

REVIZE 01

DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY
D.1.2. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ
D.1.2.a) TECHNICKÁ ZPRÁVA

PŘÍSTAVBA A STAVEBNÍ ÚPRAVY
GYMNÁZIUM VÁCLAVA BENEŠE TŘEBÍZSKÉHO
SMETANOVO NÁMĚSTÍ 1310, 274 01 SLANÝ

Stavebník a objednatel: Město Slaný
Velvarská 136/1
274 01 Slaný

Zpracovatel: Ing. Robin Grebík
Antonína Dvořáka 330, 511 01 Turnov
IČO 87862719
Autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku
ČKAIT 0011357
e-mail: robin.grebik@centrum.cz

1 OBSAH

1	OBSAH	2
2	ÚVOD.....	3
3	SOUBOR POUŽITÝCH NOREM	3
3.1	Řada norem ČSN	3
3.2	Technická pravidla České betonářské společnosti ČSSI.....	3
4	POUŽITÉ PODKLADY	3
5	POPIS NOSNÝCH KONSTRUKCÍ	4
5.1	PŘÍSTAVBA VÝTAHOVÉ ŠACHTY	4
5.1.1	Spodní stavba.....	4
5.1.2	Krystalizační hydroizolační přísady	5
5.1.3	Sanace	5
5.1.4	Samozhojení betonu	5
5.1.5	Podkladní beton.....	6
5.1.6	Založení.....	6
5.1.7	Konstrukce suterénu	6
5.1.8	Nadzemní stavba.....	6
5.2	PŘEKLADY	6
5.3	ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY	7
5.3.1	Princip navrženého řešení	7
5.3.2	Inženýrské sítě.....	7
5.3.3	Dovolené odchylky.....	7
5.3.4	Použité konstrukční prvky	7
6	BETONÁŽ V ZIMNÍM OBDOBÍ.....	7
6.1	Podmínky s nízkými teplotami.....	8
6.2	Podmínky se zápornými teplotami	8
7	BETONÁŽ V LETNÍM OBDOBÍ	8
8	OŠETŘOVÁNÍ BETONU	9
8.1	Teorie	9
8.2	Způsob a časový průběh ošetřování	9
9	TRHLINY V BETONU.....	10

10	PROVÁDĚNÍ, TOLERANCE A KONTROLY	12
11	POUŽITÉ MATERIÁLY	12
12	ZÁVĚR	13

2 ÚVOD

Na základě objednávky je zpracována stavebně konstrukční část dokumentace k provádění stavby. Součástí dokumentace je technická zpráva, podrobný statický výpočet a konstrukční výkresy dotčených nosných konstrukcí.

3 SOUBOR POUŽITÝCH NOREM

3.1 Řada norem ČSN

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1996-1-1 Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce

ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla

ČSN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – hodnocení existujících konstrukcí

3.2 Technická pravidla České betonářské společnosti ČBSI

02 Bílé vany, 2. vydání 2007 (vodonepropustné betonové konstrukce)

4 POUŽITÉ PODKLADY

[1] Architektonicko-stavební řešení, PlanPoint s.r.o., 11/2017

[2] Zpráva o předběžném IGP, RNDr. Renáta Vátrsová, 11/2017

[3] Založení výtahové šachty, ATA Engineering s.r.o., 09/2018

5 POPIS NOSNÝCH KONSTRUKCÍ

5.1 PŘÍSTAVBA VÝTAHOVÉ ŠACHTY

Výtahová šachta je navržena jako samostatný tubus u stávajícího objektu gymnázia. V nadzemní části je navržena jako ocelová (návrh není součástí tohoto projektu) a v podzemní části jako železobetonová. Vnější půdorysné rozměry šachty jsou 2,5 x 3,15 m. Výška konstrukce tubusu je cca 20 m. Výtah uvnitř tubusu je navržen s nosností 1000 kg (pro max. 13 osob) s protiváhou. Výtah vede z 1.PP do 4.NP. Šachta je od stávajícího objektu dilatována min. 20 mm.

5.1.1 Spodní stavba

Spodní část tubusu je navržena jako vodonepropustná konstrukce - tzv. bílá vana. Je nutné, aby veškeré složení betonových směsí pro konstrukci v kontaktu se zemínou navrhl technolog s ohledem na minimalizaci počátečního hydratačního tepla a smrštění. Finální návrh betonové směsi doporučujeme konzultovat se statikem, aby ověřil, zda bylo se stejnými hodnotami uvažováno ve výpočtu.

