


00



ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT Ing. H. Šeligová <i>H. Šeligová</i>		VYPRACOVAL Ing. D. Švrček <i>D. Švrček</i>		<div>(c) RECOC s.r.o. Seydlerova 2451/8 CZ 158 00 Praha 5</div> <div>tel. +420 251 624 661 fax. +420 251 624 609 www.recoc.cz</div> <div> RECOC S.R.O. - STATICKÁ KONCEPCE</div>	
INVESTOR Ostravská univerzita, Dvořákova 138/7, Moravská Ostrava, 70200 Ostrava				<div>středisko OSTRAVA 28. října 864/273 CZ 709 00 Ostrava</div> <div>tel. +420 596 632 476 ostrava@recoc.cz</div>	
AKCE OU – STAVEBNÍ ÚPRAVY OBJEKTU ZW – DĚKANÁT – přístavba, nástavba a stavební úpravy stávajícího objektu na pozemku 1324/1 a 1324/2 v k.ú. Zábřeh-VŽ v areálu lékařské fakulty Ostravské univerzity				STUPEŇ PD	DPS
				DATUM	08/2020
				FORMÁT	1 A4
				MĚŘÍTKO	1:50
ČÁST	Stavebně–konstrukční řešení			ČÍSLO VÝKRESU D1.2.B.–001 R00	
OBSAH BETONOVÉ KONSTRUKCE PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET					

Projektová dokumentace pro provedení stavby

Stavebně konstrukční řešení

Statické posouzení

Stavba:

**OU - STAVEBNÍ ÚPRAVY OBJEKTU ZW - DĚKANÁT -
přístavba, nástavba a stavební úpravy stávajícího objektu
na pozemku 1324/1 a 1324/2 v k.ú. Zábřeh - VŽ, v areálu
Lékařské fakulty Ostravské univerzity**

Investor:

Ostravská univerzita
Dvořákova 138/7
Moravská Ostrava
702 00 Ostrava

Zpracovatel:

RECOC, spol. s.r.o.
Seydlerova 2451/8
Praha 13, 158 00

Projektant:

Ing. Hana Šeligová

Projekční tým:

Ing. David Švrček

1 Obsah

1	Obsah	2
2	Soubor použitých norem a literatury	3
2.1	Řada norem ČSN	3
2.2	Technická pravidla České betonářské společnosti ČBSI	3
2.3	Zákony a vyhlášky	3
3	Použité podklady a literatura	4
4	Použité programy	4
5	Uvažovaná zatížení	4
6	Použité materiály	4
6.1	Betony podle ČSN EN 1992-1-1 (ČSN EN 206)	4
6.2	Betonářská výztuž podle ČSN EN 1992-1-1	5
6.3	Konstrukční oceli podle ČSN EN 1993-1-1:2006 dle EN 10025-2; Třída oceli podle ČSN EN 10027 ..	5
7	Popis navrženého konstrukčního systému	5
7.1	Nosná konstrukce	5
8	Výsledky průzkumů	7
8.1	Inženýrsko - geologický průzkum	7
9	Výpočetní aparát - FEM výpočty	14
9.1	Program RENEX3D	14
9.1.1	Charakteristika programu	14
9.1.2	Použité prvky	14
9.1.3	Použití programu	14
9.1.4	Dělení na konečné prvky	15
9.1.5	Souřadnicové systémy	15
9.1.6	Interakce s podložím	18
9.1.7	Zatížení a jejich kombinace	18
9.2	Nelineární výpočty	18
9.2.1	Algoritmus dimenzování skořepinových prvků	19
9.3	Programy FINE EC	21
9.3.1	Charakteristika programu	21
10	Zatěžovací stavy a jejich kombinace	21
10.1	Kombinace podle metodiky EN 1990:2004	21
10.2	Názvy zatěžovacích stavů a kombinací v programu RENEX 3D	23
10.3	Uživatelsky definované kombinace	24
11	Komentář ke grafickým výstupům	25
11.1	Fyzikální vlastnosti	25
11.2	Zatížení	25
11.3	Výstupy – mezní stavy únosnosti (MSÚ)	25
11.4	Výstupy – mezní stavy použitelnosti	25
11.5	Postup výpočtu	25
12	Závěr	26
13	Seznam obrázků	26
14	Seznam příloh	26

2 Soubor použitých norem a literatury

2.1 Řada norem ČSN

ČSN 73 0038:2014	Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení
ČSN 73 1201:2010	Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
ČSN EN 206+A1:2018	Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 1090-1+A1	Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 1: Požadavky na
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí – oprava 1, 2, 3, 4; změny A1, Z1, Z2, Z3, Z4; NA ed.A; ed. 2
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb – oprava 1; změny Z1, Z2; NA ed.A
ČSN EN 1991-1-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-2: Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru – oprava 1, 2, 3; NA ed.A
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem – oprava 1; změny A1, Z1, Z2, Z3, Z4, Z5; NA ed.A; ed.2 – změna A1
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem – oprava 1, 2, 3; změny Z1, Z2, Z3; NA ed.A - změna A1; ed. 2
ČSN EN 1991-1-5	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou – oprava 1, 2; změny Z1, Z2; NA ed.A
ČSN EN 1991-1-6	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění – oprava 1, 2; změny Z1, Z2, Z3, Z4; NA ed.A
ČSN EN 1991-1-7	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení – oprava 1; změny A1, Z1; NA ed.A
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – oprava 1, 2; změny A1, Z1, Z2, Z3; ed. 2 – změna A1, Z1; NA ed.A
ČSN EN 1992-1-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru – oprava 1; změna NA ed.A
ČSN EN 1996-1-1+A1:2013	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce – Na ed.A
ČSN EN 1996-1-2	Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru – oprava 1; změna Z1; NA ed.A; ed.2
ČSN EN 1996-3	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí – oprava 1; NA ed.A
ČSN ISO 2394:2016	Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí.
ČSN ISO 13822:2014	Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.

2.2 Technická pravidla České betonářské společnosti ČBSI

01 Statické výpočty, 1. Vydání 2006

2.3 Zákony a vyhlášky

Zákon č. 183/2006 Sb o územním plánování a stavebním řádu v platném znění –
Vyhláška č. 499/2006 Sb., Vyhláška o dokumentaci staveb, v platném znění (Vyhláška č. 405/2017 Sb.,
částka 144 ze 7.12.2017 o dokumentaci staveb ve znění Vyhlášky č. 62/2013 Sb. a vyhláška č. 169/2016 Sb.)

3 Použité podklady a literatura

- [1] Architektonicko-stavební řešení, **Ing. Arch. Martin Janda**, architektonická kancelář, Lomná 1895, architektonická kancelář, Lomná 1895, 744 01 Frenštát pod Radhoštěm
- [2] Ostrava–OU–LF–rešerše – Závěrečná zpráva z rešeršního posouzení geologických poměrů; GEOoffice, s.r.o., Provozovna: U Cementárny 1207/5 Ostrava – Vítkovice, Ing. Radim Ptáček, Ph.D.; 05/2020
- [3] FEM, principy a praxe metody konečných prvků, Kolář, V., Němec, I., Kanický, V. a navazující manuály k programům NEXX.
- [4] Manuál k programu RENEX3D, RECOC, spol. s r.o., 2013

4 Použité programy

Programy RENEX - © FEM consulting Brno s.r.o., RECOC, spol. s r.o.,
Preprocesory a postprocesory RECOC-BETON - © RECOC, spol. s r.o.,
FIN - © FINE s.r.o.
Tabulkové procesory Excel, © RECOC, spol. s r.o.

5 Uvažovaná zatížení

Rozpis zatížení je uveden v Příloze 01 Statického výpočtu.

Stálá zatížení byla vypočtena podle podkladu [1].

Charakteristická hodnota zatížení sněhem je $s_k = 1,00$ kPa.

Větrná oblast je podle ČSN EN 1991-1-4:2007 II, tedy výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 25$ m/s.

Užitná zatížení jsou převzata z norem ČSN EN 1991-1-1 až 1991-1-7 podle typu využití prostor.

6 Použité materiály

Ve výpočtech jsou použity následující fyzikálně mechanické vlastnosti materiálů. Moduly pružnosti jsou uvažovány tabulkovými hodnotami, pokud není ve výpočtu výslovně uvedeno jinak. Pokud by se na stavbě z libovolného důvodu nepodařilo těchto teoretických hodnot dosáhnout, je nutno informovat statika a s největší pravděpodobností provést přepočet s hodnotami garantovanými dodavatelem betonové směsi.

6.1 Betony podle ČSN EN 1992-1-1 (ČSN EN 206)

Značka	EN 206	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [GPa]	γ [kg/m ³]
C12/15	C12/15	20	1,6	27	2500
C16/20	C16/20	24	1,9	29	2500
C20/25	C20/25	28	2,2	30	2500
C25/30	C25/30	33	2,6	31	2500
C30/37	C30/37	38	2,9	33	2600
C35/45	C35/45	43	3,2	34	2600
C40/50	C40/50	48	3,2	35	2600
C50/60	C50/60	58	4,1	37	2600
C70/85	C70/85	78	4,6	41	2600
C80/95	C80/95	88	4,8	42	2600
Poissonova konstanta	0,2	Součinitel tepelné roztažnosti			$10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$

6.2 Betonářská výztuž podle ČSN EN 1992-1-1

Značka	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	E_s [GPa]
B 500B	500	434,8	200
KARI	500	434,8	200
BSt 550	550	478,3	200

6.3 Konstrukční oceli podle ČSN EN 1993-1-1:2006 dle EN 10025-2; Třída oceli podle ČSN EN 10027

Třída oceli	f_y [MPa]	f_u [MPa]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	E_s [GPa]
tloušťka [mm]	< 40		40 - 80		
S 235	235	360	215	360	210
S 275	275	430	255	410	210
S 355	355	490	335	470	210
S 450	440	550	410	550	210
Poissonova konstanta	0,3	Součinitel tepelné roztažnosti			$12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$

