

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**CENOVÁ A TECHNICKÁ OPTIMALIZACE  
SYSTÉMOVÉHO STROPNÍHO BEDNĚNÍ**

**2023**

**ONDŘEJ SÍBR**

**VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:  
DOC. ING. PAVEL SVOBODA, CSC.**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne 15.05.2023

.....

Ondřej Síbr

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval mému vedoucímu práce panu doc. Ing. Pavlovi Svobodovi, CSc. za rady a veškerou ochotu při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům z firmy PERI, spol. s.r.o za poskytnutí vzorových materiálů a odborných konzultací.

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Síbr</u>	Jméno: <u>Ondřej</u>	Osobní číslo: <u>477083</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra technologie staveb, K122</u>		
Studijní program: <u>Stavitelství</u>		
Studijní obor/specializace: _____		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Cenová a technická optimalizace systémového stropního bednění</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Price and technical optimization of system ceiling formwork</u>	
Pokyny pro vypracování: - Popsání základní problematiky stropního bednění - Cenové a technické porovnání systémů SKYDECK a MULTIFEX na konkrétních stropních konstrukcích - Vyhodnocení výsledků porovnání - Závěr	
Seznam doporučené literatury: - Ladra, J. a kol.: Technologie staveb - realizace železobetonové monolitické konstrukce budov, ČVUT Praha 2001 - Bašková, R.: Realizácia betónových konštrukcií. BELMAS GROUP, 2008 - ČSN EN 13670 (732400) Provádění betonových konstrukcí	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>doc. Ing. Pavel Svoboda, CSc.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>16.02.2023</u>	Termín odevzdání BP v IS KOS: <u>22.05.2023</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____ Podpis vedoucího práce	_____ Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské 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“.*

_____ Datum převzetí zadání	_____ Podpis studenta(ky)
--------------------------------	------------------------------

## **Abstrakt**

Bakalářská práce řeší technickou a cenovou optimalizaci systémového stropního bednění SKYDECK a MULTIFLEX na konkrétním projektu „Parkovací dům Náchod“ na dvou tvarově odlišných variantách stropních konstrukcí. V teoretické části jsou popsány systémy bednění obecně z technického a bezpečnostního hlediska. V praktické části jsou obě konstrukce detailně popsány z pohledu zabetonování a postupu betonáže. Dále je řešeno cenové a časové zhodnocení samotných systémů SKYDECK a MULTIFLEX. Obě varianty se v diskuzi výsledků porovnaly. V závěru práce je celá práce vyhodnocena.

## **Klíčová slova**

Systémové bednění, konstrukce, stropní deska

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with the technical and price optimization of the SKYDECK and MULTIFLEX system ceiling formwork on a specific project „Parkovací dům Náchod“ on two shaped different variants of ceiling structures. The theoretical part describes the formwork systems in general from a technical and safety point of view. In the practical part, the two structures are described in detail in terms of embedment and the concreting procedure. Furthermore, the cost and time evaluation of the SKYDECK and MULTIFLEX systems themselves is discussed. The two options are compared in the discussion of the results. At the end of the bachelor thesis the whole work is evaluated.

## **Keywords**

System formwork, construction, ceiling slab

## **OBSAH**

Úvod.....	9
1. Společnost PERI.....	10
2. Systémové bednění PERI.....	11
2.1 Systémové bednění pro svislé konstrukce.....	11
2.2 Systémové bednění pro vodorovné konstrukce.....	16
3. Systémové stropní bednění MULTIFLEX.....	19
3.1 Hlavní prvky bednění a technické parametry.....	19
3.2 Postup montáže a demontáže.....	22
4. Systémové stropní bednění SKYDECK.....	23
4.1 Hlavní prvky bednění a technické parametry.....	23
4.2 Postup montáže a demontáže.....	26
5. BOZP při práci se stropním bedněním.....	28
5.1 Obecné zásady.....	28
5.2 Řešení BOZP – MULTIFLEX.....	33
5.3 Řešení BOZP – SKYDECK.....	36
6. Popis řešené stavby.....	39
7. Detailní popis způsobu bednění navrhovaných variant.....	41
7.1 Varianta č. 1 - MULTIFLEX.....	41
7.2 Varianta č. 2 – SKYDECK.....	44
8 Časová náročnost.....	46
8.1 Varianta č. 1 – MULTIFLEX.....	47
8.2 Varianta č. 2 - SKYDECK.....	50
9 Ekonomická náročnost.....	53
9.1 Varianta č. 1 - MULTIFLEX.....	54
9.2 Varianta č. 2 - SKYDECK.....	55
10 Diskuze výsledků.....	57

Závěr.....	59
Seznam literatury.....	60
Seznam tabulek .....	61
Seznam obrázků .....	62
Seznam grafů.....	63
Seznam příloh.....	63



# Úvod

Téma bakalářské práce jsem si vybral, protože v aktuální době je kladen čím dál větší tlak na rychlé a ekonomicky příznivé provádění staveb a samotná tematika systémového bednění je mi velmi blízká. Volba správného systému bednění pro jakoukoliv monolitickou železobetonovou konstrukci je zásadní pro rychlou, bezpečnou a ekonomicky hospodárnou realizaci staveb. V dnešní době existuje mnoho druhů bednění a je tedy možné vyřešit téměř jakoukoliv konstrukci, ale ne vždy se podaří vybrat ideální typ bednění pro danou konstrukci.

Cílem práce je najít vhodné řešení zabetonování existujícího projektu „Parkovací dům Náchod“ na základě cenového a technického zhodnocení systémového stropního bednění SKYDECK a MULTIFLEX od firmy PERI. Zároveň se cílem zjistit, která ze dvou variant tvaru stropní desky je vhodnější pro daný objekt.

Práce pojednává obecně o systémech bednění nabízených v České republice z technického a bezpečnostního hlediska v teoretické části práce. V praktické části jsou detailně popsány jednotlivé způsoby bednění konkrétních desek na objektu „Parkovací dům Náchod“. Dále je řešena ekonomická a časová náročnost systémů SKYDECK a MULTIFLEX. V předposlední kapitole je celkové porovnání obou variant. Závěr se pak zaměřuje na vybrání vhodnější varianty dle zjištěných výsledků z praktické části bakalářské práce.

# 1. Společnost PERI

PERI je celosvětová společnost se sídlem v německém Weissenhornu zabývající se výrobou a distribucí bednění, lešení, betonářských desek a pasivní ochrany. V roce 1969 ji založil Artur Schwörer společně s jeho ženou. Jeho myšlenkou bylo monolitické konstrukce provádět rychleji, ekonomičtěji a bezpečněji. Nejdříve firma expandovala v rámci Evropy a v roce 1982 založila pobočku v USA. V dalších letech se otevíraly pobočky po celém světě. Do České republiky firma expandovala v roce 1992. V roce 2019 měla společnost obrat 1,685 mil. euro a 9 500 zaměstnanců. Jedná se tak o jednu z největších společností ve svém oboru. Po celém světě je více než 60 dceřiných společností s více než 160 logistickými centry.

Firma PERI se může podílet na stavbě ve všech fázích projektu od projekce až po realizaci. Před realizací se vypracovává studie proveditelnosti u neobvykle složitých projektů. Během realizace s pak už vytváří výkresy k jednotlivým konstrukcím společně s cenovou nabídkou dle požadavků zákazníků. Společnost nabízí jak možnost prodeje materiálu, tak i jeho vypůjčení. Dále je možnost mít na stavbě technika, který se stará o správnou montáž a demontáž všech bednicích systémů. Službou PERI je také oprava a čištění všeho materiálu, který se vrátí ze staveb po realizaci.

Společnost se také zaměřuje na ekologickou udržitelnost a nové technologie. Je snahou vytvářet výrobky, které mají dlouhou životnost a jsou tvořeny ekologicky nezávadnými materiály i za cenu vyšších výrobních nákladů. Například překližky jsou ze dřeva, které je těženo z udržitelně spravovaných lesích. Dřevěný odpad vzniklý při výrobě dřevěných nosníků se používá jako palivo v tepelné elektrárně na biomasu. Energie z této elektrárny se využívá na vytápění celé centrály firmy. Na plastové prvky jsou používány technické polymery, u kterých je možnost 100% znovupoužití a nevzniká tak žádný zbytečný odpad. [1]

## 2. Systémové bednění PERI

V České republice je nabízeno několik bednicích systémů pro svislé i vodorovné konstrukce. Typ zvoleného bednění závisí na tvaru a typu projektu a také záleží na požadavcích zákazníka. Výhodou nabídky více systémů je možnost navrhnout bednění téměř pro jakýkoliv tvar a náročnost konstrukce za co možná nejlepších ekonomických a technických podmínek. Běžně se na stavbě využívá pro co nejvyšší efektivitu kombinace vícero druhů bednění.

### 2.1 Systémové bednění pro svislé konstrukce

Systémy bednění jsou navrženy tak, aby se daly zabetonovat všechny typy svislých konstrukcí. Hlavním prvkem jsou rámové panely, které jsou vyztuženy žebry z plastu nebo oceli. Skládají se ze samotného rámu a bednicí desky. Desky jsou buď dřevěné a nebo plastové. Panely jsou spojovány prvky dle konkrétního systému. Pro zajištění vodorovných sil od tlaku betonu se využívají spínací tyče s maticemi dle typu bednění. Tlak se pohybuje u stěn od 40 kN/m<sup>2</sup> do 80 kN/m<sup>2</sup>, u sloupů je to pak až do 150 kN/m<sup>2</sup>. Do svislých konstrukcí patří:

- Základy (patky, pasy, desky)
- Stěny, opěry
- Sloupy, pilíře

[2]

#### Systémové bednění TRIO

Tento typ je nejúspěšnější v celé historii PERI. Byl vytvořen již v 80. letech 20. století. Jedná se o vhodný systém na všechny druhy staveb díky variabilitě jednotlivých prvků. Panely jsou standardně spojovány zámkem BFD a zajištění vodorovných je řešeno pomocí spínání DW15. Největší panel má rozměry 330x240 cm a váhu 398 kg. Jedná se o těžké bednění a pro jeho montáž je vždy potřeba jeřáb. [2][3]



*Obrázek 1: Systémové bednění TRIO (Zdroj: [www.peri.cz])*

### **Systémové bednění MAXIMO**

Tento typ navazuje na úspěch systému TRIO a vychází přímo z něj. Jeho zásadní výhodami jsou rychlejší montáž, méně použitého ztravného materiálu, méně spínacích míst a vhodnost použití pro pohledové konstrukce. Spojování je jako u TRIO řešeno pomocí zámku BFD. Spínání je ovšem řešeno zcela novým systémem MX18. Proti klasické technice spínání DW15 se obsluhuje pouze z jedné strany. Navíc nejsou potřeba kónusy a distanční trubičky pro ochranu táhel. Systém je plně kompatibilní s bedněním TRIO. [4]



Obrázek 2: Systémové bednění MAXIMO (Zdroj: [www.peri.cz])

### Systémové bednění DOMINO

Jedná se o „ruční“ bednění vhodné i pro stavby, kde není možné použít jeřáb. Nejtěžší prvek má hmotnost 87,7 kg a dá se s ním tedy manipulovat ručně. Tento systém je ideální pro menší stavby na bednění základu či nižších stěn. Nicméně s pomocí jeřábu je možné ho použít i na vysoké stěny. Technika spínání je standardně DW15 a panely se spojují zámky DRS a DKS. [5]



Obrázek 3: Systémové bednění DOMINO (Zdroj: [www.peri.cz])

## **Systémové bednění DUO**

Obrovskou výhodou tohoto systému je jeho hmotnost. Díky plastové konstrukci má největší prvek hmotnost pouze 24,9 kg. Je tak ideální na stavby, kde nelze umístit jeřáb. Další výhody jsou 100% recyklace poškozeného materiálu, vysoká odolnost proti vlhkosti a možnost využití bednění na stěny, sloupy i stropy. [6]



*Obrázek 4: Systémové bednění DUO (Zdroj: [www.peri.cz])*

## **Systémové bednění RUNDFLEX**

Jde o kruhové nosníkové bednění, které je kompatibilní se systémy TRIO a MAXIMO. Lze řešit všechny poloměry od 1 m. Výhodou je nasazení malého počtu panelů, protože jednotlivé prvky se dají nastavit pomocí ráčny na jakýkoliv poloměr přímo na stavbě. [7]



Obrázek 5: Systémové bednění RUNDFLEX (Zdroj: [www.peri.cz])

### Systémové bednění VARIO

Tento systém bednění je vhodný pro konstrukce s vysokými požadavky na pohledovost betonu díky tomu, že je možné spínat panely dle požadavků zákazníka. Další výhodou je možnost bednit atypické tvary konstrukcí jako například tvarově komplikované mostní opěry či průmyslové komplexy. [8]



Obrázek 6: Systémové bednění VARIO (Zdroj: [www.peri.cz])

## **2.2 Systémové bednění pro vodorovné konstrukce**

Systémy bednění pro vodorovné konstrukce jsou navrženy tak, aby z ekonomického a technického hlediska zajišťovali co nejlepší možnosti pro zabetonování jakéhokoliv tvaru. Bednění se dá rozdělit do dvou základních skupin, a to jsou nosníkové a rámové systémy. Bednění tvořené nosníky je levnější, ale proti rámovému bednění je nevýhodou delší montáž a demontáž. Stropní systémy se používají i na podepření různých stávajících konstrukcí či prefabrikovaných stropů. Základní vodorovné konstrukce jsou:

- Stropy
- Mostovky
- Průvlaky, trámy
- Rampy
- Schodiště

[2]

### **Nosníkové bednění MULTIFLEX**

V České republice jde o nejrozšířenější typ stropního bednění. Je to z důvodu nižších mezd proti jiným státům, kde je naopak MULTIFLEX méně využíván. Vyšší mzdy nutí realizační firmy používat rámové systémy z důvodu nižších nákladů na montáž a demontáž. Tento systém je tvořen nosníkovým roštem podepřeným stojkami. Na roštu z nosníků GT24 je položena třívrstvá překližka. Výhodou je možnost zabetonovat tvarově obtížné konstrukce. [9]





*Obrázek 7: Nosníkové bednění MULTIFLEX (Zdroj: [www.peri.cz])*

### **Panelové stropní bednění SKYDECK**

Tento typ bednění se hodí nejvíce pro tvarově jednoduché (bez hlavic, průvlaků apod.) a půdorysně velké stropy. Hlavní výhodou je rychlá montáž a demontáž. Systém padacích hlav umožňuje použití malého množství ztravného materiálu. Všechny prvky jsou hliníkové a díky tomu lehké. Nejtěžší prvek váží 16 kg. Nevýhodou je vyšší cena proti nosníkovým systémům a také řešení nedoměrků např. kolem sloupů nebo ukončení stěn. Tyto prázdná místa jsou řešené buď lokálním doplněním nosníkového bednění nebo v případě menších půdorysných nedoměrků pomocí hranolů či překližky. [10]



Obrázek 8: Panelové stropní bednění SKYDECK (Zdroj: [www.peri.cz])

### Panelové stropní bednění DUO

Jedná se o poměrně nové jak stěnové, tak stropní bednění. Panely jsou tvořeny technickými polymery a lze je stoprocentně recyklovat. Výhodami jsou rychlá montáž, demontáž, hmotnost a množství použitých stojek. Podobně jako SKYDECK, i tento systém je vhodnější pro půdorysně velké a jednoduché stropy.