Konstrukce je navržena dle TP ČBS 02 jako vodonepropustná konstrukce - tzv. bílá vana spadající do třídy požadavků:

A₂ - lehce vlhká – Odpovídající specifikace jsou vizuálně i manuálně zjistitelná jednotlivá lesklá vlhká místa na plochách. Není možné měřit množství protékající vody, ale po dotyku suchou rukou jsou na ruce patrné stopy vody. Vlhké místa jsou připuštěna max. v 1% plochy konstrukce. Jednotlivé průsaky, které schnou. Ve zvláštních případech může být požadováno větrání popř. klimatizace. Použití pro garáže, strojovny, běžné dopravní stavby, kolektory.

Pro základovou desku a stěny suterénu je tlak vody uvažován **W₁** (1-5 m).

a proto návrh spadá do konstrukční třídy **Kon₂**, pro kterou platí požadavky: min tloušťka prvku 300 mm, max. šířka trhliny 0,25 mm.

Z důvodu umožnění objemových změn betonu se mezi podkladní beton a základovou desku doporučuje vložit separační kluzná vrstva a to z bitumenového pásu min. tl. 5 mm.

Veškeré pracovní a dilatační spáry musí být vždy ošetřeny proti pronikání vlhkosti systémovými prvky, jako jsou například spárové pásy, injektážní hadičky, těsnicí profily a plechy, bobtnavé prvky či jiné. Doporučujeme použít prvky ve standardu Jordahl & Pfeifer v následujících dimenzích:

Třída tlaku vody - <u>pracovní spáry</u>	Třída pásu	Materiál	Minimální šířka	Minimální tloušťka
W₁	1	PVC, PVC/NBR	240 mm	3,5 mm
		Elastomer	240 mm	8 mm
		Plech	300 mm	2 mm - viz poznámka
		Bentonit	20 mm	7 mm

Poznámka: při použití plechů s butylkaučukovým potahem stačí šířka 150 mm a tloušťka 1,8 mm.

- dilatační spáry:

W₁	2	PVC, PVC/NBR	320 mm	5 mm
		Elastomer	320 mm	12 mm
		Elastomer/plech	320 mm	10 + 1 mm

Konstrukce bílé vany musí být prováděny v souladu s veškerými požadavky a doporučeními TP ČBS 02 – Bílé vany, z nichž některé zásadní citujeme:

1. *Betonáž ve vodě (ať už tekoucí nebo stojaté) je zakázána.*
2. *Beton smí být uložen jen na čistý, hladký podklad.*
3. *Veškeré pracovní spáry je nutné pečlivě vyčistit a předem dostatečně navlhčit.*
4. *Plastová distanční tělíška se nesmí používat (použít lze beton, vláknobeton apod.).*
5. *Ošetřování musí být zajištěno tak, aby byl beton chráněn min. 3 dny před náhlým ochlazením a min. 7 dní před silným vysušením. Nejlépe se toho dosáhne tak, že se bednění ponechá co nejdéle.*
6. *Případné nátěry, stěrky i jiné vrstvy následné skladby na železobetonové konstrukci bílé vany musí být navrženy takové, které mají nízký difúzní odpor, aby jimi mohla prostupovat vodní pára po celou dobu životnosti konstrukce. V opačném případě může dojít vlivem prostupující páry k poškození těchto vrstev.*

I přes dodržení všech požadavků na návrh a provedení konstrukce se mohou v hotovém díle vyskytnout defekty, jako vlhká místa, trhliny, které nejsou v souladu s požadovanou konstrukční třídou. Tyto defekty lze však sanovat vhodným opatřením (např. injektáž, krystalizační nátěry apod.), neboť místa poruch jsou přesně určitelná a po jejich odstranění nepředstavují žádné snížení kvality díla.

5.1.2 Krystalizační hydroizolační přísady

Krystalizační hydroizolační přísady v žádném případě nepřidávat do čerstvé betonové směsi chvíli před betonáží, může tím dojít k znehodnocení betonové směsi. Za složení betonové směsi je zodpovědný technolog betonárky a zásah do jeho navržené směsi je nutné s ním konzultovat. Jedině on může předepsat použití hydroizolační přísady.

