

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Uhrynovskij** Jméno: **Dmytro** Osobní číslo: **482766**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Management a ekonomika ve stavebnictví**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Analýza využití nástrojů BIM na stavbě

Název bakalářské práce anglicky:

Analysis of use of BIM tools on building site

Pokyny pro vypracování:

- rešerše možností použití nástrojů BIM na stavbě
- sběr dat na stavbě formou pohovorů
- interpretace získaných dat
- navrhnout a popsat doporučení vycházející ze získaných dat

Seznam doporučené literatury:

BuildingSMART international (2023) buildingSMART International. Available at: <https://www.buildingsmart.org/>
Construction 4.0: An innovation platform for the built environment. (2023). ROUTLEDGE.
Ministerstvo průmyslu a obchodu, Koncepce zavádění metody BIM v ČR
schválena vládou, 2017. [Online]. Available:
<https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/koncepce-zavadeni-metody-bim-v-cr-schvalena-vladou--232136/>.
Sacks, R., Eastman, Ch., BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers, Third Edition. John Wiley and Sons Inc, 2018.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. arch. Robert Bouška, Ph.D. katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **19.02.2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **20.05.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. arch. Robert Bouška, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího bakalářské práce Ing. arch. Roberta Boušky, Ph.D.

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

Datum 20.05.2024

Dmytro Uhrynovskyj

**ANALÝZA VYUŽITÍ NÁSTROJŮ
BIM NA STAVBĚ**

**ANALYSIS OF USE OF BIM
TOOLS ON BUILDING SITE**

Anotace

V teoretické části se zabývám vývojem metodiky BIM. V kapitole Základy BIM je popsána definice metodiky a stručná historie s důležitými milníky. Dále se v této kapitole věnuji metodice v přítomnosti a její potencionální budoucnosti. V kapitole Nástroje BIM je popsán nástroj BIM plánování a je zde představen menší výběr potencionálních aplikací k využití.

V praktické části práce se věnuji analýze dat posbíraných z osobních návštěv respondentů přímo na stavbě. Soubor získaných dat byl vytvořen na základě 32 provedených pohovorů. Samotné pohovory zkoumaly možnosti využití nástrojů BIM na stavbě, konkrétně zadávání práce a získávání informací o stavbě skrz rozhraní aplikace, nabízených nástrojů v aplikaci nebo výkresů propojených s 3D modelem stavby. Výsledkem této analýzy bylo zjištění, že takovéto konkrétní využívání nástrojů je na stavbě možné po zavedení určitých změn.

Klíčová slova

BIM, Nástroje BIM, BIM na stavbě, Využití BIM na stavbě, Stavebnictví, 3D modelování

Summary

This theoretical part of this thesis is focused on the development of BIM methodology. In the chapter „Basics of BIM“ the definition of the methodology and a brief history with important milestones is described. Furthermore, this chapter discusses the methodology in the present and its potential future. In the chapter „BIM Tools“ the tool for BIM planning is described and a smaller selection of possible applications, is presented.

The practical part of this thesis focuses on the analysis of data collected through personal visits to respondents directly on construction sites. The dataset was created based on 32 conducted interviews. The interviews explored the possibilities of using BIM tools on construction sites, specifically task assignment and information retrieval about the construction through application interface, offered tools within the application, or drawings linked with the 3D model of the building. The result of this analysis revealed that such specific use of tools on construction sites is possible after implementing certain changes.

Key words

BIM, BIM tools, BIM on site, Usage of BIM on site, Construction industry, 3D modelling

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce.....	9
3	Metodika práce.....	10
4	Teoretická část	11
4.1	Základy BIM.....	11
4.1.1	Definice BIM	11
4.1.2	Historie BIM	11
4.1.3	Současnost a budoucnost BIM.....	13
4.1.4	Úrovně vyspělosti BIM	14
4.2	Nástroje BIM.....	15
4.2.1	BIM plánování	15
4.2.2	BIM Software pro mobilní zařízení	16
5	Praktická část.....	17
5.1	Představení výzkumu.....	17
5.2	Otázky a kritéria hodnocení modelového testu.....	18
5.2.1	Obecné informace o respondentech	18
5.2.2	Testové otázky pohovoru	25
5.3	Analýza výsledku modelového testu	34
5.4	Interpretace výsledků a jejich zhodnocení.....	41
6	Závěr.....	44
7	Seznam obrázků	45
8	Seznam grafů.....	45
9	Seznam tabulek	46
10	Seznam příloh	46
11	Použitá literatura.....	46

1 Úvod

S pojmem informační model budovy jsem se poprvé setkal v prvním ročníku na fakultě stavební ČVUT v rámci předmětu 126BIM1. Samozřejmě jsem si nejdříve myslel, že se jedná pouze o označení 3D modelování. Dokonce jsem si v jednu chvíli myslel, že se jedná konkrétně o aplikaci Revit, v níž jsme modelovali projekt. Postupně napříč studiem jsem se o problematice dozvídal a postupem času mě více zaujala. Od zjištění plánované povinnosti užívání metody BIM pro nadlimitní veřejné zakázky v České republice v roce 2022 jsem začal uvažovat o BIMu jako o tématu ke své bakalářské práci.

Po celou dobu studia pracuji, přičemž má práce mě většinu času zavede přímo na stavbu. Na těchto stavbách jsem nejdříve začínal jako pomocný dělník a postupně jsem měnil pozice a získával zkušenosti z různých míst na stavbě. Ze získaných zkušeností mohu říct, že častokrát největší problém byl management času a práce. Kolikrát jsme s kolegy čekali na mistra nebo stavbyvedoucího, aby nám lépe popsal práci, nebo upřesnil místo práce. Na všechny tyto problémy by se mohlo využít nástrojů BIM. Avšak na žádné z těchto staveb jsem se touto metodikou nesetkal. Na základě tohoto jsem se pokusil prohledat internet, zda někdo takovou práci na toto téma již nenapsal. Na podobné téma jsem našel jednu jedinou práci v angličtině s názvem „*Experiences from the use of BIM-stations*“.(1) Tato práce se zabývá využitím BIMu na stavbě skrz takzvané BIM-stanice. Tyto stanice se skládaly z výkonného počítače připojeného k 40palcové televizi a chladicímu systému. Stanice se nacházely na různých patrech a umožňovaly nepřetržitý přístup pracovníkům na stavbě k BIM modelu budovy. Práce byla publikována v roce 2016. Od té doby se technologie a metodika BIM posunuly dál a mě zajímalo, jak by to vypadalo na stavbě dnes. Proto jsem si zvolil toto téma, nicméně jsem se rozhodl místo BIM-stanic věnovat se využití BIMu na stavbě skrz mobilní zařízení.

Mobilní telefony v dnešní době má skoro každý a na stavbě tomu není jinak. Pracovníci na stavbě mohou s mistrem ohledně úkolů často volat nebo posílat si fotografie. Během studia jsem párkrát využil AutoCADové aplikace na tabletu a mobilu, přičemž mě napadla otázka, proč by se něco takového nemohlo využít přímo na stavbě v praxi. Informoval jsem se u známých, kteří pracují na jiných stavbách a pověděli mi, že určitých aspektů metodiky využívají, ale pouze na vyšších úrovních a velmi okrajově, a to konkrétně k přiřazování fotek k půdorysům a k jejich komentování, častokrát však pouze k vadám a nedodělkům. Když jsem se jich ptal, zda by se dalo BIM nástrojů využívat, odpověděli mi, že ne. Toto byl další důvod, proč jsem se rozhodl pro toto téma. Z mých osobních zkušeností jsem totiž nabyl dojmu, že by využití BIM nástrojů bylo vhodné.

2 Cíl práce

Cílem této práce je provést rešerši vývoje BIMu a jeho nástrojů, popsat je a následně v praktické části analyzovat průzkum prováděný na stavbě. Na základě výsledků daného průzkumu posoudit možnosti využití metodiky přímo na stavbě za účelem zrychlení a zefektivnění práce.

Cílem samotného průzkumu na stavbě je provést všechny pohovory osobně za účelem autentičnosti výsledných hodnot. Vzhledem k mé znalosti ukrajinského a českého jazyka jsem mohl zabránit jakékoliv případné jazykové bariéře. Vzhledem k rozsahu bakalářské práce byl cíl nastavený na 30 respondentů.

3 Metodika práce

V úvodu práce byla zpracovaná rozsáhlá rešerše na dané téma pomocí internetu a knih. Zdroje byly zásadně v angličtině vzhledem k větší rozšířenosti metodiky v zahraničí. Zjištěné informace byly následně popsány v teoretické části a patřičně citovány stylem ČSN ISO 690 – číselná reference.

Data k analýze v praktické části byla získána na základě osobních schůzek. Konkrétní návštěvy staveb se domlouvaly s jejich mistry nebo stavbyvedoucími, ať už telefonicky předem, nebo přímo na stavbě. Na těchto návštěvách probíhaly pohovory, jejichž délka byla maximálně 25 minut vzhledem k pracovní vytíženosti pracovníků. Maximální počet pohovorů z jedné skupiny pracovníků, nebo brigády, jsem nastavil na 2. Toto pravidlo jsem stanovil, protože během druhého pohovoru mohl předchozí respondent prozradit náplň pohovoru a svůj případný názor všem ostatním potencionálním respondentům, čímž by narušil autentičnost jejich případných odpovědí. Z jedné stavby se proto podařilo získat 2 až 4 respondenty.

Samotná analýza dat byla prováděna pomocí aplikace MS Excel a její možností zpracování dat. Kritéria hodnocení a výsledná data jsou prezentována v praktické části této práce, z nichž jsou následně odvozeny výstupy.

4 Teoretická část

4.1 Základy BIM

4.1.1 Definice BIM

Eastman, et al. definují BIM jako modelovací technologii a s tím spojený soubor procesů potřebný k vytvoření a analýze modelu budovy a k jeho komunikaci. Podle nich je model budovy charakterizován pomocí:

- Komponentů budovy, které jsou reprezentovány digitálními komponenty, které obsahují vypočitatelné grafické a datové atributy, které identifikují dané komponenty v softwarové aplikaci. Obsahují rozměry a dovolují uživateli a softwaru s komponenty manipulovat efektivně.
- Komponentů, které obsahují data popisující chování potřebné k analýzám a pracovním procesům, například specifikace nebo energetickou analýzu.
- Konzistentních a nereplikovaných dat, díky nimž změny provedené na datech komponentu budou provedeny ve všech pohledech na komponent.
- Koordinace dat takovým způsobem, aby všechny pohledy na model byly prezentovány sloučeně (2)

Building information modeling (BIM) je digitální reprezentace fyzické budovy a jejích charakteristik. BIM slouží jako zdroj všech sdílených informací o budově a slouží jako spolehlivý podklad k rozhodování v celém průběhu životnosti budovy, od jeho nejdřívějších konceptů až po demolici. (3) BIM reprezentuje nový způsob konzistentního obnovování informace o budovách a okolí bez potřeby vyhledávání a přepracovávání všech patřičných CAD souborů. (4) Při standartním procesu přecházení a úprav mezi výkresy se ztrácí informace. BIM není pouze samostatný 3D model budovy. BIM je série provázaných databází a modelů. Tyto modely mohou nabírat formy ze široké škály zmíněných databází a modelů. Představa jediného modelu, nebo databáze je jedna z hlavních bodů zmatku o BIMu jako takovém. (5)

4.1.2 Historie BIM

Různé koncepty BIMu sahají k samotným počátkům výpočetní techniky. Jedni z jeho průkopníků, Charles M. Eastman a Douglas Engelbart, začali zkoumat revoluční koncept BIMu již v 60. letech minulého století. Konkrétně se zaměřují na ideu reprezentace budovy ve třech dimenzích. (6) Englebart už v roce 1962 představil svou vizi budoucího architekta:

„the architect next begins to enter a series of specifications and data—a six-inch slab floor, twelve-inch concrete walls eight feet high within the excavation, and so on. When he has finished, the revised scene appears on the screen. A structure is taking shape. He examines it, adjusts it... These lists grow into an evermore-detailed, interlinked structure, which represents the maturing thought behind the actual design.“ Englebart navrhuje design založený na objektech, úpravě parametrů a databázích. Tyto návrhy se o pár let později stanou realitou. (7) Práce provedená v tomto desetiletí definovala základy a ovlivnila vývoj BIMu skrz následující desetiletí. (6)

70. léta se vyznačují postupnou evolucí a vývojem dedikovaného softwaru kritického ve fázi materializace konceptů počatých v minulém desetiletí. Společnosti jako IBM začaly investovat do technologií, které umožnily tvorbu komplexnějších modelů a integraci obsáhlých dat. Vznik specializovaného softwaru jménem Synthastructure vyvinutého Eastmanem zdůrazňuje důležitost digitálních nástrojů při tvorbě tří dimenzionálního modelu a management informací ve stavebním průmyslu. (6) Najdou se tací, kteří vznik konceptu BIM přisuzují článku publikovaném v tomto desetiletí s názvem *The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design*, který přesně popisuje vizi pro BIM procesy. Zde, opět autor Charles M. Eastman, popisuje svou přesnou vizi pro systém, který propojí různé geometrické objekty v jediný objekt, který popisuje jako *Building Description System*. (8) Následně v roce 1977 vytvořil program GLIDE (*Graphical Language for Interactive Design*), který vykazuje mnohé charakteristiky moderní BIM platformy. (7)

Jak je ve stavebním průmyslu časté, Eastmanův článek nezpůsobil náhlý zápal pro jeho vize, ale dal tvar a směr pro pomalý progres. Na počátcích 80. let byly vytvořeny první programy se zabudovanými databázemi s podporou BIM funkcionalit. (8) V Anglii byly vytvořeny programy jako GDS, EdCAAD, Cerad, RUCAPS, Sonata a Reflex, které byly aplikovány na stavební projekty. (7) V tomto desetiletí poprvé vidíme zmínku termínu *Building Modeling*, který se později změnil na *Building Information Modeling*, který používáme dnes. Tento termín se objevil ve článku publikovaném Robertem Aishem v roce 1986, ve kterém nejen popsal koncept BIMu tak, jak jej známe dnes, ale využil rekonstrukce 3. terminálu letiště Heathrow jako modelovou studii v rámci RUCAPS programu, který pomáhal vytvořit. (9)

V roce 1992 se termín *Building Information Model* poprvé objevil v publikované práci. Avšak trvalo dalších 10 let, než se termín, včetně akronymu BIM, popularizoval publikací práce společnosti Autodesk s názvem *Building Information Modelling*. (10) V roce 2000 vznikla aplikace Revit. Její početí začíná již v roce 1988, kdy se tvůrci Revitu podíleli na aplikaci jménem *Pro/ENGINEER*. *Pro/ENGINEER* se považuje za první software, který používal parametrické modelování designu v historii BIMu. Název Revit je složen ze dvou anglických slov *revision* (revize) a *speed* (rychlost). Revit revolucionizoval BIM pomocí *enginu*, který umožňoval

parametrické změny skrz objektově orientované programování a umožnil přidání časových atributů k modelu. (11) Společnost Autodesk v roce 2002, ve kterém také vydala práci Building Information Modelling, koupila Revit. Hned rok poté Jerry Laiserin, kterému je mimo jiné připisovaná popularizace termínu Building Information Modeling, zorganizoval diskusi mezi Autodesk, Inc. a Bentley Systems, Inc., dvěma předními světovými výrobci návrhového softwaru pro stavebnictví ohledně jejich přístupu k BIMu. (12)

Rok 2007 označuje kritický bod v konsolidaci BIMu. Spoluautoři Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, a Kathleen Liston publikují knihu jménem BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling, zdůrazňující Eastmanovu expertízu, který se metodice BIM věnoval od jejího počátku. Kniha poskytla komplexní a praktické pochopení BIMu a stala se citačním zdrojem pro celý stavební průmysl, profesionály i akademiky. Její publikace nejenže upevnila BIM jako zásadní metodologii, ale působila jako základní návod pro všechny, kteří chtěli efektivně implementovat BIM do jejich projektů. Tím nadále rozšířila růst a rozšířený přijetí metodiky ve stavebním průmyslu. (6)

S postupným vývojem se našli i tací, kteří si k BIMu a parametrickému modelování vytvořili negativní postoj. Díky jejich nátuře se může začátečník, který se naučil základní příkazy, stát neuvěřitelně zběhlým designerem, zatímco vysoce vzdělaný a zkušený architekt může zaostat kvůli jeho nezkušenosti s programovým rozhraním. (7)

Na přelomu desetiletí v roce 2010 přichází vládní nařízení v různých zemích. Jeden z lídrů v těchto nařízeních, Spojené království Velké Británie a Severního Irska, přišlo s implementací druhé úrovně vyspělosti BIMu na vládní projekty. Tímto se stal jednou z prvních zemí, které přijaly opatření k podpoře užití BIMu ve veřejném stavebnictví. Toto rozhodnutí bylo podporováno BIM profesionály a experty. Singapur a Norsko následovaly tuto iniciativu zřízením vlastních směrnic. Vládní mandáty byly kritické v upevnění BIMu jakožto standartní praktiky ve stavebním průmyslu. (6) V návaznosti na tyto fakta a rozvoj BIMu vychází v roce 2012 The NBIMS-US V2 (The National Building Information Modeling Standard-United States Version (2)). Jedná se o první normu založenou na konsensu. Popisuje BIM jako tří dimenzionální digitální reprezentaci fyzických a funkcionálních charakteristik budovy. Dále o něm mluví jako o sdíleném zdroji informací o budově, které mohou být použity k rozhodování v celém životním cyklu budovy od počáteční myšlenky, přes design a budování, skrz denní operace, až po její eventuální demolici. (13)

4.1.3 Současnost a budoucnost BIM

Trendy v interakci člověka a počítače, augmentové realitě, cloud computing, generativním návrhu, virtuálním návrhu a stavebnictví nadále ovlivňují vývoj BIMu. (7) Země jako Čína, demonstrující pozoruhodné inovace ve stavebním sektoru, užívají těchto trendů v masivním měřítku.

