

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



Ventilátorová chladicí věž

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2016

Bc. Anna Vintrlíková



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Vintrlíková</u>	Jméno: <u>Anna</u>	Osobní číslo: <u>361070</u>
Zadávací katedra: <u>K134</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Ventilátorová chladicí věž</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Cooling tower</u>	
Pokyny pro vypracování: Návrh ocelové konstrukce chladicí věže, vybraných detailů. Výkresová dokumentace (dizpoziční výkresy, detaily). Technická zpráva.	
Seznam doporučené literatury: Návrh konstrukce bude proveden podle platných evropských norem, zejména EN 1991, EN 1993.	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Michal Jandera</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>24.2.2016</u> Termín odevzdání diplomové práce: <u>20.5.2016</u>	
<hr/>	<hr/>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
<hr/>	<hr/>
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá statickým posudkem ocelové konstrukce ventilátorové chladicí věže. Statický posudek byl zpracován pro všechny prvky ocelové konstrukce a vybrané detaily, přičemž bylo využito korozivzdorné oceli. Centrální příhradový sloup je zatížený vynuceným kmitáním od ventilátoru a motoru, což je ve výpočtech zahrnuto. Návrh chlazení(chladicí vestavby) není předmětem této práce.

## **Klíčová slova**

korozivzdorná ocel; chladicí věž; nosná konstrukce

## **Abstract**

This thesis deals with structural design of a steel fan cooling tower. All structural elements and selected details were designed and stainless steel was used. A central lattice column is loaded by forced vibration of the fan and the motor which is considered in the calculation. A design of cooling system equipment isn't part of this thesis.

## **Keywords**

stainless steel; cooling tower; load-bearing structure

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité, informační zdroje.

V Praze dne 29.5.2016

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat panu Ing. Michalu Janderovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, připomínky, rady a podněty při zpracování této práce.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



Ventilátorová chladicí věž

DIPLOMOVÁ PRÁCE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

2016

Bc. Anna Vintrlíková

## Obsah

1. Úvod .....	3
2. Projektové podklady, technické normy a použitý software.....	3
2.1. Projektové podklady .....	3
2.2. Technické normy .....	3
2.3. Použitý software.....	4
3. Identifikační údaje stavby .....	4
4. Zatížení .....	4
4.1. Vlastní tíha.....	5
4.1.1. VLASTNÍ TÍHA NAMODELOVANÝCH KONSTRUKCÍ .....	5
4.1.2. VLASTNÍ TÍHA TECHNOLOGICKÉHO VYBAVENÍ VĚŽE.....	5
4.2. Zavodnění rozvodu vody a chladicí výplně.....	6
4.2.1. CHLADICÍ VÝPLŇ .....	6
4.2.2. ROZVOD VODY.....	6
4.3. Užité zatížení vestavby a střešní konstrukce při montáži a při provozu .....	7
4.4. Klimatická zatížení .....	7
4.4.1. ZATÍŽENÍ SNĚHEM .....	7
4.4.2. ZATÍŽENÍ VĚTREM.....	7
4.5. Svislá síla v ose ventilátoru vyvolaná sáním vzduchu .....	7
4.6. Zatížení vynuceným kmitáním ventilátoru.....	7
4.7. Zatížení při havárii lopatky ventilátoru .....	8
5. Popis chladicí věže.....	8
6. Popis konstrukce .....	9
6.1. Základní prvky nosné konstrukce .....	9
6.1.1. SLOUPY .....	9
6.1.2. PŘÍČLE.....	9
6.1.3. PŘÍČNÁ SVISLÁ ZTUŽIDLA .....	10
6.1.4. PODÉLNÁ SVISLÁ ZTUŽIDLA.....	10
6.1.5. VODOROVNÁ ZTUŽIDLA .....	10
6.1.6. NOSNÍKY CHLADICÍ VÝPLNĚ (+4,600m) .....	10
6.1.7. NOSNÍKY ROZVODU VODY (+6,900m).....	10
6.1.8. NOSNÍKY ELIMINÁTORŮ (+10,000m) .....	10
6.1.9. PAŽDÍKY .....	10

6.1.10. PŘÍHRADOVÝ SLOUP.....	11
6.2. Spoje.....	11
6.2.1.PŘÍPOJ PŘÍČLE NA SLOUP .....	11
6.2.2. KLOUBOVÁ PATKA.....	11
6.2.3. KLOUBOVÁ PATKA SE ZTUŽIDLEM.....	11
6.2.4. PŘÍPOJ ZTUŽIDLA .....	11
6.2.5. PŘÍHRADOVÝ SLOUP- PŘÍPOJ DIAGONÁLY NA SLOUP.....	11
6.3. Ostatní konstrukce .....	11
6.3.1. OBVODOVÝ PLÁŠŤ .....	11
6.3.2. STŘEŠNÍ PLÁŠŤ.....	12
7. Materiál.....	12
8. Povrchové úpravy.....	12
9. Výroba a montáž .....	12
10. Požární ochrana.....	13
11. Bezpečnost práce .....	13



## 1. Úvod

Technická zpráva se zabývá stavebně konstrukční řešením ventilátorové chladicí věže. Ventilátorová chladicí věž je chladicí věž s nuceným tahem (tah vzduchu je zajištěn ventilátorem). Pro vypracování diplomové práce předpokládám umístění chladicí věže v areálu průmyslového podniku v Dolní Rožínce. Tato technická zpráva je součástí dokumentace nosné ocelové konstrukce. Další součástí této dokumentace je statický výpočet a dispoziční výkresy ocelových konstrukcí- půdorysy a řezy- podrobně je to uvedené v seznamu dokumentace.

## 2. Projektové podklady, technické normy a použitý software

### 2.1. Projektové podklady

- Trojfázové asynchronní motory řady PHM a PMT, doc. 09-049-0, rev. 09-04-16, VUES Brno s.r.o.

- Fan impeller, Technical documentation, Fan impeller Type: WO 7920-5-(1HS), Wentylatory Wentech sp. Z o.o., Imielin, Polsko, 01/2016

- Fan stack, Technical documentation, Fan stack Type: DD6000x3650, Wentylatory Wentech sp. Z o.o., Imielin, Polsko, 07/2014

-Leták s technickými informacemi- Rozstříkovací tryska, typ REKO 01

-Leták s technickými informacemi- Aerodynamický odlučovač kapek, typ AOK- REKO

-Leták s technickými informacemi- Chladicí výplň, typ REKO 20R

### 2.2. Technické normy

-ČSN EN 1991-1-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

-ČSN EN 1991-1-3 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

-ČSN EN 1991-1-4 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

-ČSN EN 1993-1-1 – Eurokód 3: navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla

-ČSN EN 1993-1-4 – Eurokód 3: navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-4: Obecná pravidla- Doplnující pravidla pro korozivzdorné oceli

-ČSN EN 1993-1-4 ZMĚNA A1 – Eurokód 3: navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-4: Obecná pravidla- Doplňující pravidla pro korozivzdorné oceli

- ČSN EN 1993-1-8- Eurokód 3: navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

-ČSN 730032- Výpočet stavebních konstrukcí zatížených dynamickými účinky strojů

-ČSN 011410- Jakost vyvážení tuhých rotorů

### **2.3. Použitý software**

- SCIA Engineer, rel. 2015, program na výpočet deformací a vnitřních sil MKP a na dimenzování stavebních konstrukcí

-Hilti PROFIS Anchor Application

-Autocad2016

### **3. Identifikační údaje stavby**

Název stavebního objektu: Ventilátorová chladicí věž

Místo stavby: Dolní Rožínka

Okres: Žďár nad Sázavou

Kraj: Vysočina

Vypracoval: Bc. Anna Vintrlíková

Blažkov 58

59251 Dolní Rožínka

### **4. Zatížení**

Při návrhu a posouzení nosných konstrukcí bylo použito platných norem soustavy ČSN EN ( viz. kapitola 2.2.). Zavedené zatížení a vnější vlivy jsou popsáno níže.

Limitní hodnoty pro posouzení mezního stavu použitelnosti pro konstrukci chladicí věže nejsou známy, takže pro tento posudek jsem zvolila hodnoty doporučené pro obytné budovy.

## 4.1. Vlastní tíha

### 4.1.1. VLASTNÍ TÍHA NAMODELOVANÝCH KONSTRUKCÍ

Vlastní tíha namodelovaných konstrukcí je generována automaticky v programu SCIA Engineer podle zadané geometrie a objemové tíhy. Objemová hmotnost kompozitního difuzoru je  $1800\text{kg/m}^3$ , ocelových prvků je  $7850\text{kg/m}^3$ . Motor má hmotnost 3280kg a je namodelovaný jako tyč průměru 1,13m a výšky 0,98m. Vlastní hmotnost náhradního materiálu je:

$$g = 3280 / (\pi \times 1,13^2 / 4) / 0,98 = 3337,3\text{kg/m}^3.$$

-charakter zatížení je: stálá

### 4.1.2. VLASTNÍ TÍHA TECHNOLOGICKÉHO VYBAVENÍ VĚŽE

-charakter zatížení je: stálá

#### 4.1.2.1. Chladicí výplň

-chladicí bloky REKO 20 R:  $g = 24\text{kg/m}^3$

$h = 1,5\text{m}$  (výška chladicí výplně)

#### 4.1.2.2. Rozvod vody

-PVC trubky, DN150:  $4,2\text{kg/m}$  trubky

-tryska:  $0,2\text{kg}$

-ocelová trubka DN700:  $\varnothing 711/10$   $172,7\text{kg/m}$  trubky

-kompozitní rošty lávek Moulded Grating ( $h=38\text{mm}$ ):  $18,6\text{kg/m}^2$

#### 4.1.2.3. Eliminátory

- bloky eliminátorů typu AOK-REKO:  $13\text{kg/m}^2$

#### 4.1.2.4. Úroveň střechy

-lístkový plech, tl.5mm:  $42\text{kg/m}^2$

#### 4.1.2.5. Difuzor

Difuzor DD6000x3650 je složen ze 14 kompozitových dílů s parametry:

-světlý průměr v nejužším místě:  $6000\text{mm}$

-průměr v ose kotevních šroubů:  $6530\text{mm}$

-světlý průměr v nejvyšším místě:  $6420\text{mm}$

-výška difuzoru:  $3650\text{mm}$

-tíha 1 standardního dílu:  $90\text{kg}$

-průměrná tloušťka dílu: 10mm

#### 4.1.2.6. Svislé opláštění

- trapézový plech TR35/207 tl. 0,63mm: 6,1kg/m<sup>2</sup> ( vlastní tíha pláště i s kotvenými šrouby)

#### 4.1.2.7. Motor

Motor je trojfázový asynchronní, označení: PMH125-180D, pomaluběžný s počtem otáček 184/ 92 (tj. 3,06/1,5Hz). Motor je určený k přímému nasazení axiálního ventilátoru bez použití převodovky.

