



01	Změna velikosti prvků vodorovného rámu	04/2021
02	Doplnění HDD	05/2021
Revize	Popis revize	Datum revize

		INGUTIS, spol. s.r.o. projekční a inženýrská společnost Thákurova 2077/7, 160 00 Praha 6 - Dejvice tel.: +420 224 354 363 E-mail: ingutis@ingutis.cz www.ingutis.cz
Zodpovědný projektant	Ing. Jaromír Zlámal	
Vypracoval	Ing. Jaromír Zlámal	
Kontroloval	Ing. Václav Ráček, Ph.D.	

		AQUA PROCON s.r.o. Projektová a inženýrská společnost – divize Praha Dukelských hrdinů 12, 170 00 Praha tel.: 266 109 335, fax: 266 712 140 E-mail: info@aquaprocon.cz www.aquaprocon.cz
Vedoucí projektu	Ing. Aleš Mucha	
Vedoucí dílčího projektu	Ing. Pavel Martan	
Investor	Pražská vodohospodářská společnost a.s.	
Objednatel	Pražská vodohospodářská společnost a.s.	

Formát	22×A4	Měřítko	Stupeň	DSP	Datum	11/2020	Zakázkové číslo	1551620-16
--------	-------	---------	--------	-----	-------	---------	-----------------	------------

<div>Projekt</div> <div>BIOMETAN, VYUŽITÍ KALOVÉHO PLYNU NA ÚČOV PRAHA</div> <div>D - Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení D.1 - Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu D.1.3 - PODCHOD POD PLAVEBNÍM KANÁLEM - BÁŇSKÝ PROJEKT</div>		
Příloha	PROJEKT ZPRACOVANÝ BÁŇSKÝM PROJEKTAN-TEM A SOUHRNNÉ STATICKÉ POSOUZENÍ	<div>Číslo přílohy</div> D.1.3.1
		<div>Revize</div> 02

OBSAH DOKUMENTACE

A.	<i>Statické posouzení</i>	3
A.1	Identifikační údaje	3
A.3	Údaje o zpracovateli projektové dokumentace	3
A.5	Podklady	3
A.6	Geotechnické parametry zemin a hornin	3
A.7	Technické řešení	4
A.8	Statický výpočet zapažení jam - Jáma Š1&Š2 – metoda výpočtu	6
A.9	Jáma Š1 2,40 × 2,82m	7
A.9.1	Výpočet zatížení jámy Š1 2,40 × 2,82m	7
A.9.2	Výpočet vnitřních sil v konstrukci pažení – Larsen VL 604 jáma Š1	7
A.9.3	Grafické výstupy z programu POST - jáma Š1 2,40 × 2,82m	8
A.9.4	Posouzení štětovnic jámy 2,40 m × 2,82m	12
A.9.5	Posouzení rozpěrných ráků jámy 2,40 m × 2,82m	12
A.9.6	Vyhodnocení únosnosti rozpěr	14
A.10	Jáma Š2 8,40 × 2,82m	15
A.10.1	Výpočet zatížení jámy Š2 - 8,40m × 2,82m	15
A.10.2	Výpočet vnitřních sil v konstrukci pažení – Larsen VL 604 jáma Š2	15
A.10.3	Grafické výstupy z programu POST – jáma Š2 - 8,40m × 2,82m	16
A.10.4	Posouzení štětovnic jámy 8,40 × 2, 198m	18
A.10.5	Posouzení rozpěrných ráků jámy 8,40 × 2,82m	18
A.10.6	Vyhodnocení únosnosti rozpěr	21
A.11	Stanovení přítoků vody do stavební jámy pomocí vzorců	21
A.12	Výpočet - výsledky	22
A.13	Závěr	22
A.14	Předpoklady statického výpočtu	22
A.15	Literatura a ČSN	22

A. Statické posouzení

A.1 Identifikační údaje

Název stavby: Biometan, využití kalového plynu na ÚČOV Praha
Místo stavby: Praha 6, ul. Papírenská a Císařský ostrov – Praha
Katastrální území: Praha [554782], k.ú.: Bubeneč [730106]
Charakter stavby: Biometan, využití kalového plynu na ÚČOV Praha

A.2 Údaje o investorovi

Investor: Pražská vodohospodářská společnost a.s., Žatecká 110/2, 110 00 Praha 1

A.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Generální projektant: AQUA PROCON s.r.o., Dukelských hrdinů 12, 170 00 Praha
Vedoucí projektu: Ing. Aleš Mucha
Vedoucí dílčího projektu: Ing. Pavel Martan

Projektant báňské části: INGUTIS, spol. s r.o., Thákurova 2077/7, 160 00 Praha 6

Zodpovědný projektant: **Ing. Jaromír Zlámal**,
autorizovaný inženýr ČKAIT – obor geotechnika IG00, číslo autorizace: 0000137,
odborný znalec – osvědčení čj.: SBS 44556/2019/ČBÚ-21/4,
báňský projektant - osvědčení č.2132/07.

Kontroloval: **Ing. Václav Ráček, Ph.D.**,
autorizovaný inženýr ČKAIT – obor geotechnika IG00, číslo autorizace: 0014197,
bezpečnostní technik – osvědčení čj.: SBS 40771/2018/OBÚ-02/1,
báňský projektant - osvědčení čj.: SBS 40772/2018/OBÚ-02/1.

A.4 Účel a popis stavby

Předmětem předložené dokumentace je posouzení pažení jam Š1 a Š2, které slouží jako startovací a cílová jáma pro řízený protlak potrubí DN 315mm. Do protlačené trubky DN315 se zasune potrubí pro bioplyn. Jámy jsou umístěny v blízkosti Vltavy – plavebního kanálu a proto jsou jámy zapaženy štětovnicemi VL 604. Pata štětovnic přesahuje dno jámy o 1,8m a horní hrana štětovnic je nad terénem 500mm.

A.5 Podklady

- „Biometan – plynové potrubí, ÚČOV Praha, Rešerše geologických poměrů“, INSET s.r.o., Divize geologie a geofyziky, Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3, Mgr. Vladimír Lachman, 10/2020.
- ČSN a příslušné bezpečnostní předpisy.

A.6 Geotechnické parametry zemin a hornin

Pro výpočet byly použity následující geotechnické parametry základových zemin. Zatřídění a geotechnické parametry příslušných typů zemin bylo provedeno dle [2]. V tabulce jsou uvedeny charakteristické hodnoty.

Geologický popis	Objemová hmotnost γ (kNm ⁻³)	Modul přev. E_{def} (MPa)	Úhel vnitř. tření φ (°)	C_{ef} (kPa)	Poissonovo číslo ν	Zkušební koef. pruž. odporu k_{zk} (kNm ⁻³)	Výpočtový koef. pruž. odporu k_{vyp} (kNm ⁻³)	Zatřídění podle ČSN 73 1001
Navážky, tuhá konzistence	19	4	14	30	0,37	16467	9507	F1
Hlíny písčité (písky hlinité (holocén) tuhé) ulehle,	19,5	7	24	10	0,35	28344	16364	F5
Štěrkopísky (pleistocén) ulehle, zvodnělé	20	60	30	3	0,3	234272	135250	F8
Prachovité a jílovité břidlice šáreské souvrství (R4)	23,5	77	25	35	0,32	304802	175969	F1

Tabulka 1. Orientační tabulka směrných normových a místních charakteristik zemin a hornin

Podrobný popis inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů je uveden v závěrečné zprávě z IGP k předmětné stavbě („Předběžné inženýrskogeologické hodnocení kanalizace v Jenči“, Ing. Zdeněk Kudrna CSc., 06/2002).

Při výpočtu zemních tlaků byl akceptován uvedený geologický profil a ustálená hladina podzemní vody (hl. - 3,0m). Přijaté geologické poměry a geotechnické parametry zemin jsou shrnuty a dokumentovány v přílohách statického výpočtu.

Hladina podzemní vody naražena v hl. 2,0 m pod terénem, slabý přítok.

A.7 Technické řešení

A.7.1 Řízené horizontální vrtání (HDD)

Podchod chráničky pod vodním tokem je proveden metodou řízeného horizontálního vrtání. Před jeho realizací se vždy nejdříve provede technická příprava vrtu. Jejím cílem je určení vstupního a výstupního bodu a průběhu vrtu. Návazně se posoudí informace o stávajících inženýrských sítích křížících vrt. Následuje výkop startovací a cílové jámy (podrobněji popsáno níže). Jejich účelem je mimo jiné manipulace s vrtnými nástroji. Po provedení vrtu budou v obou jamách provedeny svislé propoje plynovodního potrubí shybky. Samotné vrtání pak začíná pilotním vrtem, který směřuje od místa zápichu k cílové jámě. V průběhu jeho vrtání se provádí kontrolu hloubky a směru, toto je hlídáno vysílačem umístěným ve vrtné hlavě. Na čele vrtného nástroje se nacházejí také trysky, ze kterých tryská bentonitová suspenze, která rozvolňuje půdu před vrtnou hlavou. Jakmile je dosaženo cílové jámy, pilotní vrtná hlava je zaměněna za rozšiřovací vrtnou hlavu a za podpory bentonitového výplachu se zpětným vrtáním směrem k vrtné soupravě rozšíří odvrtný otvor. Proces rozšiřování je občas nutné opakovat, a to až do dosažení požadovaného rozměru umožňujícího vtažení chráničky do vrtu. Posledním krokem je pak vtažení potrubí chráničky do vrtu. Tento krok probíhá za současného rozšiřování vrtu na výsledný rozměr. Po ukončení vrtných prací je potřeba vyčerpat výplach a vyčistit jámy pro následné montážní práce, vystrojení protlaků a zpětný zásyp.

A.7.2 Startovací a cílová jáma

Jáma Š1 je zapažena štetovnicemi „Larsen VL 604“ délky 13,17m, které jsou rozepřeny v pěti úrovních rámy z HEB č. 180, a jáma Š2 je zapažena štetovnicemi „Larsen VL 604“ délky 8,23m, které jsou rozepřeny ve třech úrovních rámy z HEB č. 160. Světlý rozměr jámy Š1 (mezi lícem VL 604) je 2,40 m × 2,82m a hloubka jámy je 8,47m. Světlý rozměr jámy Š2 (mezi lícem VL 604) je 4,40 m × 2,82m a hloubka jámy je 5,75m.

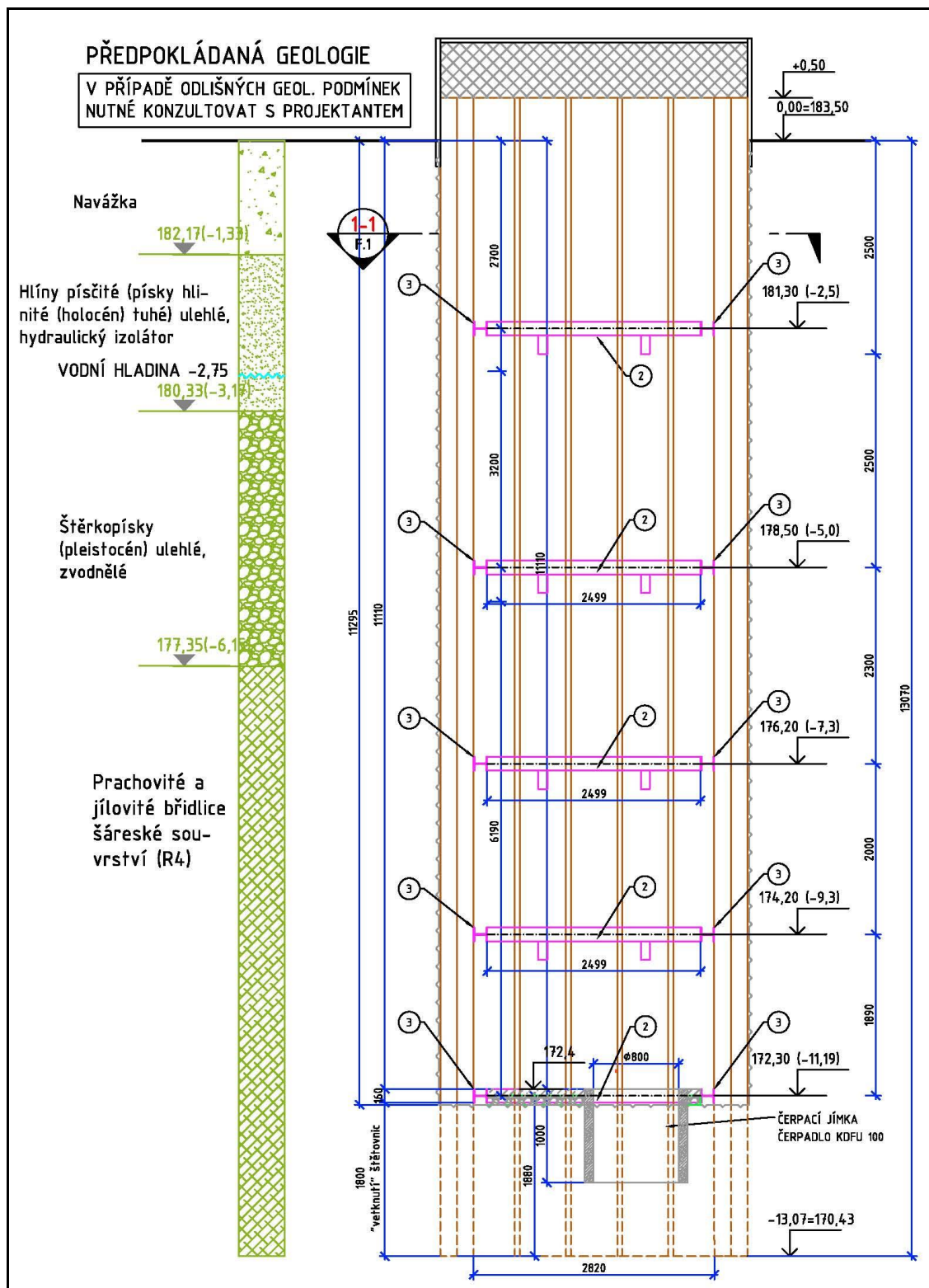
Štetovnice jámy Š1 budou zabírány do země z pracovní úrovně na kótě 183,50 m n.m. a štetovnice jámy Š2 budou zabírány do země z pracovní úrovně na kótě 181,65 m n.m. Během beranění bude ověřen geologický profil v místě stavební jámy. Na základě skutečně zastížených geologie je možno délky štetovnic upravit.

