

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Stavebně technologický projekt

Zemní a monolitické práce „River City Prague B2 + B3“

Technická zpráva

Bc. Fakhri Danila

2021

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Hlava, Ph.D.

Obsah

1. Základní údaje o projektu	3
2. Geologické a základové poměry	3
3. Výkop	3
3.1. Přípravné práce	3
3.2. Ohraničení a zajištění stavební jámy	3
3.3. Provádění výkopů	4
4. Nosná konstrukce	4
4.1. Popis nosné konstrukce	4
4.2. Založení objektu	4
4.3. Podzemní podlaží	5
4.4. Nadzemní podlaží	5
4.5. Schodiště	5
4.6. Výtahy	6
4.7. Dilatace	6
4.8. Retenční nádrže	6
5. Technologie provádění	6
5.1. Ošetřování betonu	6
5.1.1. Letní opatření	7
5.1.2. Zimní opatření	7
5.2. Vodotěsné ošetření pracovních spár v betonu	7
5.3. Ošetření povrchu stěn zajištění stavební jámy před betonáží	8
5.4. Kontrolní zkoušky betonu	8
5.4.1. Pevnost betonu	8
5.4.2. Zpracovatelnost čerstvé betonové směsi podle Abramse	8
5.4.3. Průsak tlakové vody do betonu	8
5.5. Bednění	8
5.5.1. Svislé konstrukce	9
5.5.2. Vodorovné konstrukce	9
6. Materiály	9
6.1. Beton	9
6.2. Výztuž	10
Použité normy	10

1. Základní údaje o projektu

Předmětem tohoto projektu je návrh nosných konstrukcí budov B2 + B3 v projektu River City Prague. Jedná se o dvojici kancelářských budov o 8 nadzemních podlažích a 2 podzemních podlažích půdorysných rozměrů 25,0 x 75,9 m a 25,0 x 42,3 m funkčně propojených se stávajícím objektem podzemní vjezdové komunikace a společným podzemním garážovým objektem s vjezdovými rampami. Budovy navazují již na existující stavby podzemní komunikace v rámci projektu River City Prague. Informativní návrhová životnost stanovená dle ČSN 1990 je 50 let.

2. Geologické a základové poměry

Úroveň terénu je v zájmovém území přibližně na úrovni 188,5 m n.m. bpv, úroveň základové spáry je jednotná 182,2 m n.m. bpv, s lokálními sníženími v místech dojezdů výtahů a retenčních jímek. V zájmovém území se nachází při povrchu vrstva nezpevněné zeminy o mocnosti cca 4,0 - 5,0 m. Hlouběji se nachází vrstva písčitých sedimentů o mocnosti cca 1,0 - 4,0 m, pod kterou je vrstva pleistocenních písčitých a štěrkových sedimentů o mocnosti cca 5,0 - 9,0 m. Povrch skalního podkladu, který je tvořen prachovitými břidlicemi, se nachází cca 13,0 - 14,0 m pod úrovní terénu, tj. na úrovni cca 174–175 m n.m. bpv. Poloha hladiny podzemní vody je přibližně 180,40 m n.m. což odpovídá cca 8,0 m pod úrovní terénu.

3. Výkop

3.1. Přípravné práce

V zájmovém území bude provedena skrývka ornice v tloušťce cca 150 mm. Ornice bude odvezena k použití mimo areál stavby. Na stávající a novou staveništní pozemní komunikaci budou navařeny zábradlí po obvodě budoucího výkopu. Sjezd do stavební jámy bude umístěn na východní části výkopu. Předpokládá se provedení společné stavební jámy pro oba navrhované objekty B2 a B3.

3.2 Ohraničení a zajištění stavební jámy

Část společné stavební jámy, která je orientovaná na sever a východ bude zajištěna záporovým pažením. Na severní straně stavební jáma navazuje na stávající objekt přírodního vzduchotechnického kanálu. Na jižní straně stavební jáma navazuje na stávající objekt podzemní komunikace a na západní straně na suterén stávajícího objektu B1 a dále na stávající větrací šachtu metra. Stěny stávajících sousedních objektů, které byly provedeny jako železobetonové konstrukce, budou fungovat jako pažící konstrukce.