Pokud se použije látka do záměsové vody, rekrystalizace proběhne na nedeformované (nebo jen minimálně) konstrukci. Vlivem dalšího přitěžování (výstavba a předání do užívání) se konstrukce deformuje a vznikají trhliny. Ale beton už nerekrystalizuje. Přidávání těchto přísad nedoporučujeme, jejich funkce není prokazatelně příznivá a jejich výrobci nedávají žádné záruky.

5.1.3 Sanace

Protože v reálné konstrukci se vždy vyskytují trhliny, jejichž skutečná šířka je větší než šířka prokázaná, je potřeba předem počítat s jejich sanací. Ta je většinou prováděna injektážemi. Dodatečné injektáže tedy v rozumné míře nejsou ani chybou návrhu ani chybou provedení, ale jsou součástí koncepce bílých van.

V každém případě je vhodné, pokud to okolnosti dovolují, se započítím sanací počkat co nejdéle, zda nedojde k samovolnému uzavření trhliny (tzv. „samozhojení“), ke kterému obvykle dochází při nepatrné rychlosti a množství prosakující vody a při nepatrném pohybu okrajů trhliny.

Další možnosti sanace jsou závislé na charakteru poruchy (ohybové nebo smršťovací trhliny, pracovní spáry, dilatační spáry, plošné průsaky „hnízda“), ale obecně se nabízejí aplikace krystalizačních nátěrů, injektáže umělou pryskyřicí nebo cementovým mlékem do již osazeného injektážního systému nebo dodatečně navrtávané, zaplnění reprofilační maltou, nebo stříkaným betonem, opravy těsnících pásů svařením apod.

5.1.4 Samozhojení betonu

Německé předpisy pracují s pojmem „samozhojení“ betonu, kdy v případě průsaku vody trhlínami dochází ke zbytkové hydrataci volného cementu a tím k zavírání trhlín. Tato vlastnost souvisí s „tlakovým spádem“ konstrukční části. Ten je definován jako poměr

velikosti vodního přetlaku k tloušťce konstrukčního prvku. Přípustná šířka trhliny v našem případě je následující:

Tlakový spád h_w/d
 $h_w/d \leq 10$

Přípustná šířka trhliny
 $0,25 \text{ mm}$

5.1.5 Podkladní beton

Podkladní beton slouží zejména k ochraně základové desky z hlediska provádění a z hlediska aplikace kluzné vrstvy. Podkladní beton bude tl. 100 mm z prostého betonu. Pevnostní třída betonu C16/20.

5.1.6 Založení

Tubus je založen cca 3,7 m pod U.T. na základové desce. Předpoklad nivelety základové spáry je dle [2] v geotechnickém profilu pískovců – hornina R4 o nízké pevnosti (5-15 MPa v prostém tlaku) se střední až velkou hustotou diskontinuit s tabulkovou únosností $R_{dt}=0,3 \text{ MPa}$. Tento předpoklad je nutné ihned po odhalení z.s. in situ potvrdit přízvaným geologem.

Základová spára je navržena cca 0,75 m pod stávající z.s. přiléhajícího objektu. Z tohoto důvodu je nutné stávající základ lokálně staticky podchytit.

Podchycení je navrženo podezděním stávajícího základu betonovým zdivem v pevnostní kvalitě P20. Podezdění bude realizováno šachovnicově, viz výkres tvaru. Velký výkop se smí provést jen k patě stávajícího základu. V podchycované zdi vypažit okna, vzepřít meziokenní pilíře. Jednotlivé výkopové šachty provádět max. rozměrů 0,8 x 0,8 m, dno vyrovnat betonovým podlitím C16/20 tl. 50-100 mm. Nejdříve podkopat a podezdít plně zatížené části zdi, tj. nároží budovy, meziokenní pilíře, atd. Vedle nového pilíře lze zahájit výkopové práce až po zatvrdnutí malty (cca 1 týden). Pilíře zdít z plných cihel betonových klasického formátu na cementovou maltu M10. Spáry volit tenčí než obvykle, pilíře nemusí mít na krajích vysazeny ozuby pro zavázání. Poslední vrstvu vyklínovat proti starému základu a aktivovat pomocí tzv. zednického způsobu, kdy bude zbytková kontaktní plocha vyplněna pevnostní maltou s expanzním účinkem.

V případě odhalení stávajícího základu v kvalitě železobetonového proarmovaného pasu lze podchycení podezděním nahradit dobetonávkou z prostého betonu v kvalitě C16/20. Pracovní záběry dodržet stejné jako u podezdění.

