



ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**TECHNOLOGICKÉ A EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ
HALOVÝCH STAVEB**

Akademický rok: 2018/2019

Vypracovala: Bc. Martina Navrátilová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miloslav Mašek CSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Petr Kesl Ph.D

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martina NAVRÁTILOVÁ**

Osobní číslo: **A17N0110P**

Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**

Studijní obor: **Stavitelství**

Název tématu: **Technologické a ekonomické porovnání halových staveb**

Zadávací katedra: **Katedra mechaniky**

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

1. Provedení a způsob technologických hal, ocelových konstrukcí, koncepční řešení v návaznosti na konstrukci, s řešením vnitřní dispozice a koncepce použitých materiálů v návaznosti na technologii provádění.
2. Zpracujte technologicko-ekonomický rozbor a jeho porovnání s vyhodnoceným rozpočtem jednotlivých variant.

Rozsah grafických prací: práce skládající se z výkresů a textových částí

Rozsah kvalifikační práce: úvodní část 50 - 60 stran A4

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. ČSN EN 1990 - Zásady navrhování stavebních konstrukcí.
2. ČSN EN 1991 - Zatížení stavebních konstrukcí.
3. ČSN EN 1992, ČSN EN 1993,- Navrhování konstrukcí.
4. kol. autorů: Konstrukce pozemních staveb. Praha, 1968.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miloslav Mašek, CSc.

Katedra mechaniky

Konzultant diplomové práce: Ing. Petr Kesl, Ph.D.

Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: 2. července 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 4. ledna 2019

Radová

Doc. Dr. Ing. Vlasta Radová
děkanka



Jan Vimmr

Doc. Ing. Jan Vimmr, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 2. července 2018

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je vypracování rozpočtů, harmonogramů a zařízení staveniště pro výstavbu hal. Práce se zajímá o haly z prefabrikovaného železobetonu a z oceli. Tyto dvě varianty porovnává z hlediska délky výstavby, nákladů na dopravu, celkové ceny stavby a vlivu na životní prostředí. Jsou porovnány dva konkrétní projekty hal. Projekt a přílohy jsou zpracovány dle platných vyhlášek a norem ČSN EN.

Klíčová slova

Ocelová hala, ocelová konstrukce, prefabrikovaná konstrukce, technologický postup, ekonomické zhodnocení, rozpočet, harmonogram, zařízení staveniště

Abstract

The aim of this diploma thesis is the elaboration of halls construction budgets, schedules and construction sites installations. The thesis is concerned with prefabricated reinforced concrete and steel halls. These two variants compare in terms of length of construction, transport costs, total costs of construction and environmental impact. Two specific halls are compared. The thesis and the annexes are processed according to valid regulations and ČSN EN standards.

Key words

Steel construction, prefabricated construction, technological operations, economic evaluation, budget, schedule, construction site installations

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem vypracovala svoji diplomovou práci samostatně, za použití pramenů a odborné literatury uvedené v seznamu, který je součástí této diplomové práce. Dále prohlašuji, že použité softwarové nástroje v této diplomové práci, jsou legální.

V Plzni dne

.....

Martina Navrátilová

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Miloslavu Maškovi CSc. a konzultantovi Ing. Petru Keslovi PhD. za odbornou konzultaci, pomoc, trpělivost a obětovaný čas. Své rodině za podporu během mého studia.

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Litinová Vřidelní kolonáda (vlevo) a železobetonová (vpravo) [3]..... | 15 |
| Obrázek 2: Ocelové konstrukce ČIIRK – objekt A [5] | 16 |
| Obrázek 3: Ukázka železobetonového skeletu montované haly [7] | 17 |
| Obrázek 4: Ukázka sloupu tištěného vytlačováním cementové malty, Čína [12] | 19 |
| Obrázek 5: Porovnání styčnicku fasádní konstrukce běžným způsobem a technologií 3D tisku [14] | 20 |
| Obrázek 6: Lávka pro pěší zhotovená 3D tiskem [13] | 20 |
| Obrázek 7: Firma Invelt s.r.o. v Plzni [17] | 22 |
| Obrázek 8: Areál firmy Invelt v Plzni [18] | 23 |
| Obrázek 9: Firma ZIHOS v Klatovech [19] | 24 |
| Obrázek 10: Areál firmy ZIHOS v Klatovech [18] | 25 |
| Obrázek 11: Ukázka zařízení staveniště přístavby Invelt [Obrázek: Autorka textu] | 34 |
| Obrázek 12: Ukázka zařízení staveniště přístavby ZIHOS s.r.o. [Obrázek: Autorka textu] | 36 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1: Celková cena zvolených hal vyjádřená v Kč | 47 |
| Tabulka 2: Cena dopravy z celkových nákladů vyjádřená v Kč a v % | 48 |

Seznam grafů

| | |
|---|----|
| Graf č. 1 – Porovnání celkových cen vybraných variant | 47 |
| Graf č. 2 – Porovnání cen za dopravu v Kč | 49 |
| Graf č. 3 – Porovnání nákladů za dopravu v % z celkové ceny | 49 |
| Graf č. 4 – Délka výstavby zvolených hal | 51 |

Obsah

| | |
|--|----|
| ÚVOD | 12 |
| CÍL PRÁCE | 13 |
| MOTIVACE | 13 |
| TEORETICKÁ ČÁST | 14 |
| HISTORIE VÝSTAVBY HAL | 15 |
| SOUČASNÁ VÝSTAVBA HAL | 16 |
| ÚDAJE O VYBRANÝCH SPOLEČNOSTECH | 22 |
| ANALYTICKÁ ČÁST | 26 |
| DISPOZIČNÍ, KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ - PŘÍSTAVBA INVELT | 27 |
| DISPOZIČNÍ, KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ – PŘÍSTAVBA ZIHOS | 30 |
| ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ | 33 |
| EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ | 37 |
| TECHNOLOGICKÉ ZHODNOCENÍ | 49 |
| VYHODNOCENÍ | 51 |
| ZÁVĚR | 52 |
| CITOVANÁ LITERATURA | 53 |
| SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE: | 55 |

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá porovnáním hal z ekonomického a technologického hlediska.

Práce je rozdělena na dvě části. Teoretická část se věnuje informacím o vzniku, provozu a umístění dvou zvolených firem. První společností je firma Invelt s pobočkou v Plzni. Firma zajišťuje servis, půjčovnu a prodej aut značky BMW. Druhou společností je firma ZIHOS s.r.o. zabývající se strojní výrobou, která má provozovnu v Klatovech. Obě firmy měly nedostačující pracovní plochu, proto byla pro obě firmy řešena přístavba ke stávající hale.

V analytické části je uvedeno konstrukční a materiálové řešení. Obě přístavby jsou půdorysně i tvarově podobné a jsou navrženy z ocelových konstrukcí. U firmy ZIHOS s.r.o. jde o přístavbu výrobní haly s jeřábovou dráhou, u firmy Invelt se jedná o skladovací halu. Pro porovnání z ekonomického hlediska je pro obě přístavby navržena i varianta s hlavní nosnou konstrukcí z prefabetonu.

K porovnání z ekonomického hlediska jsou vypracovány k jednotlivým variantám položkové rozpočty. Z technologického hlediska jsou vypracovány harmonogramy s celkovou délkou výstavby a výkresy zařízení staveniště. Na základě těchto podkladů je provedeno porovnání celkové ceny stavby s dobou výstavby a vybrání nejoptimálnější varianty.

CÍL PRÁCE

Předmětem práce je zpracování jednotlivých materiálových variant přístaveb k halám vybraných firem. Pro obě firmy byly zvoleny na porovnání dva materiály pro nosnou konstrukci. Jednotlivé varianty mají vypracované rozpočty s celkovou cenou stavby. Dále jsou vypracovány harmonogramy s délkou výstavby a výkresy se zařízením staveniště. Cílem je porovnat a zjistit, jaký materiál je pro danou firmu nejvhodnější z hlediska celkové ceny za stavbu a délky výstavby.

MOTIVACE

Motivací pro vypracování této diplomové práce bylo vybrání neoptimálnějšího způsobu výstavby hal. V současné době dochází k zvyšování požadavků na stavby a to nejen na cenu a úsporu samotné výroby, ale na celý životní cyklus stavby. Dalším požadavkem je vliv na životní prostředí.

Obor stavebnictví se vyznačuje určitým odlišením na rozdíl od ostatních oblastí hospodářství. Jednotlivé činnosti jako návrh, projektování či realizace stavby se neuskutečňuje v rámci jednoho podniku, a proto se různé varianty provedení staveb obtížněji porovnávají.

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD**

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

TEORETICKÁ ČÁST

HISTORIE VÝSTAVBY HAL

Do 18. století se stavěly převážně stavby k bydlení a sakrální stavby, na které se používalo zejména dřevo, kámen a hlína. V době od 18. do 19. Století, v průběhu průmyslové revoluce, začaly vznikat továrny a s tím stoupaly požadavky na větší průmyslové haly. V té době vznikají první velkorozponové stavby, které byly navrženy z nových materiálů jako byla litina a železo. U nás byla z litiny postavena např. Vřídelní kolonáda, nacházející se v Karlových Varech (Obr. 1). Litinová Vřídelní kolonáda byla postavena v letech 1878-1879. Navrhli ji vídeňští architekti F. Fellner a H. Helmer v pseudorenesančním stylu. Bazilikální loď byla obdélného tvaru dlouhá 107 m a na šířku byla dlouhá 14 m. Portály a štítové stěny byly vyzděné. Po roce 1938 musela být kolonáda rozebrána z důvodu koroze a do roku 1975 byla nahrazena dočasnou dřevěnou kolonádou. Poté byla postavena nová železobetonová kolonáda v brutalistickém slohu od Ing. Arch. Jaroslava Otruby. [1] K překonávání větších rozponů byly navrhovány vylehčené příhradové konstrukce. S rozvojem dopravy vznikali mosty a dopravní stavby z betonu železového nebo předpjatého, které se následně uplatňují i u stavby hal. Období po druhé světové válce znamenal rozvoj pro prefabrikaci. Byla nutná výstavba nové infrastruktury, která by byla rychlá a efektivní. [2] Požadavky se na stavby stále zvyšují, staví se různé multifunkční haly, sportoviště, mrakodrapy a jiné stavby. Nejvíce používaný materiál v současné době je pro velkorozponové či výškové stavby monolitický nebo prefabrikovaný železobeton a kompozitní materiály.



Obrázek 1: Litinová Vřídelní kolonáda (vlevo) a železobetonová (vpravo) [3]

SOUČASNÁ VÝSTAVBA HAL

V současné době vznikají vyšší požadavky na stavby a to nejen na cenu samotné výstavby, ale na životnost celé stavby s ohledem na trvalou udržitelnost.

