

Ing. Daneš HORÁK, Dukelských hrdinů 530/13,
400 01 Ústí nad Labem, IČO: 65076036

Odborný posudek

**CENTRUM PRŮMYSLOVÉHO
ZPRACOVÁNÍ KOMUNÁLNÍHO
ODPADU MLADÁ BOLESLAV**

Statický výpočet DSP

11. 11. 2018

Ing. Daneš Horák

Obsah:

1.	Identifikační údaje	4
2.	Vstupní informace	4
2.1	Předmět a rozsah statického výpočtu	4
2.2	Související technické normy, literatura a podklady	4
2.3	Použitý software	5
2.4	Geologické poměry	5
3.	SO 02 BIOPLYNOVÁ STANICE	6
3.1	Vrtané piloty pro fermentory F1 a F2, zásobníky S1-S3 a hydrolýzu	6
3.1.1	Geologické poměry	6
3.1.2	Zatížení	7
3.1.3	Postup výpočtu skupiny pilot – návrh a posudek	8
3.2	Zastřešení	9
3.2.1	Zatížení	9
3.2.2	Návrh a posudek	9
4.	SO 03 HALA DIGESTÁTU	10
4.1	Nosná konstrukce haly	10
4.2	Zatížení konstrukce haly	11
4.2.1	Stálé zatížení	11
4.2.2	Zatížení sněhem	11
4.2.3	Užitné zatížení na střeše	12
4.2.4	Zatížení větrem	12
4.2.5	Kombinace zatížení	16
4.3	Nosné prvky opláštění haly	17
4.3.1	Střešní plech TR 135/310, t = 0,75 mm	17
4.3.2	Stěnová kazeta K 100/600 B	17
4.4	Hlavní nosné prvky haly	17
4.4.1	Vnitřní síly	17
4.4.2	Návrh a posudek průřezů hlavních nosných prvků haly	18
4.5	Založení konstrukce haly	19
4.5.1	Geologické poměry	19
4.5.2	Postup výpočtu pilot – návrh a posudek	19
4.6	Stropní konstrukce vnitřních vestaveb	20
4.7	Monolitická jímka v podlaze haly	20
4.8	Založení nádrží N1 a N2	20

4.8.1	Geologické poměry	20
4.8.2	Zatížení.....	21
4.8.3	Posudek základových patek.....	21

Přílohy:

P1	Skupina pilot – F1
P2	Skupina pilot – F2 a S3
P3	Skupina pilot – S1 a S2
P4	Skupina pilot – hydrolýza
P5	Reakce rámu haly
P6	Příčný rám haly
P7	Štítový sloup haly
P8	Pilota pro založení rámu haly
P9	Pilota pro založení štítového sloupu
P10	Návrh výztuže pro omezení trhlin
P11	Pažení základové jámy
P12	Založení nádrže N1
P13	Založení nádrže N2

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Akce:	CENTRUM PRŮMYSLOVÉHO ZPRACOVÁNÍ KOMUNÁLNÍHO ODPADU MLADÁ BOLESLAV
Místo stavby:	Průmyslová zóna Pozemky parcelní č. 945/14, 945/26, 945/8, 945/4, 945/7, 945/23, 945/24, 945/27, 944 Katastrální území Mladá Boleslav
Stavebník-investor:	COMPAG Mladá Boleslav s.r.o. Vančurova 1425, 293 01 Mladá Boleslav
Odborný posudek:	Statický výpočet, dokumentace změny stavby před dokončením
Projektant:	I N T E C O N spol. s.r.o. Stará 2569/96, 400 11 Ústí nad Labem
Zpracovatel posudku:	Ing. Daneš Horák AI pro statiku a dynamiku staveb, mosty a inženýrské konstrukce, ČKAIT 0401423 Dukelských hrdinů 530/13, 400 01 Ústí nad Labem - Bukov IČO: 650 76 036

2. VSTUPNÍ INFORMACE

2.1 Předmět a rozsah statického výpočtu

Předmětem statického výpočtu jsou nosné stavební konstrukce SO 02 BIOPLYNOVÁ STANICE a SO 03 HALA DIGESTÁTU.

Statický výpočet je proveden v úrovni a podrobnosti dokumentace ke stavebnímu řízení. Výpočty jsou provedeny metodou mezních stavů podle norem ČSN a ČSN EN. Výpočty vnitřních sil a posudky průřezů jsou provedeny za použití software.

2.2 Související technické normy, literatura a podklady

- [1] ČSN EN 1990 EC: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 EC1: Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 EC1/Z4: 2006: Zatížení konstrukcí, Část 1-3 : Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 EC1/Z2: Zatížení konstrukcí, Část 1-4 : Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1991-3 EC1: Zatížení konstrukcí, Část 3: Zatížení od jeřábů a strojního vybavení
- [6] www.snehovamapa.cz

- [7] ČSN EN 1992-1-1 EC2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [8] ČSN EN 1993-1-1 EC3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [9] ČSN EN 1997-1 EC7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- [10] ČSN EN 206+A1 Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [11] ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce
- [12] ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- [13] ČSN 73 1001 (zruš.) Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy
- [14] ČSN 73 3050 (zruš.) Zemné práce, všeobecné ustanovenia (změna a - 5/1991)
- [15] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí
- [16] ČSN EN 1536+A1 Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty
- [17] František Wald: Ocelové konstrukce 10 – Tabulky (ČVUT Praha, 01/2006)
- [18] J. Masopust: Vrtané piloty (Čeněk a Ježek, 1994)
- [19] FINE s.r.o.: Geo4 – Teoretická příručka (FINE 2000)
- [20] Kovové profily, spol. s r.o.: Tabulky trapézových plechů a kazet
- [21] Katalog panelů SPIROLL a PARTEK
- [22] INGÉS s.r.o.: Závěrečná zpráva IGP „Mladá Boleslav – areál společnosti COMPAG“ (číslo úkolu: 2012-1-073, srpen 2012)

2.3 Použitý software

Výpočet byl proveden, pomocí software FINE spol. s.r.o.:

- FIN EC – FIN 3D
- FIN EC - Ocel
- FIN EC - Beton
- GEO5 – Piloty
- GEO5 – Skupina pilot
- GEO 5 – Úhlová zeď
- GEO 5 – Patky

2.4 Geologické poměry

Geologické a hydrogeologické poměry a geotechnické charakteristiky zemin jsou popsány v pokladu [22].

Zájmové území má rovinný terén. Svrchní část profilu tvoří humózní hlíny o mocnosti až 1,2 m. Skalní podloží tvoří vápnité jílovce, ve svrchní zóně jsou slínovce silně zvětralé až rozložené na jíl tvrdé konzistence. Hloubka uložení skalního podloží pod terénem se pohybuje v rozmezí 4 – 11 m. Eluvium slínovců má charakter jílu pevné konzistence, mocnost eluvií se pohybuje od cca 1 m do 5 m. Eluviálně zvětralé slínovce jsou překryty fluvialními sedimenty (náplavy) charakteru písčitého jílu s polohami jílovitých písků.

