonu:

Pro šrouby do betonu se zkouška opakovaného zatížení upraví následujícím způsobem:

Šroub do betonu je umístěn na zkosenou podložku (úhel sklonu ≥ 4°) a instaluje se podle MPII. Roh šestihranné matice musí být umístěn na zkosené podložce. Umístění je ukázáno na Obrázku B.11. Po vyvození instalačního utahovacího momentu $T = T_{inst}$ se může hlava kotvicího prvku pouze dotýkat zkosené podložky (viz. Obrázek B.11 b) nebo může být plně natlačena na podložku (viz. Obrázek B.11 c). Jakákoliv pozice hlavy kotvicího prvku mezi extrémními pozicemi zobrazenými na Obrázku B.11 je přijatelná.

Pokud výrobce zažádal o různé tvary hlavy, musí být kotvicí prvek zkoušen s nejméně příznivým tvarem hlavy. Musí být zvážen největší krouticí moment v dříku a největší vrubový efekt. Pokud nelze určit nejméně příznivý tvar hlavy, musí se zkoušet všechny tvary.

©EOTA 2021



Obrázek B.11 Umístění hlavy kotvicího prvku na zkosené podložce ve zkoušce opakovaného zatížení

B.3.4 Zkoušky minimální vzdálenosti od okraje a rozteče

Pokud není v příslušném EAD uvedeno jinak, zkoušky se provedou v betonu bez trhlin třídy pevnosti C20/25 (minimální třída pevnosti betonu).

Zkoušky se provádějí s dvojicí kotvicích prvjů o rozteči $s = s_{min}$ a vzdálenosti od okraje $c = c_{min}$. Dvojice kotvicích prvků se umístí se vzdálenosti $a > 3\ h_{ef}$ mezi sousedními skupinami. Připevňovaný prvek by měl mít rozměry šířka = $3\ d_f$, délka = $s_{min} + 3\ d_f$ a tloušťka $\cong d_f$.

Kotvicí prvky se střídavě utahují po stupních $0{,}2\ T_{inst}$. Po každém stupni zatížení se kontroluje povrch betonu na přítomnost trhlin. Zkouška končí, když krouticí moment nelze dále zvětšovat.

U obou kotvicích prvků se měří počet otáček na jeden stupeň zatěžování. Mimoto se zaznamená krouticí moment při vzniku první vlasové trhliny na jednom nebo obou kotvicích prvcích a maximální krouticí moment, který může být na oba kotvicí prvky aplikován.

B.3.5 Maximální krouticí moment

Krouticí moment se aplikuje pomocí kalibrovaného momentového klíče do okamžiku, kdy nemůže být dále zvětšován nebo alespoň do $1{,}3\ T_{inst}$.

Měří se tahová síla v šroubu v závislosti na aplikovaném krouticím momentu.

B.3.6 Zkoušky při zatížení smykem

B.3.6.1 Jednotlivý kotvicí prvek

Po instalaci se kotvicí prvek připojí ke zkušebnímu zařízení bez mezery mezi kotvicím prvkem a vyměnitelnou objímkou na zatěžovací desce; pak se zatěžuje do porušení. Posuv kotvicího prvku vzhledem k betonu se měří ve směru působení zatížení, např. pomocí snímače posuvu upevněného na betonu za kotvicím prvkem (při pohledu ze směru působení zatížení) (viz Obrázek B.6).

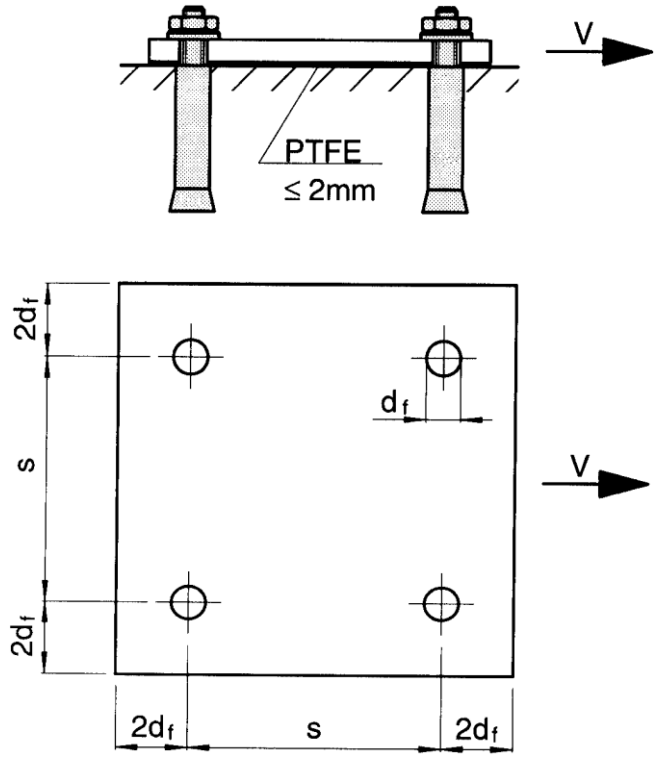
Pro zkoušky v betonu s trhlinami platí ustanovení bodu B.3.2. Šířka trhliny se však musí měřit ve vzdálenosti přibližně h_{ef} za kotvou. Zatížení se vyvozuje ve směru trhliny směrem k rohu.

Pokud je pro kotvicí prvek vyžádáno posouzení pro různé hloubky zapuštění pro určitý průměr, musí být zkoušeno nejméně příznivé umístění. Pokud není možno stanovit nejméně příznivé umístění, musí se zkoušet všechny hloubky zapuštění.

©EOTA 2021

B.3.6.2 Skupina čtyř kotev

4 kotvicí prvky musí být po instalaci spojeny tuhým upínacím prvkem s rozměry uvedenými na Obrázku B.12.



d_f průměr průchozího otvoru v upínacím prvku
s rozteč kotvicích prvků
V zatížení smykem

Obrázek B.12 Rozměry upínacího prvku

Pod upínací prvek se vloží fólie PTFE (kluzná vrstva) o maximální tloušťce 2 mm. Uspořádání zkoušky musí simulovat kloubové spojení tak, aby všechny čtyři kotvicí prvky byly stejně zatíženy. Smyková síla může být vyvozena z přední nebo zadní strany upínacího prvku.

Měří se zatížení působící na skupinu kotvicích prvků a průměrný smykový posuv upínacího prvku vzhledem k betonu vně kužele porušení.

B.3.7 Stupeň rozepření pro rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací

Aby bylo možné dosáhnout opakovatelných výsledků pro rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací, musí být definovány podmínky pro rozepření.

Chování kotvicího prvku může být citlivé na efektivitu rozepření. Efektivita rozepření kotvicího prvku závisí na:

- energii úderu, ať už ručního nebo strojního včetně instalačního nástroje
- materiálu, geometrii, tolerancích atd. kotvicího prvku a instalačního nástroje
- průměru vyvrtaného otvoru
- třídy pevnosti betonu

Vliv těchto parametrů na chování kotvicího prvku je zahrnut do zkoušek s referenčním rozepřením.

Podmínky při zkoušce

Zkoušky jsou provedeny s jednotlivým kotvicím prvkem bez vlivu okraje a rozteče.

Zkoušky jsou provedeny s alespoň 5 kotvicími prvky každé velikosti v betonu s třídou pevnosti C50/60 za použití vrtáku s řezným průměrem $d_{cut,m}$ na lité části betonového tělesa bez trhlin. Před rozepřením jsou kotvicí prvky instalovány podle standardního návodu dodaného výrobcem MPII.

Rozepření kotvicího prvku je dosaženo nárazovým zařízením. Princip uspořádání zkoušky je zobrazen na Obrázku B.13. Nárazové zařízení je udržováno kolmo ke kotvicímu prvku a instalačnímu nástroji. Pádová hmotnost nárazového zařízení generuje rozepření úderem na instalační nástroj. Nárazové zařízení, instalační nástroj a kotvicí prvek musí být v jedné linii, aby se předešlo ztrátám energie způsobeným třením, např. zkrácení instalačního nástroje mimo beton a/nebo použití speciálního zařízení pro udržení instalačního nástroje v linii s osou kotvicího prvku.

©EOTA 2021

Před prvním úderem a poté alespoň po náležitém počtu úderů podle Tabulky B.1, řádky 5 a 6, se změří rozepření kotvicího prvku.

To může být provedeno změřením vzdálenosti mezi vnějším koncem objímky a povrchu kužele / trnu u typu se zatlačením kužele (zarážecí kotvicí prvek), zatlačením dříku (kotvicí prvek s trnem) a zatlačením objímky. Pro verzi s trnem u kotvicího prvku typu se zatlačením objímky může být toto provedeno změřením posuvu trnu oproti povrchu betonu nebo změřením vzdálenosti značky na kotvicím prvku od povrchu betonu.

Rozlišujeme tři rozdílné podmínky rozepření a), b) a c):

a) Plné rozepření:
Rozepření dosažené montáží kotvicího prvku podle návodu k montáži výrobku od výrobce.

b) Referenční rozepření:
Rozepření dosažené vynaložením stanoveného množství rozpínací energie (viz. Tabulka B.1, řádek 5). Referenční rozepření je definováno jako průměrné rozepření dosažené při zkouškách s počtem úderů podle Tabulky B.1, řádek 5.

c) Instalační rozepření
Rozepření dosažené vynaložením stanoveného množství rozpínací energie, které je redukováno s ohledem na referenční rozepření. Instalační rozepření je definováno jako průměrné rozepření dosažené při zkouškách s počtem úderů podle Tabulky B.1, řádek 6.

Pokud je referenční a/nebo instalační rozepření menší než plné rozepření, musí být tyto hodnoty použity v příslušných sériích zkoušek.

Strojní instalace:

Pokud výrobce doporučuje v návodu strojní instalaci, pak musí být prokázáno, že instalační a referenční rozepření dosažené při zkoušce se strojní instalací je alespoň stejné jako odpovídající rozepření v instalační zkoušce s nárazovým zařízením podle Obrázku B.13.

Zkoušky strojní instalace jsou provedeny s alespoň 5 kotvicími prvky každé velikosti v betonu s třídou pevnosti C50/60 za použití vrtáku s řezným průměrem $d_{cut,m}$ na lité části betonového tělesa bez trhlin. Instalace je provedena svisle nahoru za pomocí instalačního stroje s nejmenším energetickým výstupem z rozsahu stroje, stanoveným v návodu pro instalaci od výrobce. Je potřeba držet stroj v linii s osou kotvicího prvku. Před prvním úderem a po maximálně 10 a 15 sekundách instalace se změří rozepření.

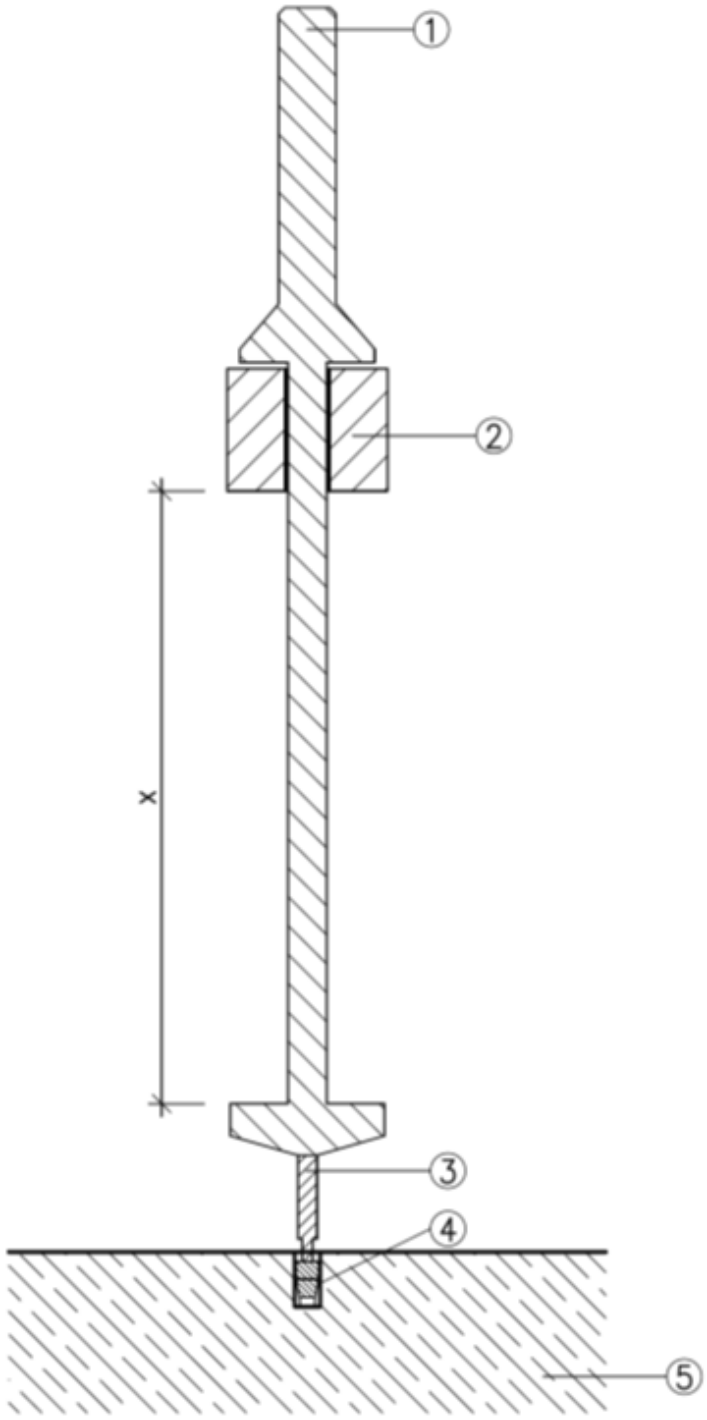
Instalační rozepření je dosaženo při instalační zkoušce s nárazovým zařízením. Toto rozepření je dosaženo, při instalační zkoušce s použitím stroje, v průměru po maximálně 10 sekundách instalace.

Referenční rozepření je dosaženo při instalační zkoušce s nárazovým zařízením. Toto rozepření je dosaženo, při instalační zkoušce s použitím stroje, v průměru po maximálně 15 sekundách instalace.

Tabulka B.1 Podmínky při zkoušce

1	Velikost kotvicího prvku		M6	M8	M10	M12	M16	M20
2	Nárazové zařízení, typ		B	B	B	B	C	C
3	Hmotnost	[kg]	4,5	4,5	4,5	4,5	15	15
4	Pádová výška	[mm]	450	450	450	450	600	600
5	Počet úderů[1)] pro vyhodnocení referenčního rozepření	-	3	5	6	7	4	5
6	Počet úderů[1)] pro vyhodnocení instalačního rozepření	-	2	3	4	5	3	4
1)	Zkoušky jsou provedeny se standardizovaným zařízením působícím konstantní energií při úderu. V praxi při ručním zatloukání záleží energie způsobující instalaci kotvicího prvku na velikosti kotvicího prvku. Z toho důvodu je počet úderů rozdílný pro rozdílné velikosti kotvicích prvků.							

©EOTA 2021



1 Vodováha

2 Závaží

x Pádová výška

3 Instalační nástroj

4 Kotvicí prvek

5 Beton

Obrázek B.13 Uspořádání zkoušek pro určení stupně rozepření (schematicky) – příklad pro instalaci zarážecího kotvicího prvku

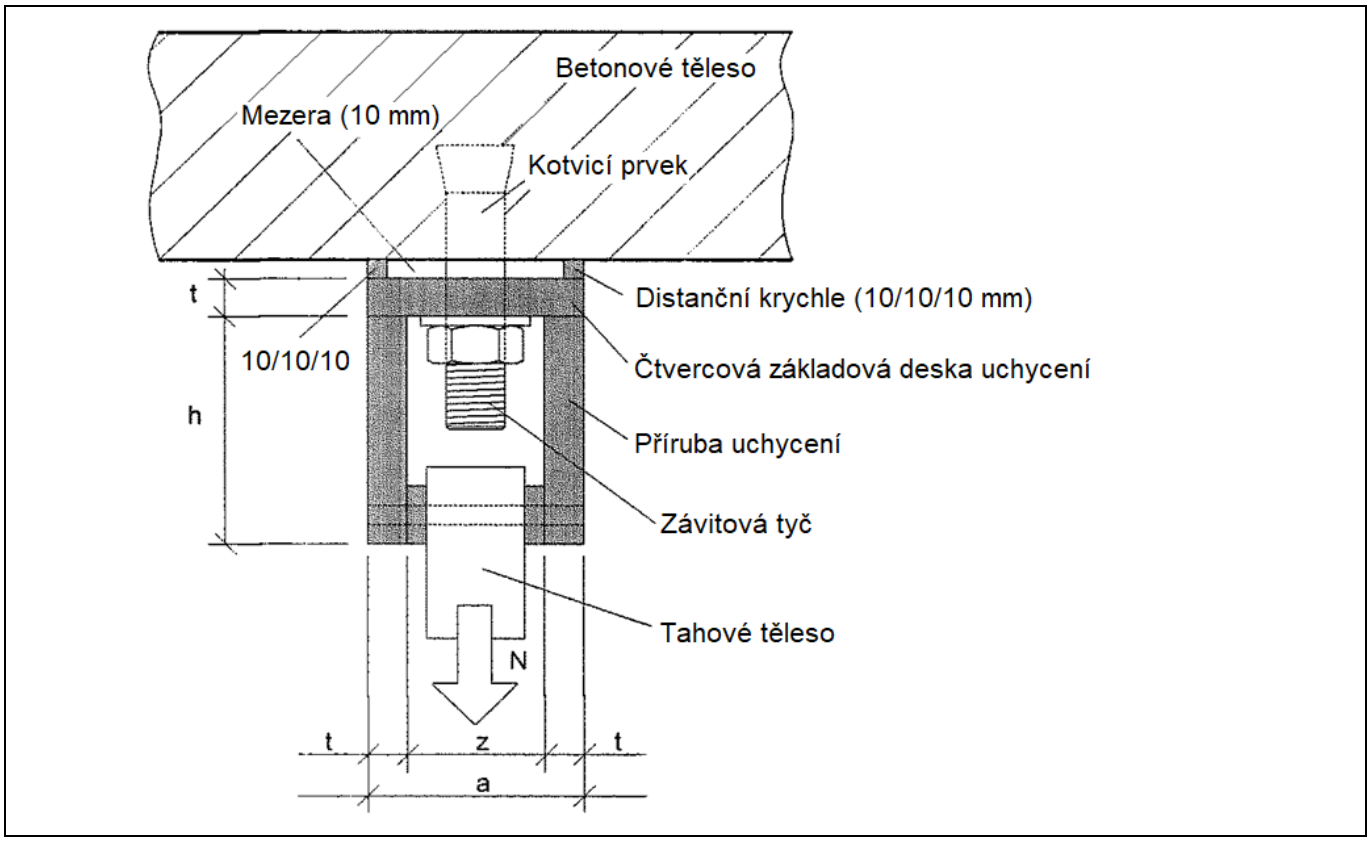
©EOTA 2021

B.3.8 Vystavení ohni

B.3.8.1 Zkoušky porušení oceli při zatížení tahem

Uspořádání zkoušky:

Zkoušky pro stanovení únosnosti při porušení oceli jsou provedeny v betonu bez trhlin za použití nezatíženého panelu. Princip uspořádání zkoušky je možno shlédnout na Obrázku B.14.



Obrázek B.14 Uspořádání zkoušky pro stanovení porušení oceli při vystavení ohni

Rozměry připevňovaného prvku musí být zvoleny v závislosti na kategorii zatížení podle Tabulky B.2. Připevňovaný prvek musí poskytovat napětí oceli 2 – 4 N/mm^2 v odpovídajících částech. Obyčejné děrované pásky mohou být použity pro uspořádání zkoušky do zatížení 1,0 kN.

Pro kotvicí prvky s objímkou:

V kotvicím prvku musí být použity šrouby s minimální pevností podle upřesnění uvedeného v ETA. Zkušenosti prokázali, že porušení matice na závitové tyči je rozhodující a měla by být použita při zkoušce. Pokud jsou v ETA povoleny standardní komerční šrouby nebo tyče, neměli by být dodány výrobcem.

Tabulka B.2 Rozměry připevňovaného prvku během zkoušky při vystavení ohni

©EOTA 2021

Typ adaptéru	Kategorie zatížení $N_{Rk,s,fi}$ [kN]	Délka čtvercové základové desky a [mm]	výška / šířka příruby h / b [mm]	tloušťka profilu t [mm]	Vzdálenost mezi dvěma přírubami z [mm]
I	> 1 - ≤ 3	90	100 / 90	15	60
	> 3 - ≤ 5	90	100 / 90	15	60
II	> 5 - ≤ 7	110	120 / 110	20	70
	> 7 - ≤ 9	110	120 / 110	20	70
III	> 9 - ≤ 11	120	120 / 120	25	70
	> 11 - ≤ 13	120	120 / 120	25	70

Postup při zkoušce:

Kotvicí prvky musí být během zkoušky při vstavení ohni zatíženy tahem přes připevňovaný prvek, který je definován v Tabulce B.2. Požární zkoušky musí být provedeny podle EN 1363-1:1999 – zkoušky v elektrické troubě jsou povoleny.

Musí být provedeno alespoň 5 zkoušek kotvicího prvku, každá používající nejmenší velikost d_1 a střední velikost d_2 (≤ M12). Každá zkoušená velikost musí mít dobu trvání požární odolnosti více než 60 min u alespoň 4 zkoušek.

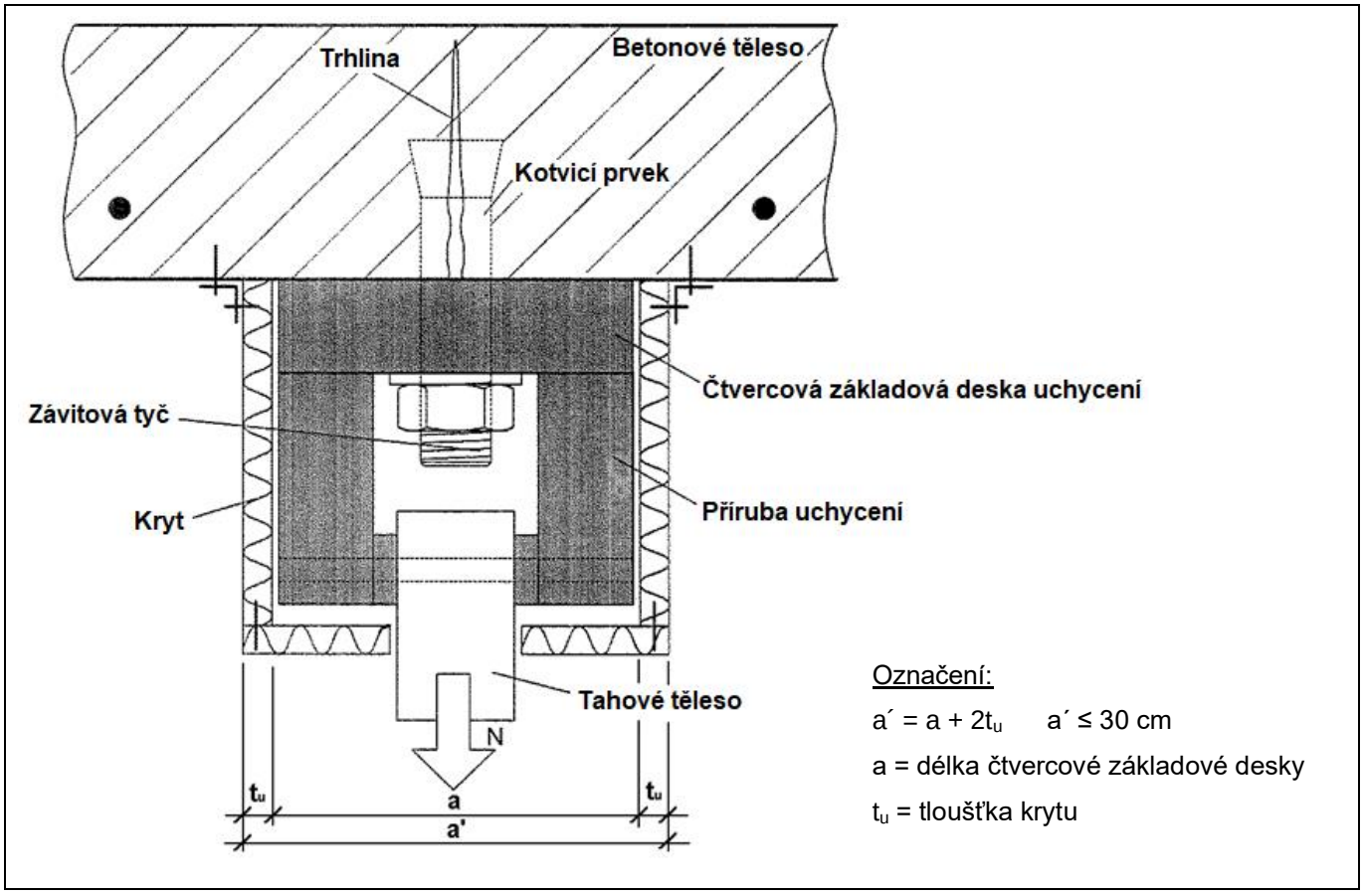
U každé zkoušky se zaznamenává zkušební zatížení a odpovídající doba trvání do porušení.