Ocelové haly - tvárné konstrukce

Pod pojmem ocelová hala se skrývá celý model ocelové konstrukce. Nejedná se pouze o montované haly z ocelového skeletu k provozu skladování a výroby s lehkým pláštěm, ale i o konstrukce postavené na principu rámu. Na tomto principu jsou postaveny celé ocelové budovy nebo budovy s nosnou ocelovou kostrou v kombinaci odlišných stavebních materiálů jako je sklo, dřevo a beton. [4]



Obrázek 2: Ocelové konstrukce ČIIRK – objekt A [5]

Jednou z předností rámové ocelové konstrukce je množství užitého materiálu, které je minimální. Další a určitě největší předností oproti jiným konstrukčním materiálům je prostorová variabilita. Spolu s hodnotami tuhosti a pevnosti umožňují naplnit téměř jakékoliv představy o tvaru plochy i celé budovy. Ocelové haly a stavby s ocelovou nosnou kostrou vynikají vzdušnými a prosvětlenými prostory. U staveb s ocelovou kostrou se navrhuje prosklené fasády, což vede k úsporám osvětlení pracovního prostředí (Obr. 2). U přízemních hal s plochou střechou se osazují do střešní konstrukce pásové světlíky, čímž se osvětlí celý prostor pod tím. Do fasády se osazují prosvětlovací pásy. Kombinací toho vznikne dostatek denního světla na pracovní prostor. Propracovaný systém opláštění a zateplení dokáže zaručit dostatečnou míru energetické pasivity, čímž lze ušetřit na prostředcích za vytápění. [4]

Ukázkovým příkladem pro uplatnění konstrukce ocelové haly je výstavba prestižních autosalonů, kde je důležité ukázat zákazníkům luxus a prestiž značky. Proto je velice důležitá vysoká estetika a funkčnost, rychlost provedení stavby a minimální náklady na údržbu. To vše ocelové haly splňují. [6]

Prefabetonové haly

Železobeton je vhodný pro stavbu velkých hal. Jedná se především o haly požadující vysokou nosnost a dlouhou životnost. Mají vysokou pevnost v tlaku a odolnost proti požáru. Navrhují se převážně s obvyklým betonovým povrchem z betonu třídy C 30/37 a C 40/50 podle potřeby. Firmy zabývající se prefa výstavbou zajišťují vše od návrhu po realizaci stavby. Poskytují statický výpočet, zajišťují dopravu materiálu a kompletní montáž haly. [7] Stejně jako u ocelových konstrukcí přízemních hal s plochou střechou, je ve střešní konstrukci navržen pásový světlík k osvětlení celého prostoru pod ním. Do fasády se umisťují prosvětlovací pásy nebo okna. Kombinací obou prosvětlení vznikne dostatek denního světla pro pracovní prostor.

Prefa konstrukce se používají na montované haly a robustnější konstrukce. Jejich využití nalezneme v průmyslu jako haly výrobní, skladové nebo prodejní. Ukázka železobetonové montované haly je na Obr. 3. Haly mohou být jednolodní i vícelodní. Dále se využívají i pro administrativní budovy.



Obrázek 3: Ukázka železobetonového skeletu montované haly [7]

Dalším možným způsobem výstavby je typová hala. Lze navrhnout podle požadavků objednatele. Musí být dodržen základní modul tvořený čtyřmi sloupy a střešními prvky. Sloupy jsou založeny na patkách. Pro střešní konstrukci se navrhují předpjaté stropní

panely SPIROLL. Navrhují se jako jednopatrové o výšce 12 m. Pokud prostory neodpovídají představě, je možné přidat nástavbu a moduly vestavné nebo přístavné. [8]

Tato možnost výstavby se může využít v široké škále výstavby např. polyfunkční domy, školy, autosalony, hotely nebo výrobní a obchodní objekty.

3D Tisk betonových konstrukcí

Mezi novinky technologie v současnosti je určitě 3D tisk. Schopnost tisku v oblasti betonových konstrukcí je zatím omezená, ale neustále se rozvíjí. Dle (9) lze současný stav popsat následně: „*Realita je však na počátku roku 2018 taková, že jsme schopni s řadou omezení a zatím neekonomicky tisknout části svislých nosných a kompletačních konstrukcí, zatímco tisk celých budov včetně systémů domovní techniky zatím zůstává v oblasti vizi*“. Z ekonomického hlediska se stále nevyplatí tisknout oproti klasické výrobě monolitického betonu do bednění.

V českém stavebnictví zatím nebyla vypracovaná žádná dokumentace shrnující vývoj o této technologii z různých technik a projektů. Chybí hodnotící posouzení vlastností této technologie a přehled o jejím budoucím použití v běžné praxi. Vzhledem k popularizaci tisku z betonu, dochází k zjednodušování pojmenování využitého materiálu. Tisk 3D má v technologii specifické požadavky na vlastnosti směsi, mezi které dle [9] patří:

- malá velikost maximálního zrna kameniva z důvodu snadného prostupu tryskou (průměr trysky se pohybuje u většiny projektů v řádu maximálně desítek milimetrů, maximální velikost zrna je tedy méně než 4 mm), příp. z důvodu požadavků na vysoké rozlišení tisku,
- rychlé tuhnutí kvůli schopnosti vrstvy unést bez deformací vrstvu tištěnou nad ní,
- vysoký obsah příměsí jako je mikrosilika, křemičitý úlet, popílek atd.,
- vysoký obsah přísad jako jsou urychlovače a plastifikátory,
- nízký vodní součinitel,
- přidaná vlákna kvůli omezení smršťování.

Hmotu pro tisk nelze nazývat betonem, vzhledem k řečeným požadavkům. Jde spíše o cementový kompozit či pastu nebo maltu. K 3D tisku se používají dvě základní metody. První je metoda vytlačované cementové malty a druhá je metoda spojování kameniva. [9]

Metoda vytlačované směsi

K výhodám této metody patří získání stejnorodého materiálu a nulový odpad. [10] Např. rusko-americký startup Apis-Cor v březnu 2017 na svých stránkách oznámil, že: „Stěny a příčky přízemního bungalovu o výměře cca 100 m² lze při použití jeho technologie vytisknout za cca 72 h.“ [11]

Mezi nevýhody lze zahrnout omezení sklonu stěn, tím se limituje tvarová volnost a viditelnost vrstev, čímž vznikají další náklady na úpravu povrchů. Dalšími nevýhodami je statické vyztužování dílců, kdy výztuž musí být vkládána ručně během tisku. Tuto nevýhodu, některé výzkumy, řeší využitím konstrukce ztraceného bednění s klasickou monolitickou betonáží s vloženou výztuží. (Obr. 4). [10]



Obrázek 4: Ukázka sloupu tištěného vytlačováním cementové malty, Čína [12]

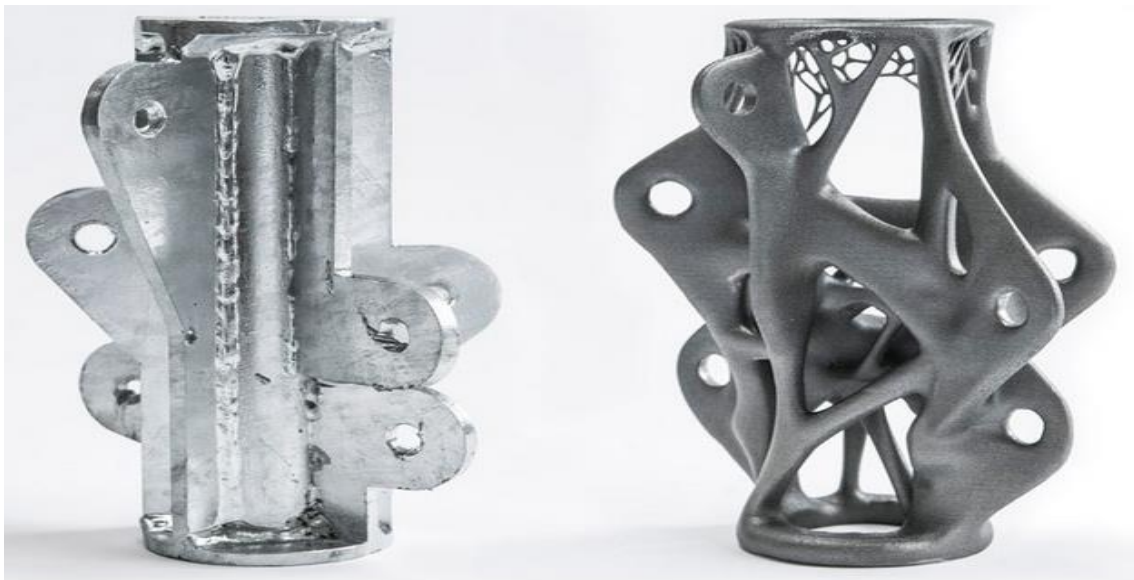
Metoda spojování kameniva

Mezi její výhody patří neomezené možnosti volby tvarů a rozlišení tisku. Ty umožňují tisk detailů o přesnosti až desetin milimetrů a vnitřní strukturu s uzavřenými komůrkami. [10]

Oproti první metodě je tato metoda pomalejší z důvodu vysokého rozlišení. Mezi další nevýhody patří nehomogenita materiálu, která vzniká nedokonalým smísením pojiva s plnivem. To také ovlivňuje mechanické vlastnosti vzniklých prvků. Dále sem patří

komplikované statické vyztužení. Někdy je toto řešené vložením dodatečných předpínacích lan. [13]

Na Obr. 4 je vidět porovnání styčnicku fasádní konstrukce vyrobeného ve Velké Británii. Na obrázku vlevo je vyroben běžným způsobem a na obrázku vpravo vznikl technologií 3D tisku laserovým slinováním kovového prášku. [14]



Obrázek 5: Porovnání styčnicku fasádní konstrukce běžným způsobem a technologií 3D tisku [14]

Na Obr. 5 je uveden jeden z příkladů stavby lávky pro pěší ve Španělsku. Lávka byla zhotovena z prefabrikátů technologií 3D tisku spojováním prášku a předpínacích lan. [13]



Obrázek 6: Lávka pro pěší zhotovená 3D tiskem [13]

Shrnutí

Ocelové konstrukce vynikají svojí rychlou výstavbou a téměř neomezeným tvarem budovy. Jde o materiál, který je snadno dostupný a i po ekonomické stránce výhodný.

Konstrukce z prefabetonu mají vysokou nosnost a odolnost proti požáru. Rychlost výstavby je podobná jako u ocelových konstrukcí.

Technologie 3D tisku je zatím v České republice ve stádiu výzkumu a vývoje. Této problematice se věnují např. na VUT v Brně. [15] Ve světovém měřítku se zvyšuje počet odborných i populárních článků, které se věnují této technologii i vhodnému materiálu k nanášení. V této fázi, ale ještě není tato technologie konkurence schopna proti běžným stavebním technologiím, po stránce technické ani ekonomické. [9]

V další části se bude práce zabývat pouze materiály z prefabetonu a oceli.

ÚDAJE O VYBRANÝCH SPOLEČNOSTECH

K porovnání projektů výstavby hal byly vybrány firmy ZIHOS s.r.o. nacházející se v Klatovech a Invelt s.r.o. působící v Plzni. U obou provozoven byla navržena přístavba ke stávající hale. U firmy ZIHOS se jedná o přístavbu výrobní haly s jeřábovou dráhou, zatímco u firmy Invelt je přístavba navržena jako hala skladovací. Obě přístavby mají stejnou hlavní nosnou konstrukci navrženou z ocelových profilů. Půdorysnou plochou a tvarem jsou si podobné.

SPOLEČNOST INVELT s.r.o.