Vodorovné síly v jámě Š1 budou zachyceny pěti rozpěrnými rámy osazenými ve výškových úrovních -2,50 = 181,30m n. m., -5,00 = 178,50m n.m., -7,30 = 176,20m n.m., -9,30 = 174,20m n.m. a -11,19 = 172,30m n.m. Rámy jsou navrženy z válcovaných profilů HEB 180. Tvar rozpěrných rámů viz. příloha č. D.1.3.4. Definitivní délky jednotlivých prvků rozpěrných rámů budou přizpůsobeny skutečnému provedení štetovnic. K osazení a aktivaci rozpěrného rámu musí dojít nejpozději v okamžiku výkopu na úroveň 0,50m pod úroveň příslušného rámu. Aktivace rámu bude provedena přivařením ke štetovnicím. Všechny prvky zajištění (rámy ke štetovnicím a jednotlivé prvky rámu navzájem) budou svařeny podél styčných hran koutovými svary výšky min. 6mm.

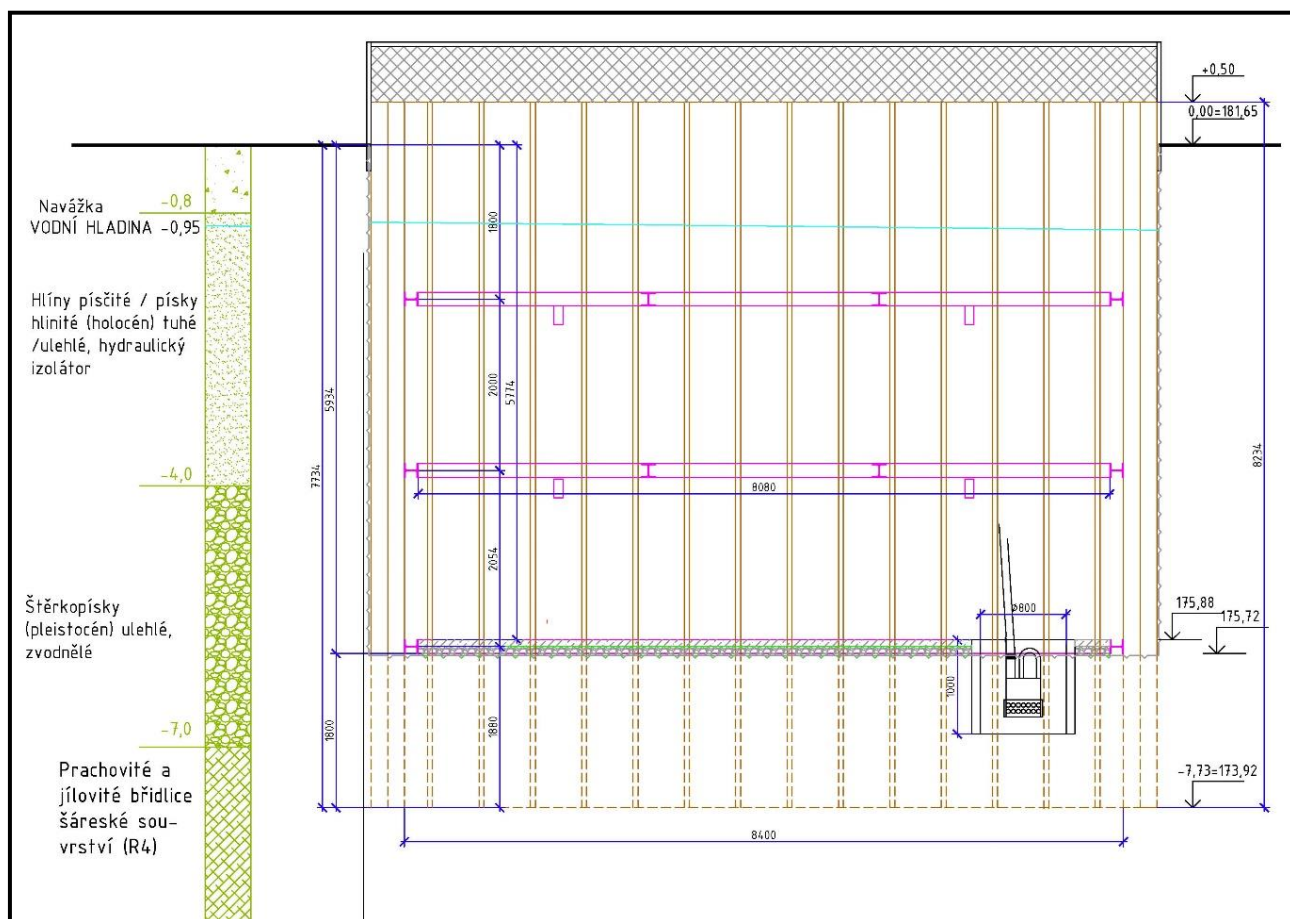
Vodorovné síly v jámě Š2 budou zachyceny třemi rozpěrnými rámy osazenými ve výškových úrovních -1,80 = 179,85m n.m., -3,80 = 177,85m n.m. a -5,85 = 175,79m n.m. Rámy jsou navrženy z válcovaných profilů HEB 160. Tvar rozpěrných rámů viz. příloha č. D.1.3.5. Definitivní délky jednotlivých prvků rozpěrných rámů budou přizpůsobeny skutečnému provedení štetovnic. K osazení a aktivaci rozpěrného rámu musí dojít nejpozději v okamžiku výkopu na úroveň 0,50m pod úroveň příslušného rámu. Aktivace rámu bude provedena přivařením ke štetovnicím. Všechny prvky zajištění (rámy ke štetovnicím a jednotlivé prvky rámu navzájem) budou svařeny podél styčných hran koutovými svary výšky min. 6mm.

Rozpěrné rámy je možno odstranit v okamžiku provedení zpětných zásypů do úrovně 0,50 m pod úroveň příslušného rozpěrného rámu. Předpokládá se, že štetovnice budou vytahovány.

Vzhledem ke geologickým poměrům bude docházet k přítokům podzemní vody do stavební jámy, a to převážně dnem. Za účelem čerpání podzemní vody bude provedena v rohu jam čerpací studna. V jámě Š1 bude studna provedena z úrovně 172,30m n.m. V jámě Š2 bude studna provedena z úrovně 175,72m n.m. Bude provedena z perforovaných ocelových zárubnic Ø 400/8mm osazených do vrtů Ø 600 mm nebo betonových skruží Ø 800mm. Prostor mezi zárubnicí a stěnou vrtu bude vyplněn šterkovým obsypem frakce 16/32mm. Studna bude zahloubena min. 1,5 m pod dno stavební jámy. Během výkopových prací bude studna shora postupně zkracována.



Obr. 1 Zapažení jámy Š1 2,40 m × 2,82m



Obr. 2 Zapažení jámy Š2 4,40 m × 2,82m

A.8 Statický výpočet zapažení jam - Jáma Š1&Š2 – metoda výpočtu

Předmětem tohoto statického výpočtu je posouzení dočasného zapažení jámy pro Š1. Jáma je zapažena pažnicemi Larsen VL 604 které jsou rozepřeny ocelovými vodorovnými rámy. Osová vzdálenost ráků je navržena s ohledem na jejich únosnost a musí vyhovět tlaku, který vyvozuje okolní prostředí na pažení. Při výpočtu je rám zatěžován jednotkovým zatížením a dimenzování konstrukce je provedeno pomocí interakčního diagramu, který určuje, kolikanásobně konstrukce přenesne jednotkové zatížení.

Výpočet byl proveden obecnou deformační metodou, spojitá střednice je nahrazena polygonem a spolupůsobení ostění s horninou je modelováno soustavou kyvných prutů. Pro stanovení dat nutných pro výpočet ostění zjistíme výpočtový koeficient pružného odporu podle následující metodiky.

Reálné hodnoty zkušební koeficientu pružného odporu jsou pro potřeby výpočtu stanoveny z rovnice

$$k_{zk} = \frac{E_{def}}{\alpha(1-\nu^2)\sqrt{A_{zk}}} \quad [1]$$

Kde značí:

k_{zk} - zkušební koeficient pružného odporu [kNm ⁻³]	ν . . . Poissonovo číslo [1]
E_{def} - modul přetvárnosti [MPa]	A_{zk} - plocha zkušební desky [m ²]
α - součinitel závislý na tvaru a tuhosti zkušební desky (pro tuhou kruhovou desku $\alpha = 0,89$)	

$$k_{vyp} = k_{zk} \sqrt{\frac{A_{zk}}{A_{skut}}} \quad [2]$$

Zkušební koeficient pružného odporu je závislý na ploše zatěžovací plochy. Tento teoretický nedostatek je eliminován přepočtem na skutečnou velikost stavební konstrukce podle vztahu:

Kde značí:

k_{vyp} - výpočtový koeficient pružného odporu [kNm ⁻³]	A_{zk} - plocha zkušební desky [m ²]
k_{zk} - zkušební koeficient pružného odporu [kNm ⁻³]	A_{skut} - skutečná plocha základové spáry [m ²]

(pro $A_{skut} > 10 \text{ m}^2$ se bere k_{vyp} k odpovídající ploše 10 m^2)

V následující tabulce jsou vypočtena svislá a vodorovná zatížení pro geologická rozhraní.

A.9 JÁMA Š1 2,40 × 2,82m

A.9.1 Výpočet zatížení jámy Š1 2,40 × 2,82m

Jáma Š1 je zapažena štětovnicemi „Larsen VL 604“ délky 13,17m, které jsou rozepřeny v pěti úrovních rámy z HEB č. 180.

Popis vrstvy	Hloubka (m)		Mocnost (m)	Obj. hmot. γ [kN/m ³]	Součinitel zatížení	Výp. obj. hmot. γ [kN/m ³]	σ_{vert} kN/m ²	Poissonovo číslo ν (1)	úhel vnitřního tření φ [°]	c_d (kPa)	$K_r = 1 - \sin \varphi_d$ (1)	$K_r = \nu / (1 - \nu)$ (1)	$Ka = \gamma^2 (45 - \varphi_d^2)$ (1)	Tlak v klidu (φ) e_r (kN/m ²)	Tlak v klidu (ν) e_r (kN/m ²)	Tlak aktivní (φ) e_{ak} kN/m ²	Tlak aktivní $e_{0,z}$ (kN/m ²)	ČSN 730037	e_{red} kN/m ²
	horní úroveň	dolní úroveň																	
Nahodilé zatížení ČSN 73 6203 tř. A					1,4	9,0	12,6												
Navážky, tuhá konzistence	0,00	1,33	1,33	19,0	1,1	20,9	40,4	0,37	14,0	30	0,76	0,59	0,61	30,6	23,7	-22,2	8,1	13,7	
Hliny písčité (pisky hlinité (holocén) tuhé) ulehle,	1,33	2,50	1,17	19,5	1,1	21,5	65,5	0,35	24,0	10	0,59	0,54	0,42	38,9	35,3	14,6	13,1	19,5	
Štěrkopisky (pleistocén) ulehle, zvodnělé	2,50	3,17	0,67	20,0	1,1	22,0	80,2	0,30	30,0	3	0,50	0,43	0,33	40,1	34,4	23,3	16,0	22,1	
Štěrkopisky (pleistocén) ulehle, zvodnělé	3,17	5,00	1,83	23,5	1,1	25,9	127,5	0,30	30,0	3	0,50	0,43	0,33	63,8	54,7	39,0	25,5	35,1	
Štěrkopisky (pleistocén) ulehle, zvodnělé	5,00	6,17	1,17	18,5	1,1	20,4	151,3	0,30	30,0	3	0,50	0,43	0,33	75,7	64,9	47,0	30,3	41,6	
Prachovité a jílovité břidlice šáreské souvrství (R4)	6,17	7,30	1,13	22,0	1,1	24,2	178,7	0,32	25,0	35	0,58	0,47	0,41	103,2	84,1	27,9	35,7	52,6	
Prachovité a jílovité břidlice šáreské souvrství (R4)	7,30	9,30	2,00	22,0	1,1	24,2	227,1	0,32	25,0	35	0,58	0,47	0,41	131,1	106,9	47,6	45,4	66,8	
Prachovité a jílovité břidlice šáreské souvrství (R4)	9,30	11,19	1,89	22,0	1,1	24,2	272,8	0,32	25,0	35	0,58	0,47	0,41	157,5	128,4	66,1	54,6	80,3	

Tabulka 2. Svislá a vodorovná zatížení u jámy Š1 2,40 m × 2,82m

A.9.2 Výpočet vnitřních sil v konstrukci pažení – Larsen VL 604 jáma Š1

Zemní tlak na pažici konstrukce je zvýšen o přitížení v oblasti koruny. Jedná se o nahodilé přitížení od stavební mechanizace. Hodnota zatížení použitá ve výpočtech byla 9kN/m².

