

**EAD 330499-00-0601**

Červenec 2017

## **LEPENÉ KOTVICÍ PRVKY DO BETONU**

Přijatý Evropský dokument pro posuzování podle  
nařízení (EU) č. 305/2011, příloha II 7.

Copyright EOTA



Evropská organizace pro technické posuzování

[www.eota.eu](http://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).

**Obsah**

|                                                                      |                                                                                                       |           |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b>                                                            | <b>PŘEDMĚT EAD .....</b>                                                                              | <b>4</b>  |
| 1.1                                                                  | Popis stavebního výrobku .....                                                                        | 4         |
| 1.2                                                                  | Informace k určenému použití stavebního výrobku .....                                                 | 6         |
| 1.2.1                                                                | Určené použití .....                                                                                  | 6         |
| 1.2.2                                                                | Délka užívání / Trvanlivost .....                                                                     | 8         |
| 1.3                                                                  | Specifická terminologie použitá v tomto EAD .....                                                     | 8         |
| 1.3.1                                                                | Zkratky .....                                                                                         | 8         |
| 1.3.2                                                                | Značení .....                                                                                         | 9         |
| 1.3.3                                                                | Indexy .....                                                                                          | 13        |
| 1.3.4                                                                | Definice .....                                                                                        | 13        |
| <b>2.</b>                                                            | <b>ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY A PŘÍSLUŠNÉ METODY POSOUZENÍ A KRITÉRIA .....</b>                         | <b>15</b> |
| 2.1                                                                  | Základní charakteristiky výrobku .....                                                                | 15        |
| 2.2                                                                  | Metody a kritéria pro posouzení vlastností výrobku ve vztahu k základním charakteristikám výrobku ... | 16        |
| 2.2.1                                                                | Únosnost při porušení oceli (tah) .....                                                               | 16        |
| 2.2.2                                                                | Únosnost při kombinovaném porušení betonu a vytažení .....                                            | 17        |
| 2.2.3                                                                | Únosnost při vytržení kužele betonu .....                                                             | 29        |
| 2.2.4                                                                | Vzdálenost od okraje pro zabránění prasknutí při zatížení (série zkoušek A5).....                     | 30        |
| 2.2.5                                                                | Robustnost .....                                                                                      | 31        |
| 2.2.6                                                                | Minimální vzdálenost od okraje (série zkoušek B1).....                                                | 35        |
| 2.2.7                                                                | Únosnost při porušení oceli při zatížení smykem (série zkoušek V1 a V2).....                          | 37        |
| 2.2.8                                                                | Únosnost při porušení vylomením (série zkoušek V2).....                                               | 38        |
| 2.2.9                                                                | Únosnost při porušení okraje betonu .....                                                             | 38        |
| 2.2.10                                                               | Posuvy při krátkodobém a dlouhodobém zatížení .....                                                   | 38        |
| 2.2.11                                                               | Trvanlivost kovových částí .....                                                                      | 39        |
| 2.2.12                                                               | Obsah, emise a/nebo uvolňování nebezpečných látek .....                                               | 39        |
| <b>3.</b>                                                            | <b>POSOUZENÍ A OVĚŘENÍ STÁLOSTI VLASTNOSTÍ .....</b>                                                  | <b>41</b> |
| 3.1                                                                  | Systém posouzení a ověření stálosti vlastností, který má být použit .....                             | 41        |
| 3.2                                                                  | Úkoly výrobce .....                                                                                   | 41        |
| 3.3                                                                  | Úkoly oznámeného subjektu .....                                                                       | 43        |
| <b>4.</b>                                                            | <b>ODKAZY NA DOKUMENTY .....</b>                                                                      | <b>44</b> |
| <b>PŘÍLOHA A PROGRAM ZKOUŠEK A OBECNÉ ASPEKTY POSOUZENÍ .....</b>    |                                                                                                       | <b>45</b> |
| <b>A1</b>                                                            | <b>PROGRAM ZKOUŠEK .....</b>                                                                          | <b>45</b> |
| <b>A2</b>                                                            | <b>USTANOVENÍ PRO VŠECHNY SÉRIE ZKOUŠEK.....</b>                                                      | <b>47</b> |
| <b>PŘÍLOHA B POSOUZENÍ LEPENÝCH ROZPĚRNÝCH KOTVICÍCH PRVKŮ .....</b> |                                                                                                       | <b>55</b> |
| <b>B1</b>                                                            | <b>Obecně .....</b>                                                                                   | <b>55</b> |
| <b>B2</b>                                                            | <b>Metody ověření .....</b>                                                                           | <b>56</b> |
| B2.1                                                                 | Program zkoušek .....                                                                                 | 56        |
| B2.2                                                                 | Obecně.....                                                                                           | 57        |
| B2.3                                                                 | Robustnost .....                                                                                      | 57        |
| B2.4                                                                 | Směr instalace.....                                                                                   | 57        |
| B2.5                                                                 | Zkouška síly při prokluzu.....                                                                        | 57        |
| B2.6                                                                 | Zkoušky síly přilepení .....                                                                          | 58        |
| B2.7                                                                 | Posouzení zkoušek síly při prokluzu a síly přilepení.....                                             | 58        |
| B2.8                                                                 | Vztah zatížení posuv .....                                                                            | 58        |
| B2.9                                                                 | Vliv teploty a trvanlivosti.....                                                                      | 59        |
| B2.10                                                                | Stanovení charakteristické únosnosti .....                                                            | 59        |

## 1. PŘEDMĚT EAD

### 1.1 Popis stavebního výrobku

Tento EAD se vztahuje na lepené kotvicí prvky (včetně lepených rozpěrných prvků), které se skládají z lepicího materiálu a zapuštěné kovové části umístěné do otvoru vyvrtaného kolmo k povrchu (maximální odchylka 5°) betonu a tam ukotvené především přilepením. Lepené kotvicí prvky jsou často použity ke spojení konstrukčních a nekonstrukčních částí ke konstrukčním dílcům.

Zapuštěné kovové části kotvicího prvku mohou být závitová tyč, výztuž, objímka s vnitřním závitem nebo jiný tvar vyrobený buď z uhlíkové oceli, korozivzdorné oceli, nebo temperované litiny.

Pokud jsou zapuštěné části standardní komerční tyče dodané jinou stranou než výrobce lepicího materiálu (např. výrobce standardních tyčí), musí být splněny následující podmínky:

- Materiál, rozměry a mechanické vlastnosti kovových částí dle specifikací jsou uvedeny v příloze ETA
- Potvrzení materiálových a mechanických vlastností kovové části inspekčním certifikátem 3.1 podle EN 10204:2004 [19]; dokument musí být uchován
- Označení tyče s vyznačením kotevní hloubky. To může provedeno výrobcem tyče, nebo osobou na staveništi.

Tento EAD se vztahuje na kotvicí prvky s vnitřním závitem o závitu délky alespoň  $d + 5$  mm.

Tento EAD se vztahuje na kotvicí prvky s následujícími rozměry:

- Minimální velikost závitu 6 mm (M6);
- Minimální kotevní hloubka  $h_{ef,min}$  větší, nebo rovno 40 mm a větší nebo rovno 4  $d$ ; maximální kotevní hloubka  $h_{ef,max}$  menší nebo rovno 20  $d$ .

*Poznámka 1: Uvedené omezení pro maximální kotevní hloubku 20  $d$  je v souladu s prEN 1992-4..*

*Pro hlubší kotevní hloubku není možno předpokládat stejnoměrné rozložení namáhání lepeného spoje na celé kotevní hloubce.*

Lepené kotvicí prvky se rozlišují podle principu fungování, techniky mísení a techniky instalace, které jsou načrtnuty níže.

### Typy a principy fungování kotevních prvků

Tento EAD se vztahuje na lepené kotvicí prvky s následujícími technikami mísení a instalace:

#### Poměry mísení

Předmětem jsou pouze takové lepené kotvicí prvky, u nichž je poměr mísení řízen balením, ve kterém je lepicí materiál. Jsou to například tyto druhy: skleněné patrony, patrony s poddajným pláštěm, předpřipravené injektážní kartuše (souosé nebo vedle sebe), nebo systém foliového balení, náplň v samostatném obalu s mechanickým dávkováním a náplň v samostatném obalu, v němž jsou v dodaném stavu všechny složky přesně odměřeny.

*Poznámka 2: Předmětem nejsou systémy, u nichž mísicí poměry řídí montážní pracovník, jako např. materiály v samostatném obalu, u něhož montážní pracovník odměřuje objem složek.*

#### Techniky mísení

- řízené kotvicím prvkem, např. injektážní kartuše se statickou směšovací tryskou, typ s náplní v samostatném obalu s mechanickým mísením.
- řízené montážním pracovníkem, např. typ s náplní v samostatném obalu mísená v kelímku s předem určeným kontrolovaným dávkováním a mísením všech složek.
- řízené během montáže, např. typ s patronou

#### Objem použitého lepicího materiálu

- řízený kotevním prvkem, např. typ s patronou
- řízený montážním pracovníkem, např. injektážní a typ náplní v samostatném obalu

#### Vyvrtaný otvor

- válcový otvor
- otvor s rozšířeným koncem

#### Technika vrtání

- vrtací kladivo (elektrická nebo pneumatická vrtačka)
- vrtání diamantovou korunkou

Technika montáže

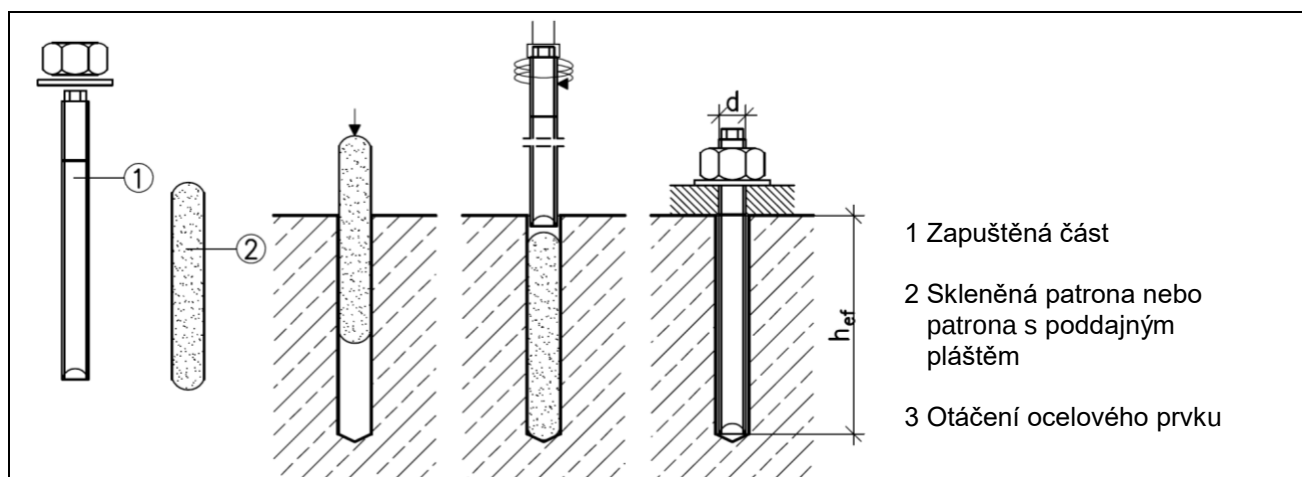
- Patrona se umístí do otvoru a zapuštěná část se zaráží strojním zařízením za současného zatloukání a otáčení (obrázek 1.1).
- Lepicí materiál se vstříkne do otvoru. Zapuštěná část může být vsunuta ručně, nebo mechanicky (obrázek 1.2).
- Lepicí materiál se nalije do otvoru a zapuštěná část je vsunuta (obrázek 1.3).

Montáž kotevního prvku může být nezávislá nebo závislá na krouticím momentu.

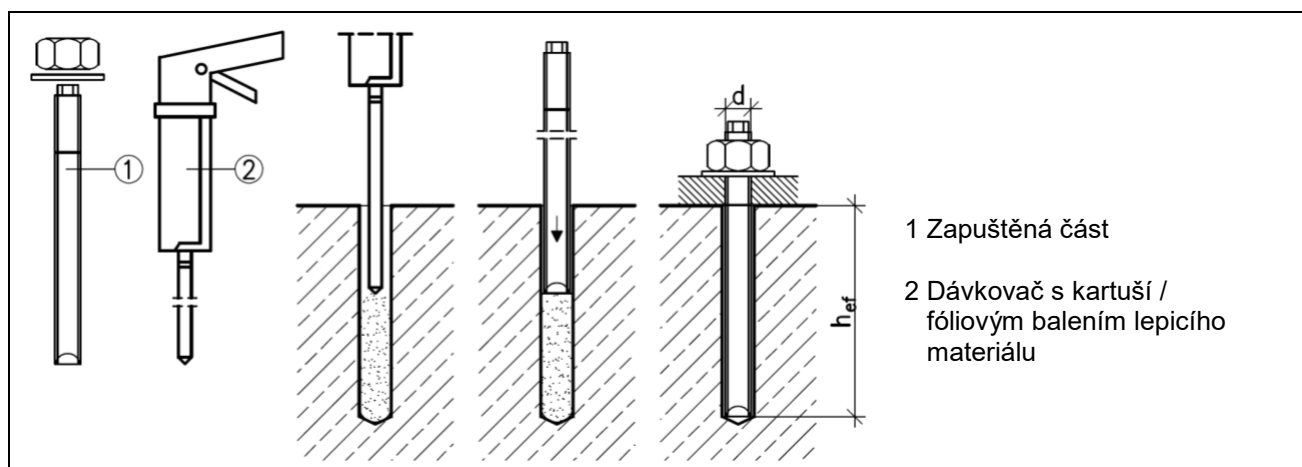
Princip fungování

- Lepený kotvicí prvek: umístěn do válcového otvoru a ukotven přilepením kovových částí ke stěně vyvrtaného otvoru.
- Lepený rozpěrný kotvicí prvek: umístěn do válcového otvoru, přenos zatížení je kombinací přilepení a rozepření, kde rozepření je dosaženo zvláštní tyčí. Tento typ kotvicího prvku je také znám jako lepený rozpěrný kotvicí prvek aktivovaný krouticím momentem.

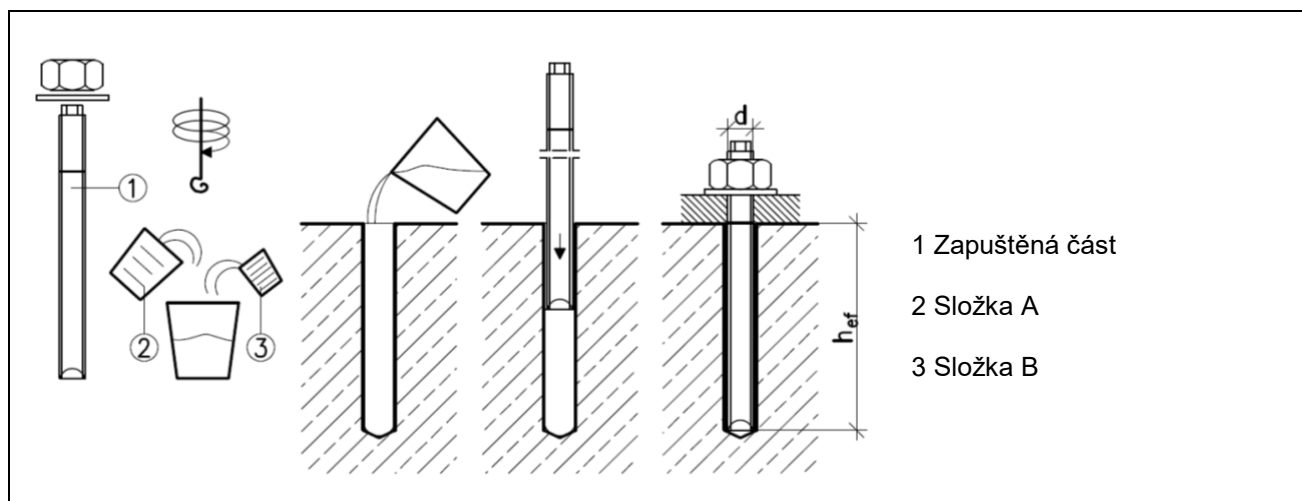
Příklady techniky montáže pro lepené kotvicí prvky jsou uvedeny na obrázku 1.1 až 1.3.



Obrázek 1.1 Typ s patronou



Obrázek 1.2 Injektážní typ



Obrázek 1.3 Typ s náplní v samostatném obalu

V tomto EAD se posouzení provádí ke stanovení charakteristických hodnot lepených kotvicích prvků pro navrhování podle prEN 1992-4 [17].

*Poznámka 3: Pro ostatní návrhy mohou být vyžadovány dodatečné zkoušky, na které se tento EAD nevztahuje (jako jsou zkoušky při kombinovaném zatížení tahem a smykem, zkoušky se skupinou kotvicích prvků pro charakteristické rozestupy v tahu a smyku, atd.).*

*Poznámka 4: Na posouzení dodatečně vložené výztuže pomocí lepicího materiálu pro navrhování podle EN 1992-1-1:2004 [15] a EN 1992-1-2:2004 [16] se vztahuje v EAD 330087-00-0601 [7].*

*Poznámka 5: Na posouzení kovových injektážních kotvicích prvků pro použití ve zdivu se vztahuje EAD 330076-00-06.04 [3].*

Na výrobek se nevztahuje harmonizovaná evropská norma (hEN).

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

Lepený kotvicí prvek umístěný do předvrtaného otvoru pro použití ve vyztuženém nebo nevyztuženém zhuťném betonu běžné hutnosti bez vláken s pevností v rozmezí C 20/25 až C 50/60 podle EN 206 [1].

Kotvicí prvek je vhodný k použití při zatížení tahem, smykem nebo kombinovaného zatížení tahem a smykem

- pouze v betonu bez trhlin (Tabulka 1.1, varianta 7 – 12)
- v betonu s trhlinami a bez trhlin (Tabulka 1.1; varianta 1 – 6, max  $w = 0,3 \text{ mm}$ )
- při statickém a kvazistatickém zatížení
- při seismické činnosti (kategorie C1: max  $w = 0,5 \text{ mm}$ ; C2: max  $w = 0,8 \text{ mm}$  podle Technické zprávy TR 049))

*Poznámka 6: Zatížení kotvicího 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 talkové síly účinkující v ose kotvicího prvku, jsou*

*přeneseny připevňovaným prvkem přímo na beton bez účinkování na mechanismus přenosu zatížení kotvicího prvku.*

Kotvicí prvek je vhodný pro

Podmínky v betonu:

- I1 = instalace v suchém nebo vlhkém (vodou nasyceném) betonu a provozní použití v suchém nebo vlhkém betonu;
- I2 = instalace ve vodou naplněném vyvrtaném otvoru a provozní použití v suchém nebo vlhkém betonu.

*Poznámka 7: Vodou naplněné otvory jsou předvrtané otvory (vrtání a čištění podle MPII), které se poté naplnily vodou (např. deštěm při venkovním použití). Podvodní montáž má odlišné podmínky, protože se musí vzít v úvahu tlak vody a proto se na ni tento EAD nevztahuje.*

Teplota betonu při montáži:  $T_{i,min}$  až  $T_{i,max}$

*Poznámka 8: Minimální a maximální teploty betonu při montáži,  $T_{i,min}$  a  $T_{i,max}$ , jsou stanoveny výrobcem.*

Směr montáže:

D1 = pouze směrem dolů

D2 = směrem dolů a vodorovná montáž

D3 = směrem dolů, vodorovná montáž a montáž nahoru (např. do stropu)

Tento EAD se vztahuje na rozsah teplot během montáže a vytvrzování lepicího materiálu v podkladním materiálu z betonu mezi 0°C a +40°C.

Vztahuje se na tyto rozsahy provozních teplot betonu (kotevního základu) během délky užívání:

- T1: 24°C/40°C = teplotní rozsah od -40°C do +40°C, s maximální dlouhodobou teplotou +24°C a maximální krátkodobou teplotou +40°C;
- T2: 50°C/80°C = teplotní rozsah od -40°C do +80°C, s maximální dlouhodobou teplotou +50°C a maximální krátkodobou teplotou +80°C;
- T3:  $T_{lt}/T_{st}$  = teplotní rozsah od -40°C do  $+T_{lt}$ , s maximální dlouhodobou teplotou  $T_{lt} = 0,6$  až  $1,0 T_{st}$  a maximální krátkodobou teplotou  $T_{st} \geq 40^\circ\text{C}$ .

*Poznámka 9: Maximální krátkodobá teplota  $T_{st}$  a maximální dlouhodobá teplota  $T_{lt}$  jsou stanoveny výrobcem.*

Vytvrzený beton musí být starý nejméně 21 dní.

Tloušťka betonového dílce, do kterého se bude kotvicí prvek montovat, je  $h \geq h_{ef} + \Delta h$  a  $h \geq 100$  mm, přičemž  $\Delta h \geq 2 d_0$  a  $\Delta h \geq 30$  mm.

Charakteristické vlastnosti jsou určeny k použití s konstrukčním opatřením z EN 1992-4 a jsou založeny na návrhové délce užívání 50 let (viz. 1.2.2).

*Poznámka 10: Charakteristické vlastnosti musí být konzistentní s konstrukčním opatřením, aby se zajistila požadovaná bezpečnost kotvicího prvku. Pro jiná konstrukční opatření, než která jsou uvedena v EN 1992-4, mohou být zapotřebí upravené nebo dodatečné charakteristické vlastnosti.*

Předpokládá se že

- navrhování kotvení a technickou specifikaci kotvicích prvků provádí inženýr s praxí v oblasti kotevní techniky a betonářských prací;
- montáž kotvicího prvku je provedena zaškolenými osobami a je zajištěno, že návod k montáži od výrobce a technické specifikace od inženýra jsou dodrženy.