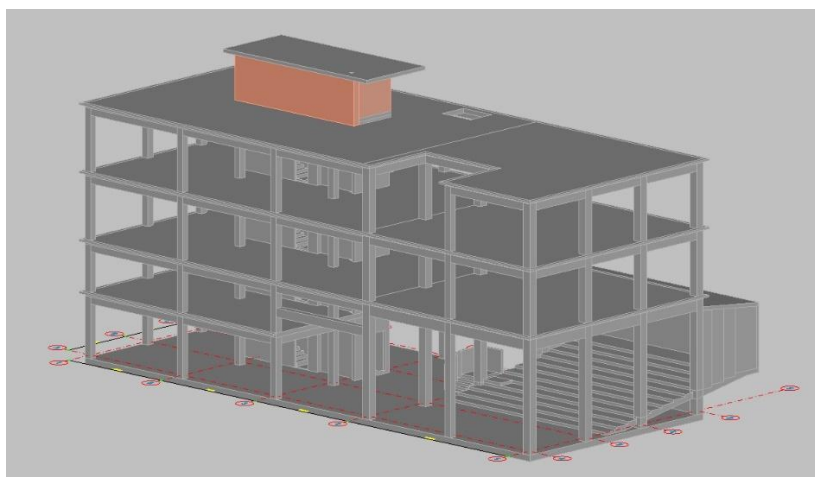
7 Popis navrženého konstrukčního systému

Funkce a tvar budovy

Jedná se o čtyřpodlažní nepodsklepenou budovu, která bude využívána jako děkanát Lékařské fakulty Ostravské univerzity v Ostravě – Zábřehu. Objekt bude postaven v prostoru stávajících základových konstrukcí rekonstruovaného stávajícího objektu. Objekt má půdorysný tvar obdélníka se stranami 33,8 x 14,1m s plochou střechou. V úrovni 1.NP a 2.NP vystupuje v oblasti velkoprostorové učebny vykonzolovaná část hlediště. Na střeše se nachází zděný výlez na střechu zastřešený střešní deskou s přesahy. Plochá střecha objektu i střecha výlezu jsou opatřeny atikou. Výška objektu je 17,7m po atiku nad střechou výlezu.

7.1 Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří železobetonový monolitický skelet, tvořený sloupy, vnitřními a obvodovými stěnami se stropními deskami opatřenými trámy.



Nosná železobetonová konstrukce – pohled 1



Nosná železobetonová konstrukce – pohled 2

Horní stavba

Objekt má tvar obdélníka s půdorysnými rozměry $\text{š} \times \text{d} = 14,1 \times 33,8\text{m}$, konstrukční výšky podlaží jsou: 1.NP - 3,7m, 2.NP - 2,9m, 3.NP - 3,8m, 4.NP - 3,8m, výlez na střechu 2,84m. Horní hrana stropní desky nad výlezem na střechu je na úrovni 16,890m. Velkoprostorová učebna je situována přes 1.NP a 2.NP a vystupuje z půdorysu objektu vykonzolovanou zadní částí, tvořenou šikmou deskou tvořící podlahu, obvodovými stěnami a stropní deskou ve spádu.

Svislé konstrukce jsou tvořeny sloupy a stěnami. Sloupy jsou čtvercového průřezu 0,4 x 0,4m a 0,5 x 0,5m. Základní modulové rozteče jsou 4,2m a 4,5m ve směru číselných os a 6,9m, 7,01m, 6,94m a 12m ve směru písmenných os. Obvodové stěny se nachází ve vykonzolované části velkoprostorové učebny a mají tl. 300mm na bocích a tl. 200mm v zadním čele učebny. Vnitřní nosné stěny schodišťového a výtahového jádra mají tl. 200mm a 150mm. Obvodové stěny výlezu na střechu budou provedeny ze zdiva.

Vodorovné stropní desky jsou v osách 1-4 tl. 250mm a v osách 4-5 tl. 200mm. Šikmá stropní deska vykonzolované části velkoprostorové učebny má rovněž tl. 200mm. Stropní desky tl. 250mm mají po obvodu trám vystupující směrem dolů o celkové výšce (včetně desky) 630mm a šířce 400mm. Tento trám je v některých místech zmenšen na výšku 500mm. Stropní deska tl. 200mm má po obvodu a v místech písmenných os průvlaky vystupující směrem dolů o celkových rozměrech $\text{Š} \times \text{V} = 500 \times 800\text{mm}$ a $500 \times 630\text{mm}$. Stropní deska nad výlezem na střechu a zastropení výtahové šachty má tl. 200mm. V místě vstupní haly budou provedeny dva trámy pod deskou, tvořící překlady.

Spodní stavba

Založení je navrženo na základové desce, podporované velkopřůměrovými vrtanými pilotami. Základová deska bude provedena v místě původních základových konstrukcí. Tloušťka základové desky je 350mm, piloty jsou průměru $\varnothing 600\text{mm}$, $\varnothing 900\text{mm}$ a $\varnothing 1200\text{mm}$ v délkách 12-22m. V oblasti stávajících základových konstrukcí bude v jejich mocnosti provedeno tzv. hluché vrtání.

8 Výsledky průzkumů

8.1 Inženýrsko - geologický průzkum

Pro účely projektových prací na objektu bylo provedeno rešeršní posouzení geologických poměrů - [2].

Začátek citace ze závěrečné zprávy z rešeršního posouzení geologických poměrů

...

Geologické poměry širšího okolí

Z regionálně geologického hlediska území náleží k severomoravské části čelní předhlubně Západních Karpat. Přímé předkvartérní podloží je zde tvořeno horninami neogenního stáří. Litologicky jsou představovány vápnitými jíly se slabými vložkami písku (rozložené původní jílovce). V přípovrchové zóně jsou podložní horniny postiženy procesy zvětrávání, jehož účinky se s hloubkou zmenšují.

Kvartérní sedimentární pokryv je tvořen dosti mocnými sedimenty eolického, glacigenního a fluvialního původu. Bazální část pokryvu je představována písčitými štěrky starší akumulární fáze ostravské terasy řek Odry a Ostravice. Terasové štěrky jsou směrem do nadloží vystřídány sedimenty jílovitého charakteru, vázanými na náplavovou činnost. Zmíněné fluvialní sedimenty tvoří podloží glacigenních sedimentů, zastoupených zejména jílovitými sedimenty. Svrchní partie jsou pokryty eolickými sedimenty, z čehož se vyskytují sprašové hlíny převážně würmského stáří. Přirozený geologický profil je na určité části prostoru lokality překryt antropogenními navážkami různého složení a mocností, které vyplňují podloží, resp. podzákladí současných či historických staveb. Na plochách zeleně jsou nejsvrchnější části geologického profilu pokryty kulturní vrstvou, kdy se jedná o zeminy organického charakteru, vzniklé jak humidním rozkladem matečné zeminy, tak zejména antropogenním dodáním organické složky.

.....

Hydrogeologické podmínky zájmové lokality

Na lokalitě je vyvinut oběh podzemní vody vázaný na bazální části kvartérního souvrství reprezentované fluvialními a glacifluviálními štěrky. Hladina podzemní vody nebyla v žádném z posuzovaných archivních vrtů zastížena. Dle naší znalosti širší geologické skladby očekáváme, že za běžných klimatických podmínek se hladina podzemní vody pohybuje v hloubce okolo 13 m, s oscilací hladiny v závislosti na množství infiltrovaných srážkových vod. Výhradním donátorem zvodnění jsou právě srážkové vody. Zvodnění udržované ve štěrcích je spojitě a trvalé, je ohraničeno podložním hydrogeologickým izolátorem reprezentovaným marinními jíly. Podzemní voda je udržována v gravitačním režimu, pouze lokálně je slabě napjatá. Štěrkům nadložní jemnozrnné sedimenty eolické, glacigenní a fluvialní (povodňové, náplavové) geneze plní roli hydrogeologického izolátoru, v praxi spíše poloizolátoru, čímž omezeně umožňují infiltraci srážkových vod. Srážková voda je při prostupu těmito jemnozrnnými sedimenty očišťována.

Hydraulické vlastnosti vybraných vrstev lze převzít z archivních průzkumných prací. Laboratorním rozbořem, který je součástí posudku (Ondra, 2004), realizovaným v gesci laboratoře mechanicky zemin společnosti K-GEO s.r.o., byl z křivek zrnitosti zjištěn koeficient filtrace, dosahující hodnoty $K_f = 3 \cdot 10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$ v případě sprašových hlín (neporušený vzorek odebraný z vrtu S-22 v hloubce 2.5 – 2.7 m), $K_f = 8 \cdot 10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$ v případě glacigenních jíků (poloporušený vzorek odebraný z vrtu S-22 v hloubce 3.5 m), $K_f = 3 \cdot 10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$ v případě glacigenních jíků (poloporušený vzorek odebraný z vrtu S-21 v hloubce 3.8 – 4.0 m) a $K_f = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$ v případě fluvialních jíků písčitých (poloporušený vzorek odebraný z vrtu S-22 v hloubce 5.3 m). Dle Jetelovy klasifikace (1973) jsou všechny tyto vrstvy (GT 2a, 2b, 2c) dle uvedených hodnot koeficientu filtrace nepatrně propustné (třída propustnosti VIII).

Hydraulické vlastnosti nesaturovaných štěrků lze odečíst z posudku (Matlochová et Šmít, 2015). V rámci tehdejších průzkumných prací byl realizován nálevový test za účelem ověření vsakovacích schopností horizontu nesaturovaných štěrků. Výsledný koeficient vsaku činí hodnoty $K_v = 9 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$. Ve zmíněném posudku bylo dále konstatováno, že koeficient filtrace terasových štěrků se pohybuje v řádu $n \cdot 10^{-4}$ až $n \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Dle Jetelovy klasifikace jsou zeminy GT 3 silně až dosti silně propustné (třída propustnosti II až III).

Z hlediska případného vsakování srážkových vod je možno konstatovat, že k tomuto účelu jsou z geologického hlediska vhodné polohy GT 3, a to jejich nesaturovaná část. K tomuto připomínáme, že hladina podzemní vody se za běžných podmínek očekává v hloubce okolo 13 m, přičemž strop ke vsakování vhodných štěrků se očekává v hloubce okolo 7 m. Bližší náležitosti ohledně vsakování lze podat po návrhu založení přístavby tak, aby vsakováním nebyly ohroženy, resp. degradovány geomechanické parametry geologického prostředí. Pro návrh případného utrácení srážkových vod vsakem do horninového prostředí bude rovněž zapotřebí znát plochu řešených objektů.