Konvergence technologií nejen že zlepšuje efektivitu BIMu, ale taky redefinuje přístup k designu, stavění a managementu infrastruktury. (6)

Společnost National Institute of Building Sciences (NIBS) vydala v roce 2023 normu NBIMS-US V4, která v porovnání s V2 má za cíl zahrnout a sjednotit širokou škálu BIM standardů a praktik napříč celému stavebnímu průmyslu, architektury, inženýringu a výstavby za účelem zefektivnění implementace. Zaměřuje se na zlepšení managementu informací ke zlepšení výkonu a koordinace mezinárodních standardů. (14)

Největší změna v dnešní interpretaci BIMu je široká škála dostupných a komplexních dat. Většina BIM softwaru sdílí podobné komponenty: 3D vizualizace, taxonomie specifická pro potřebné funkce a programovací prostředí pro vytváření modelových komponent. Uživatelé mohou vzít 3D rež modelu a použít ho k vizualizace různých částí budovy. Mají snadný přístup k informacím jako typy materiálů, dodavatele, součinitel tepelné vodivosti a tak dále. Někteří uživatelé nemusí využít 3D model, přesto proces propojení a sdílení digitálních dat pomocí BIM je pořád aplikovatelný. (8)

4.1.4 Úrovně vyspělosti BIM

Úrovně vyspělosti se dají popsat jako milníky adaptace BIMu do projektu, organizace nebo do stavebního průmyslu v rámci specifického regionu. Hlavní aspekty pro pochopení vyspělosti BIMu se dají rozdělit na kolaboraci, BIM data management a integraci skrz životní cyklus stavby. Kolaborace ztotožňuje úroveň propojení a výměnu dat mezi lidmi a organizacemi zainteresovanými v různých fázích životního cyklu stavby. BIM data management ztotožňuje úroveň využívání BIM modelů k vytvoření, vizualizací a managementu digitálních informací o stavbě napříč životním cyklem stavby. Poslední sleduje úroveň využívání BIM dat a jeho integrování skrz různé fáze životního cyklu (design, výstavba, provoz a údržba). (15)

Existují čtyři úrovně vyspělosti označované 0 až po 3 (15) nebo 1 až 4 (16). První a základní úroveň je 0. Jedná se o nízkou kolaboraci a naprostou absenci jakýchkoliv náznaků BIM skrz celý životní cyklus stavby. V této úrovni se k managementu projektů užívají tradiční metody: 2D CAD výkresy a ručně psaná dokumentace. Neexistuje digitální reprezentace budovy. U této úrovně je charakteristický nedostatek integrace mezi různými fázemi projektu, což může vést k chybám a potřebě přepracování dokumentace. (15)

Úroveň 1 označuje projekty, kdy 2D výkresy a 3D modely jsou vytvořeny za pomoci BIM nástrojů. Tato úroveň se využívá především k vizuální prezentaci budovy. Konkrétní modely jsou vytvářeny zvlášť, ale nejsou mezi sebou provázány. Čím se odlišuje od předchozí úrovně je existence částečné digitální kolaborace skrz sdílení dat skrz CDE (Common Data Environment), společné datové prostředí, jako například Dropbox nebo Google drive. (15)

Oproti 1. úrovni, kdy se jedná o částečnou kolaboraci, úroveň 2. již popisuje kolaboraci úplnou. Popisuje fázi, kdy všechny týmy projektu vytváří a používají 3D modely. (16) Data používaná v těchto modelech jsou provázána pomocí formátu jako IFC, otevřený neutrální – souborový formát podporující sdílení dat mezi jednotlivými účastníky stavebního procesu a jsou spojeny do jednoho modelu. Tato konfigurace dovoluje využití BIM modelů k 3D vizualizace, vytváření harmonogramu a plánování, a managementu nákladů. CDM (Common data management) systém propojuje všechna BIM a projektová data dohromady a umožňuje provádět změny v reálném čase všem členům projektu. Tato úroveň je v tuto chvíli nejakceptovanější napříč stavebnímu průmyslu. (15)

Nejpokročilejší úrovní je 3., kdy všechny týmy pracují současně, online a ve stejném sdíleném modelu. Tato spolupráce je možná díky integraci cloudu, otevřených formátů, IoT (označení pro síť fyzických zařízení) a automatizace do BIM procesů. V této úrovni je BIM plně integrovaný do všech aspektů životního cyklu projektu včetně provozu a údržby. Používá se k plánování budoucích nákladů údržby, rekonstrukcí nebo rozšiřování stavby. (15)

4.2 Nástroje BIM

K úspěšné integraci BIMu je potřeba funkčních a intuitivních nástrojů. Každý další nástroj k užívání se označuje jako další dimenze. My známe typické dvoudimenzionální zobrazení jako půdorys, řez, pohled nebo výkres detailu. Tří dimenzionální zobrazení známe jako 3D model. Každý další nástroj může být označován jako další dimenze. (4)

4.2.1 BIM plánování

Scheduling, neboli plánování, hraje stěžejní roli v zajištění úspěšného provedení projektu. (17) Existuje za účelem přehledně definovat, jak bude projekt proveden s jasně definovanými aktivitami a logickou posloupností, která uvádí dobu trvání a přímý progres prací na stavbě. Plány byly tradičně vytvářeny jedním, nebo více dedikovanými plánovači, jejichž role na projektu je udělat edukovaný odhad na základně předchozích zkušeností a dostupných informací k vytvoření harmonogramu. Přestože byla tato metoda dlouho považovaná za zlatý standard, není nejefektivnější. Tak jako času ve fyzice, bylo v plánování v BIMu přiřazeno označení 4D nebo Model simulation studies. Modelové informace se v plánování dají použít různými způsoby. Díky vizuálním elementům a geometrickým komponentům se dá model animovat skrz průběh výstavby. Další výhodou těchto simulací je detekce chybné návaznosti prací. (4) Klíčové výhody tohoto nástroje se dají shrnout do čtyř bodů:

- Vylepšená vizualizace – BIM plánování dovoluje investorům vizualizovat harmonogram projektu a pracovní činnosti vysoce realistickým způsobem zlepšující komunikaci.

- Vylepšená koordinace – zapojením časového elementu do 3D modelu budovy pomáhá BIM plánování identifikovat potencionální kolize, konflikty a problémy v návaznosti prací. Tím zlepšuje koordinaci a zamezuje potřebě přepracovávání dokumentace.
- Efektivní přidělení zdrojů – projektoví manažeři mohou pomocí BIM plánování efektivně alokovat zdroje skrz analýzu harmonogramu a dostupného nářadí, materiálů a pracovní síly.
- Vylepšené rozhodování – dynamická nátura BIM plánování dává týmům možnost simulovat různé scénáře, posoudit dopady změn a udělat informované rozhodnutí ke snížení rizik a optimalizovat výstup projektu. (17)

4.2.2 BIM Software pro mobilní zařízení

Široká škála elektronických zařízení poskytuje v dnešní době přístup k různým druhům informací a formátům souborů. Jedním z těchto formátů je DWF, který umožňuje mobilním zařízením otevírat 2D a 3D výkresy díky jeho jednodušší formě oproti DWG formátu. (18)

AR Mapper je mobilní aplikace, která využívá rozšířenou realitu, takzvané AR, k vytváření a prohlížení modelových prvků v reálném světě. Mohou přidávat sdílené poznámky, označení a 3D prvky modelu skrz pohled na mobil do reálného světa. Dá se využívat i pro zpětnou lokalizaci potrubí, technické instalace a kabeláže. (18)

Revizto je BIM/VDC, zkratka pro virtuální modelování konstrukcí, software nabízející mimo tradiční nástroje také podporu virtuální reality. Kombinuje nástroj pro koordinace, správu projektů a detekci kolizí do jednoho uživatelského rozhraní. Dále usnadňuje prohlížení a kombinaci 3D modelů a půdorysů. (19)

BIMx usnadňuje uživatelům přístup k 3D modelu, půdorysům a výkresům detailů. Následně umožňuje přecházet mezi 2D a 3D výkresy a tím usnadňuje porozumění projektu v různých fázích. (20)

Dalux nabízí dva zdarma formáty projektu: BIM Viewer a Field Basic. BIM Viewer slouží k vytváření a správě 3D komponent, spolupráci designerskými týmy za použití pluginů a dalších aplikací a nahlížení do výkresů a 3D modelu jak v browseru, tak na mobilním zařízení. Field Basic umožňuje navíc vytváření úkolů a přiřazování partnery k projektu. (21)

5 Praktická část

5.1 Představení výzkumu

Výzkum byl prováděn formou pohovorů přímo na stavbě, nebo v ubytovně dělníků, kteří se pracovně pohybují přímo na stavbě. Cílem výzkumu bylo zjistit možnosti využití nástrojů BIM přímo na stavbě, vzhledem k zaváděné povinnosti užívání této metodiky do legislativy a budoucím plánům rozšiřování. Konkrétní zkoumané možnosti využívání nástrojů na stavbě byly zadávání práce skrz inteligentní mobilní zařízení.

Sběr dat byl prováděn osobně v Praze, kdy po domluvě se stavbyvedoucím nebo mistry jsem byl připuštěn na stavbu a respondenty jsem si odvedl bokem. Pro prvních čtrnáct pohovorů, jsem si připravil dvě verze. Při první verzi byli respondenti seznámeni s aplikací a jejími funkcemi. Při druhé verzi byl test prováděn dvakrát s rozdílem, že s funkcemi aplikace byli seznámeni až po prvním provedení modelového testu.

V kapitole BIM Software pro mobilní zařízení jsem popsal různé aplikace využívající různých nástrojů. Je očividné, že všechny aplikace nabízejí stejné základní nástroje. Pro testovou část jsem si vybral aplikaci Dalux pro jeho rozšíření skrz stavitelství. Samotná příprava testu spočívala ve výběru modelu, na kterém se budou testovat schopnosti respondentů. Po jeho výběru se do aplikace Revit stáhl plug-in, poskytnutý společností Dalux A/S, který mi umožnil exportovat 3D model s mnou vybranými výkresy, pohledy a řezy do rozhraní Dalux. Při importu jsem ručně provázal úroveň 3D modelu spolu s patřičnými výkresy pater tak, aby mezi nimi vzniklo propojení, které je klíčové pro určité části testu. Díky tomuto procesu se všechny informace ohledně budovy přenesly z aplikace Revit do aplikace Dalux. Následně jsem si založil dva účty navíc, pomocí funkce plus addressing a fakultní emailové adresy, kdy jsem vzal svůj původní přihlašovací email a při registraci jsem si k němu přidal +1 a +2 před @:

jmeno@fsv.cvut.cz -> jmeno+1@fsv.cvut.cz a jmeno+2@fsv.cvut.cz

Následně jsem pomocí prvního účtu přiřadil projekt spolu se zadáním úkolů k novým účtům. Jeden byl zadán v češtině a druhý v ukrajinštině.

Samotný pohovor je rozdělen na dvě části. První část je obecná za účelem kategorizace respondentů podle věku, praxe atd. Část druhá je test, který je složen ze čtyř sekcí, které využívají 3D modelu fakulty architektury ČVUT. Každá sekce se zaměřuje na jiný okruh schopností. Sekce první je zaměřená na obecnou orientaci v programu, kdy jejich úkolem bylo zjistit základní informace ohledně budovy.

Sekce druhá testovala schopnost komunikace a chápání zadané práce skrz aplikaci a využití zabudovaných funkcí v aplikaci pro doplnění informací ke správnému provedení zadané práce. Tato sekce má dvě části, které se liší

v jazyce zadávané práce, konkrétně tedy v češtině a ukrajinštině. Zde byla brána v potaz případná jazyková bariéra, která by mohla dotázaným bránit v plnění úkolů a zároveň tak můžu sledovat, zda se případný problém nachází v jazykové bariéře nebo v jejich technických schopnostech a vědomostech ohledně zakreslování.

Oproti předchozí sekci, úkoly ve třetí sekci nevyužívají zabudovaných nástrojů v aplikaci a využívají ji spíše jako nahlížeč do 2D výkresů. Testují zakreslovací znalosti dotázaných a tím se snažím zjistit, zda mají jejich potřebnou úroveň pro přijímání zadané práce skrz tento typ nástroje BIM.

Poslední sekce je nejkratší a sleduje pouze schopnost získání informace z poskytnutých informací ve formě tabulek.

5.2 Otázky a kritéria hodnocení modelového testu

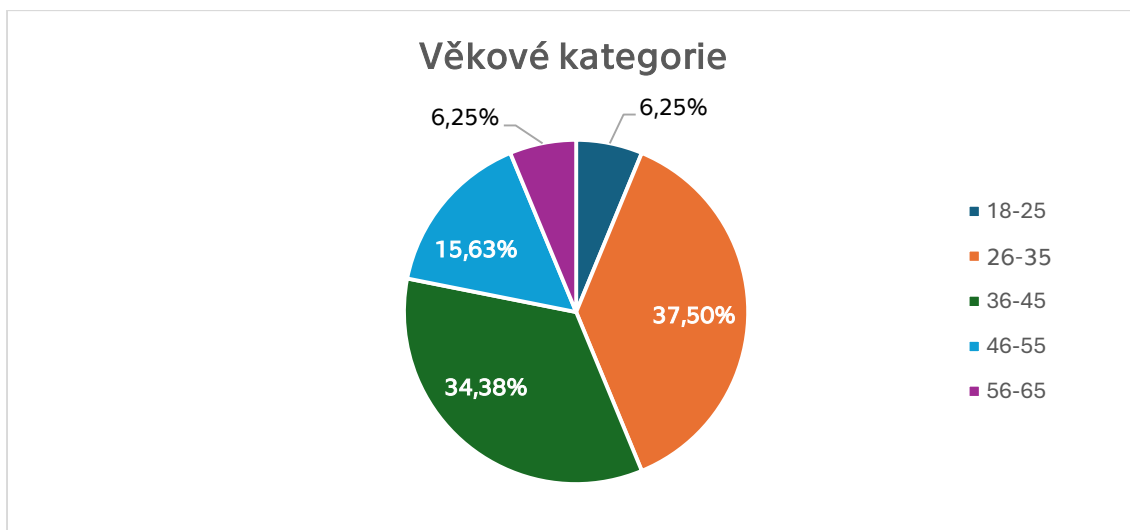
5.2.1 Obecné informace o respondentech

V první části pohovoru zjišťuji obecné informace o respondentech, abych mohl výsledky testů lépe zařadit a interpretovat. Celá tato část se na doporučení George (22) skládá z jednodušších osobních otázek, aby si respondenti na mě a celý proces pohovoru zvykli. Hned první otázka „Jak se jmenujete?“ slouží pro navázání bližšího kontaktu, místo toho abych rovnou začal s testovou částí. Druhý, zároveň stejně důležitý, důvod pro tuto část je následná možnost analýzy provázanosti odpovědí z této části a části testové.

