

## Úvod

Předmětem projektu - Rozvoj infrastruktury pro výuku a výzkum na FI MU (1. a 2. etapa) v Brně v areálu Fakulty informatiky Masarykovy univerzity jsou nosné železobetonové konstrukce objektů 1. etapy SO 7010 - A1, SO 7070 – P2 a 2. etapy SO 7020 – A2 a SO 7060 – P1.

Konstrukce jednotlivých objektů jsou navrženy jako monolitický železobetonový skelet u vícepodlažních objektů s nosnými obvodovými stěnami a vnitřními stěnami komunikačních jader. Novostavby 1. a 2. etapy budou probíhat téměř současně.

## Podklady

Projekt stavební a statické části – DVD – **Pelčák a partner s.r.o.** Náměstí 28.října 17, 602 00 Brno, **JAPE-projekt, spol. s r.o.** tř. Gen. Píky 9, 613 00 Brno

Rozpracovaný projekt stavební části – **Kovoprojekta a.s. Brno**, Šumavská 416/15, 602 00 Brno

Inženýrsko-geologický a radonový průzkum – **GEOtest Brno a.s.** Šmahova 112, 659 01 Brno – Ing. Marek Polák

Konzultace s GP a projektantem stavební části.

## Celkový popis jednotlivých objektů

Záměrem investora je dostavba a rekonstrukce stávajících budov Fakulty informatiky Masarykovy univerzity v Brně na ulici Botanická.

Výstavba 1. etapy je spojena s novostavbou budovy "A1" a jednopodlažní budovou "P2" včetně rekonstrukce stávajících budov "B" a "C" a výstavba 2. etapy s novostavbou budovy "A2" a jednopodlažní budovou "P1". V budoucnu se uvažuje se zastřešením atria nad budovou P1 a dostavbou novostavby budovy D.

Stávající budova "A" bude kompletně zbourána, proto nebude dále zmiňována. Rekonstrukce stávajících objektů "B" a "C" bude popsána v samostatné části dokumentace. Následující část technické zprávy bude zaměřena na 1. etapu a to novostavbám "A1" a "P2".

## **1. Etapa**

### **Nosný systém – budova "A1", "P2"**

Nosná konstrukce byla navržena s ohledem na architektonicko dispoziční řešení, funkční náplň, statické požadavky a výrobní technologii jako železobetonový monolitický skelet s nosnými obvodovými stěnami.

Objekt je samostatným dilatačním celkem s pěti nadzemními a jedním podzemním podlažím. Půdorysný rozměr ve vyšších podlažích je 15,15 x 55,85m. V nejnižším podlaží je dilatační celek rozšířen o podzemní parkovací stání a jeho celková šířka tak činí 62,00m. Na jihu k objektu přilehá navrhovaná novostavby budovy "A2", která je součástí 2. etapy. Modulový rozpon v příčném směru je 8,1m a v podélném směru je 8,34m.

Nadzemní část železobetonové monolitické konstrukce je kombinací obvodových nosných stěn s vnitřními sloupy s bezprůvlakovými deskovými stropními konstrukcemi.

Založení objektu je navrženo na vrtaných pilotách s hlavicemi, převážkami v místě stávajících pilot a po obvodu se základovými pasy. V ploše parkingu je navržena drátkobetonová deska, která není součástí tohoto projektu a v místě technologických částí je navržena základová deska tl. 400mm. Zavětrování objektu je dostatečně zajištěno jednotlivými stěnami a stěnami kolem komunikačních jader, které spolupůsobí s celou nosnou konstrukcí.

Spodní stavba je navržena jako vodostavební konstrukce „bílá“ vana.

Stavební jáma je navržena pažená s nekotveným záporovým pažením. Mezi pažení a obvodovou suterénní stěnu se vloží polystyrén tl. 100mm. Zajištění stavební jámy není součástí tohoto projektu. Vodorovné síly od zemního tlaku přenesou nosná konstrukce do pilot.