-hmotnost: g= 3280kg

#### 4.1.2.8. Ventilátor

Ventilátor je typu WENTECH WO 7920-5-(1HS). Ventilátor je umístěn na svislou hřídel vyčnívající z vrchu motoru. Nejdůležitější parametry pro výpočet:

-rychlost rotace nominální/minimální/maximální: 180RPM= 3Hz/0/194RPM= 3,23Hz

-vlastní frekvence vrtule: 9,6Hz

-počet lopatek: 5

-průměr ventilátoru: 7,92m

-vnitřní průměr difuzoru v místě lopatek: 8m

-tíha ventilátoru: 638,9kg

-moment setrvačnosti ventilátoru: 1584,9kgm<sup>2</sup>

-svislá osová síla vyvolaná sáním ventilátoru: 9,271kN

-radiální zatížení při havárii lopatky: 42,234kN

-zbytková síla nevyváženosti (G 6,3): 0,0759kN

### 4.2. Zavodnění rozvodu vody a chladicí výplně

-charakter zatížení je: proměnné dlouhodobé

#### 4.2.1. CHLADICÍ VÝPLŇ

-zatížení výplně vodou a nečistotami:  $\rho = 75\text{kg/m}^3$

$h = 1,5\text{m}$  (výška chladicí výplně)

#### 4.2.2. ROZVOD VODY

-PVC trubky, DN150-voda v celém profilu: 17kg/m' trubky

-ocelová trubka DN700:  $\varnothing 711/10$

375kg/m'potrubí

#### **4.3. Užité zatížení vestavby a střešní konstrukce při montáži a při provozu**

-charakter zatížení je: proměnné krátkodobé

-úroveň chladicího systému, rozvodu vody a eliminátorů:  $q = 0,75 \text{ kN/m}^2$

-úroveň střešní desky:  $q = 2,5 \text{ kN/m}^2$

#### **4.4. Klimatická zatížení**

##### **4.4.1. ZATÍŽENÍ SNĚHEM**

Zatížení sněhem na střeše stanovím podle ČSN EN 1991-1-3 pro

-sněhová oblast IV:  $s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

-typ krajiny- chráněná:  $C_e = 1,2$

Tvarové součinitele pro zatížení sněhem jsem stanovila jako zatížení pro střechy sousedící a přiléhající k vyšším stavbám, kvůli umístění difuzoru na úrovni střechy.

Se zatížením sněhem na střechu uvažuji hlavně z důvodu, že chladicí věž může být v zimním období v odstávce. Pokud je chladicí věž provozovaná v zimě, tak uvnitř vzniká takové teplo, že by případný sníh na střeše roztál.

##### **4.4.2. ZATÍŽENÍ VĚTREM**

Zatížení větrem jsem stanovila podle ČSN EN 1991-1-4 pro:

-III oblast-podle mapy větrových oblastí, pro tuto lokalitu je základní rychlost větru  $27,5 \text{ m/s}$

-kategorii terénu III

-základní tlak větru

#### **4.5. Svislá síla v ose ventilátoru vyvolaná sáním vzduchu**

-charakter zatížení je: proměnné krátkodobé

-svislá síla působí ve směru gravitace, jako reakce v důsledku sání vzduchu

-její hodnotu uvádí výrobce  $9,271 \text{ kN}$

#### **4.6. Zatížení vynuceným kmitáním ventilátoru**

-charakter zatížení je: proměnné dynamické, harmonické kmitání

Motor a ventilátor jsou umístěny na příhradovém sloupu, který je posouzen na účinky vynuceného kmitání. Budicí síly vznikají od motoru i od ventilátoru. Velikost budicí síly od ventilátoru je uvedena v technickém listu ventilátoru. Její hodnota je  $75,9 \text{ N}$ .

Velikost budicí síly od motoru není v technickém listu uvedena, proto ji odhadnu podle normy ČSN 011410. Frekvence budicích sil je 3,06Hz.

Zatížení od budicí síly motoru zavedu do středu tyče modelující motor. V případě ventilátoru zavedu budicí sílu do koncového bodu hřídele vyčnívající z motoru, do předpokládaného těžiště ventilátoru.

Pro výpočet amplitudy kmitání jsem zatížení zavedla s log. dekrementem útlumu a to v hodnotě 0,05 (pro ocelové konstrukce).

#### **4.7. Zatížení při havárii lopatky ventilátoru**

-charakter zatížení je: proměnné dynamické, harmonické kmitání

Pro návrh příhradového sloupu je nutno počítat s případnou havárií lopatky ventilátoru. Tuto havarijní sílu stanovuje výrobce v hodnotě 42,234kN (dle technického listu výrobku). Pro zatěžovací stav při havárii lopatky budu uvažovat i budicí sílu od motoru se stejnou frekvencí a o stejné síle jako v 4.6.

Zatížení při havárii lopatky ventilátoru zavedu do koncového bodu hřídele vyčnívající z motoru, stejně jako v případě budicí síly od ventilátoru.

## **5. Popis chladicí věže**

Návrh chlazení není předmětem diplomové práce, ale princip chlazení přiváděné vody je přesto stručně popsán níže.

Voda pro ochlazení je do věže přiváděna pomocí ocelového přívodního potrubí. To tvoří potrubí DN700. Jednotlivé buňky mají vlastní přívodní potrubí. Na přívodní potrubí jsou navařeny nátrubky k nasazení potrubí rozvodu vody. Rozvodné potrubí je navrženo z PVC trubek a jeho úkolem je rozvést vodu po ploše chladicí věže. Na spodní části potrubí jsou umístěny trysky, které rozstříknou vodu na bloky chladicí výplně, které se nachází pod nimi. Při průchodu těmito bloky je voda ochlazená vzduchem, který proudí z nasávacích otvorů. Vzduch je do buněk vháněn pomocí ventilátoru (chladič věž s nuceným tahem). Takto ochlazená voda dopadá do bazénu ochlazované vody. Z tohoto bazénu je odváděna odtokovým objektem, ve kterém jsou umístěny česla a síta pro zachycení nečistot.

Pro omezení ztráty vody vypařováním jsou nad rozvodem vody umístěny eliminátory, které tuto ztrátu redukuje.

Pro kontrolu chladicí technologie je na přívodním potrubí umístěna revizní lávka. Na tuto lávku se sestupuje žebříkem ze střechy věže a také se z ní dá vystoupit na plošinu u motoru, pro zajištění možnosti jeho kontroly a seřízení.

Přístup na střechu chladicí věže je zajištěn žebříkem umístěným na obvodové (kratší) straně věže.

## 6. Popis konstrukce

Navrhovaná ventilátorová chladicí věž je tvořena 3 chladicími buňkami. Čistý půdorysný návrh jedné buňky je 13x13m a při umístění buněk v jedné řadě je půdorys chladicí věže 13x29m, tedy 377m<sup>2</sup>. Chladicí věž má tvar kvádrů na jejíž horní straně vystupují tři válcové difuzory, ve kterých jsou umístěny ventilátory. Difuzory přesahují rovinu střechy o 3,65m. Pod úrovní terénu se nachází bazén ochlazené vody, který má stejný půdorysný rozměr jako chladicí věž. Nádrž je pravouhlá, železobetonová s hloubkou 2,0m. Návrh betonové nádrže není předmětem této práce.

Na podélných stěnách chladicí věže jsou umístěny nasávací otvory.

Ocelová konstrukce chladicí věže je tvořena ze dvou nezávislých konstrukčních částí, které spolu nejsou propojeny a vzájemně se neovlivňují. První konstrukční část tvoří příhradový sloup o rozměrech 2500x2500x11980mm, který se nachází ve středu buňky a nese pomaluběžný motor a ventilátor. Druhou nezávislou konstrukční částí jsou sloupy a nosníky. Ty vytvářejí čtyři podélné rámy, které jsou ve vzdálenostech 4,34m, 4,32m a 4,34m. Rámy jsou kloubově připojeny na základové patky. Podélné rámy mají sloupy ve vzdálenostech 4,34m, 4,32m a 4,34m na jednu buňku. Podélné rámy podporují vnitřní chladicí vestavbu a vnější opláštění.

V podélném směru je konstrukce vyztužena pomocí příčných svislých ztužidel v krajním poli konstrukce. V podélném směru je rovněž pnutí hlavních nosných rámu (momentový přípoj příčlím na sloup). V příčném směru zajišťují svislá ztužení podélná ztužidla. Ta jsou umístěná po okrajích jednotlivých buněk, jen v jednom poli buňky. Kvůli nasávacímu otvoru nejsou podélná svislá ztužidla umístěna ve spodní části konstrukce (pod úrovní + 4,600 m). Vodorovná ztužidla jsou navržena v úrovni chladicí výplně (+4,600 m) a v úrovni eliminátorů (+ 10,000 m). Celá konstrukce je navržena z běžných uzavřených profilů z korozivzdorné oceli.

### 6.1. Základní prvky nosné konstrukce

#### 6.1.1. SLOUPY

Sloupy jsou tvořeny ze čtvercových trubek 250x250x8. Délky těchto sloupů jsou 11,8m. Sloupy jsou součástí podélných rámu a jsou kloubově uloženy na betonové patky.

#### 6.1.2. PŘÍČLE

Příčle tvoří obdélníkové trubky 250x150x8. Jejich délky jsou 4,32m a 4,34m (podle toho v jakém poli rámu se nachází). Příčle spolu se sloupy vytvářejí výše zmiňované rámy. Jejich spojení je navrženo s přenosem ohybového momentu.

### 6.1.3. PŘÍČNÁ SVISLÁ ZTUŽIDLA

Ztužidla v příčném směru tvoří dvojice čtvercových trubek 100x100x4. Jejich délka je 6,324m, 4,912m, 5,333m a 4,698m( podle toho, ve které výškové úrovni se nachází).

### 6.1.4. PODÉLNÁ SVISLÁ ZTUŽIDLA

Ztužidla v podélném směru tvoří dvojice čtvercových trubek 50x50x3. Jejich délka je 4,912m, 5,333m a 4,698m( opět podle toho, ve které výškové úrovni se nachází).

### 6.1.5. VODOROVNÁ ZTUŽIDLA

Vodorovná ztužidla tvoří dvojice čtvercových trubek 60x60x4. Jejich délka je 6,138m, a 6,124m. Jsou umístěna v úrovni chladicí výplně (+4,600m) a úrovni eliminátorů (+10,000m) při jedné podélné a příčné straně každé buňky.