*Poznámka 11: Podkladní materiály jako betonová mazanina, nebo nekonstrukční zálivky mohou mít vlastnosti, které nejsou pro beton charakteristické a/nebo jsou příliš slabé. Z toho důvodu se na takové podkladní materiály tento EAD nevztahuje.*

*Poznámka 12: Tento EAD se nevztahuje na kotvicí prvky vystavené rázovému zatížení (např. kotvicí prvky pro zařízení zabraňující pádu) a/nebo únavovému zatížení.*

### Posouzení variant pro určené použití

Podle určeného použití se může výrobce zvolit jednu z variant uvedených v tabulce 1.1

**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 všechny směry zatížení | Tahové a smyková únosnost | $C_{cr} / S_{cr}$ | $C_{min} / S_{min}$ | Návrhová metoda <sup>1)</sup> DM-x |
|----------|-------------------|------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------------|
| 1        | ✓                 | ✓                | x                                         | ✓                                       | x                                        | ✓                         | ✓                 | ✓                   | A                                  |
| 2        |                   |                  | ✓                                         | x                                       |                                          |                           |                   |                     |                                    |
| 3        |                   |                  | x                                         | ✓                                       |                                          |                           |                   |                     |                                    |
| 4        |                   |                  | ✓                                         | x                                       |                                          |                           |                   |                     | B                                  |
| 5        |                   |                  | x                                         | ✓                                       |                                          |                           |                   |                     |                                    |
| 6        |                   |                  | ✓                                         | x                                       |                                          |                           |                   |                     |                                    |
| 7        | x                 | ✓                | x                                         | ✓                                       | x                                        | ✓                         | ✓                 | ✓                   | A                                  |
| 8        |                   |                  | ✓                                         | x                                       |                                          |                           |                   |                     |                                    |
| 9        |                   |                  | x                                         | ✓                                       |                                          |                           |                   |                     |                                    |
| 10       |                   |                  | ✓                                         | x                                       |                                          |                           |                   |                     | B                                  |
| 11       |                   |                  | x                                         | ✓                                       |                                          |                           |                   |                     |                                    |
| 12       |                   |                  | ✓                                         | x                                       |                                          |                           |                   |                     |                                    |
|          |                   |                  |                                           |                                         |                                          |                           |                   |                     | C                                  |

<sup>1)</sup> Návrhová metoda podle EN 1992-4

### 1.2.2 Délka užívání / Trvanlivost

Metody posuzování, které tento EAD obsahuje, nebo se na ně odkazuje, byly sepsány na základě žádosti výrobců vzít v úvahu navrhovanou délku užívání lepených kotvicích prvků pro určené použití 50 let od montáže (za předpokladu, že lepený 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 délka užívání může být, při běžných podmínkách použití, značně delší bez větší degradace ovlivňující základní požadavek na dílo<sup>1</sup>.

Údaje uvedené jako délka užívání 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

|      |   |                                                                                     |
|------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| BF   | = | lepený kotvicí prvek                                                                |
| BEF  | = | lepený rozpěrný kotvicí prvek (rozpěrná lepená kotva aktivovaná kroutícím momentem) |
| MPII | = | návod k montáži výrobku od výrobce                                                  |

<sup>1</sup> Skutečná délka užívání výrobku začleněná do konkrétního díla závisí 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 délka užívání výrobku kratší než předpokládaná délka užívání.



|      |   |                                                                                                                                                                                                             |
|------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1   | = | vlastnosti při seismické činnosti kategorie C1 podle EN 1992-4                                                                                                                                              |
| C2   | = | vlastnosti při seismické činnosti kategorie C2 podle EN 1992-4                                                                                                                                              |
| DM-A | = | návrhová metoda A podle EN 1992-4                                                                                                                                                                           |
| DM-B | = | návrhová metoda B podle EN 1992-4                                                                                                                                                                           |
| DM-C | = | návrhová metoda C podle EN 1992-4                                                                                                                                                                           |
| X1   | = | vystavení vnitřnímu suchému prostředí                                                                                                                                                                       |
| X2   | = | vystavení vnitřnímu suchému prostředí nebo vnějším atmosférickým vlivům včetně průmyslového a mořského prostředí nebo trvale vlhkému vnitřnímu prostředí, pokud nejsou přítomny zvláštní agresivní podmínky |
| X3   | = | vystavení vnitřnímu suchému prostředí nebo vnějším atmosférickým vlivům včetně průmyslového a mořského prostředí nebo trvale vlhkému vnitřnímu prostředí a přítomnosti zvláštních agresivních podmínek.     |

*Takovými agresivními podmínkami jsou např. trvalé nebo střídavé ponoření do mořské vody nebo vystavení účinkům tříště mořské vody, chloridová atmosféra krytých bazénů nebo extrémně chemicky znečištěné prostředí (např. v odsiřovacích zařízeních nebo v silničních tunelech, kde se používají prostředky proti námraze).*

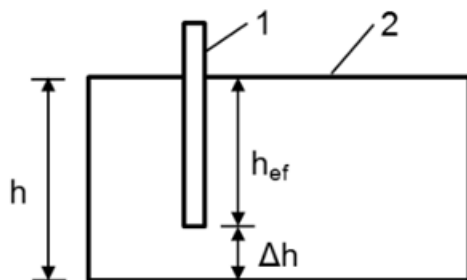
### 1.3.2 Značení

|                    |   |                                                                                                                      |
|--------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a, b$             | = | konstanty (činitelé pro vyladění), vyhodnocené regresní analýzou deformací naměřených během zkoušek stálého zatížení |
| $A_5$              | = | procentuální prodloužení po zlomu (měřeno na délce 5d)                                                               |
| $A_s$              | = | plocha průřezu příslušné zapuštěné kovové části                                                                      |
| $A_{sp}$           | = | projekční plocha podle Obrázku 2.2                                                                                   |
| $c_{cr}$           | = | charakteristická vzdálenost od okraje                                                                                |
| $c_{cr,N}$         | = | charakteristická vzdálenost od okraje pro porušení vytržení kužele betonu v tahu                                     |
| $c_{cr,sp}$        | = | charakteristická vzdálenost od okraje pro porušení prasknutí betonu                                                  |
| $c_{cr,V}$         | = | charakteristická vzdálenost od okraje pro porušení odlomení okraje betonu ve smyku                                   |
| $c_{min}$          | = | minimální vzdálenost od okraje                                                                                       |
| $cv_F (cv_\delta)$ | = | variační součinitel zatížení při porušení (nebo posuvu)                                                              |
| $d$                | = | průměr zapuštěné části                                                                                               |
| $d_0$              | = | průměr vyvrtaného otvoru                                                                                             |
| $d_{cut}$          | = | řezný průměr vrtáku                                                                                                  |
| $d_f$              | = | průměr otvoru v připevňovaném prvku                                                                                  |
| $d_{nom}$          | = | efektivní průměr kotvícího prvku pro výpočet porušení okraje betonu                                                  |
| $f_c$              | = | 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                                                                               |
| $f_{uk}$           | = | charakteristická mez pevnosti ocelového prvku [N/mm <sup>2</sup> ]                                                   |
| $f_{yk}$           | = | charakteristická mez kluzu ocelového prvku [N/mm <sup>2</sup> ]                                                      |
| $h$                | = | tloušťka betonového dílce                                                                                            |

|                                |   |                                                                                                                |
|--------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $h_{nom}$                      | = | celková hloubka zapuštění kotvícího prvku do betonu                                                            |
| $h_{ef}$                       | = | účinná hloubka zapuštění                                                                                       |
| $h_{ef,red}$                   | = | redukováná účinná hloubka zapuštění podle Obrázku A2.1                                                         |
| $h_{min}$                      | = | minimální tloušťka betonového dílce ve kterém je kotvicí prvek namontován                                      |
| $h_{sl}$                       | = | tloušťka řezu, naměřené hodnoty                                                                                |
| $k$                            | = | činitel pro rovnici (2.15)                                                                                     |
| $k_{cr}$                       | = | činitel pro únosnost při porušení betonu s trhlinami                                                           |
| $k_{ucr}$                      | = | činitel pro únosnost při porušení betonu bez trhlin                                                            |
| $k_7$                          | = | činitel pro tažnost kotvícího prvku                                                                            |
| $k_8$                          | = | činitel pro výpočet charakteristické únosnosti pro porušení vylomením                                          |
| $\ell_f$                       | = | účinná délka kotvícího prvku při smykovém zatížení (pro výpočet únosnosti pro porušení odlomení okraje betonu) |
| $M_{Rk,s}^0$                   | = | charakteristická únosnost oceli při smykovém zatížení s ramenem páky                                           |
| $m$                            | = | normalizační mocnitel beroucí v úvahu účinek pevnosti betonu na únosnost                                       |
| $n$                            | = | počet zkoušek v sérii zkoušek                                                                                  |
| $N_{Rk,sp}^0$                  | = | charakteristická únosnost při prasknutí betonu při zatížení tahem                                              |
| $N_{1,3T_{inst},m}$            | = | průměrné hodnoty                                                                                               |
| $N_{1,3T_{inst},95\%}$         | = | 95% kvantil předpínací síly na zapuštěnou kovovou část při 1,3 $T_{inst}$                                      |
| $N_{max}$                      | = | nejvyšší zatížení během zkoušek opakovaného zatížení                                                           |
| $N_{min}$                      | = | nejmenší zatížení během zkoušek opakovaného zatížení                                                           |
| $N_p (\tau_p)$                 | = | zatížení (napětí) vyvozené na kotvicím prvku během zkoušek se změnou šířky trhliny                             |
| $N_{p,red} (\tau_{p,red})$     | = | reduované zatížení (napětí) vyvozené na kotvicím prvku během zkoušek se změnou šířky trhliny                   |
| $N_{Rk}$                       | = | charakteristická únosnost uvedená v ETA                                                                        |
| $N_{Rk,s}$                     | = | charakteristická únosnost v tahu pro ocel                                                                      |
| $N_{sust}$                     | = | zatížení vyvozené na kotvicí prvek během zkoušek stálého zatížení nebo zkoušek v podmínkách mráz/tání          |
| $N_u$                          | = | nejvyšší naměřené mezní zatížení                                                                               |
| $N_{u,adh}$                    | = | zatížení při ztrátě přilnavosti (Obrázek A2.2)                                                                 |
| $N_{u,m} (N_{u,5\%})$          | = | průměrná hodnota (5% kvantil) zatížení při porušení ve zkouškách                                               |
| $N_{u,t}$                      | = | nejvyšší zatížení (zatížení při porušení) ve zkoušce                                                           |
| $N_{Ru,m,r} (N_{u,5\%,r})$     | = | průměrná hodnota (5% kvantil) zatížení při porušení v odpovídající sérii referenčních zkoušek                  |
| $N_{Ru,m,mlt} (N_{u,5\%,mlt})$ | = | průměrná hodnota (5% kvantil) zatížení při porušení při zkouškách při maximální dlouhodobé teplotě             |

|                                       |   |                                                                                                      |
|---------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N_{Ru,m,mst}$<br>( $N_{u,5\%,mst}$ ) | = | průměrná hodnota (5% kvantil) zatížení při porušení při zkouškách při maximální krátkodobé teplotě   |
| $S_{cr}$                              | = | charakteristická rozteč                                                                              |
| $S_{cr,N}$                            | = | charakteristická rozteč pro porušení vytržení kužele betonu v tahu                                   |
| $S_{cr,sp}$                           | = | charakteristická rozteč pro porušení prasknutí betonu                                                |
| $S_{cr,V}$                            | = | charakteristická rozteč pro porušení odlomení okraje betonu ve smyku                                 |
| $S_{min}$                             | = | minimální rozteč                                                                                     |
| $S_0$                                 | = | počáteční zatížení při stálém zatížení v $t=0$ (naměřené bezprostředně po vyvození stálého zatížení) |
| $\max t_{fix}$                        | = | maximální tloušťka připevňovaného prvku dle požadavku výrobce                                        |
| $\max T_{fix}$                        | = | maximální dovolený krouticí moment pro připevnění připevňovaného prvku                               |
| $T_{i,min}$                           | = | minimální teplota betonu při montáži kotevního prvku určená výrobcem                                 |
| $T_{i,max}$                           | = | maximální teplota betonu při montáži kotevního prvku určená výrobcem                                 |
| $T_{inst}$                            | = | Požadovaný instalační krouticí moment pro lepené rozpěrné kotvicí prvky určený výrobcem              |
| $T_{lt}$                              | = | maximální dlouhodobá teplota                                                                         |
| $T_{st}$                              | = | maximální krátkodobá teplota                                                                         |
| $V_{Rk,s}^0$                          | = | charakteristická únosnost oceli při smyku                                                            |
| $V_{Ru,m}$                            | = | průměrná hodnota zatížení při porušení při zkouškách smykem                                          |
| $V_{u,5\%}$                           | = | 5% kvantil zatížení při porušení při zkouškách smykem                                                |
| $W_{el}$                              | = | elastický modul průřezu vypočtený z plochy průřezu příslušné zapuštěné kovové části                  |
| $\alpha$                              | = | redukční činitel, viz. rovnice (A2.18)                                                               |
| $\alpha_{ref}$                        | = | činitel beroucí v úvahu citlivost na rozdílné dávky betonu podle rovnice (A2.12)                     |
| $\alpha_{setup}$                      | = | činitel beroucí v úvahu vliv uspořádání zkoušky se zamezením porušení                                |
| $\alpha_1$                            | = | kritéria pro ztrátu přilnavosti, viz. rovnice (A2.19)                                                |
| $\alpha_2$                            | = | poměr podle rovnice (2.10), zkoušky při maximální dlouhodobé teplotě                                 |
| $\alpha_3$                            | = | poměr podle rovnice (2.11), zkoušky při maximální krátkodobé teplotě                                 |
| $\alpha_4$                            | = | poměr podle rovnice (2.12), zkoušky pro ověření trvanlivosti lepicího materiálu                      |
| $\alpha_P$                            | = | redukce vzhledem k vyvozenému zatížení během zkoušek                                                 |
| $rqd. \alpha$                         | = | požadovaná hodnota pro redukční činitel $\alpha$ při posouzení                                       |
| $\beta_{cv}$                          | = | redukční činitel pro velký rozptyl zatížení při porušení                                             |
| $\delta_0$                            | = | posuv kotvicího prvku při krátkodobém zatížení                                                       |
| $\delta_\infty$                       | = | dlouhodobý posuv kotvicího prvku                                                                     |

|                    |   |                                                                                                                                                           |
|--------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\delta_{20}$      | = | posuv kotvícího prvku po 20 cyklech změny šířky trhliny                                                                                                   |
| $\delta_{1000}$    | = | posuv kotvícího prvku po 1000 cyklech změny šířky trhliny                                                                                                 |
| $\delta_{N\infty}$ | = | dlouhodobý posuv při zatížení tahem                                                                                                                       |
| $\delta_{m1}$      | = | průměrný posuv kotvícího prvku po $10^3$ cyklech změny šířky trhliny                                                                                      |
| $\delta_{m2}$      | = | průměrný posuv kotvícího prvku určený ze zkoušek opakovaného zatížení po $10^5$ zatěžovacích cyklech nebo ze zkoušek stálého zatížení po ukončení zkoušek |
| $\delta_{u,adh}$   | = | průměrný posuv ve zkouškách při ztrátě přilnavosti                                                                                                        |
| $\Delta h$         | = | vzdálenost od zapuštěné části kotvícího prvku (1) do protilehlého konce betonového dílce (2)                                                              |



|                                           |   |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\Delta w$                                | = | šířka trhliny (navíc k šířce vlasové trhliny)                                                                                                                                                                                     |
| $\Delta w_1$                              | = | největší šířka trhliny během zkoušek změn šířky trhliny                                                                                                                                                                           |
| $\Delta w_2$                              | = | nejmenší šířka trhliny během zkoušek změn šířky trhliny                                                                                                                                                                           |
| $\tau_{5\%}$                              | = | počáteční charakteristická pevnost přilepení pro rovnici (2.14)                                                                                                                                                                   |
| $\tau_p$                                  | = | napětí účinkující na kotvící prvek při zkouškách se změnou šířky trhliny                                                                                                                                                          |
| $\tau_{Rk,cr}$                            | = | charakteristická únosnost přilepení pro beton C20/25 s trhlínami                                                                                                                                                                  |
| $\tau_{Rk,ucr}$                           | = | charakteristická únosnost přilepení pro beton C20/25 bez trhlín                                                                                                                                                                   |
| $\tau_{Ru}$                               | = | charakteristická pevnost přilepení při normální teplotě okolí                                                                                                                                                                     |
| $\tau_{Ru,m,B18}$                         | = | průměrná pevnost přitmelení v sérii zkoušek B18                                                                                                                                                                                   |
| $\tau_{Ru,m,B19}$                         | = | průměrná pevnost přitmelení v sérii zkoušek B19                                                                                                                                                                                   |
| $\min \tau_{Ru,m,r,12}$                   | = | minimální hodnota průměrné pevnosti přilepení ze všech referenčních zkoušek normalizovaná na minimální pevnost betonu podle rovnice (A2.12)                                                                                       |
| $\tau_{Ru,r,i}$<br>( $\tau_{u,5\%,r,i}$ ) | = | průměrná (5% kvantil) pevnost přilepení z odpovídajících referenčních zkoušek provedených ve stejné desce $i$ nebo stejné dávce                                                                                                   |
| $\tau_{Ru,t,i}$<br>( $\tau_{u,5\%,t,i}$ ) | = | průměrná (5% kvantil) pevnost přilepení ze série zkoušek $t$ provedených v desce $i$                                                                                                                                              |
| $\tau_{Ru,m,i,12}$                        | = | průměrná pevnost přilepení z referenčních zkoušek s průměrem $d = 12$ mm provedených ve stejné desce, nebo dávce jako byla použita pro referenční zkoušky tahem R1 až R4 nebo A1 až A4, normalizovaná na minimální pevnost betonu |
| $\tau_{Rk}$                               | = | charakteristická únosnost přilepení                                                                                                                                                                                               |
| $\gamma_{inst}$                           | = | činitel beroucí v úvahu citlivost na montáž (použitý pro navrhování podle EN 1992-4)                                                                                                                                              |

|               |   |                                                             |
|---------------|---|-------------------------------------------------------------|
| $\gamma_{Mc}$ | = | dílčí součinitel pro porušení betonu (má být uvedený v ETA) |
| $\psi_c$      | = | činitel beroucí v úvahu pevnost betonu                      |

### 1.3.3 Indexy

|               |   |                                                     |
|---------------|---|-----------------------------------------------------|
| <i>cr</i>     | = | beton s trhlinami                                   |
| <i>ucr</i>    | = | beton bez trhlin                                    |
| <i>conf</i>   | = | uspořádání pro zkoušku se zamezením vzniku porušení |
| <i>unconf</i> | = | uspořádání pro zkoušku bez zamezení vzniku porušení |
| <i>r</i>      | = | referenční                                          |
| <i>t</i>      | = | zkouška                                             |

### 1.3.4 Definice

|                                                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| kotva                                               | = | dříve používané synonymum pro kotvicí prvek                                                                                                                                                                                                                                              |
| rozsah teplot při montáži součástky                 | = | teplotní rozsah lepicího materiálu a zapuštěné části bezprostředně před montáží součástky                                                                                                                                                                                                |
| uspořádání pro zkoušku se zamezením vzniku porušení | = | malá rozteč podpěr podle Technické zprávy TR 048 [2], Obrázek 3.4                                                                                                                                                                                                                        |
| doba vytvrzení                                      | = | minimální čas od konce smíchání to doby, kdy kotvicí prvek může být utažen nebo zatížen (podle toho, který čas je delší). Doba vytvrzení se odvíjí od teploty betonu.                                                                                                                    |
| suchý beton                                         | = | beton vyzrálý za normálních podmínek okolního prostředí                                                                                                                                                                                                                                  |
| kotvicí prvek                                       | = | kovový prvek, vyrobený z oceli nebo temperované litiny, dodatečně namontovaný do vyzrálého betonu a použitý k přenosu zatížení; definováno v EN 1992-4 [17]                                                                                                                              |
| kotvení                                             | = | namontovaný kotvicí a připevňovaný prvek sloužící k přenosu zatížení do betonu                                                                                                                                                                                                           |
| připevňovaný prvek                                  | = | namontovaný prvek, který přenáší zatížení do kotvicího prvku                                                                                                                                                                                                                             |
| zatopený otvor                                      | = | synonymum k otvoru zaplněného vodou; není to stejné s podmínkami pod vodou (tlak vody není brán v úvahu)                                                                                                                                                                                 |
| dlouhodobá teplota                                  | = | teplota v rámci rozsahu provozních teplot, která bude přibližně konstantní po významnou část doby. Dlouhodobá teplota zahrne konstantní, nebo téměř konstantní teploty, jako jsou takové, se kterými máme zkušenost v místnosti, kde je udržována konstantní teplota nebo blízko topení. |
| maximální krátkodobá teplota                        | = | horní hranice rozsahu provozních teplot                                                                                                                                                                                                                                                  |
| maximální dlouhodobá teplota                        | = | určená výrobcem v rozsahu 0,6 až 1,0 maximální krátkodobé teploty                                                                                                                                                                                                                        |
| normální teplota okolního prostředí                 | = | teplota 21 °C ± 3 °C (pouze pro zkušební podmínky)                                                                                                                                                                                                                                       |
| doba zpracování                                     | = | maximální doba od ukončení mísení do ukončení vsunutí kovového prvku do lepicího materiálu (pro typ kotvicího prvku s náplní v samostatném obalu)                                                                                                                                        |
|                                                     | = | maximální doba od začátku injektáže do ukončení vsunutí kovového prvku do lepicího materiálu (pro injektážní typ kotvicího prvku)                                                                                                                                                        |
|                                                     | = | maximální doba pro nastavení (vsunutí kovového prvku) (pro typ kotvicího prvku s patronou);                                                                                                                                                                                              |

|                          |   |                                                                                                                           |
|--------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| rozsah provozních teplot | = | rozsah teplot betonu v oblasti kotvícího prvku po montáži a během životnosti kotvení                                      |
| krátkodobá teplota       | = | teplota v rámci rozsahu provozních teplot, která se mění v krátkých intervalech, např. cykly den/noc a cykly mrznutí/tání |
| pracovní doba            | = | synonymum doby zpracovatelnosti nebo doby gelovatění                                                                      |

## 2. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY A PŘÍSLUŠNÉ METODY POSOUZENÍ A KRITÉRIA

### 2.1 Základní charakteristiky výrobku

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

Posouzení lepených rozpěrných kotvicích prvků je uvedeno v Příloze B.

