

Investor: Teplárna Liberec, a.s., Dr. Milady Horákové 641/34a, 460 01 Liberec
Místo stavby: Liberec
Stupeň: DPS
Akce:

Revitalizace CZT Liberec - GreenNet III

D10 - Úprava zdroje

D.10.3.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

K01 - TECHNICKÁ ZPRÁVA
K02 - STATICKÝ VÝPOČET

Vypracoval: Ing. Bruno Panenka, ml.
3+1 architekti s.r.o.

Autorizoval: Ing. Bruno Panenka
ČKAIT č. 0400418

Ústí nad Labem

květen 2024

K01 - TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. PŘEDMĚT DOKUMENTACE:

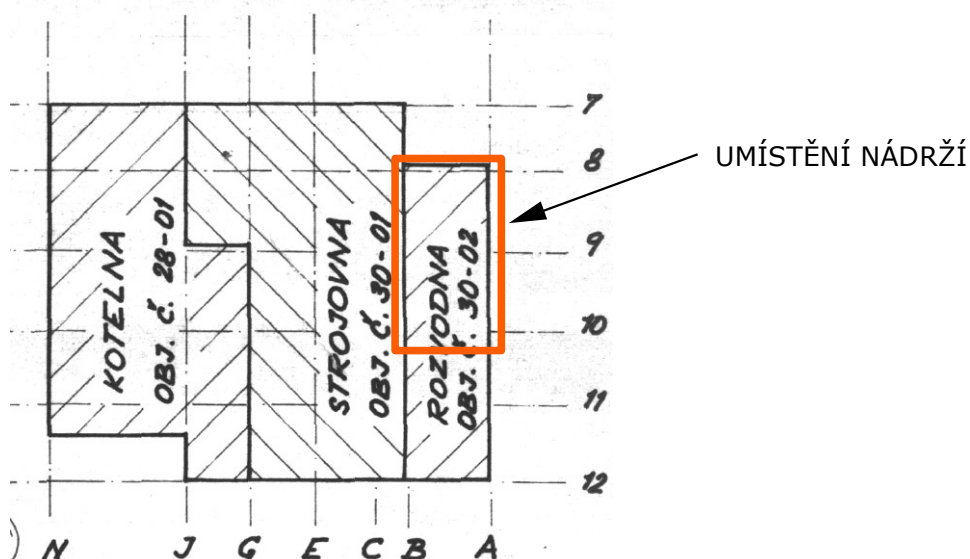
V rámci revitalizace teplárny v Liberci budou do stávající plynové kotelny instalovány 3 nové akumulční nádrže, každá o objemu 250 m³. Akumulační nádrže budou instalovány do části objektu „Rozvodna páry - Obj. č. 30-02“, konkrétně do oblasti vymezené modulovými osami stavby „A - B“ a „8 - 10“. Nádrže budou osazeny na nejnižší úroveň -4,0m. Polovina výšky nádrží bude přesahovat přes střechu této části objektu. Pro osazení nádrží budou v této části objektu demontovány technologické podlahy v úrovni -2,0m, +0,0m a +7,5m. Dále bude odbourána celá nástavba ventilátorovny. Kolem nově osazených nádrží bude na úrovni +7,5m provedena nová ocelová konstrukce střechy.

Předmětem této dokumentace je statické posouzení založení akumulčních nádrží a úprav ocelové konstrukce objektu.

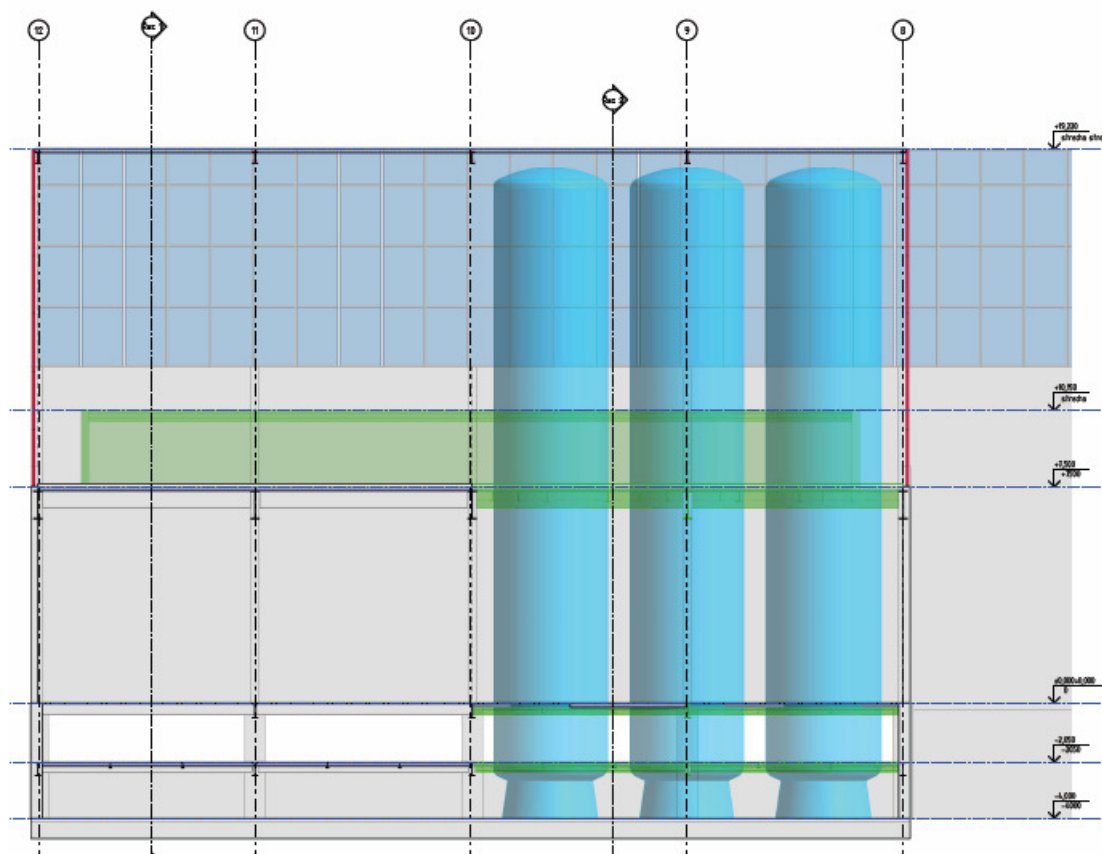
Stávající objekt teplárny je ocelové rámové konstrukce dělený na části „Kotelna“ - „Strojovna“ a „Rozvodna páry“. Objekt byl postaven v roce 1973. Objekt je založen na zvětřené žule v úrovni pod hladinou podzemní vody.

Tato dokumentace obsahuje technickou zprávu a statický výpočet ve stupni projektu pro provádění stavby dle vyhlášky č.405/2017 Sb. o dokumentaci staveb. V rámci realizační dokumentace je nutné zpracovat schéma výztuží žel. bet. konstrukcí a výkresy podrobností styčníků a kotvení ocelových konstrukcí.

SCHEMA ROZDĚLENÍ OBJEKTŮ



Pohled na budovu s osazenými nádržemi:



2. POUŽITÉ PODKLADY A NORMY:

- [1] Projekt stavební a technologické části - SITEZ s.r.o., květen 2024
- [2] Archivní dokumentace stávajícího objektu - Báňské projekty Teplice 1971
- [3] Místní šetření - 16.08.2023
- [4] Geologický průzkum - Bau-Geo s.r.o. 1998, Ing. Petr Tupý
- [5] Příslušné normy sady evropských norem ČSN EN a harmonizovaných ČSN v aktuálním znění:

ČSN EN 1990 ed.2

- zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1

- zatížení - obecná pravidla

ČSN EN 1991-1-3

- zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4

- zatížení větrem

ČSN EN 1992-1-1

- navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993-1-1

- navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1997-1

- navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN 73 1001 (zrušená)

- základová půda pod plošnými základy

ČSN EN 1998-1

- navrhování konst. odolných proti zemětřesení

3. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ:

3.1. ZALOŽENÍ AKUMULAČNÍCH NÁDRŽÍ:

Nové akumulční nádrže budou založeny v suterénu části objektu rozvodny páry, na úrovni -4,0m. Celkem budou instalovány 3 nádrže každá o objemu 250 m³ s průměrem 4,2m. Nádrže jsou vysoké 22,5m, polovina výšky bude přesahovat střechu rozvodny. Hlavní střechu objektu strojovny přesahovat nebudou. Dle archivní stavební dokumentace objektu je budova založena v „černé“ železobetonové vaně, tvořené základovou deskou tl. 1,0m a 0,6m a žb. obvodovými stěnami. Základová vana je uložena na štěrkopískovém hutněném podsypu na původní vrstvě zvětralé žuly a nachází se pod hladinou spodní vody. V objektu rozvodny je základová deska silná 600 mm a přechází pod strojovnou v tl. 1,0m. Hladina spodní vody je v současné době někde na úrovni -4,0m (na úrovni podlahy). V době výstavby objektu byla hladina podzemní vody o cca 1,5m výše. V roce 1998 bylo zahájeno technologické čerpání vody ze studny u objektu, tím došlo k trvalému poklesu hladiny. Není však vyloučeno zastavení čerpání vody a opětovnému zvýšení hladiny. Je tedy nutné uvažovat o stálé tlakové vodě působící na základové konstrukce. Stávající základová deska je z betonu C12/15 a je při spodním líci v mezipodporových pruzích vyztužena 3 prof. 20mm/mb.

Statickým přepočtem bylo prokázáno, že vyztužení stávající desky není pro založení nových akumulčních nádrží dostatečné a navrhuji tedy na stávající desce nabetonovat ještě jednu nosnou žb. desku tl. 400 mm. Novou a původní desku bude oddělovat kluzná vrstva tvořená hydroizolační PVC fólií tl. 1,0 mm mezi dvěma netkanými textíliemi. Nová deska bude vyztužena tak, aby přenesla ohybové momenty od celého přetížení akumulčními nádržemi. Kontaktní napětí pod deskou je max. 200 kPa a vzhledem k založení na zvětralé žule je tedy nepodstatné. Sedání pod deskou lze očekávat kolem 2mm, nehrozí tak poškození stávající hydroizolace proti tlakové vodě. Nová deska bude provedena z betonu C25/30 a vyztužena tyčovou betonářskou ocelí prům. 20 mm při spodním líci v rozteči 250x250 mm, při horním povrchu bude prof. 14 v rastru 250x250 mm. Deska bude vybetonována v ploše vymezené osami „A“ a „B“ a „8“ až 10“, osu „10“ bude přesahovat aspoň o 1,0m (rozměr desky tedy cca 7x16m). Horní líc nové desky tedy -3,6m.

