



DYNAMICKÉ VIZUALIZÁCIE AKO PODPORNÝ NÁSTROJ PRE OCEŇOVANIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV A INTERIÉROV STAVEBNÝCH PROJEKTOV

Pavol Kaleja¹, Mária Kozlovská²

ABSTRAKT

Efektivita využívania metód spracovania virtuálnej reality v stavebníctve a architektúre je už roky preukazovaná prostredníctvom statických vizualizácií interiérov a exteriérov. Skupina statických vizualizácií je preto dnes aj jej najrozšírenejšou formou. Veľký potenciál má však skupina dynamických vizualizácií a teda vizualizácií, ktoré poskytujú voľnosť v pohybe po virtuálnom prostredí, simuláciu rôznych stavov a v neposlednom aj generovanie rozpočtu. Jednotlivé skupiny dynamických vizualizácií sú v príspevku charakterizované. Príspevok popisuje využitie dynamickej vizualizácie, prostredníctvom Unity 3D (Game Engine), pri oceňovaní dokončovacích prác v interiéri. V poslednej časti sa príspevok venuje prezentovaní ukážky prostredia real-time dynamickej vizualizácie pre designovanie interiéru v interakcii s real-time generovaným rozpočtom spojeným s týmto návrhom.

Kľúčové slová: dynamické vizualizácie, stavebné projekty, oceňovanie

ÚVOD

Virtuálna realita, pojem, ktorý je v súčasnosti často skloňovaný. Virtuálno-reálny systém predstavuje interaktívny počítačový systém pracujúci v prostredí tesného spojenia človek-počítač. Z tohto dôvodu je potrebné napríklad zabezpečiť čo najvernejšie zobrazenie priestorových scén a objektov, vrátane osvetlenia a riešenia viditeľnosti. Ak sa ku kvalitnému programu pridá dostatočne výkonný počítač, ktorý umožňuje toto prepočítavanie v reálnom čase, je možné simulovať neexistujúcu realitu. Počítačom nagenerovať dokonalý obraz, spoločne s počítačom generovaným zvukom a iných vnemov, súčasne prijímať interakcie od používateľa, ale vyžaduje kvalitné a rýchle technické ale aj programové vybavenie. Vo svete nájdeme niekoľko príkladov uplatnenia aplikácie virtuálnej reality v stavebníctve a architektúre. Príkladom môžu byť štúdie venujúce sa interaktívnej 3D simulácii na báze herných „engine“ vo vzťahu s virtuálnym prostredím z Fakulty architektúry Thammsat University [1]. Často skloňovaným pojmom v oblasti virtuálnej reality je rozšírená realita, ktorou sa aktívne zaoberajú aj pracovníci v laboratóriách Fakulty elektrotechnicky a informatiky na TU Košiciach. Táto technológia vzhľadom na skutočnosť, že umožňuje kombinované vnímanie virtuálneho prostredia a reálneho prostredia nachádza stále väčšie uplatnenie v architektúre a stavebníctve[5]. Neodmysliteľnou súčasťou architektonického návrhu je aj jeho orientačný rozpočet. Prostredie real-time dynamickej vizualizácie umožňuje každú úpravu realizovanú v tomto prostredí priamo previesť do rozpočtu, ktorý je následne vygenerovaný v rámci výstupu spolu s realistickou vizualizáciou návrhu. Takto generovaný rozpočet môže byť podkladom pre rozhodovanie investora o rozsahu návrhu vzhľadom na rozpočet vyčlenený pre tento návrh. Tento prístup je predmetom prezentovanej prípadovej štúdie.

¹ Pavol Kaleja Ing., Ústav technológie a manažmentu v stavebníctve, Vysokoškolská 4 042 00 Košice, pavol.kaleja@tuke.sk

² Mária Kozlovská Prof. Ing. PhD., Ústav technológie a manažmentu v stavebníctve, Vysokoškolská 4 042 00 Košice, maria.kozlovska@tuke.sk