### **Stropní desky**

Stropní desky jsme převážně ponechali dle původního návrhu v DVD. Modulový rozpon v příčném směru je 8,1m a v podélném směru je 8,34m.

Strop nad 1.PP je navržen jako hříbový s hlavicemi tl. 490mm a stropní deskou tl. 240mm, resp. 275mm. Stropní desky nad 1.NP až 3.NP jsou navrženy jako bezprůvlakové lokálně podepřené konstantní tl. 275mm. Stropní deska nad 4.NP je navržena jako bezprůvlaková lokálně podepřené konstantní tl. 300mm. Podél instalačního otvoru je navržen parapetní nosník výšky  $h=1000\text{mm}$ . Stropní konstrukce nad 5.NP, kde jsou z dispozičních důvodů vynechány vnitřní sloupy, je navržena na rozpon 14,9m dodatečně předpjatá deska tl. 390mm s plochými kabely se soudržností, která bude vylehčena bedničkami – U BOOT 24 s nožičkami.

Desky budou vyztuženy vázanou výztuží B 500B a KARI sítěmi. Smykovou výztuž tvoří třmínky svázané do armokošů.

Horní povrchy desek budou provedeny v takové kvalitě, která umožní provedení podlah uvedených ve stavební části projektu. Spodní líc stropních konstrukcí bude pohledový ve všech podlažích. Stropní desky budou betonovány po úsecích s maximální délkou 30m. Poloha pracovních spár mezi záběry bude odsouhlasena proejktantem statické části.

### **Stěny**

Železobetonové stěny jsou navrženy v různých tloušťkách: suterénní obvodové stěny tl. 300mm, vnitřní a obvodové nosné železobetonové stěny tl. 250, 200 mm. Nadzemní obvodové stěny jsou navrženy tl. 250mm a jsou navrženy jako dodatečně zateplené.

Pro obvodové suterénní stěny je použit vodostavební beton s 90-ti denní pevností. Pracovní záběry budou navrženy s ohledem na smršťování betonu. Maximální délka pracovních záběrů 14,0m. Časový odstup navazujícího pracovního záběru min. 3dny.

Výztuž stěn je navržena pomocí vázané výztuže z oceli B 500B.

Pro viditelné povrchy svislých železobetonových konstrukcí je požadován pohledový beton.

Ve spolupráci se zhotovitelem železobetonové monolitické konstrukce bude nutné dořešit **provizorní podepření stropních konstrukcí nad 1.NP až 5.NP mezi osami 3-5 v osách E, G**, a to do doby než bude vybetonována „plná“ stěna v 5.NP, která vynese perforované stěny nižších podlaží na rozpon 16,6m.

### **Sloupy**

Jsou navrženy železobetonové monolitické průřezu 400x400mm, 450x450mm a kruhové  $d=550\text{mm}$ .

Sloupy budou vyztuženy armokoši z oceli B 500B.

Pro viditelné povrchy svislých železobetonových konstrukcí je požadován pohledový beton.

### **Schodiště**

Vnější jednoramenné monolitické schodiště je oddílatované od budovy “P2”. Navazuje na strop nad 1.PP budovy “P2”. Rameno je navrženo tloušťky 180 mm. Horní povrch stupňů bude proveden v takové kvalitě, aby bylo o možné provést konečnou úpravu stupňů viz stavební část.

## **Geologické poměry**

Zkoumaná lokalita se nachází severně od centra města Brna v městské části Ponava na SV svahu. V současném komplexu fakulty informatiky se dříve nacházela továrna Sfinx, která byla před zahájením výstavby zbourána a podzemní části budov, tj. základy a sklepy, byly zahrnuty navážkou a prostor urovnán.