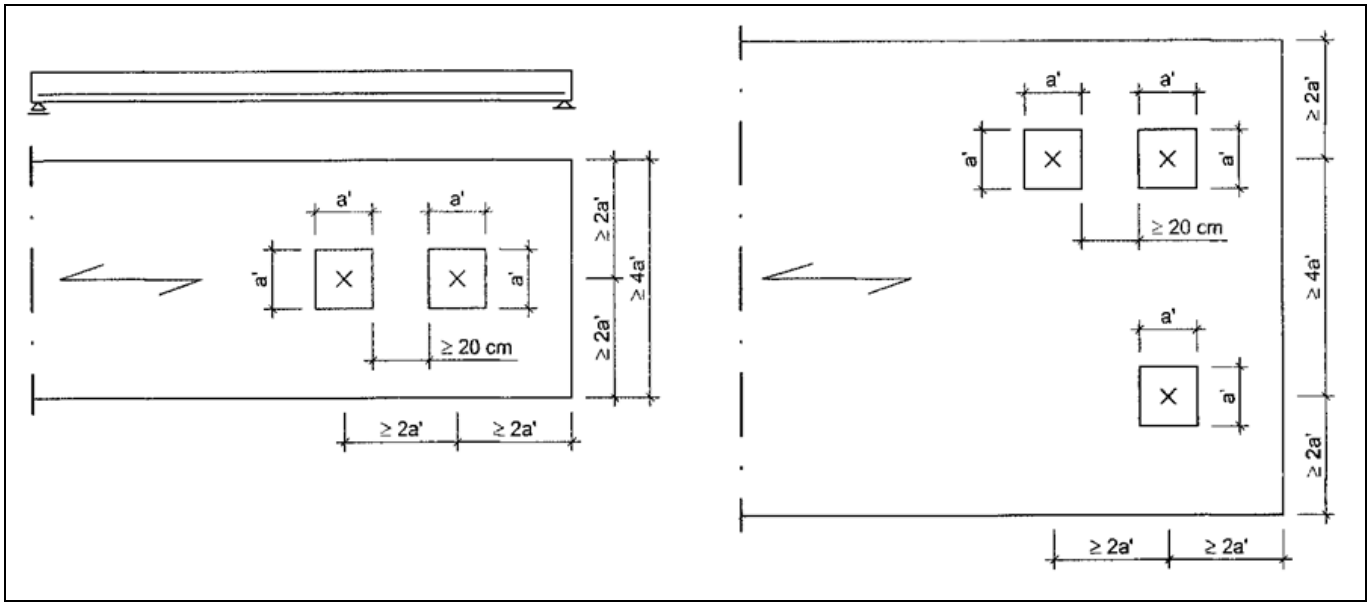
B.3.8.2 Zkoušky porušení vytažením při zatížení tahem

Uspořádání zkoušky:

Zkoušky jsou provedeny ve vyztužených betonových deskách (C20/25) s výztuží Ø = 12 mm / a = 150 mm a stupněm vyztužení A_s / (b • d) z přibližně 0,4 %. Nesmí dojít k porušení oceli. Z toho důvodu musí být připevňované prvky včetně kotvicího prvku izolované nebo chráněné. Připevňovaný prvek může být kompaktnější než ve zkouškách podle části B.3.8.1. Vyztužené betonové desky musí být alespoň navržené pro žádoucí dobu trvání požární odolnosti. Tloušťka desek musí být ≥ 2 h_{ef} a alespoň 250 mm. Princip uspořádání zkoušky je možno shlédnout na Obrázku B.15.

©EOTA 2021





Obrázek B.15 Uspořádání zkoušky pro stanovení charakteristické únosnosti porušení vytažením při vystavení ohni

Postup při zkoušce:

Vyztužená betonová deska je zatěžována, dokud se neobjeví trhlina. Kotvicí prvek je umístěn přímo do trhliny po uvolnění zatížení. Poté je deska znovu zatížena; až do vypočteného napětí výztuže přibližně 270 N/mm^2 ± 20 N/mm^2 v oblasti kotvicího prvku. To povede k trhlině o šířce přibližně 0,10 až 0,25 mm. Potom je kotvicí prvek zatížen silou navrženou pro požární zkoušku podle EN 1363-1:1999. Napětí oceli výztuže se musí během zkoušky udržovat konstantní.

Pro stanovení limitních hodnot křivky je provedeno alespoň 5 zkoušek používající kotvicí prvky nejmenší velikosti, které mají efektivní hloubku zapuštění h_{ef} přibližně 60 mm až 70 mm. Doba trvání požární odolnosti musí být více než 60 min alespoň u 4 zkoušek.

U každé zkoušky se zaznamenává zkušební zatížení a odpovídající doba trvání do porušení.

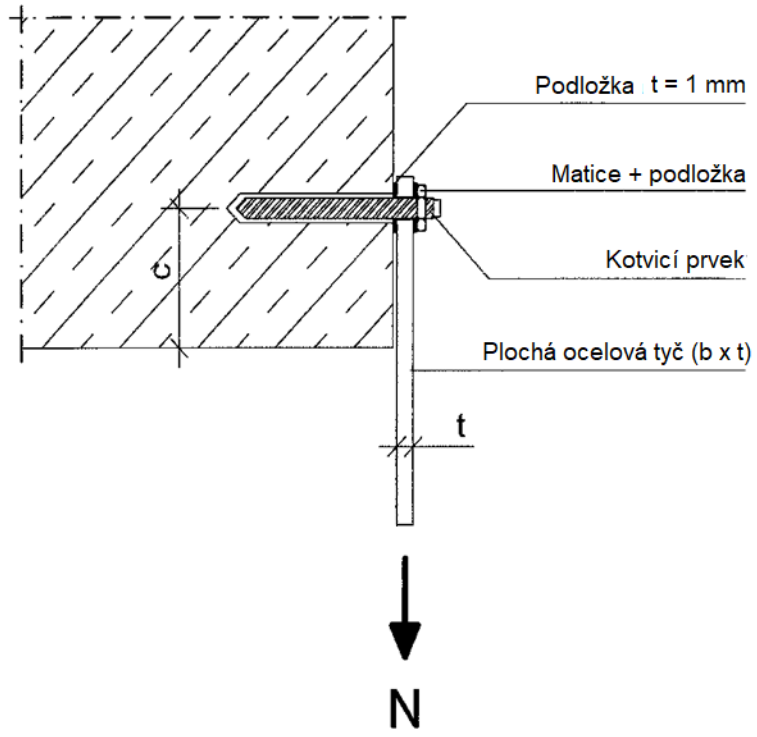
©EOTA 2021

B.3.8.3 Zkoušky porušení oceli při zatížení smykem

Postup při zkoušce je proveden podle části B.3.8.1. Smykové zatížení je vyvozeno přes plochou ocelovou tyč, která je vhodná pro napětí oceli od 2 do 4 N/mm^2.

Princip uspořádání zkoušky je možno shlédnout na Obrázku B.16.

U každé zkoušky se zaznamenává zkušební zatížení a odpovídající doba trvání do porušení.



Označení:

c = vzdálenost od okraje

t = tloušťka ploché ocelové tyče

10 mm ≤ t ≤ 20 mm

b = šířka ploché ocelové tyče

$b = N / (t \times t \times \sigma_{Rk,s,fi})$ kde

2 N/mm^2 ≤ $\sigma_{Rk,s,fi}$ ≤ 4 N/mm^2

Obrázek B.16 Uspořádání zkoušek pro stanovení charakteristické únosnosti porušení oceli při vystavení ohni pro smykové zatížení

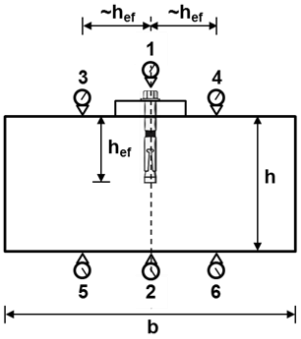
B.4 Protokol o zkoušce

©EOTA 2021

Vzhledem k tomu, že pro každou sérii zkoušek se udávají pouze relevantní parametry, je tato tabulka míněna jako kontrolní list. Protokol o zkoušce by měl obsahovat alespoň relevantní informace pro konkrétní sérii zkoušek.

1. Popis zkušebního vzorku		
typ kotvicího prvku		výrobce, jméno výrobku, rozměry, materiál
stav vzorku		sériové číslo / prototyp
výrobní šarže		
ocelové části	mechanické vlastnosti (pevnost v tahu, mez kluzu, lomové prodloužení), druh povrchové úpravy	např. (f_u = 970 N/mm², R_{p02} = 890 N/mm², A_5 = 18%, pozinkování 5 μm, funkční povlak)
malta	označení, velikost balení, typ kartuše	xy injektážní malta – verze s rychlým vytvrzením, kartuše vedle sebe xxx ml
	hmotnost složek, hustota, viskozita, reaktivita, infračervená analýza	
	Typ vytlačovací pistole a ostatních nástrojů (pokud nějaké)	např. ruční vytlačovací pistole xy, pístová zátka velikost xx
2. Zkušební těleso		
typ prvku / č. výkresu		nákres podle „ukázkového průřezu“ a „ukázka pro zkušební těleso s trubkami pro rozbití vazby“
rozměry		(l / w / h)
betonová směs		např. cement, typ kameniva a obsah, poměr voda/cement
podmínky vytvrzení		
staří betonu v době zkoušek		
typ a stupeň výztuže		
množství podélné výztuže		
velikost podélné výztuže		
délka před odlepením		
typ desek pro rozbití vazby		např. dřevo / plast / kov / žádné
rozteč výztuže		např. 254 mm horizontálně, 50 mm od okraje
rozdělení výztuže podél hloubky tělesa		např. dvě řady, 100 mm od vršku a spodku
výztuž je rozdělena dvojitě souměrně		
3. Instalační informace		
poměr tloušťky tělesa / h_{nom}		např. 2,2
umístění instalovaného kotvicího prvku		bedněná strana
typ / průměr podpěr		bez zamezení porušení d = 450 mm
rozteč mezi výztuží a kotvicím prvkem		200 mm
vrtání ve vlasové trhlině		ano / ne
vrtání otvoru samostatně před každou zkouškou		ano / ne
metoda vrtání		
typ vrtačky		
typ a řezný průměr vrtáku		
délka vrtáku		
nástroje pro čistění vyvrtaného otvoru (pokud nějaké)		
hloubka vývrtu h_1 [mm]		
postup při čištění vývrtu (pokud nějaký)		
jmenovitá / efektivní hloubka zapuštění h_{nom} / h_{ef}		
tloušťka připevňovaného prvku (t_{fix}) [mm]		
průchozí otvor d_f [mm]		
instalační utahovací moment T_{inst} [Nm]		
umístění kotvicího prvku v oblasti přenosu zatížení v trhlině		nákres
metoda ověření pozice kotvicího prvku v trhlině		např. boroskop (nákres formování trhliny v oblasti přenosu zatížení)

©EOTA 2021

4. Parametry zkoušky	
mechanismus otevírání trhlin	popis, jak je zajištěna šířka trhliny v místě přenosu zatížení
poměr zatížení / uvolnění zatížení [sec]	např. 2,5 / 2,5
jmenovité stálé zatížení	např. 10 kN
min. stálé zatížení	např. 10,1 kN
max. stálé zatížení	např. 10,9 kN
průměrné stálé zatížení	např. 10,3 kN
počet replikátů zkoušených současně	např. jeden
měření posuvu kotvicího prvku	např. nepřetržitě / u kotvicího prvku
počet replikátů zkoušených v jednom vzorku / trhlině	např. 6 na vzorek / 2 na trhlinu
množství / typ měření šířky trhliny	např. 4 / kapacitní snímač
pozice snímačů tloušťky trhliny	nákres se vzdálenostmi např.: 
určení tloušťky trhliny u kotvicího prvku	např. lineární interpolací
diagram obsahující: - šířku trhliny u kotvicího prvku pro vrchní a spodní oblast přenosu zatížení - vykreslené cykly v normální algoritmickém měřítku - vykreslená horní a dolní šířka trhliny	
nejistota měření převodníků pro šířku trhliny	např. ±0,005 mm
minimální frekvence během zkoušky	
maximální frekvence během zkoušky	

5. Výsledky zkoušky

©EOTA 2021

zatížení při porušení	
zatížení při ztrátě přilnavosti	
posuv při porušení	
posuv při 50% zatížení při porušení	
diagram s křivkou zatížení posuv	
typ porušení (pokud není úvodní porušení jasné, může být uvedena kombinace typů porušení)	- (cc) porušení vytržení kužele betonu – uvedený průměr a hloubka kužele betonu - (sp) prasknutí – podmínky při zkoušce v betonu bez trhlin v případě, kdy byla poprvé zpozorována trhlina - (po) vytažení – porušení vytažením může být kombinováno s mělkou betonovou vypuklinou - (pt) protažení – kužel je protažen skrz rozpěrnou objímku - (s) porušení oceli – definujte místo přetržení oceli na kotvicím prvku - (pr) vylomení – porušení betonu na opačné straně, než je směr zatížení (může nastat u mělkého zapuštění)
krouticí moment při porušení (pouze zkouška utahovacího momentu)	
diagram s posuvem v průběhu času zkoušky (pouze dlouhodobé zkoušky)	

©EOTA 2021

PŘÍLOHA C MECHANICKÉ KOTVICÍ PRVKY V BETONU PŘI SEISMICKÉ ČINNOSTI

C.1 PŘEDMĚT

C.1.1 Obecně

Zkoušky v této příloze jsou určené pro vyhodnocení vlastností kotvicích prvků při simulovaném seismickém zatížení tahem a smykem, včetně účinků trhlin a při simulovaných podmínkách seismických změn šířky trhliny. Požadavky této přílohy se nevztahují na chování kotvicího prvku v takových oblastech vyztužených betonových konstrukcí, kde se očekává plastické namáhání oceli (např. v místě plastických závěsů), kotvicí prvky musí být umístěny mimo tyto oblasti.

Předpoklad pro seismickou činnost kategorie C1 a C2 je celkové posouzení pro použití v betonu s trhlinami a bez trhlin (varianta 1 až 6).

Pevnost v tlaku betonu $f_{c.test}$ použitá v různých rovnicích tohoto dokumentu musí důsledně reprezentovat hodnotu naměřenou na standardních válcích nebo standardních krychlích, pokud není konkrétně požadováno jinak. Pokud to je potřeba, pevnost v betonu může být podle toho přepočtena.

C.1.2 Kategorie

Pro vyhodnocení vlastností kotvicího prvku vystaveného seismickému zatížení se rozlišují dvě seismické činnosti, tj. C1 a C2, přičemž C2 je přísnější než C1. Doporučené použití kategorií C1 a C2 v souvislosti s návrhem kotvicích prvků v betonu je uvedeno v EN1992-4:2018.

Činnost kategorie C1 poskytuje vlastnosti kotvicího prvku ohledně síly, zatímco činnost kategorie C2 poskytuje vlastnosti kotvicího prvku jak ohledně síly, tak i posuvů. V obou případech se bere v úvahu účinek praskání betonu. Maximální šířka trhliny uvažována v C1 je $\Delta w = 0{,}5$ mm a v C2 je $\Delta w = 0{,}8$ mm, kde Δw je dodatek k šířce vlasové trhliny v betonovém tělese po instalaci kotvicího prvku, ale před zatížením kotvícího prvku.

Posouzení kotvicích prvků pro kategorii C1 se skládá ze zkoušek při pulzujícím zatížení tahem a zkoušek při střídavém zatížení smykem. Posouzení kotvicích prvků pro kategorii C2 zahrnuje referenční zkoušky až do porušení, zkoušky při pulzujícím zatížení tahem, zkoušky při střídavém zatížení smykem a zkoušky s proměnlivou šířkou trhliny. V těchto zkouškách jsou měřeny síly a posuv buď nepřetržitě nebo v příslušných intervalech. Posouzení kotvicího prvku pro kategorii C2 má vyšší nároky na vlastnosti kotvicího prvku při seismické činnosti v porovnání s kategorií C1.

Na základě odpovídajících historií zatížení a šířek trhlin, které se odlišují pro kategorii C1 a C2, návrhové informace pro C1 obsahují hodnoty tahové a smykové únosnosti kotvicího prvku, zatímco pro C2 obsahují hodnoty tahové a smykové únosnosti a posuv kotvicího prvku.

Podrobné informace ohledně různých zkušebních protokolů a kritérií posouzení pro obě seismické činnosti jsou uvedeny v Kapitole 3 a 4.

C.2 ZKRATKY A ZNAČENÍ

C.2.1 Zkratky

C1. C2	=	kategorie seismické činnosti
DLS	=	(Damage Limitation State) stav omezení poškození (viz. EN 1998-1:2004, 2.2.1)
ULS	=	(Ultimate Limit State) mezní stav (viz. EN 1998-1:2004, 2.2.1)

C2.2 Značení

A	=	procentuální prodloužení při porušení
A_g	=	průřez plochy zkušebního tělesa
b	=	šířka zkušebního tělesa (viz. Obrázek C.1 a Obrázek C.2)
c	=	vzdálenost od okraje (viz. Obrázek C.1)
C_{ini}	=	počáteční tlaková síla na střed zkušebního betonového tělesa v sérii zkoušek C2.5
C_{test}	=	tlaková síla na střed zkušebního betonového tělesa během proměn šířky trhliny v sérii zkoušek C2.5
d_s	=	průměr výztuže (viz. Obrázek C.1)
$f_{c,i}$	=	průměrná pevnost betonu v tlaku v sérii zkoušek
f_u	=	mez pevnosti oceli

h_{iz}	=	oblast interakce mezi kotvicím prvkem a betonem
h_{ltz}	=	efektivní oblast přenosu zatížení kotvicího prvku
ℓ_b	=	délka vazby (viz. Obrázek C.2)
ℓ_{db}	=	délka rozbití vazby (viz. Obrázek C.2)
n_{cyc}	=	počet cyklů
N_{eq}	=	maximální zatížení tahem pro vyvození při seismických zkouškách tahem série C1.1
N_i	=	mezilehlé zatížení tahem pro vyvození při seismických zkouškách tahem série C1.1
N_m	=	minimální zatížení tahem pro vyvození při seismických zkouškách tahem série C1.1
N_{max}	=	maximální zatížení tahem pro vyvození při pulzujících zkouškách tahem série C2.3
N_{min}	=	nižší zatížení tahem při pulzujících zkouškách tahem série C2.3
$N_{Rk,p,Cx}$	=	charakteristická únosnost v tahu pro vytažení při seismickém zatížení uvedená v ETA pro seismickou činnost kategorie C1, C2
$N_{Rk,s,Cx}$	=	charakteristická únosnost v tahu pro porušení oceli při seismickém zatížení uvedená v ETA pro seismickou činnost kategorie C1, C2
N_{w1}	=	zatížení tahem pro vyvození v obslužném rozsahu ($\Delta w \leq 0{,}5$ mm) měnící se šířky trhliny série zkoušek C2.5
N_{w2}	=	zatížení tahem pro vyvození ve vhodném rozsahu ($0{,}5$ mm $< \Delta w \leq 0{,}8$ mm) měnící se šířky trhliny série zkoušek C2.5
t	=	čas
V_{C1}	=	maximální zatížení smykem pro vyvození při seismických zkouškách smykem série C1.2
V_i	=	mezilehlé zatížení smykem pro vyvození při seismických zkouškách smykem série C1.2
V_m	=	minimální zatížení smykem pro vyvození při seismických zkouškách smykem série C1.2
V_{max}	=	maximální zatížení smykem pro vyvození při seismických zkouškách střídavým smykem série C2.4
$V_{Rk,s,Cx}$	=	charakteristická únosnost ve smyku pro porušení oceli při seismickém zatížení uvedená v ETA pro seismickou činnost kategorie C1, C2
$V_{u,m}$	=	průměrná únosnost ve smyku
w_{ini}	=	úvodní šířka trhliny po vyvození N_{w1} v sérii zkoušek C2.5
Δw	=	šířka trhliny, která je přídavkem k šířce vlasové trhliny po instalaci kotvicího prvku ale před zatížením kotvicího prvku
Δw_{hef}	=	šířka trhliny v hloubce zapuštění h_{ef}
Δw_{top}	=	šířka trhliny na vrchní straně zkušebního tělesa ve kterém je kotvicí prvek instalován
Δw_{bot}	=	šířka trhliny na spodní straně zkušebního tělesa ve kterém je kotvicí prvek instalován
$\alpha_{C2.x}$	=	výsledný redukční činitel z posouzení série zkoušek C2.x
$\alpha_{N,C1}$, $\alpha_{N,C2}$	=	seismický redukční činitel pro zatížení tahem pro seismickou činnost kategorie C1, C2
$\alpha_{V,C1}$, $\alpha_{V,C2}$	=	seismický redukční činitel pro zatížení smykem pro seismickou činnost kategorie C1, C2
$\beta_{cv,C2.x}$	=	výsledný redukční činitel z velkého variačního součinitele ze zkoušek série C2.x
$\beta_{cv,N}$	=	výsledný redukční činitel pro zatížení tahem z velkého variačního součinitele
$\beta_{cv,V}$	=	výsledný redukční činitel pro zatížení smykem z velkého variačního součinitele
$\delta_{N,lim}$	=	mezní posuv odpovídající nadměrnému posuvu kotvicího prvku v posouzení výsledků sérií zkoušek C2.3 a C2.5
$\delta_{N,C2}$	=	posuv kotvicího prvku související se sérii seismických zkoušek C2.3 a C2.5
$\delta_{V,lim}$	=	mezní posuv odpovídající nadměrnému posuvu kotvicího prvku v posouzení výsledků série zkoušek C2.4
$\delta_{V,\ C2}$	=	posuv kotvicího prvku související se sérii seismických zkoušek C2.4
$\gamma_{M,C1}$, $\gamma_{M,C2}$	=	dílčí činitel pro materiály při seismickém zatížení
$\gamma_{Mp,C1}$, $\gamma_{Mp,C2}$	=	dílčí činitel pro porušení vytažením při seismickém zatížení
$\gamma_{Ms,C1}$, $\gamma_{Ms,C2}$	=	dílčí činitel pro porušení oceli při seismickém zatížení

©EOTA 2021

C.3 ZKUŠEBNÍ METODY

C.3.1 Obecné požadavky při zkouškách

Pokud je to možné, musí být následována Příloha B pro zkušební tělesa, uspořádání zkoušky a podrobnosti zkoušky. Úpravy jsou popsané v části C.3 tohoto dokumentu a v případě nesrovnalostí mají přednost před ustanoveními Přílohy B.