[11]



Obrázek 9: Panelové stropní bednění DUO (Zdroj: [www.peri.cz])

## **3. Systémové stropní bednění**

### **MULTIFLEX**

#### **3.1 Hlavní prvky bednění a technické parametry**

Stropní bednění MULTIFLEX nabízí velkou variabilitu vzhledem k množství nabízených prvků. Největší udávaná maximální tloušťka bedněné stropní konstrukce je 1 m, nicméně díky únosnosti jednotlivých dílů se dají podbednit i mnohem tlustší konstrukce. Maximální světlá výška pod konstrukcí je u běžných stojek 5 000 mm, ale při použití podpěrných věží je možné podepírat desky až do 23 m. Celý systém je založený na stojkách nebo věžích, které podepírají rošt z dřevěných nosníků. Ten se skládá ze spodních a horních nosníků. Spodní nosníky leží na podporách a roznáší zatížení do stojek, zatímco horní jsou uloženy na spodních nosnících a zatížení je přenášeno do spodních nosníků. Rozteč horních nosníků se volí dle tloušťky dané konstrukce. Na tento rošt se ukládají bednicí desky na sraz. Obvykle se hřebíky ještě zajistí do horních nosníků. Nejčastěji se používá třívrstvá překližka o tl. 21 mm, ale je možné použít i jiné druhy překližek v závislosti na požadavcích na pohledovost nebo únosnost. Tuhost celého systému je možné zvýšit zavětrováním stojek mezi sebou pomocí lešenářských trubek a spojek nebo použitím spon pro zavětrování, do kterých se vloží fošny. [12]

#### **Stropní stojky a trojnožky**

Stropní stojky jsou základním podpěrným prvkem pro bednění stropních konstrukcí. V závislosti na světlé výšce se volí konkrétní typ stojky. Jejich vytažení se pohybuje mezi 1 a 5 m. Jejich únosnost je v rozmezí 20–40 kN právě s ohledem na vytažení jednotlivých stojek. Únosnost se dá ještě navýšit otočením stojky tak, že užší trubka je vespod. Pro zajištění stability těchto prvků se používají stavěcí trojnožky, které zajišťují svislost podpor a jejich polohu. [12]

Typy používaných stojek:

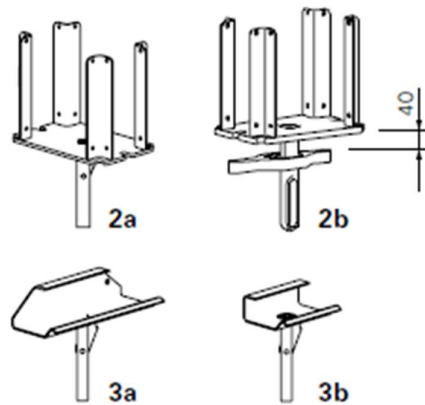
- PEP Ergo D-150 (L = 0,98 – 1,5 m)
- PEP Ergo D-250 (L = 1,47 – 2,5 m)
- PEP Ergo D-300+ (L = 1,79 – 3 m)
- PEP Ergo D-350+ (L = 2,08 – 3,5 m)
- PEP Ergo D-400 (L = 2,51 – 4 m)
- PEP Ergo D-500 (L = 3,26 – 5 m)



Obrázek 10: Stropní stojka se stavěcí trojnožkou (Zdroj: [www.peri.cz])

### **Křížové a přímé hlavy**

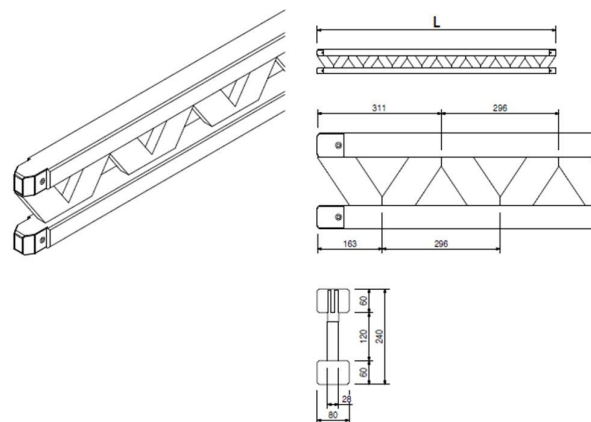
Pro bezpečné a stabilní uložení nosníků na stojky je nutné, aby nosníky byly řádně zajištěny. To se provádí pomocí křížových a přímých hlav. Ty se nasazují přímo na podpěru a do hlavy se pak vloží nosník. Křížové hlavy se používají na podepření konců nosníků či v místě styku nosníků. Přímé hlavy se dávají pod spodní nosník jako dodatečné podepření. Při ukládání nosníků do křížové hlavy musí být jejich přesah alespoň 150 mm kvůli stabilitě a správnému přenosu sil. [12]



Obrázek 11: Křížová a přímá hlava (zdroj: [www.peri.cz])

### Dřevěné nosníky

Tyto prvky mají funkci roznášení zatížení do podpor. Nejrozšířenějším typem je příhradový lepený nosník GT24, který je nabízený v délkách od 0,9 m do 6 m. Na požadavek je možné vytvořit atypické nosníky až do délky 17,85 m. Prvky v této rozteči jsou po 0,3 m. Maximální dovolený moment je 7 kN/m a maximální posouvající síla pak 14 kN. [12]



Obrázek 12: Příhradový nosník GT24 (zdroj: [www.peri.cz])

### Betonářské desky

Standartně se používá kombinace nájemní 3S třívrstvé překližky (2500x500 mm) a prodejní dořezové překližky. Tloušťka desek je obvykle 21 mm. Nájemní překližkou se pokryje co největší plocha bedněné konstrukce a zbylé nedoměrky se pokryjí překližkou určenou k prodeji. Nejčastěji se na tyto účely používají betonářské desky z topolu nebo břízy z důvodu nižší ceny. Na pohledově

náročnější konstrukce se používá deska T-plex, která je tvořena z dřeva kaučukovníku, akácie a eukalyptu. [13]

### **3.2 Postup montáže a demontáže**

Bednění i odbednění je poměrně náročná činnost, na kterou musí být pracovníci řádně proškoleni. Montáž všeho systémového bednění musí být prováděna v souladu s návody od firmy PERI. Bednění musí být řádně zajištěno proti působení jak svislých, tak vodorovných sil.

Před samotnou montáží musí být všechny stěny a sloupy provedené a musí mít dostatečnou pevnost. Je nutné řádně připravit podklad pro stojky tak, aby měl požadovanou únosnost a byl řádně očištěný. Ještě před montáží je potřeba zkontrolovat, zda není nějaký materiál poškozený.

#### **Montáž bednění**

Jako první se nasadí křížové hlavy na stropní stojky pomocí klapky. V případě, že hlava neobsahuje klapku, se zajistí pomocí čepu se závlačkou. Stojka se následně postaví a zajistí se stavěcí trojnožkou. Poté je nutné zkontrolovat svislost stojky. Dále se stejným postupem postaví druhá stojka. Mezi stojky 2 pracovníci vloží zezdola první spodní nosník pomocí pracovní vidlice 24. Nosník musí být uložen tak, aby minimální vyložení bylo 150 mm a maximální 450 mm. Po postavení spodních nosníku se pomocí pracovní vidlice začnou zespoda ukládat horní nosníky v dané rozteči dle projektu nebo tabulek PERI. Horní nosníky je nutné umístit tak, aby spoj překližky vyšel vždy na nosník. Dále se osadí stojky s přímými hlavami dle projektu nebo tabulek PERI. Následně se musí zajistit okolí bednění proti pádu z výšky dle předpisu. Po zabezpečení pracovního prostoru se může začít pokládat překližka. Jednotlivé desky se stabilizují pomocí hřebíku přibitím do horních nosníků. Překližka se musí nastříkat olejem PERI clean. Následuje přejímka celé konstrukce bednění a její kontrola stavbyvedoucím nebo pověřeným pracovníkem. Poté je už možné konstrukci bednění zatížit betonem. [12]

## **Demontáž bednění**

Odbednit konstrukci je možné až tehdy, kdy má stropní deska dostatečnou pevnost. Jako první se demontují stojky s přímými hlavami. Stojky s křížovou hlavou se spustí o 40 mm pomocí úderového kladiva nebo trojkřídlé matice umístěné na stojce. Pokud je vzdálenost mezi stojkami velká, začíná se poklesem stojek uprostřed půdorysu. Pracovníci poté pomocí pracovní vidlice sklopí horní nosníky a uloží se do palety. Následuje sundání betonářských desek. Jako poslední se demontují spodní nosníky pracovní vidlicí. Poté se demontují křížové hlavy ze stojek. Stojky se buď nechají jako dodatečné podepření stropu nebo se uklidí do palety. Všechny materiály projde vizuální kontrolou. V případě poškození se dané prvky již nesmí používat. [12]

# **4. Systémové stropní bednění**

## **SKYDECK**

### **4.1 Hlavní prvky bednění a technické parametry**

Systémové stropní bednění SKYDECK je vhodné pro použití na velké půdorysy s nízkou tvarovou náročností. Maximální tloušťka bedněné stropní konstrukce je 950 mm. Nejvyšší možná výška pro zabetonování je 5 750 mm. Bednění se zakládá na stojkách opatřenými stavěcími trojnožkami. Stojky podepírají hliníkové podélné nosníky SLT, na kterých jsou uloženy panely, které jsou také z hliníku. Na kolmý směr od podélných nosníků se vkládají mezi panely krycí lišty SAL, díky kterým se boky panelů neušpiní a nevznikají tak zbytečné náklady na další čištění panelů. Betonářská deska o tloušťce 9 mm je připevněna na pevně k panelu, což je oproti jiným systémům časová úspora. Celý systém se kotví ke stávajícím stěnám pro zajištění vodorovných sil. [14]

## Stropní stojky a trojnožky

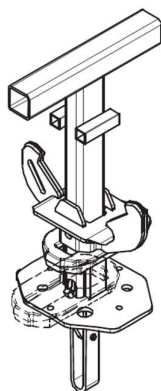
Tento systém není možné kvůli daným polohám stojek založit na podpěrných věžích, proto je maximální světlá výška 5 750 mm. Podlé té se vybírají konkrétní typy stojek. Jejich vytažení je v rozmezí 1 – 6,25 m a únosnost je mezi 20–45 kN. Únosnost se dá ještě zvýšit otočením stojek vnitřní trubkou vespod. Trojnožky pomáhají udržet stabilitu systému a drží svislost stojek. [14]

Typy používaných stojek:

- PEP Ergo D-150 (L = 0,98 – 1,5 m)
- PEP Ergo D-250 (L = 1,47 – 2,5 m)
- PEP Ergo D-300+ (L = 1,79 – 3 m)
- PEP Ergo D-350+ (L = 2,08 – 3,5 m)
- PEP Ergo D-400 (L = 2,51 – 4 m)
- PEP Ergo D-500 (L = 3,26 – 5 m)
- MP 625 (L = 4,30 – 6,25 m)

## Hlavy SFK, SSK a SCK

Padací hlavy SFK jsou hlavní součástí tohoto systému. Díky těmto hlavám je možné odbedňovat již po 24 hodinách po betonáži. Hlava se uvolňuje údery kladivem a tím klesne o 60 mm. Panely s podélnými nosíky je možné uložit, zatímco stojky s hlavami zůstávají na místě. Pevné hlavy SSK se používají u stěn, kde není možné použít SFK. Systém obsahuje i opěrné hlavy SCK, ty se používají primárně pro řešení nedoměrků v rámci půdorysu. [14]

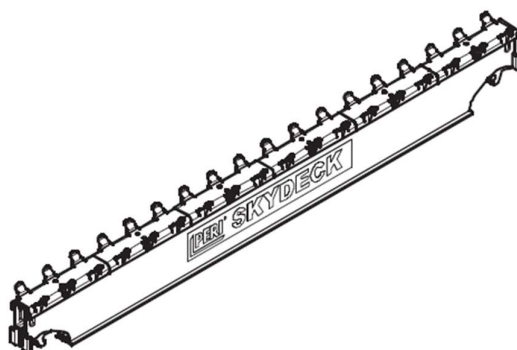


Obrázek 13: Padací hlava SFK (Zdroj: [www.peri.cz])



## Podélné nosníky SLT a krycí lišty SAL

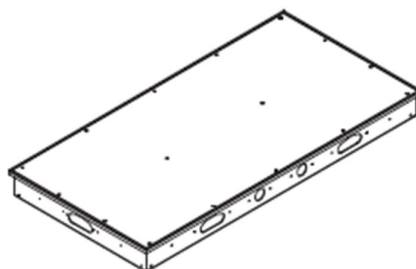
Hliníkové nosníky v délkách 2 250, 1 500 a 3 750 mm umožňují úsporu stojek, protože systém SKYDECK má spotřebu pouze 0,29 stojky na 1 m<sup>2</sup>. Jejich váha umožňuje rychlý přesun po stavbě bez jeřábu a také značně ulehčuje montáž i demontáž bednění. Na podélné nosníky jsou ukládány panely. Krycí lišty SAL jsou vyráběny v délkách 1 500, 750, 500 a 375 mm. Díky těmto lištám beton neproteče mezerami mezi panely a ty se tak nezašpiní z boku. [14]



Obrázek 14: Podélný nosník SLT (Zdroj: [www.peri.cz])

## Panely SDP

Panely tvoří veškerou plochu, která je ve styku s betonem. Jsou hliníkové a lehce se s nimi manipuluje, nejtěžší váží pouze 15 kg. Panely jsou nabízené v délkách 1 500 a 750 mm a v šířkách 750, 500 a 375 mm. Jsou opatřené betonářskou deskou FinPly o tloušťce 21 mm. Výhodou je, že je zabudována v panelu a není tak potřeba řešit překližku zvlášť. [13] [14]



Obrázek 15: Stropní panel SDP (Zdroj: [www.peri.cz])

## **4.2 Postup montáže a demontáže**

Na provádění bednění i odbednění je nutné, aby pracovníci byli řádně proškoleni. Všechna montáž v rámci systému SKYDECK musí být prováděna v souladu s návody a prospekty od firmy PERI. Bednění je nutné zajistit pro účinkům vodorovně působících sil dle návodu.