3.3. Provádění výkopů

Výkopové práce budou prováděny v koordinaci s pažením. Prohlubně pod základní úrovní pláň budou uskutečněny pomocí svislých konstrukcí z vyztužených prolévaných tvárníc, které budou zároveň sloužit jako ztracené bednění při další etapě výstavby. Výkopová zemina bude odvážena na skládku mimo staveniště. Zeminu určenou pro zpětný zásyp je vhodné skladovat v dostupné vzdálenosti od stavby, ne však na staveništi, vzhledem k omezenému prostoru. Na staveništi bude krátkodobě deponováno pouze menší množství zeminy pro zpětný zásyp menších výkopů. Při provádění výkopových prací je nutné nepoškodit stávající konstrukce VZT a konstrukce podzemních garáží.

4. Nosná konstrukce

4.1 Popis nosné konstrukce

Nosnou konstrukcí administrativního objektu je železobetonový skelet. Stropní desky jsou podporovány obvodovými stěnami suterénů, stěnami komunikačních jader a vnitřními sloupy podzemních a nadzemních podlaží. Tuhost konstrukčního systému zajišťují v podzemí obvodové monolitické stěny působící spolu se stropními deskami a základovou deskou. V nadzemních podlažích je tuhost zajištěna vnitřními železobetonovými stěnami komunikačních jader u schodišťových prostor a rámovým působením vnitřních sloupů a stropních desek.

4.2 Založení objektu

Vzhledem ke geologickým podmínkám, bude založení objektu na základové desce doplněno velkopřůměrovými pilotami. Piloty pod nejvíce namáhanými sloupy redukují zatížení základové desky. Základová deska je navržena o konstantní tloušťce 500 mm. Prohlubně dojezdů výtahů a zapuštěných sprinklerových nádrží jsou navrženy s tloušťkou základové desky 500 mm a stěn 500 mm. Pod částí půdorysu objektu B2 se nachází ventilační šachta metra a traťový tunel spojky linek metra. Z tohoto důvodu je navržen systém základových trámů o výšce 3,0 m pod spodní líc základové desky a šířky 0,9 m. Základová deska není na dolním líci chráněna povlakovou izolací, ale je navržena jako vodonepropustná betonová konstrukce - „bílá vana“. Dolní výztuž základové desky bude ukládána na betonové distančníky. Horní líc bude chráněn pružnou stěrkou, schopnou překlenout navrženou šířku trhliny. Z tohoto důvodu bude vrchní líc základové desky strojně hlazený. Pro základové desky je navržen beton s velmi pomalým nárůstem pevnosti (90-ti denní). Objekt B3 je částečně založen na stávajícím objektu vzduchotechnického kanálu.

4.3 Podzemní podlaží

Nosnou konstrukcí dvou podzemních podlaží budov B2, B3 a garážového objektu je monolitický skelet tvořený stropními deskami a sloupy, které jsou doplněny o stěnová jádra výtahových a komunikačních šachet s tloušťkou stěn 300 mm a obvodové stěny tloušťky 350 mm. Základní modulový rastr skeletu je 8,1 m v podélném směru a 4,4; 7,85 a 8,10 m v příčném směru. Stropní desky 2. podzemního podlaží jsou konstantní tloušťky 250 mm. Stropní desky 1. podzemního podlaží tloušťky 300 mm a 250 mm jsou doplněné hlavicemi tloušťky 450 mm a 400 mm. Obvodové stěny suterénu přiléhají k objektu podzemní komunikace a k ventilační šachtě metra. Obvodové stěny budov B2 a B3 se budou betonovat do jednostranného bednění k separaci, která je tvořena polystyrenem a jednovrstvou LDPE fólií.