Akumulční nádrže budou uloženy na desce na min. 6 podpěrných nohách s roznášecími tuhými deskami min. rozměrů 300x300 mm. Osová rozteč mezi nádržemi bude 5,0m, středy na střed mezi osou „A“ a „B“.

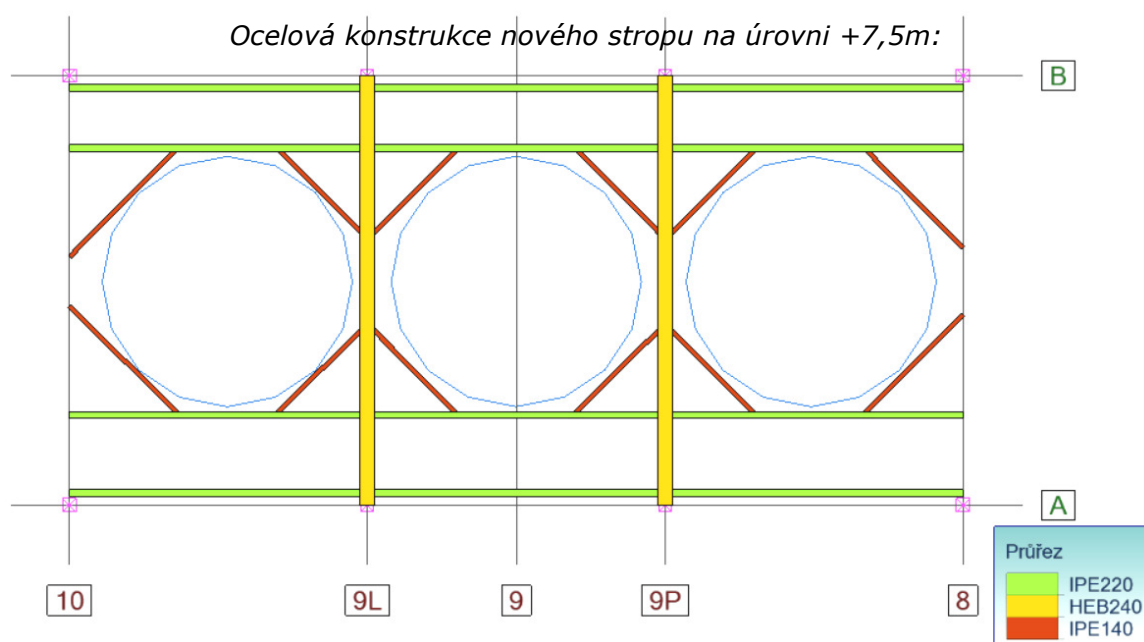
3.2. ÚPRAVA OCELOVÉ KONSTRUKCE ROZVODNY:

Před osazením akumulčních nádrží bude potřeba rozebrat konstrukci technologických podlah v objektu rozvodny mezi osami „8“ až „10“ na úrovni -2,0m, +0,0m a +7,5 m. Dále bude demontována celá nástřešní nástavba ventilátorovny. Po odstranění nástavby ventilátorovny se nejprve demontuje strop na úrovni +7,5m, stropy na úrovni +0,0 a -2,0m se demontují až po montáži nosné ocelové konst. nového stropu na úrovni +7,5m.

Na stávajícím stropu na úrovni +7,5m se nejprve odstraní betonová podlaha a trapézové plechy. Dále se demontují všechny ocelové nosníky stropu kromě hlavního průvlaku v ose „9“. Průvlaky v osách „8“ a „10“ zůstanou zachovány. Poté se namontuje část nových stropních nosníků mezi osami „8“-„9a“ a „9b“-„10“. Po osazení nových průvlaků v osách „9a“ a „9b“ bude možné demontovat stávající průvlak v ose „9“. Osadí se zbylé nosníky nového stropu (střechy), zatím se nemusí osazovat pomocné diagonální nosníky IPE 140. Do takto připravené konstrukce stropu se osadí akumulční nádrže. Po osazení nádrží se namontují diagonální nosníky, přišroubují se trapézové plechy a strop se zabetonuje. Dilatační napojení střešního souvrství k nádržím bude provedeno dle stavební dokumentace, svislý průhyb střechy bude cca 30 mm.

Konstrukce nového stropu na úrovni +7,5m:

Konstrukci nového stropu tvoří 2 průvlaky HEB-240 v osách „9a“ a „9b“, podélné stropnice IPE 220 a diagonální nosníčky IPE 140. Nosníky budou připojovány kloubově. Průvlaky se připojí ke stávajícím nosníkům v osách „A“ a „B“. Přes stropnice IPE 220 se položí trapézové plechy 40S/160 - 0,88 s . Plechy budou kotvené k ocelovým nosníkům nastřelovacími hřebíky nebo samovrtnými šrouby. Podélné spoje plechů budou rovněž prošroubovány. Trapézové plechy budou tvořit ztracené bednění pro nadbetonovanou desku. Nadbetonávka bude z betonu C20/25 v t. 80 mm nad horní vlnou trapézových plechů. Před betonáží bude do každé spodní vlny plechů vložen 1 prut betonářské oceli prům. 8 mm, do horního líce betonové desky se uloží svařované síť Kari 4-100/100. Betonová deska bude kotvena ke stávajícím ocelovým nosníkům stropu v osách „8“, „10“ a „A“, „B“. Rovněž bude deska kotvena ke stávajícím sloupům na osách „9A“ a „9B“. Kotvení bude provedeno pomocí předem přivařených kotev např. z pásové oceli nebo tyčové betonářské oceli. Kotvení do betonové desky bude zajišťovat zejména polohu sloupu v ose „9A“ a bude přenášet vodorovné účinky větru do stávajících prvků ocelové konstrukce budovy. Provedení styčníků a kotvení bude předmětem realizační dokumentace.



4. POŽADOVANÁ JAKOST NAVRŽENÝCH MATERIÁLŮ:

BETONOVÉ KONSTRUKCE	Beton dle ČSN EN 206-1
ZÁKLADOVÁ DESKA	C 25/30 XC1(CZ) - CI 0,40 - Dmax22 - S3
STŘEŠNÍ NADBETONÁVKA	C 20/25 XC1(CZ) - CI 0,40 - Dmax16 - S3
BETONÁŘSKÁ OCEL	B500B - tyčová a svařované sítě
KONSTRUKČNÍ OCEL	S235 (EN 10025)
ŠROUBY	Pevnostní třída 8.8
TRAPÉZOVÉ PLECHY	TR 40S/160 - tl. 0,88

5. OBECNÉ POŽADAVKY NA PROVÁDĚNÍ KONSTRUKCÍ A ROZMĚROVÉ TOLERANCE:

Nosné konstrukce budou prováděny v souladu s platnými předpisy:

- ČSN EN 13670 - Provádění betonových konstrukcí
- ČSN EN 1090-1 - Provádění ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1090-2 - Technické požadavky na ocelové konstrukce

Z hlediska provedení je konstrukce zaříděna do kategorie EXC2

Tab. 4 – Třída provedení

Třídy následků		CC1		CC2		CC3	
Kategorie použitelnosti		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Výrobní kategorie	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC3 ^a
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC4

^a EXC4 se má použít na zvláštní konstrukce nebo konstrukce s extrémními následky při porušení, jak požadují národní ustanovení.

6. PLÁN KONTROL OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ:

Ocelová konstrukce musí být za provozu řádně udržována. Celkový stav konstrukce se zjišťuje pravidelnými běžnými a podrobnými prohlídkami. Kontrola a údržba ocelových konstrukcí bude prováděna dle normy ČSN 73 2604 - třída následků „CC1“.

Běžné prohlídky budou prováděny nejméně 1 x za 5 let.

Podrobné kontrolní prohlídky budou prováděny nejméně 1 x za 10 let. Podrobnou kontrolní prohlídkou se zjišťuje celkový fyzický stav konstrukce, spojů, tvar dílců, nátěrů. Kontroluje se, zda se na konstrukci neprojeví nadměrné deformace a zda se neobjevují trhliny z únavy materiálu. Zjištěné závady musí být ihned odstraněny. Stav protikorozních a protipožárních opatření se kontroluje v plánovaných lhůtách odpovídajících stupni znečištění prostředí a životnosti a zárukám jednotlivých opatření a podle příslušných norem a předpisů.

7. PROTIKOROZNÍ OPATŘENÍ:

Ocelové konstrukce budou provedeny z oceli pevnostní tř. „S235“ dle ČSN EN 10025-2. Antikorozní ochrana musí odpovídat stupni korozní agresivity "C2"- nízká dle ČSN EN 12500, ČSN ISO 11303, ČSN ISO 9223 a ČSN ISO 12944-1 až 8 atd. Na stávající očištěnou a rzi zbavenou ocelovou konstrukci i na nových ocelových konstrukcích se provede systémový nátěr kvality odpovídající třídě korozní agresivity "C2".

8. PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ:

Protipožární úprava nových nosných ocelových konstrukcí dle projektu PBŘ.

9. POŽADAVKY NA KONTROLU ZAKRÝVANÝCH KONSTRUKCÍ:

Zhotoviteli stavby se ukládá za povinnost vyzvat před betonáží dozor stavby k provedení přejímky armatury žel. bet. konstrukcí.

10. BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI:

Při stavebních pracích podle tohoto projektu je zhotovitel stavby povinen dodržovat příslušné vyhlášky, zejména č. 361/2007 Sb., č. 362/2005 Sb. a č. 591/2006 Sb.

K02 - STATICKÝ VÝPOČET

ZPRÁVA K VÝPOČTU:

Výpočet obsahuje statickou analýzu a posouzení založení akumulčních nádrží a nové konstrukce části střechy objektu rozvodny páry. Výpočet je proveden ve stupni projektu pro stavební povolení, byla posouzena celková koncepce a proveditelnost konstrukce. Výpočet byl proveden na základě sady evropských norem ČSN EN a harmonizovaných českých norem ČSN. Zatížení konstrukcí bylo řešeno dle normy ČSN EN 1990 a 1991. Základní kombinace zatížení byly vyčísleny podle tabulky A.1.2(B)(CZ)-2 normy ČSN EN 1990 pro návrhové hodnoty zatížení (STR/GEO) soubor B, trvalé a dočasné návrhové situace dle výrazu 6.10.

