

Zodp. projektant		Projektant	Kontroloval	Slunečná 845/1F 779 00 Olomouc tel. +420 603 819 240 www.statikajanik.cz	
Ing. M. Janík		Ing. M. Janík	Ing. M. Janík		
Řídící projektant		Projektant	Kontroloval	 DELTA Třinec projekční ateliér tel.: 558 987 560	
Ing. FUKALA			Ing. FUKALA		
Investor	STATUTÁRNÍ MĚSTO TŘINEC, Jablunkovská 160, 73961			Formát	8A4
Místo stavby	k.ú. Lyžbice, prc.č.715/1, 757/2, 2093, 2094			Datum	12/2025
Název	REVITALIZACE NÁMĚSTÍ TGM, TŘINEC - VODNÍ PRVEK SO 101 ZPEVNĚNÉ PLOCHY VČETNĚ VODNÍHO PRVKU 101.2 BETON. ZÁKLADOVÁ DESKA VODNÍHO PRVKU			Účel dokument.	PROVÁDĚNÍ STAVBY
				Měřítko	
				Číslo zakázky	2537
				Číslo archivní	
Příloha	TECHNICKÁ ZPRÁVA			Číslo výkresu D.3.01	

A. ÚVODNÍ ČÁST

A.1. Identifikační údaje

Stavba: Revitalizace náměstí TGM, Třinec – vodní prvek
Objekt: Betonová deska vodního prvku
Stupeň: Dokumentace pro provedení stavby
Datum: 12/2025
Zpracovatel: Ing. Michal Janík, Slunečná 845/1F, 779 00 Olomouc, tel.: 603 819 240, ČKAIT:1201239

A.2. Použité podklady a normy

Statický návrh a posouzení konstrukce je provedeno v souladu s následujícími platnými evropskými a českými technickými normami, předpisy a projektovými podklady.

Podklady:

- Architektonicko-stavební řešení, výkresová dokumentace stupně DPS, Ing. Fukala, DELTA Třinec.
- Stavebně konstrukční řešení, statický výpočet DPZ, Ing. M. Janík, Statika Janík s.r.o.

Normativní dokumenty:

Pro návrh byla použita komplexní soustava norem. Základní rámec poskytují Eurokódy pro zásady navrhování a zatížení. Jelikož se však jedná o vodohospodářský objekt navržený jako vodonepropustná konstrukce, jsou klíčové specializované normy a technická pravidla. Návrh se tak řídí nejstriktnějšími požadavky vyplývajícími z kombinace těchto předpisů. Zatímco ČSN EN 1992-1-1 definuje obecná pravidla, ČSN EN 1992-3 a ČSN 73 1208 zpřísňují požadavky na omezení šířky trhlin pro zajištění vodotěsnosti. Praktickou metodiku pro dosažení těchto cílů v rámci konceptu "bílé vany" pak poskytují Technická pravidla ČBS 02, která doplňují normativní rámec o osvědčené postupy v oblasti materiálové specifikace, konstrukčních detailů a technologie provádění.

Zásady navrhování a zatížení:

- ČSN EN 1990 (73 0002): Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 (73 0035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-5 (73 0035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou

Navrhování betonových konstrukcí:

- ČSN EN 1992-1-1 (73 1201): Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1992-3 (73 1201): Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky
- ČSN 73 1208 (73 1208): Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů

Specifikace a provádění:

- ČSN EN 206+A2 (73 2403): Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN 13670 (73 2400): Provádění betonových konstrukcí
- TP ČBS 02 – Bílé vany – Vodonepropustné betonové konstrukce

B. STAVEBNĚ-KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

B.1. Popis nosné konstrukce

Předmětem prováděcí dokumentace je monolitická železobetonová základová deska vodního prvku, které slouží jako základ pro soustavu fontán.

Geometrie:

Deska má oválný půdorysný tvar o celkové délce 32,0 m a maximální šířce 14,0 m. Konstrukční tloušťka desky činí 300 mm. Deska je vodorovná ve všech směrech. Spádování pod dlažbu se dosáhne pomocí nadbetonávky.

Konstrukční řešení:

Jedná se o plošně podepřenou desku, která přenáší zatížení do podkladních vrstev.