....

Ostatní poměry se zřetelem na zvláštní ochranu

Zájmová lokalita leží mimo záplavová území i mimo ochranná pásma vodních zdrojů (dle §30 Zákona č.254/2001 Sb. o vodách v platném znění) a není ani součástí Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV). Lokalita není součástí velkoplošného ani maloplošného zvláště chráněného území dle § 14 Zákona č.114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, v platném znění).

Dle prozkoumanosti České geologické služby – Geofondu se zájmová lokalita nachází na poddolovaném území s názvem Vítkovice, ID PÚ 4546, kde se těžilo černé uhlí. Dále se zájmové území nachází ve dvou chráněných ložiskových územích, a sice v Čs. části Hornoslezské pánve (ID 14400000) a Rychvald (ID 07100100)

V blízkosti se nenachází svahové nestability.

Dle informačního systému SEKM (Systém evidence kontaminovaných míst) se na zájmovém území nevyskytuje místo zatížené kontaminací. Místa uvedeným systémem evidována se nacházejí ve vzdálenosti 500 m a více.

....

Syntéza dat, technické závěry a doporučení

Na základě interpretace výsledků provedených prací a studia archivních materiálů vyplývá následující:

- Geologický profil lokality byl nejbližšími archivními vrty ověřen do hloubky 6 až 10 m pod terénem. Podrobný popis archivních vrtů je uveden v příloze č. 3.

Přirozený geologický profil je seshora překryt antropogenně deponovanými materiály. Rozsah a charakter navážek nacházejících se na lokalitě není přesně znám. Do jisté míry jej lze odečíst z dokumentace archivních vrtů, nicméně je nutno podotknout, že navážky vykazují bodový charakter, což znamená, že informace z vrtů byť od lokality blíže situovaných nelze plně použít pro potřeby zájmové lokality. V zásadě se však domníváme, že charakter navážek na lokalitě je obdobný jako v místech posuzovaných vrtů, tzn., že se jedná o výkopové hlíny mísené hrubozrnnou tvrdou složkou. Mocnost očekáváme okolo 1.20 m, vyloučit však nelze hlubší dosah způsobený např. reliktem dnes již neexistující stavby.

Nejsvrchnější části geologického prostředí jsou poté budovány eolickými sedimenty zastoupenými v podobě sprašových hlín. Ty povětšinou vykazují pevné konzistence. Vyskytují se v podloží navážek a očekáváme, že bázi sahají do hloubky okolo 3.50 m, a to za předpokladu, že v podloží jsou vyvinuty glacigenní jíly. U glacigenních jílů pak očekáváme, že sahají do hloubky okolo 5.20 m. Glacigenní jíly jsou zpravidla tuhé konzistence.

Komplex eolických a glacigenních sedimentů překrývá vúdčí horizont kvartérního souvrství, kterým jsou fluviální a glacifluviální sedimenty. Nejprve se v nevelké mocnosti okolo 1 m vyskytují povodňové či náplavové jíly písčité tuhé až pevné konzistence, které s hloubkou přecházejí v komplex nesoudržných sedimentů štěrkovité litologie. Takto se vyskytují terasové štěrky fluviální a glacifluviální geneze. Štěrký jsou zejména ve svrchních partiích zakolmatovány hlinitopísčitou složkou. Štěrký jsou rovněž prostupovány hrubozrnným valounovým materiálem s výskytem úlomků hornin. Báze štěrků, jakož i tím pádem i celého kvartérního souvrství nebyla posuzovanými archivními vrty ověřena. Dle našich znalostí s širší geologickou skladbou ji očekáváme v hloubce okolo 16 – 20 m. Stropní partie předkvartérního podloží pak jsou představovány neogenními jílami marinní geneze, nabývajících tuhé, místy až měkké konzistence.

- Z inženýrsko-geologického hlediska byly na základě litologie a geomechanických vlastností (uvedených podrobně v kapitole č. 3.1) vyčleněny následující geotechnické typy zemin podstatné pro projektovaný záměr:

GT 1 - antropogenní navážky,
GT 2a - eolické sprašové hlíny,
GT 2b - glacigenní jíly,
GT 2c - fluviální jíly písčité,
GT 3 - fluviální a glacifluviální štěrky,
GT 5 - marinní jíly.

Ve smyslu normy ČSN P 73 1005 jsou základové poměry jednoduché, protože geologické vrstvy se nacházejí v poměrně pravidelné horizontální vrstevnatosti a podzemní voda se nachází hluboko zaklesnutá pod základovou spárou stavby i základů. Projektovanou stavební konstrukci citlivou na nerovnoměrnou deformaci horninového prostředí oproti stávající budově považujeme za náročnou. Geotechnické rizika stanovujeme na 2. třídu. Tímto řadíme staveniště do 2. geotechnické kategorie.

Je očekáváno, že přístavba stávajícího objektu bude založena na mikropilotách. Z hlediska geomechanických parametrů lze konstatovat, že nejvhodnějšími parametry pro opření mikropilot disponují štěrkovité sedimenty GT 3. V tabulce č. 1 je nastíněno, že jejich strop lze očekávat v hloubce okolo 6.20 m. Tuto hodnotu však nelze brát dle provedené rešerše (bez průzkumných sond v místě stavby) jako zcela absolutní, není ale předmětné očekávat zaklesnutí stropu únosných štěrků pod hloubku 7.0 – 8.0 m. V kontextu geomechanických vlastností je nutno dále zmínit, že na stropu může být mezerní hmota štěrků výrazněji zanesena jemnozrnnou složkou. Z toho důvodu doporučujeme patu pilot umístit do hloubky okolo 8 m a níže. V těchto hloubkách lze očekávat štěrkovité zeminy s hlinitopísčitou příměsí do cca 15%, které lze kategorizovat jako G3 G-F (saClGr). Rovněž očekáváme, že štěrky jsou středně ulehlé až ulehlé a nevytříděné, nahodile se vyskytují valouny v podobě úlomků hornin. Piloty by bylo možné vetknout i do tuhých či pevných zemin GT 2, které ale vykazují méně příznivé geomechanické parametry citlivé na vlhkost. Konečný způsob založení stavby stanoví statik.

Zatřídění zemin z hlediska jejich těžitelnosti a vrtatelnosti je uvedeno v následující tabulce č. 2. Nejnáročnější jsou z hlediska vrtatelnosti fluviální a glacifluviální štěrky GT 3 a rovněž tvrdé materiály (cihelná drť, úlomky cihel či kameniva apod.) potenciálně se vyskytující v komplexu navážek GT 1.

Tabulka č. 1: Schematický vrstevní sled s uvedením geotechnických typů

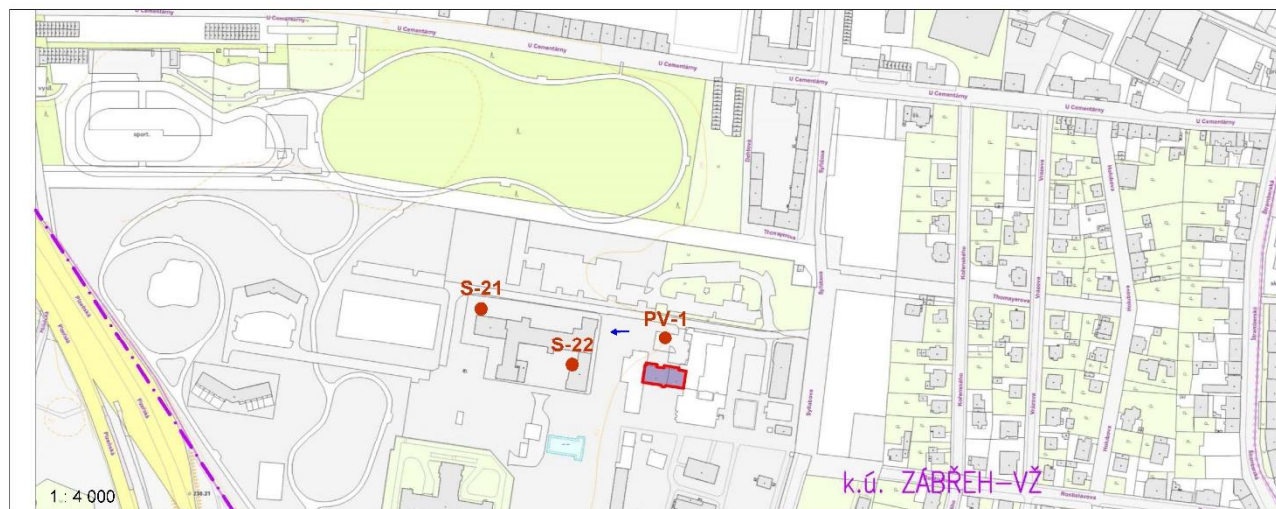
Stratigrafie	Litologický typ	Zatřídění dle ČSN 73 611 (ČSN EN ISO 14688-2)	Geotechnický typ (GT)	Očekávaná hloubka stropu a báze [m]
kvartér	antropogenní navážky	Y	GT 1	0.00 – 1.20
	eolické sprašové hlíny	F6 CI – CL (siCl)	GT 2a	1.20 – 3.50
	glacigenní jíly	F6 CI – CL (Cl)	GT 2b	3.50 – 5.20
	fluviální jíly písčité	F4 CS (saCl)	GT 2c	5.20 – 6.20
	fluviální a glacifluviální štěrky	G3 G-F (saClGr), G2 GP (saGr, Gr), G5 GC (clGr)	GT 3	6.20 – 18.00
neogén	marinní jíly	F8 CH (Cl)	GT 4	> 18.00

Tabulka č. 2: Zatřídění zastižených geotechnických typů

Stratigrafie	Litologický typ	Zatřídění dle ČSN 73 6133 (ČSN EN ISO 14688-2)	Geot. typ (GT)	Těžitelnost 800-1	Těžitelnost ČSN 73 6133	Vrtatelnost 800-2
kvartér	antropogenní navážky	Y	GT 1	3 - 4	I	I - III
	eolické sprašové hlíny	F6 CI – CL (<i>siCl</i>)	GT 2a	2 - 3	I	I
	glacigenní jíly	F6 CI – CL (<i>Cl</i>)	GT 2b	3	I	I
	fluviální jíly písčité	F4 CS (<i>saCl</i>)	GT 2c	2	I	I
	fluviální a glacifluviální štěrky	G3 G-F (<i>sacGr</i>), G2 GP (<i>saGr, Gr</i>), G5 GC (<i>cGr</i>)	GT 3	3 - 5	I	II - IV
neogén	marinní jíly	F8 CH (<i>Cl</i>)	GT 4	3	I	I

Z hlediska vrtatelnosti byly horniny zatříděny podle katalogu 800-2 „klasifikace hornin podle vrtatelnosti pro vrty pro piloty a pro rýhy pro podzemní stěny“. Zde jsou horniny a zeminy zatříděny do celkem šesti tříd zejména podle granulometrie, přítomnosti kamenité frakce, ulehlosti, přítomnosti tlakových zvodnělých horizontů, petrografického složení, stupně alterace.