Konstrukce suterénů budou doplněny šikmými rampami. Desky ramp mají tloušťku 250 mm a jsou podepřeny vnitřními a obvodovými nosnými stěnami, z nichž je v přímých úsecích vytrnována výztuž pomocí spárových vložek. Obrubníky budou prováděny dodatečně, výztuž obrubníků bude navrtána a vlepena. Obvodové stěny nejsou na vnějším líci chráněny povlakovou izolací, ale jsou navrženy jako vodonepropustná betonová konstrukce, „bílá vana“. Distanční prvky vymezující krytí výztuže obvodových stěn budou betonové.

4.4. Nadzemní podlaží

Nosnou konstrukcí nadzemních podlaží je monolitický skelet tvořený stropními deskami tloušťky 250 mm a sloupy průřezu 600/600 mm, doplněny o stěnová jádra výtahových a komunikačních šachet s tloušťkou stěn 200 mm a 250 mm. Základní modulový rastr skeletu je 8,1 x 8,1 m ve středním taktu a 8,1 x 7,85 m v krajních traktech. Obvod stropních desek je volný, bez ztužujících trámů. Půdorysná vzdálenost okraje stropních desek od líce sloupů je 300 mm. Objekt B2 navazuje na vertikální ventilační šachtu metra půdorysných rozměrů 7,1 x 6,1 m. Mezi volným okrajem stropních desek a šachtou bude vložena separace šířky 50 mm. Ventilační šachta nebude objektem B2 přetížena.

4.5. Schodiště

Schodiště jsou umístěna ve schodišťových šachtách. Schodiště ve všech šachtách jsou dvouramenná prefabrikovaná osazená na pružné podložky na ozubech monolitických podestí i mezipodestí. Monolitické mezipodesty jsou vetknuty do schodišťových stěn pomocí vylamovací výztuže.

4.6. Výtahy

Výtahy jsou umístěny v železobetonových výtahových šachtách. U výtahů končících na stropní desce musí být zajištěno, že zatížení od havarijního stavu pádu kabiny bude do nosné konstrukce přeneseno postupně po celé výšce šachty a nedojde k nárazu kabiny na dno výtahu.

4.7. Dilatace

Objekty B2, B3 a objekt garáží tvoří 3 samostatné dilatační celky, těsněné proti pronikání podzemní vody do objektu. Dilatace probíhá po celém obvodu suterénu v napojení objektů B2, B3 a garáží. Těsnění dilatace bude provedeno pomocí dilatačních těsnících pryžových pásů. U dilatačních spár mezi nově navrženými objekty B2 a B3 budou pásy vkládány do bednění před betonáží monolitické konstrukce. Při napojení nově navržených konstrukcí na stávající objekty budou pásy ke stávajícím objektům kotveny přes přitlačnou ocelovou desku kotvenou na chemickou kotvu. Pojižděné dilatační spáry mezi objekty B2 a B3 budou ochráněny ocelovými úhelníky vkládanými do bednění. Dilatační spára ve stropní desce 2.PP mezi objekty B2 a B3 bude vyplněna protipožárním dilatačním těsněním.

4.8. Retenční nádrže

Jedná se o železobetonové monolitické retenční nádrže umístěné půdorysně mimo objekty B2 a B3. Půdorysné rozměry nádrže u objektu B2 jsou 9,6 x 5,0 m, výška 3,53 m. Půdorysné rozměry nádrže u objektu B3 jsou 6,2 x 4,0 m, výška 4,285 m.

Ploušťka všech obvodových nosných konstrukcí nádrže, tj. stěn, základové desky a stropní desky je 300 mm. Nádrž je navržena jako vodonepropustná konstrukce - „bílá vana“.

5. Technologie provádění

5.1. Ošetřování betonu

Železobetonové konstrukce obvodu suterénu jsou navrženy jako vodonepropustné. Zvláštní pozornost si zaslouží konstrukce při ošetřování po betonáži, kdy lze vhodnými úpravami minimalizovat smršťovací trhliny. Při betonáži o teplotách pod +5 °C stupňů je nutné provádět příslušná technologická opatření tak, aby byla zajištěna správná kvalita betonu. Obdobně musí být beton řádně ošetřován při betonáži v letním období tak, aby se zamezilo přílišnému vysychání betonu. U konstrukce základové desky a suterénních obvodových stěn je třeba použít beton s 90-ti denním nárůstem pevnosti, který také omezí vznik trhlin.

