

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Tradiční bednění pro nové stavební
konstrukce**

2022

MARTIN DUŠÁK

**VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:
ING. ROSTISLAV ŠULC, PH.D.**

Čestné prohlášení

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

V Praze dne.....

.....

Martin Dušák

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Dušák	Jméno: Martin	Osobní číslo: 477151
Zadávající katedra: Katedra technologie staveb		
Studijní program: Stavitelství		
Studijní obor: Realizace pozemních a inženýrských staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Tradiční bednění pro nové stavební konstrukce	
Název bakalářské práce anglicky: Traditional formwork for new building structures	
Pokyny pro vypracování: <ul style="list-style-type: none">- Rešerše technik bednění betonových konstrukcí prováděných tradičním postupem.- Systémy tradičních bednění.- Materiálové varianty a kombinace se systémovým bedněním.- Rizika při realizaci.- Vliv na výsledný vzhled betonových povrchů- Aplikace tradičního bednění na konkrétních konstrukcích. Variantní řešení pro systémová bednění.- Vyhodnocení výhod a nevýhod z hlediska technologie, doby provádění, ceny, kvality a pohledovosti na konkrétních příkladu.	
Seznam doporučené literatury: Zákon č. 183/2006 Sb.- Stavební zákon Právní předpisy a normy týkající se BOZP Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb Jarský,Č. a kol.: Příprava a realizace staveb - multimediální učebnice. FSv ČVUT V Praze, 2005 Jarský,Č.,Musil,F.,Lízal,P.,Motyčka,V.,Černý,J.: Příprava a realizace staveb. CERM a.s., 2003	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Rostislav Šulc, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 18.2.2022	Termín odevzdání BP v IS KOS: 15.5.2022 <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)
-----------------------	---------------------

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Rostislavu Šulcovi, Ph. D. za odborné vedení mé bakalářské práce a pomoc s jejím zpracováním. Dále bych chtěl poděkovat firmám Stylstav Liberec s.r.o. a ULMA Construcccion CZ s.r.o. za odbornou konzultaci, poskytnutí firemních materiálů a přístup na vzorové projekty.

**Tradiční bednění pro nové stavební konstrukce
Traditional formwork for new building structures**

ANOTACE

Tato práce řeší možnost použití tradičního tesařského bednění pro nové stavební konstrukce, a to na příkladu dvou reálných stavebních projektů. V rámci prvního projektu se jedná o zhotovení monolitického železobetonového stropu nad 1. podzemním podlažím u novostavby rodinného domu. Jako druhý projekt byla vybrána realizace monolitického železobetonové konstrukce mostu typu polorám. Oba tyto projekty budou vyhotovené ve dvou variantách, tedy v tesařském a systémovém bednění, včetně technologického předpisu. Dále je stanovená doba provádění a cena na základě výměr a pracnosti obou variant za pomoci individuální kalkulace a použití programů EuroCalc a Microsoft Project. Poslední potřebná data pocházejí z anonymního dotazníku na téma vzhledu betonových konstrukcí v rámci, kterého respondenti vybrali preferovaný vzhled betonového povrchu od jednoho či druhého bednicího systému. Výstupem práce je porovnání pomocí multikriteriální analýzy z hlediska doby provádění, ceny a pohledovosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tesařské bednění, systémové bednění, železobeton, kalkulace, doba provádění, vzhled, multikriteriální analýza

ANNOTATION

This work addresses the possibility of using traditional carpentry formwork for new building structures on the example of two real building projects. The first project involves the construction of a monolithic reinforced concrete ceiling above the 1st underground floor of a newly built family house. The implementation of a monolithic reinforced concrete structure of a half-frame bridge was chosen as the second project. Both of these projects will be made in two variants, ie carpentry and system formwork, including technological regulations. Furthermore, the execution time and price are determined on the basis of the area and laboriousness of both variants with the help of individual calculation and use of EuroCalc and Microsoft project programs. The last necessary data come from an anonymous questionnaire on the appearance of concrete structures in which respondents selected the preferred appearance of the concrete surface from one or the other formwork system. The output of the work is a comparison using multicriteria analysis in terms of implementation time, price and visibility.

KEYWORDS

Carpentry formwork, system formwork, reinforced concrete, calculation, execution time, appearance, multicriteria analysis

Obsah

Úvod	1
1 Bednění	2
1.1 Historie a současnost	2
1.2 Základní požadavky.....	3
1.3 Tradiční tesařské bednění.....	4
1.4 Systémové bednění.....	7
1.5 Ztracené bednění.....	11
1.6 Speciální bednění.....	13
1.7 Vlastnosti a popis materiálů.....	15
1.7.1 Dřevo	15
1.7.2 Překližka	16
1.7.3 Ocel.....	18
1.7.4 Hliník.....	19
1.7.5 Textil	19
1.7.6 Plast	20
2 Technologie bednění	22
2.1 Názvosloví, předpisy a citované normy	22
2.2 Vliv bednění na výsledný vzhled povrchu betonu	22
2.3 Lidé a jejich vybavení, stroje a nástroje.....	23
2.4 Rizika při realizaci.....	24
2.5 Ochrana a ošetřování betonového povrchu	25
2.6 Postup bednění.....	26
2.6.1 Tradiční tesařské bednění	26
2.6.2 Systémové bednění	32
2.7 Postup odbednění.....	40
2.7.1 Tradiční tesařské bednění	40
2.7.2 Systémové bednění	41
2.8 Bezpečnost práce	44
3 Cíl práce	47
4 Aplikace tesařského a systémového bednění na konstrukci	48
4.1 Metodika práce	48
4.1.1 Cena.....	48
4.1.2 Doba provádění	48
4.1.3 Vzhled.....	49
4.2 Identifikační údaje.....	49
4.2.1 Rodinný dům Nová Ves	50
4.2.2 Most – Sedlejšovice	51
4.3 Vymezení předmětu řešení.....	52
4.3.1 Rodinný dům Nová Ves	52
4.3.2 Most Sedlejšovice	52
4.4 Sestava bednění	53

4.4.1	Systémové bednění	53
4.4.2	Tesařské bednění.....	56
5	Kritéria	58
5.1	<i>Rodinný dům Nová Ves.....</i>	<i>58</i>
5.1.1	Doba provádění	58
5.1.2	Cena.....	60
5.2	<i>Most Sedlejovice.....</i>	<i>61</i>
5.2.1	Doba provádění	61
5.2.2	Cena.....	63
5.3	<i>Vzhled.....</i>	<i>64</i>
5.3.1	Anonymní dotazník.....	64
6	Vyhodnocení	66
6.1	<i>Doba provádění a pracnost</i>	<i>66</i>
6.1.1	Rodinný dům Nová Ves	66
6.1.2	Most Sedlejovice	66
6.2	<i>Cena</i>	<i>67</i>
6.2.1	Rodinný dům Nová Ves	67
6.2.2	Most Sedlejovice	67
6.3	<i>Kvalita provedení a pohledovost.....</i>	<i>67</i>
6.3.1	Rodinný dům Nová Ves	67
6.3.2	Most Sedlejovice	68
6.4	<i>Multikriteriální analýza</i>	<i>68</i>
6.4.1	Saatyho metoda	68
6.4.2	Rodinný dům Nová Ves	70
6.4.3	Most Sedlejovice	70
	Závěr	71
	Seznam obrázků	73
	Seznam tabulek	76
	Bibliografie	77
	Seznam příloh.....	80

Úvod

V rámci této bakalářské práce budou představené nejpoužívanější techniky bednění betonových konstrukcí, a to zejména bednění zhotovené pomocí tesařských technik. Následně dojde k multikriteriálnímu porovnání tesařského bednění s dnes nejpoužívanějším bedněním, které představuje systémové bednění.

Na začátku práce začíná představením jednotlivých druhů bednění betonových konstrukcí a jejich případných kombinací. Součástí této části bude také ukázka realizovaných projektů pomocí těchto technik.

Po představení jednotlivých technik dojde na představení technologie betonáže a bednění pomocí tesařských technik a systémového bednění.

V další části budou prezentovány konkrétní projekty z posledních let, kde mnou oslovená stavební firma realizovala betonové konstrukce zcela pomocí tesařských technik, nebo v kombinaci s jiným druhem bednění.

Následuje ekonomická část práce, ve které si popíšeme postup stanovení nákladů a individuální kalkulace. Znalosti budou následně použité k sestavení rozpočtu na konkrétní případ realizace stropní betonové konstrukce ve dvou materiálových variantách.

Po této části budeme mít všechny poznatky k porovnání tesařského bednění se systémovým bedněním v rámci zvolených kritérií. Zhotovíme tedy vyhodnocení z hlediska technologie, ceny, vzhledu a pracnosti.

Vyhodnocení uděláme multikriteriální analýzou se stanovením jednotlivých kritérií Saatyho metodou. Následně vyhodnotíme jednotlivá kritéria pro oba druhy bednění na obou vzorových projektech.

1 Bednění

1.1 Historie a současnost

Bednění, které dnes známe a je běžně k dostání na trhu, zažilo poměrně dlouhou cestu k podobě, kterou známe dnes. Dnešní nejpoužívanější bednění jsou proti tomu z antických dob velmi komplexní a efektivní. Zejména díky materiálovému vývoji bednění i samotných betonových směsí. [1]

První dochované důkazy o použití bednění pro betonové konstrukce pochází z období starověkého Říma. Římští inženýři si totiž velmi dobře uvědomovali, že beton jako takový velmi dobře zvládá zatížení v tlaku, na rozdíl od zatížení v tahu nebo v kroucení. Proto se beton využíval zejména pro tvorbu oblouků, kleneb a kopulí. Jako materiál byl používán rákos, textilie nebo dřevo. Beton byl také použit pro tvorbu zdí a tvořil jeho jádro. V tomto případě fungoval zbytek zdi jako ztracené bednění. Tyto znalosti a technologie umožnili stavbu takových památek jako Pantheon nebo Colosseum. [2] [1]



Obrázek 1 Pantheon [5]

Technologie bednění a betonu se dále spolu vyvíjela a postupně začínala, být běžnou variantou kamenných a dřevěných staveb. V období od 16. do 17. století byla již technologie bednění zcela běžně využívána a v dalším vývoji začal sehrávat výraznou roli technologický pokrok v zpracování kovů, a to zejména objev oceli. [2]

V současné době je možné využít velmi rozmanité množství materiálových či speciálních druhů bednění. Naše možnosti oproti našim předkům rozšířil zejména objev plastů a speciálních textilií. V budoucnosti je očekávaný rozkvět zejména těchto dvou materiálů. Jisté je pouze to, že bednění a betonové konstrukce budou ještě po dlouhou dobu stěžejní součástí stavebnictví po celém světě. [2]

1.2 Základní požadavky

Nehledě na materiálovou variantu či druh, musí všechna bednění splňovat určité požadavky pro jejich správnou funkci. Tyto požadavky můžeme rozdělit na technické a funkční.

V rámci technických požadavků chceme zejména dostatečnou tuhost v horizontálním i vertikálním směru. Na bednění v těchto směrech působí tlak čerstvé betonové směsi, pracovní zatížení nebo jiná zvláštní zatížení během procesu uložení betonové směsi. Bednění by také nemělo měnit svoji pozici, boulet se nebo se jiným způsobem pohybovat proti požadovanému tvaru konstrukce. Velmi pevné a těsné musí být také spoje, aby nedošlo k netěsnosti a vytečení směsi. Bednění by také mělo být snadno odbednitelné bez nebezpečí poškození betonového povrchu. Další neméně důležitý požadavek bývá co nejmenší nasákavost materiálu, ze kterého je dané bednění. Bednění by pak následně odebíralo vodu z betonové směsi a tím narušovalo hydratační proces. [6] [7]

V případě funkčních požadavků na bednění jde o požadavky spojené s montáží, bezpečností a ekonomičností. Jednotlivé prvky by měli mít rozumnou velikost a tvar, aby se velmi lehce dali transportovat z místa na místo, případně skladovat v rámci stavby. Dále je žádoucí, aby prvky byli symetrické a tím pádem zaměnitelné a použitelné v různých místech. Zejména při montáži a transportu se ocení také váha, kterou by měla být, pokud možno co nejmenší při zachování technických požadavků. Jednotlivé prvky by měli jít jednoduše rozebrat bez poškození konstrukce. Samozřejmostí je i zdravotní a hygienická bezzávadnost daného systému či materiálů. [6] [7]

1.3 Tradiční tesařské bednění

Tesařské bednění se používá zejména při výrobě konstrukcí složitých tvarů, které se vyskytují jednotlivě nebo v tak malém rozsahu, že se pro ně nevyplatí vyrábět drahou, vícekrát použitelnou variantu. Používá se však i na dobednění částí konstrukce, kterou není možné vyskládat z prvků systémového bednění. Většinou se vyrábí přímo na stavbě ze smrkových desek, fošen a hranolů. Mezi deskami obedňované plochy je zapotřebí vynechávat škvíry, protože dřevo zvětšuje svůj objem po zvlhnutí. Bez mezer by se bednění po uložení betonové směsi deformovalo. Suché smrkové dřevo zvětšuje po nasáknutí svůj objem v tangenciálním směru přibližně o 6 % a v radiálním směru přibližně o 2,5 %. Změna rozměru ve směru vláken je nepatrná (méně jako 0,1 %). Při výrobě bednění se počítá s přírůstkem šířky desek 4–5 %. [9]



Obrázek 2 dřevěné bednění sloupů a průvlaku [23]

Dřevo je materiál, který nejlépe vyhovuje výrobní potřebě dát jakýkoliv požadovaný tvar betonové konstrukci. Od začátku betonových a následně železobetonových konstrukcí bylo dřevo prakticky jediným materiálem používaným pro bednění. Prudkým růstem objemu betonových konstrukcí velmi rychle vzrostla spotřeba dřeva a významně ovlivnila celkové hospodaření s dřevem. Dřevo je už teď nedostatkovou surovinou a další

rozšiřování jeho spotřeby by nepříznivě ovlivnilo rozlohu našich lesů. Spotřeba dřeva se tedy musí omezit na minimum, přičemž však nesmí negativně ovlivnit na stále vzrůstající objem stavebních prací. Tento proces omezení spotřeby dřeva trvá už desítky let. Například se téměř přestali používat dřevěné stropy, dřevěné lešení je dneska už výjimkou. Naproti tomu spotřeba dřeva ve stavebnictví je stále velmi vysoká a jeho spotřeba se musí i nadále snižovat, a to zejména těmito dvěma způsoby. [9]

- 1) Důsledně hospodařit s dřevem, v případech, kdy není stále možné ho smysluplně nahradit.
- 2) Nahradit dřevo jiným materiálem nebo zvolit jiný způsob jeho výroby.

Hospodaření se dřevem pro bednění začíná už v technickém projektu při volbě tvaru konstrukce. Proto současně se spotřebou ocele a betonu musíme posoudit i spotřeba bednění, a to za pomoci ukazatelů hospodárnosti bednění. Je potřebné zvolit takový tvar konstrukce, který umožní co největší obratovost bednění na dané stavbě. [9]

Vícenásobné použití bednění podstatně snižuje náklady na bednění a omezuje spotřebu dřeva. Snažíme se, aby obratovost bednění byla co největší. Nejlepší obratovosti dosahuje dobře udělané dílcové montážní bednění z různých typů bednicích soustav. Nejmenší obratovost má stabilní bednění, protože po odbednění se dá znovu použít pouze část získaného materiálu. [9]

Bednění vyrábíme z omítaných desek, případně ze smrkových nebo jedlových fošen druhé nebo třetí jakostní třídy. Zpracování formy musí být tuhé, přitom však takové, aby se po naplnění betonovou směsí, případně po nakropení bednění nezkroutilo. Musíme tedy zabezpečit nebo zabránit bobtnání dřeva jeho zvlhnutím. Předcházíme tomu tím, že necháváme mezi deskami škvíru anebo je napouštíme olejem. [9]



Obrázek 3 Realizace tesařského bednění mostu, zdroj: vlastní

Příčinou bobtnání je vlhkost řeziva. V podmínkách stavby nebude mít žádné řezivo nulovou vlhkost, nemusíme proto brát v úvahu celé procento bobtnavosti. Když pracujeme s vlhkým dřevem, nemusíme při přibíjení vůbec brát ohled na škvíry mezi deskami. Bobtnání zabraňujeme pouze ve výjimečných případech a to tím, že používáme úzké desky (8 až 10 cm) napuštěné olejem. [9]

Nepřenosné bednění

Tento druh bednění se používá pouze v specifických případech, a to při konstrukcích menšího rozsahu nebo složitého tvaru. Konstrukce je podobná jako při přenosném bednění. Desky opisují tvar a jsou spojené příčným ztužením. Při neobvyklých tvarech, případně zakřivených bedněních se místo ztužení používají profilované šablony. Při tomto typu bednění vzniká poměrně velké množství dřevěného odpadu, a to jak při výrobě, tak při odbednění. [9]

Rozebíratelné, přenosné, štítové a tabulové bednění.

Jedná se o nejrozšířenější druh dřevěného bednění. Skládá se z deskových štítů, které jsou spojené překrytým ztužením z desek, latí nebo z hranolů. Vzdálenost ztužujících prvků závisí na mohutnosti bedněné betonové konstrukce a musí být taková, aby tlak čerstvě uložené betonové směsi neprohýbal desky mezi nimi. [9]

1.4 Systémové bednění

Na rozdíl od tesařského bednění je systémové bednění soubor průmyslově vyráběných prvků, které mají standardizované rozměry a typizované sestavy. Počátky systémového bednění sahají do 20. století, kdy se systémové bednění začalo stávat alternativou k tradičním bednicím technikám. [14]

V rámci České republiky se systémové bednění začalo úspěšně aplikovat v rámci zlínské výstavby Baťova koncernu. K širokému použití, ale nedošlo a většina stavebních firem stále používala tesařské bednění. K rozmachu systémového bednění došlo v období po druhé světové válce. Bylo totiž zapotřebí obnovit zničenou infrastrukturu po celém evropském kontinentu. V rámci první poloviny 20. století, bylo zapotřebí obrovské množství řeziva pro šalování konstrukcí. Kombinace velké pracnosti, nedostatku řeziva a složité opětovné použití způsobila, že se objevil velký tlak na vývoj standardizovaných prvků bednění, které by bylo možné opětovně použít a tím zrychlit poválečnou výstavbu. [14] [15]



Obrázek 4 bednění sloupové hlavice [16]



Obrázek 5 Berlín rok 1945 [17]

V následném období socialistického stavebnictví došlo na našem území k velkému útlumu monolitických konstrukcí a tím pádem i k rozvoji systémového bednění. Probíhala výstavba z železobetonových prefabrikátů pro další zvýšení efektivity výstavby. Vzhledem k nedostatku kvalifikovaných tesařů, odborníků na stavbu bednění a menšímu počtu paneláren byla na sousedním Slovensku započatá výroba systémového bednění v rámci licence značky NOE. V devadesátých letech s příchodem zahraničních firem, přišlo na trh hned několik zahraničních firem. V současné době se na našem trhu nachází velké množství výrobců, kteří nabízejí nepřeberné množství materiálových a systémových variant svých bednění. Mezi největší firmy na trhu patří například firma PERI PASCHAL nebo DOKA, z českých výrobců stojí za zmínku například bednění od firmy CIPRA. [14] [15]



Obrázek 6 Montáž bednění nad nástupištěm stanice Vltavská 1981 [9]

Systémové bednění můžeme rozdělit do několika základních kategorií. První kategorií je nosníkový systém, který je možné použít jak na svislé části konstrukce, tak i na vodorovné části konstrukce. V kontaktu s betonovou směsí jsou osazeny desky bednicího pláště, ve většině případů se dnes používají desky z vodovzdorné překližky nebo třívrstvé desky. Tyto desky jsou pokládány na další část konstrukce a to nosníky. Velmi často jsou v současnosti tyto nosníky ze dřeva, a to buď plnostěnné nebo příhradové. Dříve používané ocelové se již moc nepoužívají a hliníková varianta se díky své vysoké ceně stává často terčem krádeže a stává se tím pro stavební firmy nerentabilní. [14] [15]



Obrázek 7 Nosníkový systém bednění stěn od firmy PERI [22]

Další kategorie je rámové bednění, kde ocelové nebo hliníkové nosníky tvoří pevný rošt na, který jsou následně přišroubovány bednicí desky z vodovzdorné překližky. Tyto rámy se velmi často spojují do větších celků, které jsou vzápětí umístěné pomocí jeřábu na svoji pozici na stavbě.

Nedílnou součástí systémového bednění také bývají opěrné a podpěrné prvky. Tyto prvky zajišťují, že se konstrukce bednění nepřevrátí, nesklopí či jinak nezmění svoji polohu. Do opěrných prvků zařazujeme zejména stabilizátory, které se používají při bednění stěn a

sloupů. Dále sem patří trojúhelníkové opěry, které se využívají při jednostranném bednění vysokých svislých konstrukcí. Mezi podpěrné systémy se řadí zejména ocelové stropní stojky, které jsou nepostradatelné při bednění vodorovných konstrukcí. Při vysokých zatíženích se používají vysokopevnostní stojky a podpěrné věže. [14] [15]



Obrázek 8 Rámové bednění stěn od firmy DOKA [21]

Poslední a neméně důležitou součástí systémového bednění jsou bezpečnostní prvky. Při bednění zejména svislých konstrukcí je nutné zřízení pracovních plošin pro pohyb pracovní čety při ukládání betonové směsi do připravené formy. Při betonáži vodorovných konstrukcí je zapotřebí zejména zabránit pádu z okrajů bednicích desek. K tomu slouží dvoutyčové zábradlí, které se osazuje na konstrukci bednění a následně i na hotovou stropní konstrukci. [14]

1.5 Ztracené bednění

Bednění, které po betonáži zůstává trvale součástí konstrukce nazýváme ztracené bednění. Nejčastěji se setkáváme s betonovou dutou tvarovkou, do které se podle potřeby může vkládat ocelová výztuž a následně jsou tvarovky vylité betonovou směsí. [19]

Bloky jsou vyráběné v různých variantách šířky, zatímco délka a výška bloků bývá stejná. Tvarovky se umísťují na rovnou vrstvu podkladového betonu a maltové lože. Další řady jsou skládané ve většině případů na sucho, případně bodově na lepidlo. Tvárnice jako takové mají po stranách systém pera a drážky. Díky tomu znemožněn příčný posun vyzděných bloků. Tato technologie bednění umožňuje poměrně rychlou a jednoduchou variantu realizace svislých konstrukcí. Při betonáži platí zásada, že je možné prolít maximálně čtyři řady tvarovek najednou, což zpomaluje dobu provádění. [19]



Obrázek 9 Betonové bloky typu ztracené bednění, zdroj: vlastní

Za další variantu ztraceného bednění se dají také označit filigránové stropy, které jsou tvořeny ze spřažených tenkých železobetonových desek, které plní funkci ztraceného bednění, ale zároveň mají nosnou funkci při betonáži a zejména vytvářejí dokonale hladký betonový povrch při spodní straně stropu. [19] [18]



Obrázek 10 Montáž filigránového stropu [20]

Existuje také speciální varianta ztraceného bednění a to plastové. Toto bednění je pokládáno vodorovně a tvoří dutinu mezi podkladem a samotnou betonovou konstrukcí. Toto řešení je možné použít pro odvětrání vlhkosti, ale může sloužit také jako trvalá izolace proti radonu. [19]



Obrázek 11 Plastové ztracené bednění [19]

1.6 Speciální bednění

Některé druhy betonových konstrukcí se speciálními tvary nebo jinou specifickou charakteristikou je výhodné betonovat do speciálních bednění. Mezi ně patří například posuvné, zvedané, šplhací, pojízdné a nafukovací bednění. [10]

Posuvné bednění se používá při betonáži vysokých – vertikálních konstrukcí s konstantním průřezem (např. sila, jádra výškových budov apod.). Posuvné bednění se skládá z formy, ze závěsného a zvedacího zařízení, z pracovní plošiny a ze závěsných lešení. Forma se montuje ve tvaru vodorovného průřezu budoucí konstrukce na ploše, z které začíná betonáž. Má výšku 1 200 až 1 500 mm a směrem dolů se mírně rozšiřuje, aby se zmenšilo její tření o betonovou konstrukci při posunu. Forma se vyrábí z ocelového plechu a je vyztužená pomocí ocelových profilů. [10]

Závěsné zařízení přenáší zatížení z formy na betonovou konstrukci. Tvoří ho stolice osazená ve vzdálenosti přibližně 2 m po obvodě konstrukce na vodící vzpěrné tyče, které jsou rozmístěné v betonové konstrukci. Po těchto tyčích se pohybuje zdvihací zařízení (hydraulické nebo mechanické) připojené na centrální rozvod, který zabezpečuje rovnoměrný, plynulý posun všech zdvihadel. Vzpěrné tyče se při betonáži střídavě nastavují. [10]

Na horní úrovni formy je namontovaná pracovní plošina, z které se řídí zdvihání bednění, ukládá se výztuž a betonová směs. Na formě jsou z venkovní strany i vnitřní strany zavěšené lešení se zábradlím, z kterého se kontroluje kvalita betonáže a dělají se případné opravy povrchu. [10]



Obrázek 12 Posuvné bednění od firmy DOKA [24]

Zdvíhané a šplhavé bednění se používají na betonáž vyšších konstrukcí, ale můžou mít měnící se průřez (např. chladicí věže). Nepohybují se nepřetržitě, do vyšší polohy se přesouvají až po dosažení odbedňovací pevnosti konstrukce. Zdvíhané bednění se přesouvá soustavou kladkostrojů připevněnou na centrální věži, šplhavé bednění se opírá o dokončené části konstrukce. [10]

Pojízdné bednění se využívá tam, kde se v horizontálním směru opakují konstrukce se stejným tvarem svislého řezu nebo při betonáži průběžné horizontální konstrukce se stálým tvarem příčného řezu. Jejich opěrný a podpěrný systém je umístěn na podvozku. Forma se při bednění a odbednění ovládá mechanicky nebo hydraulicky. [10]

Nafukovací bednění se nejčastěji využívá na bednění vnitřní plochy kanalizačních stok a šachet nebo jiných dutin s kruhovým průřezem. Tvoří ho nafukovací vložka válcového tvaru vyrobená z pogumovaného textilu nebo z plastu, která se nafukuje pomocí kompresoru. Bednění je nutné kotvit do podkladové betonové plochy, aby ho betonová směs nezvedala. Po částečném ztvrdnutí se vzduch vypustí a nafukovací vložku je možné vytáhnout. Výhodou těchto bednění je nízká hmotnost, rychlé bednění i odbednění a hladký povrch betonové konstrukce. [10]



Obrázek 13 Šplhavé bednění od firmy DOKA [25]

1.7 Vlastnosti a popis materiálů

1.7.1 Dřevo

Dřevo patří spolu s kamenem a hlínou mezi nejstarší stavební materiály přírodního původu. Jedná se o nejdůležitější surovinu téměř po celou dobu existence lidstva. Provází člověka doslova od kolébky až do hrobu. Je jednou z mála obnovitelných surovin a zároveň významným zdrojem energie pro velkou část lidstva. [12]