Před zahájením montáže bednění je nutné zkontrolovat dostatečnou pevnost konstrukcí, které se nacházejí pod betonovanou konstrukcí. Je nutné provést kontrolu, jestli je všechen materiál v pořádku a nepoškozený. [14]

### **Montáž bednění**

Montáž začíná provedením počátečního pole. Do rohu půdorysu se postaví stojka, která je opatřena pevnou hlavou SSK a stabilizuje se pomocí stavěcí trojnožky. Ve vzdálenosti 2 275 mm od stěny se postaví další stojka opatřena padací hlavou SFK. Pak pracovníci nasadí podélný nosník SLT na nosníkový hák SFK nebo SSK hlavy. Opět se stojka zastabilizuje stavěcí trojnožkou. Stejný postup se aplikuje 1 500 mm od druhé stěny. Vznikne tak obdélník ze 4 stojek. Dále se položí panely kolmo na podélné nosníky. Ty se musí opatřit vhodným separačním prostředkem. Panel se musí osadit do ozubů na podélném nosníku, čímž se zajistí jeho poloha. [14]

Po bednění se nesmí chodit, dokud nejsou zajištěny vodorovné síly. Tyto síly je zajistí pomocí stěnového držáku SWH. Ten se dává v podélném i příčném směru ob 1 panel. Začíná se protažením táhla skrz kotevní otvor. Stěnovým držákem se přichytí panel nebo podélný nosník a následně se držák sepne kloubovou maticí z obou stran. Po těchto krocích je možné odstranit stavěcí trojnožky. Po postavení a zajištění počátečního pole se dál provádí bednění v příčném i podélném směru. [14]

V příčném směru se pokračuje postavením stojky s pevnou hlavou ve vzdálenosti 1 500 mm od stojek v počátečním poli. Stojka se zajistí stavěcí trojnožkou a ve vzdálenosti 2 275 mm se postaví stojka s padací hlavou a také se opatří trojnožkou. Mezi stojkami na navěsí podélný nosník. Pole se dokončí po položení

panelů. Tento celý proces se opakuje do doby, než se s panely narazí na protilehlou stěnu. [14]

V podélném směru se pokračuje nasunutím podélného nosníku na již postavenou stojku s padací hlavou. Další stojka s nasazenou padací hlavou se zahákne na zavěšený podélný nosník. Ta se postaví do svislé polohy a zajistí se stavěcí trojnožkou. Ten samý postup se aplikuje ve druhé řadě stojek. Poté se osadí panely. Tím je pole dokončeno a proces se opakuje do doby, než se s panely dojde na konec místnosti. V každém druhém poli se osadí stěnový držák. [14]

Po provedení všech polí se dobední zbytkové rozměry pomocí nosníkového bednění nebo překližky v závislosti na velikosti zbytkové plochy. Do bednění se osadí krycí lišty SAL a celá plocha bednění se nastříká bednicím olejem. Při prvním použití se panely nastříkají i zespodu. Po dokončení je možné provést betonáž. [14]

### **Demontáž bednění**

Demontovat bednění je možné až v případě dostatečné pevnosti zabedněné konstrukce a provádí se z bezpečného místa (např. odbedňovací vozík). Začíná se uvolňováním co největšího možného množství padacích hlav úderovým kladivem. Tím se uvolní klín a je třeba dát pozor na směr uvolnění. Mezi spodní hranou stropní desky a horní hranou panelu vznikne mezera 60 mm. [14]

Jako první se odbedňuje oblast nedoměrků v šířce bednění. Všechny systémové doplňky včetně stojek se demontují a uloží na palety. Poté se odstraní doměrková překližka. Následuje stejný proces po délce bednění. [14]

Pak se začíná odbedňovat oblast se systémovými panely. Postupuje se směrem od rohu, kde mají styk doměrkové plochy. Panely se demontují vždy od středu po jednotlivých polích a ukládají se na palety. Panel se nadzdvihne, pootočí a tím se uvolní pro snadné odmontování. Po jejich sundání se mohou uložit také podélné nosníky. Zůstávají pouze stojky s hlavami a krycími lištami. Až beton dosáhne potřebné pevnosti, odbední se stojky a krycí lišty. Všechn materiál projde vizuální kontrolu, zda nedošlo k poškození některých prvků. [14]

# **5. BOZP při práci se stropním bedněním**

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci je velmi důležitou součástí všech realizovaných staveb a je třeba na ni myslet během celé doby výstavby. Řádné dodržování zásad BOZP umožňuje rychlou a bezpečnou výstavbu a zároveň je díky tomu dodržován pořádek na stavbě. Na stavbě je potřeba dodržovat zejména zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovišti s nebezpečím pádu z výšky a nebo do hloubky.

## **5.1 Obecné zásady**

BOZP se musí dodržovat při montáži, betonáži a následné demontáži bednění. Každá z těchto fází má svoje specifické požadavky. Jedno z největších rizik při pracích se systémovým stropním bedněním je nebezpečí pádu z výšky. Dále je nutno zajistit bednění proti všem působícím silám na konstrukci. Pracovníci musí používat dostatečné pomůcky pro ochranu zdraví a měli by být řádně proškoleni. [15]

### **Ochrana proti pádu z výšky**

Zaměstnavatel musí zajistit ochranné pomůcky v závislosti na prováděných pracích v požadovaném množství a kvalitě. Pomůcky je potřeba pravidelně kontrolovat, zda nejsou poškozené a musí umožňovat bezpečný pohyb v pracovním prostoru. Je možné používat jen takové ochranné pomůcky, které splňují legislativní předpisy v Nařízení vlády č. 21/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné pomůcky. Pracovníkům je zamezen vstup do prostorů, kde hrozí riziko pádu z výšky. Zajištění musí být provedeno nejméně 1,5 m od volného okraje. Všechny ochranné pomůcky se používají samostatně nebo v kombinaci více systémů pro zajištění maximální bezpečnosti. Pracovníci musí být zajištěni proti pádu tak, že není možné, aby došlo k pádu a nebo tak, že k pádu dojde, ale pracovník je zachycen ochranným systémem a

následně vyproštěn. Povinností zaměstnanců je dostatečná a důkladná kontrola ochranných pomůcek před jejich samotným používáním. [15]

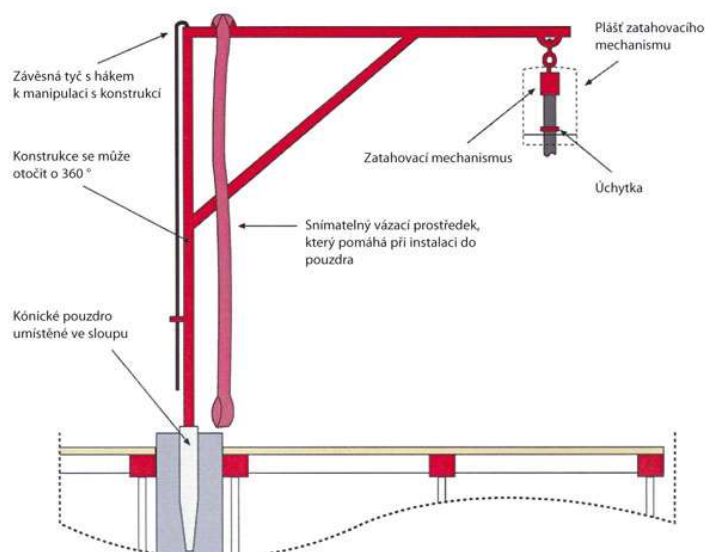
Nejčastější ochranou proti pádu z výšky je zábradlí. Jedná se o kolektivní opatření proti pádu. Zábradlí se musí skládat nejméně z horního madla a ochranné lišty u podlahy. Výška madla musí být minimálně v úrovni 1 m nad podlahou a ochranná lišta musí být nejméně 0,15 m vysoká. V případě, že pracovní podlaha je 2 m nad úrovní okolního terénu je nutné mezi madlo a ochrannou lištu vložit ještě střední prvek. Tato prostřední část musí být v maximální vzdálenosti 0,47 m jak od madla, tak od ochranné lišty. Zábradlí musí být od volného okraje ve vzdálenosti alespoň 1,5 m. Na kraj konstrukce je možné ho umístit pouze v případě pevného spojení s konstrukcí a zajištění stability zábradlí. Z důvodu nízké ceny se obvykle na stavbách používá zábradlí tvořené dřevěnými fošny. Nejmenší přípustná tloušťka pro fošny je 24 mm a šířka 100 mm. Kromě tohoto typu zábradlí je možné používat i systémové zábradlí. Výhodou proti klasickému dřevěnému je rychlejší montáž ze systémových prvků a lepší stabilita díky lepšímu systému uchycování ke stávajícím konstrukcím. Často se používá kombinace obou těchto variant. Do systémových sloupků s úchyty se vloží fošny. [15] [16]



*Obrázek 16: Zábradlí tvořené fošny (Zdroj: vlastní)*

Další variantou je konstrukce kotvená do již vybetonovaných stěn nebo sloupů. Jedná o kovový stojan ve tvaru šibenice. Na konci je zatahovací mechanismus a

na něm úchytka. Pracovník si nasadí postroj, který je spojený přes zatahovací mechanismus ke kovové konstrukci. Pokud pracovník vykoná nějaký prudší pohyb, mechanismu hned zareaguje. Tento systém umožňuje pokrýt až 100 m<sup>2</sup> při poloměru 5,5 m. Kotvení konstrukce se musí provést už při betonáži svislých konstrukcí, kdy se do stěnového bednění vloží kónické pouzdro pro celou konstrukci šibenice. Někdy se vytvoří malý betonový základ s pouzdrům a ten se dá jeřábem přesouvat v rámci celé stavby a není tak potřeba se spoléhat pouze na místa, kde jsou umístěny sloupy.



Obrázek 17: Proti pádový systém (Zdroj: [www.asb-portal.cz])

### Zajištění proti pádu předmětů a materiálů

Všechny materiál s nářadím a pomůckami musí být uskladněn tak, aby byl zajištěn proti pádu, sklouznutí nebo shození. To platí během i práce i po jejím ukončení. Na upevňování nářadí a drobného materiálu jako hřebíky je potřeba používat vhodný pracovní oděv. Jako ochrana slouží ochranná lišta umístěná na spodní straně zábradlí o minimální výšce 0,15 m. Konstrukci bednění není přípustné přetěžovat z důvodu zřícení či poškození jak čerstvým betonem, tak materiály, pomůckami a lidmi. Při betonáži stropu by se neměl nikdo nacházet pod konstrukcí bednění stropu z důvodu možného kolapsu. [15]

## Zajištění pod místem práce ve výšce

Okolí pod pracovním prostorem je nutné zajistit proti pádu předmětů nebo osob. Velikost se stanovuje dle výšky, ve které se práce vykonává a nazývá se ohrožený prostor. Jeho šířka se stanovuje následovně:

- 1,5 m – práce ve výšce 3–10 m
- 2 m – práce ve výšce 10–20 m
- 2,5 m – práce ve výšce 20–30 m
- 1/10 výšky objektu – práce ve výšce nad 30 m

Pokud je pracovní plocha pod úhlem 25 stupňů a více od vodorovné roviny, je nutné ohrožený prostor zvětšit o 0,5 m. Pracovní činnosti nad sebou je možné dělat pouze výjimečně, pokud nelze konstrukci provést jinak. V technologickém postupu musí být uvedeno, jak je zajištěna bezpečnost pracovníků na nižším podlaží.