5.1.1. Letní opatření

Při teplotách vzduchu od $+5\text{ °C}$ do $+20\text{ °C}$ musí být zakrytí prováděno vložení ochranné rohože. Při teplotách vzduchu větších než $+20\text{ °C}$ se musí použít pro zakrytí rohože zadržující vodu a tyto stále navlhčovat. Přímým navlhčením betonových ploch nesmí nastat náhlé ochlazení.

5.1.2. Zimní opatření

Je přísně zakázáno betonování bez vhodných opatření při teplotách vzduchu nižších než $+5\text{ °C}$. Z tohoto důvodu veškerá níže uvedená opatření musí zaručit, aby teplota čerstvého betonu neklesla pod $+5\text{ °C}$. V oblastech teploty vzduchu od $+5\text{ °C}$ do -3 °C přísady by měli být skladované v co největších hromadách a chráněny zakrýváním před mokrem a chladem. Při ohřívání přidávané vody je nutno dbát, aby se nejprve smíchala s přísadami, pokud má vyšší teplotu než 60 °C . Ochrana dopravovaného betonu před ztrátou teploty bude probíhat pomocí zakrýváním izolačními rohožemi.

V oblastech teploty vzduchu od -3 °C do -10 °C platí následující opatření:

- Přísady ohřívát horkým vzduchem, popř. párou.
- Předehřívát bednění a výztuž.
- Při teplotě vzduchu nižší než -10 °C je nutné zásadně omezit betonáže.
- Uvedené hodnoty teplot jsou okamžitými teplotami. Nejedná se o průměrné denní teploty.

5.2. Vodotěsné ošetření pracovních spár v betonu

Pro zajištění vodonepropustnosti betonových konstrukcí podzemních podlaží je nutné opatřit pracovní spáry standardními prvky těsnění železobetonových konstrukcí, aby bylo zabráněno pronikání vody uvnitř budovy. Pracovní spáry v základové desce budou opatřeny těsnícím plechem vloženým mezi výztuž a bentonitovým těsnícím páskem. Pracovní spára mezi základovou deskou a obvodovými stěnami bude těsněna systémovým těsnícím plechem. Zapuštění plechu do základové desky bude zajištěno snížením obvodové lemovací výztuže desky. Stejný detail bude použit v patě stěn sprinklerových nádrží a dojezdů výtahů. Pracovní spára v hlavě stěny dojezdů výtahů a sprinterových nádrží bude těsněna bentonitovým těsnícím páskem a injektážní hadičkou. Stejným způsobem budou těsněny obvodové stěny 2.PP ve styku při spodním líci stropní desky. Obvodové stěny budou uvnitř i na koncích betonovaných úseků rozčleněny křížovými těsnícími plechy. Konstrukce bude v místě pracovní spáry při vnějším líci doplněna těsnícími bentonitovými pásky. Kruhové prostupy obvodovými konstrukcemi budou řešeny použitím systémové cementové výpažnice vkládané do bednění.

Před betonáží navazujících celků musí být v pracovních spárách odstraněny nečistoty a odsekáno cementové mléko.

5.3. Ošetření povrchu stěn zajištění stavební jámy před betonáží

Případné nepřesnosti v provedení stěn stavební jámy budou vyrovnány deskami polystyrenu různé tloušťky tak, aby tolerance od vnějšího projektovaného líce železobetonové konstrukce dosáhly +20 mm/-10 mm. Následně bude celý povrch pokryt separační vrstvou.

5.4. Kontrolní zkoušky betonu

5.4.1. Pevnost betonu

V betonárně budou kontrolní zkoušky pevnosti betonu prováděny dodavatelem betonové směsi. Zkušební tělesa pro zkoušky budou zhotovována na betonárně podle ČSN 73 1317. Na stavbě budou odebírána kontrolní zkušební tělesa v rozsahu stanoveném normou pro odzkoušení v nezávislé akreditované laboratoři. O každé zkoušce bude zpracován řádný protokol.