Obecná část se skládá z následujících otázek:

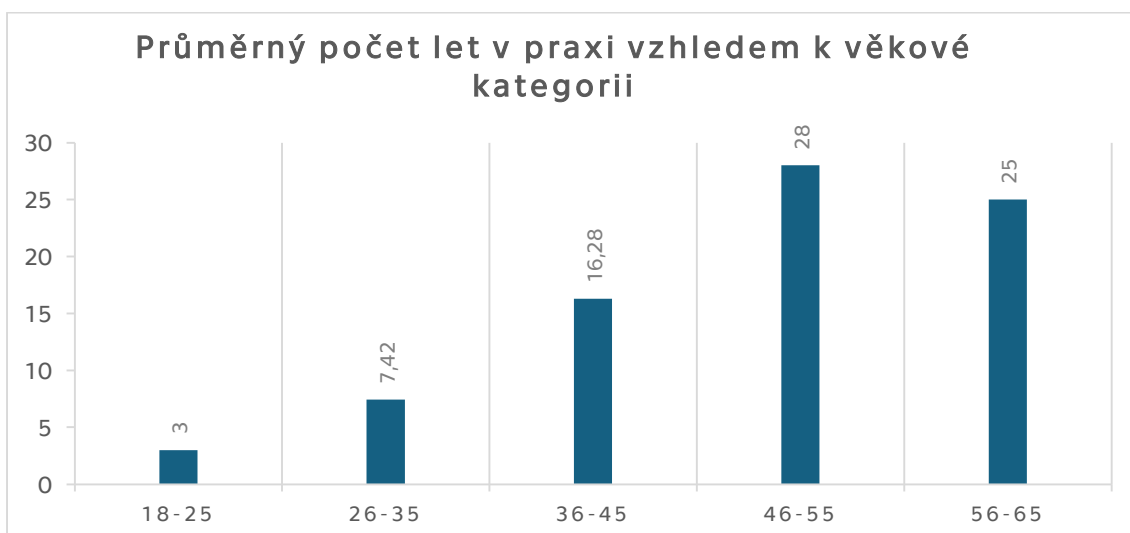
1. Jak se jmenujete?
2. Kolik Vám je let?
3. Jak dlouho pracujete ve stavebnictví?
4. Jaké modelové označení mobilního telefonu s sebou na stavbě máte?
5. Jaké elektronické zařízení využíváte v rámci stavby?
6. K čemu běžně na stavbě využíváte mobilní telefon?
7. Stýkáte se běžně v práci s projektovou dokumentací?
8. Pokud ano, s jakou projektovou dokumentací se setkáváte?
9. Uvítal byste možnost vyššího využití elektronických zařízení k prohlížení projektové dokumentace?
10. Jaká je Vaše úroveň českého jazyka?
11. Jaká je Vaše úroveň anglického jazyka?
12. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?
13. Setkal jste se někdy s pojmem BIM?
14. V jaké formě jste se s pojmem BIM setkali?

Pohovorů proběhlo celkem 32. Průměrný věk dotazovaných byl 38,4 let, kdy nejčtenější věkové kategorie jsou 26-35 a 36-45 s rozdílem 6 procent viz. Graf 1.



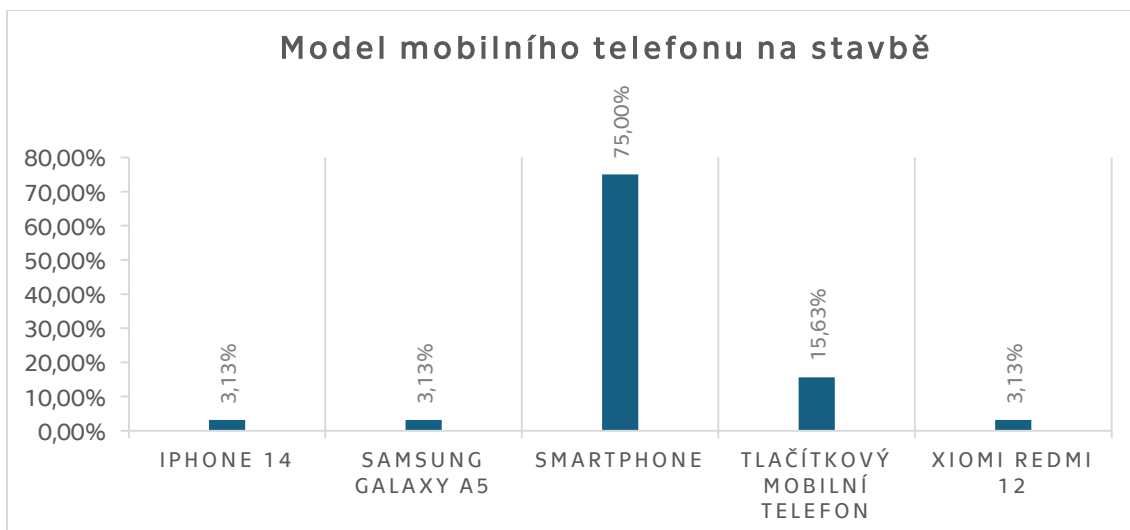
Graf 1 Věkové kategorie

Věk je pro tento průzkum důležitý, protože celý princip BIM je založený na moderních technologiích a průzkumy ukazují, že starší věkové kategorie důvěřují svým schopnostem s danými technologiemi méně. (23) Provázanou otázkou s věkem byla i otázka třetí. Pomocí této otázky jsem zkoumal, jestli delší praxe nenahradí případnou nedůvěru ve své schopnosti s moderními technologiemi. Předpokládal jsem, že počet let v praxi poroste průměrně s věkem dotázaných. Vzhledem ke Grafu 2 se tato hypotéza nenaplnila.



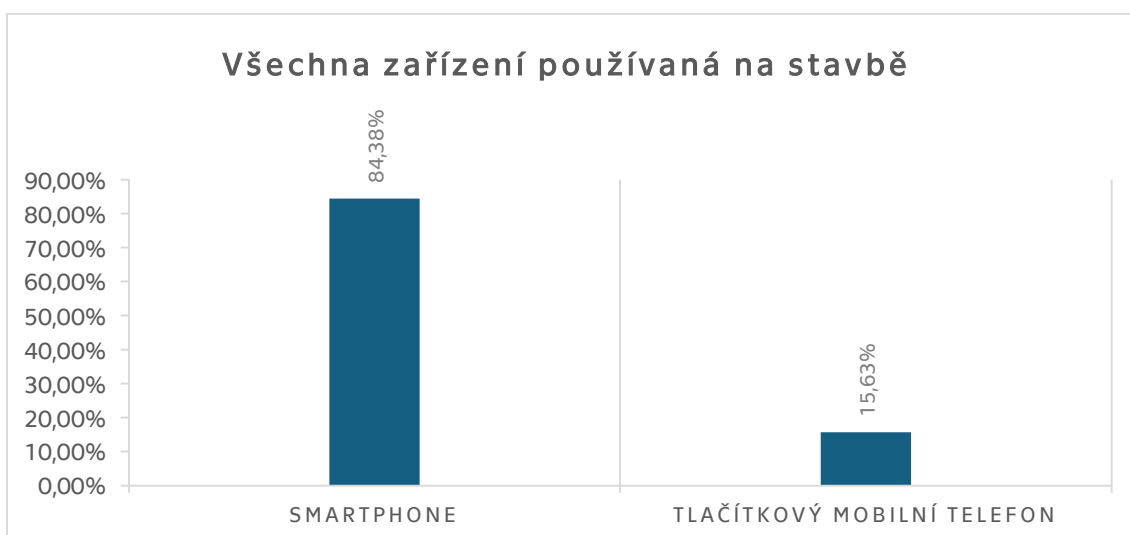
Graf 2 Průměrný počet let v praxi vzhledem k věkové kategorii

K využívání BIM na stavbě je potřeba adekvátního technologického zázemí s čímž se vážou otázky č. 4. a 5. Cílem bylo zjistit, zda mají chytré telefony a pokud ano, zda splňují minimální technologické požadavky k užívání softwarů s nástroji BIM. Velmi brzy v průběhu průzkumu jsem zjistil, že pracovníci nevěděli, nebo mi nechtěli povědět, jaký konkrétně mobil mají a odpovídali pouze „Smartphone“, nebo „Tlačítkový mobil“ viz. Graf 3.



Graf 3 Model mobilního telefonu na stavbě

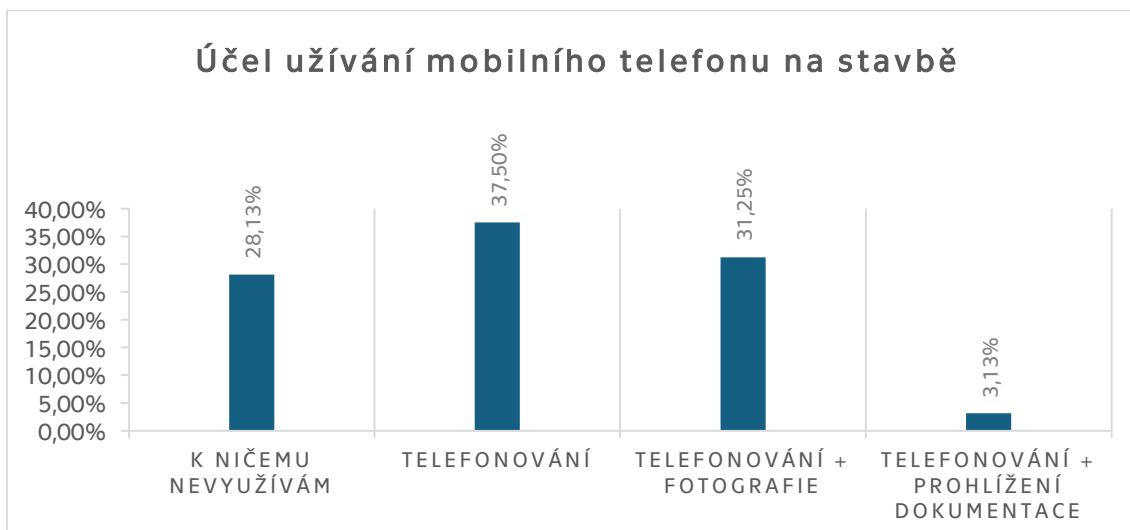
Zjišťoval jsem, jestli používají i jiná chytrá zařízení na stavbě, jakožto notebook nebo tablet. Graf 4 ukazuje, že žádný z respondentů nevyužívá jiných zařízení.



Graf 4 Všechna zařízení používaná na stavbě

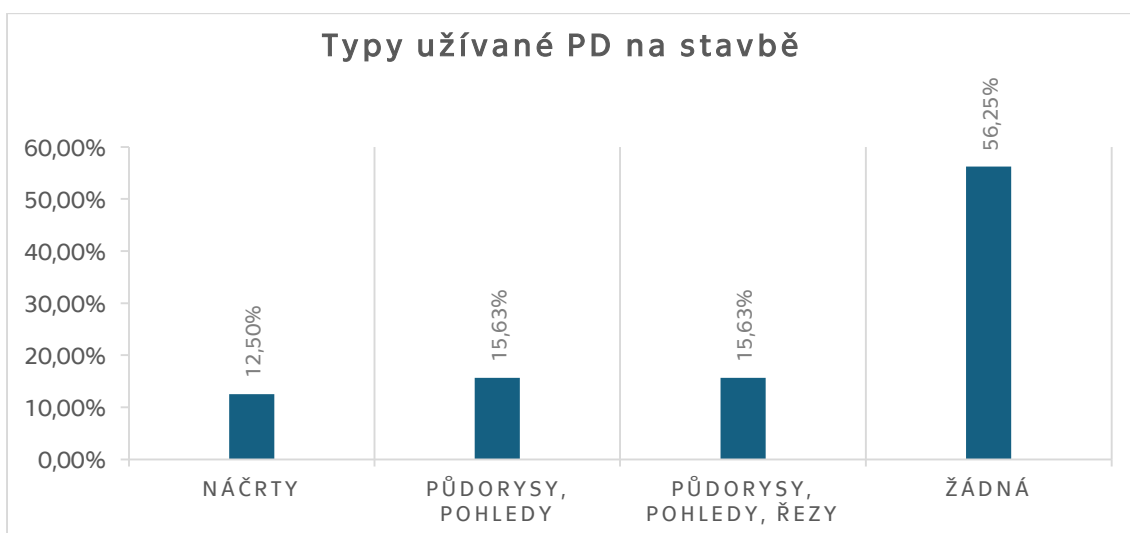
Otázky č. 6., 7., 8., a 9. sdílí podobný cíl. Cíl zjistit, zda už pracovníci s projektovou dokumentací v praxi nepracují a pokud ano, v jaké formě s ní pracují. K čemu využívají mobilní telefon na stavbě je důležitá otázka vzhledem k tématu průzkumu.

Graf 5 ukazuje, že pouze jeden respondent využívá mobilní telefon k nahlížení do projektové dokumentace, a tím potvrzuje, že zkoumané metodiky zadávání práce nejsou v praxi běžně užívané. Zároveň deset dotázaných využívá svého mobilního zařízení k fotografování provedené práce, což jedna z testových otázek zkoumá.



Graf 5 Účel užívání mobilního telefonu na stavbě

Přestože mobilní telefony nevyužívají k nahlížení do projektové dokumentace, se samotnou dokumentací se stýkají. Ze všech dotázaných 43,75 % se v různých formách s výkresy stýká, z čehož můžeme odvodit, že forma, ve které se s ní stýkají, je papírová. Jak ukazuje Graf 6, projektové dokumentace, se kterými se respondenti stýkají jsou různé. Ti, kteří odpověděli „Půdorysy, pohledy“ konstatovali, že přestože se s ní stýkají, stýkají se s ní při zadávání práce jejich nadřízeným. Tedy tato informace neznámá, že respondent má přímou zkušenost s projektovou dokumentací. Taktéž projektová dokumentace „Náčrty“ nemohou v tomto případě být brány jakožto zkušenost s projektovou dokumentací nebo znalostí zakreslování.



Graf 6 Typy užívaných PD na stavbě

Vzhledem k národnostnímu zastoupení dělníků ukrajinské národnosti na stavbách, v mém testu je jejich zastoupení 93,75 %, jsem pomocí 10. otázky zjišťoval jejich úroveň českého jazyka. Možnosti využívání nástrojů

BIM a zadávání práce skrz tyto nástroje se odvíjí od této úrovně. V případě, že by jejich úroveň nebyla dostatečná, nebo přímo neexistující, musel by se proces pomocí překladače, ať už lidského nebo elektronického, upravit. Při této otázce jsem dotázaným předložil tabulku s názvem Společný evropský referenční rámec pro jazyky, zkráceně CEFR (24) Pokud se jednalo o respondenta ukrajinské národnosti, pro zlepšení sebeurčení jejich úrovně, předložil jsem jim tabulku v ukrajinském jazyce, viz. Tabulka 2 CEFR v ukrajinštině.

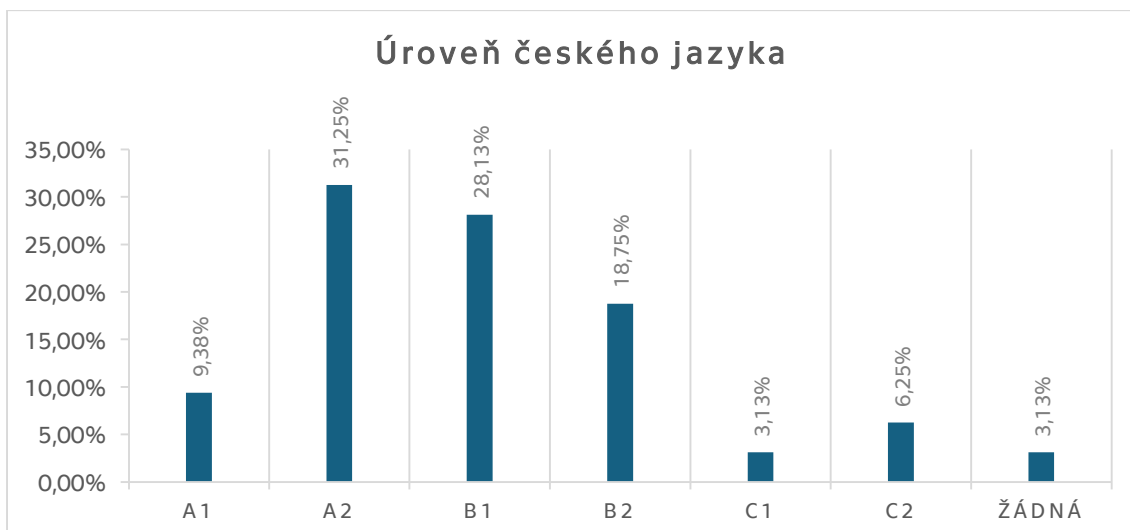
Tabulka 1 Zjednodušený CEFR

Základní uživatel	A1 – Začátečník	Rozumí a umí použít základní každodenní výrazy a fráze cílené k satisfakci základních potřeb
	A2 – Mírně pokročilý	Rozumí celým větám a často používaným výrazům. Dokáže popsat za použití jednoduchých slov situaci, ve které se nachází a jeho pozadí.
Samostatný uživatel	B1 – Středně pokročilý	Rozumí hlavním bodům jasně v jemu familiárních tématech. Dokáže sepsat jednoduchá celistvý text na téma, které je mu familiární.
	B2 – pokročilý	Rozumí hlavním myšlenkám komplexního textu konkrétního i abstraktního. Dokáže komunikovat s určitou spontánností.
Zkušený uživatel	C1 – Velmi pokročilý	Dokáže porozumět široké škále náročných a delších textů. Dokáže se vyjadřovat plyně a spontánně bez hledání potřebných výrazů.
	C2 – Mistr	Dokáže jednoduše pochopit téměř vše co slyší, nebo čte a dokáže tyto informace sumarizovat.