Dle inženýrsko-geologického průzkumu nejsvrchnější vrstvu tvoří navážky ze směsné zeminy charakteru písčité hlíny se štěrkem a sprašovou hlínou, hrubozrnnou frakci navážky pak tvoří úlomky cihel, stavební suti, betonu, tříděného štěrkopísku apod. Zastižené polohy navážek jsou převážně středně ulehle, byly však zastiženy i kypré polohy (JV-14 v hloubce 3,5-4,0m). V souvrství navážek byly rovněž zastiženy pozůstatky stavebních konstrukcí – cihlené zdivo a základy, beton, apod. Ve vrtech JV-13, JV-14 a JV-15 byl pravděpodobně dle barvy a zápachu zastižen slévárenský popílek, jenž lze zařadit do třídy F1 MG (s indexem Y). Mocnost navážek kolísá od 2,9m až 5,2m.

Svrchní vrstvu kvartérních sedimentů tvoří sprašové jílovité hlíny. Zemina má převážně tuhou konzistenci. Vlivem průniků vody může být konzistence lokálně měkká až tuhá. Dle klasifikace ČSN 73 1001 náleží do tříd F6 CI a F8 CH. Ověřená mocnost této vrstvy je maximálně 3,2m. Další souvrství tvoří kvartérní jíl, dle klasifikace ČSN 73 1001 náleží do třídy F8 CH. Konzistence je tuhá, případně tuhá až pevná. Povrch kvartérních jílu se pohybuje v hloubce 5,4m až 7,7 m pod úrovní terénu. Ověřená mocnost celého souvrství se pohybuje od 0,3m – 1,8m. V některých sondách byla zastižena kvartérní báze jílovitopísčitých štěrkových teras, jenž dle ČSN 73 1001 odpovídají třídě F4 GM a jsou středně ulehle. Ověřená mocnost souvrství štěrku je 0,3m až 0,8m.

Předkvartérní podloží je tvořeno neogenními jíly šedé až šedo zelené barvy. Dle klasifikace ČSN 73 1001 odpovídají převážně třídě F8 CV, případně F8 CH. Konzistence je tuhá až pevná. Hloubka pod povrchem terénu se pohybuje od 6,4m do 8,1m.

Skalní podloží nebylo sondami zastiženo.

Podzemní voda byla zastižena ve všech pěti vrtaných sondách. Podzemní voda je vázána na polohy nesoudržných zemin, které tvoří kvartérní terasové štěrky, případně na bázi kvartérních jílu, kde byl zjištěn zvýšený podíl hrubozrnné frakce. Ustálená hladina podzemní vody se pohybuje cca 5,0m až 8,0m pod povrchem terénu. Z hlediska chemického působení vody na beton se jedná o slabě agresivní chemické prostředí (XA1) podle tabulky 2 ČSN EN 206-1.

Základové poměry jsou dle čl. 20 normy ČSN 73 1001 hodnoceny jako jednoduché. Objekty novostaveb ve vazbě na stávající objekty školy lze podle čl. 21 ČSN 73 1001 označit jako složitou konstrukci. Vzhledem k výše uvedené jednoduchosti základových poměrů a náročnosti konstrukce je třeba při navrhování základů postupovat dle zásad 2. geotechnické kategorie.

## **Založení objektu**

Na základě vyhodnocení IGP a v souladu s předchozím projektem jsme se rozhodli založit novostavby objektů na velkopřůměrových vrtaných pilotách. Piloty jsou navrženy na druhý mezní stav na sedání do 10mm. Piloty jsou navrženy průměru od 600mm až 1200mm, délky až 24,0m. Pouze v jednom místě je využita stávající pilota. Ostatní piloty je nutné ubourat na požadovanou úroveň. Dimenze pilot – průměr a délka jsou navrženy na působící zatěžovací účinky a to i na vodorovné síly od zemních tlaků. Piloty budou vyztuženy armokoši, které jsou zataženy do základových trámů, resp. základové desky. Projekt pilotového založení není součástí této dokumentace. V části půdorysu objektu "A1" je navržena základová deska tl. 400mm s výškovými odskoky. V základových konstrukcích je použit vodostavební beton s 90-ti denní pevností. Do dilatačních spár jsou použity vnější gumové těsnící pásy s duší.