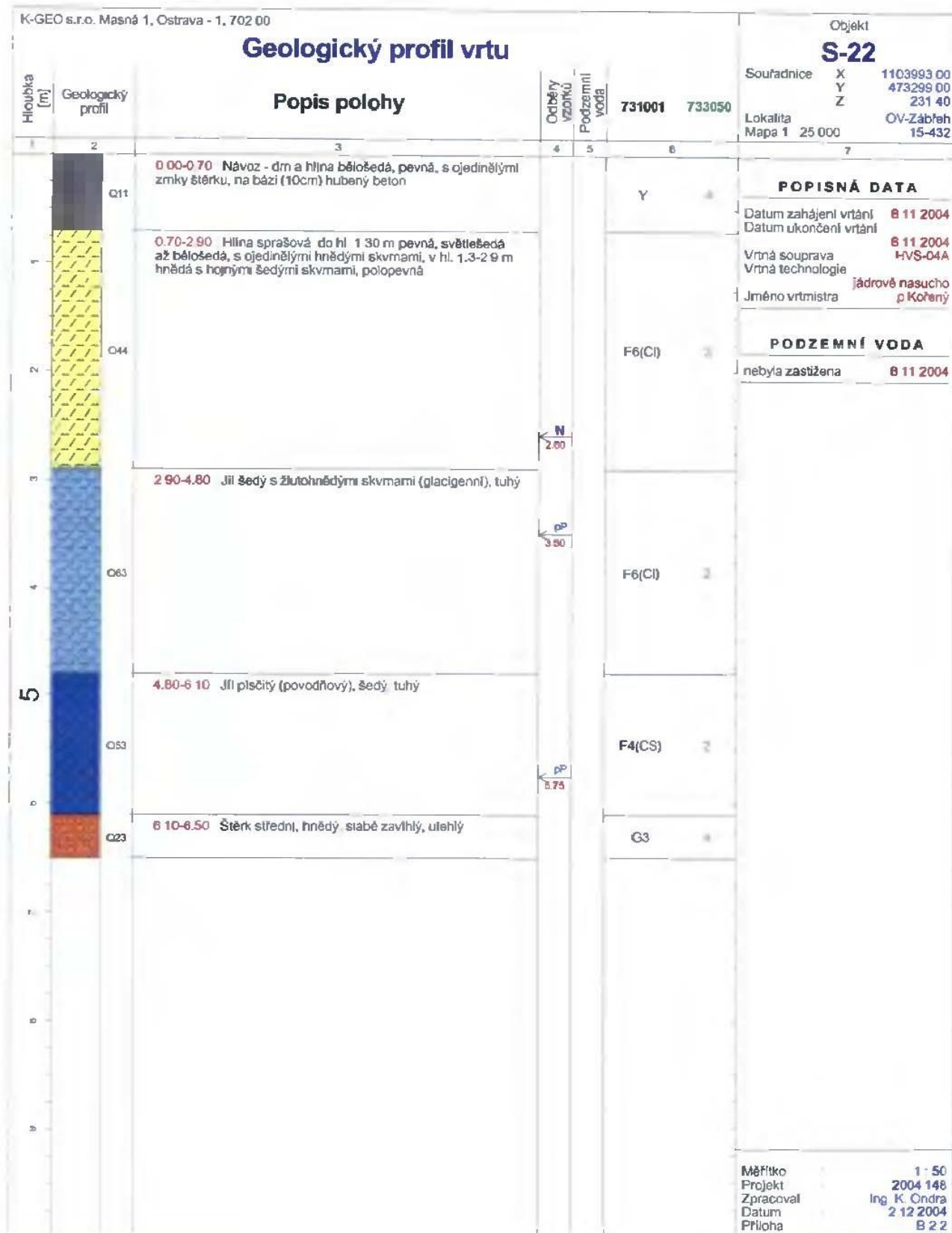
- Z hydrogeologického hlediska lze konstatovat, že je na lokalitě vyvinut oběh podzemní vody soustředěný v souvrství kvartérních zemin. Hydrogeologickým kolektorem jsou štěrky, na lokalitě mocně vyvinuty okolo 10 až 13 m. Jejich podstatná mocnost přináší to, že svrchní partie nejsou podzemní vodou saturovány. Hladinu podzemní vody očekáváme v hloubce okolo 13 m, tedy přibližně 5 m pod patou pilot zabudovaných do štěrků GT 3. Zvodnění je spojitě a díky přítomnosti podložního izolátoru i trvalé, hladina podzemní vody osciluje v závislosti na množství infiltrovaných srážkových vod, které jsou výhradním donátorem. Vyloučit nelze výskyt tzv. zavěšeného zvodnění, kdy se jedná o akumulaci srážkových vod v propustných polohách navážek, vertikálně a laterálně ohraničených nepropustnými materiály či zeminami.

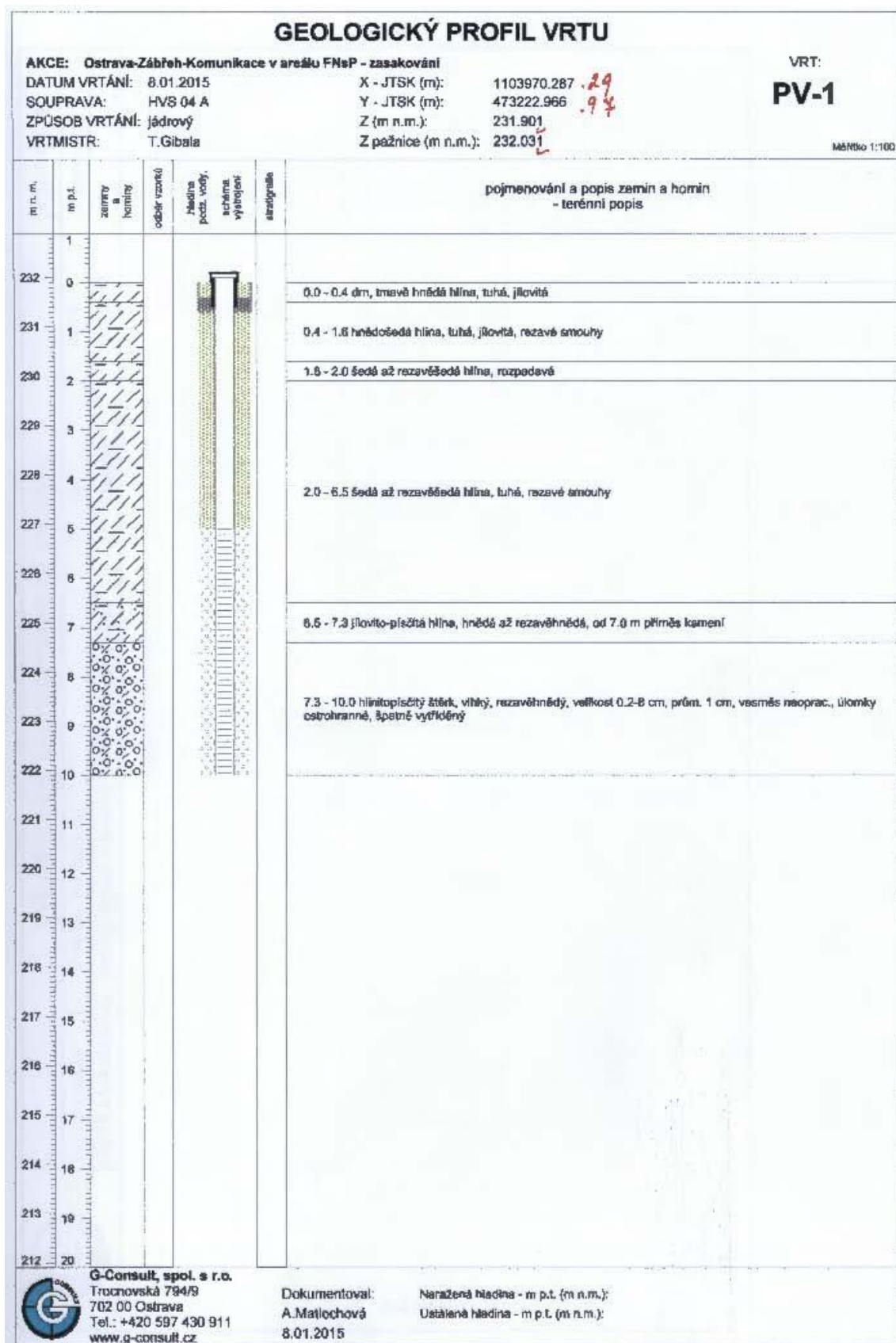


LEGENDA

- Archivní vrty
- ← Předpokládaný směr proudění podzemní vody

Strana 11 | 27





Konec citace ze závěrečné zprávy z rešeršního posouzení geologických poměrů

9 Výpočetní aparát - FEM výpočty

9.1 Program RENEX3D

9.1.1 Charakteristika programu

Konstrukce jako celek, její dílčí části nebo části dané postupem výstavby jsou řešeny metodou konečných prvků, konkrétně programem RENEX3D. Program RENEX3D používá řešiče a matematický aparát vyvinutý Prof. Dr. Ing. Vladimírem Kolářem DrSc., doc. Ing. Ivanem Němcem CSc. a řadou dalších staticů a matematiků v Dopravoprojektu Brno jako programy řady NEXX. Jeho vývoj v současné době pokračuje ve firmě FEM Consulting Brno. Řešiče jsou použity i v programech řady NEXIS, ESA a Dlubal Software. Vyznačují se značnou robustností a obrovskou numerickou stabilitou. Obstojí i ve srovnání s programy jako je ANSYS, DIANA a MARC, v lecčem je dokonce předčí. Metoda konečných prvků umožňuje řešení velkých a složitých konstrukcí s prakticky libovolnými okrajovými podmínkami mj. svoji stabilitou a robustností použitých řešičů. Model používá konečné prvky v deformační variantě. Obecně lze říci, že MKP je zobecněná Ritz-Galerkinova variační metoda, užívající básových funkcí s malým kompaktním nosičem, úzce spjatým se zvoleným rozdělením řešené oblasti na konečné prvky.