Každoročně je na celém světě vytěženo zhruba 3,4 miliardy metrů krychlových kulatiny, z čehož 55 procent je použito jako zdroj energie a 45 procent jako suroviny pro další zpracování. V průmyslově rozvinutých zemích (hlavně na severní polokouli) převažuje podíl průmyslového dřeva, v rozvojových zemích pak dřevo palivové. [12]

Evropa patří k nejefektivnějším výrobcům průmyslového dřeva. Ačkoli podíl Evropy na celosvětové ploše lesů je pouze 5 %, její zastoupení na průmyslovém zpracování kulatiny činí v celosvětovém měřítku 23 %. [12]

Dřevo je organický, anizotropní, nehomogenní a hygroskopický materiál. Rozlišují se dřeviny jehličnaté a listnaté. Dřeviny se dále dělí na měkké a tvrdé, není však zcela jasné, kde je přesná hranice, ale na stavební bednění se většinou používá měkké, smrkové dřevo. Mezi hlavní vlastnosti dřeva patří relativně vysoká pevnost vzhledem k hmotnosti, snadná opracovatelnost, nízká tepelná vodivost, příjemný vzhled dřevěných konstrukcí a výhodou je také snadné odstranění dřevěné konstrukce po jejím morálním a funkčním dožití. [12]

1) Výhody:

- Dřevo lze snadno řezat na jakoukoli požadovanou velikost
- Dřevo je lehké a snadno se s ním manipuluje
- Dobrá tepelná odolnost zabraňuje poškození betonu v chladnějších oblastech
- Je snadné nahradit poškozené části dřevěných forem
- Snadná demontáž

2) Nevýhody:

- Suché dřevo může absorbovat vodu z mokrého betonu, což může mít za následek narušení hydratace
- Náročnější pro technologickou kázeň
- Omezená možnost vícenásobného použití



Obrázek 14 Dřevěné bednění stěn [26]

1.7.2 Překližka

Překližky (PDP = překližovaná deska překližka) jsou kompozitní desky vyrobené ze tří nebo více vrstev loupaných nebo krájených dýh. Jednotlivé dýhy jsou na sebe lepeny křížem. Počet dýh je většinou lichý, ale může být sudý, když se dají dvě podélné nebo příčné dýhy (vločky) na sebe. Tloušťka dýh se v desce může měnit, ale vždy musí být tloušťky souměrné od středové dýhy. Někdy se pro zvětšení pevnosti do středu překližky vkládá kovová vložka. Oproti rostlému dřevu mají lepší rozměrovou a tvarovou stálost. Lze je zpracovávat běžnými dřevoobráběcími nástroji a stroji jako masivní dřevo. Lze je rozpoznat podle hnědé lepené spáry mezi dýhami, povrch PDP je často

foliovaný PF pryskyřicí, mohou být opatřeny i protiskluzovým povrchem. používají se tam, kde se vyžaduje odolnost proti vlhkosti např. pro bednění, vozíky, návěsy, schody atp. [26]

1) Výhody:

- Překližku lze snadno řezat na požadované rozměry
- Je pevná a odolná, přitom si uchovává nízkou hmotnost
- Lze je vyrábět i ve velkých formátech
- Lze snadno tvarovat zakřivené tvary
- Ve srovnání s dřevem je možné ji vícekrát použít

2) Nevýhody:

- Oproti dřevu vyšší pořizovací náklady
- Omezená možnost vícenásobného použití



Obrázek 15 Příklad použití překližky jako bednicí desky [26]

1.7.3 Ocel

Ocelové bednění je často používané jako bednicí materiál. Je to velmi drahá alternativa z hlediska pořizovacích nákladů. Ocelové bednění je dostatečně pevné, aby vydrželo i pod nápoem mohutných betonových konstrukcí. [26]

1) Výhody:

- Velmi vysoká pevnost
- Nepřilnavý povrch desek
- Velký potenciál v mnohanásobném použití
- Snadné očištění

2) Nevýhody:

- Velmi vysoké pořizovací náklady
- Vysoká hmotnost pro manipulaci
- Obtížné skladování a přeprava
- Riziko koroze
- Velikost a tvar forem je omezený



Obrázek 16 Kruhové ocelové bednění [26]

1.7.4 Hliník

Hliník jako materiál je dnes velmi často používaný a nahrazuje ocel. Zejména proto, že oproti oceli je hliník mnohem lehčí přitom stále velmi pevný. [26]

1) Výhody:

- Snadná manipulace z hlediska váhy
- Možnost mnohonásobného znovupoužití
- Poměrně vysoká tuhost
- Snadné skladování a přeprava
- Pořizovací náklady značně nižší než u ocelového

2) Nevýhody:

- Náchylnost k praskání při ohybu z důvodu křehkosti



Obrázek 17 Systém hliníkového bednění [26]

1.7.5 Textil

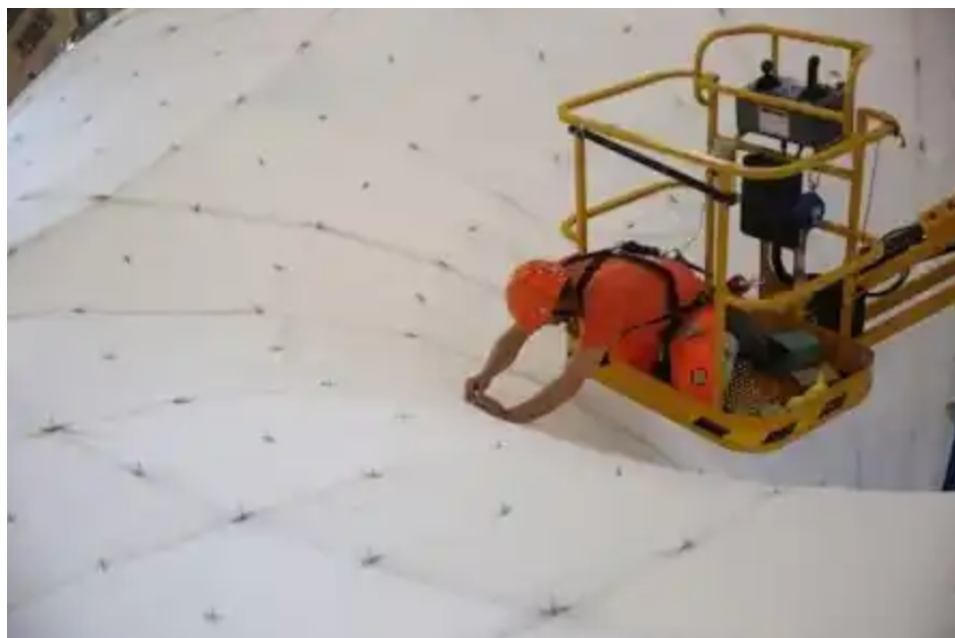
Textil pro bednění betonových konstrukcí patří mezi moderní materiálové alternativy. Může mít téměř libovolný tvar, což je velmi cenné zejména pro architektonicky náročné stavební projekty. [26]

1) Výhody:

- Velmi malá hmotnost v porovnání s jiným materiálem
- Pro tvarově složité konstrukce velmi ekonomická varianta
- Téměř libovolný tvar
- Jednoduché odbednění

2) Nevýhody:

- Velmi náročné z hlediska návrhu
- Nutnost vysoce kvalifikovaných pracovníků pro perfektní výsledek



Obrázek 18 Realizace textilního bednění [26]

1.7.6 Plast

Plast je další materiál, který je možné použít pro bednění betonových konstrukcí. Je velmi lehký a odolný. [26]

1) Výhody:

- Díky malé hmotnosti se s ním snadno manipuluje
- Možnost komplexních tvarů
- Dobrá odolnost proti vodě
- Možnost jednoduché recyklace
- Při použití kvalitních plastů dosahuje vysoké obratovosti

2) Nevýhody:

- Problematická odolnost proti horku
- Velmi nákladný materiál
- Proti jiným materiálům nedosahuje takových pevností



Obrázek 19 Plastové systémové bednění [26]

2 Technologie bednění

2.1 Názvosloví, předpisy a citované normy

- ČSN EN 206-1 Beton. Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, 2001, vč. změn Z1-3
- ČSN EN 13670-1 Provádění a kontrola betonových konstrukcí
- ČSN 73 0212–1 – Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti – část1: Základní ustanovení
- ČSN 73 0212–3 – Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti – část3: Pozemní stavební objekty

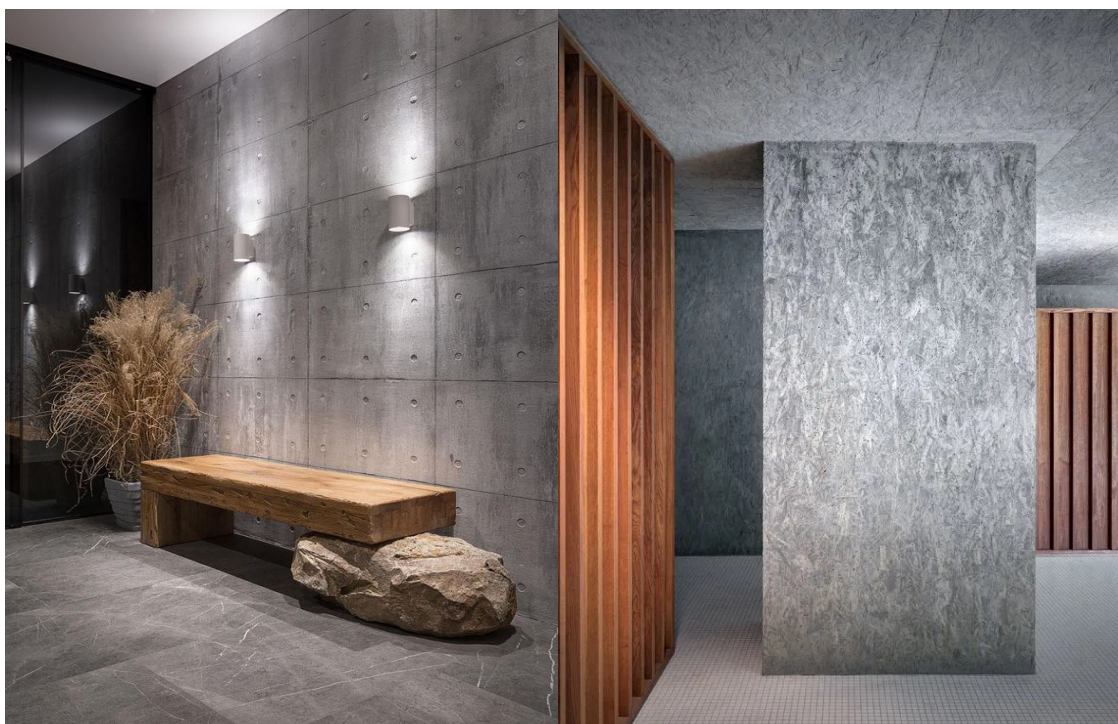
2.2 Vliv bednění na výsledný vzhled povrchu betonu

Zvolení typu bednicích desek či dřeva má výrazný vliv na konečný vzhled betonového povrchu. V ani jednom ze vzorových projektů není ze strany projektanta ani investora požadavek na vzhled betonového povrchu. V obou případech se ale jedná o konstrukce, které nebudou zakryté žádnou jinou konstrukcí, jako například zavěšeným podhledem, omítkou nebo obkladem. Z tohoto důvodu, je nutné brát na výsledný vzhled ohled a snažit se po dohodě s investorem, o co nejlepší výsledek v rámci možností daného bednicího systému.

Texturu betonu ovlivňuje zejména druh bednicí desky. V rámci systémového bednění byla zvolena třívrstvá bednicí deska od firmy Doka. Tento druh bednicích desek se díky své struktuře povrchu nejvíce podobá jemné struktuře dřeva. Každý druh bednicí desky se může lišit například nasákavostí, což může mít za následek rozdílné odstíny šedi. Jelikož čím vyšší má materiál nasákavost, tím je odstín daného povrchu tmavší.

Pro tesařské bednění poptávaná stavební firma STYLSTAV Liberec s.r.o. používá především broušené i nebroušené dřevoštěpkové desky s okrajovým systémem (pero/drážka, ozn. PD) a prkna. V důsledku použití těchto prvků má výsledný povrch betonu výraznou dřevěnou strukturu. Silná textura dřeva a tmavší odstín díky nasákavosti výrazně schovává případné nedokonalosti a beton tím získává výrazný osobitý vzhled. Tesařské bednění, a to zejména při použití OSB desek je, ale velmi náchylné

na nasákavost. Proto je nutné dodržovat vyšší technologickou kázeň při ukládání betonu do bednění, ale především je nutné v průběhu montáže bednění jeho plochu důkladně krýt před deštěm, aby nedošlo k nabobtnání jednotlivých desek a po ukončení montáže bednění provést před betonáží důkladné vysátí povrchu bednění od zbytků vázacích drátků apod. včetně nátěru bednicím olejem. V případě, že k těmto úkonům nedojde může mít výsledný betonový povrch výrazné rastrování, nerovnosti a zbytky výztuže i dřeva mohou po odbednění zůstat přilepené na pohledové části betonu. Po odbednění povrchu pohledových ploch betonu je dále nutné tuto očistit ometením a provést vhodný transparentní nátěr, který povrch betonu uzavře proti prašnosti (např. Sokrat apod.).



Obrázek 20 Systémové desky [28]

Obrázek 21 Dřevoštěpkové desky [27]

2.3 Lidé a jejich vybavení, stroje a nástroje

Bednicí a odbedňovací práce směřují vykonávat jen kvalifikovaní pracovníci. Jsou to zpravidla vyučení tesaři, truhláři, případně řádně zaučení, proškolení montážníci pro daný obor. Pracují v 3 až 5členných četách.

Nástroje, které se při bednících pracích používají, odpovídají použitému materiálu na bednění. Užitečné jsou zejména prvky tzv. malé mechanizace. Jako například elektrické i motorové ruční pily, vrtačky, vykružováky, hydraulické i elektrické utahovačky šroubů a matic i nastřelovací technika. Při odbednění se používají dlouhá ocelová páčidla. K manipulaci s většími částmi bednění slouží většinou věžové nebo automobilové jeřáby. Některé bednicí systémy používají speciální zařízení k posunu, nasouvání, vysouvání, rozpínání a stahování kompletů, zpravidla s elektrickým nebo hydraulickým ovládním. Při montáži bednění je také velmi důležitá měřicí technika jako metry, vodováhy, nivelační stroje, teodolity a laserové zaměřovače. [11]

2.4 Rizika při realizaci

- Pokud možno provést dokonalé zhutnění betonové směsi v bednění.
- Musí se dodržet rozměry konstrukce předepsané ve výkresech a zachovat krycí vrstvu výztuže.
- Povrch musí být hladký a rovný.
- Při betonáži se nesmí porušit stejnorodost betonu.
- Před začátkem betonáže se provede konečná kontrola výztuže a bednění.
- Bednění se před betonáží pečlivě vyčistí od odřezků dřeva, smetí a bezprostředně před betonáží se důkladně navlhčí, aby neodsávalo vodu z betonové směsi.
- Pokud to rozsah dovoluje, betonuje se konstrukce vcelku, ale při větším rozsahu stavby se práce zpravidla přerušuje. V místech konstrukce, kde se betonování přeruší, vznikají pracovní spáry. Uspořádání a umístění pracovních spar je různé podle druhu konstrukce. Pro jednolitost stavby je důležité, aby se čerstvý beton později betonované části, co nejdokonaleji spojil se starším betonem. Proto dříve, než pokračujeme v betonáži, očistíme důkladně povrch betonu v pracovní spáře drátěným kartáčem. [8]

2.5 Ochrana a ošetřování betonového povrchu

Konstrukce se musí v prvních dnech po zabetonování chránit před veškerými škodlivými vlivy, které by mohly narušit správný průběh hydratace cementu a snižovaly tím jakost betonu, zejména jeho pevnost. V prvních 24 hodinách, tj. v době tuhnutí betonu, chráníme povrch před prudkým deštěm, který by mohl z povrchu betonu vyplavit cement a zničit tak povrchovou vrstvu nezbytného pojiva. Také zabraňujeme, aby povrch tuhnoucího betonu rychle nevysychal prudkým slunečním zářením nebo ostře vanoucím větrem, neboť po odpaření vody by nemohl cement v povrchové vrstvě vůbec hydratovat. Chránit se musí zvláště konstrukce, u nichž převládají vodorovné rozměry jako stropní desky, střešní konstrukce apod. Zakrýváme je všemi vhodnými prostředky, jež jsou na stavbě po ruce, například prkny, rohožemi, plachtami, geotextilií a podobné. [8] [29]



Obrázek 22 Příklad zakrytí konstrukce po betonáži [29]

Ztuhlý beton se vlhčí v době tvrdnutí vodou. Vlhčit můžeme až po úplném ztuhnutí betonu, což znamená asi 12 hodin po zabetonování za teplého počasí a asi po 24 hodinách při chladném počasí. [8]

Doba a míra vlhčení závisí na počasí. Za teplého suchého počasí se beton vlhčí alespoň dva týdny, za vlhkého počasí alespoň jeden týden. Z počátku se vlhčí několikrát denně, později dvakrát za den. Obvykle se voda rozstříkuje hadicí, aby skrápěla povrch betonové konstrukce jako déšť. Příímý, prudký proud vody by mohl u čerstvého, ne ještě dosti ztvrdlého betonu, porušit povrchovou vrstvu. Někdy se povrch konstrukce pokryje

přikrývkami, jež se polévají vodou. Intenzita vlhčení čerstvého betonu závisí také na druhu použitého cementu. [8]

Jestliže se betonuje za chladného počasí a hrozí nebezpečí, že bude mrznout, je nutné učinit včas taková opatření, která ochrání konstrukci před škodlivým účinkem mrazu. Čerstvě zabetonovaná konstrukce, zejména není-li masivní, se pokrývá prkny, pytlovinou nebo různými izolačními rohožemi. Pro dobrou jakost betonu je nutné zabránit jeho promrznutí alespoň v prvních několika dnech. [8]

Dostaví-li se po zabetonování ostřejší mráz, nestačí již samotné hydratační teplo zachycené izolační přikrývkou. V tom případě betonovou konstrukci vyhříváme, nejjednodušeji koksovými koši, rozestavenými v prostoru pod bedněním. To zpravidla stačí, aby se čerstvě zabetonovaná konstrukce ochránila před náhlým mrazem. Chceme-li však betonářské práce provádět bez přerušení celou zimu, je třeba důkladnější opatření. [8]

2.6 Postup bednění

2.6.1 Tradiční tesařské bednění

Bednění se zhotovuje z omítaných smrkových nebo jedlových prken druhé a třetí jakostní třídy, obvykle 25 až 35 mm tlustých, případně z desek. Prkna bývají 10 až 20 cm široká, širší prkna nebývají vhodné, neboť se bortí při změnách vlhkosti. Jsou obvykle 3 až 5 m dlouhá a zpracovávají se nehoblovaná. Hoblovaných prken se užívá jen výjimečně, když má být povrch hladký a vzhledný, aniž se beton omítá. [8]

Aby při betonování neunikaly, spárami bednění jemné součásti betonové směsi, děláme je náležitě těsné. Při zhotovování bednění je však nutno ponechat mezi prkny vhodně široké spáry, aby dřevo mohlo po navlhčení nerušeně pracovat. Prkna na bednění se několikrát používají, obvykle asi 3krát až 4krát, což závisí na tom, jak svědomitě a opatrně probíhá obednění a očištění. [8]

Aby beton nepřilnul k bednění a zmenšilo se tak opotřebení prken, natírají se někdy prkna různými nátěry, například Betosolem.

Používá-li se pro bednění tabulí sbitých z prken, je vhodné povrch oplechovat. Tím se nejen zvýší trvanlivost tabulí, ale dosáhne se i hladkého

povrchu betonu. Zhotovuje-li se bednění ze starých prken, musí se prkna před novým upotřebením důkladně očistit. V místech, kde je prkno znečištěno, se totiž beton přilepí, takže při odbedňování se prkno nesnadno odstraňuje, láme se a strhává sebou části povrchu betonu. Uzavírá-li bednění hluboké prostory, jako například u sloupů, stěn, vysokých trámů, v nichž se mohou při stavbě bednění nahromadit nečistoty, musí se v nejnižších místech bednění zřídit otvory, kterými se nečistoty odstraní. U těžkých, na ohyb namáhaných konstrukcí větších rozpětí, je nutné pamatovat na to, že se konstrukce po odbednění vlastní vahou prohne. Proto se v takovém případě bednění vhodně převýší. [8]

Pro podepření bednění ve vodorovném směru se užívá po dvou stranách omítnutých ližin rozměrů 6/8, 6/10, 8/10, 8/12, 10/12, 10/14 cm atd. Lze použít také hranolů, které jsou však dražší. Ve svislém směru se bednění podporuje sloupky neboli stojkami. Na sloupkování se používají dřevěné nebo ocelové vysunovací stojky. [8]

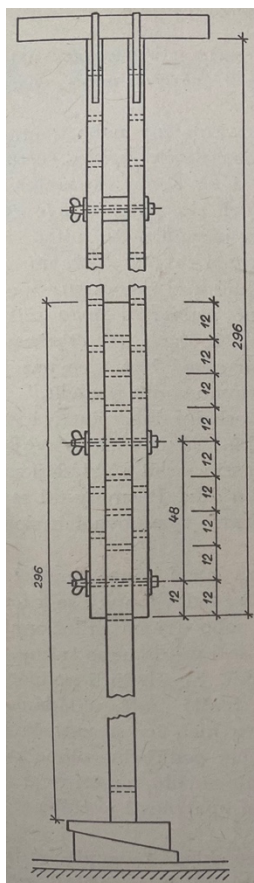
Dřevěné sloupky mohou být z kulatiny nebo z hranolů. Kulatiny mývají průměr 8 až 12 cm, hraněné stojky průřez 10/10 až 14/14 cm. Délka sloupků nebývá větší než 4 až 5 m. Se zřetelem na hospodárnost se často užívá stykovaných sloupků, sestavených z kratších dílů. Sloupek se má stykovat jen jednou, a to mimo střední třetinu délky, protože by mohl vybočit. Stykované části k sobě musí plně a dostředně přiléhat v rovině kolmé k ose sloupku. Spojení zabezpečíme dostatečně dlouhými, pevně přibytými nebo přišroubovanými příložkami, a to při oblých sloupcích třemi, při čtyřhranných čtyřmi příložkami. Stykovaných sloupků nemá být více než jedna třetina všech podpor, při čemž se musí rovnoměrně rozmístit. [8]

Místo dřevěných sloupků se v poslední době používá různých druhů trvanlivých vysunovacích sloupků. Takové sloupky jsou buď celé z oceli, nebo částečně ze dřeva a částečně z oceli a skládají se ze spodního pevného dílu a horního posuvného dílu. Posuvný díl se ve vysunuté poloze vhodně zajistí.

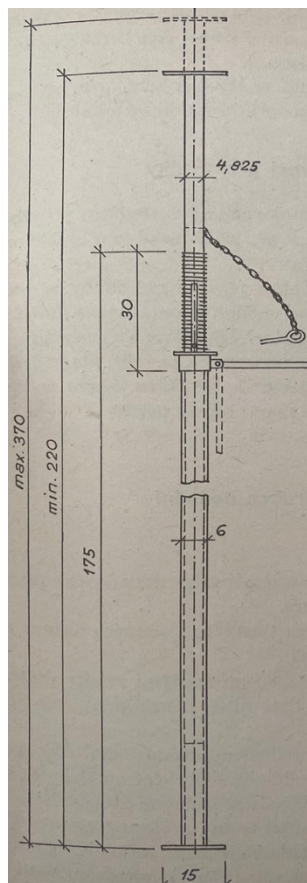
Zatížení z bednění se přenáší na horní konec sloupků ližinou nebo jinými průběžnými podkladními trámcí. Sloupky se k těmto prazcům nebo

hranolům připojují jednou nebo dvěma příložkami. Na dolním konci se sloupky postaví na roznášecí prkna nebo trámy, jež probíhají průběžně pod celou řadou sloupků. Spočívají-li podpory bednění na poddajném podkladu, například na rostlé půdě, ukládáme sloupky na široké prahy, bačkory apod. Bez nich by se zatlačovaly do půdy a celé bednění by pokleslo. Rozměry podkladů volíme takové, aby se roznesením tlaku na větší plochu snížilo napětí v dosedací ploše, a tím zabránilo zatlačení. Zvláštní opatrnosti je třeba v zimě, kdy se bednění staví na zamrzlou půdu. [8]

Mezi sloupek a roznášecí prkno se vkládají dva ploché dřevěné klíny. Aby se klíny vzájemně neposunuly, spojíme je hřeby nebo skobami. Klíny mají dvojí účel. Jednak jimi vyrovnáme menší výškové rozdíly při stavbě bednění a jednak jimi uvolňujeme a spouštíme po dostatečném zatvrdnutí zabetonované konstrukce bez otřesů sloupky, načež se celé bednění snadno odstraní. Sloupky se vyztužují zpravidla ve dvou k sobě kolmých směrech tak, že se dvě sousední stojky spojují křížícími se prkny. [8]



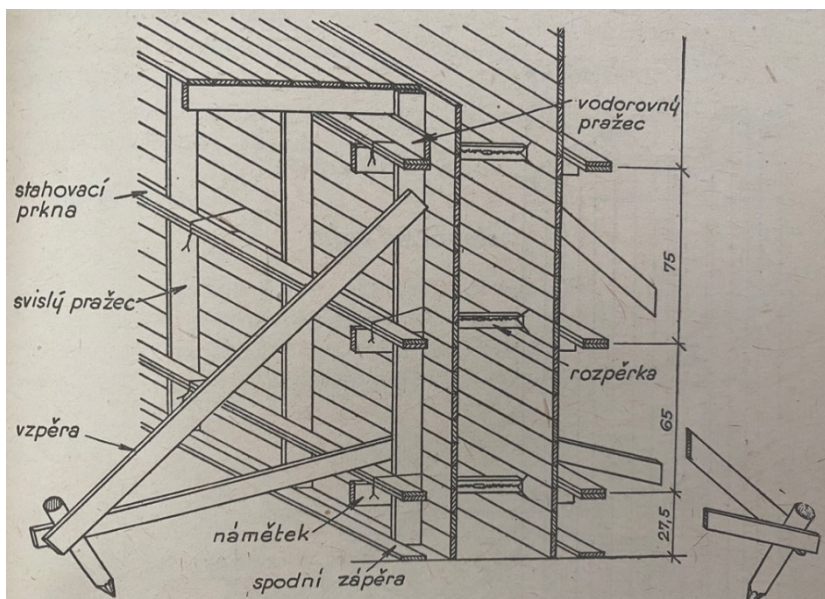
Obrázek 23 Dřevěná stojka [8]



Obrázek 24 Ocelová výsuvná stojka [8]

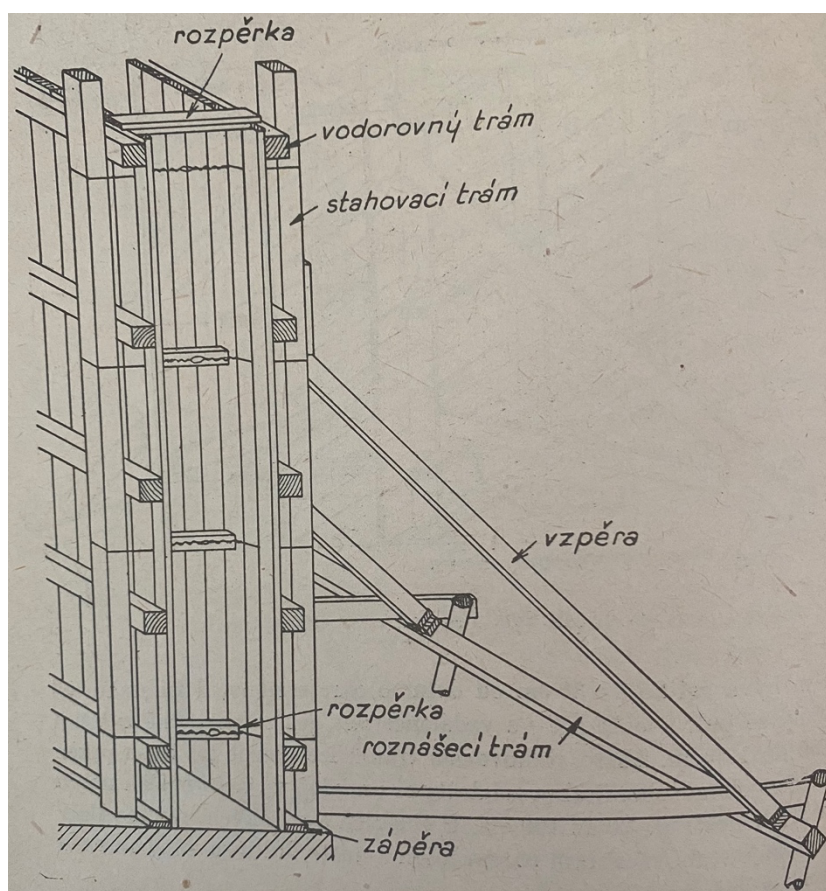
Hřeby jsou nejobvyklejším spojovacím prostředkem při zřizování bednění. Hřebíkové spojení je pevné, lze je snadno a rychle provést a také bez větších potíží rozebrat. Šrouby do dřeva (vrtule) spojují pevněji než hřeby, a proto se vystačí s menším počtem. Ale nevýhodou je pomalejší a dražší práce. Svorníkové spojení se v jednoduchých bedněních nepoužívá, je sice pevné, lze je podle potřeby dotáhnout nebo povolit, ale je drahé. Skobami čili kramlemi spojujeme tlustší dřeva. Skoby se vyrábějí z betonářského železa.