Analýza konstrukcí byla provedena na prostorovém modelu softwarově metodou konečných prvků. Základová podlahová deska byla řešena 3D analýzou MKP (ortogonální síť 200x200mm) na modelu desky podepřené pružnou plošnou podporou. Ocelová konstrukce střechy byla řešena na prostorovém prutovém modelu.

Zatížení:

- Objekt byl zařazen do II. větrové oblasti ($v=25$ m/s) souč. zat. 1,5
- Objekt byl zařazen do IV. sněhové oblasti ($s_k=2,0$ kN/m²) - souč. zat. 1,5 dle ČHMÚ - www.snehovamapa.cz
- Užitné zatížení nepochozích střech kateg. "H" je 0,75 kN/m² - souč. zat. 1,5
- Stálá zatížení - součinitel zatížení 1,35
- Seizmické namáhání - jedná se o oblast s velmi malou seizmicitou - $a_gS = 0,048g$

Použitý výpočetní software:

- 3D analýza konstrukcí MKP a posudky oceli systém Graitec Advance Design 2023
- Posudek protlačení žb. desky Schöck Bole 2.15.03

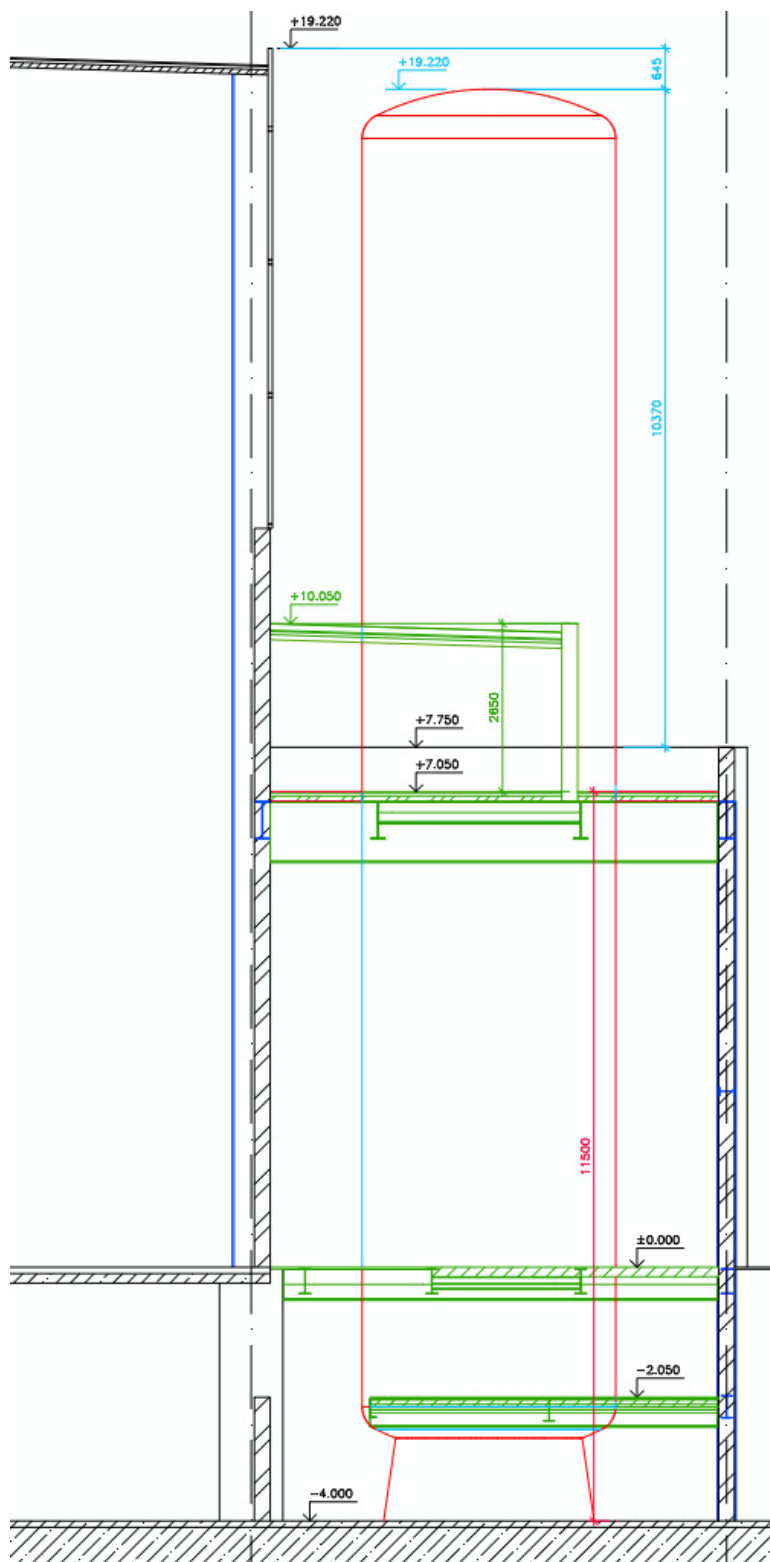
OBSAH VÝPOČTU:

1. ZALOŽENÍ AKUMULAČNÍCH NÁDRŽÍ:.....	9-18
1.1 Popis a zatížení nádrží.....	9-11
1.2 Analýza stávající základové desky.....	12-15
1.3 Návrh nové základové desky.....	16-18
2. NOVÁ STŘECHA KOLEM NÁDRŽÍ NA ÚROVNI +7,50M:.....	19-25
2.1 Schéma konstrukce.....	19
2.2 Zatížení.....	20
2.3 Statická analýza	21-22
2.4 Posouzení reprezentativních prvků konstrukce.....	23-25

1. ZALOŽENÍ AKUMULAČNÍCH NÁDRŽÍ

1.1. POPIS A ZATÍŽENÍ NÁDRŽÍ

V objektu rozvodny páry budou osazeny 3 akumulční nádrže, každá o objemu 250m³ a hmotnosti 50 tun. Celková hmotnost plné nádrže 300 tun. Výška nádrže 22,5m, průměr 4,2m. Nádrže budou uloženy na stávající základové desce objektu. Horní polovina nádrží bude přesahovat střechu objektu rozvodny páry.



stanoveno dle norem ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1

STANOVENÍ SVISLÉHO ZATÍŽENÍ NÁDRŽE

	AKUMULAČNÍ NÁDRŽ					
A) STÁLÉ	[m]	[kN/m ³]		Charakteristické [kN]	γ_F	Návrhové [kN]
1. VLASTNÍ TÍHA KONST.					1,35	
nádrž ocelová (D= 4,2m, výška 22,5m)			$g_1 =$	500		675
náplň voda 250m ³			$g_2 =$	2500		3375
						0
Celkem			$g_k =$	3000		$g_d =$ 4050

ZATÍŽENÍ NA DESCE OD 1 NÁDRŽE

3000

4050

Zatěžovací schéma nádrže:

průměr nádrže 4,2 m
výška 22,5 m

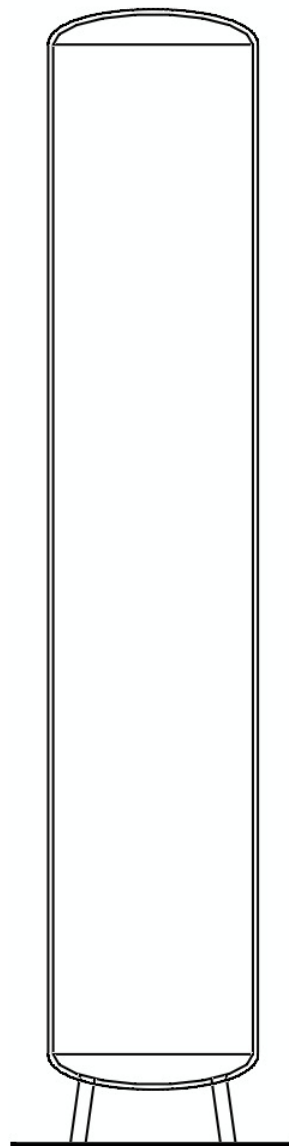
Do 1/2 výšky je nádrž kryta objektem, nádrž je tedy zatížena větrem
pouze v horní polovině nádrže

Mezní stav překlopení prázdné nádrže:
EQU

$$M_{klop} = F_{wd} \cdot 16,75 = 29,21 \cdot 16,75 = 489,3 \text{ kNm}$$

$$M_{stab} = G_{k,nád} \cdot 0,9 \cdot 1,75 = 787 \text{ kNm}$$

Nádrž se nemůže překlopit ani prázdná.