1. DYNAMICKÉ VIZUALIZÁCIE

Hlavný rozdiel medzi dynamickou a statickou vizualizáciou je, že pri statickej vizualizácii hovoríme o statickom renderovanom snímku, s ktorým nie je možné v reálnom čase manipulovať. Výpovedná hodnota statickej vizualizácie je teda obmedzená na obsah snímky v čase, keď je pozorovaná. Dynamická vizualizácia dáva možnosť 3D objekt určitým spôsobom upravovať a teda získať na výstupe viac potrebných informácií o subjekte. Príkladom môže byť vizualizácia ľubovoľnej stavby. V statickej vizualizácii môže pozorovateľ sledovať statický renderovaný snímok objektu v prostredí. V dynamickej vizualizácii nám interaktívne prostredie umožňuje pohybovať sa okolo stavby, prechádzať interiérom stavby, simulovať rôzne stavy prostredia, v reálnom čase upravovať architektonický návrh a mnoho ďalších funkcií, ktoré vychádzajú z neobmedzených možností virtuálnej reality. Tieto funkcie môžu byť teda nápomocné všetkým účastníkom výstavby, či už sa jedná o investora (developer), architekta, projektanta, profesistu, zhotoviteľa alebo samotného užívateľa stavby. Spoluprácou účastníkov výstavby v tomto interaktívnom rozhraní sa odbúra riziko kolízií či už pri návrhu alebo samotnej realizácii stavby.

Na základe štúdia zdrojov je ďalej prezentovaných niekoľko metód dynamických vizualizácií.

1.1 Pre-defined visualizations (videoprehliadka)

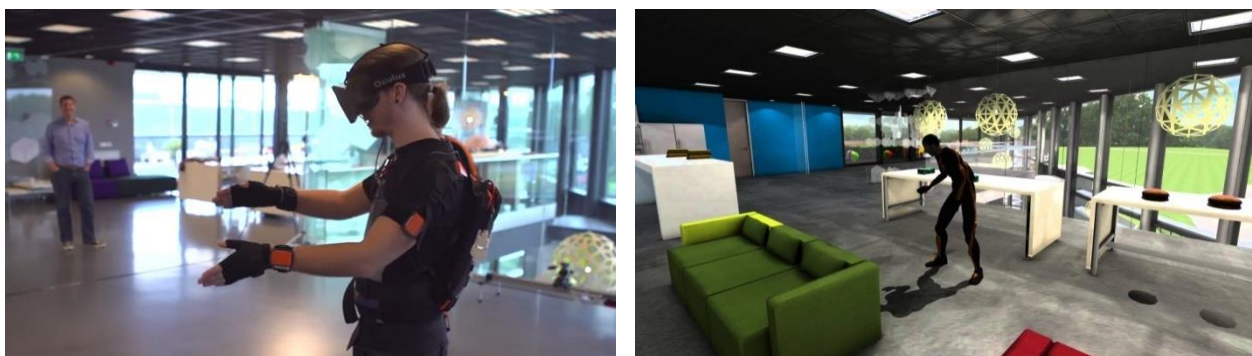
Do tejto skupiny dynamických vizualizácií patria videoprehliadky, teda vyššia forma vizualizácií, reprezentovaná pohybom kamery po virtuálnom prostredí, ktoré však nie je možné užívateľom upravovať. Pohyb kamery je presne daný a okrem všeobecných akcií (Rew, Play, Pause, Stop, Ff) sa nedá žiadnym spôsobom predefinovať [6].

1.2 Interactive (VR) visualizations (360°)

Skupina 360° (stupňových) panoramatických vizualizácií umožňuje užívateľovi prostredníctvom vstupného zariadenia (myš, klávesnica, joystick a pod.) ovládať pohyb kamery a teda zamerať sa na časť objektu, ktorá ho aktuálne zaujíma[6].

1.3 Multi-Person 3D system

Umožňuje zažiť úplnú slobodu pohybu po virtuálnom svete v interakcii s viacerými osobami a virtuálnymi objektmi, pomocou špeciálneho obleku. Oblek so senzormi tela je bezdrôtové zariadenie, ktoré zachytáva pohyby tela a premieňa ich na príkazy naprogramované v prostredí virtuálnej reality. Vďaka bezdrôtovej technológii je oblek možné použiť v interiéri aj exteriéri. Oblek dopĺňajú okuliare pre sprostredkovanie virtuálnej reality Oculus Rift [5].