Stěny se bední různě podle toho, jak jsou tlusté a vysoké. U nízkých stěn tlustších než 20 cm, pokud jsou málo vyztužené, se bednění dělá stejně jako u základů. Vyšší stěny se bední vodorovně kladenými prkny, která se podporují ve vzdálenosti 50 až 80 cm svislými prahy. Ty se podle tloušťky a výšky stěny hotoví z fošen nebo hranolů. Mezi stěnami bednění jsou rozpěry průřezu 5/2,5 cm, stěny se stahují drátem o průměru 3 nebo 4 mm, který se vede přes stahovací trámy. Stahovací trámy průřezu 10/10 cm se přikládají ve vodorovném směru na svislé prahy. Spodní stahovací trám bývá asi 25 až 30 cm od dolního okraje stěny, další stahovací trámy se pak uspořádají ve vzdálenostech, jež se postupně zvětšují z 50 do 100 cm. Místo stahovacích trámů lze použít též dvou prken položených na sebe. Stahovací dráty se umísťují ve vodorovném směru ve vzdálenosti asi 70 až 100 cm. U tlustých a vysokých stěn se někdy nahrazuje stahovací trám párem fošen a místo drátu se stěny stáhnou šroubovými svorníky. [8]



Obrázek 25 Skladba dřevěného bednění vyšší stěny [8]

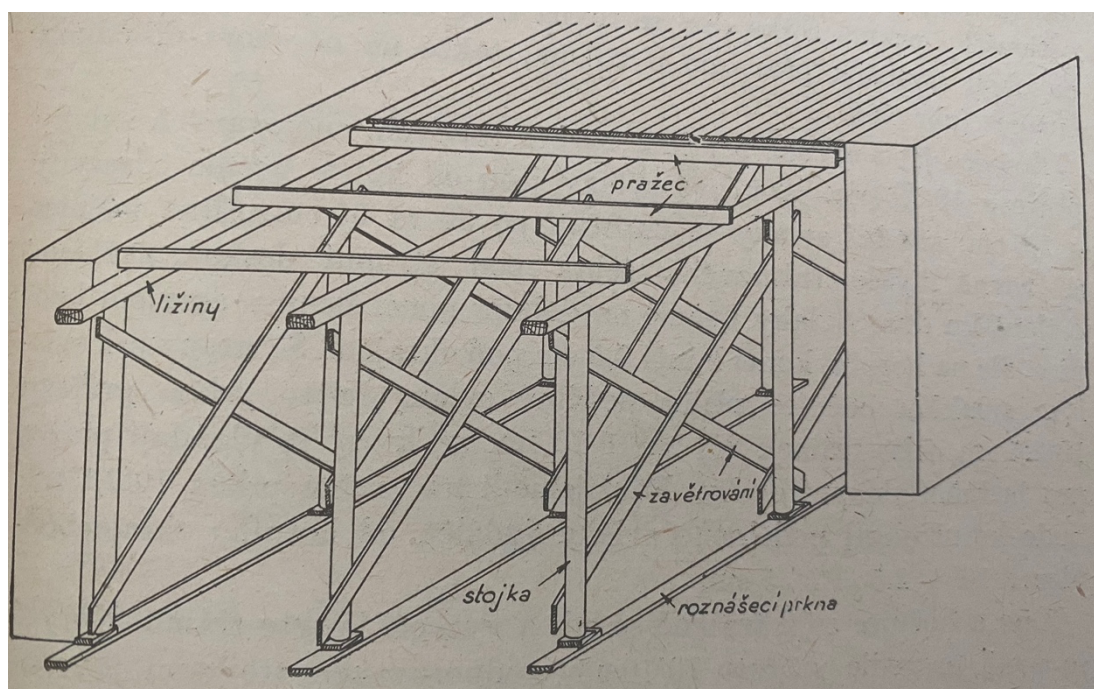
Staví-li se bednění na podklad, přibíjejí se nejprve zápěry z prken průřezu 10/2,5 cm, o něž opíráme svislé trámce stěn. Svislou polohu stěn zajistíme šikmými vzpěrami. Vzpěru tvoří šikmo postavené prkno o průřezu 10/2,5 cm nebo při vyšších stěnách šikmý hranol průřezu 10/10 cm. Horní konec vzpěry podporuje svislý trámec, dolní konec se opírá o kolík zaražený do země, nebo o podložku přibitou k podkladu. Vzpěry se zřizují při každém třetím nebo čtvrtém svislém trámci. Vysoké stěny zavětrováváme tak, že řada šikmých vzpěr podporuje svislé trámce v úrovni všech stahovacích trámů. Vzpěry se dolními konci opírají o společný úložný práh připevněný k podkladu.



Obrázek 26 Skladba dřevěného bednění vysoké stěny [8]

U stěn z prostého betonu se zpravidla postaví bednění po obou stranách v plné výšce. U železobetonových stěn postavíme nejprve bednění po jedné straně na celou výšku a pak stěnu vyztužíme, při čemž výztuž připevníme k bednění. Po vyarmování stavíme druhou stranu bednění buď najednou na celou výšku nebo po částech, postupně s betonováním. [8]

V případě desek je bednění z prken 2,5 cm tlustých, jež se kladou ve směru delšího rozměru desky. Prkna ukládáme na vodorovné pražce, kladené ve vzdálenostech 50 až 100 cm. Jako u pražců lze použít buď prken průřezu 10/2,5 cm, nebo fošen průřezu 10/5 cm, anebo hranolů průřezu 10/10 cm. Je-li deska upnuta mezi nosnými zdmi, ukládají se pražce na koncích na úložnou fošnu, připevněnou do zdi skobami. Abychom zajistili polohu pražců na úložné fošně, přibíjejí se z obou stran prkénka. Častěji se však konce pražců ukládají na úložné ližiny, jež probíhají podél zdi. Prahy průřezu 8/10 až 10/12 cm se ve vzdálenostech 1 až 2 m podporují sloupky. Sloupky se stavějí na roznášecí prkna a podkládají se klíny. Je-li rozpětí desky delší než 2 m, musí se pražce podporovat ližinami nejen na koncích, ale i v mezilehlých bodech, vzdálenost ližin nemá být větší než 100 až 150 cm. Na hotové pražce lze také ukládat místo prken desky z prken spojené svlaky nebo tabule standardních bednění, případně desek na bázi dřeva. [8]



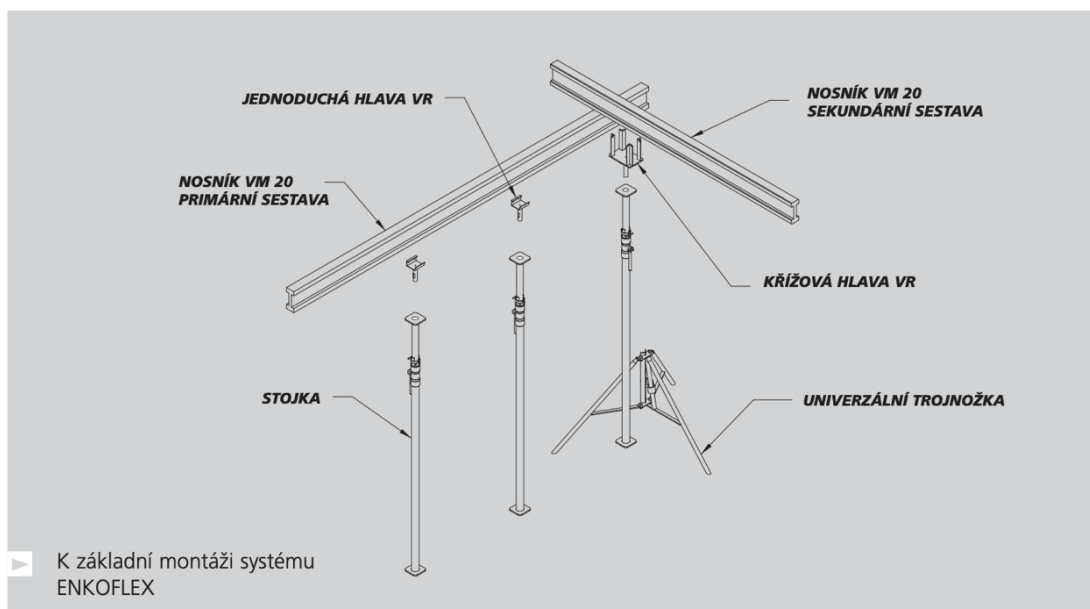
Obrázek 27 Schéma dřevěného bednění deskového stropu [8]

2.6.2 Systémové bednění

Pro vzorové projekty je použité systémové bednění ENKOFLEX od společnosti ULMA na, kterou je osazena bednicí deska od firmy DOKA. Tento systém stropního bednění je určený k zabetonování každého typu betonové desky, masivní i lehčené (s výjimkou kazetové), jakož i k provádění betonových průvlaků, trámů a dalších prvků.

K základní montáži systému ENKOFLEX se používají nosníky VM 20, z nichž se vytvoří rastr primární a sekundární sestavy. Nosníky jsou podepírány křížovými hlavami VR a jednoduchými hlavami VR. Bednicí desky se kladou přes sekundární sestavu nosníků. [30]

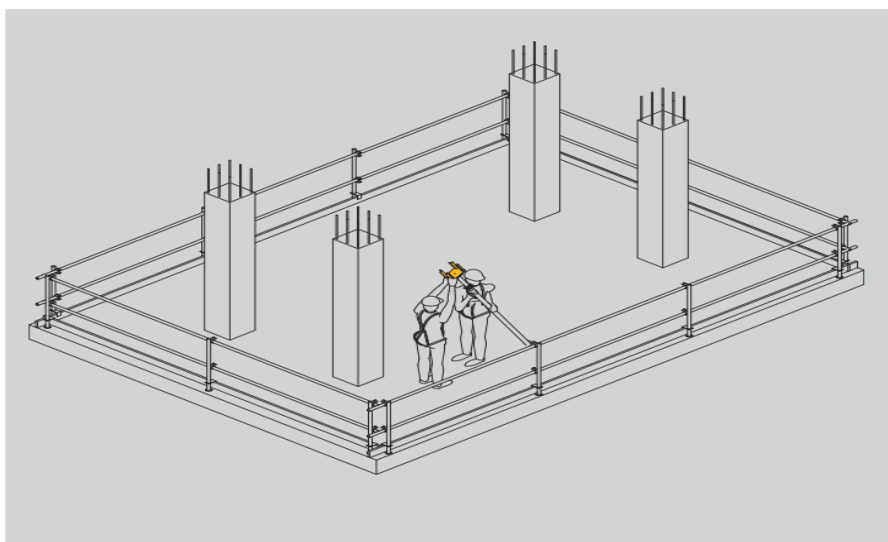
Křížové hlavy se osazují na začátek a konec každého nosníku primární sestavy a v místě překrytí nosníků VM 20 primární sestavy. Stojky s křížovými hlavami se osazují na trojnožky, zajišťující stabilitu systému. Postup sestavení bednicí sestavy je dodržovaný podle technologického postupu dodavatele. Konkrétní varianty prvků a jejich možné rozměry jsou popsány v příloze č.5. [30]



Obrázek 28 Sestava bednicího systému ENKOFLEX [30]

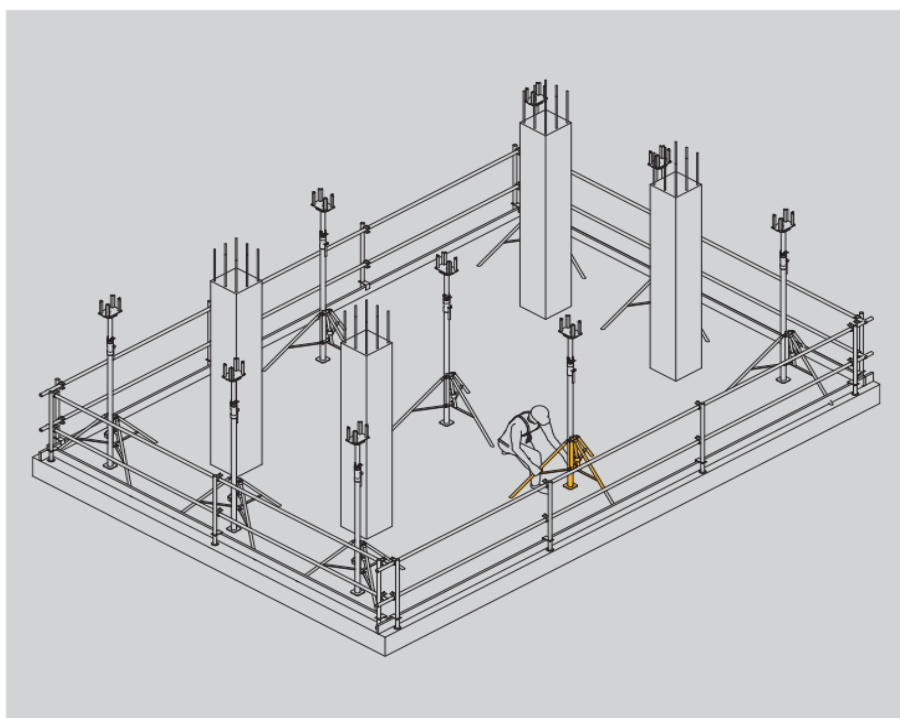
Technologický postup montáže bednění stropu:

- 1) Nasadíte hlavu na horní část stojky.



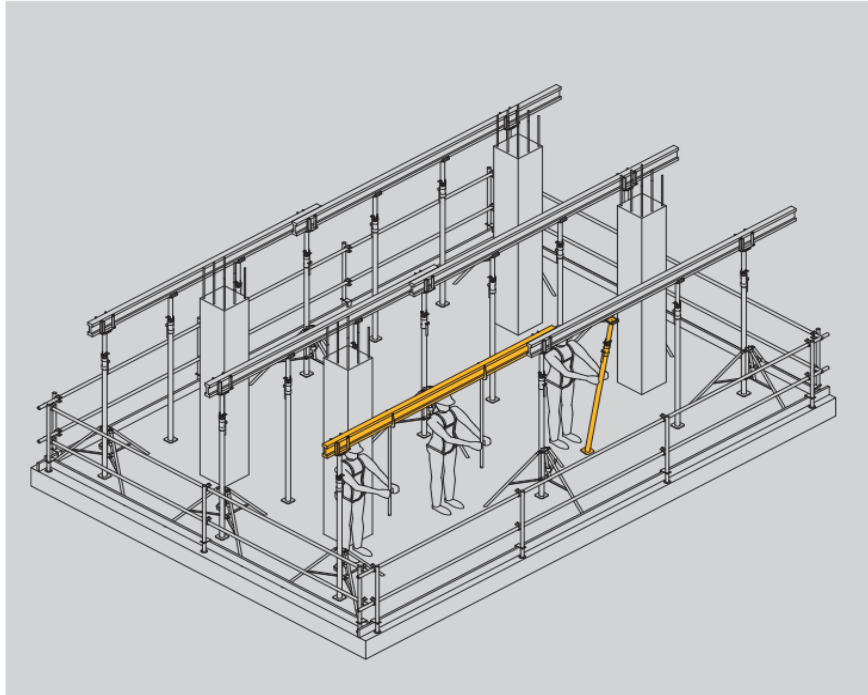
Obrázek 29 Nasazení hlav na stojky [30]

- 2) Podle plánu provedte rozměření nosníků primární sestavy. Na základě provedeného rozměření rozestavte stabilizované stojky pomocí trojnožek.



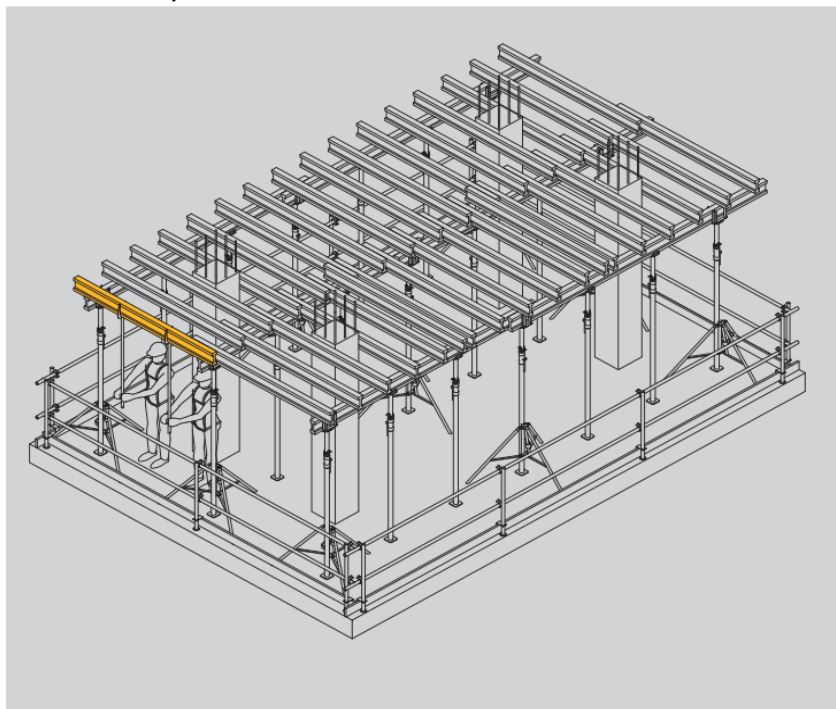
Obrázek 30 Rozmístění stojek [30]

- 3) Rozložte nosníky primární sestavy, každý z nich podepřete dvěma stojkami a křížovými hlavami na koncích nosníku. Stabilizujte pomocí trojnožek. Rozestavte mezistojky s jednoduchou hlavou.



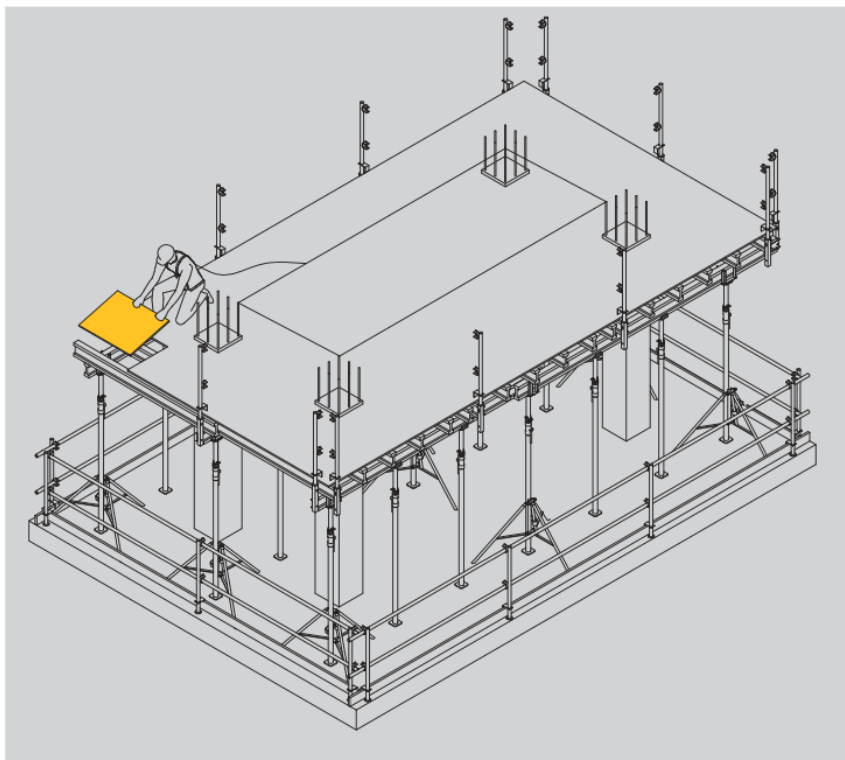
Obrázek 31 Osazení primárních nosníků [30]

- 4) Rozložte nosníky sekundární sestavy ve vzdálenostech dle montážních plánů.



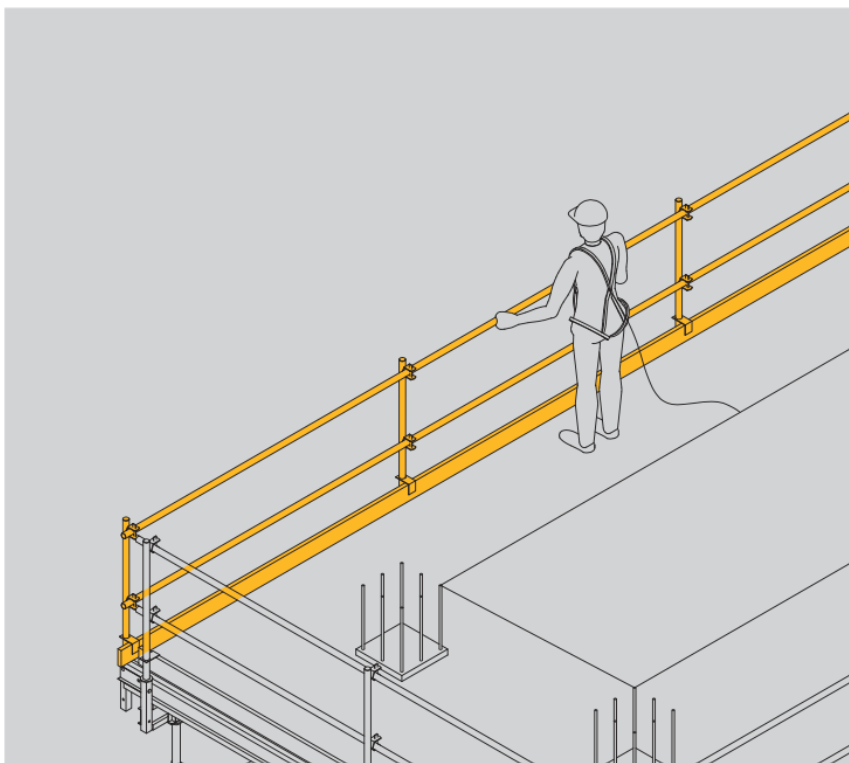
Obrázek 32 Osazení sekundárních nosníků [30]

5) Bezpečně osadte bednicí desky.



Obrázek 33 Osazení bednicích desek [30]

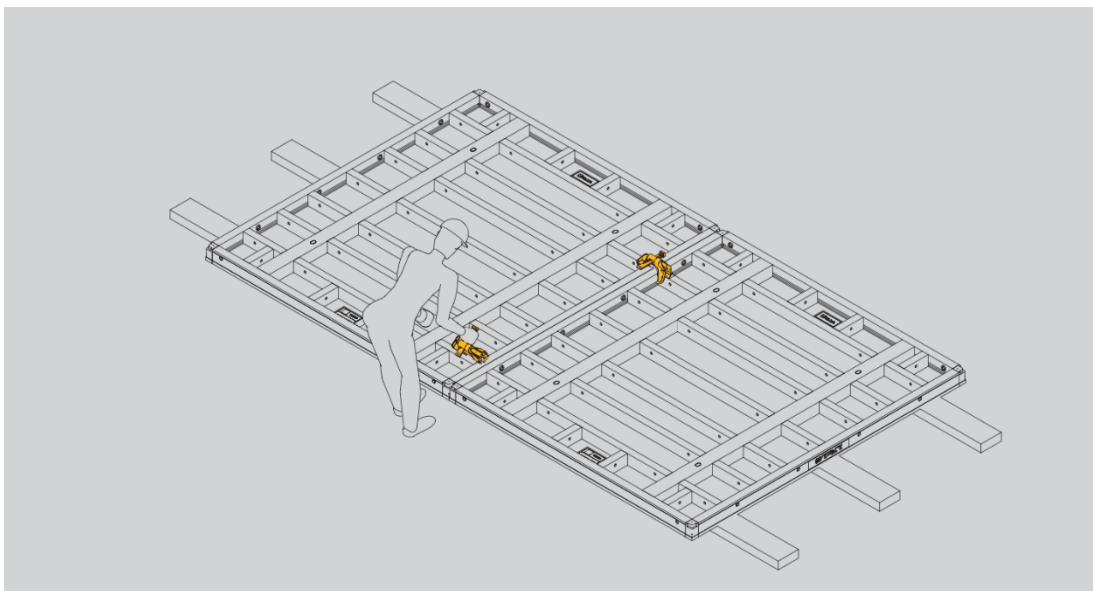
6) Obvod uzavřete pomocí zábradlí a okopových prken.



Obrázek 34 Osazení zábradlí [30]

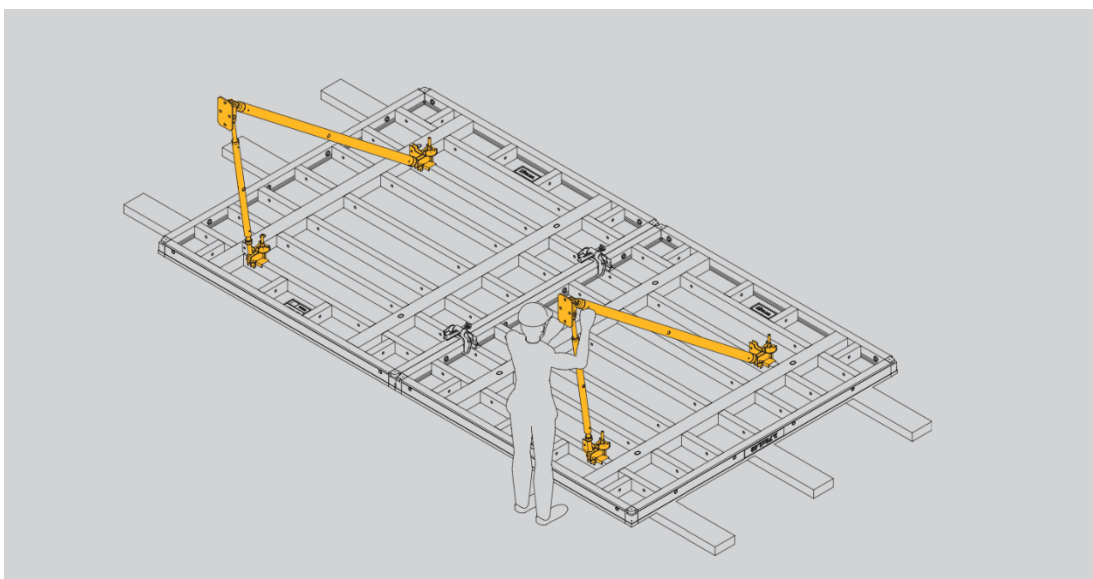
Technologický postup montáže bednění stěn:

- 1) Panely bednění položte na několik prachů či trámů, překližkou dolů, kovovým rámem nahoru. Panely spojte pomocí dvou nastavitelných zámků na svislém spoji.



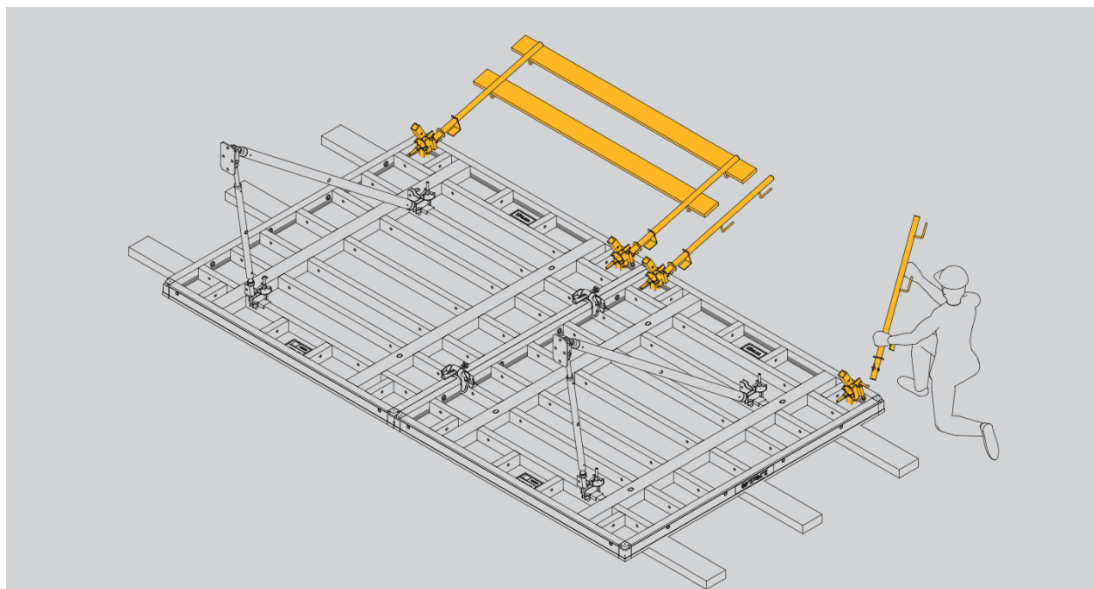
Obrázek 35 Spojení panelů [31]

- 2) Nainstalujte stabilizační systém – stabilizátory, včetně hlav a paty stabilizačního systému.



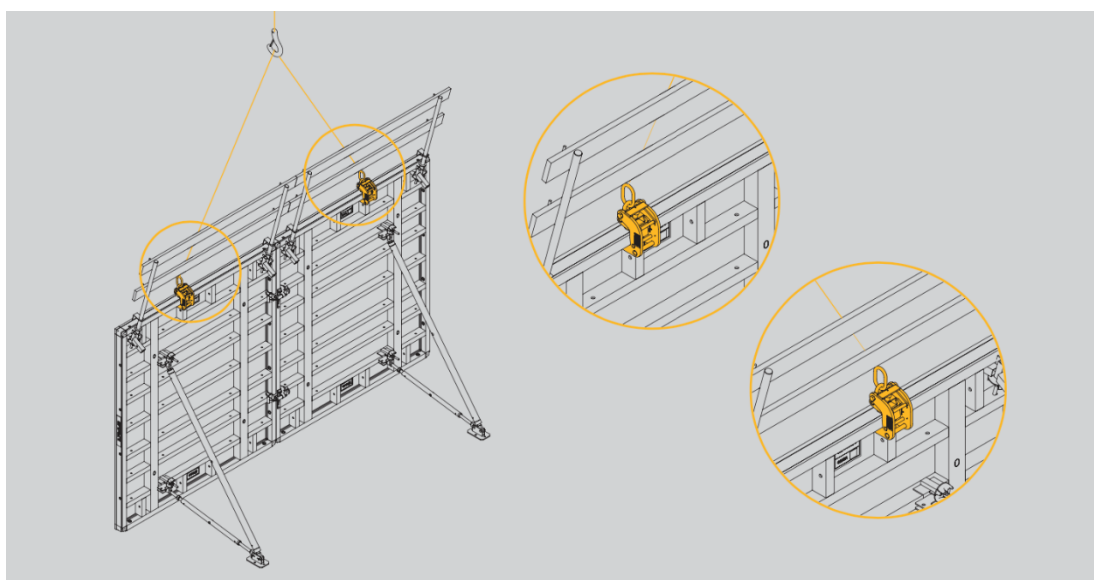
Obrázek 36 Montáž stabilizačního systému [31]

- 3) Na panely nainstalujte zábradlí sestaveného z držáků sloupků zábradlí ORMA a sloupků zábradlí S-V. Osadte ho včetně zábran z fošen nebo trubek.



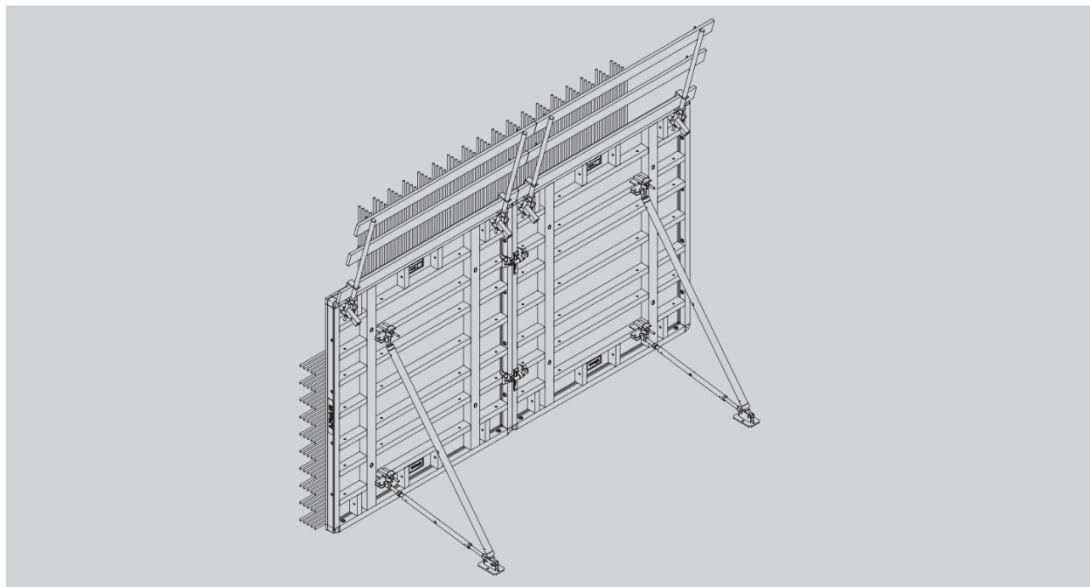
Obrázek 37 Osazení zábradlí

- 4) Nainstalujte jeřábové háky ORMA. Panely zdvihněte na jejich definitivní místo. Bednicí celek ukotvěte. [31]



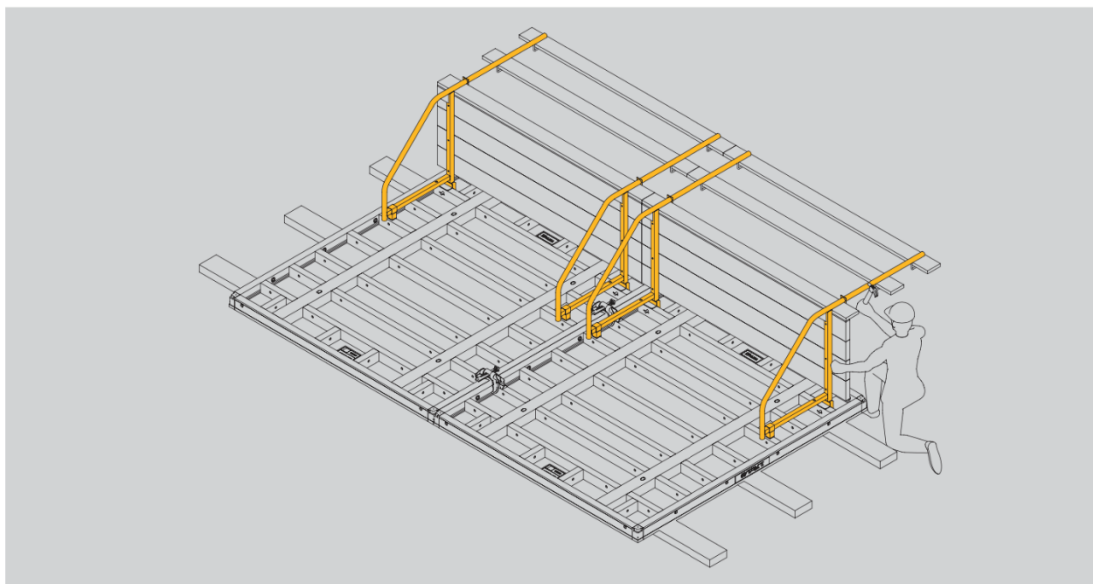
Obrázek 38 Montáž jeřábových háků [31]

5) Proved'te armování.



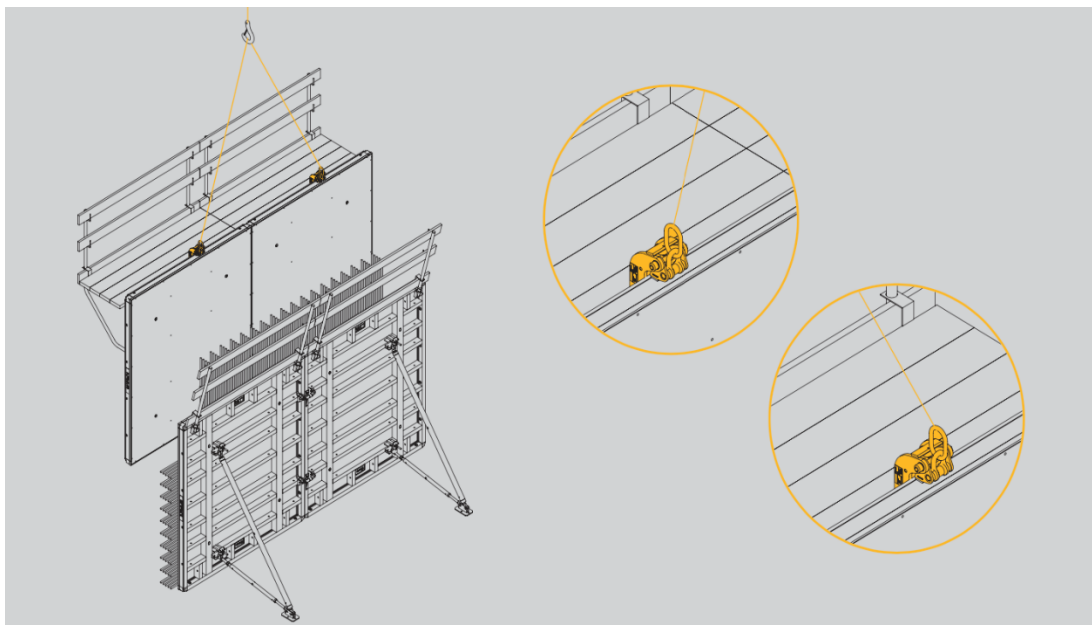
Obrázek 39 Armování stěny [31]

6) Proces montáže bednicího celku zopakujte i s panely protilehlé strany. K vybudování plošiny použijte konzolu ORMA a zábradlí doplňte příslušnými fošnami.



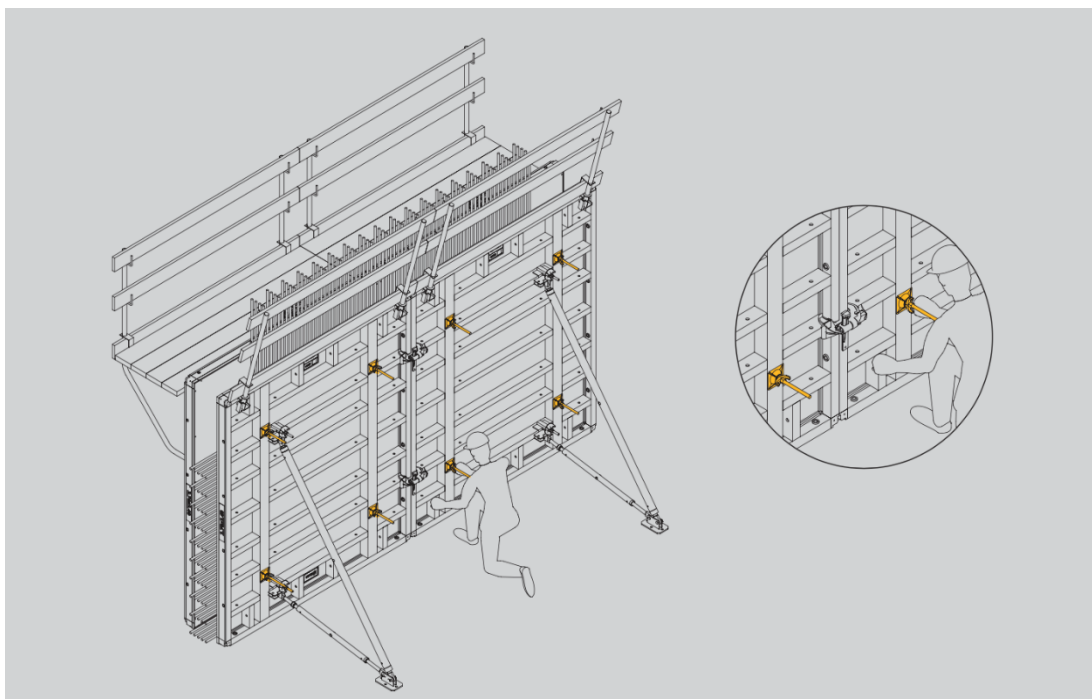
Obrázek 40 Montáž protilehlé strany [31]

- 7) Bednicí celek zdvihněte pomocí jeřábových háků a umístěte proti stabilizačnímu modulu.



Obrázek 41 Osazení druhé strany bednění [31]

- 8) Umístěte závitové tyče a upevněte je pomocí kloubných matic. Nainstalujte boční zábradlí. Po osazení čelního bednění je vše připraveno pro betonáž.



Obrázek 42 Montáž závitových tyčí [31]

2.7 Postup odbednění

2.7.1 Tradiční tesařské bednění

Potom co, betonová konstrukce nabude dostatečné pevnosti pro zvládnutí namáhání od stálého i občasného zatížení, je možné konstrukci odbednit. Nestačí dodržet pouze stanovený čas na odbednění, ale musíme se přesvědčit, jestli beton má požadované vlastnosti pro odbednění. Nejjednodušší je to při odbedňování zdí a bočnic trámů, jelikož stačí pouze aby beton vykazoval soudržnost. O tom se přesvědčíme vrypem na odkrytou část betonové konstrukce. Podle odporu posuzujeme, jestli se beton odbedněním bočnic neporuší. [9]

Odbednění základů a stěn je jednoduché. Nejprve uvolníme opěrný systém a až potom bednění. U ostatních prvků a zejména u průvlaků musí být beton dobře zatvrdnutý. Lehce se o tom přesvědčíme poklepáním kladívkem nebo skobou na odkrytý povrch betonu. Při zvonivém zvuku se může beton odbednit. Při dutém a prázdném zvuku není beton ještě zatvrdnutý a nemá dostatečnou pevnost. Dále pokud škrábneme ocelovým hrotem po povrchu betonu, podle barvy rýhy můžeme zjistit jeho tvrdost. Když je rýha světlá, můžeme beton odbednit, pokud je tmavá neodbedňujeme. [9]

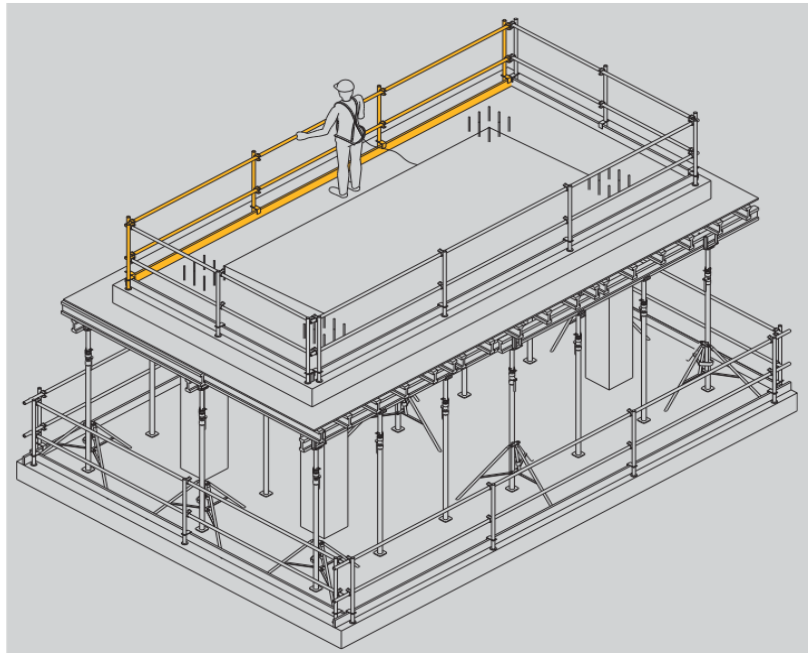
Odbedňovat se musí odborně, postupně jeden článek za druhým. Po odstranění bednění se vady na povrchu betonu musí opravit. Dřevo použité při bednění se musí očistit a zbavit hřebíků. Při odbedňování a uvolňování konstrukcí postupujeme tak, aby v konstrukci nevznikala nepředvídaná namáhání. Bednění uvolňujeme pozvolna, bez nárazů a otřesů, například u stropních konstrukcí pozemních staveb tím, že vyrazíme podkladní klíny podpěrných sloupků. [9]

- a) Při odbedňování sloupů rozebíráme nejprve patkový věnec, potom horní stahovací věnec, a nakonec ostatní věnce směrem od shora dolů.
- b) U stropních desek se nejprve uvolní klíny, prahové podložky nebo podélný prahový svlak, potom se odstraní prahy, tabule případně desky.
- c) V případě odbednění trámů se nejprve odbední boky trámů a až potom dno.

2.7.2 Systémové bednění

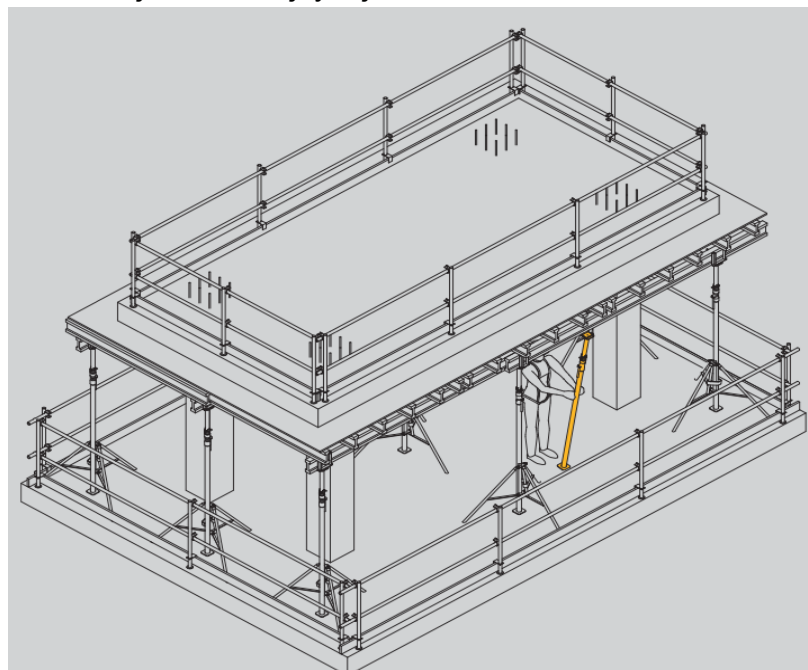
Jakmile beton získá potřebnou pevnost a odolnost, lze přistoupit k odbednění. Stejně jako v případě sestavení bednění je postup odbednění převzatý z technologického postupu dodavatele bednění.

- 1) Odmontujte ochranné obvodové prvky a položte je na hotovou stropní desku.



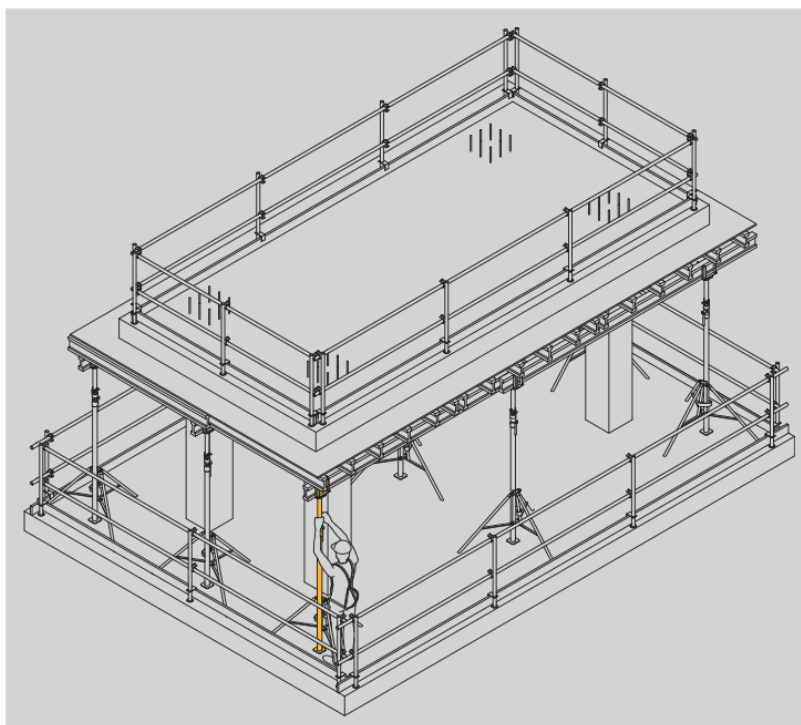
Obrázek 43 Demontáž zábradlí [30]

- 2) Odmontujte mezistojky s jednoduchou hlavou.



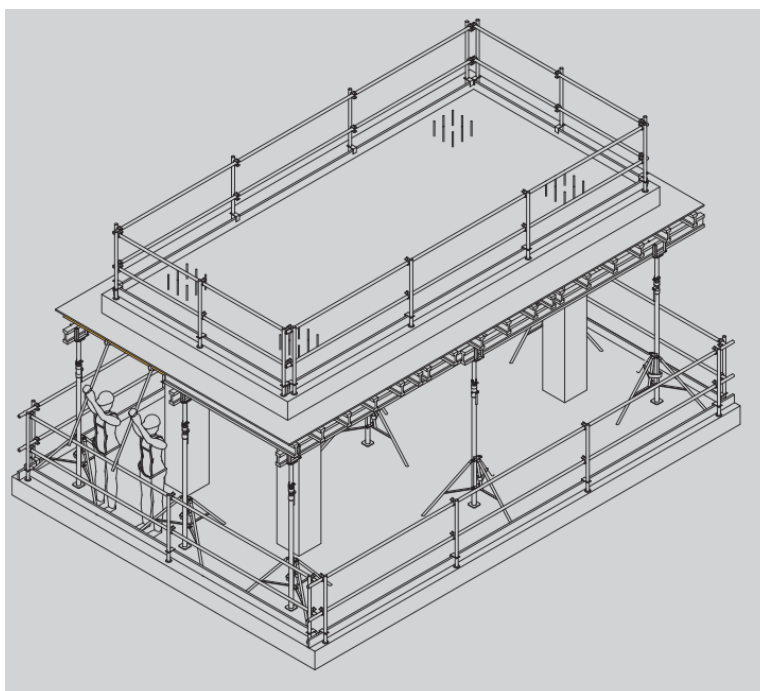
Obrázek 44 Demontáž mezistojek [30]

- 3) Zbývající stojky uvolněte přibližně 5 cm, aby nosníky primární sestavy poklesly.



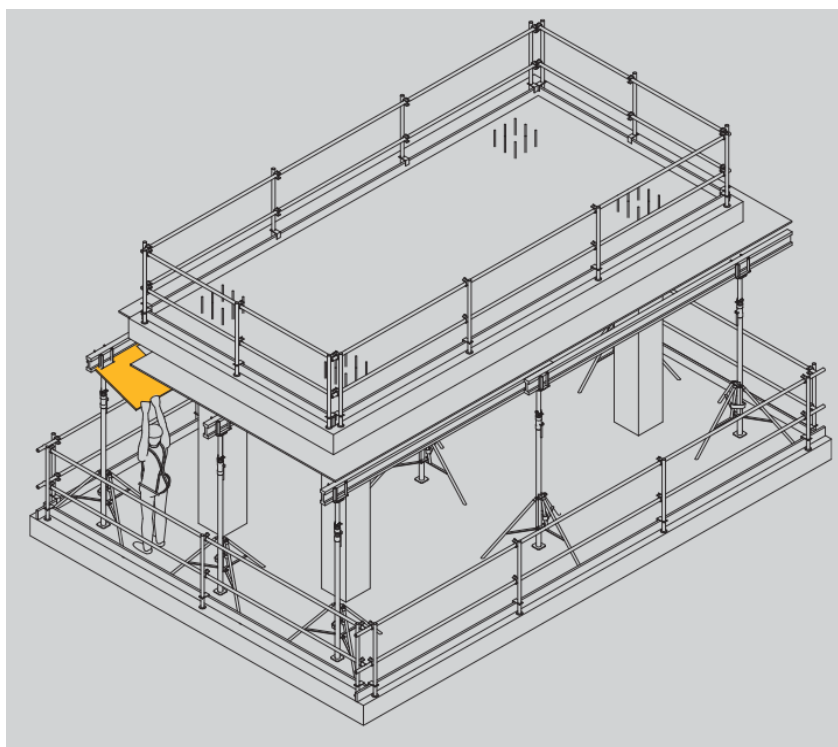
Obrázek 45 Uvolnění stojek [30]

- 4) Otočte nosníky sekundární sestavy nad nosníky primární sestavy, abyste je mohli vytáhnout. Nosníky ve spojích bednicí desky ponechejte.