Informace o firmě

Firma Invelt s.r.o. vznikla zápisem do obchodního rejstříku v roce 1997 v Praze. V roce 2006 se rozšířila o pobočku v Plzni. Společnost Invelt se řadí mezi nejstarší partery BMW v České republice. V současné době zaujímá přední pozice prodeje vozů BMW v ČR s 25% tržním podílem. Společnost zaměstnává přes 170 zaměstnanců. [16]

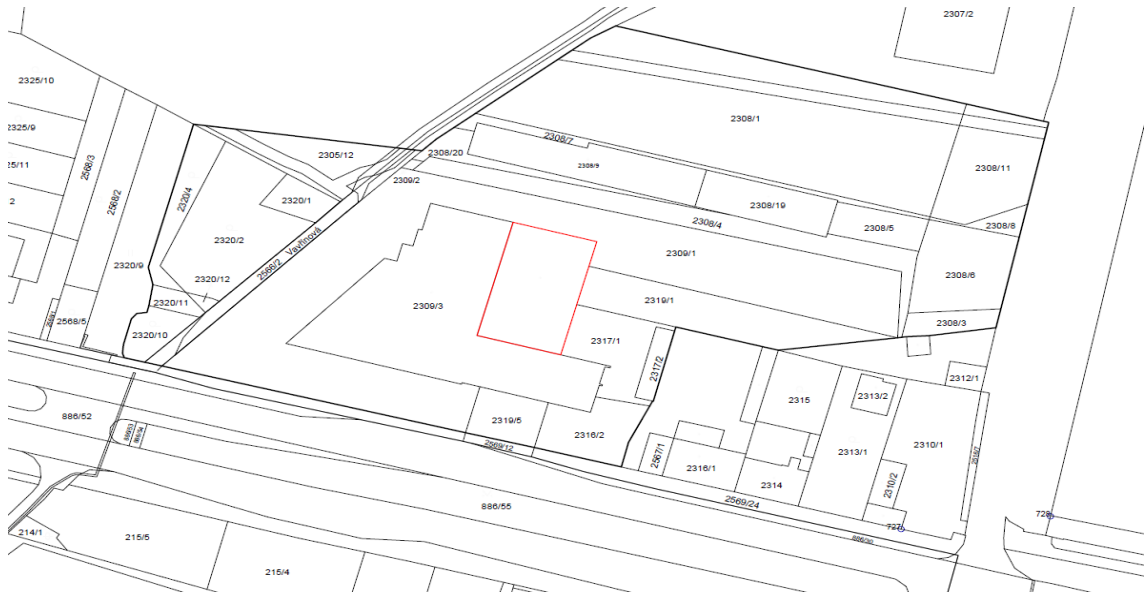
Pobočka v Plzni zajišťuje servis, půjčovnu, výkup a prodej vozů. Nabízí kompletní portfolio produkce BMW AG se stylovými produkty a s příslušenstvím. Dále poskytuje největší výstavní prostor ojetých vozů v České republice od značky BMW. Prodejní hala firmy je vidět na Obr. 7. [16]



Obrázek 7: Firma Invelt s.r.o. v Plzni [17]

Umístění firmy

Společnost Invelt je situovaná v okrese Plzeň-město, v obci Doubravka. V areálu se nachází stávající objekt haly umístěný na parcele číslo 2309/3. Přístavba haly je umístěna na parcelách s čísly 2309/1, 2319/1, 2318 a 2317/1. Garáž a sklad stojí na parcele číslo 2308/19 a 2308/9. Areál zaujímá celkovou plochu parcel 10950 m². Zastavěná plocha celého pozemku je 3532 m². [18]



Obrázek 8: Areál firmy Invelt v Plzni [18]

SPOLEČNOST ZIHOS s.r.o.

Informace o firmě

Firma ZIHOS s.r.o. je česká firma zabývající se oborem strojírenské výroby. Mezi její hlavní činnosti patří výroba anténních držáků, zakázková výroba, CNC obrábění, výroba jednoúčelových strojů a svařovaných konstrukcí. Zajišťují souhrnné služby od návrhu a konstrukce, vlastní výrobu až po povrchové úpravy a dopravu na požadované místo. Pohled na stávající halu firmy je na Obr. 9. [19]



Obrázek 9: Firma ZIHOS v Klatovech [19]

Historie firmy

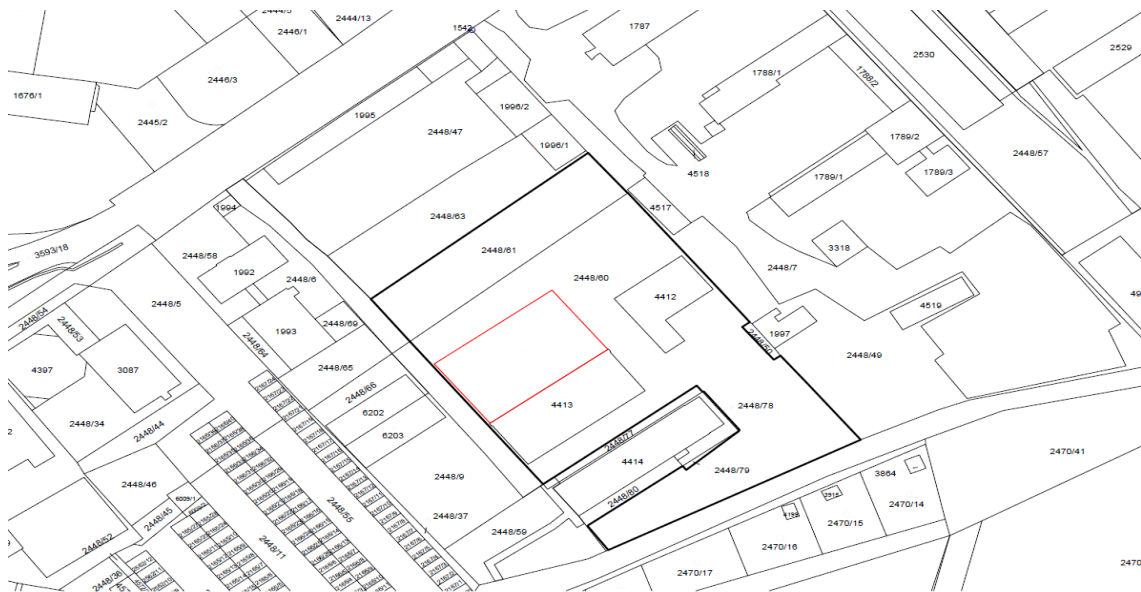
Společnost ZIHOS s.r.o. vznikla v roce 1991. Ze začátku se zaměřovala na zahradní mechanizaci. O rok později začala vyrábět první typ půdního kultivátoru. Firma má sídlo ve Švihově, kde má administrativní budovu a místo pro výrobu o rozloze 1900 m². Společnost se od svého vzniku neustále vyvíjí, tím vznikl požadavek na větší prostory a více pracovních sil. V roce 2013 byla založena nová pobočka v Klatovech, její plocha má rozlohu 5000 m² a zaměřuje se na konstrukční činnosti a obrábění CNC. V současné době má firma přibližně 40 zaměstnanců. Firma působí na domácím i zahraničním trhu, spolupracuje např. se společnostmi A.S.SAT či Firmconsult. [19]

Společnost splňuje normu ČSN EN ISO1090 a to jí umožňuje od roku 2014 vyrábět stavební díly, ke kterým může vystavovat prohlášení o vlastnostech CE. Dále má certifikát na svařování dle normy ČSN EN ISO 3834-2, proto jsou schopni garantovat vysokou kvalitu svařovacích prací. [19]

Firma se věnuje zakázkové i sériové výrobě strojů a zařízení. Převážně se orientují na výrobu jednoúčelových strojů a různých přípravků potřebných ve výrobním řízení jako jsou např. přípravky obráběcí, montážní, měřicí a svařovací. Také se věnuje návrhům a jejich zpracování ve 3D pomocí softwaru Solid Edge. Tento program ukáže vizualizaci celého stroje v 3D zobrazení. Z tohoto modelu poté vznikají výkresy ve 2D, podle kterých vznikají díly ve výrobě. U prvků, které jsou staticky namáhané, provádí výpočet podle metody konečných prvků. Firma využívá moderní frézovací centra, lisy a další techniku. [19]

Umístění firmy

Provozovna ZIHOS je umístěna v ulici K Letišti ve městě Klatovy. V areálu se nachází objekt výrobní haly situovaný na parcele číslo 4413. Přístavba haly stojí na parcele číslo 2448/60, dále víceúčelová budova s číslem parcely 4412. Celková plocha areálu čítá 4974 m². Celková zastavěná plocha pozemku je 1344 m². [18]



ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

ANALYTICKÁ ČÁST

DISPOZIČNÍ, KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ - PŘÍSTAVBA INVELT

Přístavba skladovací haly je umístěna na převážně rovinatém pozemku nepravidelného tvaru. Přístup na pozemek je z ulice Rokycanská, Vavřínová a Hřbitovní. Na pozemku se nachází kromě stávající prodejní haly ještě garáže a sklady. Objekt haly má výšku do 8 m, čímž nenaruší okolní prostředí. V místech sousedních parcel se nachází prodejna, servis pekařských strojů, prodej autodílů a prodejna plotů. Vodovod, kanalizace a elektřina budou připojeny ke stávajícím inženýrským sítím. Přístavba nijak neruší stávající napojení na dopravní infrastrukturu.

Dispoziční řešení

Dispozice přístavby je k nahlédnutí ve výkresové dokumentaci v Příloze č. 4. Přístavba je rozčleněna na dvě části.

První větší část slouží jako mechanická dílna II. Vstup a vjezd je přes sekční vrata s integrovanými dveřmi s elektromotorickým pohonem. Další přístup je ze stávajícího objektu z mechanické dílny I. V dílně je namontováno pět zdviží k servisování aut.

Druhá část je využívána jako sklad olejů a náhradních dílů. Sklad náhradních dílů je přístupný přes dvoukřídlé dveře z venku nebo ze stávajícího objektu z mechanické dílny I. přes nově vzniklou chodbu. Sklad olejů má vstup pouze z venku. Uvnitř je uložena dvouplášťová nádoba o velikosti 1000 l na použitý olej a čtyři záchytné nádoby o velikosti 200 l na nový olej.

Hala Invelt řešení ocelová konstrukce

Objekt přístavby skladovací haly má obdélníkový půdorys s plochou střechou sedlového tvaru. Opláštění je panelovým systémem Trimoterm. Stěnové panely jsou kladeny vertikálně. Barva panelů odpovídá požadavků investora s ohledem na stávající okolní stavby.

Konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby

Přístavba skladovací haly je založena na plošných základech. Základy tvoří 14 patek převážně dvoustupňové, jsou navrženy z betonu C25/30, prostředí XC2, XA1. Základová spára je v hloubce 0,8 m, 1,2 m a 1,7 m pod ±0,000. Výztuž patek je 10KS profilu 12,0 mm, délky 1150 mm a krytí výztuže je 50 mm. Podsyp ze štěrku frakce

32 – 63 mm je uložen pod základovými konstrukcemi a 2 m od objektu po volných stranách. Tloušťka podsypu je 600 mm. Založení objektu je v nezámrazné hloubce. Mezi patky jsou vylity základové pasy z betonu C25/30, prostředí XC2, XA1 o šířce 0,5 m a výšce 0,6 m.