©EOTA 2021

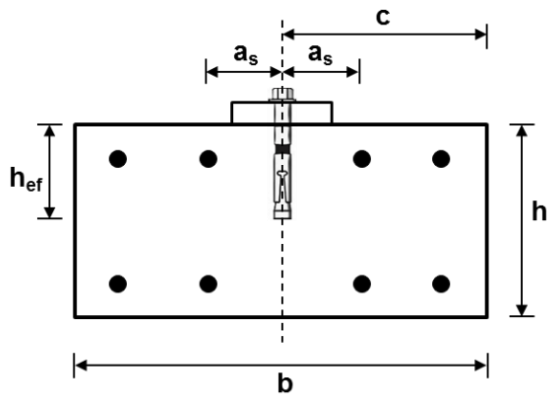
C.3.1.1 Zkušební tělesa

Tloušťka zkušebního tělesa musí být přinejmenším větší hodnota z 1,5 h_{ef} a minimální tloušťky tělesa požadované výrobcem uvedené v ETA. Šířka tělesa musí být dostatečně velká, aby zamezila jakémukoliv vlivu okrajů na chování kotvicího prvku. Zkušební těleso musí být navrženo tak, že tloušťka trhliny je přibližně konstantní skrz celou tloušťku zkušebního tělesa během zkoušky (včetně změn šířky trhliny (pro šířky trhliny ≥ 0,3 mm), cyklického zatížení a nejvyšším zatížení). Tento požadavek je považován za splněný pokud:

a) šířka trhliny Δw_{hef} na úrovni hloubky zapuštění h_{ef} je stejná nebo větší než požadovaná hodnota a
b) šířka trhliny Δw_{top} na vrchní straně zkušebního tělesa (tj. na straně kde je kotvicí prvek instalován) je stejná nebo větší než Δw_{hef} pro $\Delta w_{hef} \geq 0{,}3$ mm.

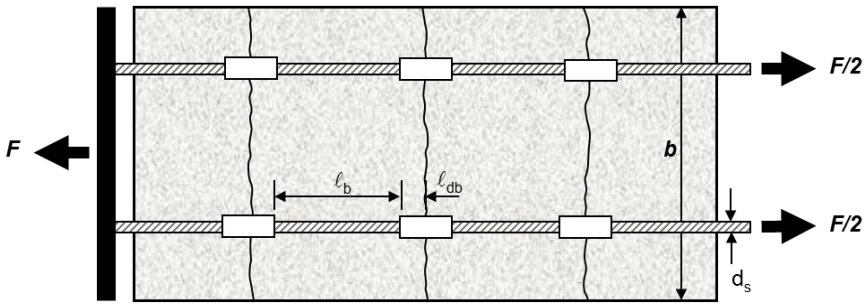
Výztuž musí být stejné velikosti a umístěna symetricky (viz. Obrázek C.1). Rozteč výztuže ve zkušebním tělese musí být ≤ 400 mm. Únosnost kotvicího prvku nesmí být ovlivněna výztuží. Výztuž musí zůstat v pružném rozsahu během každé zkoušky. Musí být zabráněno prohýbání se výztuže. Délka vazby ℓ_b mezi možnými oblastmi trhlin a na obou koncích tělesa (viz. Obrázek C.2) musí být dostatečně velká pro zavedení tahové síly do betonu.

Pro usnadnění otevření trhliny o Δw = 0,8 mm může být použit přípravek pro rozbití vazby na obou stranách trhliny (viz. Obrázek C.2). Pro tento účel může být použita plastová trubice s vnitřním průměrem ≈ 1,2 d_s, kde d_s označuje průměr výztuže. Pokud jsou použity přípravky na rozbití vazby, délka rozbití vazby ℓ_{db} je doporučena ≤ 5 d_s.



a_s ... vzdálenost mezi kotvicími prvky a výztuží
b ... tloušťka zkušebního tělesa
c ... vzdálenost od okraje
h ... výška zkušebního tělesa
h_{ef} ... hloubka zapuštění kotvicího prvku

Obrázek C.1 Příklad průřezu zkušebního tělesa



přípravek pro rozbití vazby
ℓ_b ... délka vazby
ℓ_{db} ... délka rozbití vazby
d_s ... průměr výztuže
b ... šířka zkušebního tělesa
F ... síla na zkušební těleso

Obrázek C.2 Příklad zkušebního tělesa s trubicemi na výztužích pro rozbití vazby (půdorys)

Požadavek na to, aby chování kotvicího prvku nebylo ovlivněno okrajem zkušebního tělesa, je považován za splněný, pokud se při zkouškách bez zamezení porušení vytržená část betonu (viz. EN 1992-4 Obrázek 7.1 b) nekříží s okrajem nebo je vzdálenost kotvicího prvku od okraje ve všech směrech $c \geq 2{,}0\ h_{ef}$.

Požadavek na to, že únosnost kotvicího prvku není ovlivněna výztuží, je považován za splněný, pokud je při zkouškách bez zamezení porušení vzdálenost a_s mezi kotvicím prvkem a nejbližší výztuží (viz. Obrázek C.1) alespoň 75 mm a ≥ 0,60 h_{ef}. Pokud pro velké hloubky zapuštění nejde současně splnit tento požadavek na vzdálenost a

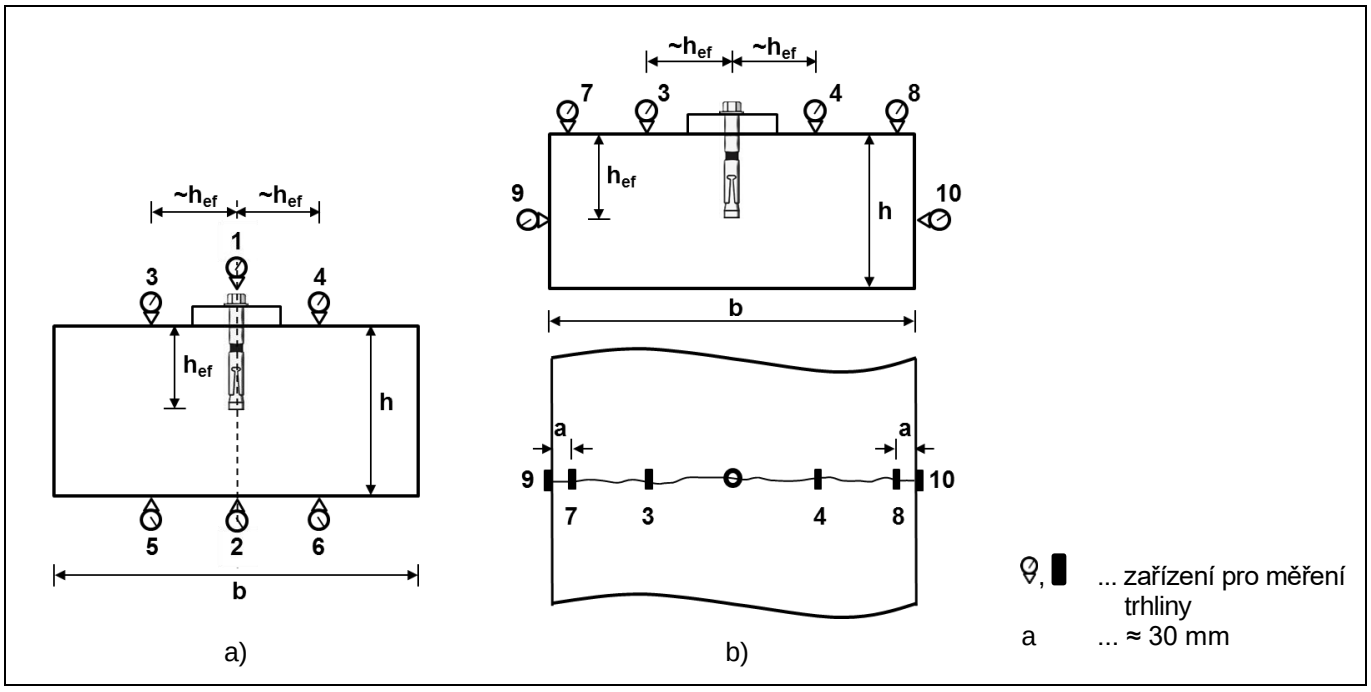
©EOTA 2021

požadavek na rozteč výztuže ≤ 400 mm, je požadována odborná zpráva, prokazující, že nejbližší výztuž neovlivňuje únosnost kotvicího prvku.

Poznámka C.1 Výše zmíněný požadavek pro a_s je postaven na základě úvahy, že výztuž nekříží část vytrženého kužele betonu, který se vytvořil při největším zatížení a následujících dvou předpokladů:

1. *Délka trhliny při mezním zatížení je přibližně 0,4 boční délky konečného kuželu. Sklon kužele měřený od horizontu je v průměru kolem 35°.*
2. *Rozteč mezi výztužemi použitými pro vytvoření a kontrolu šířky trhliny není obvykle menší než 150 mm.*

Splnění požadavku ohledně konstantní šířky trhliny musí být prokázáno u každého návrhu zkušebního tělesa pro kotvicí prvek s nejvyšším mezním zatížení, které se bude zkoušet v tomto zkušebním tělese s šířkou trhliny požadovanou pro určitou zkoušku (viz. Tabulka A.1) a šířkou trhliny Δw = 0,3 mm až 0,8 mm pro sérii zkoušek C2.5. Alespoň 3 zkušební tělesa musí být vyzkoušeny pro každý návrh zkušebního tělesa a v každé zkoušce musí být podmínky, uvedené výše, splněny. Výsledky tohoto posouzení musí být uvedeny v protokolu o zkoušce. Na Obrázku C.3a) a Obrázku C.3b) jsou zobrazeny dvě možnosti posouzení.



Obrázek C.3 Měření pro prokázání splnění požadavku na konstantní šířku trhliny

Měření trhliny a tolerance šířky trhliny

Šířka trhliny je během zkoušky nepřetržitě měřena s chybou měření ne větší než 0,02 mm.

Při zkouškách tahem je šířka trhliny Δw_{hef} stanovena jedním z následujících dvou přístupů:

a) Lineární interpolací z měření trhliny na vrchní Δw_{top} a spodní Δw_{bot} části zkušebního tělesa (viz. Obrázek C.3a). V tomto případě je šířka trhliny měřena buď v místě kotvicího prvku (tj. umístění 1 (Δw_{top}) a 2 (Δw_{bot}) na Obrázku C.3a) nebo na obou stranách kotvicího prvku (tj. umístění 3 & 4 (pro Δw_{top}) a 5 & 6 (pro Δw_{bot}) na Obrázku C.3a) s dvěma průměrnými hodnotami z měření na vršku a spodku zastupující Δw_{top} a Δw_{bot} respektive.
b) Měřením šířky trhliny na straně zkušebního tělesa na úrovni hloubky zapuštění h_{ef} (tj. umístění 9 & 10 na Obrázku C.3b). V tomto případě je stanovena průměrná hodnota z měření na stranách zkušebního tělesa jakožto zástupce Δw_{hef}.

Pro oba přístupy musí být při zkoušce tahem bez zamezení porušení umístěno měřící zařízení podle Obrázku C.3.

Při zkoušce smykem je šířka trhliny měřena do vzdálenosti přibližně 1,0 h_{ef} zepředu a zezadu kotvicího prvku (a určí se průměrná hodnota) nebo přímo v místě kotvicího prvku, pokud je to možné.

Průměrné změřené šířky trhlin Δw_{hef} z každé série zkoušek určené pro každý kotvicí prvek se musí rovnat nebo být větší než šířka trhliny předepsaná pro danou sérii zkoušek. Jednotlivé šířky trhliny musí být v rámci následujících tolerancí:

- pro Δw < 0,3 mm: 20% šířky trhliny předepsané pro sérii zkoušek
- pro Δw ≥ 0,3 mm: minimálně 10% šířky trhliny předepsané pro sérii zkoušek a 0,04 mm

©EOTA 2021

C.3.1.2 Instalace kotvicího prvku

Instalujte kotvicí prvek do vlasové trhliny podle vytištěných pokynů pro instalaci od výrobce (MPII). Pro zkoušky popsané v C.3.4.4 se před instalací kotvicího prvku vyvodí tlakové zatížení na zkušební těleso. Použijte vrtáky s průměrem $d_{cut,m}$ (střední).

Instalační utahovací moment T_{inst} požadovaný výrobcem musí být aplikován na kotvicí prvek momentovým utahovacím klíčem (který má zdokumentovanou kalibraci), kromě případů, kde se kotvicí prvek instaluje použitím nástrojů (jako např. rázový šroubovák) popsaných v MPII. Chyb měření nesmí překročit 5 % aplikovaného krouticího momentu v celém měřeném rozsahu. Asi 10 minut po aplikaci utahovacího momentu T_{inst} na kotvicí prvek se musí krouticí moment snížit na 0,5 T_{inst} s ohledem na relaxaci předpínací síly s časem. Toto zmenšení instalačního utahovacího momentu se netýká šroubů do betonu.

Pokud není ve tištěných instrukcích pro instalaci od výrobce uveden žádný utahovací moment, dotáhněte kotvicí prvek ručně před instalací. Při zkouškách kotvicího prvku s vnitřním závitem se šroubem určeným výrobcem popište typ šroubu v protokolu o zkoušce.

C.3.1.3 Uspořádání zkoušky

Kotvicí prvek je umístěn do trhliny v celé oblasti efektivního přenosu zatížení, h_{ltz}, kotvicího prvku (což znamená např. celou délku hloubky zapuštění pro šroub do betonu, přes 1,5 délky oblasti interakce h_{lz} rozpěrného kotvicího prvku aktivovaného krouticím momentem nebo zařezávacího kotvicího prvku viz. Obrázek C.4).

Poznámka C.2 Jedna z cest jak toho dosáhnout, alespoň u větších průměrů kotvicích prvků, je vyvrtat otvor pro kotvicí prvek na požadované pozici před iniciací trhliny.

Musí být ověřeno vhodnými metodami (např. boroskopem), že kotvicí prvek je umístěn po celé délce kotevní zóny v trhlině.

Všechny zkoušky tahem jsou provedeny jako zkoušky bez zamezení porušení podle Přílohy B, pokud to není, v části pro danou zkoušku níže, určeno jinak.

Při zkouškách smykem se zamezí nadzdvižení připevňovaného prvku (ocelové desky) takovým způsobem, aby se zamezilo vzniku významných třecích sil. Takové třecí síly lze omezit, pokud je například použito uspořádání zkoušky zobrazené na Obrázku C.5, které zabraňuje nadzdvižení, omezuje tření pomocí valivého ložiska a nepůsobí tlakovou silou. K tomu navíc se musí pro zkoušky smykem zvolit maximální prstencová mezera průchozího otvoru (viz. Příloha B). U kotvicích prvků s určenou menší mezerou nebo bez prstencové mezery, obojí musí být uvedeno v ETA, mohou být zkoušeny určené systémy kotvicího prvku.

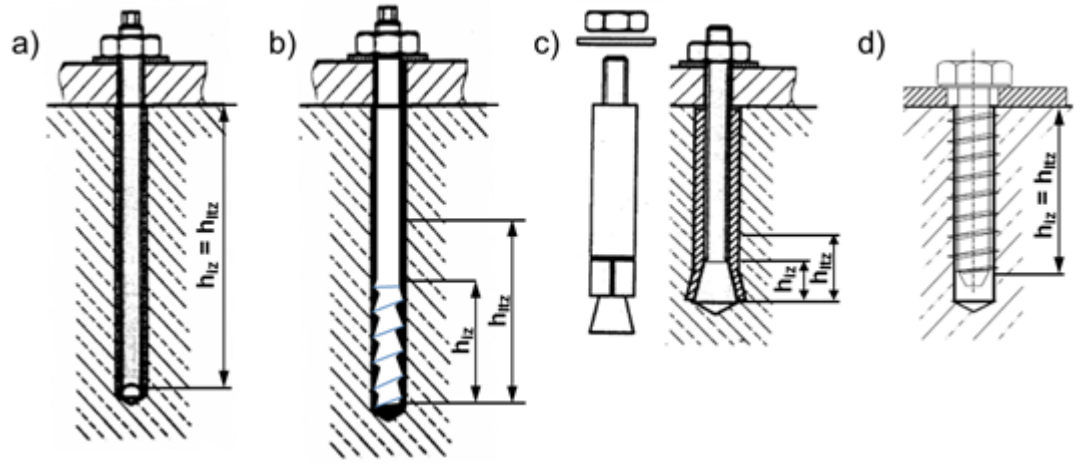
Poznámka C.3 Účinek poměrů vysokého zatížení na kotvicí prvky je konzervativně zanedbán.

Podle Obrázku C.3a) jsou šířky trhlin měřeny na vršku a spodku zkušebního tělesa buď v místě kotvicího prvku (umístění 1 a 2 na Obrázku C.3a) nebo ve vzdálenosti přibližně h_{ef} na na obou stranách kotvicího prvku (umístění 3 & 4 a 5 & 6 na Obrázku C.3a). Průměrná hodnota z měření šířky trhliny v místech 3 a 4 zastupuje Δw_{top} a průměrná hodnota z měření šířky trhliny v místech 5 a 6 zastupuje Δw_{bot}. Šířka trhliny Δw_{hef} se získá lineární interpolací vrchní a spodní šířky trhliny, tj. Δw_{top} a Δw_{bot} respektive.

Stejně tak může být použit přístup vyobrazený na Obrázku C.3b), pokud je prokázáno, že šířka trhliny zůstává přibližně konstantní po celé šířce zkušebního tělesa. Tato podmínka se považuje za splněnou, pokud poměr průměrné hodnoty šířky trhliny naměřené na místech 7 a 8 k průměrné hodnotě naměřené na místech 3 a 4 je ≤ 1,05. Průměrná hodnota šířky trhliny naměřené v místech 3 a 4 zastupuje Δw_{top} a průměrná hodnota šířky trhliny naměřené v místech 5 a 6 zastupuje Δw_{bot} a průměrná hodnota šířky trhliny naměřené v místech 9 a 10 zastupuje Δw_{hef}.

U série zkoušek C2.5 musí být v trhlině v době zkoušek umístěn pouze jeden kotvicí prvek.

©EOTA 2021



Popis:

a) lepený kotvicí prvek (viz. EAD 330499)

b) lepený rozpěrný kotvicí prvek (viz. EAD 330499)

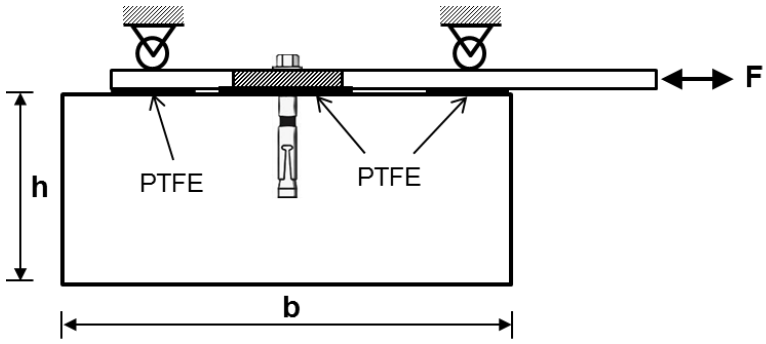
c) zařezávací kotvicí prvek

d) šroub do betonu

e) rozpěrný kotvicí prvek aktivovaný krouticím momentem

f) rozpěrný kotvicí prvek aktivovaný deformací

Obrázek C.4 Oblast efektivního přenosu zatížení



... valivá ložiska

PTFE ... teflonová vrstva

F ... smyková síla

Obrázek C.5 Nákres příkladu pro uspořádání zkoušky smykem bez významných třecích sil

Kontrola šířky trhliny

Při zkouškách do porušení (monotónní zkoušky a zkoušky zbytkové únosnosti) je kotvicí prvek vystaven zatížení, zatímco šířka trhliny je kontrolována buď:

a) stálou šířkou zohledňující požadavky uvedené v části C.3.1.1, například za použití servo systému, nebo
b) omezením na šířku blízkou stanovené hodnotě za použití výztuže a rozměrů zkušebního tělesa (viz. Obrázek C.3..1.1).

©EOTA 2021

C.3.2 Typy kotvicích prvků pro zkoušení

Obecně, zkoušky popsané v C.3.2.4 a C.3.4 musí být provedeny se všemi průměry kotvicích prvků, hloubkami zapuštění, typy oceli (pozinkovaná ocel, nerezová ocel, ocel s vysokou odolností proti korozi) a třídami (třídy pevnosti a nejnižším prodloužením při přetržení), výrobními metodami, typy hlavy (mechanické kotvicí prvky), typy vložek (závitová tyč, závitová objímka) a stejně tak metodami vrtání, které mají být posouzeny pro použití v seismické činnosti. Počet variant pro zkoušení může být zmenšen podle popisu níže. Pro ověření charakteristik kotvicího prvku pro dodatečné parametry (např. zkoušky s rozdílnou hloubkou zapuštění) je dovoleno provést dodatečné zkoušky přesahující minimální počet zkoušek popsaný níže.

Pokud nebyly v průběhu posouzení pro ne-seismickou část provedeny příslušné referenční zkoušky, požadované v kontextu seismického posouzení, musí být tyto zkoušky provedeny. Je povoleno vypočítat odpovídající únosnost při mezním zatížení z dat získaných z ne-seismického posouzení pro beton s trhlinami.

C.3.2.1 Rozpěrné kotvicí prvky aktivované krouticím momentem

C.3.2.1.1 Typ oceli, třída oceli a metody výroby

C.3.2.1.1.1 Zkoušky tahem

Pokud jsou splněny následující podmínky a případný redukční činitel je přijat pro všechny kotvicí prvky, je potřeba vyzkoušet pouze kotvicí prvky jednoho typu oceli, nejvyšší třídy oceli a jedné výrobní metody. Jinak musí být zkoušeny všechny typy oceli, třídy oceli a výrobní metody. To znamená, že pokud jsou splněny všechny podmínky pro všechny typy oceli a všechny třídy oceli, ale ne pro různé výrobní metody, kotvicí prvky z různých metod výroby musí být zkoušeny.

a) Geometrie kotvicího prvku je stejná
b) Předpínací síly při krouticím momentu T = 0,5 T_{inst} a stejně tak při T = 1,0 T_{inst} jsou statisticky rovnocenné pro různé typy oceli, třídy oceli a výrobní metody. Instalační utahovací moment T_{inst} může být rozdílný pro rozdílné typy oceli a třídy oceli.
c) Tření mezi kuželem a objímkou (vnitřní tření) a tření mezi objímkou a betonem (vnější tření) jsou identická pro různé typy oceli, třídy oceli a výrobní metody. Tato podmínka se považuje za splněnou, pokud jsou kotvicí prvky vyrobeny ze stejného materiálu a jakákoliv povrchová úprava je stejná a drsnost a tvrdost povrchu kužele a objímky jsou statisticky rovnocenné. Pro kotvicí prvky vyrobené z různých materiálů (např. pozinkovaná a nerezová ocel) může být tato podmínka považována za splněnou, pokud je identická povrchová úprava a vnitřní tření mezi kuželem a objímkou závisí hlavně na povrchové úpravě a povrchová drsnost a tvrdost kužele a objímky je statisticky rovnocenná.