Podzemní voda je v prostoru staveniště byla vrty zastižena v hloubce 1,5 m až 3,8 m pod terénem, hladina se ustálila v úrovni cca 1 m až 2 m. Podzemní vodu HGP doporučuje hodnotit jako slabě agresivní - stupeň vlivu prostředí XA1.

3. SO 02 BIOPLYNOVÁ STANICE

Pro technologii bioplynové stanice je nutno vybudovat stavební připravenost. Jedná se zejména o železobetonové konstrukce základů. Přesné rozměry a rozmístění základů bude upřesněno v prováděcí dokumentaci podle podrobných technologických požadavků.

Základové železobetonové desky pro založení fermentorů F1 a F2, zásobníků S1, S2 a S3 a pro hydrolýzu jsou součástí dodávky technologie. V rámci stavební části jsou navrženy pod jednotlivé desky skupiny vrtaných pilot.

V meziprostoru mezi zásobníky bude vytvořena základová železobetonová deska o tloušťce 400 mm, která slouží pro založení čerpadel a založení ocelové konstrukce přestřešení. V místě obvodových stěn bude základová deska založena – zesílena do nezámrazné hloubky. V prostoru mezi kruhovými nádržemi bioplynové stanice bude vytvořeno zastřešení – na ocelových nosných sloupech kotvených do základové desky bude vytvořena plochá střecha z válcovaných ocelových nosníků a trapézového plechu.

3.1 Vrtané piloty pro fermentory F1 a F2, zásobníky S1-S3 a hydrolýzu

3.1.1 Geologické poměry

V prostoru SO 02 provedena geologická sonda C14 a v bezprostřední blízkosti sonda C15.
±0,000=212,50 m n.m.

Pro fermentory F1 a F3 a zásobníky S1-S3: Horní hrana desky na ±0,00 m

Dolní hrana desky na -1,00 m

Pro hydrolýzu:

Horní hrana desky na -1,00 m

Dolní hrana desky na -2,00 m

C 14

	y = 700 621,9	x = 1 012 416,5	z = 212,55 m n.m.
0,0 - 0,6 m	hlína humózní, tmavě hnědá, pevné konzistence, <i>poloha *1*</i> <i>zařídění dle ČSN 73 1001 : nezatříděno</i>		
0,6 - 5,2	jíl, hnědý a šedohnědý, pevné konzistence, s občasnými drobnými rukou lehce drtitelnými úlomky vápnitého jílovce, úlomků s hloubkou přibývá (eluvium), <i>poloha *5*</i> <i>zařídění dle ČSN 73 1001 : F 8, CH</i>		
5,2 - 6,0	jílovec vápnitý, šedohnědý a šedočerný, silně zvětralý až rozložený na jíl tvrdé konzistence s četnými rukou drtitelnými úlomky tmavě šedého slínovce, <i>poloha *6a*</i> <i>zařídění dle ČSN 73 1001 : R 5</i>		
Hladina podzemní vody	naražená :	nenaražena,	
	ustálená :	4,22 m (měřeno po cca 3 hodinách po odvrtání).	

C 15

$$y = 700\,613,7$$
$$x = 1\,012\,433,5$$
$$z = 213,00 \text{ m n.m.}$$

0,0 - 0,6 m	hlína humózní, tmavě hnědá, pevné konzistence, k bázi písčitá, <i>poloha *I*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : nezatříděno</i>
-------------	---	--

0,6 - 1,5	šterk s příměsí jemnozrnné zeminy, rezavě hnědý, ulehlý, středně zrnitý, velikost valounů do cca 4 cm, s polohami jílovitého šterku, <i>poloha *4*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : G 3, G-F</i>
-----------	---	---

1,5 - 5,2 jíl, šedohnědý, pevné konzistence, s občasnými drobnými rukou lehce drtitelnými úlomky vápnitého jílovce, úlomků s hloubkou přibývá (eluvium),
poloha *5* *zařídění dle ČSN 73 1001 : F 8, CH*

5,2 - 6,2 jílovec vápnitý, šedohnědý a šedočerný, silně zvětralý až rozložený na jíl tvrdé konzistence s četnými rukou držitelnými úlomky tmavě šedého slínovce,
poloha *6a* zařídění dle ČSN 73 1001 : R 5

6,2 - 8,0 jílovec vápnitý, šedočerný, navětralý, tence deskovitě odlučný (hustota diskontinuit 2 - 4 cm), úlomky rukou obtížně drtitelné a nedrtitelné,
poloha *6b* zařídění dle ČSN 73 1001 : R 4

Hladina podzemní vody	naražená :	nenaražena,
	ustálená :	5,17 m (měřeno po cca 24 hodinách po odvrtání).

Tabulka fyzikálně-mechanických vlastností zemin a hornin

Poloha	ČSN 73 1001	γ_n [kN.m ⁻³]	c_{pf} [kPa]	c_u [kPa]	φ_{pf} [°]	φ_u [°]	ν	σ_c [MPa]	E_{def} [MPa]	R_{dt} [kPa]	$U_{v. tab}$ [kN]
1		18									
2	F 6, CI	20	12 - 18	50 - 80	17 - 21	0	0,40	-	4 - 8	100 - 200 ¹	-
3	F 4, CS S 5, SC	18,5	6 - 15	30 - 50	22 - 27	0	0,35	-	4 - 6	80 - 150 ¹	-
4	G 3, G-F	19	0	-	33 - 38	-	0,25	-	60 - 80	450 ²	-
5	F 8, CH	20,5	10 - 16	80	13 - 17	0	0,42	-	6 - 8	160 ¹	-
6a	R 5	21	20 - 30	90	18 - 22	6	0,40	1,5 - 5	10 - 15	250	580
6b	R 4	22	-	-	-	-	0,30	5 - 10	20 - 40 ³	350	580

3.1.2 Zatížení

Název položky	Zásobník - $\gamma_G = 1,35$			Náplň - $\gamma_G = 1,5$			Tíha celkem		Deska
	Hmotnost	Tíha char.	Tíha návrh	Hmotnost	Tíha char.	Tíha návrh	charakter.	návrhová	\emptyset
	[t]	[kN]	[kN]	[t]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]
FERMENTOR F1	120	1 200	1 620	3 725	37 250	55 875	38 450	57 495	17 020
FERMENTOR F2	80	800	1 080	1 943	19 430	29 145	20 230	30 225	11 890
ZÁSObNÍK S1	100	1 000	1 350	3 322	33 220	49 830	34 220	51 180	15 310
ZÁSObNÍK S2	100	1 000	1 350	3 322	33 220	49 830	34 220	51 180	15 310
ZÁSObNÍK S3	80	800	1 080	1 943	19 430	29 145	20 230	30 225	11 890
HYDROLÝZA	320	3 200	4 320	423	4 230	6 345	7 430	10 665	11 300

Zatížení náplní je charakteru zatížení proměnného volného zatížení kvazistatického. Tíha železobetonové desky je generována použitým programem.