Koncept vodonepropustnosti

Konstrukce je navržena jako tzv. "bílá vana". Tento koncept znamená, že nosná železobetonová konstrukce plní současně i hydroizolační funkci bez nutnosti aplikace dodatečných povlakových izolací. Tento přístup klade mimořádný důraz na komplexní řešení, které zahrnuje omezení šířky trhlin, vysokou kvalitu betonu, detailní řešení spár a striktní dodržování technologické kázně při provádění.

B.2. Specifikace materiálů

Klíčovým prvkem pro úspěšnou realizaci "bílé vany" je přesná a důsledně dodržovaná specifikace materiálů. Všechny materiály musí splňovat požadavky příslušných norem a jejich vlastnosti musí být doloženy certifikáty a prohlášeními o vlastnostech. Jednotlivé parametry betonu jsou navrženy tak, aby synergicky působily na minimalizaci rizika vzniku trhlin, které představují hlavní nebezpečí pro vodotěsnost.

Základním rizikem u masivních desek je vznik trhlin v důsledku vnitřního pnutí. Toto pnutí je primárně vyvoláno teplotním gradientem mezi horkým jádrem a chladnoucím povrchem desky během hydratace cementu a následným objemovým smrštěním. Navržená receptura betonu systematicky omezuje tyto jevy. Volba vysokopecního cementu CEM III/B 32,5 N-LH je stěžejní; označení "LH" (Low Heat) garantuje pomalý vývoj hydratačního tepla, což snižuje maximální teplotu v konstrukci a tím i teplotní pnutí. Nízký vodní součinitel $w/c \leq 0,50$ pak přímo přispívá k vytvoření husté, méně propustné betonové matrice a zároveň výrazně redukuje smrštění od vysychání.

Vyšší krytí výztuže $c_{nom}=50$ mm je vyžadováno pro dané stupně vlivu prostředí (zejména XF3 a XD2) a zajišťuje dlouhodobou ochranu výztuže proti korozi. Přímým ověřením vodotěsnosti je pak zkouška průsaku s přísným limitem 35 mm, která potvrzuje funkčnost celé směsi.

Tabulka 1: Specifikace klíčových materiálů

Materiál	Specifikace	Norma	Poznámka / Účel
Beton konstrukce	C30/37 - XF3, XA1, XD2, XC4 - Dmax 16 - S4	ČSN EN 206+A2	Pevnostní třída a stupně vlivu prostředí zajišťující trvanlivost proti mrazu (XF3), chemickému (XA1) a chloridovému (XD2) napadení a karbonataci (XC4).

Cement	CEM III/B 32,5 N-LH	ČSN EN 197-1	Klíčový prvek návrhu. Vysokopecní cement s nízkým hydratačním teplem (LH) pro minimalizaci teplotního prnutí a vzniku trhlin.
Vodní součinitel	$w/c \leq 0,50$	ČSN EN 206+A2	Zajištění nízké propustnosti a omezení smrštění betonu.
Min. obsah cementu	320 kg/m ³	ČSN EN 206+A2	Zajištění dostatečného množství cementového tmelu pro hutnost a trvanlivost.
Zkouška průsaku	Max. hloubka 35 mm (po 90 dnech)	ČSN EN 12390-8	Přísnější požadavek než standardní pro dané stupně vlivu prostředí, vyžadován pro vodonepropustnost.
Betonářská výztuž	B500B	ČSN 42 0139	Standardní ocel s vysokou duktilitou.
Krytí výztuže	$c_{nom}=50$ mm	ČSN EN 1992-1-1	Zajištění trvanlivosti a soudržnosti v agresivním prostředí (XF3, XD2).
Podkladní beton	C12/15	ČSN EN 206+A2	Tloušťka 100 mm, slouží jako rovný a čistý podklad pro hlavní desku.
Výztuž podkl. bet.	KARI síť pr.6/100+pr.6/100 mm	-	Zajištění omezení trhlin v podkladním betonu.

B.3. Základové poměry a podloží

Předpoklad:

Předpokládá se, že základová deska je uložena na únosném a homogenním podloží, připraveném v souladu s projektovou dokumentací. Statický návrh je proveden s využitím odhadovaných parametrů

základové půdy, neboť inženýrsko-geologický průzkum nebyl v rámci DPZ k dispozici.