Ve výpočtu jsou použity plošné 2D prvky, které v sobě zahrnují membránový a ohybový stav namáhání. Použitý model umožňuje libovolnou kombinaci popsaných 2D prvků s prvky jednorozměrnými, ale i prostorovými. Jednorozměrné, tedy prutové prvky, mohou být připojovány excentricky k střednicové rovině plošného prvku.

9.1.2 Použité prvky

Pro systém NEXX byl nejprve vyvinut vlastní trojúhelníkový prvek s maticí tuhosti řádu 27, mající v každém vrcholu všech 6 stupňů volnosti bodu Cosseratova 2D kontinua a ve středech stran po třech stupních volnosti. Průběhy rotací jsou podél stran linearizovány. K tomuto prvku byl vyvinut plně kompatibilní 1D prvek s maticí tuhosti řádu 15, což je přirozený důsledek 6 parametrů na obou koncích a 3 parametrů ve středu prvku. Lze je klasifikovat jako statické řešení Cosseratovského modelu plošné a prutové konstrukce. V dalším vývoji byly trojúhelníkové 2D prvky nahrazeny praktičtějšími čtyřúhelníkovými při zachování šíře básových funkcí. V určitých oblastech (určité okrajové podmínky, zahušťování sítě) jsou používány oba typy prvků. Systém NEXX pracuje s deformační variantou MKP a využívá výhradně kompatibilní elementy. Pro ohyb plošných i prutových prvků je možno použít jak Kirchhoffovu tak Mindlinovu teorii. Prvky byly v poslední době doplněny o analogický prostorový prvek – brick, který je s popsánými 1D a 2D prvky plně kompatibilní.

Z hlediska fyzikálních vlastností materiálů modelovaných prvků jsou úlohy řešeny jako finitní, pomocí členů matice fyzikálních konstant lze vystihnout vazby mezi napětími a deformacemi (ortotropie apod).

Pro modelování předpínací výztuže jsou použity speciální prutové prvky, které jsou k navazujícím plošným prvkům připojovány s excentricitami vyplývajícími z vertikálního trasování jednotlivých kabelů. Předpínací síla je vnášena jako poměrné přetvoření kabelu po odečtení krátkodobých ztrát (ztráty třením, pokluzem v kotvě a relaxací lana). Jsou automaticky generovány dva stavy, jeden po vnesení předpětí do konstrukce a druhý na konci uvažované životnosti konstrukce. Tím, že jsou tyto prvky pevně spjaty se zbytkem konstrukce, reagují na její deformace zvyšováním resp. snižováním napětí v lanech. Dlouhodobé ztráty, zejména ztráty dotvarováním betonu, jsou automaticky řešeny v nelineárních modulech zohledňujících nelineární pracovní diagramy betonu a oceli a vznik a rozvoj trhlin v betonu.

Pokud se týče matematického aparátu, odkazujeme zájemce na [3].

9.1.3 Použití programu

Program RENEX3D je použit pro veškeré lineární i nelineární (fyzikálně i geometricky) výpočty, dále pak pro dimenzování potřebných ploch výztuže pro 2D prvky, výpočet šířky trhliny atd. V případě použití předpínací výztuže jsou doplňkové (staticky neurčité) síly, které předpjetí na konstrukci vyvozuje, přenášeny přímo

z grafických programů jako samostatné zatěžovací stavy. Byl implementován samostatný prutový prvek s excentrickým připojením, který pomocí poměrného přetvoření umožňuje řešit přesně spolupůsobení betonové konstrukce s přepínací výztuží. V případě nelineárního výpočtu i včetně ztrát přetvořením konstrukce, dotvarováním atd.

Kromě výpočtů lineárních umožňuje i lineárně a fyzikálně nelineární analýzu, dynamické a stabilitní výpočty. Do systému byl implementován modul vyvinutý v RECOC, který umožňuje řešení železobetonových skořepin s uvažováním fyzikálně nelineárního chování betonového průřezu včetně vlivu dotvarování. Dále byly implementovány prvky pro výpočet sendvičových konstrukcí včetně vzdušného bricku (modelování dvojskel apod.) a prvky pro modelování cihelného zdiva.

9.1.4 Dělení na konečné prvky

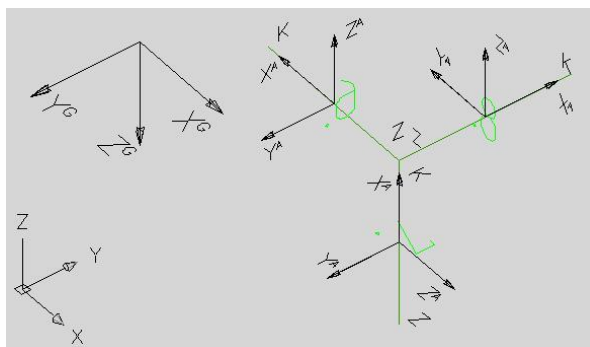
Dělení na konečné prvky se provádí automaticky generátorem. Ve výpočtech celků konstrukcí nebo jejich částí daných postupem výpočtu je základní velikost prvku jeden metr. V místech anomálií konstrukce program automaticky prvky přizpůsobuje geometrii, v místech předpokládaných lokálních zvýšení namáhání konstrukce jsou prvky zahuštěny.

Ve výpočtech subkonstrukcí a zejména konstrukcí dimenzovaných nebo řešených s ohledem na mezní stavy použitelnosti, odpovídá velikost dělení jedno až dvojnásobku tloušťky dotčených prvků. Stropní desky jsou dimenzovány na patrovém výseku. Vertikální nosné konstrukce pod i nad deskou jsou redukovány na polovinu jejich výšky a opatřeny na koncích kloubovými podporami. Jedná se pochopitelně o určité zjednodušení, ale ve většině praktických příkladů vnáší do výpočtu minimální chybu. Konstrukce, u nichž toto zjednodušení nelze použít, jsou řešeny na celkovém modelu s patřičně zjemnělou sítí konečných prvků. U patrových výseků jsou sloupy modelovány buďto pomocí bricků, nebo je do desky vložen deskový prvek půdorysných rozměrů rovných průřezu sloupu s výrazně zvýšenou tuhostí, tak aby byla potlačena teoretická konvergence vnitřních sil k nekonečnu v lomových bodech. Tyto makroprvky neprobíhají procesem dimenzování.

Pro odladění hustoty dělení byla firmou RECOC provedena celá řada kontrolních výpočtů.

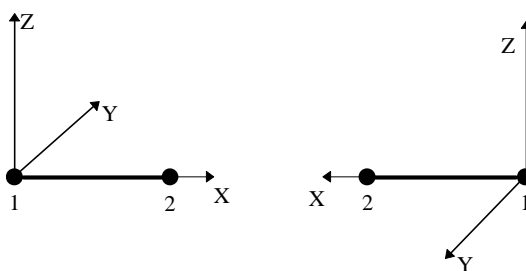
9.1.5 Souřadnicové systémy

Konstrukce je modelována v globálním souřadnicovém systému – X^G, Y^G, Z^G .



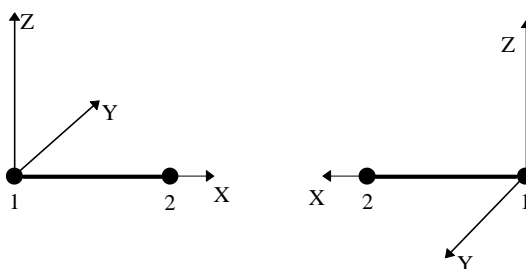
Obrázek 1 Globální souřadný systém

Pro každý prutový prvek je zaveden lokální souřadný systém – X^L, Y^L, Z^L . Ty jsou definovány následovně:
U vodorovného prutu rovnoběžného s globální osou X:



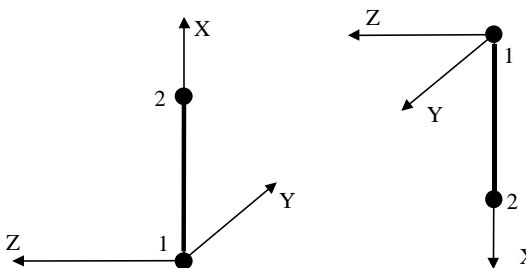
Obrázek 2 Axiální souřadný systém prutů

U vodorovného prutu rovnoběžného s globální osou Y:



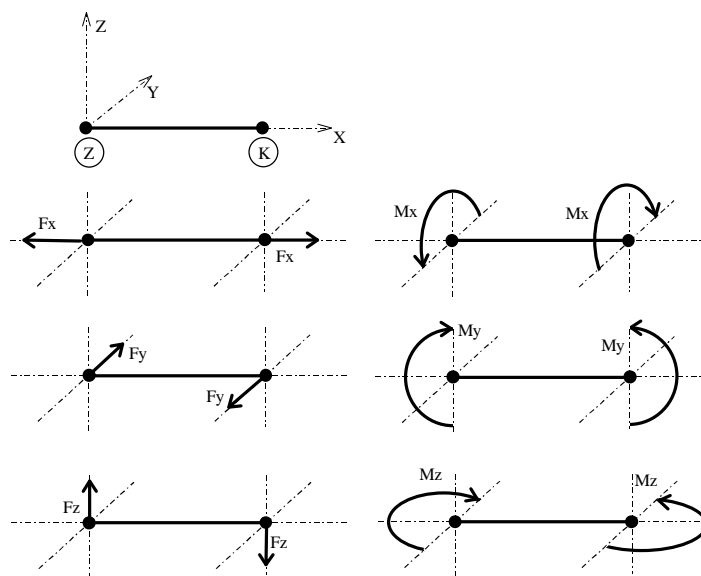
Obrázek 3 Axiální souřadný systém prutů

U svislého prutu rovnoběžného s globální osou Z:



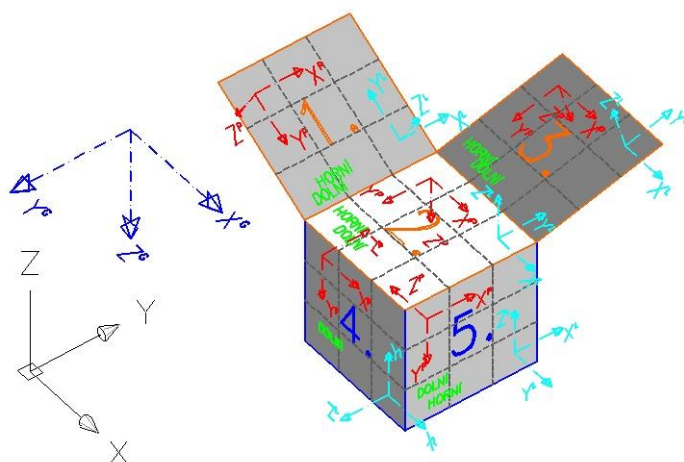
Obrázek 4 Axiální souřadný systém prutů

Z uvedeného vyplývají i konvence vnitřních sil na prutech:



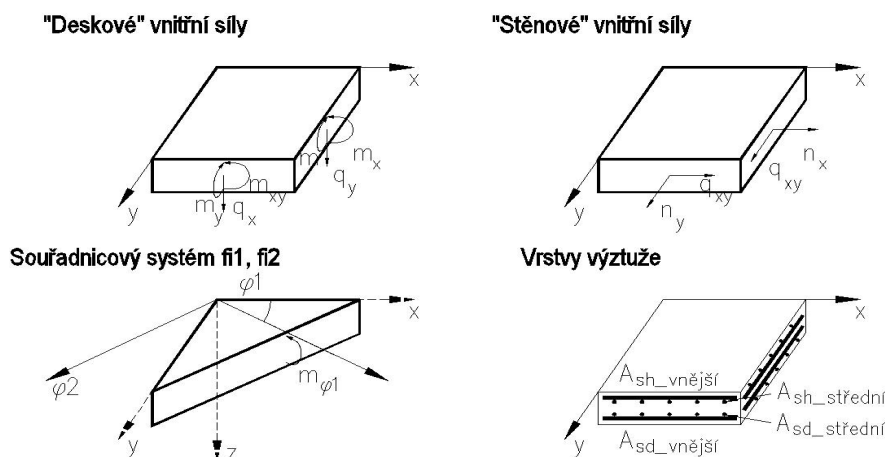
Obrázek 5 Konvence vnitřních sil na prutech

Plošné prvky mají také lokální souřadnicový systém, ten je však pomocný. Deskostěnové prvky mají další systém - planární – X^p , Y^p , Z^p , na obrázku vpravo. Definice a konvence jsou patrné z obrázku.



Obrázek 6 Souřadné systémy plošných deskostěnových prvků

Znaménková konvence a značení vnitřních sil a poloh výztuže je tato:



Obrázek 7 Konvence vnitřních sil na plošných prvcích

9.1.6 Interakce s podložím

Pro interakci se základovou půdou používá RENEX3D dvouparametrické Pasternakovo podloží. Hodnoty c_1 a c_2 jsou generovány pomocí iteračních výpočtů v souladu s postupy použitými v programu SOILIN. Pilotové základy jsou modelovány pomocí pérových konstant, daných výpočtem piloty s ohledem na její sedání. V některých případech jsou modelovány kloubovými podporami. Piloty, stejně jako další geotechnické konstrukce, jsou řešeny pomocí programů FINE.

9.1.7 Zatížení a jejich kombinace

Zatížení je buďto generováno automaticky – vlastní tíha konstrukce - (v provozních hodnotách) nebo zadáváno (v provozních nebo extrémních hodnotách). Hodnoty stálých zatížení jsou počítány v tabulkovém procesoru Excel, užitná nepodkračují příslušné normové hodnoty, jejich skutečná hodnota se řídí požadavky klienta a technologů. Zatížení je možné zadávat silové plošné konstantní velikosti nebo s lineárním nárůstem, liniové a bodové silové nebo momentové a zatížení poměrnými přetvořeními.

V patrových výsecích jsou z celoplošného užitného zatížení automaticky generovány dva systémy šachovnicového zatížení a čtyři systémy zatížení v pruzích.

Kombinace (obalové plochy zatěžovacích stavů) vystihují nejnepríznivější kombinace jednotlivých zatěžovacích stavů na konstrukci nebo její části podle účelu příslušného výpočtu.

Dimenzovací programy pracují obecně s obalovou plochou kombinací.

Program umožňuje automatické generování kombinací zatěžovacích stavů definovaných symbolickými rovnicemi v EC. V ČSN EN 1990:2004, rovnice číslo (6,9a) až (6,12b) a (6,14a) až (6,16b). Bližší viz samostatná kapitola Zatěžovací stavy a jejich kombinace.

9.2 Nelineární výpočty

Systém umožňuje celou řadu nelineárních výpočtů. Je to zejména interakce vrchní stavby s podložím, kdy program doiterovává parametry zeminy v závislosti na geologických poměrech a kontaktním napětí v základové spáře včetně vyloučení tahu v ní.

Dále jsou to fyzikálně nelineární výpočty železobetonových skořepin s uvažováním pracovních diagramů betonu i oceli a s uvažováním vlivu dotvarování, rozvoje a šířky trhlin (tento modul byl vyvinut a odladen v RECOC, spol. s r.o. ve spolupráci s FEM Consulting s.r.o. a Dlubal Software GmBh.). Systém pracuje s tzv. rozmazanými trhlínami, předikuje tedy jen možnost vzniku trhliny, její případnou šířku a hloubku a výpočtovou vzdálenost. Šířka trhliny je počítána nejen podle ČSN EN 1992-1-1, ale i podle řady dalších

metodik. Tímto výpočtem je možné zjistit i namáhání betonu v průřezu, napětí v tažené i tlačené výztuži, vlivu tzv. Tension Stiffening atd.

Do modulu je implementováno i dotvarování, opět primárně podle ČSN EN 1992-1-1, ale i podle modelu B3 Prof. Z. P. Bažanta a jeho spolupracovníků.

Zdivo jako nosný materiál je také možno řešit nelineárně, a to stanovením různých tuhostí materiálu ve směrech ortotropie. Program automaticky kontroluje dosažení hlavního tahu a podle směru hlavních napětí stanovuje směry ortotropie s nulovými prvky v matici tuhosti prvku ve směru tahu.

Dále je možno řešit pruty s vyloučeným tahem či tlakem a vzdušné brčky, lana, membrány atd.

Konstrukce mohou být řešeny v deformovaném tvaru – tedy geometricky nelineárně.

Nelineární výpočty používají několik výpočtových metod, jejich popis přesahuje rámec zprávy. Jsou možné prakticky libovolné kombinace různých druhů nelinearit.

9.2.1 Algoritmus dimenzování skořepinových prvků

Plošné skořepinové prvky je možno dimenzovat pomocí vestavěného dimenzovacího modulu. Postup dimenzování je následující.

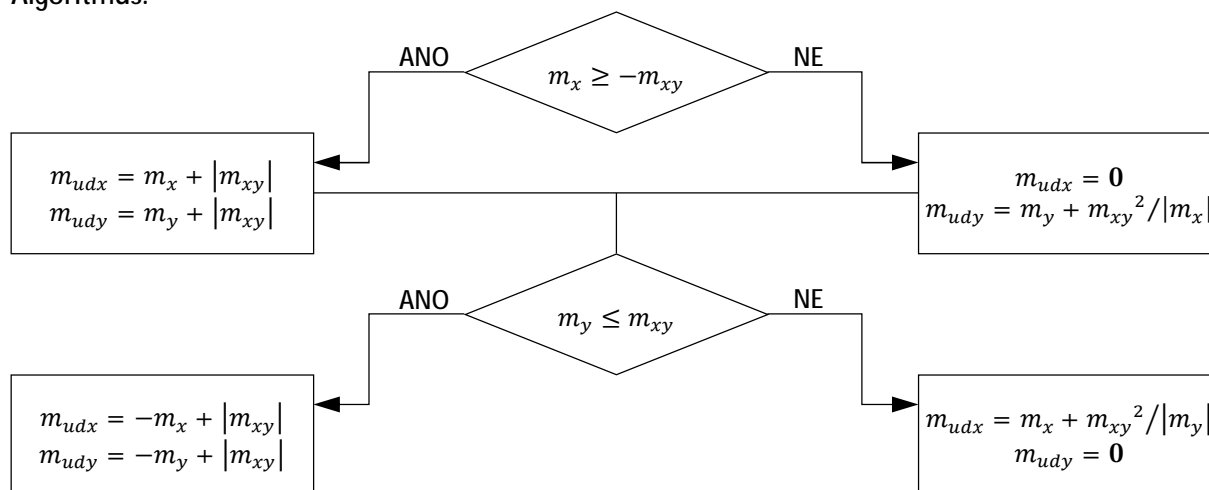
Na základě výpočtu vnitřních sil příslušné kombinace (jedná se o obalové plochy, tedy i kombinace z kombinací) jsou vypočteny vnitřní síly ($n_x, n_y, q_{xy}, m_x, m_y, m_{xy}, q_x, q_y$)^P. První trojice popisují membránovou resp. rovinnou napjatost, další tři ohyb a kroucení v desce a poslední dvě příčný smyk. Z těchto vnitřních sil jsou podle algoritmu uvedeného v **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** spočteny tzv. dimenzování vnitřní síly (pokud není směr výztuže totožný se směry planárního souřadného systému prvku, provede se nejprve transformace vnitřních sil ze systému planárního do souřadného systému definovaného směrem výztuže). Dimenzační ohybové momenty (bližší viz str. 109 a následující manuálu RENEX3D, resp. Appendix 2) jsou spočteny jak pro horní, tak dolní líc skořepiny pro oba směry výztuže. Naprosto analogicky se počítají dimenzační normálové síly v membránové části. Dále jsou zavedeny veličiny normálové síly v rovinách jednotlivých vrstev výztuže, jejich velikosti jsou spočteny podle jednoduchého statistického principu $n^P = +m/r + n/2$, resp. $n^P = -m/r + n/2$. Tyto veličiny mohou být vykresleny jako normálové síly $n_{i(j)}$, kde $i = 1, 2, 3$ značí číslo vrstvy výztuže od povrchu a $j = h, d$ pro horní a dolní povrch. Tyto normálové síly děleny pevností betonářské výztuže R_{sd} , resp. f_{yd} potom dávají plochy potřebné betonářské výztuže.