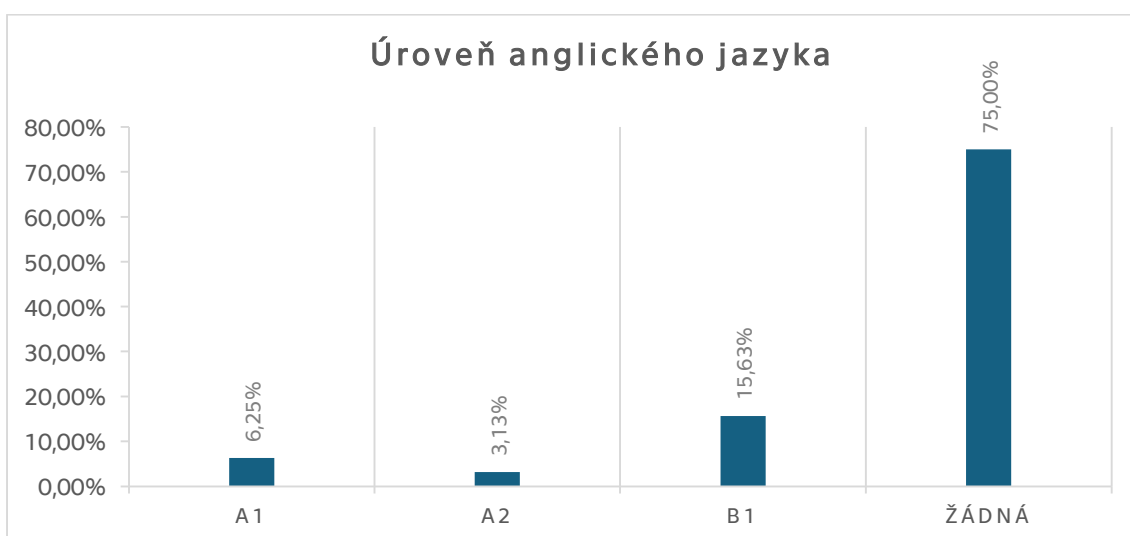
Tabulka 2 CEFR v ukrajiništině

Рівень володіння мовою	Дескриптори	
Елементарний користувач	A1	Може розуміти і вживати побутові повсякденні вирази, а також будувати елементарні речення з метою задоволення конкретних потреб. Може відрекомендуватись або представити когось. Може запитувати і відповідати на запитання про деякі деталі особистого життя, про людей, про речі тощо. Може взаємодіяти на простому рівні, якщо співрозмовник говорить повільно і чітко та готовий прийти на допомогу.
	A2	Може розуміти ізольовані фрази та широко вживані вирази, необхідні для повсякденного спілкування у сферах особистого побуту, сімейного життя, здійснення покупок, місцевої географії, роботи. Може спілкуватись у простих і звичайних ситуаціях, де потрібен простий і прямий обмін інформацією на знайомі та звичні теми. Може описати простими мовними засобами вигляд свого оточення, найближче середовище і все, що пов'язане зі сферою безпосередніх потреб.
Незалежний користувач	B1	Може розуміти основний зміст чіткого нормативного мовлення на теми, близькі і часто вживані на роботі, у навчанні, під час дозвілля тощо. Може вирішити більшість проблем під час перебування у країні, мова якої вивчається. Може просто і зв'язано висловитись на знайомі теми або теми особистих інтересів. Може описати досвід, події, сподівання, мрії тощо.
	B2	Може розуміти основні ідеї тексту як на конкретну, так і на абстрактну тему, у тому числі й дискусії за фахом. Може вільно спілкуватися з носіями мови. Може чітко, детально висловитись на широке коло тем, виразити свою думку з певної проблеми, наводячи різноманітні аргументи за і проти.
Досвідчений користувач	C1	Може розуміти широкий спектр достатньо складних та об'ємних текстів і розпізнавати імпліцитне значення. Може висловлюватись швидко і спонтанно без помітних утруднень, пов'язаних з пошуком засобів вираження. Може ефективно і гнучко користуватись мовою у суспільному житті, навчанні та роботі. Може чітко, логічно, детально висловлюватись на складні теми, демонструючи свідоме володіння граматичними структурами, конекторами та зв'язними програмами висловлювання.
	C2	Може розуміти без утруднень практично все, що чує або читає. Може вилучити інформацію з різних усних чи письмових джерел, узагальнити її і зробити аргументований виклад у зв'язній формі. Може висловлюватись спонтанно, дуже швидко і точно, диференціюючи найтонші відтінки смислу у доволі складних ситуаціях.

Stejnou tabulku jsem použil i v otázce 11. Úroveň anglického jazyka je méně důležitá jak ta česká. V případě použité aplikace Dalux, která disponuje českým uživatelským rozhráním, je anglický jazyk nevyužit. Existují však aplikace s rozhráním anglickým. Graf 7 a Graf 8 vyobrazují výsledky, kdy znalost anglického jazyka výrazně zaostává.

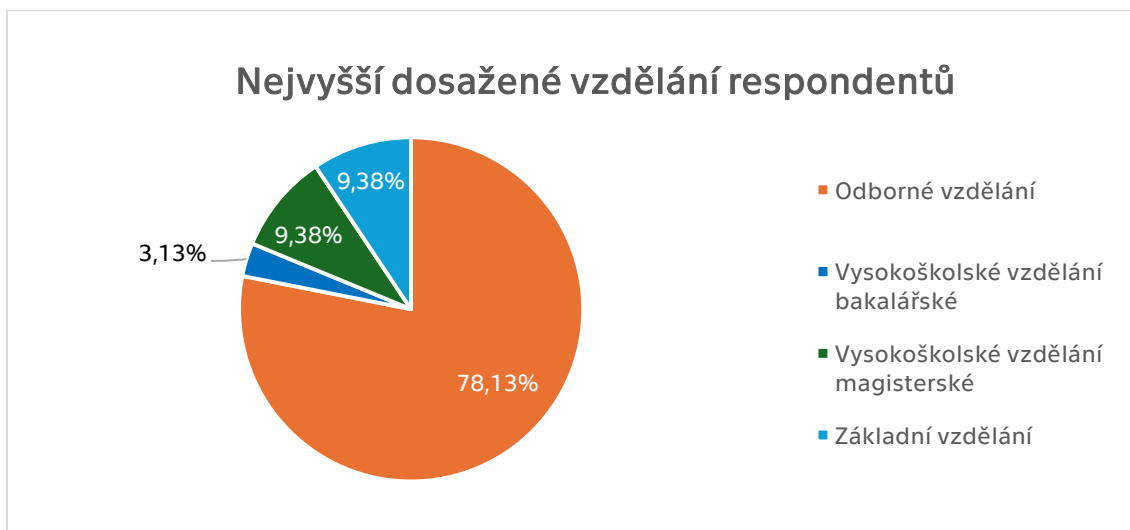


Graf 7 Úroveň českého jazyka



Graf 8 Úroveň anglického jazyka

Otázku 12. jsem do dotazníku vložil k zjištění vzdělanosti skrz soubor respondentů. Odpovědi na tuto otázku jsem plánoval propojit s případnou ochotou se učit novým věcem a případnou schopností se jim učit. Ovšem přestože byla většina pouze s odborným vzděláním viz. Graf 9, které na Ukrajině ukončují průměrně ve věku 18-20 let a jejich obory nebyly ani v jednom případě stavebnictví, tato skutečnost se ve výsledcích neprojevila.



Graf 9 Nejvyšší dosažené vzdělání respondentů

Otázky 13. a 14. jsem do dotazníku vložil za účelem průzkumu rozšířenosti pojmu BIM. Přestože jsem čekal, že rozšířenost bude mizivá, nečekal jsem, že ani mezi respondenty, kteří se s projektovou dokumentací běžně setkávají, nebude nikdo, kdo by o BIMu slyšel. Ze všech respondentů pouze jeden odpověděl, že o pojmu slyšel. Avšak tato odpověď nemůže být brána směrodatně, protože se jednalo o pracovníka, se kterým jsem během výběru tématu o tomto pojmu hovořil. Jeho odpověď byla „Ano“ pouze kvůli tomu, že o pojmu slyšel ode mě dva měsíce před pohovorem.

5.2.2 Testové otázky pohovoru

5.2.2.1 Obecná orientace v programu

Tak, aby bylo možné jakýmkoliv způsobem využívat nahlížečích aplikací, je potřeba obecná orientace v programu. Do toho spadá schopnost uživatele zjistit základní informace o stavbě, ať už z hlediska výkresů nebo pokročilejších možností BIM modelu. V této testové části jsem se snažil zjistit, zda respondenti vnímají takovýto koncept.

V první testové otázce, která podobně jako první otázka celého pohovoru měla za účel nastavení jednodušší obtížnostní laťky, měli zjistit, kolik měla budova nadzemních podlaží. K této otázce respondenti přistupovali zásadně tím nejjednodušším způsobem, a to přes názvy výkresů. Otevřeli si seznam výkresů a odpověděli podle nejvyššího čísla. Další způsob, který se neobjevoval tak často, byl skrz řez. Tři z dotázaných se pokusili spočítat nadzemní podlaží ručně ze 3D výkresu. Ani jednomu se to nepodařilo.

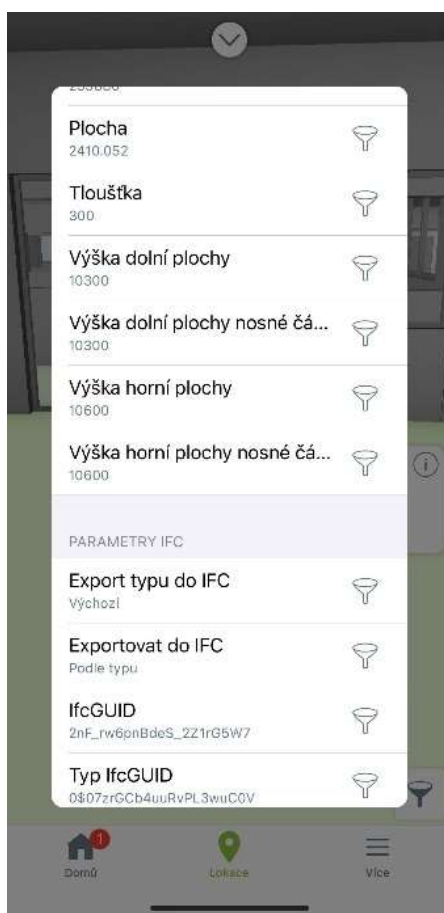
Otázka druhá už se věnuje konkrétnější informaci ohledně budovy. Otázku jsem původně zamýšlel tak, aby se využilo nástroje aplikace Vlastnosti a informaci získali takto. Výsledkem však bylo, že dvacet tři respondentů si opět otevřeli výkres řezu. Pouze tři z nich získali informaci skrz Vlastnosti tak, jak zobrazuje Obrázek 1.

1. Zjistěte, kolik má budova pater.

Hodnocení splněno získal respondent v případě správné odpovědi. Tu mohl získat skrz seznam výkresů, kde byly uvedeny názvy půdorysů 1NP až 9NP, nebo skrz řez. V případě špatné odpovědi byl ohodnoceno Nesplněno.

2. V jaké výšce se nachází 3NP oproti +-0,000?

Zde se hodnocení Splněno dělilo na Splněno – Řez a Splněno – 3D vlastnosti. Splněno – řez byl ohodnocen v případě, že na odpověď přišel pomocí výkresu řezu. V případě Splněno – 3D vlastnosti odpověď získal skrz vlastnosti podlahy v jejich vlastnostech.



Obrázek 1 3D vlastnosti podlahy.

5.2.2.2 Komunikace a základní funkce

Skrz aplikaci Dalux, stejně tak jako mnoho dalších, se dá komunikovat napříč mnoha pracovníky na stavbě. V této části zkoumám, jestli je tento způsob komunikace použitelný nejen mezi mistry, ale na všech pracovních pozicích přítomných na stavbě. Komunikace ve formě zadávání úkolů, fotografická komunikace a záznam provedené práce, kontrola a oprava vad a nedodělků.

Ve 3. úkolu jsem jim přidělil práci vázanou na účet pracovníka, viz. Obrázek 2. Za konkrétní práci může zodpovídat, tedy být zadána, více pracovníků a tím pádem mít i přístup k zadané informaci. Tímto se eliminuje přebytečná potřeba utvrzovat si informace mezi respondenty. Sami si zadanou práci mohou zkontrolovat na vlastním mobilním zařízení. V rámci tohoto úkolu mi měli popsat konkrétní zadanou práci. Tento úkol měl dvoujazyčnou variantu za účelem rozlišení případného problému na technický nebo jazykový. Pouze jeden z dotázaných nebyl schopný správně popsat zadaný úkol. Nebylo to však tím, že by jej nemohl v aplikaci najít, ale zaměřil se na špatné informace v konkrétním úkolu T1. Testování v ukrajinském jazyce měli tento úkol jednodušší o to, že se zaměřili pouze na text psaný v ukrajinské cyrilici, kterému rozuměli a nemuseli rozlišovat relevantní informace od těch irelevantních viz. Obrázek 4.



Obrázek 2 – Zadaná práce

Model úmyslně v půdorysech nemá žádné kóty tak, aby to testované respondenty donutilo využít nástrojů poskytnutých aplikací. V otázce 4. nezkoumám, zda umí číst ve výkresech, ale zda si budou schopni k zadané práci doplnit informace z poskytnutého modelu a informací v něm. V rozhraní je v zadaném úkolu vidět jeho poloha v půdoryse i pohled ve 3D modelu viz. Obrázek 3. Skrz tyto pohledy měli respondenti pomocí funkce

Měření najít vzdálenosti dveří od vedlejších konstrukcí, tedy od okolních zdí a stropu, jak je vidět na Obrázku 5. a Obrázku 6. U tohoto úkolu 62,5 procent splnili úkol pomocí 3D měření, což vypovídá o užitečnosti kombinace půdorysů a 3D modelu v metodice BIM.



Obrázek 3 – Popis zadané práce



Obrázek 4 – Popis zadané práce UA

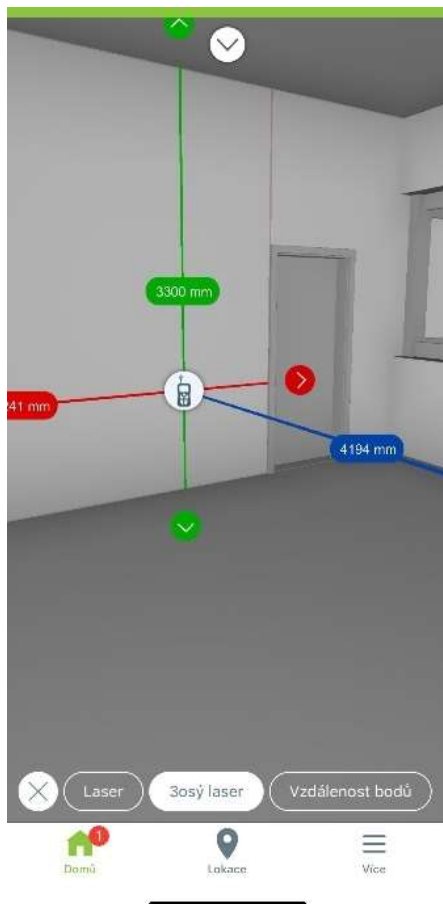
Součástí komunikace mezi zadavatelem a provádějícím konkrétní činnost je i výměna textové informace spojené s fotografií relevantní k textu. Aplikace Dalux umožňuje tuto komunikaci jednoduše, čemuž se věnuji pomocí otázky 5. Cílem bylo zjistit, zda jsou schopni rozeznat zadání od prováděné kombinace v aplikaci. Avšak předchozí komunikace skrze tuto aplikaci není možné smazat a tak, aby respondenty nerozhazovala fotografie a popisy předchozích odpovídajících, jsem úkol pozměnil a testoval všechny kroky až po stisknutí tlačítka Odeslat, kdy jsem jim řekl, ať zprávu smažou. Na výsledné 87,5% úspěšnosti tohoto úkolu je vidět, že respondenti nemají problém se základní komunikací pomocí textu a fotografií na stavbě.