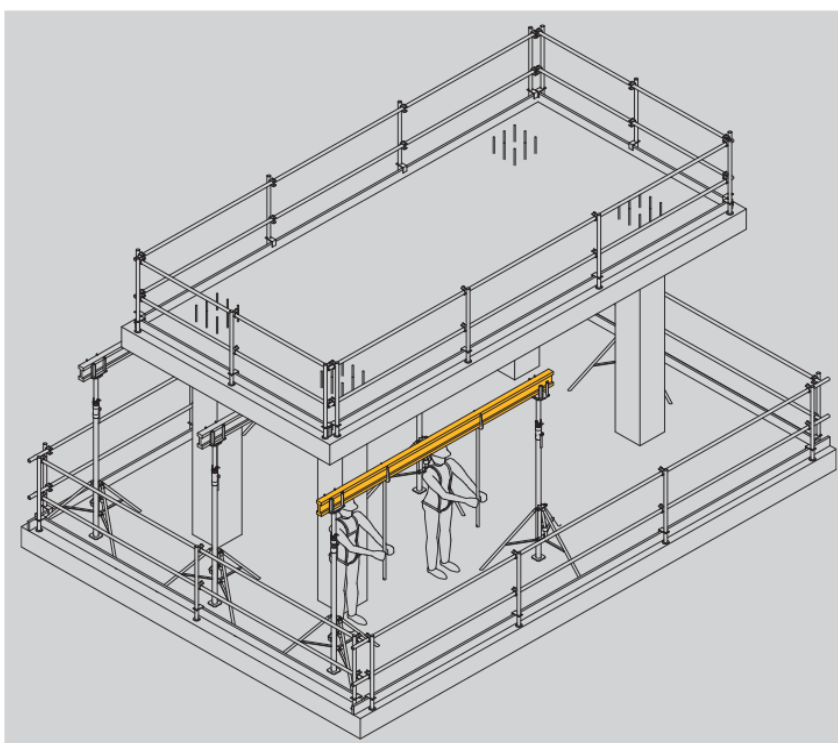
Obrázek 46 Demontáž nosníků primární sestavy [30]

- 5) Odstraňte bednicí desky společně s nosníky sekundární sestavy, které je dosud podepíraly.



Obrázek 47 Demontáž bednicích desek [30]

- 6) Dokončete demontáž zbytku bednění: nosníky primární sestavy, stojky, křížové hlavy a trojnožky.



Obrázek 48 Demontáž zbytku bednění [30]

2.8 Bezpečnost práce

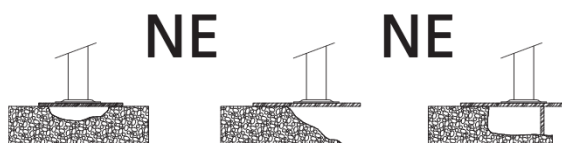
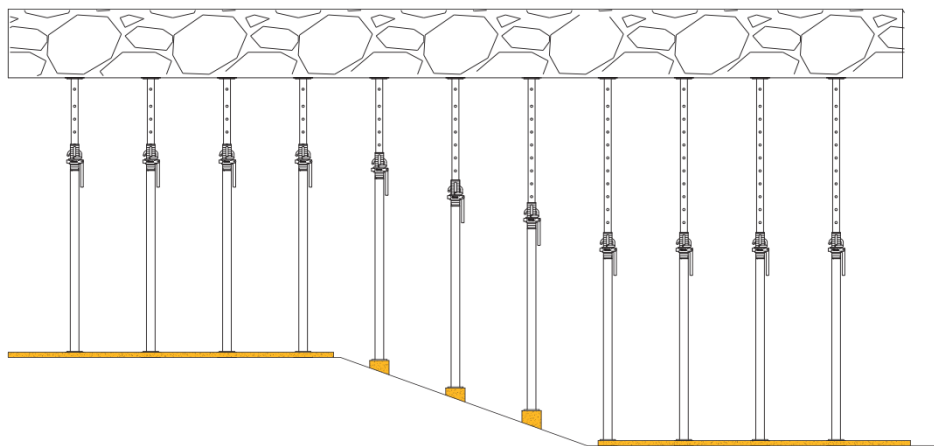
Při práci na bednění jsou pracovníci vystaveni obdobným rizikům jako při práci na stavbě lešení či montážích dřevěných či kovových konstrukcí. Kromě základních pravidel pro práci ve výškách, tu platí řada dalších ustanovení. Zdůrazňuje se hlavně potřeba těsnosti, únosnosti a prostorové tuhosti bednění, podpěrného lešení, stojek a rámových podpěr. Jejich únosnost má být prokázána výpočtem. Náročnější konstrukce je třeba prověřit zkouškou tuhosti. [11]

Při každé činnosti v rámci stavby bude zhotovitel dodržovat požadavky na bezpečnost práce a ochraně zdraví při práci. Stejně podmínky platí pro případné subdodavatele, kteří se na stavbě budou pohybovat. Veškeré požadavky s tím související vycházejí z platných norem, předpisů a zákonů.

- zákon č. 262/2006 Sb. – zákoník práce
- zákon č. 309/2006 Sb. – o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- zákon č. 258/2000 Sb. – o ochraně veřejného zdraví
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. – o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovišti s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- NV č. 495/2001 Sb. – používání OOPP
- NV č. 591/2006 Sb. – o bližších minimálních požadavcích na BOZP na staveništích
- NV č. 361/2007 Sb. – podmínky ochrany zdraví při práci
- NV č. 101/2005 Sb. – komunikace v objektech, skladování, manipulace, únikové cesty, první pomoc atd.

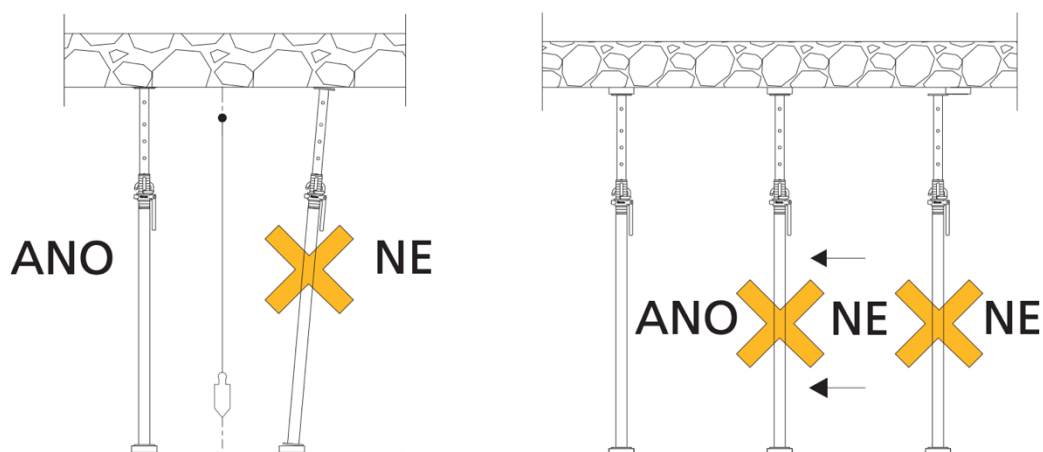
Doporučení z hlediska bezpečnosti od dodavatele bednění:

- 1) Stojky se musí opírat o stabilní vodorovnou plochu s rovným povrchem. V případě šikmého povrchu se použije klínová podložka s úhlem kompenzujícím šikmou plochu. [30]



Obrázek 49 Podklad stojek [30]

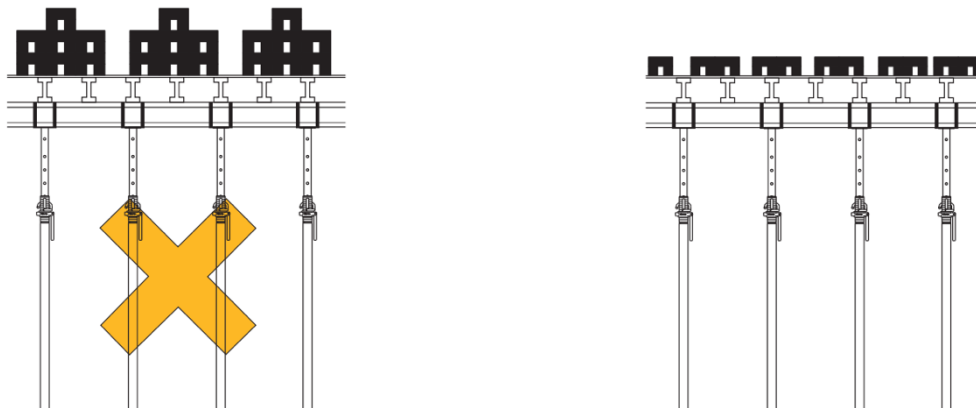
- 2) Svislost stojky musí být prověřena pomocí olovnice. Stojky musí být zatěžovány svislou silou a nejlépe v těžišti. Nesmí na ně být vyvíjené horizontální zatížení. [30]



Obrázek 50 Správná svislost stojek [30]

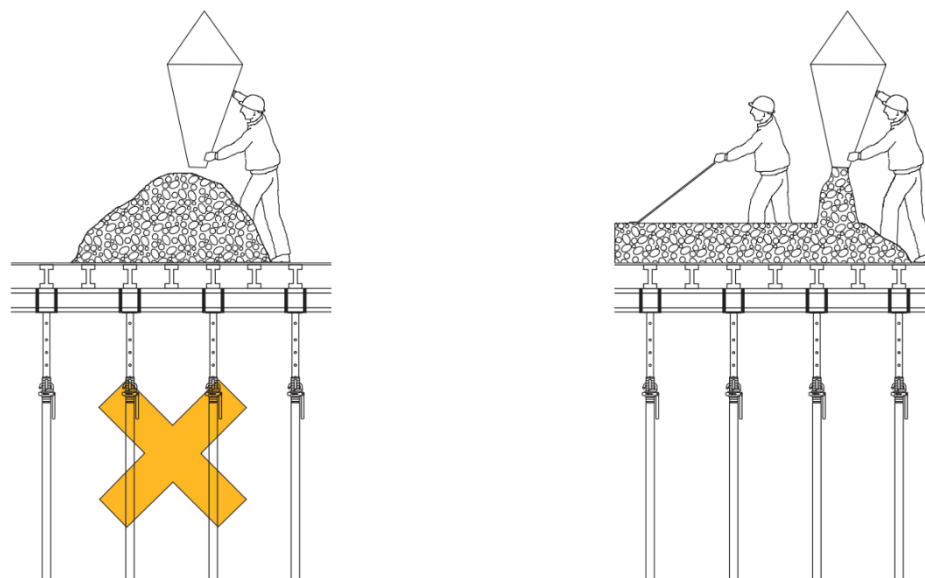
- 3) Stojky smí být používány pouze jednotlivě a stavěny mezi opěrnou plochu a zátěž. Je zakázáno spojovat stojky na sebe k dosažení větších výšek. Uvedený postup může vést k ztrátě únosnosti a jejich zborcení. [30]
- 4) Nepoužívejte stojky, které jsou deformované, vykazují trhliny nebo jsou na nich patrné znaky hloubkové koroze. [30]

- 5) Nepoužívejte bednění jako místo k hromadění materiálu s bodovým zatížením. Rovnoměrným rozložením materiálu zajistíte jednotné zatížení. [30]



Obrázek 51 Schéma správného zatížení [30]

- 6) Beton ukládejte ve vrstvách o stejné tloušťce a za trvalých vibrací. Zabráňte tak lokálnímu hromadění betonu s ohledem na tvorbu rastru, případně ztráty stability bednění. [30]



Obrázek 52 Postup betonáže [30]

3 Cíl práce

Cílem této práce je seznámení s druhy tradičních bednění betonových konstrukcí. Identifikování rizik spojené s realizací a jejich vliv na výsledný vzhled betonového povrchu. Získané znalosti budou využité při aplikaci na vzorové projekty a při vyhodnocení výhod a nevýhod z hlediska technologie, doby provádění, ceny, kvality a pohledovosti.

4 Aplikace tesařského a systémového bednění na konstrukci

4.1 Metodika práce

4.1.1 Cena

V rámci aplikace na vzorové projekty je nutné stanovit postupy pro získání dat, potřebných k vyhodnocení pomocí multikriteriální metody. Jako první kritérium byla stanovena cena. Pro dosažení cenového odhadu na daný projekt je řešitelem vypracována individuální kalkulace. Jako podklad pro individuální kalkulaci byly použité cenové nabídky na pronájem systémového bednění od dodavatele, cenové nabídky na řezivo a práci od subdodavatele oslovené firmy. Pro stanovení ceny je potřeba stanovit také cenu a dobu potřebnou pro montáž bednění. Tyto data získáme z cenových soustav ÚRS, které srovnáme s reálnými náklady zhotovitele a zvolíme hodinovou sazbu lépe odrážející situaci na pracovním trhu. Dobu práce na jedné měrné jednotce stanovíme na základě pozorování na stavbě za reálných podmínek.

4.1.2 Doba provádění

Dalším velmi důležitým kritériem hodnocení je doba provádění, při které použijeme vybraná data z kalkulace ceny, jako například výměry obou konstrukcí nebo sestavy bednění. Získáme časový údaj ve dnech, který odráží pracnost a použitelnost daného bedněního systému. V rámci tohoto kritéria se jedná zejména o dobu procesu zhotovení bednění a odbednění. Základem stanovení času bude doba práce zhotovení bednění a odbednění, na základě pozorování a doba po kterou musí betonová konstrukce zůstat plně podepřená a bedněná. Na konci výpočtu získáme počet dní na základě jednoduchého harmonogramu vypracovaného v programu Microsoft Project.

4.1.3 Vzhled

Posledním kritériem vyhodnocení je konečný vzhled betonového povrchu. Vzhledem k tomu, že je velmi těžké stanovit, který z bednicích systémů tvoří z hlediska pohledovosti krásnější povrch, bude toto kritérium vyhodnocené pomocí anonymního dotazníku. Tento dotazník bude složený z vhodně zvolených otázek s možností zvolení odpovědi, který s betonových povrchů je podle názoru jednotlivých respondentů vzhledově nejlepší. Distribuce dotazníku bude probíhat náhodně při zachování anonymity a osobních dat zúčastněných respondentů. Získané data se statisticky vyhodnotí a určí pořadí v tabulce multikriteriální analýzy. Otázky a výsledky dotazníku jsou přílohou č. 4.

4.2 Identifikační údaje

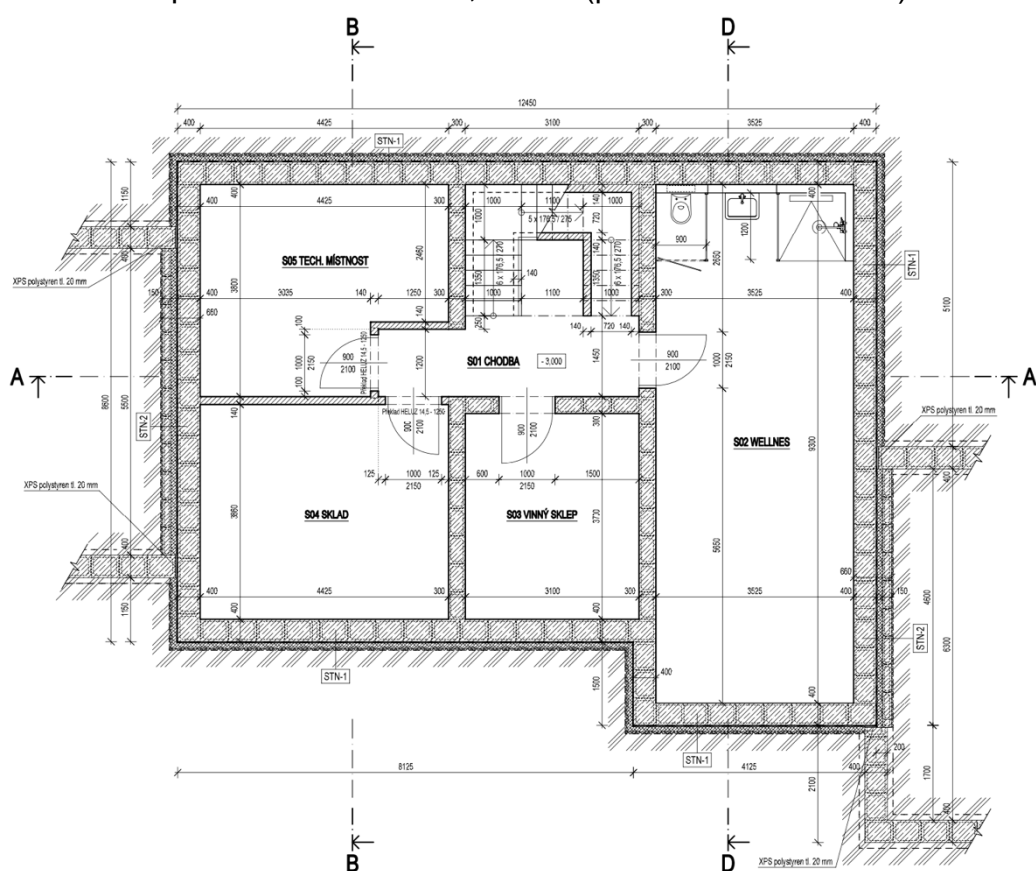
Zvolená kritéria byla posuzována na reálných projektech realizovaných oslovenou stavební firmou. Jako první projekt byl zvolený rodinný dům, jelikož se jedná o nejběžnější stavbu v rámci pozemních staveb malého až středního rozsahu. Druhá stavba je typický zástupce mostních staveb malého rozsahu, které mývají ve správě obce.



Obrázek 53 Dokončovací práce most – Sedlejšovice, zdroj: vlastní

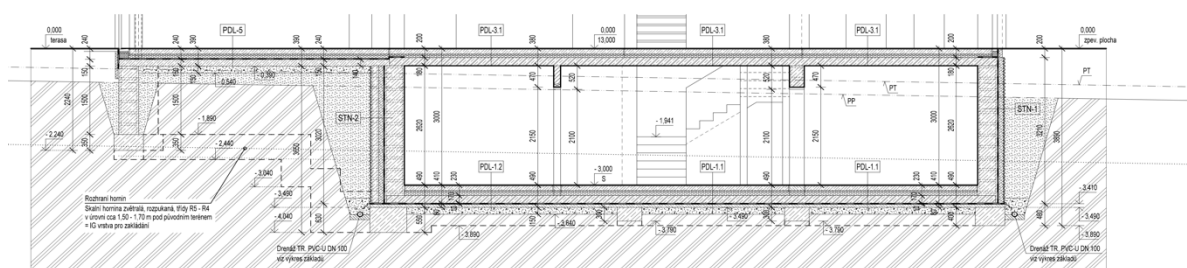
4.2.1 Rodinný dům Nová Ves

Novostavba rodinného domu se nachází na p.p.č. 1002/4, k.ú. Nová Ves u Chrastavy v Libereckém kraji. Jedná se o stavbu o dvou nadzemních a jednom podzemním podlaží. Objekt je částečně podsklepený pod obytnou částí domu. Konstrukční systém se skládá ze zděné svislé konstrukce v 1.PP ze ztraceného bednění s železobetonovou výplní a zděné svislé konstrukce z cihelných bloků Heluz v 1.NP i 2.NP, z monolitických železobetonových stropů a je zastřešen dřevěným krovem z lepených profilů BSH. Plocha řešeného stropu nad 1.PP činí 101,079m² (plocha bedněné části).



Obrázek 54 Půdorys 1.PP rodinného domu Nová Ves

ŘEZ A-A (1:50)

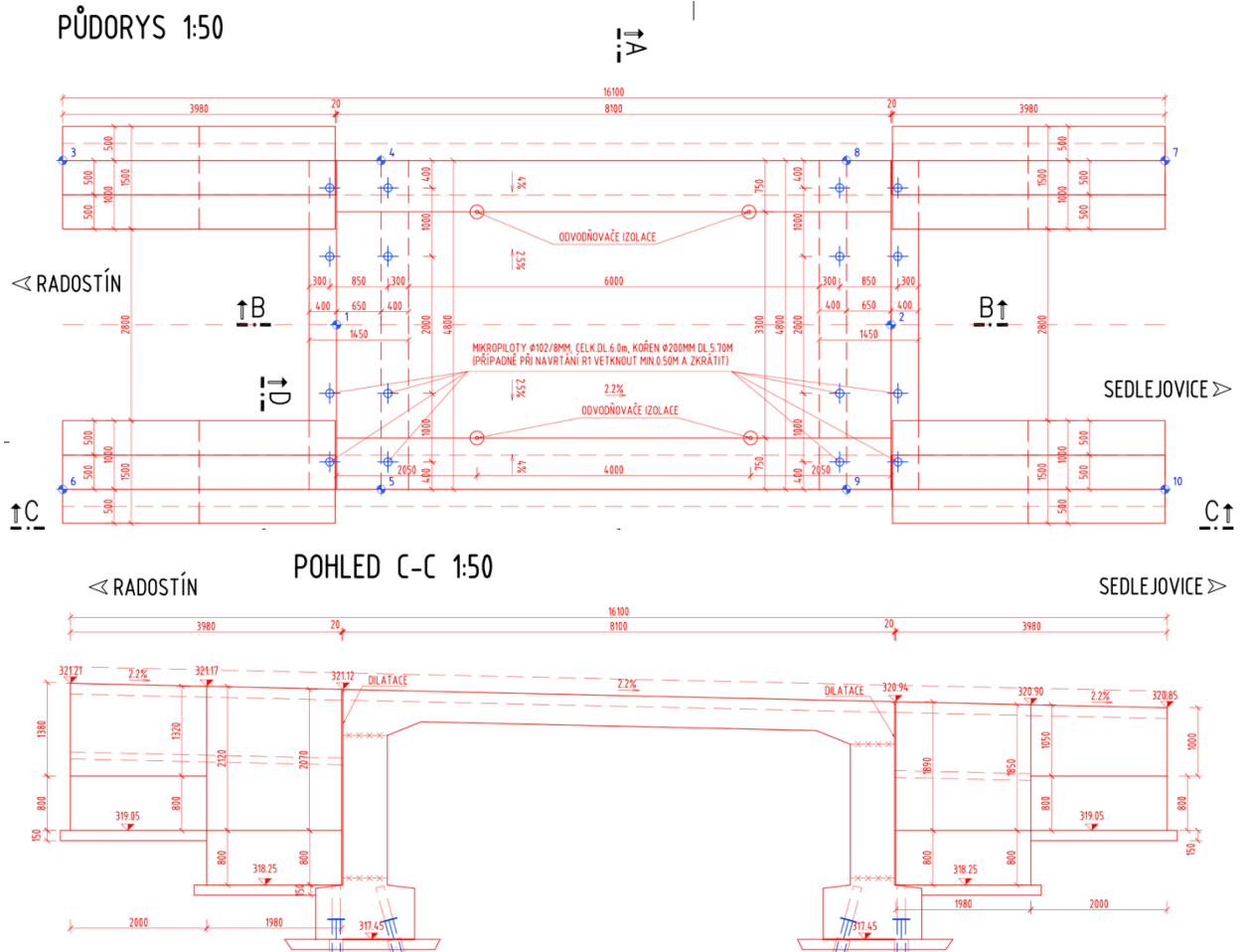


Obrázek 55 Řez 1.PP rodinného domu Nová Ves

4.2.2 Most – Sedlejšovice

Původní mostní objekt se nacházel ve vsi Sedlejšovice u obce Sychrov v okrese Liberec, byl dvou klenbový z pískovcových kvádrů se středovým pilířem přes říčku Mohelku. Celkový technický stav mostu byl velmi havarijní z důvodu stáří objektu, zanedbané údržby, použitého materiálu na nosnou konstrukci (měkký nasákový pískovec), ale především kvůli malému průtočnému profilu obou komor, kde se při zvýšené hladině průtoku vody o tento středový pilíř zachytávali nečistoty z řečiště a vyvíjeli na něj boční tlak, docházelo tak k hloubkovému podemletí a následnému sedání.

Nový mostní objekt se nachází ve vsi Sedlejšovice, které jsou součástí obce Sychrov v okrese Liberec. Most je nyní vynesena přes říčku jménem Mohelka. Konstruktivně je nový most řešený jako monolitický železobetonový polorám o jednom poli. Založení mostu je hlubinné na mikropilotách délky 8 m s železobetonovým základovým prahem, z důvodu malé únosnosti podloží v místě založení (řečištní nánosové jílovité sedimenty).



Obrázek 56 Půdorys a řez mostu – Sedlejšovice

4.3 Vymezení předmětu řešení

4.3.1 Rodinný dům Nová Ves

Zhotovení monolitického železobetonového stropu nad suterénem.



Obrázek 57 Realizace bednění nad 1.PP rodinného domu, zdroj: vlastní

4.3.2 Most Sedlejšovice

Zhotovení monolitického železobetonového polorámu o jednom poli.



Obrázek 58 Realizace bednění mostu – Sedlejšovice, zdroj: vlastní

4.4 Sestava bednění

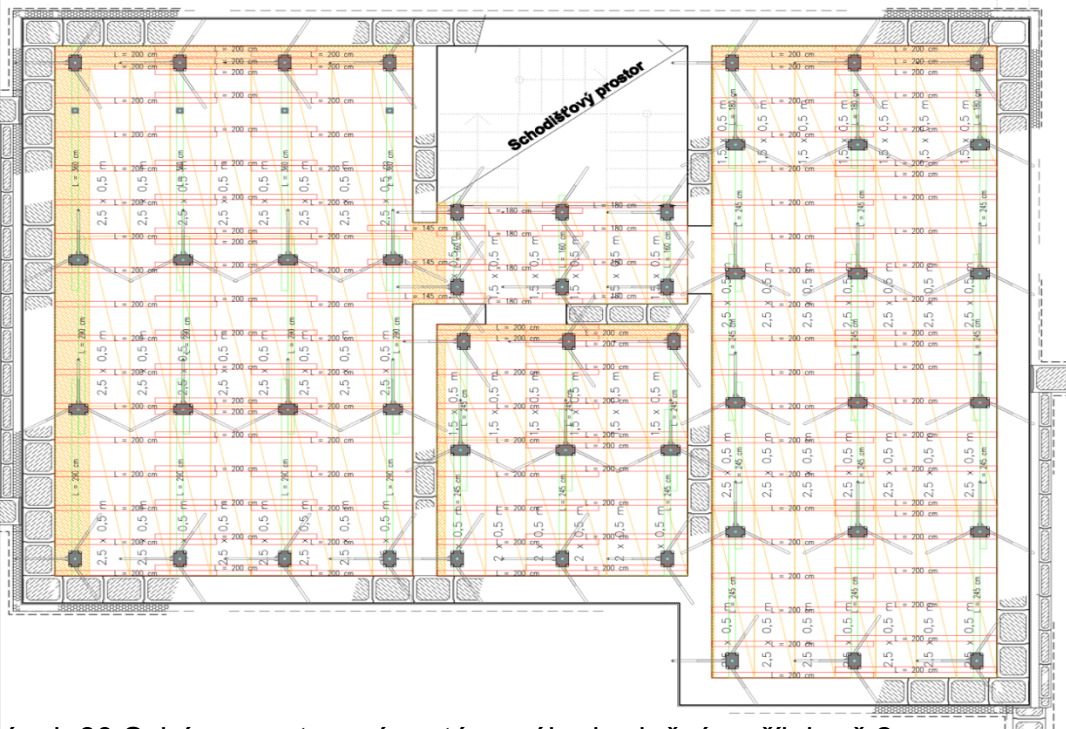
4.4.1 Systémové bednění

4.4.1.1 Rodinný dům Nová Ves

Pro určení množství potřebných prvků a jejich skladby byla použita v případě rodinného domu cenová nabídka a návrh skladby od společnosti ULMA. Jelikož byl strop odléván v rámci jedné fáze betonáže, byla zapotřebí jedna sestava bednění po dobu trvání plánovaného harmonogramu stavby.