Skladba podloží:

- Zhutněný násyp: Drcené kamenivo frakce 0-63 mm, v minimální tloušťce 300 mm, hutněné po vrstvách na předepsaný modul deformace $I_d = 65$ MPa.
- Podkladní beton: Beton C12/15, tl. 100 mm, vyztužený sítí KARI pr.6 mm / 100 křížem. Slouží k vytvoření rovné, stabilní a čisté pracovní plochy a k ochraně základové spáry před povětrnostními vlivy.
- Separáční a kluzná vrstva: 2x PE fólie s překrytými a přelepenými spoji. Tato vrstva je zásadním prvkem konstrukčního řešení. Během tuhnutí a zrání betonová deska mění svůj objem (teplotní kontrakce, smrštění). Dvojitá PE fólie funguje jako kluzná membrána, která výrazně snižuje třecí síly mezi základovou deskou a podkladním betonem. Tím umožňuje desce volnější pohyb, což vede k dramatickému snížení pnutí od bráněného přetvoření a je tak klíčové pro omezení vzniku náhodných, nekontrolovaných trhlin.

Pro účely statické analýzy je interakce mezi deskou a podložím modelována pomocí dvouparametrického elastického modelu podkladu (Winkler-Pasternak), kde se hodnoty C-parametrů iterativně dopočítávají z kontaktních napětí a sedání.

C. ZATÍŽENÍ A VLIVY NA KONSTRUKCI

Při výpočtu vnitřních sil a posouzení konstrukce byly uvažovány následující zatěžovací stavy a vlivy dle soustavy norem ČSN EN 1991. Návrhové hodnoty jsou stanoveny pomocí dílčích součinitelů spolehlivosti dle ČSN EN 1990. U tohoto typu konstrukce nejsou dominantní vnější síly, ale vnitřní pnutí vyvolané nepřímými vlivy, jako jsou změny teploty a smrštění. Tyto vlivy jsou pro návrh rozhodující.

C.1. Stálá zatížení (G)

$G_{k,1}$ (Vlastní tíha ŽB desky): $t = 0,30$ m; objemová tíha železobetonu $\gamma = 25,0$ kN/m³.

$G_{k,2}$ (Tíha vody): Předpokládaná maximální provozní výška hladiny vody $= 0,1$ m; objemová tíha vody $\gamma = 10,0$ kN/m³.

$G_{k,3}$ (Tíha povrchových úprav): Žulová dlažba tl. 30 mm, objemová tíha $\gamma = 26,0$ kN/m³.

$G_{k,4}$ (Tíha povrchových úprav): Betonová mazanina tl. cca 50 mm, objemová tíha $\gamma = 23,0$ kN/m³.

C.2. Proměnná zatížení (Q)

$Q_{k,1}$ (Užitné zatížení - údržba): Plocha je považována za nepřístupnou s výjimkou běžné údržby a oprav. Dle ČSN EN 1991-1-1, kategorie H: rovnoměrné zatížení: $q_k = 2,0$ kN/m².

Neuvažuje se současné působení se sněhem.

C.3. Mimořádné a nepřímé vlivy

Vliv teploty (ΔT): Dle ČSN EN 1991-1-5. Tento vliv je pro návrh "bílé vany" rozhodující. Zahrnuje:

ΔT_{hydr} : Teplotní gradient způsobený vývinem hydratačního tepla cementu. Použití cementu CEM III/B-LH tento vliv významně omezuje, ale musí být ve výpočtu zohledněn.

ΔT_{sez} : Změny teploty vlivem ročních období (letní prohřátí, zimní ochlazení).

Tyto teplotní změny způsobují objemové změny betonu, které jsou bráněny (vnitřní i vnější vazbou) a vyvolávají v konstrukci významné pnutí, které je hlavní příčinou vzniku trhlin.

Smrštění betonu (ϵ_{cs}): Dlouhodobý proces objemových změn betonu vlivem vysychání a chemických procesů. Podobně jako teplota vyvolává pnutí v bráněné konstrukci. Jeho velikost je omezena nízkým vodním součinitelem ($w/c \leq 0,50$) a pečlivým ošetřováním betonu.