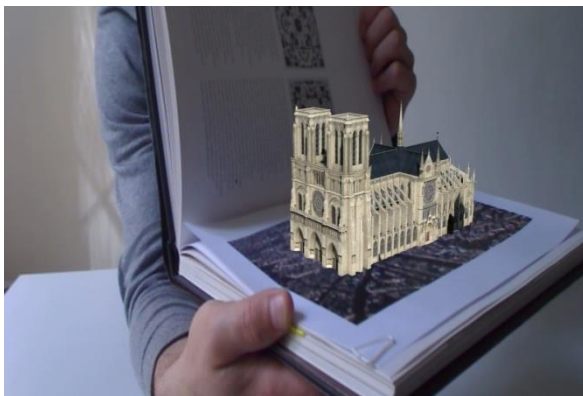


Obr. 1 Ukážka Multi-Perason 3D systému[6]



1.4 Rozšírená realita (Augmented reality)

Prostredie rozšírenej reality (Augmented reality – AR) obsahuje ako prvky reálneho sveta a takisto aj prvky virtuálne (syntetizované). Napríklad osoba, ktorá pracuje so systémom AR má k dispozícii zobrazovacie zariadenie (polopriehľadné okuliare, HMD (Head mounted display, datová zobrazovacia prilba), kombinácia monitor + kamera), cez ktoré môže vidieť reálny svet, no takisto vidí aj počítačom generované (syntetizované) objekty zobrazované akoby na povrchu tohto sveta. Oblasťou, kde AR nachádza mimoriadne uplatnenie je architektúra a stavebný priemysel. Klient môže vidieť svoj navrhnutý dom napr. priamo zasadený do reálneho sveta a prechádzať sa v jeho reálnom okolí. A to všetkom predtým, ako sa na reálnej stavbe urobí vôbec prvý krok. V súčasnosti je bežné, že na komplexných projektoch pre zákazníka už nepracuje iba jeden človek, ale viacerí a často krát sa stáva, že na projekte sa podieľajú dokonca celé tímy dizajnérov. Projekt je rozdelený na viac častí, ktoré sú rozdelené medzi tímy. Niekedy sa môže stať, že klient chce vidieť už hotový prototyp, alebo v akom štádiu je daný projekt. Ak návrh ešte nie je hotový, alebo sú hotové iba jeho časti, mohol by nastať problém. Tu AR prichádza s riešením tohto problému. Ak by konferenčná miestnosť bola vybavená AR systémom, je možné prototyp alebo jeho časti virtualizovať. Klienti by tak mohli preskúmať prototyp rovnako ako aj všetky jeho aspekty podrobnejšie. Pomocou AR by mohli pozmeniť, odstrániť alebo vložiť niektoré jeho časti. To by umožnilo pôsobivú interakciu v reálnom čase. Zmeny a úpravy by sa neskôr odzrkadlili v návrhu[5].

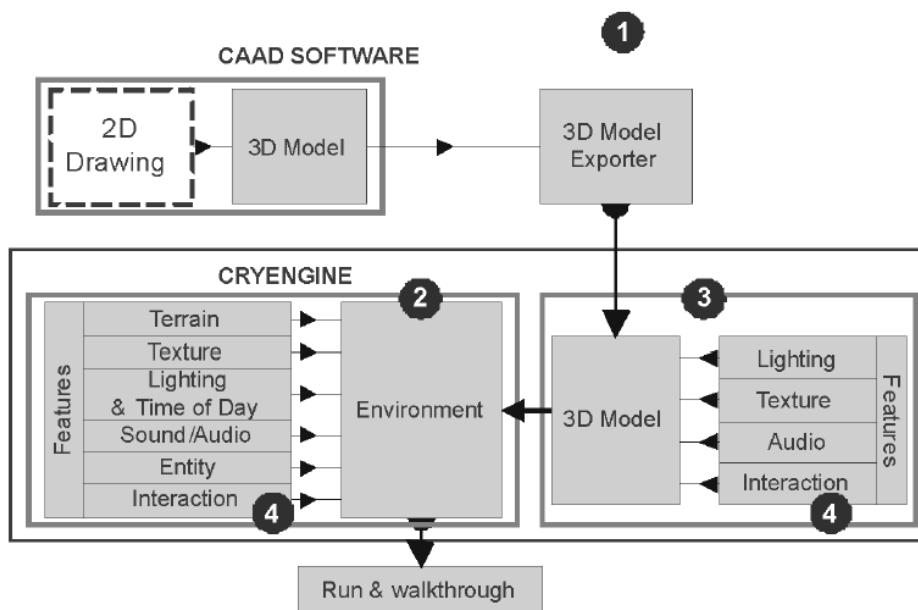


Obr. 2 Ukážka technológie Augmented reality [7]