	ZATÍŽENÍ VĚTREM KRUHOVÝCH VÁLCŮ					
III. kategorie terénu výška Z = 19 m nad terénem				Charakteristické [kN]	γ_F	Návrhové [kN]
část komína nad střechou						
Parametry nádrže (kruhový ocelový válec)						
Výška L zatížená větrem	11,5	m				
Průměr b	4,2	m				
Efektivní plocha Aref	48,3	m ²				
II. Věrová oblast - základ. rychlost větru	vb =	25,00	m/s			
základní dynamický tlak větru	qb =	0,39	kPa			
součinitel expozice	Ce(z)=	2,15				
Charak. maximální tlak větru	qp(z)=	0,84	kPa			
součinitel síly	Cf =	0,48				
součinitel konstrukce (komín nižší než 60m)	CeCd =	1,00				
Celková síla větru na konstrukci /kN/ $F_w = CeCd \cdot C_f \cdot q_{p(z)} \cdot A_{ref}$	Fw =			19,47	1,5	29,21

Stanovení součinitele síly $C_f = C_{f,0} \cdot \psi_\lambda$	0,48	<i>viz norma</i>
efektivní štíhlost komína	λ 2,73	TAB. 7.16
součinitel koncového efektu	Ψ_λ 0,64	obr. 7.36
souč. síly bez vlivu proudění	$C_{f,0}$ 0,75	obr. 7.28
drsnost povrchu	k 0,2 [mm]	pozink. ocel
Reynoldsovo číslo	Re 10264015	7.15

V PŘÍPADĚ USPOŘÁDÁNÍ SVISLÝCH VÁLCŮ V ŘADĚ:

Součinitel síly pro svislé válce v řadě $C_f = C_{f,0} \cdot \psi_\lambda \cdot K$ 0,55 pro každý válec

$K = 1,15$ TAB. 7.14

Celková síla větru na konstrukci /kN/ $F_w = CeCd \cdot C_f \cdot q_{p(z)} \cdot A_{ref}$	Fw =		22,39	1,5	33,59
--	-------------	--	-------	------------	--------------

Nádrže uvažujeme uložené na 6 podpěrách. Ohybový moment od zatížení větrem se přenáší podpěrami s účinným ramenem sil 1,75m:

Svislé zatížení $G_k = 500$ kN (souč. zatížení 1,35)

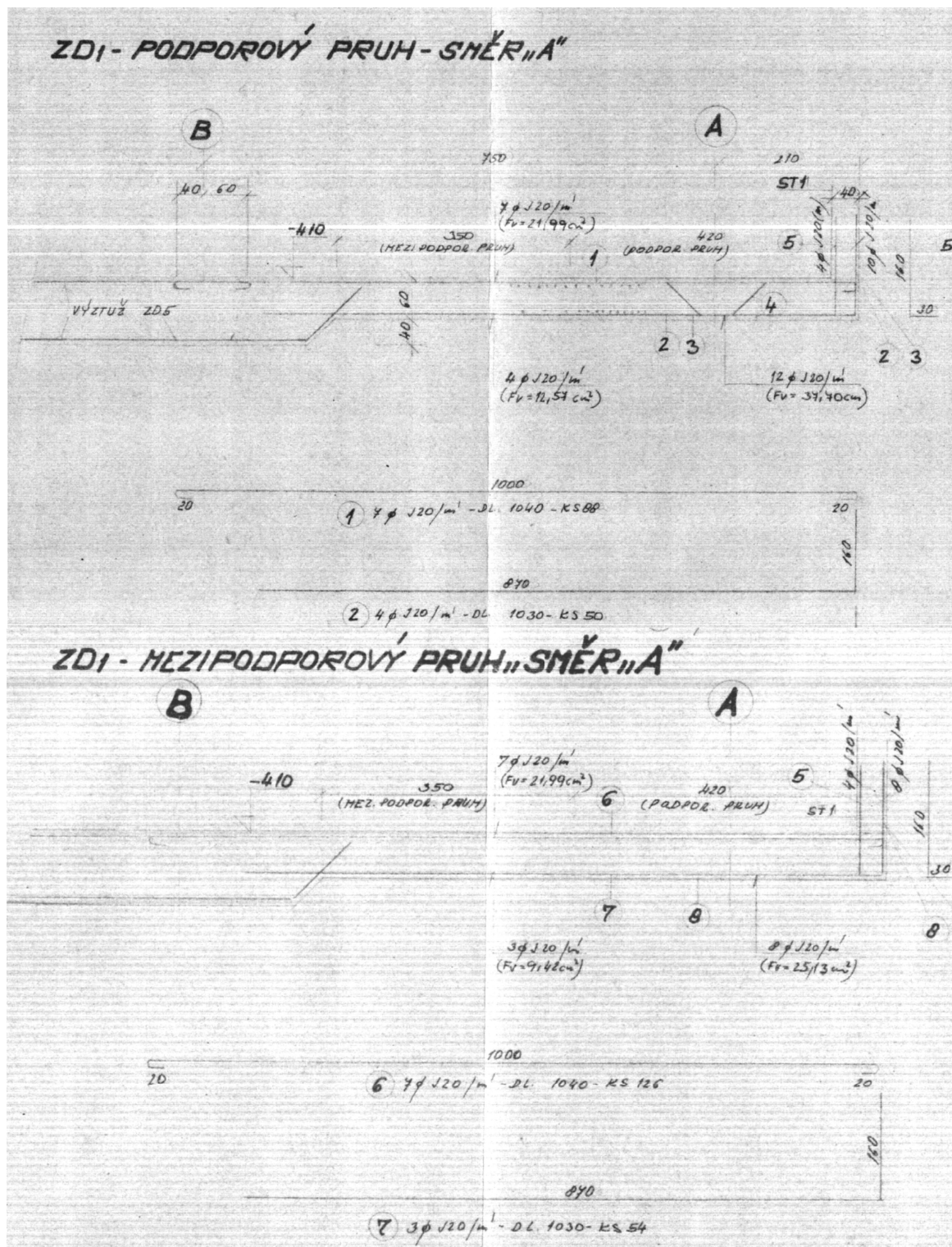
Ohybový moment od větru $M_k = 19,47 \cdot 16,75 = 326$ kNm

Svislá síla na dvojici podpor od ohybového momentu $F_{m,k} = 326/3,5 = +93$ kN (souč. zat. 1,5)

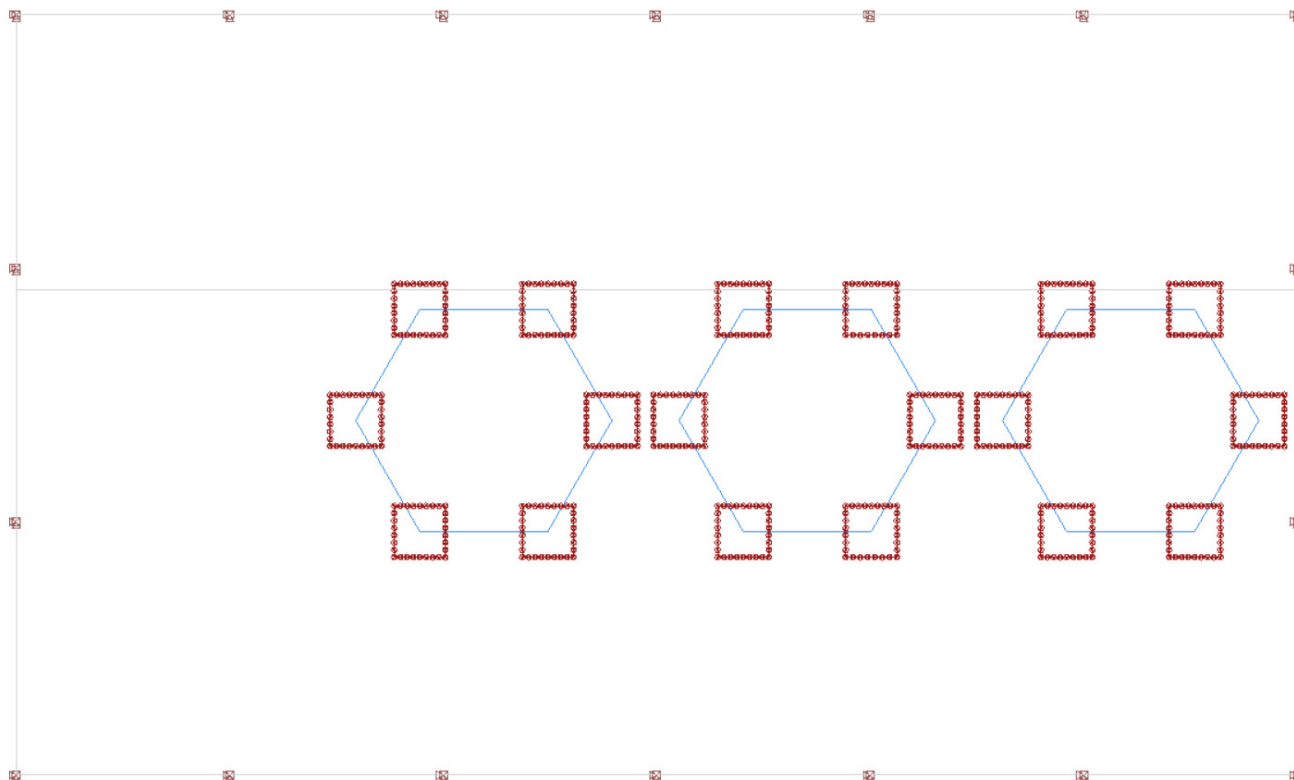
1.2. ANALÝZA STÁVAJÍCÍ ZÁKLADOVÉ DESKY

Budova je založena na žb. základové desce tl. 1000 a 600 mm. deska je součástí černé hydroizolační vany. V části objektu „rozvodna páry“ je deska tl. 600 mm. Deska je dle geologického vrtu a dle původní dokumentace uložena na stěrkopískovém podsypu tl. 350mm (možná až 750 mm). Pod podsypem se nachází rostlý terén tvořený zvětralou žulou. Podzemní voda se nachází cca v úrovni horního líce základové desky. Nádrže budou uloženy zhruba na střed mezi osy „A“ - „B“ a „9“ - „11“.

TVAR A VÝZTUŽ DESKY:

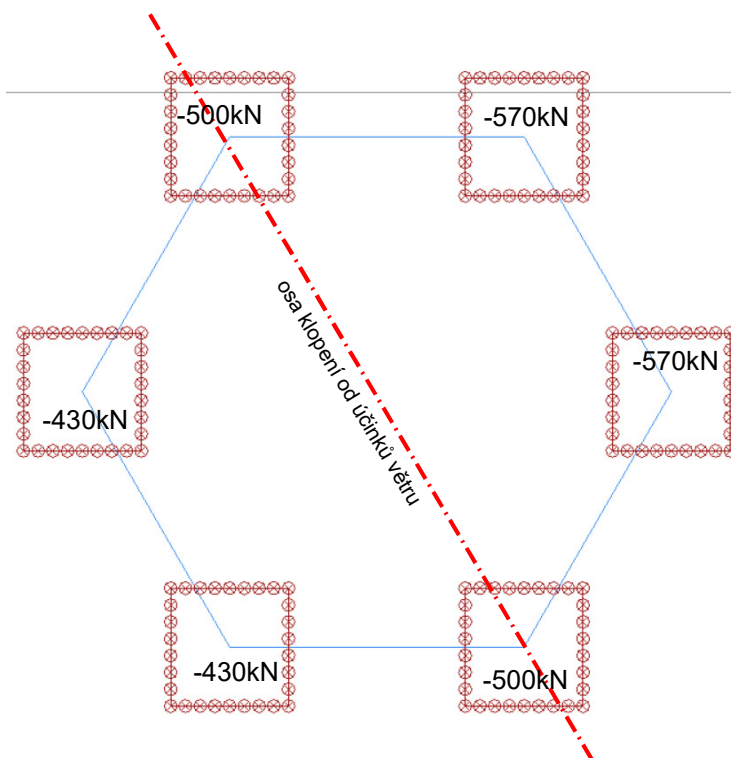


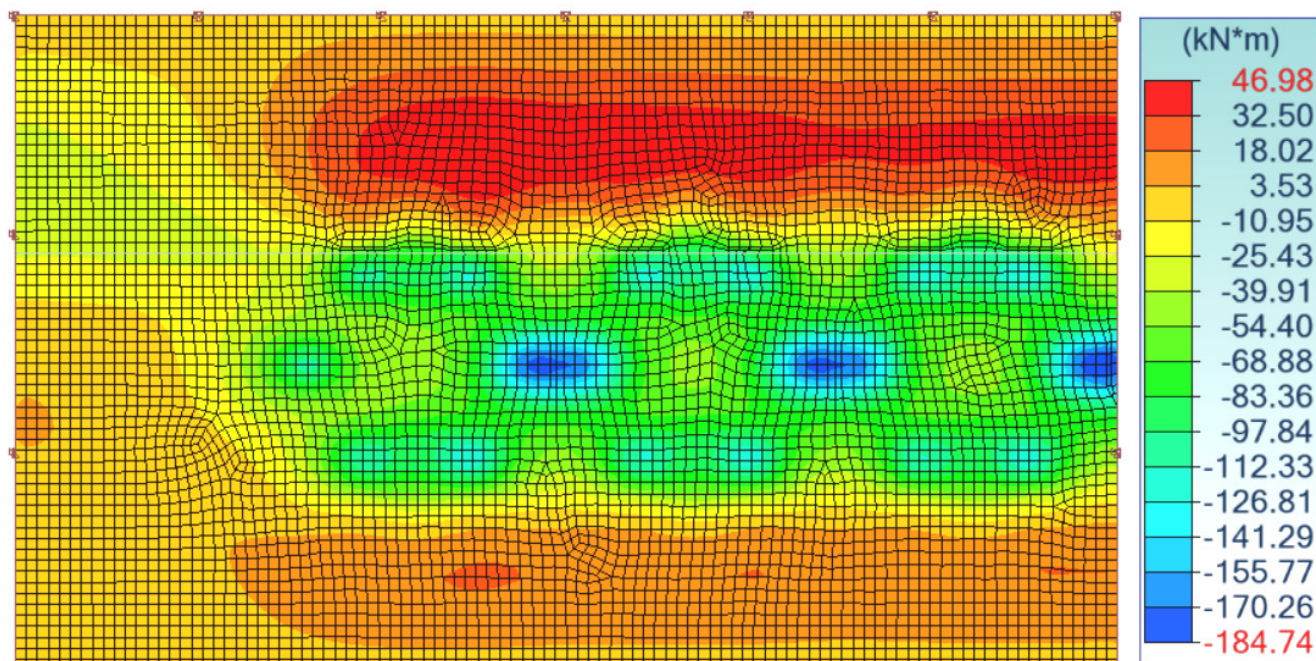
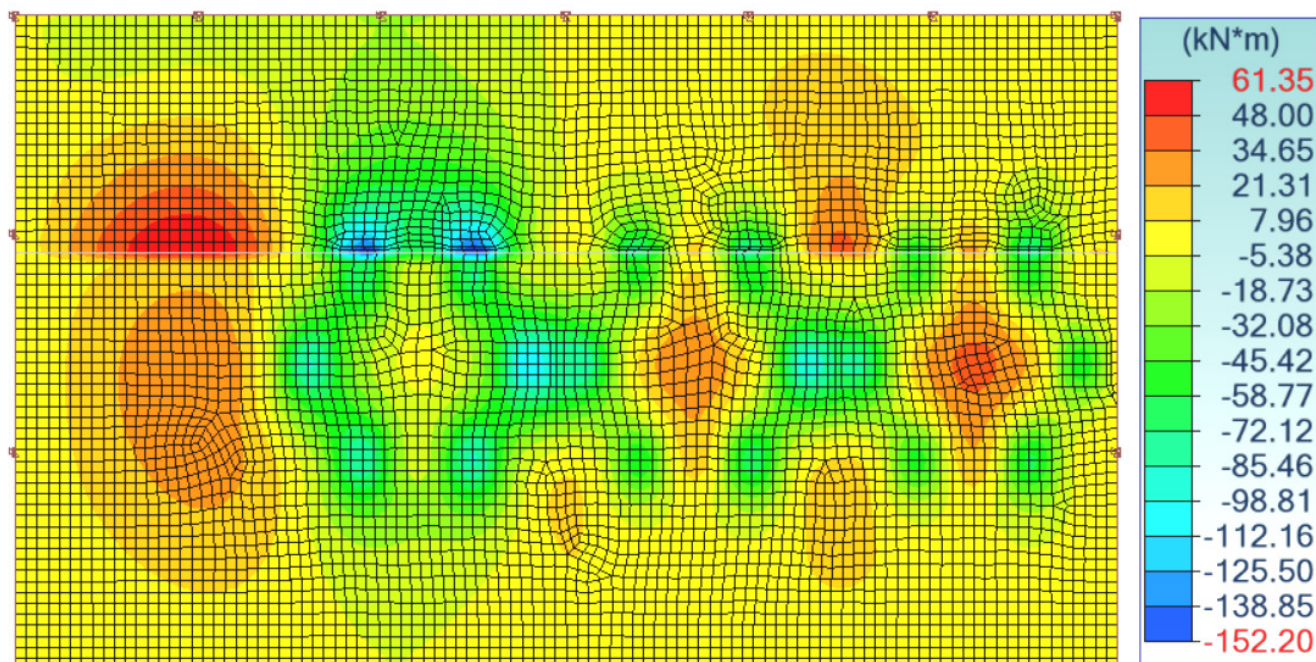
Deska uložena na pružném podloží, tuhost 70 MN/m³. Deska modelována jako výsek s přesahem od nádrží. Osová rozteč nádrží 4,75 m.



Zatížení je rozloženo na 6 roznášecích patek 800x800 mm. Výpočet byl proveden metodou konečných prvků, k redukci momentových špiček byly síly zavedeny jako plošné zatížení působící v na ploše patek 800x800 mm.

Charak. zatížení na jednotlivých podpěrách



Ohybový moment M_{xx} Ohybový moment M_{yy} 

POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍ ZÁKLADOVÉ DESKY

JEDNOSTRANNĚ VYZTUŽENÝ ŽB. PRŮŘEZ (EN 1992-1-1)

Návrhový ohybový moment $M_{Ed} = 185,0 \text{ kNm}$

Materiálová charakteristika:

Beton	C 12/15	$f_{ck} =$	12	$f_{cd} =$	$f_{ck}/\gamma =$	8,00 Mpa
Ocel	10 335	$f_{yk} =$	325	$f_{yd} =$	$f_{yk}/\gamma =$	282,61 Mpa

Průřezová charakteristika:

Šířka průřezu	$b =$	1000 mm	Krytí výztuže (c)	20 mm
Výška průřezu	$h =$	600 mm		
Průměr výztuže	$D =$	20 mm	Další (cx)	0 mm

NÁVRH NOSNÉ VÝZTUŽE 3 Ø 20

I.MS - POSOUZENÍ NA OHYB:Plocha navržené výztuže $A_s = 942 \text{ mm}^2$ $A_{sreq} = 1193 \text{ mm}^2$ $d = h - c - D/2 - cx = 570 \text{ mm}$ účinná výška $z = d - 0,4x = 0,553 \text{ m}$ $x = A_s f_{yd} / 0,8 b f_{cd} = 0,042 \text{ m}$ $M_{Rd} = A_s f_{yd} z = 147,4 \text{ kNm} < M_{Ed} = 185,0 \text{ kNm}$

ÚNOSNOST V OHYBU NEVYHOVUJE

Kontrola stupně vyztužení:

$\rho = A_s/bd = 0,0017 > \rho_{min} = 0,0013$

$\rho^0 = 0,0035$
 $\rho_{max} = 0,0400$

STUPEŇ VYZTUŽENÍ VYHOVUJE

Omezení výšky tlačené části betonu:

 $\xi = x/d = 0,07 < 0,71238938 \text{ (0,45)}$

VYHOVUJE

Výztuž stávající základové desky nevyhovuje. Nádrže nelze na stávající základovou desku uložit bez dalšího konstrukčního opatření. Zvětšování roznášecích patek není účinné.

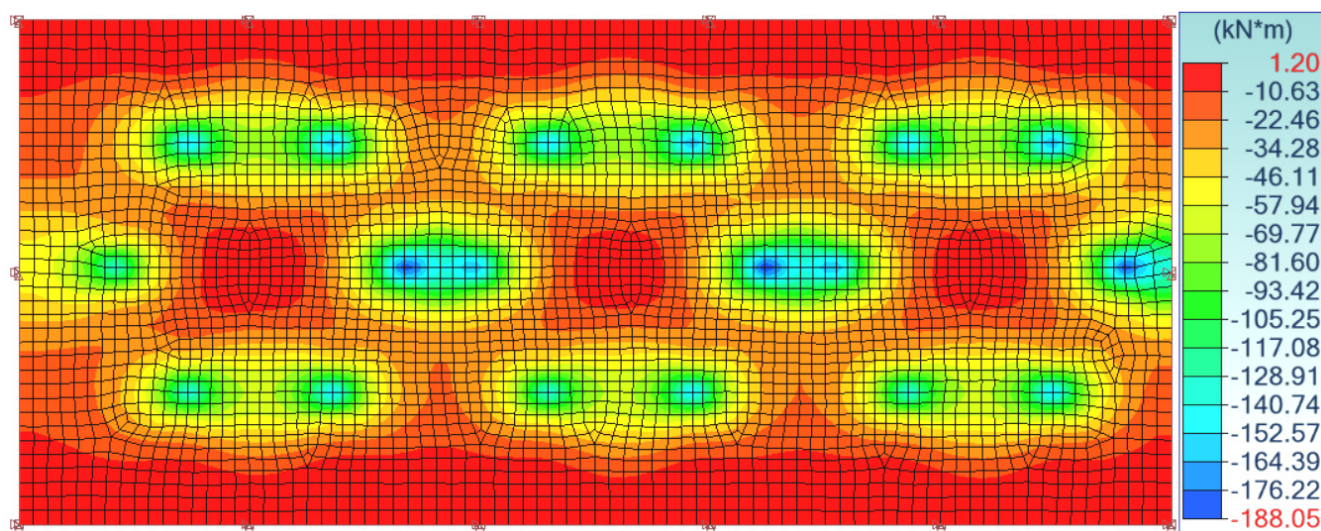
Navrhuji založit nádrže na další vyztuženou desku nabetonovanou na stávající desce, tak aby nedošlo k poškození stávající asfaltové hydroizolace černé vany na tlakovou spodní vodu. Sedání od přetížením činí cca 2mm (je zakládáno na zvětralé žule).