Typ stavby:		CIVIL ENGINEERING		Realizace:		90
ks	č. artiklu	popis		kg/ks	Kč/ks	
STROPNÍ STOJKY ENCOFLEX						
53	2200068	STOJKA EP C+D35	1974-3500	21,30	4892,00	
4	2211000	HLAVICE JEDNODUCHÁ VR ČERNÁ		0,73	388,00	
49	2211003	T60 HLAVICE KŘÍŽOVÁ VR ČERNÁ		4,90	1489,00	
49	2220090	TROJNOŽKA EP		11,20	2211,00	
DŘEVĚNÉ NOSNÍKY H 20			344,65 bm			
3	Q600145	DŘEVĚNÝ NOSNÍK 20/145	4,35 bm	6,70	1302,00	
3	Q600160	DŘEVĚNÝ NOSNÍK 20/160	4,8 bm	7,40	1342,00	
11	Q600180	DŘEVĚNÝ NOSNÍK 20/180	19,8 bm	8,30	1350,00	
117	Q600200	DŘEVĚNÝ NOSNÍK 20/200	234 bm	9,20	1498,00	
18	Q600245	DŘEVĚNÝ NOSNÍK 20/245	44,1 bm	11,30	1834,00	
8	Q600290	DŘEVĚNÝ NOSNÍK 20/290	23,2 bm	13,30	2172,00	
4	Q600360	DŘEVĚNÝ NOSNÍK 20/360	14,4 bm	16,60	2702,00	
BEDNÍČÍ DESKY (PRONÁJEM)						
19	V725001	TŘÍVRSTVÁ DESKA 1500x500x21		8,25	1008,00	
6	V725003	TŘÍVRSTVÁ DESKA 2000x500x21		11,00	1560,00	
45	V725005	TŘÍVRSTVÁ DESKA 2500x500x21		13,75	1980,00	
SPOTŘEBNÍ MATERIÁL						
3	Q725007	PD TOPOL 2500X1250X21MM	2,5 x 1,25 m	31,50	1999,00	
15 L	Q860201	OLEJ BIOFORM		1,00	64,61	
1	Q860202	KANYSTR PVC 15L		0,51	202,00	
Celková hmotnost					4 458 kg	
Pronájem bednění - 1 měsíc (30 dní)					21 466 Kč	
Pronájem bednění - 1 den					716 Kč	
Manipulační poplatek					500 Kč	
Spotřební materiál celkem					7 168 Kč	
Uvedené ceny jsou bez DPH.						
KAUCE					BONUS Kč	

Obrázek 59 Cenová nabídka bednění pro RD – Nová Ves – příloha č.3



Obrázek 60 Schéma sestavení systémového bednění – příloha č.2

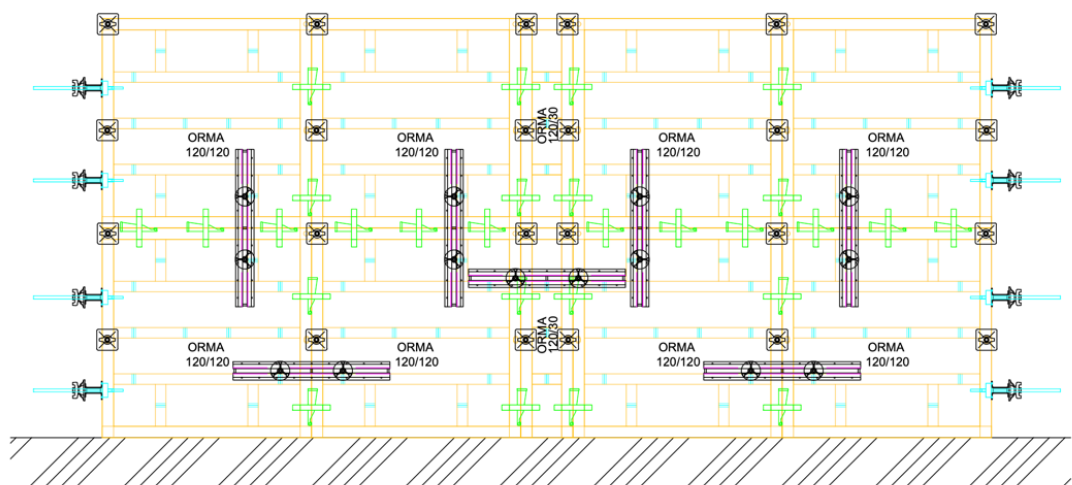
4.4.1.2 Most Sedlejšovice

V případě mostního objektu byl postup získání potřebné sestavy a její skladby stejný jako v případě rodinného domu. Rozdíl je ovšem v etapizaci tohoto projektu, v rámci systémové varianty totiž musí dojít k rozdělení na dvě etapy betonáže. První etapa se skládá ze dvou opěr, zatímco v druhé etapě se zvlášť odlévá konstrukce mostovky. Z tohoto důvodu nutné mít dvě sestavy bednění, přitom každá má specifickou dobu použití a prvky.

		Typ stavby: CIVIL ENGINEERING		Realizace: 90			
		ks	č. artiklu	popis	kg/ks	Kč/ks	
ORMA PŘÍSLUŠENSTVÍ							
	2	1	2	1900179	OR JEŘÁBOVÝ HÁK ORMA 15kN (1500kg)	10,60	9 663,00
10	20	2	20	1900170	OR NASTAVITELNÝ ZÁMEK ORMA	5,40	2 073,00
60	120	3	120	1900894	OR PEVNÝ ZÁMEK ORMA	2,90	1 167,00
6	12	4	12	1900119	OR HLAVA 60 ÚZKÁ	4,50	2 123,00
3	6	5	6	1900144	OR PATA STABILIZÁTORU	4,90	2 015,00
3	6	6	6	1900134	OR STABILIZÁTOR 1,1 - 1,7	7,70	4 589,00
3	6	7	6	1900123	OR STABILIZÁTOR 2,4 - 3,5	24,10	9 042,00
3	6	8	6	1861094	OR KONZOLA ORMA	16,00	5 762,00
11	22	9	22	1900193	OR VYROVNÁVACÍ MŮSTEK ORMA 90	10,65	2 834,00
8	16	10	16	1900445	OR VYROVNÁVACÍ MŮSTEK ORMA 155	18,27	4 662,00
22	44	11	44	1900448	OR NAPOJENÍ VÝROV. MŮSTKU ORMA	1,40	889,00
16	32	12	32	Q646944	OR PILÍŘOVÁ KOTVA ORMA DLOUHÁ (alt. 1904436)	1,60	649,00
ORMA 80							
16	32	13	32	1900032	OR PANEL ORMA 120/120	88,60	27 302,00
4	8	14	8	1900056	OR PANEL ORMA 120/30	34,78	16 169,00
SPOJOVACÍ PRVKY							
24	48	15	48	Q615120	TI SPÍNACÍ TYČ DW15 L=120CM DW15	1,71	225,00
86	172	16	172	1900256	MATICE KALOTOVÁ DW15 DW15	1,40	320,00
DOPLŇKOVÉ PRVKY							
	2	17	2	Q630605	MC JEŘÁBOVÝ ZÁVĚS MC/TO 7,5kN		815,00
SPOTŘEBNÍ MATERIÁL							
16	32	18	32 bm	Q806400	PLASTOVÁ TRUBKA 22/26 22/26 zdrs.	0,18	11,14
50	100	19	100	Q805422	DELLE - KÓNUS 22	0,01	1,25
40	80	20	80	Q805606	ZÁTKA DO BEDNĚNÍ 22-25	0,00	3,73
5	10	21	10 L	Q860201	OLEJ BIOFORM	1,00	64,61
1	2	22	2	Q860208	KANYSTR PVC 5L	0,19	77,98
3	6	23	6	Q672501	©ROUB DO BETONU 14X130	0,19	218,00
*****		Σ	M	Prodejní cena pronajímaného materiálu			1 622 060 Kč
		49	49	Prodejní cena spotřebního materiálu			2 890 Kč
		4 920 kg	4 941 kg	Plocha pronajímaného bednění a lešení			49 m ²
				Celková hmotnost			4 941 kg
		28 820 Kč	29 197 Kč	Pronájem bednění - 1 měsíc (30 dní)			29 197 Kč
		961 Kč	973 Kč	Pronájem bednění - 1 den			973 Kč
				Manipulační poplatek			500 Kč
		2 890	2 890	Spotřební materiál celkem			2 890 Kč
				Uvedené ceny jsou bez DPH.			
				KAUCE			BONUS Kč

Obrázek 61 Cenová nabídka bednění opěr – příloha č.3

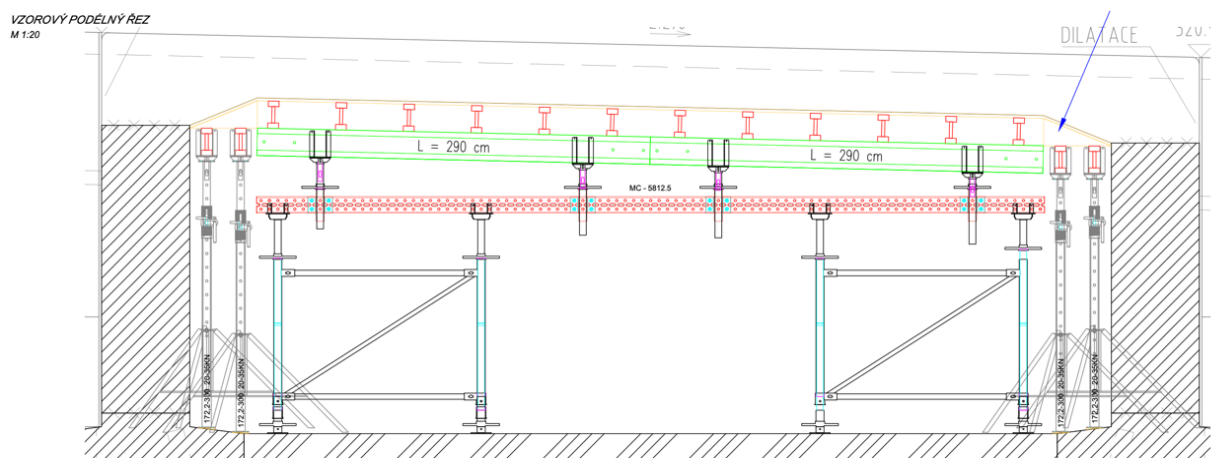
VZOROVÝ POHLED
M 1:20



Obrázek 62 Schéma bednění opěr – příloha č.2

		Typ stavby: CIVIL ENGINEERING		Realizace: 90				
ks	č.artiklu	popis		kg/ks	Kč/ks			
T60								
8	8	1	1906015	T60 RÁM 1,5X1	21,30	6352,00		
16	16	2	1906115	T60 DISTANČNÍ RÁM 1,5X0,1	6,20	2622,00		
8	8	3	1906315	T60 HOR.DIAGONÁLA 1,5X1,5	5,00	1917,00		
8	8	4	1906415	T60 VER.DIAGONÁLA 1,5X1	3,75	1629,00		
16	16	5	1906830	T60 @ROBOVÁ PATKA 80	8,30	2988,00		
32	32	6	1906856	T60 @ROBOVÁ HLAVA 80	6,00	2067,00		
16	16	7	1906880	T60 HLAVICE VM-DU @LUTA	3,50	1346,00		
16	16	8	Q646952	AP/T60 HLAVICE KŘI@OVÁ VR	3,50	1155,00		
32	32	9	1906570	T60 ČEP D10X90	0,06	58,57		
32	32	10	9370571	T60 ZÁVLAČKA R-3	0,02	3,45		
MECCANO PROFILY				46,5 bm				
8	8	11	8	I610090 MC MECCANO PROFIL L=5812,5MM	4 nosníků	69,80	8700,00	
SPOJOVACÍ PRVKY								
104	104	12	104	I670100 VT @ROUB TE M16X100 - 8.8 ZN	M16	0,18	36,52	
104	104	13	104	I672016 VT MATKA M16 EAB CL.8/6S ZN	M16	0,03	7,44	
PŘÍSLUŠENSTVÍ K MECCANU								
16	16	14	16	Q646668 SPOJ MC X VŘETENO T60		0,75	1488,00	
DOPLŇKOVÉ PRVKY								
40	40	15	40	I650110 MI DISTANČNÍ TRUBÍČKA 20/60MM	60,00	0,04	20,05	
STROPNÍ STOJKY ENCOFLEX								
16	16	16	16	2200000 STOJKA EP C+D30	1722-3000	16,60	3812,00	
16	16	17	16	2211003 T60 HLAVICE KŘI@OVÁ VR ČERNÁ		4,90	1489,00	
16	16	18	16	2220090 TROJNO@KA EP		11,20	2211,00	
PŘÍSLUŠENSTVÍ KE STROPNÍM STOJKÁM								
10	10	19	10	2211240 SLOUPEK ZÁBRADLÍ 1M		6,00	848,00	
DŘEVĚNÉ NOSNÍKY H 20								
18	18	20	18	Q600245 DŘEVĚNÝ NOSNÍK 20/245	183,3 bm	44,1 bm	11,30	1834,00
48	48	21	48	Q600290 DŘEVĚNÝ NOSNÍK 20/290	139,2 bm	13,30	2172,00	
BEDNÍ DESKY (PRONÁJEM)								
32	32	22	32	V725001 TRÍVRSTVÁ DESKA 1500x500x21		8,25	1008,00	
12	12	23	12	V725005 TRÍVRSTVÁ DESKA 2500x500x21		13,75	1980,00	
SPOTŘEBNÍ MATERIÁL								
5	5	24	5 L	Q860201 OLEJ BIOFORM		1,00	64,61	
1	1	25	1	Q860208 KANYSTR PVC 5L		0,19	77,98	
2	2	26	2	V725006 TR. DESKA 2500X500X21MM DOŘEZ		13,75	712,00	
697 826 Kč	Σ	M	Prodejní cena pronajímaného materiálu			697 826 Kč		
1 825 Kč			Prodejní cena spotřebního materiálu			1 825 Kč		
42	42		Plocha pronajímaného bednění a lešení			42 m ²		
3 260 kg	3 260 kg		Celková hmotnost			3 260 kg		
21 436 Kč	21 436 Kč		Pronájem bednění - 1 měsíc (30 dní)			21 436 Kč		
715 Kč	715 Kč		Pronájem bednění - 1 den			715 Kč		
			Manipulační poplatek			500 Kč		
			Spotřební materiál celkem			1 825 Kč		
1 825	1 825		Uvedené ceny jsou bez DPH.					
			KAUCE			BONUS Kč		

Obrázek 63 Cenová nabídka bednění mostovky – příloha č.3

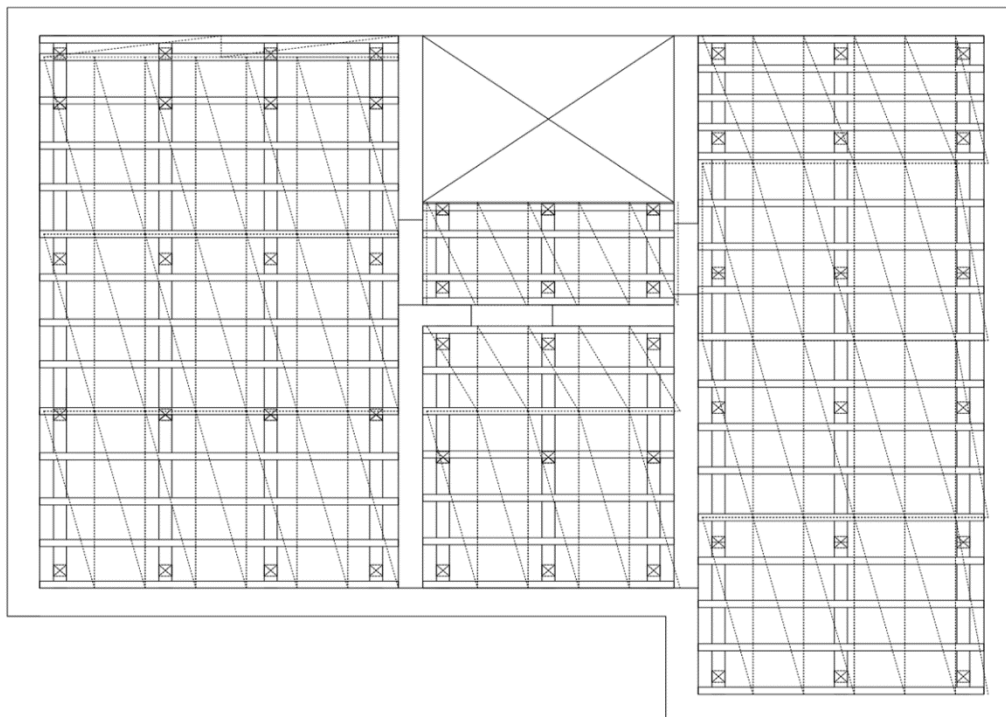


Obrázek 64 Schéma bednění mostovky – příloha č.2

4.4.2 Tesařské bednění

4.4.2.1 Rodinný dům Nová Ves

Pro určení množství řeziva a tím pádem i ceny a doby trvání bylo také nutné navrhnout sestavu bednění pro tesařskou variantu bednění u rodinného domu. Proto aby toho bylo možné dosáhnout bylo nutné v programu AutoCad nakreslit schéma rozmístění prvků a jejich dimenze. Toho bylo možné dosáhnout díky zkušenosti stavební firmy z jiných projektů a fotodokumentace.



Obrázek 65 Schéma tesařského bednění pro RD – Nová Ves, zdroj: vlastní

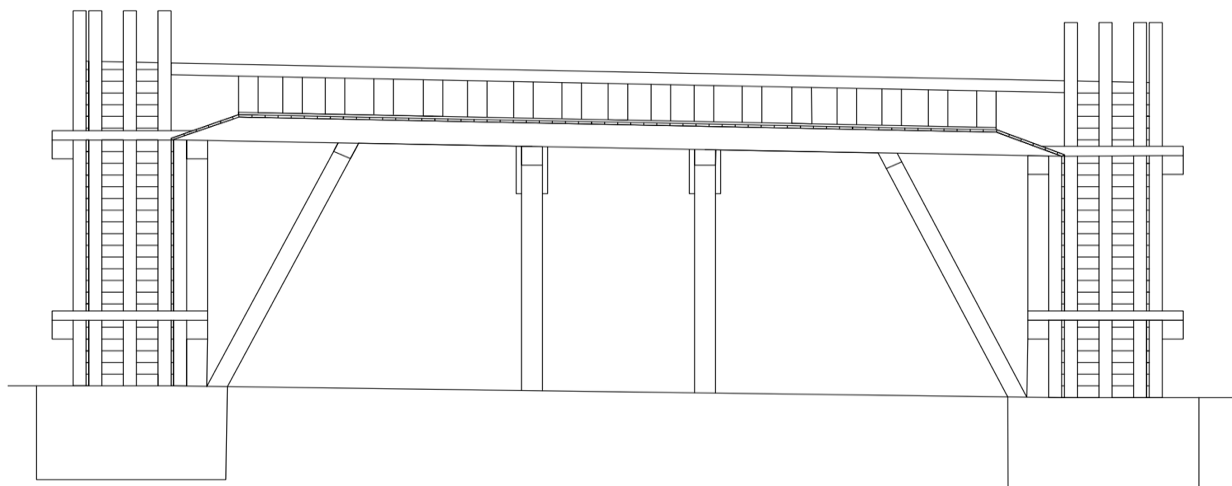
S nakresleným schématem bylo možné dále pracovat a zjistit tak množství řeziva a jednotlivých prvků. Následně bylo nutné spočítat kolik je nutné daného druhu řeziva objednat, aby bylo možné navrženou sestavu skutečně zhotovit tesařským způsobem. Po získání počtu a dimenzí prvků je možné určit cenu za řezivo pro tento projekt. Cena jednotlivých prvků řeziva, byla převzatá ze stránek dodavatelů řeziva. [33]

Množství řeziva pro rodinný dům					
Prvek	Zakoupené rozměry	Počet po zpracování	Počet zakoupených	Cena za kus	Cena
Stojky	160x160x6000	53	26	1 536,00 Kč	39 936,00 Kč
Podélné trámy	160x160x6000	37	13	1 536,00 Kč	19 968,00 Kč
Příčné trámy	100x100x4000	26	26	380,00 Kč	9 880,00 Kč
	100x100x5000	14	14	475,00 Kč	6 650,00 Kč
OSB desky	22x625x2500	60	60	501,57 Kč	30 094,20 Kč
				Cena Celkem	106 528,20 Kč
				Cena Celkem redukováná	49 202,70 Kč

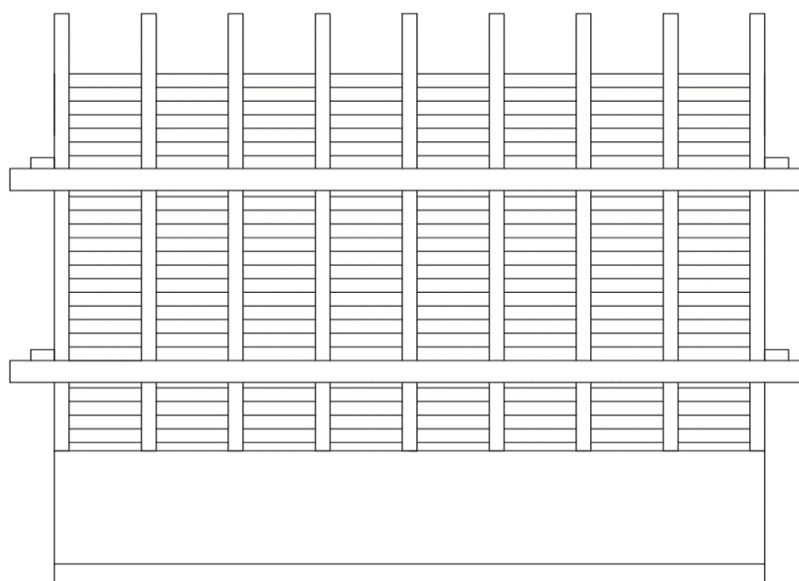
Tabulka 1 Výpočet množství řeziva pro RD, zdroj: vlastní

4.4.2.2 Most Sedlejevica

V případě mostního objektu byla situace obdobná jako u rodinného domu. Rozdíl byl pouze v tom, že tento most byl opravdu realizován daným způsobem a bylo možné nakreslit schéma podle fotodokumentace a osobní zkušenosti. Následný postup stanovení množství řeziva a ceny je identický.