1.5 Real Time vizualizácia - Game engine

Táto technológia sa primárne využíva na vývoj hier pre herné konzoly (PC, Playstation, XBOX a pod.). Pre svoje vlastnosti a efektívne spracovanie virtuálnej reality našla táto technológia široké uplatnenie aj v stavebníctve. Spojením 3D modelu a prostredia „engine“ je možné vytvoriť realistické interaktívne prostredie, v ktorom je možné sa voľne prechádzať a toto prostredie ovplyvňovať (upravovať vlastnosti objektov či prostredia).

Proces vývoja simulačného 3D systému pre architektonický návrh znázorňuje bloková schéma (Obrázok 3). Postup začína vytvorením 3D modelu objektu v prostredí programu na prácu s 3D grafikou (napr. 3D Studio Max, MAYA, SketchUp a pod.). V tomto prostredí je zároveň namodelované aj prostredie, v ktorom sa bude objekt nachádzať, rovnako ako všetky prvky obsiahnuté v simulačnom systéme. Modely sa importujú do vývojového prostredia (CryEngine, Unreal Engine, Unity) kde sa zdefinujú jednotlivé objekty vzhľadom na ich povrchy, osvetlenie, textúru, audio efekty a neposlednom rade interakcie medzi nimi. Posledným krokom je prepojenie interakcií a správania sa medzi užívateľom, virtuálnym prostredím a objektom a to prostredníctvom naprogramovaných príkazov či už z klávesnice, myši alebo iného vstupného zariadenia [1].



Obr. 3 Proces vývoja 3D simulačného systému [1]

Architektonické návrhy exteriérov a interiérov sa nezaobídu bez následného kalkulovania nákladov. V projekčnej fáze investora automaticky zaujíma rozpočet návrhu, ktorý vidí prezentovaný aj vo forme dynamickej vizualizácie. Tento návrh je možné real-time upravovať, pričom tieto úpravy prebiehajú real-time aj v rozpočte, ako podklad pre zadanie žiadosti o cenovú ponuku, alebo podklad do súťaže pre verejné obstarávanie.

2. ŠTÚDIA DYNAMICKEJ VIZUALIZÁCIE PRE OCEŇOVANIE DOKONČOVACÍCH PRÁC V INTERIÉRI

Technológia dynamickej vizualizácie našla v stavebníctve a architektúre široké uplatnenie. Prezentovanie projektov v dynamickom prostredí je nápomocné od predprojektovej a projektovej fázy, cez fázu realizácie stavby až po fázu užívania stavby. V predprojektovej fáze dynamická štúdia pomôže investorovi ľahšie pochopiť architektonické riešenie stavby, pričom sa môže samovoľne pohybovať po objektoch, prípadne sám real-time upravovať návrh. V projektovej fáze pomôžu dynamické vizualizácie vyhnúť sa chybám v projekcii, či už architektúry (kolízie konštrukcií) alebo profesií (kolízie rozvodov a pod.). Vo fáze realizácie stavby sa vieme vyhnúť technologickým alebo bezpečnostným kolíziám prostredníctvom simulácií prác na stavenisku. V štádiu užívania stavby nájde dynamická vizualizácia uplatnenie pri dizajnových úpravách v interiéri a teda aj rekonštrukčných prácach. Vo všetkých týchto fázach je pre investora dôležité aby mal prehľad o nákladoch, ktoré je potrebné v rámci zámeru vynaložiť. Preto je nevyhnutné aby výstupom zo systému založenom na technológii dynamickej vizualizácie bol okrem realistickej vizualizácie návrhu aj jeho rozpočet. Rozpočet návrhu vieme aj štandardne rozdeliť na položky práce, položky materiálové a prípadne aj položky dopravy.