5.4.2 Zpracovatelnost čerstvé betonové směsi podle Abramse

V betonárně budou provedeny vždy z první záměsi betonové směsi pro každou konzistenci pracovního záběru, při odběru vzorků pro kontrolní zkoušky a v případě pochybností. Na stavbě bude zpracovatelnost měřena vždy u druhého domíchávače, ze kterého se začne betonová směs ukládat do jednotlivých konstrukcí. Zpracovatelnost bude v průběhu betonáže dále měřena v případě pochybností.

5.4.3. Průsak tlakové vody do betonu

V betonárně budou kontrolní zkoušky průsaku tlakové vody do betonu prováděny dodavatelem betonové směsi. Zkušební tělesa pro zkoušky budou zhotovována na betonárně podle ČSN EN 12390 8. Na stavbě budou odebírány kontrolní zkušební kostky, které budou zkoušeny v akreditované laboratoři. O těchto zkouškách budou vypracovány řádné protokoly.

5.5. Bednění

Jako odbedňovací olej bude používán ekologický výrobek. Olej bude nanášen na očištěné bednění stříkáním, popřípadě válečkem nebo houbou. Olej bude na bednění nanášen před zahájením montáže výztuže tak, aby nedošlo k jejímu potřísnění. Přebytný olej bude z bednění otřen.

5.5.1. Svislé konstrukce

Pro bednění jednotlivých konstrukcí bude použito systémové rámové bednění. Složitější části konstrukce a drobné plochy budou bedněny klasicky pomocí překližek a dřevěných hranolů. Pro opěry jednostranného stěnového bednění budou do stropní konstrukce osazovány speciální kotevní smyčky. Pro opěry oboustranného bednění budou do desek osazovány ocelové hmoždinky, popř. samořezné šrouby. Bednění stěn bude odstraněno, jakmile beton dosáhne pevnosti min 35% z celkové pevnosti po 28 dnech s tím, že konstrukce bude ponechána v bednění alespoň 24 hod, resp. 36hod v případě nízkých teplot. V případě bílé vany se jedná o 36hod. Následně bude zajištěno dle klimatických podmínek ošetření povrchu betonu (kropení přes krycí vrstvu, popř. zateplení konstrukcí). Netěsnost mezi spodní hranou bednění a stávajícím betonem bude utěsněna pomocí polyuretanové pěny.

5.5.2. Vodorovné konstrukce

Pro bednění vodorovných konstrukcí bude použito systémové bednění. Složitější části konstrukce, drobné plochy a čílka budou bedněny klasicky pomocí překližek a dřevěných hranolů, pracovní spáry pomocí ztraceného bednění (B-systém). Odbedňování bude zahájeno nejdříve 5 dní po betonáži stropní konstrukce. Pevnost betonu v tlaku v okamžiku započetí odbedňování musí dosahovat alespoň 70% konečné pevnosti v tlaku stanovené po 28 dnech. Odbedňování bude prováděno následujícím postupem tak, aby v jeho průběhu nedošlo ke zvýšenému namáhání stropní konstrukce. Při odbedňování musí být stojky ponechány.

6. Materiály

6.1. Beton

Beton:

Beton základové desky C30/37 Dmax.22 - 90d

Beton suterénních obvodových stěn C30/37 Dmax.22 – 90d

Beton vnitřních stěn C30/37 Dmax.22

Beton sloupů C40/50 Dmax.22

Beton stropních desek C30/37 Dmax.22

Beton prefabrikovaných schodišťových ramen C25/30 Dmax.22

6.2. Vyztuž

Výztuž:

Výztuž z oceli třídy B500 B

Konstrukční ocel:

Ocel třídy S235, S355

Použité normy

ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 - Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992 - Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993 - Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1997 - Navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN EN 13670 - Provádění betonových konstrukcí

ČSN EN 12350 - Zkoušení čerstvého betonu

ČSN EN 12390 - Zkoušení ztvrdlého betonu

ČSN EN 1090 - Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí