

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Optimalizace bednění víceúčelovým
systémem DUO**

Filip Kouřil

2020

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Synek, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího Ing. Jaroslava Synka, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

.....

podpis

Poděkování: Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Jaroslavu Synkovi a firmám, které mi poskytli konzultace a odborné rady, zejména firmám PERI, KB-BLOK a HOBST.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kouřil Jméno: Filip Osobní číslo: 468278
Zadávatel katedra: (k122) Katedra technologie staveb
Studijní program: (B3651) Stavební inženýrství
Studijní obor: (3607R045) Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Optimalizace bednění víceúčelovým systémem DUO

Název bakalářské práce anglicky: Optimization of the formwork with multi-purpose system DUO

Pokyny pro vypracování:

Na realizované stavbě bylo použito svislé ztracené bednění KB-BLOK a stropní bednění SKYDECK pro monolitické konstrukce. V rámci předpokladu optimalizace víceúčelovým systémem bednění DUO, navrhnete z tohoto systému bednění stejných konstrukcí a porovnejte dle běžných požadavků zákazníka. Kromě panelového systému SKYDECK porovnejte dále s běžným nosníkovým stropním bedněním MULTIFLEX.

V hodnocení se zaměřte zejména na tyto aspekty jednotlivých systémů:

- Ekonomický (cena a jiné)
- Technický (únosnost a jiné)
- Technologický (pracnost a jiné)

Seznam doporučené literatury:

ČSN 73 0042 (730042)

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Jaroslav Synek, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 12.2.2020 Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

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)

Anotace:

Autor se zabývá víceúčelovým systémovým bedněním a porovnává více druhů bednění. Na realizované stavbě se ztraceným bedněním a stropním bednicím systémem porovná s navrženým systémem Duo. Cílem je zjistit, zda při použití poměrně nového bednicího systému Duo dojde k optimalizaci.

Klíčová slova: Bednění, stěnové bednění, stropní bednění, ztracené bednění

Abstract:

The author deals with multipurpose system formwork and compares several types of formwork. On a completed construction with lost formwork and a ceiling formwork system, it will be compared with the designed Duo system. The aim is to find out whether optimization will take place when using a relatively new Duo formwork system.

keywords: formwork, wall formwork, ceiling formwork, permanent formwork

Obsah

Úvod.....	9
1 Základní informace.....	10
1.1 Společnost Peri	10
1.1.1 Pobočky a možnost dopravy	10
1.1.2 Systémy používané v Evropě.....	11
1.1.3 Systémy používané v ČR.....	11
1.2 Společnost Doka	19
1.2.1 Systémy používané v ČR.....	19
1.3 Společnost KB-Blok	21
1.3.1 Zastoupení v ČR	21
1.3.2 Systémy v EU	22
1.3.3 Systémy od KB-Bloku v ČR.....	22
2 Realizovaná stavba	24
2.1 Základní informace	24
2.2 Konstrukční řešení	24
2.2.1 Základové pasy	25
2.2.2 Stropy.....	26
2.2.3 Průvlaky.....	27
2.2.4 Atika.....	27
2.3 Úprava základové konstrukce.....	28
3 Srovnání jednotlivých systémů pro stěnové konstrukce	29
3.1 Postup srovnání.....	29
3.2 Ekonomické	29
3.2.1 Cena za materiál.....	29
3.2.2 Cena za práci.....	31
3.2.3 Obrátkovost – životnost.....	31
3.2.4 Cena bednění při nákupu	31
3.2.5 Potřeba a spotřeba pomocného materiálu	32
3.3 Technické.....	33
3.3.1 Únosnost	33

3.3.2	Technická podpora.....	33
3.4	Technologické.....	39
3.4.1	Pracnost.....	39
3.4.2	Výsledná kvalita	41
3.4.3	Pohledovost.....	42
3.4.4	Náročnost na těžkou techniku.....	43
4	Srovnání jednotlivých systémů pro stropní konstrukce.....	44
4.1	Postup srovnání.....	44
4.2	Ekonomické	44
4.2.1	Cena (pronájem + prodej)	44
4.2.2	Obrátkovost a životnost	45
4.2.3	Cena realizace při koupi materiálu	46
4.3	Technické.....	47
4.3.1	Únosnost	47
4.3.2	Technická podpora.....	48
4.3.3	Doprava a montáž, skladové požadavky a hmotnost.....	48
4.3.4	Další využití a řešení prostupů.....	51
4.4	Technologické.....	52
4.4.1	Pracnost.....	52
4.4.2	Příprava a montáž	53
4.4.3	Výsledná kvalita produktu	53
4.4.4	Pohledovost.....	54
5	Vyhodnocení.....	56
	Závěr.....	59
	Seznam použité literatury.....	60

Seznam použitých symbolů

L	[m]	délka
A	[m ²]	plocha
V	[m ³]	objem
m	[kg]	hmotnost
$b.m.$	[m [‘]]	běžný metr
\grave{a}	[m]	středová vzdálenost
N	[kN]	síla
f_{ck}	[Mpa]	charakteristická pevnost betonu
f_{cd}	[Mpa]	návrhová pevnost betonu
γ_c	[-]	součinitel spolehlivosti betonu
σ	[MPa]	napětí sigma
p	[kN/m ²]	tlak
Σ		suma

Úvod

Monolitické konstrukce na stavbách patří mezi trend při výstavbě developerských projektů a neobejde se bez nich většina staveb. Jsou nezbytné i na menších stavbách jako jsou rodinné domy či středně velká stavba, kterou jsme zvolili pro naši optimalizaci bednění. Jedná se o rezidenci Blatov.

Aktuálně se používají pro svislé a vodorovné monolitické konstrukce odlišné bednicí systémy. Realizovat svislé konstrukce lze také pomocí prefabrikovaných tvárnic, které se následně na stavbě zmonolitní nebo lze použít bednění a celou konstrukci zrealizovat na stavbě. Na většinu monolitických konstrukcí lze použít systémové bednění, které je oproti tradičnímu bednění efektivnější.

Těmto standardům se snaží konkurovat víceúčelový bednicí systém Duo od firmy Peri. Systém lze použít pro svislé i vodorovné konstrukce. Tato vlastnost by mohla být klíčová pro výběr zhotovitelů. Pro zhotovitele je nejzásadnější rychlost, cena a pracnost realizace. Snížením více bednicích systémů na jeden by mohlo mít vliv na snížení ceny, logistickou náročnost dopravy a pracnost.

Cíl práce

Zjistit, zda je možné optimalizovat způsob bednění monolitických konstrukcí na projektu „Rezidence Blatov“ pomocí víceúčelového systémového bednění Duo. Na této stavbě byly realizovány základy z prefa-monolitických KB-bloků a stropní monolitická konstrukce ze systémového bednění Peri – Skydeck. Systémy se pokusíme v rámci optimalizace nahradit jedním systémem Duo. Jelikož stropní systém bednění Skydeck není na vrcholu používaných systémů, porovnáme tyto systémy i s nosníkovým bedněním Peri Multiflex, který patří mezi nejběžnější a nejvariabilnější systémové stropní bednění.

Výsledné hodnocení bude primárně zaměřeno na požadavky zhotovitelů, které jsou cena, pracnost a rychlost realizace.

1 Základní informace

1.1 Společnost Peri

Firmu Peri založil v roce 1969 Artur Schwörer společně se svojí ženou Christl Schwörer s představou zefektivnit realizaci betonových konstrukcí. Od počátku kladli důraz na jednoduchost, rychlost a bezpečnost stavebních prací. První výrobní hala vznikla v Německu ve Weissenhornu nedaleko města Ulm. Aktuálně se společnost řadí mezi největší výrobce bednění a lešení na světě. Má více než 70 dceřiných společností a přes 160 logistických center, ve kterých pracuje přes 9 500 zaměstnanců. Roční obrat firmy v roce 2018 přesáhl 1,56 mld. eur. Název Peri pochází z řecké předpony „Peri“ v překladu „okolo či kolem“. [1]

1.1.1 Pobočky a možnost dopravy

V české republice se nachází aktuálně 5 poboček, které slouží jako technické oddělení pro navrhování systémů pro zákazníky. Pro dopravu slouží pouze dvě pobočky z nich, Jesenice u Prahy a Prostějov. V české republice je tedy maximální dojezdová vzdálenost pro dopravu Peri produktů ze skladu 200 km. Dále všechny kraje mají vlastního manažera odbytu.



Obrázek 1 Zastoupení Peri v ČR [3]

1.1.2 Systémy používané v Evropě

Stropní bednění: Firma Peri nabízí v Evropě téměř stejné druhy bednění, ale poptávka po jednotlivých typech se liší podle ceny práce na trhu. Dalo by se všeobecně říci, že bednění s vyšší cenou za pronájem, ale nižší pracností (Skydeck) bude nejvíce poptávaný na západě, a naopak systém s nižší cenou za pronájem, ale s vyšší pracností (Multiflex) bude nejvíce poptávaný na východě.

Stěnové bednění: Pro svislé konstrukce nabízí Peri všeobecně stejné produktové řady a není v nich u západních a východních států takový rozdíl jako u stropních. Jednotlivé stěnové bednění jsou více zaměřeny na jejich použití. Největší rozdíly bychom mohli vidět u Maxima například v porovnání s Dominem, kde Maximo má vyšší cenu, ale nižší pracnost. Proto v západních státech bude mít vyšší využití.

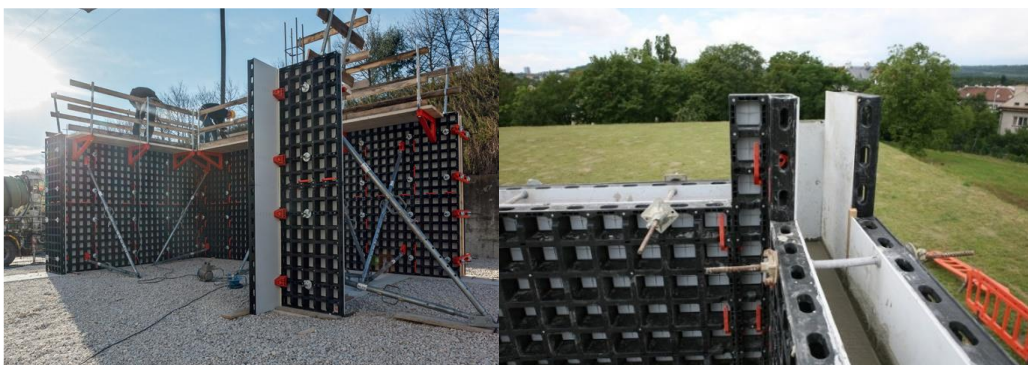
1.1.3 Systémy používané v ČR

Firma Peri pro základní stropní bednění nabízí systémy Multiflex, Skydeck a Duo. Vzhledem k nájemní ceně se u nás nejvíce používá Multiflex. Pro nižší pracnost se rozvíjí poptávka po Skydecku. Nejnovější lehké bednění DUO je zatím nabízeno pouze pro prodej či na vyzkoušení a je tedy z těchto systému zatím nejméně používáno, ale nabízí nižší pracnost než Multiflex a nižší cenu než Skydeck.

U stěnových systému firma Peri nabízí Domino, Trio, Maximo, Duo či obloukové bednění Rundflex. Největší poptávka je po „ručním“ bednění Domino, ale jedná se primárně o stavby menšího rozsahu, kde není potřeba jeřábová technika. Pokud bychom porovnávali poptávku dle ceny nebo zabeđených m², má největší podíl na trhu Trio, které nabízí velkoplošné bednění a klasické rádlování. Systém Maximo nemá takový podíl na trhu, ale oproti Triu nabízí rychlejší montáže díky jednostrannému spínání a lepší pohledovosti. Obloukové bednění Rundflex nelze porovnávat s ostatními systémy, protože má jiný účel použití. Poslední nabízený systém Duo má nízkou hmotnost a je vhodný pro stěny do výšek 5,4 m. Systém je zatím od firmy Peri nabízen pouze pro prodej, ale jeho možnost pronájmu je v řešení, z tohoto důvodu jsme se i rozhodli zpracovat tuto práci za účelem vyhodnocení jisté konkurenceschopnosti při optimalizaci bednění na stavbě pomocí systému Duo.

1.1.3.1 Stěnové bednění Duo

Duo je víceúčelové lehké bednění pro základy, stěny, sloupky a stropy. Jedná se o nový druh bednění s přednostmi nízké váhy, s malým počtem konstrukčních prvků a rychlou a snadnou montáží. Jedná se o ideální systém pro použití na stavbách menšího rozsahu, obdélníkových tvarů a v místech, kde nelze použít jeřáb. Většina Duo dílů je vyrobena z kompozitního materiálu na bázi technických polymerů. Použitím inovativního materiálu se dosáhlo velmi nízké váhy současně s dobrou únosností a odolností. Jednoduchost montáže snižuje pracnost. Mezi další benefit patří snížení hlučnosti na stavbě při manipulaci. Nižší hlučnost může hrát velkou roli při stavbě v centru města. [2]



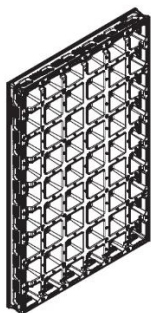
Obrázek 2 Realizace stěn, sloupů na jedné stavbě z Duo [2]

Obrázek 3 Realizace stěn z Duo [zdroj vlastní]

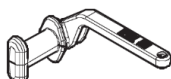
Základní díly:

Panely Duo

Jsou k dispozici s výškou 135 cm. S 6 různými šířkami panelů od 15 cm do 90 cm je možné vyrovnání v modulu po 15 cm. [2]



Obrázek 2 Panel Duo 135x90 cm [2]



Obrázek 3 Klip Duo [2]

Klip Duo

Je určen ke spojení jednotlivých panelů bez dalšího nářadí. [2]

Roh DC

Univerzální roh, který lze použít pro vnitřní i vnější roh. [2]

Roh DC

S rohem DC 135 x 10 (20) se dají vytvářet vnitřní nebo vnější rohy.