Obrázek 66 Boční pohled na tesařské bednění mostu, zdroj: vlastní



Obrázek 67 Čelní pohled na tesařské bednění mostu, zdroj: vlastní

Množství řeziva pro mostní objekt					
Prvek	Zakoupené rozměry	Počet po zpracování	Počet zakoupených	Cena za kus	Cena
Podpěry	160x160x6000	30	15	1 536,00 Kč	23 040,00 Kč
Podélné trámy	120x180x7000	15	15	1 680,00 Kč	25 200,00 Kč
Příčné trámy	160x160x6000	12	12	1 536,00 Kč	18 432,00 Kč
Svislé trámy	100x100x6000	30	15	600,00 Kč	9 000,00 Kč
Prkna	24x100x5000	195	195	146,00 Kč	28 470,00 Kč
Cena Celkem					104 142,00 Kč
Cena Celkem redukováná					47 388,00 Kč

Tabulka 2 Výpočet množství řeziva pro mostní objekt, zdroj: vlastní

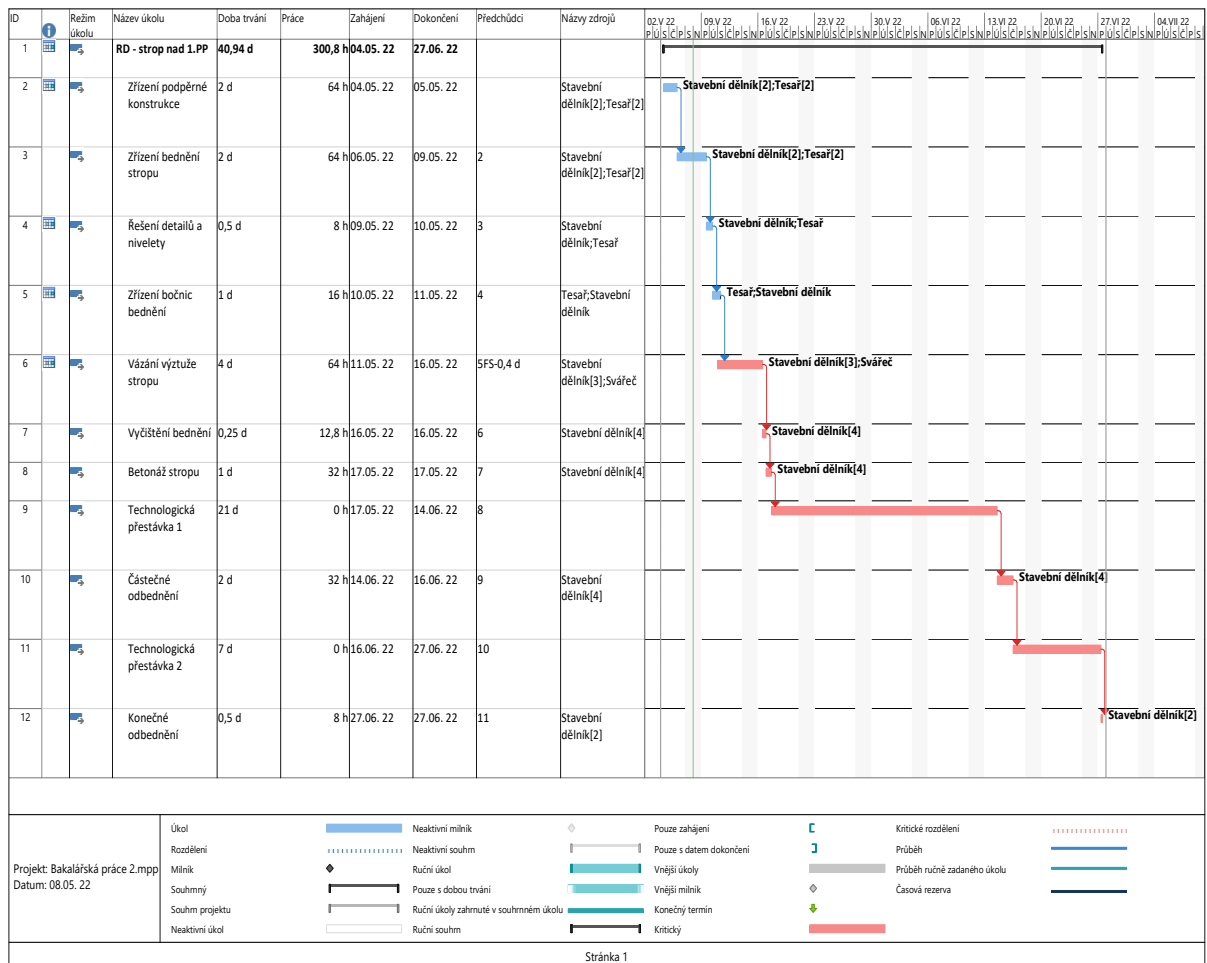
5 Kritéria

5.1 Rodinný dům Nová Ves

5.1.1 Doba provádění

5.1.1.1 Tesařské bednění

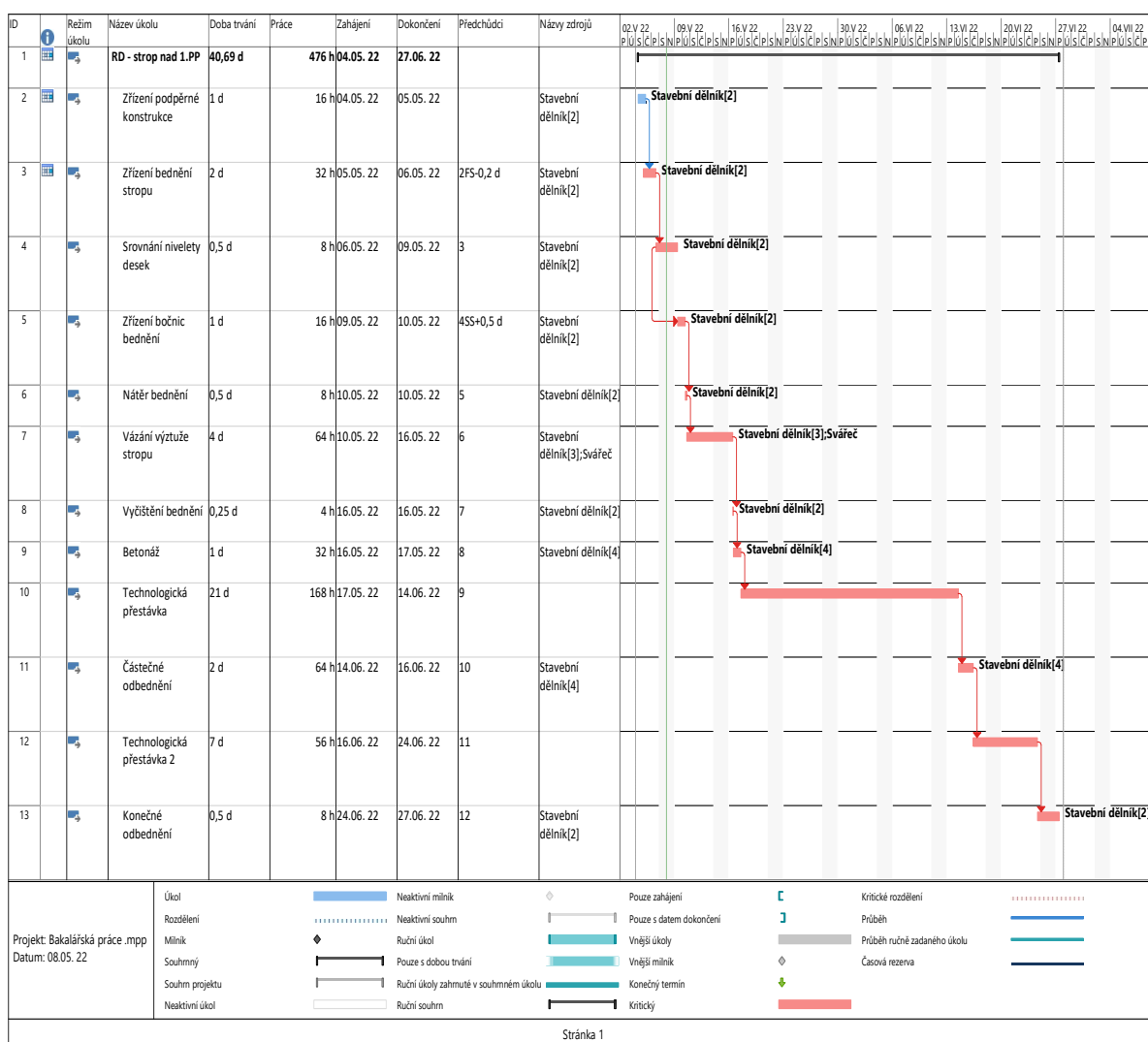
Pro stanovení doby provádění bednění stropu nad suterénem rodinného domu použijeme odhad stavební firmy stanovený na základě realizace jiných projektů stejnou technologií tesařského bednění. Tato varianta byla zvolena z důvodu komplikovanosti zjištění normované doby provádění pro tesařské bednění, která by odpovídala skutečnosti pro co nejpřesnější výsledek. Na základě zkušeností stavební firmy byla stanovena doba provádění jednotlivých procesů. Pracovní četa je sestavena ze čtyř pracovníků, kteří pracují osmi hodinové směny. Na základě těchto dat byl zhotoven jednoduchý harmonogram pomocí programu Microsoft Project. Harmonogram je dostupný v rámci přílohy č. 6 bakalářské práce.



Obrázek 68 Harmonogram pro tesařské bednění na RD, zdroj: vlastní

5.1.1.2 Systémové bednění

Ve variantě se systémovým bedněním byla doba provádění zvolena metodou pozorování. Předpokladem je, že tato varianta bude nejpřesnější a nejvhodnější. Základem této metody je osobní přítomnost řešitele na stavbě v době provádění jednotlivých procesů a zaznamenání doby trvání jednotlivých procesů a jejich fotodokumentace. Pracovní četa byla složená ze čtyř pracovníků s osmi hodinovou pracovní dobou. Pro přehledné srovnání s druhou variantou je opět zpracován jednoduchý harmonogram příloze č.6.



Obrázek 69 Harmonogram systémového bednění pro RD, zdroj: vlastní

5.1.2 Cena

5.1.2.1 Tesařské bednění

Dalším aspektem, který je zapotřebí stanovit je cena. Pro stanovení ceny ve variantě tesařského bednění, bylo nutné vypracovat schéma bednění pro tuto variantu na základě zkušeností z jiných staveb, kde tímto způsobem byl strop realizovaný. Z tohoto schématu byl následně sestaven výpočet objemu jednotlivých druhů řeziva a oceněn průměrnou cenou zjištěných z několika webových stránek. Tento postup byl zvolen zejména pro nejpřesnější odhad ceny materiálu při dnešním vývoji cen stavebních materiálů. Pro přesnější porovnání se systémovým bedněním, které je z velké části pořízené formou pronájmu bylo nutné posoudit, které prvky z tesařského bednění je možné znovu použít a kolikrát. Materiál pro tesařské bednění se musí nakoupit a nelze ho pořídit pouze v rámci pronájmu. Tyto výměry se následně přenásobí jednotkovou cenou pro montáž těchto prvků. Cena práce je stanovena pomocí cenové soustavy ÚRS.

RD - Cena tesařského bednění				
Popis	MJ	Výměra	Jedn. Cena	Cena
Zřízení bednění stropů deskových tl do 25cm bez podpěrné kce	m2	101,079	206,32 Kč	20 854,62 Kč
Odstranění bednění stropů deskových tl do 25cm bez podpěrné kce	m2	101,079	127,26 Kč	12 863,31 Kč
Zřízení podpěrné konstrukce stropů výšky do 4m tl do 25cm	m2	101,079	111,03 Kč	11 222,80 Kč
Odstranění podpěrné konstrukce stropů výšky do 4m tl do 25cm	m2	101,079	59,13 Kč	5 976,80 Kč
Zřízení bednění stropů deskových tl do 25cm bez podpěrné kce - bočnice	m2	11,32	206,32 Kč	2 335,54 Kč
Odstranění bednění stropů deskových tl do 25cm bez podpěrné kce - bočnice	m2	11,32	127,26 Kč	1 440,58 Kč
Pořízení řeziva pro tesařské bednění	kpl	1	49 202,70 Kč	49 202,70 Kč
			Cena Celkem	103 896,36 Kč

Tabulka 3 Kalkulace ceny tesařského bednění pro RD, zdroj: vlastní

5.1.2.2 Systémové bednění

Stanovení ceny u varianty ze systémového bednění v tomto případě probíhá zcela odlišným způsobem. Jelikož tento projekt byl reálně zhotovený tímto systémem, bylo možné podklady pro stanovení ceny čerpat z reálného rozpočtu stavby a cenové nabídky od poskytovatele pronájmu bednění. Díky tomu je možné přesně určit cenu pronájmu bednění a cenu nákupu spotřebního materiálu. Následně dojde ke spojení s cenou za montáž, která byla převzatá s cenových soustav ÚRS. V rámci cenové nabídky dodavatele bednění byl i návrh skladby stropu a ceny pronájmu za jeden den.

RD - Cena systémového bednění				
Popis	MJ	Výměra	Jedn. Cena	Cena
Zřízení bednění stropů deskových tl do 25cm bez podpěrné kce	m2	101,079	171,93 Kč	17 378,51 Kč
Odstranění bednění stropů deskových tl do 25cm bez podpěrné kce	m2	101,079	107,19 Kč	10 834,66 Kč
Zřízení podpěrné konstrukce stropů výšky do 4m tl do 25cm	m2	101,079	92,99 Kč	9 399,34 Kč
Odstranění podpěrné konstrukce stropů výšky do 4m tl do 25cm	m2	101,079	49,67 Kč	5 020,59 Kč
Zřízení bednění stropů deskových tl do 25cm bez podpěrné kce - bočnice	m2	11,32	171,93 Kč	1 946,25 Kč
Odstranění bednění stropů deskových tl do 25cm bez podpěrné kce - bočnice	m2	11,32	107,19 Kč	1 213,39 Kč
Pronájem systémového bednění	den	33	716,00 Kč	23 628,00 Kč
Manipulační poplatek	kpl	1	500,00 Kč	500,00 Kč
Spotřební materiál k systémovému bednění	kpl	1	7 168,00 Kč	7 168,00 Kč
Cena Celkem			77 088,74 Kč	

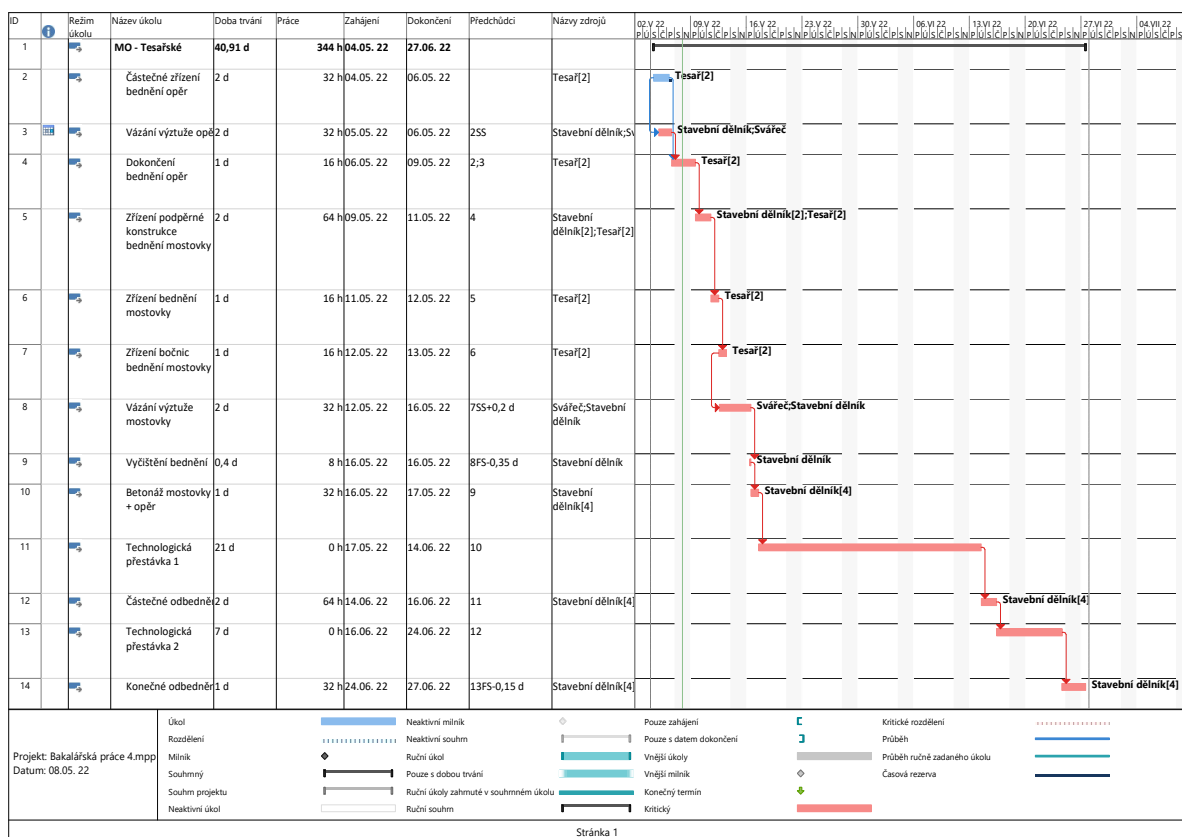
Tabulka 4 Kalkulace ceny systémového bednění pro RD, zdroj: vlastní

5.2 Most Sedlejšovice

5.2.1 Doba provádění

5.2.1.1 Tesařské bednění

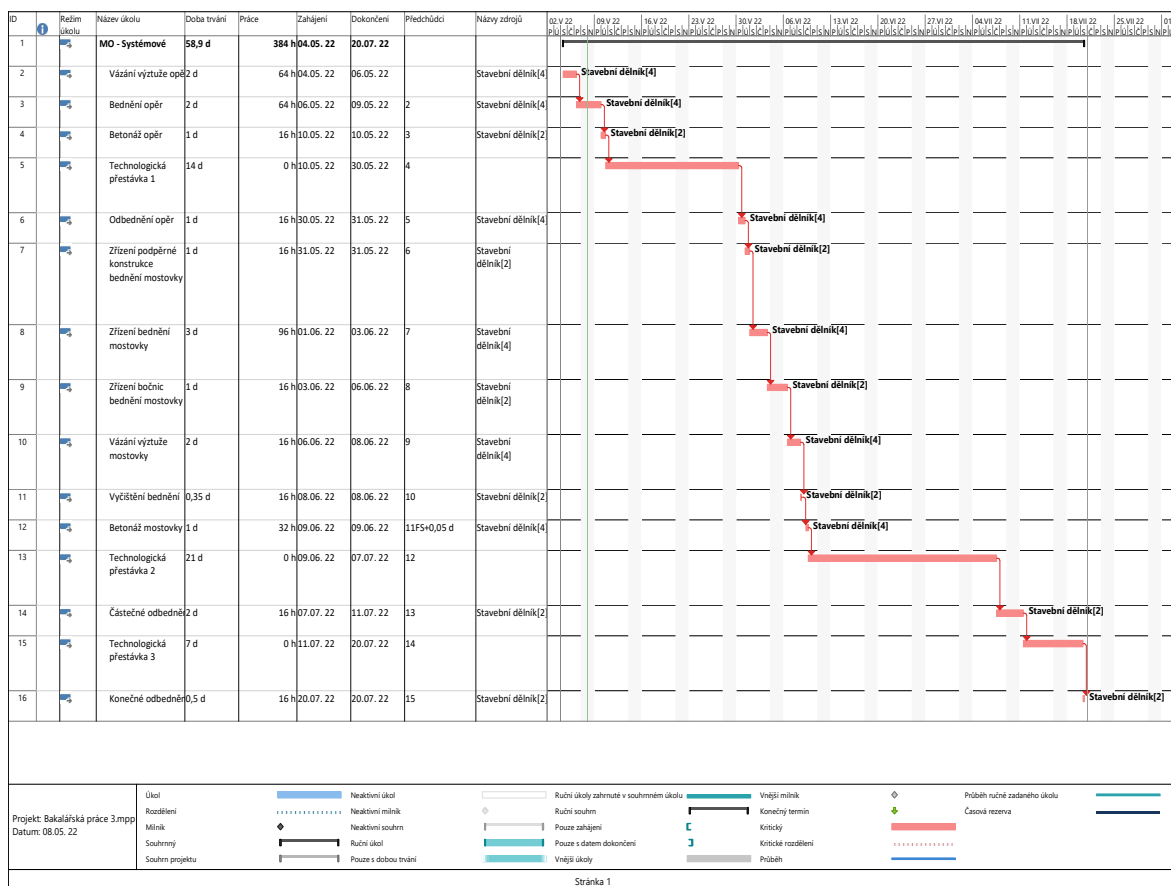
Vzhledem k tomu, že zvolený mostní objekt byl opravdu realizovaný pomocí tesařského bednění, bylo možné dobu provádění opět stanovit na základě osobního pozorování a pořízené fotodokumentace. Stejně jako v případě rodinného domu byla uvažována četa čtyř pracovníků pracujících v osmi hodinových směnách. Na základě těchto zkušeností bylo možné vypracovat jednoduchý harmonogram v příloze č.6.



Obrázek 70 Harmonogram tesařského bednění pro most, zdroj: vlastní

5.2.1.2 Systémové bednění

Podobně jako v případě varianty tesařského bednění u rodinného domu byla doba provádění stanovena na základě přepočtu doby trvání jednotlivých procesů na jiném mostním objektu, kde byla zvolena varianta systémového bednění. Důležitou roli v době provádění sehrál také návrh bednění od dodavatele bednění, jelikož bylo nutné betonáž rozdělit do dvou technologických etap. Toto rozdělení následně ovlivnilo harmonogram prací příloha č.6.



Obrázek 71 Harmonogram systémového bednění pro most, zdroj: vlastní

5.2.2 Cena

5.2.2.1 Tesařské bednění

Jelikož daný mostní objekt byl touto metodou opravdu realizovaný bylo možné převzít jednotkové ceny z rozpočtu stavební firmy. Pro stanovení objemu nutného řeziva bylo opět nutné nakreslit schéma bednění v programu AutoCAD. Jelikož původní výkres bednění se nepodařilo dohledat. Schéma bednění bylo nakresleno na základě osobní fotodokumentace a zkušenosti z daného projektu.

Most - Cena tesařského bednění				
Popis	MJ	Výměra	Jedn. Cena	Cena
Bednění tesařské mostních opěr a úložných prahů pro ŽB - zřízení	m2	49	234,17 Kč	11 474,33 Kč
Bednění tesařské mostních opěr a úložných prahů pro ŽB - odstranění	m2	49	120,99 Kč	5 928,51 Kč
Bednění tesařské z prken na mostní skruži - zřízení	m2	38,88	485,90 Kč	18 891,79 Kč
Bednění systémové z prken na mostní skruži - odstranění	m2	38,88	304,81 Kč	11 851,01 Kč
Vnější sestava bočnic bednění - montáž	m2	5,16	171,93 Kč	887,16 Kč
Vnější sestava bočnic bednění - demontáž	m2	5,16	128,53 Kč	663,21 Kč
Pořízení řeziva pro tesařské bednění	kpl	1	47 388,00 Kč	47 388,00 Kč
			Cena Celkem	97 084,02 Kč

Tabulka 5 Kalkulace ceny tesařského bednění pro most, zdroj: vlastní

5.2.2.2 Systémové bednění

Pro stanovení ceny systémové varianty byla použit alternativní cenová nabídka od stejného dodavatele jako v případě rodinného domu. V této cenové nabídce jsou rozepsané jednotlivé prvky potřebné pro technologickou etapu, včetně schématu sestavení daných prvků. Následně výměry tohoto materiálu přenásobíme jednotkovou cenou práce montáže, kterou poskytla stavební firma a získáme končnou cenu této varianty.

Most - Cena systémového bednění				
Popis	MJ	Výměra	Jedn. Cena	Cena
Bednění systémové mostních opěr a úložných prahů pro ŽB - zřízení	m2	49	203,29 Kč	9 961,21 Kč
Bednění systémové mostních opěr a úložných prahů pro ŽB - odstranění	m2	49	100,88 Kč	4 943,12 Kč
Bednění systémové na mostní skruži - zřízení	m2	38,88	388,52 Kč	15 105,66 Kč
Bednění systémové na mostní skruži - odstranění	m2	38,88	264,52 Kč	10 284,54 Kč
Vnější sestava bočnic bednění - montáž	m2	5,16	171,93 Kč	887,16 Kč
Vnější sestava bočnic bednění - demontáž	m2	5,16	128,53 Kč	663,21 Kč
Pronájem systémového bednění - Opěry	den	20	973,00 Kč	19 460,00 Kč
Pronájem systémového bednění - Mostovka	den	30	715,00 Kč	21 450,00 Kč
Manipulační poplatek	kpl	1	500,00 Kč	1 000,00 Kč
Spotřební materiál k systémovému bednění	kpl	1	7 168,00 Kč	4 715,00 Kč
			Cena Celkem	88 469,90 Kč

Tabulka 6 Kalkulace ceny systémového bednění pro most, zdroj: vlastní

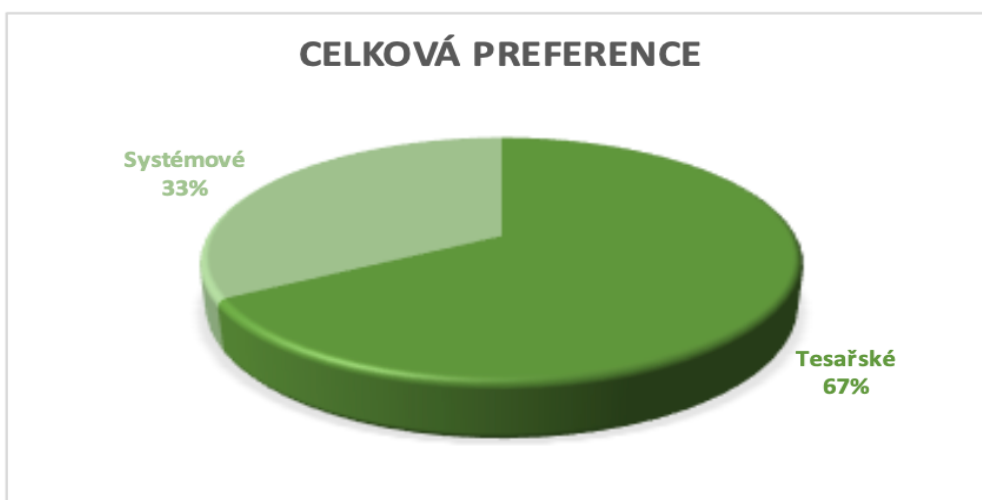
5.3 Vzhled

5.3.1 Anonymní dotazník

Pro vyhodnocení vzhledu po odbednění variant byl použitý anonymní dotazník, jelikož vzhled je velmi subjektivní kritérium a mohlo by dojít ke zkreslení. Dotazník byl vytvořený pomocí webové stránky a šířen za pomoci sociálních sítí. Šíření dotazníku nebylo kontrolované pro dosažení, co nejvíce rozmanitého vzorku lidí v krátkém čase.

Dotazník se skládal z krátkého úvodu, ve kterém se respondenti seznámili, za jakým účelem je sběr těchto dat a byli informováni o naprosté anonymitě dotazníku. Následně bylo respondentům položeno deset otázek, v rámci, které měli za úkol vybrat jednu variantu ze dvou fotek. Na jedné fotce vždy byl betonový povrch po tesařském bednění a na druhé po systémovém bednění. Jelikož v rámci této bakalářské práce dojde k vyhodnocení na dvou různých projektech, i dotazník je rozdělený na tyto varianty. Pět otázek bylo cíleno na pozemní stavby a dalších pět na mostní objekty.

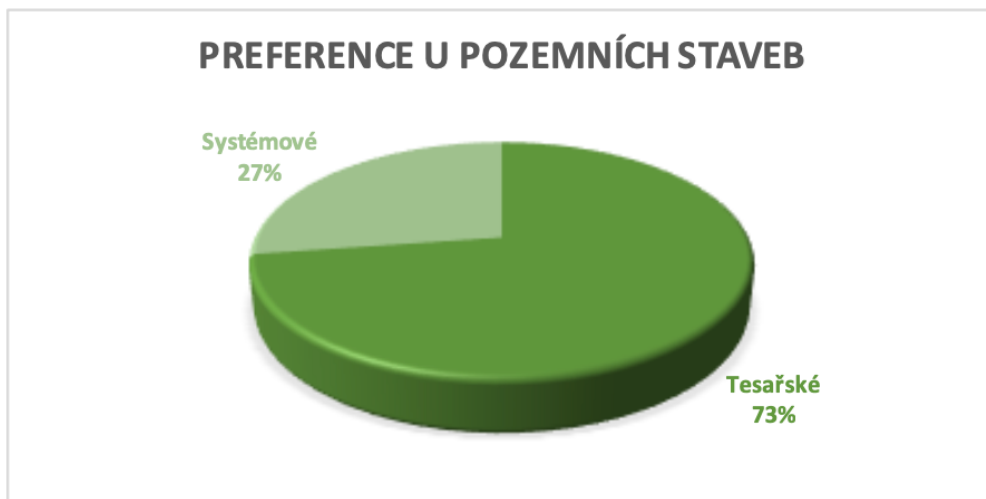
Dotazník celkem vyplnilo 63 respondentů z celkových 121 návštěv. Úspěšnost vyplnění dotazníku dosahuje úspěšnosti vyplnění 52,1 %. Z celkové statistiky dotazníku vyplývá, že 67 % respondentů na základě vzhledu preferuje vzhled betonu od tesařského bednění. Konkrétní znění otázek a fotky viz příloha č.4.