**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<br>(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 (tah)                         | 2.2.1            | N <sub>Rk,s</sub> [kN]                                                                       |
| 2                                                                                          | Únosnost při kombinovaném porušení betonu a vytažení      | 2.2.2            | τ <sub>Rk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]                                                         |
| 3                                                                                          | Únosnost při vytržení kužele betonu                       | 2.2.3            | C <sub>cr,N</sub> [mm] k <sub>cr,N</sub> , k <sub>ucr,N</sub> [-]                            |
| 4                                                                                          | Vzdálenost od okraje pro zabránění prasknutí při zatížení | 2.2.4            | C <sub>cr,sp</sub> [mm]                                                                      |
| 5                                                                                          | Robustnost                                                | 2.2.5            | γ <sub>inst</sub> [-]                                                                        |
| 6                                                                                          | Maximální krouticí moment při montáži                     | 2.2.1.2          | max T <sub>fix</sub> [Nm]                                                                    |
| 7                                                                                          | Minimální vzdálenost od okraje a rozteč                   | 2.2.6            | C <sub>min</sub> , S <sub>min</sub> , h <sub>min</sub> [mm]                                  |
| Charakteristická únosnost při zatížení smykem (statické nebo kvazistatické zatížení)       |                                                           |                  |                                                                                              |
| 8                                                                                          | Únosnost při porušení oceli (smyk)                        | 2.2.7            | V <sup>0</sup> <sub>Rk,s</sub> [kN], M <sup>0</sup> <sub>Rk,s</sub> [Nm], k <sub>7</sub> [-] |
| 9                                                                                          | Únosnost při porušení vylomením                           | 2.2.8            | k <sub>8</sub> [-]                                                                           |
| 10                                                                                         | Únosnost při porušení okraje betonu                       | 2.2.9            | d <sub>nom</sub> , ℓ <sub>f</sub> [mm]                                                       |
| Posuv při krátkodobém a dlouhodobém zatížení                                               |                                                           |                  |                                                                                              |
| 11                                                                                         | Posuv při krátkodobém a dlouhodobém zatížení              | 2.2.10           | δ <sub>0</sub> , δ <sub>∞</sub> [mm nebo mm/(N/mm <sup>2</sup> )]                            |
| Trvanlivost                                                                                |                                                           |                  |                                                                                              |
| 12                                                                                         | Trvanlivost kovových částí                                | 2.2.11           | Popis                                                                                        |
| Charakteristická únosnost a posuv při seismickém zatížení kategorie C1 nebo C2 (volitelné) |                                                           |                  |                                                                                              |
| 13                                                                                         | Únosnost při porušení oceli                               | TR 049           | N <sub>Rk,s,eq</sub> , V <sub>Rk,s,eq</sub> [kN]                                             |
| 14                                                                                         | Únosnost při vytažení                                     |                  | τ <sub>Rk,p,eq</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]                                                    |
| 15                                                                                         | Lomové prodloužení                                        |                  | A <sub>5</sub> [%]                                                                           |
| 16                                                                                         | Činitel pro prstencovou mezeru                            |                  | α <sub>gap</sub> [-],                                                                        |
| 17                                                                                         | Posuv                                                     |                  | δ <sub>N,eq</sub> , δ <sub>V,eq</sub> [mm]                                                   |
| Základní požadavky na dílo 2: Hygiena, zdraví a životní prostředí                          |                                                           |                  |                                                                                              |
| 18                                                                                         | Obsah, emise a/nebo uvolňování nebezpečných látek         | 2.2.12           | Popis                                                                                        |

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

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.

Ustanovení pro lepené rozpěrné kotvicí prvky jsou uvedena v Příloze B.

### 2.2.1 Únosnost při porušení oceli (tah)

#### 2.2.1.1 Nosnost 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.

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

Pokud se pevnost oceli liší podél délky prvku, vypočítá se návrhová nosnost oceli pro určenou 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, Tabulka 4.1. Z těchto návrhových nosností 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

- Ocelový prvek je částí výrobku výrobce (označení CE) a
- Výpočet charakteristické únosnosti při porušení oceli není proveditelný, protože rozložení pevnosti oceli konečného výrobku podél délky kotvicího prvku není známo nebo ho nelze jednoduše určit.

Modul pružnosti pro ocel může být převzat jako  $E_s = 210\,000\text{ N/mm}^2$ .

##### 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 určenou jmenovitou pevnost pro započtení nadměrné pevnosti zkoušeného vzorku podle rovnice (A2.8).

#### 2.2.1.2 Maximální krouticí moment (série zkoušek N2)

##### Účel zkoušky

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

##### Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny podle Technické zprávy TR 048, 3.5.

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

Otvory musí být vyvrtány s vrtákem s řezným průměrem  $d_{cut,m}$  podle Technické zprávy TR 048, Obrázek 3.5. Průměr otvoru v připevňovaném prvku musí odpovídat hodnotě uvedené v Tabulce 2.5.

##### Posouzení

##### Zatížení při porušení

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



Kritéria

Všechna následující kritéria musí být splněna.

1. 95% kvantil síly v tahu vytvořený během zkoušek krouticího momentu při  $T = 1,3 T_{fix}$  musí být menší než jmenovitá mez kluzu ( $A_s \cdot f_{yk}$ ) zapuštěné kovové části.
2. 95% síly v tahu vytvořené během zkoušek krouticího momentu při  $T = 1,3 T_{fix}$  nesmí být větší než charakteristická únosnost pro porušení vytažením pro minimální hloubku zapuštění.

$$N_{Rk,p} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk,ucr} \quad (2.2)$$

3. Síla v tahu vytvořená během zkoušek krouticího momentu musí být menší nosnost kužele betonu pro beton C20/25 podle EN 1992-4.
4. Po ukončení zkoušky musí být možno spoj rozšroubovat.

**2.2.2 Únosnost při kombinovaném porušení betonu a vytažení****2.2.2.1 Referenční zkoušky (série zkoušek R1 až R4)****Účel zkoušek**

Tyto zkoušky jsou provedeny pro stanovení referenční únosnosti při porušení vytažením pro posouzení sérií zkoušek. Tyto zkoušky mohou být také použity pro stanovení normalizačního činitele pro jmenovitou pevnost betonu. Navíc pro Varianty 8, 10 a 12 podle Tabulky 1.1 je série zkoušek R2 použita k posouzení fungování v betonu vysoké pevnosti.

**Podmínky při zkoušce**

Referenční zkoušky musí být provedeny se stejným průměrem kotvícího prvku a ve stejném betonovém dílci nebo ve stejné dávce betonu, jako odpovídající zkoušky pro únosnost při porušení vytažením.

Zkoušky jsou provedeny s uspořádáním pro zkoušku se zamezením vzniku porušení podle Technické zprávy TR 048.

Navíc referenční zkoušky tahem (R1) s prostřední velikostí (M12), popsány v A2, musí být provedeny tak, aby se vzal v úvahu možný vliv rozdílných vlastností betonu (v různých dávkách) na zatížení při porušení.

Kromě referenčních zkoušek tahem (R1) s prostřední velikostí, které jsou potřeba pro stanovení  $\tau_{Ru,m,i,12}$  a referenčních zkoušek s velikostmi s/m/l, které jsou potřeba pro započtení vlivu určitých parametrů na únosnost lepeného kotvícího prvku, mohou být vynechány série zkoušek R2 a R4, pokud je charakteristická pevnost přilepení určena ze série zkoušek bez zamezení porušení A2 a A4.

**Posouzení**Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu a započte se vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Pokud nejsou provedeny základní zkoušky tahem s uspořádáním pro zkoušku bez zamezení porušení (2.2.2.2), určí se činitel  $\psi_{c,50}$  podle rovnice (A2.7).
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a započte se vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 15% ( $cv_F > 15\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Výsledky zkoušek v betonu vysoké pevnosti (R2 nebo R4) nemusí být menší než v odpovídající sérii zkoušek v betonu nízké pevnosti R1 nebo R3 (rovnice A2.7):  $\psi_{c,xx} \geq 1,0$ .

Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 25 %.

Posouzení pro Varianty 8, 10 a 12 podle Tabulky 1.1 ohledně fungování v betonu vysoké pevnosti je provedeno následovně:

### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R1.
- Použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s reqd.  $\alpha = 1,0$  v rovnici (2.17).

### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN] v sérii zkoušek.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

#### **2.2.2.2 Základní zkoušky tahem s uspořádáním pro zkoušku bez zamezení vzniku porušení (série zkoušek A1 až A4)**

##### **Účel zkoušek**

Zkoušky jsou požadovány pro stanovení následujících charakteristik s použitím činitele  $\alpha_{setup} = 1,0$ .

- základní charakteristická pevnost přilepení  $\tau_{5\%}$
- činitel beroucí v úvahu pevnost betonu  $\psi_c$
- krátkodobý posuv  $\delta_{NO}$

Tato série zkoušek může být vynechána, pokud jsou výše uvedené charakteristiky určeny sérií zkoušek se zamezením vzniku porušení R1 až R4 a použitím následujících výchozích činitelů  $\alpha_{setup}$ :

- $\alpha_{setup} = 0,75$  pro základní zkoušky tahem se zamezením vzniku porušení v betonu bez trhlin (série zkoušek R1 a R2)
- $\alpha_{setup} = 0,70$  pro základní zkoušky tahem se zamezením vzniku porušení v betonu s trhlínami (série zkoušek R3 a R4)

##### **Podmínky při zkoušce**

Zkoušky jsou provedeny s uspořádáním pro zkoušku bez zamezení vzniku porušení podle Technické zprávy TR 048.

##### **Posouzení**

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení, převedená na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Určí se činitel  $\psi_{c,50}$  podle rovnice (A2.7).
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 15% ( $cv_F > 15\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.

### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 25 %.

#### **2.2.2.3 Zvětšená šířka trhliny (série zkoušek B10 a B11)**

##### **Účel zkoušky**

Tyto zkoušky jsou provedeny pro posouzení citlivosti kotvícího prvku na šířku trhliny v betonu prostupující skrz oblast umístění kotvícího prvku. Série zkoušek může být vynechána pro posouzení kotevních prvků určených pouze pro použití v betonu bez trhlin (Varianta 7-12)

### Podmínky při zkoušce

Zkoušky jsou provedeny v betonu s trhlinami nízké pevnosti C20/25 (série zkoušek B10) a betonu s trhlinami vysoké pevnosti (C50/60) (série zkoušek B11) se šířkou trhliny  $\Delta w = 0,5$  mm. Zkoušky musí být provedeny s uspořádáním pro zkoušku se zamezením vzniku porušení podle Technické zprávy TR 048.

### Posouzení

#### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R3 pro zkoušky v C20/25 a podle Tabulky A1.1 řádek R4 pro zkoušky v C50/60.
- Použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s rqd.  $\alpha = 0,8$  v rovnici (2.14).
- Pokud byla série zkoušek R4 vynechána, může být série zkoušek B10 použita jako referenční pro sérii zkoušek B11 s rqd.  $\alpha = 1,0$ .

#### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

### 2.2.2.4 Opakované zatížení (série zkoušek B12)

#### Účel zkoušky

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

Zkoušky mohou být vynechány pro kotvicí prvky určené pro beton s trhlinami (Varianta 1-6 podle Tabulky 1.1).

#### Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny v betonu bez trhlin C20/25 podle Technické zprávy TR 048. Zkoušky jsou provedeny s uspořádáním pro zkoušku se zamezením vzniku porušení s prostřední velikostí průměru M12 nebo nejmenší velikostí, je-li větší než M12.

Maximální zatížení  $N_{max}$  na kotvicím prvku musí být vypočteno jak je uvedeno v rovnici (2.3) a minimální zatížení  $N_{min}$  je vypočteno podle rovnice (2.4).

$$N_{max} = \frac{11 \cdot \tau_{Rk,ucr} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1,5 \cdot \gamma_{inst}} \cdot \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4} \quad (2.3)$$

$$N_{min} = \max(0,25 \tau_{Rk,ucr} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}; N_{max} - A_s \cdot \Delta\sigma_s) \quad (2.4)$$

kde

$$\Delta\sigma_s = 120 \text{ N/mm}^2$$

### 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 tyto požadavky splněny, zkoušky se opakují se zatížením  $N_{max}$  a  $N_{min}$  určeným na základě redukované hodnoty  $N_{max,red}$  dokud nejsou požadavky splněny. V takovém případě se určí

$$\alpha_p = N_{max,red} / N_{max}$$

Zatížení při porušení ve zkoušce na zbytkové zatížení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R3.
- Použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s reqd.  $\alpha = 1,0$  v rovnici (2.14).

Posuv při zatížení ve zkoušce na zbytkové zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

**2.2.2.5 Zkouška se změnou šířky trhliny (série zkoušek B13)****Účel zkoušky**

Kotvicí prvky určené pro použití v betonu s trhlínami musí dlouhodobě účinně fungovat, i když se mění šířka trhliny v rozsahu pokrytém tímto EAD. Série zkoušek může být vynechána pro posouzení kotvicích prvků určených pouze do betonu bez trhlin (Varianta 7-12).

**Podmínky při zkoušce**

Zkoušky musí být provedeny podle Technické zprávy TR 048 v betonu C20/25. Konstantní zatížení tahem  $N_p$  musí být vypočteno podle rovnice (2.5). Stálé zatížení  $N_p$  musí být vyvozeno s uspořádáním pro zkoušku bez zamezení vzniku porušení.

$$N_p = \frac{0,75 \cdot \tau_{Rk,cr} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{15 \cdot \gamma_{inst}} \cdot \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4} \quad (2.5)$$

Zkouška na zbytkové zatížení po změnách šířky trhliny musí být provedena s uspořádáním pro zkoušku se zamezením vzniku porušení

**Posouzení**Posuv během cyklů změn šířky trhliny

Při každé zkoušce se se zvětšování posuvu kotvicího prvku, vynesené v semilogaritmické souřadnicové soustavě (viz. Obrázek 2.1) musí buď zpomalovat, nebo být téměř konstantní: kritéria pro přípustný posuv po 20 ( $\delta_{20}$ ) a 1000 ( $\delta_{1000}$ ) cyklech změn šířky trhliny jsou odstupňovány jako funkce počtu zkoušek, jak je popsáno dále:

|                   |                                                                                                                                                                |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 to 9 zkoušek:   | $\delta_{20} \leq 2 \text{ mm}$ and $\delta_{1000} \leq 3 \text{ mm}$                                                                                          |
| 10 to 20 zkoušek: | $\delta_{20} \leq 2 \text{ mm}$ ; u jedné zkoušky je přípustný posuv do 3 mm<br>$\delta_{1000} \leq 3 \text{ mm}$ ; u jedné zkoušky je přípustný posuv do 4 mm |
| > 20 zkoušek:     | $\delta_{20} \leq 2 \text{ mm}$ ; u 5% zkoušek je přípustný posuv do 3 mm<br>$\delta_{1000} \leq 3 \text{ mm}$ ; u 5% zkoušek je přípustný posuv do 4 mm       |

*Poznámka 13: Posuv se považuje za stabilizovaný, pokud je nárůst posuvů během cyklů 750 až 1000 menší, než nárůst posuvů během cyklů 500 až 750.*



$$N_{sust} = \frac{11 \cdot \tau_{RK,ucr,21} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1,5 \cdot \gamma_{inst}} \cdot \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4} \quad (2.6)$$

kde

$\tau_{RK,ucr,21}$  = charakteristická pevnost přilepení v betonu bez trhlin pro normální teplotu okolního prostředí uvedená v ETA

Zatížení se udržuje na hodnotě  $N_{sust}$  a teplota betonu na normální teplotě okolního prostředím přičemž se měří posuvy do doby, kdy se zdají stabilizované, avšak nejméně po dobu tří měsíců (ve zvláštních oprávněných případech může TAB povolit kratší trvání zkoušky při stálém zatížení). Teplota v místnosti může kolísat v rozmezí  $\pm 3^\circ\text{C}$  účinkem cyklu den/noc a roční doby, avšak požadovaná zkušební teploty místnosti musí být v průměru dodržena po celou dobu trvání zkoušky. Četnost sledování posuvu musí být zvolena tak, aby se prokázaly charakteristiky kotvicího prvku. Posuvy jsou největší v počátečních stádiích, frekvence musí být zpočátku vysoká a později nižší. Jako příklad se uvádí tento přijatelný režim:

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Během první hodiny:    | každých 10 minut |
| Během dalších 6 hodin: | každou hodinu    |
| Během dalších 10 dní:  | každý den        |
| V dalším stádiu:       | každých 5-10 dní |

K ověření zbývající únosnosti po zkoušce při stálém zatížení se kotvicí prvek odlehčí a provede se zkouška tahem se zamezením vzniku porušení.

Výsledky zbytkového únosnosti ze zkoušky stálého zatížení se porovnají s únosností z referenčních zkoušek série R6.

#### b) Zkoušky při maximální dlouhodobé teplotě (série zkoušek B15)

Tyto zkoušky nejsou zapotřebí pro teplotní rozsah T1, viz. 1.2.1 ( $-40^\circ\text{C}$  až  $+40^\circ\text{C}$ ), protože účinek maximální dlouhodobé teploty ( $+24^\circ\text{C}$ ) se zkouší při normální teplotě okolního prostředí.

Kotvicí prvky se namontují při normální teplotě okolního prostředí.

Kotvicí prvek se zatíží  $N_{sust}$  podle rovnice (2.7):

$$N_{sust} = \frac{11 \cdot \tau_{RK,ucr,lt} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1,5 \cdot \gamma_{inst}} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4} \quad (2.7)$$

kde

$\tau_{RK,ucr,lt}$  = charakteristická pevnost přilepení v betonu bez trhlin pro maximální dlouhodobou teplotu uvedená v ETA

Teplota ve zkušební komoře se zvýší na maximální dlouhodobou teplotu rychlostí přibližně 20 K za hodinu, nebo rychlostí 5 K v betonu v místě kotvení.

Zatížení se udržuje na hodnotě  $N_{sust}$  a teplota na maximální dlouhodobé teplotě. Pro povolené změny teploty ve zkušební komoře a četnost sledování posuvu během zkoušky platí ustanovení bodu 2.2.3.6 a).

K ověření zbývající únosnosti po zkoušce při stálém zatížení se kotvicí prvek odlehčí a provede se zkouška tahem se zamezením vzniku porušení při dlouhodobé teplotě betonu.

#### **Posouzení**

Hodnoty posuvu změřené při zkouškách se extrapolují podle rovnice (2.8) (Findleyova metoda) do 50 let (zkoušky při normální teplotě betonu) nebo 10 let (zkoušky při maximální dlouhodobé teplotě betonu) respektive. Trendovou přímkou podle rovnice (2.8) lze sestavit z údajů získaných během nejméně 20 posledních dnů zkoušek při stálém zatížení (z minimálně 20 datových bodů). Extrapolované hodnoty posuvu musí být nižší než průměrná hodnota posuvu  $\delta_{u,adh}$  při odpovídajících referenčních zkouškách při normální teplotě okolního prostředí nebo při maximální dlouhodobé teplotě.  $\delta_{u,adh}$  je posuv při  $N_{u,adh}$  (ztráta přilnavosti).

$$\delta(t) = \delta_0 + a \cdot t^b \quad (2.8)$$

kde

$\delta_0$ : = počáteční posuv při stálém zatížení v čase  $t = 0$

$a, b$ : = konstanty vyhodnocené regresní analýzou deformací naměřených během zkoušek stálého zatížení

Pokud nejsou kritéria splněna, mohou být zkoušky zopakovány s upravenými parametry (např. redukované zatížení  $N_{sust,red}$  nebo snížená teplota). Pokud je zkouška opakována s redukovaným zatížením, vypočte se redukční činitel  $\alpha_p$  podle A2.3.6.

#### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R6 se stejným časem vytvrzení.
- Použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s rqd.  $\alpha = 0,9$  v rovnici (2.14).

#### Posuv při zatížení ve zkoušce na zbytkové zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

#### **2.2.2.7 Podmínky mráz/tání (série zkoušek R7 a B16)**

##### **Účel zkoušky**

Zkoušky jsou provedeny pro stanovení vlastností kotvícího prvku v podmínkách mráz/tání napodobující měnící se podmínky.

##### **Podmínky při zkoušce**

Zkoušky jsou s uspořádáním pro zkoušku se zamezením vzniku porušení s prostřední velikostí průměru M12 nebo nejmenší velikostí, je-li větší než M12. Zkoušky jsou provedeny v betonu bez trhlin C50/60 odolném vůči mrazu-tání v souladu s EN 206 [1]. Jako zkušební těleso musí být použita krychle s hranou délky 180 mm až 300 mm (15d až 25d) nebo betonový válec zapouzdřený v oceli a musí být zabráněno prasknutí betonu.

Horní povrch zkušební tělesa se pokryje vrstvou vody z vodovodu do výše 12 mm, ostatní odkryté povrchy se utěsní, aby se zabránilo vypařování vody.

Kotvicí prvek se zatíží podle rovnice (2.9):

$$N_{sust} = \frac{\tau_{RK,ucr,60} \cdot d \cdot \pi \cdot h_{ef}}{1,5 \cdot 1,4 \cdot \gamma_{inst}} \quad (2.9)$$

kde

$\tau_{RK,ucr,60}$  charakteristická pevnost přilepení pro pevnosti třídy C50/60

Provede se 50 cyklů mráz/tání tímto způsobem:

- Teplota v komoře se během 1 hodiny zvýší na  $(+20 \pm 2)^\circ\text{C}$  a na této teplotě se udržuje po dobu 7 hodin (celkem 8 hodin)
- Teplota v komoře se během 2 hodin sníží na  $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$  a na této teplotě se udržuje po dobu 14 hodin (celkem 16 hodin).

Jestliže se zkouška přeruší, musí být zkušební tělesa mezi cykly vždy uložena při teplotě  $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

Během teplotních cyklů se měří posuv.

Po 50 cyklech se provede zkouška tahem se zamezením vzniku porušení při normální teplotě betonu.

Výsledky zkoušky na zbytkové zatížení musí být porovnány s zatížením z referenční série zkoušek R7.

### Posouzení

S rostoucím počtem cyklů mráz/tání se rychlost zvětšování posuvu musí snižovat k hodnotě téměř rovné nule.

Pokud kritéria zkoušky nejsou splněna, může být zkouška opakována s redukováným zatížením  $N_{\text{sust,red}}$ . Pokud je zkouška opakována s redukováným zatížením, vypočte se redukční činitel  $\alpha_p$  podle A2.3.6.

#### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R7 se stejným časem vytvrzení.
- Použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s rqd.  $\alpha = 0,9$  v rovnici (2.14).

#### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

### 2.2.2.8 Směr instalace (série zkoušek B17)

#### Účel zkoušky

Zkoušky jsou provedeny pro kontrolu vlastností při nepříznivém směru instalace. Série zkoušek může být vynechána, pokud se kotvicí prvky instalují pouze směrem dolů (D1).

#### Podmínky při zkoušce

Pokud výrobce povoluje v MPII všechny směry montáže (D3), je zapotřebí provést zkoušky tahem s kovovou částí instalovanou pouze svisle směrem nahoru. Pokud výrobce povoluje pouze instalaci vodorovně a svisle směrem dolů, musí být provedeny zkoušky tahem s kovovou částí instalovanou ve vodorovném směru. Zvláštní zařízení pro udržení kotvicího prvku na místě jsou použita, pouze pokud jsou uvedena v MPII. Taková zvláštní zařízení musí být popsána také v ETA.

Zkoušky se provedou s uspořádáním pro zkoušku se zamezením vzniku porušení. Zkoušky jsou provedeny v betonu nízké pevnosti C20/25 s největší velikostí průměru o kterou si výrobce zažádal. Zkoušky tahem jsou provedeny podle Technické zprávy TR 048.

### Posouzení

#### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R1.
- Použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s rqd.  $\alpha = 0,9$  v rovnici (2.14).



Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

**2.2.2.9 Zvýšená teplota (série zkoušek B2 a B3)****Účel zkoušek**

Tyto zkoušky jsou provedeny pro stanovení vlastností kotvicího prvku při zvýšené teplotě napodobující provozní podmínky, které se mění v rámci uvažovaného teplotního rozsahu.

**Podmínky při zkoušce**

Zkoušky musí být provedeny s uspořádáním pro zkoušku se zamezením vzniku porušení v betonu bez trhlin C20/25 při maximální dlouhodobé teplotě a maximální krátkodobé teplotě v každém teplotním rozsahu o který bylo požádáno.