Statický výpočet zapažení jámy štětovnicemi Larssen VL 604 byl proveden programem POST 93 pro 10 zatěžovacích stavů. V rámci výpočtu programem POST 93 bylo provedeno posouzení únosnosti štětovnic a staveno zatížení do rozpěrných rámy. Rozpěrné rámy byly navrženy samostatně. Tento program řeší podzemní stěnu metodou závislých tlaků podle teorie mechaniky zemin a obecné deformační metody. V průběhu výpočtu se v iteračních krocích počítá s tlaky působícími na podzemní stěnu odvozenými v závislosti na její deformaci (metoda závislých tlaků).

Tlaky na štětovnice Larsen jsou podle výpočtu provedeného programem POST blízké aktivnímu tlaku e_{ak} a jejich hodnoty se blíží hodnotám uvedeným v tab. 2 ve sloupci e_{red} . Pro každý zatěžovací stav jsou tlaky na štětovnice odlišné, mění se podle historie výstavby (zatěžování). Jejich hodnoty jsou uvedeny na grafických výstupech. Rozpěrné rámy budou navrženy pro nejnepríznivější zatížení.

```

*****
Program POST  jmeno ulohy : COV12   nedele 11. 4.2021 10:36:06
UCOV Praha Larsen VL604A
*****
Vrchol zdi = 0. m      Pata zdi = -13.17 m      Pata zdi je vetknuta
1. cast zdi je od koty 0.m do koty -13.17 m   Min. pocet dilku zdi = 50
E zdi = 210000000. kPa      I zdi = 0.0003341131 m4
A zdi = 0.01592222 m2      Sirka pasu zdi = 1. m
*****
G E O L O G I E
-----
koty[m]  gama[kN/m3]  fi[st]  c[kPa]  k[kN/m3]  delta[st]
-----
0.00 - -1.33  19.00    14.00  30.00    10000.00  0.00
-1.33 - -3.17  19.50    24.00  10.00    30000.00  0.00
-3.17 - -6.15  20.00    30.00   3.00    50000.00  0.00
-6.15 --13.07  23.50    25.00  35.00    300000.00 0.00
*****
Redukcni koeficient pro aktivni tlak ze strany terenu Kma = 1.000
-----
Redukcni koeficient pro pasivni tlak ze strany jamy Kr = 1.000
*****
Podzemni voda od koty -2. m do koty -8.8 m
*****
K O T V Y
-----
kota [m]  sklon [st]  delka [m]  E [kPa]  A [m2]  sila [kN]
-----
-2.50  0.00  2.40  210000000.0  0.0038786  0.00
-5.00  0.00  2.40  210000000.0  0.0038786  0.00
-7.30  0.00  2.40  210000000.0  0.0038786  0.00
-9.30  0.00  2.40  210000000.0  0.0038786  0.00

```

```

-11.19  0.00  2.40  210000000.0  0.0038786  0.00
*****
kota [m]  pritizeni [kN/m2]
-----
0.00  12.600
*****
P O P I S   Z A T E Z O V A C I C H   S T A V U
-----
Zatezovaci stav c. 1
kota dna jamy = -3.00 m      pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m2
kota vody ze strany jamy = -3.00 m
-----
Zatezovaci stav c. 2
kota dna jamy = -3.00 m      pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m2
kota vody ze strany jamy = -3.00 m      pridana kotva c. 1
-----
Zatezovaci stav c. 3
kota dna jamy = -5.50 m      pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m2
kota vody ze strany jamy = -5.50 m
-----
Zatezovaci stav c. 4
kota dna jamy = -5.50 m      pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m2
kota vody ze strany jamy = -5.50 m      pridana kotva c. 2
-----
Zatezovaci stav c. 5
kota dna jamy = -7.80 m      pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m2
kota vody ze strany jamy = -7.80 m
-----
Zatezovaci stav c. 6
kota dna jamy = -7.80 m      pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m2
kota vody ze strany jamy = -7.80 m      pridana kotva c. 3

```

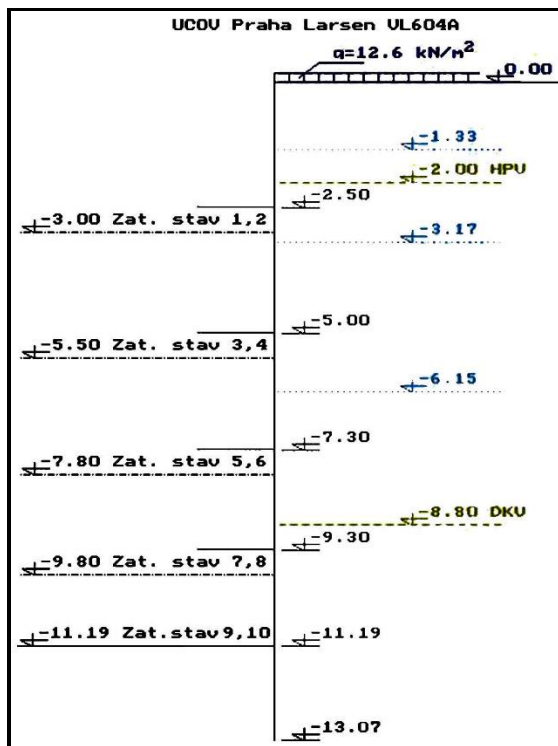
Zatezovací stav c. 7
kóta dna jámy = -9.80 m pritížení dna jámy = 0.00 kN/m²
kóta vody ze strany jámy = -9.80 m

Zatezovací stav c. 8
kóta dna jámy = -9.80 m pritížení dna jámy = 0.00 kN/m²
kóta vody ze strany jámy = -9.80 m přidána kotva c. 4

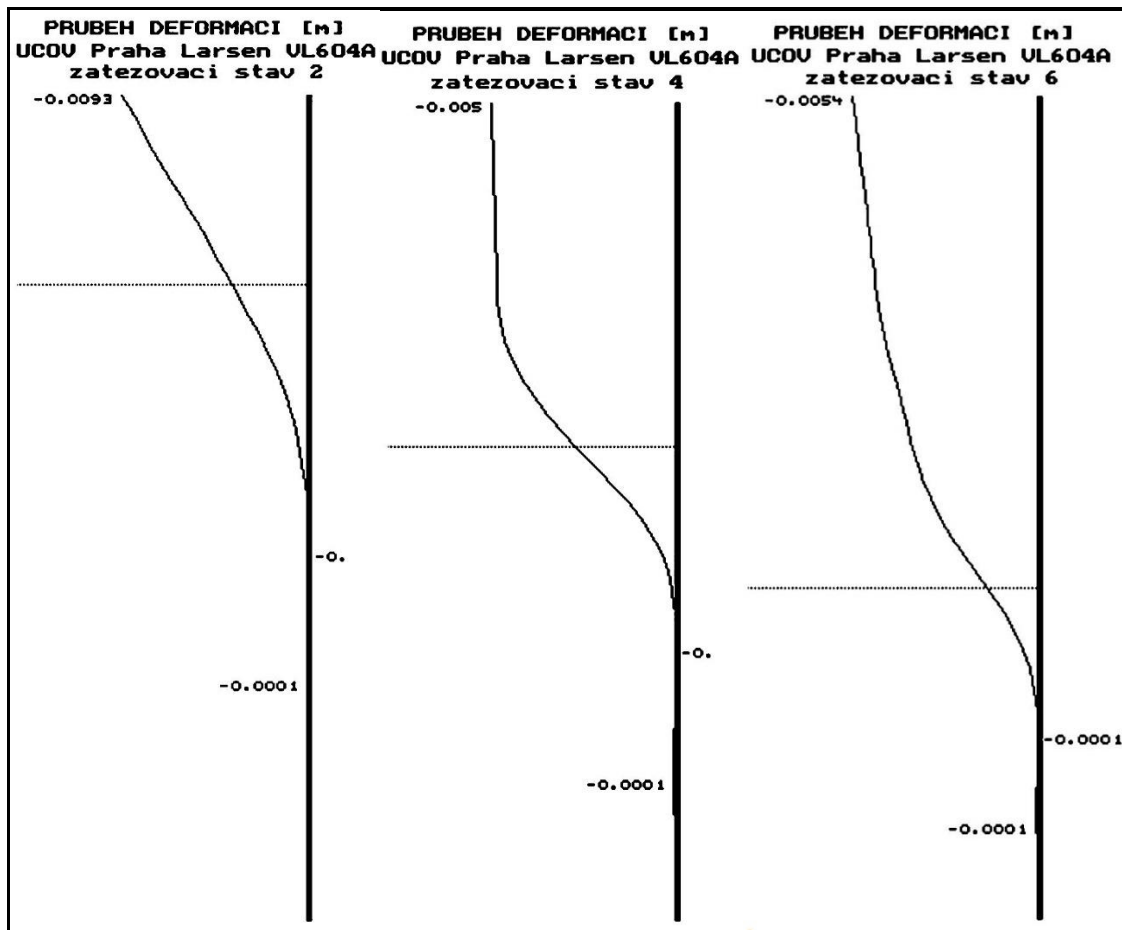
Zatezovací stav c. 9
kóta dna jámy = -11.19 m pritížení dna jámy = 0.00 kN/m²
kóta vody ze strany jámy = -11.19 m

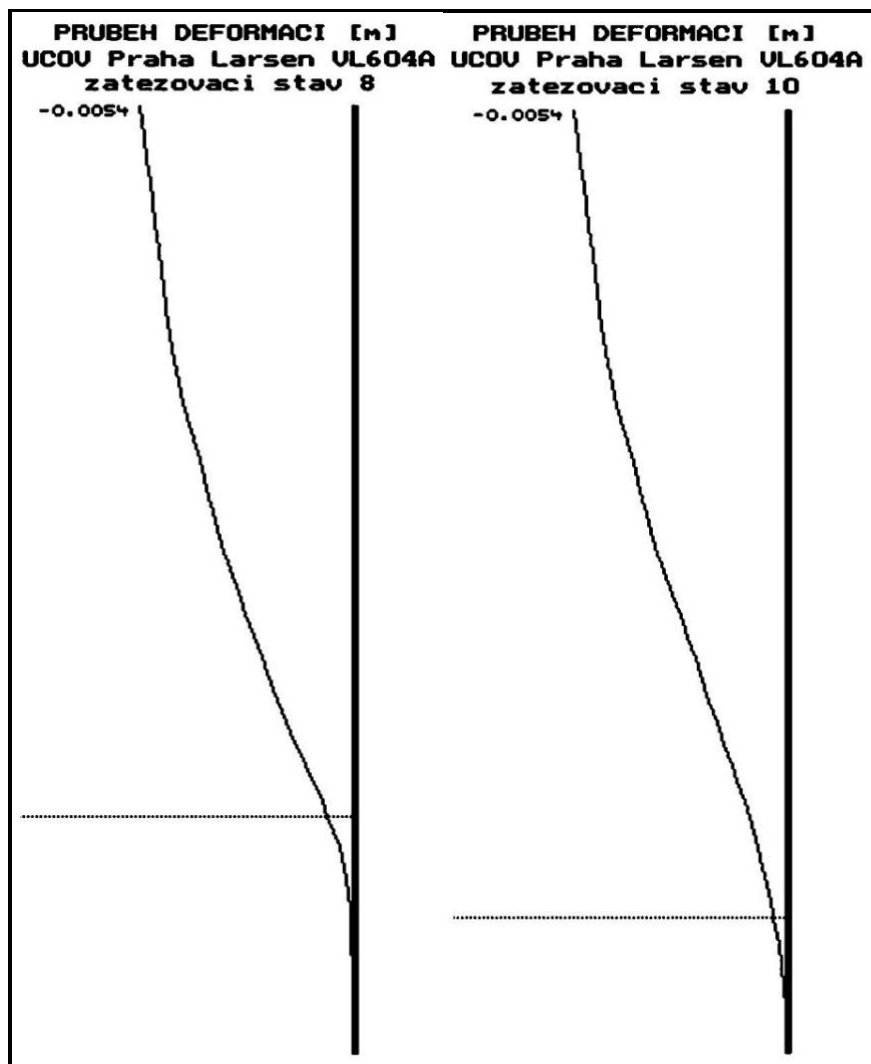
Zatezovací stav c. 10
kóta dna jámy = -11.19 m pritížení dna jámy = 0.00 kN/m²
kóta vody ze strany jámy = -11.19 m přidána kotva c. 5