### 6.1.6. NOSNÍKY CHLADICÍ VÝPLNĚ (+4,600m)

Nosníky chladicí výplně tvoří obdélníkové trubky 80x40x4, jejichž délka je 13,15m a jsou navrženy jako spojitý nosník o třech polích( 4,34m, 4,32m a 4,34m). V místě příhradového sloupu jsou umístěné nosníky 80x80x5, jejichž délka je 4,34m a 4,32m. Tyto nosníky jsou navrženy jako prosté nosníky. Všechny nosník budou kloubově připojeny na příčle rámů. Vzdálenost nosníků je určena polohou bloků chladicí výplně. Chladicí výplně je podepřená na třech místech a běžná vzdálenost nosníku tak je 710mm. Jen v krajních polích bude chladicí výplň podepřená na dvou místech (ale zároveň bude zkrácená i délka samotné chladicí výplně- doměrek). Návrh rozmístění bloků chladicí výplně a polohy nosníků je na výkrese této úrovně.

### 6.1.7. NOSNÍKY ROZVODU VODY (+6,900m)

Nosníky pro rozvod vody jsou navrženy z obdélníkových trubek 150x75x3. Jejich délka je 13,15m. Nosník je navržen jako spojitý nosník o třech polích( 4,34m, 4,32m a 4,34m). Nosník bude kloubově připojen na příčle rámů. Nosníky podpírají rozvodné potrubí, to je na nosníku osazeny třmeny. Nosníky podpírají také přívodní potrubí. Přívodní potrubí je na nosníky osazeno přes sedlo.

### 6.1.8. NOSNÍKY ELIMINÁTORŮ (+10,000m)

Nosníky eliminátorů tvoří obdélníkové trubky 100x50x3, jejichž délka je 13,15m a jsou navrženy jako spojitý nosník o třech polích( 4,34m, 4,32m a 4,34m). V místě příhradového sloupu jsou umístěné nosníky 100x50x5, jejichž délka je 4,34m a 4,32m. Tyto nosníky jsou navrženy jako prosté nosníky. Všechny nosníky budou kloubově připojeny na příčle rámů. Vzdálenost nosníků je určena polohou eliminátorů. Eliminátory budou podepřeny na dvou místech-v koncích. Jejich vzdálenost tak bude 1420mm a vzdálenost nosníků mezi dvěma eliminátory bude 710mm. Návrh rozmístění eliminátorů a polohy nosníků je na výkrese této úrovně.

### 6.1.9. PAŽDÍKY

Pro uchycení svislého opláštění jsou navrženy vodorovné paždíky. Paždíky jsou z profilů UPE140 a budou v osových vzdálenostech 2m, v krajním poli bude jejich



vzdálenost 1,86m. Paždíky budou kotveny z vnější strany sloupů a jejich délky jsou 4,34m a 4,32m.

#### 6.1.10. PŘÍHRADOVÝ SLOUP

Příhradový sloup je navržen jako svařovaná konstrukce. Tvoří ho sloupy, diagonály a je zakončen rámem pro osazení motoru. Sloupy a rám pro osazení motoru jsou navrženy ze čtvercových trubek 100x100x8. Diagonály jsou ze čtvercových trubek 60x60x3. Celkové rozměry příhradového sloupu jsou 2,5x2,5x11,89m. Sloupy budou kloubově uloženy na betonové patky.

### 6.2. Spoje

#### 6.2.1. PŘÍPOJ PŘÍČLE NA SLOUP

Na příčel je navařená čelní deska tl. 20mm svarem  $a=4\text{mm}$ . Na sloup je stejným svarem přivařena také deska tl. 20mm. Tyto desky jsou vzájemně prošroubovány třemi páry šroubů M16 A2-80 NEREZ.

#### 6.2.2. KLOUBOVÁ PATKA

Na konec sloupu je navařen patní plech o rozměrech 410x410x15mm. Patní plech je do betonové patky kotven pomocí 4 kotev HSA-R M16. Podlití patního plechu tvoří cementopísková zálivková malta o tloušťce 40mm.

#### 6.2.3. KLOUBOVÁ PATKA SE ZTUŽIDLEM

Pro kloubovou patku se ztužidlem je navržen podobný přípoj jako v bodě 6.2.2. Oproti předchozímu přípoji je zde navržena ještě smyková zarážka ze čtvercové trubky 100x100x5 délky 110mm. Kotvení do betonové patky bude zajištěno 4 šrouby M20 A2-50 NEREZ.

#### 6.2.4. PŘÍPOJ ZTUŽIDLA

Na sloup a na prut ztužidla bude navařen plech tl. 12mm. Ztužidla budou přišroubována dvěma šrouby M20 A2-80 NEREZ.

#### 6.2.5. PŘÍHRADOVÝ SLOUP- PŘÍPOJ DIAGONÁLY NA SLOUP

Pro příhradový sloup byl posouzen jen vybraný detail. Tento detail byl posouzen i na únavu. Diagonála je na sloup připojena koutovým svarem  $a=3\text{mm}$ .

### 6.3. Ostatní konstrukce

#### 6.3.1. OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Obvodový plášť tvoří trapézový plech TR 35/207/0,63. Trapézový plech bude připevněn na vodorovné paždíky.

### 6.3.2. STŘEŠNÍ PLÁŠŤ

Na úrovni střechy bude chladicí věž zakryta protiskluzovými nerezovými plechy tl. 5mm. Plechy budou ve standardních rozměrech 2000x1000mm a budou se kotvit na nosníky. Nosníky jsou navrženy z profilu IPE 160 a jsou ve vzdálenostech 1m.

## 7. Materiál

Materiál nosných ocelových konstrukcí je zvolen z korozivzdorné oceli 1.4301 (austenitická ocel). Výběr tohoto materiálu byl, pro účely diplomové práce stanoven jako možné materiálové řešení podle požadavků od investora. Spojovací materiál pro nosnou konstrukci je také řešen z austenitické oceli.

Opláštění trapézovými plechy bude také z oceli 1.4301. Trapézový plech bude k paždíkům opláštění připevněn nerezovými samovrtnými šrouby. Plech na úrovni střechy bude z oceli 1.4301 (protiskluzová úprava).

Patka pod ocelový sloup je uvažovaná z betonu C25/30.

## 8. Povrchové úpravy

Nerezové konstrukce není nutné dále povrchově upravovat, nekoroduje vlivem vlhkosti. Spojovací prvky jsou také korozivzdorné, takže ani u nich nevzniká požadavek na dodatečnou povrchovou úpravu.

Přívodní potrubí chladicí vody bude opatřeno třísložkovým nátěrem.

## 9. Výroba a montáž

Prvky ocelové konstrukce musí být z výroby dodány neporušené. Podkladem pro výrobu ocelových konstrukcí bude výrobní dokumentace. Třída provedení konstrukce EXC3.

Jednotlivé prvky ocelové konstrukce budou v maximální délce 12m. Jejich přeprava na stavbu bude zajištěna nákladní dopravou (auto s návěsem).

Montáž ocelové konstrukce bude zahájena osazením příhradového sloupu na betonové patky. Dalším krokem bude umístění sloupů na betonové patky. Jak příhradový sloup tak i ostatní sloupy budou uchyceny na betonové patky přes patní desku, která bude podlita cementovou maltou. U sloupů se ztužidly bude patní deska opatřena i smykovou zarážkou a kotvení do patky bude zajištěno 4 šrouby M20 A2-50 NEREZ.

Kotvení sloupů bez ztužidel bude provedeno 4 kotvami HSA-R M16. Dalším krokem bude osazení rámových příčlív na sloupy. Po montáži příčlív bude následovat montáž ztužidel. Dalším krokem bude umístění nosníků pod chladicí technologii do projektovaných poloh a osazení motoru a ventilátoru na příhradových sloup. V konečné fázi výstavby bude provedeno opláštění, osazení difuzoru, chladicí technologie a ostatních konstrukcí (žebříky..).

Veškeré šroubové spoje musí být dotaženy momentovým klíčem na požadovaný dotahovací moment.

## **10. Požární ochrana**

Řešení požární odolnosti nosných ocelových konstrukcí není součástí této dokumentace.

## **11. Bezpečnost práce**

Před zahájením prací je nutné seznámit všechny zaměstnance s bezpečnostními zákony, vyhláškami a platnými normami ohledně bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

V Praze dne 20.5. 2016

Vypracoval: Bc. Anna Vintrlíková

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



Ventilátorová chladicí věž

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

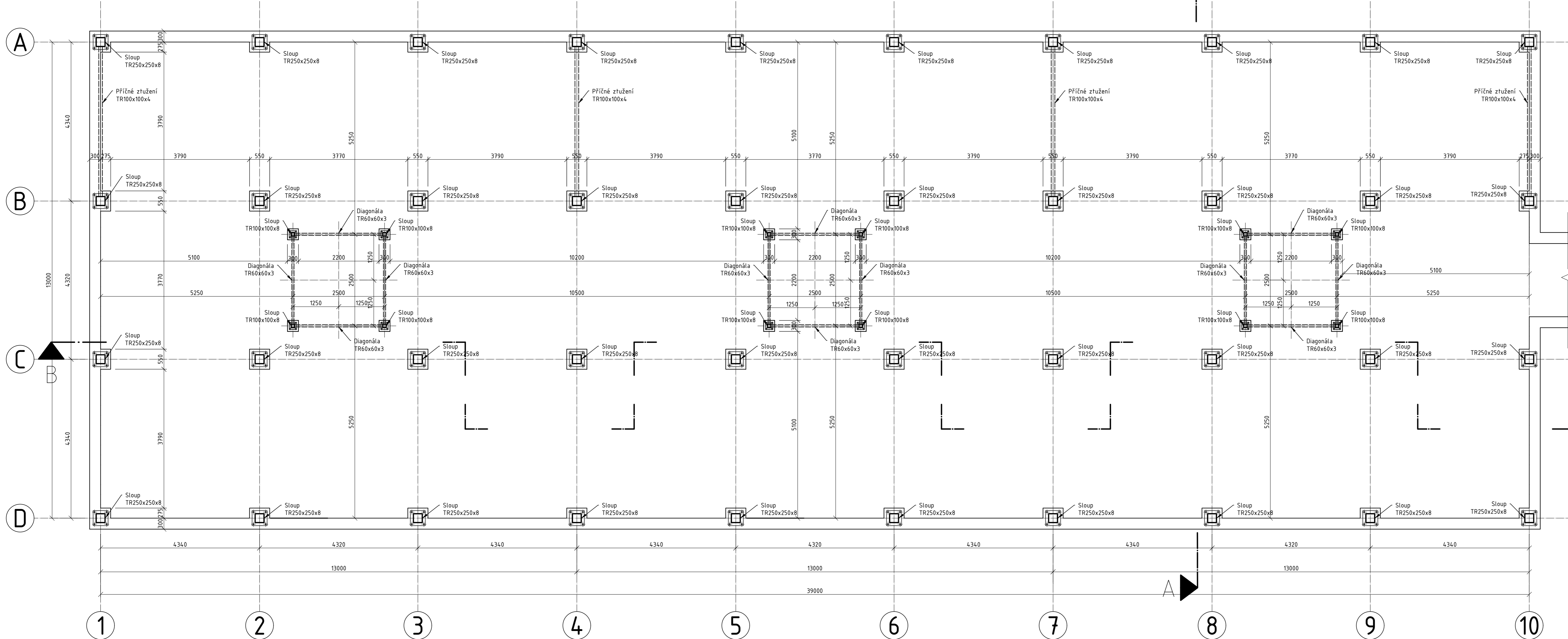
2016

Bc. Anna Vintrlíková

Seznam výkresů	
Číslo výkresu	Název
01	Půdorys na úrovni bazénu ( $\pm 0,000$ )
02	Půdorys na úrovni chladicí výplně (+4,600)
03	Půdorys na úrovni rozvodu vody (+6,900)
04	Půdorys na úrovni revizní lávky (+7,800)
05	Půdorys na úrovni eliminátorů (+10,000)
06	Půdorys na úrovni střechy (+11,800)
07	Řez A-A
08	Řez B-B
09	Pohledy
10	Detaily