3.1.3 Postup výpočtu skupiny pilot – návrh a posudek

Statický návrh a posudek skupiny pilot je provedený programem FINE GEO5 – Skupina pilot, verze 19.54.

Skupina pilot je navržena a posouzena analytickým typem výpočtu. Metodika posouzení podle EN 1997 – návrhový přístup 2. Betonový průřez posouzen podle EN 1992-1-1. Sednutí vypočteno pro skupinu pilot v soudržné zemině jako fiktivní základ (maximální svislá síla se uvažuje včetně tíhy základové desky).

Název položky	Sedání		
	stálé zatížení	maximální zatížení	užitné zatížení
	[mm]	[mm]	[mm]
FERMENTOR F1	1,8	35,8	34,0
FERMENTOR F2	2,2	31,1	28,9
ZÁSOBNÍK S1	1,7	34,9	33,2
ZÁSOBNÍK S2	1,7	34,9	33,2
ZÁSOBNÍK S3	2,2	31,1	28,9
HYDROLÝZA	5,8	12,7	6,9

Pro železobetonové staticky neurčité konstrukce:

Konečné celkové průměrné sednutí $s_{m,lim} = 60 \text{ mm}$

Nerovnoměrné sednutí $\frac{\Delta s}{L} = 0,002$

Pro ocelové staticky neurčité konstrukce:

Konečné celkové průměrné sednutí $s_{m,lim} = 80 \text{ mm}$

Nerovnoměrné sednutí $\frac{\Delta s}{L} = 0,003$

Nerovnoměrné sednutí $\frac{\Delta s}{L} = \frac{35,8-12,7}{15600} = 0,0014 < 0,002 \dots \text{VYHOVUJE}$

Nerovnoměrné sednutí $\frac{\Delta s}{L} = \frac{31,1-12,7}{13100} = 0,0014 < 0,002 \dots \text{VYHOVUJE}$

Piloty budou vrtané pod ochranou výpažnice (výskyt podzemní vody) a budou opřeny do polo-skalní horniny třídy R4.

Materiál konstrukce vrtaných pilot:

Beton třídy C30/37-XA1

Betonářská ocel třídy B500B ($\emptyset R$) – rozhodují konstrukční zásady

- Pro $D = 1200 \text{ mm}$, 9x R20, krytí 80 mm
- Pro $D = 880 \text{ mm}$, 8x R20, krytí 80 mm
- Příčná spirála R8/200 mm

Protokoly statických posudků skupiny pilot jsou v příloze P1 až P4.

3.2 Zastřešení

3.2.1 Zatížení

Stálé zatížení je tvořeno vlastní tíhou nosné konstrukce, ostatní stálé zatížení tvoří střešní plášť konstrukce.

střecha OK bioplynové stanice	CHARAKTER. [kN/m ²]	γ_f	NÁVRHOVÉ [kN/m ²]
hydroizolační folie PVC-P 1,8 mm	1 kg/m ² ... 0,01	1,35	0,01
spádová tepelná izolace 50-200 mm	15 kg/m ² ... 0,15	1,35	0,20
trapézový plech TR 135/310	10 kg/m ² ... 0,10	1,35	0,14
	0,26		0,35

Zatížení sněhem je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-3/Z4.

Pro určení zatížení sněhem byla použita digitální mapa zatížení sněhem na zemi. Charakteristické zatížení sněhem v dané lokalitě podle [6] je rovno 0,67 kN/m² → nutno uvažovat hodnotu 0,7 kN/m².

- Charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- Součinitel expozice $C_e = 1,0$
- Tepelný součinitel: $C_t = 1,0$
- Tvarový součinitel: (sklon střechy $\alpha < 30^\circ$) $\mu_1 = 0,8$
- Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,5$

$$>>> S_k = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$>>> S_d = s_k \cdot \gamma_f = 0,56 \cdot 1,5 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

Užitné zatížení na střeše je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-1.

Kategorie užitného zatížení H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav:

$$>>> q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

Součinitel zatížení je uvažován hodnotou 1,5.

$$>>> q_d = 0,75 \cdot 1,5 = 1,125 \text{ kN/m}^2$$

Poznámka:

Podle ČSN EN 1991-1-1 OPRAVA 1 čl. 3.3.2 (1) se na střechách obvykle nemusí užitné zatížení kombinovat se zatížením sněhem. V našem případě nebude uvažováno současné působení obou těchto zatížení. Bude uvažováno pouze jedno (větší) zatížení, a to zatížení užitné.

$$p_{max,k} = 0,26 + 0,75 = 1,01 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{max,d} = 0,35 + 1,125 = 1,475 \text{ kN/m}^2$$

3.2.2 Návrh a posudek

Zjednodušeně s pomocí SW a [17].

Příčle: L = cca 4 m zatěžovací šířka b = cca 5m

$$p_{max,d} = 1,475 \cdot 5 = 7,5 \text{ kN/m} \rightarrow M_d = \frac{1}{8} 7,5 \cdot 4,0^2 = 15 \text{ kNm}$$

IPE240 ocel S235 bezpečně vyhoví

Objekt je navržen jako železobetonový montovaný skelet s prefabrikovanými sloupy, průvlaky a ztužidly, který bude kompletní dodávkou specializované firmy.

Do úrovně 1,5 m nad podlahu haly bude provedena podezdívka. Výše bude vytvořen obvodový plášť z kazetového systému ROCKPROFIL. Kazety budou kotveny do sloupů železobetonového skeletu. Střešní plášť je navržen jako skládaný, nosným prvkem jsou trapézové plechy.

Stropní konstrukce u vnitřních vestaveb budou provedeny z předepnutých stropních dutinových panelů typu PARTEK.

V podlaze haly budou umístěny základy pro technologická zařízení a prefabrikované i monolitické jímky. Součástí SO 03 je i plošné založení venkovních nádrží N1 a N2.

4.2 Zatížení konstrukce haly

4.2.1 Stálé zatížení

Stálé zatížení je tvořeno vlastní tíhou nosné konstrukce, je generováno použitým programem. Ostatní stálé zatížení tvoří opláštění haly:

skladba S1 střecha haly	CHARAKTER. [kN/m ²]			γ_f	NÁVRHOVÉ [kN/m ²]
hydroizolační folie PVC-P 1,8 mm	1 kg/m ²	...	0,01	1,35	0,01
izolační desky PIR 100 mm	5 kg/m ²	...	0,05	1,35	0,07
minerální vlna 2x 30 mm	10 kg/m ²	...	0,10	1,35	0,14
parozábrana	1 kg/m ²	...	0,01	1,35	0,01
trapézový plech TR 135/310	10 kg/m ²	...	0,10	1,35	0,14
			0,27		0,36

skládaný obvodový plášť	CHARAKTER. [kN/m ²]			γ_f	NÁVRHOVÉ [kN/m ²]
kazeta K100/600 - typ B 1,25 mm	16 kg/m ²	...	0,16	1,35	0,22
izolant a spojovací prostř 140 mm	30 kg/m ²	...	0,30	1,35	0,41
trapézový plech - pohledový	10 kg/m ²	...	0,10	1,35	0,14
			0,56		0,76

Modulová vzdálenost sloupů $L = 6 \text{ m} \rightarrow g_{1k} = 6,00 \cdot 0,56 = 3,36 \text{ kN/m}$

4.2.2 Zatížení sněhem

Zatížení sněhem uvažováno podle ČSN EN 1991-1-3/Z4.

Pro určení zatížení sněhem byla použita digitální mapa zatížení sněhem na zemi. Charakteristické zatížení sněhem v dané lokalitě podle [6] je rovno $0,67 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ nutno uvažovat hodnotu $0,7 \text{ kN/m}^2$.

Sklon střechy 3% (cca 2°).

- Charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
 - Součinitel expozice $C_e = 1,0$
 - Tepelný součinitel: $C_t = 1,0$
 - Tvarový součinitel: (sklon střechy $\alpha < 30^\circ$) $\mu_1 = 0,8$
 - Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,5$
- >>> $S_k = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$
- >>> $S_d = S_k \cdot \gamma_f = 0,56 \cdot 1,5 = 0,84 \text{ kN/m}^2$

4.2.3 Užité zatížení na střeše

Užité zatížení na střeše je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-1.

Kategorie užitého zatížení H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav:

>>> $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Součinitel zatížení je uvažován hodnotou 1,5.

>>> $q_d = 0,75 \cdot 1,5 = 1,125 \text{ kN/m}^2$

Poznámka:

Podle ČSN EN 1991-1-1 OPRAVA 1 čl. 3.3.2 (1) se na střechách obvykle nemusí užité zatížení kombinovat se zatížením sněhem. V našem případě nebude uvažováno současné působení obou těchto zatížení. Bude uvažováno pouze jedno (větší) zatížení, a to zatížení užité.

4.2.4 Zatížení větrem

Zatížení větrem uvažováno podle ČSN EN 1991-1-4/Z2.

Podle mapy této normy se lokalita zařazuje do II. větrné oblasti.

Základní rychlost větru:

$v_b = 25,0 \text{ m/s}$

Maximální dynamický tlak větru:

- kategorie terénu - III. $z_{\min} = 5 \text{ m}$
 $z_0 = 0,3 \text{ m}$
- součinitel orografie $C_o = 1,0$
- základní dynamický tlak větru $q_b = 391 \text{ N/m}^2$
 $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$
- součinitel expozice ($z = \text{cca } 10,3 \text{ m}$) $C_{e(z)} = 1,7$
- Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,5$

>>> $q_{p,k} = C_{e(z)} \cdot q_b = 1,7 \cdot 0,391 = 0,665 \text{ kN/m}^2$

>>> $q_{p,k} = \gamma_f \cdot q_{p,k} = 1,5 \cdot 0,665 = 0,997 \text{ kN/m}^2$

sklon střechy: $\alpha < 5^\circ$

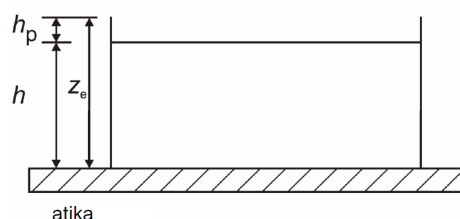
výška objektu:

$z_e = 10,80 \text{ m (cca)}$

$h = 10,0 \text{ m}$

$h_p = 0,80 \text{ m}$

$h_p / h = 0,80 / 10,0 = 0,08 [-]$



Zdroj: ČSN EN 1991-1-4 Obr. 7.6

Ve výpočtu poměru mezi celkovou výškou a výškou atiky (h_p / h) je uvažováno se zjednodušením – výška atiky je uvažována konstantní po celém obvodu haly. Počítáno bude s průměrnou výškou atiky 0,8 m.

Zavedení konvence zatížení větrem:

▪ **Příčný vítr**

délka haly $b = 67,0$ m

šířka haly $d = 23,1$ m

výška haly $h = 10,8$ m

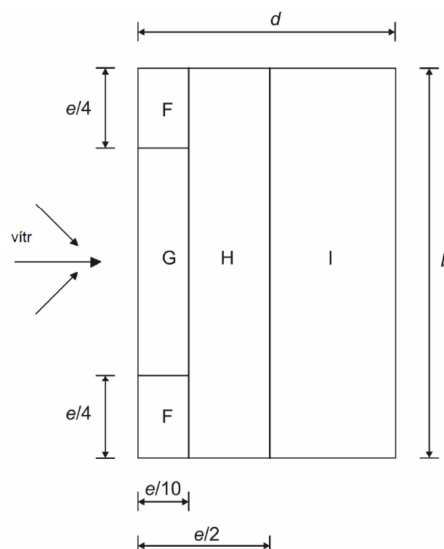
$$e = \min\{2h; b\} = \min\{21,6; 67\}$$

$$>>> e = 21,6 \text{ m}$$

$$e/2 = 10,8 \text{ m}$$

$$e/4 = 5,4 \text{ m}$$

$$e/10 = 2,16 \text{ m}$$



Tabulka 1: Součinitele vnějšího tlaku pro ploché střechy

Oblast	Tlak	Sání
F	-	-1,3
G	-	-0,9
H	-	-0,7
I	+0,2	-0,2

Zdroj: ČSN EN 1991 - 1 - 4 Tab. 7.2

>>> Výsledné zatížení větrem pro příčný vítr (charakteristické hodnoty)

$$w_{e,k} = q_{p,k} * c_{pe}$$

Sání: $> w_{e,F} = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,F} = 0,665 \cdot (-1,3) = -0,865 \text{ kN/m}^2$

$> w_{e,G} = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,G} = 0,665 \cdot (-0,9) = -0,599 \text{ kN/m}^2$

$> w_{e,H} = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,H} = 0,665 \cdot (-0,7) = -0,466 \text{ kN/m}^2$

$> w_{e,I} = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,I} = 0,665 \cdot (-0,2) = -0,133 \text{ kN/m}^2$

Tlak: $> w_{e,I} = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,I} = 0,665 \cdot (+0,2) = 0,133 \text{ kN/m}^2$

▪ **Podélný vítr**

$$e = \min\{2h; b\} = \min\{21,6; 23,1\}$$

$$>>> e = 21,6 \text{ m}$$

$$e/2 = 10,8 \text{ m}$$

$$e/4 = 5,4 \text{ m}$$

$$e/10 = 2,16 \text{ m}$$

Hodnoty zatížení vyvozené podélným větrem a jsou totožné s hodnotami pro příčný směr větru. Odlišné je pouze rozdělení střechy do jednotlivých oblastí.

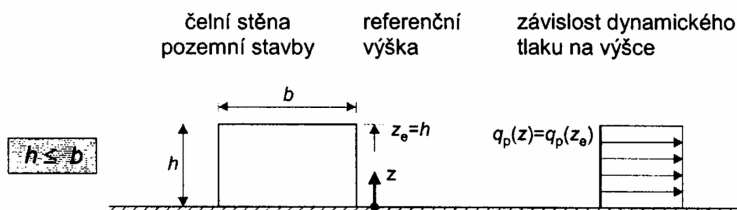
Výsledné zatížení větrem – svislé stěny (obvodový plášť)

▪ Příčný vítr

výška stavby $h = 10,8 \text{ m}$

rozměr ve směru větru

$b = 67 \text{ m}$ $h < b = 10,8 < 67$

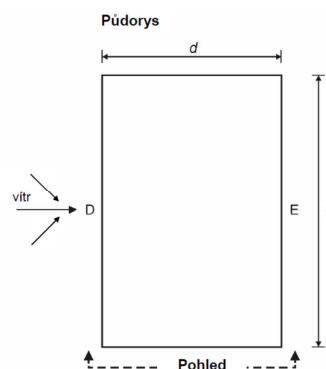


Zdroj: ČSN EN 1991-1-4 Obr. 7.4

rozměr kolmý na směr větru $b = 23,1$

$e = \min\{2h; b\} = \min\{21,6; 23,1\}$

>>> $e = 21,6 \text{ m}$



rozměr ve směru větru $d = 23,1 \text{ m}$

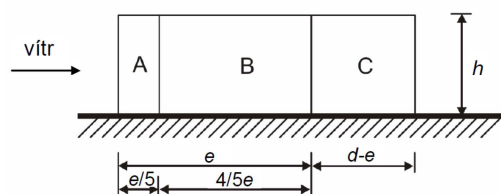
$e/5 = 4,3 \text{ m}$

$4/5e = 17,3 \text{ m}$

$d-e = 1,5 \text{ m}$

$h/d = 10,8 / 23,1 = 0,47$

Pohled pro $e < d$



Zdroj: ČSN EN 1991 - 1 - 4 Obr. 7.5

Tabulka 2: Součinitele vnějšího tlaku pro svislé stěny

Oblast	Tlak	Sání
A	-	-1,2
B	-	-0,8
C	-	-0,5
D	0,8	-
E	-	-0,5

Zdroj: ČSN EN 1991-1-4 Tab. 7.1

>>> Výsledné zatížení větrem pro příčný vítr (charakteristické hodnoty)

$$w_{e,k} = q_{p,k} * c_{pe}$$

Sání:

$$\begin{aligned} &> \mathbf{w_{e,A}} = q_{p,k} \cdot c_{p,net,F} = 0,665 \cdot (-1,2) = - \underline{0,798 \text{ kN/m}^2} \\ &> \mathbf{w_{e,B}} = q_{p,k} \cdot c_{p,net,G} = 0,665 \cdot (-0,8) = - \underline{0,532 \text{ kN/m}^2} \\ &> \mathbf{w_{e,C}} = q_{p,k} \cdot c_{p,net,H} = 0,665 \cdot (-0,5) = - \underline{0,333 \text{ kN/m}^2} \\ &> \mathbf{w_{e,E}} = q_{p,k} \cdot c_{p,net,I} = 0,665 \cdot (-0,5) = - \underline{0,333 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

Tlak:

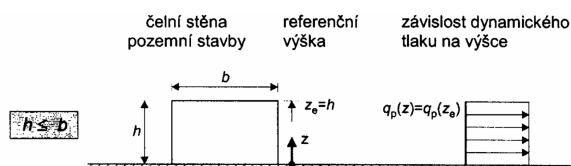
$$> \mathbf{w_{e,D}} = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,D} = 0,665 \cdot 0,8 = \underline{0,532 \text{ kN/m}^2}$$

▪ Podélný vítr

výška přístavby $h = 10,8 \text{ m}$

rozměr ve směru větru $b = 67 \text{ m}$

$h < b = 10,8 < 67$

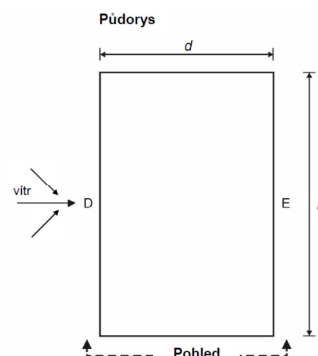


Zdroj: ČSN EN 1991-1-4 Obr. 7.4

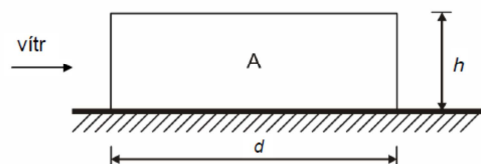
rozměr kolmý na směr větru $b = 67$

$e = \min\{2h; b\} = \min\{15; 23,3\}$

$\gg e = 21,6 \text{ m}$



Pohled pro $e \geq 5d$



Zdroj: ČSN EN 1991 - 1 - 4 Obr. 7.5

Tabulka 3: Součinitele vnějšího tlaku pro svislé stěny

Oblast	Tlak	Sání
A	-	-1,2
D	0,8	-
E	-	-0,5

Zdroj: ČSN EN 1991-1-4 Tab. 7.1

$\gg \gg$ Výsledné zatížení větrem pro příčný vítr (charakteristické hodnoty)

$$w_{e,k} = q_{p,k} * c_{pe}$$

Sání:

$$\begin{aligned} &> \mathbf{w_{e,A}} = q_{p,k} \cdot c_{p,net,F} = 0,665 \cdot (-1,2) = - \underline{0,798 \text{ kN/m}^2} \\ &> \mathbf{w_{e,E}} = q_{p,k} \cdot c_{p,net,I} = 0,665 \cdot (-0,3) = - \underline{0,200 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

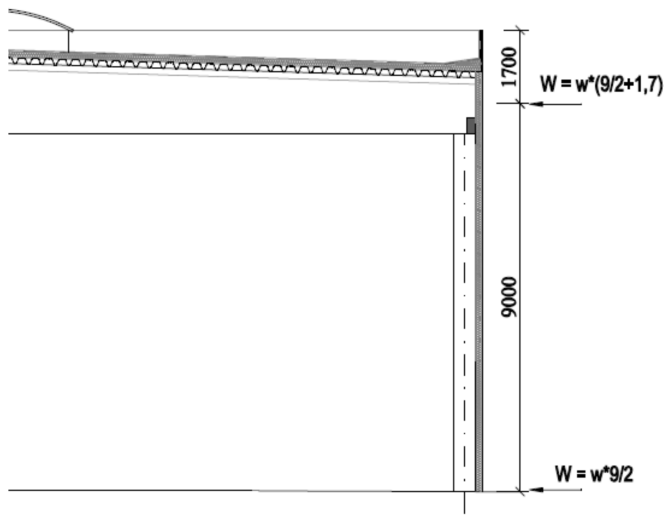
Tlak:

$$> \mathbf{w_{e,D}} = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,D} = 0,665 \cdot 0,8 = \underline{0,532 \text{ kN/m}^2}$$

Tlak větru na štítový sloup:

$$> \quad w_{e,D} = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,D} = 0,665 \cdot 0,8 = 0,532 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 3,20 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem na rám haly:



Tlaková síla nahoře:

$$W_k = w_{e,D} \cdot 6(9/2+1,7) = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,D} \cdot 37,2 = 0,665 \cdot 0,8 \cdot 37,2 = 19,8 \text{ kN}$$

Tahová síla nahoře:

$$W_k = w_{e,E} \cdot 6(9/2+1,7) = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,D} \cdot 37,2 = 0,665 \cdot (-0,5) \cdot 37,2 = -12,4 \text{ kN}$$

Tlaková síla dole:

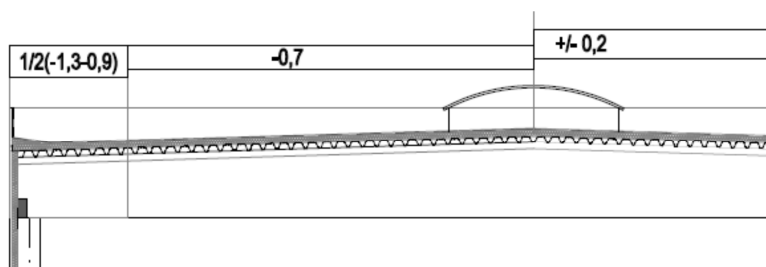
$$W_k = w_{e,D} \cdot 6(9/2) = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,D} \cdot 27 = 0,665 \cdot 0,8 \cdot 27 = 14,4 \text{ kN}$$

Tahová síla dole:

$$W_k = w_{e,E} \cdot 6(9/2) = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,D} \cdot 27 = 0,665 \cdot (-0,5) \cdot 27 = -9,0 \text{ kN}$$

Zatížení větrem na střechu haly:

Směr větru \rightarrow



Sektor F – sání: $w_k = w_{e,F} \cdot 6 = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,F} \cdot 6 = 0,665 \cdot (-1,1) \cdot 6 = -4,4 \text{ kN/m}$

Sektor H – sání: $w_k = w_{e,H} \cdot 6 = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,H} \cdot 6 = 0,665 \cdot (-0,7) \cdot 6 = -2,8 \text{ kN/m}$

Sektor I – tlak/sání: $w_k = w_{e,I} \cdot 6 = q_{p,k} \cdot c_{pe,10,I} \cdot 6 = 0,665 \cdot (+/-0,2) \cdot 6 = +/- 0,8 \text{ kN/m}$

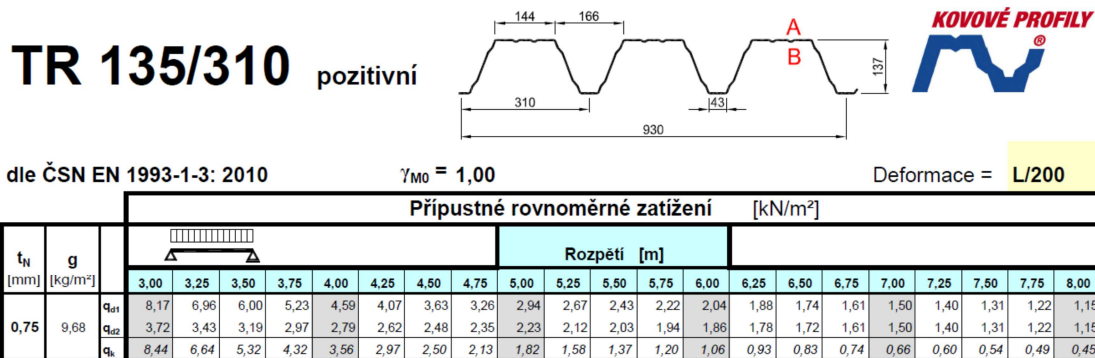
4.2.5 Kombinace zatížení

Zatížení je kombinováno podle článku 6.4.3.2 normy ČSN EN 1990:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10)$$