A.9.3 Grafické výstupy z programu POST - jáma Š1 2,40 × 2,82m

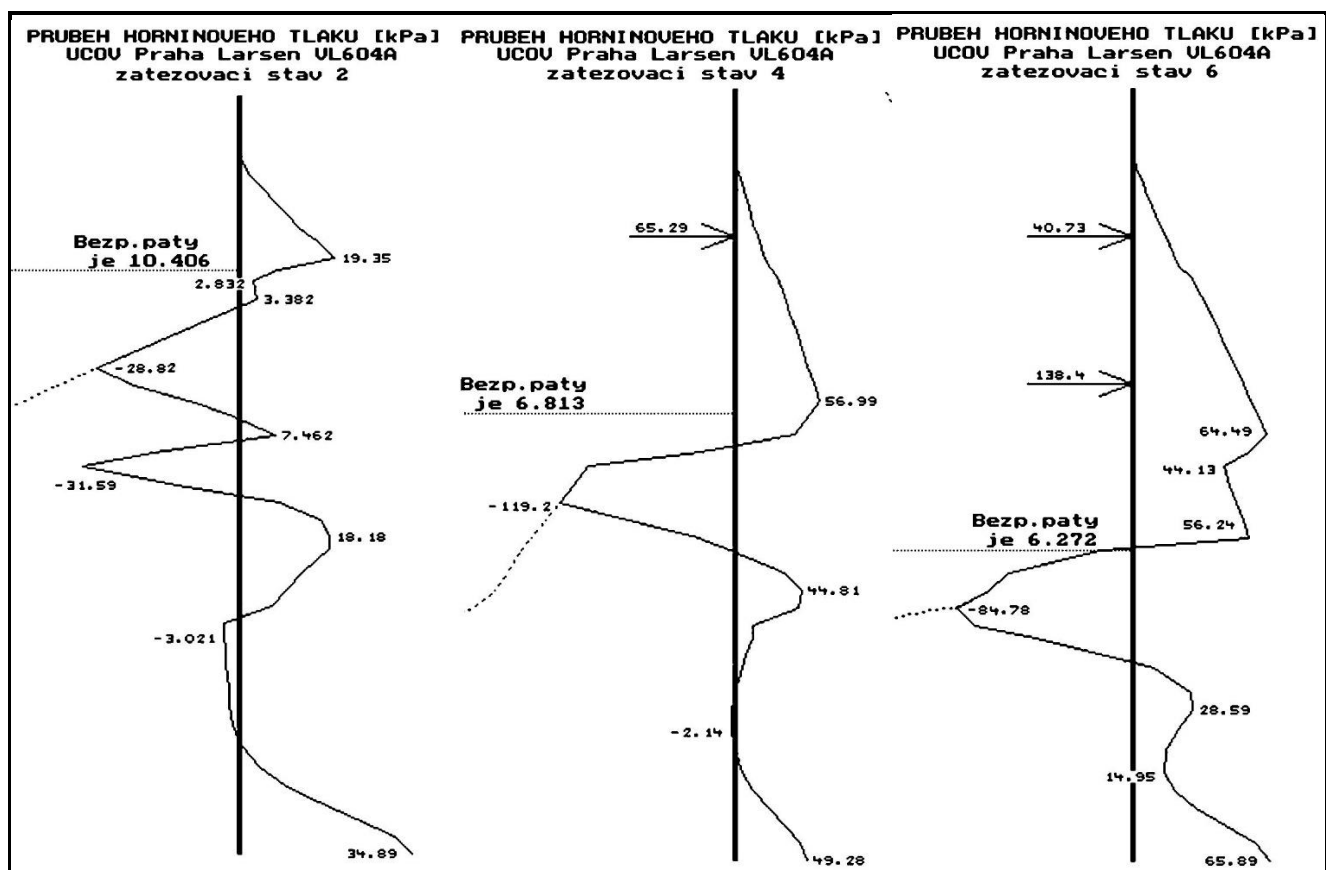


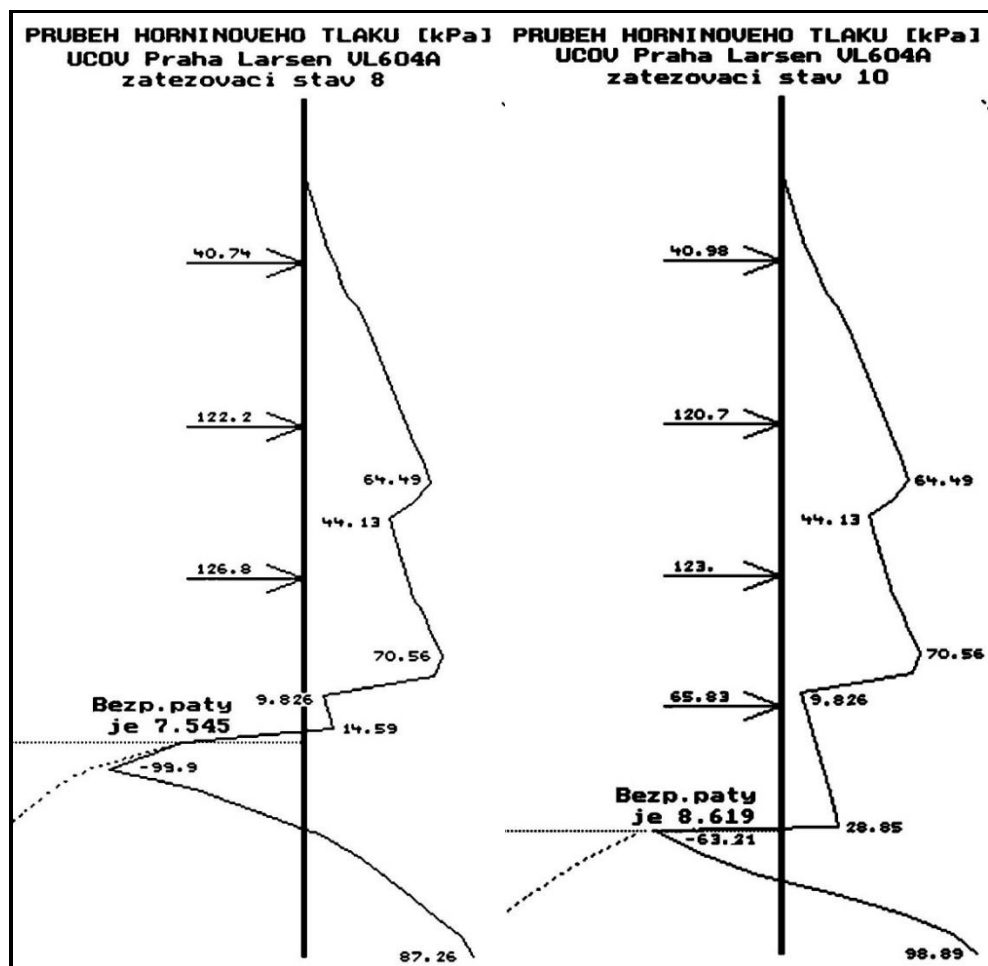
Obr. 3 Tvar konstrukce zajištění jámy 2,40 m × 2,82m



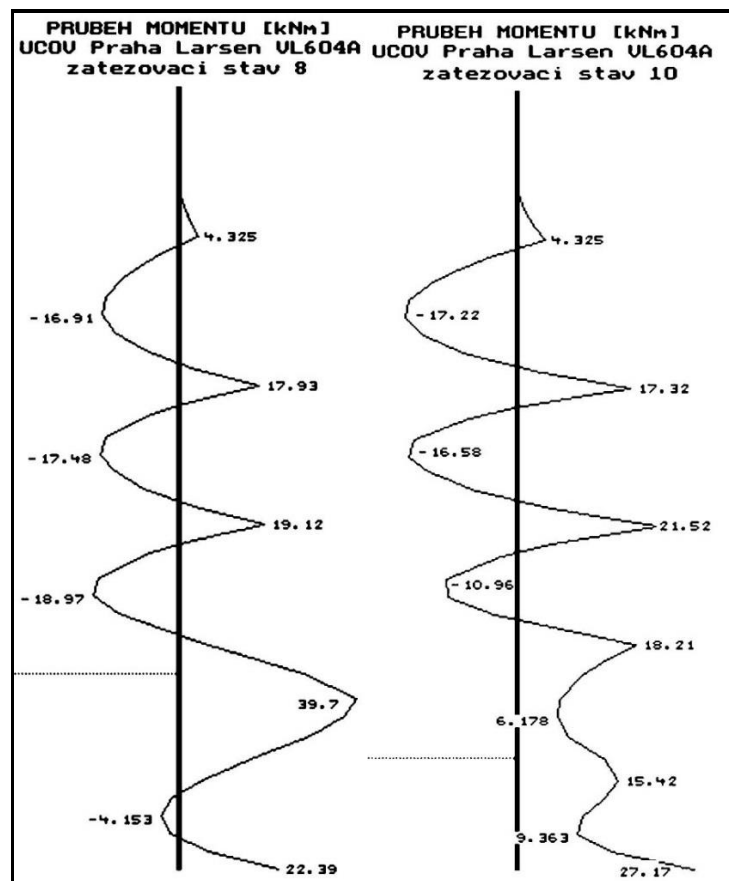
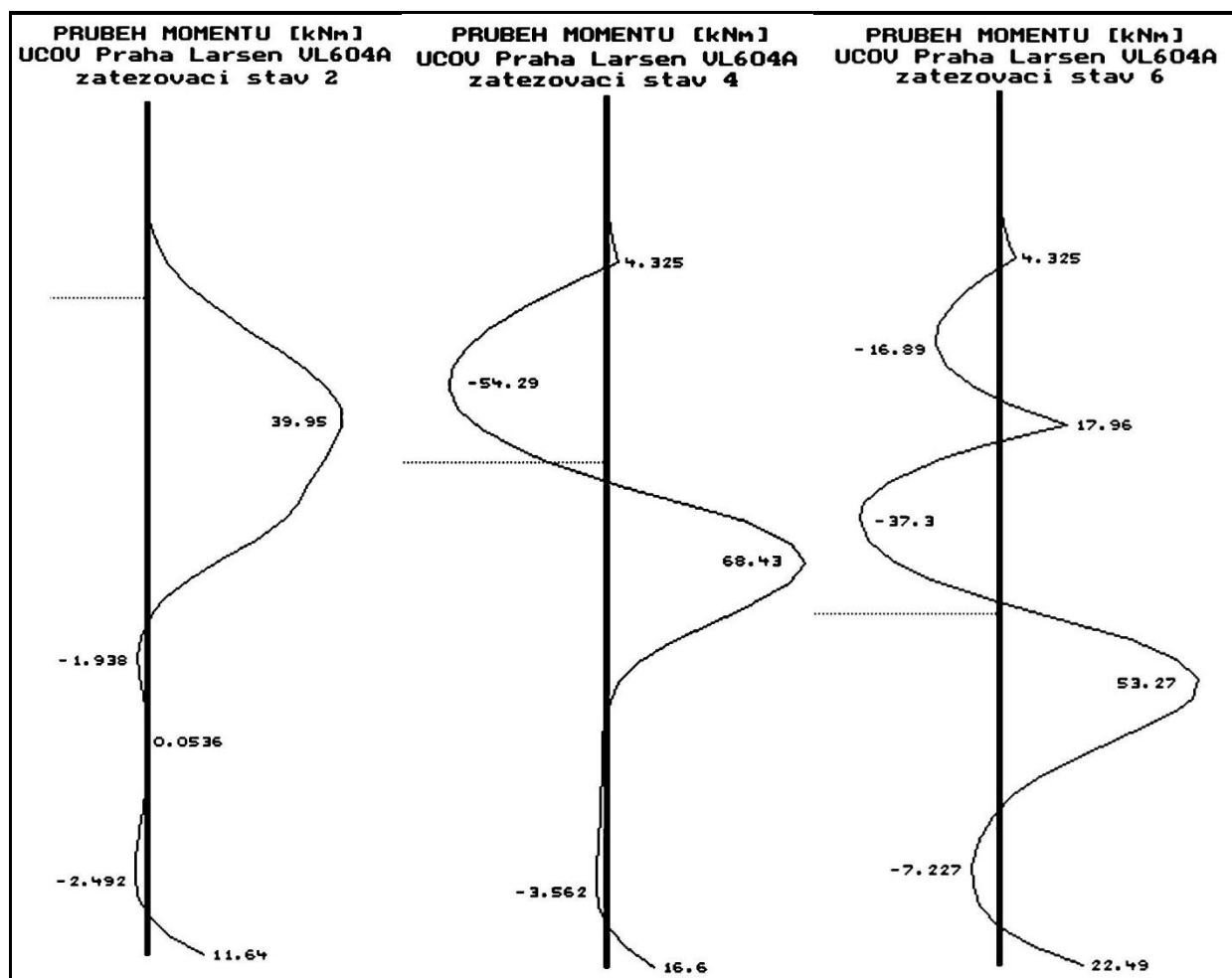


Obr. 4 Průběh deformací jámy 2,40 m × 2,82m pro zatěžovací stavy 2, 4, 6, 8 10

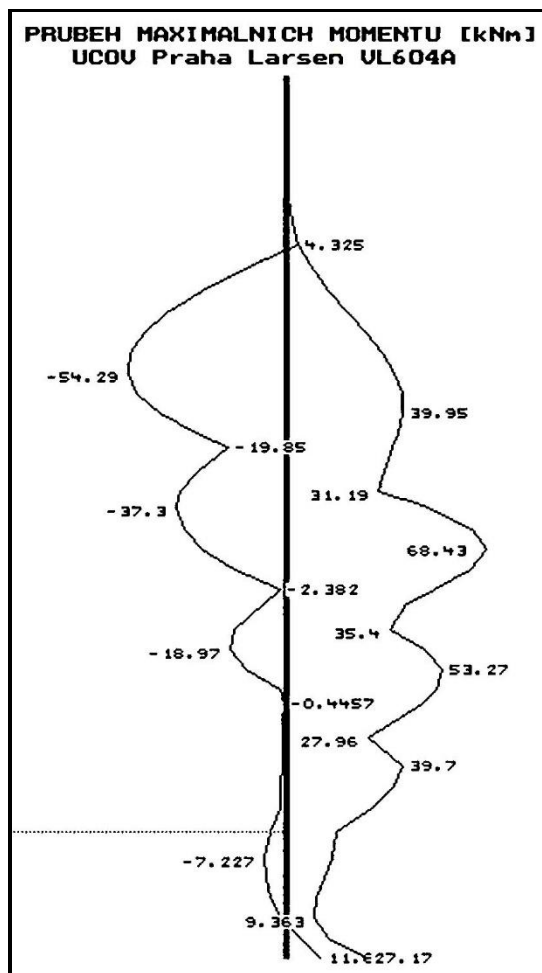




Obr. 5 Hodnoty horninových tlaků a reakcí jámy 2,40 m × 2,82m v rozpěrách pro zatěžovací stavy 4, 6, 8