Díly potřebné pro vnitřní rohy

20	Roh DC 135 x 10	1x
21	Klip DUO	6x
11.1	Panel DP 135 x 15	2x

(obr. B5.01a)

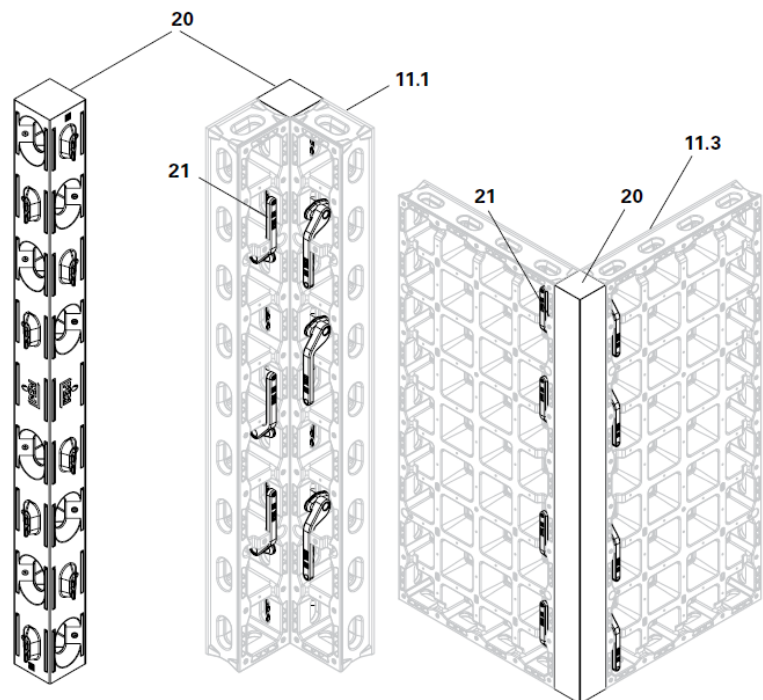
Díly potřebné pro vnější rohy

20	Roh DC 135 x 10	1x
21	Klip DUO	8x
11.3	Panel DP 135 x 60, popř.	
12.1	Panel DMP 135 x 45	2x

(obr. B5.01b)

Montáž

Pro spojení rohu DC 135 x 10 musí být klip DUO na jednom panelu zajištěn nahoru a na druhém panelu dolů.



Obrázek 4 Univerzální roh DUO [2]

1.1.3.2 Stěnové bednění Domino

System Domino je rámové bednění s nižší hmotností a je tedy k použití i na stavbách bez jeřábové techniky. Použití je vhodné pro pozemní a inženýrské stavby. Vhodně umístěné spínací otvory umožňují použití u základových pasů. [3]

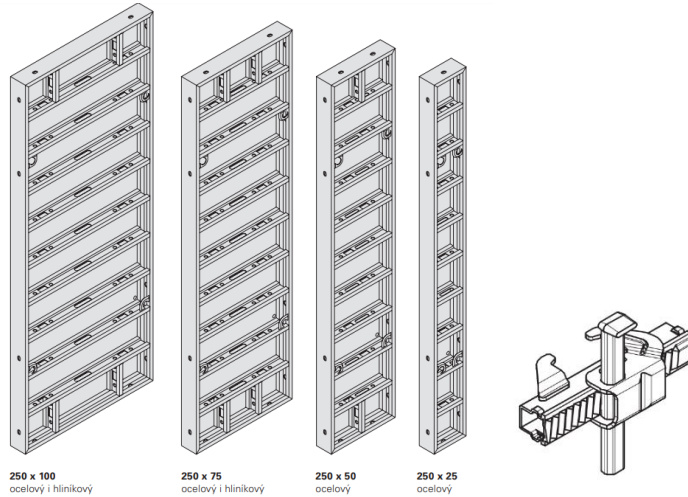


Obrázek 5 Domino [3]

Základní díly

Panely

Výšky panelů 0,75 m, 1,5 m a 2,5 m, jejich šířky v modulu 0,25 m do šířky 1,0 m. [3]



Obrázek 6 Panely Domino [3]

Obrázek 7 Zámek DRS [3]

Zámek DRS

Spojuje a utěsňuje panely za použití kladiva. [3]

1.1.3.3 Stěnové bednění Trio

Systém Trio je možno efektivně a mnohostranně využít od obytných budov a výškových staveb přes průmyslovou výstavbu až po projekty infrastruktury. Tento rozsah zajišťuje vysokou vytiženost a hospodárnost systému. Systém nabízí varianty např. hliníku či použití pro speciální povrchy. Torzní stabilita je zaručena uzavřenými profily. Materiál a jeho zpracování způsobuje vysokou kvalitu a zaručuje dlouhou životnost. U všech realizací je zaručen vysoký požadavek na rovinnost. [4]

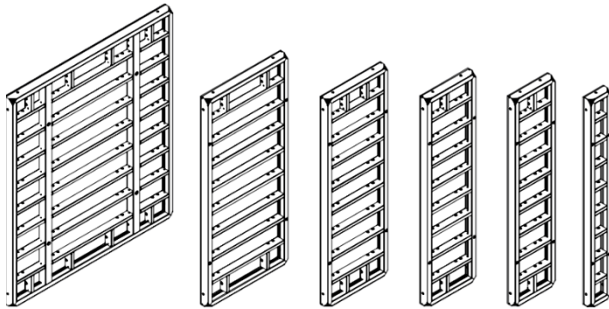


Obrázek 8 Trio [4]

Základní díly

Panely

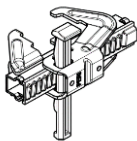
Příklad panelů výšky 2,7 m, šířky 0,3 – 2,4 m. Dále lze použít stejné sady o výškách 0,6 m, 1,2 m a 3,3 m. [4]



Obrázek 9 Panely Trio [4]

Zámek BFD (stejný jako u Domina)

Slouží pro spojení a vyrovnání panelů. [4]



Obrázek 10 Zámek BFD [4]

1.1.3.4 Stropní bednění Multiflex

Stropní systém Multiflex nabízí maximální variabilitu pro tvar a tloušťku konstrukce. Jedná se o nosíkový systém, kde máme na výběr z příhradového GT 24 (lehčí) či z plnostěnného VT 20 (levnější). Podepření nosníků lze docílit stropními stojkami a věžemi např. ST100 či Rosett. Na nosníky lze použít různé druhy překližky dle požadavků na pohledovost. Základní překližka 3S je nájmovatelná. [5]

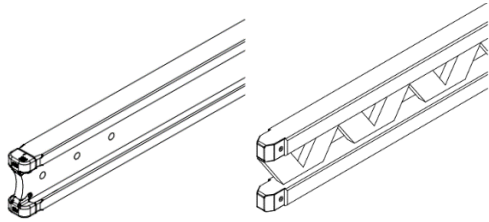


Obrázek 11 Multiflex [5]

Na schématickém obrázku (11) můžeme vidět k čemu slouží jednotlivé prvky. Ve styku s betonem se nachází překližka, která leží na horních nosnících GT. Spodní nosníky jsou uloženy na hlavicích a ty ve stropních stojkách. Pro lepší rovnováhu při stavbě bednění jsou stojky osazeny trojnožkami.

Nosník VT

Cenově výhodný plnostěnný nosník. [5]



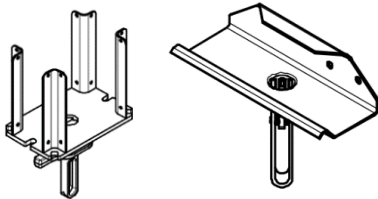
Obrázek 12 Nosník VT [5]

Obrázek 13 Nosník GT [5]

Nosník GT

Příhradový nosník s vysokou únosností a nízkou hmotností. [5]

Křížová a přímá hlavice



Obrázek 14 Křížová hlavice [5]

Obrázek 15 Přímá hlavice [5]

Stropní stojky

Používají se pro všechny stropní bednění o rozpětí 1,2 – 5 m. [5]



Obrázek 16 Stropní stojka Pep ergo D [5]

1.1.3.5 Stropní bednění Skydeck

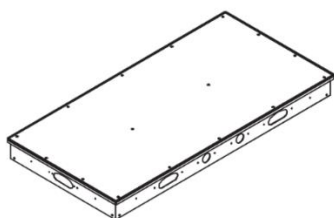
Skydeck je vhodný pro použití od bytové výstavby až po průmyslovou. Vzhledem k velkému rozsahu příslušenství je vhodný pro trhy s vyššími požadavky na bezpečnost. Systém je navržen pro snadnou práci a co největší systematičnost. Stojky jsou umístěné na styku panelů a není nutné u nich provádět měření. Lze použít kromě klasických i padací hlavy, které slouží pro odbednění panelů a ponechání pouze nutných stojek s lištami. [6]



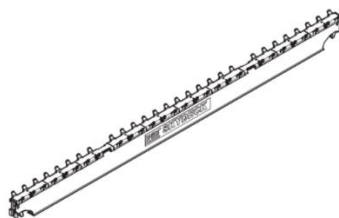
Obrázek 17 Skydeck [6]

Základní díly:

Panely



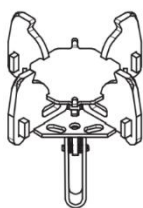
Obrázek 18 Panel Skydeck [6]



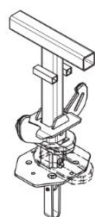
Obrázek 19 Skydeck nosník [6]

Podélný nosník

Pevná a padací hlava



Obrázek 20 pevná hlavice Skydeck [6]

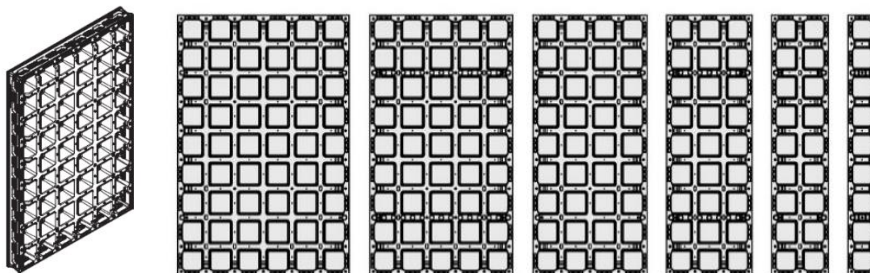


Obrázek 21 Padací hlavice Skydeck [6]

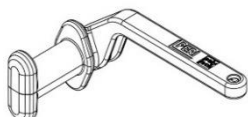
1.1.3.6 Stropní bednění Duo

Univerzální plastové bednění, které kromě stěn a sloupů lze využít i na strop. Systém nabízí snadnou manipulovatelnost a lehkost panelů. [2]

Panely viz stěnové bednění Duo

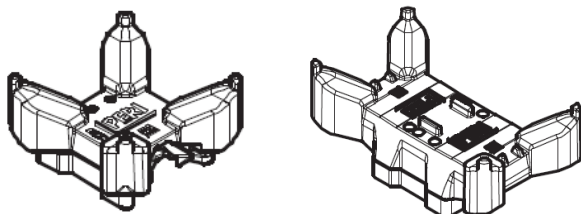


Obrázek 22 Panely Duo [2]



Obrázek 23 Klip Duo [2]

Hlavice



Obrázek 24 Základní hlavice Duo [2]

Obrázek 25 Rozšířená hlavice Duo [2]

Stropní stojky

Používají se pro všechny stropní bednění o rozpětí 1,2 – 5 m. [2]



Obrázek 26 Stojka Pep ergo D [5]

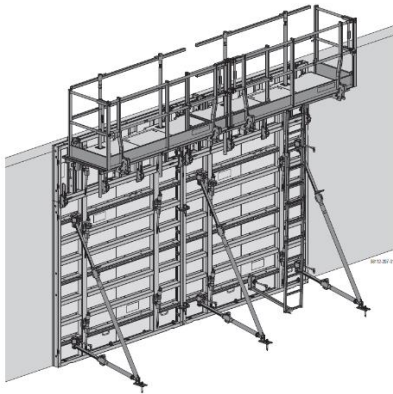
1.2 Společnost Doka

Společnost Doka byla založena v Rakousku v roce 1958. V České republice má technické oddělení umístěné v Praze, Brně a Ostravě. Dle statistik z roku 2018 má firma přes 7000 zaměstnanců se 160 pobočkami v 70 zemích. Obrat činil 1,515 milionů euro. [7]