# PŮDORYS NA ÚROVNI BAZÉNU (±0,000)

M 1:50

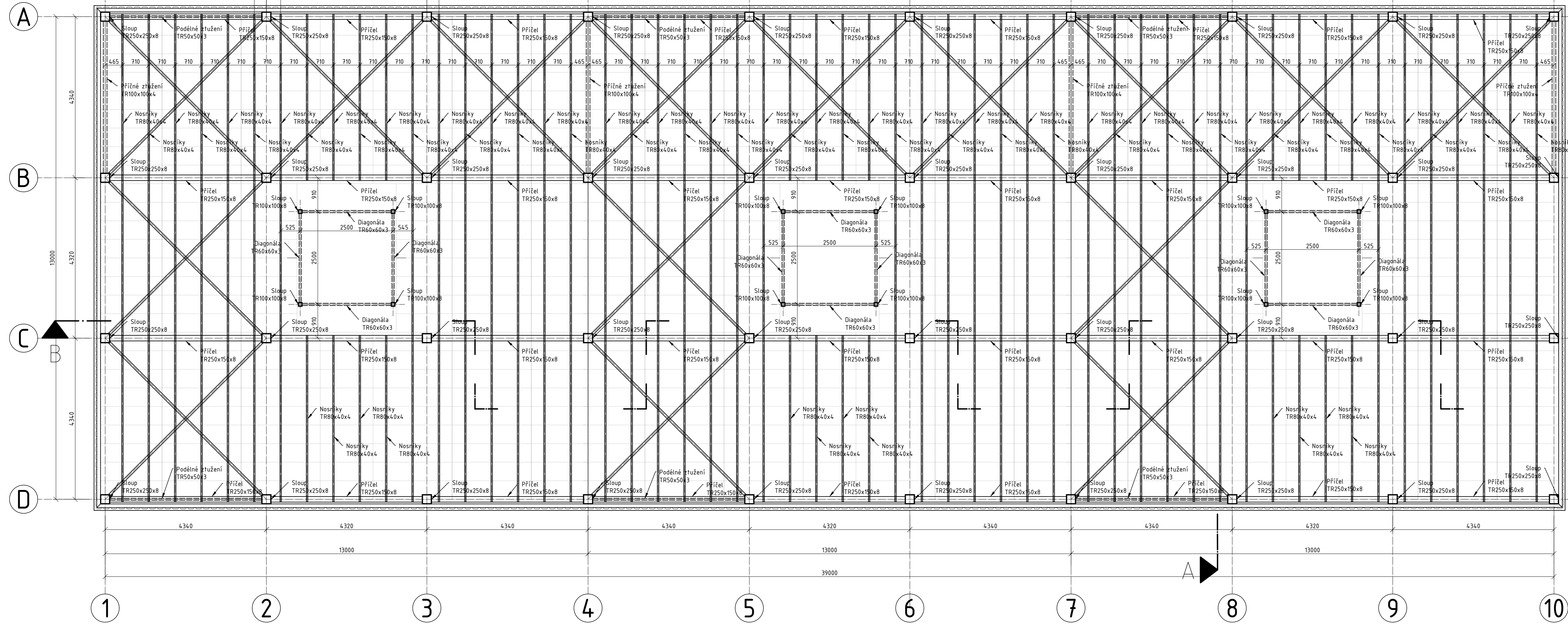


MATERIÁL: ocel 14.301  
beton C25/30  
±0,000= 553,0 m.n.m.

Vypracoval	Bc. Anna Vintrlíková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.
Měřítko	1:50	Datum	05/2016	Typ výkresu	Soubor chladicí věž.dwg
Název části	VENTILÁTOROVÁ CHLADICÍ VĚŽ				
Název	Půdorys na úrovni bazénu (±0,000)				Číslo TPa
					SO_DPS
	ČVUT	Arh. č.	01	List	Index
	Fakulta stavební				

# PŮDORYS NA ÚROVNI CHLADICÍ VÝPLNĚ (+4,600m)

M 1:50



Pozn.:  
-DO VÝKRESU JE ZAKRESLENA CHLADICÍ TECHNOLOGIE, Z DŮVODU, ŽE JEJÍ UMÍSTĚNÍ URČUJE POLOHU NOSNÍKŮ

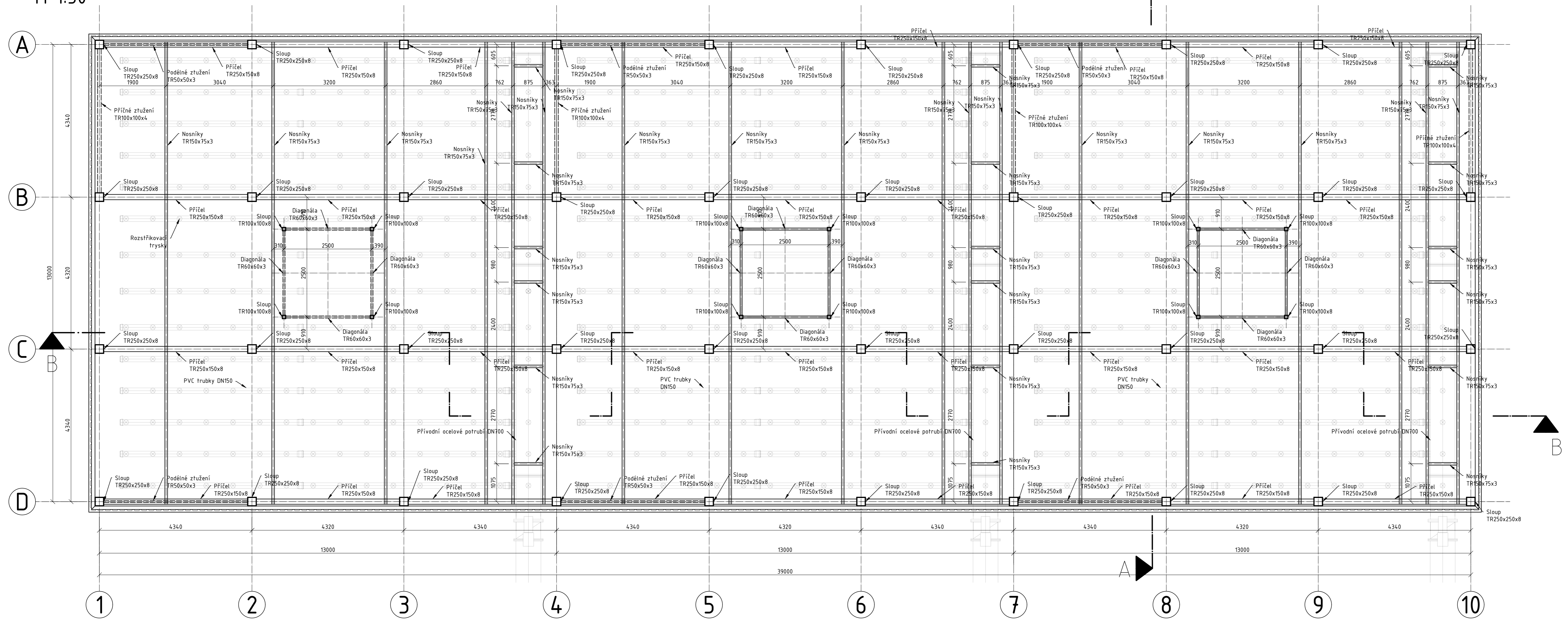
MATERIÁL: ocel 14.301  
beton C25/30

±0,000= 553,0 m.n.m.

Vypracoval	Bc. Anna Vintřáková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.
Měřítko	1:50	Datum	05/2016	Typ výkresu	SOUBOR CHLADICÍ VĚŽ.DWG
Název části	VENTILÁTOROVÁ CHLADICÍ VĚŽ				
Název	Půdorys na úrovni chladicí výplně (+4,600)				Číslo TPO SO, DPS
Fakulta stavební			Arh. č.	02	List
					Index