5.1.7 Konstrukce suterénu

Základová deska a stěny jsou z hlediska požadavků bílé vany navrženy v tl. 300 mm. Kvalita betonu bude C30/37–XC2, XA1. Je důležité použít beton s pomalým nárůstem pevnosti, cement s nízkým vývinem hydratačního tepla, např. CEM III/B 32,5 N-SR/LH. Max. průsak dle ČSN EN 12390-8 činí 50 mm. Výztuž bude vázaná při obou površích ve dvou směrech v kvalitě B500B.

5.1.8 Nadzemní stavba

Nadzemní část je navržena jako ocelová konstrukce. Projektčně je řešena zhotovitelem výtahu.

Je nezbytné navrhnout vodorovné kotvení výtahu ke stávajícímu objektu na účinky zatížení větrem.

5.2 PŘEKLADY

Z hlediska dispozičních požadavků jsou navrženy nové ocelové překlady nad dveřními otvory do stávajícího objektu. Překlady nad otvory širokými < 2,5 m uložit na zdivo min. 150

mm za líc otvoru. Uložení provést vždy na betonové polštáře min. výšky 50 mm. Překlady nepodepírají stávající monolitické stropy (ověřit in situ), ale pouze přilehlou nadezdívku

5.3 ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY

5.3.1 Princip navrženého řešení

Konstrukce zajištění stavební jámy se skládá z prostorového mikrozáporového pažení. Stabilita mikrozáporového pažení bude zajištěna ocelovými rozpěrami a převázkami.

Dno stavební jámy je na úrovni -4,4 m od stávající podlahy 1.NP a nachází se nad hladinou podzemní vody.

5.3.2 Inženýrské sítě

Před zahájením prací musí být v zájmovém území zjištěny a trvale vyznačeny všechny zde vedené inž. sítě (včetně jejich specifikace, hloubky uložení, stavu, způsobu ochrany před poškozením, ověření funkčnosti vzhledem k okolní zástavbě, možnosti odpojení a zaslepení a podmínek správců pro povolení prací v jejich blízkosti).

PD předpokládá, že práce speciálního zakládání nezasahují do ochranného pásma ponechaných a přeložených inženýrských sítí, resp. že podmínky správců sítí pro práce v jejich blízkosti nebrání jejich realizaci.

5.3.3 Dovolené odchylky

- vrty mikrozápor
 - odchylka osy vrtu v návrtném bodu: ± 50 mm,
 - odchylka od směru max. 1 % délky vrtu,
 - délka vrtu: ± 100 mm,
- nosníky mikrozápor
 - odchylka polohy směrem ze stavební jámy: 50 mm
 - odchylka polohy směrem do stavební jámy: 0
 - odchylka od směru max. 1 % délky vrtu,
 - výška hlavy nosníku: ± 50 mm,

5.3.4 Použité konstrukční prvky

- vrty mikrozáporového pažení: $\varnothing 250$ mm
 - nosníky mikrozáporového pažení: HEB 120
- Vrty mikrozápor budou až po úroveň terénu vyplněny cementovou zálivkou. Maximální přípustné zatížení za rubem mikrozáporového pažení je 5 kN/m^2 v pásu šířky 6 m.
- dřevěné pažiny z jehličnatého dřeva II. jakost, tl. fošen 60 mm
 - rozpěry TR 102/6
 - převázky rozpěr 2xIPE120
- Převázky budou osazeny do stáv. zdiva do kapes a obetonovány. Převázky přivařit k záporům svařem tl. 4 mm.

6 BETONÁŽ V ZIMNÍM OBDOBÍ

Podmínky pro betonáž za nízkých teplot jsou podrobně popsány v neplatné normě ČSN 73 2400.

6.1 Podmínky s nízkými teplotami

Prostředí, jehož průměrná denní teplota v průběhu alespoň 3 dnů po sobě je nižší než +5°C pro betony s cementy portlandskými a nižší než +8°C pro betony s cementy směsnými, přičemž nejnižší denní nebo noční teplota neklesne pod 0°C.

6.2 Podmínky se zápornými teplotami

Prostředí, jehož teplota klesne pod 0°C.