4.3 Nosné prvky opláštění haly

4.3.1 Střešní plech TR 135/310, $t = 0,75$ mm



4.3.2 Stěnová kazeta K 100/600 B

K 100/600 typ B

Prostý nosník – TLAK

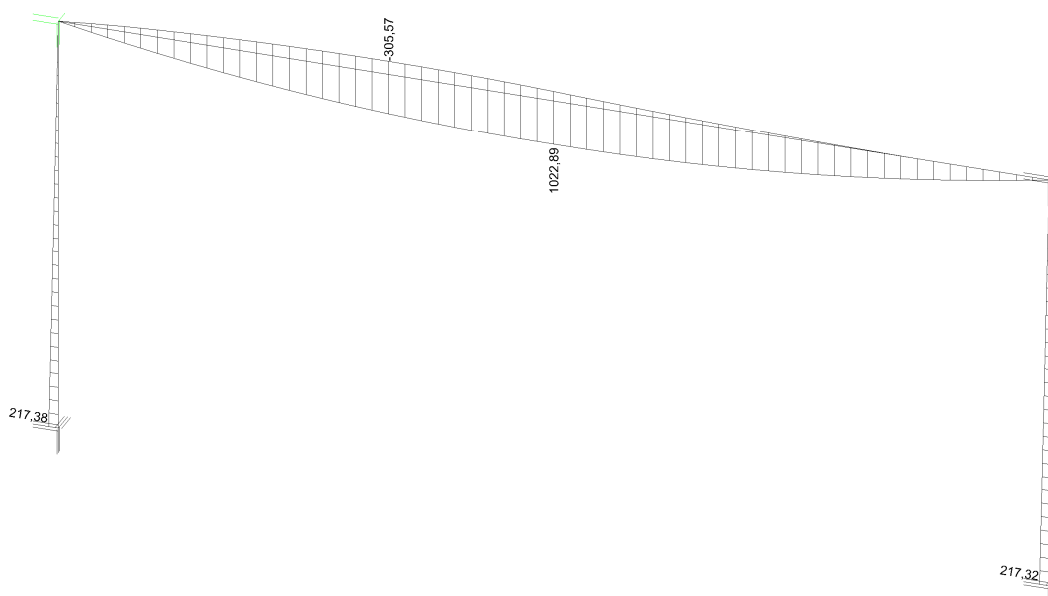
Šířka podpory $b = 40$ mm

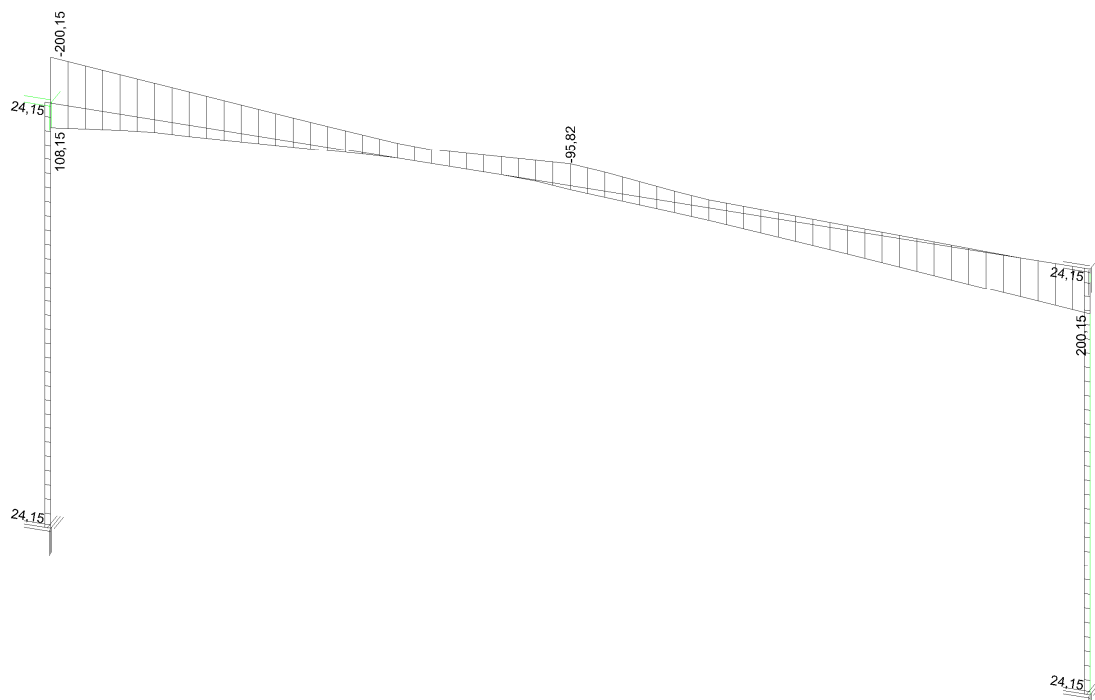
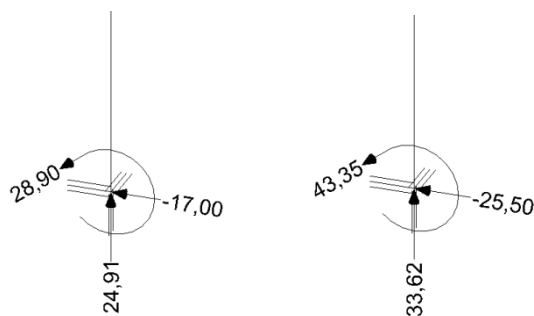
Hmotnost (kg/m²)		Připustné charakteristické rovnoměrné zatížení v kN/m² při rozpětí L (m)											
		3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,5	6	
15,25	1	4,08	3,47	3,00	2,61	2,29	2,03	1,81	1,63	1,47	1,21	1,02	
	2	4,08	3,47	3,00	2,61	2,29	2,03	1,81	1,63	1,47	1,21	0,99	
	3	4,08	3,47	3,00	2,61	2,29	2,03	1,77	1,50	1,29	0,97	0,75	

4.4 Hlavní nosné prvky haly

4.4.1 Vnitřní síly

Obálka ohybových momentů hlavního rámu



Obálka posouvajících sil hlavního rámu*Maxima vnitřních sil na štítovém sloupu – charakteristické a návrhové hodnoty*

Reakce hlavního rámu do pilot jsou uvedeny v příloze P5.

4.4.2 Návrh a posudek průřezů hlavních nosných prvků haly

Hlavní nosné železobetonové prvky haly jsou navrženy a posouzeny pomocí programu FIN EC – FIN 3D a FIN EC – Beton.

Příčný rám haly je navržen ze sloupů 400 x 500 mm z betonu třídy C45/55, výztuž z betonářské oceli B500B. Štítový sloup je navržen o průřezu 250 x 400 mm.

Příčle rámu je navržena jako T-nosník výšky 1 650 mm s šířkou příruby 500 mm. Tloušťka stojiny 160 mm a tloušťka příruby 150 mm. Beton C45/55, výztuž z betonářské oceli B500B. Montovaná železobetonová konstrukce haly bude dodávkou specializované stavební firmy, která zpracuje návrh dílců včetně řešení detailů a dílenské dokumentace.

Výpis z protokolu posudku rámu haly je v příloze P6, štítový sloup v příloze P7.

4.5 Založení konstrukce haly

Sloupy haly budou vetknuty do kotevních kalichů v železobetonové hlavici o výšce 1,20 m, horní úroveň hlavice na – 0,25 m, dolní úroveň hlavice (= hlava piloty) na – 1,45 m. +/- 0,000 = 212,000 m n. m. Hlavice budou uloženy na vrtaných železobetonových pilotách.

Piloty v blízkosti stěn jímek bude nutno prodloužit o 3,50 m (oproti teoretickému výpočtu).

4.5.1 Geologické poměry

V prostoru haly byly provedeny geologické sondy C8 až C13 – viz podklad [22]. Pro návrh a posudek pilot byl vytvořen idealizovaný geologický profil, který je patrný z protokolu návrhu a posudku pilot.