Zajištění ohroženého prostoru se dá provádět v zásadě čtyřmi základními způsoby. Prvním je úplně vyloučení jakéhokoliv provozu v daném místě. Další možností je provést dočasné konstrukce, které zabrání pádu člověka nebo předmětu do nebezpečného místa. To mohou být například sítě (viz obr. 18), plachty nebo konstrukce bednění vytvořena jen pro účely ochrany proti pádu. Třetí možností je ohrazení prostoru zábradlím o výšce 1,1 m. Kvůli jeho stabilitě je potřeba použít nosné sloupky. Pokud nelze umístit zábradlí, je možné pověřit osobu na dozorování ohroženého prostoru během provádění prací s rizikem pádu lidí a předmětů. [15]



*Obrázek 18: Záchytné sítě (Zdroj: vlastní)*

### **Zajištění stability bednění**

Konstrukce bednění musí být dostatečně únosná, pevná a musí být prostorově tuhá. Únosnost musí být uvedena ve statickém výpočtu nebo v návodu k daným systémovým prvkům. Bednění musí být během montážní i demontážní fáze zajištěné proti jeho pádu. Během stavění konstrukce je nutné postupovat dle platných návodů a příruček vydaných výrobcem. Při bednění vyšších stropů na stojkách nebo podpěrných věžích je potřeba zajistit prostorovou tuhost. To platí i pro provádění šikmých stropních desek ve spádu. Jednotlivé prvky musí být zajištěné ve svislém i vodorovném směru. Všechny dočasné konstrukce musí být navrženy tak, aby se daly bezpečně demontovat. Před montáží bednění se musí zkontrolovat všechny prvky, zda nejsou poničené. Ta samá kontrola probíhá i po demontáži. Po montáži bednění se kontroluje správnost polohy všech prvků. O všech kontrolách se udělá písemný záznam. Ve fázi betonáže pověřený pracovník sleduje stav konstrukce a v případě nedostatků je potřeba daný problém vyřešit hned. Odstraňování konstrukce bednění se provádí až po tom, co beton získá doporučenou pevnost. Do ohroženého prostoru je dovolen vstup pouze povolaným osobám. Všechny demontované prvky se hned ukládají na palety, aby někomu nezpůsobily zranění. [17]



Stropní bednění lze považovat za bezpečné, pokud:

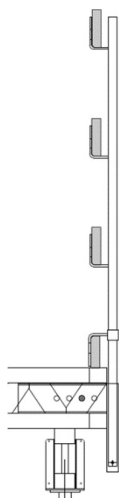
- Je konstrukce založená na dostatečně tuhém a únosném podkladu
- Jsou nosné prvky systému zajištěny proti podklouznutí nebo jinému posunu ze své polohy
- Tvoří tuhý celek, který odolává všem vodorovným silám
- Je únosnost konstrukce doložitelná statickým výpočtem nebo jiným dokumentem
- Jsou veškeré podlahy zajištěné proti propadu a posunu
- Jsou pohyblivé části zajištěny proti nechtěným pohybům
- Jsou pracovní plochy bezpečně přístupné (lešení, výtah, žebřík apod.) [17]

## 5.2 Řešení BOZP – MULTIFLEX

Systémové stropní bednění MULTIFLEX nabízí několik variant, jak zajistit bezpečnost celé konstrukce. Podmínkou je provádět bednění zásadně dle návodů od firmy PERI.

### Ochrana proti pádu

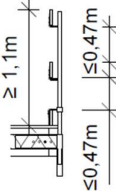
Základní prvek pro ochranu proti pádu je sloupek HSGP (viz obr. 17), který je možné přimontovat na dřevěné nosníky GT24 pomocí závlačky umístěné přímo ve sloupku. Tato závlačka se protáhne příhradovinou nosníku a tím se zajistí jeho poloha.



Obrázek 19: Sloupek zábradlí HSGP na horním nosníku (Zdroj: vlastní)

Na sloupky se pak ukládají prkna, která musí splňovat rozměry dle normy ČSN EN 13374. Sloupky mají maximální rozteč 2,1 m. Další rozměry jsou uvedené v tabulce 1.

Rozměry zábradlových prken v [mm] podle ČSN EN 13374 (třída pevnosti dřeva C24)						
prvek zábradlí	rozpětí v [m] - vzdálenost sloupků zábradlí					
	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0
tyč	100/24	100/24	100/30	100/32	150/30	150/32
zarážka	150/24	150/24	150/24	150/30	150/30	150/32
- v případě jiných rozměrů prvků nebo pevnostní třídy (dle EN 338) je nutný statický výpočet - při volbě prvku respektujte max. roznášecí šířku sloupků použitého systému: HSGP 2,1m						



*Tabulka 1: Rozměry prken dle ČSN EN 13374 (Zdroj: vlastní)*

Dalším systémem pro zabezpečení proti pádu je PROKIT EP 110. Tento systém má výhodu v rychlé montáži a tvarovou variabilitou. Je tvořen sloupky PP a ochrannými sítěmi PMB v délkách 900, 1200 a 2400 mm. Stejně jako u sloupků HSGP je možná montáž přímo na nosníky GT24. Systémové mříže je možné nahradit i fošnami. Sloupky PP se dají nakotvit do již realizovaného stropu jak ze strany, tak do povrchu horní hrany desky. [18]

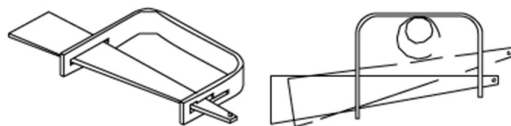


*Obrázek 20: systém PROKIT EP 110 (Zdroj: [www.peri.cz])*

### Zajištění stability bednění

Pro zvýšení tuhosti celého systému pomocí zavětrování lze použít systémové spony (viz obr. 21) nebo nesystémové lešenářské trubky. Spona se skládá z kovového profilu s dvěma dírami a klínu. Do spony se vloží prkno o rozměrech 30 x 150 mm a následně se zajistí klínem. Existují 2 varianty tohoto prvku. Liší se pouze ve velikosti. Menší spona se používá u stojek s průměrem od 47 do 76 mm a větší od 76 do 89 mm. Další možností zavětrování konstrukce je použití lešenářských trubek, které se spojují pevnými nebo kloubovými spojkami. Spojky

se osazují na užší trubku stojky, protože maximální použitelný průměr standardní spojky je 48 mm. Obvykle se na stavbách vyskytuje právě varianta kombinace leš. trubek a pevných spojek. Tyto prvky lze totiž použít i na jiné konstrukce na rozdíl od spon při zhruba stejné ceně.



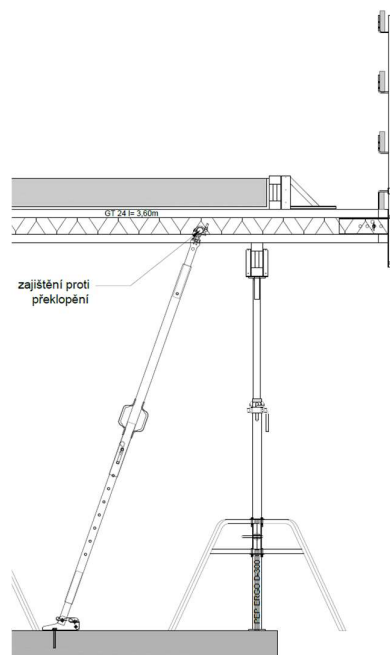
*Obrázek 21: Spona pro zavětrování stojek (Zdroj: [www.peri.cz])*

V některých případech je možné kotvit přímo do již hotových konstrukcí kotevním háčkem UWT (viz obr. 22), což je v podstatě prvek jako leš. trubka o stejném průměru. Kotevní háček se propojí pomocí hmoždinky umístěné ve stávající stěně. Nakonec se UWT spojí se stojkou pevnou spojkou 48/48 mm.



*Obrázek 22: Kotevní háček UWT s hmoždinkou (Zdroj: vlastní)*

Při velké konzole nosníků je potřeba zajistit jejich stabilitu proti překlopení, aby nedošlo k ohrožení pracovníků, kteří by si stoupli na kraj daného nosníku. Stabilitu je možné zajistit tak, že se protáhne lešenářská trubka příhradovinou nosníku, na trubku se osadí stabilizátor RS pomocí úchyty na leš. trubku. Celá stabilizace se přikotví do dostatečně únosného podkladu patkou a kotevním šroubem. Sestava je znázorněna na obrázku č. 23.



Obrázek 23: Zajištění proti překlopení (Zdroj: vlastní)

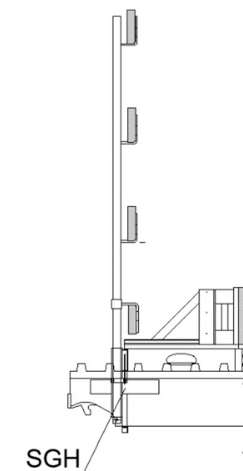
Samotný stabilizátor je možné nahradit popruhem nebo řetězem. Je nutné zajištění navrhnout tak, aby všechny prvky měly dostatečnou nosnost. Ten samý postup je možné aplikovat na šikmé stropy, kde je potřeba zajistit zamezení pohybu stropního bednění ve směru spádu desky, aby nedošlo k žádnému nechtěnému pohybu.

### 5.3 Řešení BOZP – SKYDECK

Systémové stropní bednění SKYDECK nabízí hned několik variant zajištění bezpečnosti pracovníků při vykonávání pracovní činnosti.

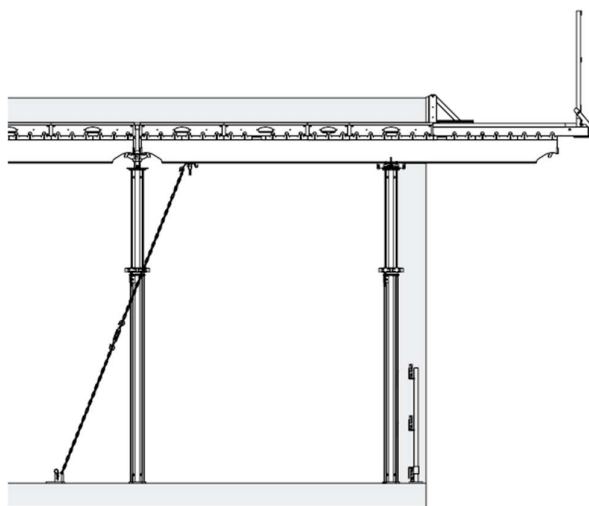
#### Ochrana proti pádu

Základním prvkem je univerzální sloupek HSGP, který se vloží do držáku zábradlí SGH viz obr. 24. Držák je umístěn přímo na panelu bednění. Pro rozměry vložených fošen a vzdálenost jednotlivých sloupků platí pravidla viz tab. 1.



Obrázek 24: Sloupek HSGP s držákem SGH (Zdroj: vlastní)

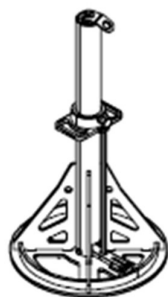
Další možností je použití lávek SDB. Lávky se osazují na konec podélného nosníku bedně. Obvykle vznikne příliš velká konzola, takže je nutné konstrukci zajistit pomocí řetězu nebo lana proti možnému překlpení. Lávka je systémová a zábradlí je osazené přímo na ní a není tak potřeba řešit nějaké alternativní způsoby přichycení k panelům. Celý systém včetně popruhu proti překlpení je znázorněn na obrázku č. 25.



Obrázek 25: Systémová lávka SDB (Zdroj: [www.peri.cz])

Dalším systémovým prvkem pro ochranu proti pádu z výšky je SKY kotva. Ta se umísťuje na styk 4 panelů. Pracovník si nasadí postroj a zajistí se kotvou. S jednoho kotevního místa lze bezpečně obsloužit kruh o poloměru 5,5 m.

Nosnost jedné kotvy je 12 kN a může s ní pracovat pouze jeden zaměstnanec. Kotevní bod se může poměrně snadno měnit podle místa vykonávané práce. [20]



Obrázek 26: SKY kotva (Zdroj: [www.peri.cz])

### Zajištění stability bednění

Výhodou systému SKYDECK je, že je tuhý sám o sobě díky spojení panelů s podélnými nosníky. Ovšem celý tuhý systém je nutné zajistit proti vodorovným silám, a tedy případnému posunu konstrukce. To se provádí pomocí stěnového držáku SWH-2 viz obr. 27. Ty se umísťují na obvodové stěny na každý druhý panel bednění. Výrobek se skládá ze samotné konstrukce držáku a jeho poloha se zajistí pomocí táhla a dvou kloubových matic. [14]



Obrázek 27: Stěnový držák SWH-2 (Zdroj: [www.peri.cz])

Možné je i přikotvení stojek pomocí kotevního háčku UWH viz obr. 22. Tato varianta by se použila například v případě stropní desky ve spádu a není tedy tak častá.

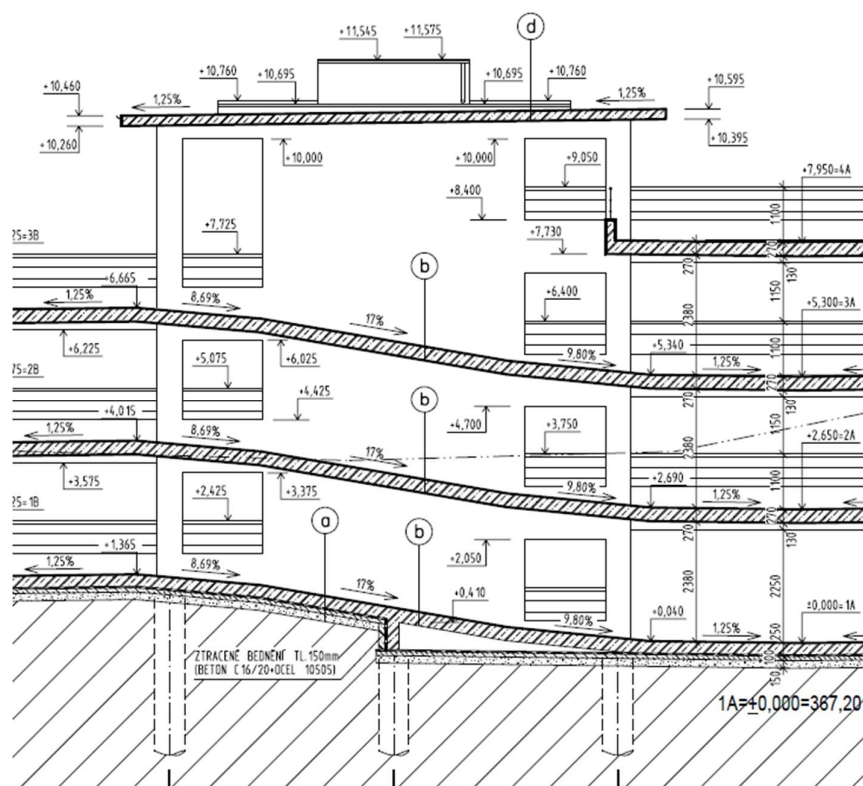
## 6. Popis řešené stavby

Bakalářská práce se zabývá řešením bednění stropních konstrukcí na existujícím projektu „Parkovací dům Náchod“. Účelem budovy bylo rozšířit kapacitu parkovacích stání pro nemocnici v Náchodě. Celý projekt se realizoval v roce 2022 a stál 47 milionů Kč a přibylo zhruba 150 nových míst pro stání vozů.