Navrhuji novou desku tl. 400 mm.

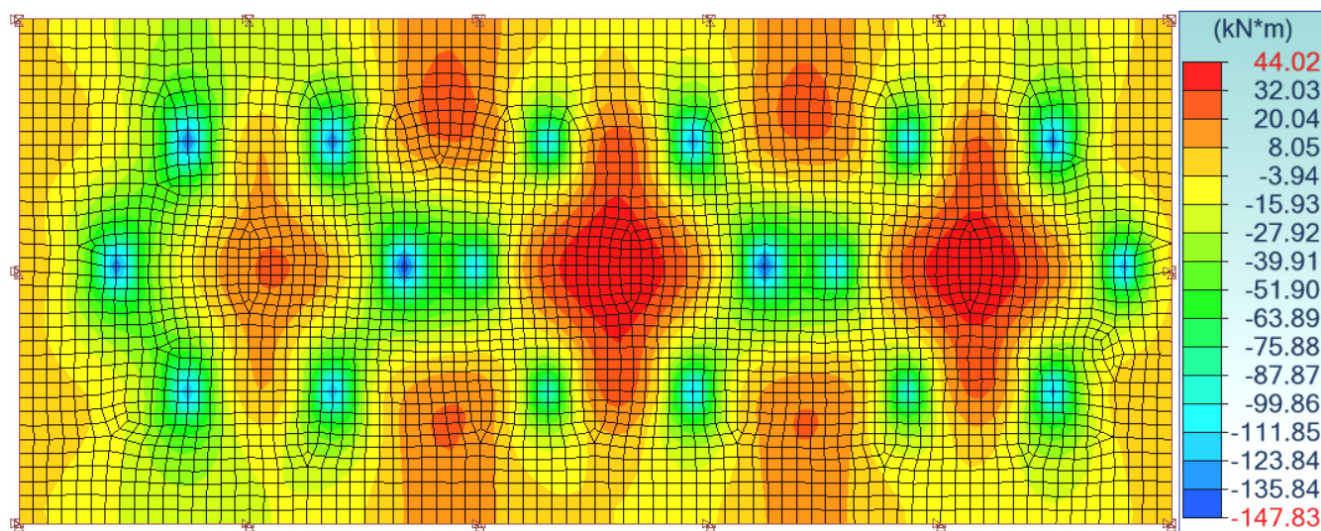
1.3. NÁVRH NOVÉ ZÁKLADOVÉ DESKY

Deska 15x7 m, tl. desky 400 mm, rozmístění nádrží je stejné. Uložení na 6 podpěrách s ocelovou plotnu min. 300x300mm.

Ohybový moment M_{xx}



Ohybový moment M_{yy}



POSOUZENÍ NOVÉ ZÁKLADOVÉ DESKY

JEDNOSTRANNĚ VYZTUŽENÝ ŽB. PRŮŘEZ (EN 1992-1-1)

Návrhový ohybový moment $M_{Ed} = 188,0 \text{ kNm}$

Materiálová charakteristika:

Beton	C 25/30	$f_{ck} =$	25	$f_{cd} =$	$f_{ck}/\gamma =$	16,67 Mpa
Ocel	B500B	$f_{yk} =$	500	$f_{yd} =$	$f_{yk}/\gamma =$	434,78 Mpa

Průřezová charakteristika:

Šířka průřezu	$b =$	1000 mm	Krytí výztuže (c)	30 mm
Výška průřezu	$h =$	400 mm		
Průměr výztuže	$D =$	20 mm	Další (cx)	0 mm

NÁVRH NOSNÉ VÝZTUŽE 4 \emptyset 20

I.MS - POSOUZENÍ NA OHYB:

Plocha navržené výztuže $A_s = 1257 \text{ mm}^2$ $A_{sreq} = 1258 \text{ mm}^2$

$d = h - c - D/2 - cx = 360 \text{ mm}$ účinná výška

$z = d - 0,4x = 0,344 \text{ m}$

$x = A_s f_{yd} / 0,8 b f_{cd} = 0,041 \text{ m}$

$M_{Rd} = A_s f_{yd} z = 187,7 \text{ kNm} < M_{Ed} = 188,0 \text{ kNm}$

ÚNOSNOST V OHYBU NEVYHOVUJE

Kontrola stupně vyztužení:

$\rho = A_s/bd = 0,0035 > \rho_{min} = 0,0014$

$\rho^0 = 0,0050$
 $\rho_{max} = 0,0400$

STUPEŇ VYZTUŽENÍ VYHOVUJE

Omezení výšky tlačené části betonu:

$\xi = x/d = 0,11 < 0,61685824 \text{ (0,45)}$

VYHOVUJE

Plochu výztuže lze v oblasti singularity ohybového momentu zprůměrovat do širšího pruhu. Spodní výztuž prům. 20 á 250 mm vyhoví v obou směrech. Horní výztuž vyhoví na minim. stupeň vyztužení, např. prům. 14 á 250 mm.

Posouzení na protlačení dle EC2:2014 + ETAFaktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1,74$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1,00$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

Minimální únosnost betonu

$$v_{min} = (0,0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 400,0 \text{ kN/m}^2$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 424,8 \text{ kN/m}^2$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 1,200 \text{ m}$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c,max,u0} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 3600,0 \text{ kN/m}^2$$

Únosnost betonu

$$V_{Rd,c,max,u0} = v_{Rd,c,max,u0} \cdot d \cdot u_0 = 1598,4 \text{ kN}$$

Kritický obvod u_{crit}

Kritická vzdálenost (lterace)

$$a_{crit} = 1,1d = 407 \text{ mm}$$

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit} = 3,757 \text{ m}$$

Kontrolovaný průřez

$$A_{crit} = 1,099 \text{ m}^2$$

Působící posouvající síla

$$V_{Ed,red} = (V_{Ed} - q_B \cdot A_{1,1d}) \cdot \beta = 402,8 \text{ kN}$$

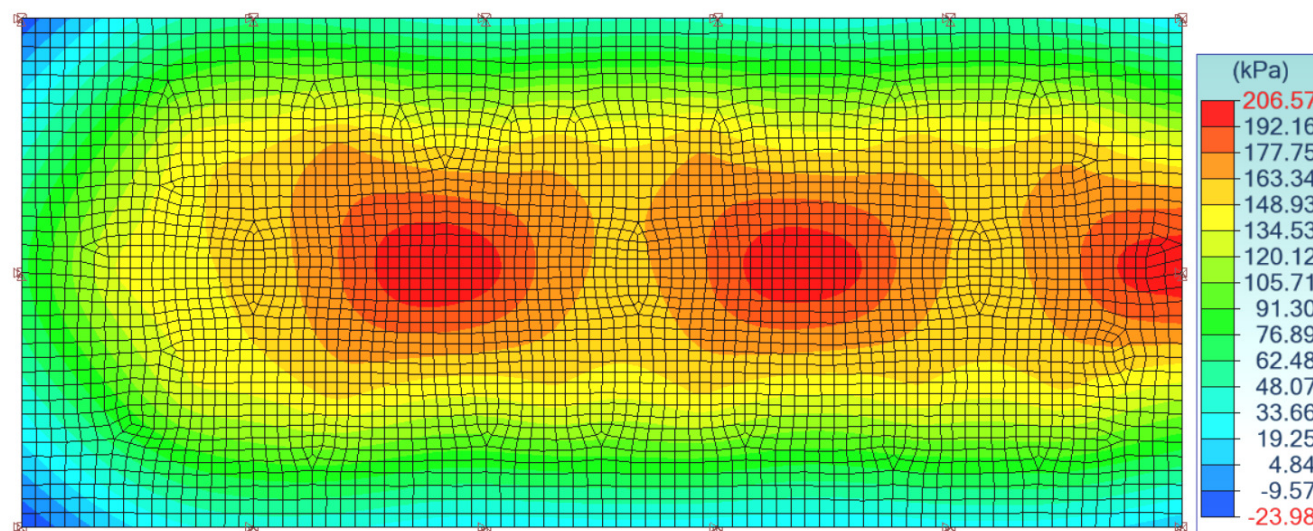
Únosnost betonu

$$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c} \cdot d \cdot u_{1,1d} \cdot 2 \cdot d/a_{1,1d} = 1073,7 \text{ kN}$$

Maximální únosnost

$$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)} \cdot 1,5 = 1610,6 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,red} = 402,8 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,crit} = 1073,7 \text{ kN}$$