Pokud geometrie není identická ale skoro identická (podobná) a výše zmíněné podmínky b) a c) jsou splněny, seismické zkoušky s ostatními typy oceli, třídami oceli nebo výrobními metodami lze vynechat, pokud jsou splněny všechny následující požadavky. V této souvislosti je „fast 1“ kotvicí prvek se kterým byly zkoušky provedeny a „fast 2“ je kotvicí prvek pro který budou zkoušky vynechány.

- Geometrická data dvou kotvicích prvků, tj. „fast 1“ a „fast 2“ jsou vzájemně porovnány a porovnání včetně identifikace rozdílů je zdokumentovaná a předložena pro posouzení.
- Kotvicí prvek „fast 2“ má ETA pro beton s trhlinami pro podmínky statického zatížení.
- Vlastnosti „fast 2“ jsou lepší stejné jako vlastnosti „fast 1“, což musí být prokázáno v rámci
  - $N_{Rk,p,fast\ 2} \geq N_{Rk,p,fast\ 1}$ (kde $N_{Rk,p}$ je charakteristická hodnota uvedená v ETA);
  - referenční zkoušky v betonu s trhlinami C20/25 a C50/60 podle Tabulky A.1, série A3 a A4: vlastnosti kotvicího prvku „fast 2“ ≥ vlastnosti kotvicího prvku „fast 1“;
  - zkoušky „maximální šířky trhliny a velkého průměru otvoru“ a „maximální šířky trhliny a malého průměru otvoru“ podle Tabulky A.1 série F1 a F2: vlastnosti kotvicího prvku „fast 2“ ≥ vlastnosti kotvicího prvku „fast 1“;
  - zkoušky „změny šířky trhliny při zatížení“ podle Tabulky A.1 série F3: stálé zatížení při kterých kotvicí prvek „fast 2“ splnil kritéria je větší nebo stejné jako odpovídající zatížení pro kotvicí prvek „fast 1“;
  - v grafu pro zatížení/posuv kotvicí prvky „fast 1“ a „fast 2“ ukazují stejnou tuhost
  - tažnost v rámci hodnoty A_s, kotvicího prvku „fast 2“ ≥ tažnost kotvicího prvku „fast 1“.
- Seismická únosnost pro „fast 2“ je stanovena jako min ($N_{Rk,p,fast\ 1} \cdot \alpha_{N,Cx,fast\ 1}$; $N_{Rk,p,fas\ 2} \cdot \alpha_{N,Cx,fast\ 1}$).

Poznámka C.4 V případě že je zkoušena nejvyšší třída oceli, může být rozhodující porušení vytažením a porušení oceli nemusí nastat. Pro nižší třídy oceli se může stát porušení oceli rozhodující a odpovídající seismické vlastnosti mohou být relevantní.

Naměřené posuvy jsou použity pro kotvicí prvky vyrobené z ostatních typů oceli, tříd oceli nebo ostatních výrobních metod.

C.3.2.1.1.2 Zkoušky smykem

Je zapotřebí zkoušet pouze kotvicí prvky z pozinkované oceli nejvyšší třídy a nejmenšího prodloužení při přetržení (procento z prodloužení po přetržení, A, viz. ISO 898-1 [11], pokud je redukce, z porovnání charakteristické únosnosti oceli ve smyku ze simulovaných zkoušek seismického smyku s charakteristickou únosnosti oceli ve smyku při statickém zatížení, použita pro všechny typy oceli a třídy oceli. Jinak musí být zkoušeny typy oceli a třídy oceli. Naměřené posuvy jsou použity pro kotvicí prvky vyrobené z ostatních typů oceli, tříd oceli nebo ostatních výrobních metod.

C.3.2.1.2 Typy hlavy

Určené série zkoušek musí být provedeny s nejméně příznivým tvarem hlavy výrobku vzhledem k fungování a meznímu zatížení. Pokud není možné určit nejméně příznivý tvar hlavy, musí být zkoušeny všechny tvary hlavy.

C.3.2.1.3 Hloubka zapuštění

C.3.2.1.3.1 Zkoušky tahem

a) Kotvicí prvky pro kategorii C1 (série zkoušek C1.1):
Pokud je určeno více hloubek zapuštění, obecně se musí zkoušet minimální a maximální hloubka zapuštění. Nicméně, pokud je redukční činitel pro seismické zatížení $\alpha_{N,C1}$ podle Rovnice (C.20) použit pro všechny hloubky zapuštění, je potřeba zkoušet pouze maximální hloubku zapuštění.
b) Kotvicí prvky pro kategorii C2 (série zkoušek C2.1, C2.3 a C2.5):
Pokud je určeno více hloubek zapuštění, je povoleno provést zkoušky pouze s maximální hloubkou zapuštění. Pokud jsou provedeny pouze zkoušky s maximální hloubkou zapuštění. Redukční činitelé $\alpha_{N,C2}$ a $\beta_{cv,N,C2}$ podle Rovnice (C.66) a Rovnice (C.67) respektive, pro maximální hloubku zapuštění musí být použity pro kotvicí prvek s nejmenší hloubkou zapuštění a posuv naměřené pro kotvicí prvek s maximální hloubkou zapuštění musí být použity pro kotvicí prvek s nejmenší hloubkou zapuštění.

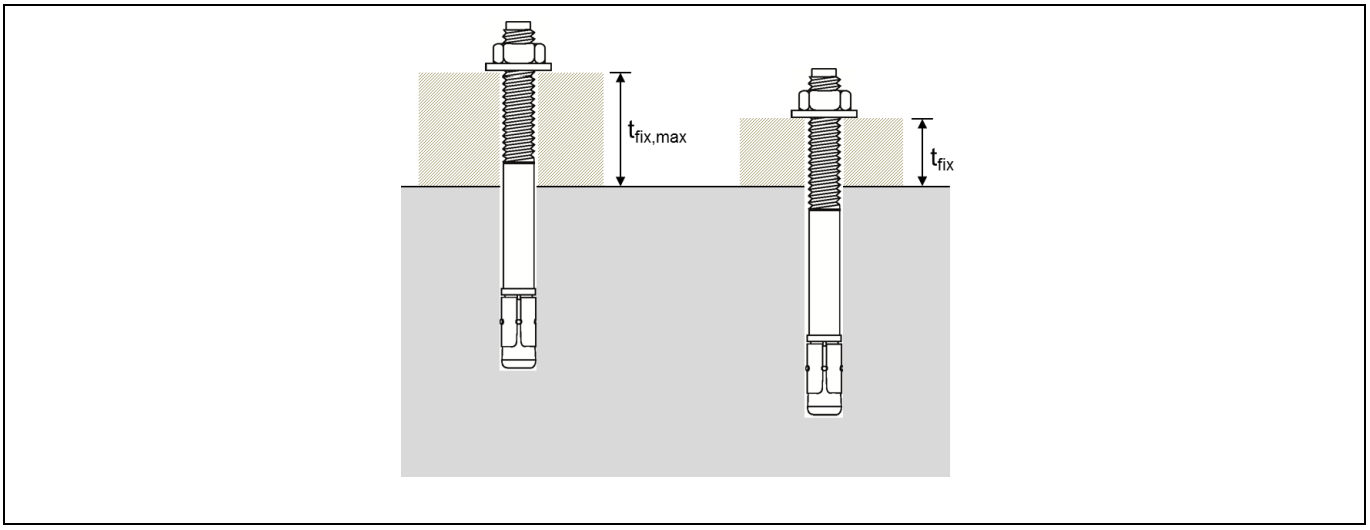
C.3.2.1.3.2 Zkoušky smykem

a) Kotvicí prvky pro kategorii C1 (série zkoušek C1.2):
Pokud je pro průměr kotvicího prvku určena více než jedna hloubka zapuštění, musí se provést pouze zkoušky s minimální a maximální hloubkou zapuštění. Pokud při zkouškách s minimální hloubkou zapuštění dojde k porušení oceli, mohou být zkoušky s maximální hloubkou zapuštění vynechány, pokud je redukční činitel $\alpha_{V,C1}$ podle Rovnice (C.21) použit pro všechny hloubky zapuštění.
b) Kotvicí prvky pro kategorii C2 (série zkoušek C2.2, C2.4):
Je potřeba zkoušet pouze minimální hloubku zapuštění, pokud redukční činitel pro seismické zatížení $\alpha_{V,C2}$ podle Rovnice (C.68) je použit pro všechny hloubky zapuštění. Pokud dochází při minimální hloubce zapuštění k porušení vylomením, zvolte větší hloubku zapuštění pro zamezení porušení vylomením. Posuv změřený ve zkouškách s minimální hloubkou zapuštění se použije pro kotvicí prvky s větší hloubkou zapuštění.

Pokud je pro určitou hloubku zapuštění povolená hlubší instalace, musí být zvolena nejméně příznivá hloubka zapuštění s ohledem na rovinu smyku. Například, kotvicí prvek se může skládat z hladkého dříku a závitové části. V závislosti na tloušťce připevňovaného prvku může rovina smyku přecházet přes hladkou část nebo závitovou část (viz. Obrázek C.6).

Poznámka C.5 Pro mechanické kotvicí prvky je často pro každý průměr určena jedna hloubka zapuštění h_{ef} (např. M12, h_{ef} = 70 mm). Rozdílné délky kotvicího prvku můžou brát ohled na rozdílné tloušťky připevňovaného prvku t_{fix}. Z toho důvodu může být povoleno umístit kotvicí prvek hlouběji, než je určená hodnota (pokud jsou všechny ostatní požadavky, jako např. h_{min}, splněny) pro usnadnění vyhýbání se přehnaného vystupování kotvicího prvku nad připevňovaný prvek. To může vést k nevhodnému umístění s ohledem na zatížení smykem.

©EOTA 2021



Obrázek C.6 Zkouška smykem s nejméně příznivým umístěním s ohledem na plochu smyku

C.3.2.1.4 Metoda vrtání

Snížení počtu metod vrtání, které mají být zkoušeny, je povoleno pouze pro zkoušky smykem. V tomto případě musí být otvor vyvrtán nejnepříznivější metodou vrtání, což bude v mnoha případech metoda jádrového diamantového vrtání.

C.3.2.2 Zařezávací kotvicí prvky (bez šroubů do betonu)

C.3.2.2.1 Typ oceli, třída oceli a metoda výroby

C.3.2.2.1.1 Zkoušky tahem

Pokud je zařezávání do betonu pro plné rozepření podle B.3.7 a) a částečné rozepření během zkoušek „robustnosti při změně podmínek použití“ podle Tabulky A.1 série F9 identické pro všechny modely, je potřeba zkoušet kotvicí prvek pouze jednoho typu oceli, nejvyšší třídy a jedné výrobní metody. Naměřené posuvy jsou použity pro všechny typy oceli, třídy oceli a výrobní metody. Pokud tato podmínka není splněna, zkouší se všechny kotvicí prvky, nicméně je potřeba zkoušet pouze kotvicí prvky s minimálním zaříznutím pro plné rozepření podle B.3.7 a), pokud redukční činitel z tahových zkoušek simulované seismické činnosti $\alpha_{N,C1}$ podle Rovnice (C.20) a $\alpha_{N,C2}$ a $\beta_{cv,N,C2}$ podle Rovnice (C.66) a Rovnice)C.67) respektive, jsou použity pro všechny kotvicí prvky.

K tomu navíc zařezávací kotvicí prvky, u kterých došlo k následnému rozepření během zatížení, musí splňovat požadavky na rozpěrné kotvicí prvky aktivované krouticím momentem v C.3.2.1.1.1.

C.3.2.2.1.2 Zkoušky smykem

Viz. C.3.2.1.1.2.

C.3.2.2.2 Typy hlavy

Viz. C.3.2.1.3.

C.3.2.2.3 Hloubka zapuštění

Viz. C.3.2.1.3.

C.3.2.2.4 Metoda vrtání

Viz. C.3.2.1.4.

C.3.2.3 Šrouby do betonu

C.3.2.3.1 Zkoušky tahem

Pokud jsou všechny následující požadavky splněny, mohou být vynechány seismické zkoušky se všemi ostatními typy oceli, třídami oceli a produkčními metodami. V této souvislosti je „fast 1“ kotvicí prvek se kterým byly zkoušky provedeny a „fast 2“ je kotvicí prvek pro který budou zkoušky vynechány.

- Kotvicí prvek „fast 2“ má ETA pro beton s trhlinami pro podmínky statického zatížení.
- Vlastnosti „fast 2“ jsou lepší stejné jako vlastnosti „fast 1“, což musí být prokázáno v rámci

  - $N_{Rk,p,fast\ 2} \geq N_{Rk,p,fast\ 1}$ (kde $N_{Rk,p}$ je charakteristická hodnota uvedená v ETA);

©EOTA 2021

- zkoušky „změny šířky trhliny při zatížení“ podle Tabulky A.1 série F3: stálé zatížení při kterých kotvicí prvek „fast 2“ splnil kritéria je větší nebo stejné jako odpovídající zatížení pro kotvicí prvek „fast 1“;
- tažnost v rámci hodnoty A_s kotvicího prvku „fast 2“ ≥ tažnost kotvicího prvku „fast 1“;
- seismická únosnost pro kotvicí prvek „fast 2“ je stanovena jako $\min(N_{Rk,p,fast\ 1} \cdot \alpha_{N,Cx,fast\ 1}; N_{Rk,p,fast\ 2} \cdot \alpha_{N,Cx,fast\ 1})$.

C.3.2.3.2 Zkoušky smykem

Snížení počtu zkoušených variant je povoleno pouze pro zkoušky smykem s ohledem na hloubku zapuštění, jak je uvedeno v C.3.2.1.3.2 a metodu vrtání, jak je uvedeno v C.3.2.1.4.

C.3.2.4 Rozpěrné kotvicí prvky aktivované deformací

Pro tento typ kotvicích prvků není povolena žádné snížení počtu zkoušených variant.

C.3.3 Zkoušky pro kategorii C1

C.3.3.1 Zkoušky při pulzujícím zatížení tahem (série zkoušek C1.1)

Zkouška je provedena s uspořádáním zkoušky bez zamezení vzniku porušení podle Přílohy B.

K tomu jsou navíc vyžadovány zkoušky s maximální hloubkou zapuštění.

Pro všechny typy kotvicích prvků, zkoušky pulzujícího zatížení tahem musí být vykonány podle následujícího popisu:

Otevřete trhlinu Δw = 0,5 mm. Kotvicí prvky se vystaví sinusovému tahovému zatížení s úrovní a počtem cyklů určených v Tabulce C.1 a Obrázku C.7; kde N_{C1} je uvedena v Rovnici (C.1) pro případ porušení betonu nebo přilepení a v Rovnici (C.2) pro případ porušení oceli, N_l je uvedeno v Rovnici (C.3) a N_m je uvedeno v Rovnici (C.4). Frekvence cyklování je mezi 0,1 a 2 Hz. Spodní pulzy tahového zatížení mohou být vzaty jako trochu větší než nula pro vyhnutí se problémů s servo ovládáním, ale nesmí překročit N_{min}, kde N_{min} je větší hodnota z 3% N_{C1} a 200 N.

$$N_{C1} = 0{,}5 \cdot N_{u,m} \cdot \left(\frac{f_{c,C1.1}}{f_{c,3}}\right)^{m} \quad \text{[N] (porušení betonu nebo vytažení)} \qquad \text{(C.1)}$$

kde

$N_{u,m}$ = [N] – všechny kotvicí prvky
průměrná únosnost v tahu z „základní zkoušky tahem“ v betonu s trhlinami C20/25 podle Tabulky A.1 pro uvažovanou hloubku zapuštění;

$f_{c,C1.1}$ = [N/mm²] – průměrná pevnost v tlaku betonu použitého pro sérii zkoušek C1.1 v době zkoušek;

$f_{c,3}$ = [N/mm²] – průměrná pevnost v tlaku betonu použitého pro „základní zkoušky tahem“ podle Tabulky A.1 v době zkoušek;

m = přepočtový exponent podle A2.1.

$$N_{C1} = 0{,}5 \cdot N_{u,m} \cdot \left(\frac{f_{u,C1.1}}{f_{u,3}}\right) \quad \text{[N] (porušení oceli)} \qquad \text{(C.2)}$$

kde

$N_{u,m}$ = [N] – průměrná únosnost oceli v tahu ze „základní zkoušky tahem“ v betonu s trhlinami C20/25 podle Tabulky A.1;

$f_{u,C1.1}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli v tahu kotvicího prvku použitého pro sérii zkoušek C1.1;

$f_{u,3}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli v tahu kotvicího prvku použitého pro „základní zkoušky tahem“ podle Tabulky A.1

Úprava pro různé pevnosti oceli v Rovnici (C.2) není požadována, pokud kotvicí prvky, použité v sérii zkoušek C1.1 a „základní zkoušky tahem“ podle Tabulky A.1, jsou vzaty ze stejné výrobní šarže.

©EOTA 2021

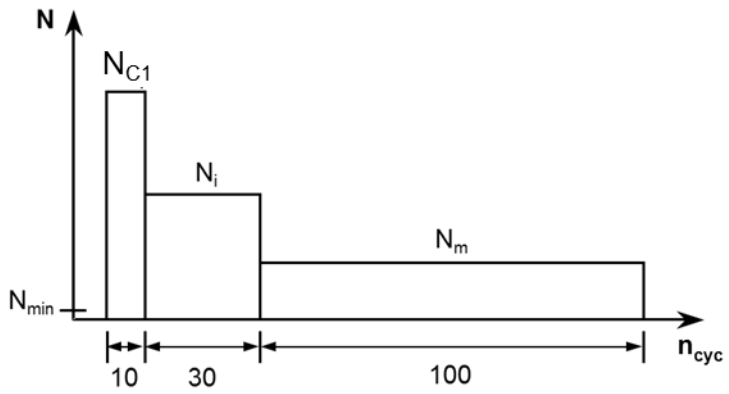
Pokud se v „základní zkoušky tahem“ podle Tabulky A.1 objevují různé typy porušení, je zatížení N_{C1} stanoveno předpokladem, že typ porušení, který se objevil u většiny zkoušek v sérii zkoušek, se objevil u všech zkoušek.

$$N_I = 0{,}75 \cdot N_{C1} \quad [N] \qquad (C.3)$$

$$N_m = 0{,}5 \cdot N_{C1} \quad [N] \qquad (C.4)$$

Tabulka C.1 Požadovaná historie zatížení pro sérii zkoušek C1.1

Úroveň zatížení	N_{C1}	N_I	N_m
Počet cyklů (n_{cyc})	10	30	100



N ... zatížení

n_{cyc} ... počet cyklů

Obrázek C.7 Požadovaná historie zatížení pro série zkoušek C1.1

Zaznamenává se šířka trhliny, posuv kotvicího prvku a vyvozené zatížení tahem. Po dokončení simulovaných seismických tahových cyklů otevřete trhlinu o Δw = 0,5 mm, ale ne méně než otevřená šířka trhliny naměřená na konci cyklické zkoušky a zatěžujte kotvicí prvek v tahu až do porušení. Zaznamenává se maximální zatížení tahem (zbytková tahová únosnost), odpovídající posuv, šířka trhliny a zakreslí se zatížení-posuv.

Pokud kotvicí prvek nesplní požadavky uvedené v odpovídajícím posouzení (viz. C.4.1.1) je povoleno provést zkoušky se sníženou úrovní zatížení.

C.3.3.2 Zkoušky cyklování střídavého zatížení smykem (série zkoušek C1.2)

Účel:

Tyto zkoušky jsou určené pro vyhodnocení vlastností kotvicího prvku při simulovaném seismickém zatížení smykem, včetně účinku praskání betonu.

Obecné podmínky při zkoušce:

Zkoušky jsou provedeny podle B.3.6.1 s následujícími úpravami.

Otevřete trhlinu o Δw = 0,5 mm. Vystavte kotvicí prvek sinusovému zatížení smykem ve směru trhliny s úrovní a počtem cyklů určených v Tabulce C.2 a Obrázku C.7, kde V_{C1} je uvedena v Rovnici (C.5), Rovnici (C.6) nebo Rovnici (C.7), tam kde lze použít, V_I je uvedeno v Rovnici (C.8) a V_m je uvedeno v Rovnici (C.9). Frekvence cyklování je mezi 0,1 a 2 Hz.

$$V_{C1} = 0{,}5 \cdot V_{u,m} \cdot \left(\frac{f_{u,C1.2}}{f_{u,5}}\right) \quad [N] \text{ (kotvicí prvky bez objímky v ploše smyku)} \qquad (C.5)$$

kde

$V_{u,m}$ = [N] – průměrná únosnost ve smyku z „charakteristická únosnost při porušení oceli při zatížení smykem“ v betonu bez trhlin C20/25;

$f_{u,C1.2}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli v tahu kotvicího prvku použitého pro sérii zkoušek C1.2;

$f_{u,5}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli v tahu kotvicího prvku použitého pro „charakteristická únosnost při porušení oceli při zatížení smykem“ v betonu bez trhlin C20/25.

Pro kotvicí prvky s objímkou v ploše smyku je V_{C1} vypočteno podle Rovnice (C.6).

©EOTA 2021

$$V_{C1} = 0{,}5 \cdot V_{u,m} \cdot \left(\frac{f_{u,bol,C1.2}}{f_{u,bol,5}} \cdot \frac{A_{s,bol}}{A_{s,fas}} + \frac{f_{u,sle,C1.2}}{f_{u,sle,5}} \cdot \frac{A_{s,sle}}{A_{s,fas}} \right) \quad [\text{N}] \qquad \text{(C.6)}$$

kde

$V_{u,m}$ = [N] – definováno v Rovnici (C.5);

$f_{u,bol,C1.2}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli v tahu šroubu použitého pro sérii zkoušek C1.2;

$f_{u,sle,C1.2}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli v tahu objímky použité pro sérii zkoušek C1.2;

$f_{u,bol,5}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli v tahu šroubu použitého pro „charakteristická únosnost při porušení oceli při zatížení smykem“ v betonu bez trhlin C20/25;

$f_{u,sle,5}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli v tahu objímky použité pro „charakteristická únosnost při porušení oceli při zatížení smykem“ v betonu bez trhlin C20/25;

$A_{s,bol}$ = [mm²] – efektivní plocha průřezu šroubu;

$A_{s,sle}$ = [mm²] – efektivní plocha průřezu objímky;

$A_{s,fas}$ = [mm²] – $A_{s,bol} + A_{s,sle}$

Úprava pro různé pevnosti oceli v Rovnici (C.5) není požadována, pokud kotvicí prvky, použité v sérii zkoušek C1.2 a „charakteristická únosnost při porušení oceli při zatížení smykem“ v betonu bez trhlin podle Tabulky A.1 série zkoušek V1, jsou vzaty ze stejné výrobní šarže.