1.2.1 Systémy používané v ČR

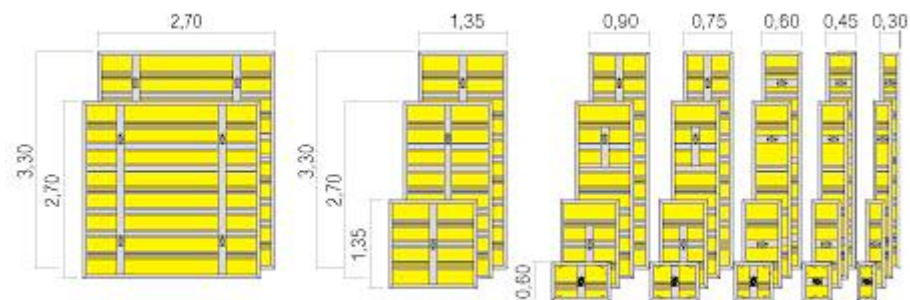
1.2.1.1 Stěnové bednění Framax Xlife plus

Jedná se o systémové rámové bednění s jednostranně upínacím kotevním systémem pro snížení nároků na pracovní síly. Maximální dovolený tlak 80 kN/m^2 . [8]



Obrázek 27 Framax Xlife plus [8]

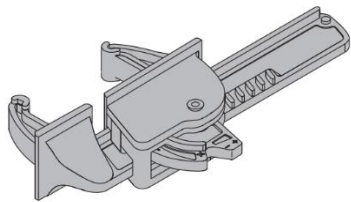
Panely Framax Xlife plus



Obrázek 28 Panely Framax Xlife plus [8]

Uni upínáč

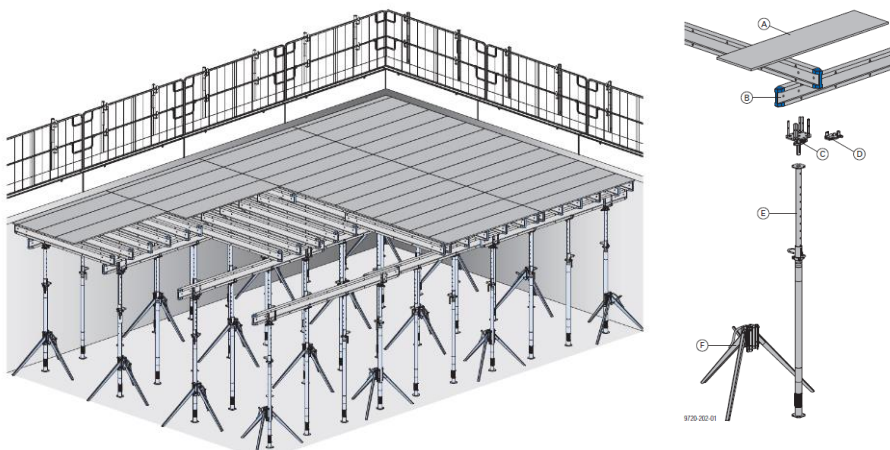
Systemový díl pro spojení a vyrovnání panelů. [8]



Obrázek 29 Uni upínáč [8]

1.2.1.2 Stropní bednění Dokaflex

Stropní systém nabízí plnou flexibilitu pro tvar konstrukce. Lze použít pro plně monolitické stropy, průvlaky i pro podepření filigránových stropů. Systém je určen pro ruční zhotovení. [9]



Obrázek 30 Dokaflex [9]

- A. Bednicí deska 3-SO
- B. Doka nosník H20
- C. Hlavice H20
- D. Přidržovací hlavice H20 DF
- E. Stropní podpěry Eurex

1.3.2 Systémy v EU

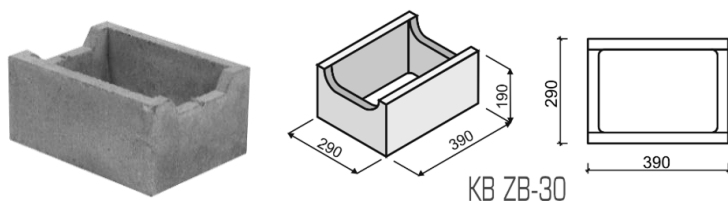
Firma KB-Blok je česká společnost a nepůsobí v ostatních evropských zemích. Nicméně nabídka produktů ze ztraceného bednění je srovnatelná na celém evropském trhu.

1.3.3 Systémy od KB-Bloku v ČR

1.3.3.1 Základové tvarovky

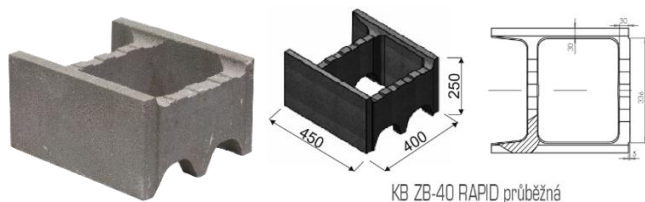
Ztracené bednění KB ZB (15/20/30/40) - Ztracené bednění výšky 200 mm

Rozměry (150/190/290/390) x190x390 mm. [12]



Obrázek 32 Tvarovka KB ZB [12]

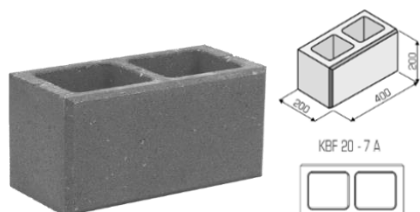
KB ZB – Rapid – Ztracené bednění výšky 250 mm. [12]



Obrázek 33 KB ZB-40 průběžná [12]

1.3.3.2 Zdivo

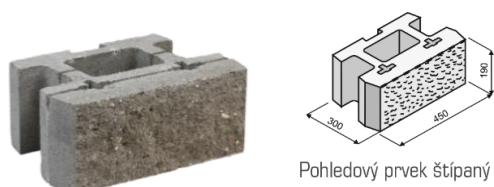
Dutinové tvarovky jsou principiálně snadné pro jejich použití a nabízejí díky středové přepážce úsporu betonu. Při schválení statického hlediska lze vyplnit jen každou druhou dutinu. [12]



Obrázek 34 Tvarovka pro Zdivo [12]

1.3.3.3 Opěrné tvarovky

System je založen na stavebnicovém principu, spoje tvarovek jsou suché, ve vodorovném směru se tvarovky spojují na zámek a ve svislém směru je zapotřebí tvarovky uchytit pomocí plastových kolíčků. Dutiny se zasypávají vhodným materiálem. [12]



Obrázek 35 Opěrná tvarovka [12]

Zákrytový prvek



Obrázek 36 Zákrytový prvek [12]

1.3.3.4 Stropní systémy

Stropní nosník

Svařovaná příhradovina s betonovým uložením pro stropní vložky. [12]



Obrázek 37 Stropní nosník [12]

Stropní vložka

Tvar vložek zajišťuje snadné zacházení a u výsledné konstrukce funkci akustickou, protipožární a tepelně-technickou. [12]



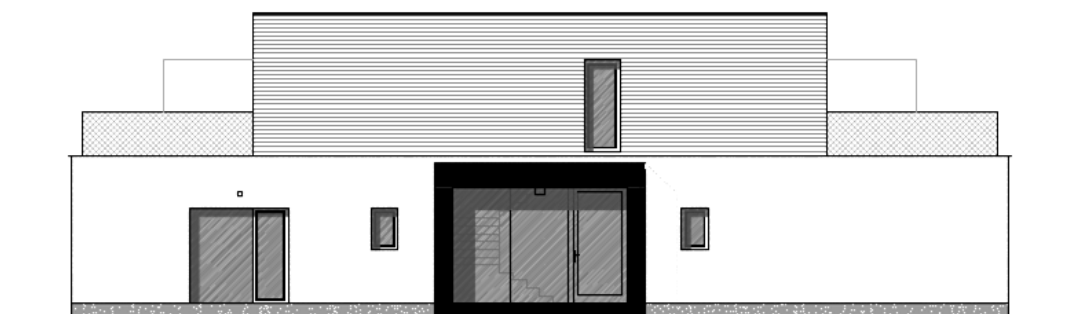
Obrázek 38 Stropní vložka [12]

2 Realizovaná stavba

2.1 Základní informace

Rezidence Blatov, novostavba deapence

Pohled



Obrázek 39 Pohled od severovýchodu [příloha č.3]

- Jedná se o novostavbu dvoupodlažního objektu bez podsklepení trvalého charakteru. V objektu je navrženo deset dvouúžkových pokojů se sociálním zázemím.
- Místo: Praha 9, Újezd nad lesy, Blatov, parc.č.: 759/2
- Rok realizace: 2018
- Zastavěná plocha: 278,8 m²
- Obestavěný prostor: 1,485 m³

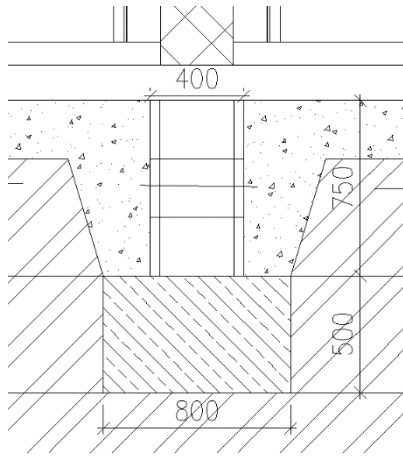
2.2 Konstrukční řešení

- Základové konstrukce: ze ztraceného bednění KB-Blok
- Nosné stěny: zděné z keramického zdiva
- Stropy: monolitické desky křížem armované řešeny Skydeckem
- Průvlaky: systémové keramické a monolitické řešeny Multiflexem
- Atika: monolitická konstrukce řešena vlastním systémovým bedněním

2.2.1 Základové pasy

Řez základy

Pod úrovní terénu se nachází základové pasy a základové stěny.



Obrázek 40 Řez základy [příloha č.2]

Základový pas

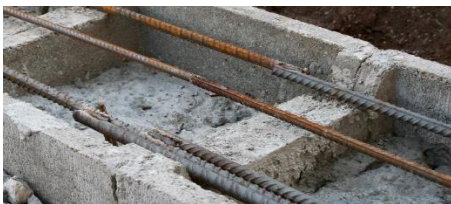
Spodní částí se nebudeme zabývat, jedná se o betonový základový pas o výšce 500 mm a šířce 800 mm až 1000 mm. Tato konstrukce byla standardně řešena vylitím čerstvého betonu přímo do výkopu.

Základová stěna

Druhá část má výšku 750 mm a šířku 400 mm. Jedná se o základovou stěnu, která přenáší zatížení z vrchní stavby do základového pasu. Primární účel této stěny je snížení základové spáry do nezámrzné hloubky.

Realizované řešení základové stěny

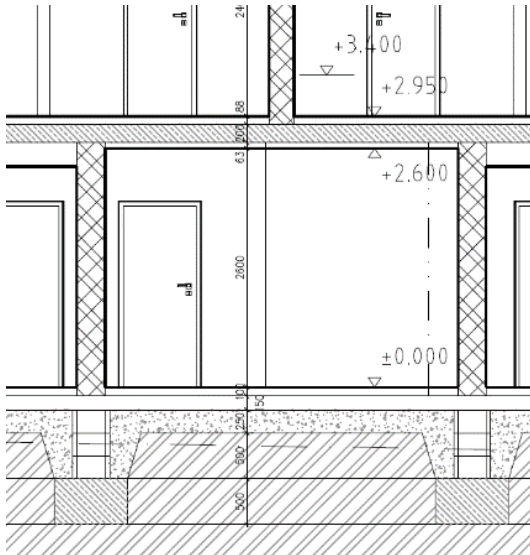
- rozměry 400*400*250 mm
- vyztužené 40 kg/m³
- výplň čerstvým betonem o objemu $V = 32,6 \text{ m}^3$



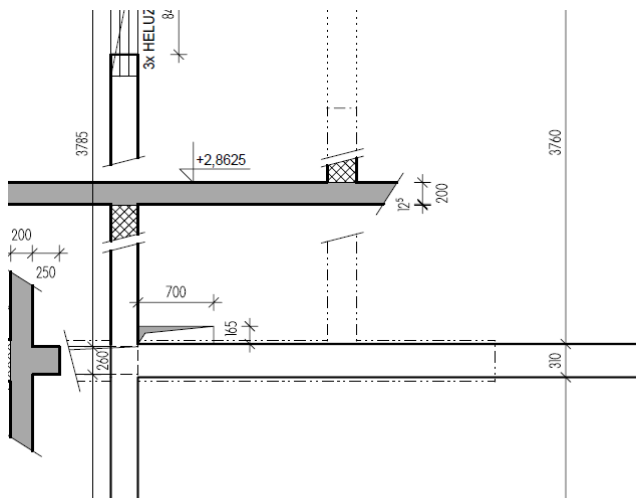
Obrázek 41 KB-Blok realizace [12]

2.2.2 Stropy

Stropní deska o tloušťce 200 mm a světlé výšce 2763 mm byla realizována pomocí stropního bednění Skydeck. V příloze se nachází výkres bednění [příloha č.8] a nabídka [příloha č.12], která obsahuje i výčet prvků pro průvlaky.