Výztuž proti protlačení není nutná!**Kontaktní napětí pod deskou**

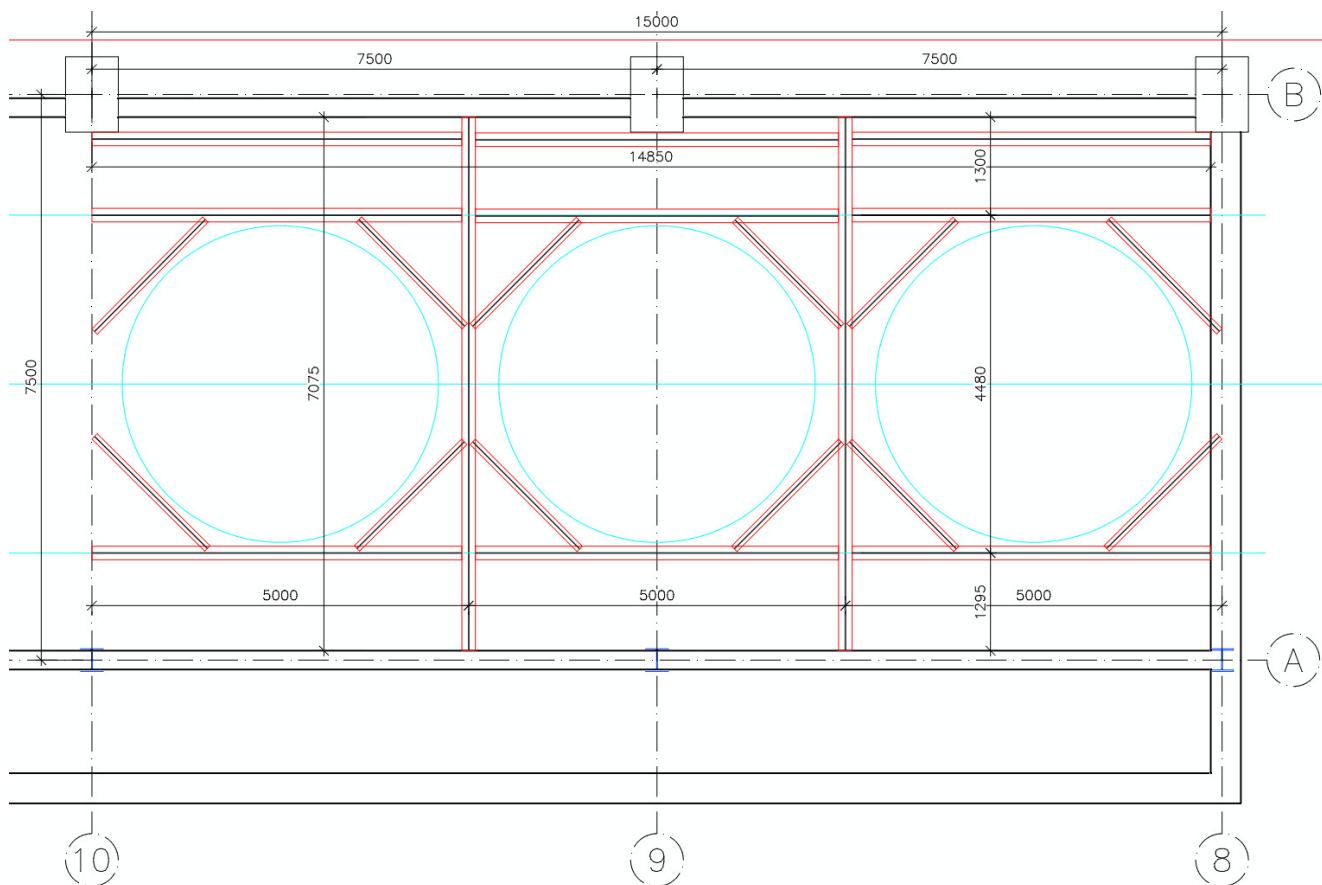
Vyhovuje neboť je založeno na zvětralé žule.

2. NOVÁ STŘECHA KOLEM NÁDRŽÍ NA ÚROVNI +7,50M

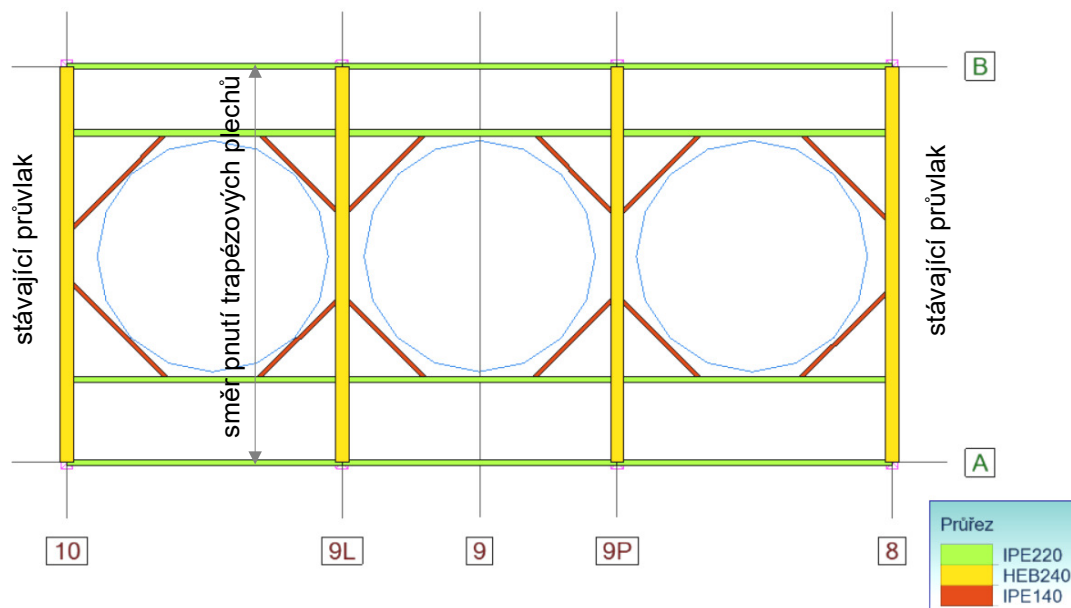
2.1. SCHÉMA KONSTRUKCE

Nosná roštová konstrukce z ocelových nosníků IPE a HEB (stávající nosníky demontovány), záklop trapézový plech + beton vyztužený. Přípoje nosníků kloubové. Nosníky jsou zajištěny proti ztrátě stability při ohybu.

Půdorys nové ocelové konstrukce střechy:



navržené profily



2.2. ZATÍŽENÍ

stanoveno dle norem ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1

ZATÍŽENÍ STŘECH

Sklon $\alpha = 3^\circ$	ZATÍŽENÍ STŘECHY						
A) STÁLÉ	[m]	[kN/m ³]		Charakteristické [kN/m ²]	γ_F	Návrhové [kN/m ²]	
1. VLASTNÍ TÍHA KONST.					1,35		
fólie (asfalt)	-	-	$g_1 =$	0,05			0,07
tepelná izolace	-	-	$g_2 =$	0,20			0,27
trapézový plech + beton 100 mm	-	-	$g_3 =$	2,60			3,51
ocelová konstrukce (generována automaticky)	-	-	$g_4 =$				
rezerva na zavěšení inž. sítí	-	-	$g_5 =$	0,50			0,68
Celkem			$g_k =$	3,35		$g_d =$	4,52

B) PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

1. SNÍH					1,5		
IV. Sněhová oblast	$s_k =$	2,00					
Sklon 3° + návěj	$\mu_w =$	1,86			dle 5.3.6 EN 1991-1-3		
délka návěje $l_s = 5,0$ m	$C_e =$	1,00					
	$C_t =$	1,00					
			$q_{k,1} =$	3,72		$q_{d,1} =$	5,58

2. UŽITNÉ					1,5		
kategorie H - střecha nepřístupná			$q_{k,2} =$	0,75		$q_{d,2} =$	1,13

PRO ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKU	$b_0 =$	1,000	[m]	[kN/m']	[kN/m']
A.1. STÁLÉ				3,35	4,52
B.1. SNÍH (na půdorysný průmět)				3,72	5,58
B.2. UŽITNÉ (na půdorysný průmět)				0,75	1,13

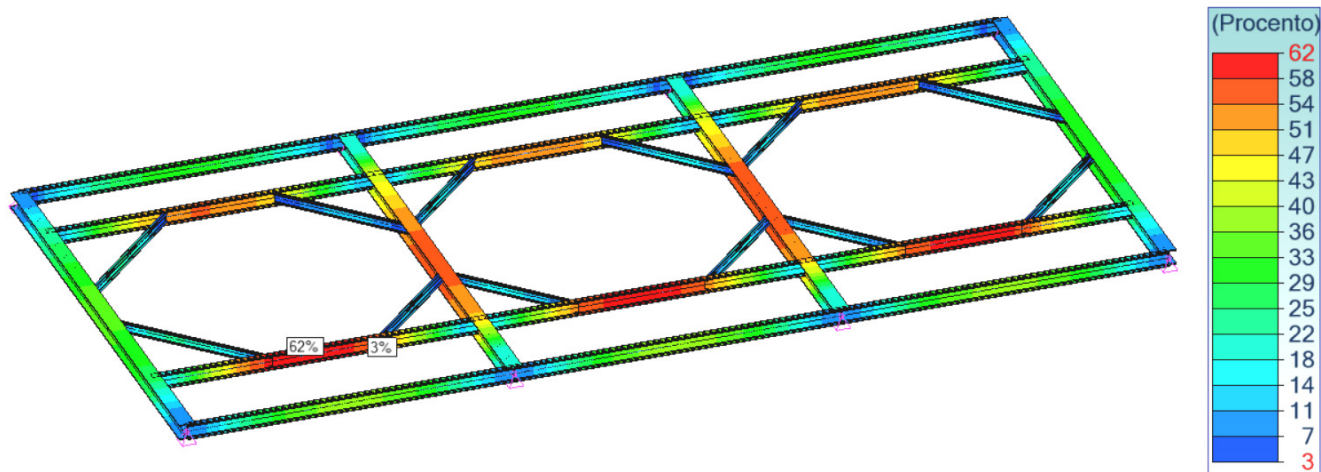
KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO I.MS - A.1.stálé + B.1.sníh

	navrhované hodnoty zatížení kombinace STR/GEO (Soubor B)			kombinační součinitelé		
	$\psi_{0,1}$	$\psi_{0,2}$		$\psi_{0,1}$	$\psi_{0,2}$	[kN/m']
1) $g_d + q_{d,1} \times \psi_{0,1} + q_{d,2} \times \psi_{0,2}$	4,52	2,79	0,00	0,5	0	7,31
2) $0,85 \times g_d + q_{d,1} + q_{d,2} \times \psi_{0,2}$	3,84	5,58	0,00		0	9,42

