

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh bednění mostní konstrukce

Michal Janák

Bakalářská práce

2018

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Janák**  
Osobní číslo: **D17311**  
Studijní program: **B3607 Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní stavitelství**  
Název tématu: **Návrh bednění mostní konstrukce**  
Zadávající katedra: **Katedra dopravního stavitelství**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Rozdělení a popis systémového bednění
3. Popis bednění mostů
4. Zvláštní technologie výstavby mostů
5. Technický popis vlastního návrhu bednění mostu
6. Vlastní návrh bednění mostu
7. Statické ověření
8. Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Musil, F. Systémová bednění - Učebnice pro výuku současných postupů bednění základních prvků betonových konstrukcí, Brno, 2009.

Stráský, J. Betonové mosty II - Technologie výstavby mostů, VUT Brno, 2007.

PERI spol. s.r.o., Bednění mostů - Bednicí technika PERI pro stavby mostů, Jesenice u Prahy, 2005.

PERI spol. s.r.o., Tematické publikace pro různé systémy bednění.


Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.**

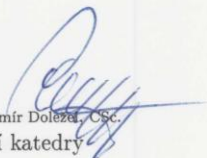
Katedra dopravního stavitelství

Datum zadání bakalářské práce: **20. prosince 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **25. května 2018**

  
doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Vladimír Doležal, CSc.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 3. ledna 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 25. 05. 2018

Michal Janák

## Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat mé rodině, která mě podporovala a umožnila mi studovat vysokou školu. Poděkování také patří firmě PERI, spol. s r.o. za poskytnutí materiálů, zapůjčení jejich firemních programů pro navrhování bednění a osobních konzultací při zpracování mého projektu. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Ladislavu Řoutilovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Hlavní náplní mé bakalářské práce byl vlastní návrh bednění mostní konstrukce. Byl vybrán trémový monolitický předpjatý železobetonový most o 3 polích. Pro toto navržené bednění mostní konstrukce jsem provedl zjednodušené statické ověření, které mělo potvrdit únosnost navržené konstrukce.

V další části se ve své bakalářské práci zabývám problematikou bednění a to rozdělením systémového bednění podle způsobu použití ve výstavbě. V následujících kapitolách se seznámíme s metodami bednění mostních částí a speciálními metodami, které se při výstavbě mostů v dnešní době používají. Pro lepší představu navržené mostní konstrukce jsem přidal technický popis použitých systémů. Bakalářská práce byla zaměřena na metody a postupy výstavby firmy PERI, spol. s r.o.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

bednění, stavba, konstrukce, mosty, betonáž, panely, desky, podpěry, skruž

## **TITLE**

Design of the bridge formwork

## **ANNOTATION**

The main part of my bachelor's thesis introduces my own proposal for the formwork used in bridge construction. I chose a beam, monolithic, prestressed steel-reinforced concrete bridge with three fields. For this particular formwork, I carried out a simplified basic structural check, which is to confirm the load-bearing abilities of the proposed design.

The next chapters concentrate on the types of formwork, mainly the different categories of systemic formwork, depending on their intended use in construction.

This is then followed by the methods of building bridge formwork, including some unique, bespoke methods used in contemporary bridge construction.

To help fully understand my proposed design, I have also included a technical description of the systems used. The bachelor thesis was focused on methods and procedures of construction of company PERI, spol. s r.o.

## **KEYWORDS**

formwork, construction, structure, bridges, concrete, walls, plates, supports, centereing

# OBSAH

1. ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ SYSTÉMOVÉHO BEDNĚNÍ .....	12
1.1 Bednění pro svislé konstrukce .....	12
1.1.1 Základní kritéria při výběru bednění .....	12
1.1.2 Stěnové rámové bednění .....	13
1.1.3 Stěnové nosníkové bednění .....	17
1.1.4 Sloupové bednění .....	18
1.2 Systémy bednění pro vodorovné konstrukce .....	18
1.2.1 Stropní nosníkové bednění PERI .....	18
1.2.2 Stropní panelové bednění PERI .....	21
2. BEDNĚNÍ MOSTŮ .....	23
2.1 Popis bednění spodní stavby .....	23
2.1.1 Bednění základů .....	23
2.1.1.1 Zvláštní zakládání základů .....	24
2.1.2 Bednění mostní opěry .....	24
2.1.3 Pilíře .....	25
2.2. Popis bednění vrchní stavby .....	27
2.2.1 Vrchní nosná konstrukce na pevné skruži .....	27
2.2.1.1 Lehká skruž .....	27
2.2.1.2 Těžká skruž .....	28
2.2.2 Bednění vrchní nosné konstrukce .....	28
2.2.2.1 Masivní deska .....	28
2.2.2.2 Deskový trám .....	29
2.2.2.3 Komorový nosník .....	30
3. ZVLÁŠTNÍ TECHNOLOGIE VÝSTAVBY .....	32
3.1 Vysouvání po segmentech .....	32
3.2 Letmá betonáž .....	33
3.3 Betonáž ve výsuvné skruži .....	34
3.4 Ocelobetonové spřažené mosty .....	35
4. TECHNICKÝ POPIS ŘEŠENÉ KONSTRUKCE .....	37
4.1 Základní údaje .....	37
4.2 Základní vlastnosti konstrukce .....	38
4.3 Podloží .....	43

4.4 Technologické postupy .....	44
4.5 Návody k montáži a používání.....	45
4.6 BOZP- Zajištění pracovníků při montáži proti pádu z výšky .....	47
5. ZÁKLADNÍ ZJEDNODUŠENÉ STATICKE OVĚŘENÍ .....	49
5.1 Únosnost systémového bednění na navržené mostní konstrukci .....	49
5.1.1 Podpěrná věž ST 100 .....	50
5.1.2 PERI UP ROSETT .....	52
5.2 Posouzení mezního stavu únosnosti použitých profilů .....	54
5.3 Posouzení nosníků na průhyb.....	58
6. ZÁVĚR .....	66
7. POUŽITÁ LITERATURA.....	67
8. PŘÍLOHY .....	68



## SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

<i>Obrázek 1 Zachycení vodorovných sil u jednostranného bednění[1]</i> .....	12
<i>Obrázek 2 Stěnové rámové bednění [1]</i> .....	14
<i>Obrázek 3 Zámek BFD[2]</i> .....	15
<i>Obrázek 4 Trio[1]</i> .....	16
<i>Obrázek 5 Rámové bednění DOMINO[1]</i> .....	16
<i>Obrázek 6 Ruční bednění HANDSET[1]</i> .....	16
<i>Obrázek 7 Bednění MAXIMO[1]</i> .....	17
<i>Obrázek 8 Speciální spojka VKZ 99[2]</i> .....	17
<i>Obrázek 9 Sloupové bednění[1]</i> .....	18
<i>Obrázek 10 Stropní nosníkové bednění MULTIFLEX[1]</i> .....	19
<i>Obrázek 11 Příhradový nosník[2]</i> .....	20
<i>Obrázek 12 Stropní panelové bednění PERI SKYDECK[1]</i> .....	21
<i>Obrázek 13 Nosník SKYDECK s ozubenou plastovou lištou[1]</i> .....	22
<i>Obrázek 14 Speciální padající hlava[1]</i> .....	22
<i>Obrázek 15 Bednění mostní opěry systémem PERI TRIO[3]</i> .....	24
<i>Obrázek 16 Bednění piliře[3]</i> .....	25
<i>Obrázek 17 Překládané bednění[3]</i> .....	26
<i>Obrázek 18 Řez bedněním desky mostovky na podpěrném lešení[3]</i> .....	29
<i>Obrázek 19 Řez bedněním deskového trámu[3]</i> .....	30
<i>Obrázek 20 Řez bedněním komorového nosníku[3]</i> .....	31
<i>Obrázek 21 Vysouvání po segmentech[3]</i> .....	32
<i>Obrázek 22 Letmá betonáž[3]</i> .....	34
<i>Obrázek 23 Výsuvná skruž[3]</i> .....	35
<i>Obrázek 24 Ocelobetonové spřažené mosty[3]</i> .....	36
<i>Obrázek 25 Podpěrná věž PERI UP ROSETT[4]</i> .....	39
<i>Obrázek 26 Panel VARIO včetně stabilizátorů[5]</i> .....	40
<i>Obrázek 27 Podpěrná věž ST 100[6]</i> .....	42
<i>Obrázek 28 Rámové bednění DOMINO[7]</i> .....	43
<i>Obrázek 29 Výstřižek věží ST 100 pro výpočet únosnosti z projektové části</i> .....	49
<i>Obrázek 30 Rozvržení pro výpočet plochy</i> .....	49
<i>Obrázek 31 Výstřižek sestavy PERI UP ROSETT pro výpočet únosnosti z projektové části</i> ...	52
<i>Obrázek 32 Přejídná konstrukce</i> .....	58
<i>Obrázek 33 Vybraná nejrizikovější místa</i> .....	59
<i>Obrázek 34 Stojka působící na ocelovou závoru SRU 120</i> .....	60
<i>Obrázek 35 Stojky působící na nosník HEB 300</i> .....	60
<i>Obrázek 36 Výpočtové zatížení nosníku SRU 120</i> .....	61
<i>Obrázek 37 Obrazec pro výpočet plochy</i> .....	62
<i>Obrázek 38 Obrazec pro výpočet pořadnice</i> .....	62
<i>Obrázek 39 Výpočtové zatížení nosníku HEB 300</i> .....	63
<i>Obrázek 40 Nosník HEB pro výpočet reakcí do bárky</i> .....	64

<i>Obrázek 41 Bárka</i> .....	64
<i>Obrázek 42 Deformace nosníku SRU 120 v SCIA Ingeneer</i> .....	65
<i>Obrázek 43 Deformace nosníku HEB300 v SCIA Ingeneer</i> .....	65
<i>Tabulka 1 Výpočet únosnosti věží ST 100</i> .....	51
<i>Tabulka 2 Výpočet věže PERI UP ROSETT samostatně stojící</i> .....	53
<i>Tabulka 3 Výpočet věže PERI UP ROSETT nad nosníkem HEB 300</i> .....	53
<i>Tabulka 4 Průřezy HEB 300, SRU 120</i> .....	54
<i>Tabulka 5 Vysvětlivky symbolů</i> .....	55
<i>Tabulka 6 Posouzení únosnosti SRU 120</i> .....	56
<i>Tabulka 7 Posouzení únosnosti HEB 300</i> .....	57
<i>Tabulka 8 Výpočet únosnosti prostého nosníku s osamělou silou</i> .....	61
<i>Tabulka 9 Výpočet plochy a pořadnice metodou jednotkových sil</i> .....	62
<i>Tabulka 10 Výpočet prostého nosníku metodou jednotkových sil</i> .....	63
<i>Tabulka 11 Posouzení bárky</i> .....	64

## 0. ÚVOD

Bednění je dočasná nebo trvalá pomocná konstrukce, vytvářející formu pro uložení a zhutnění čerstvého betonu při výrobě betonových a železobetonových konstrukcí.

Bednění zajišťuje předepsaný tvar betonové konstrukce, nese hmotnost betonu až do doby jeho dostatečného vyzrání. Zajišťuje, že betonová konstrukce nezmění požadovaný tvar, případně unese alespoň vlastní tíhu. Systém bednění je navržen podle jednotné koncepce tak, aby jeho prvky byly univerzální, kompatibilní a opakovaně použitelné v průmyslové stavební výrobě a navržené tak, aby umožňovali bednění jednoho nebo několika typů konstrukcí různých rozměrů a tvarů.

Zaručení vysoké kvality a minimální rozměrové tolerance je v jeho průmyslové výrobě. Při jeho použití se dosahuje vysoké efektivity a nízké stavební pracnosti. Na trhu jsou dnes nabízeny bednicí soupravy přizpůsobené bedněním z různých konstrukčních prvků.

# 1. ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ SYSTÉMOVÉHO BEDNĚNÍ

Podle způsobu použití lze systémové bednění rozdělit na bednění

- pro svislé konstrukce- základy, stěny, šachty, sloupy, čela mostovek, římsy
- pro vodorovné konstrukce- stropy, schodiště
- speciální- tunely, mosty

## 1.1 Bednění pro svislé konstrukce

### 1.1.1 Základní kritéria při výběru bednění

#### Tvar konstrukce

Před vlastním návrhem systému bednění potřebujeme zjistit, zda budeme bednit pouze rovné stěny nebo i zaoblené, zda bude nutné použít oboustranné nebo jednostranné bednění, jaký druh betonu se bude používat, jaká bude výška jednotlivých konstrukcí a jaké budou konečné požadavky na pohledovost betonu.

Zaoblené tvary vyžadují speciální bednění, kde se mohou jednotlivé panely pomocí vřeten plynule zaoblit a díky tomu lze vytvořit oblouk jakéhokoliv poloměru. Pokud zadavatel netrvá na přesném zaoblení, lze oblouky o větším poloměru bednit jako segmentové s využitím běžného systému stěnového bednění a oblouk vytvořit pomocí předem zhoblovaného klínového hranolu vloženého mezi jednotlivé panely.

#### Zachycení vodorovných sil při betonáži

Pro zachycení vodorovných sil vznikajících při betonáži se používá jednostranné i oboustranné bednění. Oboustranné bednění přenáší vodorovné síly rádlování (táhla a matice), kterými se spojují protilehlé bednicí dílce. U jednostranného bednění se vodorovné síly zachycují pomocí opěrných rámců a druhou stranu tvoří stávající stavební konstrukce nebo jiný útvar (stěna výkopu).



*Obrázek 1 Zachycení vodorovných sil u jednostranného bednění[1]*

## **Tlak čerstvého betonu na bednění**

Je závislý na použitém betonu, výšce betonové konstrukce a rychlosti betonáže. Není závislý na tloušťce betonové konstrukce, ale je přímo úměrný výšce čerstvého betonu. Tlak lze snížit pomalejší betonáží nebo rozdělením betonáže po určité výšce na několik částí (taktů), které následují až po zatvrdnutí předchozí betonáže.

Sloupy a pilíře se betonují zpravidla najednou díky jejich malému průřezu. Při betonáži je třeba věnovat pozornost samohutnicím betonům, protože u těchto betonů je posunutě tuhnutí ke kterému dochází až po zabetonování celé konstrukce.

## **Pohledovost betonové konstrukce**

Bednicí systém se vybírá v závislosti na požadavku investora na pohledovost betonu, což může být povrchová struktura, rozmístění kotevních prvků, barevnost, otisk rámců panelů a také rozmístění pracovních spár a jejich možné zvýraznění, což vytvoří výrazný architektonický prvek.

V normách není stanoveno, jak by měl pohledový beton monolitických konstrukcí vypadat.

Při zpracování betonové směsi je důležité dbát na důsledné dodržení pravidel vibrování, abychom zamezili vzniku vzduchových bublinek, které mohou způsobit po zatvrdnutí dutiny (kaverny) a znehodnotit kvalitu a výsledný vzhled.

## **Hmotnost bednění**

Hmotnost bednění je další důležitou částí při montáži bednění. Na stavbě se vyskytují jeřáby, které zajistí manipulace, ale pokud nejsou na stavbě k dispozici, můžeme použít tzv. lehké systémy, které jsou vhodné pro ruční montáž. Tyto lehké systémy mají okolo 50 kilogramů, avšak nevýhodou je jejich nižší únosnost.

### **1.1.2 Stěnové rámové bednění**

Jedná se o nejužívanější bednění svislých konstrukcí. Využit se dá velmi univerzálně na všechny typy svislých konstrukcí od základů, stěn až po pilíře. Pokud máme stavbu, kde se nacházejí velké stěny, vysoké pilíře či máme od zadavatele nároky na vysokou pohledovost, můžeme použít stěnové nosíkové bednění.

Základním prvkem pro stěnové rámové bednění je panel. Panely jsou tvořeny rámem a bednicí deskou. Dalším důležitým prvkem jsou spojovací materiály, pomocí kterých spojujeme panely do větších celků. Pro přenos vodorovných sil se využívá rádlování.

Můžeme také využít doplňkových prvků pro zajištění lepší manipulace a bezpečnosti při systémovém bednění.



*Obrázek 2 Stěnové rámové bednění [1]*

### **Hlavní konstrukční prvky**

Panely jsou základním prvkem stěnového rámového bednění a jsou tvořeny rámem a bednicí deskou. Slouží k vytvoření vlastního tvaru bednění a přímo se dotýkají čerstvého betonu.

Rámy se vyrábějí ocelové či ze slitin hliníku. Úhelníky, plochá ocel nebo jiné otevřené profily se využívají u lehkých bednicích rámech. V případě těžších systémů je rám tvořen uzavřenými profily z důvodu umožnění dokonalého spojení spojovacími materiály.

Obvodové rámy jsou ztuženy žebry. Ztužení se využívá pro lepší únosnost a správnou funkci systému. Doporučuje se ztužení v obou směrech, ačkoli některé systémy mají žebra pouze ve vodorovném směru.

Velikosti panelů jsou navrženy v určitém rastru, abychom zajistili jejich kombinace, nastavování nebo zaměňování. Rastr je tvořen po 25 nebo 30 centimetrech.

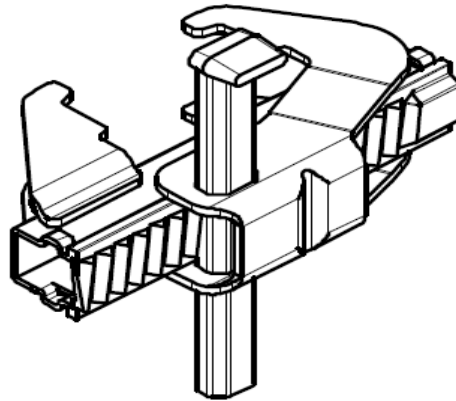
Bednicí desky se vyrábějí z mnohvrstvé překližky, která je potažena povlakem z fenolové pryskyřice. Postupem času dochází ke snahám nahradit překližku různými kombinacemi dřeva a plastů nebo celoplastovými deskami. Nevýhodou těchto nových variant je nutnost speciálního zacházení a údržby a také jejich vysoká pořizovací cena.

Spojovací materiály slouží k spojení panelů. Jedná se například o zámky, spojky či závory, které musí splnit tři základní úkoly:

- pevné spojení panelů v jeden celek a přenesení veškerých sil působících na bednění
- dokonalé utěsnění při betonáži kvůli vytékání cementového mléka

- srovnání bednění, aby byly betonované konstrukce rovné a nebyly zlomy mezi panely

Pro zajímavost firma PERI si vytvořila vlastní patentovaný zámek BFD, který dokáže plnit všechny tři požadované úkoly najednou a zároveň se dá využít na všechny typy spojů. Tento zámek urychluje montáž i demontáž bednění.



*Obrázek 3 Zámek BFD[2]*

### **Rádlování**

Při betonáži vznikají vodorovné síly, a aby se bezpečně zachytily, je nutné u oboustranného bednění protilehlé panely navzájem sepnout. Sepnutí se provede pomocí závitových tyčí (táhel a matic). V panelech jsou umístěny rádlovací otvory pro správné umístění táhel, kterými se provlékají tyče. Při rádlování musí být dodržena zásada, že každá spára mezi panely musí být svislá. Každé táhlo musí být opatřeno chráničkou, aby se mohla po betonáži vytáhnout a znovu použít. Běžně se používá plastová trubka, která je zdrsněná a na koncích ukončená plastovými konusy. Na betonové konstrukce jsou kladeny požadavky na zvukotěsnost, vodotěsnost popřípadě plynotěsnost, ohnivzdornost nebo také odolnost proti záření. Otvory po táhlech se utěšňují speciálními typy chrániček, speciálními konusy nebo uzavíracími prvky.

### **Doplňkové prvky**

Slouží pro usnadnění práce s bedněním a její bezpečnosti. Jedná se o prvky sloužící ke stabilizaci a přesnému ustavení bednění. Stavitelné tyče použijeme k stabilizaci. K panelům se připevní pomocí speciálních prvků a díky nim je bednění ustaveno do svislé polohy a drží jej do doby než je smontována protilehlá strana. Teprve poté je možné panely navzájem spojit táhly. Nezbytným doplňkem jsou také lávky a konzoly, sloužící pro práci na bednění.

## **Základní systémy pro systémové bednění**

### **TRIO**

Využití pro veškeré druhy staveb. Systém přeneše velké tlaky, a tudíž můžeme bednit stěny jakýchkoliv výšek.



*Obrázek 4 Trio[1]*

### **DOMINO**

Lehké rámové bednění pro stěny do výšky 5m. Na stavbě není potřeba jeřábu pro manipulaci.



*Obrázek 5 Rámové bednění DOMINO[1]*

### **HANDSET**

Maloplošné bednění vhodné pro malé konstrukce. Manipulaci s ním dokáže jedna osoba.

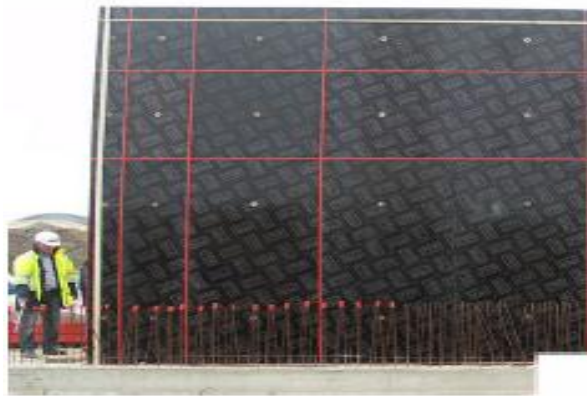


*Obrázek 6 Ruční bednění HANDSET[1]*



## MAXIMO

Těžké bednění, které vychází ze systému TRIO, tudíž je s ním kompatibilní. Maximo má speciální systém spínání dílců z jedné strany a z toho vychází úspora času při bednění a úspory financí.



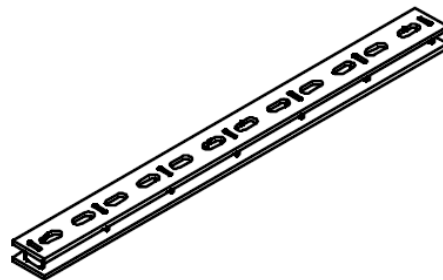
*Obrázek 7 Bednění MAXIMO[1]*

### 1.1.3 Stěnové nosníkové bednění

Použití stěnového nosníkového bednění přichází na řadu v případě zadání konkrétní konstrukce. Pro danou konstrukci se navrhne a vyrobí přesné bednění.

Z typizovaných dřevěných plnostěnných nebo příhradových nosníků se montují jednotlivé dílce, které využijeme například pro stropní bednění. Ocelovými závory jsou navzájem spojeny nosníky v požadovaných délkách a z druhé strany je na nich připevněna bednicí deska. Používá se překližka, která je ošetřena nástřikem a je vícevrstvá.

Do větších celků přes závory se pomocí speciálních spojek spojují smontované dílce, které se navzájem spínají táhly, jako je tomu u rámového bednění.



*Obrázek 8 Speciální spojka VKZ 99[2]*

### **1.1.4 Sloupové bednění**

U sloupového bednění máme dvojí dělení a to pro rovnostěnné sloupy a pro kruhové sloupy.

Kruhové bednění sloupů je samostatný systém, je nepřenositelný na jiné systémy. U rovnostěnného bednění využíváme podobné prvky jako u stěnového.

Sloupové bednění musí snést větší tlaky čerstvého betonu než stěnové bednění. U sloupového bednění mají sloupy a pilíře menší objem a proto se v nich nemohou provádět žádné pracovní spáry, betonuje se celá výška najednou.



*Obrázek 9 Sloupové bednění[1]*

## **1.2 Systémy bednění pro vodorovné konstrukce**

U systému pro vodorovné konstrukce rozdělujeme bednicí systémy na nosníkové a panelové.

Poměr nasazení obou systémů je u vodorovných konstrukcí opačný než-li u svislých konstrukcí. V České republice se můžeme na stavbách u stěnových systémů setkat hlavně s rámovým bedněním a u vodorovných konstrukcí (stropů) se používá bednění nosníkové.

Přesto, že je montáž i demontáž nosníkového bednění více složitá a časově náročná než u panelového systému, jsou jeho náklady a pořizovací hodnoty velmi nízké.

### **1.2.1 Stropní nosníkové bednění PERI**

Firma PERI dodává systém stropního nosníkového bednění, který se nazývá MULTIFLEX. Toto bednění je specifické svou univerzálností a nízkou pořizovací cenou. MULTIFLEX se skládá z dřevěného příhradového nosníku, přičemž u ostatních systémů nalezneme především plnostěnné nosníky.



*Obrázek 10 Stropní nosníkové bednění MULTIFLEX[1]*

### **Hlavní konstrukční prvky stropního nosníkového bednění**

Rozeznáváme tři hlavní konstrukční části stropního nosníkového bednění. Betonářské desky, které jsou v bezprostředním kontaktu s betonovou směsí a mají svojí vlastní formu bednění. Rošt z dřevěných nosníků se používá pro podepření desek a tím vytváří nosnou konstrukci bednění. Stojky jsou hliníkové nebo ocelové a slouží pro přenesení celého systému do spodní nosné konstrukce. U těžkých a vysokých konstrukcí jsou nahrazeny jinými typy podpěrných věží. Pro využití podpěrných věží můžou být věže speciálně vyrobené na míru, popřípadě sestavené ze stojek spojených navzájem příhradovými nosníky v jeden celistvý prvek. Díky unikátnímu řešení PERI UP se firma PERI dnes také zabývá bedněním mostovek a jiných zvláštních konstrukcí.

### **Betonářské desky**

Na stavbách se používají dva druhy betonářských desek. První, která je opatřená ochranným nástřikem, je vícevrstvá překližka a ta je podobná deskám bednicím jako u rámového bednění.

Druhá deska je potažená oboustranně melaminovou pryskyřicí, která je třívrstvá. Vyrábějí se v různých rozměrech, které musí splňovat vysoké požadavky na výslednou kvalitu betonu. Běžně se vyrábějí v tloušťkách 21-27 milimetrů.

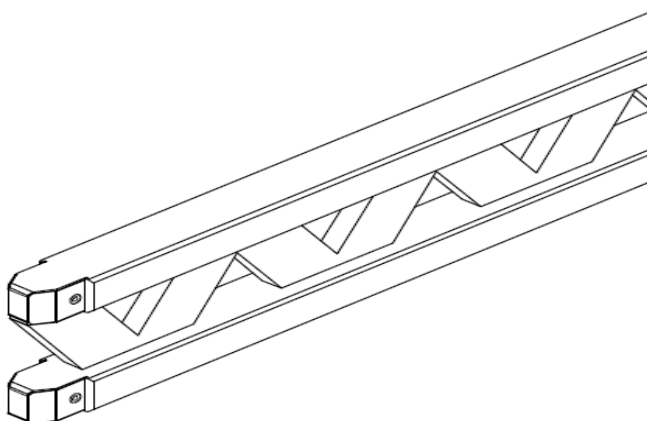
Opakovaně mohou být tyto betonářské desky osazeny a životnost těchto desek je úměrná kvalitě a ceně. Při důsledném ošetřování a zacházení mohou být nejkvalitnější desky použity 30 až 50 krát. U desek s nižší kvalitou se životnost odhaduje na 10 nasazení. Životnost desek můžeme prodloužit pomocí separačního oleje. Levné prořezové překližky používáme k doplnění zbytkových rozměrů nebo k vytvoření složitých forem.

## Dřevěné nosníky

Na roštu, který je tvořen dvěma vrstvami dřevěných nosníků jsou položeny betonářské desky. V pravidelných vzdálenostech po 50 až 62,5 centimetrech se rozmisťují horní nosníky. Konce desek musí být vždy podepřeny, proto záleží na tloušťce stropní konstrukce, délce desky a na únosnosti betonářské desky.

Kolmo k horním nosníkům se umisťují dolní nosníky a vzdálenost závisí na jejich únosnosti a velikosti přenášeného zatížení. Tímto bývá ovlivněno rozmístění stavebních konstrukcí.

K navrhování rozestupů nosníků a stojek máme k dispozici přehledné tabulky. Ty nám snadno a rychle určí přesnou vzdálenost nosníků, stojek, tloušťky stropních desek. Pro zajímavost, firma PERI vyvinula unikátní příhradový nosník s vyšší únosností, který má delší životnost a při správném dodržování může vydržet až 14 let.



*Obrázek 11 Příhradový nosník[2]*

## Stropní stojky

Stropní stojky, které zároveň slouží pro podepření spodních nosníků, přebírají zatížení vznikající při betonování monolitické konstrukce. U výpočtu zatížení musíme brát zřetel na hmotnost betonu, provozní zatížení, které vzniká při práci na bednění a vlastní hmotnost bednění po dobu tuhnutí a tvrdnutí.

Stropní stojky se vyrábějí z ocele a jsou výškově nastavitelné. Únosnost je dána délkou vytažení. Firma PERI je dodává v několika délkách 100- 500 centimetrů, ve výjimečných případech až 550 centimetrů s využitím speciálních nástavců.

### 1.2.2 Stropní panelové bednění PERI

U panelového bednění PERI SKYDECK je hlavní výhodou jednoduchá rychlá montáž a demontáž. Máme tak možnost brzkého odbednění prvků, které můžeme znovu využít na jiné stavbě a tak ušetřit náklady za pronájem.



*Obrázek 12 Stropní panelové bednění PERI SKYDECK[1]*

#### **Hlavní konstrukční prvky stropního panelového bednění**

Panelové bednění se skládá z panelu, hlavy, stojky a nosníku. Krycí lišta je součástí systému s padací hlavou. Máme zde také celou řadu doplňkových prvků, které slouží k řešení volných okrajů bednění nebo k jejich napojení. Některé doplňky systému PERI SKYDECK slouží také k zajištění bezpečnosti práce na bednění.

#### **Panely**

Slouží k vytvoření vlastního tvaru bednění a stále se dotýkají čerstvého betonu. Panely pro stropní bednění se navrhují co nejlehčí, aby se s nimi dobře manipulovalo, jelikož se montují a odstraňují ručně. Panel je tvořen rámem, který je vyroben ze slitin hliníku a vícevrstevných bednicích desek.

#### **Nosníky**

Z důvodu dobré manipulace by neměl mít panel velký rozměr. Podepřen musí být minimálně ve čtyřech bodech, abychom zmenšili množství stojek, na které se kladou jednotlivé panely na nosníky a ty se opět podepřou stojkami. U stropních nosníků je důležitá nízká hmotnost. Proto je PERI SKYDECK vyrábí hliníkové. Pro správnou polohu panelů je nosník opatřen ozubenou plastovou lištou.



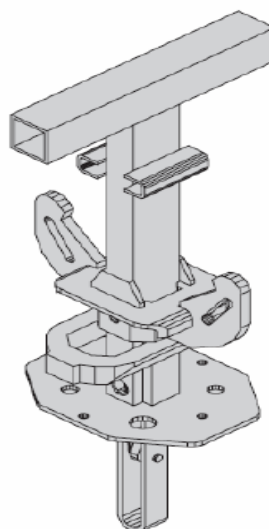
**Obrázek 13 Nosník SKYDECK s ozubenou plastovou lištou[1]**

### **Stropní stojky**

Stropní stojky se navrhují pro podepření panelového stropního bednění jako u nosníkových systémů. Jediným rozdílem mezi systémy je osazení hlav na stojky.

### **Stropní hlavy a krycí lišty**

Stropní hlavy slouží pro uložení nosníků nebo panelů na stropní stojky. Firma PERI vynalezla unikátní tzv. padající hlavu, díky níž brzy po betonáži může dojít částečně k odbednění. Klasické odbednění se provádí běžně po třech týdnech. Se systémem tzv. padajících hlav můžeme sundat panely a nosníky za 2 až 5 dnů, ve výjimečných případech již druhý den po betonáži. Termíny pro odbednění závisí na tloušťce betonovaného stropu a výši teploty vzduchu. Při vyšších teplotách vzduchu se zkracují termíny pro odbednění [1].



**Obrázek 14 Speciální padající hlava[1]**

## **2. BEDNĚNÍ MOSTŮ**

V této kapitole si popíšeme blíže metody bednění a stavební metody dnešní doby pro spodní i vrchní stavby. Jedná se o konstrukce mostů od bednění základů, opěr, pilířů či bednění lehké a těžké skruže až po bednění nosné konstrukce a stavební metody, které se používají v dnešní době.

### **2.1 Popis bednění spodní stavby**

#### **2.1.1 Bednění základů**

Charakteristické velké výšky základů jsou právě u základů mostních staveb. Je to způsobeno značným zatížením opěr, které se musí přenést do podloží. Princip přenášení zatížení se u zakládání staveb mostů příliš neliší od přenosu zatížení opěrami. Způsob založení určují základové poměry a také způsob výstavby základů. Projekční práce nám tak musí nejprve posoudit nezbytné parametry půdy pro základ.

#### **Plošné základy**

Nejčastějším způsobem založení mostní stavby jsou plošné základy. Ty slouží k přenesení sil od zatížení vrchní nosné konstrukce a její vlastní tíhy na základovou spáru. Ta musí probíhat v únosném podloží. Plošný základ přeneše do základové půdy pouze dostředný tlak. Podle parametrů základové půdy se stanoví rozměry základů a velikost zatížení.

#### **Způsob bednění**

Bednění základů je zaměřeno tak, aby se vodorovná složka tlaku čerstvého betonu dala přenést bedněním. Sepnutím protilehlých stran jsou tyto síly obvykle vyloučeny. Jeli základ příliš velkých rozměrů, může se stát, že dojde k deformaci bednění. To může způsobit protažení spínacích táhel. Deformacím se můžeme vyhnout, když použijeme systém opěrných rámu pro jednostranné bednění, které přenesou horizontální síly. Panelové rámové bednění se nejlépe hodí pro bednění základů, které mají minimální požadavky. V případě, kdy je počet nasazení bednění velký, doba výstavby delší a jsou-li tvary základu nepravidelné, používá se stěnové nosíkové bednění.



### **2.1.1.1 Zvláštní zakládání základů**

#### **Technický popis**

Zakládání na studních, podzemních stěnách, beraněných a vrtaných pilotách bývá použito tehdy, když je základová půda nestabilní. Půda bývá ovlivněna i jinými faktory, jako je například spodní voda nebo je-li menší rozměr staveniště. Zatížení se tedy tímto přeneso do hlubších vrstev podloží. Mezi konstrukčním prvkem hloubkového založení a patou pilíře je umístěn spojovací článek roznášející trámy nebo desky. Roznášející prvky jsou bedněny stejně jako plošné základy. Náklady tak bývají mnohem vyšší a doba provádění trvá déle.

#### **Způsob bednění**

U hloubkového základu se u roznášecích prvků bednění používá stejný systém jako u základů plošných.

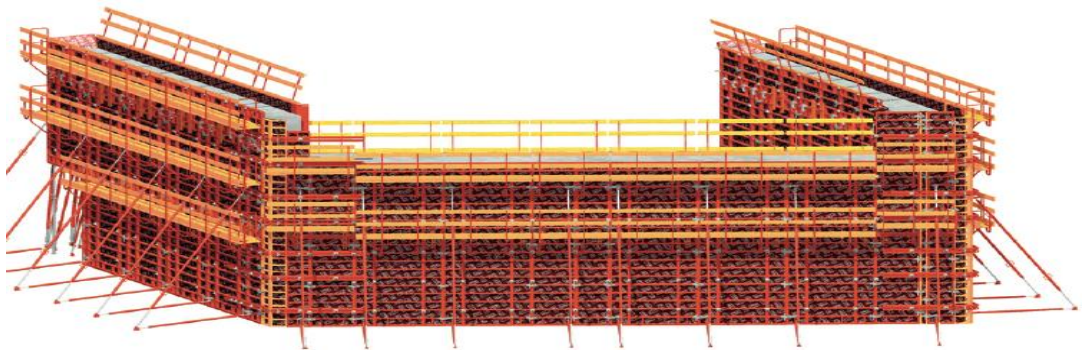
### **2.1.2 Bednění mostní opěry**

#### **Technický popis**

Slouží jako podpěra a ložisko pro vrchní nosnou konstrukci a zároveň tvoří přechod mezi zemním násypem a vrchní nosnou konstrukcí mostu. Její viditelné povrchy by měli mít stejně kvalitní pohledový beton jako je beton pilířů. Avšak na kvalitu povrchu vnitřních částí stěn se žádné zvláštní nároky nekladou.

#### **Způsob bednění**

Používá se bednění s velkou únosností, které umožňuje variabilní provedení pláště bednění. Většinou se používá rámové bednění na viditelných plochách opěry vyložené prkny. Stěnové nosníkové bednění se používá, pokud je vyžadován pravidelný modul spínacích otvorů. Podpěry nebo podpěrné lešení se použije na koncích křídel mostní opěry, kdy je třeba přenést ještě svislé zatížení od čerstvého betonu.



**Obrázek 15 Bednění mostní opěry systémem PERI TRIO[3]**



### 2.1.3 Pilíře

V dnešní době stále stoupají požadavky na architektonický tvar prvku a povrch betonu, ale samozřejmě o tvaru a formě pilíře rozhodují i statické veličiny, kterými jsou především velikosti přenášeného tlaku a maximální štíhlost. Pilíře zmenšují rozpětí vrchní nosné konstrukce a přenášejí zatížení do základů. Pilíř se skládá z dříku a hlavy.



*Obrázek 16 Bednění pilíře[3]*

#### **Technický popis**

Pilíře můžeme zhotovovat najednou, pokud není jejich výška větší než 10 metrů. Bednění se ukotví na základ, aby došlo k přenesení horizontálních sil. Rychlost betonáže se pohybuje mezi 3 až 5 metry za hodinu a tím je nutné se při betonování vyrovnat s vodorovným tlakem vznikajícím od čerstvého betonu. Pro docílení požadované kvality povrchu betonu nesmí být překročeny tlaky, na něž je bednění dimenzováno. U pilířů jsou velmi často přísné požadavky na pohledovost betonu, uspořádání otvorů pro sepnutí a na pracovní spáry.

#### **Způsob bednění**

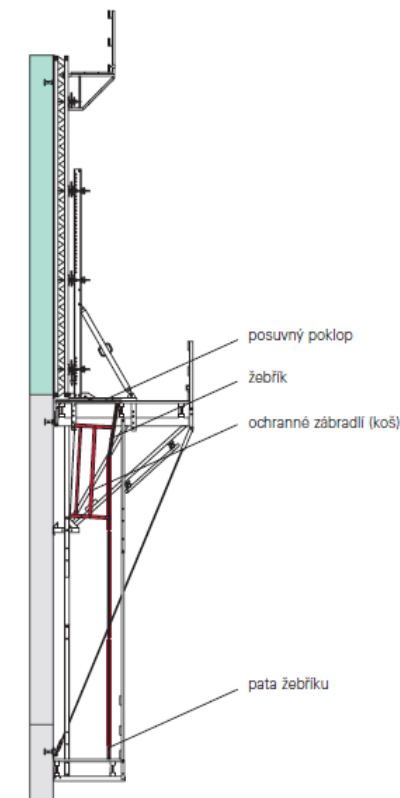
Bednění je tvořeno prkny, které musí být těsné a tvarově stálé, aby nedocházelo k deformaci ploch a výronu cementového mléka v místě spár. Požadavky na přesný tvar bednicí formy splňuje například rámové bednění. Nosíkové stěnové bednění se používá v případě dalších požadavků na uspořádání spínacích otvorů, vnějších vodorovných výztuh a velkých tlaků betonu. Ty je právě možné přenést vhodným rozmístěním závor a táhel.

Důležitou podmínkou pro kvalitní provedení pilířů je hutnění a uložení betonu a samozřejmě i jeho stále stejné složení.

### **Provádění po záběrech, bednění překládané jeřábem**

Prvním úkolem je při stavbě vysokých pilířů s vodorovnými pracovními spárami potřeba postavit bednění na podpěrném lešení. Stěnové bednění pevně spojíme s podpěrnými lávkami lešení, tím vznikne zapojená jednotka překládaného bednění. Ta se zavěsí na jeřáb a je připravena do dalšího záběru. Slouží také jako pracovní lávka pro další potřebné činnosti, jako například pro montáž bednění a výztuže, pro betonáž a odbedňování. Při manuálním přisazení a odsazení bednění je u překládaného bednění na lávce pojízdný vozík. Je zde tak prostor pro práce jako například čištění bednění a montáž výztuže. Na vrchní části bednění musí být k plášti připevněna vodící kotva, kterou je nutno zabetonovat. Kotva přenáší síly z opěry lávky překládaného bednění do hotové části pilíře. Je jedno, kolik je záběrů betonáže a jejich zdvih závisí pouze na zdvihu jeřábu.

Systém SSC – u překládaného jednostranného bednění je možné velké zatížení vyvolané vlastní vahou betonu, (příčná síla na kotvu), přenést do zavěšení konzoly. Co se týče bednění nebo kotvení již není třeba dalších zásahů.



**Obrázek 17 Překládané bednění[3]**

## **Způsob bednění**

U překládaného bednění při stavbě pilířů jsou vhodná všechna stěnová nosníková i rámová bednění. Jejich kompozice a funkce je určena podpěrnými lávkami. Na každou stranu se povětšinou dává jedna lávka popřípadě jeden prvek. Vychází se z tvaru pilíře, velikosti výšky záběru a zatížení od větru. Pilíře betonujeme v záběrech, které mohou mít výšku 3,5 až 5,0 metrů. Lešení s bedněním se musí přizpůsobit změnám průřezu dříku nebo hlavy pilíře.

## **2.2. Popis bednění vrchní stavby**

### **2.2.1 Vrchní nosná konstrukce na pevné skruži**

Aby u stavby nosné konstrukce nad základy vzniklo zatížení, které je přímo nebo nepřímo přenesené do podloží, slouží nám k tomu mostní skruž. Zatížení zajistíme podpěrnými věžemi nebo systémem „nástrčkového“ trubkového lešení. Můžeme také postavit podpěrné lešení z hladkých trubek běžného lešení. K tomuto lešení budeme potřebovat spojky, abychom je mohli svázat v jakékoli poloze a na jakémkoli místě. Pevné skruže se již nevyužívá a z technického hlediska se rozlišuje

- Lehká skruž/podepření po celé ploše
- Těžká skruž

#### **2.2.1.1 Lehká skruž**

V tomto případě bednění vrchní nosné konstrukce podpírá lehká skruž. Půdorysná plocha je zcela podepřena. U dílů s hmotností do 25 kilogramů se staví samostatné podpěrné věže. Je-li nutno, utvoříme celou řadu podpěrných věží. U tohoto nosného prostorového lešení se po celém půdorysu musí uložit dno bednicí formy. Slouží nám také jako pracovní plocha.

## **Způsob bednění**

Nejlevnějším prostorovým lešením s nízkou hmotností dílů jsou stojky spojené do rámu, které se používají do skruže při výšce do 8 metrů. Prostorová modulová (styčnicková) lešení se používají, pokud jsou skruže vyšší nebo je-li třeba vytvořit plošiny uvnitř skruže. Jimi lze skruže vybudovat až do výšky lešení 22 metrů. Jsou-li systémy schváleny, mohou lešení a rámy stát volně a do uvedené výšky jsou nasazeny bez diagonálního ztužení. Skruž se samostatně stojícími kyvnými stojkami používáme u vrchní konstrukce podepření oblouků nebo šikmých částí. Díky velké škále dostupných šířek rámu, výšek stojek a systémů ocelových závor máme možnost realizovat stavby jakýchkoliv tvarů a rozměrů. Snadnou a rychlou montáž nám umožňuje propojení bednicích systémů a lešení.

### **2.2.1.2 Těžká skruž**

#### **Technický popis**

Používá se u stavby, kdy je terén pod mostem nepřístupný, například silnice, železnice, vodních toky v provozu. U takovýchto překážek musíme plošné podepření rozdělit a použít skruže s členěnými podpěrami. Vzniklé zatížení se přeneso do únosného podkladu v blízkosti pilířů nebo mostních opěr. Těžké skruže použijeme i v případě, kdy se projíždí prostorem podpěrné konstrukce.

#### **Způsob bednění**

Z prvků systému vysokopevnostních podpěr se používají členěné opěry pro těžké skruže. Podpěry s únosností 200 kN až 400 kN se skládají maximálně do výšky 11 metrů. Rychlou a plynulou montáž nám umožňují kompletní systémy. Není tak třeba svařování a řezání. Vzhledem k nízké hmotnosti jednotlivých součástí podpěrného systému s nimi můžeme ručně manipulovat i v místech, kde není potřeba použít jeřáb. Podpěrné systémy, které jsou vyrobeny z běžných svařovaných ocelových válcovaných profilů se pro tento účel nehodí, jelikož bez jeřábu se nedají na stavbě montovat ani demontovat.

### **2.2.2 Bednění vrchní nosné konstrukce**

Pro bednění vrchní nosné konstrukce se na podélné nosníky skruže umístí centrovací lišty, které umožňují vyrovnání deformací, kterou způsobí vlastní váha bednění a zatížení betonem. Na ně jsou uloženy příčné nosníky bednění. V místě mostovky mostu se tak dno bednění mění v pracovní plošinu pod vyložení. Bednění vrchní nosné konstrukce je provedeno v závislosti na tvaru příčného směru.

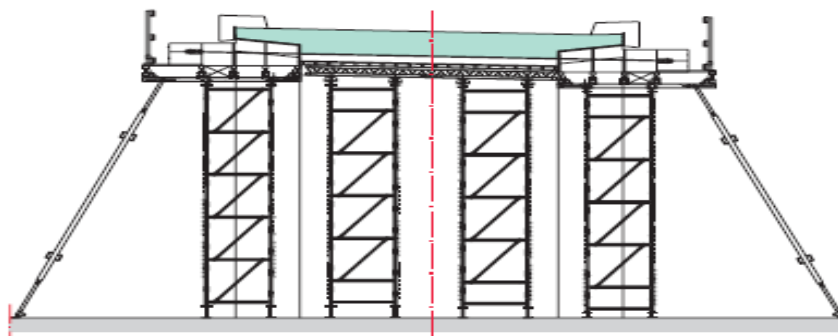
#### **2.2.2.1 Masivní deska**

##### **Technický popis**

Masivní deska je nejjednodušším tvarem vrchní nosné konstrukce. Pro její výrobu se použije pouze bednění dna s bedněním bočních stěn. Výhodou je jednoduchý tvar, způsob vyztužení a snadná betonáž. Není-li nosná konstrukce vysoká, můžou se bočnice svázat táhly, která jsou umístěna nad a pod betonovým tělesem. U bednění, kde jsou boční stěny vysoké, procházejí táhla betonovou konstrukcí. Tady musíme dát pozor na prodloužení táhla způsobené zatížením. To může zdeformovat sepnuté stěny.

## Způsob bednění

U bednění masivních desek existují různé systémy nosíkového stropního bednění. Dá se s nimi vybednit jakákoli masivní deska. Tyto dřevěné příhradové nosníky mají oproti jiným bednicím nosníkům větší únosnost, a proto jsou velice výhodné. Odskoky a změna výšky se lehce provádí zdvojitím pláště neseného nosníky, které jsou tam dodatečně vloženy.



*Obrázek 18 Řez bedněním desky mostovky na podpěrném lešení[3]*

### 2.2.2.2 Deskový trám

#### Technický popis

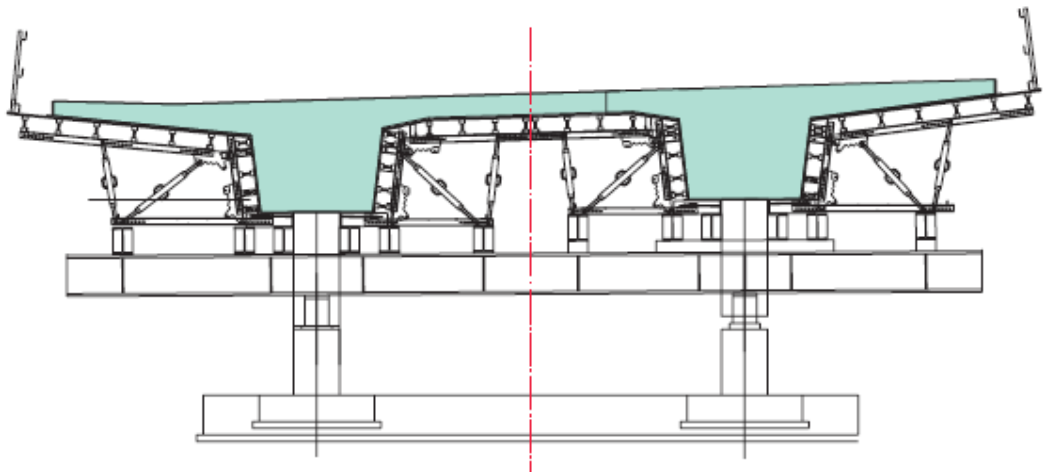
Nosná konstrukce trámových mostů, které mají rozpětí do 30 metrů, je složena z desky mostovky, trámů, případných příčníků a vyložení. Velké stavební výšky s menší hmotností tak umožní větší světlost mostního otvoru.

#### Můžeme postupovat dvěma způsoby:

- Nosné trámy jsou ekologické (nižší náklady) a doplněné monolitickou deskou. K podepření prefabrikátů je třeba podpěrného lešení (skruže), do prostoru mezi trámy se ukládá nosíkové stropní bednění.
- Nosná konstrukce je celá z monolitického betonu. Zde se vytvoří celá bednicí forma nosné konstrukce. Aby byl zachycen tlak čerstvého betonu, musí se použít spínacích táhel, procházejících trámy.

## Způsob bednění

V jednom záběru současně betonujeme u mostů trámových průřezů nosníky i desky. Proto je bednění navrženo tak, aby čerstvým betonem dokázalo přenést vlastní váhu i zatížení. Spojením ocelových závor příhradových nosníků a vysokopevnostních vřeten se pro bednicí formy i pro přenesení zatížení sestaví bednicí elementy. Tento tvárný systém tak dovoluje obednit a podepřít jakékoli tvary průřezu mostu. Je tak umožněno i přenesení tlaku čerstvého betonu.



*Obrázek 19 Řez bedněním deskového trámu[3]*

### 2.2.2.3 Komorový nosník

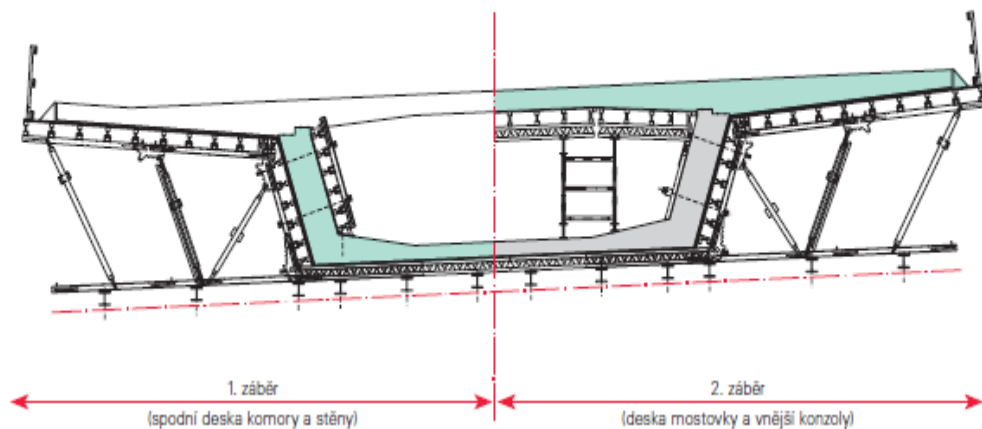
#### Technický popis

Komorový průřez je dokonalým tvarem jak pro mosty s půdorysným zakřivením v obou směrech, tak i pro velké mosty přímé. U rozpětí větších než 100 metrů se používá předpjatého betonu. Podle rozměru mostovky může být nosník jedno či více komorový. Ve dvou výškových záběrech probíhá betonáž nosné konstrukce. Spodní deska a stěny komor se betonují v prvním záběru. Deska mostovky a vyložení se pak betonují v druhém záběru.

#### Způsob bednění

Na skruži se z nosníkového stropního bednění postaví bednění dna komory. Nosníky se zhustí v místech budoucích stěn komor. Vnitřní bednění stěn komor se skládá z dílů. Přesný tvar je vytvořen z dílů připravených na míru. Vnitřní bednění stěn se opře o bednění dna pomocí distančních vložek. Síly, které vyvolá vodorovný tlak čerstvého betonu, převezmou táhla, která spojují vnější a vnitřní bednění stěn komory. Bednění vyložení a vnější bednění je složeno z proměnlivé příhradové konstrukce (bednicí elementy).

Bezpečně je tak přenášena do skruže nebo spodní stavby vlastní váha bednění nebo zatížení čerstvým betonem současně nebo náhlým zatížením při montáži nebo betonáži. Ze systémových dílů bývají sestaveny bednicí elementy, které nevyžadují atypickou výrobu částí. Na ocelové závory se pokládají dvakrát U nosníky dřevěné. Ocelové závory se spojují kloubovými díly. Vysokopevnostní stojky využijeme u diagonálního vyztužení. Horizontální síly převezmou lešenářské trubky se spojkami.



**Obrázek 20 Řez bedněním komorového nosníku[3]**



### 3. ZVLÁŠTNÍ TECHNOLOGIE VÝSTAVBY

Zvláštní technologie výstavby přicházejí na řadu tehdy, je-li zhotovení pevné skruže drahé, technicky nemožné a časově nákladné. Bednění se dá sestavit z běžných dílů systémového bednění přesně podle požadavků stavby. Tím je možné postavit most hospodárně. Spolupráce všech partnerů, kteří se na výstavbě podílejí, umožní správný návrh bednění. Je tak dána záruka, že bude stanoven nejlépe vyhovující postup prací, určena doba výstavby, maximální využití materiálu a daných pracovních cyklů. Pro pracovníky budou tak zajištěny pracovní podmínky a technologické postupy. U technologických postupů bude plánované nasazení bednění popsáno krok po kroku popsáno.

#### 3.1 Vysouvání po segmentech

Stavbou mostu pomocí vysouvání po segmentech nám vzniká celistvá konstrukce. Není tedy závislá na těžkém zvedacím zařízení. Dochází k úspoře času, jelikož práce se stále stejně opakuje. Metoda práce se pak odráží v nákladech stavby. U takovéto stavby se dá velice dobře plánovat stanovení doby výstavby. Práci tak nenarušuje počasí. Materiál se skladuje pouze na jednom místě, takže vznikají krátké přepravní trasy a staveništní komunikace.



*Obrázek 21 Vysouvání po segmentech[3]*



## **Technický postup**

Ve výrobě, která je umístěna za krajní podporou se ve stacionární bednicí formě betonují segmenty nosné konstrukce dlouhé 15 až 40 metrů. Je-li u vyrobeného segmentu dosažena potřebná pevnost, je segment spřažen přepínacími kabely s již zhotoveným dílem. Pomocí hydraulického zařízení spustíme bednicí formy a tak se odbední segment. Vybudovaná vrchní konstrukce se hydraulicky vysune o délku jednoho segmentu. Nosná konstrukce leží na podporách a je od nich oddělena kluznou vrstvou. Hlavy pilířů jsou vybaveny kluzným zařízením, které je vyrobeno z legované oceli. Po kluzném zařízení se posouvá vrchní stavba, která leží na ocelových deskách s teflonovým povlakem. Vpředu vysouvané nosné konstrukce je umístěn pomocný ocelový výsuvný nos. Pomocí tohoto výsuvného nosu se usnadňuje přemostění celé délky pole a tím se zmenšují ohybové momenty. Světlost mezi sousedními pilíři většinou nepřesahuje 60 metrů. Je-li světlost velká, staví se uprostřed pole pomocný pilíř.

## **Postup bednění**

Komorový průřez mívají nosníky mostů s vysouvanými segmenty. Nejsou-li délky polí velké, mohou to být deskové trámy. Ve výrobě segmentů bývá bednicí forma sestavena z bednicích elementů. Do těchto bednicích elementů se spojuje vnější bednění trámů a bednění vyložení s potřebnými vzpěrami z vysokopevnostních vřeten. Ve středu komorového průřezu je deska mostovky, která se vyrábí pomocí stropního bednění nosníkového nebo také panelového s hliníkovými panely (PERISKYDECK). U bednění musíme dbát na přesnost uložení kluzných ploch do dna bednění a také do bočních bednicích ploch.

## **3.2 Letmá betonáž**

Je to způsob výroby velké konstrukce. Zde se betonuje po segmentech do bednění na betonářském vozíku. Vozík je zakotven do vybetonované a předepnuté části konstrukce. Tato letmá betonáž se provádí u mostů s velkými rozpory jako například u obloukových mostů nebo zavěšených.

## **Technický popis**

Nosníky mostů jsou převážně s náběhy a komorovým průřezem. Výroba začíná u pilíře a probíhá oběma směry symetricky. Úseky dlouhé 3 až 6 metrů se po obou koncích střídavě betonují. Provedení jednoho úseku trvá zhruba týden. Předsunutý betonářský vozík tvořící nosnou konstrukci pro bednění přenáší zatížení až do posledního úseku. Zároveň vozík může přemísťovat bednění na další úseky.

## Způsob bednění

U tohoto způsobu stavby mostů se výška průřezu mění. Bednění se musí v každém záběru přizpůsobit proměnlivé výšce průřezu, úhlu naklonění stěny komory a změnám délky záběru. Tuto potřebu splňuje nosníkové stěnové bednění.



*Obrázek 22 Letmá betonáž[3]*

## 3.3 Betonáž ve výsuvné skruži

Jednotlivá pole mostů se vyrábí pomocí výsuvné skruže. Mohou dosahovat rozpětí až 50 metrů. Nezávisí na výšce nad terénem. Výsuvné skruže a bednění jsou spolu spojeny a společně se přesouvají. Výhoda výsuvné skruže je v minimálních nákladech na pracovní síly a stavba po úsecích v krátkém záběru. Stavba do délky mostu tři sta metrů je pomocí výsuvné skruže hospodárná. Má nejméně osm záběrů betonáže.

### Technický popis

V novém záběru přemísťování výsuvné skruže se konstrukce nosné skruže posunuje společně s bedněním. Segmenty se vysouvají, ale hotová část mostu zůstává na svém místě. U mostů s vrchní stavbou v oblouku je jeho předností možnost svobodné volby průřezu mostu. Varianta se skruží je díky menším nákladům pod mostovkou výhodná. Šetří čas, jelikož hotová výztuž svázaná do armokošů se ukládá jeřábem a není tak třeba podepření či zavěšení hotového dílu mostu.

## Způsob bednění

Mosty, které stavíme pomocí výsuvné skruže, mají většinou komorový průřez. V některých případech mohou být i trémové. Používáme zde bednění z běžných dílů nosíkového stěnového bednění. Válcové ocelové profily, které mají speciální styky a spojení, používáme pro konstrukci výsuvné skruže. Při návrhu bednění a nosné skruže, které spolu těsně souvisí, musí být jejich vzájemné působení dobře sladěno.



*Obrázek 23 Výsuvná skruž[3]*

## 3.4 Ocelobetonové spřažené mosty

Vrchní nosnou konstrukci tvoří dva různé materiály. Spodní část je vyrobena z oceli ve tvaru žlabu nebo u otevřeného průřezu je složena z jednotlivých nosníků. Horní konstrukce je ze železobetonu (mostovka s vyložení). Ocelobetonové spřažené mosty mají krátkou dobu výstavby. Konstrukce se sestavuje z předem zhotovených dílů. Předností ocelové konstrukce je menší hmotnost než mají předepjaté mostní konstrukce.

### Technický postup

Spřažené konstrukce využívají výrazné vlastnosti použitých stavebních materiálů. Díly jsou namáhané tahem, a proto se vyrábí z oceli a tlačené části ze železobetonu. Na místo se nejprve dopraví ocelové nosníky, které mají tvar I nebo uzavřeného průřezu. Dále se na horní pásnice ocelové konstrukce připevní bednicí vůz, který slouží na výrobu vnějších konzol. Po celé délce mostu pojíždí vůz vratným způsobem.



Nasadíme-li dva vozy, prvním vozem se betonáž provádí „na přeskáčku“ vynechá se jeden záběr, který je po proběhnutí objemových změn v tvrdnoucím betonu zabetonován pomocí druhého vozu.

Jestliže by u malých mostů byla doba využití nasazení bednicího vozu krátká, použijeme levnější řešení a to speciální skruž s konzolami.

### **Způsob bednění**

Na bednicím vozu máme prvky nosníkového bednění. Dno vyložení je povětšinou nakloněná rovina, která se snadno bední. Vyšší nároky jsou kladeny na nosné části bednicího vozu, konzolové vyložení a spřažení. Nosná část vozu tak musí umožnit nastavení sklonu vyložení a také úpravu podle podélného či příčného sklonu mostu [3].



*Obrázek 24 Ocelobetonové spřažené mosty[3]*

## 4. TECHNICKÝ POPIS ŘEŠENÉ KONSTRUKCE

### 4.1 Základní údaje

Jedná se o trémový monolitický předpjatý železobetonový most o 3 polích.

Základní rozměry :

délka mostu	68,7 m
šířka nosné konstrukce	10,55m
výšky pilířů	7 m, 7m
plocha bednění	725 m <sup>2</sup>
maximální tlak čerstvého betonu	50 kN/m <sup>2</sup>

### PERI UP Rosett

Konstrukce modulového lešení PERI UP Rosett je sestavena:

- a) ze šroubových patek se základními sloupky pro založení na betonové ploše
- b) z vertikálních sloupků UVR a koncových UVH
- c) z podlahových závor UHD a konzol UCB
- d) z horizontálních výztuh UH (podélníků a příčníků) tvořících vodorovná ztužení
- e) z diagonál UBL, UBK a UBC tvořících úhlopříčné ztužení
- f) z podlah UDS
- g) z příhradových nosníků ULA a ULS a jejich doplňků
- h) ze spojovacích a doplňkových součástí
- i) z částí pomocných

### PERI VARIO

Konstrukce stěnového systému bednění VARIO je sestavena:

- a) z nosníků SRU, tlakových vzpěr SLS
- b) z příhradových nosníků GT24

## **PERI DOMINO**

Konstrukce systému PERI DOMINO je sestavena:

- a) systémové panely DOMINO
- b) zámek DRS
- c) klínový zámek DKS
- d) vyrovnávací závora DAR 80
- e) systém spínání DW 15, tvořené táhlem, distanční trubkou, kónusem, kloubovou maticí
- f) úchyt pro stabilizátor DRA
- g) stabilizátor

## **PERI Podpěrná věž ST 100**

Konstrukce PERI Podpěrná věž ST 100 je sestavena:

- a) základní rám ST 100, patní rám, hlavový rám
- b) nástavce ST 100, každý metr výšky 4 kusy
- c) diagonální výztuha ST 100
- d) stavěcí patka TR
- e) stavěcí hlava s vidlicí TR
- f) koncová závora ST 100 sloužící pro vyztužení koncových nástavců
- g) koncový nástavec rámu ST100 ve spojení s koncovou závorou

## **4.2 Základní vlastnosti konstrukce**

### **Modulové lešení PERI UP Rosett**

PERI UP Rosett je moderní lešení s tuhými a únosnými styčníky, které má široké uplatnění společně s dřevěnými příhradovými vazníky i ve funkci podpěrného lešení.

Rosetové styčníky umožňují snadnou a bezpečnou montáž. Klín je zajištěn, že samovolně zapadne do otvoru v rozetě. Tuhost styčníků a zvýšená mez kluzu materiálu sloupků dává záruku pro dané použití.

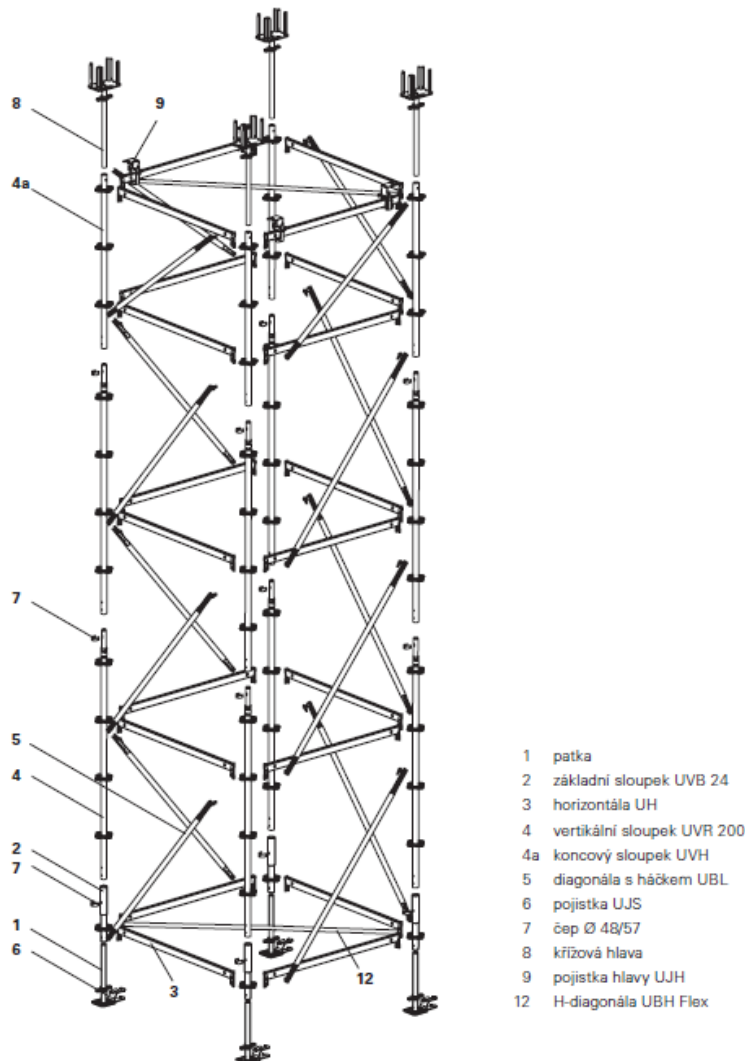
## Specifikace PERI UP Rosett

Stropní bednění je navrženo s betonářskou 3-vrstvou deskou 2500x500x21mm, pro dořezové plochy je určena topolová překližka tl. 21 mm. Při nahrazení lze použít překližku se stejnými nebo lepšími fyzikálními vlastnostmi.

Veškeré práce musí probíhat v souladu s dokumentací k jednotlivým systémům bednění (montážní návody, plakáty) a bezpečnostní příručkou PERI.

Při konzolovitěm vytažení nosníků přes doporučený přesah 300 mm (doporučení firmy PERI v rámci "BOZP") je nutno na stavbě dodatečně zajistit bezpečnost vlastními prostředky (především proti překlpení!).

Únosnost stávající konstrukce (zdivo, beton apod.) ověří stavba na základě působících reakcí. Reakce jsou k dispozici v tabulkách PERI, v atypických případech na vyžádání[4].



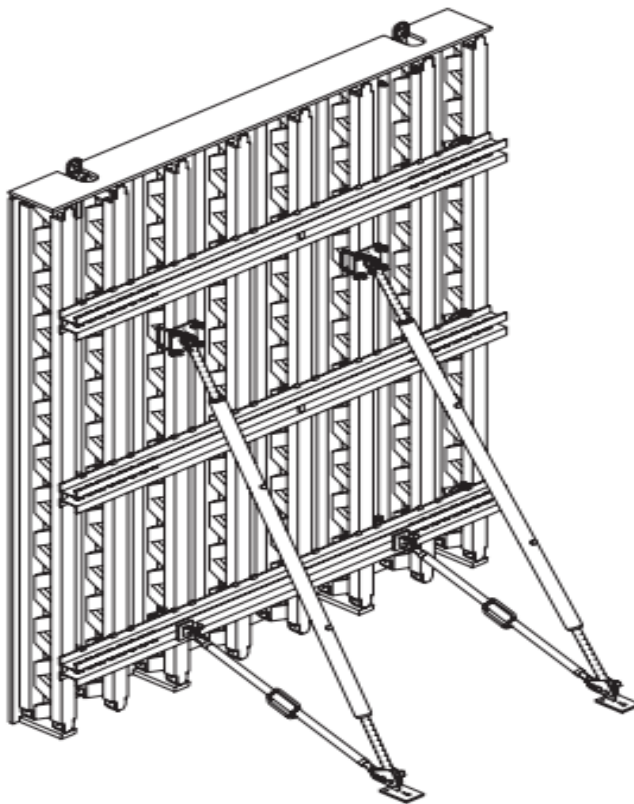
**Obrázek 25 Podpěrná věž PERI UP ROSETT[4]**

## Nosníkové bednění VARIO

Variabilní stěnové nosníkové bednění. Standardní panel se skládá z překližky, nosníků GT 24 a ocelových závor SRZ případně SRU. Tímto systémem lze bednit libovolný tvar do výšky 18 m.

Nastavení nosníků na sebe jde velice snadno a rychle pomocí nastavovací lišty. V závislosti na požadovaném tlaku betonu se dá snadno zvolit poloha závor a vzdálenost nosníků mezi sebou. Standardní panely VARIO převezmou tlak čerstvého betonu 60 kN/m<sup>2</sup>. Systém je vhodný pro bednění sloupů, či speciálních tvarů s použitím vnitřních výdřev, při maximálním tlaku 100 kN/m<sup>2</sup>[5].

V projektu bylo využito v krajních zúžených částech tlakových vzpěr SLS pro osazení ocelových nosníků SRU, abychom mohli dodržet tvar navržené betonové desky a ukončení krajů betonové desky tzv. čílek. Bednění pro tato malá čela se vytváří tesařskou prací přímo na stavbě. Tlakové vzpěry SLS byly posouzeny ve firmě PERI, kde vyhověli statickému posouzení.



**Obrázek 26 Panel VARIO včetně stabilizátorů[5]**



## **Podpěrná věž ST 100**

Podpěrná věž PERI ST 100 je navržena pro rychlou montáž a demontáž. Všechny díly se do sebe zasunují bez nutnosti použití nářadí a jejich nasazení je hospodárné již při malé výšce. S nástavcem se skladební výškou 50 cm lze bez předběžného plánování sestavit věž jakékoliv výšky, bez nutnosti zavětrování.

V případě použití systému PERI ST 100 není zapotřebí zdlouhavý výpočet potřebných dílů podle kombinačních tabulek, z toho vyplývající příprava práce a obtížné vyhledávání z početných druhů dílů. Pro podpěrnou věž PERI ST 100 je k dispozici typová zkouška pro výšku do 22,29 m. Nejsou tedy vyžadovány složité statické výpočty. Protokol o typové zkoušce si můžete kdykoli vyžádat u společnosti PERI.

Systém se skládá z 5 systémových dílů, nepotřebujeme žádné čepy nebo závlačky pro spojení, díly se do sebe pouze nasazují. Můžeme dosáhnout pracovní výšky, jaké potřebujeme.

### **Specifikace věže ST100:**

Maximální povolená síla do sloupku věže 43,5kN při splnění podmínek použití (viz statické tabulky firmy PERI).

Maximální vytažení hlav 340mm, maximální vytažení patek 300mm.

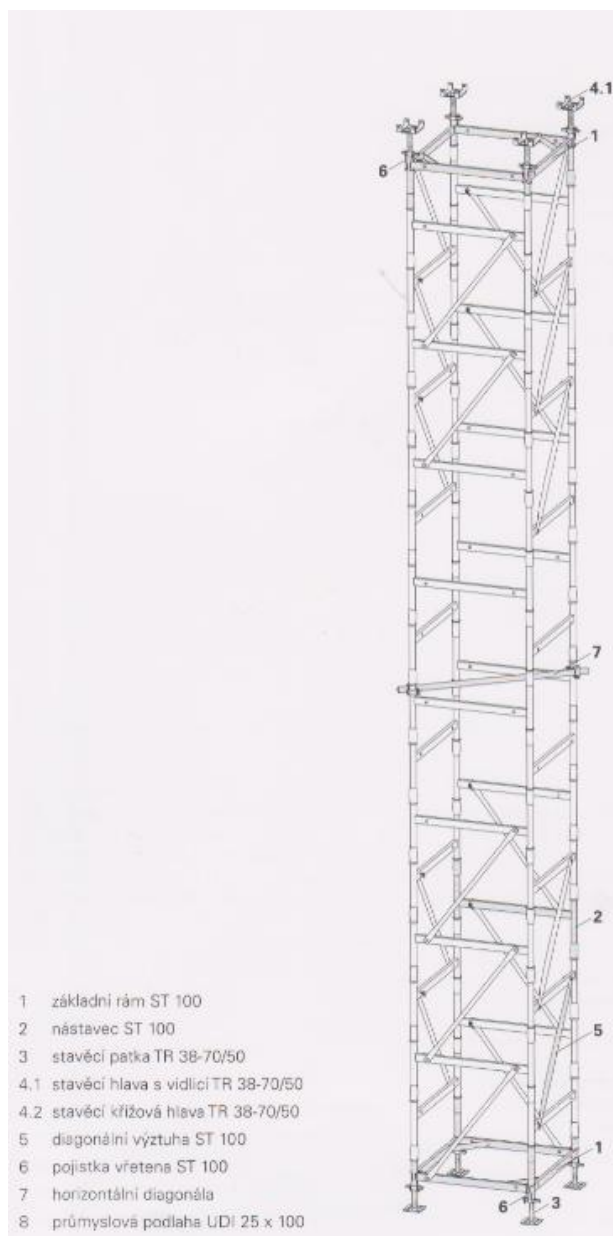
V případě většího vytažení patek nebo hlav je nutné příslušné vřeteno zavětrovat v obou směrech lešenářskou trubkou.

V případě šikmého založení je nutné patky podložit klínem pro zajištění celoplošného přenosu sil do podkladu a vyloučení přídatných vodorovných sil.

V případě šikmého uložení nosníků do hlav je nutné tyto nosníky podložit klínem pro zajištění celoplošného přenosu sil do hlav a vyloučení přídatných vodorovných sil.

Systém věží ST100 nepřenáší vodorovné síly vzniklé při betonáži (např. síly od bednění čela desky).

Únosnost stávající konstrukce (zdivo, beton apod.) ověří stavba na základě působících reakcí. Reakce jsou k dispozici v tabulkách PERI, v atypických případech na vyžádání[6].



**Obrázek 27 Podpěrná věž ST 100[6]**

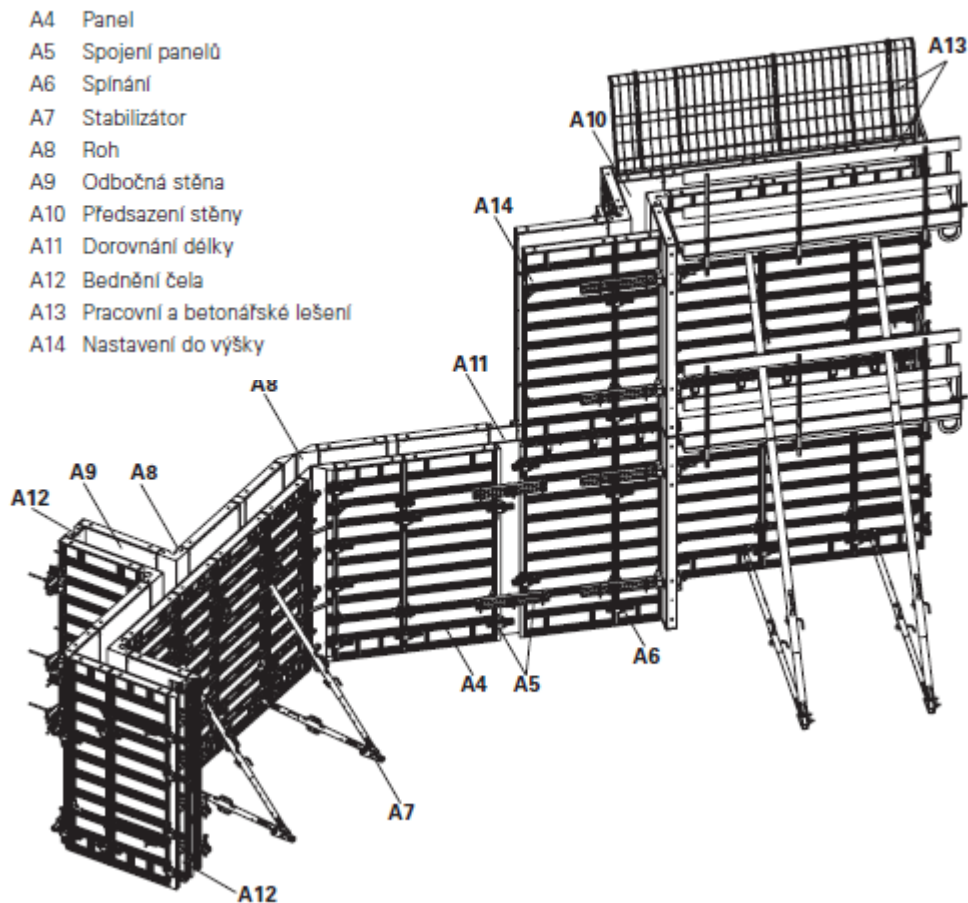
### **Rámové bednění DOMINO**

Jedná se o lehké rámové bednění, využívané pro bednění základových pasů, základových patek a bednění stěn do výšky 2,5m. Panely tohoto systému jsou modulované na výšku i šířku po 25 centrimetrech a díky poměrně nízké hmotnosti jsou ručně manipulovatelné.

Pro spojování panelů a vnějších či kloubových rohů a připojení čelního dílce se k vyrovnání mezer do šířky 12 centimetrů využívá zámek DRS, pro méně namáhané spoje se používá zámek DKS.

K dobednění mezer mezi panely se použije do šířky 10 centimetrů pouze dřevěný hranol a pomocí zámků DRS se spojí s panely. Pro mezery do 30 centimetrů se použijí profily DPA s přesnou překližkou a ukotví se pomocí závory DAR 80.

Čela bednění stěn se provede hranoly s překližkou včetně ukotvení pomocí závory DAR 80 nebo použitím čelního dílce a spojením se stěnami pomocí zámků DRS[7].



**Obrázek 28 Rámové bednění DOMINO[7]**

### 4.3 Podloží

Prostorová skruž PERI UP Rosett a podpěrná věž ST 100 se staví na panelovou plochu (zařizuje objednatel). Panely budou uloženy na terén zhutněný podle ČSN 721006 – příloha A.

Kontrola bude provedena statickou zkouškou zatěžovací deskou. Protokoly o zkouškách hutnění a podloží zajišťuje zhotovitel objektu.

Požadovaná hodnota je  $E_{def.2} \geq 45 \text{ MPa}$  pro prostorovou skruž.

## 4.4 Technologické postupy

### Základní požadavky

Všechny součásti lešení musí být před montáží odborně prohlédnuty, poškozené součásti musí být vyřazeny. Lešení musí být montované i demontované dále uvedeným postupem při dodržení požadavků na zajištění při práci ve výškách. Při montáži a demontáži lze pracovat pouze z již osazených vodorovných prvků lešení.

S ohledem na nezajištěný volný okraj musí být pracovníci, kteří v těchto místech provádějí montáž, osobně zajištěni proti pádu. Při montáži a demontáži musejí pracovníci používat ochrannou přilbu.

Při montáži a demontáži lešení se nesmí shromažďovat na montované konstrukci materiál. Každá část konstrukce osazená na místo určení musí být ihned připevněna. Současně s postupem montáže hlavních nosných prvků se musí zajišťovat i prostorová tuhost a stabilita konstrukce. Lešení musí být průběžně kotveno od výšky 4, popř. 8m do fasády nebo zapřeno opěrnými věžemi ze systému PERI UP Rosett vyztužených diagonálami UBL.

Demontáž lešení se smí provádět pouze postupně, a to opačným postupem než byla prováděna montáž. Postup demontáže musí být volen tak, aby v žádné její fázi nebyla ohrožena stabilita nebo tuhost zbytku demontované konstrukce. Demontované součásti se opatrně spouštějí tak, aby se nepoškodily. Jejich shazování je zakázáno.

Prostory kolem lešení i pod lešením, ohrožené jeho provozem (v průběhu montáže, demontáže a užívání lešení), musí být chráněny ohrazením či vyloučením provozu v ohroženém prostoru).

Převzetí staveniště: Přípravu staveniště zajišťuje objednatel.

Prostor potřebný pro stavbu lešení, včetně nutné plochy pro skladování a manipulaci se součástmi lešení musí být řádně připraven, tj. odvodněn, vyklizen, podklad urovnán a podle potřeby zpevněn (zásypy rýh a násypy zatížené lešením musejí být předem dostatečně zhutněny), zabezpečen proti ohrožení pracovníků (např. elektrickým proudem) apod.

V montážním prostoru se mohou provádět pouze práce a činnosti, které souvisí se stavbou, provozem a funkcí lešení.

## **4.5 Návod k montáži a používání**

### **Modulové lešení PERI UP Rosett**

Montáž a demontáž lešení provádějí pracovníci podle dále specifikovaného technologického postupu, který je zpracován pro montáž prostorového lešení z dílců PERI UP Rosett.

Vlastní montáž se zahájí rozměření pomocí vodorovných dílců. Vycházíme ze vzdálenosti lešení od fasád po stranách a k nim navazujících podpěrných konstrukcí vytvářejících vlastní podpěrné lešení. Šroubové patky se v potřebných vzdálenostech rozloží na dostatečně únosné podloží. Na patky se nasadí základní sloupky UVB 24, propojí se horizontálními dílci UH a UHD a provede se výškové vyrovnání. Následuje nasazení sloupků UVR na patky a jejich propojení v příslušných výškových úrovních dle výkresové dokumentace horizontálními dílci UH. Současně montujeme v příslušných polích diagonály s háčkem UBL, popř. diagonály styčnickové UBK a UBS podlahy UDS a UAL a horizontály UH sloužící jako zábradlí. Lešení je nutno průběžně vybavovat kotevními prvky dle dokumentace nebo kotevního diagramu PERI UP.

Odskružení se provede pozvolným, rovnoměrným a bezpečným spuštěním skruže a je prvním stadiem její demontáže. Velikost spuštění se pohybuje zpravidla mezi 50-150 mm. Ve speciálních případech lze provést odskružení i jiným způsobem, např. zvednutím hotové konstrukce pomocí lisů apod. Jako odskružovacího zařízení se použije buď k těmto účelům zhotovených přípravků anebo odskružovacích klínů, šroubových stoliček, lisů, klínů, pískových hrnců apod. Podstatné je, že funkcí odskružovacího zařízení je spuštění konstrukce skruže a nelze ho použít pro zvedání částečně nebo plně zatížené skruže. Výjimkou jsou pouze drobné výškové úpravy nezatížené konstrukce, které však nesmí vlivem nerovnoměrného zvednutí jednotlivých stojek přitěžovat prostorovému ztužení. Odskružovací zařízení se umísťuje pokud možno co nejbližší k základům a tak, aby nebylo trvale zatopeno vodou, tj. u vodotečí nad hladinu normální vody, ve stavebních jamách nad hladinu podzemní vody[4].

### **Nosníkové bednění VARIO GT**

Na rovné montážní ploše se vyrobí šablona podle připraveného návrhu. Ta je zajištěna pomocí přibitých závor a distančních vložek ve správné vzdálenosti mezi jednotlivými nosníky. Dále při montáži konzol lešení GB80 rozestup nosníků musí být nejméně 20 centimetrů. Po položení ocelové závor musíme dát pozor na přesné usazení na dorazové liště. U ocelových závor je v podélném otvoru výřez a ten musí směřovat směrem vzhůru

k betonu. Na ocelové závory připevníme krajní nosníky. Připevňují se sponou s šestihřanným šroubem nebo sponami či torxy. Mezilehlé nosníky se položí a vyrovnají podle distančních vložek. Je důležité dát pozor při pozdějším nastavování panelů na výšku a na dorážení nosníků k dorazovému prknu.

Při montáži spon by měla práce probíhat střídavě s obou stran, aby byl nosník rovnoměrně přitažen.

Dále pokládáme plášť bednění a první část přitlučeme hřebíky. Při pozdějším nastavení panelů na výšku dáváme pozor na přesah překližky nahoře a dole.

Musíme vyznačit a vyvrtat otvory pro spínání vrtákem na suky. Opět musíme dát pozor na přesah. Řezné hrany a vyvrtané otvory opatříme ochranným nátěrem.

Je-li potřeba, musíme nahoře namontovat jeřábové lišty a dole poté skluzné prkno[5].

### **Rámové bednění DOMINO**

Jednotlivé panely, díly nebo jeřábové zavěšení je nutné před použitím důkladně přezkoušet. Zvláštní pozornost je třeba věnovat deformacím, trhlinám, zkorodovaným částem. Pokud budou díly poškozené, nesmí se používat.

Při zakládání bednění postupujeme vždy ze složitějšího místa, například rohu, přesazení stěn. Jednotlivé panely bednění spojované zámkem DRS se podle skladebního výkresu bednění staví na připravenou pevnou a rovnou plochu, panely lze využít i naležato.

Pro postavení bednění musíme montovat panely naležato. Stabilizátory se musí umístit do předepsaných poloh podle roznášecí šířky, poté jeřáb přepraví panel na určené místo. Panely musíme zajistit proti sklopení a poryvu větru.

Pro ukotvení ze země se používají základové napínáky DLS s ocelovou děrovanou páskou. K vyrovnání bednění a jeho utěsnění postačí zámkové DRS, kterými se spojují jednotlivé panely.

Provede se kotvení. Počet kotev se volí v závislosti na výšce bednění. Neobsazené kotevní otvory je třeba před betonáží uzavřít a utěsnit pomocí PVC zátek.

Před betonáží je nutné přezkontrolovat a utáhnout všechny zámkové, závory, matice a ostatní příslušenství. Panely musí být opět zajištěny proti sklopení a účinkům větru.

Pro složitější části bednění například u napojení stěny tvaru T, odsazení stěn, rohů, tupých úhlů, bednění čel a napojení stěn je postup přesně popsán na plakátu PERI-DOMINO.

## Demontáž bednění

Uvolníme táhla, zámkové závory mezi jednotlivými panely nebo sestavami panelů dále musíme uvolnit stabilizátory.

Všechny panely a jejich sestavy musí být zajištěny proti sesunutí či sklopení.

Panely a sestavy odtrháváme od betonu pouze za použití páčidla, nikoliv údery kladivem, aby nedošlo k poškození či deformaci panelů[7].

## Podpěrná věž ST 100

Požadované výšky získáme nastavením stavěcích patek. K nim se nasadí základní rám, který musí být vodorovný. Následuje osazení nástavců do potřebné výšky, které se poté uzavřou základním rámem. V posledním kroku se nasadí tzv. vytočené hlavy. Pokud bude potřeba vysokých věží, je lepší je sestavit v poloze naležato. Z tohoto důvodu se musí namontovat diagonály, aby byla konstrukce dostatečně tuhá[6].

## 4.6 BOZP- Zajištění pracovníků při montáži proti pádu z výšky

Při montáži a demontáži lze pracovat pouze z montážních podlah. V případě, že bude v patře namontováno zábradlí, pracovník nemusí být jinak jištěn.

V případě, že by nebylo namontované zábradlí nebo by nebylo možné provádět montáž z montážních podlah, lze pracovat pouze se zajištěním. S ohledem na nezajištěný volný okraj musí být pracovníci, kteří v těchto místech provádí montáž osobně zajištěni proti pádu. Každý pracovník bude vybaven soupravou obsahující zachycovací postroj se zádovkým a hrudním úchytným bodem, aby mohl být nepřetržitě zajištěn.

Montážní a demontážní práce musejí být zastaveny při:

- dohlednosti menší než 30 m;
- větru o rychlosti nad 8 m.s-1 (5° Bf a více);
- bouři, dešti, sněžení a tvoření námrazy;
- teplotě prostředí nižší než  $-10\text{ °C}$  a vyšší než  $+50\text{ °C}$ .

## **Seznam použitých norem a předpisů**

ČSN EN 12812 (73 8108) Podpěrná lešení - Požadavky na provedení a obecný návrh

ČSN EN 12813 (73 8124) Podpěrné dílcové věže – Zvláštní metody pro navrhování a posuzování.

ČSN EN 12811-2 (73 8123):Dočasné stavební konstrukce – Část 2: Informace o materiálech

ČSN EN 12811-3 (73 8123): Dočasné stavební konstrukce – Část 3: Zatěžovací zkoušky

ČSN 73 8101 Lešení. Společná ustanovení (účinnost od 1.5.2005)

ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN 73 8106 Ochranné a záchytné konstrukce

ČSN 73 8102 Pojízdna a volně stojící lešení

Nariadení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

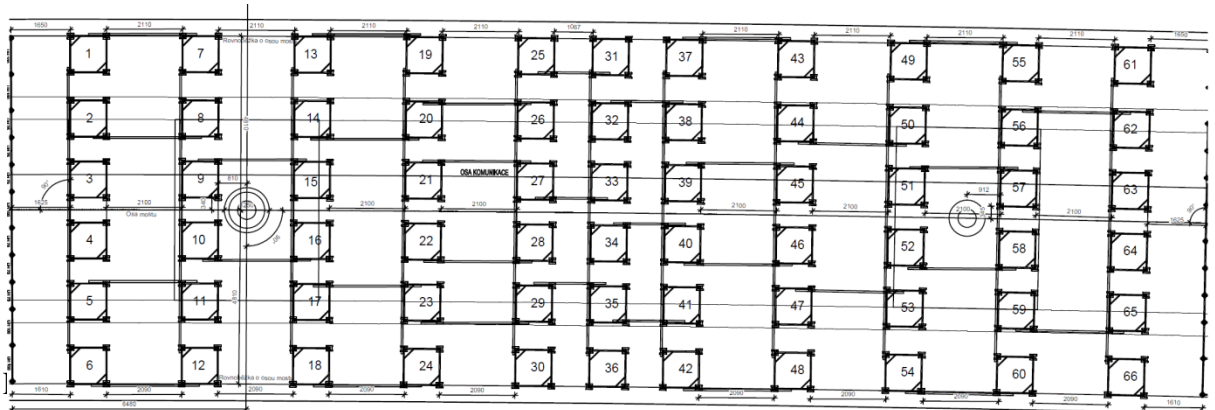
Zákon o Bezpečnosti práce č 309/2006 Sb.



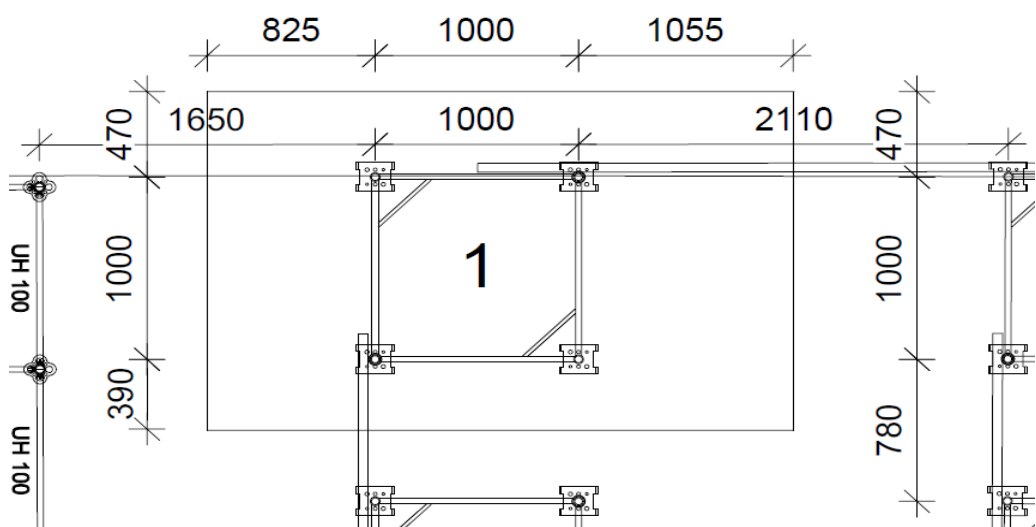
## 5. ZÁKLADNÍ ZJEDNODUŠENÉ STATICKÉ OVĚŘENÍ

### 5.1 Únosnost systémového bednění na navržené mostní konstrukci

Pro výpočet únosnosti podpěrné konstrukce PERI ST 100 musíme počítat každou věž zvlášť. Každá věž má svoje číslo, jak je vidět na obrázku 29. K posouzení únosnosti stojek je nutné vypočítat plochu viz. obrázek 30. Poté, co máme vypočítanou plochu, aproximací vypočítáme také tloušťku betonu. Tíhu betonu známe. Využitím těchto tří hodnot dostaneme sílu, která nám působí na celou počítanou plochu nad věží. Abychom zjistili sílu působící na jednu stojku, musíme sílu působící nad věží vydělit počtem stojek věže. Následuje porovnání síly působící na jednu stojku s dovolenou maximální silou, kterou nám stojka dokáže přenést, aby nedošlo k deformaci konstrukce. Únosnost stojek byla přebrána z tabulek firmy PERI.



Obrázek 29 Výstřižek věží ST 100 pro výpočet únosnosti z projektové části



Obrázek 30 Rozvržení pro výpočet plochy

### 5.1.1 Podpěrná věž ST 100

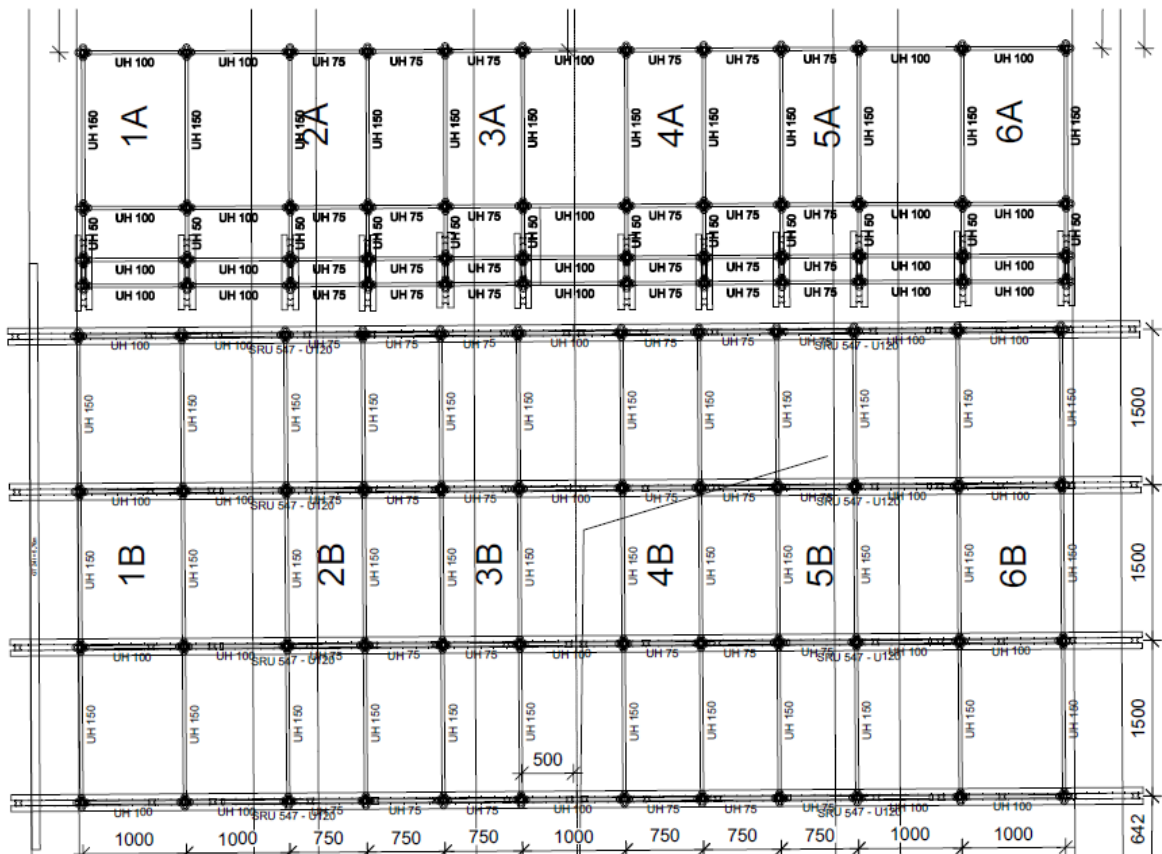
ČÍSLO VĚŽE	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	TÍHA BETONU [kN/m <sup>3</sup> ]	TLOUŠŤKA BETONU [m]	SÍLA PŮSOBÍCÍ NA STOJKU [kN]	ÚNOSNOST STOJKY Z TABULEK [kN] [8]	POSOUZENÍ
<b>Pole 3</b>						
1	5,24	26	0,34	11,41	43,5	Vyhoví
2	5,00	26	0,78	25,17	43,5	Vyhoví
3	4,84	26	1,13	35,63	43,5	Vyhoví
4	4,84	26	1,13	35,63	43,5	Vyhoví
5	4,94	26	0,78	24,91	43,5	Vyhoví
6	5,33	26	0,34	11,60	43,5	Vyhoví
7	5,66	26	0,34	12,33	43,5	Vyhoví
8	5,40	26	0,78	27,18	43,5	Vyhoví
9	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
10	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
11	5,36	26	0,78	27,01	43,5	Vyhoví
12	5,78	26	0,34	12,58	43,5	Vyhoví
13	5,66	26	0,34	12,33	43,5	Vyhoví
14	5,40	26	0,78	27,18	43,5	Vyhoví
15	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
16	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
17	5,36	26	0,78	27,01	43,5	Vyhoví
18	5,78	26	0,34	12,58	43,5	Vyhoví
19	5,66	26	0,34	12,33	43,5	Vyhoví
20	5,40	26	0,78	27,18	43,5	Vyhoví
21	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
22	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
23	5,36	26	0,78	27,01	43,5	Vyhoví
24	5,78	26	0,34	12,58	43,5	Vyhoví
25	4,71	26	0,34	10,26	43,5	Vyhoví
26	4,49	26	0,78	22,64	43,5	Vyhoví
27	4,36	26	1,13	32,11	43,5	Vyhoví
28	4,36	26	1,13	32,11	43,5	Vyhoví
29	4,46	26	0,78	22,46	43,5	Vyhoví
30	4,81	26	0,34	10,46	43,5	Vyhoví
31	3,75	26	0,34	8,16	43,5	Vyhoví
32	3,57	26	0,78	17,98	43,5	Vyhoví
33	3,47	26	1,13	25,54	43,5	Vyhoví
34	3,47	26	1,13	25,54	43,5	Vyhoví
35	3,55	26	0,78	17,89	43,5	Vyhoví
36	3,83	26	0,34	8,33	43,5	Vyhoví
37	4,69	26	0,34	10,22	43,5	Vyhoví

ČÍSLO VĚŽE	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	TÍHA BETONU [kN/m <sup>3</sup> ]	TLOUŠŤKA BETONU [m]	SÍLA PŮSOBÍCÍ NA STOJKU [kN]	ÚNOSNOST STOJKY Z TABULEK [kN] [8]	POSOUZENÍ
38	4,47	26	0,78	22,53	43,5	Vyhoví
39	4,35	26	1,13	32,01	43,5	Vyhoví
40	4,35	26	1,13	32,01	43,5	Vyhoví
41	4,45	26	0,78	22,44	43,5	Vyhoví
42	4,80	26	0,34	10,45	43,5	Vyhoví
43	5,66	26	0,34	12,33	43,5	Vyhoví
44	5,40	26	0,78	27,18	43,5	Vyhoví
45	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
46	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
47	5,36	26	0,78	27,01	43,5	Vyhoví
48	5,78	26	0,34	12,58	43,5	Vyhoví
49	5,66	26	0,34	12,33	43,5	Vyhoví
50	5,40	26	0,78	27,18	43,5	Vyhoví
51	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
52	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
53	5,36	26	0,78	27,01	43,5	Vyhoví
54	5,78	26	0,34	12,58	43,5	Vyhoví
55	5,66	26	0,34	12,33	43,5	Vyhoví
56	5,40	26	0,78	27,18	43,5	Vyhoví
57	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
58	5,24	26	1,13	38,58	43,5	Vyhoví
59	5,36	26	0,78	27,01	43,5	Vyhoví
60	5,78	26	0,34	12,58	43,5	Vyhoví
61	5,24	26	0,34	11,41	43,5	Vyhoví
62	5,00	26	0,78	25,17	43,5	Vyhoví
63	4,84	26	1,13	35,63	43,5	Vyhoví
64	4,84	26	1,13	35,63	43,5	Vyhoví
65	4,94	26	0,78	24,91	43,5	Vyhoví
66	5,33	26	0,34	11,60	43,5	Vyhoví

**Tabulka 1 Výpočet únosnosti věží ST 100**

### 5.1.2 PERI UP ROSETT

Pro systémy PERI UP ROSETT se využil stejný princip výpočtu plochy, aproximace působící tloušťky desky, tíha betonu jako u Podpěrné věže ST100. Posouzení únosnosti stojky je řešeno stejným postupem a dovolená maximální hodnota je převzata opět z tabulek.



*Obrázek 31 Výstřížek sestavy PERI UP ROSETT pro výpočet únosnosti z projektové části*

Konstrukce je rozdělena na více polí, jelikož máme most symetrický, postačí nám výpočet jedné strany. Z toho vyplývá, že pole 2= pole 4, pole 1= pole 5.


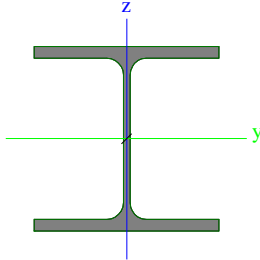

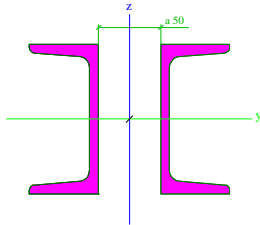
Pole 2 = Pole 4						
ČÍSLO VĚŽE	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	TÍHA BETONU [kN/m <sup>3</sup> ]	TLOUŠŤKA BETONU [m]	SÍLA PŮSOBÍCÍ NA STOJKU [kN]	ÚNOSNOST STOJKY Z TABULEK [kN] [8]	POSOUZENÍ
1	5,15	26	0,34	11,48	43,5	Vyhoví
2	4,18	26	0,78	21,32	43,5	Vyhoví
3	4,16	26	1,13	30,69	43,5	Vyhoví
4	4,16	26	1,13	30,69	43,5	Vyhoví
5	4,15	26	0,78	21,16	43,5	Vyhoví
6	5,11	26	0,34	11,39	43,5	Vyhoví

**Tabulka 2 Výpočet věže PERI UP ROSETT samostatně stojící**

Pole 1 = Pole 5						
ČÍSLO VĚŽE	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	TÍHA BETONU [kN/m <sup>3</sup> ]	TLOUŠŤKA BETONU [m]	SÍLA PŮSOBÍCÍ NA STOJKU [kN]	ÚNOSNOST STOJKY Z TABULEK [kN] [8]	POSOUZENÍ
1	11,32	26	0,34	12,62	43,5	Vyhoví
2	9,20	26	0,78	23,44	43,5	Vyhoví
3	9,20	26	1,13	33,90	43,5	Vyhoví
4	9,20	26	1,13	33,90	43,5	Vyhoví
5	9,20	26	0,78	23,44	43,5	Vyhoví
6	11,32	26	0,34	12,62	43,5	Vyhoví

**Tabulka 3 Výpočet věže PERI UP ROSETT nad nosníkem HEB 300**

## 5.2 Posouzení mezního stavu únosnosti použitých profilů

HEB300		
Typ	HEB300	
Kód tvaru	1 - I průřez	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,4910e-02	
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	1,0963e-02	3,5436e-03
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	1,7300e+00	1,7314e+00
C <sub>y,UCS</sub> [mm], C <sub>z,UCS</sub> [mm]	150	150
α [deg].G [kg/m]	0,00	117
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	2,5170e-04	8,5630e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	130	76
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,6780e-03	5,7090e-04
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,8690e-03	8,7010e-04
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	4,39e+05	4,39e+05
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	2,05e+05	2,05e+05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,8500e-06	1,6878e-06
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
SRU		
Typ	2Uo	
Detailní	U120; 50	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	3,3985e-03	
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	3,3985e-03	1,6844e-03
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	8,5794e-01	8,5794e-01
C <sub>y,UCS</sub> [mm], C <sub>z,UCS</sub> [mm]	80	60
α [deg], G [kg/m]	0,00	21,2
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	7,2886e-06	6,5886e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	46	44
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,2148e-04	8,2357e-05
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,4545e-04	1,3952e-04
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	3,42e+04	3,42e+04
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	3,28e+04	3,28e+04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	3,3942e-07	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		

Tabulka 4 Průřezy HEB 300, SRU 120

Vysvětlivky symbolů	
Kód tvaru	h - Výška b - Šířka pásnice t - Tloušťka pásnice s - Tloušťka stojiny r - Poloměr u přechodu pásnice a stojiny r1 - Poloměr u hrany pásnice a - Sklon pásnice W - Vzdálenost vnitřních šroubů wm - Jednotková deplanace u hrany pásnice
A	Plocha
$A_y$	Smyková plocha ve směru hlavní osy y
$A_z$	Smyková plocha ve směru hlavní osy z
$A_L$	Obvodový povrch na jednotku délky
$A_D$	Vysýchající povrch na jednotku délky
$C_{Y,UCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému
$C_{Z,UCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému
$I_{Y,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
$I_{Z,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
$I_{YZ,LCS}$	Moment setrvačnosti $I_{yz}$ v LSS
$\alpha$	Úhel pootočení hlavní osy
$I_y$	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
$I_z$	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
$i_y$	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y
$i_z$	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
$W_{el,y}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
$W_{el,z}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
$W_{pl,y}$	Plastický modul průřezu k hlavní ose y
$W_{pl,z}$	Plastický modul průřezu k hlavní ose z
$M_{pl,y,+}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment $M_y$
$M_{pl,y,-}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment $M_y$
$M_{pl,z,+}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment $M_z$
$M_{pl,z,-}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment $M_z$
$d_y$	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
$d_z$	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
$I_t$	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
$I_w$	Výsečový moment setrvačnosti
$\beta_y$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
$\beta_z$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z
G	Hmotnost profilu

*Tabulka 5 Vysvětlivky symbolů*

### 1) SRU 120

MAXIMÁLNÍ MOMENT [kNm]	DĚLKA [m]	SOUČINITEL STÁLÉHO ZATÍŽENÍ	PLASTICKÝ MODUL PRŮŘEZU [mm <sup>3</sup> ]	HMOTNOST [kg/m]	DÍLČÍ SOUČINITEL SPOLEHLIVOSTI MATERIÁLU	MATERIÁL OCELI
8,51	5,47	1,2	145 450	21,2	1,15	S 235

**Tabulka 6 Posouzení únosnosti SRU 120**

Největší ohybový moment vyvolaný zatížením stanovíme:

$$M_{sd} = M + M_{sru} = M + \frac{1}{8} * \gamma_G * G_{sru} * L^2 = 8,51 + \frac{1}{8} * 1,2 * 0,212 * 5,47^2 = 9,46 \text{ kNm}$$

Moment únosnosti SRU 120 stanovíme:

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ypl} * f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{145450 * 235}{1,15} = 29,7 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$M_{sd} \leq M_{pl,Rd}$$

$$9,46 < 29,7 \text{ kNm}$$

Nosník na ohyb vyhoví.



## 2) HEB 300

MAXIMÁLNÍ MOMENT [kNm]	DĚLKA [m]	SOUČINITEL STÁLÉHO ZATÍŽENÍ	PLASTICKÝ MODUL PRŮŘEZU [mm <sup>3</sup> ]	HMOTNOST [kg/m]	DÍLČÍ SOUČINITEL SPOLEHLIVOSTI MATERIÁLU	MATERIÁL OCELI
89,46	6	1,2	1869000	117	1,15	S 235

**Tabulka 7 Posouzení únosnosti HEB 300**

Největší ohybový moment vyvolaný zatížením stanovíme:

$$M_{sd} = M + M_{sru} = M + \frac{1}{8} * \gamma_G * G_{sru} * L^2 = 89,46 + \frac{1}{8} * 1,2 * 1,17 * 6^2 = 95,78 \text{ kNm}$$

Moment únosnosti HEB 300 stanovíme:

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ypl} * f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{1869000 * 235}{1,15} = 381,93 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$M_{sd} \leq M_{pl,Rd}$$

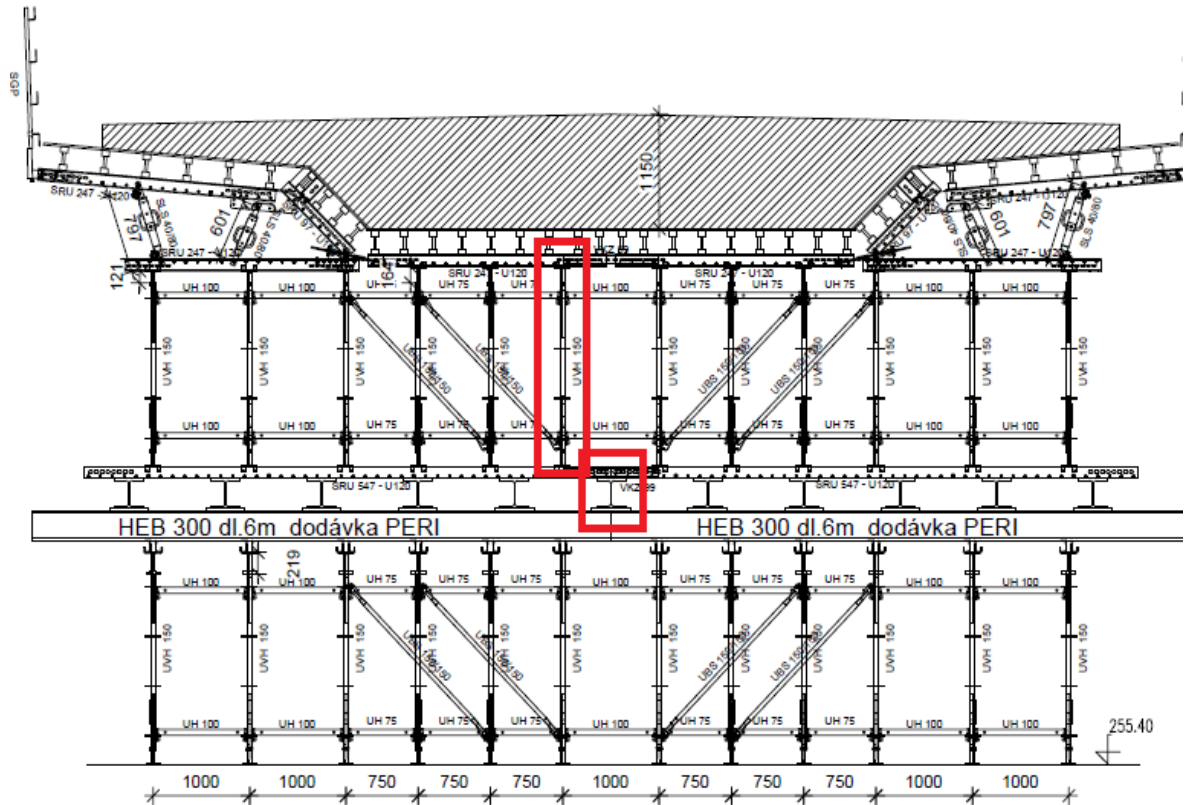
$$95,78 < 381,93 \text{ kNm}$$

Nosník na ohyb vyhoví.



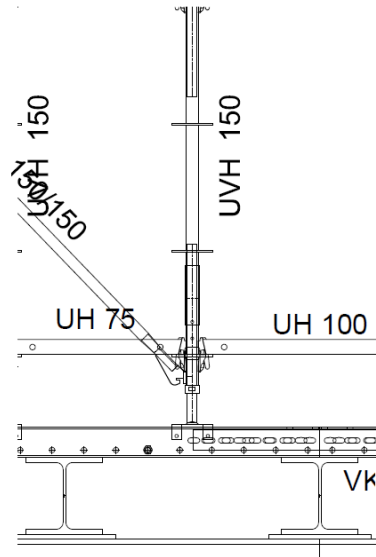
Bylo využito ocelových závor SRU 120 pod stojkami a nosníků HEB 300. Pro ověření únosnosti konstrukce byla vybrána místa na konstrukci, na která působí největší síly a tudíž je největší pravděpodobnost, že by došlo k ztrátě únosnosti.

Po konzultaci ve firmě PERI jsme vybrali nejrizikovější místa viz. obrázek 33.

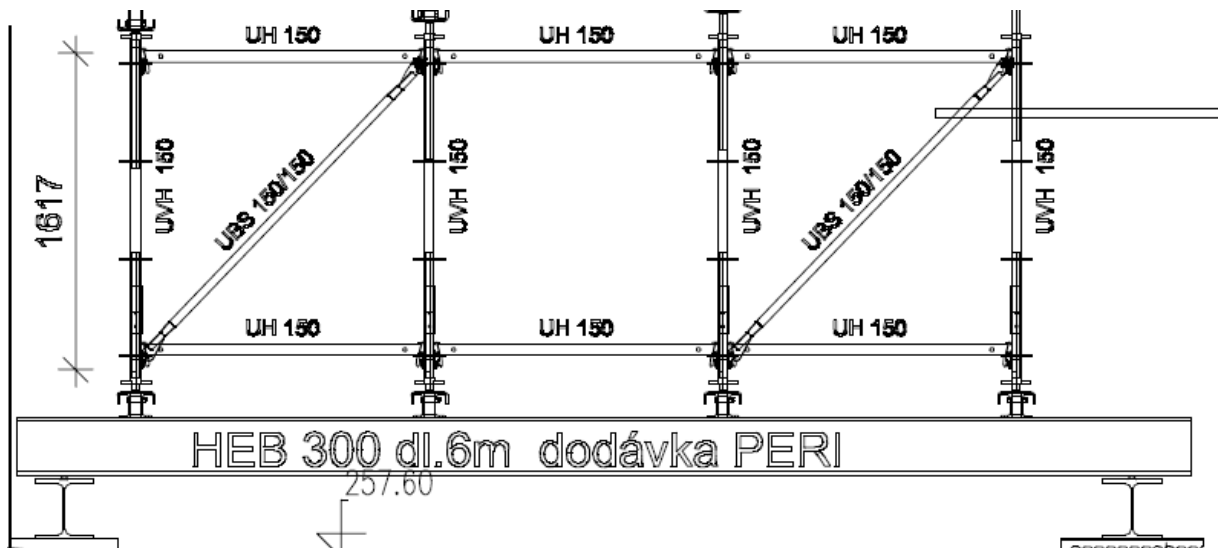


**Obrázek 33** Vybraná nejrizikovější místa

Pro posouzení průhybu bylo nutné obrázek 34 a obrázek 35 převést na nosníky, na které působí síly, které poté můžeme posoudit na průhyb.



**Obrázek 34 Stojka působící na ocelovou závoru SRU 120**

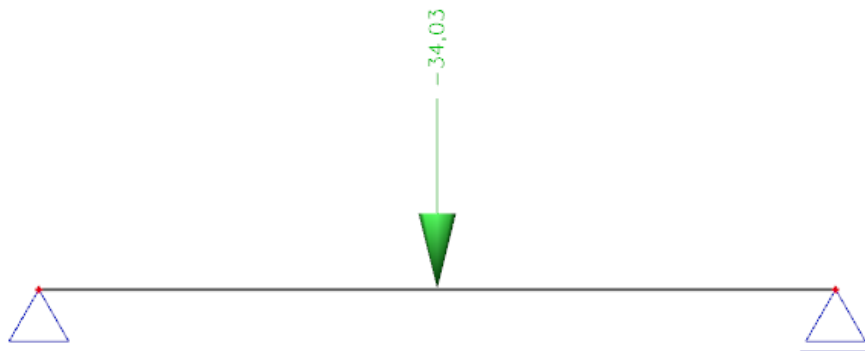


**Obrázek 35 Stojky působící na nosník HEB 300**

## VLASTNÍ VÝPOČET

Pro zjištění skutečného průhybu ocelového nosníku zatíženého uprostřed rozpětí bylo potřeba využít principu výpočtu prostého nosníku zatíženého osamělou silou. Poté se použil vzorec na výpočet průhybu nosníku. Výsledný průhyb byl porovnán s dovoleným průhybem z tabulek PERI.

### Nosník SRU 120



Obrázek 36 Výpočtové zatížení nosníku SRU 120

Průhyb

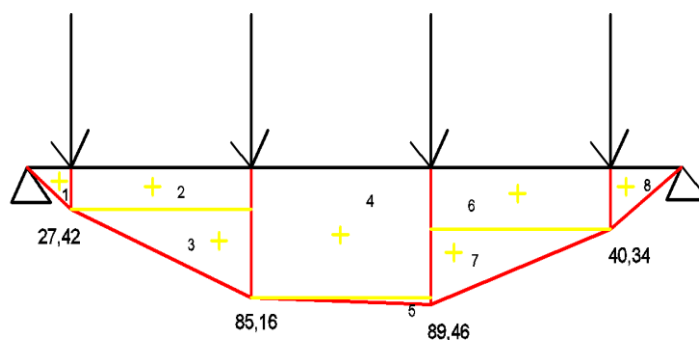
$$f = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{34,03 \cdot 1^3}{48 \cdot 1528800} = 0,00046 \text{ m} = 0,46 \text{ mm}$$

PROSTÝ NOSNÍK						
SÍLA [kN]	DÉLKA [m]	REAKCE [kN]	MAXIMÁLNÍ MOMENT [kNm]	PRŮHYB [mm]	DOVOLENÝ PRŮHYB Z TABULEK [mm] [8]	POSOUZENÍ
34,03	1	17,02	8,51	0,46	2,00	Vyhoví

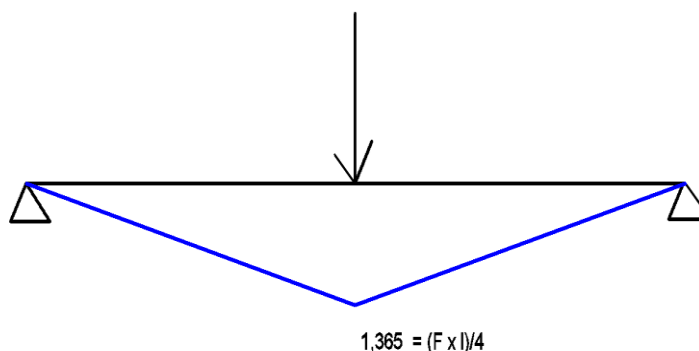
Tabulka 8 Výpočet únosnosti prostého nosníku s osamělou silou

Pro výpočet prostého nosníku zatíženého osamělými silami bylo nutno využít metodu jednotkových sil. Princip metody jednotkových sil spočívá v zjištění síly od zadaného zatížení  $M$ , poté umístíme jednotkou sílu či moment do místa hledaného posunu a dostaneme sílu od jednotkové síly či momentu  $M'$  viz obrázek 37 a obrázek 38.

Abychom zjistili výsledný průhyb, musíme výslednou hodnotu od působení jednotkové síly podělit ohybovou tuhostí.



**Obrázek 37** Obrazec pro výpočet plochy



**Obrázek 38** Obrazec pro výpočet pořadnice

OBRÁZEK	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	POŘADNICE	PŮSOBNÍ JEDNOTKOVÉ SÍLY [kN]
1	5,07	0,12	0,63
2	41,13	0,56	23,06
3	43,30	0,69	29,69
4	127,73	1,31	167,52
5	3,23	1,31	4,24
6	60,51	0,67	40,58
7	36,84	0,80	29,32
8	11,90	0,20	2,34
			297,38

**Tabulka 9** Výpočet plochy a pořadnice metodou jednotkových sil

## Nosník HEB 300



Obrázek 39 Výpočtové zatížení nosníku HEB 300

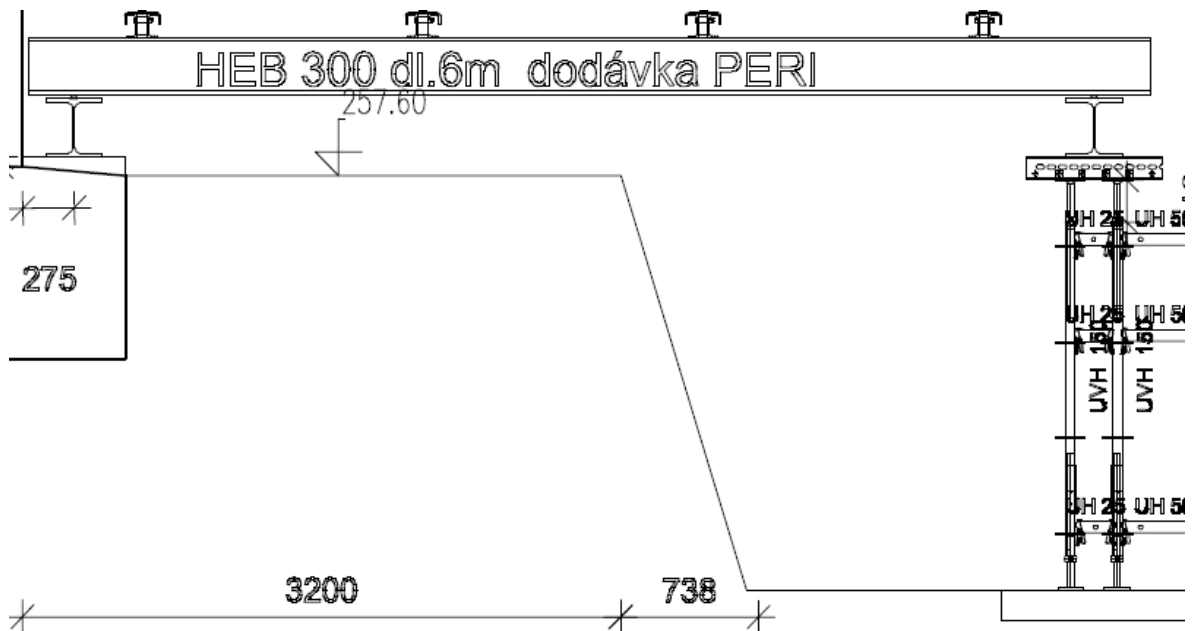
Průhyb

$$f = \frac{MM'}{E \cdot I} = \frac{297380}{52920000} = 0,00562 \text{ m} = 5,62 \text{ mm}$$

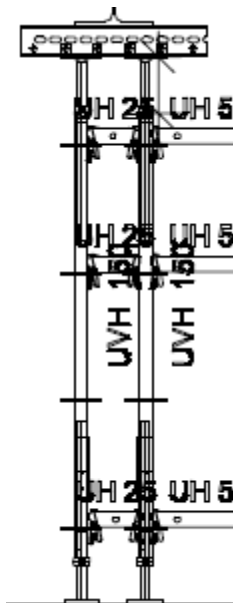
PROSTÝ NOSNÍK- 4 SÍLY									
PŮSOBÍCÍ SÍLA [kN]	REAKCE A [kN]	REAKCE B [kN]	MOMENT 1 [kNm]	MOMENT 2 [kNm]	MOMENT 3 [kNm]	MOMENT 4 [kNm]	PRŮHYB [mm]	DOVOLENÝ PRŮHYB Z TABULEK [mm] [8]	POSOUZENÍ
35,62	74,11	68,37	27,42	85,16	89,46	40,34	5,62	10,80	Vyhoví

Tabulka 10 Výpočet prostého nosníku metodou jednotkových sil

Poslední výpočet, který byl potřeba ověřit, byla navržená takzvaná bárka viz. obrázek 41. Při posuzování nosníku na jeho průhyb jsem stanovil hodnoty reakcí v podporách. Na obrázku 40 je vidět, že levou reakci nám přebere opěra, tudíž ji není nutné jí posuzovat. Pravou stranu přeneše již zmíněná bárka složená ze dvou stojek. Výslednou pravou reakci musíme vydělit dvěma, abychom dostali sílu na jednu stojku a posoudit s dovolenou maximální silou na stojku.



Obrázek 40 Nosník HEB pro výpočet reakcí do bárky



Obrázek 41 Bárka

REAKCE B [kN]	SÍLA NA STOJKU [kN]	ÚNOSNOST STOJKY Z TABULEK [kN] [8]	POSOUZENÍ
68,37	34,18	43,5	Vyhoví

Tabulka 11 Posouzení bárky



## Ověření v programu SCIA INGENEER

Pro ověření správnosti výpočtu jsem využil programu SCIA Ingeneer

Deformace = průhyb

### 1D deformace

Hodnoty:  $u_z$

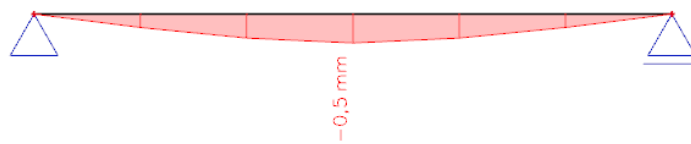
Lineární výpočet

Kombinace: CO2

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



**Obrázek 42** Deformace nosníku SRU 120 v SCIA Ingeneer

### 1D deformace

Hodnoty:  $u_z$

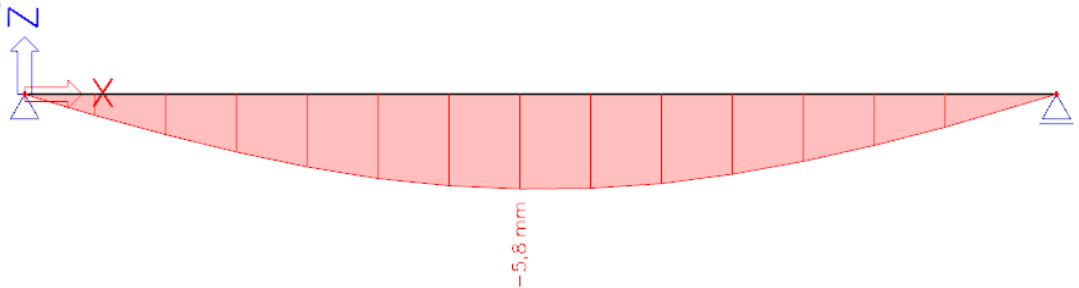
Lineární výpočet

Kombinace: CO2

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



**Obrázek 43** Deformace nosníku HEB300 v SCIA Ingeneer

Statická ověření na vybraných profilech a nosnících z výpočtů vyhovují, tudíž není nutné počítat celou konstrukci jednotlivě. Z tohoto důvodu byla při ověření vybrána místa největšího zatížení, tedy místa s největší možností pádu konstrukce. Z toho vyplývá, že pokud nám vyhoví profily či nosníky v těchto místech, vyhoví i v případě menšího zatížení.

## 6. ZÁVĚR

V praktické části jsem se zabýval vlastním návrhem bednění mostní konstrukce. Jednalo se o trémový monolitický předpjatý železobetonový most o 3 polích. Pro tento most bylo třeba navrhnout bednění základů mostní opěry, pilíře a nosné konstrukce.

K návrhu bylo potřeba nastudovat prospekty firmy PERI, spol. s r.o. Od firmy jsem dostal potřebné podklady a program PERI CAD, ze kterého bylo možné jednotlivé prvky vybírat a umisťovat do výkresů.

Dále jsem provedl výpočet posouzení mezního stavu únosnosti pro použité profily a zjednodušené statické ověření únosnosti systémového bednění na navržené konstrukci a také průhyby nosníků zatížených silami od stojek. Porovnal jsem výsledky únosnosti a průhybu s dovolenými hodnotami z tabulek firmy PERI. Při posouzení jsem vybral místa s největší pravděpodobností pádu konstrukce. Pro ověření správnosti výpočtu jsem použil program SCIA Engineer. Použité profily a navržené konstrukce vyhověly mému návrhu.

V písemné části jsem se zabýval rozdělením systémového bednění, které dělíme podle použití na bednění pro svislé konstrukce, vodorovné konstrukce a speciální konstrukce. U systémového bednění jsou důležitá kritéria pro výběr bednění, jako je tvar konstrukce, síly vznikající při betonáži, hmotnost bednění, pohledovost betonu. U svislých konstrukcí máme jako nejvýznamnější systémové bednění stěnové rámové bednění. Systémy bednění pro vodorovné konstrukce se dělí na bednicí systémy nosníkové a panelové.

V dalších kapitolách jsem se zabýval metodami bednění mostních částí. Jednalo se především o bednění spodní stavby, což je bednění základů, opěr, pilířů. Z nosné konstrukce se jedná o bednění lehké a těžké skruže. Ve vrchní konstrukci jsem se zabýval popisem bednění masivní desky, deskovým trémem a komorovým nosníkem.

V neposlední řadě jsem se zabýval metodami, které se používají při výstavbě mostů v dnešní době, což jsou metody vysouvání po segmentech, letmá betonáž, betonáž ve výsuvné skruži a ocelobetonovými spřaženými mosty.

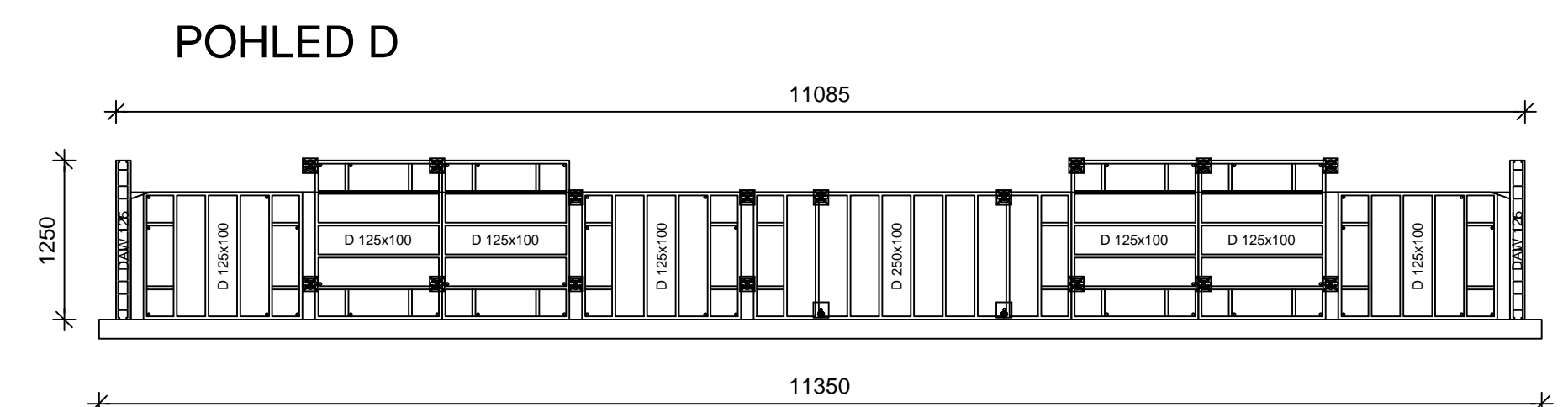
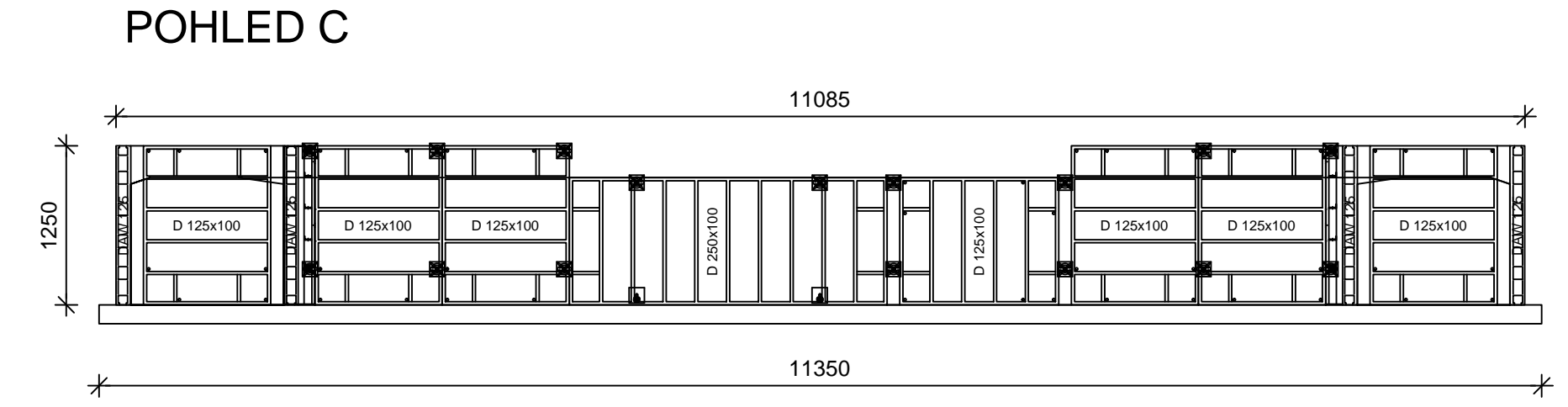
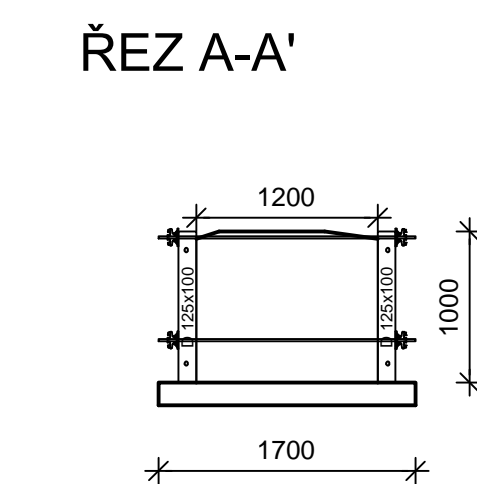
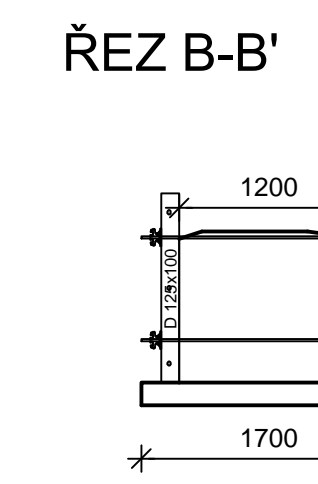
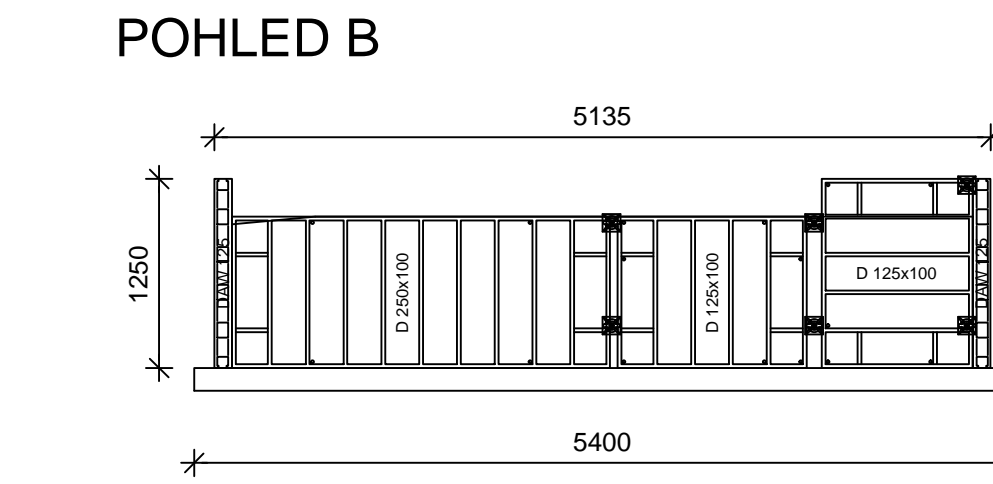
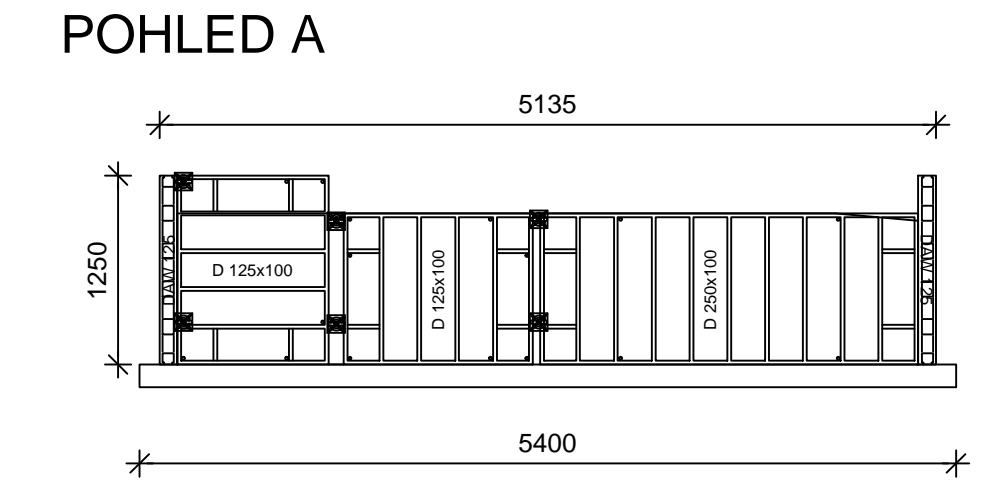
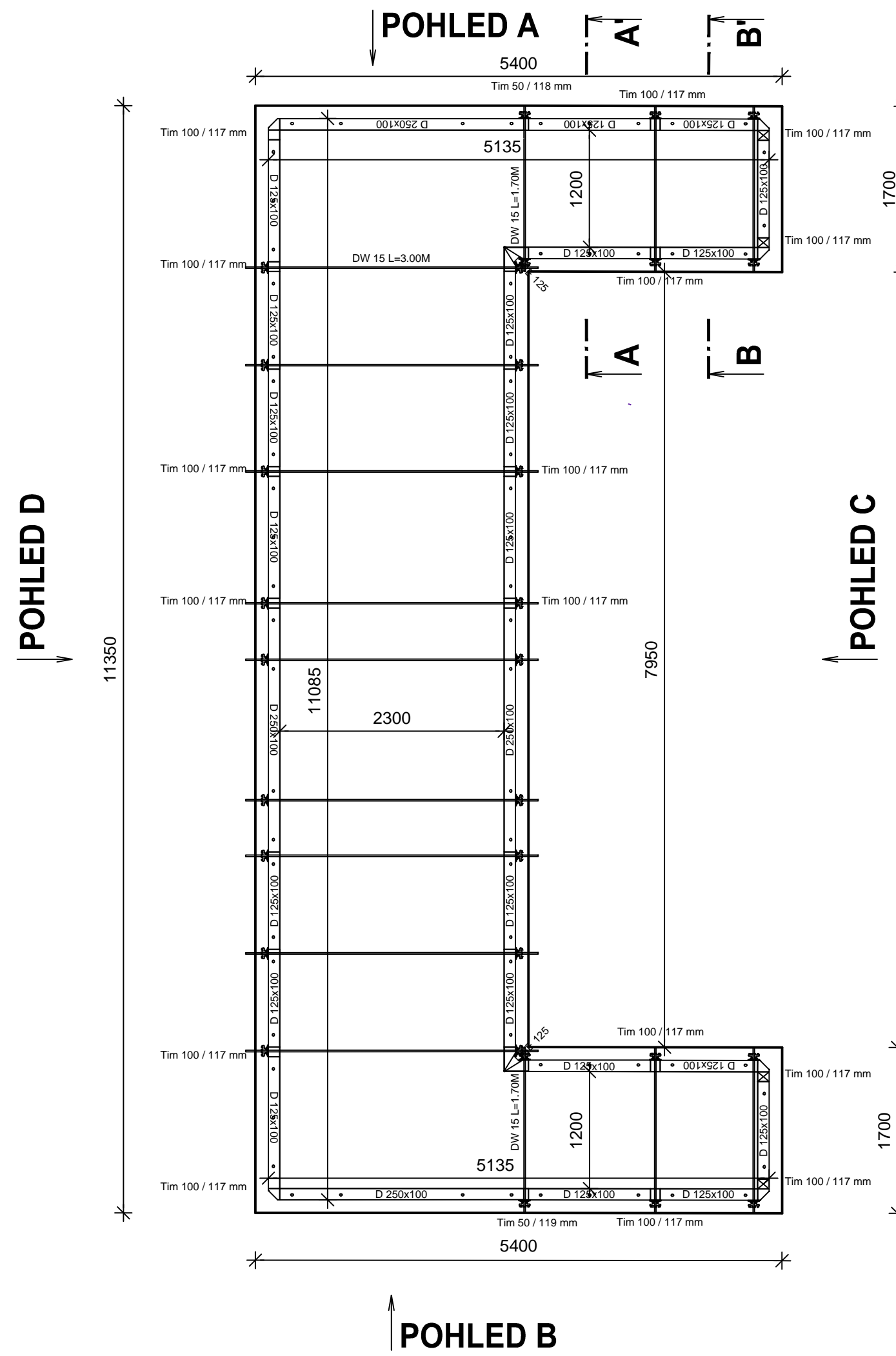
V technickém popisu jsem popsal základní údaje projektu včetně základních vlastností použitých konstrukcí firmy PERI. K těmto systémům jsem vypsál specifikace a důležité informace. Pro bližší přiblížení jsem vypsál technologické postupy a návody k montáži pro použití těchto systémů.

## 7. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] MUSIL, František. *Systémové bednění: Učebnice pro výuku současných postupů bednění základních prvků betonových konstrukcí*. Brno, 2009.
- [2] PERI, SPOL. S R.O. *Bednění: Výrobní program*. Weissenhorn, Germany, 2011.
- [3] PERI, SPOL. S R.O. *Bednění mostů: Bednicí technika PERI pro stavby mostů*. Jesenice u Prahy, 2005.
- [4] PERI, SPOL. S R.O. *PERI UP Rosett: Podpěrná věž*. Jesenice u Prahy, 2012.
- [5] PERI, SPOL. S R.O. *VARIO GT 24: Nosíkové stěnové bednění*. Jesenice u Prahy, 2016.
- [6] PERI, SPOL. S R.O. *Podpěrná věž ST 100: Podpěrná lešení*. Jesenice u Prahy, 2009.
- [7] PERI, SPOL. S R.O. *DOMINO: Rámové bednění*. Jesenice u Prahy, 2013.
- [8] PERI, SPOL. S R.O. *TABULKY 2014: Bednění a podpěrné lešení*. Weissenhorn, Germany, 2013.

## 8. PŘÍLOHY

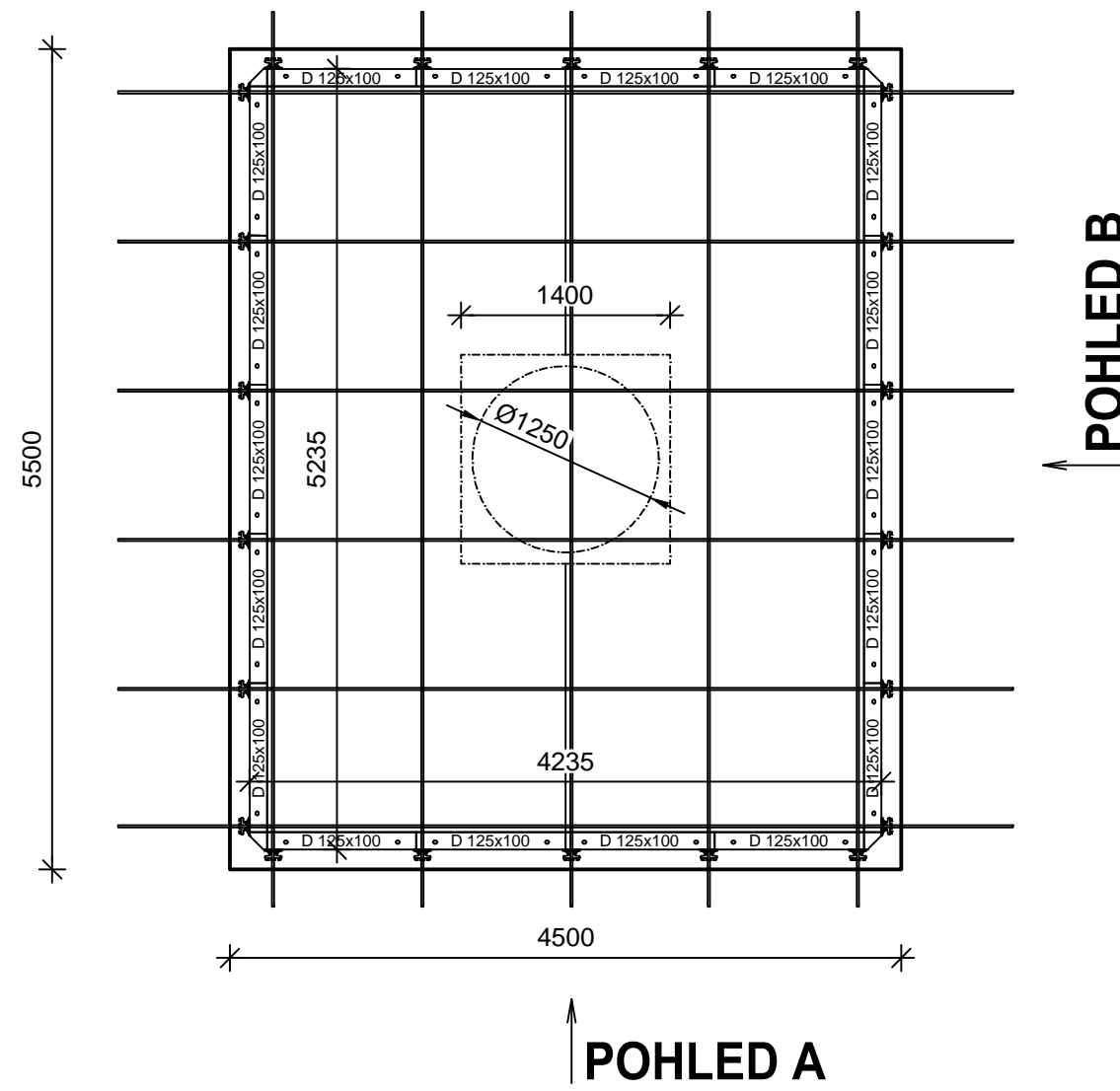
Příloha A- Výkres č. 1 - Půdorys bednění základu opěry .....	69
Příloha B- Výkres č. 2 - Půdorys bednění dřívku opěry.....	70
Příloha C- Výkres č. 3 - Půdorys bednění základu pilíře.....	71
Příloha D- Výkres č. 4 - Půdorys bednění pilíře.....	72
Příloha E- Výkres č. 5 - Příčný řez bedněním věžemi ST 100 B-B' .....	73
Příloha F- Výkres č. 6 - Příčný řez bedněním věžemi ROSETT C-C' .....	74
Příloha G- Výkres č. 7 - Příčný řez bedněním věžemi ROSETT na nosník HEB 300 D-D' ...	75
Příloha H- Výkres č. 8 - Podélný řez bedněním A-A' .....	76
Příloha I- Výkres č. 9 - Půdorys podskružení věžemi ST 100 a ROSETT.....	77
Příloha J- Výkres č. 10 - Půdorys podskružení věžemi ST 100 a ROSETT na nosník HEB 300 .....	78



Vypracoval: Michal Janák		UNIVERZITA PARDUBICE Dopravní fakulta Jana Pernera	
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.		Datum	05/2018
Bakalářská práce Návrh bednění mostní konstrukce		Formát	5 x A4
		Měřítko	1 : 50
Půdorys bednění základu opěry		Číslo výkresu	1

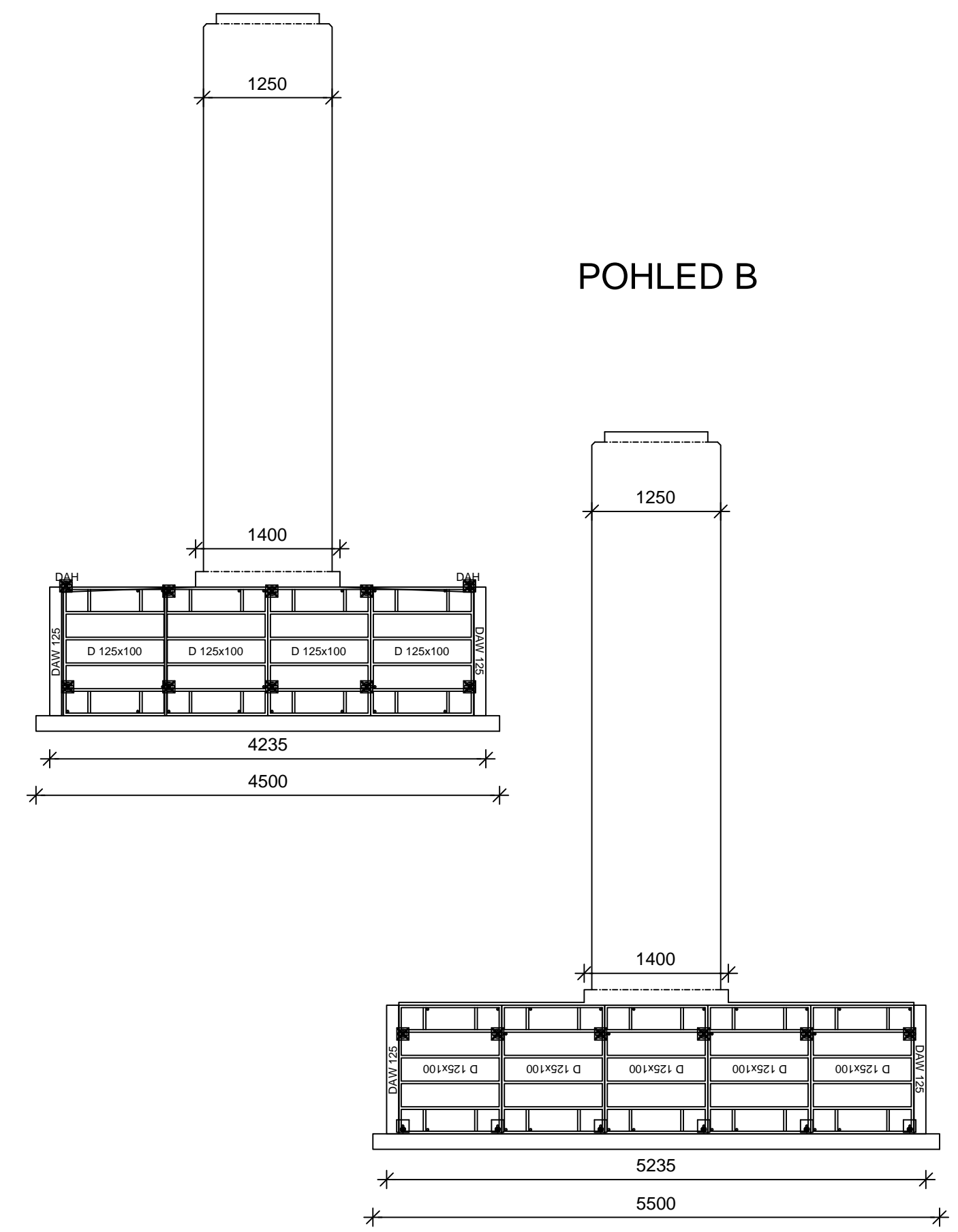


# POHLED A

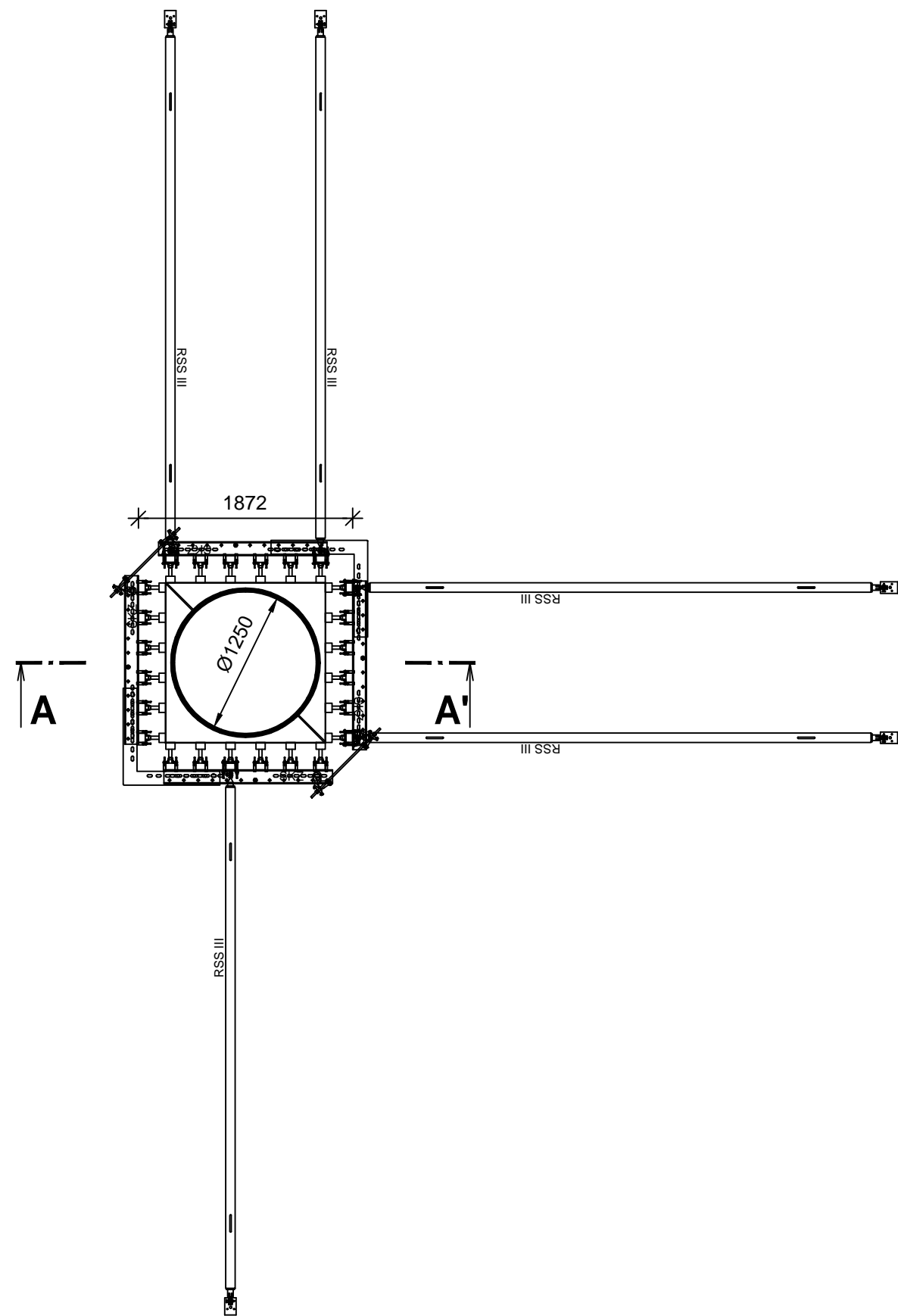


↑ POHLED B

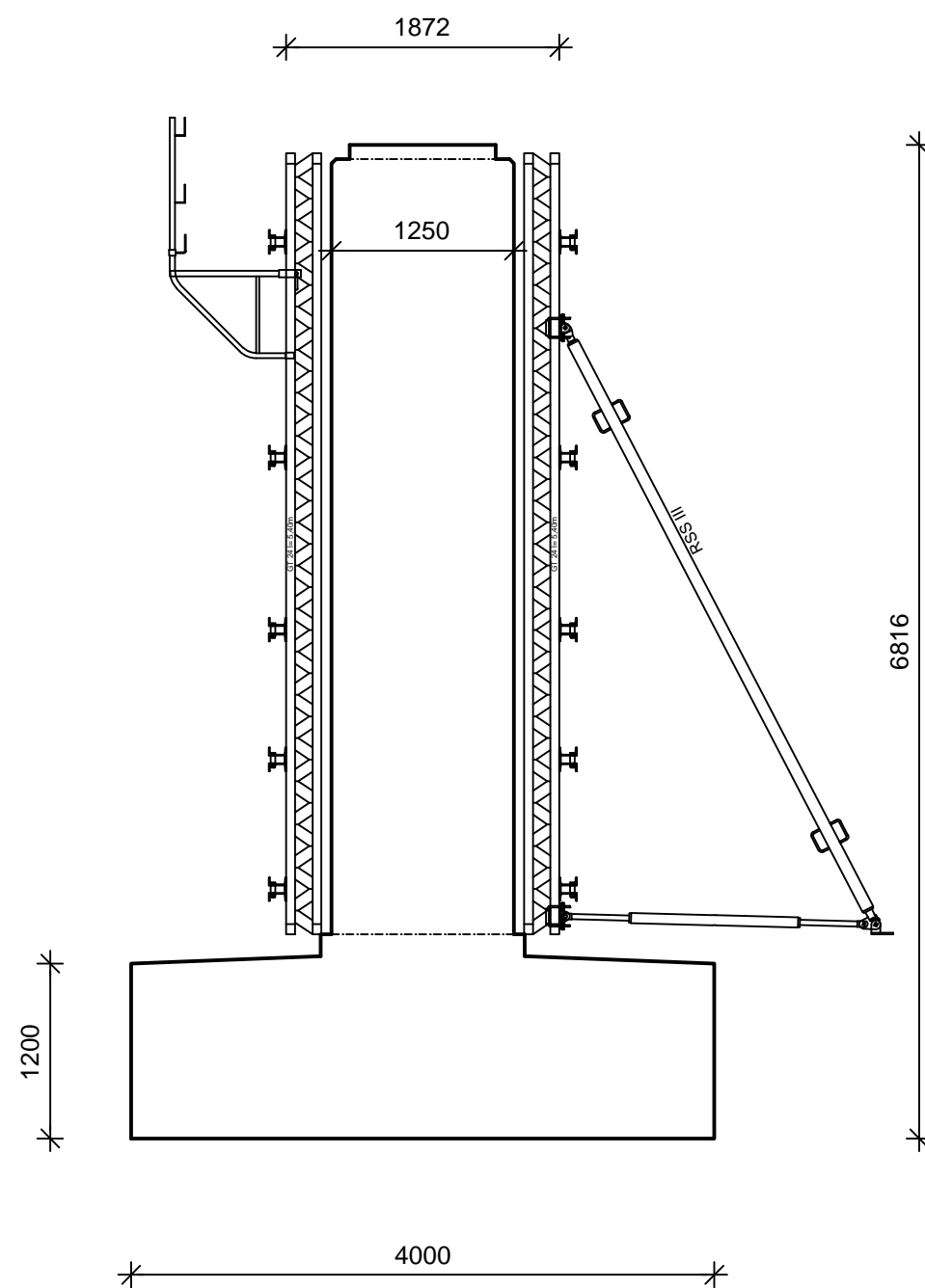
# POHLED B



Vypracoval: Michal Janák		UNIVERZITA PARDUBICE Dopravní fakulta Jana Pernera	
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.			
Bakalářská práce Návrh bednění mostní konstrukce		Datum	05/2018
		Formát	3 x A4
		Měřítko	1 : 50
Půdorys bednění základu pilíře		Číslo výkresu	3



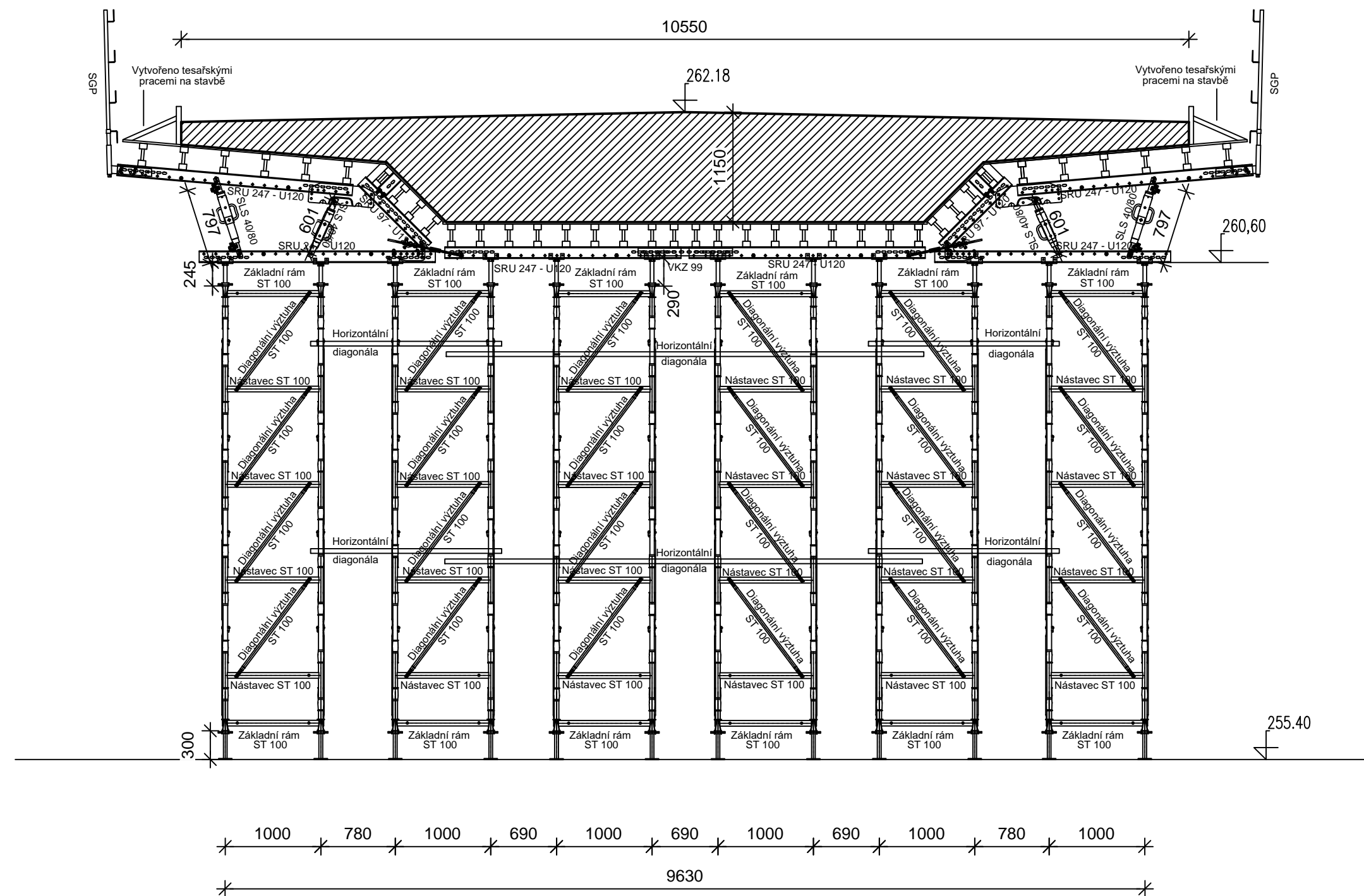
ŘEZ A-A'



Vypracoval: Michal Janák Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE Dopravní fakulta Jana Pernera	
Bakalářská práce Návrh bednění mostní konstrukce	Datum	05/2018
	Formát	3 x A4
	Měřítko	1 : 50
Půdorys bednění pilíře	Číslo výkresu	4

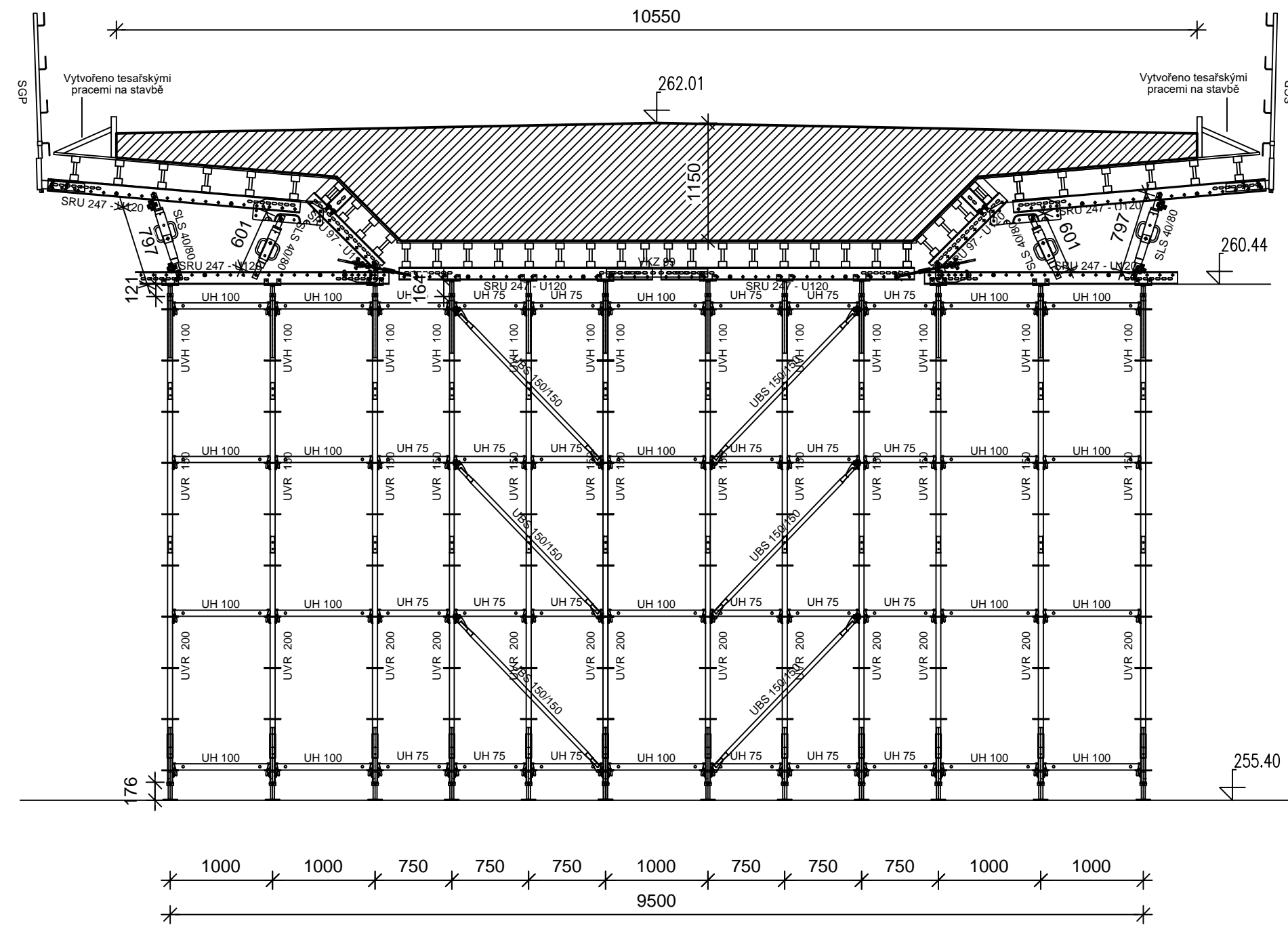


# ŘEZ B-B'



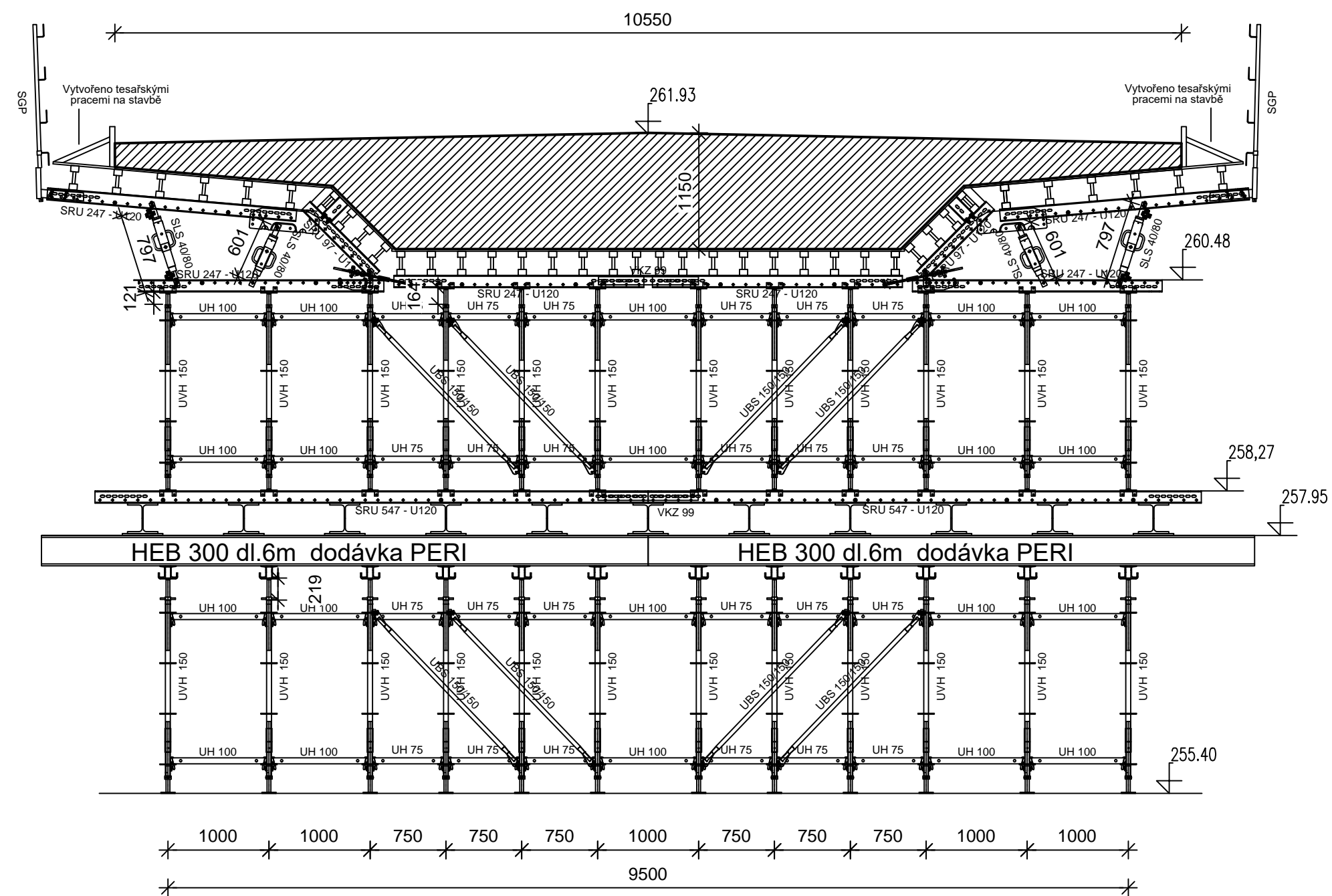
Vypracoval: Michal Janák Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE Dopravní fakulta Jana Pernera	
Bakalářská práce Návrh bednění mostní konstrukce	Datum	05/2018
	Formát	3 x A4
	Měřítko	1 : 50
Příčný řez bednění věžemi ST 100 B-B'	Číslo výkresu	5

# ŘEZ C-C'



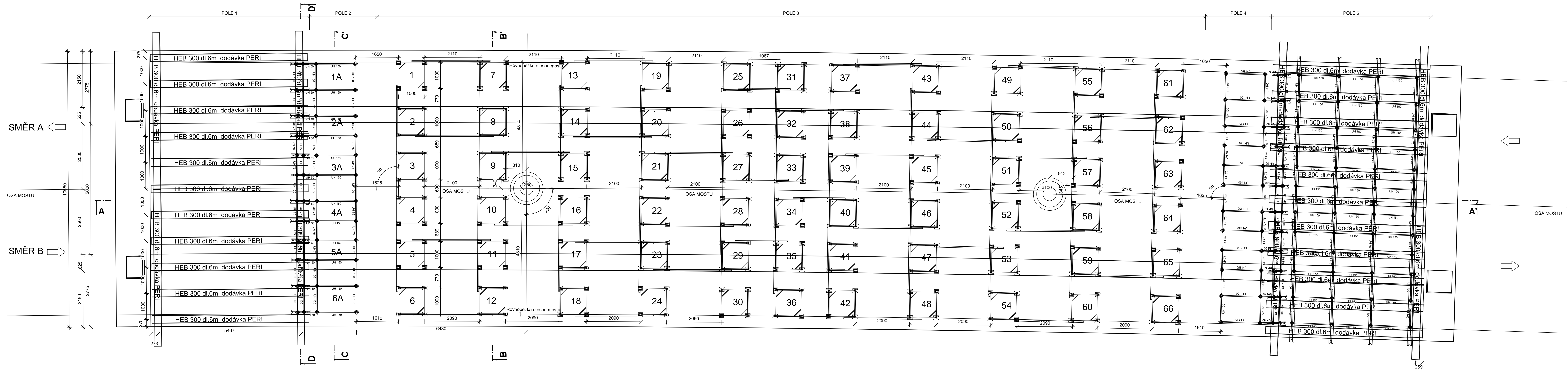
Vypracoval: Michal Janák Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE Dopravní fakulta Jana Pernera	
Bakalářská práce Návrh bednění mostní konstrukce	Datum	05/2018
	Formát	3 x A4
	Měřítko	1 : 50
Příčný řez bedněním věžemi ROSETT C-C'	Číslo výkresu	6

# ŘEZ D-D'



Vypracoval: Michal Janák Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE Dopravní fakulta Jana Pernera	
Bakalářská práce Návrh bednění mostní konstrukce	Datum	05/2018
	Formát	3 x A4
	Měřítko	1 : 50
Příčný řez bedněním věžemi ROSETT na nosník HEB 300 D-D'	Číslo výkresu	7





Vypracoval: Michal Janák	UNIVERZITA PARDUBICE Dopravní fakulta Jana Pernera	
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.	Datum	05/2018
Bakalářská práce Návrh bednění mostní konstrukce	Formát	7 x A4
	Měřítko	1 : 50
Půdorys podskružení věžemi ST 100 a ROSETT	Číslo výkresu	9