Zkoušky mohou být provedeny v deskách, nebo v krychlích a válcích, tam kde je omezený prostor v ohřívací komoře. Je třeba zabránit prasknutí betonu prostředky pro zamezení porušení (rozměry, výztuží nebo příčným tlakem).

Zkoušky jsou provedeny s kotvicím prvkem M12 (nebo nejmenší velikostí, je-li větší než M12).

Kotvicí prvky se instalují při normální teplotě okolního prostředí podle pokynů k montáži od výrobce.

Teplota zkušební tělesa se zvýší na požadovanou zkušební teplotu rychlostí přibližně 20 K za hodinu. Při této teplotě se zkušební těleso udržuje po dobu 24 hodin.

Při udržování teploty zkušební tělesa v oblasti zapuštěné části ve vzdálenosti 1d od povrchu betonu s přesností  $\pm 2$  K okolo požadované hodnoty se provede zkouška tahem se zamezením vzniku porušení.

*Poznámka 14: Je třeba provést kontrolu, zda je splněn požadavek na teplotu zkušební tělesa a pak udržovat konstantní zkušební postup.*

Počet zkoušek:  $n \geq 5$  zkoušek při každé teplotě.

**Posouzení**

Stanovení vlivu zvýšené teploty je založeno na porovnání průměrného zatížení při porušení a stejně tak i na 5% kvantilu zatížení při porušení.

**Maximální dlouhodobá teplota**

Činitel  $\alpha_2$  se musí být vypočten ze zatížení při porušení naměřeného při zkouškách s maximální dlouhodobou teplotou podle rovnice (2.10):

$$\alpha_2 = \min \left( \frac{N_{Ru,m,mt}}{N_{Ru,m,r}}; \frac{N_{u,5\%,mt}}{N_{u,5\%,r}} \right) \leq 10 \quad (2.10)$$

**Maximální krátkodobá teplota**

Činitel  $\alpha_3$  se musí být vypočten ze zatížení při porušení naměřeného při zkouškách s maximální krátkodobou teplotou podle rovnice (2.11):

$$\alpha_3 = \min \left( \frac{N_{Ru,m,mt}}{0,8 \cdot N_{Ru,m,mt}}; \frac{N_{u,5\%,mt}}{0,8 \cdot N_{u,5\%,mt}} \right) \leq 10 \quad (2.11)$$

Pro teplotní rozmezí T1 podle 1.2.1 mohou být použity výsledky ze zkoušek při normální teplotě okolního prostředí  $\tau_{u,m,mt}$ ;  $\tau_{u,5\%,mt}$ .

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 %.

### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.

### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

## **2.2.2.10 Minimální instalační teplota (série zkoušek B4)**

### **Účel zkoušek**

Zkoušky jsou požadovány pro kontrolu dostatečné únosnosti při minimální instalační teplotě po určené minimální době vytvrzení.

### **Podmínky při zkoušce**

Zkoušky jsou provedeny v betonu bez trhlin C20/25. Rozměry zkušebního tělesa, viz. „Zvýšená teplota“, část 2.2.2.9.

Zkoušky jsou provedeny s prostřední velikostí M12 (nebo nejmenší velikostí, je-li větší než M12).

Vyvrátá se a vyčistí otvor podle návodu výrobce k montáži, pak se zkušební těleso ochladí na nejnižší instalační teplotu specifikovanou výrobcem a lepicí materiál a zapuštěná část se ochladí na nejnižší teplotu součástí kotvy při montáži určenou výrobcem. Kotvicí prvek se namontuje a teplota zkušebního dílce se udržuje na nejnižší teplotě okolního prostředí při instalaci po dobu vytvrzování, kterou výrobce pro dotýcnou teplotu určil.

Po skončení doby vytvrzování se provede zkouška tahem se zamezením vzniku porušení, přičemž se teplota zkušebního tělesa v oblasti zapuštěné části ve vzdálenosti 1d od povrchu betonu udržuje na specifikované nejnižší teplotě při instalaci s přesností  $\pm 2K$ .

*Poznámka 15: Může se stát že některé systémy kartuše-v-kartuši nezajišťují správný poměr mísení v celém obsahu kartuše, protože se poruší šev, který způsobuje otevření jedné z kartuší, zvláště při nízkých teplotách. Proto jsou pro tyto systémy doporučeny dodatečně zatěžovací zkoušky; zvláště při nejnižší instalační teplotě.*

*Poznámka 16: Je třeba provést kontrolu, zda je splněn požadavek na teplotu zkušebního tělesa a pak udržovat konstantní zkušební postup*

Počet zkoušek:  $n \geq 5$  zkoušek při každé teplotě.

### **Posouzení**

Průměrné hodnoty zatížení při porušení a 5% kvantil zatížení při porušení, měřené při zkouškách při minimální teplotě při montáži a odpovídající minimální době vytvrzování, musí být přinejmenším rovné odpovídajícím hodnotám měřeným při zkouškách při normální teplotě okolního prostředí a odpovídající minimálně době vytvrzování. Tyto požadavky platí i pro zkoušky při jiných teplotách při montáži a odpovídajících minimálních dobách vytvrzování.

Není-li tato podmínka splněna, musí se minimální doba vytvrzování při minimální teplotě při montáži prodloužit a zkoušky při minimální teplotě při montáži se musí opakovat, dokud podmínka není splněna.

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 %.

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.

Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

**2.2.2.11 Minimální doba vytvrzení při normální teplotě okolního prostředí (série zkoušek B5)****Účel zkoušek**

Zkoušky jsou požadovány pro kontrolu dostatečné únosnosti po určené minimální době vytvrzení.

**Podmínky při zkoušce**

Zkoušky tahem jsou provedeny se zamezením vzniku porušení v betonu bez trhlin C20/25 při normální teplotě okolního prostředí při odpovídající minimální době vytvrzení určené výrobcem. Zkoušky jsou provedeny s prostřední velikostí M12, nebo nejmenší velikostí, je-li větší než M12.

*Poznámka 17: Jedna série referenčních zkoušek R1 může být provedena s minimální dobou vytvrzení*

Počet zkoušek:  $n \geq 5$  zkoušek při každé teplotě.

**Posouzení**

Průměrné hodnoty zatížení při porušení a 5% kvantil zatížení při porušení ze zkoušek při normální teplotě okolního prostředí a odpovídající minimální době vytvrzování, musí dosahovat přinejmenším 0,9násobku hodnot naměřeným při referenčních zkouškách a základních zkouškách tahem podle Tabulky A1.1 s "dlouhou dobou vytvrzování" (24 hodin pro pryskyřice, 14 dní pro cementové malty).

Není-li tato podmínka splněna, musí se minimální doba vytvrzování při normální teplotě okolí prodloužit a odpovídající zkoušky se musí opakovat.

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 %.

Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu a beroucí v úvahu vliv dávky betonu podle odstavce A2.3.2, respektive A2.3.4.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.

Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

### 2.2.2.12 Citlivost na siřičitou atmosféru a vysoce alkalické prostředí

#### Účel zkoušky

Tyto zkoušky jsou provedeny pro stanovení vlastností kotvicího prvku v siřičité atmosféře a vysoce alkalickém prostředí.

#### Podmínky při zkoušce

##### Zkušební vzorek

Zkoušky jsou provedeny s prostřední velikostí M12,.

Použije se beton třídy pevnosti v tlaku C 20/25. Průměr nebo délka hrany betonového zkušební tělesa musí být 150 mm nebo větší. Zkušební tělesa mohou být zhotovena z krychlí nebo válců nebo mohou být vyříznuta z větší desky. Mohou být odlita; rovněž je dovoleno vyříznutí betonových válců z desek pomocí diamantového nástroje.

Do osy každého válce nebo krychle ze suchého betonu se namontuje jedna kotva (prostřední velikost M12 nebo nejmenší velikostí, je-li větší než M12) podle návodu výrobce k montáži. Zapuštěná část musí být z korozivzdorné oceli.

Po vytvrzení lepicího materiálu podle návodu výrobce k montáži se betonové válce nebo krychle opatrně rozřežou diamantovou pilou na řezy tloušťky 30 mm. Vrchní řez se vyřadí.

K získání dostatku informací ze zkoušek na řezech je zapotřebí nejméně 30 řezů (po 10 řezích na každou zkoušku vystavení environmentálním vlivům a 10 řezů na srovnávací zkoušky za normálních klimatických podmínek).

Uchování zkušebních těles v podmínkách environmentálních vlivů:

Řezy s lepenými kotvicími prvky se vystaví působení vody s vysokým obsahem alkálií a kondenzované vody s obsahem siřičitanů. Pro srovnání jsou nutné zkoušky na řezích za normálních klimatických podmínek (za sucha /  $+21^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  / relativní vlhkost  $50 \pm 5\%$ ) po dobu 2000 hodin.

#### Vysoký obsah alkálií:

Řezy se uchovávají za normálních klimatických podmínek v kontejneru naplněném alkalickou tekutinou ( $\text{pH} = 13,2$ ). Všechny řezy musejí být zcela ponořeny po dobu 2000 hodin. Alkalická tekutina se vytvoří smícháním vody s práškem nebo tabletami KOH (hydroxidu draselného) do dosažení hodnoty  $\text{pH} 13,2$ . Alkalita  $\text{pH} = 13,2$  se během uchovávání zkušebních těles udržuje co nejbližší 13,2 a neměla by klesnout pod 13,0. Hodnota  $\text{pH}$  se proto v pravidelných intervalech kontroluje a sleduje (přinejmenším denně). Přípravu alkalické tekutiny smícháním vody s práškem nebo tabletami KOH (hydroxidu draselného) lze brát jako příklad. Pokud se použijí jiné materiály, je třeba prokázat, že se dosahují stejné výsledky a srovnatelné posouzení.

#### Siřičitá atmosféra:

Zkoušky v siřičitém prostředí se provádějí podle normy EN ISO 6988:1994 [13]. Řezy se uloží do zkušební komory, avšak na rozdíl od normy EN ISO 6988 musí být teoretická koncentrace oxidu siřičitého na počátku cyklu 0,67 %. Tato teoretická koncentrace oxidu siřičitého odpovídá 2 dm<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> ve zkušební komoře objemu 300 dm<sup>3</sup>. Musí být provedeno nejméně 80 cyklů.

#### Zkoušky na řezech:

Po uplynutí doby uchovávání se změří tloušťka řezů a z řezů se vytlačí kovové segmenty lepeného kotvicího prvku; řez se umístí centrálně na otvor v ocelové desce. Nejsou-li řezy vyztužené, zabrání se jejich prasknutí prostředky pro zamezení vzniku porušení. Je třeba dbát na zajištění toho, aby zatěžovací trn působil centrálně na tyč kotvicího prvku.

Pro každé vystavení environmentálním vlivům a pro srovnání se berou v úvahu výsledky nejméně 10 zkoušek; k výsledkům zkoušek, při nichž došlo k porušení prasknutím, se nepřihlíží.

#### Referenční série zkoušek (série zkoušek R8)

Referenční série zkoušek R8 musí být provedena při stejných zkušebních podmínkách, ale kotvicí prvky musí být ponechány nezatížené a uloženy v normálních podmínkách okolního prostředí.

#### Posouzení

Při zkouškách na řezích je nutné prokázat, že pevnost přilepení řezů uložených v alkalické kapalině je přinejmenším stejně vysoká jako pevnost přitmělení při srovnávacích zkouškách na řezích uložených za normálních podmínek. Pro řezy uložené v siřičité atmosféře musí pevnost přilepení dosahovat alespoň 90% pevnosti přilepení při normálních podmínkách. Důkazem splnění tohoto požadavku je činitel  $\alpha_4$  vypočtený podle rovnice (2.12).

$$\alpha_4 = \min \left( \frac{\tau_{Ru,m,B18}}{\tau_{Rum,r}}; \frac{\tau_{Ru,m,B19}}{0,9 \cdot \tau_{Rum,r}} \right) \leq 1,0 \quad (2.12)$$

Referenční pevnost přilepení  $\tau_{um,r}$  je dána v sérii zkoušek Tabulka A.1, řádek R8.

Pevnost přilepení ve zkouškách se řezy musí být vypočtena podle rovnice (2.13).

$$\tau_u = \frac{N_u}{\pi \cdot d \cdot h_{sl}} \quad (2.13)$$

### 2.2.2.13 Stanovení charakteristické únosnosti přilepení

Charakteristická únosnost přilepení  $\tau_{Rk}$  musí být určena podle rovnice (2.14).

$$\tau_{Rk} = \tau_{5\%} \cdot \alpha_{setup} \cdot \min \beta_{cv} \cdot \min \alpha_p \cdot \min \left( \min \frac{\alpha}{rqd \cdot \alpha}; \min \alpha_1 \right) \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \quad (2.14)$$

Pro beton s trhlinami se použije  $\min \alpha_p$  ze zkoušek trvalého zatížení, zkoušek v podmínkách mráz/tání a zkoušek se změnou šířky trhliny.

Pro beton bez trhlin se použije  $\min \alpha_p$  ze zkoušek trvalého zatížení, zkoušek opakovaného zatížení a zkoušek v podmínkách mráz/tání.

Pokud údaje ze zkoušek ukazují, že se hodnoty pevnosti přilepení v závislosti na průměru kotvy mění pravidelným definovatelným způsobem (nikoli nahodile), mohou být hodnoty  $\tau_{Rk}$  vyhodnoceny jako spojitá funkce průměru kotvicího prvku. Jestliže všechny výsledky zkoušek odpovídají tomuto chování výrobku, je možná i funkce s nejvýše jedním extrémem; tj. není spojená s účinkem různých dávek betonu.

Charakteristická únosnost přilepení musí být zaokrouhlena podle Tabulky 2.2.

Činitel  $\psi_c$  může být použit jako činitel pro vyjádření pevnosti přilepení pro různé třídy pevnosti betonu.

**Tabulka 2.2 Kroky při zaokrouhlování charakteristické únosnosti přilepení**

| $\tau_{Rk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | krok $\Delta \tau_{Rk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | příklad               |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|
| $\leq 10$                           | 0,5                                             | 4 / 4,5 / 5 / 5,5 ... |
| $> 10, \leq 20$                     | 1,0                                             | 12 / 13 / 14 / 15 ... |
| $> 20$                              | 2,0                                             | 26 / 28 / 30 / 32 ... |

## 2.2.3 Únosnost při vytržení kužele betonu

### 2.2.3.1 Jednotlivé kotvicí prvky

Pro návrh podle EN 1992-4 jsou potřeba činitelé  $k_{ucr,N}$  a  $k_{cr,N}$ . Následující faktory mohou být převzaty bez dalších zkoušek. Jsou odvozeny z pevnosti betonového válce.

$$k_{ucr,N} = 11$$

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

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

### 2.2.3.2 Minimální hloubka zapuštění (série zkoušek A6)

#### Účel zkoušky

Série zkoušek je provedena pro kontrolu, zda skupina 4 kotvicích prvků s minimální hloubkou zapuštění pod standardními výchozími hodnotami, je konzistentní s návrhovými ustanoveními v EN 1992-4.

*Poznámka 18: Skupina kotvicích prvků s krátkou hloubkou zapuštění nemusí vytvořit vypočtenou únosnost kužele betonu podle EN 1992-4 s činiteli uvedenými v 2.2.3.1, která byla odvozena pro větší hloubku zapuštění.*

Série zkoušek může být vynechána, pokud je použita jako výchozí minimální hloubka zapuštění podle Tabulky 2.3. Pokud výrobce požádá o menší hloubku zapuštění, ale stále větší nebo rovnou  $h_{ef,min} = 4d$ , série zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek A6 je požadována.

**Tabulka 2.3 Výchozí minimální hloubka zapuštění**

| Průměr d  | Minimální hloubka zapuštění<br>$h_{ef,min}$ | Výchozí minimální hloubka<br>zapuštění $h_{ef,min}$ |
|-----------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| [mm]      | [mm]                                        | [mm]                                                |
| $\leq 10$ | 4 d, > 40 mm                                | 60                                                  |
| 12        |                                             | 70                                                  |
| 16        |                                             | 80                                                  |
| 20        |                                             | 90                                                  |
| $\geq 24$ |                                             | 4 d                                                 |

*Poznámka 19: V případech nižších hodnot minimálních kotevních hloubek (a tudíž malé množství lepicího materiálu) musí být věnována zvláštní pozornost kvalitě smísení lepicího materiálu při různých teplotních podmínkách.*

### Podmínky při zkoušce

Kotvicí prvky musí být instalovány s minimální hloubkou zapuštění  $h_{ef,min}$  jako čtyřčlenná skupina s roztečí  $s_{Cr,N} = 2 c_{Cr,N}$ . Zkouška tahem až do porušení musí být provedena s uspořádáním pro zkoušku bez zamezení porušení v betonu bez trhlin C20/25 v souladu s Technickou zprávou TR 048. Musí být provedeno alespoň 20 zkoušek po 5 zkouškách na 4 nejmenších velikostech, každá se čtyřčlennou skupinou kotvicích prvků.

### Posouzení

V sérii zkoušek se určí průměrné zatížení při porušení u skupiny čtyř kotvicích prvků. Určí se jako reference teoretická nosnost kužele betonu  $N_{Rk,c}$  podle EN 1992-4 rovnice (7.1) pro skupinu kotvicích prvků. Pro posouzení podle části A2.3.7 se v rovnici (A2.18)  $F_{u,5\%,r}$  nahradí  $N_{Rk,c}$ .

Kritéria:

- $N_{u,m} \geq 0,9 N_{Rk,c} / 0,75$ : min  $h_{ef}$  ze zkoušek je potvrzeno
- $N_{u,m} < 0,9 N_{Rk,c} / 0,75$ : min  $h_{ef}$  musí být zvětšeno a znovu vyzkoušeno (nebo musí být zvětšeno na výchozí minimální hloubku zapuštění  $h_{ef,min}$  podle Tabulky 2.3 bez dalších zkoušek)

kde:

$N_{Rk,c} / 0,75$  = vypočtená průměrná hodnota porušení kužele betonu podle EN 1992-4 s

$cv = 15\%$ ,  $k = 1,645$ :  $(1 - 0,15 \cdot 1,645) = 0,75$

### 2.2.4 Vzdálenost od okraje pro zabránění prasknutí při zatížení (série zkoušek A5)

#### Účel zkoušky

Série zkoušek je provedena pro stanovení charakteristické vzdálenosti od okraje, při které není prasknutí rozhodující.

#### Podmínky při zkoušce

Zkoušky jsou požadovány pro malou, prostřední a největší velikost průměru a odpovídající minimální hloubku zapuštění. Kotvicí prvky se zkouší v betonu bez trhlin C20/25 s uspořádáním pro zkoušku bez zamezení vzniku porušení. 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 výrobcem. Zkouška tahem se provede podle Technické zprávy TR 048, část 3.3.1.

#### Posouzení

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

Charakteristická únosnost při prasknutí  $N_{Rk,sp}^0$  musí být určena v návrhovém ustanovení jako minimum ze základní charakteristické únosnosti při porušení vytážením  $N_{Rk,p}^0$  a základní charakteristické únosnosti při porušení betonu  $N_{Rk,c}^0$ , tj.  $\min \{N_{Rk,p}^0; N_{Rk,c}^0\}$ .

V ETA musí být uvedena hodnota pro  $N_{Rk,sp}^0$  jako text „ $\min \{N_{Rk,p}^0; N_{Rk,c}^0\}$  podle EN 1992-4“. Pro lepené rozpěrné kotvicí prvky by měl být text „ $\min \{N_{Rk,p}^0; N_{Rk,c}^0\}$  podle EN 1992-4“.

## 2.2.5 Robustnost

### Účel zkoušky

Tyto zkoušky jsou provedeny, aby se posoudila citlivost tahové únosnosti kotvícího prvku na podmínky při instalaci. V této souvislosti se uvažuje o citlivosti na úroveň čištění otvoru v suchém a vodou nasáklém betonu, na čištění otvoru při použití, při kterém otvor obsahuje stojatou vodu v době instalace kotvícího prvku a na úsilí při mísení.

### Podmínky při zkoušce – obecně

Zkoušky musí být provedeny s uspořádáním pro zkoušky se zamezením vzniku porušení v betonu bez trhlin C20/25. Kotvící prvky jsou instalovány s maximální hloubkou zapuštění  $h_{ef,max}$  určenou výrobcem. Aby se zamezilo porušení oceli, ale stále se řádně počítalo s okolnostmi při instalaci pro  $h_{ef,max}$ , musí být použit postup uvedený v části A2.

Dodatečné podmínky pro konkrétní série zkoušek B6 až B9 jsou uvedeny níže. Následující podmínky při zkoušce jsou určeny pro vrtání otvoru vrtačkou s přiklepem způsobující při vrtání prach, který musí být z vyvrtaného otvoru odstraněn vyfukáváním (odsáváním) a kartáčováním. Podmínky jsou platné také pro ostatní techniky vrtání, které vyžadují jiné metody čištění vyvrtaného otvoru. Nicméně mohou být zapotřebí nějaké úpravy zkoušek, což musí schválit TAB.

### Posouzení

Posouzení série zkoušek B6 až B9 je provedeno podle A2.3.2 a bere v úvahu normalizaci na jmenovitou pevnost betonu. Redukční činitel  $\alpha$  je pro každou sérii zkoušek vypočten za použití odpovídající referenční série zkoušek R5.

Na základě výsledků těchto zkoušek je určen činitel pro citlivost na instalaci  $\gamma_{inst}$  podle 2.2.5.6.

Činitel citlivosti na instalaci  $\gamma_{inst}$  musí u všech velikostí kotvícího prvku sledovat pravidelnou křivku.

#### 2.2.5.1 Referenční série zkoušek (série zkoušek R5)

### Účel zkoušky

Série zkoušek je zapotřebí jako referenční pro porovnání výsledků zkoušek se sérií zkoušek B6 až B9.

### Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny s kotvícími prvky velikosti s/m/l (viz. Tabulka A1.2) s maximální hloubkou zapuštění v betonu bez trhlin C20/25. Aby se zabránilo porušení oceli, postupujte podle Obrázku A2.1. Zkoušky musí být provedeny v suchém betonu (rovnovážný obsah vlhkosti).

Podmínky při zkoušce, jako dávka betonu, teplota, způsob vrtání, hloubka zapuštění, doba vytvrzení a instalační krouticí moment, musí být stejné jako v sériích zkoušek B6 až B9.

Vrtá se směrem dolů do maximální hloubky zapuštění určené výrobcem. Vyvrtaný otvor se vyčistí podle MPII. Lepicí materiál je umístěn a kovová část vsunuta v souladu s MPII.

Provede se zkouška tahem se zamezením vzniku porušení podle TR 048.

### Posouzení

#### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.

#### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

### 2.2.5.2 Robustnost v suchém podkladu (série zkoušek B6)

#### Účel zkoušky

Série zkoušek je provedena pro posouzení vlivu sníženého úsilí při čištění v suchém betonu.

#### Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny s kotvícími prvky velikosti s/m/l (viz. Tabulka A1.2) s maximální hloubkou zapuštění v betonu bez trhlin C20/25. Aby se zabránilo porušení oceli, postupujte podle Obrázku A2.1. Zkoušky musí být provedeny v suchém betonu (rovnovážný obsah vlhkosti).

Otvor se vyvrtá vertikálně dolů do maximální hloubky zapuštění stanovené výrobcem.

Při zkoušce musí být čištění otvoru provedeno následujícím postupem.

Otvor se vyčistí pomocí vybavení dodaného výrobcem ve dvou operacích profukování ruční pumpou nebo stlačeným vzduchem a jedné operaci kartáčování, např. buď profouknutí-kartáčování-profouknutí nebo profouknutí-profouknutí-kartáčování. Typ profukování a pořadí kartáčování/profukování musí být provedeno tak jak je popsáno v MPII. Tento zkušební postup platí pouze v případě, je-li v MPII specifikováno čištění otvoru v nejméně čtyřech operacích profukování a dvou operacích kartáčování, což znamená dvojnásobek operací zmíněných výše. Je-li v návodu specifikováno méně, výše uvedený požadavek (2 profukování + 1 kartáčování) se úměrně zmenší a počet operací se sníží na nejbližší celé číslo. Proto jestliže MPII doporučuje dvě operace profukování a jednu kartáčování, provedou se zkoušky vhodnosti k použití bez operace kartáčování a pouze jedno profukování.

Pokud MPII doporučuje vysávání místo operace profukování, použije se stejný postup (včetně požadavků a odpovídajících snížení operací). Pokud je vysávání součástí postupu při vrtání, musí být vrtání provedeno bez odvětrávání (čímž je myšleno vyvětrávání prachu pravidelným vyndáváním vrtáku z otvoru) během průběhu vrtání. Pokud je čištění provedeno s odsávacím nástavcem nebo dutým vrtákem, musí být použita během průběhu vrtání minimální určená sací síla.

Pokud v MPII nejsou podány přesné pokyny k čištění otvoru, provedou se zkoušky bez čištění otvoru.

Lepicí materiál a kovová část se montuje podle MPII.

#### Posouzení

##### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R1.
- Určí se činitel robustnosti  $\gamma_{inst}$  podle Tabulky 2.4.
- Pokud  $\alpha < 0,70$  použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s  $rqd$ .  $\alpha = 0,70$  v rovnici (2.14) a  $\gamma_{inst} = 1,4$ .

##### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

### 2.2.5.3 Robustnost ve vodou nasyceném (vlhkém) podkladu (série zkoušek B7)

#### Účel zkoušky

Série zkoušek je provedena pro posouzení vlivu sníženého úsilí při čištění ve vodou nasyceném betonu.

#### Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny s kotvícími prvky velikosti s/m/l (viz. Tabulka A1.2) s maximální hloubkou zapuštění v betonu bez trhlin C20/25. Aby se zabránilo porušení oceli, postupujte podle Obrázku A2.1.



Beton musí být dobře vrtání otvoru, čištění, instalace zapuštěné kovové části a provedení zkoušek v oblasti kotvení, nasycený vodou.

K zajištění, aby byl beton v oblasti kotvení nasycen vodou, může být použit tento postup:

1. V betonovém podkladu se vyvrtá počáteční otvor do požadované hloubky.
2. Počáteční otvor se naplní vodou a ponechá se zaplavený po dobu 8 dní, dokud se voda nevsákne do betonu.
3. Voda se z otvoru vysaje.
4. Vyvrtá se konečný otvor doporučeného průměru  $d_0$ .

*Poznámka 20: Průměr počátečního otvoru musí být zvolen tak, aby bylo dosaženo dostatečného proniknutí vody do betonu. Proto se pro průměr počátečního otvoru doporučuje  $0,5 d_0$  až  $0,8 d_0$ .*

Pokud se použijí jiné metody než výše popsaná, je nutné vhodným způsobem prokázat, že beton je v oblasti kotvení nasycen vodou (např. beton je uložen pod vodou ihned po odstranění bednění).

Otvor se vyčistí pomocí vybavení dodaného výrobcem ve dvou operacích profukování ruční pumpou nebo stlačeným vzduchem a jedné operaci kartáčování, např. buď profouknutí-kartáčování-profouknutí nebo profouknutí-profouknutí-kartáčování. Typ profukování a pořadí kartáčování/profukování musí být provedeno tak jak je popsáno v MPII. Tento zkušební postup platí pouze v případě, je-li v MPII specifikováno čištění otvoru v nejméně čtyřech operacích profukování a dvou operacích kartáčování, což znamená dvojnásobek operací zmíněných výše. Je-li v návodu specifikováno méně, výše uvedený požadavek (2 profukování + 1 kartáčování) se úměrně zmenší a počet operací se sníží na nejbližší celé číslo. Proto jestliže MPII doporučuje dvě operace profukování a jednu kartáčování, provedou se zkoušky vhodnosti k použití bez operace kartáčování a pouze jedno profukování.

Pokud MPII doporučuje vysávání místo operace profukování, použije se stejný postup (včetně požadavků a odpovídajících snížení operací). Pokud je vysávání součástí postupu při vrtání, musí být vrtání provedeno bez odvětrávání (čímž je myšleno vyvětrávání prachu pravidelným vyndáváním vrtáku z otvoru) během průběhu vrtání. Pokud je čištění provedeno s odsávacím nástavcem nebo dutým vrtákem, musí být použita během průběhu vrtání minimální určená sací síla.

## Posouzení

### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu.
- Ověř se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R5.
- Určí se činitel robustnosti  $\gamma_{inst}$  podle Tabulky 2.4.
- Pokud  $\alpha < 0,65$  použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s rqd.  $\alpha = 0,65$  v rovnici (2.14) a  $\gamma_{inst} = 1,4$ .

### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

## 2.2.5.4 Robustnost ve vodou naplněném otvoru (série zkoušek B8)

### Účel zkoušky

Série zkoušek je provedena pro posouzení vlivu sníženého úsilí při čištění ve vodou nasyceném betonu a vodou naplněném otvoru.

Tyto zkoušky se nepožadují u kotev, kde je v návodu výrobce k montáži stanoveno, že před montáží se musí voda z otvoru zcela odstranit. V návodu k montáži musí být jasně uvedeno, že k náležitému odstranění vody nestačí pouhé zasunutí patrony nebo vstříknutí lepicího materiálu a musí být popsán správný postup úplného odstranění vody.

### Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny s kotvícími prvky velikosti s/m/l (viz. Tabulka A1.2) s maximální hloubkou zapuštění v betonu bez trhlin C20/25. Aby se zabránilo porušení oceli, postupujte podle Obrázku A2.1.

Zkoušky se provádějí v betonu, který byl v oblasti kotvení nasycen vodou. K zajištění vodou nasyceného betonu v oblasti kotvení se použije postup podle 2.2.5.3..

Otvor se vyčistí pomocí vybavení dodaného výrobcem ve dvou operacích profukování ruční pumpou nebo stlačeným vzduchem a jedné operaci kartáčování, např. buď profouknutí-kartáčování-profouknutí nebo profouknutí-profouknutí-kartáčování. Typ profukování a pořadí kartáčování/profukování musí být provedeno tak jak je popsáno v MPII. Tento zkušební postup platí pouze v případě, je-li v MPII specifikováno čištění otvoru v nejméně čtyřech operacích profukování a dvou operacích kartáčování, což znamená dvojnásobek operací zmíněných výše. Je-li v návodu specifikováno méně, výše uvedený požadavek (2 profukování + 1 kartáčování) se úměrně zmenší a počet operací se sníží na nejbližší celé číslo. Proto jestliže MPII doporučuje dvě operace profukování a jednu kartáčování, provedou se zkoušky vhodnosti k použití bez operace kartáčování a pouze jedno profukování.

Pokud MPII doporučuje vysávání místo operace profukování, použije se stejný postup (včetně požadavků a odpovídajících snížení operací). Pokud je vysávání součástí postupu při vrtání, musí být vrtání provedeno bez odvětrávání (čímž je myšleno vyvětrávání prachu pravidelným vyndáváním vrtáku z otvoru) během průběhu vrtání. Pokud je čištění provedeno s odsávacím nástavcem nebo dutým vrtákem, musí být použita během průběhu vrtání minimální určená sací síla.

Po vyčištění otvoru se otvor naplní vodou. Aniž by se voda z otvoru odstranila, vloží se lepicí materiál a vsune zapuštěná část tak, jak je uvedeno v MPII.

### Posouzení

#### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R5.
- Určí se činitel robustnosti  $\gamma_{inst}$  podle Tabulky 2.4.
- Pokud  $\alpha < 0,65$  použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s  $rqd$ .  $\alpha = 0,65$  v rovnici (2.14) a  $\gamma_{inst} = 1,4$ .

#### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

### 2.2.5.5 Robustnost techniky mísení (série zkoušek B9)

#### Účel zkoušky

Série zkoušek je provedena pro posouzení vlivu techniky mísení.

Zkoušky se požadují pouze u těch typů kotev, u nichž je technika mísení řízena montážním pracovníkem; k těmto technikám patří:

- a) mísení složek do změny barvy celého materiálu
- b) mísení po stanovenou dobu pomocí doporučeného zařízení
- c) provádění stanoveného počtu opakujících se operací mísení

Zkoušky mohou být vynechány, pokud mísení malty je zajištěno použitím systému typu patrona podle Obrázku 1.1 nebo statickým směřovačem u injektážního typu podle Obrázku 1.2.

### Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny s kotvícími prvky velikosti s/m/l (viz. Tabulka A1.2) s maximální hloubkou zapuštění v betonu bez trhlin C20/25. Aby se zabránilo porušení oceli, postupujte podle Obrázku A2.1.

Zkoušky se provádějí s neúplně smíseným materiálem, tj. při zkrácení specifikovaného postupu o 25 %. Například v případě podle písmena a) se zkouška provádí po dosažení 75 % doby potřebné k úplné změně barvy materiálu.

## Posouzení

### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $N_{u,m}$  [kN], převedená na jmenovitou pevnost betonu.
- Určí se 5% kvantil zatížení při porušení  $N_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost betonu.
- Ověří se variační součinitel zatížení při porušení. Pokud variační součinitel překročí 20% ( $cv_F > 20\%$ ), určí se redukční činitel pro velký rozptyl  $\beta_{cv}$  podle A2.3.4.
- Určí se redukční činitel  $\alpha$  podle Přílohy A srovnáním výsledků zkoušek s referenční sérií zkoušek podle Tabulky A1.1 řádek R5.
- Určí se činitel robustnosti  $\gamma_{inst}$  podle Tabulky 2.4.
- Pokud  $\alpha < 0,70$  použije se redukční činitel  $\alpha$  spolu s rqd.  $\alpha = 0,70$  v rovnici (2.14) a  $\gamma_{inst} = 1,4$ .

### Posuv při zatížení

- Určí se redukční činitel  $\alpha_1$  podle Přílohy A.
- Určí se posuv při 50 % průměrného zatížení při porušení  $\delta_{0,5N_{u,m}}$  [mm] v každé zkoušce.
- Určí se variační součinitel posuvu při 50 % průměrného zatížení při porušení  $cv_\delta$  [%]. Pokud je posuv při 50 % zatížení při porušení větší než 0,4 mm,  $cv_\delta$  nesmí přesáhnout 40 %.

### 2.2.5.6 Posouzení činitele pro citlivost na instalaci

Činitel  $\gamma_{inst}$  představující citlivost na montáž je vyhodnocen z výsledků zkoušek robustnosti, tj. série zkoušek B6 až B9.

Pro každou sérii zkoušek B6 až B9, dle požadavku výrobce, musí být určen činitel  $\gamma_{inst}$  podle Tabulky 2.4 porovnáním činitele  $\alpha$  s hodnotou rqd.  $\alpha$  pro určenou zkoušku. Použije se největší výsledný  $\gamma_{inst}$ .

**Tabulka 2.4 Hodnoty rqd.  $\alpha$  při zkouškách citlivosti na robustnost pro lepené kotvicí prvky**

| činitel $\gamma_{inst}$ | rqd. $\alpha$ pro zkoušky podle tabulky A1.1, respektive |               |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|
|                         | řádky B6 a B9                                            | řádky B7 a B8 |
| 1,0                     | $\geq 0,95$                                              | $\geq 0,9$    |
| 1,2                     | $\geq 0,8$                                               | $\geq 0,75$   |
| 1,4                     | $\geq 0,7$                                               | $\geq 0,65$   |

### 2.2.6 Minimální vzdálenost od okraje (série zkoušek B1)

#### Účel zkoušky

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

#### Podmínky při zkoušce

Zkoušky jsou požadovány pro průměry nejmenší, střední a největší velikosti. Zkoušky musí být provedena podle Technické zprávy TR 048, část 3.3.1 v betonu bez trhlin C20/25 s hloubkou zapuštění požadovanou výrobcem. Pro lepené kotvicí prvky s několika hloubkami zapuštění (proměnná hloubka zapuštění) musí být použita minimální požadovaná hloubka zapuštění. Kotvicí prvky musí být umístěny na nelitou stranou zkušebního betonového dílce se vzdáleností  $a \geq 3 h_{ef}$  mezi sousedícími skupinami.

Dva kotvicí prvky se instalují s minimální vzdáleností od okraje  $c_{min}$  a minimální roztečí  $s_{min}$  do zkušebního tělesa s minimální tloušťkou  $h_{min}$  platnou pro kotvicí prvek.

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

## Posouzení

Pro použití v betonu s trhlinami se předpokládá, že výztuž začne účinkovat, jakmile se objeví první trhлина. V důsledku toho je přijatelné nižší rozpětí mezi aplikovaným krouticím momentem při tvorbě trhliny a určeným krouticím momentem. To může vést k rozdílným hodnotám ( $s_{min}$ ,  $c_{min}$ ) pro použití v betonu s trhlinami a bez trhlin.

Minimální rozteč  $s_{min}$  a minimální vzdálenost od okraje  $c_{min}$  musí být vyhodnoceny z výsledků zkoušek se skupinou dvou kotvicích prvků ( $c = c_{min}$ ,  $s = s_{min}$ ). 5% kvantil krouticího momentu,  $T_{5\%}$ , vypočtený podle části A2.3.5, při němž se na jednom kotvicím prvku ze skupiny dvou kotvicích prvků objeví vlasová trhлина, musí vyhovovat rovnici (2.15).

$$T_{5\%} \geq k \cdot \max T_{fix} (f_c / f_{c,t})^{0,5} \quad (\text{pro porušení betonu}) \quad (2.15)$$

$\max T_{fix}$  je určeno výrobcem. Pro  $k$  mohou být převzaty následující hodnoty:

- (a) Rozptyl součinitelů tření určujících velikost síly způsobující prasknutí při požadovaném nebo doporučeném 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 doporučeném 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  |

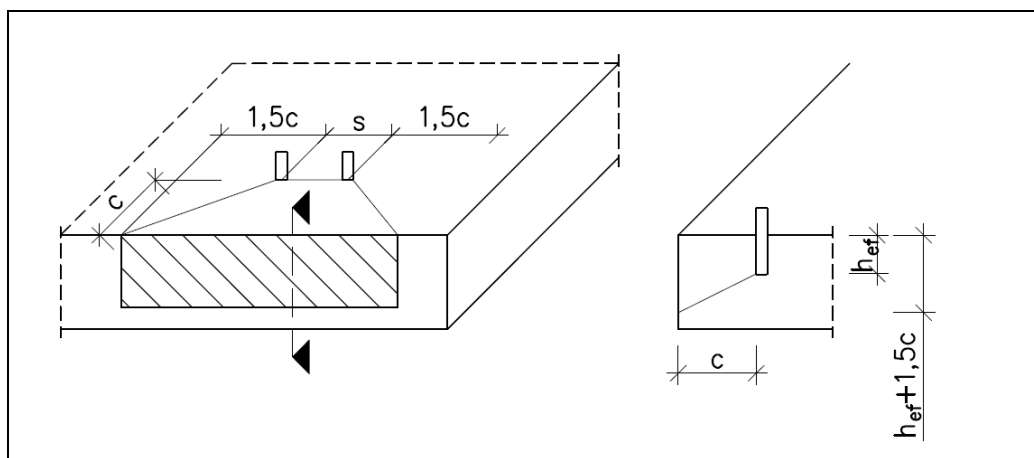
Výběr (a) nebo (b) v posouzení musí být zohledněn v FPC.

Síly způsobující prasknutí při požadovaném nebo doporučeném krouticím momentu závisí na předpínací síle vyvozené během utahování a na poměru síly způsobující prasknutí k předpínací síle. Předpínací síla a síla způsobující prasknutí mohou být měřeny v rámci vhodných zkoušek (viz Technická zpráva TR 048).

*Poznámka 21: 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.*

Pokud nejsou kritéria splněna, minimální vzdálenost od okraje a rozteč mohou být navýšeny bez dalších zkoušek podle následujícího posouzení:

- Vypočte se projekční plocha  $A_{sp,t} = (3 c_{min} + s_{min})(1,5 c_{min} + h_{ef})$  se vzdáleností od okraje a roztečí, jak bylo zkoušeno.
- Vypočte se  $k$  z rovnice (2.15), jak bylo zkoušeno.
- Vypočte se  $A_{sp}$  se zvětšenou  $c_{min}$  a/nebo  $s_{min}$  a ověřte se  $A_{sp} > r_{qd} \cdot k / k_{A_{sp,t}}$ .



**Obrázek 2.2** Projekční plocha  $A_{sp}$

## 2.2.7 Únosnost při porušení oceli při zatížení smykem (série zkoušek V1 a V2)

### 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.

$$V_{Rk,S}^0 = \alpha_v \cdot A_s \cdot f_{uk} = 0,5 \cdot A_s \cdot f_{uk} \quad [N] \quad (2.16)$$

$$M_{Rk,S}^0 = 1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk} \quad [Nm] \quad (2.17)$$

*Poznámka 22: Hodnota  $\alpha_v = 0,5$  je doporučena pro uhlíkové oceli s mezí pevnosti v tahu do 1000 N/mm<sup>2</sup>. Pro mez pevnosti menší než 500 N/mm<sup>2</sup> je tato hodnota považována za konzervativní. Návrhová ustanovení EN 1992-4 jsou platná pro zapuštěné kovové části se jmenovitou pevností v tahu  $f_{uk} \leq 1000$  N/mm<sup>2</sup>.*

Pokud nelze použít rovnice (2.16), musí být charakteristická únosnost při porušení oceli  $V_{Rk,S}$  určena zkouškami.

#### Účel zkoušky

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

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 kotvicího prvku. Pro všechny ostatní kotvicí prvky může být únosnost ve smyku určena pomocí rovnic (2.16) a (2.17).

Série zkoušek je také potřeba pro stanovení posuvů  $\delta_{v0}$  v části 2.2.10.

#### Podmínky při zkoušce

Zkoušky musí být provedeny v betonu bez trhlin C20/25 podle Technické zprávy TR 048, část 3.6.1. Zkoušky musí být provedeny se všemi velikostmi průměrů s nejmenší hloubkou zapuštění. Otvor v upevňovaném prvku nesmí být větší než jak určuje Tabulka 2.5.

**Tabulka 2.1 Průměr otvoru v připevňovaném prvku**

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

- 1) d pokud připevňovaný prvek zatěžuje šroub  
 $d_{nom}$  pokud připevňovaný prvek zatěžuje objímku

#### Posouzení

Následující posouzení musí být učiněno pro každou velikost kotvicího prvku a pro nejmenší hloubku zapuštění, kde dochází k porušení oceli:

##### Zatížení při porušení

- Určí se průměrná hodnota zatížení při porušení  $V_{Ru,m}$ .
- Určí se  $V_{Rk,S}^0 = V_{u,5\%}$  jako 5% kvantil zatížení při porušení  $V_{u,5\%}$  [kN], převedený na jmenovitou pevnost oceli podle rovnice (A2.8).

### 2.2.7.2 Skupina kotvicích prvků (činitel tažnosti $k_7$ )

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.

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  $A_5 \leq 8\%$ .

## 2.2.8 Únosnost při porušení vylomením (série zkoušek V2)

### Účel zkoušek

Série zkoušek je provedena pro stanovení činitele  $k_8$  pro návrh podle EN 1992-4 pro porušení vylomením. Série zkoušek je volitelná. Pokud nejsou zkoušky provedeny, platí výchozí hodnoty pro  $k_8$  podle Tabulky 2.6.

**Tabulka 2.2 Výchozí hodnoty pro  $k_8$**

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

### Podmínky při zkoušce

Zkoušky mohou být provedeny se skupinou 4 kotvicích prvků v betonu bez trhlin C20/25 podle Technické zprávy TR 048, část 3.6.2. Rozteč je zvolena jako  $s = s_{cr,N}$  a vzdálenost od okraje  $c \geq c_{cr,N}$ . Pokud dojde k porušení oceli, může být rozteč zmenšena.

### Posouzení

5% kvantil zatížení při prošení  $V_{u,5\%}$  v sérii zkoušek je porovnán s charakteristickou únosností skupiny kotvicích prvků při tahovém zatížení v betonu bez trhlin  $N_{Rk,ucr}$  podle rovnic (2.18) a (2.19).

$$k_8 = \frac{V_{u,5\%}}{N_{Rk,ucr}} \quad (2.18)$$

$$N_{Rk,ucr} = k_{ucr} \cdot h_{ef}^{1.5} \cdot \sqrt{f_{c,t}} \cdot \frac{(s + 3h_{ef})^2}{9h_{ef}^2} \quad (2.19)$$

## 2.2.9 Únosnost při porušení okraje betonu

Geometrické hodnoty  $d_{nom}$  a  $\ell_f$  použité pro návrh podle EN 1992-4 jsou dány následovně:

$d_{nom}$  vnější průměr kotvicího prvku vzhledem k zatížení smykem

$\ell_f$  účinná délka kotvicího prvku pro přenos smykového zatížení

### 2.2.10 Posuvy při krátkodobém a dlouhodobém zatížení

#### Posouzení

Minimálně musí být určeny posuvy při krátkodobém a dlouhodobém zatížení pro maximální provozní zatížení. Mohou být uvedeny jako absolutní hodnoty v [mm] nebo relativní hodnoty, buď vzhledem k jednotkám napětí při přilepení v [mm/(N/mm<sup>2</sup>)] nebo vzhledem k jednotkám zatížení v [mm/kN].

Hodnoty posuvu při krátkodobém zatížení tahem a smykem ( $\delta_{NO}$  a  $\delta_{VO}$ ) se vyhodnocují podle zkoušek na jednotlivých kotvách bez účinků okraje nebo rozteče. Odvozená hodnota musí přibližně odpovídat 95% kvantilu při hladině významnosti 90 %.

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

Při zatížení smykem by se posuv mohl zvětšovat vlivem mezery mezi připevňovaným prvkem a kotvou. Vliv této mezery se bere v úvahu při navrhování (viz EN 1992-4). V ETA musí být jasně stanoveno, zda byla tato mezera vzata v úvahu při posouzení.