C.4. Kombinace zatížení

Mezní stav únosnosti (MSÚ):

Návrhová kombinace dle ČSN EN 1990, rovnice (6.10) nebo (6.10a,b).

$$1,35 \cdot \sum G_{k,j} + 1,5 \cdot Q_{k,1} + 1,5 \cdot \sum (\psi_{0,i} \cdot Q_{k,i})$$

Mezní stav použitelnosti (MSP):

Charakteristická kombinace (pro výpočet napětí a šířky trhlin): $\sum G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum (\psi_{0,i} \cdot Q_{k,i})$

Kvazistálá kombinace (pro posouzení vlivu dlouhodobých účinků): $\sum G_{k,j} + \sum (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})$

D. STATICKÝ VÝPOČET A POSOUZENÍ

D.1. Výpočetní 2D model

Statická analýza byla provedena metodou konečných prvků (MKP) s využitím softwaru SCIA Engineer. Konstrukce byla modelována jako 2D deskový prvek na pružném podkladu. Podloží bylo modelováno dle Winklerovy hypotézy s modulem reakce podloží k odvozeným z vlastností podkladních vrstev a s uvažováním nízké smykové interakce díky kluzné PE fólii. Byly analyzovány všechny relevantní kombinace zatížení pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti.

D.2. Posouzení na mezní stav únosnosti (MSÚ)

Posouzení na ohyb: Bylo ověřeno, že návrhový ohybový moment M_{Ed} v žádném místě desky nepřekračuje návrhovou momentovou únosnost průřezu M_{Rd} . Vzhledem k tloušťce desky a navrženému výztužení je únosnost v ohybu splněna s velkou rezervou.

D.3. Posouzení na mezní stav použitelnosti (MSP)

Toto posouzení je pro danou konstrukci rozhodující. Zatímco posouzení na MSÚ by vyžadovalo podstatně méně výztuže, navržené množství výztuže je diktováno nutností omezit šířku trhlin, aby byla zajištěna vodonepropustnost a dlouhodobá trvanlivost konstrukce.

Omezení napětí: Posouzeno dle ČSN EN 1992-1-1, kap. 7.2.

Omezení průhybu: Posouzeno dle ČSN EN 1992-1-1, kap. 7.4. Vzhledem k uložení na pružném podkladu a značné tloušťce desky není průhyb kritickým parametrem.

Omezení šířky trhlin (w_k):

Požadavek: Pro třídu nepropustnosti 1 a třídu užívání A je požadována maximální výpočtová šířka trhliny $w_k \leq 0,2$ mm. Tento limit zajišťuje, že případné vzniklé trhlinky jsou natolik jemné, že dochází k jejich postupnému "samozahejení" vlivem pokračující hydratace cementu a zanášení vylouhovanými produkty, čímž je obnovena vodotěsnost.

Metodika výpočtu: Šířka trhliny je vypočtena dle ČSN EN 1992-1-1, kap. 7.3.4, ze vztahu $w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$. Výpočet zohledňuje pnutí od vnějšího zatížení (ohyb od tíhy vody a užitého zatížení) a zejména pnutí od vynuceného přetvoření (bráněné smrštění a teplotní změny), které je hlavním zdrojem tahových napětí v betonu. K výpočtu byly použité vlastní výpočty v Excelu na základě normových podkladů.

Výztuž: Navržená výztuž $\emptyset 14$ mm / 100 mm křížem při obou površích plní funkci tzv. minimální výztuže pro omezení šířky trhlin (do 0,2 mm). Jejím úkolem je převzít tahové síly v okamžiku vzniku trhliny a rozdělit je do husté sítě velmi jemných, z hlediska vodotěsnosti neškodných mikrotrhlin.

E. KONSTRUKČNÍ ZÁSADY A POŽADAVKY NA PROVÁDĚNÍ

Dodržení následujících technologických postupů je nezbytnou a nedílnou součástí návrhu. Jakákoliv odchylka musí být konzultována a schválena statikem, neboť by mohla vést k narušení funkčnosti celé konstrukce.

E.1. Výztuž a krytí

Výztuž musí být kladena přesně dle výkresů vyztužení. Zvláštní pozornost musí být věnována zajištění její polohy během betonáže pomocí dostatečného počtu certifikovaných distančních prvků pro vodonepropustné konstrukce.

Nominální krytí výztuže $c_{nom}=50$ mm musí být dodrženo po celé ploše desky a je klíčové pro ochranu výztuže v agresivním prostředí.

V místech zabudovaných prvků vypouštěcích nádržek (350x350x150 mm) a nádržek trysek (pr.304 x 250 mm) bude výztuž přerušena a nahrazena příložkami. V místech nádržek mlžení se nesmí výztuž přerušit, ale jen rozhrnout. V rámci zabudovaných prvků musí být řešeno jejich utěsnění na styku s betonem.