# PŮDORYS NA ÚROVNI ROZVODU VODY (+6,900)

M 1:50



Pozn.:  
-DO VÝKRESU JE ZAKRESLENA CHLADICÍ TECHNOLOGIE, Z DŮVODU, ŽE JEJÍ UMÍSTĚNÍ URČUJE POLOHU NOSNÍKŮ

MATERIÁL: ocel 14301  
beton C25/30

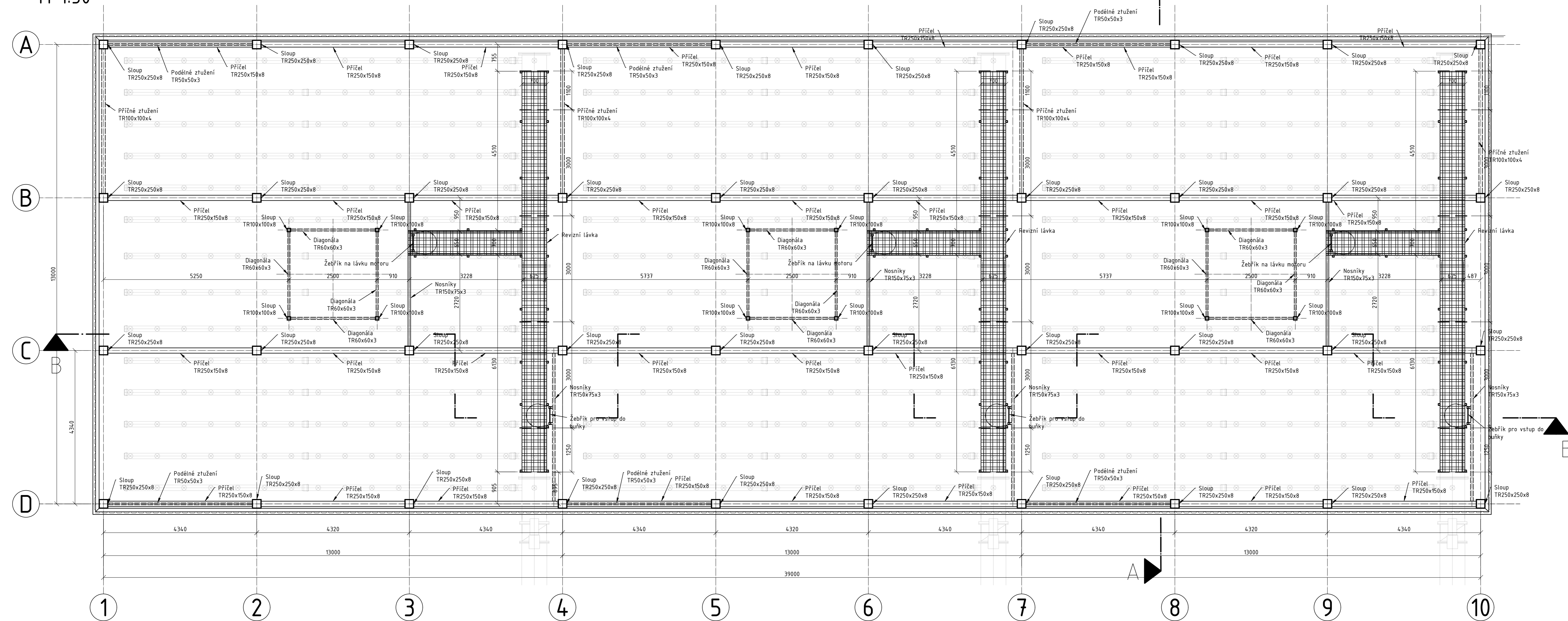
±0,000= 553,0 m.n.m.

Vypracoval	Bc. Anna Vintrlíková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	
Měřítko	1:50	Datum	05/2016	Typ výkresu	Soubor chladicí věž.dwg	
Název části	VENTILÁTOROVÁ CHLADICÍ VĚŽ					
Název	Půdorys na úrovni rozvodu vody (+6,900)				Číslo TPa	
					SO, DPS	
				Arch. č.	03	
				List		
				Index		



# PŮDORYS NA ÚROVNI REVIZNÍ LÁVKY (+7,800)

M 1:50



Pozn.:  
-DO VÝKRESU JE ZAKRESLENA CHLADICÍ TECHNOLOGIE, Z DŮVODU, ŽE JEJÍ UMÍSTĚNÍ URČUJE POLOHU NOSNÍKŮ

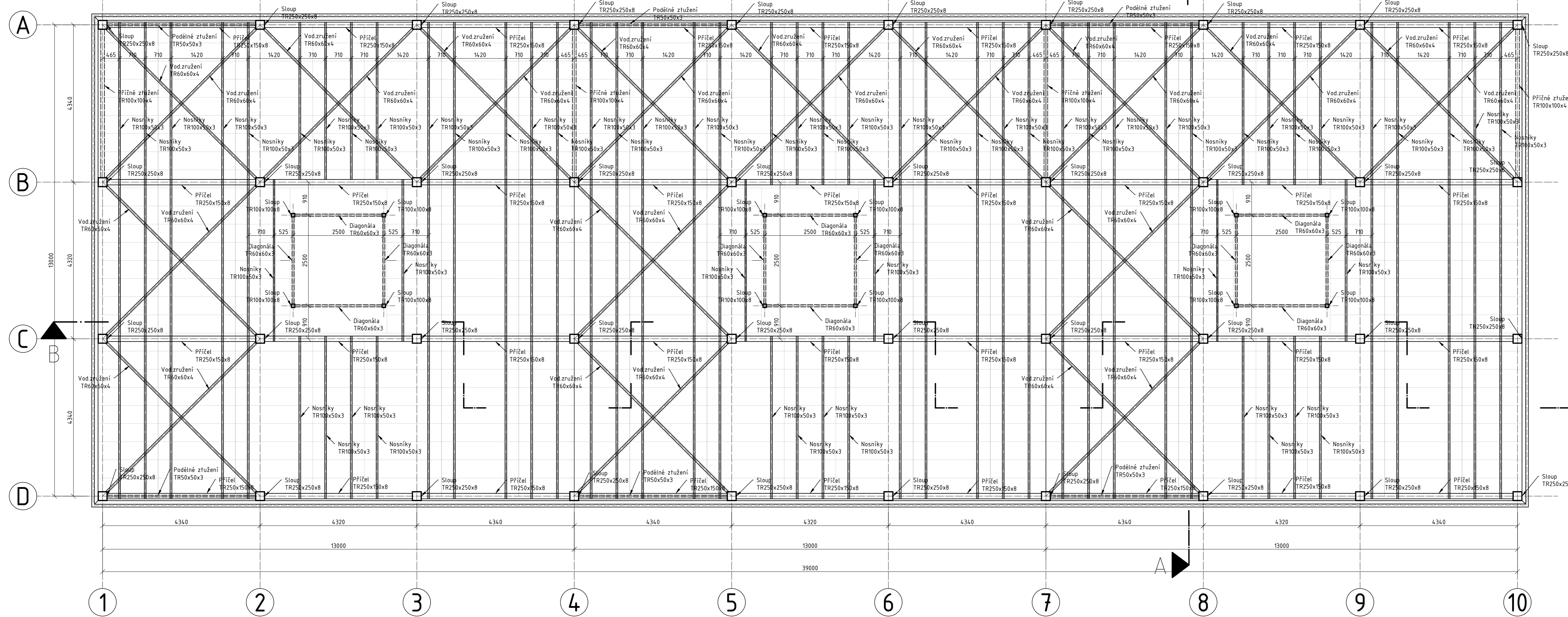
MATERIÁL: ocel 14301  
beton C25/30

±0,000= 553,0 m.n.m.

Vypracoval	Bc. Anna Vintřlíková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.
Měřítko	1:50	Datum	05/2016	Typ výkresu	Soubor chladicí věž.dwg
Název části	VENTILÁTOROVÁ CHLADICÍ VĚŽ				
Název	Půdorys na úrovni revizní lávky(+7,800)				Číslo TPO
					SO, DPS
	ČVUT Fakulta stavební		Arch. č.	04	List
					Index

# PŮDORYS NA ÚROVNI ELIMINÁTORŮ (+10,000)

M 1:50



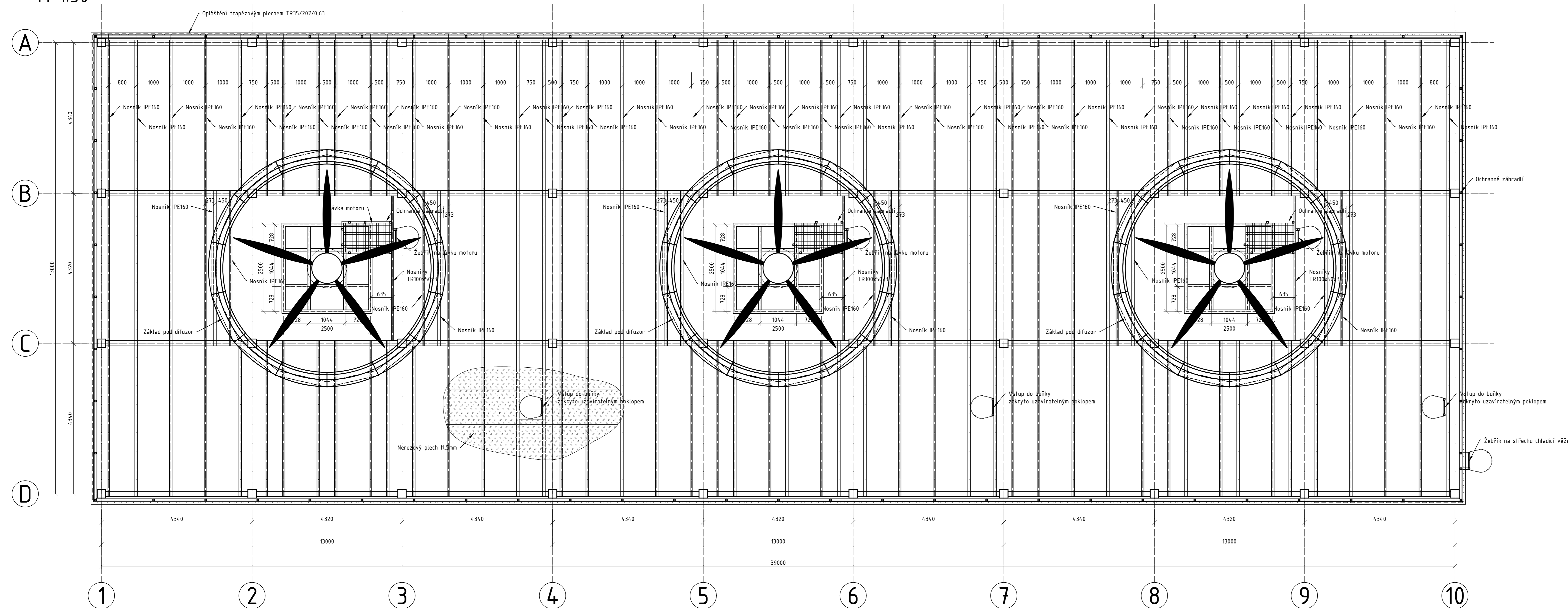
Pozn.:  
-DO VÝKRESU JE ZAKRESLENA CHLADICÍ TECHNOLOGIE, Z DŮVODU, ŽE JEJÍ UMÍSTĚNÍ URČUJE POLOHU NOSNÍKŮ

MATERIÁL: ocel 14.301  
beton C25/30  
±0,000= 553,0 m.n.m.