Obr. 6 Hodnoty momentů jámy 2,40 m × 2,82m pro zatěžovací stavy 2, 4, 6, 8



Obr. 7 Hodnoty maximálních momentů jámy 2,40 m × 2,82m pro zatěžovací stavy 2, 4, 6, 8

Vnitřní síly v konstrukci Š1	Síla v rozpěře [kN/m']					Maximální síla v rozpěře pro dimenzování [kN/m']	Moment ve stěně [kNm/m']					Maximální moment ve stěně pro dimenzování [kNm/m']
	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10	
Zatěžovací stav												
Síla v rozpěře 1. -2,5 m [kN]		65,29	40,73	40,74	40,98	65,29	39,95	68,43	53,27	39,70	21,52	68,43
Síla v rozpěře 2. -5,0 m [kN]			138,40	122,20	120,70	138,40						
Síla v rozpěře 3. -7,3 m [kN]				126,80	123,00	126,80						
Síla v rozpěře 3. -9,3 m [kN]					65,83	65,83						

Tab. 3 Tlaky na rozpěry a maximální momenty ve štětovnici vypočtené metodou závislých tlaků (POST 93)

A.9.4 Posouzení štětovnic jámy 2,40 m × 2,82m

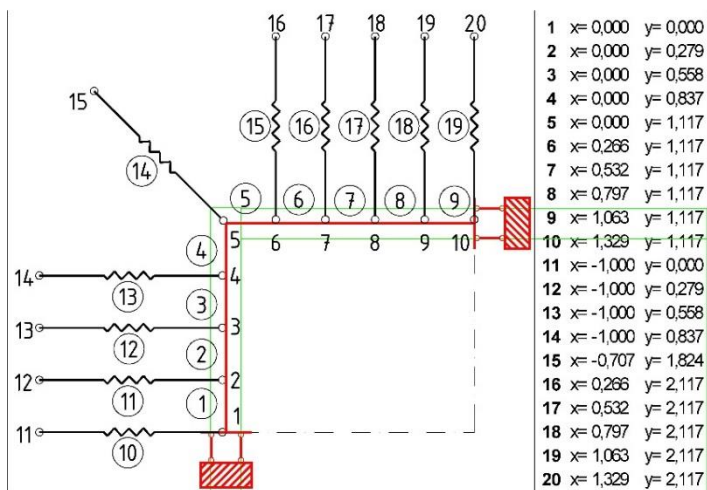
Posouzení štětovnic Larssen VL 604 Ocel S 355 $f_y = 355,00$ MPa $W_{pl,y-1m} = 0,00177$ m³
 Maximální vnitřní síly: $M_{max} = 68,43$ kNm $GP = 1,0083$
 Návrhová únosnost ohybu $M_{c,Rd}$ $M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 628,35$ kNm
 Posouzení štětovnic $M_{max} / M_{c,Rd}$ 0,109 < 1 Návrh vyhovuje.

A.9.5 Posouzení rozpěrných rámu jámy 2,40 m × 2,82m

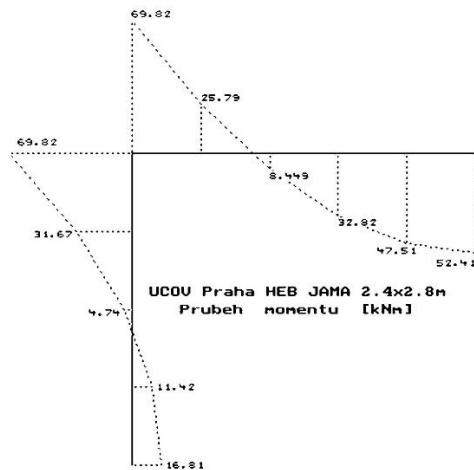
Vnitřní světlý rozměr jámy (vzdálenost mezi vnitřním lícem štětovnic Larssen VL 604) je 2,40 × 2,82m. Jáma je zapažena čtyřmi (4) rámy z válcovaných profilů. Rámy jsou přivařeny ke štětovnicím, v rozích rámu se předpokládá tuhý rámový roh. Výpočet únosnosti rámu byl proveden programem PROS 3. Výsledky výpočtu byly vyhodnoceny programem INDIS-1.0, kterým byla zjištěna mezní únosnost rámu.

Pokud u rámu vznikne z důvodů nepřesností provádění štětové stěny mezera mezi HEB profily (rámem) a štětovou stěnou, je nutné tyto mezery vyklínovat.

Pro vyhodnocení interakčním diagramem programem INDI použijeme tyto maximální statické hodnoty únosnosti průřezu HEB 180 -Maximální moment $M_{max} = 1001,0$ kNm, Maximální normálová síla $N_{max} = 1534,55$ kN. Potom pro hodnoty vnitřních sil (momentů a normálových sil) vypočteme únosnost rámu q uvedenou v tabulce.



Obr. 8. Statické schéma jámy Š1 2,4 × 2,8m (neznámých 26, počet prvků matice 198 – HE24_28.dat)



Obr. 9. Momenty pro jámu Š1 2,4 × 2,8m od zatížení $q=138,4\text{kNm}^3$ ($k_{\text{vyp}}=5000\text{kNm}^{-3}$)

Vnitřní síly v prutech									
čís, prutu	čís, spřč	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	čís, prutu	čís, spřč	M [kNm]	N [kN]	T [kN]
1. prut	1	-16,68	183,93	-19,31	6. prut	6	25,71	154,85	128,71
	2	11,30	-183,93	19,31		7	8,53	-154,85	-128,71
2. prut	2	-11,30	183,93	-57,92	7. prut	7	-8,53	154,85	91,97
	3	-4,86	-183,93	57,92		8	32,90	-154,85	-91,97
3. prut	3	4,86	183,93	-96,56	8. prut	8	-32,90	154,85	55,22
	4	-31,80	-183,93	96,56		9	47,59	-154,85	-55,22
4. prut	4	31,80	183,93	-135,48	9. prut	9	-47,59	154,85	18,41
	5	-69,74	-183,93	135,48		10	52,49	-154,85	-18,41
5. prut	5	69,74	154,85	165,53					
	6	-25,71	-154,85	-165,53					

Tab. 4 Výsledky výpočtu rámu pro jámu Š1 2,4 × 2,8m ($k_{\text{vyp}}=5000\text{kNm}^{-3}$)

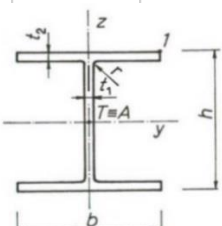
Koefficient pružného odporu	Místo posouzení	PRO ZATÍŽENÍ $q=138,4\text{ kN/m'}$		ÚVNOSNOST $q\text{ [kNm}^{-2}\text{]}$	Koefficient pružného odporu	Místo posouzení	PRO ZATÍŽENÍ $q=138,4\text{ kN/m'}$		ÚVNOSNOST $q\text{ [kNm}^{-2}\text{]}$
		$M[\text{kNm}]$					$M[\text{kNm}]$		
		$N[\text{kN}]$					$N[\text{kN}]$		
$5\text{ [MNm}^{-3}\text{]}$	1	16,68		732,49	$50\text{ [MNm}^{-3}\text{]}$	1	16,81		731,79
		183,93					183,93		
	5	69,74		586,26		5	69,81		584,33
		154,85					155,61		
	10	47,59		673,64		10	52,41		650,38
		154,85					155,61		

Tab. 5. Vnitřní síly a únosnost rámu pro jámu Š1 2,4 × 2,8m od zatížení zeminou – HEB 180

Hornina v okolí jámy odpovídá koeficientu pružného odporu $k=50\text{MNm}^{-3}$. Nejnepriznivější kombinace maximálního momentu a maximální normálové síly v rámu je pro koeficient pružného odporu 50MNm^{-3} podle výstupů z výpočtu deformační metodou programem PROS 3 v prutu 5 ve styčnicku č. 5. Únosnost rámu pro jámu Š1 2,4 × 2,8m z HEB180 je $q=584,33\text{kNm}^2$. Rám vyhoví v jednoduchém posouzení protože platí

$$138,4 < 584,33\text{kNm}^2 \text{ návrh vyhoví.}$$

Rám pro jámu Š1 2,4 × 2,8m z HEB180 posoudíme podle ČSN EN 1993-1-1:2006 článek 6.2.9.

KOMBINACE OHYBU A NORMÁLOVÉ SÍLY PODLE ČSN EN 1993-1-1 tř. 3					
ČSN EN 1993-1-1:2006 Článek 6.2.9 Ohyb a osová síla - 6.2.9.2 Průřez třídy 3-Pro průřezy I nebo H					
Když nepůsobí smyková síla, pak největší podélné normálové napětí průřezu třetí třídy musí vyhovovat podmínce					
			$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$		
Kombinace ohybu a normálové síly					
kde	$\sigma_{x,Ed}$	Návrhová metoda místního podélného napětí od momentu a osově síly, určené podle potřeby s uvažováním děr pro šrouby.			
Konstrukce musí vyhovět následující podmínce:					
$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$					Rozměry a osy průřezu
Kde	N_{Ed}	Návrhová hodnota osově síly		γ_{M0}	Dílčí součinitel odporu s ohledem na třídu
	$M_{y,Ed}$	Návrhový ohybový moment k ose y		f_y	Mez kluzu
	$M_{z,Ed}$	Návrhový ohybový moment k ose z		A_{eff}	Účinná plocha rovnoměrně tlačného průřezu
	W_{eff}	Účinný modul průřezu(odpovídající vláknu s největším napětím), který je namáhán pouze momentem okolo příslušné osy			
Průřez tyče	HE 180 B				
A_{eff}	6530,0 mm ²	plocha příčného řezu		$*f_y$	235,0 N/mm ²
b	180,0 mm	šířka příruby		$*\gamma_{M0}$	1,0
h	180,0 mm	výška nosníku		$*e_{Ny}$	0,0 mm
h_w	0,0 mm	výška stojiny bez zaoblení		$*e_{Nz}$	0,0 mm
r	15,0 mm	radius u stojiny		$*M_{y,ed}$	69,8 kNm
t_f	14,0 mm	tloušťka příruby		$*M_{z,ed}$	0,0 kNm
t_w	8,5 mm	tloušťka stojiny		$*N_{Ed}$	155,6 kN
$W_{eff,y}$	426000,0 mm ³	Účinný modul průřezu k ose y-y		$N_{pl,Rd}$	1534,6 kN
$W_{eff,z}$	151000,0 mm ³	Účinný modul průřezu k ose z-z		$M_{pl,Rd}$	100,1 kNm
Podmínka (6.44) článku 6.2.9.3 normy ČSN EN 1993-1-1					
$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$					
					0,799 < 1
Průřez HE 180 B Vyhoví na kombinaci momentu a osově síly podle ČSN EN 1993-1-1:2006, článek 6.2.9					

A.9.6 Vyhodnocení únosnosti rozpěr

V úrovni –2,5m je správně použit rám s výztuhami z HEB 180, zatížení od zeminy je 65,29kN/m' a minimální únosnost rámu vypočtená podle ČSN EN 1993-1-1 tř. 3 je 581,43kN/m'. **Návrh vyhoví**

V úrovni –5,0m je správně použit rám s výztuhami z HEB 180, zatížení od zeminy je 138,4kN/m' a minimální únosnost rámu vypočtená podle ČSN EN 1993-1-1 tř. 3 je 581,43kN/m'. **Návrh vyhoví**

V úrovni –7,3m je správně použit rám s výztuhami z HEB 180, zatížení od zeminy je 126,8kN/m' a minimální únosnost rámu vypočtená podle ČSN EN 1993-1-1 tř. 3 je 581,43kN/m'. **Návrh vyhoví**

V úrovni –9,3m je správně použit rám s výztuhami z HEB 180, zatížení od zeminy je 65,83,0kN/m' a minimální únosnost rámu vypočtená podle ČSN EN 1993-1-1 tř. 3 je 581,43kN/m'. **Návrh vyhoví**

A.10 Jáma Š2 8,40 × 2,82m

A.10.1 Výpočet zatížení jámy Š2 - 8,40m × 2,82m

Popis vrstvy	horní úroveň	dolní úroveň	Mocnost (m)	Obj. hmot. γ[kN/m³]	Součinitel zatížení	γ _{obj. hmot.} γ[kN]	σ _{vert.} kN/m²	Poissonovo číslo ν	úhel vnitřního tření	c _{ef} (kPa)	K _r =1-sin φ _{ef} (l)	K _r =v/l-v(l)	K _α =tg²(45-φ/2) (.	Tlak v klidu (φ) ε (kN/m²)	Tlak v klidu (v) e (kN/m²)	Tlak aktivní (φ) e (kN/m²)	Tlak aktivní e _{0,2} (kN/m²)	ČSN 730037 e _{red} kN/m²
Nahodilé zatížení ČSN 73 6203 tř. A					1,4	9,0	12,6											
Navážky, tuhá konzistence	0,00	0,80	0,80	19,0	1,1	20,9	29,3	0,37	14,0	30	0,76	0,59	0,61	22,2	17,2	-29,0	5,9	10,0
Hliny písčité (písky hlinité (holocén) tuhé) ulehle,	0,80	4,00	3,20	19,5	1,1	21,5	98,0	0,35	24,0	10	0,59	0,54	0,42	58,1	52,7	28,3	19,6	29,2
Štěrkopisky (pleistocén) ulehle, zvodnělé	4,00	7,00	3,00	20,0	1,1	22,0	164,0	0,30	30,0	3	0,50	0,43	0,33	82,0	70,3	51,2	32,8	45,1
Prachovité a jílovité břidlice šárečné souvrství (R4)	7,00	7,75	0,75	23,5	1,1	25,9	183,3	0,32	25,0	35	0,58	0,47	0,41	105,9	86,3	29,8	36,7	54,0

Tabulka 6. Svislá a vodorovná zatížení u jámy Š2 je 8,40m × 2,82m

A.10.2 Výpočet vnitřních sil v konstrukci pažení – Larsen VL 604 jáma Š2

Zemní tlak na pažici konstrukce je zvýšen o přitížení v oblasti koruny. Jedná se o nahodilé přitížení od stavební mechanizace. Hodnota zatížení použitá ve výpočtech byla 10kN/m².