3. Popište zadanou práci v úkolu T1. Popište zadanou práci v úkolu T2 UA.

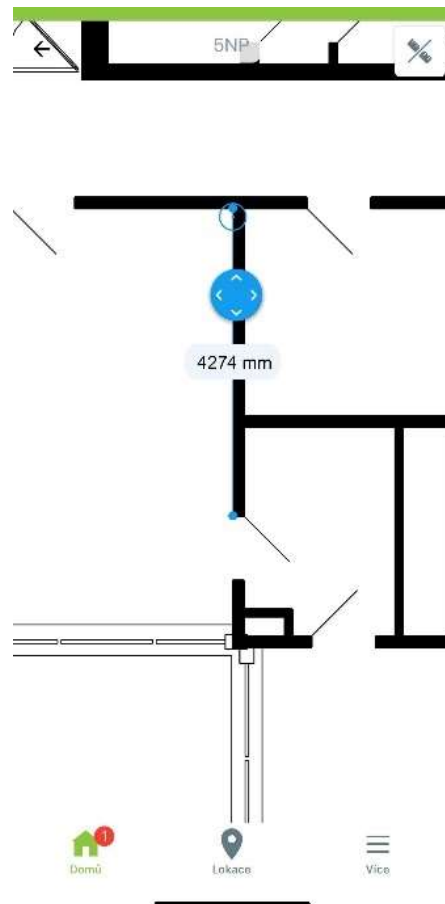
Hodnocení Splněno získali, pokud mi slovně, ať už česky, nebo ukrajinsky, správně popsali zadanou práci. Zadaná práce byla vyzdít příčku v 5NP pomocí Ytong Klasik 150 P-2-500.

4. Řekněte mi, v jakých vzdálenostech se nachází dveře v úkolu T1/T2 oproti ostatním konstrukcím.

Způsoby řešení byly dva. Za využití měřicí funkce ve 3D modelu bylo hodnoceno Splněno – 3D model. V opačném případě bylo hodnocení Splněno – 2D model. Pokud mi hodnoty sdělili špatně, nebo funkci vůbec nepoužili, bylo hodnoceno Nesplněno.



Obrázek 5 – Vzdálenost 3D model



Obrázek 6 – Vzdálenost 2D model

5. Přiřadte k úkolu T1/T2 foto a okomentuj.

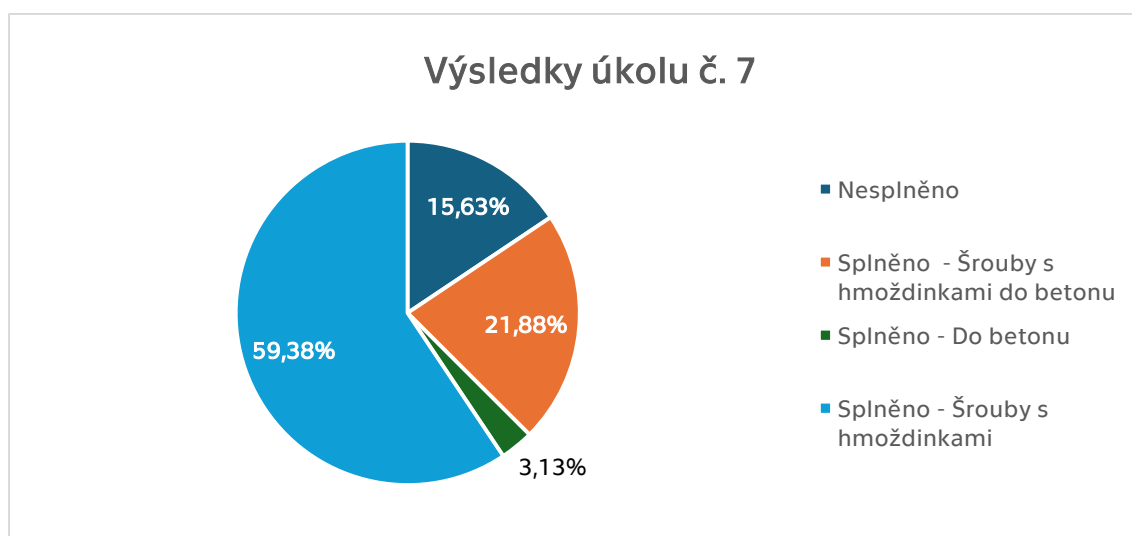
Hodnocení Splněno jsem uděloval, pokud splnili kroky otevření kanálu komunikace, vložení smysluplného textu a připojení jedné, nebo více fotografií. Poslední krok odeslání byl zrušen. Pokud jeden z těchto kroků nesplnili, byli hodnoceni Nesplněno.

5.2.2.3 Základní znalosti zakreslování

Základní znalosti zakreslování jsou součástí schopností využívání nástrojů BIM přímo na stavbě. Přesto možnost využití 3D pohledu určité úkoly zjednodušují. V sekci základních znalostí zakreslování zkoumám, zda mají nějaké základy, nebo jestli jsou schopni selským rozumem schopni potřebné informace z výkresů vyčíst.

Tento úkol jsem koncipoval s očekáváním, že bude pro respondenty těžší. Pomocí úkolu 6. jsem se snažil zjistit, jestli respondenti mají základní porozumění zakreslování, v tomto konkrétním případě schodišť. Přestože někteří měli předešlé znalosti zakreslování nulové, mohli využít kombinace 3D modelu, půdorysu a jejich provázanosti ukázané na Obrázku 7. Konkrétně zmíněné provázanosti využilo patnáct respondentů oproti deseti, kteří správnou odpověď získali pouze z půdorysu. Největší problém, který způsoboval hodnocení Nesplněno, byla existence točitého schodiště, které respondenti nebyli schopni označit jakožto schodiště. Někteří jedinci začali počítat stupnice místo schodišť, ale protože tento problém byl spojený s jazykovou bariérou, na omyl jsem je upozornil. Jednalo se o šest případů.

Na Obrázku 8 je detail atiky střechy. Připevnění na tomto detailu není slovně popsáno a šrafa betonu také v legendě není. Tím jsem dál zjišťoval jejich úroveň technických znalostí zakreslování. Zadání tohoto úkolu bylo zaměřeno pouze na detail a nebyla zde možnost využít žádný z nástrojů aplikace. Graf 10 zobrazuje, že 19 respondentů dostali hodnocení Splněno – Šrouby s hmoždinkami. Tato odpověď signalizuje určitý nedostatek základních znalostí zakreslování, konkrétně šrafu betonu. Při pohledu na výkres selským rozumem rozeznali dva šrouby s hmoždinkami a více nerozebírali. Čtyři respondenti, kteří tento úkol nesplnili, nedokázali na detailu oplechování atiky identifikovat.



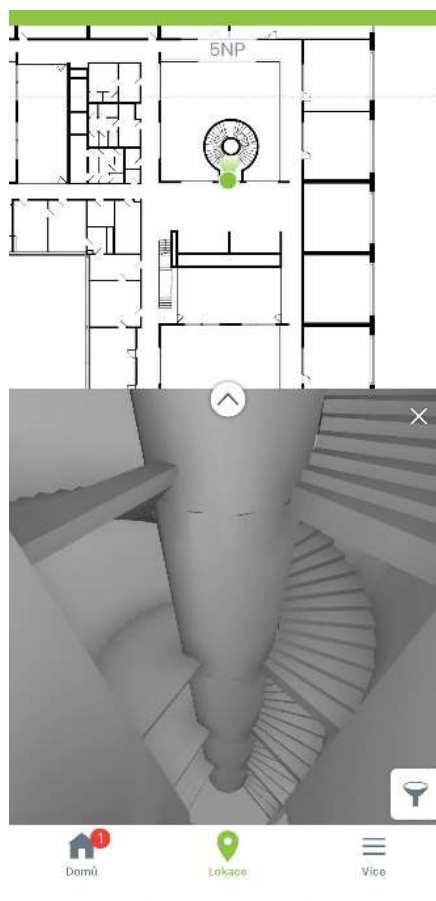
Graf 10 Výsledky úkolu č. 7

Při práci na stavbě jsou často potřeba různé rozměry pro různá místa. Otázka 8. se formulovaná tak, abych dokázal rozlišit, jestli respondent odpoví čistě podle toho, co vidí, nebo jestli u této otázky zapojí i zmiňovaný selský rozum a případně zkušenosti v praxi.

Otázka 9. se opět věnuje znalosti výkresů. Specificky se věnuje kombinaci výškových kót a kót vzdálenostním. Zde jsem chtěl simulovat realitu, kdy ne všechny výkresy jsou zpracované dokonale. Zjistit, zda respondenti si budou schopni zjistit výškovou kótu horní hrany atiky, kdy jim bylo zprostředkována výšková kóta horní hrany střechy a vertikální vzdálenost horní hrany atiky od horní hrany střechy.

6. Řekněte mi počet schodišť a jejich tvar v 5NP.

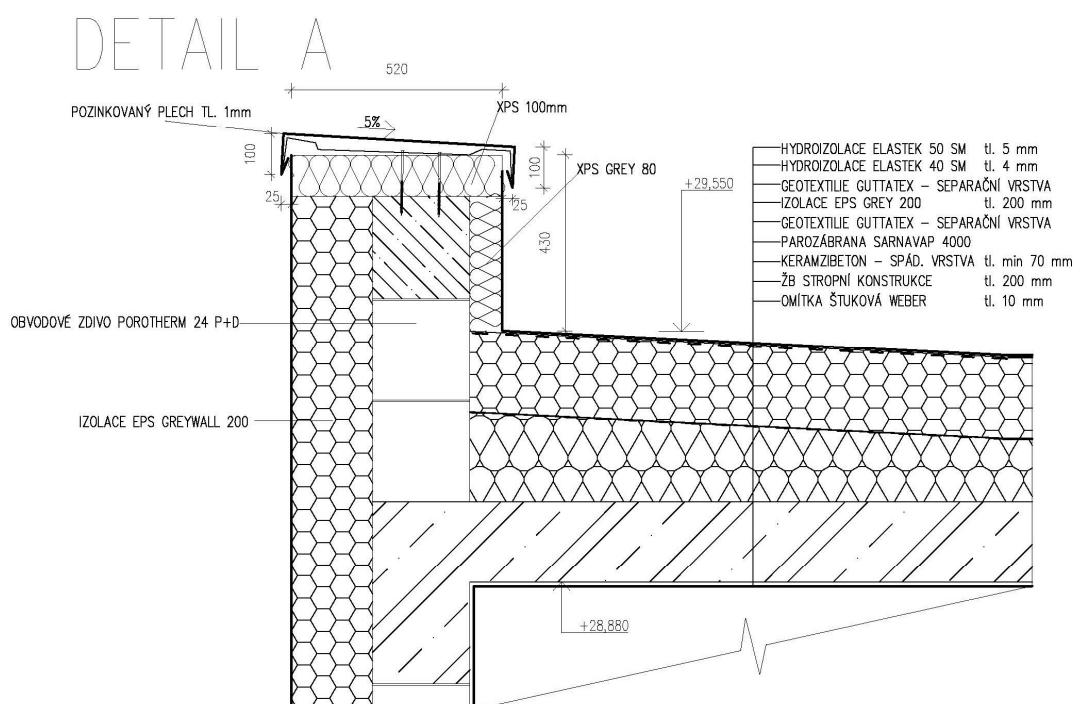
Pokud informaci získali pomocí kombinace 3D pohledu a půdorysu, byli ohodnoceni Splněno – Kombinace. V případě, že použili pouze 3D pohledu byli ohodnoceni Splněno – 3D a obdobně byli hodnoceni Splněno - Půdorys. V případě, že odpověděli špatně, nebo odpověděli Nevím, byli ohodnoceni Nesplněno.



Obrázek 7 - Splněno – Kombinace

7. Řekněte mi, jakým způsobem je na výkresu Detail A připevněno oplechování atiky.

Pokud mi odpověděli, že pomocí šroubů s hmoždinkami do betonu, byli ohodnoceni Splněno – Šrouby s hmoždinkami do betonu. Pokud z výkresu nevyčetli, nebo je nenapadlo to zdůraznit jako součást odpovědi, že jsou šrouby kotvené v betonu, byli ohodnoceni Splněno – Šrouby s hmoždinkami. V případě, že nebyli schopni odpovědět vůbec, nebo špatně, byli ohodnoceni Nesplněno.



Obrázek 8 - Detail atiky A

8. Řekněte mi, jaké jsou rozměry oplechování atiky na výkresu Detail A.

Pokud mi odpověděli pouze horizontální šířku oplechování, byli ohodnoceni Splněno. Pouze šířka oplechování. V případě, že mi řekli její celkovou šířku, byli ohodnoceni Splněno – Celková šířka oplechování. V opačných případech byli ohodnoceni Nesplněno.

9. Řekněte mi, v jaké výšce oproti +-0,000 se nachází horní hrana atiky.

Pokud respondent odpověděl správně, tedy přičetl výškovou kótu horní hrany střechy k vertikální vzdálenosti horní hrany atiky od horní hrany střechy, byl ohodnocen Splněno. Pokud odpověď nevěděl, nebo odpověděl špatně, byl ohodnocen Nesplněno.

5.2.2.4 Vyčtení hodnot

Stejně jak jsem se podle George (22) rozhodl začít jednodušší otázkou pro uvedení respondenta do pohovoru zlehka, tak jsem se pohovor rozhodl i ukončit. Poslední otázka vyžaduje od respondenta pouze najít hodnotu ve výkresu Výkaz výměr stěn pro tepelnou izolaci XPS, viz. Obrázek 9.



Výkaz výměr stěn

Výkaz materiálu pro stěny

Materiál: Název	Materiál: Objem	Materiál: Plocha
Beton - Pohledový	971.81 m ³	49476.99 m ²
Beton - Železobeton	3093.90 m ³	22285.46 m ²
Default Wall	1921.46 m ³	26697.73 m ²
Hydroizolace	24.46 m ³	5699.79 m ²
Izolace EPS	865.43 m ³	5699.79 m ²
Izolace XPS	11.90 m ³	198.68 m ²
Omitka	17.68 m ³	1178.50 m ²
Render Material 255-0-0	43.81 m ³	380.97 m ²
Render Material 255-0-255	38.35 m ³	333.45 m ²
Render Material 255-127-0	38.79 m ³	337.31 m ²
Zdivo pohledové	534.64 m ³	4649.39 m ²
Zdivo příčka	610.59 m ³	6022.78 m ²

Výkaz výměr stěn ^

Domů Lokace Více

Obrázek 9 – Tabulka hodnot pro úkol 10

10. Zjistěte mi z výkresu Výkaz výměr, kolik metrů čtverečních „Tepelné izolace XPS“ bude na budovu celkově potřeba.

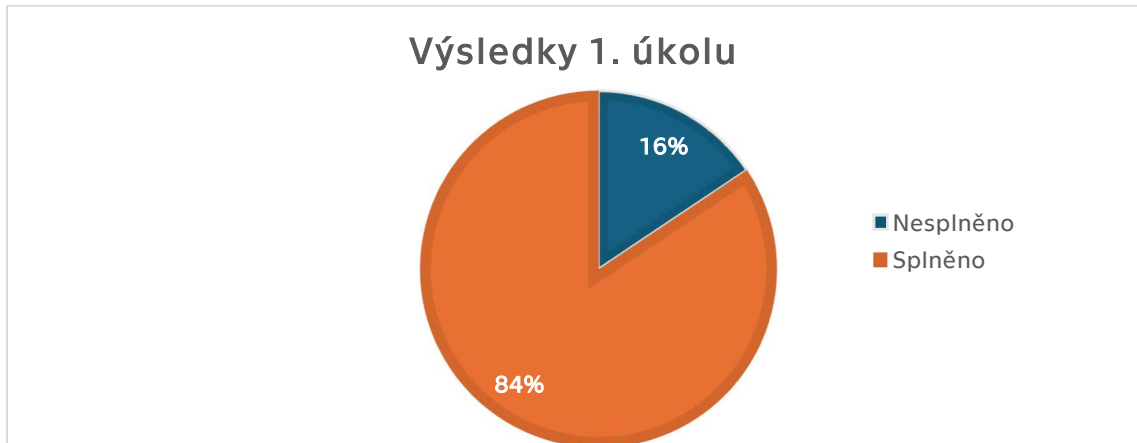
Pokud respondent dokázal odpovědět správně, byl ohodnocen Splněno. Pokud informaci nedokázal najít nebo odpověděl špatně, byl ohodnocen Nesplněno.

Celkové hodnocení testu

Aby bylo možné respondenty celkově ohodnotit, bylo jim přiděleno 10 bodů. Za každé hodnocení Nesplněno jim byl odečten bod. Nejlepší možný počet bodů, který mohli získat, byl tedy 10 a naopak nejhorší byl 0. V případě úkolů 7. a 8. byly udělovány i trestné půl body. V případě, že odpověděli neúplnou odpovědí, tedy pokud získali hodnocení Splněno – Šrouby s hmoždinkami, Splněno – Do Betonu a Splněno – pouze šířka oplechování, odečetl jsem jim 0,5 bodů.

5.3 Analýza výsledku modelového testu

Na Grafu 11 je vidět, že odpovědi na první úkol jsou z většiny úspěšné. Valná většina úspěšných respondentů ani nevyužila výkresu řezu a odpověď vyčetla pouze z názvů výkresů kdy viděli nejvyšší číslo 9NP. V této otázce se spoustu respondentů poprvé setkali s 3D modelem budovy a někteří z nich si mysleli, že tímto způsobem zvládnou přijít na odpověď.



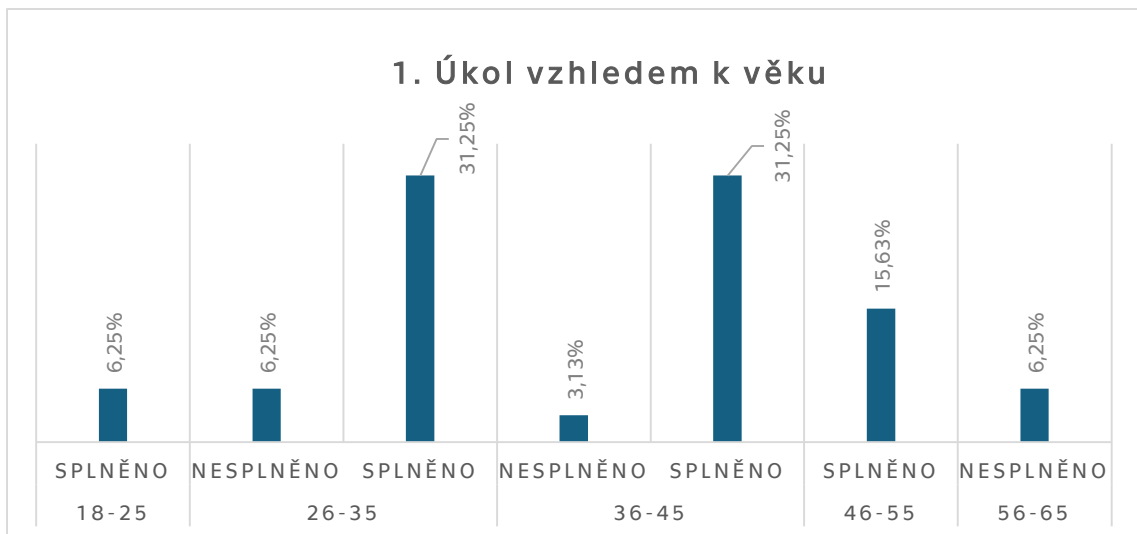
Graf 11 Výsledky 1. úkolu

Avšak model neukazuje počet pater efektivně viz. Obrázek 10.



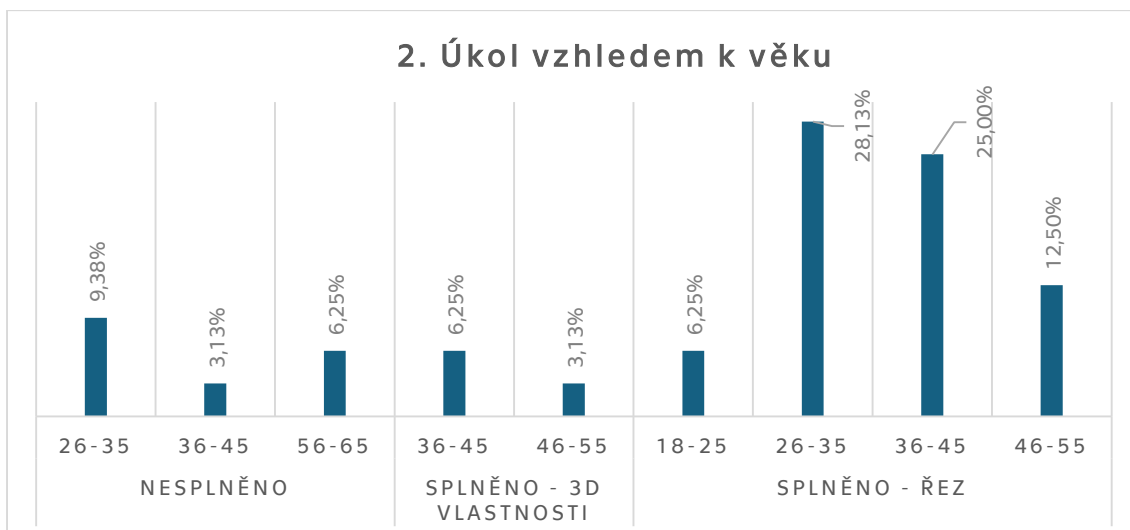
Obrázek 10 – 3D model budovy

Graf 12 vyobrazuje výsledky prvního úkolu vzhledem k věkové kategorii. Je zde vidět, že krom poslední věkové kategorie, zásadně 1. úkol nezpůsobil problémy. Když se zaměřím na respondenty, kteří nedokázali splnit tento úkol, až na respondenta č. 16., mají všichni nízkou úroveň češtiny i přesto, že jsou v České republice dlouho. Většina respondentů poznamenala po konci rozhovoru, že většina jejich praxe proběhla v České republice. Z toho lze odvodit, že jejich přístup k práci není natolik entuziastický, aby k této otázce přistupovali nijak snaživě. Záporné výsledky podporuje i fakt, že nikdo z těchto respondentů se nesetkává s projektovou dokumentací ve své práci, tudíž zkratce NP nerozuměli.



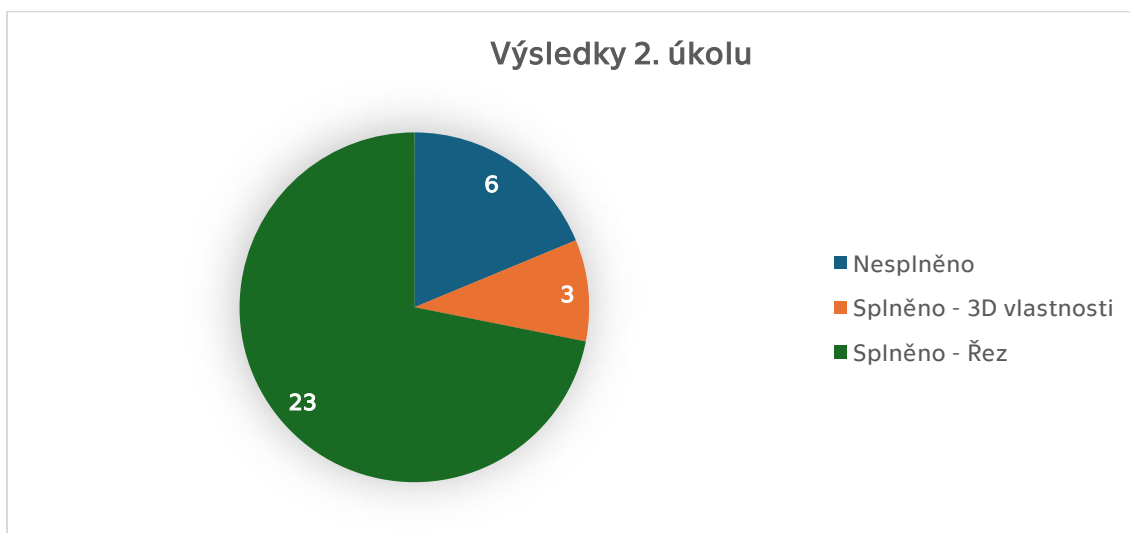
Graf 12 Výsledky úkolu 1. vzhledem k věku

Na úkol 2. odpověděli špatně ti samí respondenti, kteří nesplnili úkol 1. s výjimkou respondenta č. 22, který na první úkol odpověděl správně, tudíž se dá avizovat, že se zde dají aplikovat stejné důvody jako v 1. úkolu. Respondent č. 22 získal nesplněno také v úkolu č. 9. kde se taktéž pracovalo s výškovou kótou $\pm 0,000$. Z tohoto usuzuji, že koncept nezná, a proto nesplnil tento úkol. Nastává zde ale neočekávaná situace vzhledem ke Grafu 13. Pomocí 3D modelu splnili tento úkol pouze starší respondenti, přičemž pouze jeden z nich se běžně setkává s projektovou dokumentací. Respondenti č. 8 a 15, krom tohoto úkolu splnili pomocí 3D modelu i úkol č. 4.



Graf 13 Výsledky úkolu 2. vzhledem k věku

Graf 14 souhrnně ukazuje, že na tento úkol 81,25 % respondentů odpověděla správně, 71,8 % z celkových respondentů odpovědělo správně pomocí výkresu řezu.

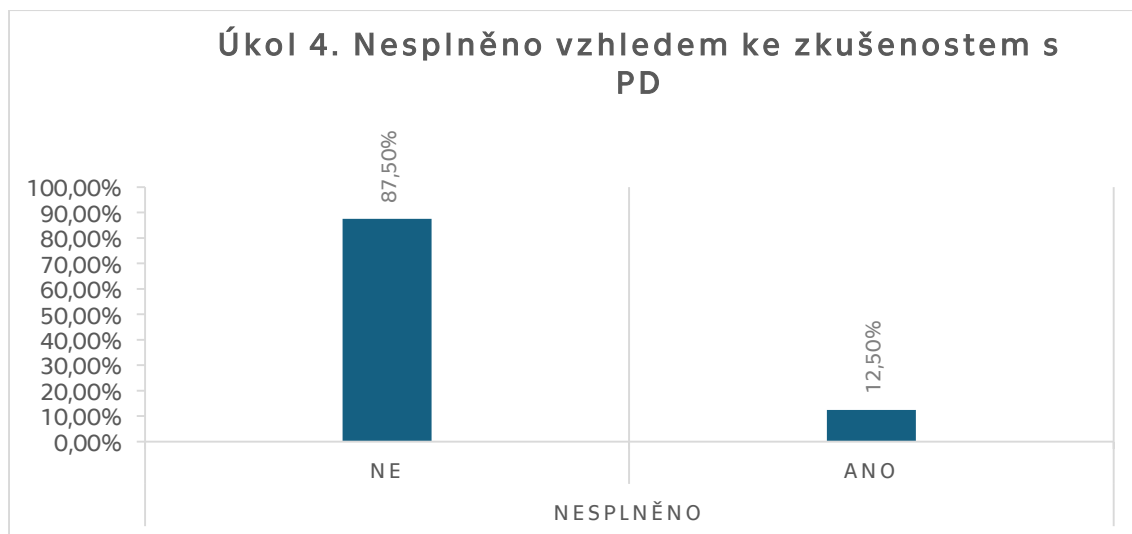


Graf 14 Výsledky 2. úkolu

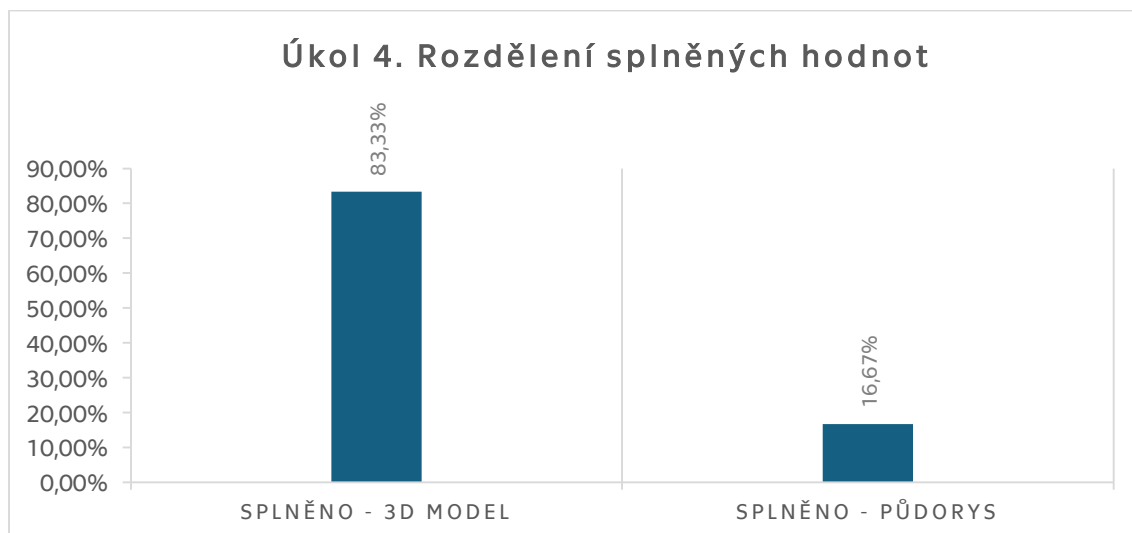
Výsledky 3. úkolu jsou jednoznačné. Celkem 97 % respondentů zde odpověděli správně, přestože dva z respondentů si vyžádali ukrajinskou variantu tohoto úkolu. Vzhledem k tomu, že se jednalo o pouhý popis zadání a nejednalo se o těžký úkol, je to jedna z důležitějších otázek vzhledem k motivu tohoto testu.

U 4. úkolu dochází k mírnému zhoršení výsledků oproti úkolu předchozímu. Ze všech respondentů 25 % nesplnili tento úkol, přičemž našli se tací, kteří oznámili, že ve výkresu nejsou kóty, tudíž není možné úkol splnit. U tohoto úkolu je vidět rozdíl v hodnocení Nesplněno, pokud výsledky spojíme s otázkou č. 7. Graf 15 jasně ukazuje, že zkušenost s PD zde hrála roli,

vzhledem k faktu, že 87,5 % respondentů, kteří nedokázali na tento úkol odpovědět správně, se běžně v praxi nesetkávali s PD. Dva respondenti, kteří využili ukrajinské varianty v předchozím úkolu, navzdory splnění úkolu předchozího, tento úkol splnit nedokázali, což potvrzuje domněnku, že předchozí úkol splnili na základě vizuálního rozdílu použitého písma (latinská abeceda a cyrilice), kdy projeli text a přečetli text psaný cyrilicí. Celkem 75 % respondentů tento úkol splnili, přičemž jak Graf 16 ukazuje, 83,3 % z nich splnili tento úkol pomocí 3D modelu, viz. Obrázek 5. Respondenti využívající 3D modelu úkol splnili zásadně rychleji než využívající půdorysu.



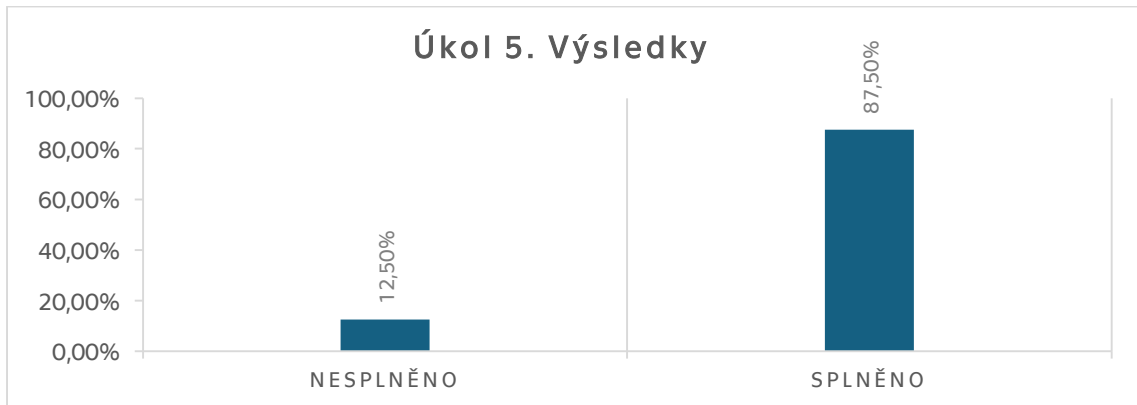
Graf 15 Úkol 4. porovnání Nesplněno se zkušenostmi s PD



Graf 16 Úkol 4. Rozdělení Splněných hodnot

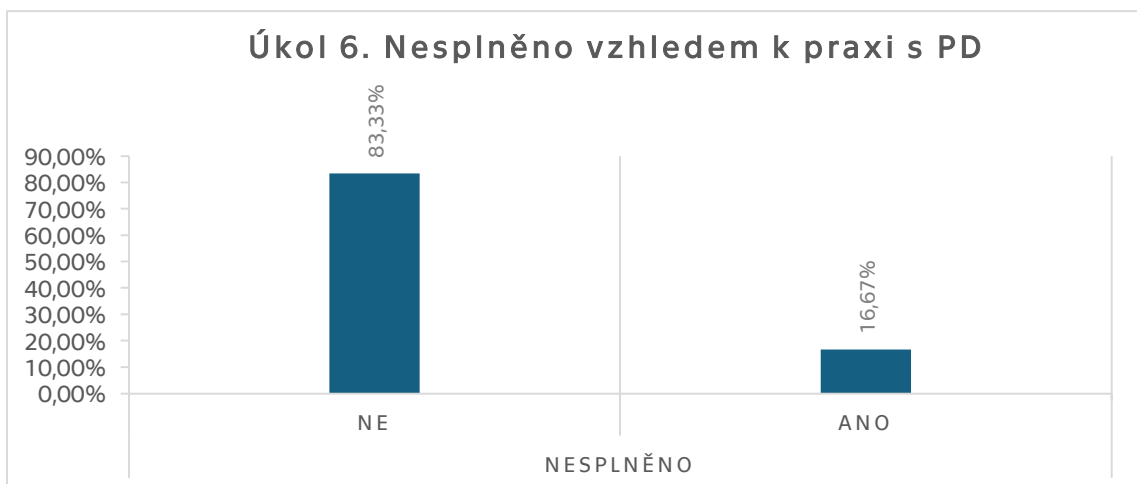
Ačkoli byl 5. úkol opět jeden z jednodušších, 87,5 % úspěšnost nasvědčuje použitelnosti určitých aspektů tohoto testu v praxi. Z pouhých 12,5 % neúspěšných, 50 % z nich vlastní pouze tlačítkový mobil. Jeden z respondentů, kteří tento úkol nesplnili byl opět respondent č. 16, který

nedovedl správně odpovědět na jediný úkol z tohoto testu, což nasvědčuje spíše jeho neochotě k tomuto testu než jeho nekompetentnosti. Na Obrázku 4 je v pravém dolním rohu vidět tlačítko, na které stačilo kliknout a objevilo by se okno ke komunikaci a přidání fotek. Z tohoto důvodu je pochopitelné, pokud respondenti vlastníci tlačítkový mobil úkol nesplnili, protože na takovýto konvenční způsob odpovědí a komunikaci nejsou zvyklí.



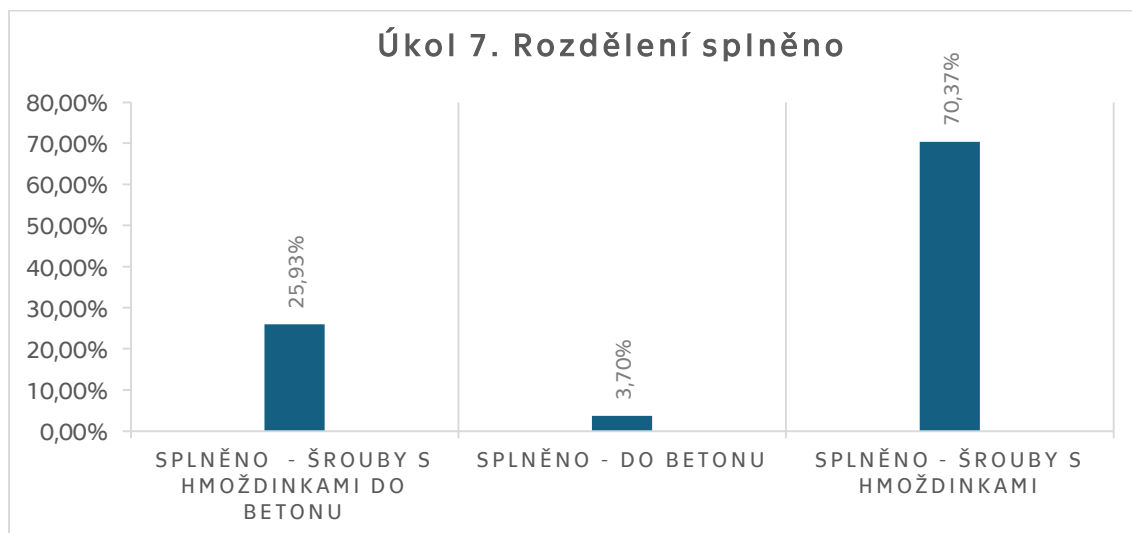
Graf 17 Úkol 5. Výsledky

Přestože jsem úkol 6. vytvořil s předpokladem vyšší obtížnosti, 81,25 % respondentů dokázali odpovědět správně. Z těchto úspěšných respondentů, 57,69 % splnila tento úkol skrz kombinaci 3D modelu a půdorysu. Ačkoli výsledek pomocí kombinace nasvědčuje určitou neznalost principů zakreslování, respondenti si dokázali poradit kombinací 3D modelu a půdorysu a tím využít základní výhody BIM nástrojů. Z respondentů, kteří získali hodnocení Nesplněno, je opět 25 % vlastníci pouze tlačítkový mobil. Část zbylých hodnocených Nesplněno, našly všechny schodiště s výjimkou schodiště točitého a nenapadlo je, využít 3D modelu k potvrzení si své odpovědi. Pokud provážeme hodnocení Nesplněno s odpovědí, zda se běžně setkávají s PD v praxi vznikne Graf 18, na kterém je opět očividný rozdíl mezi těmi, kteří se s PD určitými způsoby setkávají a těmi, kteří se s ní nesetkávají.

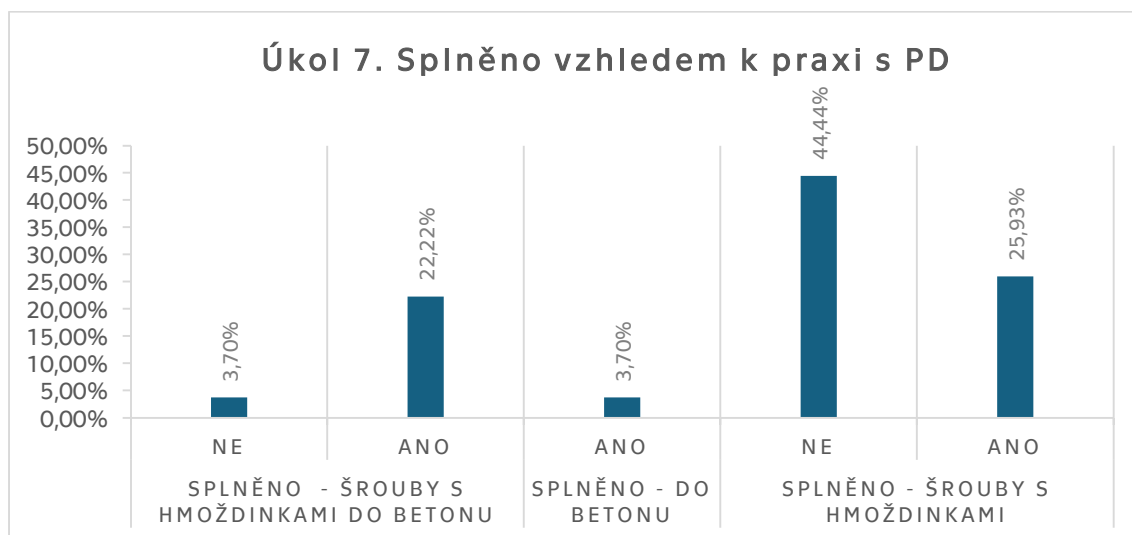


Graf 18 Úkol 6. Nesplněno vzhledem k praxi s PD

Úkol 7. opět 85,37 % respondentů splnili úspěšně. Rozchází se zde ale druh hodnocení Splněno. Jak ukazuje Graf 19, pouze 25,93 % respondentů odpověděli kompletní odpovědí, kterou jsem od nich vyžadoval. Pokud se podíváme na Graf 20, většina respondentů, kteří získali Splněno – Šrouby s hmoždinkami do betonu, se setkává s PD běžně v praxi. Přesto 25,93 % respondentů, kteří odpověděli, že se běžně setkávají s PD v praxi, získali v tomto úkolu pouze hodnocení Splněno – Šrouby s hmoždinkami. Všichni neúspěšní respondenti odpověděli, že se s projektovou dokumentací běžně v praxi nesetkávají.



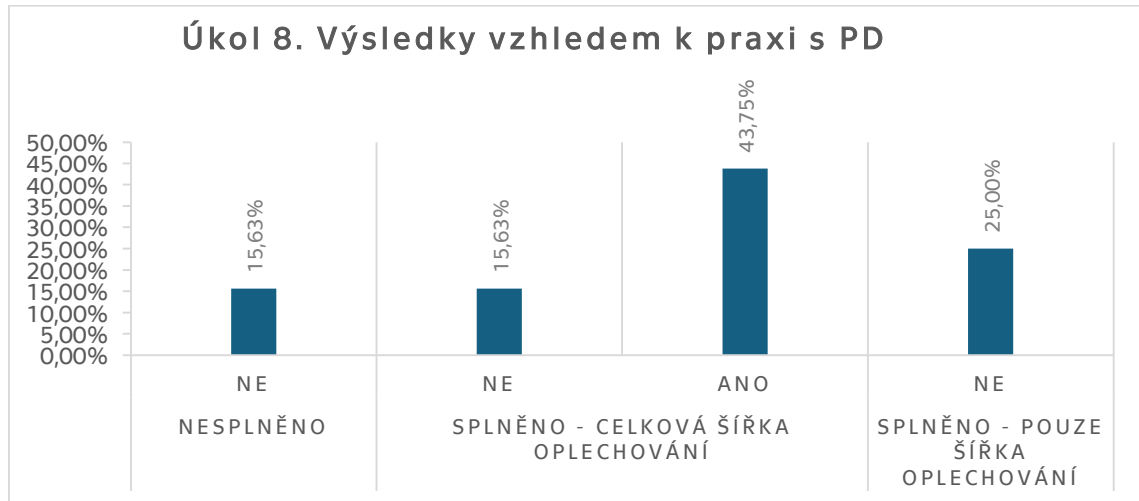
Graf 19 Úkol 7. rozdělení Splněno



Graf 20 Úkol 7. Splněno vzhledem k praxi s PD

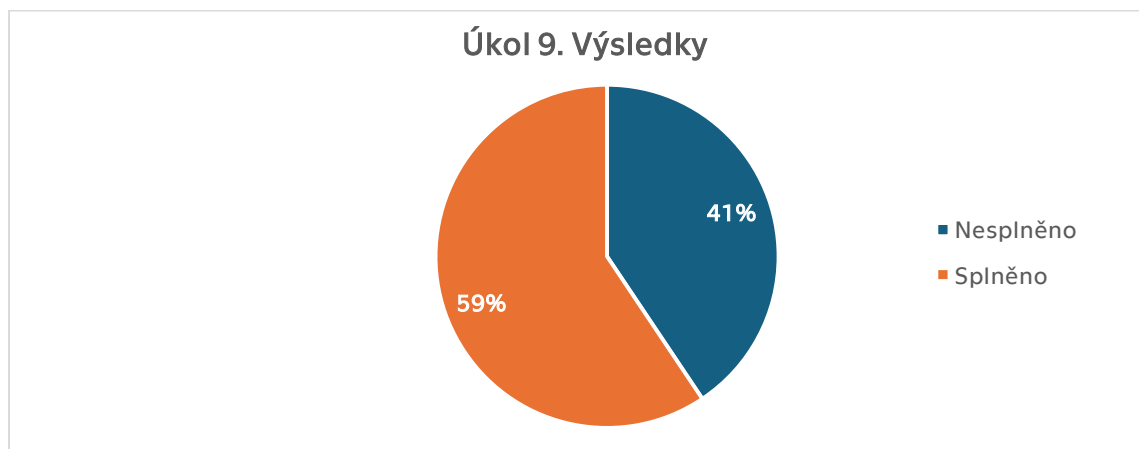
U šířky oplechování jsem čekal více hodnocení Splněno – Pouze šířka oplechování, vzhledem k faktu, že na výkresu byla pouze šířka. Vzhledem k 59,38 % zastoupení Splněno – Celková šířka oplechování oproti 25 % zastoupení Splněno – Pouze šířka byla tato hypotéza špatná. Graf 21 opět potvrzuje trend přesnější úspěšnosti respondentů, kteří se setkávají

s projektovou dokumentací. Všichni s praxí s projektovou dokumentací byli schopni odpovědět úplnou odpovědí. Respondenti s hodnocením Nesplněno, měli problém s celou touto sekcí, vzhledem k jejich neúspěšnosti s úkoly 6. až 9.

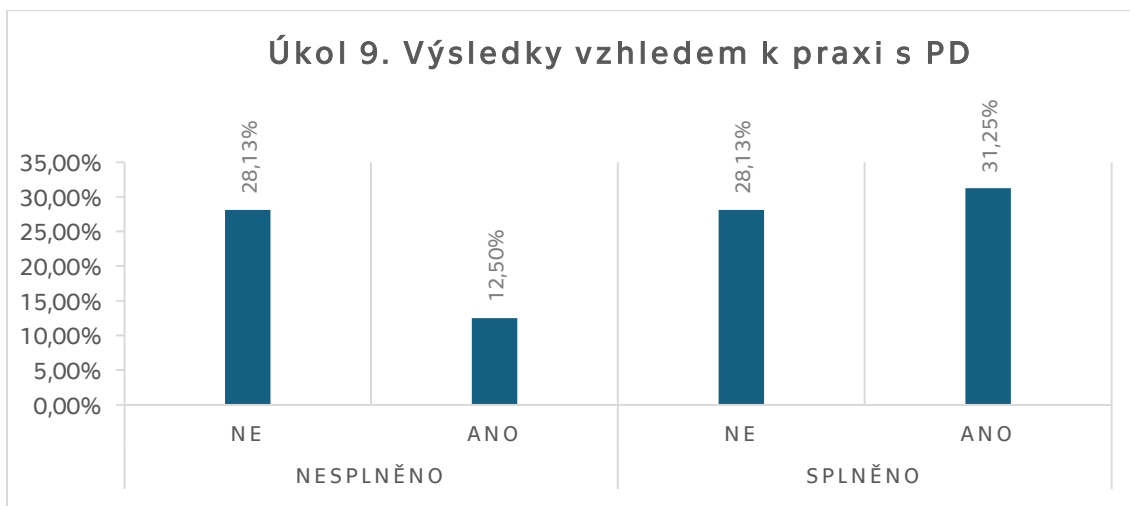


Graf 21 Úkol 8. Výsledky vzhledem k praxi s PD

Výsledky úkolu 9. jsou celkově nejhorší z celého testu nejhorší, viz. Graf 9. Celých 40,63 % respondentů bylo hodnoceno Nesplněno. Nejčastějším důvodem byla neznalost výškové kóty. Přestože byla výšková kóta i v úkolu 2. byly výsledky při zjišťování výšky 3NP oproti 0,000 výrazně lepší. V úkolu 2. většina úspěšných respondentů získaly odpověď z řezu, kde u výškové kóty bylo textem napsáno „3 NP“ a tím si odpověď spojili. Zde takovouto pomůcku neměli. Někteří respondenti se pokusili zopakovat stejné řešení pomocí výkresu řezu. Nevzali však v potaz, že výšková kóta v řezu nebyla k horní hraně atiky, ale k horní hraně střechy, tedy stejná výšková kóta jako ve výkresu detailu A. V této otázce jsou vyrovnané i odpovědi, pokud vezmeme v potaz praxi s projektovou dokumentací jak Graf 23 ukazuje.



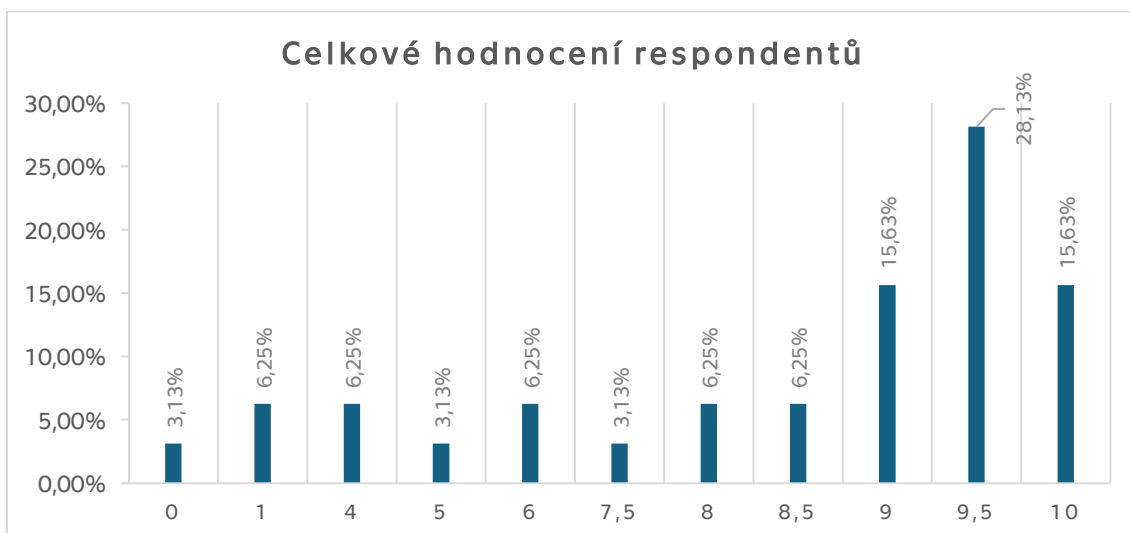
Graf 22 Úkol 9. Výsledky



Graf 23 Úkol 9. Výsledky vzhledem k praxi s PD

Výsledky 10. úkolu byly opět úspěšné. Jak jsem zmínil v popisu tohoto úkolu, byl vytvořen s myšlenkou jej udělat jednodušší. Pokud porovnáme výsledky úkolu 9. a úkolu 10. 87,38 % končili test s úspěšným hodnocením oproti 59,38 % úspěšných z předešlého úkolu. Respondenti hodnoceni Nesplněno, byli i v předešlém úkolu hodnoceni stejně.

Poslední sloupec v Příloze 1. je výsledné hodnocení respondentů. Čím více bodů na konci mají, tím lepší výsledek. Průměrné hodnocení celého testu je 7,75 bodů z 10, tedy 77,5 %. Takovýto výsledek je vysoce nad očekávání. Přičemž 59,39 % respondentů získalo 9 a více bodů.



Graf 24 Celkové hodnocení respondentů

5.4 Interpretace výsledků a jejich zhodnocení

Nejhorší výsledky z celého testu, měli respondenti v úkolu 9. s 40,63 % neúspěšností a úkol 4. s 25 % neúspěšností. Vzhledem k tomu, že tyto úkoly byly ve svých částech nejtěžší, není to žádné překvapení. Oba tyto úkoly

využívaly nejvíce neintuitivních znalostí, konkrétně ve 4. úkolu schopnost použít funkci „Měření“ aplikace a v 9. úkolu znalost zakreslování výškových kót. Všechny další úkoly, s výjimkou je se pohybovali v rozmezí úspěšnosti 81,25 % - 87,5 %. Jedinou výjimkou je úkol 3. s úspěšností 96,88 %. Tyto úspěšné výsledky získali navzdory faktu, že žádný z respondentů neměl vzdělání v tomto oboru nebo že pouze 43,75 % respondentů mají běžnou zkušenost s projektovou dokumentací, přičemž 12,50 % z nich má zkušenosti pouze s náčrtu.

Celý tento test byl koncipován tak, aby otestoval možnosti respondentů pracovat s koncepty BIM. Aplikace, skrz byly tyto možnosti testovány, jim byla vysvětlena minimálně. Její funkce byli jen zmíněné, že existují. Navzdory tomuto minimalistickému představení byli respondenti schopni dosáhnout neočekávané úspěšnosti.

Pro srovnání zmíním mé původní předpoklady výsledků:

- Očekávané průměrné hodnocení bylo 5,5 bodů z 10.
- Očekávaný modus byl 6 bodů z 10.
- Očekávaný medián byl 5,5 bodů z 10.

Reálné výsledky:

- Výsledné průměrné hodnocení je 7,75 bodů z 10.
- Výsledný modus je 9,5 bodů z 10.
- Výsledný medián je 9 bodů z 10.

Celkem 40,63 % dotázaných odpovědělo, že by uvítali možnost vyššího využití elektronických zařízení k prohlížení projektové dokumentace a zadávání práce. Přičemž mezi zbylými 59,38 % respondenty celkem 35,7 % odůvodnili jejich odpověď tím, že se s projektovou dokumentací již setkávají. Po konci testu s 87,5 % respondentů měla pozitivní názor na tento způsob komunikace a zadávání práce.

Výsledky testu signalizují jasnou možnost využití principů BIM na stavbě nejen mezi vedením, ale i mezi obyčejnými dělníky, zedníky a tak dále. Respondenti byli v aplikaci zaučeni minimálně, jejich znalosti zakreslování minimální, a přesto dokázali modus bodů je 9,5 s mediánem 9. Z toho vyplývá, že pro efektivní využití BIMu na stavbě stačí jednoduché zaučení v aplikacích a jednoduchý rychlokurz kót a šraf. Avšak respondenti projeví určitou flexibilitu, a tudíž by bylo možné využití i jiných možností BIMu.

Celý test se odehrával pouze za využití 3D možností BIMu. Při dalším rozšiřování BIMu do praxe a zakomponování dalších možností by se tyto výsledky mohly jen zlepšit, například zakomponování 4D plánování a místo

zobrazení kompletního 3D modelu v aplikaci, viděli by respondenti aktuální prostavěnost projektu a dokázali by se více zorientovat v realitě. K tomuto se vážou i další aplikace, které můžou být využívány na stavbě.

6 Závěr

V této práci jsem se zaměřil na využívání nástrojů BIM na stavbě a zhodnocení možností implementování těchto nástrojů přímo na stavbě. Přestože se o BIMu mluví čím dále více a začíná více brán v potaz vládou, mimo akademické prostředí je povědomí o něm malé. Přesto za účelem užívání nástrojů BIMu přímo na stavbě není povědomí o problematice jako celku zapotřebí. Technologické zázemí pro tento účel využití BIMu je taktéž dostačující vzhledem k 84,38 % zastoupení smartphonů na stavbě. V případě zaměstnanců vlastníci tlačítkový mobilní telefon by jim bylo potřeba pořídit smartphone a zaučit je v něm. Další možné zábrany implementace takovýchto způsobů využívání BIMu na stavbě byly taktéž vyvrácené výzkumem. Přestože neuměli respondenti perfektně česky a anglicky neuměli vůbec, nebránil jim tento fakt ve většině případů ve splnění zadaných úkolů. Opačný případ můžeme vidět u respondenta č. 16, který přestože uvedl úroveň českého jazyka C2, získané celkové hodnocení 0 body.

Provedenými pohovory jsem zjistil, že využívání už jen takto základních nástrojů BIM je na stavbě možné. Ať už pomocí aplikace Dalux, která byla mnou použita při testování respondentů, nebo mnoho jiných, které nabízejí podobné nástroje. Vzhledem k již zákonem dané povinnosti podávat veřejné nadlimitní zakázky v BIMu a nevyhnutelnému rozšiřování užívání BIMu v budoucnosti, bylo by zbytečné tuto metodiku nevyužívat přímo na stavbě.

Implementace BIMu na stavbách má velký potenciál. Skrz tyto nástroje se dá zamezit nekorektnímu pochopení zadání nebo zlepšit připravenost pracovníků přímo na stavbě. Avšak před jakýmkoliv využíváním BIMu na stavbě by bylo potřeba vyřešit určité otázky. Musel by se předtím vyřešit částečný přechod odpovědnosti za práci z mistra, který tradičně zadává práci osobně a tím pádem ji může lépe vysvětlit, na pracovníka. Jedním z řešení tohoto problému je zaučení v principech BIMu, základech výkresů a 3D modelu budovy. Toto zaučení může být osobní nebo připraveným videem, které by bylo pracovníkům zprostředkováno tak, aby když cokoliv zapomene, mohl si video znovu pustit.

Vzhledem k rozsahu bakalářské práce jsem se problematice mohl věnovat pouze okrajově. Na tuto práci by se v budoucnosti dalo navázat rozšířením testu na více různých aplikací se stejnými testovými otázkami. Tím by se potvrdilo, zda problémy byly opravdu znalostní nebo pouze díky nepřehlednému uživatelskému rozhraní. Další analýza by se mohla věnovat porovnání efektivnosti a rychlosti výstavby tradičním způsobem a poté na stejné brigádě porovnat provedení po zavedení užívání nástrojů přímo na stavbě. Výsledky tohoto průzkumu by finálně potvrdily, zda a jak zlepšuje využití BIM stavební proces.

7 Seznam obrázků

Obrázek 1 3D vlastnosti podlahy	26
Obrázek 2 – Zadaná práce	27
Obrázek 3 – Popis zadané práce.....	27
Obrázek 4 – Popis zadané práce UA	28
Obrázek 5 – Vzdálenost 3D model	29
Obrázek 6 – Vzdálenost 2D model	29
Obrázek 7 - Splněno – Kombinace	31
Obrázek 8 - Detail atiky A	32
Obrázek 9 – Tabulka hodnot pro úkol 10.....	33
Obrázek 10 – 3D model budovy	34

8 Seznam grafů

Graf 1 Věkové kategorie	19
Graf 2 Průměrný počet let v praxi vzhledem k věkové kategorii.....	19
Graf 3 Model mobilního telefonu na stavbě	20
Graf 4 Všechna zařízení používaná na stavbě	20
Graf 5 Účel užívání mobilního telefonu na stavbě	21
Graf 6 Typy užívaných projektových dokumentací na stavbě	21
Graf 7 Úroveň českého jazyka	24
Graf 8 Úroveň anglického jazyka	24
Graf 9 Nejvyšší dosažené vzdělání respondentů	25
Graf 10 Výsledky úkolu č. 7.....	30
Graf 11 Výsledky 1. úkolu.....	34
Graf 12 Výsledky úkolu 1. vzhledem k věku.....	35
Graf 13 Výsledky úkolu 2. vzhledem k věku.....	36
Graf 14 Výsledky 2. úkolu.....	36
Graf 15 Úkol 4. porovnání Nesplněno se zkušenostmi s PD	37
Graf 16 Úkol 4. Rozdělení Splněných hodnot.....	37
Graf 17 Úkol 5. Výsledky.....	38
Graf 18 Úkol 6. Nesplněno vzhledem k praxi s PD	38
Graf 19 Úkol 7. rozdělení Splněno.....	39
Graf 20 Úkol 7. Splněno vzhledem k praxi s PD	39
Graf 21 Úkol 8. Výsledky vzhledem k praxi s PD	40
Graf 22 Úkol 9. Výsledky.....	40
Graf 23 Úkol 9. Výsledky vzhledem k praxi s PD	41
Graf 24 Celkové hodnocení respondentů	41

9 Seznam tabulek

Tabulka 1 Zjednodušený CEFR	22
Tabulka 2 CEFR v ukrajinštině.....	23

10 Seznam příloh

Příloha 1 Výsledky pohovorů

11 Použitá literatura

1. Murvold, Vegar, a další. *Experiences from the use of BIM-stations*. Boston : Norwegian University of Science and Technology, 2016.
2. Eastman, Chuck, a další. *BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors - Second Edition*. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc., 2011. 978-0-470-54137-1.
3. Building Information Modeling (BIM). *Whole Building Design Guide* . [Online] National Institute of Building Sciences, 17. August 2022. [Citace: 10. May 2024.] <https://wbdg.org/bim/>.
4. Hardin, Brad a McCool, Dave. *BIM and Construction Management*. Indianapolis : John Wiley & Sons, Inc., 2015. 978-1-118-94276-5.
5. Jernigan, Finith E. *BIG BIM little bim*. Salisbury : 4Site Press, 2008. 978-0-9795699-2-0.
6. The Evolution of BIM Over Time: A Brief History. *BIM Trends*. [Online] 15. January 2024. [Citace: 11. May 2024.] <https://bimtrends.com/bim-civil-construction/the-evolution-of-bim-over-time-a-brief-history/>.
7. Bergin, Michael S. A brief history of BIM. *Archdaily* . [Online] 07. December 2012. [Citace: 10. May 2024.] <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>.
8. The History & Evolution of BIM: How Far We've Come. *ENR - Engineering News-Record*. [Online] 14. September 2023. [Citace: 12. May 2024.] <https://www.enr.com/articles/57115-the-history-and-evolution-of-bim-how-far-weve-come>.
9. Eastman, Chuck, a další. *BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors - First Edition*. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc., 2008. 978-0470185285.
10. LetsBuild. What is BIM? What are its benefits to the Construction industry? *LetsBuild*. [Online] LetsBuild, 10. January 2024. [Citace: 11. May 2024.]

<https://www.letsbuild.com/blog/what-is-bim-what-are-its-benefits-to-the-construction-industry>.

11. —. A history of BIM. *LetsBuild*. [Online] LetsBuild, 10. January 2024. [Citace: 13. May 2024.] <https://www.letsbuild.com/blog/a-history-of-bim>.
12. Padney, Bansiri. History of BIM. *Online BIM Education Platform*. [Online] 04. May 2017. [Citace: 13. May 2024.] <https://onlinebimeducation.com/2017/05/04/history-of-bim/>.
13. NBIMS. Institute to release NBIMS-US V2 During AIA conference. *NBIMS-US*. [Online] 14. May 2012. [Citace: 13. May 2024.] <https://www.nationalbimstandard.org/Institute-to-Release-NBIMS-US-V2-during-AIA-Conference>.
14. NBIMS-US. ABOUT THE NATIONAL BIM STANDARD-UNITED STATES V4. *National BIM Standard-United States*. [Online] 5-7. September 2023. [Citace: 13. May 2024.] <https://www.nationalbimstandard.org/about>.
15. Eischet, Oliver. BIM Maturity Levels Explained. *Medium*. [Online] 26. January 2023. [Citace: 13. May 2024.] <https://medium.com/specter-automation-insights/bim-maturity-levels-explained-922060c163ef>.
16. Sawhney, Anil, Riley, Mike a Irizarry, Javier. *Construction 4.0*. London : Routledge, 2020. 978-0-367-02730-8.
17. Sharon, Matt. Understanding 4D BIM Scheduling: A Comprehensive Overview. *Medium*. [Online] 24. May 2023. [Citace: 14. May 2024.] <https://medium.com/@matt-sharon/understanding-4d-bim-scheduling-e630adad0eb>.
18. Ocean, James. Top 15 BIM Apps in 2023. *BIM Applications for Mobile Devices. revizto*. [Online] 25. May 2021. [Citace: 14. May 2024.] <https://revizto.com/en/top-15-bim-apps/>.
19. Inc., Revizto. Revizto. [Online] [Citace: 14. May 2024.] <https://revizto.com/en/>.
20. GRAPHISOFT. BIMx Model Transfer. [Online] [Citace: 14. May 2024.] <https://bimx.graphisoft.com>.
21. A/S, Dalux. Dalux. [Online] [Citace: 14. May 2024.] <https://www.dalux.com>.
22. George, Tegan. Semi-Structured Interview | Definition, Guide & Examples. *Scribbr*. [Online] 27. January 2022. [Citace: 22. June 2024.] <https://www.scribbr.com/methodology/semi-structured-interview/>.
23. Anderson, Monica a Perrin, Andrew. 2. Barriers to adoption and attitudes towards technology. *Pew Research Center*. [Online] 17. May 2017. [Citace: 07. May 2024.] <https://www.pewresearch.org/internet/2017/05/17/barriers-to-adoption-and-attitudes-towards-technology/>.
24. Council of, Europe. Global scale - Table 1 (CEFR 3.3): Common Reference levels. *Council of Europe*. [Online] [Citace: 08. May 2024.] <https://www.coe.int/en/web/common-european-framework-reference-languages/table-1-cefr-3.3-common-reference-levels-global-scale>.