Při výrobě betonové směsi cement nesmí přijít do styku s vodou ani s kamenivem, které mají teplotu vyšší než 60°C (směsné cementy) a 50°C (portlandské cementy). Teplota betonové směsi při vysypání z míchačky nesmí převyšovat hodnotu 30°C (transportbeton) a 25°C (staveništní betonárny). Nejdelší doba dopravy betonové směsi při teplotě prostředí menší než +5°C je 45 minut. Teplota betonové směsi při vysypání z míchačky musí být taková, aby působením tepelných ztrát během plnění, dopravy a další manipulace až do místa uložení neklesla pod +10°C. Bednění a výztuž musí být před betonováním očištěny od sněhu a námrazků, povrch podkladu, na který se betonuje, musí mít teplotu nejméně +5°C. Teplota betonové směsi nesmí klesnout před uložením do bednění pod +10°C a musí být taková, aby na začátku tuhnutí byla teplota čerstvého betonu nejméně +5°C. Konstrukce se musí neprodleně po ukončení betonáže přikrýt a ošetřovat tak, aby teplota povrchu betonu neklesla pod +5°C po dobu nejméně 72 hodin nebo nebyla vystavena působení mrazu, dokud krychelná pevnost betonu nedosáhne u betonu třídy:

C8/10 a nižší	4 MPa
C12/15 – C20/25	6 MPa
C20/25 a vyšší	8 MPa

Tepelný odpor krytu konstrukce nesmí být nižší než tepelný odpor bednění, je třeba dbát na stejnoměrné vychládání konstrukce. Při teplotě prostředí pod +5°C se beton nesmí kropit vodou, vlhčit ani zaplavovat a je třeba zabránit působení deště a sněhu na povrch betonu. Pokud se beton ošetřuje proteplováním (ohřevem) a není stanoven na základě porovnávacích zkoušek technologický postup, nesmí teplota betonu při proteplování přestoupit hodnotu +70°C. Chladnutí povrchu konstrukce musí být pozvolné a rovnoměrné. Pokles teploty nesmí přesáhnout hodnotu 20°C /hod. Podle dosavadních zkušeností s dosažitelností a účinností těchto opatření, je reálné provádět betonáže do teploty prostředí cca -5°C až -7°C. Pokud by teplota prostředí klesla pod tyto hodnoty, opatření výše uvedená by nemusela být účinná a proces tuhnutí a náběhu počátečních pevností by mohl být narušen. Pokud by se i v těchto podmínkách mělo betonovat, byla by vhodná masivnější opatření – např. elektroohřev.

7 BETONÁŽ V LETNÍM OBDOBÍ

Citace z časopisu Beton – Technologie, Konstrukce, Sanace, 2/2003 – Materiály a technologie: Letní betonáž, Doc. Ing. Dohnálek Jiří, CSc.

Za letní teploty se obvykle uvažují teploty nad 25°C ve stínu, kdy osluněný povrch betonové konstrukce může dosahovat teplot až 40-60°C.

Hydratace cementu, která způsobuje zrání betonu je procesem, který je významně urychlován zvýšenými teplotami (zvýšení teploty o 15-20°C vede ke zvýšení rychlosti hydratace o 100%). Dále v letním období dochází k nárůstu teploty výchozích složek, zejména kameniva, které se také nepříznivě projevuje na vlastnostech betonu.

Hlavní změny parametrů betonu v důsledku betonáže za zvýšených teplot:

1. Snížení zpracovatelnosti betonové směsi (zvýšení teploty o 15°C představuje 20% snížení zpracovatelnosti).
2. Pokles pevností betonu až do úrovně cca 10%, který je dán poměrně rychlým odpařováním vody z povrchu betonové konstrukce i horšími podmínkami zpracování betonové směsi.

3. Pokud je beton následně zvlhčen, lze počítat s dodatečným nárůstem betonu v delších termínech než jsou normové (28 dní).
4. Z hlediska objemových změn je výrazné rané hydratační smrštění, které se projevuje u vyztužených konstrukcí trhlinami, které kopírují horní výztuž (viz foto). Tyto trhliny jsou pak následně rozšiřovány smrštěním vlivem rychlého vysychání betonu. Tyto trhliny mohou mít důsledky zasahující statiku konstrukce (soudržnost výztuže a betonu, celistvost průřezu), ale zejména jsou ze strany investora nepřijatelné z estetických důvodů, případně z hlediska trvanlivosti konstrukce.