Statický výpočet zapažení jámy štětovnicemi Larssen VL 604 byl proveden programem POST 93 vždy pro 6 zatěžovacích stavů. V rámci výpočtu programem POST 93 bylo provedeno posouzení únosnosti štětovnic a stavěno zatížení do rozpěrných rámců. Rozpěrné rámy byly navrženy samostatně. Tento program řeší podzemní stěnu metodou závislých tlaků podle teorie mechaniky zemin a obecné deformační metody. V průběhu výpočtu se v iteračních krocích počítá s tlaky působícími na podzemní stěnu odvozenými v závislosti na její deformaci (metoda závislých tlaků).

Tlaky na štětovnice Larsen jsou podle výpočtu provedeného programem POST blízké aktivnímu tlaku e_{ak} a jejich hodnoty se blíží hodnotám uvedeným v tab. 2 ve sloupci e_{red} . Pro každý zatěžovací stav jsou tlaky na štětovnice odlišné, mění se podle historie výstavby (zatěžování). Jejich hodnoty jsou uvedeny na grafických výstupech. Rozpěrné rámy budou navrženy pro nejnepríznivější zatížení.

```

*****
Program POST93 jmeno ulohy: COV02 11.11.2020 9:24:13
*****
UCOV Praha Larsen VL604A
*****
Vrchol zdi = 0 m   Pata zdi=-11.13 m   Pata zdi je vetknuta
1. cast zdi je od koty 0.m do koty -11.13 m
E zdi = 210000000. kPa   I zdi = 0.0003341131 m⁴
A zdi = 0.01592222 m²   Sirka pasu zdi=1 m
*****
G E O L O G I E
-----
koty[m]  gama[kN/m³]  fi[st]  c[kPa]  k[kN/m³]  delta[st]
-----
0.00 - -1.33  19.00  14.00  30.00  10000.00  0.00
-1.33 -3.17  19.50  24.00  10.00  30000.00  0.00
-3.17 -6.15  20.00  30.00  3.00  50000.00  0.00
-6.15 -11.13 23.50  25.00  35.00  300000.00 0.00
*****
Redukcni koef. pro aktivni tlak ze strany terenu Kma=1.0
-----
Redukcni koef. pro pasivni tlak ze strany jamy Kr = 1.000
*****
Podzemni voda od koty -2. m do koty -8.8 mm
*****
KOTVY - ROZPĚRY
-----
kota [m]  sklon [st]  delka [m]  E [kPa]  A [m²]  sila [kN]
-----
-2.20  0.00  2.40  210000000.0  0.0038786  0.00
-4.40  0.00  2.40  210000000.0  0.0038786  0.00
-6.60  0.00  2.40  210000000.0  0.0038786  0.00
-8.75  0.00  2.40  210000000.0  0.0038786  0.00
*****
kota [m]  pritizeni [kN/m²]
-----
0.00      10.000

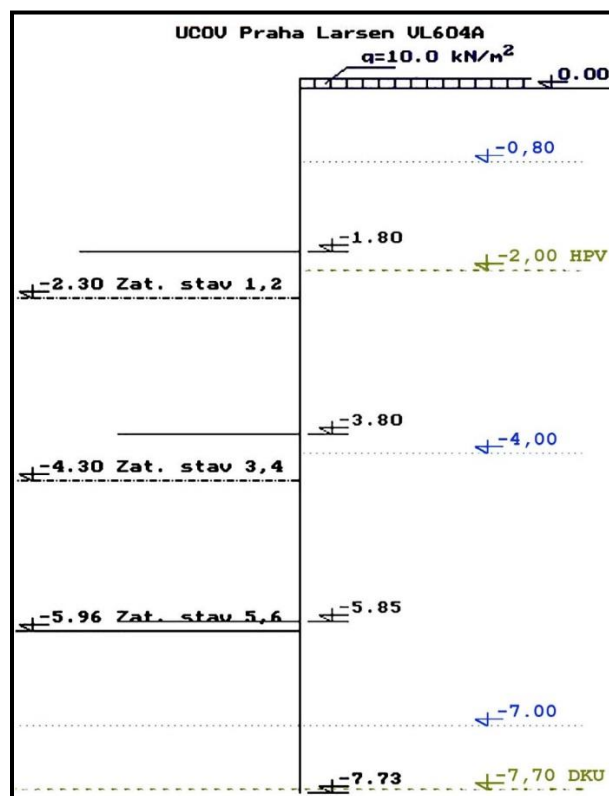
```

```

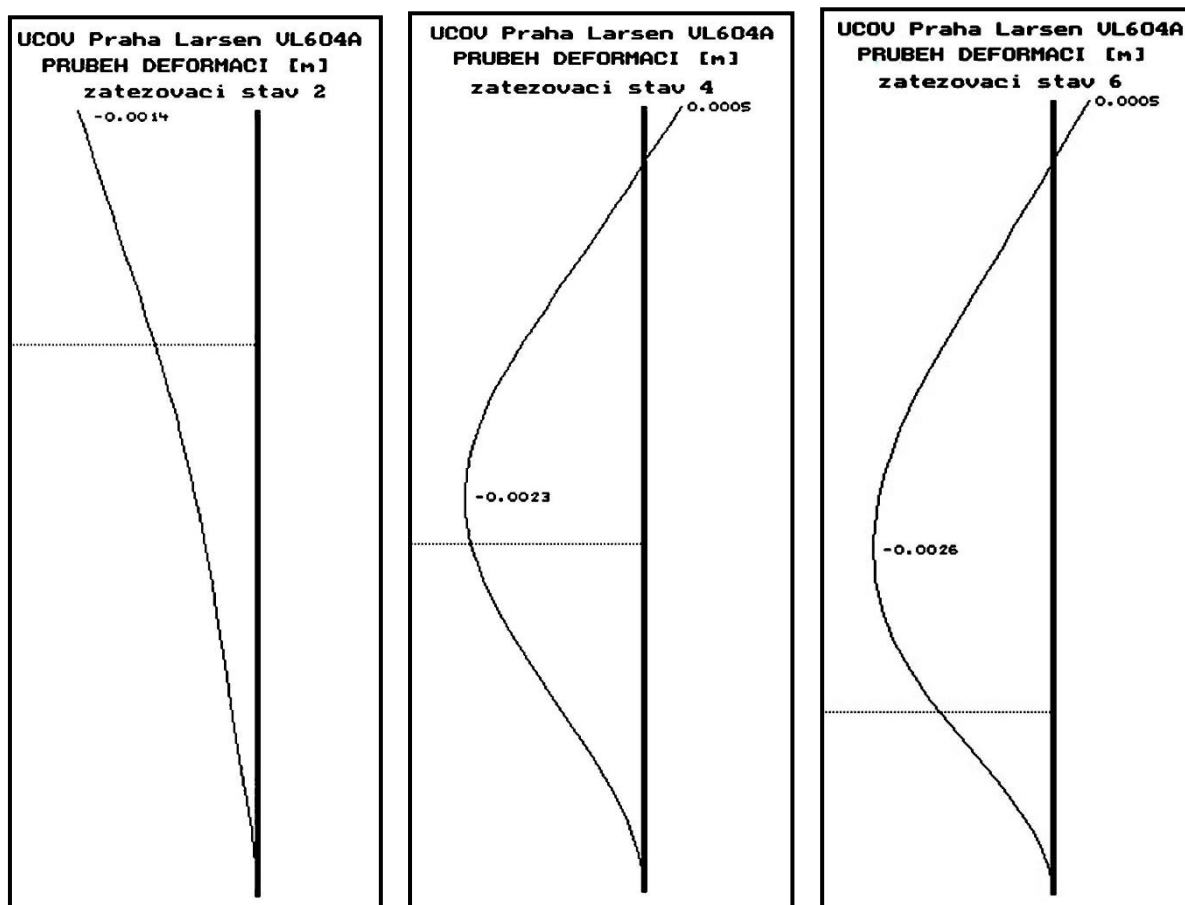
*****
Min. pocet dilku zdi = 50
*****
POPIS ZATEZOVACICH STAVU
-----
Zatezovaci stav c. 1
kota dna jamy = -2.70 m   pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m²
kota vody ze strany jamy = -2.70 m
-----
Zatezovaci stav c. 2
kota dna jamy = -2.70 m   pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m²
kota vody ze strany jamy = -2.70 m   pridana kotva c. 1
-----
Zatezovaci stav c. 3
ota dna jamy = -4.90 m   pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m²
kota vody ze strany jamy = -4.90 m
-----
Zatezovaci stav c. 4
kota dna jamy = -4.90 m   pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m²
kota vody ze strany jamy = -4.90 m   pridana kotva c. 2
-----
Zatezovaci stav c. 5
kota dna jamy = -7.10 m   pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m²
kota vody ze strany jamy = -7.10 m
-----
Zatezovaci stav c. 6
kota dna jamy = -7.10 m   pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m²
kota vody ze strany jamy = -7.10 m   pridana kotva c. 3
-----
Zatezovaci stav c. 7
ota dna jamy = -8.85 m   pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m²
kota vody ze strany jamy = -8.85 m
-----
Zatezovaci stav c. 8
kota dna jamy = -8.85 m   pritizeni dna jamy = 0.00 kN/m²
kota vody ze strany jamy = -8.85 m   pridana kotva c. 4
*****

```

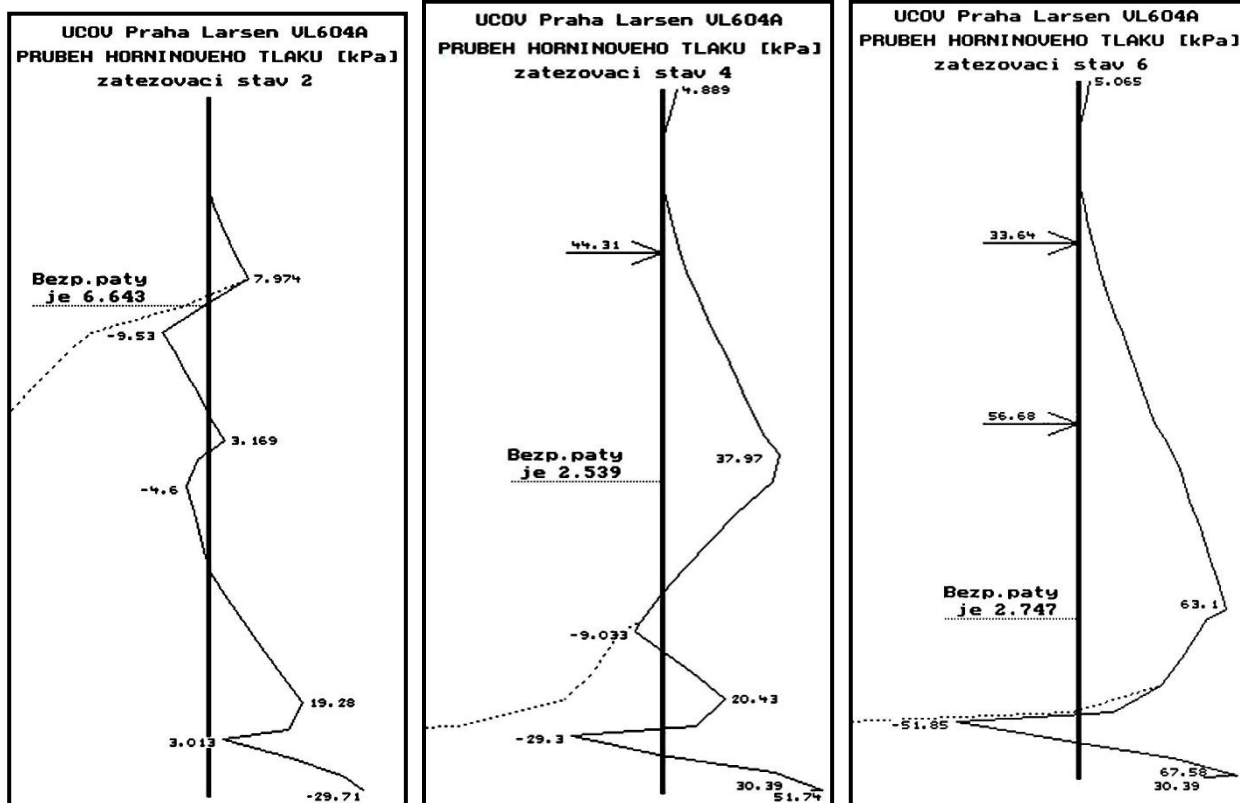
A.10.3 Grafické výstupy z programu POST – jáma Š2 - 8,40m × 2,82m