E.2. Řešení spár

Řízené (smršťovací) spáry:

Účel: Cíleně oslabit průřez desky v předem určených polohách a vyvolat tak vznik smršťovací trhliny na kontrolovaném místě. Tím se zabrání vzniku náhodných, širokých a netěsných trhlin v ploše betonářských záběrů.

Provedení: V desce jsou navrženy řízené spáry v rastru cca 5,0 až 7,0 m. Jsou tvořeny vloženými křížovými těsnicími plechy, které zároveň plní těsnicí funkci v místě řízené trhliny. Plechy musí být osazeny přesně dle detailu a technologického předpisu výrobce.

Pracovní spáry:

Účel: Zajištění vodotěsnosti v místech plánovaného přerušení betonáže.

Provedení: V případě nutnosti přerušení betonáže musí být pracovní spára provedena jako rovná, kolmá k povrchu desky. Do spáry musí být osazen těsnicí profil (např. bobtnavý pásek nebo těsnicí plech) a injektážní hadičky (např. systém P-200 nebo ekvivalent). Tyto hadičky umožní dodatečnou tlakovou injektáž spáry polyuretanovou pryskyřicí v případě, že by po odbednění a zatížení byla zjištěna její netěsnost.

E.3. Technologie betonáže a ošetřování betonu

Betonáž: Musí probíhat plynule v souvislých úsecích vymezených řízenými nebo pracovními spárami. Betonová směs musí být ukládána z co nejmenší výšky (max. 1,5 m), aby nedocházelo k její segregaci (rozmísení).

Hutnění: Musí být provedeno důkladné a systematické hutnění betonové směsi ponornými vibrátory, aby byla zajištěna maximální hutnost, dokonalé obalení výztuže a odstranění všech vzduchových pórů.

Ošetřování: Správné ošetřování je stejně důležité jako samotná receptura betonu. Pomalá hydratace cementu CEM III/B-LH činí beton zranitelnějším v raném stáří. Nedostatečné ošetřování by vedlo k rychlému odparu vody, vzniku trhlin z plastického smrštění a snížení finální kvality a trvanlivosti.

Následující postup je proto závazný:

- Ponechání v bednění: Boční bednění musí být na konstrukci ponecháno po dobu minimálně 60 hodin, aby chránilo boky desky před rychlým vysycháním a teplotními šoky.
- Ochrana povrchu: Ihned po zavibrování a finální úpravě povrchu musí být deska zakryta

parotěsnými plachtami (např. PE fólií). Toto zakrytí musí zůstat na místě po dobu minimálně 3 dnů. Plachty zabraňují odparu vody, čímž eliminují riziko plastického smrštění a zajišťují dostatek vlhkosti pro hydrataci. Zároveň působí jako tepelná izolace, která zpomaluje ochlazování povrchu a snižuje nežádoucí teplotní gradient.

- Udržování vlhkosti: Po odstranění plachet je nutné povrch betonu nadále udržovat viditelně vlhký po dobu minimálně dalších 7 dní (mlžením, kropením).

F. ZÁVĚR

Předložená technická zpráva specifikuje návrh železobetonové desky vodního díla pro fontány. Konstrukce je navržena v souladu se všemi relevantními platnými normami a technickými předpisy pro vodohospodářské stavby.

Klíčovým aspektem návrhu je ucelený koncept "bílé vany", který pro zajištění dlouhodobé vodonepropustnosti a trvanlivosti spoléhá na součinnost tří hlavních skutečností:

- Pečlivě navržený beton s nízkým hydratačním teplem a omezeným smrštěním.
- Dostatečné množství konstrukční výztuže, jejíž primární funkcí je omezení šířky trhlin na hodnotu $w_k \leq 0,2$ mm.
- Detailní řešení spár a striktní dodržování technologických postupů při provádění.

Je zdůrazněno, že dosažení požadované kvality a funkce konstrukce je bezpodmínečně vázáno na striktní dodržení všech technologických postupů uvedených v této zprávě a v prováděcí dokumentaci, zejména co se týče přesné specifikace betonu a jeho následného pečlivého ošetřování v raném stádiu.

Při dodržení všech uvedených podmínek je navržená konstrukce způsobilá bezpečně plnit svou nosnou i hydroizolační funkci po celou dobu předpokládané životnosti.