Opatření pro bezrizikové betonáže v období vysokých teplot:

1. Z technologických opatření se doporučuje použití betonové směsi s co nejnižším vývojem hydratačního tepla a zajištění co nejnižší teploty výchozích složek betonové směsi. Obvykle se doporučuje použití směsných cementů místo cementů čistě portlandských a použití zpomalovacích přísad. V betonárně by měla být připravena „letní receptura“ betonové směsi.
2. Z organizačních opatření je nejjednodušší přesunutí betonáže na ranní, večerní či noční hodiny. Velkou výhodou je, pokud v době 6-12h po betonáži není beton přímo ozařován sluncem za vysokých teplot.
3. Za efektivní ošetření betonové konstrukce lze považovat její zakrytí provlčenou geotextílií nebo jinou sorbující látkou. Pouhé kropení nebo mlžení nelze považovat za účinné opatření. Nelze také spoléhat na ochranné nástřiky, které odpar vody zbrzdí, ale nejsou schopny jej zablokovat.

Vhodným opatřením je zmenšení betonovaných úseků za cenu nárůstu pracovních spár a zvýšení dohledu na technologickou kázní při ošetřování vybetonovaných částí.

8 OŠETŘOVÁNÍ BETONU

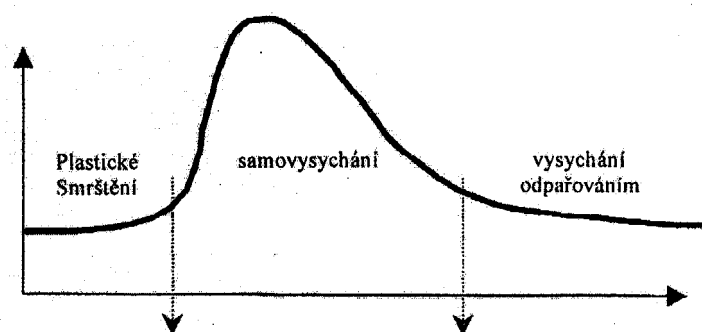
8.1 Teorie

V průběhu tuhnutí a tvrdnutí betonu dochází k řadě chemických procesů dostatečně popsanych v odborné literatuře. Řada těchto procesů má vliv na mechanické vlastnosti betonu a jeho celistvost. Nedílnou součástí hydratace cementu je chemické smrštění způsobené tím, že objem produktů hydratace je menší než objem cementu a vody. Kromě toho dochází k jevu zvanému samovysychání. Po zatvrdnutí beton hydratuje dále a pro tento proces odebírá vodu z kapilárních pórů. Vlivem kapilárních sil takto vyvolaných dochází ke smršťování vysycháním zevnitř betonu. Souhrnně se používá termínu autogenní smrštění. Tyto jevy jsou umocněny používáním betonů se superplastifikátory a tím nízkým vodním součinitelem a velmi hutnou strukturou. Ošetřovací voda proniká do betonu obtížně a zvolna. Souběžným jevem při hydrataci je vývoj hydratačního tepla. V první fázi tvrdnutí dochází k tzv. teplotní expanzi. Ta jde proti hydratačnímu smrštění, objemové změny jsou tudíž nepatrné. Po dosažení maximální teploty dochází k ochlazování – teplotní kontrakci. Sčítá se zde smršťování vlivem hydratace s ochlazováním. Toto období je pro vznik mikrotrhlin patrně nejkritičtější. Proto je ošetřování v této fázi neobyčejně důležité.

V neposlední řadě je nutno zmínit tzv. alkalicko-křemičitou reakci. Ta probíhá výrazněji v popraskaném betonu. Voda zde může migrovat ke vznikajícím gelům, díky mikrotrhlinám je beton křehčí a rozpínavé gely jej mohou snadněji poškodit.

8.2 Způsob a časový průběh ošetřování

Ošetřování betonu je nutno zahájit bezprostředně po ztuhnutí, nejprve zabráněním odpaření záměsové vody. Poté je nutno kropením doplnit vodu spotřebovanou hydratací. Po intenzivní hydrataci je možné beton pouze zakrýt. Časový průběh ukazuje přiložený graf.