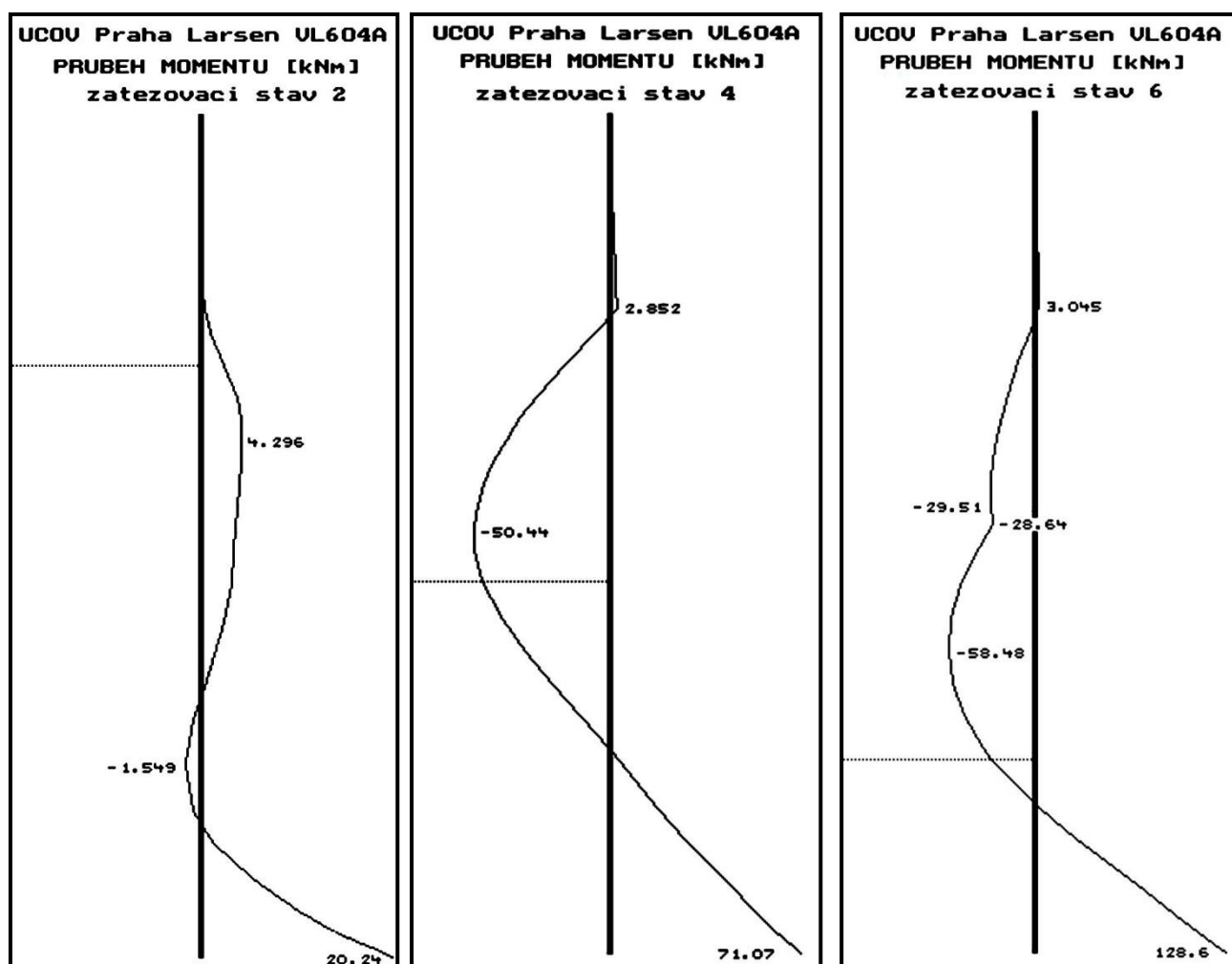
Obr. 10 Tvar konstrukce zajištění jámy Š2 8,40m × 2,82m



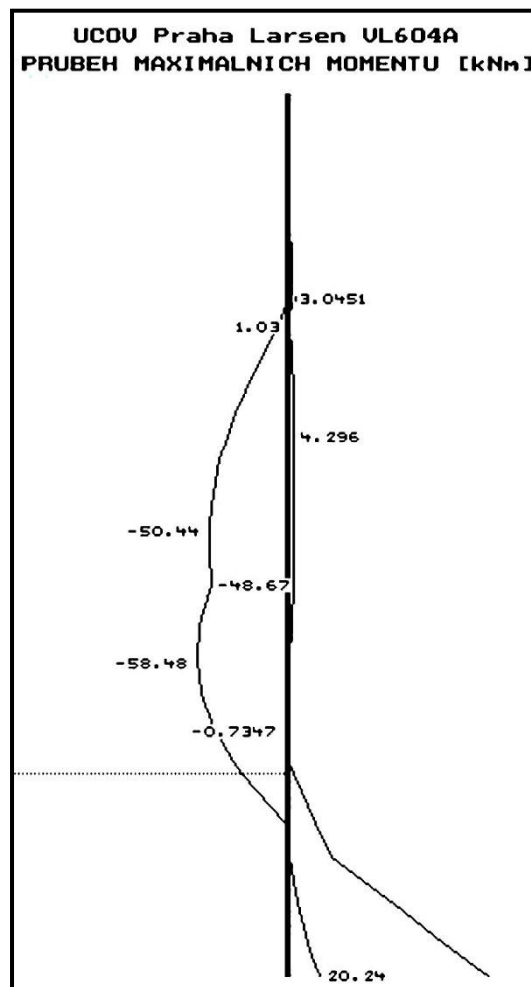
Obr. 11 Průběh deformací jámy 8,40m × 2,82m pro zatežovací stavy 2, 4, 6



Obr. 12 Hodnoty horninových tlaků a reakcí jámy 8,40m × 2,82m v rozpěrách pro zatěžovací stavy 2, 4, 6



Obr. 13 Hodnoty momentů jámy 8,40m × 2,82m pro zatěžovací stavy 2, 4, 6



Obr. 14 Hodnoty maximálních momentů jámy 8,40m × 2,82m pro zatěžovací stavy 2, 4, 6

Vnitřní síly v konstrukci Š2	Síla v rozpěře [kN/m']		Maximální síla v rozpěře pro dimenzování [kN/m']	Moment ve stěně [kNm/m']			Maximální moment ve stěně pro dimenzování [kNm/m']
Zatěžovací stav	4	6		2	4	6	
Síla v rozpěře 1. -1,8 m [kN]	44,31	33,64	44,31	4,26	50,44	58,48	58,48
Síla v rozpěře 2. -3,8 m [kN]		56,68	56,68				

Tab. 7 Tlaky na rozpěry a maximální momenty ve štětovnici vypočtené metodou závislých tlaků (POST 93)

A.10.4 Posouzení štětovnic jámy 8,40 × 2, 198m

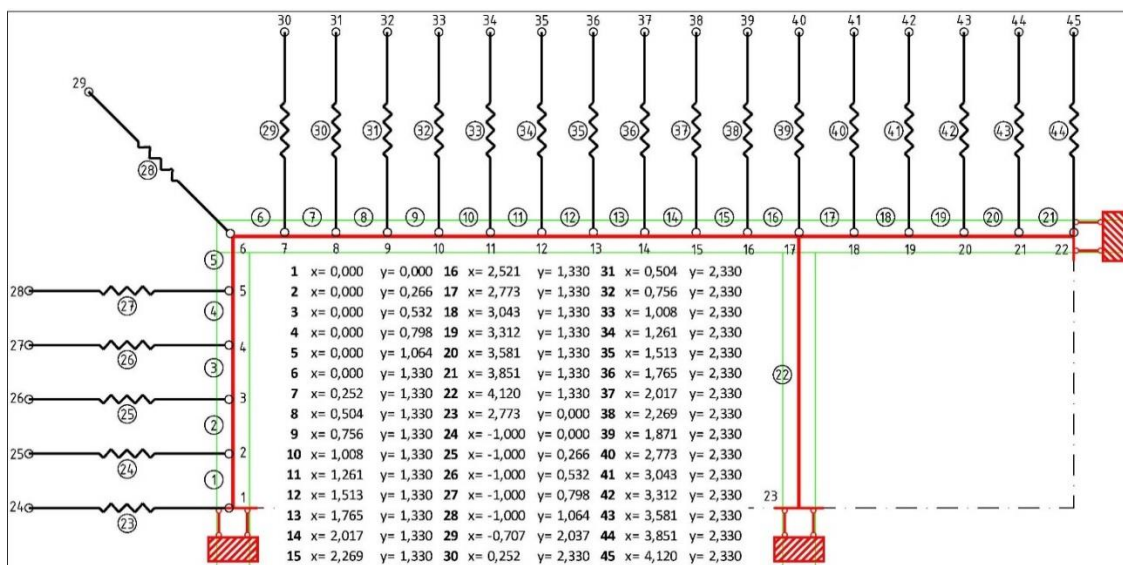
Posouzení štětovnic Larssen VL 604	Ocel S 355	$f_y = 355,00$	MPa	$W_{pl,y-1m} = 0,00177$	m^3
Maximální vnitřní síly:	$M_{max} = 58,48$	kNm	GP = 1,0083		
Návrhová únosnost ohybu $M_{c,Rd}$	$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 628,35$	kNm			
Posouzení štětovnic $M_{max} / M_{c,Rd}$	0,093	< 1			Návrh vyhovuje.

A.10.5 Posouzení rozpěrných rámuů jámy 8,40 × 2,82m

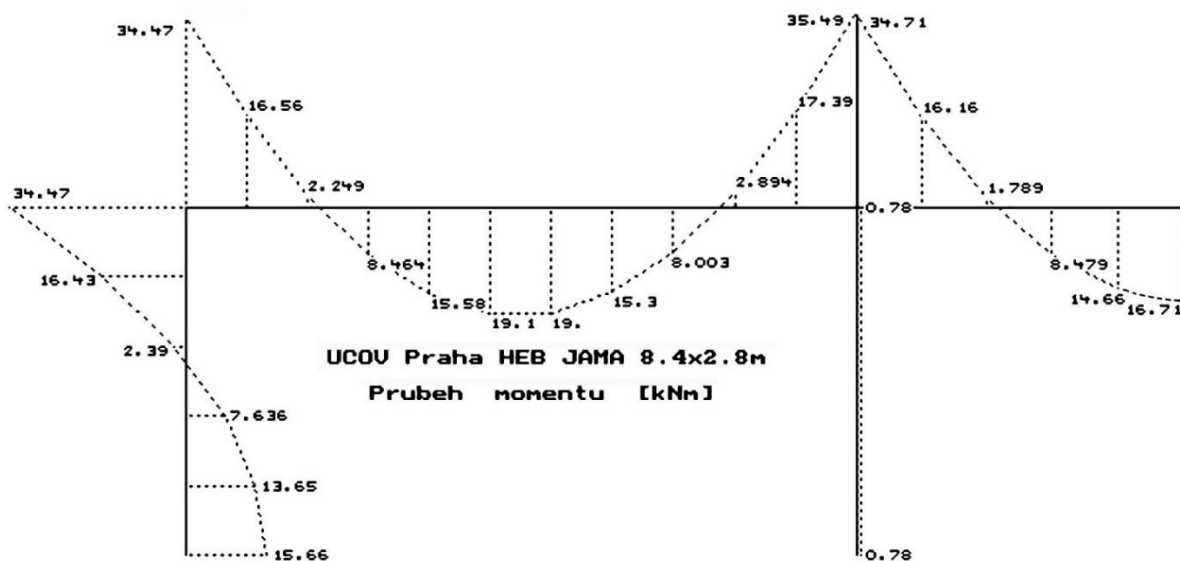
Vnitřní světlý rozměr jámy (vzdálenost mezi vnitřním lícem štětovnic Larssen VL 604) je 8,40 × 2,82m. Jáma je zapažena čtyřmi (4) rámy z válcovaných profilů. Rámy jsou přivařeny ke štětovnicím, v rozích rámuů se předpokládá tuhý rámový roh. Výpočet únosnosti rámuů byl proveden programem PROS 3. Výsledky výpočtu byly vyhodnoceny programem INDIS-1.0, kterým byla zjištěna mezní únosnost rámuů.

Pokud u rámuů vznikne z důvodů nepřesností provádění štětové stěny mezera mezi HEB profily (rámem) a štětovou stěnou, je nutné tyto mezery vyklínovat.

Pro vyhodnocení interakčním diagramem programem INDI použijeme tyto maximální statické hodnoty únosnosti průřezu HEB 160 -Maximální moment $M_{max}=656,74kNm$, Maximální normálová síla $N_{max}=1145,73kN$. Potom pro hodnoty vnitřních sil (momentů a normálových sil) vypočteme únosnost rámu q uvedenou v tabulce.