Vypracoval	Bc. Anna Vintříková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	
Měřítko	1:50	Datum	05/2016	Typ výkresu	Soubor chladicí věž.dwg	
Název části	VENTILÁTOROVÁ CHLADICÍ VĚŽ					
Název	Půdorys na úrovni eliminátorů(+10,000)				Číslo TPa	so, DPS
ČVUT Fakulta stavební		Arch. č.	05	List	Index	

# PŮDORYS NA ÚROVNI STŘECHY (+11,800)

M 1:50



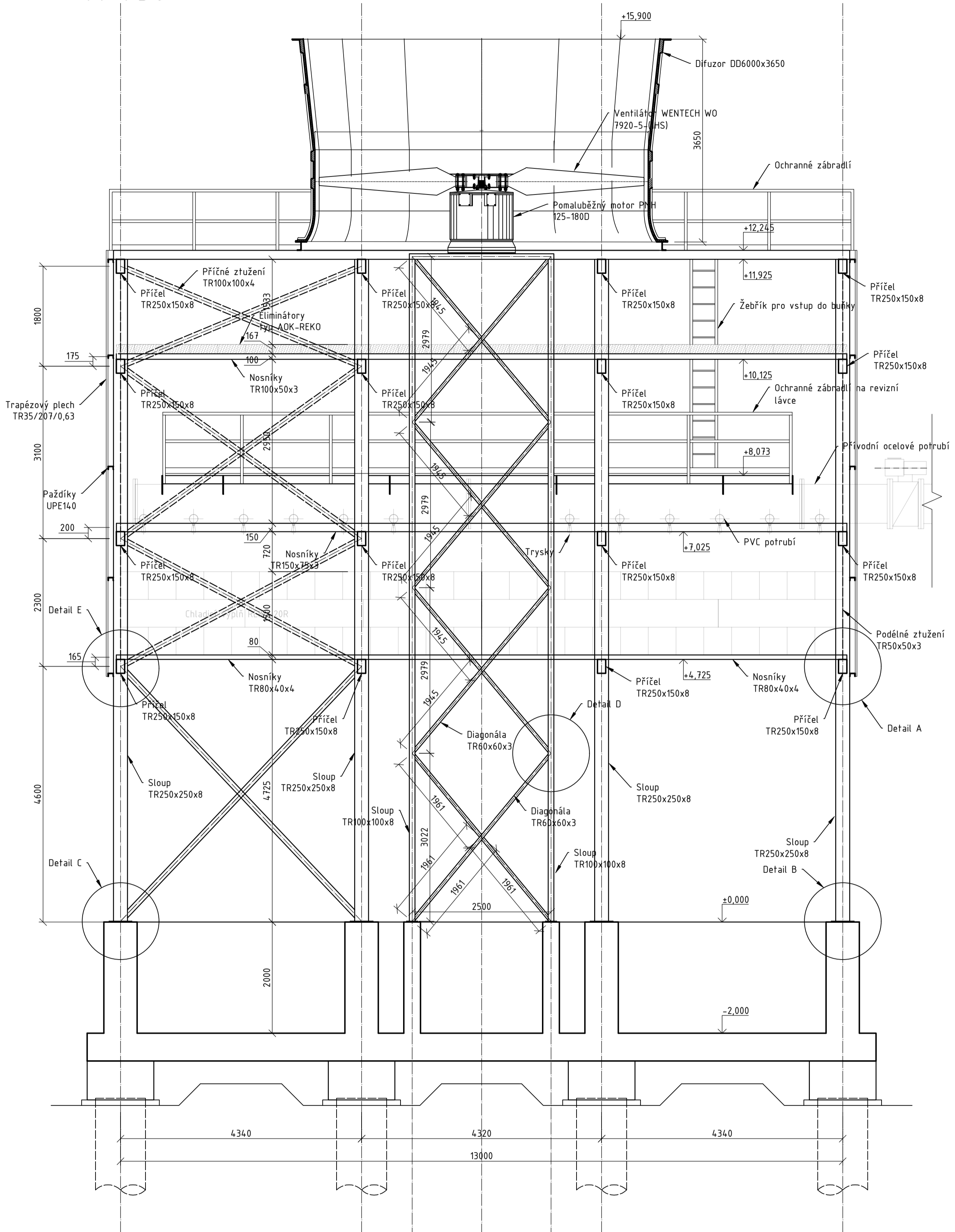
Pozn:  
-DO VÝKRESU JE ZAKRESLENA CHLADICÍ TECHNOLOGIE, Z DŮVODU, ŽE JEJÍ UMÍSTĚNÍ URČUJE POLOHU NOSNÍKŮ

MATERIÁL: ocel 14301  
beton C25/30  
±0,000= 553,0 m.n.m.

Vypracoval	Bc. Anna Vintrlíková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.
Měřítko	1:50	Datum	05/2016	Typ výkresu	Soubor chladič věž.dwg
Název části	VENTILÁTOROVÁ CHLADICÍ VĚŽ				
Název	Půdorys na úrovni střechy(+11,800)				Číslo TPO
					SO, DPS
				Arh. č.	06
				List	Index

# ŘEZ A-A

M 1:50



Pozn.:  
 -DO VÝKRESU JE ZAKRESLENA CHLADICÍ TECHNOLOGIE, Z DŮVODU, ŽE JEJÍ UMÍSTĚNÍ URČUJE POLOHU NOSNÍKŮ  
 -ŽEBŘÍKY JSOU ZAKRESLENY BEZ OCHRANNÉHO KOŠE

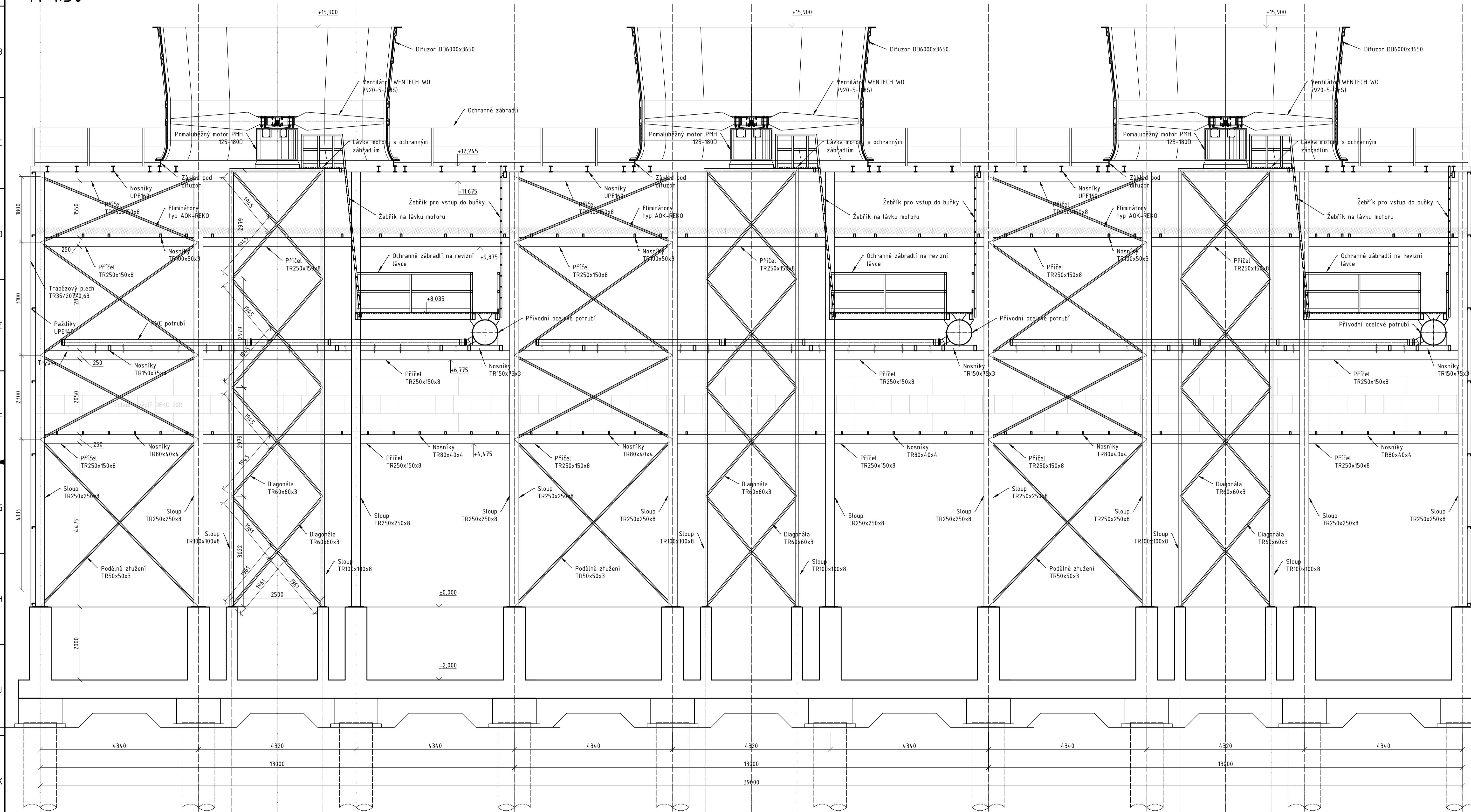
MATERIÁL: ocel 1.4301  
 beton C25/30

±0,000= 553,0 m.n.m.

Vypracoval	Bc. Anna Vintříková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.
Měřítko	1:50	Datum	05/2016	Typ výkresu	Soubor chladicí věž.dwg
Název části	VENTILÁTOROVÁ CHLADICÍ VĚŽ				
Název	Řez A-A				Číslo TPO
	ČVUT Fakulta stavební				SO, DPS
	Arch. č.	07	List	Index	