Jak ošetřovat beton, aby měl co nejmenší smrštění



V první fázi dochází k plastickému smrštění. V této fázi je nutno beton zakrýt neprodyšnou folií nebo povrch mlžit tak, aby nedocházelo k odpaření vody z betonu. Ve fázi samovysychání je nutno beton kropit nebo mlžit. Důvodem je náhrada vody spotřebovávané zevnitř betonu pro hydratační proces. Je-li do betonu přiváděno dostatečné množství vody zvenku, nedochází k odsávání vody v kapilárách, tím tvorbě menisků a silovým účinkům v kapilárních pórech, způsobujícím další smrštění betonu. Teprve ve fázi třetí stačí zabránit vysychání odpařováním překrytím povrchu nepropustnou folií.

Časově se tyto fáze určují poměrně obtížně. Záleží na typu cementu a jeho výrobci (na Moravě jsou třeba Hranice podstatně rychlejší než Mokrý), na vodním součiniteli, na přísadách, teplotě atd. Obecně lze říci, že beton by se měl kropit nebo mlžit ihned poté, co zatuhne. Tento okamžik se pozná podle toho, že beton začíná "topit". Nastává většinou nejpozději po 12 hodinách, ale může to být i dříve. Cement začíná uvolňovat výrazněji teplo už asi po třech hodinách. Jemně nanášená voda mu tedy neuškodí již třeba po zmíněných třech hodinách. Kropit by se mělo vodou přibližně stejné teploty, jako má beton, aby v důsledku rozdílu teplot nedošlo ke vzniku trhlinek na jeho povrchu. Následně platí, že čím déle se bude s kropením pokračovat, tím lépe. Alespoň jeden nebo dva dny, spíše déle. U betonů s vysokými nároky na pohledovou vrstvu až týden. Zkrátka po dobu, kdy cement výrazně hydratuje. Dokud pevnost prudce roste, mělo by se kropit, ať se může voda spotřebovaná hydratací doplňovat. Po skončení kropení je nutno beton překrýt. Překrytí ponechat opět čím déle, tím lépe.

9 TRHLINY V BETONU

Trhliny v betonových konstrukcích jsou dvojího druhu. Jednak jsou to trhliny smršťovací, jednak ohybové. Příčina jejich vzniku může být samozřejmě i v kombinaci obou příčin.

K trhlinám ohybovým. Ohybová trhlina je nezbytně nutná pro aktivaci nosné funkce tahové výztuže. Moment na vzniku trhliny je výrazně menší, než moment únosnosti ohýbaného průřezu (v terminologii již neplatné ČSN 73 1201). Dovolíme si uvést dva příklady. U fiktivní stropní desky běžné tloušťky a vyztužení je moment na mezi únosnost (při

použití metody mezní únosnosti) 48,147 kNm/m'. Moment při vzniku trhlin je 37,085 kNm/m'. Ještě markantnější je rozdíl u trávu. Zde je např. moment na mezi únosnosti 621,040 kNm oproti 349,054 kNm, kdy vznikne první trhlina. Z uvedeného vyplývá, že vznik ohybové trhliny je zcela legitimní a všechny betonářské normy s ní počítají. V některých případech může být poměr ještě výrazně vyšší. Pro výpočet tuhostí betonového průřezu uvažuje literatura (tedy nejen ČSN) s třemi různými stádii. První, kdy ohybový moment nepřesahuje hodnotu momentu při vzniku trhlin - průřez působí jako homogenní. Třetí stadium začíná okamžikem, kdy ohybový moment přesáhne 5-ti násobek hodnoty momentu při vzniku trhlin. V tomto případě se uvažuje tuhost se zcela vyloučeným betonem v tahu. Druhé stadium je mezi nimi a tuhost se stanovuje lineární interpolací (opět dle neplatné ČSN 73 1201).

Ohybané průřezy se navrhují nejen na mezní stav únosnosti, ale i použitelnosti. To znamená, že se posuzuje deformace prvku a šířka trhliny. Přípustná šířka trhliny pro běžná prostředí v uzavřených objektech je podle většiny předpisů 0,3.

K trhlinám smršťovacím. Smršťování je naprosto přirozená vlastnost betonu, kterou není možno eliminovat. Lze jej redukovat např. ošetřením betonu, množstvím záměsové vody atd.. Metodika výpočtu je obsažena v Eurocodech (v ČR ČSN EN 1992-1-1), resp. Model Codu 90, který byl teoretickým zdrojem pro normy EN. Jiný postup zveřejnil Prof. Z. P. Bažant, model B3. Pokud si vyneseme průběh smršťování v čase, jedná se u všech metod přibližně o logaritmickou křivku, která se začíná zplošťovat přibližně v čase několika let. Ani potom však nemá graf vodorovný průběh, k vodorovné se pouze asymptoticky přibližuje. To znamená, že proces smršťování probíhá celou dobu životnosti konstrukce. Rozvoj trhlin se dá omezit výztuží. To však funguje tak, že je trhlina více, ale jsou menší.