Program umožňuje vykreslit jak veškeré uvedené veličiny, tak přímo potřebné plochy betonářské výztuže v cm^2/m , ale i v podobě počtu profilů definované oceli na běžný metr nebo rozteč vložek zadaného průměru.

Kromě ploch potřebné výztuže jsou označeny prvky, které z různých důvodů nelze dimenzovat s vypsáním důvodu. Tyto údaje je nutné brát s rezervou v místě singularit.

Popis všech algoritmů viz Appendix manuálu RENEX3d nebo teoretické manuály FEM Consultingu Brno.

Algoritmus:



Požadované výpočtové momenty lze určit také z rovnic:

$$\begin{aligned} m_{udx} &= m_x + \gamma \cdot |m_{xy}| & m_{udx}' &= -m_x + \gamma' \cdot |m_{xy}| \\ m_{udy} &= m_y + \frac{1}{\gamma} \cdot |m_{xy}| & m_{udy}' &= -m_y + \frac{1}{\gamma'} \cdot |m_{xy}| \end{aligned}$$

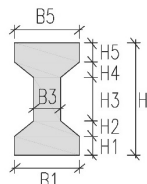
přičemž γ a γ' jsou součinitele, které se volí tak, aby rovnice dávaly hodnoty mezi polovinou a dvojnásobkem hodnot určených podle vývojového diagramu.

Schopnost průřezu odolávat dané kombinaci momentů je dostatečná, jsou-li splněny tyto podmínky:

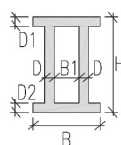
$$\begin{aligned} -(m_{udx} - m_x) \cdot (m_{udy} - m_y) + m_{xy}^2 &\leq 0 & -(m_{udx} + m_x) \cdot (m_{udy} + m_y) + m_{xy}^2 &\leq 0 \\ m_x &\leq m_{udx} & m_y &\leq m_{udy} \\ m_x &\geq -m_{udx} & m_y &\geq -m_{udy} \end{aligned}$$

Schématu uživatelsky definovaných průřezů

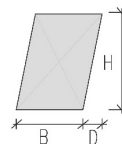
IČKO ZOBECNĚNÉ
H/B_{max} (H5;H4;H3;H2;H1/B5;B3;B1)



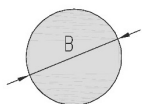
II-PROFIL
B/H (D;B1;D1;D2)
tenkostěnný průřez



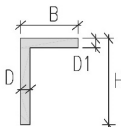
KOSODÉLNÍK
B/H/D



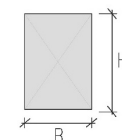
KRUH
B



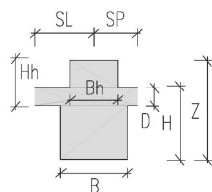
L-PROFIL
B/H (D;D1)
tenkostěnný průřez



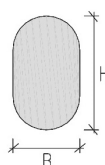
OBDELNÍK
B/H



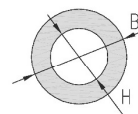
OBDELNÍK V DESCE
B_{max}/Z/D (Bh;B/Hh;H) [SL/SP]



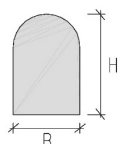
OVÁL
B/H



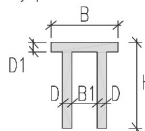
PRSTENEC
B/H



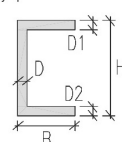
PÚLOVÁL
B/H



TT-PROFIL
B/H (D;B1;D1)
tenkostěnný průřez



U-PROFIL
B/H (D;D1;D2)
tenkostěnný průřez



Obrázek 8 Uživatelsky tvořené průřezy

9.3 Programy FINE EC

9.3.1 Charakteristika programu

Programový systém FINE je soubor programů určených pro statické a dynamické výpočty rovinných či prostorových prutových konstrukcí a jejich dimenzování. Řada programů řeší problémy analyticky, část metodou konečných prvků. Veškeré posudky jsou prováděny v souladu s platnými ČSN EN.

10 Zatěžovací stavy a jejich kombinace

10.1 Kombinace podle metodiky EN 1990:2004

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v trvalých a dočasných návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.4 a 2.5:

Pozn.:

Složené závorky „{ }“ představují výběrovou množinu, z níž je do kombinace vybírán vždy nejvíce nepříznivý účinek požadované veličiny.

- a) EQU – ztráta statické rovnováhy konstrukce - tab. A1.2(A)(CZ)

$$\begin{aligned} 1,1G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 0,9G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10})$$

- b) STR – porucha, o níž rozhoduje pevnost konstrukčního materiálu - tab. A1.2(B)(CZ) -1 (bez geotechnických zatížení)

$$\begin{aligned} 1,35G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5y_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5y_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10a})$$

$$\begin{aligned} 1,15G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10b})$$

- c) GEO – porucha, o níž rozhoduje odolnost základové půdy - tab. A1.2(B)(CZ), A1.2(C)(CZ) (obsahuje geotechnická zatížení)

$$1,00G_{kj,\text{sup/inf}} + \{1,3Q_{k,1}; 0\} + \{1,3y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \quad (\text{výraz 6.10})$$

$$\begin{aligned} 1,35G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5y_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5y_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10a})$$

$$\begin{aligned} 1,15G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5y_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v seizmických návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.6:

$$G_{k,j,\text{sup/inf}} + \{g_1 A_{Ek}; A_{Ed}\} + y_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.12a/b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v mimořádných návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.6:

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + A_d + \{y_{1,1}; y_{2,1}\} Q_{k,1} + y_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.11a/b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů použitelnosti dle ČSN EN 1990 čl. A1.4, tabulka A1.4:

d) Charakteristická

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + Q_{k,1} + y_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.14})$$

e) Častá

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + y_{1,1} Q_{k,1} + y_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.15})$$

f) Kvazistálá

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + y_{2,1} Q_{k,1} + y_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.16})$$

Zatížení je ve smyslu ČSN EN podle proměnnosti v čase klasifikováno takto:

- G – stálá zatížení,
- S – geotechnická stálá,
- P – zatížení od předpětí (stálá)
- Q – proměnná zatížení
- A – mimořádná zatížení
- $G_{k,j,\text{sup}}$ – horní charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení (95% kvantil)
- $G_{k,j,\text{inf}}$ – dolní charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení (5% kvantil)
- $Q_{k,1}$ – charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
- $Q_{k,i}$ – charakteristická hodnota i-tého proměnného zatížení
- y_0 – součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení
- y_1 – součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení
- y_2 – součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

Zatížení	y_0	y_1	y_2
Kategorie A: obytné plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie B: kancelářské plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie C: shromažďovací plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie D: obchodní plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie E: skladovací plochy	1,0	0,9	0,8
Kategorie F: dopravní plochy; tíha vozidla $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Kategorie G: dopravní plochy; $30\text{kN} < \text{tíha vozidla} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorie H: střechy	0,7	0,2	0
Zatížení sněhem, stavby umístění $H > 1000\text{m n. m.}$	0,7	0,5	0,2
Zatížení sněhem, stavby umístění $H \leq 1000\text{m n. m.}$	0,5	0,2	0
Zatížení větrem	0,6	0,2	0
Zatížení teplotou (ne od požáru)	0,6	0,5	0

10.2 Názvy zatěžovacích stavů a kombinací v programu RENEX 3D

Názvy zatěžovacích stavů jsou programem generovány s prefixem, který charakterizuje způsob automatického nakládání s příslušným zatěžovacím stavem v rámci symbolických rovnic podle ČSN EN.

Název zatěžovacího stavu má formát: **ABBC_jméno**

- A** – typ zatížení podle EC (*G* – stálá zatížení, *S* – geotechnická stálá, *P* – zatížení od předpětí (stálá), *Q* – proměnná zatížení, *A* – mimořádná zatížení)
- BB** – pořadové číslo v typu zatížení *A*
- C** – kategorie proměnných zatížení podle výše uvedené tabulky
- _** – oddělovací znak
- Jméno** – uživatelem definovaný název zatěžovacího stavu

Kombinace jsou generovány automaticky podle uživatelem zvolené symbolické rovnice. Název kombinace má opět automaticky generovaný prefix, který umožňuje kontrolu, o jaký typ symbolické rovnice se jedná.