Obrázek 28: Parkovací dům Náchod (Zdroj: [[www.nemocnicenachod.cz](http://www.nemocnicenachod.cz)])

Jedná se o čtyřpodlažní objekt řešený jako kombinovaný konstrukční systém. Všechna podlaží jsou rozdělena na dvě sekce (A a B). Jedná část je proti druhé vždy vyvýšená o půlku podlaží ve třech podlažích, ve 3NP je pouze sekce A viz obr. 29. Celá nosná konstrukce je tvořena nosnými obvodovými a vnitřními stěnami a sloupy. Stěny uvnitř rozdělují půdorys na sekce a tvoří i stěny ramp v objektu. Půdorys je takto rozdělen osově na šesti trakt. Na severní části budovy je umístěna kolem svislé nosné stěny schodišťová a výtahová šachta. Schodišťové podesty jsou monolitické a na nich jsou uloženy ramena z prefabrikátů. Tloušťka ramen je 130 mm. Na vnější fasádě objektu je provedena větrací šachta o vnitřních rozměrech 0,75x1,90 m, do které jsou napojeny všechny rozvody nuceného větrání.



Obrázek 29: Řez objektem (Zdroj: projektová dokumentace)

Stavba je hlubině založena na vrtaných pilotách s průměrem 600 mm a délky v rozpětí 3,0-8,5 m. Piloty jsou tvořeny betonem třídy C20/25. Ve vrchní části pilot jsou vloženy ocelové koše pro zajištění spolupůsobení se sloupy. Podkladní beton nad pilotami má tloušťku 100 mm a je ve spádu 1,25 %. Úroveň betonu pro vyvýšenou část 1NP je řešena pomocí ztraceného bednění z betonových tvárnice o tloušťce 150 mm. Tvárnice jsou vyplněné betonem třídy C16/20. Zároveň je ztracené bednění použito na dojezd výtahu ve výtahové šachtě. Po celé ploše podkladního betonu je nataven oxidovaný asfaltový pás o tloušťce 4 mm jako hydroizolace.

Nosné vnitřní stěny mají tloušťky 200 a 250 mm. V prostoru jsou rozmístěny sloupy o rozměrech 300x500 mm. Sloupy mají zaoblené rohy v poloměru 50 mm. Strop a rampy jsou tvořeny ŽB monolitickou deskou. Stropy jsou ve spádu 1,5 % do středu jedné sekce a rampa je ve směru nájezdu ve sklonech 9,8 %, 17,0 % a 8,69 %. Základová deska je 245 mm tlustá. Ve středu jednotlivých sekcí jsou umístěny podlahové vpusti pro odvod vody (déšť, tání sněhu na autech apod.) Všechny střechy, které nejsou určeny k pojezdu aut, jsou provedené jako ploché



pultové o tloušťce 200 mm. Všechny viditelné konstrukce jsou řešeny jako pohledové.

Použité betony na jednotlivé konstrukce:

- C20/25-XC2-XA1 – piloty
- C16/20 – podkladní beton a výplň ztraceného bednění
- C25/30-XC4 (max. průsak 25 mm) – ŽB svislé nosné stěny a sloupy
- C25/30-XC4-XD1 (max. průsak 25 mm) – Základové, stropní a střešní desky

V bakalářské práci jsou řešeny 2 varianty stropní konstrukce popsané dále.

### **Stropní konstrukce – varianta č. 1**

Druhá varianta je navržena jako strop s hlavicemi. Deska je v tomto případě tlustá 200 mm se světlou výškou 2450 mm a na všech sloupech jsou hlavice o rozměrech 2,7x2,7 m a tloušťce 200 mm. Tento strop je zabetonován pomocí systému MULTIFLEX.

### **Stropní konstrukce – varianta č. 2**

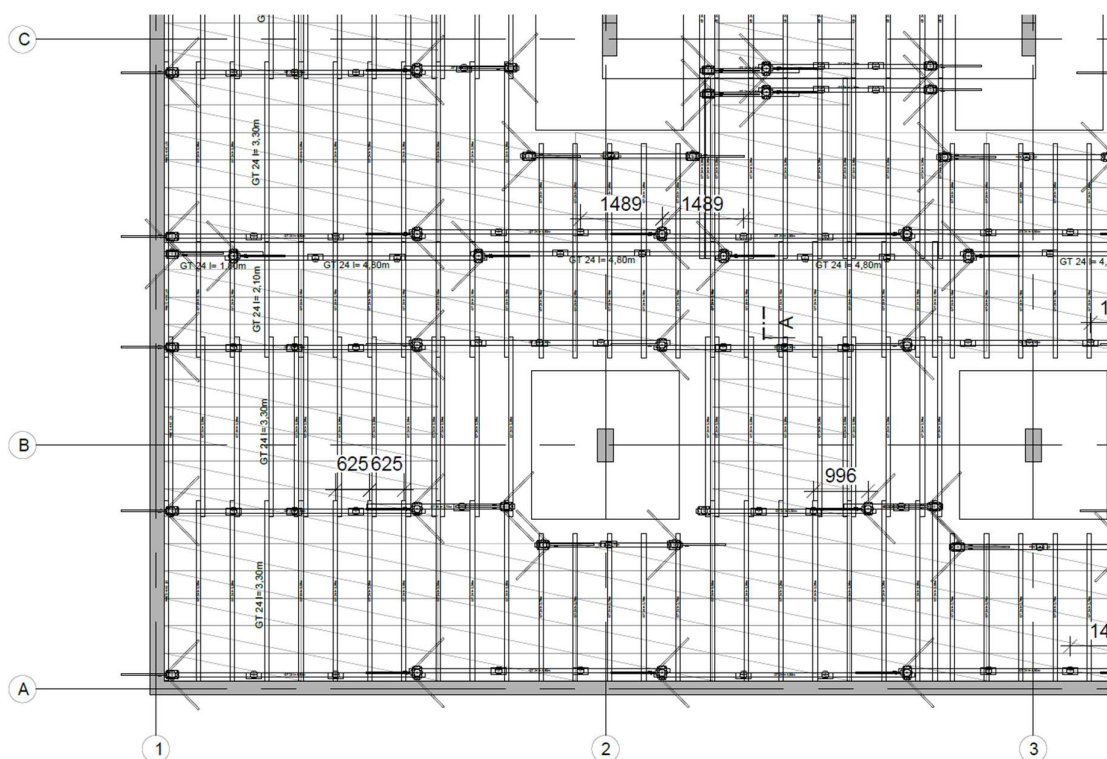
První variantou je ŽB monolitická rovná deska o tloušťce 270 mm. Tloušťka je jednotná po celé ploše půdorysu a světlá výška je 2380 mm. Tento půdorys je zabetonován systémem SKYDECK.

## **7. Detailní popis způsobu bednění navrhovaných variant**

### **7.1 Varianta č. 1 - MULTIFLEX**

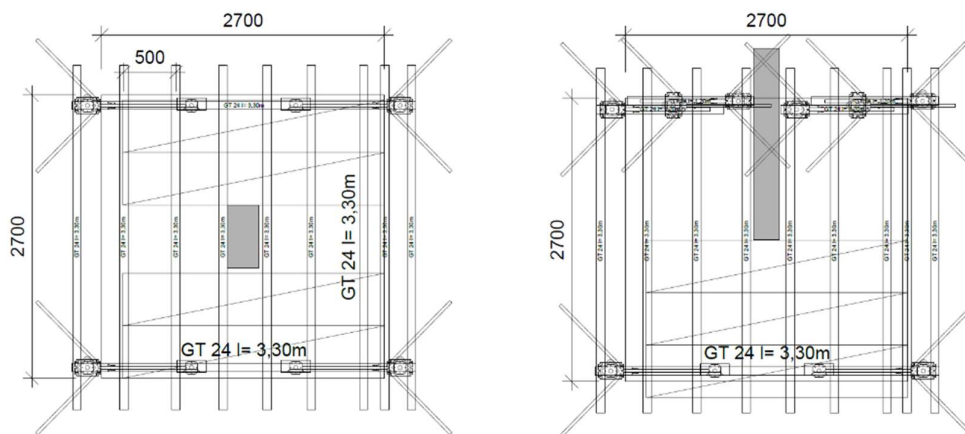
Stropní deska varianty 1 byla podepřena systémovým nosníkovým bedněním MULTIFLEX. V 1-3NP byly jako hlavní spodní nosníky použity GT24 o délce 4,8 m. Horní rošt tvořily převážně nosníky GT24 o délce 3,3 m a rozteči 625 mm viz obr. 30. Pro podepření příhradových nosníků byly zvoleny stojky D-250 vzhledem ke světlé výšce stropu 2 450 mm. Délka vytažení jedné stojky byla zhruba 1 950 mm. Betonáž začínala vždy v sekci A jako první záběr společně s jednou rampou a po dokončení se bednění zrcadlilo na sekci B. Takhle se postupovalo až do 3NP.

Strop nad 3NP se prováděl pouze na v sekci A a na druhé polovině půdorysu zůstalo 3NP nezastřešeno. Celá konstrukce bednění se takto otočila celkem 5x. Bednicí překližka byla zvolena nájemní třívrstvá překližka a na zbytkové rozměry se použily desky z topolu. Obě o tloušťce 21 mm. Každá sekce je v půlce ještě rozdělena žlabem, ke kterému jsou desky orientované ve spádu 1,25 %. Celé bednění muselo být zajištěno stabilizátory, aby se zabránilo případnému posunutí kvůli příliš velkému působení vodorovných sil. Zajištění je zobrazeno v příloze 2. Plocha jedné sekce je 650 m<sup>2</sup>.



Obrázek 30: Výsek zabeďněné části stropu nad 1NP (Zdroj: Příloha č. 1)

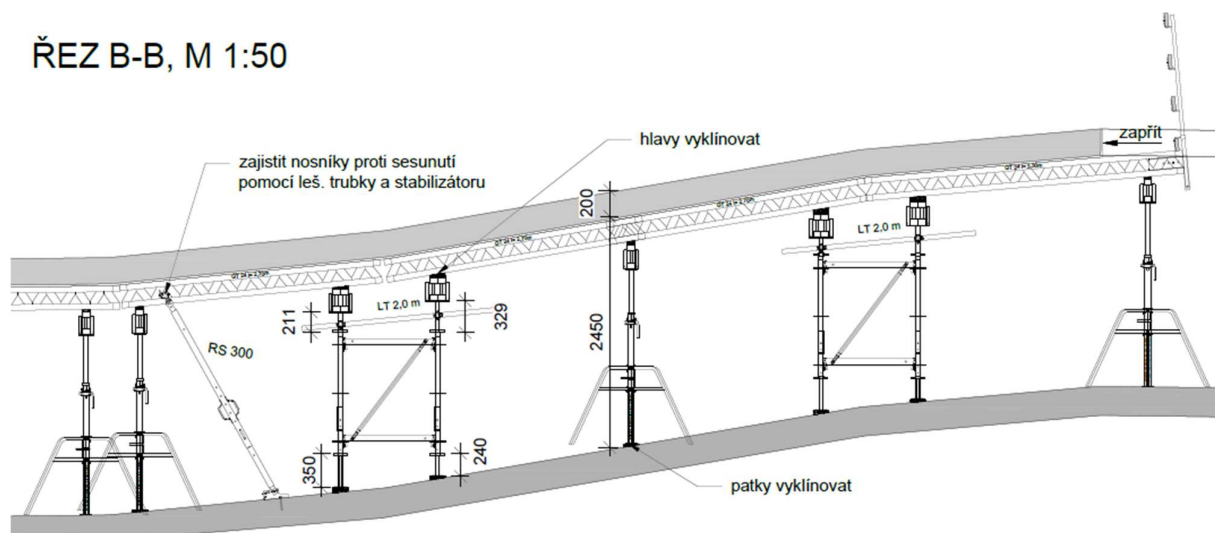
V rámci desek na všech podlažích kromě 4NP se řešily také hlavice. Ty mají rozměry 2,7x2,7 m a výšku i s deskou 400 mm. Jako hlavní nosníky byly použity nosníky GT24 délky 3,3 m jak na spodní, tak i na horní nosníky. Kvůli značné tloušťce betonu bylo nutné horní nosníky ukládat v rozteči 500 mm. V půdorysu se nachází dvě varianty hlavic. Jedna se sloupem o rozměrech 0,3x0,5 m a druhá s průběžnou stěnou o tloušťce 250 mm viz obr. 31.



Obrázek 31: Bednění hlavic nad 1NP (Zdroj: příloha č. 1)

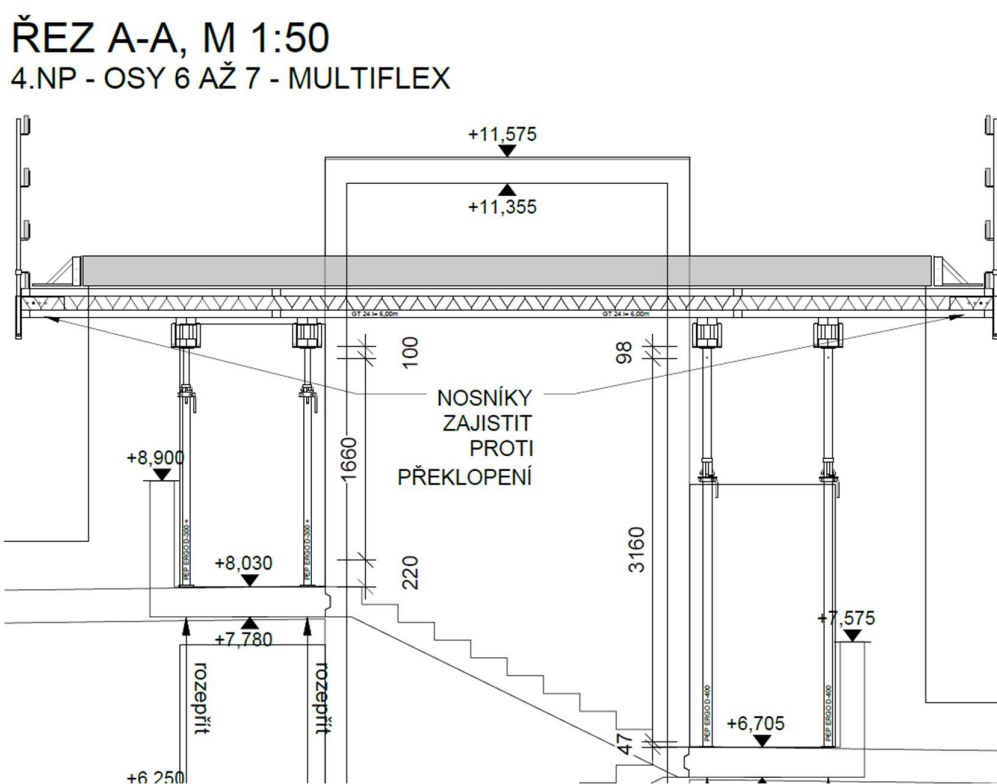
Na celou sekci A navazuje vždy rampa o sklonech 9,8 %, 17,0 % a 8,69 %. Spád rampy je poměrně značný a bylo potřeba tedy zajistit stabilitu bednění pod celou šikmou konstrukcí. Stabilita se zajistila umístěním podpěrných věží vždy pod zlom šikmé stropní desky. Hlavy věží se ještě ztužily lešenářskými trubkami o délce 2 m. Jako pojistka se použilo zastabilizování bednění pomocí stabilizátorů. Aby konstrukce fungovala jako tuhý celek, bylo nutné spojit vruty spodní a horní nosníky přes klín, který udával sklon horních nosníků. Díky betonáži celé sekce se nemuselo bednění zajišťovat vespod proti tlaku čerstvého betonu. Celá konstrukce rampy je patrná z obrázku č. 32.