Přístavba má hlavní nosnou ocelovou konstrukci tvořenou sloupy a vazníky. Sloupy jsou navrženy z profilů HEB 340 S235. Osově vzdálenosti jsou po 7,4 m a 3,65 m. Osově rozpětí sloupů je 20,0 m. Ve štítě jsou sloupy z profilů HEB 200 S235. Stropní konstrukce je tvořena vazníkem pro rám R2-R5 z profilů HEA 500, pro rám R6 z profilu HEA 550 a pro rám R1 z profilu HEB 200. V délce rozpětí vazníků, jsou k horním pásům vazníku přivařeny vaznice z profilu IPE 270 a IPE 200. Ochrana proti korozi je zajištěna dvěma nátěry dvousložkovým základním nátěrem tloušťky do 80 µm a vrchním dvousložkovým nátěrem tloušťky 120 µm.

Přístavba je zastřešena jednoplášťovou plochou střechou. Sklon je 1,5°. Na nosnou konstrukci z vazníků jsou přišroubované trapézové plechy TR 60/235/940. Horní plochy vln jsou potřeny asfaltovým nátěrem, na to je položena parotěsná hydroizolace. Hlavní tepelná izolace je navržena z minerálních desek ve dvou vrstvách o celkové tloušťce 220 mm. Spádování při stranách se sousedním objektem je řešeno pomocí spádových klínů tepelné izolace, min. tloušťka klínů je 80 mm. Vrchní konečnou vrstvu tvoří hydroizolační fólie z PVC-P DEKPLAN 76.

Stabilita objektu je zajištěna stěnovými a střešními ztužidly. Stěnové ztužidla jsou na podélné straně konstrukce vedené v druhém poli. Jsou tvořeny trubkami 102/6,0 mm. Ve střeše jsou ztužidla navrženy z trubek 70/4,0 mm a 76/6,0 mm.

Stěna oddělující sklad olejů od mechanické dílny a od skladu náhradních dílů je vyzděná z keramických tvárníc Porotherm. Místnost skladů olejů je zastropena železobetonovým stropem se ztraceným bedněním z trapézových plechů.

Roznášecí vrstvu tvoří betonová mazanina tloušťky 85 mm. Mazanina je vyztužena KARI sítí 100x100x8. Navržená keramická dlažba je protiskluzná. V místnostech s keramickou dlažbou je sokl ve výšce 150 mm.

V místě propojení stávajícího objektu se skladem v přístavbě je podlaha zateplena deskami tepelné izolace EPS 100S ve dvou vrstvách. Tloušťka izolace je 280 mm.

Základy jsou odizolovány tepelnou izolací do výšky bednicích dílců z desek EPS 100. Tloušťka izolace je 100 mm.

Hala Invelt řešení z prefabetonu

Řešení z prefabetonu se od řešení s ocelovou konstrukcí liší v založení objektu a hlavní nosné konstrukci. Založení je hlubinné. Základy tvoří 14 pilot s hlavou uloženou pod každým sloupem. Průměr piloty je 2500 mm, hloubka 5 m.

Hlavní nosná konstrukce je tvořena prefabrikovanými železobetonovými sloupy o čtvercovém průřezu 500x500 mm a prefabrikovanými předpjatými vazníky sedlového tvaru. Jejich průřez je ve tvaru I. Výška průřezu nad sloupem je 1,0 m a výška průřezu v hřebenu je 1,5 m. Vaznice jsou navrženy z prefabrikovaných železobetonových obdélníkových profilů o rozměru 200x300 mm. Prefabrikované železobetonové průvlaky a trámký jsou o rozměrech 100x100 mm.

DISPOZIČNÍ, KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ – PŘÍSTAVBA ZIHOS

Charakter pozemku, kde se přístavba výrobní haly nalézá, je obdélníkového tvaru s mírným sklonem. Přístup na pozemek je z ulice K Letišti přes pozemek Klatovské stavební společnosti s.r.o. V okolí se nachází sklady, dílny a garáže. Objekt svou výškou nepřesáhne 8 m a nebude narušovat okolní prostředí. Vodovod, kanalizace a elektřina budou připojeny ke stávajícím inženýrským sítím. Přístavba nijak neruší stávající napojení na dopravní infrastrukturu.

Dispoziční řešení

Výkresy s dispozicí jsou k nahlédnutí ve výkresové dokumentaci v Příloze č. 4. V přístavbě jsou dvě výrobní haly a zděná vestavba se zázemím pro zaměstnance.

V přízemí vestavby se nachází hlavní vstup do objektu. Vstup je přes čistící zónu v úrovni podlahy - 1,65. Od vstupu je z chodby přístup do šaten se sociálním zázemím pro ženy a do pánských šaten se sociálním zázemím. Sociální zázemí pro muže je přístupné i přímo z chodby. Přes rameno dvouramenného schodiště se vyjde do patra s úrovní podlahy ± 0,000. Ve stejné úrovni se nachází stávající výrobní hala i výrobní hala 1 v nové přístavbě. Ve stejném podlaží je umístěna i místnost pro kontrolu materiálu a místnost pro mistra. Přístup do vyšších pater je po druhém rameni dvouramenného schodiště. Ve druhém patře jsou umístěny kanceláře s denní místností. Po jednoramenném schodišti se dostaneme do chodby, kde se nachází výlez na střechu a přístupy do místností s úložným prostorem a serverovna.

Hlavní vjezd je do výrobní haly 2, tvoří ho prosklená sekční vrata s integrovanými únikovými dveřmi. Hala 2 se nachází ve stejné výškové úrovni, jako je úroveň podlahy přízemí vestavby. Výrobní haly 1 a 2 jsou propojeny dvěma ocelovými jednoramennými schodišti. V obou halách jsou zřízeny jeřábové dráhy.

Hala ZIHOS řešení - ocelová konstrukce

Přístavba výrobní haly má půdorys obdélníku. Tvoří ho dva obdélníky, první obdélník je zastřešen plochou střechou sedlového tvaru, druhý má zastřešení plochou střechou pultového tvaru. Opláštění je panelovým systémem Trimoterm. Stěnové panely jsou kladeny vertikálně. Barva panelů odpovídá požadavků investora s ohledem na stávající okolní stavby.

Konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby

Přístavba výrobní haly je založena na plošných základech. Plošné základy jsou tvořeny 30 patkami z betonu C 25/30. Základová spára se nachází v hloubce -2,05, -2,40, -3,23 a -4,23 m pod ±0,000. Výztuž patek je 10KS profilu 12,0 mm, délky 1150 mm a krytí výztuže je 50 mm. Hutněný štěrkový podsyp frakce 32 – 63 mm je uložen pod základovými konstrukcemi. Tloušťka podsypu je 150 mm. Mezi patky jsou vylity základové pasy z betonu C25/30 o šířce 0,5 m a výšce 0,5 m.

Hlavní nosná konstrukce je tvořena sloupy s vazníky a vaznicemi. Sloupy jsou navrženy z ocelových profilů HEB 360 a HEB 200 S235, osové vzdálenosti 4,55, 6 a 7 m. Profily HEB 200 jsou použity pro vestavbu, kde se nachází zázemí pro zaměstnance. Střešní nosnou konstrukci tvoří vazníky z ocelových profilů HEA 500 S 235. Nad výrobní halou 2 je délka rozpětí vazníků 19 m a vazník je sedlového tvaru. Nad výrobní halou 1 je tvar vazníku pultový a délce rozpětí 13,5 m. V délce rozpětí vazníků jsou k horním pásům vazníku přivařeny vaznice z profilu IPE 270. Ochrana proti korozi je zajištěna žárovým zinkováním ocelových konstrukcí.

Přístavba je zastřešena jednoplášťovou plochou střechou. Navržený sklon je 1,5°. Na nosnou konstrukci z vazníků jsou přišroubované trapézové plechy TR 60/235/940. Horní plochy vln jsou potřeny asfaltovým nátěrem, na ten je položena parotěsná hydroizolace. Hlavní tepelná izolace je navržena z minerálních desek ve dvou vrstvách o celkové tloušťce 220 mm. Spádování při stranách se sousedním objektem je řešeno pomocí spádových klínů z tepelné izolace. Min. tloušťka klínů je 80 mm. Vrchní konečnou vrstvu tvoří hydroizolační fólie z PVC-P DEKPLAN 76.

Stabilita objektu je zajištěna stěnovými a střešními ztužidly. Stěnová ztužidla se nalézají na podélné straně konstrukce v druhém poli. Jsou provedena z trubek 102/6,0 mm. Ztužidla střešní jsou tvořena trubkami 70/4,0 mm a 76/6,0 mm.

Vestavba je navržena z jednovrstvého zdiva Porotherm 24 o tloušťce stěny 250 mm. Strop je navržen jako železobetonová deska do ztraceného bednění z trapézového plechu. Dělicí příčky o tloušťkách 100 a 150 mm jsou z pórobetonových tvárníc Ytong. Pod stropem je navržen sádkartonový podhled s požární odolností 30 minut.

Roznášecí vrstvou je betonová mazanina tloušťky 85 nebo 55 mm s KARI sítí 150/150/6. Podlahové konstrukce z keramické dlažby jsou protiskluzné. V místnostech s keramickou dlažbou je navržen obklad nebo sokl ve výšce 150 mm.

Podlahy na terénu jsou zatepleny tepelně izolačními minerálními deskami o tloušťce 30 mm. Izolace základů jsou navrženy z polystyrenových fasádních soklových desek lepených celoplošně. Tloušťka desek je 100 mm.

Hala ZIHOS řešení - prefabeton

Přístavba z prefabetonu je založena na hlubinných základech, které tvoří 30 pilot s hlavou. Hloubka založení piloty je 5 m o průměru 2500 mm.

Hlavní svislou nosnou konstrukci tvoří prefabetonové sloupy čtvercového průřezu 500x500 mm s konzolami pro uložení jeřábové dráhy. Konzole jsou ve výšce 3,5 a 6,9 m. Vodorovná nosná konstrukce je navržena z prefabrikovaných předpjatých vazníků ve tvaru I. Vazníky nad výrobní halou 2 jsou sedlového tvaru délky 19 m, nad výrobní halou s vestavbou je tvaru pultového. Výška vazníku v hřebenu je 1,5 m. Prefabetonové vaznice jsou obdélníkového tvaru o rozměru 200x300 mm. Mezi sloupy jsou prefabrikované železobetonové průvlaky a trámky o rozměrech 100x100 mm, které slouží k uchycení obvodového pláště ze sendvičových panelů.

ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ

Zařízení staveniště jsou umístěna uvnitř areálu soukromých firem, kde bude výstavba probíhat. Jelikož se jedná o nepřetržitý provoz, velikost zařízení stavenišť jsou omezena a budou navržena co nejmenší, aby nedošlo k nepříznivému ovlivnění provozu a pohybu po areálu firmy.

Náklady na zařízení staveniště jsou vypočteny ve vedlejších rozpočtových nákladech. Jejich způsob vyčíslení se může určit pomocí dvou metod [20]:

První metoda je procentuálním podílem ze základních rozpočtových nákladů (ZRN). Tato metoda je sice jednoduchá, ale pouze orientační. Zařízení staveniště snižuje na co nejmenší rozsah, jelikož zařízení staveniště není přesně určeno. Procentuální sazby se provádí dle zařídění objektu jednotné klasifikace stavebních objektů. Pro haly pro výrobu a služby činí sazba 2,85 %.

Druhá metoda je přímé ocenění nákladů na zařízení, provozování a následnou demontáž. Tato metoda je dobře kontrolovaná objednatelem, ale finančně nevýhodná pro menší objednávku.

ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ PŘÍSTAVBA INVELT

Zařízení staveniště se nachází uprostřed areálu firmy, v místech stávajícího parkoviště. Dočasné parkoviště pro zaměstnance bude zřízeno za stávajícími objekty servisu a garáží.

Zabezpečení staveniště je zajištěno oplocením proti vstupu nepovolaných osob. Oplocení tvoří sloupky s pletivem zakryté zelenou plachtou ke snížení prašnosti okolí. Oplocení dosahuje výšky 1,8 m. Na oplocení jsou bezpečnostní tabulky s označením proti vstupu nepovolaným osobám. Oplocení má délku 97 m.

K příjezdu ke staveništi bude využita zpevněná vjezdová komunikace do areálu firmy a ta bude také využita pro vjezd na staveniště.

Zdvihací a přesouvací práce budou zajištěny autojeřábem od firmy LIEBHERR. Pro variantu ocelové konstrukce je vybrán zdvihací stroj o maximální nosnosti 35 t, vyložení 40 m a max. zdvihu 44 m. Pro materiálovou variantu z prefabetonu bude zvolen autojeřáb s vyšší maximální nosností 55 t, s vyložením 46 m a max. zdvihem 56 m. [22]

Zázemí pro zaměstnance je zajištěno typovou obytnou buňkou, která bude sloužit jako kancelář s šatnou. Sociální zázemí poskytuje sanitární buňka se sprchou a toaletou. Osazeny budou na vyrovnané podloží zpevněné asfaltovým povrchem.

Pro skladování ručního nářadí a strojů bude sloužit uzamykatelný kontejner. Skládku pro ocelové díly bude v blízkosti jeřábu a přístavby. Protože se jedná o nepřerušovaný provoz firmy a je omezená velikost staveniště, budou jednotlivé materiály dodávány průběžně. Vykopaná zemina bude ponechána pouze na zásyp okolo přístavby, zbytek bude odvezen na skládku. Nebudou se zde nacházet ani skládky odpadu, ten bude okamžitě likvidován odvezením na příslušnou skládku.

Přípojky inženýrských sítí pro zařízení staveniště jakou jsou elektřina a vodovod budou zajištěny napojením na stávající inženýrské sítě.

Samostatný výkres zařízení staveniště přístavby Invelt je v Příloze č. 3. Na Obr. 11 je zelenou barvou vytažena oplocená plocha staveniště. Nachází se zde sociální a sanitární buňka, skladovací kontejner a zdvihací stroj.



Obrázek 11: Ukázka zařízení staveniště přístavby Invelt [Obrázek: Autorka textu]

ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ PŘÍSTAVBA ZIHOS s.r.o.

Zařízení staveniště se nachází na kraji areálu firmy, v místech stávajícího parkoviště a volného prostranství. Dočasné parkoviště pro zaměstnance bude zřízeno před stávajícím objektem.

Zabezpečení staveniště je zajištěno oplocením proti vstupu nepovolaným osobám. Oplocení tvoří sloupky s pletivem zakryté zelenou plachtou ke snížení prašnost okolí. Oplocení je ve výšce 1,8 m. Na oplocení jsou dány bezpečnostní tabulky s označením proti vstupu nepovolaným osobám. Délka oplocení je 132 m.

K vjezdu na staveništi bude sloužit současná příjezdová komunikace do areálu firmy. Doprava na staveniště nesmí narušovat dopravu a pohyb vedlejší firmy. Příjezd na staveniště je po komunikaci patřící sousedící firmě.

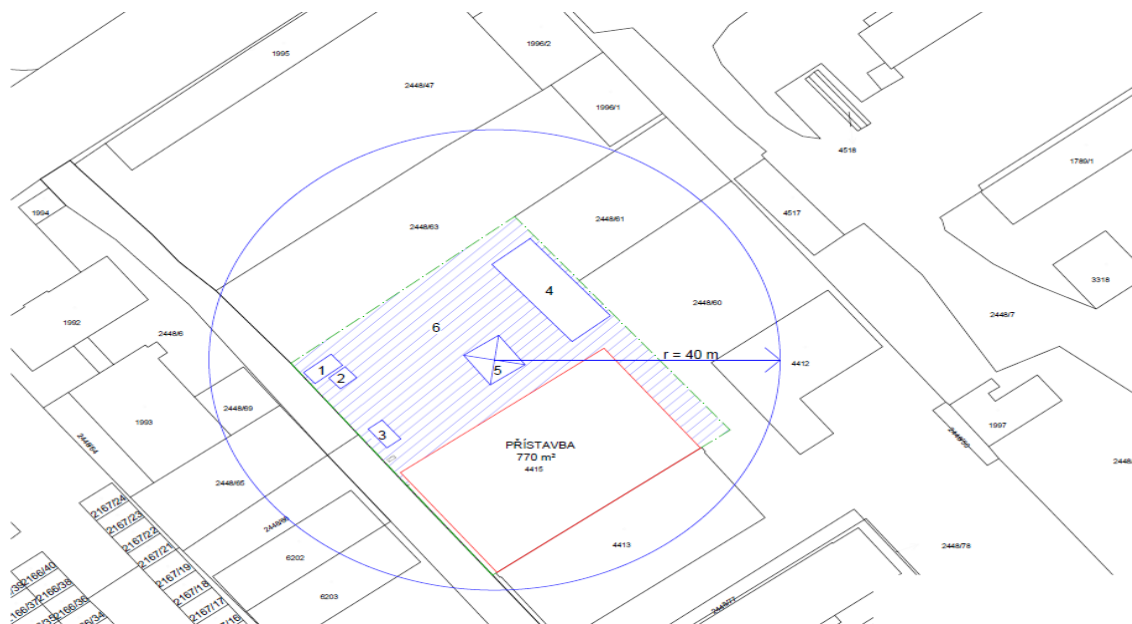
Zdvihací a přesouvací práce budou zajištěny autojeřábem od firmy LIEBHERR. Pro variantu ocelové konstrukce je vybrán zdvihací stroj o maximální nosnosti 35 t, vyložení 40 m a max. zdvihu 44 m. Pro materiálovou variantu z prefabetonu bude zvolen autojeřáb s vyšší maximální nosností 55 t, s vyložení 46 m a max. zdvihem 56 m. [22]

Sociální zázemí poskytuje sanitární buňka se sprchou a toaletou. Zázemí pro zaměstnance je zajištěno typovou obytnou buňkou, která bude sloužit jako kancelář s šatnou. Buňky budou osazeny na vyrovnané podloží zpevněné šterkopískem s betonovými panely.

Pro skladování ručního nářadí a strojů bude sloužit uzamykatelný kontejner. Skládku pro ocelové díly bude v blízkosti jeřábu a přístavby. Protože se jedná o nepřerušovaný provoz firmy a je omezená velikost staveniště, budou jednotlivé materiály dodávány průběžně. Vykopaná zemina bude ponechána pouze na zásyp okolo přístavby, zbytek bude odvezen na skládku. Nebudou se zde nacházet ani skládky odpadu, ten bude okamžitě likvidován odvezením na příslušnou skládku.

Přípojky inženýrských sítí pro zařízení staveniště jakou jsou elektřina a vodovod budou zajištěny napojením na stávající inženýrské sítě.

Samostatný výkres zařízení staveniště přístavby ZIHOS je v Příloze č. 3. Na Obr. 12 je zelenou barvou vytažena oplocená plocha staveniště. Nachází se zde sociální a sanitární buňka, skladovací kontejner a zdvihací stroj.



Obrázek 12: Ukázka zařízení staveniště přístavby ZIHOS s.r.o. [Obrázek: Autorka textu]

EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Obecné porovnání konstrukčních materiálů

Prefabeton

Prefabeton má vysokou pevnost a nosnost. Proti ocelovým konstrukcím má lepší odolnost proti požáru.

Oproti ocelovým prvkům jsou prefabetonové prvky rozměrově větší a o hodně těžší. A právě kvůli rozměrům a hmotnosti stoupá cena za dopravu, kdy se ve většině případů jedná o nadrozměrný náklad. I samotná manipulace na stavbě je složitější a náročnější, a je zapotřebí zdvihací zařízení o větší nosnosti. Dále vzniká problém ve složitosti spojů, kdy je vyšší pracnost na staveništi.

Dnes s ohledem na životní prostředí, je důležitá i recyklace materiálu. Zatímco ocel, lze roztavit a následně znovu použít u betonu to lze jen omezeně. Recyklovaný materiál z betonu tzv. recyklát lze použít jako podkladní vrstva nebo pro různé zásypy a terénní úpravy. Tímto lze nahradit jiné přírodní zdroje a dosáhnout úspory v nákladech a šetrnosti k přírodě.[1]

Problém šetrnosti k přírodě vyvstává už u samotné výroby prefy, která zaujímá velké plochy pozemků. Výroba prefy potřebuje také velké skladovací prostory pro hotové výrobky, plochy ke skladování výztuží a dalších potřebných dílů.

Ocel

Ocel nabízí vůči ostatním materiálům za daných nosností, pevností a odolností nejsubtilnější konstrukční řešení. Oproti klasickému zdivu a konstrukce založené na betonu, konstrukce haly z oceli nepotřebují žádné technologické přestávky pro zrání pojiva a tedy stavba haly pokračuje až do jejího dokončení. [23]

Další z výhod proti prefabetonu je nižší hmotnost jednotlivých prvků, tudíž je s nimi jednodušší manipulace na stavbě. Jsou snadno dostupné v jakékoliv hutní prodejně. Velká výhoda je dále recyklovatelnost materiálu, a proto šetrnost k životnímu prostředí.

Mezi nevýhody patří malá požární odolnost, která se dá zvýšit protipožárním obkladem, nátěrem nebo kombinací materiálů např. obetonováním sloupů. Dále se musí ošetřit proti korozi žárovým zinkováním nebo nátěrem. [23]

Rozpočty pro jednotlivé materiálové varianty přístaveb

Byly vypracovány čtyři položkové rozpočty pro čtyři různé haly. Rozpočty byly provedeny v programu Kros 4. Všechny položkové rozpočty jsou rozděleny náklady za stavební část a vedlejší náklady.

Vedlejší náklady zahrnují geodetickou, kompletační projektovou přípravu a přípravu zařízení staveniště.

Rozpočtové náklady stavební části jsou rozděleny na Hlavní stavební výrobu – Práce a dodávky HSV, Přidruženou stavební výrobu – Práce a dodávky PSV a Montáž – Práce a dodávky M. Náklady hlavní stavební výroby tvoří položky zemní práce, zakládání, svislé a vodorovné konstrukce a povrchové úpravy, podlahy a osazování výplní. Náklady na přidruženou stavební výrobu obsahují položky hydroizolací, tepelných izolací a krytin. Dále zahrnují konstrukce suché výstavby, truhlářské a zámečnické, podlahy a dokončující práce – obklady. Montáže obsahují montáže ocelových konstrukcí.

Pro ukázkou jsou na následujících stránkách vloženy souhrnné části tzv. rekapitulace rozpočtů pro jednotlivé varianty hal. Nejdříve se jedná o rekapitulaci nákladů za stavební část a poté rekapitulace za vedlejší náklady. První varianta je rozpočet přístavby ocelové haly v Plzni. Druhá varianta je přístavba z prefabetonu pro halu v Plzni. Třetí varianta je přístavba výrobní ocelové haly v Klatovech a poslední varianta je přístavba z prefabetonu pro výrobní halu v Klatovech.