Nejsou-li k dispozici jiné informace, je možno vypočítat hodnotu  $\delta_{N\infty}$  tímto způsobem:

U kotvicích prvků určených k použití v betonu s trhlami se posuv při dlouhodobém zatížení tahem  $\delta_{N\infty}$  vypočte z výsledků zkoušek se změnou šířky trhlin (viz Tabulka A1.1, řádek B13) podle rovnice (2.20).

$$\delta_{N\infty} = \frac{\delta_{m1}}{15} \quad (2.20)$$

U kotvicích prvků určených k použití v betonu pouze bez trhlin se posuv při dlouhodobém zatížení tahem  $\delta_{N\infty}$  vypočte z výsledků zkoušek stálého zatížení (viz Tabulka A1.1, řádek B14 a B15) podle rovnice (2.21).

$$\delta_{N\infty} = \frac{\delta_{m2}}{2,0} \quad (2.21)$$

Hodnoty posuvu při dlouhodobém zatížení smykem  $\delta_{V\infty}$  lze pokládat přibližně rovné 1,5násobku hodnoty  $\delta_{V0}$ .

### 2.2.11 Trvanlivost kovových částí

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

(X1) 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.

(X2) Kotvicí prvky určené k použití v konstrukcích vystavených venkovnímu prostředí (včetně průmyslového a mořského prostředí) nebo trvale vlhkému vnitřnímu prostředí, pokud nejsou přítomny zvláštní agresivní podmínky podle (3):

Mohou být použity kovové části kotvicího prvku zhotoveny z korozivzdorné oceli jakosti 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4362, 1.4062, 1.4562, 1.4662, 1.4439, 1.4462 nebo 1.4539 podle EN 10088:2014 [18].

(X3) Kotvicí prvky určené k použití v konstrukcích vystavených venkovnímu prostředí nebo trvale vlhkému vnitřnímu prostředí nebo agresivním podmínkám jako jsou trvalé nebo střídavé ponoření do mořské vody nebo vystavení účinkům tříště mořské vody, chloridová atmosféra krytých bazénů nebo extrémně chemicky znečištěné prostředí (např. v odsířovacích zařízeních nebo v silničních tunelech, kde se používají prostředky proti námraze):

Mohou být použity kovové části kotvicího prvku zhotoveny z korozivzdorné oceli jakosti 1.4529, 1.4565 a 1.4547 podle EN 10088:2014 [8].

Tyto kotvicí prvky mohou být také použity v podmínkách (X1) a (X2).

### 2.2.12 Obsah, emise a/nebo uvolňování nebezpečných látek

Vlastnosti vytvrzeného lepicího materiálu s ohledem na emise a/nebo uvolňování a, tam kde je to vhodné, obsah nebezpečných látek budou posouzeny na základě informací poskytnutých výrobcem<sup>2</sup> po identifikaci scénářů při uvolnění (v souladu s EOTA TR 034 [12]) s přihlédnutím k určenému použití výrobku a členským státům, pro jejichž trhy je dle výrobce výrobek určen.

<sup>2</sup> TAB může požádat výrobce, aby poskytl informace vycházející z požadavků nařízení REACH, které musí přiložit k Prohlášení o vlastnostech (DoP) (v souladu s článkem 6(5) Nařízení (EU) č. 305/2011).

Výrobce není povinen:

- poskytnout chemické složení výrobku (nebo složky výrobku) TABu, nebo
- poskytnout TABu psané prohlášení uvádějící zda výrobek (nebo složky výrobku) obsahuje látky, které jsou klasifikovány jako nebezpečné podle Směrnice 67/548/EEC a Nařízení (EC) č. 1272/2008 a uvedené v „Orientační seznam nebezpečných látek“ SGDS.

Jakákoliv informace poskytnutá výrobcem ohledně chemického složení výrobku nemusí být poskytnuta EOTA nebo TABům.

Identifikované určené scénáře při uvolnění pro tento výrobek a určené použití s ohledem na nebezpečné látky jsou:

IA 2: Výrobek s nepřímým kontaktem s vnitřním ovzduším (např. překryté výrobky), ale možným dopadem na vnitřní ovzduší.

S/W 1: Výrobek s přímým kontaktem se zeminou, podzemní a povrchovou vodou.

S/W 2: Výrobek s nepřímým kontaktem se zeminou, podzemní a povrchovou vodou.

### 2.2.12.1 SVOC a VOC

Pro určené použití, kterého se týká scénář při uvolnění IA2 musí být určeny částečně těkavé organické sloučeniny (SVOC) a těkavé organické sloučeniny (VOC) v souladu s EN 16516 [13]. Faktor zatížení k použití pro zkoušku emisí je  $0,007 \text{ m}^2/\text{m}^3$ .

Příprava zkušební vzorku je provedena použitím betonového prvku, ve kterém je kotva namontována v souladu s pokyny výrobce pro montáž (MP11) nebo (pokud pokyny nejsou k dispozici) běžné praxe při montáži kotev. Musí být použita kotva s největším výrobcem stanoveným závitem. Hloubka zapuštění musí být alespoň 4d.

Jakmile je zkušební výrobek připraven, dle popisu výše, měl by být ihned umístěn do emisní komory. Tento čas je považován za počáteční čas zkoušky emisí.

Výsledky zkoušky musí být uvedeny pro odpovídající parametry (např. velikost komory, teplota a relativní vlhkost, poměr větrání, faktor zatížení, velikost zkušební vzorku, kondicionování, datum výroby, datum dodání, doba zkoušky, výsledek zkoušky) po 3 a 28 dnech zkoušky.

Odpovídající výsledky zkoušky musí být vyjádřeny v ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) a uvedeny v ETA.

### 2.2.12.2 Rozpustné látky

Pro určené použití, kterého se týká scénář při uvolnění S/W 1 musí být posouzeny vlastnosti lepicího materiálu ohledně rozpustných látek. Musí proběhnout výluhová zkouška s následnou analýzou eluátu ve dvojím vyhotovením. Výluhové zkoušky lepicího materiálu jsou provedeny v souladu s CEN/TS 16637-2:2014 [14]. Výluhovadlo musí být pH-neutrální demineralizovaná voda a poměr kapalného objemu k ploše povrchu musí být  $(80 \pm 10) \text{ l}/\text{m}^2$ .

Musí být připraveny krychle lepicího materiálu s rozměry 100 mm x 100 mm x 100 mm.

V „6 hodinovém“ a „64 denním“ eluátu musí být provedeny následující biologické zkoušky:

- Zkouška akutní toxicity s *Daphnia magna* Straus v souladu s EN ISO 6341 [15]
- Zkouška toxicity s algae v souladu s ISO 15799 [16]
- Zkouška luminiscenční bakterie v souladu s EN ISO 11348-1 [17], EN ISO 11348 [18] nebo EN ISO 11348 [19]

Pro každou biologickou zkoušku musí být vyhodnoceny hodnoty EC20 pro poměry rozředění 1:2, 1:4, 1:6, 1:8 a 1:16.

Pokud je parametr TOC vyšší než 10 mg/l, musí být provedena následující biologická zkouška s „6 hodinovým“ a „64 denním“ eluátem:

- Biologická degradace v souladu s OECD Pokyny pro zkoušky 301 část A, B nebo E.

Toxicita vyhodnocená v biologických zkouškách musí být vyjádřena jako hodnoty EC20 pro každý poměr rozředění. Maximální vyhodnocená biologická odbouratelnost musí být vyjádřena jako „...% v rámci hodin/dní“. Musí být uvedeny příslušné postupy při zkoušce pro analýzu.



### **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 lepených kotvicích prvků při postupu posouzení a ověření stálosti vlastností jsou stanoveny dole v Tabulce 3.1.

Tabulka 3.1 je pouze příklad; kontrolní plán závisí na individuálních výrobních postupech a musí být stanoven mezi Oznamujícím subjektem a výrobcem pro každý výrobek.

**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)<br>[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 100000 prvků nebo když byla změněna surovina* |
| 2                                                                                                                         | Zatížení v tahu nebo pevnost v tahu                                                        | EN ISO 6892-1<br>EN ISO 898-1                                                                                                                                             |                              | 3                      |                                                                         |
| 3                                                                                                                         | Mez kluzu                                                                                  | EN ISO 3506-1                                                                                                                                                             |                              | 3                      |                                                                         |
| 4                                                                                                                         | Pozinkování - případně                                                                     | Rentgenospektrometrické měření podle EN ISO 3497 [17], magnetická metoda podle EN ISO 2178 [18], Metoda vířivých proudů využívající fázových změn podle EN ISO 21968 [19] |                              | 3                      |                                                                         |
| 5                                                                                                                         | Lomové prodloužení - případně                                                              | EN ISO 6892-1 [20]<br>EN ISO 898-1 [8]                                                                                                                                    |                              | 3                      |                                                                         |
| Lepicí materiál                                                                                                           |                                                                                            |                                                                                                                                                                           |                              |                        |                                                                         |
| 6                                                                                                                         | Číslo dávky a datum spotřeby                                                               | vizuální kontrola                                                                                                                                                         | Stanoveny v kontrolním plánu | 1                      | Každá dávka                                                             |
| 7                                                                                                                         | Složky                                                                                     | kontrola materiálu a množství složek podle receptu                                                                                                                        |                              |                        | Každá směna nebo 8 hodin výroby na stroj                                |
| 8                                                                                                                         | Měrná hmotnost / hustota                                                                   | Standardizované metody navržené výrobcem                                                                                                                                  |                              |                        |                                                                         |
| 9                                                                                                                         | Viskozita                                                                                  |                                                                                                                                                                           |                              |                        |                                                                         |
| 10                                                                                                                        | Reaktivita (doba gelovatění, případně: max. reakční teplota, doba do max. reakční teploty) |                                                                                                                                                                           |                              |                        |                                                                         |
| 11                                                                                                                        | Vlastnosti suroviny                                                                        | (např. infračervená analýza)                                                                                                                                              |                              |                        | Počáteční zkoušky a každá změna dávky                                   |
| 12                                                                                                                        | Vlastnosti vytvrzeného lepicího materiálu                                                  | (např. zkoušky tahem do porušení)                                                                                                                                         |                              | 3                      | Každá dávka                                                             |

\* menší kontrolní interval je rozhodující

### 3.3 Úkoly oznámeného subjektu

Základní body činností, které mají být provedeny oznámeným subjektem při postupu posouzení a ověření stálosti vlastností kotvicích 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 |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|
| <b>Počáteční inspekce ve výrobě a prověrka systému řízení výroby</b>  |                                                                                                                                       |                               |                              |                        |                            |
| 1                                                                     | Je třeba ověřit, že systém řízení výroby s personálem a vybavením jsou schopni zajistit souvislou a řádnou výrobu lepicího materiálu. | -                             | Stanoveno v kontrolním plánu | -                      | 1                          |
| <b>Průběžný dohled, posouzení a vyhodnocení systému řízení výroby</b> |                                                                                                                                       |                               |                              |                        |                            |
| 2                                                                     | Ověření, že systém řízení výroby a specifikované automatizované postupy jsou udržovány s ohledem na kontrolní plán.                   | -                             | Stanoveno v kontrolním plánu | -                      | 1/rok                      |

#### 4. ODKAZY NA DOKUMENTY

- [1] EN 206:2013, Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [2] EOTA Technická zpráva TR 048: 2016-08 Podrobnosti zkoušek dodatečně instalovaných kotvicích prvků do betonu
- [3] EOTA Technická zpráva TR 049: 2016-08 Posouzení kovových kotvicích prvků při seismické činnosti
- [4] EN ISO 6988:1994 Kovové a jiné anorganické povlaky. Zkouška oxidem siřičitým s povšechnou kondenzací vlhkosti
- [5] EN 1992-1-1:2004 + AC:2010; Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] EN 1992-1-2:2004 + AC:2010; Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru
- [7] EN 1992-4, Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 4: Navrhování kotvení do betonu (očekávané verze 2017)
- [8] EN 10088:2014: Korozivzdorné oceli – Část 1: Přehled korozivzdorných ocelí a Část 3: Technické dodací podmínky pro polotovary, tyče, válcované dráty, profily a lesklé výrobky z ocelí odolných korozi pro obecné použití
- [9] EN 10204: 2004, Kovové výrobky - Druhy dokumentů kontroly
- [10] EN ISO/IEC 17025:2016, Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří (ISO/IEC DIS 17025:2016); německá a anglická verze prEN ISO/IEC 17025:2016
- [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 (ISO 898-1:2013)
- [12] EOTA Technická zpráva TR 034: Obecný kontrolní seznam pro EAD/ETA – Obsah a/nebo uvolňování nebezpečných látek ve stavebních výrobcích
- [13] EN 16516: Stavební výrobky - Posuzování uvolňování nebezpečných látek - Stanovení emisí do vnitřního ovzduší
- [14] CEN/TS 16637-2:2014, Stavební výrobky - Posuzování uvolňování nebezpečných látek – Část 2: Horizontální dynamická zkouška vyluhováním z povrchu
- [15] EN ISO 6341:2013-01, Jakost vod - Zkouška inhibice pohyblivosti *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) - Zkouška akutní toxicity (ISO 6341:2012)
- [16] ISO 15799:2003-11, Kvalita zeminy – Pokyny pro ekotoxikologické vlastnosti zeminy a zemních materiálů
- [17] EN ISO 11348-1:2009-05, Jakost vod - Stanovení inhibičního účinku vzorků vod na světelnou emisi *Vibrio fischeri* (Zkouška na luminiscenčních bakteriích) - Část 1: Metoda s čerstvě připravenými bakteriemi (ISO 11348-1:2007)
- [18] EN ISO 11348-2:2009-05, Jakost vod - Stanovení inhibičního účinku vzorků vod na světelnou emisi *Vibrio fischeri* (Zkouška na luminiscenčních bakteriích) - Část 2: Metoda se sušenými bakteriemi (ISO 11348-2:2007)
- [19] EN ISO 11348-3:2009-05, Jakost vod - Stanovení inhibičního účinku vzorků vod na světelnou emisi *Vibrio fischeri* (Zkouška na luminiscenčních bakteriích) - Část 3: Metoda s lyofilizovanými bakteriemi (ISO 11348-3:2007)

**PŘÍLOHA A PROGRAM ZKOUŠEK A OBECNÉ ASPEKTY POSOUZENÍ****A1 PROGRAM ZKOUŠEK**

Program zkoušek pro lepené kotvící prvky je uveden v Tabulce A1.1, jenž se vztahuje na kotvící prvky určené do betonu s trhlinami a bez trhlin a kotvící prvky určené pouze do betonu bez trhlin. U lepicích kotvicích prvků určených pro použití pouze do betonu bez trhlin mohou být zkoušky v betonu s trhlinami vynechány. Podrobné informace ohledně zkoušek jsou uvedeny v odpovídající části, na kterou se odkazuje tabulka.

U lepených kotvicích prvků určených k použití v betonu bez a s trhlinami, pro které není požadováno zlepšení vlastností v betonu vysoké pevnosti, je možno vynechat zkoušky podle Tabulky 1.1, Varianta 2,4,6, série zkoušek R2, R4, A2 a A4.

Lepený kotvící prvek nesmí být utahován s výjimkou zkoušek krouticího momentu.

Zkoušky musí být provedeny s hloubkou zapuštění požadovanou výrobcem (pro např. typ kotvícího prvku s kapslí). Pokud výrobce požádá o lepené kotvící prvky s více hloubkami zapuštění (proměnná hloubka zapuštění), zkoušky robustnosti podle Tabulky A1.1, řádek B6 až B9 musí být provedeny s maximální hloubkou zapuštění požadovanou výrobcem, zatímco ostatní zkoušky musí být provedeny s hloubkou zapuštění  $h_{ef} = 7d$ . Aby se zabránilo porušení oceli při tahových zkouškách, může být použit prvek s vyšší pevností oceli, nebo upravená hloubka zapuštění. Více podrobností je uvedeno v A2.

Doporučená velikost kotvícího prvku, jak je vyžadováno pro zkoušky v Tabulce A1.1, pro střední velikost „m“ je  $d = 12 \text{ mm}$  (1/2“).

Tabulka A1.1 Program zkoušek pro lepené kotvící prvky

| Č.                                                                | Účel zkoušky                                                                               | beton  | šířka<br>trhliny<br>[mm] | velikost<br>2) | $h_{ef}$         | $n_{min}$ | rqd. $\alpha$ | Část     |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------|----------------|------------------|-----------|---------------|----------|
| Únosnost při porušení oceli                                       |                                                                                            |        |                          |                |                  |           |               |          |
| N1                                                                | Únosnost oceli                                                                             | -      | -                        | Všechny        | -                | 5         | -             | 2.2.1.1  |
| N2                                                                | Maximální krouticí moment                                                                  | C50/60 | 0                        | Všechny        | 7d <sup>1)</sup> | 5         | -             | 2.2.1.2  |
| Referenční zkoušky (uspořádání se zamezením vzniku porušení)      |                                                                                            |        |                          |                |                  |           |               |          |
| R1                                                                | Pevnost přilepení se zamezením<br>vzniku porušení                                          | C20/25 | 0                        | Všechny        | 7d <sup>1)</sup> | 5         | -             | 2.2.2.1  |
| R2                                                                |                                                                                            | C50/60 | 0                        | s/m/l          | 7d <sup>1)</sup> | 5         | -             |          |
| R3                                                                |                                                                                            | C20/25 | 0,3                      | s/m/l          | 7d <sup>1)</sup> | 5         | -             |          |
| R4                                                                |                                                                                            | C50/60 | 0,3                      | s/m/l          | 7d <sup>1)</sup> | 5         | -             |          |
| R5                                                                | Reference pro citlivost na snížené úsilí<br>při čištění                                    | C20/25 | 0                        | s/m/l          | max              | 5         | -             | 2.2.5    |
| R6                                                                | Reference pro stálé zatížení                                                               | C20/25 | 0                        | m              | 7d <sup>1)</sup> | 5         | -             | 2.2.2.6  |
| R7                                                                | Reference pro mráz/tání                                                                    | C20/25 | 0                        | m              | 7d <sup>1)</sup> | 5         | -             | 2.2.2.7  |
| R8                                                                | Reference pro zkoušky se řezy                                                              | C20/25 | 0                        | m              | 30 mm            | 10        | -             | 2.2.2.12 |
| Základní zkoušky tahem s uspořádáním bez zamezení vzniku porušení |                                                                                            |        |                          |                |                  |           |               |          |
| A1                                                                | Charakteristická únosnost při zatížení<br>tahem neovlivněná účinky okraje nebo<br>rozteče  | C20/25 | 0                        | s/m/l          | min              | 5         | -             | 2.2.2.2  |
| A2                                                                |                                                                                            | C50/60 | 0                        | s/m/l          | min              | 5         | -             |          |
| A3                                                                |                                                                                            | C20/25 | 0,3                      | s/m/l          | min              | 5         | -             |          |
| A4                                                                |                                                                                            | C50/60 | 0,3                      | s/m/l          | min              | 5         | -             |          |
| A5                                                                | Vzdálenost od okraje pro zabránění<br>prasknutí při zatížení                               | C20/25 | 0                        | s/m/l          | min              | 4         | 1,00          | 2.2.4    |
| A6                                                                | Minimální hloubka zapuštění                                                                | C20/25 | 0                        | s/m/l          | min              | 20        | 0,90          | 2.2.3.2  |
| Únosnost při zatížení smykem                                      |                                                                                            |        |                          |                |                  |           |               |          |
| V1                                                                | Charakteristická únosnost při zatížení<br>smykem neovlivněná účinky okraje<br>nebo rozteče | C20/25 | 0                        | Všechny        | min              | 5         | -             | 2.2.7.1  |
| V2                                                                | Minimální vzdálenost od okraje a<br>rozteč                                                 | C20/25 | 0                        | s/m/l          | min              | 5         | -             | 2.2.8    |

| Č.                              | Účel zkoušky                                                     | beton  | šířka<br>trhliny<br>[mm] | velikost <sup>2)</sup> | h <sub>ef</sub>   | n <sub>min</sub> | rqd. α                              | Část     |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------|----------|
| Únosnost při porušení vytažením |                                                                  |        |                          |                        |                   |                  |                                     |          |
| B1                              | Minimální vzdálenost od okraje a rozteč                          | C20/25 | 0                        | s/m/l                  | min               | 5                | -                                   | 2.2.6    |
| B2                              | Maximální dlouhodobá teplota                                     | C20/25 | 0                        | m                      | min               | 5                | -                                   | 2.2.2.9  |
| B3                              | Maximální krátkodobá teplota                                     | C20/25 | 0                        | m                      | min               | 5                | -                                   | 2.2.2.9  |
| B4                              | Minimální instalační teplota                                     | C20/25 | 0                        | m                      | min               | 5                | 1,00                                | 2.2.2.10 |
| B5                              | Minimální doba vytvrzení při normální teplotě okolního prostředí | C20/25 | 0                        | m                      | min               | 5 + 5            | 0,90 ref<br>pro dlouhé<br>vytvrzení | 2.2.2.11 |
| B6                              | Robustnost v suchém betonu                                       | C20/25 | 0                        | s/m/l                  | max <sup>2)</sup> | 5                | viz.<br>Tabulka 2.4                 | 2.2.5.2  |
| B7                              | Robustnost ve vodou nasyceném betonu                             | C20/25 | 0                        | s/m/l                  | max <sup>2)</sup> | 5                |                                     | 2.2.5.3  |
| B8                              | Robustnost ve vodou zaplněném otvoru (čistá voda)                | C20/25 | 0                        | s/m/l                  | max <sup>2)</sup> | 5                |                                     | 2.2.5.4  |
| B9                              | Robustnost techniky mísení                                       | C20/25 | 0                        | m                      | max <sup>3)</sup> | 5                |                                     | 2.2.5.5  |
| B10                             | Zvětšená šířka trhliny                                           | C20/25 | 0,5                      | s/m/l                  | 7d <sup>1)</sup>  | 5                | 0,80                                | 2.2.2.3  |
| B11                             | Zvětšená šířka trhliny                                           | C50/60 | 0,5                      | s/m/l                  | 7d <sup>1)</sup>  | 5                | 0,80                                | 2.2.2.3  |
| B12                             | Opakované zatížení                                               | C20/25 | 0                        | m                      | 7d <sup>1)</sup>  | 5                | 1,00                                | 2.2.2.4  |
| B13                             | Změna šířky trhliny při zatížení                                 | C20/25 | 0,1 - 0,3                | Všechny                | 7d <sup>1)</sup>  | 5                | 0,90                                | 2.2.2.5  |
| B14                             | Stálé zatížení (normální teplota okolního prostředí)             | C20/25 | 0                        | m                      | 7d <sup>1)</sup>  | 5                | 0,90                                | 2.2.2.6  |
| B15                             | Stálé zatížení (maximální dlouhodobá teplota)                    | C20/25 | 0                        | m                      | 7d <sup>1)</sup>  | 5                | 0,90                                | 2.2.2.6  |
| B16                             | Podmínky mráz/tání                                               | C50/60 | 0                        | m                      | 7d <sup>1)</sup>  | 5                | 0,90                                | 2.2.2.7  |
| B17                             | Směr instalace                                                   | C20/25 | 0                        | max                    | 7d <sup>1)</sup>  | 5                | 0,90                                | 2.2.2.8  |
| B18                             | Vysoce zásadité prostředí                                        | C20/25 | 0                        | m                      | 30 mm             | 10               | 1,00 (R8)                           | 2.2.2.12 |
| B19                             | Šířčítá atmosféra                                                | C20/25 | 0                        | m                      | 30 mm             | 10               | 0,90 (R8)                           | 2.2.2.12 |

<sup>1)</sup> Tato hodnota platí pro lepené kotvicí prvky injektážního typu a typu s náplní v samostatném obalu. Pro lepené kotvicí prvky s patronou musí být použita určená hloubka zapuštění spojená s velikostí patrony. Aby se zabránilo porušení oceli, může být zapotřebí upravit hloubku zapuštění (viz A2).