Název kombinace má formát: **AABBB_C_jméno**

- AA** – typ kombinace (pro MSÚ jsou to: *TD* – trvalá a dočasná, *MI* – mimořádná, *SE* – seismická, pro MSP jsou to: *CH* – charakteristická, *CA* – častá, *KV* – kvazistálá),
- BBB** – typ porušení dle 6.4.1 jen pro MSÚ (*EQU* – ztráta stability, *STR* – porucha, kde rozhoduje pevnost materiálů, *GEO* – porucha nebo nadměrná deformace základové půdy, *FAT* – není předmětem této normy, zadává se uživatelsky – viz následující odstavec.
- _C** – postup výpočtu, používá se pouze při výpočtech pro MSÚ. U rovnic typu *EQU* se postupuje vždy podle tab. A1.2(A)(CZ), u kombinací typu *STR_1* podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10a a u *STR_2* podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10b, u kombinací typu *GEO_1* podle tab. A1.2(C)(CZ), *GEO_2* podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10a, *GEO_3* podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10b, *GEO_4* podle tab. A1.2(C)(CZ)+ A1.2(B)(CZ) výraz 6.10a. Hodnoty příslušných součinitelů γ jsou uvedeny v následující tabulce. Kombinace typu *MI_1* a *MI_2* se liší použitím součinitelem γ_1 nebo podle tab. A1.3(CZ) výraz 6.11a/b.

U kombinací pro MSP jsou použity znaky **_**.

- _** – oddělovací znak
- Jméno** – uživatelem definovaný název kombinace

	$\gamma_G -$	$\gamma_G +$	$\gamma_S -$	$\gamma_S +$	γ_Q	γ_P	γ_A
TDEQU__	1,100	0,900	1,100	0,900	1,050	1,200	-
TDSTR_1	1,350	1,000	1,350	1,000	1,500	1,200	-
TDSTR_2	1,148	1,000	1,148	1,000	1,500	1,200	-
TDGEO_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,300	1,100	-
TDGEO_2	1,350	1,000	1,350	1,000	1,500	1,200	-
TDGEO_3	1,148	1,000	1,148	1,000	1,000	1,000	-
TDGEO_4	1,350	1,000	1,000	1,000	1,5/1,3	1,000	-

Poznámka: *Symbol – značí nepříznivý účinek daného zatížení, + příznivý,
Hodnota 1,148 je součinem 1,35*0,85*

10.3 Uživatelem definované kombinace

Uživatelem definované kombinace mohou definovat kombinace libovolných zatěžovacích stavů a/nebo již dříve definovaných kombinací. Názvy zatěžovacích stavů

Kombinace jsou v opisu vstupních dat vypisovány v následujícím formátu (ilustrační příklad):

Výpis zatěžovacích stavů:

U___STALE1
 U___STALE2
 U___STALE3
 U___STALE3
 U___UZITNE1
 U___UZITNE2
 U___UZITNE3
 U___UZITNE4
 U___UZITNE5
 U___UZITNE6

Výpis kombinací:

Kombinace: KOMB 1

Zatěžovací stav:	Součinitel	Typ	Skupina
G00 VLASTNÍ TÍHA	1,35	Stálé	
U___STALE1	1,35	Stálé	
U___STALE2	1,35	Stálé	
U___STALE3	1,35	Stálé	
U___STALE3	1,35	Stálé	
U___UZITNE1	1.50	Nahodilé	SKUPINA1
U___UZITNE2	1.50	Nahodilé	SKUPINA1
U___UZITNE3	1.50	Nahodilé	SKUPINA2
U___UZITNE4	1.50	Nahodilé	SKUPINA2
U___UZITNE5	1.50	Nahodilé	
U___UZITNE6	1.50	Nahodilé	

Poznámka: V příkladu je použit u zatěžovacích stavů prefix U___ - tedy uživatelsky kombinovaný zatěžovací stav. Ten není zpracováván předpisy podle předchozího odstavce. I tyto zatěžovací stavy mohou být označeny podle předchozího odstavce – zvyšuje to přehlednost.

Ve výpisu popsaná kombinace znamená:

Stavy označené jako stálé zatížení vstupují do kombinace vynásobené uvedeným součinitelem.

Stavy označené jako nahodilé zatížení a nezařazené do skupiny vstupují do kombinace vynásobené uvedeným součinitelem každý samostatně podle toho, zda působí nepříznivě pro definovanou veličinu – vnitřní sílu, deformaci atd.

Stavy označené jako nahodilé zatížení a zařazené do skupiny vstupují do kombinace vynásobené uvedeným součinitelem pouze tehdy, působí-li nejnepříznivěji pro definovanou veličinu – vnitřní sílu, deformaci atd. ze všech stavů ve stejné skupině. Do výsledků jde tedy maximálně jeden zatěžovací stav z definované skupiny. Symbolickou rovnicí lze tuto kombinaci zapsat následujícím způsobem:

$$\sum_1^3 1,3 * U_STALE_i + 1,5 * \{U_UZITNE1; U_UZITNE2; 0\} + 1,5 * \{U_UZITNE3; U_UZITNE4; 0\} + 1,5 * \{U_UZITNE5; 0\} + 1,5 * \{U_UZITNE6; 0\}$$

Poznámka.: Složené závorky „{}“ představují výběrovou množinu, z níž je do kombinace vybírán vždy jen jeden nejvíce nepříznivý účinek požadované veličiny.

11 Komentář ke grafickým výstupům

11.1 Fyzikální vlastnosti

Barevnými poli jsou zobrazeny příslušné vlastnosti. Příslušný rozměr (vlastnost) je uveden v paletě.

H – tloušťka prvku v m

Průřezy – je uveden geometrický tvar průřezu a rozměry v mm

11.2 Zatížení

Barevnými poli jsou zobrazeny příslušné intenzity zatížení pro dané oblasti nebo prvky v závislosti na zatěžovacích stavech. Pro každý zatěžovací stav je uvedeno samostatné schéma. Místa, kde se zatížení v daném zatěžovacím stavu nevyskytuje, jsou ponechána bez barevného označení. Velikost zatížení je uvedena v paletě v kN/m^2 , kN/m případně kN .

11.3 Výstupy – mezní stavy únosnosti (MSÚ)

Výsledky jsou generovány lineárními výpočty.

Deformace UzG – svislá deformace v globálním souřadném systému (osa Zg směřuje dolů), údaje v mm.

Kontaktní napětí – svislé normálové napětí v základové spáře pod deskou, údaje v MPa

MxD(d) – dimenzovací moment Mx při dolním povrchu desky – viz algoritmus z odstavce 9.2.1, jsou uváděny vždy maximální a minimální hodnoty, údaje v kNm/m . MyD(d), MxD(h) a MyD(h) analogicky ve směru My a obě hodnoty u horního povrchu.

Horní vnější – staticky nutná plocha výztuže u horního líce desky ve směru číselných os, blíž k povrchu.

Horní střední – staticky nutná plocha výztuže u horního líce desky ve směru písmenných os.

Dolní vnější – staticky nutná plocha výztuže u dolního líce desky ve směru číselných os, blíž k povrchu.

Horní střední – staticky nutná plocha výztuže u dolního líce desky ve směru písmenných os.

Staticky nutná výztuž je vypočtena v závislosti na příslušném dimenzovacím momentu a analogicky určené dimenzovací normálové síle (má význam třeba při uvažování vlivu smršťování). Tato průřezová plochy výztuže zajišťuje, že průřez vyhoví z hlediska MSÚ na danou kombinaci zatížení.

V levé dolní části je vypsána kombinace zatížení včetně součinitelů zatížení a typu, pro kterou jsou výsledky publikovány.

11.4 Výstupy – mezní stavy použitelnosti

Výsledky jsou generovány nelineárními výpočty.

Deformace UzG – svislá deformace v globálním souřadném systému (osa Zg směřuje dolů), údaje v mm. Oproti hodnotě z lineárního výpočtu jsou zde zohledněny nelineární pracovní diagramy betou v tahu a tlaku a výztuže a také vznik a rozvoj trhlin v betonu.

11.5 Postup výpočtu

Pro návrh nosné konstrukce byl sestaveny tyto výpočetní modely:

- Celkový výpočetní prostorový model na pevných podporách pro generování vnitřních sil na svislých a vodorovných prvcích, ověření celkové mechanické odolnosti a stability konstrukce. Vnitřní síly jsou použity k dimenzování vodorovných, svislých konstrukcí a stanovení reakcí do pilot.

12 Závěr

Konstrukce jsou obecně navrženy v souladu se souborem platných norem ČSN a vyhovují všem jejich ustanovením jak z hlediska mezních stavů únosnosti (mechanická odolnost a stabilita konstrukce), tak z hlediska mezních stavů použitelnosti (deformace, trhliny). Současně jsou navrženy s ohledem na maximální možnou hospodárnost a z toho vyplývajícího vlivu na životní prostředí.

V Ostravě dne 28.08.2020

Ing. Hana Šeligová
Autorizovaný inženýr
pro statiku a dynamiku
ČKAIT 1102172

Ing. David Švrček

13 Seznam obrázků

Obrázek 1	Globální souřadný systém.....	15
Obrázek 2	Axiální souřadný systém prutů	16
Obrázek 3	Axiální souřadný systém prutů	16
Obrázek 4	Axiální souřadný systém prutů	16
Obrázek 5	Konvence vnitřních sil na prutech	17
Obrázek 6	Souřadné systémy plošných deskostěnových prvků	17
Obrázek 7	Konvence vnitřních sil na plošných prvcích	18
Obrázek 8	Uživatelsky tvořené průřezy.....	20

14 Seznam příloh

Příloha P1 – Zatížení do výpočtu

Příloha P2 – Vstupy do výpočtu

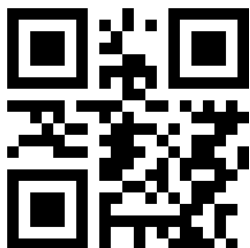
Příloha P3 – Výstupy z výpočtu, posouzení konstrukcí

Příloha P4 – Pilotové založení

Přílohy Statického posouzení se nacházejí na přiloženém CD v elektronické podobě.

RECOC

statická kancelář & Autodesk developer



www.recoc.cz

RECOC s.r.o. - PRAHA
Seydlerova 2451/8
158 00 Praha 5

tel.: (+420) 251 624 661
IČO 43 00 10 84
DIČ CZ43001084

e-mail: recoc@recoc.cz
bankovní spojení: KB Praha 5
číslo účtu 315146071/0100