Obrázek 42 Řez v INP [příloha č.2]



Obrázek 43 Výšek tvaru stropu [příloha č.4]

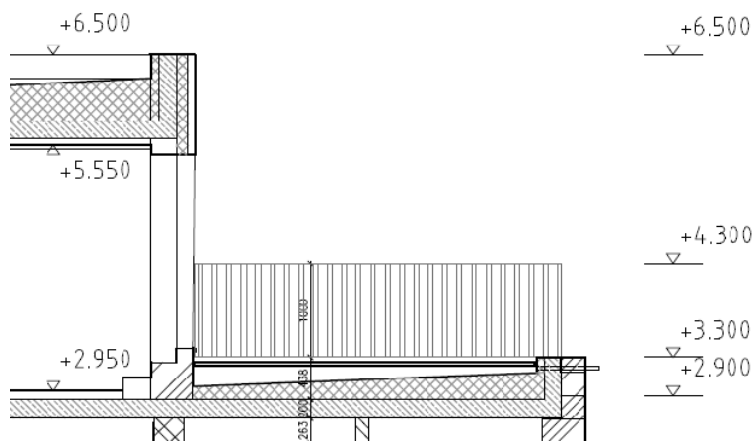
2.2.3 Průvlaky

Část průvlaků je řešena prefabrikovanými prvky Heluz, kterými se v této práci nezabýváme. Druhá část je řešena monoliticky na stavbě a ty jsou řešeny systémově bedněním Multiflex. Výška průvlaků do 512 mm. [příloha č.7]

2.2.4 Atika

Atika byla zřízena vlastním systémovým bedněním. Jedná se o atiku s výškou 438 mm v 1NP a 700 mm ve 2NP. Jejich tloušťka je 180 mm.

Řez částí stavby – Stropy a atiky



Obrázek 44 Řez atikou [příloha č.2]

2.3 Úprava základové konstrukce

Základové stěny jsou z důvodu použití prefabrikovaných tvárnic vyztuženy v podélném a svislém směru dle konstrukčních zásad výrobce (cca 40 kg/m³). Vzhledem k našemu návrhu na použití systémového bednění není nutné použít vyztužení jako u ztraceného bednění (posouzeno viz níže).

Tloušťka stěn 400 mm a výška 750 mm. Stěna obsahuje výztuž 40 kg/m³ betonu (podélná 2xR10 ve spáře a příčná 2xR8 à = 500 mm)

Posouzení základové stěny bez vyztužení

Základovou stěnu posoudíme na svislé zatížení. Vzhledem k velikosti stěny 0,75 m, která je menší než zkušební vzorek pro zkoušky betonu 1 m není nutné posuzovat na ohyb či smyk.

Největší svislá síla na základovou konstrukci: $N_{\text{celk}} = 135,671 \text{ kN}$

Prostý beton: C 16/20 X0 (Charakteristická pevnost betonu $f_{\text{ck}} = 16 \text{ MPa}$)

součinitel spolehlivosti betonu: $\gamma_c = 1,5$

Návrhová pevnost betonu: $f_{\text{cd}} = f_{\text{ck}}/\gamma_c = 16/1,5 = 10,66 \text{ MPa}$

Návrhová plocha $A_1 = b \cdot L = 0,4 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}$ (šířka základu * běžný metr)

$\sigma = N/A = N_{\text{celk}}/A_1 = 135,671/0,4 = 339,178 \text{ kPa} = 0,3392 \text{ MPa}$

$\sigma = 0,3392 < f_{\text{cd}} = 10,66 \text{ MPa}$

Základová stěna nám vyhoví na napětí.

3 Srovnání jednotlivých systémů pro stěnové konstrukce

3.1 Postup srovnání

Nejvyšší váhu pro zhotovitele má ekonomický vliv. Tedy cenu za pronájem + prodej doplňků stanovují na 70 %. Technologická část – pracnost je na druhé příčce, která u nás má nižší vliv než v zemích, kde je všeobecně draží cena práce. Váhu pracnosti stanovují na 20 %. Z pohledu technického zhotovitel klade též důraz na pohledovost a skladové požadavky, které na staveništi nemusí být optimální. Této kategorii stanovují 10 %.

3.2 Ekonomické

3.2.1 Cena za materiál

Duo

Díly k pronájmu [příloha č.9]

Panely	Kč	37 346,75
Příslušenství (klipy, závory, kotvy...)	Kč	4 426,75
Spínání (rádla + matice)	Kč	8 909,40
<u>Příslušenství k ošetření bednění – stříkačka</u>	<u>Kč</u>	<u>167,35</u>
Měsíční nájemné (30 kal. dní)	Kč	50 850,25
Nájemné (10 kal. dní)	Kč	<u>16 950,08</u>

Díly k prodeji [příloha č.9]

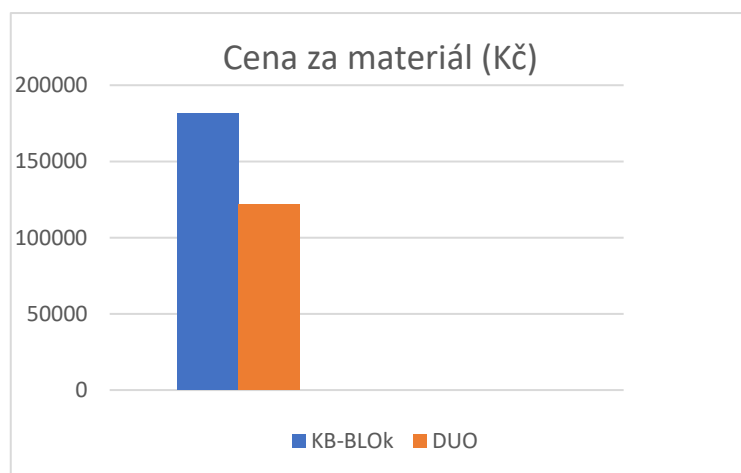
Zátky do panelů	Kč	381,50
Ochrana spínání	Kč	1 884,00
Příslušenství k ošetření bednění – olej	Kč	479,00
Cena prodejních dílů	Kč	<u>2 744,50</u>

Beton (C 16/20 X0 = 2432,1 Kč/m ³) 41 m ²	Kč	<u>99 716,10</u>
Výdřevy 57ks (20–65 mm, L=1 m), Lat' smrk/jedle neopracovaná 24 mm x 48 mm x 2000 mm	114 m´	Kč <u>4 788,00</u>
Celková cena za materiál (pronájem + nákup) =	Kč	<u>124 198,68</u>

KB – Blok

Tvárnice KB-ZB-40 Rapid (400x250x450mm) [12]

906 ks průběžná	Kč	59 187,04
48 ks koncová	Kč	3 310,56
Cena za tvárnice celkem =	Kč	<u>62 497,60</u>
Beton (C 16/20 X0 = 2432,1 Kč/m ³)	32,6m ²	Kč <u>75 350,28</u>
Výztuž 10 505, m = 1,6 t	Kč	<u>43 552</u>
Celková cena za materiál	Kč	<u>181 399,88</u>



Graf 1 Porovnání ceny za materiál

Jedná se o cenové porovnání za nákup a pronájem materiálu pro zhotovení konstrukce. Není v tom započítána pracnost ani doprava. Cena za materiál vychází lépe pro systémové bednění DUO o 31,54 %.

3.2.2 Cena za práci

Pracnost v Nh spočítána v kapitole 3.3.1 Cena za hodinu práce stanovena na 200 Kč.

Tabulka 1 Cena za zhotovení stěnového bednění

Systém	Pracnost Nh	Cena Nh/Kč	Cena (Kč)
Duo	134	200	26 800
KB-Blok	93	200	18 600

3.2.3 Obrátkovost – životnost

Pro konstrukci:

Životnost samotné konstrukce bude na obdobné úrovni vzhledem k poměru tloušťky tvárnice a monolitického betonu. Varianta z KB-Bloků má sice navíc výztuž 40 kg/m³, ale u plně monolitické části jsou předpokládány lepší vlastnosti betonu kvůli jednotvárnosti a lepší možnosti zhutnění.

Pro bednění:

Obrátkovost Duo kontaktní desky

Kontaktní deska na bednění Duo má obrátkovost až 100 opakování.

Životnost Duo bednění

Bednicí desky Duo mají životnost 10 let.

Po skončení životností lze staré desky použít na výrobu nových, jsou tedy recyklovatelné.

3.2.4 Cena bednění při nákupu

Na řešené stavbě byly navrženy 2.takty. Bylo potřeba 7 dní i s dovozem, pokud by vytížení bednění realizační firmy bylo 50 %, za dobu životnosti bednění by se zrealizovalo 500 taktů.

Cena navrženého bednění Duo při nákupu:

Bednění: Kč 1 033 850

Ztratiné na 500 taktů

Distančních trubic 15 Kč/ks ks 21 250 Kč 318 750

Zátek 0,39 Kč/ks ks 137 500 Kč 53 625

Kónusy 0,52 Kč/ks ks 200 000 Kč 104 000

Kontaktní deska na 500 taktů

Deska $A_{\text{bednění}} = 137 \text{ m}^2$ 1025 Kč/ m^2 4x137*1025 Kč 561 700

Celková cena za bednění za 10 let při 500 taktech Kč 2 071 925

Cena za 1.takt $2\,071\,925/500 = 4\,143,85 \text{ Kč}$

Cena za realizaci na naší řešené stavbě o 2.taktech $8\,287,70 \text{ Kč}$.

3.2.5 Potřeba a spotřeba pomocného materiálu

KB-Bloky – konstrukční výztuž, klínky na vyrovnání bloků a pěna pro zamezení protečení betonu na netěsných místech.

Duo – ztratiné díly pro ochranu spínání a uzavření otvorů (distanční trubice, kónusy, zátky do betonu), olej na ošetření nájemní překližky.

3.3 Technické

3.3.1 Únosnost

KB BLOK

- Maximální výška pro betonáž v celku je 1 m
- Maximální tloušťka stěn 0,5 m
- Tlak čerstvého betonu při výšce 1 m se rovná cca 25 kN/m² [10]

DUO

- Maximální výška betonáže pro stěny do výšky 5,4 m
- Maximální tloušťka stěn 400 mm pro systémové řešení rohů
- maximální tlak čerstvého betonu na bednění 50 kN/m²
- maximální tlak betonu na bednění pro sloupy 80 kN/m² [2]

[dle normy č.1]

3.3.2 Technická podpora

KB-Bloky v realizační fázi nemají v běžném případě časovou náročnost na technickou podporu pouze čas pro dodání materiálu. Doba dodání při naskladnění materiálu je v závislosti na vytížení dopravce, avšak nejdéle do 14 dnů. U materiálů na zakázku nebo pokud materiál není skladem pohybuje se čekací doba na naskladnění 6-8 týdnů

U systémového bednění vzniká časová náročnost na zpracování návrhu s nabídkou. Pro technické oddělení při tomto projektu vznikla časová náročnost na projekt cca 6 h, ale vzhledem k zařazení projektu do pořadníku poptávek, může zákazník očekávat zpracování do týdne a vydání zboží do dalších 2-3 dnů. Pro vlastní návrh a urychlení procesu je možné použít Duo planner na webových stránkách.

3.3.2.1 Doprava a montáž

Tvárnice KB ZB-40 Rapid 400x250x450

Tato tabulka slouží pro stanovení dopravy na stavbu, vychází z hmotnosti materiálu a počtu palet. Doprava bude hodnocena na základě ceny.

Tabulka 2 Tvárnice – hmotnosti a objemy dutin

Tvárnice	počet	hmotnost	hmotnost celkem	palet	objem dutin	celkem objem dutin
jednotky	ks	kg	kg	ks	m ³	m ³
průběžná	906	31,8	28810,8	30,2	0,0342	30,985
koncová	48	31,7	1521,6	1,6	0,0336	1,613
			Σ30332,4	Σ31,8		Σ32,598

Výztuž

Tabulka 3 Výztuž do Tvárnice

Druh výztuže	hmotnost m (t)	Cena bez DPH (Kč) za kg	Cena s DPH (Kč) za kg	Cena celkem (Kč)
10 505 (R)	1,6	22,5	27,22	43 552

Doprava

Vzhledem k faktu, že se jedná o krátké vzdálenosti nelze uvažovat ceník dopravy podle km. Ceny za km uvádí dopravci pro dlouhé vzdálenosti. Vycházel jsem tedy z nabízené ceny, které nabízí externí dopravci pro firmu Peri. Cena pro dopravu kamionem po Praze byla nastavena na 6 300 Kč za jednu směrnou dodávku. (obousměrnou 10 000 Kč). Pro menší kamion 4 500 Kč. [vlastní zdroj]

Varianta KB-Blok

Doprava tvárnic a výztuže

Praha Kbely (13,1 km, 32 palet, váha: 30,4 t)	Kč	12 600
Výztuž (délky asi 6 m pruty, váha 1,6 tuny)	Kč	4 500

Doprava betonu 2x12km (24 km)

Beton (330 Kč/m ³ * 33 m ³)	Kč	10 890
Čerpání betonu 2000 Kč/h (15-30 m ³ =h 22,5 m ³ /h)	Kč	4 000
Dojezd čerpadla na beton 50 Kč/km	Kč	1 200

Doprava celkem	Kč	<u>33 190</u>
-----------------------	-----------	----------------------

Varianta Duo

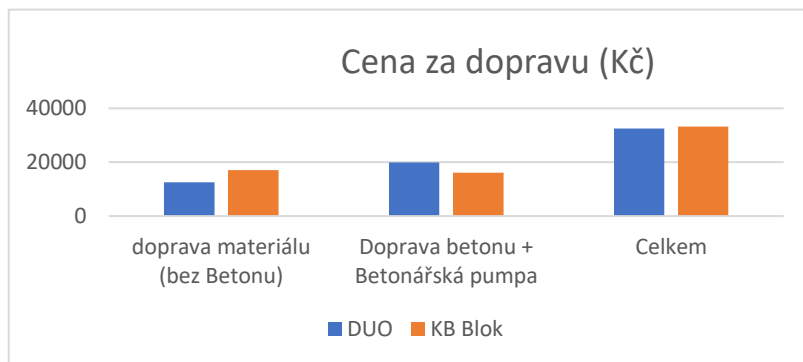
Doprava bednění Duo

Doprava bednění na stavbu 1 kamion	Kč	6 300
Doprava bednění – vrácení	Kč	6 300

Doprava betonu 2x12km (24 km)

Doprava betonu 330 Kč/m ³ * 41 m ³	Kč	13 530
Čerpání betonu 2000 Kč/h	Kč	4 000
Dojezd betonářské pumpy (2*1200 Kč)	Kč	2 400

Doprava celkem	Kč	<u>32 530</u>
-----------------------	-----------	----------------------



Graf 2 Porovnání ceny za dopravu

U tvárnic prodraží dopravu hmotnost materiálu, který je nutné rozdělit na dva kamióny. U systémového bednění je zase nutné odvést půjčený materiál nazpátek a tím platit i za zpáteční dopravu. Cena za dopravu je srovnatelná.