<sup>2)</sup> Při zkoušce vytažením se musí zabránit porušení oceli. Aby se zabránilo porušení oceli, může být zapotřebí upravit hloubku zapuštění (viz A2).

Pro určené série zkoušek podle Tabulky A1.1 a Tabulky B.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 A1.2.

**Tabulka A1.2 Snížený rozsah zkoušených velikostí s/m/l**

| Počet požadovaných velikostí | Počet průměrů, které mají být zkoušeny |
|------------------------------|----------------------------------------|
| do 5                         | 3                                      |
| 6 až 8                       | 4                                      |
| 9 až 11                      | 5                                      |
| více než 11                  | 6                                      |

## A2 USTANOVENÍ PRO VŠECHNY SÉRIE ZKOUŠEK

Pokud je to možné, musí se postupovat podle Technické zprávy TR 048 s ohledem na zkušební dílce, nastavení zkoušek a vlastnosti zkoušek. Úpravy jsou řešeny v následujících částech, které mají vyšší platnost než rozporná ustanovení Technické zprávy TR 048.

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

Pro způsob porušení “kombinovaným porušením vytažením a vytržením kužele betonu” je charakteristické vytržení zapuštěné části (s okolní maltou nebo bez ní) z betonu. V závislosti na různých působících faktorech mohou jednotlivé kotvící prvky a zejména skupiny kotvících prvků vykazovat kombinované porušení vytažením a vytržením kužele betonu začínající v kterémkoliv bodě podél hloubky zapuštění.

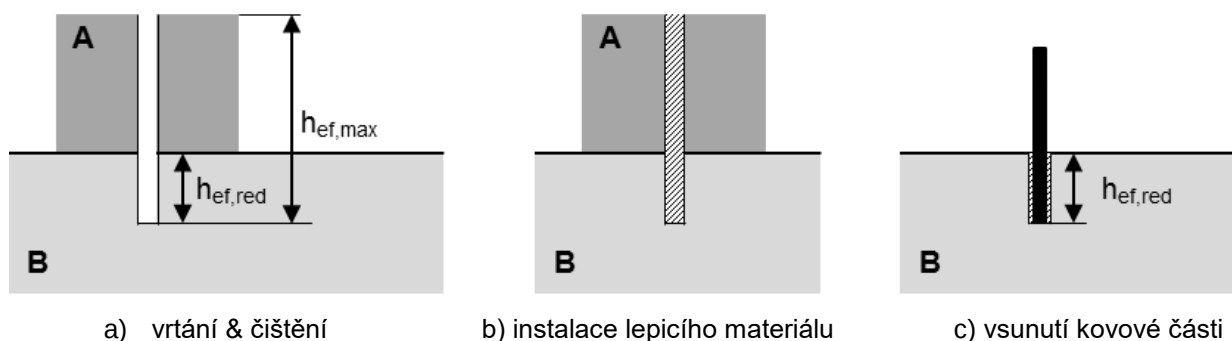
Pro způsob porušení “vytržením kužele betonu” je charakteristické porušení betonu začínající v nejhlubším bodě zapuštění. Tento způsob porušení lze pozorovat u jednotlivých kotvících prvků nebo skupin kotvících prvků s účinkem i bez účinku vzdálenosti od okraje. Způsob porušení vytržením kužele betonu představuje nejvyšší možnou odolnost lepených kotvících prvků a je možné jej předvídat podle současných zkušeností, jak je uvedeno v EN 1992-4 rovnice (7.1) při použití standardních hodnot pro činitele  $k_{ucr,N} = 11,0$  a  $k_{cr,N} = 7,7$  vzhledem k pevnosti betonového válce.

“Porušení oceli” nebo “porušení prasknutím” může limitovat odolnost lepených kotvících prvků v porovnání s odolností v případě “kombinovaného porušení vytažením a vytržením kužele betonu” nebo “porušení vytržením kužele betonu”.

Aby se při zkouškách zabránilo “porušení oceli”, mohou být použity zapuštěné části vyšší pevnosti, než jaká je specifikována výrobcem a uvedena v ETA, pokud tím nebude ovlivněna funkce kotvícího prvku. Tato podmínka je splněna, je-li geometrie zapuštěné části z oceli vyšší pevnosti, stejná jako u specifikované zapuštěné části.

V případech, kdy použití prvků kotvy o vyšší pevnosti (pevnost oceli  $\geq 10,9$ ) nestačí k tomu, aby se zabránilo “porušení oceli”, změní se hloubka zapuštění kotvícího prvku. Tento princip může zrušit platnost požadavku na hloubky zapuštění uvedené v Tabulce A1.1, kromě série zkoušek zabývajících se robustností (B6 až B9). Aby se zabránilo porušení oceli při zkouškách s maximální hloubkou zapuštění pro systémy s injektážním typem nebo jmenovitou hloubkou zapuštění pro systémy s patronou, může být použit následující zkušební postup.

Použije se zkušební dílec skládající se ze dvou betonových bloků A a B složených na sobě bez trvalého spojení, jak je ukázáno na Obrázku A2.1a). Vyvrtá se otvor v souladu s postupem popsáním v MPII. Otvor se vyčistí tak, jak je popsáno dole pro specifickou zkoušku. Nainstaluje se lepicí materiál a prvek (u systému typu s patronou) nebo pouze lepicí materiál (u systému injektážního typu) v souladu s MPII s vybavením dodaným výrobcem, jak je ukázáno na Obrázku A2.1b). Horní blok A se odstraní a u systému injektážního typu se namontuje ocelová část (Obrázek A2.1c)). Po vytvrzení se provede zkouška tahem se zamezením vzniku porušení. V této souvislosti  $h_{ef,red}$  představuje zmenšené zapuštění, při kterém je zabráněno natažení oceli při použití vysoko pevnostní oceli. Pro systémy s patronou musí být uspořádání zkoušky náležitě upraveno.



**Obrázek A2.1** Uspořádání zkoušky pro zabránění porušení oceli

U zkoušek bez zamezení vzniku porušení s minimální specifikovanou hloubkou zapuštění může při zkouškách docházet k “porušení vytržením kužele betonu”. Jestliže se tyto výsledky používají k vyhodnocení charakteristické únosnosti přilepení (případně modifikované různými ovlivňujícími faktory), je takový postup konzervativní. Přesnějších výsledků lze dosáhnout, pokud se minimální hloubka zapuštění zvolí takovým způsobem, aby rozhodující bylo porušení přilepení (“kombinované porušení vytažením a vytržením kužele betonu”).

Lepené kotvící prvky s velkou pevností přilepení mohou při zkouškách bez zamezení vzniku porušení vykazovat pouze “porušení vytržením kužele betonu” nebo “porušení oceli”. V tomto případě se doporučuje provádět všechny zkoušky jako zkoušky se zamezením vzniku porušení a vyhodnotit  $\tau_{Rk}$  a to se zřetelem k modifikačnímu činiteli uspořádání  $\alpha_{setup}$ .

Pro posouzení lepeného kotvící prvku se musí uskutečnit celý program zkoušek, včetně alespoň níže uvedeného minimálního počtu různých dávek betonu v rámci programu zkoušek:

Posouzení pro C 20/25: nejméně na 3 různých dávkách, jestliže beton pochází od různých dodavatelů  
nejméně na 4 různých dávkách, jestliže beton pochází od stejněho dodavatele

Posouzení pro C 50/60: nejméně na 2 různých dávkách, jestliže beton pochází od stejného nebo různých dodavatelů

Jestliže dávky betonu pocházejí od stejněho dodavatele, musí být zajištěno, aby každá dávka byla vyrobena z různé dodávky buď cementu, nebo kameniva.

Musí být provedeny referenční zkoušky tahem (R), které jsou nutné pro vyhodnocení výsledků zkoušek vhodnosti k použití se zohledněním vlivu různých parametrů na únosnost lepených kotvících prvků. Tyto zkoušky se musí provést na každé dávce. Všechny referenční zkoušky se musí provádět za těchto podmínek:

- v suchém betonu
- při normální teplotě okolního prostředí ( $T = \pm 21\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ )
- montáž podle návodu vydaného výrobcem
- jako zkoušky se zamezením vzniku porušení;

Referenční zkoušky se provádějí na stejných dávkách betonu jako zkoušky, s nimiž mají být porovnávány. Referenční zkoušky se musí provádět na betonu bez trhlin (beton s trhlami:  $\Delta w = 0,3\text{mm}$ ), jestliže se výsledky porovnávají s výsledky zkoušek na betonu bez trhlin (betonu s trhlami).

V každé sérii musí být provedeno nejméně 5 referenčních zkoušek s velikostí M12 pro každou dávku betonu. Variační součinitel zatížení při porušení v jedné (každé) sérii referenčních zkoušek musí být  $cv_F \leq 15\%$ . Z toho důvodu může být zapotřebí navyšovat počet referenčních zkoušek dokud COV nesplní požadavky.

Jestliže výrobce podává žádost pro zapuštěné části lepených kotvících prvků, které jsou geometricky identické, avšak jsou vyrobeny z různých materiálů, musí být všechny zkoušky provedeny s jedním materiálem. U ostatních materiálů musí být provedeny pouze zkoušky krouticího momentu podle Tabulky A1.1, řádek N2 a pokud má zapuštěná část po délce zúžený úsek, jsou nutné zkoušky smykem podle Tabulky A1.1, řádek V1 k vyhodnocení charakteristické únosnosti ve smyku.



Má-li se posouzení vztahovat na více než jednu techniku vrtání, musí být zkoušky provedeny při všech technikách vrtání. Pokud jsou pro jeden systém použity různé velikosti balení, typů směšovací trysky a aplikačních pistolí, musí být prokázáno stejné směšování složek lepicího materiálu pro všechny velikosti balení a se všemi typy směšovací trysky a aplikačních pistolí, pro které je systém určen.

Doba vytvrzení před zahájením zkoušky v sérii zkoušek, podle Tabulky A1.1 řádky B1 až B19, musí být porovnatelná s dobou vytvrzení v odpovídající sérii referenčních zkoušek.

## **A2.1 Instalace**

Kotvicí prvek musí být nainstalován v souladu s MPII kromě zkoušek podle Tabulky A1.1, řádky B6 až B9.

## **A2.2 Pevnost betonu a stáří betonu**

Zkoušky jsou provedeny pro posouzení v „nízké pevnosti betonu C20/25“ a „vysoké pevnosti betonu C50/60“. Proto musí být pevnost betonu v době zkoušek kotvicích prvků v rámci následujících omezení:

$$\text{C20/25: } 25 \leq f_{c,\text{cube}} \leq 35 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\text{C50/60: } 60 \leq f_{c,\text{cube}} \leq 70 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Zkušební betonový dílec musí být v době instalace a zkoušek starý alespoň 21 dní.

## **A2.3 Analýza mezních zatížení**

### **A2.3.1 Posouzení způsobu porušení**

Zkušební laboratoř musí určit a podat zprávu o počátečním způsobu porušení pro každou zkoušku

Zkoušky tahem:

- vytržení kužele betonu (cc) – uvede se průměr a hloubka kužele betonu
- prasknutí (sp) – zkušební podmínky pro zkoušku v betonu bez trhlin v případě, kdy byla první trhlina zpozorována
- porušení přilepení mezi prvkem a lepicím materiálem (be)
- porušení přilepení mezi lepicím materiálem a vyvrtaným otvorem (bb) (může nastat smíšené porušení mezi prvkem a lepicím materiálem jakož i mezi lepicím materiálem a vyvrtaným otvorem (bbe))
- kombinované porušení přilepení a porušení betonu při zkouškách bez zamezení porušení (bc)
- porušení oceli (s) – určí se místo na kotvicím prvku kde došlo k porušení oceli

Zkoušky smykem:

- porušení oceli (s) - určí se místo na kotvicím prvku kde došlo k porušení oceli
- vylomení (pr) – vylomení betonu proti směru zatížení (může nastat při mělkém zapuštění)
- porušení odlomení okraje betonu (ce) – může nastat při zkoušce blízko okraje

Pokud není počáteční porušení jasné, může být ve zprávě uvedena kombinace způsobů porušení.

**A2.3.2 Přepočet zatížení při porušení na jmenovitou pevnost**

Přepočet zatížení při porušení musí být proveden podle rovnice (A2.1) až (A2.8) v závislosti na způsobu porušení.

Činitel  $\psi_{c,50}$  může být určen odděleně pro beton s trhlinami a bez trhlin.

|                                                   |                                                                                                        |        |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Porušení betonu</b>                            | $F_{u,c} = F_{u,t} \cdot \left( \frac{f_c}{f_{c,t}} \right)^{0,5}$ with $\frac{f_c}{f_{c,t}} \leq 1,0$ | (A2.1) |
| <b>Porušení přilepení</b>                         | $F_{u,p} = F_{u,t} \cdot \left( \frac{f_c}{f_{c,t}} \right)^m$ with $\frac{f_c}{f_{c,t}} \leq 1,0$     | (A2.2) |
| <b>zamezení vzniku porušení – bez trhlin</b>      | $m = \frac{\log(N_{u,m,R2} / N_{u,m,R1})}{\log(f_{c,R2} / f_{c,R1})} \leq 0,5$                         | (A2.3) |
| <b>zamezení vzniku porušení – s trhlinami</b>     | $m = \frac{\log(N_{u,m,R4} / N_{u,m,R3})}{\log(f_{c,R4} / f_{c,R3})} \leq 0,5$                         | (A2.4) |
| <b>bez zamezení vzniku porušení – bez trhlin</b>  | $m = \frac{\log(N_{u,m,A2} / N_{u,m,A1})}{\log(f_{c,A2} / f_{c,A1})} \leq 0,5$                         | (A2.5) |
| <b>bez zamezení vzniku porušení – s trhlinami</b> | $m = \frac{\log(N_{u,m,A4} / N_{u,m,A3})}{\log(f_{c,A4} / f_{c,A3})} \leq 0,5$                         | (A2.6) |
|                                                   | $\psi_{c,xx} = \left( \frac{f_{ck,xx}}{f_{ck,20}} \right)^m > 10^{1)}$                                 | (A2.7) |
| <b>Porušení oceli</b>                             | $F_{u,s} = F_{u,t} \frac{f_u}{f_{u,t}}$                                                                | (A2.8) |

1) Pokud se nedělá rozdíl pro podmínky s trhlinami a bez trhlin, činitel m musí být určen jako minimum z rovnic (A2.3) až (A2.6).

**A2.3.3 Přepočet zatížení při porušení na pevnost přilepení**

Průměrné zatížení při porušení a 5% kvantil zatížení při porušení musí být převedeny na pevnost přilepení vzhledem k průměru kovové části podle rovnic (A2.9) a (A2.10).

$$\tau_{Ru} = \frac{N_{Ru}}{\pi \cdot d \cdot h_{ef}} \quad (A2.9)$$

$$\tau_{5\%} = \frac{N_{5\%}}{\pi \cdot d \cdot h_{ef}} \quad (A2.10)$$

**A2.3.4 Přepočet zatížení při porušení s ohledem na vliv dávky betonu**

Pokud je pozorováno porušení přilepení, přepočet zatížení při porušení pro všechny zkoušky provedené v dávce-i  $F_{u,t,i}$ , musí být provedeno podle rovnice (A2.11).

$$F_{u,p} = F_{u,t,i} \cdot \alpha_{ref,i} \quad (A2.11)$$

Činitel  $\alpha_{ref,i}$  zohledňuje citlivost každé určité dávky použitím výsledků referenčních zkoušek a musí být vypočten podle rovnice (A2.12).

$$\alpha_{ref,i} = \frac{\min \tau_{Ru,m,i,12}}{\tau_{Ru,m,i,12}} \leq 1,0 \quad (A2.12)$$

Pokud je variační součinitel mezní únosnosti přilepení  $cv \leq 15 \%$  u všech výsledků sérií referenčních zkoušek se středním průměrem, pak může být vynecháno posouzení podle rovnice (A2.12) a  $\alpha_{Ref} = 1,0$ . V takovém případě je nutné stanovit charakteristickou únosnost pevnosti přilepení ze série referenčních zkoušek a základních zkoušek tahem s variačním koeficientem 15 %.

**A2.3.5 Kritéria rozptylu zatížení při porušení**

Pokud variační součinitel zatížení při porušení přesáhne 15% a není větší než 30% v kterékoliv sérii zkoušek podle Tabulky A1.1, řádky R1 až R8 a A1 až V1, musí se počítat s následující snížením:

$$\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(cv - 15)} \leq 1,0 \quad (\text{A2.13})$$

Pokud variační součinitel zatížení při porušení přesáhne 15% a není větší než 30% v kterékoliv sérii zkoušek podle Tabulky A1.1, řádky B1 až B19, musí se počítat s následující snížením:

$$\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(cv - 20)} \leq 1,0 \quad (\text{A2.14})$$

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.

Nejmenší výsledek min  $\beta_{cv}$  v kterékoliv zkoušce musí být posouzen.

**A2.3.6 Stanovení 5% kvantilu pevnosti přilepení**

Hodnota 5% kvantilu mezní únosnosti přilepení naměřená při zkouškách je vypočtena v souladu se statistickým postupem pro hladinu spolehlivosti 90%. V případě lepených kotvicích prvků se mohou série zkoušek skládat z více než jednoho průměru kotvicího prvku zkoušeného při stejných podmínkách. Pokud nedojde k přesnému ověření, předpokládá se normální rozložení a neznámá směrodatná odchylka souboru.

$$\tau_{u,5\%} = \tau_{u,m} (1 - k_s \cdot cv_F) \quad (\text{A2.15})$$

$$F_{u,95\%} = F_{u,m} (1 + k_s \cdot cv_F) \quad (\text{A2.16})$$

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

$n = 10$  zkoušek:  $k_s = 2,57$

*Poznámka 23: Hladina spolehlivosti je definována pro charakteristickou únosnost kotvicích prvků v EN 1992-4 a proto použita pro posouzení v tomto EAD.*

**A2.3.7 Stálé zatížení, pulzující zatížení**

Pokud je zatížení  $N_p$ , vyvozené na kotvicím prvku během série zkoušek podle Tabulky A1.1, řádky B12 až B16, menší než požadované zatížení, redukční činitel  $\alpha_p$  musí být započten při posouzení. Pro posouzení je podle (2.14) použita nejmenší hodnota  $\alpha_p$  z jakékoliv série těchto zkoušek.

$$\alpha_p = \frac{N_{p,t}}{N_p} \leq 1,0 \quad (\text{A2.17})$$

kde

$N_{p,t}$  zatížení vyvozené na kotvicím prvku v úspěšné sérii zkoušek

$N_p$  požadované zatížení v sérii zkoušek

**A2.3.8 Zatížení při porušení (redukční činitel  $\alpha$ )**

Pro sérii zkoušek B4 až B19 musí být průměrné zatížení při porušení a 5% kvantil průměrného zatížení porovnány s odpovídající referenční sérii zkoušek ze základní série zkoušek tahem podle Tabulky A1.1:

$$\alpha = \min \{F_{u,m,t} / F_{u,m,r}; F_{u,5\%,t} / F_{u,5\%,r}\} \leq 1,0 \quad (\text{A2.18})$$

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 %.

S výjimkou série zkoušek B6 až B9 (Tabulka A1.1) může být použito jako referenční zatížení také charakteristické zatížení nárokové v ETA.

Pro zkoušky citlivosti na instalaci je použit redukční činitel  $\alpha$  pro stanovení činitele  $\gamma_{inst}$ , který bere v úvahu citlivost na instalaci.

Pokud kritéria uvedená v rovnici (A2.18) pro požadovanou hodnotu  $\alpha$  nejsou v sérii zkoušek splněna, charakteristická únosnost musí být snížena o  $\alpha$  / rqd.  $\alpha$ .

## A2.4 Analýza posuvů

### A2.4.1 Ztráta přilnavosti

U lepených kotev dochází k nekontrolovanému skluzu, je-li lepicí materiál vytažen z vyvrtaného otvoru spolu se zapuštěnou částí (protože vztah mezi zatížením a posuvem významně závisí na nepravidelnostech vyvrtaného otvoru). Odpovídající zatížení na začátku nekontrolovaného skluzu se nazývá zatížení při ztrátě přilnavosti  $N_{u,adh}$ .

$N_{u,adh}$  musí být vyhodnoceno pro každou zkoušku z naměřené křivky zatížení/posuv. Zatížení při ztrátě přilnavosti je charakterizováno podstatnou změnou strmosti (Obrázek A2.2). Pokud změna strmosti není příliš výrazná, např. když strmost plynule klesá, vyhodnocuje se zatížení při ztrátě přilnavosti následujícím způsobem:

- 1) Určí se tečna ke křivce zatížení/posuv v bodě, který odpovídá zatížení  $0,3 N_u$  ( $N_u$  = nejvyšší zatížení dosažené při zkoušce). Obecně může být strmost tečny brána jako strmost sečny procházející body  $0/0$  a  $0,3 N_u/\delta_{0,3}$  ( $\delta_{0,3}$  = posuv při  $N = 0,3 N_u$ ).
- 2) Strmost tečny se vydělí faktorem 1,5.
- 3) Bodem  $0/0$  se vynesou přímky odpovídající strmosti vypočtené podle bodu 2).
- 4) Průsečík této přímky s naměřenou křivkou zatížení/posuv udává zatížení  $N_{u,adh}$ , při němž se přilnavost poruší (viz. Obrázek A2.3).
- 5) Je-li na křivce zatížení/posuv nalevo od této přímky maximum, které je vyšší než zatížení v uvedeném průsečíku, považuje se za největší zatížení  $N_{u,adh}$ , viz. Obrázek A2.4.
- 6) Pokud je křivka zatížení/posuv na počátku velmi strmá ( $\delta_{0,3} \leq 0,05$  mm), může se přímka vynesena pro výpočet posunout do bodu  $(0,3 N_u/\delta_{0,3})$ , viz. Obrázek A2.5.