Spodní stavba je navržena jako „bílá“ vana s šířkou trhlin  $\leq 0,25$ mm. Základová deska bude vyztužena vázanou výztuží B 500B. Smykovou výztuž tvoří třmínky svázané do armokošů.

V úrovni základové spáry se dle inženýrsko-geologického průzkumu nachází vrstva navážek. Základová deska bude namáhána kontaktním napětím, které vznikne při sedání pilot.

Předpokládá se, že zemina po základovou deskou přenese minimálně její vlastní hmotnost. Hutnění pod základovou deskou a ověřování únosnosti základové spáry v této ploše není požadováno.

Základovou spáru je nutno chránit před mechanickými a povětrnostními vlivy. Ihned po ručním dočištění základové spáry bude proveden podkladní beton.

### **Navazující konstrukce**

Příčky jsou převážně lehké ze sádkartonu, pružně uložené na konstrukci.

Zděné stěny jsou velmi citlivé na deformace konstrukce. V realizační dokumentaci stavební části je třeba ve spolupráci s dodavatelem vyřešit uložení případných zděných příček, aby nedocházelo k jejich poruchám. V úvahu je třeba zejména vzít deformace konstrukce, sedání objektu a objemové změny.

### **Materiály**

Beton dle ČSN EN 206 - 1

C 30/37– XC1 – S3

C 25/30 – XA1 – S3 – piloty

C 30/37– XC2 XA1 XD1 – S3 max. průsak 35mm dle ČSN EN 12 390-8, vodostavební konstrukce, 90-ti denní pevnost – základy

C 40/50– XC3 – S3 – sloupy 1.PP

C 35/45– XC1 – S3 – sloupy 1.NP, 2.NP , předpjatá vylehčená strop. deska nad 5.NP

C 30/37– XC3 – S3 – sloupy 1.PP, strop nad 1.PP

C 30/37 – XC4 – XF2– S3 – venkovní schodiště, angl. dvorky

C 30/37 – XC3 – XA1 – S3 – max. průsak 35mm dle ČSN EN 12 390-8, vodostavební konstrukce, 90-ti denní pevnost – obvodové stěny

C 16/20-XO - podkladní beton

### **Beton – specifikace pro všechny navržené betony:**

Všechny používané betony musí splňovat fyzikálně-mechanické parametry požadované normou:

ČSN EN 1992-1-1 (EUROCOD 2) – Navrhování betonových konstrukcí

Požadované vlastnosti betonu naměřitelné na konstrukci:

- pevnosti v tlaku a tahu ( viz tab. 3.1 ČSN EN 1992-1-1)
- modul pružnosti ( viz tab. 3.1 ČSN EN 1992-1-1)
- součinitelé smršťování a dotvarování ( viz tab.3.1, 3.2 ČSN EN 1992-1-1)

Požadované hodnoty modulu pružnosti ve stáří betonu 28 dní jsou dle ČSN EN 1992-1-1 pro jednotlivé třídy betonu následující:

Třída betonu	Modul pružnosti $E_{cm}$ (GPa)	Pevnost v prostém tahu $f_{ctm}$ (MPa)
C30/37	33	2,9
C35/45	34	3,2

C40/50	35	3,5
--------	----	-----

### **Specifikace dalších požadavků, které musí specifikovat stavba:**

- specifikovat klimatické podmínky betonáže ( teplo, mráz )
- specifikovat druh konstrukce (objemné konstrukce, tenké konstrukce, stropní konstrukce, předpjaté konstrukce, vodotěsné konstrukce, ...)
- požadovat na výrobcí betonu druh betonu vhodný pro specifikovanou konstrukci

Je nutno, aby navrženou betonovou směs pro specifikovaný typ konstrukce schválil technolog betonární!

Receptura betonu by měla obsahovat zcela nezbytné, pokud možno co nejmenší množství cementu. Základy a obvodové podzemní stěny budou navrženy z betonu s 90-ti denní pevností.