Montáž KB-Blok

Ztracené bednění se ukládá na betonovou směs pro vyrovnání první řady. Začíná se pokládat od nejvyššího rohu. Tvarovky se kladou na sraz nevyplňují se tedy svislé spáry pojivem. Dbáme na maximální přesnost, jakékoliv nerovnosti by se nám projeví při kladení dalších řad. Po kontrole rovinnosti první řady tvarovek umístíme vodorovnou výztuž dle projektu a lze začít pokládat další řadu. Svislou výztuž je potřeba osázet již do základového pasu podle projektu. Po zhotovení všech řad lze začít betonovat, při betonáži je potřeba hutnit pouze tyčí bez vibrací. [12]

Montáž DUO

Před sestavením bednění ošetříme vnitřní desky olejem. Panely Duo se kladou na podklad, v našem případě na základový pas. Začíná se stavět od rohu. U standartní stěny se postaví jeden panel na výšku a vyrovná se pomocí stabilizátoru. V našem případě je bednění nízké a není stabilizace potřeba. Sestavíme tedy nejprve roh, kde panely spojíme pomocí klipů a tloušťku nastavíme pomocí rádlování, které se skládá z rádlovací tyče, dvou matice a mezi bedněním se nachází 2 kónusy a distanční trubice. V místech hranolů do 5 cm se místo klipů používají Duo kotvy. V místech, kde nám vzniknou čela bednění se osadí závory pro zajištění sil do výdřevy. Po sestavení a kontrole těsností a rovinnosti je možné začít betonovat. Hutnit lze pomocí vibrační techniky.

Demontáž: nejdříve odebereme rádlovací tyče s maticemi a následně začneme odstraňovat klipy s ostatním příslušenstvím, pokud panel nejde snadno odstranit z povrchu betonu můžeme si pomoci úderem gumového kladiva. Materiál je potřeba očistit před dalším použitím či vrácením.

3.3.2.2 Skladové požadavky

Posuzováno z hlediska potřebného prostoru na staveništi.

Systém KB-Blok bude na staveništi potřebovat prostor celkem pro 37 palet (tvarovky 33 palet a výztuž 4 palety).

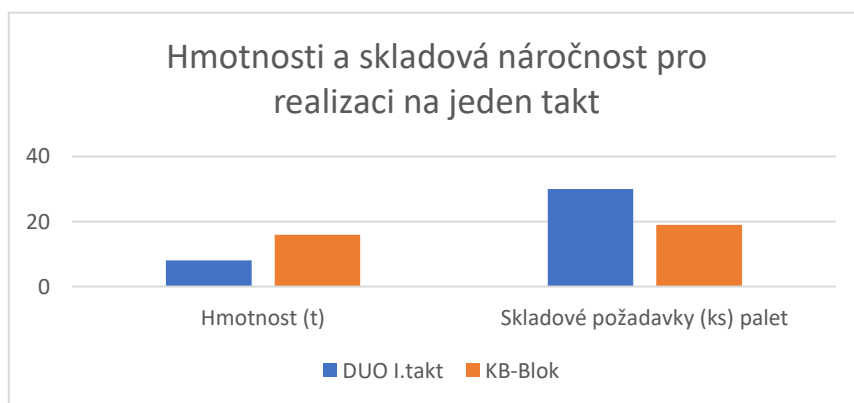
Pro systém Duo bude zapotřebí cca 30 palet.

3.3.2.3 Hmotnost

Hmotnost nás zajímá pro dopravu jak externí, tak interní. Kde externí doprava kamionem je maximálně 24 tun a vyšší náklad se musí rozložit mezi více dodávek. Interní dopravu tedy přenesení materiálu na konečné místo zajišťují pracovníci a velký rozdíl hmotnosti může mít roli pro zhotovitele.

KB-Blok: tvarovky 30 332,4 kg + výztuž 1 600 kg = 31 932,4 kg

Duo: bednění 4 551 kg



Graf 3 Porovnání hmotnosti a skladové náročnosti

System Duo potrebuje o cca 37 % více prostoru na stavbě oproti ztracenému bednění, pokud bychom realizovali celou konstrukci najednou, jelikož uvažujeme materiál rozdělený na dva takty výsledně Duo zabírá o 19 % méně prostoru. Velký rozdíl hmotnosti ocení zejména pracovníci, kteří by realizovali stavbu. Pro realizaci najednou by bylo Duo lehčí 3,5x a při II. taktech 7x.

3.3.2.4 Další využití a řešení prostupů

Další využití:

Bednění Duo lze použít kromě základové zídky na ostatní stěny do výšky 5,4 m, dále na jednostranné bednění stěn, na stropní konstrukce a průvlaky.

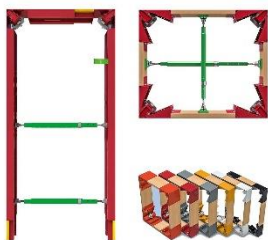
KB tvarovky lze dále využít též na stěny a na místo kde by bylo jednostranné bednění, tedy v místech ve svahu nebo jako přízdívka. Pokud použijeme pohledový typ tvarovek dají se také použít na ploty.

Řešení prostupu

KB-Blok – malé prostupy, například inženýrské sítě u základů, se řeší prořezáním tvarovky a zajištěním tesařskou výdřevou. Velké otvory u stěn jsou řešeny zakončením tvarovky a převázáním v další řadě.

Duo

Systémové řešení: pomocí nastavitelného rámu



Obrázek 45 Nastavitelný rám pro řešení otvorů [18]

Nesystémové řešení: pomocí tesařské výdřevy

Shrnutí:

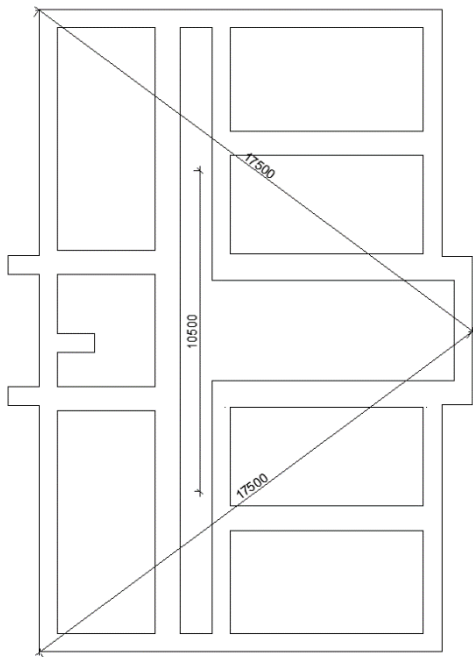
Řešení prostupů pro okenní a dveřní otvory je díky nastavitelnému rámu velmi snadné oproti improvizovanému řezání tvarovek na stavbě. U základové konstrukce řešení prostupů pro sítě je řešeno nesystémově pomocí tesařských výdřev, které je nutno připevnit k bednění, aby nedošlo k vyplavání od vztlačkových sil čerstvého betonu. U tvarovek kromě tesařské výdřevy je nutno prořezat otvor.

U svislých konstrukcí je řešení velkých prostupů při správném modulovém návrhu v celku na podobné náročnosti, ale řešení malých otvorů je komplikovanější pro tvarovky kvůli prořezávání. Proto při celkovém hodnocení bych se přikláněl k systémovému bednění.

3.4 Technologické

3.4.1 Pracnost

Vyložení materiálu provede externí dopravce hydraulickou rukou. Interní přemístění materiálu spočítáme podle středních vzdáleností, které dělník musí ujít (při umístění bednění na prostředek stavby je největší vzdálenost 17,4 m tedy průměrně bude muset dělník ujít 8,7 m, přičteme 1,3 m od hrany konstrukce budeme uvažovat 10 m), rychlost přemístění uvažují 1,0 km/h (prostoje, zvedání, pokládání apod.)



Obrázek 46 Půdorys pro určení vzdálenosti [zdroj vlastní]

KB-Blok

Přemístění

Dělník unese 1 KB-Blok (při hmotnosti 31,8 kg), máme 954 ks

Duo

Bednění, dělník budeme muset ujít stejnou střední vzdálenost (10 m) + přenést do II. taktu (10,4 m) a odnést zpátky na paletu (10 m), budeme muset tedy ujít vzdálenost 30,4 m

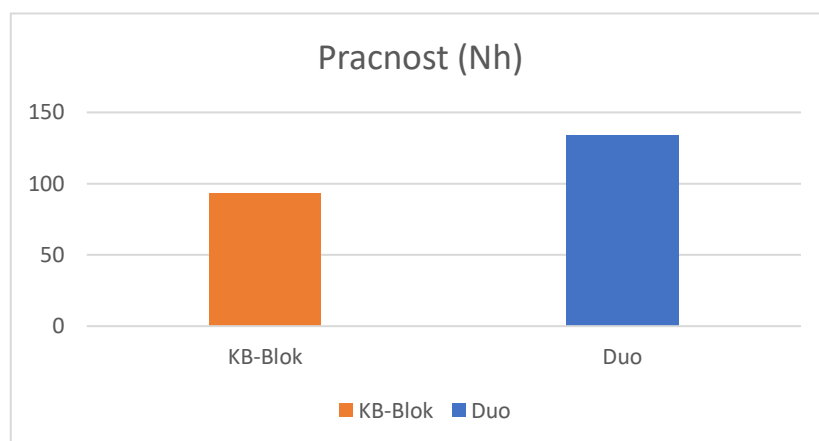
Budeme uvažovat, že dělník ponese stejnou hmotnost jako při přenosu ztraceného bednění, tedy průměrně ponese 31,8 kg.

Shrnutí pracnosti tvarovek

Přemístění materiálu (31 937 kg *0,01km/ (31,8 kg*1 km/h))	Nh	3,82
Suché zdění (20 ks/h, 954/20)	Nh	47,70
Betonáž + hutnění (32,6 m ³ *1,27 Nh)	Nh	41,40
Celková pracnost	Nh	<u>92,92</u>

Shrnutí pracnosti Duo

Přemístění Duo (4600 kg *0,0304 km/ (31,8 kg * 1 km/h))	Nh	4,4
Ošetření bednění (350 m ² *0,005 Nh)	Nh	1,75
Bednění (214 m ² *0,23 Nh)	Nh	49,22
Betonáž + hutnění (41 m ³ *1,27 Nh)	Nh	52,07
Odbednění (214 m ² * 0,06 Nh)	Nh	12,84
Očištění bednění (350 m ² * 0,03 Nh)	Nh	10,5
Paletizace	Nh	3,17
Celková pracnost	Nh	<u>133,95</u>



Graf 4 Porovnání pracnosti

Postup prací při rozdělení na 2.takty

- | | |
|-------------------------------|---------------------|
| 1. Ošetření bednění | 6. Dobednění |
| 2. bednění I. taktu | 7. Betonáž |
| 3. Betonáž | 8. Odbednění |
| 4. Odbednění | 9. Očištění bednění |
| 5. zahájení bednění II. taktu | |

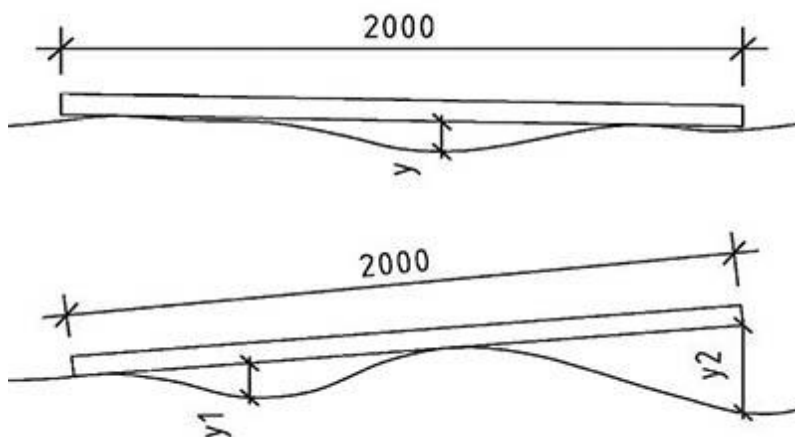
3.4.2 Výsledná kvalita

KB-Blok

Tolerance: délka, šířka, výška ± 5 , ± 5 , $+3-5$ mm rozměr dutin a vybrání žebra

Duo

Výsledná kvalita konstrukce při dodržení zásad bednicího systému by měli vyhovovat místní rovinnost dle normy [4] ČSN 73 0212-3, (y , y_1 , $y_2 = \pm 5$ mm na 2 m – měřeno latí).