# ŘEZ B-B

M 1:50



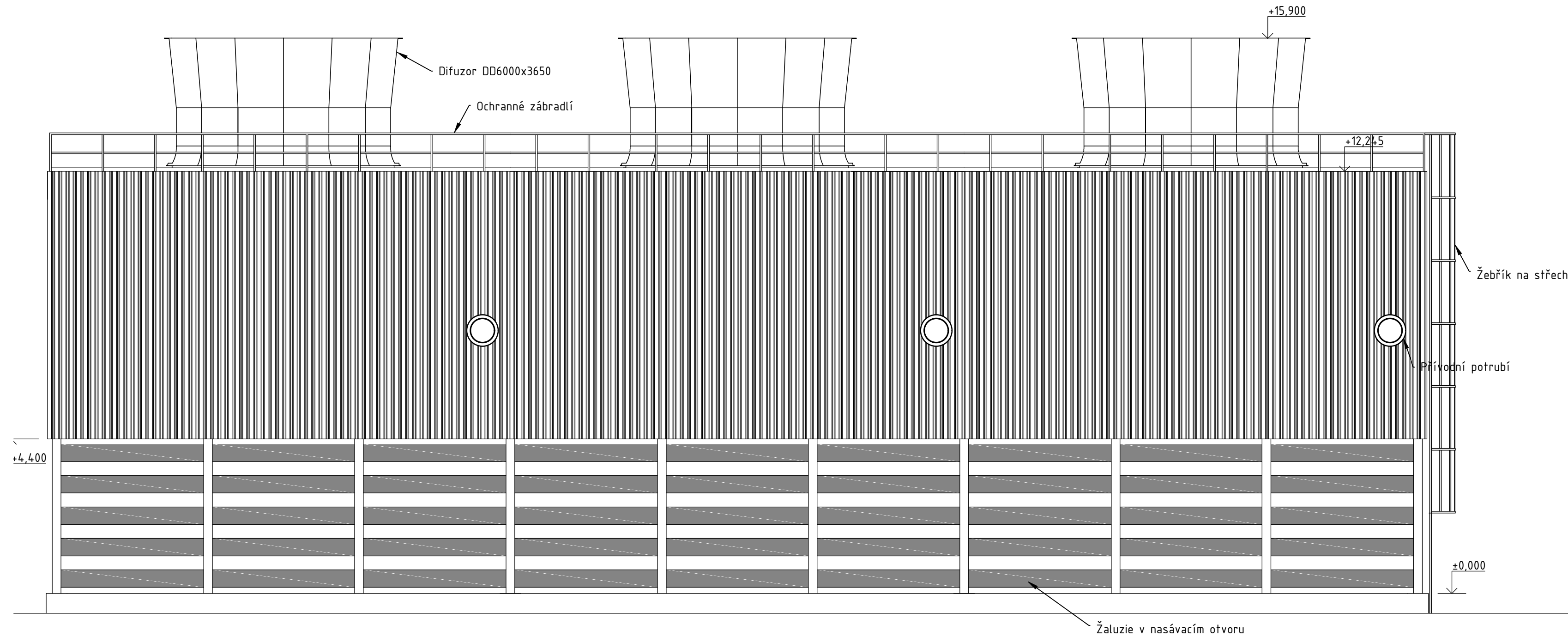
Pozn.:  
 -DO VÝKRESU JE ZAKRESLENA CHLADICÍ TECHNOLOGIE, Z DŮVODU, ŽE JEJÍ UMÍSTĚNÍ URČUJE POLOHU NOSNÍKŮ  
 -ŽEBŘÍKY JSOU ZAKRESLENY BEZ OCHRANNÉHO KOŠE

MATERIÁL: ocel I.4301  
 beton C25/30  
 ±0,000= 553,0 m.n.m.

Vypracoval	Bc. Anna Vintrliková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.
Měřítko	1:50	Datum	05/2016	Typ výkresu	Soubor chladicí věž.dwg
Název části	VENTILÁTOROVÁ CHLADICÍ VĚŽ				
Název	Řez B-B				Číslo TPe
	ČVUT Fakulta stavební				SO, DP5
	Arch. č. 08				List
					Index

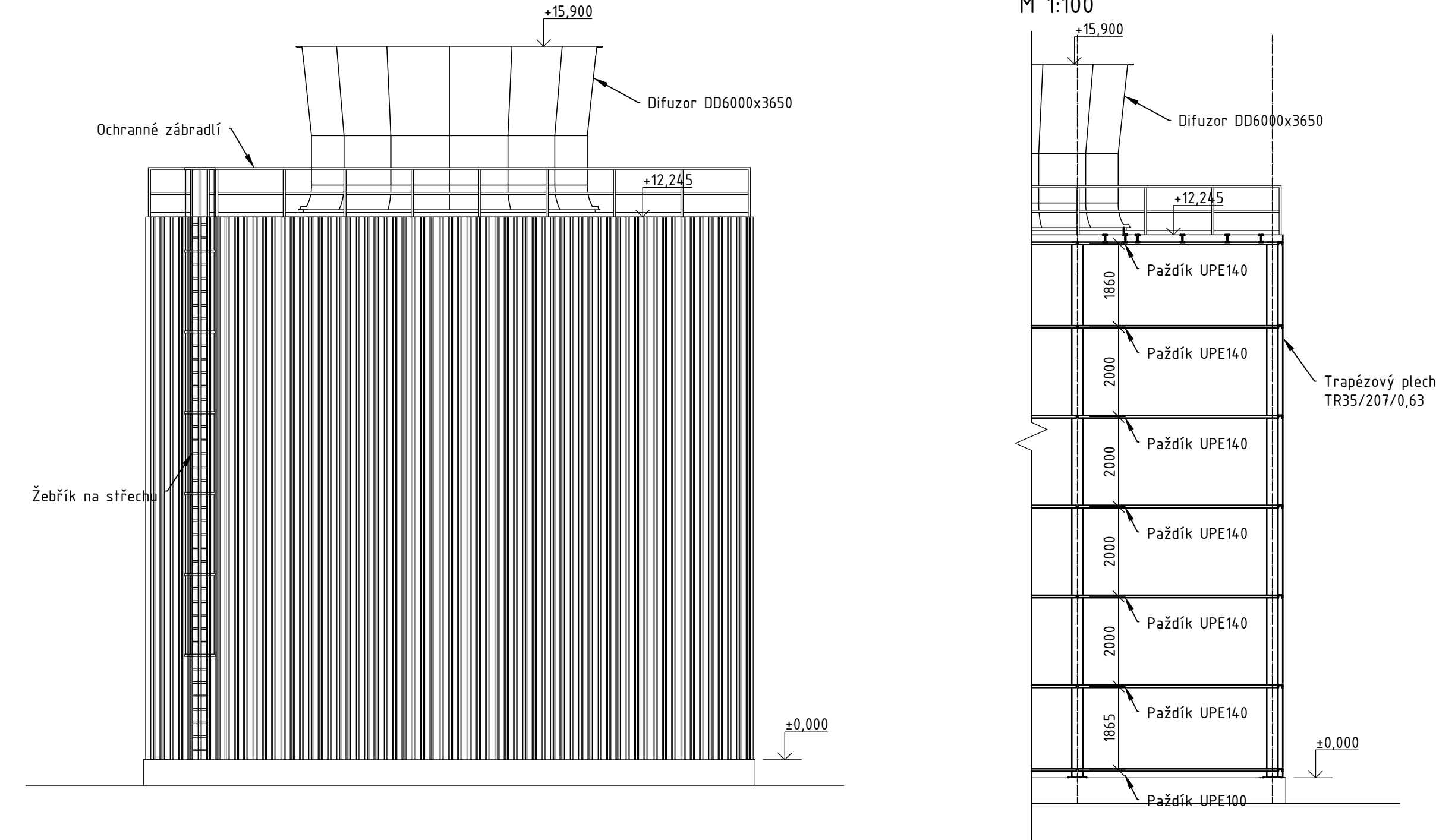
# POHLEDY

M 1:100



# SVISLÉ OPLÁŠTĚNÍ

M 1:100

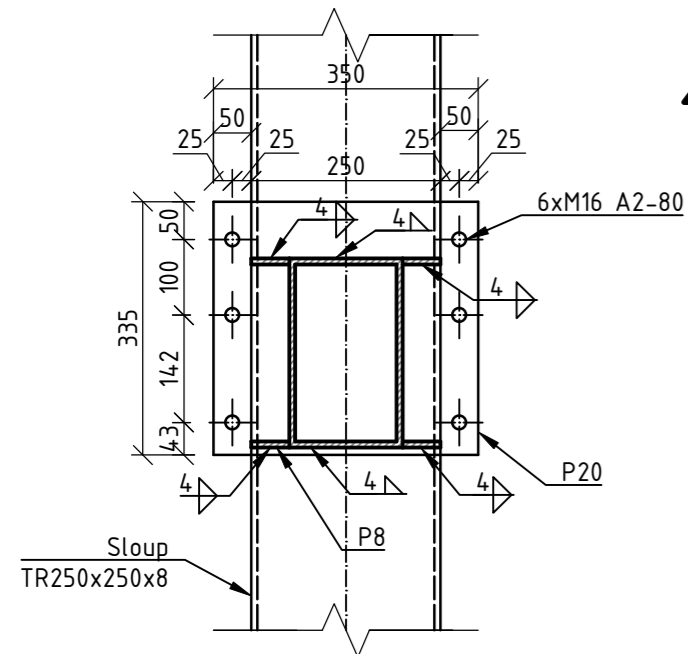


MATERIÁL: ocel 1.4301  
beton C25/30  
±0,000= 553,0 m.n.m.

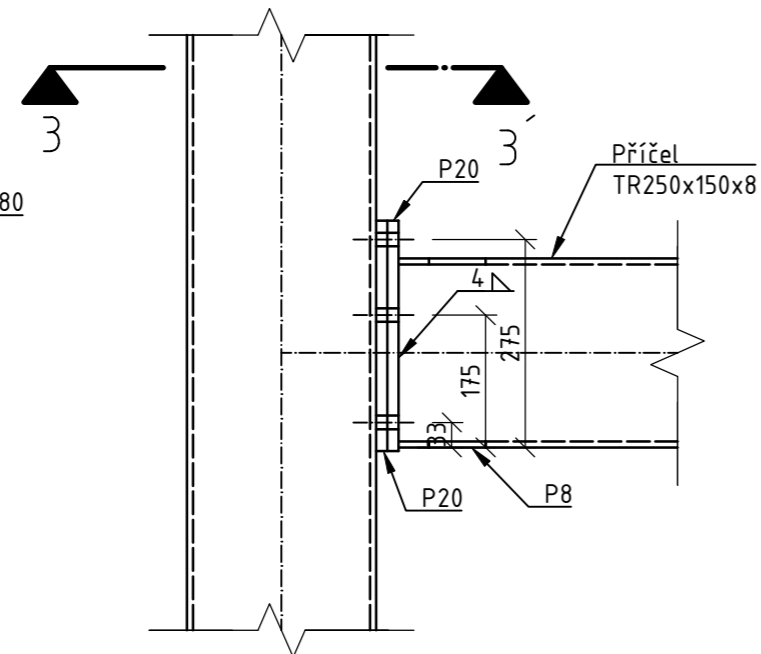
Vypracoval	Bc. Anna Vintrlíková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.
Měřítko	1:100	Datum	05/2016	Typ výkresu	Soubor chladič věž.dwg
Název části	VENTILÁTOROVÁ CHLADICÍ VĚŽ				
Název	Pohledy			Číslo TPO	
	ČVUT Fakulta stavební			Arch. č.	09
		List		Index	