Tabulka fyzikálně-mechanických vlastností zemin a hornin

Poloha	ČSN 73 1001	γ_n [kN.m ⁻³]	c_{ef} [kPa]	c_u [kPa]	φ_{ef} [°]	φ_u [°]	ν	σ_c [MPa]	E_{def} [MPa]	R_{dt} [kPa]	$U_{v. tab}$ [kN]
1		18									
2	F 6, CI	20	12 - 18	50 - 80	17 - 21	0	0,40	-	4 - 8	100 - 200 ¹	-
3	F 4, CS S 5, SC	18,5	6 - 15	30 - 50	22 - 27	0	0,35	-	4 - 6	80 - 150 ¹	-
4	G 3, G-F	19	0	-	33 - 38	-	0,25	-	60 - 80	450 ²	-
5	F 8, CH	20,5	10 - 16	80	13 - 17	0	0,42	-	6 - 8	160 ¹	-
6a	R 5	21	20 - 30	90	18 - 22	6	0,40	1,5 - 5	10 - 15	250	580
6b	R 4	22	-	-	-	-	0,30	5 - 10	20 - 40 ³	350	580

4.5.2 Postup výpočtu pilot – návrh a posudek

Statický návrh a posudek pilot je podle programu FINE GEO5 - Piloty, verze 14.29. zatížení na piloty je v příloze P5, respektive článek této zprávy.

Piloty jsou posouzeny jako osamělé plovoucí piloty kruhového průřezu. Sednutí vypočteno podle nelineární zatěžovací křivky (Masopust).

Piloty jsou vrtné pod ochranou výpažnice (výskyt podzemní vody).

Výpočet svislé únosnosti podle klasické teorie metodou podle ČSN 73 1002. Modul reakce podloží uvažován podle ČSN 73 1004. Výpočet betonových průřezů konstrukcí proveden podle normy ČSN EN 1992-1-1 (EC2).

(Návrh a posudek příčné výztuže kotevních kalichů bude proveden v dalším stupni dokumentace, např. metodou podle Doc. Vaňury.)

Materiál konstrukce vrtaných pilot:

Beton třídy C30/37-XA1

Betonářská ocel třídy B500B (øR)

Protokoly statických posudků pilot jsou v příloze P8 a P9.

4.6 Stropní konstrukce vnitřních vestaveb

Na stropích vnitřní vestavby budou umístěny vzduchotechnické jednotky o plošné hmotnosti 1 t/m^2 . Pro návrh je tedy uvažováno stálé zatížení o návrhové hodnotě $13,5 \text{ kN/m}^2$.

Z konstrukčních důvodů jsou navrženy dutinové stropy o stejné konstrukční výšce:

Pro světlé rozpětí 5,80 m PARTEK tl. 400 mm PPD 597/40082

Pro světlé rozpětí 8,80m PARTEK tl. 400 mm PPD 897/40102

Pro návrh jsou použity statické tabulky výrobce panelů.

4.7 Monolitická jímka v podlaze haly

Jedná se o železobetonovou monolitickou otevřenou jímku „J1“ o pravouhlém půdorysu se dnem na výškové úrovni – 4,60 m. Předběžným výpočtem bylo ověřeno, že je reálné provedení zdi jímky z monolitického železobetonu o tloušťce 300 mm. Dimenzace jímky bude provedena v dalším stupni dokumentace, kdy bude upřesněno přetížení na podlaze za rubem zdi.

S ohledem na charakter konstrukce jímky je nutné provést vodorovnou výztuž pro omezení svislých trhlin. Návrh výztuže pro omezení trhlin je v příloze P10.

Pro monolitickou jímku J1 a prefabrikovanou jímku J2 bude nutno otevřít relativně velký výkop, který bude zajištěn pažením. Návrh pažení – statický posudek, je v příloze P11.

4.8 Založení nádrží N1 a N2

Nádrže budou založeny plošně – na patkách.

4.8.1 Geologické poměry

Prostor umístění nádrží se nachází poblíž geologické sondy C8.

C 8

	$y = 700\,619,8$	$x = 1\,012\,368,4$	$z = 211,60 \text{ m n.m.}$
0,0 - 1,2 m	hlína humózní, tmavě hnědá, pevné konzistence, k bázi písčítá, <i>poloha *1*</i> <i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : nezatříděno</i>		
1,2 - 5,6	jíl písčítý, světle hnědý, tuhé konzistence, písčítá frakce jemně zrnitá, s polohami jílovitého písku a s občasnými valounky křemene, <i>poloha *3*</i> <i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 4, CS</i>		
5,6 - 8,5	jíl, šedohnědý, pevné konzistence, s občasnými drobnými rukou lehce drtitelnými úlomky vápnitého jílovce, úlomků s hloubkou přibývá (eluvium), <i>poloha *5*</i> <i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 8, CH</i>		
8,5 - 9,3	jílovec vápnitý, šedohnědý a šedočerný, silně zvětralý až rozložený na jíl tvrdé konzistence s četnými rukou drtitelnými úlomky tmavě šedého slínovce, <i>poloha *6a*</i> <i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : R 5</i>		

Rostlou zeminu základové spáry představuje poloha *3*.

Tabulka fyzikálně-mechanických vlastností zemin a hornin

Poloha	ČSN 73 1001	γ_n [kN.m ⁻³]	c_{ef} [kPa]	c_u [kPa]	φ_{ef} [°]	φ_u [°]	ν	σ_c [MPa]	E_{def} [MPa]	R_{dt} [kPa]	$U_{v. tab}$ [kN]
1		18									
2	F 6, CI	20	12 - 18	50 - 80	17 - 21	0	0,40	-	4 - 8	100 - 200 ¹	-
3	F 4, CS S 5, SC	18,5	6 - 15	30 - 50	22 - 27	0	0,35	-	4 - 6	80 - 150 ¹	-

4.8.2 Zatížení

Zatížení je dáno technologickými podklady:

Nádrž ASL 100 m³ (N1)

Vlastní hmotnost nádrže: 18 t → $G_k = 180$ kN → $G_{1k} = 90$ kN

Užitné ztížení obsahu: 100 t → $Q_k = 1000$ kN → $Q_{1k} = 500$ kN

Nádrž ACID 18 m³ (N2)

Vlastní hmotnost nádrže: 1,50 t → $G_{1k} = 15$ kN

Užitné ztížení obsahu: 18. 1840 = 33200 kg → $Q_{1k} = 332$ kN

4.8.3 Posudek základových patek

Posudek základových patek je proveden programem GEO5 – Patky.

Patky pro nádrž N1 vyztužit konstrukčně (sít' u horního povrchu proti smršťovacím trhlinkám). Patku N2 vyztužit u spodního povrchu (viz výpočet) a u horního povrchu dtto N1.

Vzhledem k tomu, že poloha zeminy *1* (nevhodná pro zakládání) v místě nádrží dosahuje až do úrovně 210,400 m n.m., je nutno tuto zeminu odtěžit a nahradit štěrkopískovým hutněným polštářem. Polštář hutnit po vrstvách max. 300 mm na $I_D = 1,0$, respektive na $E_{def,2} = \min 80$ MPa.

Protokoly posudku patek jsou v přílohách P12 a P13.