Obrázek 47 Rovinnost [15]

Vyhodnocení kvality: V této části hodnotíme zejména rovinnost. U základové konstrukce místní rovinnost nehraje příliš roli, ale hodnotíme-li tyto dva systémy jako na všeobecné svislé konstrukci, bude bednění dosahovat přesnějších hodnot než tvarovky. K tomu závěru vycházím z faktu, že systémové bednění je celé spojené klípy, kotvami a v nejhorších místech vyrovnávacími závorami, dále je bednění stabilizované prvky k tomu určenými a tloušťka je vyřešena pomocí rádlování. U tvarovek při jakékoliv nerovnosti je potřeba klínkovat a vypěnit netěsnosti pomocí pěny.

3.4.3 Pohledovost

Pohledovost (svislé konstrukce)

Pro základové konstrukce nemá žádný smysl, pokud se budeme bavit všeobecně o svislých konstrukcích bude nás zajímat okolí konstrukce.

Subjektivní názor

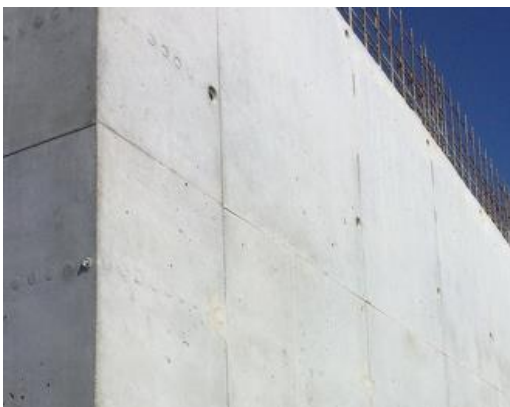
Pro plot bych volil systém KB-Blok (ale pohledové bloky jsou dražší než nyní uvažované). Pro pohledovou stěnu například v interiéru bych raději volil stěnu ze systémové bednění například z Duo.



Obrázek 48 KB-Blok pohledové ploty [12]



Obrázek 49 Duo otisk [zdroj vlastní]



Obrázek 50 Duo otisk [zdroj vlastní]

Použité materiály na bednění

KB-Blok

Betonové tvarovky tvoří ztracené bednění a jsou tedy součástí hotové konstrukce.

Duo

Systém Duo je zjednodušeně řešeno z plastu, tím se liší oproti standardním systémům jako Domino, Trio či Maximo, které jsou z ocelových rámců. Při odlehčené variantě u Domina z hliníkových rámců (nepoužívá se standardně),



Obrázek 51 Technické polymery [2]

Materiálový výzkum Peri se zaměřuje zejména na technické polymery, které se vyznačují trvanlivostí a jsou velmi robustné. Vzhledem k zaměření podnikání firmy je veškerá aktivita zaměřena na využití polymerů v bednicí a lešenářské technice. Aby byly splněny aktuální požadavky trhu, bylo nezbytné přidat aditiva k optimalizování vlastností u dílů Duo. [2]

3.4.4 Náročnost na těžkou techniku

U KB-Bloku i u Duo není potřeba použít těžkou techniku. Ale je dobré srovnat hmotnost na 1 m², kde Duo váží při rozměru desky 135x90 24,9 kg + rádlování tedy na 1 m² oboustranného bednění 45,01 kg a KB-Blok 282,67 kg (boční plocha 0,25 m*0,45 m tedy 8,89 ks na 1 m², 1ks 31,8 kg).

4 Srovnání jednotlivých systémů pro stropní konstrukce

Cíl: Stanovit pro INP Stropní konstrukci nejlepší volbu stropního systému. Nejvyšší váhu stanovujeme za cenu bednění 40 %, 40 % za pracnost a zbylých 20 % za kvalitu provedení.

4.1 Postup srovnání

Stejně jako u svislých konstrukcí nejvyšší váhu pro zhotovitele bude mít ekonomický aspekt. Tedy cenu za pronájem + prodej doplňků stanovuji na 70 %. Technologická část je na druhé příčce s pracností, která u nás má nižší vliv než v zemích, kde je všeobecně draží cena práce. Váhu pracnosti stanovuji na 20 %. Z pohledu technického zhotovitel klade též důraz na pohledovost, skladové požadavky, které na staveništi nemusí být optimální. Této kategorii stanovuji 10 %.

4.2 Ekonomické

4.2.1 Cena (pronájem + prodej)

Porovnání ceny za pronájem bednění a koupi doplňkových dílů. [přílohy č. 10,11,12]

Duo

Měsíční nájemné (30 kal. dní) Kč 112 735,00

Cena prodejních dílů Kč 6 507,25

Multiflex

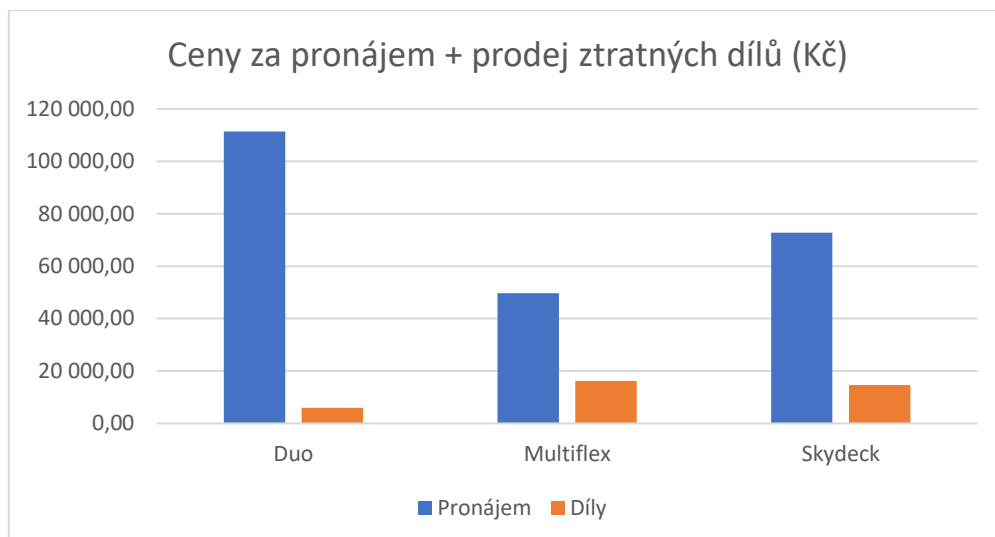
Měsíční nájemné (30 kal. dní) Kč 49 718,57

Cena prodejních dílů Kč 16 272,75

Skydeck

Měsíční nájemné (30 kal. dní) Kč 72 769,24

Cena prodejních dílů Kč 14 610,25



Graf 5 Porovnání cen za pronájem bednicích systémů

O 46 % vychází cenově lépe Multiflex za pronájem bednění než Skydeck, Systém Duo je na stropní konstrukci o více jak 100% dražší. Nicméně u ostatních systémů je nižší pracnost, což se projeví v dalších porovnání. U Systémů Multiflex a Duo se provádí standartně přebednění po 2-3 dnech, U Skydecku je díky využití tuto možnost využít již po 1 dni. Vzhledem k faktu, že zde není více taktů řešených hned po sobě nemá tato výhoda zde vliv na srovnání.

4.2.2 Obrátkovost a životnost

Duo

Bednicí desky – obrátkovost 100x

Panely Duo – životnost 10 let

Multiflex

3S nájemní překližka - Typický počet obrátek je 20x

GT nosníky – životnost 20-50 let

Skydeck

Kontaktní vrstva – 50x

Panely – životnost 20-50 let

Dořezová překližka pro všechny systémy

Topol – obrátkovost 2 – 5x

4.2.3 Cena realizace při koupi materiálu

Uvažuji 13 realizací u všech systémů za rok při průměrné době na stavbě 21 dní a 75 % vytižením jako rezervu. Porovnáváme pouze stropní bednění bez dořezové překližky a bednění průvlaků, které je ze stejných systémů. Plocha bednění 230 m².

Tabulka 4 Cena nákupu sady stropního bednění

Systém	Cena bednění	Realizací za rok	Maximální životnost	Cena za realizaci
Duo sada	1 261 473,50 Kč	13x	10 let	9 703,64 Kč
Stojky	1 039 576,00 Kč	13x	50 let	1 599,35 Kč
Multiflex	1 326 155,00 Kč	13x	50 let	2 040,24 Kč
Skydeck	2 491 657,00 Kč	13x	50 let	3 833,32 Kč

Tabulka 5 Cena překližky pro sady stropního bednění

Překližka/kontaktní vrstva s betonem	Přibližná cena za m ²	Obrátkovost	Cena za 1 použití 1 m ² překližky dokoupené	Cena za 1 použití 1m ² překližky průměrně	Plocha bednění	Cena překližky za realizaci 1.taktu
Duo	1025 Kč	100x	10,25 Kč	5,12 Kč	230 m ²	1178,75 Kč
Multiflex	424 Kč	20x	21,2 Kč	20,54 Kč	230 m ²	4725,96 Kč
Skydeck	1129 Kč	50x	22,58 Kč	20,84 Kč	230 m ²	5002,33 Kč

Tabulka 6 Cena za práci bednění a odbednění stropních systémů

Cena za práci	Plocha	Celková pracnost	Časová náročnost	Sazba hodinová	Cena za práci
Duo	230 m ²	0,33 Nh	75,9 h	200 Kč/h	15 180 Kč
Multiflex	230 m ²	0,46 Nh	105,8 h	200 Kč/h	21 160 Kč
Skydeck	230 m ²	0,23 Nh	52,9 h	200 Kč/h	10 580 Kč

Tabulka 7 Srovnání cen za koupené bednění na 1.Takt

Celková cena	Cena bednění	Cena kontaktní vrstvy	Cena práce	Celkem
Duo	11 302,99 Kč	1178,75 Kč	15 180 Kč	27 661,74 Kč
Multiflex	2 040,24 Kč	4725,97 Kč	21 160 Kč	27 926,21 Kč
Skydeck	3 833,32 Kč	5002,34 Kč	10 580 Kč	19 415,66 Kč

Při srovnání stropních systémů bednění nám při koupi a využití celé životnosti vychází nejlépe systém Skydeck. Systémy Duo a Multiflexem vychází o cca 40 % dražší.

4.2.3.1 Potřeba a spotřeba pomocného materiálu

Veškeré systémy potřebují:

- olej na ošetření panelů/nájemní překližky
- dořezovou překližku
- vidlice pro snazší zvedání bednění do potřebné polohy

V Duo a Skydeck systémů je bednicí deska zabudovaná, ale pro Multiflex se uvažuje zvlášť.

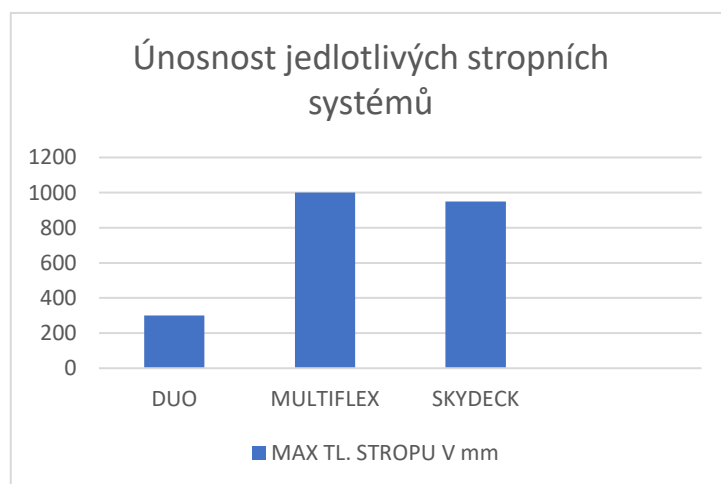
4.3 Technické

4.3.1 Únosnost

Duo vodorovné konstrukce: do tl. Stropu 300 mm

Multiflex vodorovné konstrukce: maximální tl. Stropu 1,0 m

Skydeck vodorovné konstrukce: maximální tl. Stropu 0,95 m



Graf 6 Porovnání únosnosti stropních systémů

Systém Multiflex má nejvyšší únosnost, udává 1 m. Avšak variabilita vzdálenosti nosníků a stojek dává možnost dosáhnout i mnohem vyšších hodnot. V kategorii únosnosti mezi těmito systémy hodnotím Multiflex jako bezkonkurenční a lze ho použít na jakoukoliv vodorovnou konstrukci, nicméně u naší stavby není potřeba dosahovat těchto únosností a všechny systémy splňují požadované hodnoty. Skydeck vzhledem k vysoké hodnotě má velmi komplexní využití, ale oproti Multiflexu je omezen svojí

výškou podstojkování 5 m. U Multiflexu lze použít věže a dosahovat výšek 22,29 m. Duo je stejně jako Skydeck omezen podepřením, co se týče světlé výšky. Vzhledem k malé únosnosti ho nelze použít na všechny stropní konstrukce, ale běžné stropy rodinných a bytových domů či kancelářských objektů nepřesahují tuto hodnotu. Proto si umím představit tento systém na běžných pozemních stavbách, ale je potřeba v případě netypických tloušťek tento systém nahradit.

4.3.2 Technická podpora

Všechny systémy jsou od jednoho výrobce tudíž se podpora nebude lišit co se týče zpracování návrhu či podpoře se zaučením na stavbě od dodavatele. Kde ale vzniká prostor pro odlišnost je v jednoduchosti panelových systémů. Je u nich menší předpoklad, že pracovníci si nebudou vědět rady, jak se systémem pracovat či váhat, zda je systém správně postaven. Moduly stojek jsou jasně definované spoji panelů.

4.3.3 Doprava a montáž, skladové požadavky a hmotnost

Doprava a montáž

Všechny systémy se vlezou na jeden kamion. Nehraje tedy ve srovnání roli. Náročnost na montáž je srovnána v kategorii pracnosti.

Duo

Montáž: Klást panely začínáme od rohu. Panel lze zavěsit na stojku a pomocí systémové vidlice zvedat panel do vodorovné polohy a následně zajistit stojkou. Tímto postupem vyskládáme všechny systémové prvky a koncové rozměry dobedníme systémem Multiflex, tedy pomocí stejných stojek a GT nosníků s dořezovou překližkou. Tato nesystémová záležitost je způsobená omezenou nabídkou systémových prvků Duo na našem trhu, kde s tímto systémem se firmy teprve seznamují. Vybrané panely se upevní dle návrhu pomocí Duo úchyty ke stěně kvůli zajištění vodorovných sil.

Demontáž: po 2-3 dnech je možné zredukovat materiál na podepření, kdy se postupně odbedňují panely a nazpátek se vracejí pouze stojky pro zajištění přenosu sil a omezení průhybu. Pokud použijeme široké hlavice a mezi ně umístíme doplňkové panely o šířce 150 mm můžeme odbedňovat již po 24 h stejně jako u Skydecku. Stojky budou kompletně odbedněny po zhotovení druhého patra pro lepší rozložení sil při zhotovení konstrukce. Po 3 týdnech se odbední 2NP strop a následně podstojkované 1NP.

Multiflex

Montáž: začíná se v rohu. Současně se klade spodní nosník se stojkami podle pevně daných vzdáleností. Spodní nosník a stojka je spojena hlavicí (přímá či křížová), pro stabilizaci se na stojky s křížovými hlavicemi upevní univerzální trojnožka. Umístění a stojek a nosníků je podle statického návrhu, po sestavení spodní řady nosníku, lze začít pokládat horní nosníky, ale je potřeba zajistit dělníka, který poleze nahoru kvůli pádu. To se dá řešit konzolou s ramenem na které je dělník přes úvazek a naviják upevněn nebo kladením z lešenářské kostky. Dále je vhodné už v tuto dobu mít zhotovené zábradlí po obvodu, to zajistí dělník z lešení. Nakonec je potřeba vyskládat překližku, nejdříve nájemní, a nakonec dořezovou pro zbytkového rozměry, kterou je třeba uzpůsobit konečným nařezáním. Pracoviště se nakonec překontroluje a předá další četě pro vyztužení a betonáž.

Demontáž: Po 2-3 dnech betonáže předpokládáme přebednění na menší počet stojek a odstranění překližky s nosníky. Zanecháme pouze spodní nosníky se stojkami a horní nosníky odbedníme, jelikož u tohoto systémů nelze odbednit pomocí padacích hlavic, musíme odbedňovat postupně a vracet tam nazpátek spodní nosník se stojkami. Materiál se použije na bednění dalšího patra. Stojky budou kompletně odbedněny po zhotovení druhého patra pro lepší rozložení sil při zhotovení konstrukce. Po 3 týdnech se se odbední 2NP strop a následně podstojkované 1NP.

Skydeck

Montáž: Stejně jako u ostatních systémů se začíná bednit od rohu. Kdy nejdříve se postaví spodní nosník na stojky, který je potřeba udržet na místě, dokud se horní panel nepřipevní ke stěně, následně se pomocí vidlicí zvedají navazující panely a kladou se na další spodní nosníky podepřeny stojkami. Koncové rozměry se dořeší systémem Multiflex stejně jako u Dua. Část panelu, která bude ve styku s betonem je potřeba ošetřit před betonáží.

Demontáž: Redukce materiálu po 24 h lze uskutečnit vzhledem k použití padacích hlavic, které se sníží a lze odebrat panely a zanechat pouze spodní nosníky se stojkami, které přenáší síly od konstrukce. Stojky budou kompletně odbedněny po zhotovení druhého patra pro lepší rozložení sil při zhotovení konstrukce. Po 3 týdnech se se odbední 2NP strop a následně podstojkované 1NP.

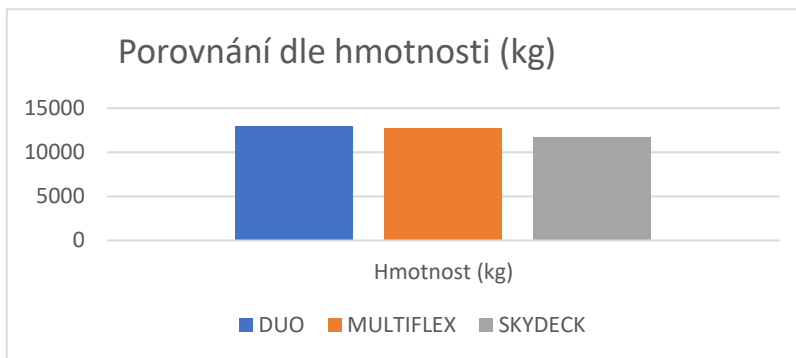
Skladové požadavky:

Hmotnost:

Multiflex 12 736 kg [příloha č.11]

Skydeck 11 714 kg [příloha č.12]

Duo 12 991 kg [příloha č.10]



Graf 7 Porovnání hmotnosti stropních systémů

Rozdíl v této kategorii není nijak zásadní, pokud nezačneme porovnávat tyto hodnoty na stavbě, kde jsou i monolitické stěny. V tom případě by na strop bylo sice stejně materiálu, ale už by nebylo potřeba dalšího systému na svislé konstrukce. Systém Duo vychází nejtěžší z důvodu většího počtu stojek, ale samotné bednění bez podstojkování vychází podobně jako Skydeck.

4.3.4 Další využití a řešení prostupů

Další využití:

Duo – Na svislé konstrukce, na boky průvlaků s dodatečným podepřením

Multiflex – na kompletní obednění průvlaků

Skydeck – v zahraniční produkci lze použít doplňky pro bednění průvlaků bez dodatečného podepření

Řešení prostupů:

Řešení u všech systémů stejné, pomocí přibytí výdřevy na bednicí desky.



Obrázek 52 Řešení prostupů [16]



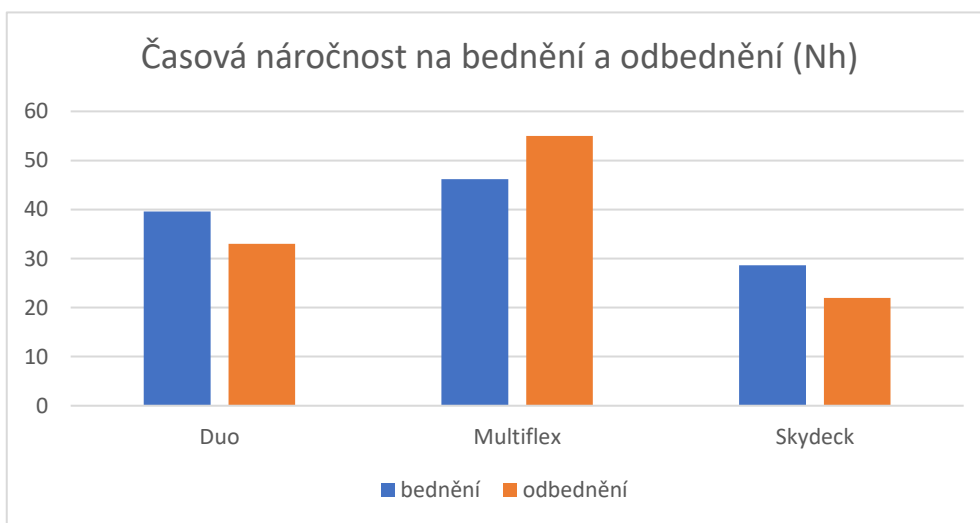
Obrázek 53 Řešení prostupů [zdroj vlastní]

4.4 Technologické

4.4.1 Pracnost

Tabulka 8 Pracnost [zdroj vlastní]

1.NP	Plocha (m ²)	Pracnost (Nh/m ²)	Celková pracnost (Nh)	Četa 3 lidí po 12 h (počet dní)
Bednění				
Duo	220	0,18	39,6	1,32
Multiflex	220	0,21	46,2	1,54
Skydeck	220	0,13	28,6	0,95
Odbednění				
Duo	220	0,15	33	1,10
Multiflex	220	0,25	55	1,83
Skydeck	220	0,1	22	0,73



Graf 8 Porovnání časové náročnosti stropních systémů

Největší pracnost má systém Multiflex. Z důvodů variability, kterou nabízí, musíme umístit a přeměřit jednotlivé vzdálenosti nosníků i stojek a následně pokládat překližky. Zatímco u Duo a Skydecku jsou nosníky s překližkou spojeny do panelů a tím se ušetří práce i rozměrování stojek, které jsou definovány na styk panelů. Skydeck má ještě nižší pracnost než Duo zejména kvůli velikosti panelů a tím i rychlejšího pokládání.

4.4.2 Příprava a montáž

Příprava:

Pokud systémové bednění si půjčujeme je zapotřebí si pár týdnů předem nechat vypracovat nabídku s výkresem podle velikosti stavby, vždy ale minimálně týden dopředu. Dále je nutné si zajistit dopravu na stavbu ať od dodavatele bednění či sami. Na stavbách se menšími staveništními prostory je nutné vyčlenit prostor pro umístění bednění.

Realizace: (postupy uvedeny v montáži)

1. Dovezení materiálu na stavbu
2. Interní přenos materiálů
3. Montáž bednění (následná realizace stropu)
4. Demontáž bednění 1.fáze – zanecháme bednění nutné pro přenesení sil a zamezení průhybu při tvrdnutí
5. Demontáž bednění 2.fáze – Demontáž zbylého bednění

4.4.3 Výsledná kvalita produktu

Všechny systémy jsou navrženy, aby vyhovovali normě a budou mít tedy maximální průhyby $L/500$ běžné konstrukci (viz. Prostý nosník) a $L/250$ při vykonzolovaných konstrukcích. ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

Systémy se budou lišit otiskem od překližky a tím se budeme zabývat v kapitole **4.4.4.pohledovost.**

Tolerance délky, šířky, pravoúhlosti a přímosti boků

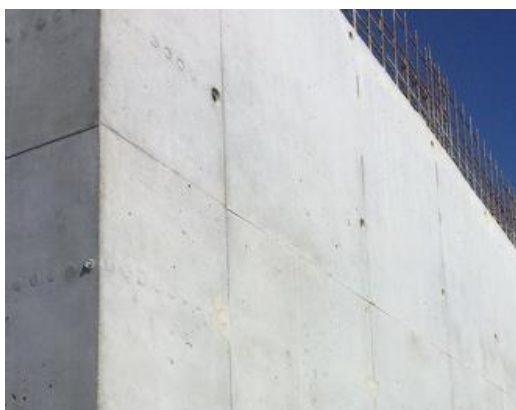
Tabulka 9 Lehce zpřísněné rozměrové tolerance vycházející z normy [3]

délka/šířka	tolerance
<1000 mm	± 1 mm
1000 mm - 2000 mm	± 2 mm
>2000 mm	± 3 mm
pravoúhlost desek a přímost boků	± 0,1 % nebo ± 1 mm na 1000 mm

4.4.4 Pohledovost

Duo

Otisk panelů na povrchu betonu (bohužel se mi nepodařilo zajistit snímek na stropních konstrukcích tohoto systému, proto jsem zde použil otisk na stěně, který se liší v otisku spínání, kde po rádlování stěn je navíc otvor se zátkou)



Obrázek 54 Duo otisk [zdroj vlastní]

Multiflex – Nájemní překližka 3S a její otisk



Obrázek 55 Nájemní překližka 3S [17]

Skydeck – otisk kontaktní desky



Obrázek 56 Skydeck otisk [zdroj vlastní]

Skydeck otisk



Obrázek 57 Skydeck otisk [zdroj vlastní]

Použité materiály na bednění

- Multiflex – nosíkové stropní bednění vyrobené ze dřeva.
- Skydeck – bednicí panel na bázi hliníků
- Duo – bednicí panel na bázi plastu, jedná se o inovativní použití

Náročnost na těžkou techniku na stavbě

Na rozdíl od stěnových systémů zde váha není tak rozdílná a lze realizovat bez jeřábu.

5 Vyhodnocení

Vícekriteriální analýza variant – Bodovací metoda

Vyhodnocení pro stěny

Tabulka 10 Vyhodnocení pro stěny Bodovací metodou

Stěny	Váha	Duo	KB
cena	70 %	10	7
pracnost	20 %	6	10
pohledovost	10 %	10	10

Vyhodnocení: pomocí skalárního součinu

Duo: 9,2

KB-Blok: 7,9

Z bodovací metody, která zohledňuje stanovené váhy pro jednotlivé kritéria nám vychází lépe systém Duo oproti KB-Bloku pro námi zvolenou realizaci. Pokud bychom tedy použili systém Duo místo ztraceného bednění KB-Blok byla by realizace výhodnější. Největší výhodou Duo byla na této realizaci cena, únosnost a hmotnost systému. Naopak nevýhodou se stala pracnost, která byla větší.

Vyhodnocení pro stropy:

Tabulka 11 Vyhodnocení pro stropy Bodovací metodou

Stropy	váha	Duo	Multiflex	Skydeck
cena	40 %	0,56	10,00	0,76
pracnost	40 %	0,70	0,50	10,00
pohledovost	20 %	8,00	6,00	10,00

Vyhodnocení: pomocí skalárního součinu

Duo: 2,1

Multiflex: 5,4

Skydeck: 6,3

U Stropních systémů nám v bodovací metodě nejlépe vyšel systém Multiflex, hned v závěsu Skydeck a Duo dopadlo o dost hůře. Největší výhodou Multiflexu oproti ostatním systémům je variabilita bednění. Která je zapotřebí pro různé tvary, tak i tloušťky stropů. Systém Skydeck nedopadl vůbec špatně a firmy, který preferují především pracnost, tak by volili rozhodně tento systém. Systém Duo pro náš strop nedopadl dobře. Nízký počet bodů tohoto systémů je dán především účelem tohoto systému, kdy pro víceúčelové bednění jsou panely navrženy v menších kusech a systém, tak potřebuje větší počet stojek oproti ostatním systémům a tím prodražuje cenu.

Vyhodnocení optimalizace bedněním Duo na realizované stavbě Blatov

Pokud bychom realizované systémy KB-Blok a Skydeck nahradili pronájmem systémů Duo, nedošlo by na celkové stavbě k optimalizaci bednění. Pokud bychom ale zvolili variantu Duo na svislé konstrukce a Multiflex na stropní konstrukce, vychází nám lepší cena v obou kategoriích s větší pracností a dle vícekritériální metody lepší hodnocení.

Vyhodnocení systémů z hlediska ideálního případu pro systém Duo

Naše stavba upravena ze zděných stěn na monolitické stěny bedněné systémem Duo a materiál ze stěn využit na stropní konstrukci. Případné další použití systémů např. atiky.

Tabulka 12 Cena stropu při použití bednění ze svislých konstrukcí

Celková cena	cena bednění	cena kontaktní vrstvy	cena práce	celkem
Duo	1 599,35 Kč	1 178,75 Kč	15 180 Kč	17 958,10 Kč
Multiflex	2 040,24 Kč	4 725,97 Kč	21 160 Kč	27 926,21 Kč
Skydeck	3 833,32 Kč	5 002,34 Kč	10 580 Kč	19 415,66 Kč

Tato úvaha je velmi zjednodušená. Snažíme se zde vyhodnotit, jak velký má smysl Duo pro stropní konstrukce, zejména při jeho víceúčelovém využití na svislé i vodorovné konstrukce na jedné stavbě.

Hodnoty pro tabulku č.12 jsem přebral z kapitoly 4.2.3, pouze jsem neuvažoval cenu za bednění Duo, ale pouze stojky s příslušenstvím, protože uvažuji využití těchto panelů ze stěnového systému. Tento systém udává životnost v letech, a tedy následné započítání hodnoty bednění do srovnání stropních systémů není potřeba, z důvodu rezervy ve vytižení, které jsme ve svislé konstrukci uvažovali. Stěnové systémové bednění jsme neporovnávali, z důvodu již předem známých výsledků, kdy systém Duo je levnější při srovnání s Dominem, Triem či Maximem na stavbách menšího rozsahu. Z tabulky nám vychází cenově nejlépe systém Duo, kdy je již jeho materiál bez podepření použit na stěny.

Závěr

System Duo je cenově velmi příznivý systém pro realizaci menších svislých konstrukcí zejména pro základové konstrukce a běžné stěny v rodinných domech. U stropních konstrukcí vychází systém při pronájmu ve srovnání cenově hůře, ale v případě, kdy bychom realizovali menší či středně velký objekt jako rodinný dům či naši Depadenci by systém byl výhodný, pokud by stropní i stěnové konstrukce byly monolitické. K tomu závěru jsem dospěl z faktu, že Duo vychází cenově lépe než ostatní stěnové systémy a pro stropní systém by stačilo si zapůjčit pouze stojky (Tabulka č.12) na podepření a velmi malé množství doplňků. Dále by nebylo potřeba jednotlivé systémy dovážet a vracet na stavbu, aby na staveništi pouze neleželi. Toto doporučení nelze brát v potaz u větších staveb z důvodu vyšší pracnosti u systémů.

Optimalizace bednění při nákupu bednění

Kromě doporučení systému na plně monolitické stavby bych systém doporučil všeobecně firmám, který si chtějí koupit systémové stěnové bednění pro realizaci menších svislých konstrukcí, jako základy, atiky, ploty či rodinné domy s výhodou pouze ručního použití bez jeřábové techniky.

Seznam použité literatury

Literatura

- [1] společnosti PERI *www.PERI.com [online]. b.r. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.PERI.com/en/company.html>*
- [2] Duo *Lehké rámové bednění: Návod k montáži a používání standardního provedení. PERI, Vydání duben 2017*
- [3] Domino-cs *Rámové stěnové bednění: Návod k montáži a používání standardního provedení. PERI, Vydání červen 2011*
- [4] Trio-cs *Rámové stěnové bednění: Návod k montáži a používání standardního provedení. PERI, Vydání prosinec 2017*
- [5] Multiflex *nosníkové Stropní bednění: Návod k montáži a používání standardního provedení. PERI, Vydání srpen 2018*
- [6] Skydeck-cs *panelové stropní bednění: Návod k montáži a používání standardního provedení. PERI, Vydání červenec 2009*
- [7] Společnost Doka *www.DOKA.cz [online]. b.r. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.doka.com/cz/about/o-spolecnosti-ceska-doka>*
- [8] Framax Xlife plus *Rámové stěnové bednění: Návod k montáži a použití. , Vydání listopad 2017*
- [9] Dokaflex *nosníkové Stropní bednění: Návod k montáži a použití. DOKA, Vydání prosinec 2019*
- [10] KB Blok *O společnosti www.KB-blok.cz [online]. b.r. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.kb-blok.cz/o-nas/profil>*
- [11] Mapa ČR *www.czso.cz [online]. b.r. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/5e004bb0f7>*
- [12] KB Blok *produkty pro Domy www.kb-blok.cz [online]. b.r. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.kb-blok.cz/domy-a-fasady>*
- [13] Zapa *Ceny betonu, dopravy a čerpadla [online]. 15.ledna 2020, [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.zapa.cz/sites/default/files/2020-03/Cen%C3%ADk%202020%20%C5%98%C3%AD%C4%8Dany%20DPH%201%20%25.pdf>*

- [14] Překližky *www.PERI.com [online]. b.r. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.PERI.cz/produkty/betonarske-desky.html#q=plywood>*
- [15] Geometrická přesnost ve stavebnictví *atelier-dek.cz [online]. b.r. [cit. 2020-05-04] Dostupné z: https://atelier-dek.cz/docs/atelier_dek_cz/clanky/0064-geometricka-presnost/14-mistni-rovinnost-s-lati.jpg*
- [16] Řešení prostupů *bednění a vyztužení železobetonového stropu. ESTAV.CZ [online]. b.r. [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/6519.vystavba-rodinneho-domu-bedneni-stropu-a-vyztuzeni-zelezobetonoveho-stropu/gallery?photo=11>*
- [17] Pohledový beton *Bednění pro pohledový beton: Bednící technika PERI pro pohledový beton, PERI Vydání duben 2010*
- [18] Nastavitelný rám otvorů *www.PERI.com [online]. b.r. [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://www.peri.cz/produkty/bedneni-dvernich-otvoru-a-vyklenku.html>*

Normy

- [1] ČSN 73 0042 (730042) *Tlaky čerstvého betonu na svislé konstrukce bednění, Vydáno: 1.4.2012*
- [2] ČSN 73 0212-3 (730212): *Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 3: Pozemní stavební objekty, Vydáno: 1.1.1997*
- [3] ČSN EN 315 (492404) *překližkové desky – Rozměrové tolerance, Vydáno: 1.5.2001*

Seznam obrázků

Obrázek 1 Zastoupení Peri v ČR [3].....	10
Obrázek 2 Panel Duo 135x90 cm [2].....	12
Obrázek 3 Klip Duo [2].....	12
Obrázek 4 Univerzální roh DUO [2].....	13
Obrázek 5 Domino [3]	13
Obrázek 6 Panely Domino [3]	14
Obrázek 7 Zámek DRS [3].....	14
Obrázek 8 Trio [4].....	14
Obrázek 9 Panely Trio [4].....	15

Obrázek 10 Zámek BFD [4].....	15
Obrázek 11 Multiflex [5]	15
Obrázek 12 Nosník VT [5].....	16
Obrázek 13 Nosník GT [5].....	16
Obrázek 14 Křížová hlavice [5]	16
Obrázek 15 Přímá hlavice [5]	16
Obrázek 16 Stropní stojka Pep ergo D [5]	16
Obrázek 17 Skydeck [6].....	17
Obrázek 18 Panel Skydeck [6].....	17
Obrázek 19 Skydeck nosník [6]	17
Obrázek 20 pevná hlavice Skydeck [6].....	17
Obrázek 21 Padací hlavice Skydeck [6].....	17
Obrázek 22 Panely Duo [2].....	18
Obrázek 23 Klip Duo [2].....	18
Obrázek 24 Základní hlavice Duo [2]	18
Obrázek 25 Rozšířená hlavice Duo [2]	18
Obrázek 26 Stojka Pep ergo D [5]	18
Obrázek 27 Framax Xlife plus [8]	19
Obrázek 28 Panely Framax Xlife plus [8].....	19
Obrázek 29 Uni upínač [8].....	20
Obrázek 30 Dokaflex [9].....	20
Obrázek 31 Zastoupení KB-Blok v ČR [11].....	21
Obrázek 32 Tvarovka KB ZB [12].....	22
Obrázek 33 KB ZB-40 průběžná [12].....	22
Obrázek 34 Tvarovka pro Zdívo [12]	22
Obrázek 35 Opěrná tvarovka [12].....	23

Obrázek 36 Zákrytový prvek [12].....	23
Obrázek 37 Stropní nosník [12]	23
Obrázek 38 Stropní vložka [12]	23
Obrázek 39 Pohled od severovýchodu [příloha č.3]	24
Obrázek 40 Řez základy [příloha č.2].....	25
Obrázek 41 KB-Blok realizace [12].....	25
Obrázek 42 Řez v 1NP [příloha č.2]	26
Obrázek 43 Výsek tvaru stropu [příloha č.4]	26
Obrázek 44 Řez atikou [příloha č.2]	27
Obrázek 45 Nastavitelný rám pro řešení otvorů [18].....	38
Obrázek 46 Půdorys pro určení vzdálenosti [zdroj vlastní].....	39
Obrázek 47 Rovinnost [15]	41
Obrázek 48 KB-Blok pohledové ploty [12]	42
Obrázek 49 Duo otisk [zdroj vlastní]	42
Obrázek 50 Duo otisk [zdroj vlastní]	42
Obrázek 51 Technické polymery [2].....	43
Obrázek 52 Řešení prostupů [16].....	51
Obrázek 53 Řešení prostupů [zdroj vlastní].....	51
Obrázek 54 Duo otisk [zdroj vlastní]	54
Obrázek 55 Nájemní překližka 3S [17].....	54
Obrázek 56 Skydeck otisk [zdroj vlastní]	54
Obrázek 57 Skydeck otisk [zdroj vlastní]	55

Přílohy:

A. Projektová dokumentace:

Příloha č.1 – Tvar základů

Příloha č.2 – Řez budovou

Příloha č.3 – Pohled

Příloha č.4 – Tvar stěn a stropů 1NP

B. Výkresy bednění

Příloha č.5 – Výkres Bednění Základy DUO

Příloha č.6 – Výkres Bednění 1NP Strop DUO

Příloha č.7 – Výkres PERI 1NP Strop MULTIFLEX

Příloha č.8 – Výkres PERI 1NP Strop SKYDECK

C. Cenové nabídky bednění

Příloha č.9 – Nabídka PERI Základy DUO

Příloha č.10 – Nabídka PERI 1NP Strop DUO

Příloha č.11 – Nabídka PERI 1NP Strop MULTIFLEX

Příloha č.12 – Nabídka PERI 1NP Strop SKYDECK

Grafy:

Graf 1 Porovnání ceny za materiál.....	30
Graf 2 Porovnání ceny za dopravu.....	35
Graf 3 Porovnání hmotnosti a skladové náročnosti	37
Graf 4 Porovnání pracnosti	40
Graf 5 Porovnání cen za pronájem bednicích systémů	45
Graf 6 Porovnání únosnosti stropních systémů.....	47
Graf 7 Porovnání hmotnosti stropních systémů.....	50
Graf 8 Porovnání časové náročnosti stropních systémů	52

Tabulky

Tabulka 1 Cena za zhotovení stěnového bednění	31
Tabulka 2 Tvárnice – hmotnosti a objemy dutin	34
Tabulka 3 Výztuž do Tvárnice.....	34
Tabulka 4 Cena nákupu sady stropního bednění.....	46
Tabulka 5 Cena překližky pro sady stropního bednění.....	46
Tabulka 6 Cena za práci bednění a odbednění stropních systémů.....	46
Tabulka 7 Srovnání cen za koupené bednění na 1.Takt.....	46
Tabulka 8 Pracnost [zdroj vlastní]	52
Tabulka 9 Lehce zpřísněné rozměrové tolerance vycházející z normy [3].....	53
Tabulka 10 Vyhodnocení pro stěny Bodovací metodou	56
Tabulka 11 Vyhodnocení pro stropy Bodovací metodou	56
Tabulka 12 Cena stropu při použití bednění ze svislých konstrukcí.....	58