REKAPITULACE ROZPOČTU

Stavba: Přístavba haly INVELT Plzeň - ocelová nosná konstrukce

Objekt: 01 - Rozpočet stavební části - ocelová nosná konstrukce

Místo: Plzeň

Datum: 26. 10. 2018

Objednatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Bc. Martina Navrátilová

| Kód - Popis | Cena celkem [CZK] |
|--|----------------------|
| 1) Náklady z rozpočtu | 16 004 458,41 |
| HSV - Práce a dodávky HSV | 12 948 009,30 |
| 1 - Zemní práce | 203 509,43 |
| 2 - Zakládání | 2 307 202,73 |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce | 2 041 374,43 |
| 4 - Vodorovné konstrukce | 3 875 686,02 |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 2 933 767,30 |
| 8 - Trubní vedení | 13 357,00 |
| 9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání | 97 540,95 |
| 998 - Přesun hmot | 1 477 203,44 |
| PSV - Práce a dodávky PSV | 3 054 817,11 |
| 711 - Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům | 331 331,45 |
| 712 - Povlakové krytiny | 237 151,56 |
| 713 - Izolace tepelné | 763 823,50 |
| 767 - Konstrukce zámečnické | 749 922,49 |
| 771 - Podlahy z dlaždic | 687 823,16 |
| 783 - Dokončovací práce - nátěry | 1 883,60 |
| 789 - Povrchové úpravy ocelových konstrukcí a technologických zařízení | 282 881,35 |
| 2) Ostatní náklady | 0,00 |
| Celkové náklady za stavbu 1) + 2) | 16 004 458,41 |

REKAPITULACE ROZPOČTU

Stavba: Přístavba haly INVELT Plzeň - ocelová nosná konstrukce

Objekt: 02 - Vedlejší rozpočtové náklady - ocelová nosná konstrukce

Místo: Plzeň

Datum: 26. 10. 2018

Objednatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Bc. Martina Navrátilová

| Kód - Popis | Cena celkem [CZK] |
|---|-------------------|
| 1) Náklady z rozpočtu | 159 400,00 |
| VRN - Vedlejší rozpočtové náklady | 159 400,00 |
| VRN1 - Průzkumné, geodetické a projektové práce | 28 500,00 |
| VRN2 - Příprava staveniště | 10 000,00 |
| VRN3 - Zařízení staveniště | 70 900,00 |
| VRN4 - Inženýrská činnost | 50 000,00 |
| 2) Ostatní náklady | 0,00 |
| Celkové náklady za stavbu 1) + 2) | 159 400,00 |

REKAPITULACE ROZPOČTU

Stavba: Přístavba haly INVELT - prefabetonová nosná konstrukce

Objekt: 01 - Rozpočet stavební části - prefabetonová nosná konstrukce

Místo: Plzeň

Datum: 26. 10. 2018

Objednatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Bc. Martina Navrátilová

| Kód - Popis | Cena celkem [CZK] |
|--|----------------------|
| 1) Náklady z rozpočtu | 16 672 249,68 |
| HSV - Práce a dodávky HSV | 13 896 335,92 |
| 1 - Zemní práce | 203 509,43 |
| 2 - Zakládání | 3 484 948,31 |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce | 1 257 060,99 |
| 4 - Vodorovné konstrukce | 2 167 734,25 |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 2 928 259,30 |
| 8 - Trubní vedení | 13 357,00 |
| 9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání | 98 384,41 |
| 998 - Přesun hmot | 3 383 060,23 |
| PSV - Práce a dodávky PSV | 2 771 935,76 |
| 711 - Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům | 331 331,45 |
| 712 - Povlakové krytiny | 237 151,56 |
| 713 - Izolace tepelné | 763 823,50 |
| 767 - Konstrukce zámečnické | 749 922,49 |
| 771 - Podlahy z dlaždic | 687 823,16 |
| 783 - Dokončovací práce - nátěry | 1 883,60 |
| 2) Ostatní náklady | 0,00 |
| Celkové náklady za stavbu 1) + 2) | 16 672 249,68 |

REKAPITULACE ROZPOČTU

Stavba: Přístavba haly INVELT - prefabetonová nosná konstrukce

Objekt: 02 - Vedlejší rozpočtové náklady - prefabetonová nosná konstrukce

Místo: Plzeň

Datum: 26. 10. 2018

Objednatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Bc. Martina Navrátilová

| Kód - Popis | Cena celkem [CZK] |
|---|-------------------|
| 1) Náklady z rozpočtu | 168 360,00 |
| VRN - Vedlejší rozpočtové náklady | 168 360,00 |
| VRN1 - Průzkumné, geodetické a projektové práce | 28 500,00 |
| VRN2 - Příprava staveniště | 10 000,00 |
| VRN3 - Zařízení staveniště | 79 860,00 |
| VRN4 - Inženýrská činnost | 50 000,00 |
| 2) Ostatní náklady | 0,00 |
| Celkové náklady za stavbu 1) + 2) | 168 360,00 |

REKAPITULACE ROZPOČTU

Stavba: Přístavba haly ZIHOS Klatovy - ocelová nosná konstrukce

Objekt: 01 - Rozpočet stavební části - ocelová nosná konstrukce

Místo: Klatovy

Datum: 16. 10. 2018

Objednatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Bc. Martina Navrátilová

| Kód - Popis | Cena celkem [CZK] |
|--|----------------------|
| 1) Náklady z rozpočtu | 21 469 527,46 |
| HSV - Práce a dodávky HSV | 15 052 155,70 |
| 1 - Zemní práce | 557 180,46 |
| 2 - Zakládání | 2 147 244,59 |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce | 3 872 874,62 |
| 4 - Vodorovné konstrukce | 6 553 888,26 |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 884 026,41 |
| 8 - Trubní vedení | 30 404,50 |
| 9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání | 171 877,49 |
| 998 - Přesun hmot | 837 071,37 |
| PSV - Práce a dodávky PSV | 4 911 817,02 |
| 711 - Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům | 303 005,15 |
| 712 - Povlakové krytiny | 420 062,22 |
| 713 - Izolace tepelné | 1 330 514,88 |
| 763 - Konstrukce suché výstavby | 165 267,22 |
| 766 - Konstrukce truhlářské | 49 650,00 |
| 767 - Konstrukce zámečnické | 711 592,43 |
| 771 - Podlahy z dlaždic | 170 847,33 |
| 777 - Podlahy lité | 948 565,81 |
| 781 - Dokončovací práce - obklady | 65 356,98 |
| 789 - Povrchové úpravy ocelových konstrukcí a technologických zařízení | 746 955,00 |
| M - Práce a dodávky M | 1 505 554,74 |
| 43-M - Montáž ocelových konstrukcí | 1 505 554,74 |
| 2) Ostatní náklady | 0,00 |
| Celkové náklady za stavbu 1) + 2) | 21 469 527,46 |

REKAPITULACE ROZPOČTU

Stavba: Přístavba haly ZIHOS Klatovy - ocelová nosná konstrukce

Objekt: 02 - Vedlejší rozpočtové náklady - ocelová nosná konstrukce

Místo: Datum: 16. 10. 2018

Objednatel: Projektant:

Zhotovitel: Zpracovatel: Bc. Martina Navrátilová

| Kód - Popis | Cena celkem [CZK] |
|---|-------------------|
| 1) Náklady z rozpočtu | 174 480,00 |
| VRN - Vedlejší rozpočtové náklady | 174 480,00 |
| VRN1 - Průzkumné, geodetické a projektové práce | 29 000,00 |
| VRN2 - Příprava staveniště | 10 000,00 |
| VRN3 - Zařízení staveniště | 85 480,00 |
| VRN4 - Inženýrská činnost | 50 000,00 |
| 2) Ostatní náklady | 0,00 |
| Celkové náklady za stavbu 1) + 2) | 174 480,00 |

REKAPITULACE ROZPOČTU

Stavba: Přístavba haly ZIHOS Klatovy - prefabetonová nosná konstrukce

Objekt: 01 - Rozpočet stavební části - prefabetonová nosná konstrukce

Místo: Klatovy

Datum: 16. 10. 2018

Objednatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Bc. Martina Navrátilová

| Kód - Popis | Cena celkem [CZK] |
|--|----------------------|
| 1) Náklady z rozpočtu | 21 809 368,23 |
| HSV - Práce a dodávky HSV | 16 289 113,81 |
| 1 - Zemní práce | 557 180,46 |
| 2 - Zakládání | 5 450 912,17 |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce | 2 316 725,09 |
| 4 - Vodorovné konstrukce | 3 919 976,42 |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 884 026,41 |
| 8 - Trubní vedení | 30 404,50 |
| 9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání | 171 877,49 |
| 998 - Přesun hmot | 3 030 595,54 |
| PSV - Práce a dodávky PSV | 4 164 862,02 |
| 711 - Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům | 303 005,15 |
| 712 - Povlakové krytiny | 420 062,22 |
| 713 - Izolace tepelné | 1 330 514,88 |
| 763 - Konstrukce suché výstavby | 165 267,22 |
| 766 - Konstrukce truhlářské | 49 650,00 |
| 767 - Konstrukce zámečnické | 711 592,43 |
| 771 - Podlahy z dlaždic | 170 847,33 |
| 777 - Podlahy lité | 948 565,81 |
| 781 - Dokončovací práce - obklady | 65 356,98 |
| M - Práce a dodávky M | 1 292 232,39 |
| 43-M - Montáž ocelových konstrukcí | 1 292 232,39 |
| 2) Ostatní náklady | 0,00 |
| Celkové náklady za stavbu 1) + 2) | 21 809 368,23 |

REKAPITULACE ROZPOČTU

Stavba: Přístavba haly ZIHOS Klatovy - prefabetonová nosná konstrukce

Objekt: 02 - Vedlejší rozpočtové náklady - prefabetonová nosná konstrukce

Místo: Klatovy

Datum: 16. 10. 2018

Objednatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Bc. Martina Navrátilová

| Kód - Popis | Cena celkem [CZK] |
|---|-------------------|
| 1) Náklady z rozpočtu | 184 740,00 |
| VRN - Vedlejší rozpočtové náklady | 184 740,00 |
| VRN1 - Průzkumné, geodetické a projektové práce | 29 000,00 |
| VRN2 - Příprava staveniště | 10 000,00 |
| VRN3 - Zařízení staveniště | 95 740,00 |
| VRN4 - Inženýrská činnost | 50 000,00 |
| 2) Ostatní náklady | 0,00 |
| Celkové náklady za stavbu 1) + 2) | 184 740,00 |

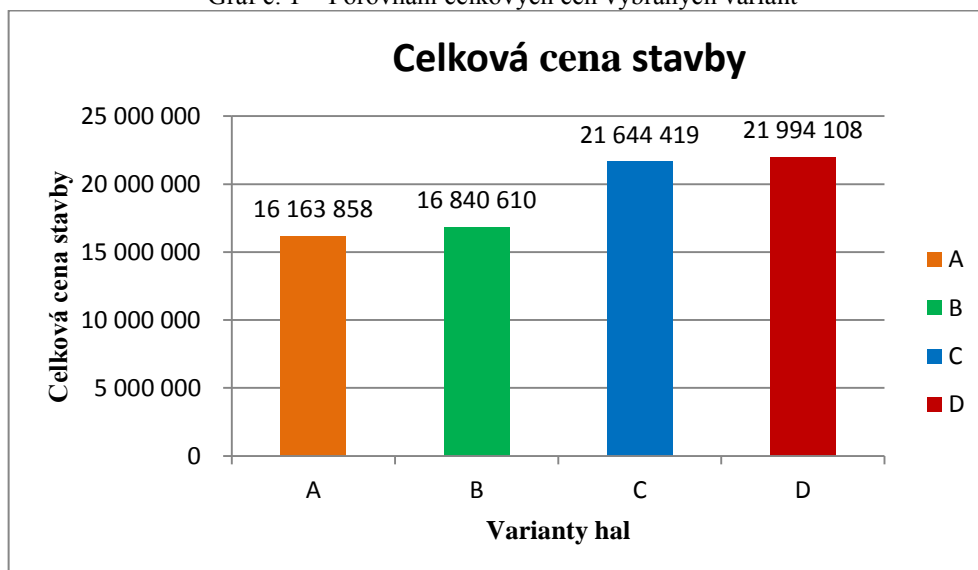
V tabulce 1 a 2, jsou porovnány celkové ceny čtyř variant hal. Písmenem A je označena přístavba skladovací haly s nosnou ocelovou konstrukcí, písmenem B je označena přístavba skladovací hala s nosnou konstrukcí z prefabetonu. Pod písmenem C je přístavba výrobní haly s nosnou konstrukcí z oceli a písmenem D je označena přístavba výrobní haly z hlavní nosnou konstrukcí z prefabetonu.

Jak lze vidět v grafu č. 1, nejlevnější varianty vychází pro varianty s nosnou ocelovou konstrukcí, jak pro přístavbu skladovací haly, tak pro přístavbu haly výrobní.

Tabulka 1: Celková cena zvolených hal vyjádřená v Kč

| | A | B | C | D |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Cena ZRN v Kč | 15 995 198 | 16 595 009 | 21 443 867 | 21 639 672 |
| Doprava Kč | 9 260 | 77 241 | 25 660 | 169 696 |
| Cena VRN v Kč | 159 400 | 168 360 | 174 480 | 184 740 |
| Celková cena Kč | 16 163 858 | 16 840 610 | 21 644 419 | 21 994 108 |

Graf č. 1 – Porovnání celkových cen vybraných variant



Lokalita je jedním z faktorů, které ovlivňují volbu materiálu hlavní nosné konstrukce. V projektu jsou zvolené pro porovnání hlavní nosné konstrukce z oceli a prefabetonu. Pro objekty s ocelovou nosnou konstrukcí je zvolena hutní prodejna v Plzni v Liticích. Druhá varianta s prefabetonem pro přístavbu haly v Plzni je vybraná Prefa Praha a pro přístavbu v Klatovech Prefa Planá nad Lužnicí. Zatímco hutní prodejny s ocelovými profily lze najít v každém větším městě, u prefabetonu dostupnost tak častá není.

Pro výpočet ceny za dopravu byl zvolen kamion s podvalníkem o nosnosti 27 t. Cena za kilometr je 40 Kč, za vykládku a čekání 750 Kč/hod. Pro dopravu z Prefy bylo připočteno mýtné, které činí 4,52 Kč/km za jízdu po zpoplatněném úseku. Za nadrozměrný náklad byla připočtena částka 1500 Kč.

Výpočet ovlivňuje hmotnost, délka a vzdálenost od dodavatele. Nejnižší částka za dopravu je pro ocelovou skladovací přístavbu v Plzni. Kdežto u přístavby výrobní haly z prefabetonu v Klatovech je cena za dopravu nejvyšší. Vzdálenost je zde 142 km a hmotnosti prvků jsou těžší než u oceli.

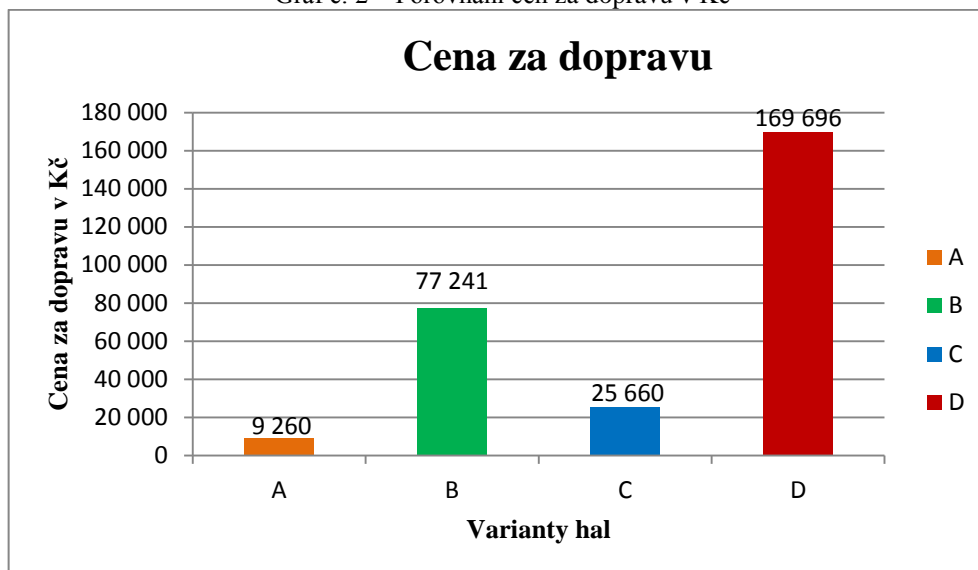
Náklady na dopravu a celkové náklady staveb vyjádřené v Kč a v procentech z celkové ceny jsou zobrazeny v tabulce č. 2. V grafu č. 2. jsou částky za dopravu vyjádřené v Kč a lze vyčíst, že nejlevněji ze všech variant vychází náklady za dopravu ocelových konstrukcí pro přístavby skladovací haly v Plzni a s malým rozdílem hned poté výrobní haly v Klatovech. Cena dopravy ocelových konstrukcí při porovnání s cenou dopravy za prefabeton vychází až 6x levněji.

Procentuální vyjádření dopravy je zobrazení v grafu č. 3. U výrobní haly v Klatovech navržené z nosné konstrukce z prefabetonu, tvoří náklady na dopravu skoro 1% z celkové ceny. Zatímco u přístavby skladovací haly z nosné ocelové konstrukce v Plzni jsou náklady za dopravu zanedbatelné.

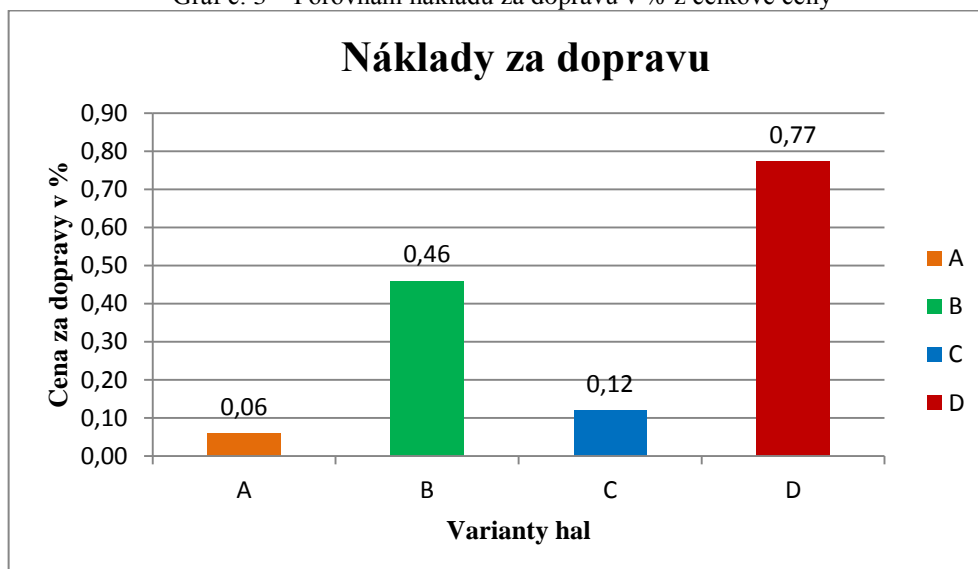
Tabulka 2: Cena dopravy z celkových nákladů vyjádřená v Kč a v %

| | A | B | C | D |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| Doprava [%] | 0,06 | 0,46 | 0,12 | 0,77 |
| Cena dopravy [Kč] | 9 260 | 77 241 | 25 660 | 169 696 |
| Celková cena [Kč] | 16 163 858 | 16 840 610 | 21 646 419 | 21 994 108 |

Graf č. 2 – Porovnání cen za dopravu v Kč



Graf č. 3 – Porovnání nákladů za dopravu v % z celkové ceny



TECHNOLOGICKÉ ZHODNOCENÍ

Délka výstavby jednotlivých variant hal byla určena z harmonogramu. Harmonogram je vykreslený po dnech a nalézá se v Příloze č. 2. Harmonogramy byly vytvořeny v programu Kros 4 na základě cenové soustavy ÚRS Praha 2018 a následně upraveny v Excelu. V harmonogramu je světle šedou znázorněna neděle, den kdy se nepracuje.

Vypočtené délky trvání jednotlivých činností ukazují skutečnou délku bez ohledu, zda je pracovní den nebo není. V celkové délce výstavby jsou zahrnuty všechny dny včetně dnů pracovního klidu. Délku výstavby objektů lze určit:

- Srovnáním s obdobnými objekty, které jsou již realizované ,
- Pomocí podnikových ukazatelů (typové síťové grafy),
- Sestavením časového plánu – harmonogramu,
- Stanovením dle produktivity práce za pracovní skupinu nebo za celý objekt.

Výpočet dle produktivity se používá u činností bez určené normohodiny a stanovují se ze vzorce:

$$T = C / P \quad (1)$$

T – délka výstavby v měsících

C – celková cena stavby v Kč

P – mzda dělníků za měsíc v Kč

Určení délky činností harmonogramu z normohodin je pomocí vzorce:

$$T = N_h / h * D \quad (2)$$

T – délka činnosti ve dnech

N_h – počet hodin potřebný pro zabezpečení uvažovaného objemu prací

h – počet hodin pracovní směny

D – počet nasazených pracovníků

Harmonogram obsahuje stavební část tvořenou z hlavní stavební výroby, přidružené stavební výroby a montážních prací, dále obsahuje vedlejší rozpočtové náklady, tj. přípravu a zařízení staveniště, následnou demontáž a vyklizení staveniště.

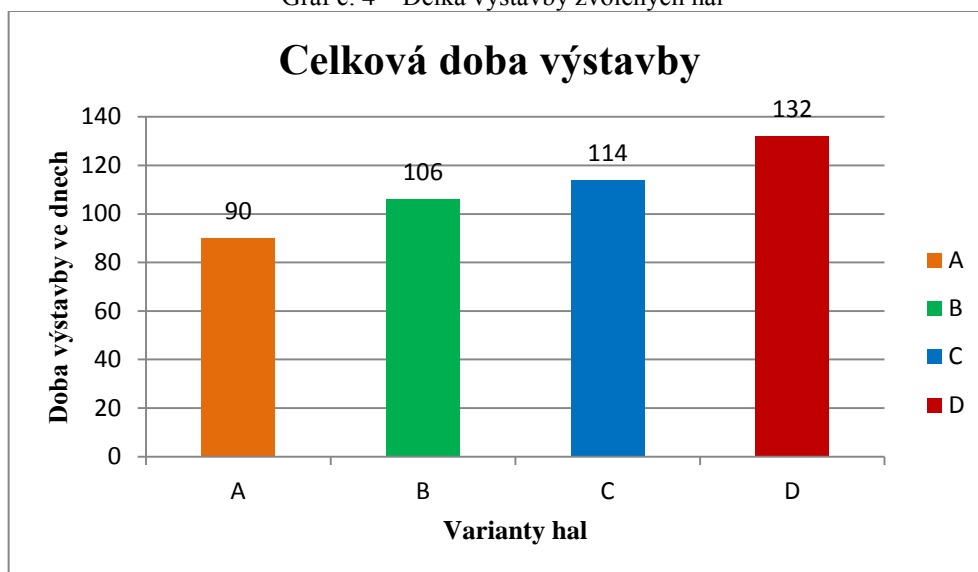
Byla určena délka pracovního týdne od pondělí do soboty tedy 6 dní a denní směna byla zvolena od 8:00 do 18:00 hodin. V neděli se nebude pracovat. Kromě dvou neděl, kdy je nutnost ošetření betonu. Tato délka pracovního týdne byla ovlivněna provozní vlivy, kdy se jedná o firmy s nepřerušným provozem. Tudiž je rozhodující rychlost, ale zároveň i kvalita výstavby.

Zvolené množství nasazených pracovníků záleží na daném typu pracovní činnosti. V harmonogramu byl zvolen počet nasazených pracovníků na 8.

Některé vložené činnosti mají pevně danou dobu trvání, jedná se především o technologické přestávky pro ošetřování betonu. Jsou to položky pro základové konstrukce patek, pasů a desek. Délka činnosti je 5 dní.

V grafu č. 4 jsou uvedeny celkové délky výstavby pro materiálové varianty hal. Varianta A (přístavba skladovací haly) bude pomocí ocelové konstrukce vznikat 90 dní. Varianta B, kdy se jedná o stejnou přístavbu haly, ale z železobetonové konstrukce, bude výstavba trvat 106 dnů. Železobetonová konstrukce bude tedy o 16 dní pomalejší. U varianty C (přístavba výrobní haly) navržené z ocelové konstrukce bude výstavba trvat 114 dní. Zatímco u varianty D, přístavby výrobní haly, z železobetonové konstrukce bude délka výstavby 132 dní. I u tohoto porovnání vychází železobetonová konstrukce pomalejší, konkrétně o 18 dní.

Graf č. 4 – Délka výstavby zvolených hal



VYHODNOCENÍ

V celkovém vyhodnocení porovnávaných variant vychází jednoznačně lepší výsledky pro ocelovou konstrukci. Vzhledem k nižší hmotnosti vychází cena za dopravu levnější a tím i celková cena stavby pro obě ocelové konstrukce. Délka výstavby je přibližně u obou variant z ocelových konstrukcí o 20 dní kratší než u prefabetonu, tedy vedlejší rozpočtové náklady jsou nižší.

ZÁVĚR

Práce se zabývá zpracování dvou konkrétních přístaveb hal. Pro každou přístavbu jsou zvolené dvě materiálová řešení z prefabetonu a oceli. Pro vybrané varianty byly vypracovány rozpočty celkových nákladů a harmonogramy s délkou výstavby. Dle vypracovaných rozpočtů vychází celkové ceny staveb vhodněji pro varianty z ocelové konstrukce. Další rozdíl je v ceně dopravy, pro ocelové konstrukce vychází o 40 – 60 % levněji než u prefy. Rozdíl je způsoben vzdáleností stavby od výroby prefabetonu. Z vypracovaných harmonogramů lze vyčíst, že délka výstavby vychází o 16 – 18 dní rychleji u ocelových konstrukcí.

Výroba oceli je z pohledu ochrany životního prostředí vhodnější než prefabeton. Ocel je oproti prefě plně recyklovatelná. Výrobní prefy kvůli objemným a rozměrným produktům zabírají velká prostranství. Vyrobené díly a díly použité k výrobě např. výztuž jsou uloženy na skládkách a vystaveny tak klimatickým vlivům. Díky rozměrům a hmotnosti vyrobených kusů je prostorová koordinace náročná.

K výrazným úsporám z celkové ceny u ocelových hal se dá dojít dobrým výběrem a rozdělením činností pro různé dodavatele. Lze tím snížit až 15 % z ceny. Vhodná výstavba se jeví i jako kombinace materiálů železobetonu a ocele např. u sloupu, kdy ocel je chráněná betonem proti korozi a požáru. Nosnost a odolnost konstrukce se tím zvýší.

CITOVANÁ LITERATURA

- [1] M. města, „Vřídelní kolonáda Karlovy Vary,“ © Infocentrum města Karlovy Vary, 2018. [Online]. Available: <https://www.karlovyvary.cz/cs/vridelni-kolonada-0>.
- [2] P. Němec, P. Klimeš, J. Duška a J. Komanec, „Přínos prefabrikace pro ekonomická a efektivní řešení mostních konstrukcí,“ © Copyright 2002 - 2018 KONSTRUKCE Media, s.r.o., 5 Srpen 2011. [Online]. Available: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/prinos-prefabrikace-pro-ekonomicka-a-efektivni-reseni-mostnich-konstrukci/>.
- [3] ČT24, „Kolem Vřídelní kolonády to vře. Srovnejte její současnou a historickou podobu - ČT24 - Česká televize,“ © Česká televize 1996 – 2018 English, 1 Leden 2018. [Online]. Available: <https://ct24.ceskatelevize.cz/kultura/2326459-kolem-vridelni-kolonady-vre-srovnejte-jeji-soucasnou-a-historickou-podobu>.
- [4] „Ocelové stavby: 8 důvodů proč si zvolit ocelovou konstrukci,“ PeterJSeager, 2018. [Online]. Available: <http://www.ocelove-montovane-haly.cz/2016/08/8-duvodu-proc-si-zvolit-ocelovou.html>.
- [5] J. Beran, „Ocelové konstrukce ČIIRK – objekt A,“ © Copyright 2002 - 2018 KONSTRUKCE Media, s.r.o., 18 Leden 2017. [Online]. Available: <http://www.konstrukce.cz/clanek/ocelove-konstrukce-ciirk-objekt-a/>.
- [6] „Ocelové stavby: Neomezené využití ocelové haly,“ PeterJSeager, Srpen 2014. [Online]. Available: <http://www.ocelove-montovane-haly.cz/2014/08/neomezene-vyuziti-ocelove-haly.html>.
- [7] H. P. s.r.o., „Betonové konstrukce hal - HAK PROFI s.r.o.,“ © Copyright 2018 HAK PROFI s.r.o., 2018. [Online]. Available: <https://www.prumyslovehaly.cz/betonove-haly>.
- [8] P. Brno, „Typová hala - Prefa.cz,“ © 2016 Prefa Brno a.s. , 2018. [Online]. Available: <https://www.prefa.cz/pozemni-stavby/konstrukcni-systemy/typova->

hala/.

- [9] M. Kovářík, P. Svoboda a P. Štemberk, „Technologie 3D tisku v architektuře a stavebnictví,“ (c) 2012 EARCH, Srpen 2018. [Online]. Available: <http://www.earch.cz/cs/stavitelstvi/technologie-3d-tisku-v-architekture-stavebnictvi>.
- [10] V. M. Pawar, „Toward site-specific and self-sufficient robotic fabrication on architectural scales,“ © 2018 American Association for the Advancement of Science, 2017. [Online]. Available: <http://robotics.sciencemag.org/content/2/5/eaam8986>.
- [11] A. Cor, „Apis Cor | Blog,“ [Online]. Available: <https://www.apis-cor.com>.
- [12] Y. C. B. Tech, „Yingchuang Building Technique (Shanghai) Co.Ltd. (WinSun),“ Copyright©2017 Yingchuang Building Technique, 2015. [Online]. Available: <http://www.winsun3d.com/En/>.
- [13] I. I. f. A. A. o. Catalonia, „3D printed bridge - IAAC,“ Institute for Advanced Architecture of Catalonia, [Online]. Available: <https://iaac.net/project/3d-printed-bridge/>.
- [14] P. Niehe, „3D makeover for hyper-efficient metalwork - Arup,“ © Arup 2018, 2015. [Online]. Available: https://www.arup.com/News/2015_05_May/11_May_3D_makeover_for_hyper-efficient_metalwork.aspx.
- [15] I. Šefr, „Prostorové materiály pro 3D tisk: Odborník z Brna navrhuje unikátní stavební výplně - Aktuality - VUT v Brně,“ VUT v Brně, Leden 2018. [Online]. Available: https://www.vutbr.cz/vut/aktuality-f19528/prostorove-materialy-pro-3d-tisk-odbornik-z-brna-navrhuje-unikatni-stavebni-vyplne-d164630?aid_redir=1.
- [16] „O nás | BMW Invelt,“ Copyright © 2010 - 2017 Invelt s.r.o., 2017. [Online]. Available: <https://www.invelt.com/o-nas>.

- [17] A. a. s.r.o., „BMW Plzeň Rokycanská | !FIRMA,“ BANAN.CZ, 2011. [Online]. Available: http://www.assa.cz/galerie-_gallery/autosalony/bmw--plzen-rokycanska.
- [18] Č. ú. z. a. katastrální, „Výběr katastrálního území | Nahlížení do katastru nemovitostí,“ © 2004 - 2018 Český úřad zeměměřický a katastrální, 2018. [Online]. Available: <https://nahliznidokn.cuzk.cz/VyberKatastrMapa.aspx>.
- [19] A. s.r.o., „ZIHOS s.r.o. | Strojírenská výroba Švihov, Klatovy,“ © 2018 ZIHOS s.r.o., 2018. [Online]. Available: <https://www.zihos.cz/>.
- [20] M. CHALABALA, „NÁVRH ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ,“ Vysoké učení technické v Brně, Brno, 2013.
- [21] F. Kuda, „Časové plánování staveb staveb,“ 2018. [Online]. Available: http://fast10.vsb.cz/kuda/Ekonomika/Eko%20ve%20v%FDstavb%EC/P%F8edn%E1%9Aky%202012/08_%C8asov%E9%20pl%E1nov%E1n%ED.pdf.
- [22] s. Jeřábnické práce, „Pronájem jeřábu a autojeřábu | Hanyš,“ © 2018 Hanyš, 2018. [Online]. Available: <https://www.hanys.cz/jeraby.html>.
- [23] J. Stejskal, „Ocelové konstrukce. Jakub Stejskal, 3.S - PDF,“ 2018 © DocPlayer.cz, 2018. [Online]. Available: <https://docplayer.cz/3745627-Ocelove-konstrukce-jakub-stejskal-3-s.html>.
- [24] I. P. Šimoník, „Historie lehké tenkostěnné ocelové konstrukce - Mr. Merkur,“ 1 Leden 2018©. [Online]. Available: <http://www.stavbyzoceli.cz/historie-lehke-tenkostenne-ocelove-konstrukce/>. [Přístup získán 15 Říjen 2018].

SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE

- Microsoft Word 2010
- Microsoft Excel 2010
- Kros 4
- AutoCAD 2016