Obrázek 72 Graf celkové preference respondentů, zdroj: vlastní

5.3.1.1 Rodinný dům

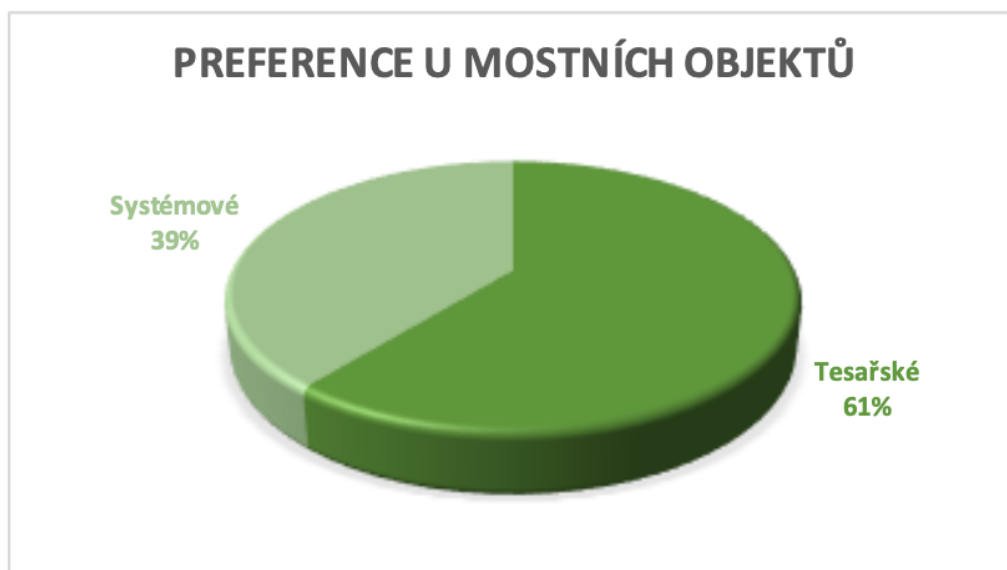
Při rozdělení získaných dat na základě druhu stavby zjistíme, že preference respondentů u pozemních staveb je dokonce 73 % pro povrch po tesařském bednění. Tyto procenta vyplývají z odpovědí na pět otázek, ve všech pěti otázkách zvítězila varianta tesařského bednění.



Obrázek 73 Graf preference u pozemních staveb, zdroj: vlastní

5.3.1.2 Most

Zbývající data po odečteních těch náležitých připadají na mostní objekty. Z těchto dat vyplývá, že v případě mostních objektů respondenti preferují vzhled po tesařském bednění v 61 % případů. V tomto případě ovšem ve dvou otázkách v absolutním počtu hlasů vyhrálo systémové bednění, z celkového počtu pěti otázek.



Obrázek 74 Graf preference u mostních objektů, zdroj: vlastní

6 Vyhodnocení

6.1 Doba provádění a pracnost

6.1.1 Rodinný dům Nová Ves

První kritérium v rámci vyhodnocení praktické části této bakalářské práce je doba provádění a s tím související pracnost zvolené technologie bednění. V případě rodinného domu se díky harmonogramům z programu Microsoft Project dozvídáme, že doba provádění se mezi systémovým a tesařským bedněním liší přibližně o jeden den. Tento rozdíl je dán zejména pracností zřízení podpěrné konstrukce z řeziva. Ostatní činnosti, v rámci harmonogramu, jsou pracností víceméně srovnatelné. Významný rozdíl je ovšem v sečtených odpracovaných hodinách, zde se jedná o rozdíl téměř padesát hodin. Tento rozdíl souvisí s větší pracností jednotlivých procesů a nutností přítomnosti kvalifikovaných tesařů kromě stavebních dělníků. Vyšší počet hodin a kvalifikovanost pracovníků nemá z hlediska doby provádění velký vliv na rozdíl od kritéria ceny.

6.1.2 Most Sedlejšovice

Obdobně jako u rodinného domu použijeme pro vyhodnocení zhotovené harmonogramy prací pro obě varianty. Komplikace s pracností a kvalifikovaností pracovníků provádějících jednotlivé úkoly je téměř identická s vyhodnocením u rodinného domu. Na první pohled je ovšem viditelný znatelný rozdíl v celkové době trvání. Rozdíl systémového proti tesařskému bednění dosahuje přibližně osmnáct dní na tomto konkrétním projektu, ačkoliv je tesařské bednění nezpochybnitelně pracnější varianta. Tento výsledek je daný zejména rozdělením konstrukce do dvou technologických etap v případě systémového bednění. Na základě návrhu dodavatele systémového bednění byl proces bednění a betonáže rozdělen na opěry a mostovku. Tím pádem technologická přestávka pro vyztužení betonu v opěrách způsobila daný posun harmonogramu prací. V případě tesařského bednění bylo možné vybednit konstrukci mostu jako jeden celek a tím zkrátit dobu provádění o jednu technologickou přestávku. Z těchto dat lze usoudit, že minimálně v tomto konkrétním případě bylo tesařské bednění efektivnější než varianta ze systémového bednění.

6.2 Cena

6.2.1 Rodinný dům Nová Ves

Pro vyhodnocení kritéria ceny je zapotřebí čerpat data z kalkulace v kapitole 5.1.2, kde máme pro obě varianty sestavené tabulky s kalkulací pro daný projekt. Tento výpočet vychází zejména z ceny práce, která byla stanovena za pomoci cenových soustav ÚRS a dále ceny materiálu na základě cenových nabídek od dodavatele a množství řeziva v případě tesařského bednění. Při pohledu do těchto tabulek je znatelný cenový rozdíl, který činí 26 808 Kč. Při bližším pohledu zejména do kalkulace množství řeziva zjistíme, že markantní vliv na tento cenový rozdíl má materiál, který je zapotřebí pro zřízení podpěrné konstrukce a samotná cena práce. Z hlediska ceny tedy v případě rodinného domu poměrně jasně vítězí varianta systémového bednění.

6.2.2 Most Sedlejšovice

Získání dat pro vyhodnocení ceny u mostního objektu bylo identické jako u rodinného domu. Také v tomto případě nám k vyhodnocení dat slouží tabulky s kalkulací pro danou variantu bednění. Z těchto tabulek vyplývají velmi podobné závěry jako u rodinného domu, ovšem konečný cenový rozdíl je v porovnání menší než u rodinného domu. V tomto případě je nárůst ceny tesařského proti systémovému bednění pouze 8 615 Kč. Snížení rozdílu v ceně způsobila zejména doba provádění. Cena systémového bednění je velmi závislá na době provádění a složitosti dané konstrukce. Tesařské bednění není na době provádění natolik závislé, jelikož se materiál musí nakupovat a není možné ho pronajímat. Ačkoliv tedy z hlediska ceny opět i v tomto případě působí varianta systémového bednění výhodněji, tak cenový rozdíl je minimální.

6.3 Kvalita provedení a pohledovost

6.3.1 Rodinný dům Nová Ves

Posledním kritériem vyhodnocení této bakalářské práce je vzhled betonové konstrukce po odbednění. Pro objektivní vyhodnocení tohoto kritéria byl zvolen anonymní dotazník. Z dat nasbíraných pomocí tohoto dotazníku

vyplývá, že v případě konstrukcí v pozemních stavbách jejichž významný zástupce jsou rodinné domy lidé preferují vzhled, který vzniká tesařským bedněním. Konkrétně v 73 % lidí v tomto dotazníku preferují tesařskou variantu ať už v podobě otisku prken nebo dřevoštěpkových desek. Vzhledem k tak velkému procentuálnímu rozdílu je preference respondentů jasná.

6.3.2 Most Sedlejšovice

U mostního objektu byl systém získávání dat pro vyhodnocení totožný, včetně znění otázek. Opět i v tomto případě v celkových preferencích vyhrává varianta tesařského bednění. Je ovšem nutné podotknout, že procentuální zastoupení je výrazně vyrovnanější než u rodinného domu a u některých otázek dokonce systémové bednění těsně vyhrálo. Preference u této konstrukce dosahovala 61 % pro tesařské bednění. Ačkoliv tedy rozdíl nebyl tak markantní jako u pozemních staveb stále z dotazníku vyplývá, že respondenti preferují tento vzhled.

6.4 Multikriteriální analýza

6.4.1 Saatyho metoda

6.4.1.1 Popis

Saatyho metoda je metodou párového porovnání. Tato metoda se používá pro analýzu a řešení rozhodovacích úloh, kde řešitel vybírá variantu, která nejvíce naplňuje stanovený cíl řešitel musí definovat varianty a kritéria a poté párově porovná kritéria a varianty mezi sebou a určí své preference a váhu dané preference.

6.4.1.2 Postup

V rámci Saatyho metody je nutné provést ohodnocení kritérií a dílčí ohodnocení variant. Poté se vypočte konečné hodnocení, kde budou varianty ohodnoceny, a tudíž bude možné vybrat optimální variantu.

Pro ohodnocení jednotlivých kritérií a dílčích variant, včetně výpočtu konečného ohodnocení je nutné vytvořit tabulky. Prvním krokem je vytvořit tabulku o rozměrech, které jsou dány specifikací daného výpočtu. [32]

Dalším důležitým krokem je samotné stanovení vah kritérií. To se dělá pomocí již zmíněné tabulky, kde jsou vypsána kritéria v horním i bočním řádku. Na hlavní diagonále této tabulky se zapíší jedničky. Do zbylých buněk tabulky řešitel vyplňuje hodnoty od jedné do devíti podle váhy

preferencí. Pokud řešitel preferuje prvek ve sloupci na úkor prvku v řádku, napíše do buňky převrácenou hodnotu váhy. Definice vah je stanovena podle následující tabulky. [32]

Váha	Popis
1	Prvky jsou stejně důležité.
2	Řádkový prvek je velmi slabě významnější než sloupcový.
3	Řádkový prvek je slabě významnější než sloupcový.
4	Řádkový prvek je docela o dost významnější než sloupcový.
5	Řádkový prvek je o dost významnější než sloupcový.
6	Řádkový prvek je téměř demonstrativně významnější než sloupcový.
7	Řádkový prvek je demonstrativně významnější než sloupcový.
8	Řádkový prvek je o hodně významnější než sloupcový.
9	Řádkový prvek je totálně významnější než sloupcový.

Tabulka 7 stanovení vah Saatyho metodou [32]

Po vyplnění tabulky pomocí daných vah, vytvoříme další dva sloupce. V prvním se vypočtou geometrické průměry a v dalším se vypočtou výsledné váhy řádkových prvků. Nakonec se geometrické průměry sečtou a ověří se, zda je jejich výsledný součet roven jedné. [32]

Výsledné váhy se vypočítají tímto vzorcem:
$$v_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^n G_i}.$$

V případě, že řešíme úlohu, ve které posuzujeme větší množství kritérií, provádí se ověření validity tabulky. V rámci tohoto ověření se snaží řešitel zjistit, jestli přiřadil dané váhy konzistentně. V rámci této úlohy budou posuzované pouze tři kritéria. Z toho důvodu není nutné provádět ověření validity, jelikož konzistenci vah lze díky malému počtu kritérií lze jednoduše zkontrolovat logicky. [32]

Pro konečné ohodnocení alternativ se vytvoří další tabulka, v níž budou jednotlivé varianty řešeného problému v řádcích a ve sloupcích budou posuzované kritéria a vypočtené váhy. Řešitel následně na základě předchozích výpočtů k jednotlivým kritériím přiřadí variantám pořadí. Následně dojde k součtu násobku pořadí a váhy daného kritéria. V tomto případě nižší konečná hodnota bude vítězná. [32]

Výsledné ohodnocení se vypočítají tímto vzorcem: $H^j = \sum_{i=1}^n v_i * h_i^j$.

	Cena	Doba provádění	Vzhled	Geometrický průměr	Váha
Cena	1	3	5	2,466	0,637
Doba provádění	1/3	1	3	1,000	0,258
Vzhled	1/5	1/3	1	0,405	0,105
				3,872	1

Tabulka 8 Stanovení vah jednotlivých kritérií, zdroj: vlastní

Stanovená váha ze Saatyho metody byla dosazena do horní části tabulky. Do řádků jednotlivých systému je napsáno pořadí v jednotlivých kritériích. Následně se vynásobí pořadí s váhou a dojde k sečtení výsledku všech kritérií, čímž dostaneme číslo ve sloupci výsledek. Čím nižší je dané číslo, tím dopadlo v rámci porovnání lépe. [32]

6.4.2 Rodinný dům Nová Ves

Po dosazení všech dat zjišťujeme, že u rodinného domu vyhrává systémové bednění poměrně jednoznačně. Pouze z hlediska vzhledu vyhrává tesařská varianta, vzhledem k nízké váze to ale nehraje příliš roli. [32]

Váha	0,637	0,258	0,105	
	Cena	Doba provádění	Vzhled	Výsledek
Tesařské bednění	2	2	1	1,895
Systémové bednění	1	1	2	1,105

Tabulka 9 Vyhodnocení kritérií RD – Nová Ves, zdroj: vlastní

6.4.3 Most Sedlejšovice

V případě mostního objektu, je stejně jako u rodinného domu vítězné systémové bednění. V tomto případě jsou již výsledky o poznání vyrovnanější, jelikož tesařské bednění kromě vzhledu vyhrává také v době provádění. Bohužel však vzhledem k velké váze přikládané ceně to nestačí pro vítězství v rámci tohoto porovnání. [32]

Váha	0,637	0,258	0,105	
	Cena	Doba provádění	Vzhled	Výsledek
Tesařské bednění	2	1	1	1,637
Systémové bednění	1	2	2	1,363

Tabulka 10 vyhodnocení kritérií most – Sedlejšovice, zdroj: vlastní

Závěr

Závěrem této bakalářské práce je výsledek multikriteriální analýzy s váhami stanovenými pomocí Saatyho metody. Výsledky této analýzy můžeme vidět v tabulkách pro oba vzorové projekty v předposlední kapitole této práce. Těchto tabulek na první pohled vyplývá, že jak v případě rodinného domu, tak mostního objektu vyhrává varianta systémového bednění. Při bližším pohledu do podkladů, na základě, kterých je pořadí v tabulce sestavené, tedy harmonogram a individuální kalkulace. Zjišťujeme, že u obou projektů a zejména u mostního objektu nejsou výsledky tak jednoznačně na straně systémového bednění.

Z hlediska vzhledu betonového povrchu totiž v obou případech velmi přesvědčivě na základě anonymního dotazníku vyhrává tesařské bednění. Tomuto kritériu byla však přiřazena velmi malá váha a na výsledek to tedy nemá veliký vliv.

O poznání zajímavější situace se odehrává ve výpočtu doby provádění za pomoci sestavených harmonogramů. V případě rodinného domu zjišťujeme, že rozdíl v době provádění je maximálně jeden až dva dny. Časový rozdíl je tedy minimální, dá se očekávat, že pokud by strop neměl pravidelný tvar rozdíl by byl ještě menší a v některých případech by tesařské bednění mohlo být rychlejší varianta. Což se potvrzuje v případě mostního objektu, kde díky téměř neomezenému tvarovému řešení tesařského bednění bylo možné konstrukci mostu vybednit a následně vybetonovat najednou. To umožnilo zkrácení doby provádění o celou technologickou přestávku. V případě systémového bednění by toto řešení bylo buď neproveditelné nebo velmi nákladné a časově náročné. V případě ještě složitějších tvarů, případně více technologických úseků by měla tesařská varianta potenciál rozdíl ještě zvýšit.

Nejdůležitějším kritériem však byla stanovená cena. V tomto případě systémové bednění vychází výhodnější na obou vzorových projektech. Při bližším pohledu ovšem opět zjišťujeme, že rozdíl zejména v případě mostu není nijak markantní. Z tabulky výpočtu množství řeziva zjistíme, že v obou případech tvoří velkou část nákladů řezivo potřebné na zřízení podpěrné konstrukce. Tuto podpěrnou konstrukci lze však velmi lehce nahradit pomocí výsuvných ocelových stojek. Dojde tím k výrazné úspoře materiálu a tím

pádem i peněz. Je tedy běžné, že oslovená stavební firma velmi často nahrazuje dřevěnou podpěrnou konstrukci, alespoň částečně ocelovými stojkami. Ocelové stojky také snižují pracnost daného systému a rychlost odbednění. I toto kritérium je tedy možné za určitých podmínek otočit ve prospěch tesařského bednění.

Tesařské bednění je tedy i v současné době konkurenceschopné tomu systémovému na projektech menšího rozsahu a složitějších tvarů. Systémové bednění ovšem nevyžaduje tolik kvalifikované práce tesařů a jeho technologie provádění je o poznání jednodušší a velmi často se opakuje. Tím se snižuje cena oproti tesařskému bednění, velmi však záleží také jestli projektant dopředu přizpůsobuje tvar a rozměry konstrukce pro formáty systémového bednění.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Pantheon, [5]	2
Obrázek 2 dřevěné bednění sloupů a průvlaku, [23]	4
Obrázek 3 Realizace tesařského bednění mostu, zdroj: vlastní	6
Obrázek 4 bednění sloupové hlavice, [16]	7
Obrázek 5 Berlín rok 1945, [17]	7
Obrázek 6 Montáž bednění nad nástupištěm stanice Vltavská 198, [9]	8
Obrázek 7 Nosíkový systém bednění stěn od firmy PERI, [22]	9
Obrázek 8 Rámové bednění stěn od firmy DOKA, [21]	10
Obrázek 9 Betonové bloky typu ztracené bednění, zdroj: vlastní	11
Obrázek 10 Montáž filigránového stropu, [20]	12
Obrázek 11 Plastové ztracené bednění, [19]	12
Obrázek 12 Posuvné bednění od firmy DOKA, [24]	13
Obrázek 13 Šplhavé bednění od firmy DOKA, [25]	14
Obrázek 14 Dřevěné bednění stěn, [26]	16
Obrázek 15 Příklad použití překližky jako bednicí desky, [26]	17
Obrázek 16 Kruhové ocelové bednění, [26]	18
Obrázek 17 Systém hliníkového bednění, [26]	19
Obrázek 18 Realizace textilního bednění, [26]	20
Obrázek 19 Plastové systémové bednění, [26]	21
Obrázek 20 Systémové desky, [28]	23
Obrázek 21 Dřevoštěpkové desky, [27]	23
Obrázek 22 Příklad zakrytí konstrukce po betonáži, [29]	25
Obrázek 23 Dřevěná stojka, [8]	28
Obrázek 24 Ocelová výsuvná stojka, [8]	28
Obrázek 25 Skladba dřevěného bednění vyšší stěny, [8]	29
Obrázek 26 Skladba dřevěného bednění vysoké stěny, [8]	30
Obrázek 27 Schéma dřevěného bednění deskového stropu, [8]	31
Obrázek 28 Sestava bednicího systému ENKOFLEX, [30]	32
Obrázek 29 Nasazení hlav na stojky, [30]	33
Obrázek 30 Rozmístění stojek, [30]	33
Obrázek 31 Osazení primárních nosníků, [30]	34
Obrázek 32 Osazení sekundárních nosníků, [30]	34
Obrázek 33 Osazení bednicích desek, [30]	35

Obrázek 34 Osazení zábradlí, [30]	35
Obrázek 35 Spojení panelů, [30]	36
Obrázek 36 Montáž stabilizačního systému, [30]	36
Obrázek 37 Osazení zábradlí, [30]	37
Obrázek 38 Montáž jeřábových háků, [30]	37
Obrázek 39 Armování stěny, [30]	38
Obrázek 40 Montáž protilehlé stěny, [30]	38
Obrázek 41 Osazení druhé strany bednění, [30]	39
Obrázek 42 Montáž závitových tyčí, [30]	39
Obrázek 43 Demontáž zábradlí, [30]	41
Obrázek 44 Demontáž mezistojek, [30]	41
Obrázek 45 Uvolnění stojek, [30]	42
Obrázek 46 Demontáž nosníků primární sestavy, [30]	42
Obrázek 47 Demontáž bednicích desek, [30]	43
Obrázek 48 Demontáž zbytku bednění, [30]	43
Obrázek 49 Podklad stojek, [30]	45
Obrázek 50 Správná svislost stojek, [30]	45
Obrázek 51 Schéma správného zatížení, [30]	46
Obrázek 52 Postup betonáže, [30]	46
Obrázek 53 Dokončovací práce most – Sedlejšovice, zdroj: vlastní	49
Obrázek 54 Půdorys 1.PP rodinného domu Nová Ves	50
Obrázek 55 Řez 1.PP rodinného domu Nová Ves	50
Obrázek 56 Půdorys a řez mostu – Sedlejšovice	51
Obrázek 57 Realizace bednění nad 1.PP RD, zdroj: vlastní	52
Obrázek 58 Realizace bednění mostu – Sedlejšovice, zdroj: vlastní	52
Obrázek 59 Cenová nabídka bednění pro RD – Nová Ves	53
Obrázek 60 Schéma sestavení systémového bednění	53
Obrázek 61 Cenová nabídka bednění opěr	54
Obrázek 62 Schéma bednění opěr	54
Obrázek 63 Cenová nabídka bednění mostovky	55
Obrázek 64 Schéma bednění mostovky	55
Obrázek 65 Schéma tesařského bednění pro RD, zdroj: vlastní	56
Obrázek 66 Boční pohled na tesařské bednění mostu, zdroj: vlastní	57
Obrázek 67 Čelní pohled na tesařské bednění mostu, zdroj: vlastní	57

Obrázek 68 Harmonogram pro tesařské bednění na RD, zdroj: vlastní	58
Obrázek 69 Harmonogram systémového bednění pro RD, zdroj: vlastní	59
Obrázek 70 Harmonogram tesařského bednění pro most, zdroj: vlastní	61
Obrázek 71 Harmonogram systémového bednění most, zdroj: vlastní	62
Obrázek 72 Graf celkové preference respondentů, zdroj: vlastní	64
Obrázek 73 Graf preference u pozemních staveb, zdroj: vlastní	65
Obrázek 74 Graf preference u mostních objektů, zdroj: vlastní	65

Seznam tabulek

Tabulka 1 Výpočet množství řeziva pro RD, zdroj: vlastní	56
Tabulka 2 Výpočet množství řeziva pro mostní objekt, zdroj: vlastní	57
Tabulka 3 Kalkulace ceny tesařského bednění pro RD, zdroj: vlastní	60
Tabulka 4 Kalkulace ceny systémového bednění pro RD, zdroj: vlastní	61
Tabulka 5 Kalkulace ceny tesařského bednění pro most, zdroj: vlastní	63
Tabulka 6 Kalkulace ceny systémového bednění pro most, zdroj: vlastní	63
Tabulka 7 Stanovení vah Saatyho metodou, [32]	69
Tabulka 8 Stanovení vah jednotlivých kritérií, zdroj: vlastní	70
Tabulka 9 Vyhodnocení kritérií RD – Nová Ves, zdroj: vlastní	70
Tabulka 10 Vyhodnocení kritérií most – Sedlejšovice, zdroj: vlastní	70

Bibliografie

- [1] Brief history of concrete formwork. *Eiffeltrading.com* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.eiffeltrading.com/blog/post/eiffel-101-brief-history-of-concrete-formwork>
- [2] History of concrete formwork. *Www.bofufarm.com* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.bofufarm.com/2017/04/05/history>
- [3] Formwork. *Https://en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Formwork>
- [4] Pantheon. *Https://are-cns.k-state.edu* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://are-cns.k-state.edu/cns110/node/41>
- [5] Pantheon. *Https://cz.pinterest.com* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/43628690114808397/>
- [6] What is Formwork and Requirements of Good Formwork. *Https://hapho.com* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://hapho.com/good-formwork-technical-functional-requirements/>
- [7] What is Formwork and Requirements of Good Formwork. *Https://www.designingbuildings.co.uk*[online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Formwork>
- [8] PAUL, Ing. Jan. *ŽELEZOVÝ BETON V POZEMNÍM STAVITELSTVÍ II.DÍL. 2.* přepracované vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1958.
- [9] SLABIHOUD, Miloslav. *TECHNOLOGIA POZEMNÝCH STAVIEB.* Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1978.
- [10] JURÍČEK, Ivan. *TECHNOLOGIA POZEMNÝCH STAVIEB: HRUBÁ STAVBA.*
- [11] KOČÍ, CSC., Prof.Ing.Bohumil. *TECHNOLOGIE POZEMNÝCH STAVEB 1.* Brno.
- [12] FOJTÍK, Roman, Antonín LOKAJ a Jiří GABRIEL. *DŘEVĚNÉ MOSTY A LÁVKY.*

- [13] LOKAJ, Ing. DR Ivan, Ing. Dr Ivan KROFTA, Ing. Dr Jarmila LISKOVÁ, Ak. Arch. Jaroslav ŘAPEK, Ing. Arnošt PŘIKRYL a Ing. Dr Bohumil ŠVARC. *STAVITELSTVÍ II. DÍL*. 2. vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.
- [14] Systémové bednění. *Wikipedia* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Systémové_bednění
- [15] Systémové bednění. <https://www.urbansplatter.com> [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.urbansplatter.com/2021/06/what-is-engineered-formwork-system/>
- [16] *METROSTAV 50*. Praha, 2020.
- [17] Berlin 1945. <https://cz.pinterest.com> [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/288652657348824504/>
- [18] Ztracené bednění. <https://cs.wikipedia.org> [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ztracené_bednění
- [19] Ztracené bednění, tradiční a systémové: Cena vs. čas. <https://www.drevostavitel.cz> [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/bedneni>
- [20] Filigránové stropy. <https://www.asb.sk> [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.asb.sk/stavebnictvo/strop-a-podlaha/filigranove-stropy-zarucuju-rychly-a-teda-hospodarny-postup-vystavby>
- [21] Stěnové bednění roka hrami. <https://www.rudolfleseni.cz> [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.rudolfleseni.cz/stenove-bedneni-doka-frami>
- [22] Stěnové bednění Peri varto. <https://www.rudolfleseni.cz> [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/113602794-Vario-gt-24-variabilni-nosnikove-stenove-bedneni-s-osvedcenym-nosnikem-gt-24.html>

- [23] Formwork. *Https://blog.oceanbimcloud.com* [online]. [cit. 2022-05-15].
Dostupné z: <https://blog.oceanbimcloud.com/formwork-drawing/>
- [24] Letmá betonáž. *Https://www.doka.com* [online]. [cit. 2022-05-15].
Dostupné z:
https://www.doka.com/cz/news/press/CZ_Letma_betonaz_zilina
- [25] Chladící věž. *Https://www.doka.com* [online]. [cit. 2022-05-15].
Dostupné z: https://www.doka.com/cz/news/news/CZ_ptolemaios1
- [26] Formwork materials. *Https://theconstructor.org* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://theconstructor.org/building/materials-formwork-advantages-disadvantages/6188/>
- [27] Concrete OSB. *Https://cz.pinterest.com* [online]. [cit. 2022-05-15].
Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/25051341664903374/>
- [28] Concrete look. *Https://cz.pinterest.com* [online]. [cit. 2022-05-15].
Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/6473993206581932/>
- [29] Zásady správného ošetřování
betonu. *Https://www.transportbeton.cz* [online]. [cit. 2022-05-15].
Dostupné z: <https://www.transportbeton.cz/zasady-spravneho-oseetrovani-betonu.html>
- [30] Katalog stropního bednění ENKOFLEX ULMA Construccion
- [31] Katalog stěnového bednění ORMA ULMA Construccion
- [32] Saatyho Metoda. *Https://cs.wikipedia.org/wiki/Saatyho_metoda* [online].
[cit. 2022-05-15]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Saatyho_metoda
- [33] Cena řeziva. *Https://e-rezivo.cz* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z:
<https://e-rezivo.cz>

Seznam příloh

Příloha č.1 Výkresy

Příloha č.2 Schéma bednění

Příloha č.3 Cenové nabídky

Příloha č.4 Znění anonymního dotazníku

Příloha č.5 Katalogy prvků

Příloha č.6 Harmonogramy