Návrh směsi, ukládání betonu a ošetřování v době zrání určí technolog dodavatele podle zvolené technologie a s ohledem na podmínky prostředí tak, aby konstrukce nebyla porušena smršťovacími trhlinkami.

Povrchy všech konstrukcí budou provedeny v takové kvalitě, která umožní provedení povrchových úprav uvedených ve stavební části projektu.

Pro viditelné povrchy svislých konstrukcí je požadován pohledový beton. U kruhových sloupů d=550mm na budově "A1" je požadován bílý pohledový beton.

Pro pohledový beton se požaduje zejména betonáž do systémového bednění z nepoškozené překližky, dodržení rozměrových tolerancí, hrany zkosené. U monolitických konstrukcí bude viditelný povrch odsouhlasen po vybetonování prvního pracovního záběru.

### **Betonářská výztuž**

Ocel B 500B (10 505 R)

Předpínací výztuž

- Euronorm 138-79
- průměr lan 15,7 mm
- zaručená pevnost 1770 MPa
- modul pružnosti 195 Gpa
- čtyřlanový injektovaný systém v plochem ocelovém kanálku s aktivní a pasivní kotvou
- součinitel tření v obloucích 0.2
- součinitel tření v rovných úsecích 0.0008
- pokluz kotev do 2 mm

S 235 – ocelové prvky

Speciální přípravy - vylamovací výztuž pro dodatečné napojení mezipodest  
 -smykové trny (posuvné ve dvou směrech) pro propojení stropů, stěn  
 - životnost trnů musí být totžná se životností stavby  
 - vnější pryžové dilatační pásy s duší

- betonové distančníky – dolní výztuž základové desky, základů vnější výztuž obvodových stěn.

### **Požární odolnost**

Požadavky na požární odolnost železobetonové konstrukce nejsou dle předaných podkladů vyšší než 60 min. Na toto požární zatížení bude navrženo krytí výztuže dle tabulkových hodnot Eurokódu 2 ČSN EN 1992-1-2.

### **Uzemnění**

Je třeba zejména uvažovat s pospojováním výztuže pro uzemnění objektu. Pospojování výztuže bude provedeno provařením výztuže viz projekt uzemnění

### **Bludné proudy**

Dle předchozího projektu je třeba uvažovat se zajištěním ochrany železobetonových konstrukcí vůči korozním vlivům bludných proudů, konstrukce musí být navržena ve stupni ochranných opatření č. 3 dle pravidel kap. 5 technických podmínek MD ČR (viz Základní opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací – technické podmínky TP 124 – JEKU Praha 12/2008)

### **Kritéria pro výpočet**

#### **Normy :**

Nosná konstrukce byla navržena dle ČSN EN:

Základní normy :

ČSN EN 1990 - Eurokód 0:Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 - Eurokód 1:Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992 - Eurokód 2:Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1992 - Eurokód 3:Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1997 - Eurokód 7:Navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN EN 1996 - Eurokód 6:Navrhování zděných konstrukcí

ČSN EN 206-1 – Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba shoda

ČSN EN 12 390-1 Zkoušení zatvrdlého betonu – část 8: Hloubka průsaku tlakovou vodou

#### **Zatížení:**

Užitné zatížení (bez příček) :

Speciální datové a počítačové sály	800 kg/m <sup>2</sup>
Knihovna s výběrem knih	700 kg/m <sup>2</sup>
Strojovny, sklady, vstupní hala	500 kg/m <sup>2</sup>
Zelená střecha nad „P1“	500 kg/m <sup>2</sup>
Učebny, čítárny, zasedací místnosti	300 kg/m <sup>2</sup>
Střecha – chladicí jednotky	600 kg/m <sup>2</sup>
Nepřístupné, nepochůzná střechy	75 kg/m <sup>2</sup>

Podrobnější zatížení - viz statický výpočet DVD

### **Deformace:**

U stropních desek bude provedeno nadvýšení 1/500 rozponu.