Pokud zkoušky „charakteristická únosnost při porušení oceli při zatížení smykem“ nebyly provedeny podle Tabulky A.1 série V1 (což je povoleno pouze pro kotvicí prvky bez výrazně redukované části podél délky šroubu a bez objímky v ploše smyku, který se používá pro výpočet únosnosti ve smyku), je dovoleno vypočítat V_{C1} v souladu s Rovnicí (C.7).

$$V_{C1} = 0{,}35 \bullet A_s \bullet f_{uk} \qquad [\text{N}] \qquad \text{(C.7)}$$

kde

A_s = [mm²] – efektivní namáhaná plocha průřezu ocelového prvku v ploše smyku;

$f_{u,k}$ = [N/mm²] – charakteristická mez pevnosti oceli v tahu (jmenovitá hodnota) konečného výrobku;

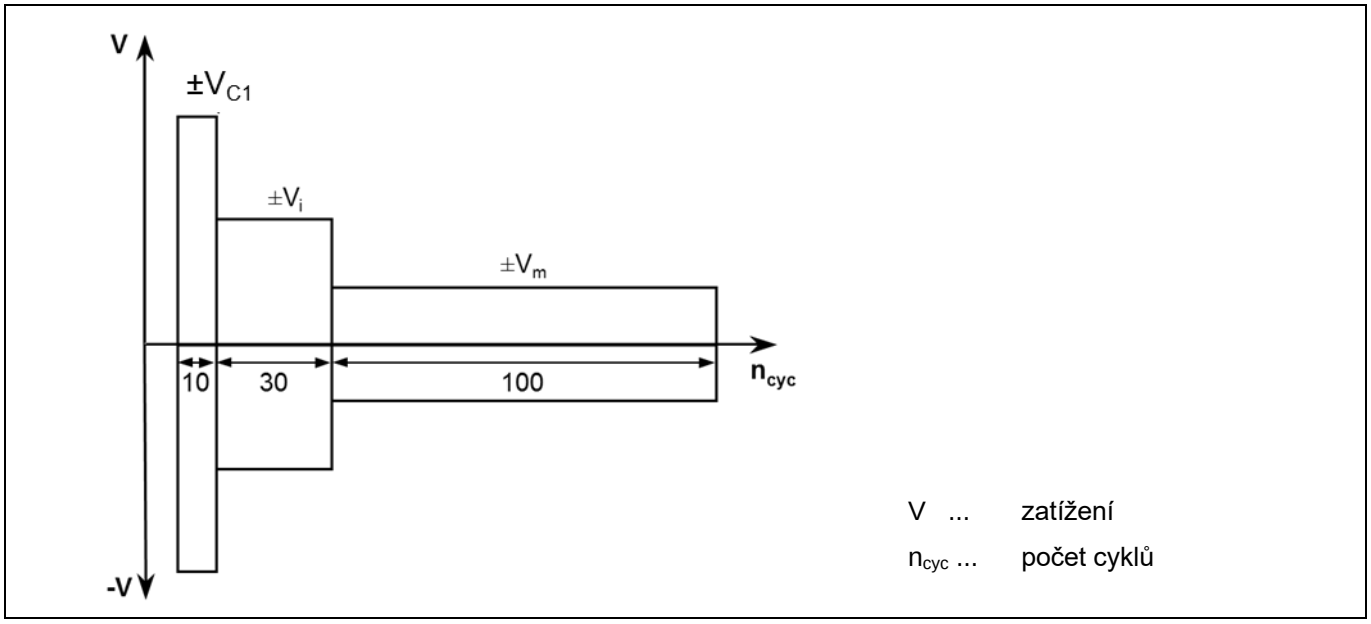
$$N_I = 0{,}75 \bullet V_{C1} \qquad [\text{N}] \qquad \text{(C.8)}$$

$$V_m = 0{,}5 \bullet V_{C1} \qquad [\text{N}] \qquad \text{(C.9)}$$

Tabulka C.2 Požadovaná historie zatížení pro sérii zkoušek C1.2

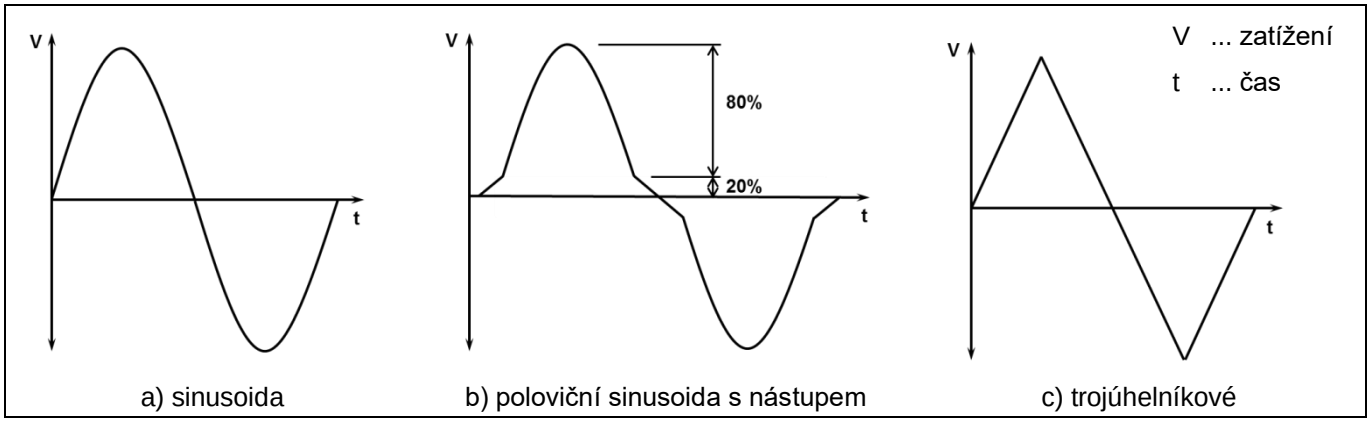
Úroveň zatížení	$\pm V_{C1}$	$\pm V_I$	$\pm V_m$
Počet cyklů (n_{cyc})	10	30	100

©EOTA 2021



Obrázek C.8 Požadovaná historie zatížení pro sérii zkoušek C1.2

Ke snížení potenciálu nekontrolovaného skluzu během obráceného zatížení je povoleno pro střídavé smykové zatížení používat dva poloviční sinusové cykly s požadovanou frekvencí spojené sníženou rychlostí a náběhové zatížení, jak je ukázáno na Obrázku C.9b nebo jednoduchý trojúhelníkový cyklus, jak je ukázáno na Obrázku C.9c.



Obrázek C.9 Povolené seismické smykové cykly C1.2

Zaznamenává se šířka trhliny, posuv kotvicího prvku a vyvozené smykové zatížení. Zakreslete záznam zatížení-posuv ve formě hysterezních smyček.

Po dokončení simulace seismických smykových cyklů otevřete trhlinu o Δw = 0,5 mm, ale ne méně než otevřená šířka trhliny naměřená na konci cyklické zkoušky smykem a zatěžujte kotvicí prvek ve smyku až do porušení. Zaznamenejte maximální zatížení smykem (zbytková smyková únosnost), odpovídající posuv, šířku trhliny a zakreslete zatížení-posuv.

Pokud kotvicí prvek nesplní požadavky uvedené v odpovídajícím posouzení (viz. C.4.1.2), je povoleno provést zkoušky se sníženou úrovní zatížení.

C.3.4 Zkoušky pro kategorii C2

©EOTA 2021

C.3.4.1 Referenční zkoušky tahem a smykem (série zkoušek C2.1 a C2.2)

Zkoušky tahem série C2.1 a zkoušky smykem série C2.2 jsou provedeny v souladu s Přílohou B se šířkou trhliny stanovenou v Tabulce A.1.

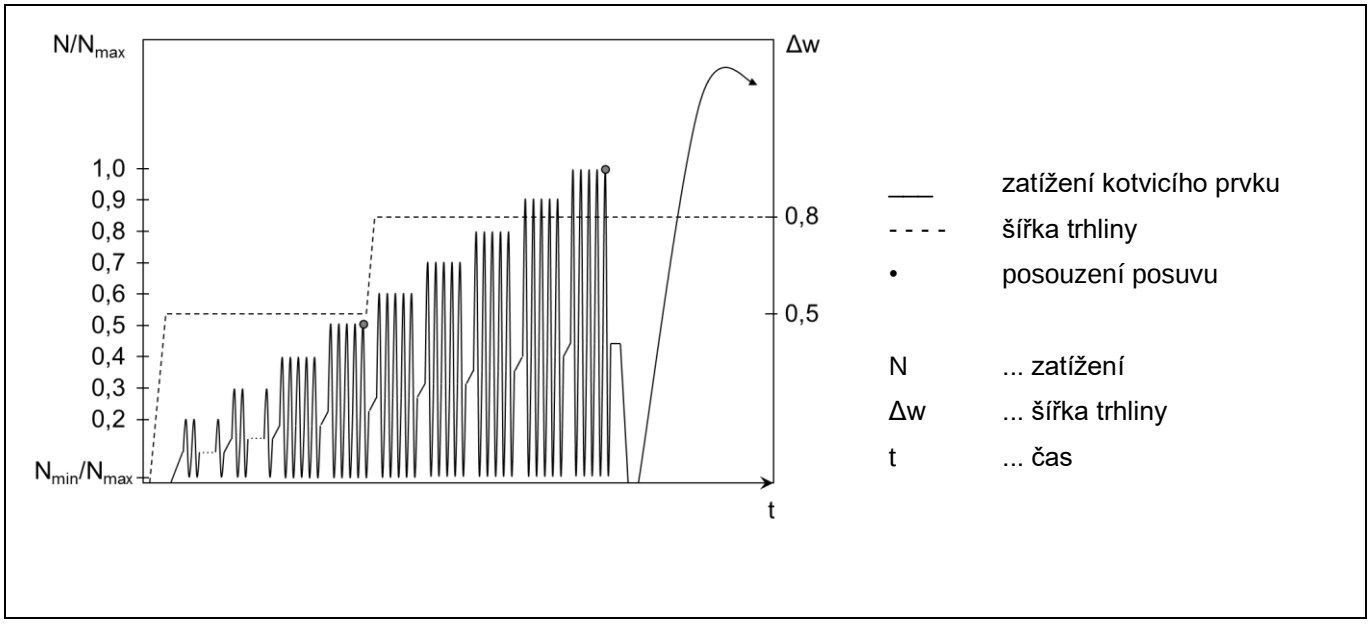
Zkoušky série C2.2 mohou být vynechány pokud výsledky zkoušek provozních podmínek „charakteristická únosnost při zatížení smykem (V1)“ v betonu bez trhlin C20/25, (Δw = 0,0 mm) jsou použity jako $V_{u,m,C2.2}$. V takovém případě jsou vlastnosti oceli vzorku ze zkoušek „charakteristické únosnosti porušení oceli při zatížení smykem“ v betonu bez trhlin C20/25 použity pro přepočet v rámci série zkoušek C2.4.

Pokud je během série zkoušek C2.2 porušení způsobeno vytažením nebo protažením kotvicího prvku, mohou být zkoušky opakovány s větší hloubkou zapuštění, aby se předešlo těmto typům porušení (porovnání C.4.2.3).

C.3.4.2 Zkoušky pulzujícího zatížení tahem (série zkoušek C2.3)

Zkoušky jsou provedeny podle Přílohy B a C.3.1.1 s následujícími modifikacemi.

Otevřete trhlinu o Δw = 0,5 mm (viz. výjimka v poznámce 4 pod Tabulkou A.1). Vystavte kotvicí prvek sinusovému zatížení tahem stanoveném v Tabulce C.3 a Obrázku C.10 s frekvencí cyklování ne větší než 0,5 Hz, kde N_{max} je uvedeno v Rovnici (C.10) až Rovnici (C.11). Místo sinusového zatěžovacího cyklu může být použit trojúhelníkový cyklus. Spodní pulzy tahového zatížení mohou být vzaty jako trochu větší než nula pro vyhnutí se problémů s servo ovládáním, ale nesmí překročit N_{min}, kde N_{min} je větší hodnota z 2% N_{max} a 200 N. Šířka trhliny je během zatěžovaích cyklů kontrolována. Otevřete trhlinu na Δw = 0,8 mm po dokončení zatěžovacích cyklů při 0,5N/N_{max}.



Obrázek C.10 Schéma postupu zkoušky C2.3

Tabulka C.3 Požadovaná amplituda zatížení pro sérii zkoušek C1.2

N/N_{max}	Počet cyklů	Šířka trhliny Δw [mm]

©EOTA 2021

0,2	25	0,5
0,3	15	0,5
0,4	5	0,5
0,5	5	0,5
0,6	5	0,8
0,7	5	0,8
0,8	5	0,8
0,9	5	0,8
1	5	0,8
CELKEM	75	

V závislosti na typu porušení pozorovaném ve zkoušce C2.1a je stanoven N_{max} následovně:

Porušení oceli

$$N_{\max} = 0{,}75 \cdot N_{u,m,C2.1a} \cdot \left(\frac{f_{u,C2.3}}{f_{u,C2.1a}} \right) \quad [\text{N}] \quad (C.10)$$

Všechny ostatní typy porušení

$$N_{\max} = 0{,}75 \cdot N_{u,m,C2.1a} \cdot \left(\frac{f_{c,C2.3}}{f_{c,C2.1a}} \right)^{0,5} \quad [\text{N}] \quad (C.11)$$

kde

$N_{u,m,C2.1a}$ = [N] – průměrná únosnost v tahu z referenčních zkoušek série C2.1a;

$f_{u,C2.3}$ = [N/mm^2] – průměrná mez pevnosti oceli kotvicího prvku použitého v sérii zkoušek C2.3;

$f_{u,C2.1a}$ = [N/mm^2] – průměrná mez pevnosti oceli kotvicího prvku použitého v sérii zkoušek C2.1a;

$f_{c,C2.3}$ = [N/mm^2] – průměrná pevnost v tlaku betonu v době zkoušek série C2.3;

$f_{c,C2.1a}$ = [N/mm^2] – průměrná pevnost v tlaku betonu v době zkoušek série C2.1a;

Pokud při sérii zkoušek C2.1a dojde k různým typům porušení, použije se největší hodnota z Rovnic (C.10) a (C.11).

Úpravy pro různé pevnosti oceli v Rovnici (C.10) nejsou požadovány, pokud kotvicí prvky použité pro zkoušky C2.1a a C2.3 jsou ze stejné výrobní šarže.

Během simulovaných seismických tahových cyklů se zaznamenává nepřetržitě šířka trhliny, posuv kotvicího prvku a vyvozené zatížení tahem. Zaznamenejte posuv při minimálním a maximálním zatížení a šířku trhliny jako funkci počtu zatěžovacích cyklů.

Po ukončení simulovaných seismických tahových cyklů uvolněte zatížení kotvicího prvku. Během odlehčení kotvicího prvku se může šířka trhliny zmenšit. Pro zkoušku zbytkové únosnosti otevřete trhlinu na Δw = 0,8 mm, ale ne méně než šířku otevření trhliny změřená na konci cyklování, zatěžujte kotvicí prvek tahem až do porušení. Zaznamenejte maximální zatížení tahem (zbytkovou únosnost v tahu), odpovídající posuv, šířku trhliny a zakreslete zatížení-posuv.

Pokud kotvicí prvek nesplní požadavky uvedené v odpovídajícím posouzení (viz. C.4.2.4), je povoleno provést zkoušky se sníženou úrovní zatížení.

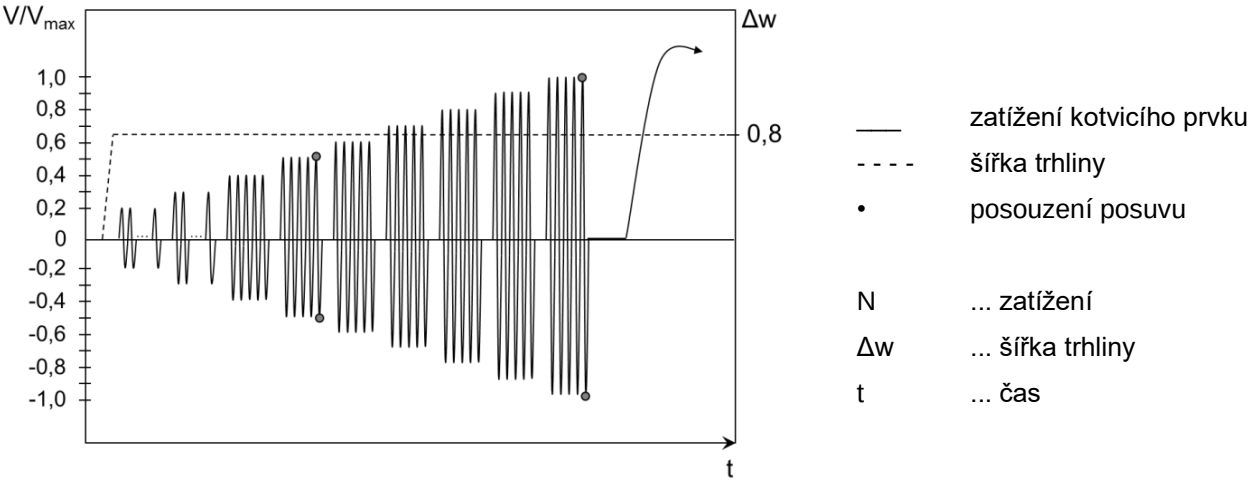
Pokud kotvicí prvek splní požadavky uvedené v odpovídajícím posouzení, ale je zamýšlen menší posuv na prvním posuzovaném bodu (tj. na konci cyklického zatížení na úrovni 0,5•N/N_{max}; viz. C.4.2.4 a Obrázku C.10), je povoleno provést zkoušku se sníženou úrovní zatížení.

C.3.4.3 Zkoušky při střídavém zatížení smykem (série zkoušek C2.4)

Zkoušky jsou provedeny podle Přílohy B a C.3.1.1 s následujícími úpravami.

©EOTA 2021

Otevřete trhlinu o Δw = 0,8 mm. Vystavte kotvicí prvek sinusovému zatížení smykem stanoveném v Tabulce C.4 a Obrázku C.11 s frekvencí cyklování ne větší než 0,5 Hz, kde V_{max} je uvedeno v Rovnici (C.12) nebo Rovnici (C.13) dle použití.



Obrázek C.11 Schéma postupu zkoušky C2.4

Tabulka C.4 Požadovaná amplituda zatížení pro sérii zkoušek C2.4

N/N_{max}	Počet cyklů	Šířka trhliny Δw [mm]
0,2	25	0,8
0,3	15	0,8
0,4	5	0,8
0,5	5	0,8
0,6	5	0,8
0,7	5	0,8
0,8	5	0,8
0,9	5	0,8
1	5	0,8
CELKEM	75	

$$V_{max} = 0{,}85 \cdot V_{u,m,C2.2}\left(\frac{f_{u,C2.4}}{f_{u,C2.2}}\right) \quad [N] \quad (C.12)$$

kde

$V_{u,m,C2.2}$ = [N] – průměrná únosnost ve smyku z referenčních zkoušek série C2.2;

$f_{u,C2.4}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli kotvicího prvku použitého v sérii zkoušek C2.4;

$f_{u,C2.2}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli kotvicího prvku použitého v sérii zkoušek C2.2.

Pro kotvicí prvky s objímkou v ploše smyku je V_{max} vypočteno podle Rovnice (C.13).

©EOTA 2021

$$V_{max} = 0{,}85 \cdot V_{u,m,C2.2} \cdot \left(\frac{f_{u,bol,C2.4}}{f_{u,bol,C2.2}} \cdot \frac{A_{s,bol}}{A_{s,fas}} + \frac{f_{u,sle,C2.4}}{f_{u,sle,C2.2}} \cdot \frac{A_{s,sle}}{A_{s,fas}} \right) \text{ [N]} \qquad \text{(C.13)}$$

kde

$V_{u,m,C2.2}$ = [N] – definováno v Rovnici (C.12);

$f_{u,bol,C2.4}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli šroubu použitého v sérii zkoušek C2.4;

$f_{u,sle,C2.4}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli objímky použité v sérii zkoušek C2.4;

$f_{u,bol,C2.2}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli šroubu použitého v sérii zkoušek C2.2;

$f_{u,sle,C2.2}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli objímky použité v sérii zkoušek C2.2;

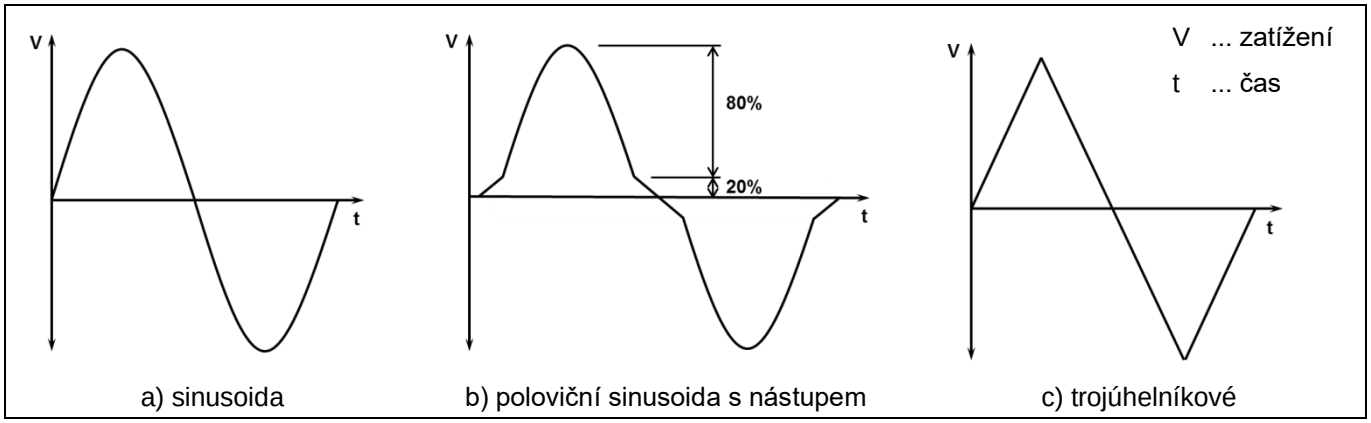
$A_{s,bol}$ = [mm²] – efektivní plocha průřezu šroubu;

$A_{s,sle}$ = [mm²] – efektivní plocha průřezu objímky;

$A_{s,fas}$ = [mm²] – $A_{s,bol} + A_{s,sle}$

Úprava pro různé pevnosti oceli v Rovnici (C.12) a (C.13) není požadována, pokud kotvicí prvky, zkoušené v C2.2 a C2.4, jsou vzaty ze stejné výrobní šarže.

Zatížení musí být vyvozeno rovnoběžně se směrem trhliny. Ke snížení potenciálu nekontrolovaného skluzu během obráceného zatížení je povoleno pro střídavé smykové zatížení používat dva poloviční sinusové cykly s požadovanou frekvencí spojené sníženou rychlostí, náběhové zatížení (viz. Obrázek C.12b) nebo mohou být použity jednoduché trojúhelníkové cykly (viz. Obrázek C.12c) místo sinusových (viz. Obrázek C.12a). Trhlina musí být během zatěžovacích cyklů kontrolována.



Obrázek C.12 Povolené seismické smykové cykly C2.4

Během simulovaných seismických smykových cyklů se zaznamenává šířka trhliny, posuv kotvicího prvku a vyvozené smykové zatížení. Zaznamenejte posuvy při minimálním a maximálním zatížení a šířku trhliny jakožto funkci počtu zatěžovacích cyklů.

Po dokončení simulace seismických smykových cyklů uvolněte zatížení kotvicího prvku. Během odlehčení kotvicího prvku se může šířka trhliny zmenšit. Pro zkoušky zbytkové únosnosti otevřete trhlinu na Δw = 0,8 mm, ale ne méně než otevřená šířka trhliny naměřená na konci cyklické zkoušky a zatěžujte kotvicí prvek ve smyku až do porušení. Zaznamenejte maximální zatížení smykem (zbytková smyková únosnost), odpovídající posuv, šířku trhliny a zakreslete zatížení-posuv.

Pokud kotvicí prvek nesplní požadavky uvedené v odpovídajícím posouzení (viz. C.4.2.5), je povoleno provést zkoušky se sníženou úrovní zatížení.

Pokud kotvicí prvek splní požadavky uvedené v odpovídajícím posouzení, ale je zamýšlen menší posuv na prvním posuzovaném bodu (tj. na konci cyklického zatížení na úrovni 0,5•V/V_{max}; viz. C.4.2.5 a Obrázek C.11), je povoleno provést zkoušku se sníženou úrovní zatížení.

Pokud je během série zkoušek C2.4 porušení způsobeno vytažením nebo protažením kotvicího prvku, mohou být zkoušky opakovány s větší hloubkou zapuštění, aby se předešlo těmto typům porušení (porovnání C.4.2.5).

©EOTA 2021

Poznámka C.7 Během zkoušek cyklického zatížení smykem se může porušení objevit v zapuštěné části kotvicího prvku. Zbytková únosnost nemusí být významně ovlivněna, pokud se takové porušení objeví blízko konce zapuštění kotvicího prvku. Z toho důvodu může být tento typ porušení kotvicího prvku během cyklování lehce přehlédnut. Je tedy potřeba tomuto věnovat pozornost.

C.3.4.4 Zkoušky se zatížení tahem a proměnlivou šířkou trhliny (série zkoušek C2.5)

Zkoušky jsou provedeny podle Přílohy B a C.3.1.1 s následujícími úpravami.

Zkoušky musí být provedeny pouze s jedním kotvicím prvkem bez jakýchkoliv dalších kotvicích prvků instalovaných ve stejné trhlině.

Pro stabilizaci poměru mezi šířkou trhliny a vyvozeným zatížením mohou být před instalací kotvicího prvku do zkušebního tělesa puštěny zatěžovací cykly zkušebního tělesa. Toto zatížení nesmí překročit pružnou mez zkušebního tělesa.

Pro vytvoření podobných počátečních podmínek pro případy, kdy se používá zkušební těleso s jednou plochou trhliny a zkušební těleso s několika plochami trhlin, může být počáteční vlasová trhlina uzavřena za použití centrální tlakové síly. Před instalací kotvicího prvku je potřeba zajistit, že tlaková síla není větší než C_{ini} podle Rovnice (C.14).

$$C_{ini} = 0{,}01 \cdot f_{c,C2.5} \cdot A_g \quad [N] \qquad (C.14)$$

kde

A_g = [mm^2] –plocha průřezu zkušebního tělesa;

= b • h; kde b a h jsou šířka a tloušťka zkušebního tělesa

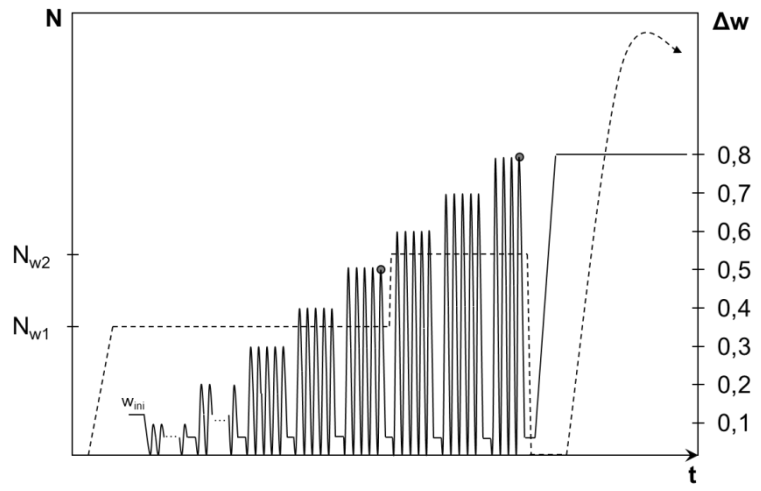
$f_{c,C2.5}$ = [N/mm^2] – průměrná pevnost v tlaku betonu měřená na krychlích v době zkoušek série C2.5;

Instalujte kotvicí prvek do vlasové trhliny podle C.3.1.2.

Umístěte snímače pro měření tloušťky trhliny podle C.3.1.3 a vynulujte zařízení. Po vyvození zatížení kotvicího prvku, dostatečného pro napnutí případných volných částí zatěžovacího mechanismu, začněte zaznamenávat posuv kotvicího prvku a navyšte tahové zatížení kotvicího prvku na N_{w1} jak je uvedeno v Rovnici (C.16) až Rovnici (C.17). Při konstantním zatížení kotvicího prvku N_{w1} začněte s programem cyklování trhliny určeným v Tabulce C.5 a Obrázku C.13 s frekvencí cyklování ne větší než 0,5 Hz. První pohyb trhliny je ve směru zavření trhliny způsobený vyvozením tlakového zatížení na zkušební těleso.

Poznámka C.8 Úvodní šířka trhliny w_{ini} po vyvození N_{w1} může překročit Δw = 0,1 mm. V tom případě první pohyb trhliny ve směru uzavření trhliny uzavře trhlinu a program cyklování trhliny je proveden začínající s Δw = 0,1 mm (viz. Obrázek C.13.

©EOTA 2021



___ šířka trhliny
- - - - zatížení kotvicího prvku
• posouzení posuvu

N ... zatížení
Δw ... šířka trhliny
t ... čas
w_{init} ... počáteční šířka trhliny

Obrázek C.13 Schéma postupu zkoušky C2.5

Tabulka C.5 Požadované šířky trhliny pro sérii zkoušek C2.5

Zatížení kotvicího prvku	Počet cyklů	Šířka trhliny Δw [mm]
N_{w1}	20	0,1
N_{w1}	10	0,2
N_{w1}	5	0,3
N_{w1}	5	0,4
N_{w1}	5	0,5
N_{w2}	5	0,6
N_{w2}	5	0,7
N_{w2}	4	0,8
CELKEM	59	

V každém cyklu musí být trhlina zavřena za použití tlakového zatížení C_{test} podle Rovnice (C.15).

$$C_{test} = 0,1 \bullet f_{c,C2.5} \bullet A_g \quad [N] \qquad (C.15)$$

kde

A_g = [mm^2] –plocha průřezu zkušebního tělesa;
= b • h; kde b a h jsou šířka a tloušťka zkušebního tělesa

$f_{c,C2.5}$ = [N/mm^2] – průměrná pevnost v tlaku betonu měřená na krychlích v době zkoušek série C2.5;

Pokud trhlina není zavřena na Δw ≤ 0,1 mm během vyvození C_{test} podle Rovnice (C.15), musí být tlaková síla navyšována dokud není buď dosaženo Δw ≤ 0,1, nebo tlaková síla nedosáhne maximální hodnoty $C_{test,max} = 0,15 \bullet f_{c,C2.5} \bullet A_g$. Tento postup naplňuje požadavek $\Delta w_1 = 0$ mm (viz. Tabulka A.1).

V závislosti na pozorovaném typu poškození během série zkoušek C2.1a je N_{w1} stanoveno následovně:

©EOTA 2021

Porušení oceli

$$N_{w1} = 0{,}4 \cdot N_{u,m,C2.1a} \cdot \left(\frac{f_{u,C2.5}}{f_{u,C2.1a}} \right) \quad [\text{N}] \qquad \text{(C.16)}$$

Všechny ostatní typy porušení

$$N_{w1} = 0{,}4 \cdot N_{u,m,C2.1a} \cdot \left(\frac{f_{c,C2.5}}{f_{c,C2.1a}} \right)^{0{,}5} \quad [\text{N}] \qquad \text{(C.17)}$$

kde

$N_{u,m,C2.1a}$ = [N] – průměrná únosnost v tahu z referenčních zkoušek série C2.1a [N];

$f_{u,C2.5}$ = [N/mm^2] – průměrná mez pevnosti oceli kotvicího prvku použitého v sérii zkoušek C2.5;

$f_{u,C2.1a}$ = [N/mm^2] – průměrná mez pevnosti oceli kotvicího prvku použitého v sérii zkoušek C2.1a;

$f_{c,C2.5}$ = [N/mm^2] – průměrná pevnost v tlaku betonu použitého v sérii zkoušek C2.5 v době zkoušek;

$f_{c,C2.1a}$ = [N/mm^2] – průměrná pevnost v tlaku betonu použitého v sérii zkoušek C2.1a v době zkoušek;

Pokud se v sérii zkoušek C2.1a objeví smíšené typy porušení, použije se největší z hodnot z Rovnic (C.16) a (C.17).

Po ukončení cyklování trhliny na trhlině šířky Δw = 0,5 mm zvyšte zatížení tahem kotvicího prvku na N_{w2}, uvedené v Rovnici (C.18) až (C.19) a potom pokračujte do dokončení celé sekvence cyklování trhliny.

V závislosti na pozorovaném typu porušení v sérii zkoušek C2.1a je N_{w2} stanoveno následovně:

Porušení oceli:

$$N_{w2} = 0{,}5 \cdot N_{u,m,C2.1a} \cdot \left(\frac{f_{u,C2.5}}{f_{u,C2.1a}} \right) \quad [\text{N}] \qquad \text{(C.18)}$$

Všechny ostatní typy porušení

$$N_{w2} = 0{,}5 \cdot N_{u,m,C2.1a} \cdot \left(\frac{f_{c,C2.5}}{f_{c,C2.1a}} \right)^{0{,}5} \quad [\text{N}] \qquad \text{(C.19)}$$

kde $N_{u,m,C2.1a}$; $f_{u,C2.1a}$, $f_{c,C2.5}$ a $f_{c,C2.1a}$ jsou definovány v Rovnicí (1.16) a Rovnicí (C.17).

Pokud se v sérii zkoušek C2.1a objeví smíšené typy porušení, použije se největší z hodnot z Rovnic (C.18) a (C.19).

Úpravy pro různé pevnosti oceli v Rovnici (C.16) a Rovnici (C.18) nejsou požadovány, pokud jsou kotvicí prvky zkoušené v C2.1 a C2.5 vzaty ze stejné výrobní šarže.

Během simulovaných cyklů seismických trhlin se nepřetržitě zaznamenává šířka trhliny, posuv kotvicího prvku a vyvozené tahové zatížení. Posuv při minimální a maximální šířce trhliny a vyvozené tahové zatížení se uvede jako funkce počtu trhlinových cyklů.

Po dokončení simulace seismických trhlinových cyklů uvolněte zatížení kotvicího prvku. Během odlehčení kotvicího prvku se může šířka trhliny zmenšit. Pro zkoušky zbytkové únosnosti otevřete trhlinu na Δw = 0,8 mm, ale ne méně než otevřená šířka trhliny naměřená na konci cyklické zkoušky a zatěžujte kotvicí prvek v tahu až do porušení. Zaznamenejte maximální zatížení tahem (zbytková tahová únosnost), odpovídající posuv, šířku trhliny a zakreslete zatížení-posuv.

Pokud kotvicí prvek nesplní požadavky uvedené v odpovídajícím posouzení (viz. C.4.2.6), je povoleno provést zkoušky se sníženou úrovní zatížení.

Pokud kotvicí prvek splní požadavky uvedené v odpovídajícím posouzení, ale je zamýšlen menší posuv na prvním posuzovaném bodu (tj. na konci cyklického zatížení na úrovni Δw = 0,5 mm; viz. C.4.2.6 a Obrázek C.13), je povoleno provést zkoušku se sníženou úrovní zatížení.

©EOTA 2021

C.4 POSOUZENÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠKY

C.4.1 Posouzení kategorie C1

C.4.1.1 Posouzení zkoušek při pulzujícím zatížení tahem (série zkoušek C1.1)

Všechny kotvicí prvky v sérii zkoušek musí dokončit simulované seismické zatížení tahem dle Tabulky C1 a Obrázku C.7. Pokud kotvicí prvek není schopen vyvinout požadovanou únosnost v jakémkoliv cyklu před ukončením zatížení uvedeném v Tabulce C.1 a Obrázku C.7, je to zaznamenáno jako neúspěšná zkouška. Průměrná zbytková únosnost kotvicího prvku v sérii zkoušek musí být rovna nebo větší než 160% N_{C1}, jak je uvedeno v Rovnici (C.1) nebo Rovnici (C.2), podle toho, která je použita.

Uvede se úspěšné dokončení cyklického zatížení a splnění požadavku této části na zbytkovou tahovou únosnost. V takovém případě je seismický redukční činitel pro zatížení tahem podle Rovnice (C.20) $\alpha_{N,C1}$ = 1,0.

Pokud kotvicí prvek nesplňuje jeden z výše zmíněných požadavků při N_{C1}, je povoleno provést zkoušku s redukovaným cyklickým zatížením $N_{C1,red}$ dokud není požadavek splněn. Musí být použita historie zatížení uvedená v Tabulce C.1 a Obrázku C.7, kde $N_{C1,red}$, $N_{I,red}$ a $N_{m,red}$ nahradí N_{C1}, N_I a N_m, respektive. Všechny kotvicí prvky v sérii zkoušek musí dokončit simulované seismické zatížení tahem. Pokud kotvicí prvek není schopen vyvinout požadovanou tahovou únosnost v jakémkoliv cyklu před ukončením zatížení uvedeném v Tabulce C.1 a Obrázku C.7, je to zaznamenáno jako neúspěšná zkouška. Průměrná zbytková únosnost kotvicího prvku v sérii zkoušek musí být rovna nebo větší než 160% redukovaného zatížení $N_{C1,red}$. Úspěšné dokončení cyklického zatížení s redukovanou hodnotu zatížení a splnění požadavku této části na zbytkovou tahovou únosnost se zaznamená spolu s typem porušení, které způsobilo redukované zatížení a redukčním činitelem $\alpha_{N,C1}$, který je vypočten dle Rovnice (C.20).

$$\alpha_{N,C1} = \frac{N_{C1,red}}{N_{C1}} \quad [N] \qquad (C.20)$$

Pokud kotvicí prvek úspěšně dokončí cyklické zatížení, ale nesplní požadavek na zbytkovou únosnost, může být pro $\alpha_{N,C1}$ použita lineární redukce (v rozsahu současné zbytkové únosnosti dělené požadovanou zbytkovou únosností) bez opakování série zkoušek.

Redukční činitel $\alpha_{N,C1}$ je potom platný pro kotvicí prvky s odzkoušenou hloubkou zapuštění a všechny menší hloubky zapuštění.

Pokud byly zkoušeny kotvicí prvky s více než jednou hloubkou zapuštění a jsou při těchto zkouškách pozorovány rozdílné typy porušení, mohou být pro porušení oceli a vytažením (přilepení) získáni rozdílní redukční činitelé.

Redukční činitel $\alpha_{N,C1}$ je použit pro stanovení charakteristické únosnosti při seismickém zatížení podle C.4.3.1.

C.4.1.2 Posouzení zkoušek při střídavém zatížení smykem (série zkoušek C1.2)

Všechny kotvicí prvky v sérii zkoušek musí dokončit simulované seismické zatížení smykem dle Tabulky C2 a Obrázku C.8. Pokud kotvicí prvek není schopen vyvinout požadovanou únosnost v jakémkoliv cyklu před ukončením zatížení uvedeném v Tabulce C.2 a Obrázku C.8, je to zaznamenáno jako neúspěšná zkouška. Průměrná zbytková únosnost kotvicího prvku v sérii zkoušek musí být rovna nebo větší než 160% V_{C1}, jak je uvedeno v Rovnici (C.5), Rovnici (C.6) nebo Rovnici (C.7), podle toho, která je použita.

Uvede se úspěšné dokončení cyklického zatížení a splnění požadavku této části na zbytkovou tahovou únosnost. V takovém případě je seismický redukční činitel pro zatížení smykem podle Rovnice (C.21) $\alpha_{V,C1}$ = 1,0.

Pokud kotvicí prvek nesplňuje jeden z výše zmíněných požadavků při V_{C1}, je povoleno provést zkoušku s redukovaným cyklickým zatížením $V_{C1,red}$ dokud není požadavek splněn. Musí být použita historie zatížení uvedená v Tabulce C.2 a Obrázku C.8, kde $V_{C1,red}$, $V_{I,red}$ a $V_{m,red}$ nahradí V_{C1}, V_I a V_m, respektive. Všechny kotvicí prvky v sérii zkoušek musí dokončit simulované seismické zatížení smykem. Pokud kotvicí prvek není schopen vyvinout požadovanou tahovou únosnost v jakémkoliv cyklu před ukončením zatížení uvedeném v Tabulce C.2 a Obrázku C.8, je to zaznamenáno jako neúspěšná zkouška. Průměrná zbytková únosnost kotvicího prvku v sérii zkoušek musí být rovna nebo větší než 160% redukovaného zatížení $V_{C1,red}$. Úspěšné dokončení cyklického zatížení s redukovanou hodnotu zatížení a splnění požadavku této části na zbytkovou tahovou únosnost se zaznamená spolu s odpovídajícím redukčním činitelem $\alpha_{V,C1}$, který je vypočten dle Rovnice (C.21).

$$\alpha_{V,C1} = \frac{V_{C1,red}}{V_{C1}} \quad [N] \qquad (C.21)$$

©EOTA 2021

Pokud kotvicí prvek úspěšně dokončí cyklické zatížení, ale nesplní požadavek na zbytkovou únosnost, může být pro $\alpha_{V,C1}$ použita lineární redukce (v rozsahu současné zbytkové únosnosti dělené požadovanou zbytkovou únosností) bez opakování série zkoušek.

Redukční činitel $\alpha_{V,C1}$ je použit pro stanovení charakteristické únosnosti při seismickém zatížení podle C.4.3.1.

Redukční činitel $\alpha_{V,C1}$ podle Rovnice (C.21) je platný pro všechny hloubky zapuštění větší než odzkoušená hloubka zapuštění. Pokud byla zkoušena více než jedna hloubka zapuštění, může být redukční činitel $\alpha_{V,C1}$ pro mezilehlé hloubky zapuštění stanoven lineární interpolací.

C.4.2 Posouzení kategorie C2

C.4.2.1 Obecné požadavky

C.4.2.1.1 Přepočty výsledků zkoušek

Výsledky zkoušek jsou přepočteny následovně:

Porušení oceli

$$N_{u,m}(f_u) = N_{u,m,test} \cdot \left(\frac{f_u}{f_{u,test}}\right) \quad [\text{N}] \qquad \text{(C.22)}$$

$$V_{u,m}(f_u) = V_{u,m,test} \cdot \left(\frac{f_u}{f_{u,test}}\right) \quad [\text{N}] \qquad \text{(C.23)}$$

Pro kotvicí prvky s objímkou v ploše smyku se přepočet provede následovně:

$$V_{u,m}(f_u) = V_{u,m,test} \cdot \left(\frac{f_u}{f_{u,test}} \cdot \frac{A_{s,bol}}{A_{s,fas}} + \frac{f_{u,sle}}{f_{u,sle,test}} \cdot \frac{A_{s,sle}}{A_{s,fas}}\right) \quad [\text{N}] \qquad \text{(C.24)}$$

Všechny ostatní typy porušení

$$\boldsymbol{N_{u,m}(f_c) = N_{u,m,test} \cdot \left(\frac{f_c}{f_{c,test}}\right)^{0.5}} \quad [\text{N}] \qquad \text{(C.25)}$$

kde

$A_{s,bol}$ = [mm²] – efektivní plocha průřezu šroubu;

$A_{s,sle}$ = [mm²] – efektivní plocha průřezu objímky;

$A_{s,fas}$ = [mm²] – $A_{s,bol} + A_{s,sle}$

$N_{u,m}$ = [N] – přepočtená průměrná únosnost v tahu;

$N_{u,m,test}$ = [N] – průměrná únosnost v tahu ze série zkoušek;

$V_{u,m}$ = [N] – přepočtená průměrná únosnost ve smyku;

$V_{u,m,test}$ = [N] – průměrná únosnost ve smyku ze série zkoušek;

f_c = [N/mm²] – průměrná pevnost v tlaku betonu na kterou se únosnost přepočítává;

$f_{c,test}$ = [N/mm²] – průměrná pevnost v tlaku použitého betonu v době zkoušek;

f_u = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli šroubu, závitové tyče nebo prvku na kterou se únosnost přepočítává;

$f_{u,sle}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli objímky na kterou se únosnost přepočítává;

$f_{u,test}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli šroubu, závitové tyče nebo prvku použitého ve zkoušce;

$f_{u,sle,test}$ = [N/mm²] – průměrná mez pevnosti oceli objímky použité ve zkoušce;

m = přepočtový exponent podle A2.1.

Úprava pro různé pevnosti oceli v Rovnici (C.22) až Rovnici (C.24) není požadována, pokud kotvicí prvky ze všech zkoušek jsou vzaty ze stejné výrobní šarže.

©EOTA 2021

Pokud se v sérii zkoušek C2.1, C2.3 a C2.5 objeví smíšené typy porušení, přepočet je proveden s předpokladem, že typ porušení, který se objevil u většiny zkoušek v sérii zkoušek, se objevil u všech zkoušek.

C.4.2.1.2 Zatížení/posuv

Zploštění zatížení s odpovídajícím prokluzem větším než 10% posuvu při mezním zatížení a/nebo dočasný propad v zatížení větší než 5% mezního zatížení nejsou přípustné až do zatížení 70% mezního zatížení jednotlivé zkoušky v žádné křivce zatížení/posuv každého zkoušeného kotvicího prvku.

Tento požadavek musí být splněn v sérii zkoušek C2.1a a C2.1b a úvodním zatížení stejně tak jako při zkoušce zbytkové únosnosti v sérii zkoušek C2.3 a C2.5. Pokud tento požadavek není splněn, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2.

C.4.2.2 Posouzení referenčních zkoušek tahem (série zkoušek C2.1)

Platí následující podmínky:

1. Rozptyl posuvů:

$$cv\left(\delta\left(0{,}5 \cdot N_{u,m,C2.1}\right)\right) \leq 40\% \qquad \text{(C.26)}$$

kde

c_V = [%] – variační součinitel;

$\delta(0{,}5 \cdot N_{u,m,C2.1})$ = [mm] – posuv kotvicího prvku při 50% mezního zatížení ve zkoušce série C2.1a a b; tj. $N_{u,m,C2.1a}$ a $N_{u,m,C2.1b}$ respektive

Pokud tato podmínka není splněna v jedné ze série zkoušek, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2. Pro splnění tohoto požadavku je povoleno navýšit počet zkoušek. Pokud je v sérii zkoušek posuv všech kotvicích prvků při zatížení 0,5 $N_{u,m}$ menší nebo roven 0,4 mm, výše zmíněná podmínka pro rozptyl posuvů neplatí.