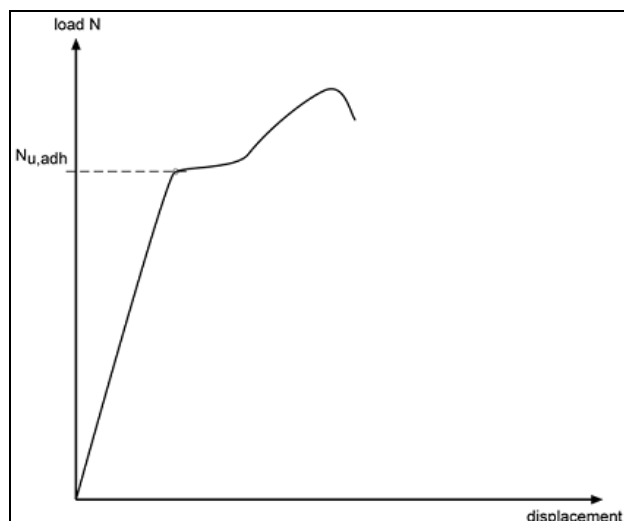
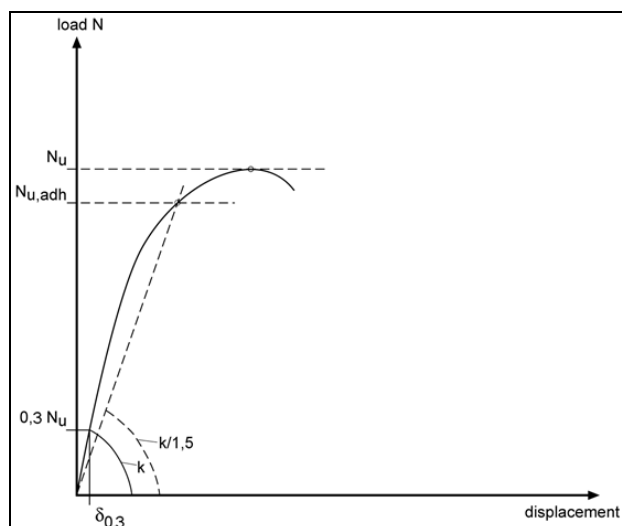
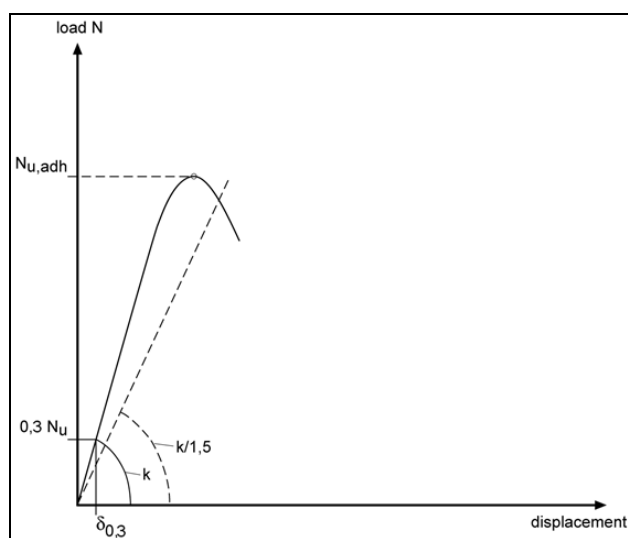
Při všech zkouškách tahem se vypočítává činitel  $\alpha_1$  podle rovnice (A2.19):

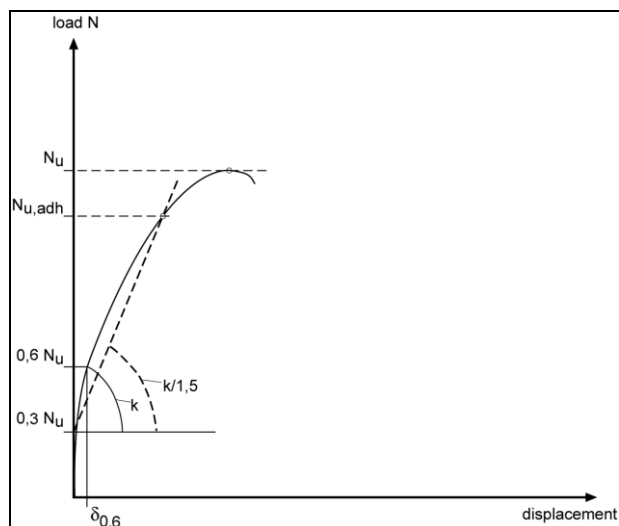
$$\alpha_1 = \frac{N_{u,adh}}{N_{Rk,p}} \cdot \frac{1,5}{1,3} \cdot \gamma_{inst} \leq 1,0 \quad (A2.19)$$

kde

$N_{Rk,p} = \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}$ ; charakteristická únosnost při porušení vytažením uvedená v ETA pro třídu pevnosti betonu a stav betonu (s trhlinami, bez trhlin) odpovídající vyhodnocované zkoušce tahem

Vyhodnocení zatížení při ztrátě přilnavosti se nevyžaduje, jestliže k porušení dochází mezi maltou a zapuštěnou částí po celé hloubce ukotvení (viz. definice nekontrolovatelného skluzu). V tomto případě se činitel  $\alpha_1$  pokládá rovný 1,0.

**Příklady křivek zatížení-posuv****Obrázek A2.2** Zatížení při ztrátě přilnavosti s podstatnou změnou strmosti**Obrázek A2.3** Vyhodnocení zatížení při ztrátě přilnavosti**Obrázek A2.4** Vyhodnocení zatížení při ztrátě přilnavosti



**Obrázek A2.5** Vyhodnocení zatížení při ztrátě přilnavosti

#### A2.4.2 Omezení rozptylu posuvů

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

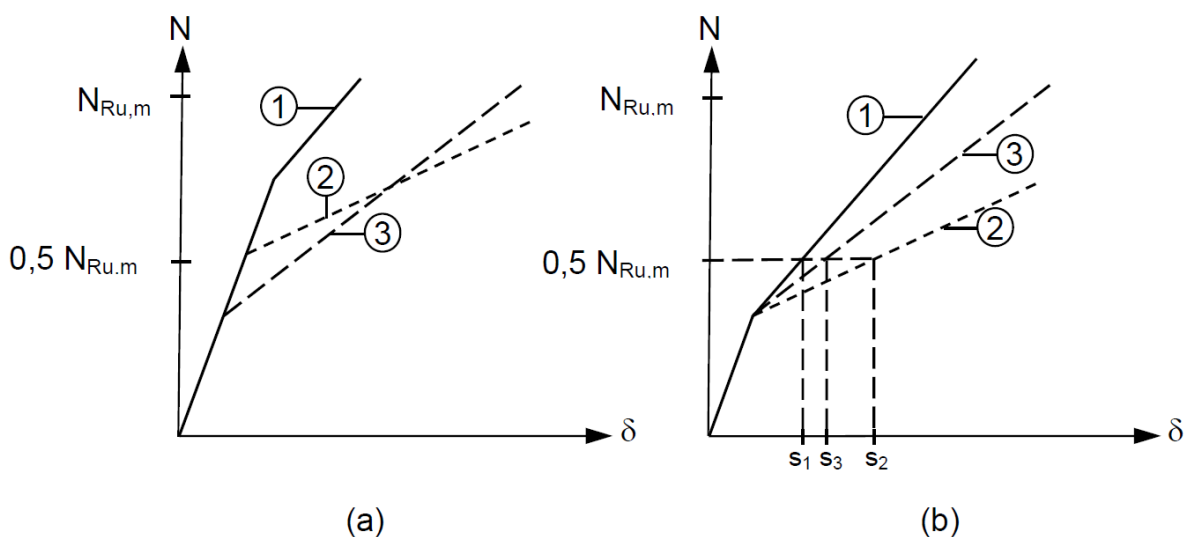
Variační součinitel průměrného posuvu při zatížení  $0,5 N_{u,m}$  musí splňovat omezení daná rovnicí (A2.20) a rovnicí (A2.21).

$$cv_{\delta} \leq 0,25 \text{ (série zkoušek R1 až R8, A1 až A5, B1 až B5)} \quad (\text{A2.20})$$

$$cv_{\delta} \leq 0,40 \text{ (série zkoušek B4 až B17)} \quad (\text{A2.21})$$

Křivky zatížení/posuv mohou být pro stanovení posuvu při  $0,5 N_{u,m}$  posunuty podle obrázku A2.6.

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



**Obrázek A2.6** Vliv předpětí na křivky zatížení/posuv

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

**PŘÍLOHA B POSOUZENÍ LEPENÝCH ROZPĚRNÝCH KOTVICÍCH PRVKŮ****B1 Obecně**

Lepené rozpěrné kotvicí prvky jsou montovány do válcových otvorů, přenos zatížení je uskutečněn např. mechanickým uzavřením kužele nebo několika kuželů do lepicího materiálu a poté kombinací lepicích a třecích sil v oblasti kotvení (betonu).

Když v tyči kotvicího prvku působí tahová síla určité velikosti, přilnavost mezi lepicím materiálem a tyčí kotvicího prvku je zničena.

Poté, co je toto přilepení zničeno, způsobují rozpěrné oblasti, díky své geometrii, roztažné síly, které tlačí lepicí materiál na stěnu vyvrtaného otvoru; lepicí materiál se tedy buď roztáhne nebo rozevře, tj. převezme funkci rozpěrné objímky aktivované krouticím momentem.

V betonu bez trhlin je efekt přenášení zatížení spojem za pomoci tření navýšen rozpěrnými silami. V betonu s trhlinami je pravděpodobné, že nastane značný úbytek přilnavosti mezi lepicím materiálem a betonem.

Funkce kotvicích prvků je zajištěna, je-li během zatěžování přilnavost mezi tyčí kotvicího prvku a lepicím materiálem zničena na nižší úrovni, než je kapacita přilepení mezi lepicím materiálem a stěnou vyvrtaného otvoru.

Vlivy teploty a trvanlivosti na lepicí materiál musí být určeny podle 2.2.

**B2 Metody ověření****B2.1 Program zkoušek**

Následující série zkoušek musí být provedeny a posouzeny jako u lepených kotvicích prvků podle 2.2 a programu zkoušek pro lepené kotvicí prvky uvedeném v Tabulce A1.1:

- Porušení oceli (N1 až N2)
- Referenční zkoušky (R1 až R8)
- Základní zkoušky tahem s uspořádáním pro zkoušku bez zamezení vzniku porušení (A1 až A6)
- Únosnost při zatížení smykem (V1 až V2)

Pro série zkoušek uvedených v Tabulce B2.1 platí část 2.2 s ohledem na

- účel zkoušky
- podmínky při zkoušce
- posouzení

pokud není zrušena Přílohou B pro lepené rozpěrné kotvicí prvky.

Pro zkoušení a posouzení lepených rozpěrných kotvicích prvků musí být připevňovací krouticí moment  $T_{fix}$ , na který se odkazuje část 2.2, nahrazen požadovaným instalačním krouticím momentem  $T_{inst}$  určeným výrobcem.

**Tabulka B2.1 Program zkoušek pro lepené kotvicí prvky**

| Č.  | Účel zkoušky                                          | beton  | šířka<br>trhliny<br>[mm] | $T/T_{inst}$ | velikost<br>1) 2) | $n_{min}$ | rqd. $\alpha$       |
|-----|-------------------------------------------------------|--------|--------------------------|--------------|-------------------|-----------|---------------------|
| E1  | Redukovaný instalační krouticí moment v suchém betonu | C20/25 | 0,3                      | 0,5          | všechny           | 10        | viz. Tabulka<br>2.4 |
| E2  | Robustnost v suchém betonu                            | C20/25 | 0,3                      | 1/0,5        | všechny           | 10        |                     |
| E3  | Robustnost ve vlhkém betonu                           | C20/25 | 0,3                      | 1/0,5        | všechny           | 10        |                     |
| E4  | Robustnost v zatopeném otvoru (čistá voda)            | C20/25 | 0,3                      | 1/0,5        | všechny           | 10        |                     |
| E5  | Robustnost techniky mísení                            | C20/25 | 0,3                      | 1/0,5        | m                 | 10        |                     |
| E6  | Zvětšená šířka trhliny                                | C20/25 | 0,5                      | 1/0,5        | s/m/l             | 10        | 0,80                |
| E7  | Zvětšená šířka trhliny                                | C50/60 | 0,5                      | 1/0,5        | s/m/l             | 10        | 0,80                |
| E8  | Změna šířky trhliny při zatížení                      | C20/25 | 0,1–0,3                  | 1/0,5        | s/m/l             | 10        | 0,90                |
|     |                                                       |        |                          |              | mezilehlé         | 5         |                     |
| E9  | Stálé zatížení (normální teplota okolního prostředí)  | C20/25 | 0                        | 1/0,5        | m                 | 5         | 0,90                |
| E10 | Stálé zatížení (maximální dlouhodobá teplota)         | C20/25 | 0                        | 1/0,5        | m                 | 5         | 0,90                |
| E11 | Maximální krouticí moment                             | C50/60 | 0                        | -            | všechny           | 5         | -                   |
| E12 | Podmínky mráz/tání                                    | C50/60 | 0                        | 1/0,5        | m                 | 5         | 0,90                |
| E13 | Směr instalace                                        | C20/25 | 0,3                      | 1/0,5        | max               | 5         | 0,90                |
| E14 | Zkouška síly při prokluzu                             | C20/25 | 0,3                      | 0            | všechny           | 5         | -                   |
| E15 | Zkouška síly přilepení                                | C20/25 | 0,3                      | 0            | všechny           | 5         | -                   |

<sup>1)</sup> Viz. Tabulka A1.2; m: prostřední velikost (12 mm) nebo nejmenší velikost, je-li větší než 12 mm;

<sup>2)</sup> Zmenšený rozsah zkoušených velikostí s/m/l závisí na počtu požadovaných velikostí a je uveden v Tabulce A1.2.



## B2.2 Obecně

Požadované zkoušky pro lepené krouticím momentem aktivované kotvicí prvky jsou uvedeny v Tabulce B2.1. Navíc jsou požadovány zkoušky provozních podmínek podle Tabulky A1.1, řádky A1 až A4.

Zkoušky uvedené v Tabulce B2.1, řádky E1 až E8 mohou být provedeny se sníženým počtem zkoušek  $n_{\min} = 5$ , pokud jsou provedeny zkoušky síly přilepení a prokluzu a požadavky podle B2.7 jsou splněny. Pokud podmínky podle části B2.7 nejsou splněny nebo zkoušky síly přilepení a prokluzu nejsou provedeny, platí Tabulka B2.1. Z toho důvodu se doporučuje nejdříve provést zkoušky podle Tabulky B2.1, řádek E14 a E15 a ověřit požadavky části B2.7.

Zkušební postup uvedený v Tabulce B2.1, řádky E1 až E13 odpovídá v zásadě zkouškám požadovaným pro lepené kotvicí prvky podle Tabulky A1.1, potřebné úpravy a přizpůsobení (včetně počtu zkoušek) jsou uvedeny v následujícím textu.

Pro lepené kotvicí prvky se požaduje, aby byl program zkoušek proveden v betonu vyrobeném z různých dávek betonu, aby byl vzat v úvahu možný vliv různých složení betonu na vlastnosti přilepení.

Avšak pokud nastane při zkoušce porušení vytažením (vytažení tyče kotvicího prvku s maltou), musí se vzít v úvahu vliv různých dávek betonu stejně jako u lepených kotvicích prvků.

Na rozdíl od lepených kotvicích prvků musí být všechny zkoušky v řádcích E1 až E8 a řádku E13 provedeny jako zkoušky bez zamezení vzniku porušení v betonu s trhlinami. Výsledky těchto zkoušek se porovnají s výsledky zkoušek podle Tabulky A1.1, řádek A3 (zkoušky v C20/25) nebo řádek A4 (zkoušky v C50/60).

Výsledky zkoušek podle řádku E9, E10 a E12 musí být porovnány s referenčními zkouškami se zamezením vzniku porušení provedenými ve stejné dávce betonu.

Při zkouškách musí být použit krouticí moment  $T_{\text{inst}}$  určený výrobcem v MPII, kromě zkoušek podle Tabulky B2.1 E1 a E11. Pro robustnost E1 a citlivost na krouticí moment E11 platí na krouticí moment odlišné požadavky.

Krouticí moment musí být snížen na 0,5  $T_{\text{inst}}$  deset minut po jeho užití. Není-li výrobcem dán žádný krouticí moment, zkoušky se provedou bez krouticího momentu.

## B2.3 Robustnost

Zkoušky robustnosti musí být provedeny v souladu s Technickou zprávou TR 048 a 2.2.5, avšak musí být provedeny v betonu s trhlinami ( $\Delta w = 0,3$  mm) jako zkouška bez zamezení vzniku porušení.

Při zkoušce podle řádku E1 musí být použit krouticí moment 50 %  $T_{\text{inst}}$  doporučený výrobcem. Otvor musí být vyčištěn podle návodu k montáži od výrobce.

Pro posouzení platí část 2.2.5.

## B2.4 Směr instalace

Tyto zkoušky se musí provést v betonu s trhlinami  $\Delta w = 0,3$  mm jako zkoušky bez zamezení vzniku porušení.

## B2.5 Zkouška síly při prokluzu

Pro stanovení síly při prokluzu jsou provedeny zkoušky podle Tabulky B2.1, řádek E14.

Síla při prokluzu je taková síla, při které je zničena přilnavost mezi tyčí kotvicího prvku a lepicího materiálu.

Síla při prokluzu může být určena význačnou změnou strmosti na křivce zatížení-posuv a/nebo jasným zvýšením síly způsobující prasknutí.

Musí být provedeno alespoň 5 zkoušek na jednu velikost kotvicího prvku.

Průměrná síla při prokluzu ( $F_{\text{slip},m}$ ) a 95% kvantil síly při prokluzu ( $F_{\text{slip},95\%}$ ) musí být určen pro každou velikost s hladinou spolehlivosti 90% a předpokládanou neznámou standardní odchylkou.

Kotvicí prvek je instalován do betonu C 20/25 s čištěním otvoru podle MPII.

Není použit žádný krouticí moment.

Po otevření trhliny do  $\Delta w = 0,3$  mm je kotvicí prvek zatěžován až do porušení.

Relativní posuv tyče kotvicího prvku vzhledem k betonu je měřen indukčním snímačem posuvu na té straně kotvicího prvku, která je opačná ke směru zatížení (nezatížený konec tyče).

## B2.6 Zkoušky síly přilepení

Pro stanovení síly přilepení jsou provedeny zkoušky podle Tabulky A2.1, řádek E15 s nejméně příznivými podmínkami pro kotvení.

Síla přilepení je definována jako zatížení při ztrátě přilnavosti mezi lepicím materiálem a stěnou vyvrtaného otvoru.

Zkoušky jsou provedeny v betonu s trhlinami C20/25  $\Delta w = 0,3$  mm za použití takové tyče kotvicího prvku, která nevytváří žádné rozpěrné síly (např. normální závitová tyč se srovnatelným průměrem a délkou) místo tyče, která je pro rozpěrný kotvicí prvek určená.

Nepoužije se žádný krouticí moment.

Čištění otvoru je provedeno v souladu se sérií zkoušek robustnosti pro lepené kotvicí prvky, viz. (2.2.5).

Musí být provedeno alespoň 5 zkoušek na jednu velikost kotvicího prvku. Zkoušky jsou provedeny při nejméně příznivých podmínkách pro zkoušky robustnosti (E2 až E4).

Stanovení zatížení při ztrátě přilnavosti musí být vyhotoveno podle A2.4.1.

Zatížení musí být přepočteno na hodnotu jmenovité pevnosti betonu C 20/25 podle části A2.3.2.

Průměrná síla přilepení ( $\min F_{\text{bond},m}$ ) a 5% kvantil síly přilepení ( $F_{\text{bond},5\%}$ ) musí být určen pro každou velikost kotvicího prvku s hladinou spolehlivosti 90% a předpokládanou neznámou standardní odchylkou.

## B2.7 Posouzení zkoušek síly při prokluzu a síly přilepení

Musí být splněna následující kritéria:

$$F_{\text{bond},m} / F_{\text{slip},m} \geq 3,0 \quad (\text{B2.1})$$

$$F_{\text{bond},5\%} / F_{\text{slip},95\%} > 1,3 \quad (\text{B2.2})$$

$F_{\text{bond},m}$  = průměrná síla přilepení;

$F_{\text{slip},m}$  = průměrná síla při prokluzu;

$F_{\text{slip},95\%}$  = 95% kvantil síly při prokluzu;

$F_{\text{bond},5\%}$  = 5% kvantil síly přilepení.

Tyto dvě podmínky zajišťují, při předpokladu normálního rozložení síly přilepení a síly při prokluzu a neznámé směrodatné odchylce, že síla při prokluzu nepřekročí sílu přilepení s pravděpodobností řádu  $10^{-3}$ .

Dvě podmínky, uvedené výše, jsou považovány za rovnocenné, pokud variační koeficient ze zkoušek je  $\leq 15\%$  (zkoušky podle Tabulky B2.1, řádek E14) a  $\leq 10\%$  (zkoušky podle Tabulky B2.1, řádek E15).

Pokud je variační koeficient větší v sérii zkoušek určitých velikostí kotvicího prvku, pak může být buď zvýšen počet zkoušek v této sérii, nebo navýšen poměr v rovnici (B2.1) nebo (B2.2).

## B2.8 Vztah zatížení posuv

Křivky zatížení/posuv rozpěrných lepených kotvicích prvků v betonu s trhlinami mohou zobrazovat krátký plochý průběh (max. délka 0,5 mm) a v některých případech také velmi malý pokles zatížení.

Toto chování označuje bod, kde je zničena přilnavost mezi lepicím materiálem a tyčí kotvicího prvku. Tento malý plochý průběh je přijatelný pro tento druh kotvicího prvku v betonu s trhlinami a není považován za nekontrolovaný skluz.

**B2.9 Vliv teploty a trvanlivosti**

Zkoušky pro posouzení vlivu teploty na nosnost kotvícího prvku musí být provedeny podle 2.2.2.9 a 2.2.2.12 s lepenými rozpěrnými kotvícími prvky středního průměru.

Referenční zkoušky musí být provedeny v betonu bez trhlin ze stejné dávky.

Pro posouzení trvanlivosti kotvícího prvku musí být provedeny tzv. zkoušky na řezech s takovou tyčí kotvícího prvku, která nevytváří rozpěrné síly (např. normální závitová tyč) podle 2.2.2.12.

**B2.10 Stanovení charakteristické únosnosti**

Stanovení charakteristické únosnosti musí být uvedeno v síle ( $N_{Rk}$  v kN) místo pevnosti přilepení jako u lepených kotvících prvků ( $\tau_{Rk}$  v N/mm<sup>2</sup>), jak je uvedeno v rovnici (B2.3)

$$N_{Rk} = N_{5\%} \cdot \min \beta_{cv} \cdot \min \alpha_p \cdot \left( \min \frac{\alpha}{r_{qd} \cdot \alpha} \right) \cdot \alpha_{ref} \cdot \min \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \quad (B2.3)$$