Obr. 15. Statické schéma jámy Š2 - 8,40m x 2,82m (neznámých 26, počet prvků matice 198 – HE24_28.dat)



Obr. 16. Momenty pro jámu Š2 8,4 x 2,8m od zatížení $q=56,68\text{kNm}'$ ($q_{\text{výp}}=5000\text{kNm}^3$)

Vnitřní síly v prutech									
čís. prutu	čís. sýč.	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	čís. prutu	čís. sýč.	M [kNm]	N [kN]	T [kN]
1. prut	1	-15,66	78,22	-7,54	12. prut	12	-19,00	75,38	-14,68
	2	13,65	-78,22	7,54		13	15,30	-75,38	14,68
2. prut	2	-13,65	78,22	-22,62	13. prut	13	-15,30	75,38	-28,96
	3	7,64	-78,22	22,62		14	8,00	-75,38	28,96
3. prut	3	-7,64	78,22	-37,69	14. prut	14	-8,00	75,38	-43,24
	4	-2,39	-78,22	37,69		15	-2,89	-75,38	43,24
4. prut	4	2,39	78,22	-52,77	15. prut	15	2,89	75,38	-57,53
	5	-16,43	-78,22	52,77		16	-17,39	-75,38	57,53
5. prut	5	16,43	78,22	-67,85	16. prut	16	17,39	75,38	-71,81
	6	-34,47	-78,22	67,85		17	-35,49	-75,38	71,81
6. prut	6	34,47	75,38	71,08	17. prut	17	34,71	75,38	68,70
	7	-16,56	-75,38	-71,08		18	-16,16	-75,38	-68,70
7. prut	7	16,56	75,38	56,80	18. prut	18	16,16	75,38	53,42
	8	-2,25	-75,38	-56,80		19	-1,79	-75,38	-53,42
8. prut	8	2,25	75,38	42,51	19. prut	19	1,79	75,38	38,17
	9	8,46	-75,38	-42,51		20	8,48	-75,38	-38,17
9. prut	9	-8,46	75,38	28,23	20. prut	20	-8,48	75,38	22,90
	10	15,58	-75,38	-28,23		21	14,66	-75,38	-22,90
10. prut	10	-15,58	75,38	13,92	21. prut	21	-14,66	75,38	7,62
	11	19,10	-75,38	-13,92		22	16,71	-75,38	-7,62
11. prut	11	-19,10	75,38	-0,39	22. prut	17	0,78	155,30	0,00
	12	19,00	-75,38	0,39		23	-0,78	-155,30	0,00

Tab. 8 Výsledky výpočtu rámu pro jámu Š2 - 8,40m x 2,82m ($q_{\text{výp}}=5000\text{kNm}^3$)

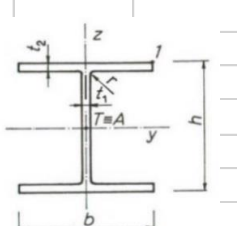
Koeficient pružného odporu	Místo posouzení		PRO ZATÍŽENÍ $q=56,68 \text{ kN/m'}$	ÚNOSNOST $q \text{ [kNm}^{-2}\text{]}$	Koeficient pružného odporu	Místo posouzení		PRO ZATÍŽENÍ $q=56,68 \text{ kN/m'}$	ÚNOSNOST $q \text{ [kNm}^{-2}\text{]}$
			$M[\text{kNm}]$					$M[\text{kNm}]$	
			$N[\text{kN}]$					$N[\text{kN}]$	
$5 \text{ [MNm}^{-3}\text{]}$	1	15,66		1085,59	$50 \text{ [MNm}^{-3}\text{]}$	1	15,65		1085,77
		78,22					78,22		
	6	34,47		845,46		6	34,47		845,46
		75,38					75,38		
	11	19,1		1054,02		11	19,10		1054,02
		75,38					75,38		
	16	35,49		834,50		17	35,49		834,50
		75,38					75,38		
	22	16,71		1096,06		22	16,71		1096,06
		75,38					75,38		

Tab. 9. Vnitřní síly a únosnost rámu pro jámu Š2 - 8,40m × 2,82m od zatížení zeminou – HEB 160

Hornina v okolí jámy odpovídá koeficientu pružného odporu $k=50\text{MNm}^{-3}$. Nejnepriznivější kombinace maximálního momentu a maximální normálové síly v rámu je pro koeficient pružného odporu 50MNm^{-3} podle výstupů z výpočtu deformační metodou programem PROS 3 v prutu 5 ve styčniku č. 5. Únosnost rámu pro jámu Š1 2,4 × 2,8m z HEB160 je $q=834,50\text{kNm'}$. Rám vyhoví v jednoduchém posouzení, protože platí

$$56,68 < 834,50\text{kNm' \quad návrh vyhoví.}$$

Rám pro jámu Š1 2,4 × 2,8m z HEB160 posoudíme podle ČSN EN 1993-1-1:2006 článek 6.2.9.

KOMBINACE OHYBU A NORMÁLOVÉ SÍLY PODLE ČSN EN 1993-1-1 tř. 3					
ČSN EN 1993-1-1:2006 Článek 6.2.9 Ohyb a osová síla - 6.2.9.2 Průřez třídy 3-Pro průřezy I nebo H					
Když nepůsobí smyková síla, pak největší podélné normálové napětí průřezu třetí třídy musí vyhovovat podmíně					
			$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$		 <p>Rozměry a osy průřezu</p>
Kombinace ohybu a normálové síly					
kde	$\sigma_{x,Ed}$	Návrhová metoda místního podélného napětí od momentu a osové síly, určené podle potřeby s uvažováním děr pro šrouby.			
Konstrukce musí vyhovět následující podmínce:					
$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$					
Kde	N_{Ed}	Návrhová hodnota osové síly	γ_{M0}	Dílčí součinitel odporu s ohledem na třídu	
	$M_{y,Ed}$	Návrhový ohybový moment k ose y	f_y	Mez kluzu	
	$M_{z,Ed}$	Návrhový ohybový moment k ose z	A_{eff}	Účinná plocha rovnoměrně tlaceného průřezu	
	W_{eff}	Účinný modul průřezu(odpovídající vláknům s největším napětím), který je namáhán pouze momentem okolo příslušné osy			
Průřez tyče HE 160 B					
A_{eff}	5430,0	mm ²	plocha příčného řezu	$*f_y$	235,0 N/mm ²
b	160,0	mm	šířka příruby	$*\gamma_{M0}$	1,0
h	160,0	mm	výška nosníku	$*e_{Ny}$	0,0 mm
h_w	0,0	mm	výška stojiny bez zaoblení	$*e_{Nz}$	0,0 mm
r	15,0	mm	radius u stojiny	$*M_{y,Ed}$	35,5 kNm
t_f	13,0	mm	tloušťka příruby	$*M_{z,Ed}$	0,0 kNm
t_w	15,0	mm	tloušťka stojiny	$*N_{Ed}$	163,0 kN
$W_{eff,y}$	311000,0	mm ³	Účinný modul průřezu k ose y-y	$N_{pl,Rd}$	1276,1 kN
$W_{eff,z}$	111000,0	mm ³	Účinný modul průřezu k ose z-z	$M_{pl,Rd}$	73,1 kNm
Podmínka (6.44) článku 6.2.9.3 normy ČSN EN 1993-1-1					
			$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$		
			0,613 < 1		
Průřez HE 160 B Vyhoví na kombinaci momentu a osové síly podle ČSN EN 1993-1-1:2006, článek 6.2.9					

A.10.6 Vyhodnocení únosnosti rozpěr

V úrovni -1,8m je správně použit rám s výztuhami z HEB 160, zatížení od zeminy je 56,68kN/m' a minimální únosnost rámu vypočtená podle ČSN EN 1993-1-1 tř. 3 je 834,50kN/m'. **Návrh vyhoví**

V úrovni -3,8m je správně použit rám s výztuhami z HEB 160, zatížení od zeminy je 56,68kN/m' a minimální únosnost rámu vypočtená podle ČSN EN 1993-1-1 tř. 3 je 834,50kN/m'. **Návrh vyhoví**

A.11 Stanovení přítoků vody do stavební jámy pomocí vzorců

Stanovení přítoků vody do stavební jámy a návrh čerpací studně byl proveden dle metodiky „Lamboj, Štěpánek - Zakládání staveb - výpočty 2, kapitola 10.3.2, vydavatelství ČVUT, 1994“.

Při návrhu odvodnění stavební jámy je nutné především určit množství vody, které do stavební jámy přiteče. K jednoduchým výpočtům patří nahrazení stavební jámy velkou stejnoplochou kruhovou studní příp. zářezem. Výpočet přítoku do stavební jámy je odvozen ze základních vzorců pro přítok do kruhové studně nebo rýhy.

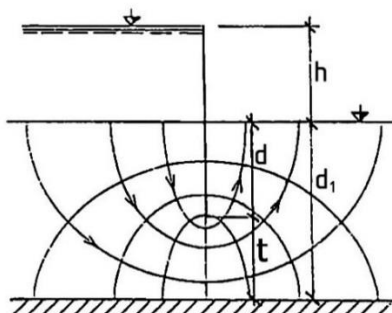
Posoudíme pouze přítok do stavební jámy Š2, štetovnice pro stavební jámu Š1 jsou zapuštěny hluboko do skalního podloží šáreckých břidelic, proto se do jámy Š1 nepředpokládá větší přítok.

Přítok pod těsnicí stěnou zapuštěnou do propustného poloprostoru na hloubku d (obr. 17), který vyvěrá ze dna mezi stěnou a bodem ve vzdálenosti y od stěny, je dán na běžný metr stěny přibližným vzorcem

$$Q = \frac{k \cdot h}{\pi} \cdot \ln \left[\frac{y}{d} + \sqrt{\frac{y^2}{d^2} + 1} \right] \quad (2)$$

Má-li propustná vrstva omezenou mocnost $d_1 = d + t$ (obr. 18), je přítok na běžný metr stěny dán vzorcem

$$Q = \frac{k \cdot h}{2} \sqrt[3]{\frac{d_1}{d} - 1} \quad (2)$$



Obr. 17

VSTUPNÍ HODNOTY:

Požadované snížení HPV pod dno jámy :	$h_s = 0,50$	m
Hloubka vetknutí pažic stěny pod dno jámy:	$d = 1,80$	m
Obvod jámy v úrovni HPV:	$O = 33,55$	m
Součinitel propustnosti:	$k = 1,0E-6$	l_{ms}^{-1}
	$H = h + d_1 = 7,15$	m
	$h_o = H - h - h_s = 1,60$	m
	$Q = k \times h / 2 \sqrt[3]{(d_1/2 - 1)} = 0,0202$	

R je dosah snížení nebo poloměr depresního kužele. Pokud není tato hodnota zjištěna měřením in situ, lze ji přibližně stanovit z empirických vztahů

$$\text{podle Sichardta} \quad R = 3000 \times (H - h_o) \sqrt{k} = 16,650 \quad m$$

$$\text{podle Kusakina} \quad R = 575 \times (H - h_o) \sqrt{(k \times H)} = 8,533 \quad m$$

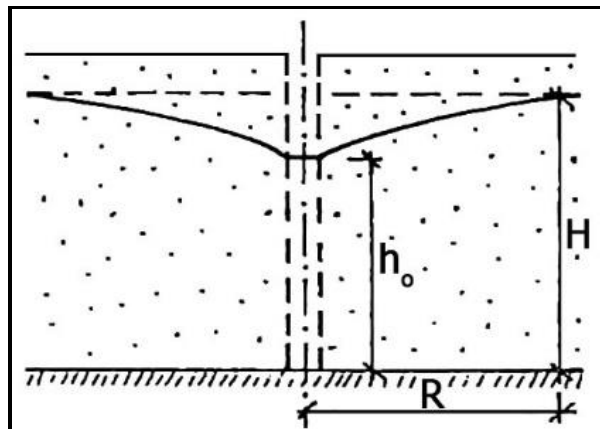
Do výpočtu se doporučuje vzít menší z obou vypočtených hodnot.

kde k je součinitel propustnosti v $m \cdot s^{-1}$, hloubka H a h_o jsou v metrech a jejich význam je patrný z obr. 10.21.

Jednostranný gravitační přítok do do stavební jámy na běžný metr je dán vzorcem (1)

$$Q = k \frac{H^2 - h_o^2}{2R} \times l \quad (1)$$

$Q_{1m} = 0.002$ l/s Přítok do jámy na 1 bm stěny	$Q_{1m} =$	0,00278 $l \cdot s^{-1}$
Celkový přítok do jámy	$Q =$	0,09323 $l \cdot s^{-2}$



Obr. 18

A.12 Výpočet - výsledky

Všechny navržené prvky zajištění stavební jámy vyhovují na dané zatížení. Max. vypočtené vodorovné deformace pažící stěny jsou do 3mm.

Je nutno důsledně dodržovat stanovené pracovní postupy, které vyplývají z tohoto statického výpočtu (viz. kap. A.5 Technické řešení).

A.13 Závěr

Statický výpočet byl zpracován podle platných předpisů na základě předaných podkladů a požadavků objednatele. Projektant si vyhrazuje právo být informován o všech změnách týkajících se projektové dokumentace objektu, zejména pokud by tyto změny měly dopad na statické působení pažící konstrukce.

V případě, že budou při provádění odhaleny skutečnosti odchýlné od podkladů tohoto projektu, popřípadě skutečnosti omezující jeho realizaci, je nutno okamžitě uvědomit autora tohoto projektu, TD investora a GP. Event. úpravy projektu pak provede autor tohoto po dohodě a schválení zástupci TDI a GP.

A.14 Předpoklady statického výpočtu

Poznámky k jednotlivým technologiím uvedené v této zprávě nenahrazují technologický předpis. Závazný technologický předpis vypracuje a předloží před zahájením prací dodavatel.

1. Statický výpočet předpokládá dodržení rozměrů a tvaru konstrukce, kvality a způsobu zpracování materiálů.
2. Statický výpočet předpokládá že bude dodržen postup výstavby navržený projektem, případné změny technologického postupu je nutné konzultovat s projektantem.
3. Statický výpočet předpokládá geologii uvedenou v technické zprávě.

A.15 Literatura a ČSN

- [1]. Vyhláška Českého báňského úřadu č. 55/1996 Sb. ze dne 7. února 1996
- [2]. ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce
- [3]. ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy
- [4]. ČSN 73 14 01/1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí
- [5]. ČSN 73 6203 Zatížení mostů
- [6]. TP 51 Statické tabulky
- [7]. Program POST
- [8]. Program PROS 3

Ing. Jaromír Zlámal
Autorizovaný inženýr
obor geotechnika ČKAIT 0000137
Báňský projektant - osvědčení č. 2132/07