2. Mezní zatížení:

a. Série zkoušek C2.1a v betonu nízké pevnosti C20/25

$$N_{u,m,C2.1a} \geq 0{,}8 \cdot N_{u,m,3} \qquad \text{(C.27)}$$

kde

$N_{u,m,C2.1a}$ = [N] – průměrná mezní únosnost v tahu ze série zkoušek C2.1a;

$N_{u,m,3}$ = [N] – průměrná únosnost v tahu ze zkoušek pro „maximální šířku trhliny a velký průměr otvoru“ v betonu s trhlinami C20/25 podle Tabulky A.1 série F1;

Pokud je tato podmínka splněna, $\alpha_{C2.1a}$ = 1,0. Pokud tato podmínka není splněna je redukční činitel $\alpha_{C2.1a}$ pro sérii zkoušek C2.1a stanoven podle Rovnice (C.28).

$$\alpha_{C2.1a} = \frac{N_{u,m,C2.1a}}{0{,}8 \cdot N_{u,m,3}} \qquad \text{(C.28)}$$

V Rovnicích (C.27) a (C.28) musí být únosnost ze zkoušek pro „maximální šířku trhliny a velký průměr otvoru“ v betonu s trhlinami C20/25 podle Tabulky A.1 série F1 přepočtena podle Rovnice (C.22) nebo Rovnice (C.24), podle toho která je použita, na pevnost ze série zkoušek C2.1a.

b. Série zkoušek C2.1b v betonu vysoké pevnosti C50/60:

$$N_{u,m,C2.1b} \geq 0{,}8 \cdot N_{u,m,4} \qquad \text{(C.29)}$$

©EOTA 2021

kde

$N_{u,m,C2.1b}$ = [N] – průměrná mezní únosnost v tahu ze série zkoušek C2.1b;

$N_{u,m,4}$ = [N] – průměrná únosnost v tahu ze zkoušek pro „maximální šířku trhliny a malý průměr otvoru“ v betonu s trhlinami C50/60 podle Tabulky A.1 série F2;

Pokud je tato podmínka splněna, $\alpha_{C2.1b}$ = 1,0. Pokud tato podmínka není splněna je redukční činitel $\alpha_{C2.1b}$ pro sérii zkoušek C2.1b stanoven podle Rovnice (C.30).

$$\alpha_{C2.1b} = \frac{N_{u,m,C2.1b}}{0{,}8 \cdot N_{u,m,4}} \quad \text{(C.30)}$$

V Rovnicích (C.29) a (C.30) musí být únosnost ze zkoušek pro „maximální šířku trhliny a malý průměr otvoru“ v betonu s trhlinami C50/60 podle Tabulky A.1 série F2 přepočtena podle Rovnice (C.22) nebo Rovnice (C.24), podle toho která je použita, na pevnost ze série zkoušek C2.1b.

Redukční činitel je stanoven podle Rovnice (C.31).

$$\boldsymbol{\alpha_{C2.1} = min(\alpha_{C2.1a}; \alpha_{C2.1b})} \quad \text{(C.31)}$$

3. Rozptyl mezních zatížení:

$$\boldsymbol{cv(N_u) \leq 20\%} \quad \text{(C.32)}$$

Pokud je tato podmínka splněna u obou sérií zkoušek C2.1a a C2.1b, $\beta_{cv,C2.1a} = \beta_{cv,C2.1b} = 1{,}0$. Pokud tato podmínka není v sérii zkoušek splněna, činitelé $\beta_{cv,C2.1a}$ a/nebo $\beta_{cv,C2.1b}$ musí být vypočteni podle Rovnice (C.33) a Rovnice (C.34) respektive.

$$\boldsymbol{\beta_{cv,C2.1a} = \frac{1}{1 + (cv(N_{u,C2.1a}) - 20) \cdot 0{,}03}} \quad \text{(C.33)}$$

$$\boldsymbol{\beta_{cv,C2.1b} = \frac{1}{1 + (cv(N_{u,C2.1b}) - 20) \cdot 0{,}03}} \quad \text{(C.34)}$$

kde $cv(N_{u,C2.1a})$ a $cv(N_{u,C2.1b})$ jsou variační součinitelé mezních zatížení v sériích zkoušek C2.1a a C2.1b respektive.

Činitel je stanoven tak jak je uvedeno v Rovnici (C.35);

$$\beta_{cv,C2.1} = min\ (\beta_{cv,C2.1a}; \beta_{cv,C2.1b}) \quad \text{(C.35)}$$

Pokud je $cv(N_u)$ větší než 30% v jedné sérii zkoušek, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2. Pro splnění tohoto požadavku je povoleno navýšit počet zkoušek.

C4.2.3 Posouzení referenčních zkoušek smykem (série zkoušek C2.2)

Pokud vypočtené hodnoty nebo výsledky zkoušek „charakteristické únosnosti porušení oceli při zatížení smykem“ podle Tabulky A.1 série V1 jsou převzaty jako referenční zkoušky, tato část neplatí. Pokud série zkoušek C2.2 jsou provedeny pro získání referenčních smykových hodnot, platí následující podmínky:

1. Typ porušení

Pokud je porušení způsobeno vytažením nebo protažením, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2. Zkoušky mohou být zopakovány s větší hloubkou zapuštění pro vyhnutí se těmto typů porušení.

2. Mezní zatížení

$$\boldsymbol{V_{u,m,C2.2} \geq 0{,}8 \cdot V_{u,m,5}} \quad \text{(C.36)}$$

kde

©EOTA 2021

$V_{u,m,C2.2}$ = [N] – průměrná mezní únosnost ve smyku ze série zkoušek C2.2;

$V_{u,m,5}$ = [N] – průměrná únosnost ve smyku ze zkoušek pro „charakteristickou únosnost porušení oceli při zatížení smykem“ podle Tabulky A.1 série V1;

Pokud je tato podmínka splněna, $\alpha_{C2.2}$ = 1,0. Pokud tato podmínka není splněna je redukční činitel $\alpha_{C2.2}$ je stanoven podle Rovnice (C.37).

$$\boldsymbol{\alpha_{C2.2} = \frac{V_{u,m,C2.2}}{0,8 \cdot V_{u,m,5}}} \quad \text{(C.37)}$$

V Rovnicích (C.36) a (C.37) musí být únosnost ze zkoušek pro „charakteristickou únosnost porušení oceli při zatížení smykem“ podle Tabulky A.1 série V1 přepočtena podle Rovnice (C.23) nebo Rovnice (C.24), podle toho která je použita, na pevnost ze série zkoušek C2.2.

3. Rozptyl mezních zatížení:

$$cv(V_u) \leq 15\% \quad \text{(C.38)}$$

Pokud je tato podmínka splněna, $\beta_{cv,C2.2}$ = 1,0. Pokud tato podmínka není splněna, činitel $\beta_{cv,C2.2}$ musí být vypočten podle Rovnice (C.39).

$$\beta_{cv,C2.2} = \frac{1}{1 + (cv(V_u) - 15) \cdot 0{,}03} \quad \text{(C.39)}$$

kde $cv(V_u)$ je variační součinitel mezních zatížení v sérii zkoušek C2.2.

Pokud je $cv(V_u)$ větší než 30%, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2.

C.4.2.4 Posouzení zkoušek při pulzujícím zatížení tahem (série zkoušek C2.3)

1. Všechny kotvicí prvky v sérii zkoušek musí dokončit simulované seismické zatížení tahem uvedené v Obrázku C.10 a Tabuce C.3. Pokud kotvicí prvek není schopen vyvinout požadovanou únosnost v jakémkoliv cyklu před ukončením zatížení uvedeném v Tabulce C.3, je to zaznamenáno jako neúspěšná zkouška. V případě neúspěšné zkoušky musí být série zkoušek opakována se sníženou hodnotou $N_{max,red,1}$ dokud požadavek není splněn. V tom případě musí být redukční činitel $\alpha_{C2.3a}$ vypočten podle Rovnice (C.40).

$$\alpha_{C2.3a} = \frac{N_{max,red,1}}{N_{max}} \quad \text{(C.40)}$$

kde

N_{max} = [N] – maximální zatížení tahem podle Rovnice (C.10) až Rovnice (C.11);

$N_{max,red,1}$ = [N] – snížené zatížení tahem pro splnění požadavku.

2. Posuvy jsou posouzeny během posledního cyklu při 0,5 N/N_{max} a při $1{,}0 \cdot N/N_{max}$ nebo při $0{,}5 \cdot N/N_{max,red,1}$ a při $1{,}0 \cdot N/N_{max,red,1}$ respektive, (odkazující na Obrázek C.10). Posuv musí být uveden jakožto průměrná hodnota.

Aby se předešlo nadměrnému posuvu kotvicího prvku je pro vyhodnocení kotvicího prvku zaveden limit posuvu na konci cyklování na $0{,}5 \cdot N/N_{max}$ nebo $0{,}5 \cdot N/N_{max,red,1}$ (tj. po 50 zatěžovacích cyklech (viz. Obrázek C.10 a Tabulka C.3). Následující podmínka musí být splněna:

$$\delta_m(0{,}5 \bullet N/N_{max}) \leq \delta_{N,lim} \quad \text{(C.41)}$$

kde

δ_m $(0{,}5 \cdot N/N_{max})$ = [mm] – průměrná hodnota posuvu kotvicího prvku po zatěžovacím cyklu při $0{,}5 \cdot N/N_{max}$ nebo $0{,}5 \cdot N/N_{max,red,1}$ ze série zkoušek C2.3;

$\delta_{N,lim}$ = 7 mm

Pokud tato podmínka není splněna, opakujte zkoušky se sníženou hodnotou $N_{max,red,2}$ dokud není požadavek splněn a vypočtěte redukční činitel $\alpha_{C2.3b}$ podle Rovnice (C.42).

$$\alpha_{C2.3b} = \frac{N_{max,red,2}}{N_{max}} \quad \text{(C.42)}$$

kde

©EOTA 2021

N_{max} = [N] – maximální zatížení tahem podle Rovnice (C.10) až Rovnice (C.11);

$N_{max,red,2}$ = [N] – snížené zatížení tahem pro splnění požadavku.

Pokud podmínka podle Rovnice (C.41) je splněna, ale je zamýšlen menší posuv, je povoleno opakovat zkoušky se sníženou hodnotou $N_{max,red}$.

3. Zkoušky zbytkové únosnosti (všechny tři podmínky platí):

a. Rozptyl posuvu

$$cv\left(\delta\left(0{,}5 \cdot N_{u,m,C2.3}\right)\right) \leq 40\% \quad \text{(C.43)}$$

kde

$\delta(0{,}5 \cdot N_{u,m,C2.3})$ = [mm] – posuv kotvicího prvku při 50% průměrného mezního zatížení tahem ze zkoušek zbytkové únosnosti série zkoušek C2.3. Bere se pouze posuv ze zkoušky zbytkové únosnosti, tj. posuv vzniklý během cyklického zatížení se nebere v úvahu;

$N_{u,m,C2.3}$ = [N] – průměrná únosnost v tahu ze zkoušek zbytkové únosnosti série zkoušek C2.3;

Pokud tato podmínka není splněna, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2.

b. Mezní zatížení

$$N_{u,m,C2.3} \geq 0{,}9 \cdot N_{u,m,C2.1a} \quad \text{(C.44)}$$

kde

$N_{u,m,C2.1a}$ = [N] – průměrná mezní únosnost v tahu ze zkoušek série zkoušek C2.1a;

$N_{u,m,C2.3}$ = [N] – průměrná mezní únosnost v tahu ze zkoušek zbytkové únosnosti série zkoušek C2.3;

Pokud je tato podmínka splněna, $\alpha_{C2.3c} = 1{,}0$. Pokud tato podmínka není splněna, činitel $\alpha_{C2.3c}$ musí být stanoven podle Rovnice (C.45).

$$\alpha_{C2.3c} = \frac{N_{u,m,C2.3}}{0{,}9 \cdot N_{u,m,C2.1a}} \quad \text{(C.45)}$$

V Rovnicích (C.44) a (C.45) musí únosnosti ze zkoušek série C2.1 přepočteny podle Rovnice (C.22) nebo Rovnice (C.24), dle toho, která byla použita, na pevnost ze série zkoušek C2.3.

Stejně tak může být série zkoušek C2.3 opakována se sníženou hodnotou N_{max} dokud požadavek uvedený v Rovnici (C.44) není splněn.

c. Rozptyl mezních zatížení

$$cv(N_u) \leq 20\% \quad \text{(C.46)}$$

Pokud je tato podmínka splněna, $\beta_{cv,C2.3} = 1{,}0$. Pokud tato podmínka není splněna, $\beta_{cv,C2.3}$ musí být stanoven podle Rovnice (C.47).

$$\beta_{cv,C2.3} = \frac{1}{1 + (cv(N_u) - 20) \cdot 0{,}03} \quad \text{(C.47)}$$

kde $cv(N_u)$ je variační součinitel mezních zatížení ze zkoušek zbytkové únosnosti v sérii zkoušek C2.3.

Pokud je $cv(N_u)$ větší než 30%, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2.

Redukční činitel $\alpha_{C2.3}$ vycházející ze zkoušek pulzujícího zatížení tahem série C2.3 je stanoven podle Rovnice (C.48).

$$\boldsymbol{\alpha_{C2.3} = min(\alpha_{C2.3a}; \alpha_{C2.3b}) \cdot \alpha_{C2.3c}} \quad \text{(C.48)}$$

Zaznamenají se posuvy po úspěšném ukončení při $0{,}5 \cdot N/N_{max}$ a $1{,}0 \cdot N/N_{max}$ nebo při $0{,}5 \cdot N/N_{max,red}$ a $1{,}0 \cdot N/N_{max,red}$ v případě, že jsou zkoušky opakovány se sníženou hodnotou zatížení, pokud je tato použita.

C.4.2.5 Posouzení zkoušek při střídavém zatížení smykem (série zkoušek C2.4)

©EOTA 2021

Platí následující podmínky:

1. Všechny kotvicí prvky v sérii zkoušek musí dokončit simulované seismické zatížení smykem uvedené v Obrázku C.11 a Tabulce C.4. Pokud kotvicí prvek není schopen vyvinout požadovanou únosnost v jakémkoliv cyklu před ukončením zatížení uvedeném v Tabulce C.4, je to zaznamenáno jako neúspěšná zkouška. V případě neúspěšné zkoušky musí být série zkoušek opakována se sníženou hodnotou $V_{max,red,1}$ dokud požadavek není splněn. V tom případě musí být redukční činitel $\alpha_{C2.4a}$ vypočten podle Rovnice (C.49).

$$\alpha_{C2.4a} = \frac{V_{max,red,1}}{V_{max}} \quad \text{(C.49)}$$

kde

V_{max} = [N] – maximální zatížení smykem podle Rovnice (C.12) až Rovnice (C.13);

$V_{max,red,1}$ = [N] – snížené zatížení smykem pro splnění požadavku.

2. Posuvy jsou posouzeny během posledního cyklu při ±0,5 V/V_{max} a při ±1,0·V/V_{max} nebo při ±0,5·$V/V_{max,red,1}$ a při ±1,0·$V/V_{max,red,1}$ respektive, (odkazující na Obrázek C.11). Posuv musí být uveden jakožto maximální z průměru absolutních hodnot při kladném směru zatížení a průměr absolutních hodnot při negativním směru zatížení.

   Aby se předešlo nadměrnému posuvu kotvicího prvku je pro vyhodnocení kotvicího prvku zaveden limit posuvu na konci cyklování na ±0,5·V/V_{max} (tj. po 50 zatěžovacích cyklech (viz. Obrázek C.11 a Tabulka C.4). Vzhledem k nedostatku dostačujících dat ze zkoušky se tento limit předpokládá jako $\delta_{V,lim}$ = 7 mm. Následující podmínka musí být splněna:

$$\delta_m(0,5 \cdot V/V_{max}) \leq \delta_{V,lim} \quad \text{(C.50)}$$

   kde

δ_m (0,5·V/V_{max}) = [mm] – max (|δ_m (+0,5·V/V_{max})|; | δ_m (-0,5·V/V_{max})|); průměrná hodnota posuvů kotvicího prvku po zatěžovacím cyklu při +0,5·V/V_{max} a průměrná hodnota posuvů kotvicího prvku po zatěžovacím cyklu -0,5·V/V_{max} ze série zkoušek C2.4; pokud zkoušky byly provedeny s $V_{max,red,1}$ nahraďte V_{max} tímto $V_{max,red,1}$;

$\delta_{V,lim}$ = 7 mm

   Pokud tato podmínka není splněna, opakujte zkoušky se sníženou hodnotou $V_{max,red,2}$ dokud není požadavek splněn. Určete odpovídající redukční činitel $\alpha_{C2.4b}$ podle Rovnice (C.51).

$$\alpha_{C2.4b} = \frac{V_{max,red,2}}{V_{max}} \quad \text{(C.51)}$$

   kde

V_{max} = [N] – maximální zatížení smykem podle Rovnice (C.12) nebo Rovnice (C.13);

$V_{max,red,2}$ = [N] – snížené zatížení smykem pro splnění požadavku.

   Pokud podmínka podle Rovnice (C.50) je splněna, ale je zamýšlen menší posuv, je povoleno opakovat zkoušky se sníženou hodnotou $V_{max,red}$.

3. Zkoušky zbytkové únosnosti (obě podmínky platí):

   a. Typ porušení:

   Pokud je porušení způsobeno vytažením nebo protažením, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2. Zkoušky mohou být opakovány s větší hloubkou zapuštění, aby se předešlo těmto typům porušení.

   b. Mezní zatížení:

©EOTA 2021

$$V_{u,m,C2.4} \geq 0{,}95 \cdot V_{u,m,C2.2} \quad \text{(C.52)}$$

kde

$V_{u,m,C2.4}$ = [N] – průměrná mezní únosnost ve smyku ze zkoušek zbytkové únosnosti série zkoušek C2.4;

$V_{u,m,C2.2}$ = [N] – průměrná mezní únosnost ve smyku ze zkoušek zbytkové únosnosti série zkoušek C2.2;

Pokud je tato podmínka splněna, $\alpha_{C2.4c}$ = 1,0. Pokud tato podmínka není splněna, činitel $\alpha_{C2.4c}$ musí být stanoven podle Rovnice (C.53).

$$\alpha_{C2.4c} = \frac{V_{u,m,C2.4}}{0{,}95 \cdot V_{u,m,C2.2}} \quad \text{(C.53)}$$

V Rovnicích (C.55) a (C.56) musí být únosnosti ze zkoušek série C2.2 přepočteny podle Rovnice (C.23) nebo Rovnice (C.24), dle toho, která byla použita, na pevnost ze série zkoušek C2.4.

Stejně tak může být série zkoušek C2.4 opakována se sníženou hodnotou V_{max} dokud požadavek uvedený v Rovnici (C.52) není splněn.

c. Rozptyl mezních zatížení:

$$cv(V_u) \leq 15\% \quad \text{(C.54)}$$

Pokud je tato podmínka splněna, $\beta_{cv,C2.4}$ = 1,0. Pokud tato podmínka není splněna, $\beta_{cv,C2.4}$ musí být stanoven podle Rovnice (C.55).

$$\beta_{cv,C2.4} = \frac{1}{1 + (cv(V_u) - 15) \cdot 0{,}03} \quad \text{(C.55)}$$

kde $cv(V_u)$ je variační součinitel mezních zatížení ze zkoušek zbytkové únosnosti v sérii zkoušek C2.4.

Pokud je $cv(V_u)$ větší než 30%, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2.

Redukční činitel $\alpha_{C2.4}$ vycházející ze zkoušek střídavého zatížení smykem série C2.4 je stanoven podle Rovnice (C.56).

$$\alpha_{C2.4} = min(\alpha_{C2.4a}; \alpha_{C2.4b}) \cdot \alpha_{C2.4c} \quad \text{(C.56)}$$

Zaznamenají se posuvy po úspěšném ukončení při ±0,5·V/V_{max} a ±1,0·V/V_{max} nebo při ±0,5·V/$V_{max,red}$ a ±1,0·V/$V_{max,red}$ v případě, že jsou zkoušky opakovány se sníženou hodnotou zatížení, pokud je tato použita.

C.4.2.6 Posouzení zkoušek zatížení tahem s proměnlivou šířkou trhliny (série zkoušek C2.5)

Platí následující podmínky:

1. Všechny kotvicí prvky v sérii zkoušek musí dokončit všechny cykly proměnlivé šířky trhliny při zatížení tahem uvedené v Obrázku C.13 a Tabuce C.5. Pokud kotvicí prvek není schopen vyvinout požadovanou únosnost v jakémkoliv cyklu před ukončením zatížení uvedeném v Tabulce C.5, je to zaznamenáno jako neúspěšná zkouška. V případě neúspěšné zkoušky musí být série zkoušek opakována s úměrně sníženými hodnotami N_{w1} a N_{w2}, tj. $N_{w1,red,1}$ a $N_{w2,red1}$ respektive, dokud požadavek není splněn. V tom případě musí být redukční činitel $\alpha_{C2.5a}$ vypočten podle Rovnice (C.57).

$$\alpha_{C2.5a} = \frac{N_{w2,red,1}}{N_{w2}} \quad \text{(C.57)}$$

kde

N_{w2} = [N] – zatížení tahem podle Rovnice (C.18) a Rovnice (C.19), pokud byla použita;

$N_{w2,red,1}$ = [N] – snížené zatížení tahem pro splnění požadavku.

2. Posuvy jsou posouzeny během posledního cyklu při Δw = 0,5 mm a Δw = 0,8 mm (viz. Obrázek C.13). Posuv musí být uveden jakožto průměrná hodnota.

   Aby se předešlo nadměrnému posuvu kotvicího prvku, je pro vyhodnocení kotvicího prvku zaveden limit posuvu na konci cyklování při Δw = 0,5 mm (tj. na konci cyklu 45, viz. Obrázek C.13 a Tabulka C.5). Vzhledem k nedostatku dostačujících dat ze zkoušky se tento limit předpokládá jako $\delta_{N,lim}$ = 7 mm. Následující podmínka musí být splněna:

$$\delta_m(\Delta w = 0{,}5) \leq \delta_{N,lim} \quad \text{(C.58)}$$

©EOTA 2021

kde

$\delta_m(\Delta w = 0,5)$ = [mm] – průměrná hodnota posuvu kotvicího prvku na konci zatěžovacího cyklu při Δw = 0,5 mm ze série zkoušek C2.5;

$\delta_{N,lim}$ = 7 mm

Pokud tato podmínka není splněna, opakujte zkoušky s úměrně sníženými hodnotami N_{w1} a N_{w2}, tj. $N_{w1,red,2}$ a $N_{w2.red2}$ respektive, dokud není požadavek splněn a vypočtěte redukční činitel $\alpha_{C2.5b}$ podle Rovnice (C.59).

$$\alpha_{C2.5b} = \frac{N_{w2,red,2}}{N_{w2}} \quad \text{(C.59)}$$

kde

N_{w2} = [N] –zatížení tahem podle Rovnice (C.18) a Rovnice (C.19);

$N_{w2,red,2}$ = [N] – snížené zatížení tahem pro splnění požadavku.

Pokud podmínka podle Rovnice (C.59) je splněna, ale je zamýšlen menší posuv, je povoleno opakovat zkoušky se sníženou hodnotou $N_{w1,red,2}$ a $N_{w2.red2}$.

3. Zkoušky zbytkové únosnosti (všechny tři podmínky platí):

a. Rozptyl posuvu:

$$cv\left(\delta\left(0,5 \cdot N_{u,m,C2.5}\right)\right) \leq 40\% \quad \text{(C.60)}$$

kde

$\delta(0,5 \cdot N_{u,m,C2.5})$ = [mm] – posuv kotvicího prvku při 50% průměrného mezního zatížení tahem ze zkoušek zbytkové únosnosti série zkoušek C2.5; pouze posuv ze zkoušky zbytkové únosnosti, tj. posuv vzniklý během cyklování trhliny se nebere v úvahu;

$N_{u,m,C2.5}$ = [N] – průměrná únosnost v tahu ze zkoušek zbytkové únosnosti série zkoušek C2.5;

Pokud tato podmínka není splněna, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2.

b. Mezní zatížení

$$N_{u,m,C2.5} \geq 0,9 \cdot N_{u,m,C2.1a} \quad \text{(C.61)}$$

kde

$N_{u,m,C2.1a}$ = [N] – průměrná mezní únosnost v tahu ze série zkoušek C2.1a;

$N_{u,m,C2.3}$ = [N] – průměrná mezní únosnost v tahu ze zkoušek zbytkové únosnosti série zkoušek C2.5;

Pokud je tato podmínka splněna, $\alpha_{C2.5c}$ = 1,0. Pokud tato podmínka není splněna, činitel $\alpha_{C2.5c}$ musí být stanoven podle Rovnice (C.62).

$$\alpha_{C2.5c} = \frac{N_{u,m,C2.5}}{0,9 \cdot N_{u,m,C2.1a}} \quad \text{(C.62)}$$

V Rovnicích (C.61) a (C.62) musí být únosnosti ze zkoušek série C2.1 přepočteny podle Rovnice (C.22) nebo Rovnice (C.25), dle toho, která byla použita, na pevnost ze série zkoušek C2.5.

Stejně tak může být série zkoušek C2.5 opakována se sníženou hodnotou N_{max} dokud požadavek uvedený v Rovnici (C.61) není splněn.

©EOTA 2021

c. Rozptyl mezních zatížení

$$cv(N_u) \leq 20\% \quad \text{(C.63)}$$

Pokud je tato podmínka splněna, $\beta_{cv,C2.5}$ = 1,0. Pokud tato podmínka není splněna, $\beta_{cv,C2.5}$ musí být stanoven podle Rovnice (C.64).

$$\beta_{cv,C2.5} = \frac{1}{1 + (cv(N_u) - 20) \cdot 0{,}03} \quad \text{(C.64)}$$

Pokud je $cv(N_u)$ větší než 30%, kotvicí prvek není vhodný pro použití v kategorii C2.

Redukční činitel $\alpha_{C2.5}$ vycházející ze zkoušek s proměnlivou šířkou trhliny série C2.5 je stanoven podle Rovnice (C.65).

$$\alpha_{C2.5} = min(\alpha_{C2.5a}; \alpha_{C2.5b}) \cdot \alpha_{C2.5c} \quad \text{(C.65)}$$

Zaznamenají se posuvy po úspěšném ukončení na konci cyklování trhliny při Δw = 0,5 mm a Δw = 0,8 mm.

C.4.2.7 Stanovení rozhodujících redukčních činitelů pro seismické zatížení kategorie C2

C.4.2.7.1 Tah

Redukční činitelé $\alpha_{N,C2}$ a $\beta_{cv,N,C2}$ jsou stanoveny podle Rovnic (C.66) a (C.67), respektive.

$$\alpha_{N,C2} = \alpha_{C2.1} \cdot \min(\alpha_{C2.3}; \alpha_{C2.5}) \quad \text{(C.66)}$$

kde

$\alpha_{C2.1}$ = redukční činitel α podle C.4.2.2;

$\alpha_{C2.3}$ = redukční činitel α podle C.4.2.4;

$\alpha_{C2.5}$ = redukční činitel α podle C.4.2.6;

$$\beta_{cv,N,C2} = \min(\beta_{cv,C2.1}; \beta_{cv,C2.3}; \beta_{cv,C2.5}) \quad \text{(C.67)}$$

kde

$\beta_{cv,C2.1}$ = redukční činitel β_{cv} zohledňující velký rozptyl podle C.4.2.2;

$\beta_{cv,C2.3}$ = redukční činitel β_{cv} zohledňující velký rozptyl podle C.4.2.4;

$\beta_{cv,C2.5}$ = redukční činitel β_{cv} zohledňující velký rozptyl podle C.4.2.6;

Redukční činitelé podle Rovnice (C.66) a Rovnice (C.67) platí pro kotvicí prvky s odzkoušenou hloubkou zapuštění a všechny menší hloubky zapuštění.

Pokud byly odzkoušeny kotvicí prvky s více než jednou hloubkou zapuštění a při těchto zkouškách byly zjištěny různé typy porušení, můžou být pro porušení oceli a vytažením (přilepení) získáni různí redukční činitelé.

Redukční činitelé $\alpha_{N,C2}$ a $\beta_{cv,N,C2}$ se použijí pro stanovení charakteristické únosnosti při seismickém zatížení podle C.4.3.2.1.

C.4.2.7.2 Smyk

Redukční činitelé $\alpha_{V,C2}$ a $\beta_{cv,V,C2}$ jsou stanoveny podle Rovnic (C.68) a (C.69), respektive.

$$\alpha_{V,C2} = \alpha_{C2.2} \cdot \alpha_{C2.4} \quad \text{(C.68)}$$

kde

$\alpha_{C2.2}$ = redukční činitel α podle C.4.2.3;

$\alpha_{C2.4}$ = redukční činitel α podle C.4.2.5;

$$\beta_{cv,V,C2} = \min(\beta_{cv,C2.2}; \beta_{cv,C2.4}) \quad \text{(C.69)}$$

kde

$\beta_{cv,C2.2}$ = redukční činitel β_{cv} zohledňující velký rozptyl podle C.4.2.3;

©EOTA 2021

$\beta_{cv,C2.4}$ = redukční činitel β_{cv} zohledňující velký rozptyl podle C.4.2.5;

Redukční činitelé podle Rovnice (C.68) a Rovnice (C.69) platí pro kotvicí prvky s odzkoušenou hloubkou zapuštění a všechny větší hloubky zapuštění. Pokud byly odzkoušeny kotvicí prvky s více než jednou hloubkou zapuštění, redukční činitelé $\alpha_{V,C2}$ a $\beta_{cv,V,C2}$ pro mezilehlou hloubku zapuštění může být stanoven lineární interpolací.

Redukční činitelé $\alpha_{V,C2}$ a $\beta_{cv,V,C2}$ se použijí pro stanovení charakteristické únosnosti při seismickém zatížení podle C.4.3.2.2.

C.4.3 Charakteristické hodnoty pro návrh seismického zatížení

V tomto posouzení se předpokládá, že na charakteristické únosnosti při seismickém zatížení pro porušení betonu (vytržení kužele betonu v tahu a vytržení okraje betonu a vylomení ve smyku) se vztahuje návrhová metoda použitím redukčních činitelů na odpovídající charakteristické únosnosti při podmínkách bez seismického zatížení.

C.4.3.1 Vlastnosti při seismickém zatížení kategorie C1

C.4.3.1.1 Tah

Charakteristické únosnosti, tak jak jsou stanoveny níže, jsou platné pro kotvicí prvky s odzkoušenou hloubkou zapuštění a všechny menší hloubky zapuštění.

a. Porušení oceli způsobilo redukci

Charakteristické únosnosti pro tah oceli a vytažení při seismickém zatížení, tj. $N_{Rk,s,C1}$ a $N_{Rk,p,C1}$, respektive, které budou uvedeny v ETA, jsou stanoveny následovně:

$$N_{Rk,s,C1} = \alpha_{N,C1} \cdot N_{Rk,s} \quad [\text{N}] \qquad (C.70)$$

$$N_{Rk,p,C1} = \alpha_{N,C1} \cdot N_{Rk,p} \quad [\text{N}] \qquad (C.71)$$

$$N_{Rk,p,C1} = \alpha_{N,C1} \cdot N_{Rk,c} \quad [\text{N}] \text{ (pokud nedošlo k porušení vytažením při statickém zatížení)} \qquad (C.72)$$

kde

$N_{Rk,s}$ = [N] – charakteristická únosnost oceli v tahu, jak je uvedena v ETA pro statické zatížení;
$N_{Rk,p}$ = [N] – charakteristická únosnost při vytažení v betonu s trhlinami, jak je uvedena v ETA pro statické zatížení;
$N_{Rk,c}$ = [N] – charakteristická únosnost při vytržení kužele betonu z betonu s trhlinami při statickém zatížení;
$\alpha_{N,C1}$ = redukční činitel α podle C.4.1.1

b. Porušení vytažením způsobilo redukci

Charakteristické únosnosti pro tah oceli a vytažení při seismickém zatížení, tj. $N_{Rk,s,C1}$ a $N_{Rk,p,C1}$, respektive, které budou uvedeny v ETA jsou stanoveny následovně:

$$N_{Rk,s,C1} = N_{Rk,s} \quad [\text{N}] \qquad (C.73)$$

$$N_{Rk,p,C1} = \alpha_{N,C1} \cdot N_{Rk,p} \quad [\text{N}] \qquad (C.74)$$

$$N_{Rk,p,C1} = \alpha_{N,C1} \cdot N_{Rk,c} \quad [\text{N}] \text{ (pokud nedošlo k porušení vytažením při statickém zatížení)} \qquad (C.75)$$

Pro $N_{Rk,s}$, $N_{Rk,p}$, $N_{Rk,c}$, a $\alpha_{N,C1}$ viz. a.

C.4.3.1.2 Smyk

Charakteristická únosnost ve smyku pro ocel při seismickém zatížení, $V_{Rk,s,C1}$, která bude uvedena v ETA, je stanovena následovně:

$$V_{Rk,s,C1} = \alpha_{V,C1} \cdot V^0_{Rk,s} \quad [\text{N}] \qquad (C.76)$$

kde

$V^0_{Rk,s}$ = [N] – charakteristická únosnost ve smyku, jak je uvedena v ETA pro statické zatížení;
$\alpha_{V,C1}$ = redukční činitel α podle C.4.1.2

©EOTA 2021

Hodnota $V_{Rk,s,C1}$ podle Rovnice (C.76) platí pro všechny hloubky zapuštění větší než odzkoušená hloubka zapuštění. Pokud byly odzkoušena více než jedna hloubka zapuštění, hodnota $V_{Rk,s,C1}$ pro mezilehlou hloubku zapuštění může být stanovena lineární interpolací.

C.4.3.2 Vlastnosti při seismickém zatížení kategorie C2

Charakteristické hodnoty uvedená v ETA jsou vypočteny následovně:

C.4.3.2.1 Zatížení tahem

Charakteristické únosnosti, tak jak jsou stanoveny níže, jsou platné pro kotvicí prvky s odzkoušenou hloubkou zapuštění a všechny menší hloubky zapuštění (viz. C.3.2.1.3.1 b)).

Charakteristická únosnost pro seismické zatížení, jak je uvedeno dále, je limitována hodnotami pro statické a kvazistatické zatížení.

a) Porušení oceli způsobilo redukci

Charakteristické únosnosti pro tah oceli a vytažení při seismickém zatížení, tj. $N_{Rk,s,C2}$ a $N_{Rk,p,C2}$, respektive, které budou uvedeny v ETA, jsou stanoveny následovně:

$$N_{Rk,s,C2} = \alpha_{N,C2} \cdot \beta_{cv,N,C2} \cdot N_{Rk,s} \quad [N] \qquad (C.77)$$

$$N_{Rk,p,C2} = \alpha_{N,C2} \cdot \beta_{cv,N,C2} \cdot N_{Rk,0} \quad [N] \qquad (C.78)$$

kde

$N_{Rk,0}$ = [N] – charakteristická hodnota ze zkoušek „maximální šířky trhliny a velký průměr otvoru (F1)“ a „maximální šířky trhliny a malý průměr otvoru (F2)“ podle Tabulky A.1 série F1, (přepočtená podle Rovnice (C.22) až Rovnice (C.25) na pevnost v tlaku betonu (měřeno na válcích) f_c = 20 N/mm²);

Poznámka C.2: Charakteristická hodnota $N_{Rk,0}$ může být stanovena následovně:
(1) charakteristické hodnoty ze série zkoušek F1 a F2 se určí odděleně a vezme se menší z těchto dvou;
(2) určí se charakteristická hodnota z kombinovaných dat ze sérií zkoušek F1 a F2;
(3) vezme se maximální z (1) a (2),
tj. $N_{Rk,0} = max\ (min\ (F1; F2); (F1\ U\ F2))$.

$N_{Rk,s}$ = [N] – charakteristická únosnost oceli v tahu, jak je uvedena v ETA pro statické zatížení;

$\alpha_{N,C2}$ = redukční činitel α jak je stanoven v Rovnici (C.66);

$\beta_{cv,N,C2}$ = redukční činitel β_{cv} zohledňující velký rozptyl, jak je stanoven v Rovnici (C.67);

b) Porušení vytažením způsobilo redukci

Charakteristické únosnosti pro tah oceli a vytažení při seismickém zatížení, tj. $N_{Rk,s,C2}$ a $N_{Rk,p,C2}$, respektive, které budou uvedeny v ETA jsou stanoveny následovně:

$$N_{Rk,s,C2} = N_{Rk,s} \quad [N] \qquad (C.79)$$

$$N_{Rk,p,C2} = \alpha_{N,C2} \cdot \beta_{cv,N,C2} \cdot N_{Rk,0} \quad [N] \qquad (C.80)$$

Pro $N_{Rk,0}$, $N_{Rk,s}$, $\alpha_{N,C2}$ a $\beta_{cv,N,C2}$ jak je uvedeno v Rovnici (C.77) a Rovnici (C.78).

C.4.3.2.2 Zatížení smykem

Při zatížení smykem se ve vyhodnocení uvažuje pouze porušení oceli. Vylomení a porušení okraje betonu jsou zohledněny v návrhových ustanoveních.

Charakteristická únosnost ve smyku pro ocel při seismickém zatížení smykem, $V_{Rk,s,C2}$, která bude uvedena v ETA, je stanovena následovně:

$$V_{Rk,s,C2} = \alpha_{V,C2} \cdot \beta_{cv,V,C2} \cdot V^0_{Rk,s} \quad [N] \qquad (C.81)$$

kde

©EOTA 2021

$V^0_{Rk,s}$ = [N] – charakteristická únosnost ve smyku, jak je uvedena v ETA pro statické zatížení;

$\alpha_{V,C2}$ = redukční činitel α podle Rovnice (C.68);

$\beta_{cv,V,C2}$ = redukční činitel β_{cv} zohledňující velký rozptyl, jak je stanoven v Rovnici (C.69);

Charakteristická únosnost podle Rovnice (C.81) platí pro kotvicí prvky s odzkoušenou hloubkou zapuštění a všechny větší hloubky zapuštění. Pokud byly odzkoušena více než jedna hloubka zapuštění, charakteristická únosnost pro mezilehlou hloubku zapuštění může být stanovena lineární interpolací.

C.4.3.2.3 Posuv

Hodnoty posuvu uvedená v ETA jsou stanoveny, jak je dáno v Tabulce C.6

Tabulka C.6 Informace o posuvu

Posuv[1)]	Získáno z
$\delta_{N,C2(DLS)}$	Maximální z průměrné hodnoty posuvů zaznamenaných při $0{,}5 \cdot N/N_{max}$ a $0{,}5 \cdot N/N_{max,red}$ (pokud bylo použito) ze zkoušek C2.3 a průměrné hodnoty posuvů zaznamenaných při Δw = 0,5 mm ze zkoušek C2.5.
$\delta_{N,C2(ULS)}$	Maximální z průměrné hodnoty posuvů zaznamenaných při $1{,}0 \cdot N/N_{max}$ a $1{,}0 \cdot N/N_{max,red}$ (pokud bylo použito) ze zkoušek C2.3 a průměrné hodnoty posuvů zaznamenaných při Δw = 0,8 mm ze zkoušek C2.5.
$\delta_{V,C2(DLS)}$	Průměrná hodnota posuvů zaznamenaných při $0{,}5 \cdot V/V_{max}$ a $0{,}5 \cdot V/V_{max,red}$ (pokud bylo použito) ze zkoušek C2.4.
$\delta_{V,C2(ULS)}$	Průměrná hodnota posuvů zaznamenaných při $1{,}0 \cdot V/V_{max}$ a $1{,}0 \cdot V/V_{max,red}$ (pokud bylo použito) ze zkoušek C2.4.

[1)] DLS – Limitní stav poškození (viz. EN 1998-1 [30], 2.2.1)
ULS – Mezní limitní stav (viz. EN 1998-1 [30], 2.2.1)

C.4.3.3 Dílčí činitel $\gamma_{M,C2}$

Doporučený dílčí činitel při seismickém zatížení ($\gamma_{M,C2}$) je stejný jako pro statické zatížení.

C.4.3.4 Redukční činitel α_{gap}

Když je mezi kotvicím prvkem a připevňovaným prvkem přítomna prstencová mezera, síly na kotvicí prvek při zatížení smykem jsou zesíleny účinkem kladivového efektu na kotvicí prvek.

V návrhu podle EN 1992-4 [4] je tento efekt uvážen v únosnosti kotvicího prvku za pomoci redukčního činitele α_{gap}.

Činitel α_{gap} je vzat jako 0,5 pro kotvicí prvek s průchozím otvorem podle EN 1992-4 [4], Tabulka 6.1 nebo rovný 1,0, pokud popis výrobku a nebo MPII vyžadují řádné vyplnění prstencové mezery a zkoušky smykem byly podle toho provedeny. TAB zkontroluje, zda u skupiny kotvicích prvků může být prstencová mezera vyplněna s ohledem na plnicí materiál podle MPII. Jinak je α_{gap} vzat jako roven 0,0.

Hodnota α_{gap} je uvedena v ETA jako vlastnost výrobku kotvicího prvku jakožto funkce pokynů pro instalaci.

Pokud jsou zaznamenány rozdílné vlastnosti pro instalaci s nebo bez vyplnění prstencové mezery, musí být podle toho zaznamenány rozdílné hodnoty α_{gap}.

C.4.3.5 Obsah Evropského technického posouzení (ETA)

V ETA musí být uvedena charakteristická únosnost pro seismické zatížení kategorie C1 nebo C2 pro které byl kotvicí prvek posouzen. Musí být také odkázáno pro kterou návrhovou metodu je charakteristická únosnost platná.

Příklad informací pro charakteristické hodnoty pro návrh kotvicích prvků při seismickém zatížení je zobrazen v Tabulce C.7 a Tabulce C.8.

Tabulka C.7 Příklad informací v ETA pro návrh seismického zatížení pro seismické zatížení kategorie C1

Typ kotvicího prvku	M…	…	M…
(informace pro statický návrh)	xx		xx

©EOTA 2021

Informace pro návrh seismického zatížení				
$N_{Rk,s,C1}$	[kN]	XX		XX
$\gamma_{Ms,C1}$ 1)	[-]	XX		XX
$N_{Rk,p,C1}$	[kN]	XX		XX
$\gamma_{Mp,C1}$ 1)	[-]	XX		XX
$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	XX		XX
$\gamma_{Ms,C1}$ 1)	[-]	XX		XX

1) doporučený dílčí činitel při seismickém zatížení ($\gamma_{M,C1}$) je stejný jako pro statické zatížení

Tabulka C.8 Příklad informací v ETA pro návrh seismického zatížení pro seismické zatížení kategorie C2

Typ kotvicího prvku		**M…**	**…**	**M…**
(informace pro statický návrh)		XX		XX
Informace pro návrh seismického zatížení				
$N_{Rk,s,C2}$ 2)	[kN]	XX		XX
$\gamma_{Ms,C2}$ 3)	[-]	XX		XX
$N_{Rk,p,C2}$ 2)	[kN]	XX		XX
$\gamma_{Mp,C2}$ 3)	[-]	XX		XX
$\delta_{N,C2(DLS)}$ 1) 2)	[mm]	XX		XX
$\delta_{N,C2(ULS)}$ 1)	[mm]	XX		XX
$V_{Rk,s,C2}$ 2)	[kN]	XX		XX
$\gamma_{Ms,C2}$ 3)	[-]	XX		XX
$\delta_{V,C2(DLS)}$ 1) 2)	[mm]	XX		XX
$\delta_{V,C2(ULS)}$ 1)	[mm]	XX		XX

DLS – Limitní stav poškození (viz. EN 1998-1 [30], 2.2.1)

ULS – Mezní limitní stav (viz. EN 1998-1 [30], 2.2.1)

1) Uvedené posuvy reprezentují průměrné hodnoty.

2) Menší posuv může být vyžadován v návrhovém ustanovení uvedeném v části „Návrh kotvení“, např. v případě kotvicích prvků citlivých na posuv nebo „pevné“ podpory. Charakteristická únosnost spojená s takovým malým posuvem může být stanovena lineární interpolací nebo úměrným ponížením.

3) doporučený dílčí činitel při seismickém zatížení ($\gamma_{M,C2}$) je stejný jako pro statické zatížení.

C.5 PROTOKOL O ZKOUŠCE

Navíc k minimálním požadavkům uvedeným v Příloze B, protokol musí obsahovat přinejmenším následující informace ohledně seismických zkoušek:

Zkušební těleso

- Poměr výztuže
- Výkres zkušebního tělesa (včetně rozměrů a pozice výztuže)

Uspořádání zkoušky

- Zatěžovací zařízení

©EOTA 2021

- Druh a umístění zařízení pro měření trhlin
- Podrobnosti ohledně omezení nadzdvižení při zkoušce smykem (pokud bylo použito)
- Zkušební metoda pro umístění kotvicího prvku v trhlině požadované délky
- Metoda tvorby trhliny
- Ověření přibližně stálé šířky trhliny skrz celou tloušťku zkušebního tělesa (pokud bylo použito)

Měřené hodnoty

- Frekvence zatěžovacích cyklů (pokud bylo použito)
- šířka (vlasové) trhliny před a po instalaci kotvicího prvku
- Minimální a maximální zatížení při každé cyklovací sekvenci při zkouškách cyklování
- Prstencová mezera průchozího otvoru při zkoušce smykem
- Šířka trhliny při zkoušce zbytkové únosnosti
- Postup při cyklickém střídavém zatížení smykem
- Snížené úrovně zatížení a důvod pro snížení (pokud bylo použito)
- Umístění porušení (např. v místě dříku, závitová část, krček kotvicího prvku)
- Podrobnosti zkoušek kategorie C1
  - Šířka trhliny Δw
  - Posuv kotvicího prvku jako funkce počtu zatěžovacích cyklů
  - Stálá úroveň zatížení N_{C1}, N_i a N_m na kotvicím prvku a metoda vyvození zatížení v sérii zkoušek C1.1
  - Stálá úroveň zatížení V_{C1}, V_i a V_m na kotvicím prvku a metoda vyvození zatížení v sérii zkoušek C1.2
- Podrobnosti zkoušek kategorie C2
  - Maximální zatížení N_{max} a V_{max} v sérii zkoušek C2.3 a C2.4, respektive
  - Typ zatěžovacích cyklů (sinusoidní nebo trojúhelníkový) v sérii zkoušek C2.3
  - Posuvy kotvicího prvku při minimálním a maximálním zatížení a šířka trhliny jako funkce počtu zatěžovacích cyklů v sérii zkoušek C2.3 a C2.4
  - Posuvy kotvicího prvku při 0,5 N/N_{max} a 1,0 N/N_{max} v sérii zkoušek C2.3
  - Posuvy kotvicího prvku při 0,5 V/V_{max} a 1,0 V/V_{max} v sérii zkoušek C2.4
  - Stálá úroveň zatížení N_{w1} a N_{w2} na kotvicích prvcích a metoda vyvození zatížení v sérii zkoušek C2.5
  - Frekvence cyklování trhliny v sérii zkoušek C2.5
  - Úvodní tlaková síla C_{ini} v sérii zkoušek C2.5
  - Tlaková síla C_{test} v sérii zkoušek C2.5
  - Posuvy kotvicího prvku při minimální a maximální šířce trhliny a vyvozené zatížení tahem jako funkce počtu cyklů trhliny v sérii zkoušek C2.5
  - Posuvy kotvicího prvku na konci cyklování trhliny na úrovni Δw = 0,5 mm a Δw = 0,8 mm v sérii zkoušek C2.5.

©EOTA 2021