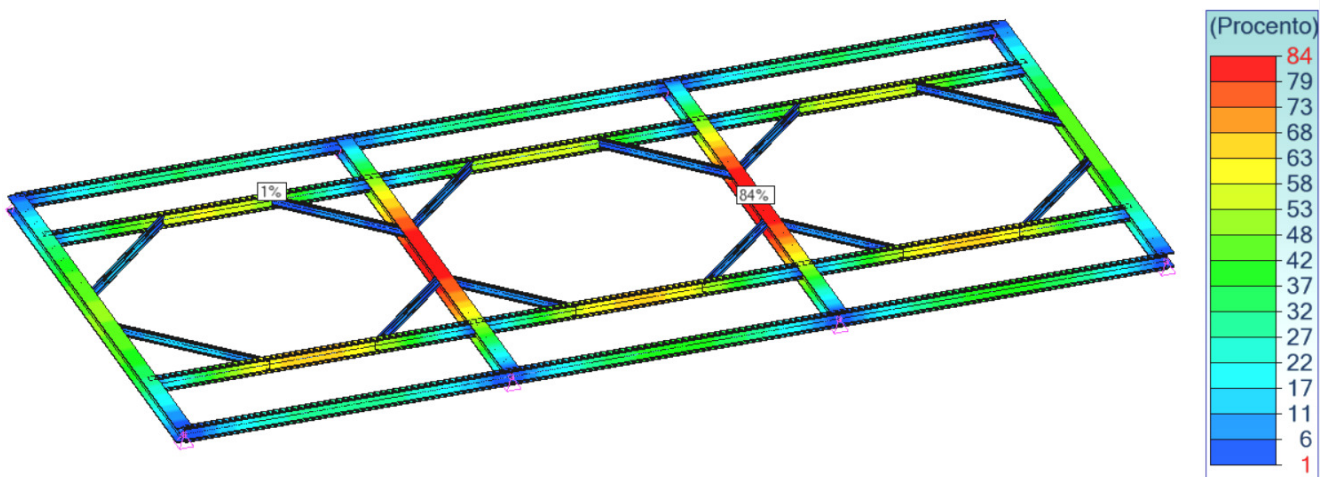
KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO I.MS - A.1.stálé + B.2.užitné

	navrhované hodnoty zatížení kombinace STR/GEO (Soubor B)			kombinační součinitelé		
	$\psi_{0,1}$	$\psi_{0,2}$		$\psi_{0,1}$	$\psi_{0,2}$	[kN/m']
1) $g_d + q_{d,1} \times \psi_{0,1} + q_{d,2} \times \psi_{0,2}$	4,52	0,79	0,00	0,7	0	5,31
2) $0,85 \times g_d + q_{d,1} + q_{d,2} \times \psi_{0,2}$	3,84	1,13	0,00		0	4,97

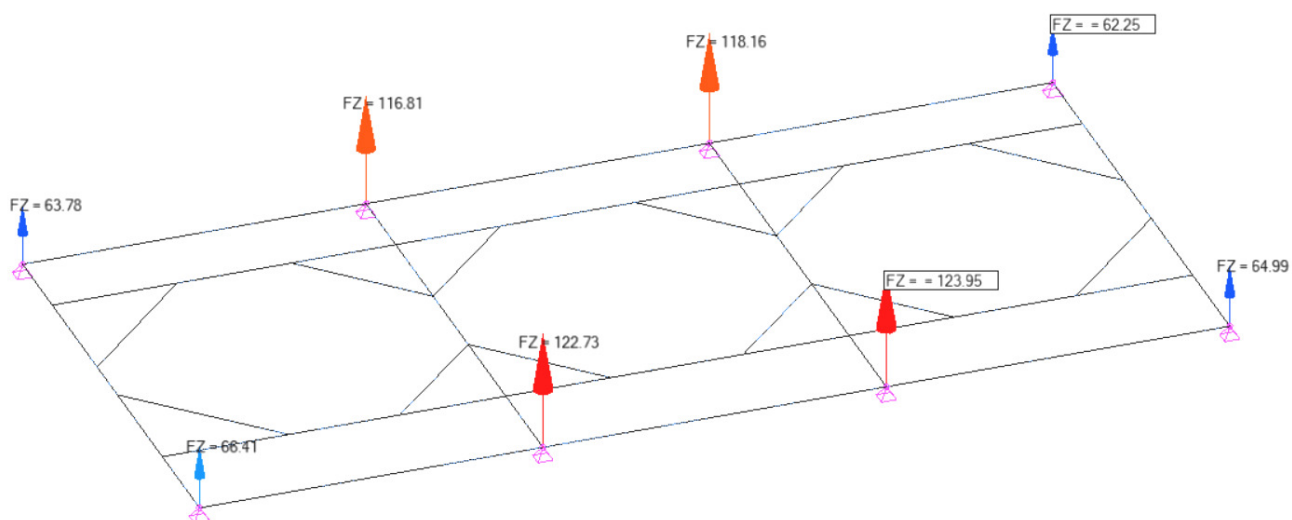
stupeň využití v I.MS:



stupeň využití v II.MS:



reakce v podporách:



2.4. POSOUZENÍ REPREZENTATIVNÍCH PRVKŮ KONSTRUKCE

2.4.1 NOVÉ PRŮVLAKY - HEB 240

1) Průřez	
Tvar	HEB240
Rozměry(mm)	$h = 240.00$ $b = 240.00$ $t_w = 10.00$ $t_f = 17.00$ $r = 21.00$ $r_1 = 0.00$
Průřezy(mm ²)	Plocha = 10600.00 $A_{vy} = 8680.00$ $A_{vz} = 3324.00$
Momenty setrvačnosti(mm ⁴)	$I_t = 1.027e+06$ $I_y = 1.126e+08$ $I_z = 3.923e+07$
Momenty setrvačnosti(mm ⁶)	$I_w = 4.87717e+11$
Moduly(mm ³)	$W_{ply} = 1.053e+06$ $W_{plz} = 498400$
Materiál	S235 $E = 2.1e+08$ kPa $N_u = 0.3$ $G = 8.08e+07$ kPa
Třída	$f_y = 235000.00$ kPa $f_u = 360000.00$ kPa
2) Průhyb	
1. kritérium	Průhyby prvků: y : neprovedeno (-) z : Stav č. 104 : $1x[1\text{ G}]+1x[2\text{ S}]$, Uzel č. 15.36 3/4 $L/304 < L/250$ (82 %)
2. kritérium	Průhyby prvků: y : neprovedeno (-) z : Stav č. 103 : $1x[2\text{ S}]$, Uzel č. 15.36 3/4 $L/629 < L/400$ (64 %)
3) Únosnost průřezů	
Tah Tlak (6.2.3)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($F_x = 0$)
Smyk ve směru Y (6.2.6)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($F_y = 0$)
Smyk ve směru Z (6.2.6)	Stav č. 102 : $1.35x[1\text{ G}]+1.5x[2\text{ S}]$, Uzel č. 15.72 4/4 Průřez : Třída 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{\epsilon}{\eta}$ (6.22) : $16.40 < 72.00$ $F_{z,Ed} < V_{z,pl,Rd}$: $84.01 < 450.99$ kN (19 %)
Ohyb okolo Y-Y (6.2.5)	Stav č. 102 : $1.35x[1\text{ G}]+1.5x[2\text{ S}]$, Uzel č. 15.31 0/4 Průřez : Třída 1 $M_{y,Ed} < M_{y,c,Rd}$: $140.08 < 247.46$ kN*m (57 %)
Ohyb okolo Z-Z (6.2.5)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($M_z = 0$)
Ohyb Y-Y a normálová síla (6.2.9)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($F_x = 0$)
Ohyb Z-Z a normálová síla (6.2.9)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($M_z = 0$)
Ohyb okolo Y-Y a smyk ve směru Z (6.2.8)	Stav č. 102 : $1.35x[1\text{ G}]+1.5x[2\text{ S}]$, Uzel č. 15.1 4/4 Průřez : Třída 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 82.11 kN < 225.50 kN Podmínka 6.2.8(2) splněna. Posouzení není dokončené. $0.00000 < 1$ (0 %)

2.4.2 STROPNICE - IPE 220

1) Průřez

Tvar	IPE220
Rozměry(mm)	$h = 220.00$ $b = 110.00$ $t_w = 5.90$ $t_f = 9.20$ $r = 12.00$ $r_1 = 0.00$
Průřezy(mm ²)	Plocha = 3337.00 $A_{vy} = 2200.41$ $A_{vz} = 1588.08$
Momenty setrvačnosti(mm ⁴)	$I_t = 90700$ $I_y = 2.772e+07$ $I_z = 2.049e+06$
Momenty setrvačnosti(mm ⁶)	$I_w = 2.27627e+10$
Moduly(mm ³)	$W_{ply} = 285400$ $W_{plz} = 58110$
Materiál	S235 $E = 2.1e+08$ kPa $\nu = 0.3$ $G = 8.08e+07$ kPa
Třída	$f_y = 235000.00$ kPa $f_u = 360000.00$ kPa

2) Průhyb

1. kritérium	Průhyby prvků: y : neprovedeno (-) z : Stav č. 104 : 1x[1 G]+1x[2 S], Uzel č. 20.25 4/4 $L/381 < L/250$ (66 %)
2. kritérium	Průhyby prvků: y : neprovedeno (-) z : Stav č. 103 : 1x[2 S], Uzel č. 20.25 4/4 $L/752 < L/400$ (53 %)

3) Únosnost průřezů

Tah Tlak (6.2.3)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($F_x = 0$)
Smyk ve směru Y (6.2.6)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($F_y = 0$)
Smyk ve směru Z (6.2.6)	Stav č. 102 : 1.35x[1 G]+1.5x[2 S], Uzel č. 20.1 0/4 Průřez : Třída 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{\epsilon}{\eta}$ (6.22) : $30.10 < 72.00$ $F_{z,Ed} < V_{z,pl,Rd}$: $35.70 < 215.47$ kN (17 %)
Ohyb okolo Y-Y (6.2.5)	Stav č. 102 : 1.35x[1 G]+1.5x[2 S], Uzel č. 20.24 4/4 Průřez : Třída 1 $M_{y,Ed} < M_{y,c,Rd}$: $41.39 < 67.07$ kN*m (62 %)
Ohyb okolo Z-Z (6.2.5)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($M_z = 0$)
Ohyb Y-Y a normálová síla (6.2.9)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($F_x = 0$)
Ohyb Z-Z a normálová síla (6.2.9)	Stav č. -, Uzel č. -, neprovedeno (-) ($M_z = 0$)
Ohyb okolo Y-Y a smyk ve směru Z (6.2.8)	Stav č. 102 : 1.35x[1 G]+1.5x[2 S], Uzel č. 20.1 4/4 Průřez : Třída 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 33.84 kN < 107.73 kN Podmínka 6.2.8(2) splněna. Posouzení není dokončené. $0.00000 < 1$ (0 %)