### ŘEZ B-B, M 1:50



Obrázek 32: Řez rampou (Zdroj: příloha č. 2)

4NP se betonovalo najednou, protože se jednalo pouze o střechy nad oběma rampami a schodišťovou šachtou. Všechny desky jsou ve spádu 1,25 % jako všechny předešlé stropní konstrukce (kromě ramp). Bednění nad rampami se zakládalo na stojkách D-400 kvůli proměnné světlé výšce. V dolní části rampy byla světlá výška až 4 500 mm. V případě ramp bylo potřeba stojky vyklínovat jak v patě, tak v hlavě. Pro zajištění dostatečné stability proti překlpení horních nosníků se použily stabilizátory. Strop nad schodišťovou šachtou se zakládal na dvou výškových úrovních. První část je založena na podestě na úrovni +6,705 a druhá na úrovni +8,030. Na vyšší části byly použity stojky D-400, zatímco na nižší pak stojky D-300+ viz obr. 33. Celková plocha stropu nad 4NP je 205 m<sup>2</sup>.

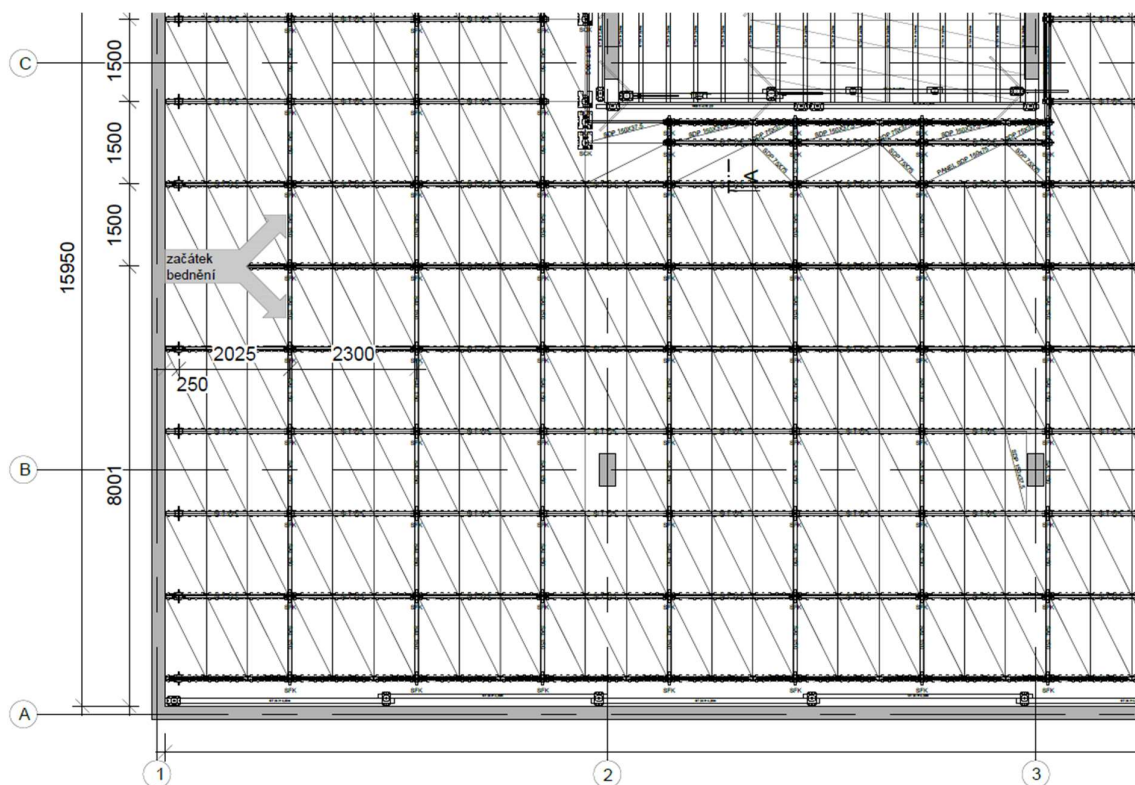


Obrázek 33: Řez bedněním schodišťové šachty (Zdroj: příloha č. 7)

## 7.2 Varianta č. 2 – SKYDECK

Stropní deska varianty 2 byla podepřena systémovým panelovým bedněním SKYDECK. V 1-3NP byly jako hlavní podélné nosníky byly použity SLT, které mají délku 2250 mm. Jako hlavní panely pro vytvoření plochy byly použity SDP 150x75 cm. Pro podepření SLT podélných nosníků byly zvoleny stojky D-300+ vzhledem

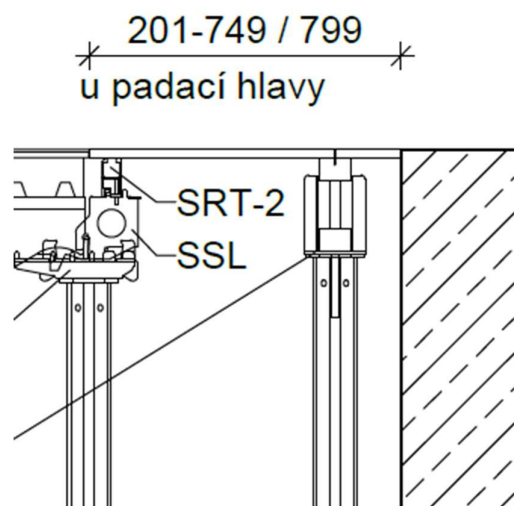
ke světlé výšce stropu 2 380 mm a velké zatěžovací ploše jednotlivých stojek. Délka vytažení jedné stojky byla zhruba 1 900 mm. Rampa musela být řešena systémovým bedněním MULTIFLEX, protože panelové bednění nelze nasadit na takové sklony. Betonáž začínala vždy v sekci A jako první záběr společně s jednou rampou a po dokončení se bednění zrcadlilo na sekci B. Takhle se postupovalo až do 3NP. Strop nad 3NP se prováděl pouze na v sekci A a na druhé polovině půdorysu zůstalo 3NP nezastřešeno. Celá konstrukce bednění se takto otočila celkem 5x. Dořezové rozměry se řešily překližkou z topolu o tloušťce 21 mm. Každá sekce je v půlce ještě rozdělena žlabem pro odtok vody, ke kterému jsou desky orientované ve spádu 1,25 %. Stabilita bednění je zajištěna pomocí stěnových držáků a také díky tomu, že se začíná bednit uprostřed půdorysu v ose žlabu viz obr. 34. Plocha celé jedné sekce je 650 m<sup>2</sup>.



Obrázek 34: Výsek zabeďněné části stropu nad 1NP (Zdroj: příloha č. 4)

Většina půdorysu se dokázala pokrýt bedněním z panelů, nicméně u krajů stěn bylo nutné doplnit zbytkové rozměry nosíkovým bedněním MULTIFLEX. ty to rozměry mají po celém půdoryse šířku zhruba 500 mm. V takovém případech je

nutné doplnit podélné nosníky o koncový nosník SRT, na který je možné položit klasická dořezová překližka z topolu. Druhá strana překližky se položí a přibije na nosník GT24, který je podepřen stojkami D-300+. Pro tyto případy se používají křížové hlavy, aby se mohli nosníky vzájemně propojit. Detail řešení zbytkových rozměrů je na obrázku č. 35.



Obrázek 35: Řešení zbytkových rozměrů (Zdroj: příloha č. 4)

Všechno bednění ramp je navrženo ze systému MULTIFLEX z důvodu příliš vysokých sklonů a nemožnosti použít panelové stropní bednění. Řez řešenou rampou je zobrazen v kapitole 7.1 na obrázku č. 32. Strop nad 4NP je také řešen pomocí nosníkového bednění MULTIFLEX kvůli relativně složitému zakládání na schodišti. Stropní stojky pod panely nevycházely na jednotlivé stupně a muselo se tedy přistoupit ke stejnému řešení jako v případě varianty č. 1. Podbednění desky nad čtvrtým nadzemním podlažím je popsáno v kapitole 7.2 a řez konstrukcí je na obrázku č. 33.

## 8 Časová náročnost

Časová náročnost v rámci bakalářské práce zahrnuje čas na obedňování, armování, betonáž a odbedňování. Provádění svislých konstrukcí a jiné časové prostoje jsou zanedbány. Doby trvání jednotlivých procesů jsou stanoveny na základě znalosti množství prováděné práce v daných jednotkách, počtu

pracovníků, délky směn a jednotkové pracnosti. Jednotkové pracnosti pro bednění, přestojkování a odbednění byly převzaty od firmy PERI, zatímco pracnosti pro vyztužování a betonování byly použity hodnoty z programu Kros.

Postup bednění na řešeném objektu je takový, že se vždy zabeďní jedna sekce (polovina půdorysu) a následně se bednění přesouvá na další sekci stropní desky. Takto se postupuje do bednění desky nad 3NP. Nad 4NP se následně provede celá deska. Po celou dobu výstavby zůstává každé patro dodatečně podepřeno 70% stojek, které byly potřeba na samotnou betonáž.

Pro všechny sekce 1NP-2NP bude dobá trvání stejná díky tomu, že sekce se zrcadí a vždy mají stejnou plochu. Jediný strop nad 3NP už bude prováděn bez rampy, protože zde už rampa není. Díky rozdělení půdorysu na 2 poloviny se dá předpokládat, že svislé nosné konstrukce už budou v každé další sekci realizovány a budou mít dostatečnou únosnost, takže bednění stropu na sebe bude navazovat s menšími zpožděními proti standartnímu způsobu bednění po patrech.

## **8.1 Varianta č. 1 – MULTIFLEX**

MULTIFLEX je proti panelovým stropním systémům bednění poměrně náročný jak na montáž, tak i na demontáž kvůli celkovému většímu množství použitého materiálu. Tvar stropu varianty 1 je navíc složitější o hlavice nad sloupy. Jeho jednotková pracnost je stanovena na 0,45 Nh. Pro bednění rampy je to hodnota 0,5 Nh kvůli velkému sklonu a stavění dodatečného zajištění stability. Odbedňování má pracnost 0,3 Nh. Armování má hodnotu 6,5 Nh a betonáž 0,6 Nh. Směny jsou uvažovány po 8 hodinách. Technologická přestávka byla stanovena na 10 dní mezi betonáží a přestojkováním. Po betonáži 4NP následuje technologická přestávka 28 dní. Poté se 4NP odbední a odstraní se dodatečné podstojkování z celého objektu.

Stanovení doby trvání procesů nad stropy 1-2NP je znázorněno v následující tabulce č. 2.

STROP	M.J.	Množství	Norma spotřeby času [Nh]	Celková pracnost [dny]	Počet pracovníků	doba trvání [hod]	počet směn
Bednění	m <sup>2</sup>	573	0,45	257,85	10	25,78	3,22
Armování	t	17,20	6,5	111,8	10	11,18	1,40
Betonáž	m <sup>3</sup>	126,5	0,6	75,9	10	7,59	0,95
Odbedňování	m <sup>2</sup>	573	0,3	171,9	10	17,19	2,27
<b>RAMPA</b>							
Bednění	m <sup>2</sup>	77	0,5	38,5	10	3,85	0,48
Armování	t	2,31	6,5	16,17	10	1,62	0,20
Betonáž	m <sup>3</sup>	15,4	0,6	9,24	10	0,92	0,12
Odbedňování	m <sup>2</sup>	77	0,35	26,95	10	2,70	0,34

*Tabulka 2: Doby trvání procesu jedné sekce 1-2NP – MULTIFLEX (Zdroj: vlastní)*

Z přechozí tabulky vyplývá, že bednění jedné sekce v 1NP a 2NP bude trvat:

- bednění = 4 směny
- armování = 2 směny
- betonáž = 1 směnu
- odbedňování = 3 směny

Stanovení doby trvání procesů nad stropem 3NP je znázorněno v následující tabulce č. 3.

STROP	M.J.	Množství	Norma spotřeby času [Nh]	Celková pracnost [dny]	Počet pracovníků	doba trvání [hod]	počet směn
Bednění	m <sup>2</sup>	573	0,45	257,85	10	25,78	3,22
Armování	t	17,20	6,5	111,8	10	11,18	1,40
Betonáž	m <sup>3</sup>	126,5	0,6	75,9	10	7,59	0,95
Odbedňování	m <sup>2</sup>	573	0,3	171,9	10	17,19	2,27

*Tabulka 3: Doby trvání procesů ve stropu 3NP - MULTIFLEX (Zdroj: vlastní)*



Z přechozí tabulky vyplývá, že bednění stropu 3NP bude trvat:

- bednění = 4 směny
- armování = 2 směny
- betonáž = 1 směnu
- odbedňování = 3 směny

Stanovení doby trvání procesů nad stropem 4NP je znázorněno v následující tabulce č. 4.