Maximální průhyb je dle ČSN EN 1992-1-1 nejvýše 1/250 rozponu – počítáno z kvazistálé kombinace zatížení. Průhyb po provedení podlah 1/300 rozponu.

L = osová vzdálenost podpor, u konzol pak dvojnásobek vyložení

### **Výpočetní technika:**

ESA.PT - SCIA software

Idea Concrete 2.1.

### **Provádění**

Nosná železobetonová konstrukce bude prováděna do překládaného systémového bednění. Práce budou provedeny v souladu s ustanoveními veškerých normových předpisů v aktuálním znění.

Návrh betonové směsi, ukládání betonu a ošetřování v době zrání určí technolog dodavatele pro specifikovaný typ konstrukce a s ohledem na podmínky prostředí tak, aby konstrukce nebyla poškozena smršťovacími trhlinkami.

Pokud není v technické zprávě uvedeno jinak je nutné při realizaci dodržovat zejména ČSN EN –13670, prováděcí třída 3, třída ošetřování 3, geometrická třída tolerance 1.

U stropních desek bude provedeno v bednění nadvýšení 1/500 rozponu

Stropní desky je možné odbednit po dosažení 70 % pevnosti betonu. Stojky musí být ponechány tak, aby nově betonovanou stropní konstrukci vynášely minimálně dva stropy. Při odbedňování musí být ponechány stojky, není možné odbednit celé pole a potom stojky doplnit. Ve spolupráci se zhotovitelem železobetonové monolitické konstrukce bude nutné dořešit **provizorní podepření stropních konstrukcí nad 1.NP až 5.NP mezi osami 3-5 v osách E, G**, a to do doby než bude vybetonována "plná" stěna v 5.NP, která vynese perforované stěny nižších podlaží na rozpon 16,6m.

Umístění pracovních spár, jejich úpravu a postup odbedňování je třeba dohodnout s projektantem.

Při ošetřování betonu je nutné postupovat ČSN EN –13670. Betonáž za jiných než normálních podmínek (průměrná denní teplota min. +5°C, max. +20°C, absolutní minimum 0°C, absolutní maximum +30°C) musí splňovat všechny požadavky uvedené normy. Opatření pro betonáž za nízkých nebo vyšších teplot musí být účinně zajištěna. Rizika z jejich selhání nese dodavatel!

Povrchy všech konstrukcí budou provedeny v takové kvalitě, která umožní provedení povrchových úprav uvedených ve stavební části projektu.

Pro viditelné povrchy svislých konstrukcí je požadován pohledový beton.

Pro pohledový beton se požaduje zejména betonáž do systémového bednění z nepoškozené překližky, dodržení rozměrových tolerancí hrany zkosené.

Kontrola jakosti je povinností zhotovitele.

## **Parametry pohledového betonu**

Povrch betonových konstrukcí z pohledového betonu musí být hladký s minimálním podílem otevřených pórů, musí vykazovat rovnoměrný barevný dojem, tloušťku a strukturu v celé ploše.

Pro pohledový beton se požaduje plynulá křivka zrnitosti, nižší vodní součinitel (do 0,5), stejný druh a obsah cementu, použití menších frakcí kameniva pro jednolitost. Receptura bude zpracována odborným pracovištěm se zkušeností s přípravou pro pohledový beton.

Doporučuje se, aby kritéria kvality povrchu, pórovitosti, struktury a stejnobarevnosti a způsob jejich kvalitativního hodnocení byly sjednány mezi investorem a zhotovitelem na základě zkušebních ploch. Při výrobě zkušebních ploch, stanovení a hodnocení jednotlivých kritérií je doporučeno vycházet z Technických pravidel ČBS 03 „Pohledový beton“ - 2009.

## **Závěr**

Jakékoliv změny případně nejasnosti je třeba konzultovat s projektantem. Při všech pracích je nutné dodržovat příslušné normy, související normy a technologické předpisy a platné bezpečnostní předpisy a nařízení, zejména zákon č.309/2006 Sb. a nařízení vlády č. 591/2006 Sb.