Představa, že betonová konstrukce bude zcela bez trhlin, je značně idealistická a v praxi prakticky nedosažitelná (vyjma plně předepnutých průřezů). Trhliny jsou zcela přirozenou vlastností betonu. Jejich nebezpečí se projevuje prakticky výhradně v agresivním prostředí tím, že může dojít ke korozi výztuže. V běžném suchém prostředí se jedná o vadu kosmetickou. Pokud z trhliny vytéká voda, znamená to, že někudy do konstrukce vtekla a šíří se systémem trhlin aby na jiném místě vytekla. Je tedy potřeba zamezit vtoku vody do konstrukce např. nátěry. Je samozřejmě možné použít i různé nátěrové systémy, které způsobují hloubkovou rekrystalizaci betonu. Tyto nátěry jsou poměrně drahé a v tomto případě asi nemají smysl.

Doporučené šířky trhlin pro danou třídu prostředí dle ČSN EN 1992-1-1:2006.

ČSN EN 1992-1-1:2006

Stupeň vlivu prostředí	Železobetonové prvky a prvky předpjaté nesoudržnou výztuží	Prvky předpjaté soudržnou výztuží
	Kvazi-stálá kombinace zatížení	Častá kombinace zatížení
X0, XC1	0,4 ¹⁾	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²⁾
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		Dekomprese
¹⁾ Pro stupně vlivu prostředí X0, XC1 nemá šířka trhliny vliv na trvanlivost a uvedená hodnota má zajistit přijatelný vzhled. Pokud nejsou kladeny požadavky na vzhled, lze uvedenou hodnotu zvětšit.		
²⁾ Pro tyto stupně vlivu prostředí má být kromě toho posouzena dekomprese při kvazi-stálé kombinaci zatížení.		

Tabulka 7.1N (ČSN EN 1992-1-1 část 7.3.1)

10 PROVÁDĚNÍ, TOLERANCE A KONTROLY

Nosná konstrukce bude prováděna po jednotlivých „podlažích“ do systémového bednění. Při provádění je nutno dodržet předepsané krytí výztuže a konzistenci betonové směsi v době ukládání betonu. Vhodným složením betonové směsi, dodržováním technologické kázně při transportu a v době ukládání betonové směsi a zejména kvalitním ošetřováním uloženého betonu jsou významně omezovány účinky od smršťování. Desky je možné odbednit po dosažení 70 % pevnosti betonu. Umístění pracovních spár a jejich úpravu je třeba dohodnout se statikem.

Tolerance se obecně řídí ustanoveními ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí konkrétně kapitola 10 a Příloha G. Tolerance prefabrikovaných konstrukcí dále řeší norma ČSN 73 0210 - Geometrická přesnost ve výstavbě - Podmínky provádění - Část 1: Přesnost osazení.

Kontroly a kritéria shody jsou uvedeny v ČSN EN 206 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, v kapitole 8.

Jako tolerance pro hrubou stavbu platí příslušné normy, avšak maximálně jsou přípustné následující hodnoty (měřeno na 2 m lati):

- délky a šířky detailních rozměrů, prostupů	+/- 5 mm
- délky a šířky u celkového rozměru	20 mm absolutně
- základová deska	+/- 5 mm
- povrch stropu, bez přímé užit.vrstvy	+/- 5 mm

11 POUŽITÉ MATERIÁLY

Beton:	C30/37-XC2, XA1 (značeno dle ČSN EN 206)
Měkká výztuž:	B 500 B (tažnost B)
Ocel:	S235 JR
Zdivo:	betonové P20/M10
Spojovací mat.:	8.8
Dodatečné kotvení	např. Hilti HIT-RE 500

12 ZÁVĚR

Nosné konstrukce jsou obecně navrženy a posouzeny v souladu se souborem platných norem ČSN EN viz bod 3 (vyhovují na mezní stav únosnosti i použitelnosti). Konstrukce vyhovují všem zadaným požadavkům a podkladům předaným v zadávací dokumentaci. Technická zpráva je součástí projektové dokumentace k provádění stavby.

V Praze dne 1.10.2018

Ing. Robin Grebík