STROP	M.J.	Množství	Norma spotřeby času [Nh]	Celková pracnost [dny]	Počet pracovníků	doba trvání [hod]	počet směn
Bednění	m <sup>2</sup>	205	0,4	82	10	8,2	1,02
Armování	t	6,15	6,5	39,98	10	3,99	0,50
Betonáž	m <sup>3</sup>	41	0,6	24,6	10	2,46	0,31
Odbedňování	m <sup>2</sup>	205	0,3	61,5	10	6,15	0,77

*Tabulka 4: Doby trvání procesů ve stropu 4NP - MULTIFLEX (Zdroj: vlastní)*

Z přechozí tabulky vyplývá, že bednění stropu 4NP bude trvat:

- bednění = 1 směny
- armování = 1 směny
- betonáž = 1 směnu
- odbedňování = 1 směny

Celková doba nasazení bednění je počítaná pouze na čistý čas, kdy se bednění používá. Provádění svislých nosných konstrukcí a jiné práce jsou zanedbány, protože nejsou známy detailně činnosti, které se provádí mimo realizace stropních desek (např. množství záběrů pro stěnové bednění). V tabulce č. 5 je znázorněna celková doba používání stropního nosíkového bednění MULTIFLEX.

doba trvání [dny]	1NP SEKCE A	1NP SEKCE B	2NP SEKCE A	2NP SEKCE B	3NP SEKCE A	4NP
Bednění	4	4	4	4	4	1
Armování	2	2	2	2	2	1
Betonáž	1	1	1	1	1	1
Odbednění	3	3	3	3	3	1
Tech. přestávka	10	10	10	10	10	28
CELKEM	20	20	20	20	20	32

*Tabulka 5: Celková doba nasazení bednění MULTIFLEX (Zdroj: vlastní)*

Celkově tedy bude bednění používáno 132 dní.

## **8.2 Varianta č. 2 - SKYDECK**

SKYDECK je systémové panelové bednění a poměrně málo prvky, které jsou navíc lehké. Montáž i demontáž tohoto bednění je zásadně rychlejší než u nosníkových systémů bednění. Tvar stropu varianty č. 2 je pouze rovná deska a to také urychluje celý proces realizace stropní desky. Jeho jednotková pracnost je stanovena na 0,23 Nh. Pro bednění rampy je to hodnota 0,5 Nh kvůli velkému sklonu a stavění dodatečného zajištění stability. Odbedňování má pracnost 0,17 Nh. Armování má hodnotu 6,5 Nh a betonáž 0,6 Nh. Směny jsou uvažovány po 8 hodinách. Technologická přestávka byla stanovena na 5 dní mezi betonážemi a přestojkovaním díky systému padacích hlav. Po betonáži 4NP následuje technologická přestávka 28 dní. Poté se 4NP odbední a odstraní se dodatečné podstojkování z celého objektu. Čtvrté nadzemní podlaží je zbedněno systémem MULTIFLEX.

Stanovení doby trvání procesů nad stropy 1-2NP je znázorněno v následující tabulce č. 6.

STROP	M.J.	Množství	Norma spotřeby času [Nh]	Celková pracnost [dny]	Počet pracovníků	doba trvání [hod]	počet směn
Bednění	m <sup>2</sup>	573	0,23	131,79	10	13,18	1,65
Armování	t	4,64	6,5	111,8	10	11,18	1,40
Betonáž	m <sup>3</sup>	154,71	0,6	92,83	14	6,63	0,82
Odbedňování	m <sup>2</sup>	573	0,17	97,41	10	9,74	1,21
<b>RAMPA</b>							
Bednění	m <sup>2</sup>	77	0,5	38,5	10	3,85	0,48
Armování	t	2,31	6,5	16,17	10	1,62	0,20
Betonáž	m <sup>3</sup>	20,79	0,6	12,47	14	0,89	0,11
Odbedňování	m <sup>2</sup>	77	0,35	26,95	10	2,70	0,34

*Tabulka 6: Doby trvání procesu jedné sekce 1-2NP – SKYDECK (Zdroj: vlastní)*

Z přechozí tabulky vyplývá, že bednění jedné sekce v 1NP a 2NP bude trvat:

- bednění = 2 směny
- armování = 2 směny
- betonáž = 1 směnu
- odbedňování = 2 směny

Stanovení doby trvání procesů nad stropem 3NP je znázorněno v následující tabulce č. 7.

STROP	M.J.	Množství	Norma spotřeby času [Nh]	Celková pracnost [dny]	Počet pracovníků	doba trvání [hod]	počet směn
Bednění	m <sup>2</sup>	573	0,23	131,79	10	13,18	1,65
Armování	t	4,64	6,5	111,8	10	11,18	1,40
Betonáž	m <sup>3</sup>	154,71	0,6	92,83	14	6,63	0,82
Odbedňování	m <sup>2</sup>	573	0,17	97,41	10	9,74	1,21

*Tabulka 7: Doby trvání procesů ve stropu 3NP - SKYDECK (Zdroj: vlastní)*

Z přechozí tabulky vyplývá, že bednění stropu 3NP bude trvat:

- bednění = 2 směny
- armování = 2 směny

- betonáž = 1 směnu
- odbedňování = 2 směny

Stanovení doby trvání procesů nad stropem 4NP je znázorněno v následující tabulce č. 8.

STROP	M.J.	Množství	Norma spotřeby času [Nh]	Celková pracnost [dny]	Počet pracovníků	doba trvání [hod]	počet směn
Bednění	m <sup>2</sup>	205	0,4	82	10	8,2	1,02
Armování	t	6,15	6,5	39,98	10	3,99	0,50
Betonáž	m <sup>3</sup>	41	0,6	24,6	10	2,46	0,31
Odbedňování	m <sup>2</sup>	205	0,3	61,5	10	6,15	0,77

*Tabulka 8: Doby trvání procesů ve stropu 4NP - MULTIFLEX (Zdroj: vlastní)*

Z přechozí tabulky vyplývá, že bednění stropu 4NP bude trvat:

- bednění = 1 směny
- armování = 1 směny
- betonáž = 1 směnu
- odbedňování = 1 směny

Celková doba nasazení bednění je počítaná pouze na čistý čas, kdy se bednění používá. Provádění svislých nosných konstrukcí a jiné práce jsou zanedbány, protože nejsou známy detailně činnosti, které se provádí mimo realizace stropních desek (např. množství záběrů pro stěnové bednění). V tabulce č. 9 je znázorněna celková doba používání stropního nosíkového bednění SKYDECK a MULTIFLEX.

doba trvání [dny]	1NP SEKCE A	1NP SEKCE B	2NP SEKCE A	2NP SEKCE B	3NP SEKCE A	4NP
Bednění	2	2	2	2	2	1
Armování	2	2	2	2	2	1
Betonáž	1	1	1	1	1	1
Odbednění	2	2	2	2	2	1
Tech. přestávka	5	5	5	5	5	28
<b>CELKEM</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>32</b>

*Tabulka 9: Celková doba nasazení bednění SKYDECK (Zdroj: vlastní)*

Celkově tedy bude bednění používáno 92 dní.

## 9 Ekonomická náročnost

Do celkové ceny se promítnou položky jako doprava, nájemní výrobky a ztratný materiál. Obecně platí, že MULTIFLEX má vyšší nároky na ztratný materiál vzhledem k prodejní překližce, která v některých typech stropů může tvořit i 50 % půdorysu. Cílem je využít co největší možné množství nájemní třívrstvé překližky. Co se týče bednění SKYDECK, tak jsou dořezové desky používány pouze na zbytkové rozměry, což je značná úspora, nicméně všechny nájemní prvky jsou dražší než u systému MULTIFLEX. Panelové bednění je také levnější, co se týká dopravy, protože jeho prvky jsou mnohem lehčí než u nosíkových typů bednění. V řešeném objektu je cena řešena v rámci všech nadzemních podlaží včetně dodatečného podstojkování stropních desek.

Cena nájemního materiálu se stanovuje sazbou z celkové hodnoty materiálu, která může být u každého projektu různá, ale v podstatě jde vždy o jednotky %. Do velikosti hodnoty nájemní sazby se promítá celkový objem a typ bednění, velikost realizační firmy a velikost stavby. Obecně platí, že čím větší stavba s delší realizační dobou, tím menší sazba na pronájem materiálu. Standartně se nabídka vytváří na měsíční nájemné (vždy 30 kalendářních dní).

## 9.1 Varianta č. 1 - MULTIFLEX

Všechny nájemní i prodejní (ztratný) materiál na 1NP-4NP pro nosíkové bednění je detailně popsán v nabídkách viz přílohy č. 3 a č. 8. Ceny pro dopravu byly převzaty z ceníku firmy PERI. Nejdražšími položkami v rámci bednění MULTIFLEX byly v případě řešené stavby hlavně dlouhé nosníky a stojky. Další položky už tvořily menší objem celkové ceny. Cena materiálu je shrnuta v tabulce č. 10. Dodatečné podepření obsahuje stojky na každé patro (cca 70 % z potřeby na bednění stropní desky).

nájemné a prodej [Kč]	BEDNĚNÍ JEDNÉ SEKCE 1NP-3NP			BEDNĚNÍ 4NP		
	Nájem 30 dní	prodej	hmotnost v kg	Nájem 30 dní	prodej	hmotnost v kg
Nosníky	44 525,21	-	8 840	15 117,12	-	3 137
Stojky a příslušenství	44 781,30	-	6 770	18 383,72	-	2 961
BOZP a příslušenství	365,88	-	47	4 756,44	-	615
Překližka	31 578,00	127 683,75	7 118	-	-	-
Zajištění stability	13 857,42	7 248	1 274	1 112,94	604	94
Ošetření bednění	153,12	2 924	23	153,12	731	10
Dodatečné podepření	85 050	-	13 755	5 670	-	917
<b>CELKEM</b>	<b>218 446,65</b>	<b>137 855,75</b>	<b>37 834</b>	<b>45 050,22</b>	<b>1 335</b>	<b>7 729</b>
<b>DENNÍ NÁJEM</b>	<b>7 271,56</b>	-	-	<b>1 501,67</b>	-	-

Tabulka 10: Cena za pronájem a prodej bednění MULTIFLEX (Zdroj: vlastní)

Vzhledem k velkému objemu a hmotnosti materiálu byl zvolen 2x kamion (nosnost 24 tun) jako prostředek pro dopravu jedné sekce běžného stropu. Objem pro materiál určený k bednění 4NP se vejde na sólo nákladní automobil opatřený hydraulickou rukou (nosnost 8 tun). Ceník dopravy a nosnosti dopravních prostředků byly převzaty od firmy PERI. Celková cena za materiál se spočítá dle potřebné doby nasazení bednění na stavbě dle denního nájmu (viz kapitola 8.1). Celkové náklady za materiál a dopravu je stanovena v následující

tabulce č. 11. U prodejní překližky je předpoklad, že její životnost stačí na všechny obrátky daného objektu.

Celkové náklady [Kč]	STROP	
	1NP-3NP (nasazení 100 dní)	4NP (nasazení 32 dní)
Nájem	721 156	48 053,44
Prodej	137 855,75	1 335
Doprava	45 200	22 600
<b>CELKEM</b>	<b>904 211,75</b>	<b>71 988,44</b>
<b>CELKEM</b>	<b>976 200,19</b>	

*Tabulka 11: Celkové náklady varianty 1 - MULTIFLEX (Zdroj: vlastní)*

Celkové náklady na variantu 1 jsou **976 200,19 Kč** viz tabulka č. 11.

## **9.2 Varianta č. 2 - SKYDECK**

Všechny nájemní i prodejní (ztratný) materiál na 1NP-4NP pro panelové bednění je detailně popsán v nabídkách viz přílohy č. 6 a č. 8. Ceny pro dopravu byly převzaty z ceníku firmy PERI. Nejdražšími položkami v rámci bednění SKYDECK byly v případě řešené stavby hlavně panely. Další položky už tvořily menší objem celkové ceny. Cena materiálu je shrnuta v tabulce č. 12. Dodatečné podepření obsahuje stojky na každé patro (cca 70 % z potřeby na bednění stropní desky).

nájemné a prodej [Kč]	BEDNĚNÍ JEDNÉ SEKCE			BEDNĚNÍ		
	1NP-3NP			4NP		
	Nájem 30 dní	prodej	hmotnost v kg	Nájem 30 dní	prodej	hmotnost v kg
Nosníky a panely	122 479,6	-	9 318	15 117,12	-	3 137
Stojky a příslušenství	108 448,41	2 703	9 599	18 383,72	-	2 961
BOZP a příslušenství	4 535	-	59	4 756,44	-	615
Překližka	5 817	68 690	2 485	-	-	-
Zajištění stability	3 390,06	1 812	297	1 112,94	604	94
Ošetření bednění	153,12	2 924	23	153,12	731	10
Dodatečné podepření	159 030	-	17 509	5 670	-	917
<b>CELKEM</b>	<b>398 036,19</b>	<b>76 123</b>	<b>39 290</b>	<b>45 050,22</b>	<b>1 335</b>	<b>7 729</b>
<b>DENNÍ NÁJEM</b>	<b>13 267,87</b>	-	-	<b>1 501,67</b>	-	-

*Tabulka 12: Cena za pronájem a prodej bednění SKYDECK (Zdroj: vlastní)*

Vzhledem k velkému objemu a hmotnosti materiálu byl zvolen 2x kamion (nosnost 24 tun) jako prostředek pro dopravu jedné sekce běžného stropu. Objem pro materiál určený k bednění 4NP se vejde na sólo nákladní automobil opatřený hydraulickou rukou (nosnost 8 tun). Ceník dopravy a nosnosti dopravních prostředků byly převzaty od firmy PERI. Celková cena za materiál se spočítá dle potřebné doby nasazení bednění na stavbě dle denního nájmu (viz kapitola 8.2). Celkové náklady za materiál a dopravu je stanovena v následující tabulce č. 13. U prodejní překližky je předpoklad, že její životnost stačí na všechny obrátky daného objektu.



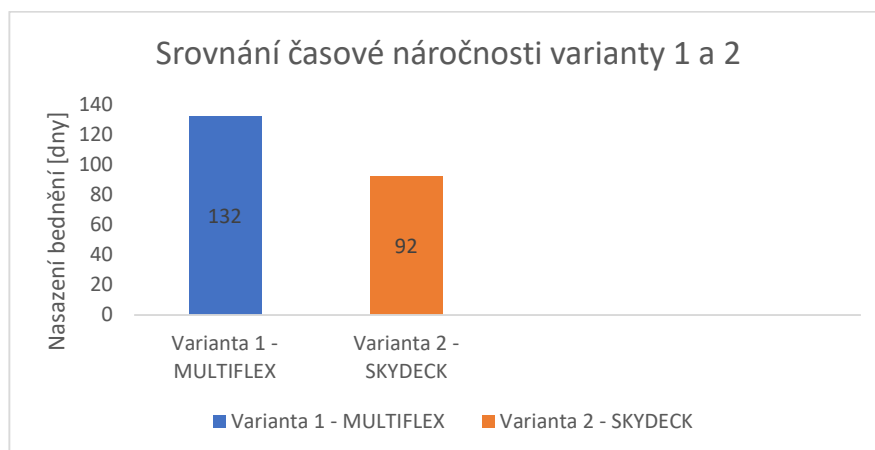
Celkové náklady [Kč]	STROP	
	1NP-3NP (nasazení 60 dní)	4NP (nasazení 32 dní)
Nájem	795 892,2	48 053,44
Prodej	76 123	1 335
Doprava	45 200	22 600
<b>CELKEM</b>	<b>917 215,5</b>	<b>71 988,44</b>
<b>CELKEM</b>	<b>989 203,94</b>	

Tabulka 13: Celkové náklady varianty 2 - SKYDECK (Zdroj: vlastní)

Celkové náklady na variantu 2 jsou **989 203,94** Kč viz tabulka č. 11.

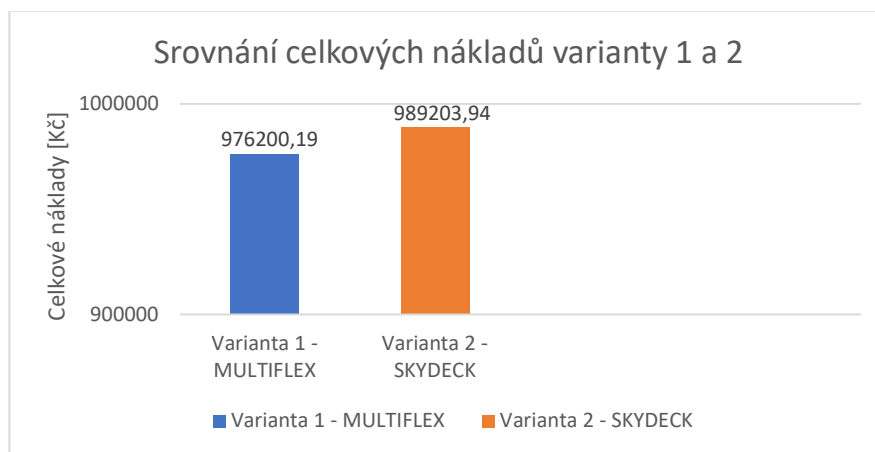
## 10 Diskuze výsledků

V kapitolách 8 a 9 byly stanoveny celkové doby trvání a celkové náklady na obě varianty stropních konstrukcí. V bakalářské práci není zohledněno množství betonu, protože objemy na obou variantách jsou velmi podobné a na výslednou cenu by to nemělo významný vliv. Na zjištěné výsledky měl zásadní vliv tvar celé konstrukce, kdy u varianty 1 bylo nutné použít bednění navíc k bednění hlavic. To způsobilo nárůst ceny a doby trvání celého procesu. U varianty 2 byla navržena deska s rovnou spodní hranou a bylo možné nasadit na většinu půdorysu panelové bednění SKYDECK. Toto bednění je sice dražší, co se týče nájemní ceny, nicméně má menší časovou náročnost než bednění MULTIFLEX.



Graf 1 : Srovnání časové náročnosti varianty 1 a 2 (Zdroj: vlastní)

Doby trvání obou řešených variant jsou znázorněny na grafu č. 1. Celková doba nasazení bednění na řešeném objektu je 132 dní při použití systémového bednění MULTIFLEX, zatímco panelové bednění SKYDECK má dobu trvání 92 dní. Z grafu tedy vyplývá, že úspora času v případě panelového systému SKYDECK je 40 dní.



*Graf 2: Srovnání celkových nákladů varianty 1 a 2 (Zdroj: vlastní)*

Následuje porovnání cenových nákladů na obě bedněné varianty. Srovnání je patrné z grafu č. 2. Varianta SKYDECK je dražší pouze o zhruba 13 000 Kč. Tento výsledek je zapříčiněn zejména tím, že tvar varianty č. 1 s hlavicemi byl o tolik složitější, že dodatečný materiál na řešení samotných hlavic systémem MULTIFLEX a dalších detailů srovnal náklady na bednění varianty č. 2 z panelového bednění SKYDECK.

# Závěr

Cílem práce bylo popsat problematiku stropních systémových bednění od firmy PERI a najít vhodné řešení pro realizaci stropních konstrukcí projektu „Parkovací dům Náchod“. V práci byly porovnány 2 varianty tvaru stropních desek. Varianta 1 byla navržena jako strop s hlavicemi a zabeďněna systémovým stropním bedněním MULTIFLEX, zatímco varianta 2 byla tvořena deskou s rovnou spodní hranou a zabeďněna systémovým panelovým bedněním SKYDECK. Obě varianty se porovnávaly z časového a ekonomického hlediska.

**Vyhodnocení práce ukázalo, že vhodnější varianta pro tento objekt je panelové stropní bednění SKYDECK kvůli jeho relativně nízké časové náročnosti.** Cenové náklady byly u obou variant srovnatelné s rozdílem 13 000 Kč na všechny monolitické desky, což při téměř milionovém nákladu je zanedbatelná částka. Zásadní rozdíl mezi navrženými systémy tvoří doba nasazení bednění na stavbě. V případě řešeného projektu to bylo ušetření 40 dní. Tento ušetřený čas stavbě může ušetřit finanční prostředky například za pronájem stěnového bednění apod.

Obecně se dá říct, že dle výsledků je lepší nasazovat panelové bednění SKYDECK na rovné desky bez složitých tvarů o velké ploše, zatímco nosíkové bednění MULTIFLEX je vhodnější pro řešení tvarově složitějších konstrukcí. Ovšem ne vždy to tak musí být a je důležité se před započítím návrhu bednění vždy zaměřit na způsob řešení dle podmínek konkrétní stavby.

Na práci by mohlo být navázáno porovnáním s dalším typem systémového stropního bednění. Například plastovým panelovým bedněním DUO od firmy PERI. Bylo by možné práci také rozšířit o způsob řešení svislých nosných monolitických konstrukcí a vyhodnotit přesněji stropní bednění jak z hlediska finančního, tak časové náročnosti.

## Seznam literatury

- [1] PERI. *O společnosti PERI*. [www.peri.cz](http://www.peri.cz) [online]. PERI [cit. 2023-04-10].  
Dostupné z: <https://www.peri.cz/o-spolecnosti.html>
- [2] MUSIL F. a kol. *Systémová bednění: Učebnice pro výuku současných postupů bednění základních prvků betonových konstrukcí* [online]. Brno, 2009 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://www.peri.cz/produkty/bedneni/stenove-bedneni.html>
- [3] PERI. *TRIO: prospekt*. PERI, ©2017
- [4] PERI. *MAXIMO: prospekt*. PERI, ©2014
- [5] PERI. *DOMINO: prospekt*. PERI ©2013
- [6] PERI. *DUO: prospekt*. PERI, ©2017
- [7] PERI. *RUNDFLEX: prospekt*. PERI ©2016
- [8] PERI. *VARIO GT 24: prospekt*. PERI ©2008
- [9] PERI. *MULTIFLEX: prospekt*. PERI ©2018
- [10] PERI. *SKYDECK: prospekt*. PERI ©2009
- [11] PERI. *DUO: návod k montáži a používání standartního provedení*. PERI, ©2017
- [12] PERI. *MULTIFLEX: návod k montáži a používání standartního provedení*. PERI ©2018
- [13] PERI. *Betonářské desky a překližky*. [www.peri.cz](http://www.peri.cz) [online]. PERI [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://www.peri.cz/produkty/betonarske-desky.html>
- [14] PERI. *SKYDECK: návod k montáži a používání standartního provedení*. PERI ©2009

[15] ČESKO. *Nařízení vlády č. 362 ze dne 17. srpna 2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky* [online]. Dostupné z:

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-362>

[16] ČSN 73 8101 (738101). *Lešení – společná ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

[17] ČESKO. *Nařízení vlády č. 591 ze dne 12. prosince 2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích* [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-591>

[18] PERI. *PROKIT EP 110: prospekt*. PERI ©2013

[19] BARTÁK K. *Bezpečnost práce: pádům z výšky lze přecházet 2* [online]. [www.asb-portal.cz](http://www.asb-portal.cz), 2009. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/bezpecnost-prace-padam-zvysky-lze-predchazet-2>

[20] PERI. *SKY-kotva: návod k používání*. PERI ©2017

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozměry prken dle ČSN EN 13374 (Zdroj: vlastní) .....	34
Tabulka 2: Doby trvání procesu jedné sekce 1-2NP – MULTIFLEX (Zdroj: vlastní) .....	48
Tabulka 3: Doby trvání procesů ve stropu 3NP - MULTIFLEX (Zdroj: vlastní) .....	48
Tabulka 4: Doby trvání procesů ve stropu 4NP - MULTIFLEX (Zdroj: vlastní) .....	49
Tabulka 5: Celková doba nasazení bednění MULTIFLEX (Zdroj: vlastní) .....	50
Tabulka 6: Doby trvání procesu jedné sekce 1-2NP – SKYDECK (Zdroj: vlastní)...	51
Tabulka 7: Doby trvání procesů ve stropu 3NP - SKYDECK (Zdroj: vlastní) .....	51
Tabulka 8: Doby trvání procesů ve stropu 4NP - MULTIFLEX (Zdroj: vlastní) .....	52
Tabulka 9: Celková doba nasazení bednění SKYDECK (Zdroj: vlastní) .....	53
Tabulka 10: Cena za pronájem a prodej bednění MULTIFLEX (Zdroj: vlastní).....	54
Tabulka 11: Celkové náklady varianty 1 - MULTIFLEX (Zdroj: vlastní) .....	55
Tabulka 12: Cena za pronájem a prodej bednění SKYDECK (Zdroj: vlastní) .....	56
Tabulka 13: Celkové náklady varianty 2 - SKYDECK (Zdroj: vlastní).....	57

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Systémové bednění TRIO (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	12
Obrázek 2: Systémové bednění MAXIMO (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	13
Obrázek 3: Systémové bednění DOMINO (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	13
Obrázek 4: Systémové bednění DUO (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	14
Obrázek 5: Systémové bednění RUNDIFLEX (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	15
Obrázek 6: Systémové bednění VARIO (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	15
Obrázek 7: Nosníkové bednění MULTIFLEX (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	17
Obrázek 8: Panelové stropní bednění SKYDECK (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	18
Obrázek 9: Panelové stropní bednění DUO (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	18
Obrázek 10: Stropní stojka se stavěcí trojnožkou (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	20
Obrázek 11: Křížová a přímá hlava (zdroj: [www.peri.cz]) .....	21
Obrázek 12: Příhradový nosník GT24 (zdroj: [www.peri.cz]) .....	21
Obrázek 13: Padací hlava SFK (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	24
Obrázek 14: Podélný nosník SLT (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	25
Obrázek 15: Stropní panel SDP (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	25
Obrázek 16: Zábradlí tvořené fošnami (Zdroj: vlastní) .....	29
Obrázek 17: Proti pádový systém (Zdroj: [www.asb-portal.cz]) .....	30
Obrázek 18: Záchytné sítě (Zdroj: vlastní) .....	32
Obrázek 19: Sloupek zábradlí HSGP na horním nosníku (Zdroj: vlastní) .....	33
Obrázek 20: systém PROKIT EP 110 (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	34
Obrázek 21: Spona pro zavětrování stojek (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	35
Obrázek 22: Kotevní háček UWT s hmoždinkou (Zdroj: vlastní) .....	35
Obrázek 23: Zajištění proti překlopení (Zdroj: vlastní) .....	36
Obrázek 24: Sloupek HSGP s držákem SGH (Zdroj: vlastní) .....	37
Obrázek 25: Systémová lávka SBD (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	37
Obrázek 26: SKY kotva (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	38
Obrázek 27: Stěnový držák SWH-2 (Zdroj: [www.peri.cz]) .....	38
Obrázek 28: Parkovací dům Náchod (Zdroj: [www.nemocnicenachod.cz]) .....	39
Obrázek 29: Řez objektem (Zdroj: projektová dokumentace) .....	40

Obrázek 30: Výsek zabeďněné části stropu nad 1NP (Zdroj: Příloha č. 1).....	42
Obrázek 31: Bednění hlavic nad 1NP (Zdroj: příloha č. 1) .....	43
Obrázek 32: Řez rampou (Zdroj: příloha č. 2).....	43
Obrázek 33: Řez bedněním schodišťové šachty (Zdroj: příloha č. 7) .....	44
Obrázek 34: Výsek zabeďněné části stropu nad 1NP (Zdroj: příloha č. 4).....	45
Obrázek 35: Řešení zbytkových rozměrů (Zdroj: příloha č. 4).....	46

## **Seznam grafů**

Graf 1 : Srovnání časové náročnosti varianty 1 a 2 (Zdroj: vlastní) .....	57
Graf 2: Srovnání celkových nákladů varianty 1 a 2 (Zdroj: vlastní).....	58

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Výkres – 1NP\_\_SEKCE A – MULTIFLEX

Příloha 2: Výkres – 1NP\_\_SEKCE A – ŘEZY\_\_DETAILY – MULTIFLEX

Příloha 3: Nabídka – 1NP\_\_SEKCE A – MULTIFLEX

Příloha 4: Výkres – 1NP\_\_SEKCE A – SKYDECK

Příloha 5: Výkres – 1NP\_\_SEKCE A – ŘEZY\_\_DETAILY – SKYDECK

Příloha 6: Nabídka – 1NP\_\_SEKCE A – SKYDECK

Příloha 7: Výkres – 4NP – MULTIFLEX

Příloha 8: Nabídka – 4NP – MULTIFLEX