**DETAIL A**  
Přípoj příčle na sloup

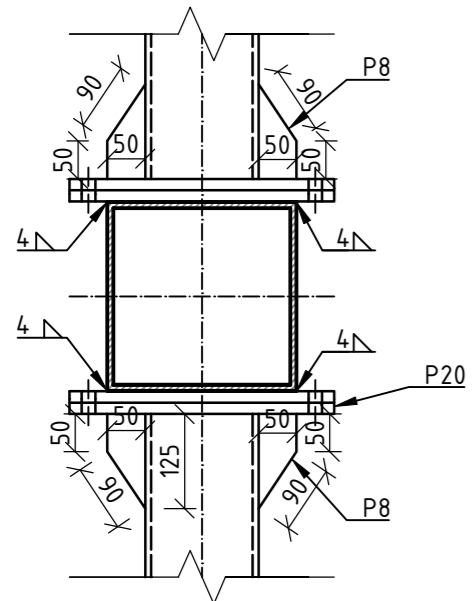
POHLED ZEPŘEDU  
M 1:10



POHLED Z BOKU  
M 1:10

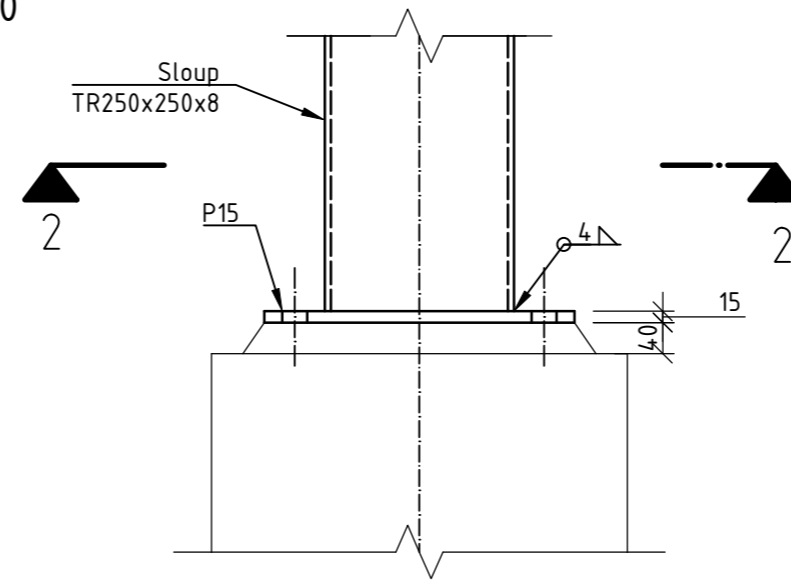


ŘEZ 3-3'  
M 1:10

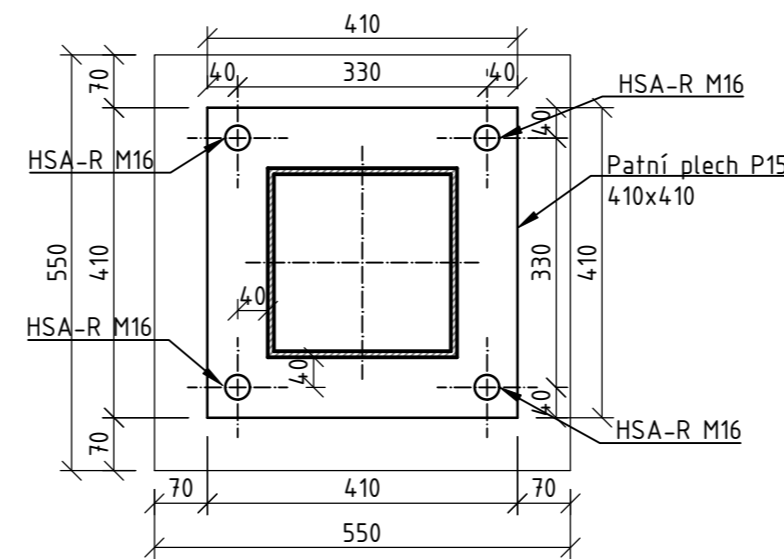


**DETAIL B**  
Kloubová patka

POHLED  
M 1:10

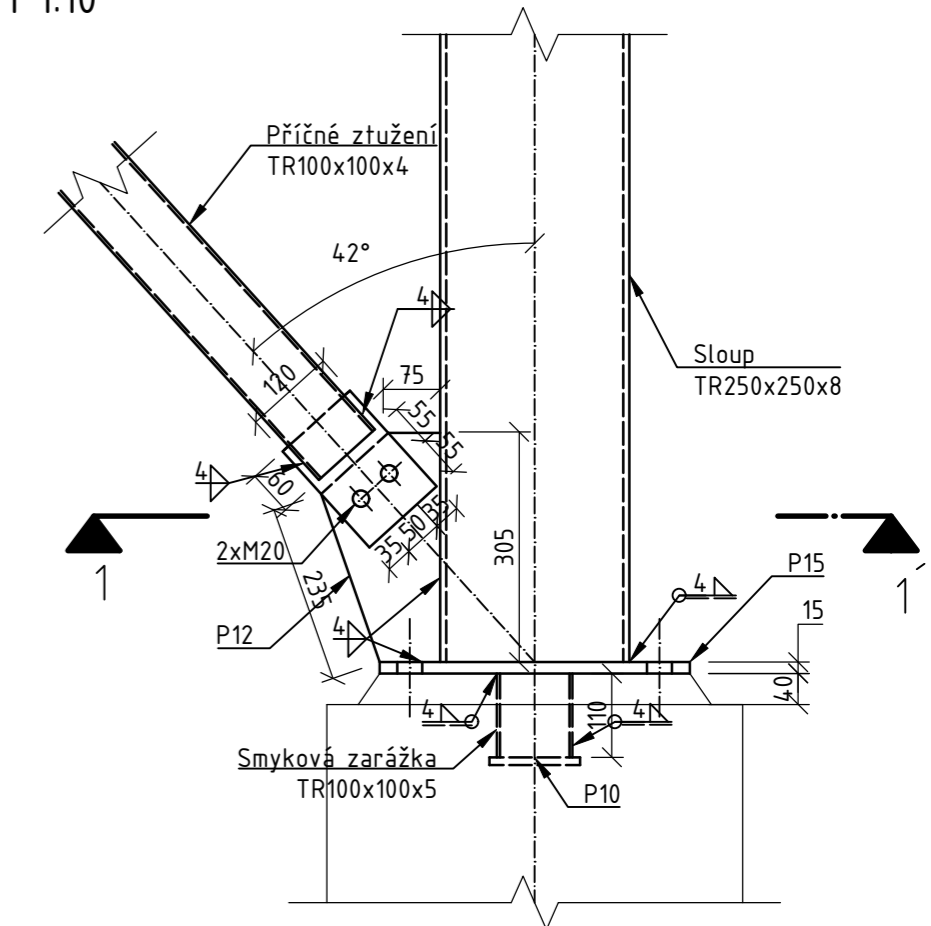


ŘEZ 1-1'  
M 1:10

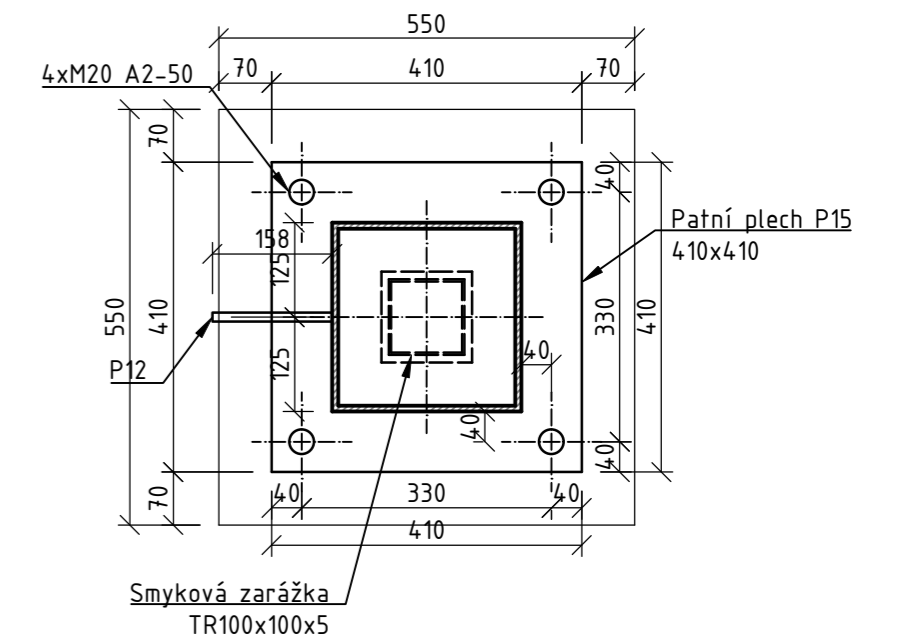


**DETAIL C**  
Kloubová patka se ztužidlem

POHLED  
M 1:10

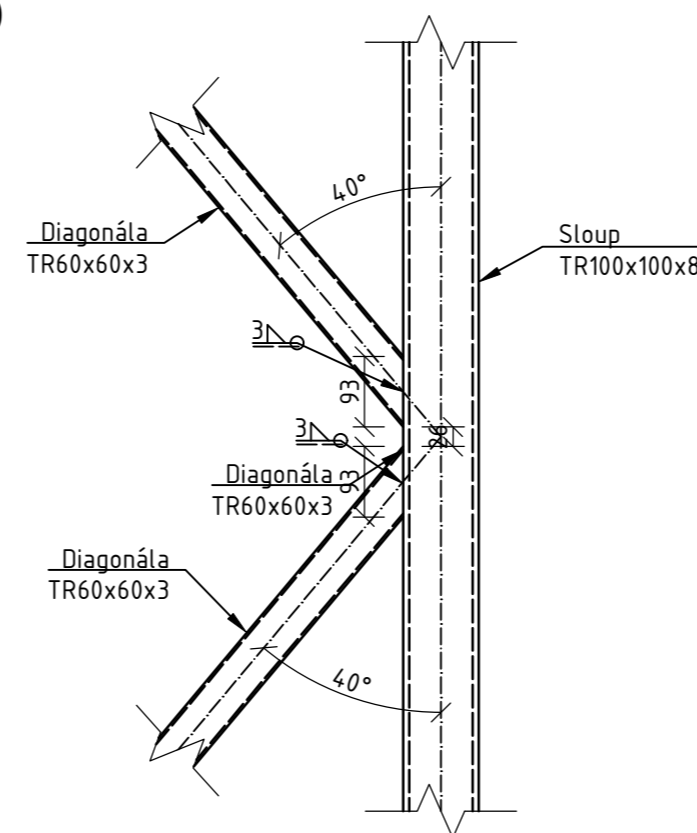


ŘEZ 1-1'  
M 1:10



**DETAIL D**  
Příhradový sloup-přípoj diagonály na sloup

M 1:10



MATERIÁL: ocel 1.4301  
beton C25/30

MATERIÁL ŠROUBŮ: A2 nerez  
kotvy- A4 nerez

±0,000= 553,0 m.n.m.

Vypracoval	Bc. Anna Vintrlíková	Kontroloval	Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Schválil	Ing. Michal Jandera, Ph.D.
Měřítko	1:10	Datum	05/2016	Typ výkresu	Soubor chladič věž.dwg
Název části VENTILÁTOROVÁ CHLADIČÍ VĚŽ					
Název Detaily					Číslo TPo
					SO, DPS
ČVUT Fakulta stavební			Arch. č. 10	List	Index