Kalkulácia nákladov môže byť často kľúčová pri rozhodovaní o architektonickom návrhu, kde sa investor rozhoduje vzhľadom na rozpočet, ktorý je na návrh vyčlenený. Každý 3D objekt resp. konštrukcia v dynamickej vizualizácii môže niesť informáciu (okrem tvaru, textúry, interakcii s okolím a pod.), aj o jeho celkovej cene rozdelenej do nákladových položiek rozpočtu. Príkladom môže byť interiér kancelárskych priestorov (prípadová štúdia), kde v prostredí dynamickej real-time vizualizácie môžeme upravovať a premiestňovať jednotlivé skupiny prvkov, pričom modul rozpočtovania, bežiaci real-time v pozadí vizualizácie, zaznamenáva každú úpravu s prvkami a importuje ich do výsledného rozpočtu. Na výstupe teda dostaneme celkový rozpočet návrhu rozčlenený na jednotlivé položky s priradenými výmery. Vzhľadom na rozčlenenie celkového rozpočtu do jednotlivých položiek, s



výmermi vieme vytvoriť slepý výkaz výmer, použiteľný ako podklad pre zadanie žiadosti o cenovú ponuku, alebo podklad do súťaže pre verejné obstarávanie.

2.1 Popis technológie štúdie

Prípadová štúdia reprezentuje nástroj dynamickej real-time vizualizácie na báze technológie "Game engine - Unity 3D", ktorá umožňuje spracovať architektonický návrh kancelárskych priestorov s výstupom vo forme realistickej vizualizácie a rozpočtu návrhu. Modely všetkých prvkov a model prostredia boli vytvorené v programe 3D Studio Max. Tieto modely sa následne importovali do Unity 3D kde boli nastavené ich grafické charakteristiky a interakcie medzi nimi. Interakcie a správanie sa medzi virtuálnym prostredím a užívateľom funguje prostredníctvom príkazov, zadávaných z klávesnice a myši počítača. Výstupným zariadením je monitor počítača avšak prostredie prípadovej štúdie je plne kompatibilné s technológiou okuliarov na sprostredkovanie virtuálnej reality Oculus Rift, ktorá umožňuje pozorovať interiér vo virtuálnej realite bez pomoci príkazov z klávesnice alebo myši, len pohybmi hlavy.



Obr. 4 Interaktívne prostredie dynamickej vizualizácie prípadovej štúdie vnímané cez Oculus Rift

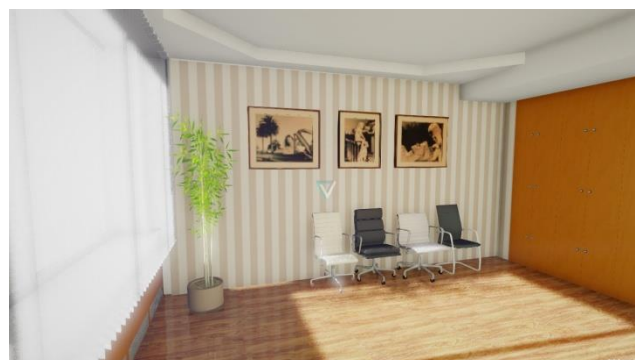
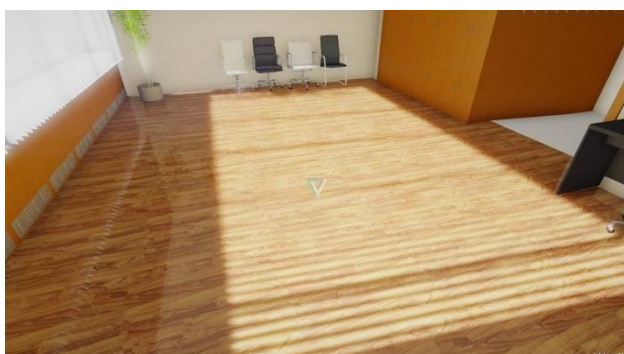
Prostredie herného engine poskytuje veľmi realistické grafické spracovanie návrhu, od realistického zobrazenia povrchov až po simulovanie svetelných podmienok v priestore, ktoré sa dajú definovať vzhľadom na presnú polohu navrhovaného priestoru v reálnom čase. Každý prvok nachádzajúci sa v prostredí prípadovej štúdie je samostatný objekt, ktorý reaguje na príkazy užívateľa. Tieto príkazy (príkazy vloženia, zmazania, pohybu a pod.) sú naprogramované v kóde každého objektu. Architektonický návrh prebieha postupným importovaním prvkov do navrhovaného priestoru. Na vytvorenie hrubej dispozície priestoru začíname importom priečok, ktoré rozdelia priestor na miestnosti. Následne po vytvorení hrubej dispozície definujeme materiály a farby podláh, stien a stropov. Z databázy vyberáme zariadenie interiéru kancelárskych priestorov a to nábytok, elektroniku a dekorácie. Presúvaním objektov po pôdoryse, ich usporiadaním a definovaním vzhľadu, máme možnosť vďaka technológii real-time dynamickej vizualizácie vidieť v reálnom čase návrh z pohľadu prvej osoby. Vďaka vernému grafickému zobrazeniu teda vieme ako bude náš návrh vyzeráť v realite, ešte predtým ako investujeme peniaze. Benefitom dynamického vizualizácie je real-time rendering, vďaka ktorému prebieha render snímok v reálnom čase a tak nie sme odkázaný na prezentovanie návrhu na statickej snímke, ktorá často nezachytáva celý navrhovaný priestor. Vďaka real-time renderingu sa môžeme zamerať na ľubovoľnú časť v navrhovanom priestore, ktorú chceme aktuálne prezentovať alebo korigovať. Po ukončení návrhu môžeme jednotlivé časti interiéru odfotiť do fotodokumentácie návrhu. Odfotené snímky sa automaticky ukládajú do obrázkového formátu JPG. Výstupom sú teda foto-realistické snímky návrhu a rozpočet návrhu rozdelený do jednotlivých

položiek rozpočtu. Rozpočet môže byť buď položkový, prípadne s ďalším členením na práce, materiály, prípadne dodávka vybavenia. Tieto položky vychádzajú zo zadaných informácií, ktoré obsahujú jednotlivé prvky vo svojom kóde.

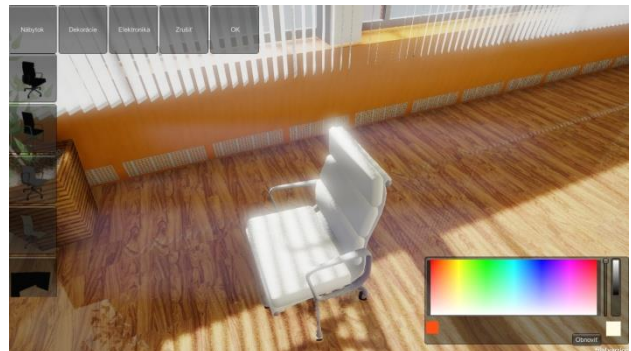
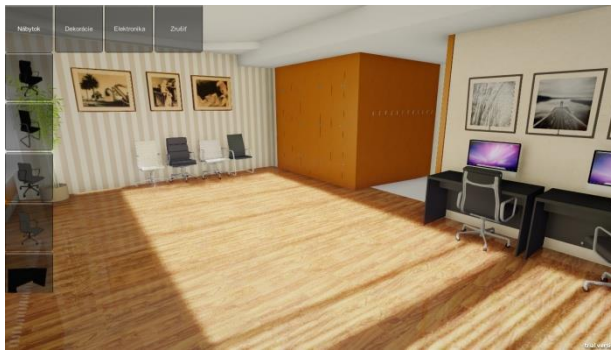
Tabuľka 1 Štruktúra informácií a ich ovládania pri modelovaní návrhov

O.S.	SKIPINY PRVKOV	PRVKY	MERNÁ JEDNOTKA	ZDROJ INFORMÁCIÍ PRE OCEŇOVANIE	PRÍKAZY	Ovládanie
I	POVCHY	podlahy, priečky, stropy	m ²	Databáza cenníka Cenekon	- vybrať materiál - vybrať farbu	klávesnica, myš
II	NÁBYTOK	stoličky, stoly, skrine	ks	Cenník dodávateľa	- vybrať/presunúť/zmazať - vybrať materiál - vybrať farbu	klávesnica, myš
	TECHNIKA	projektor, pc	ks	Cenník dodávateľa	- vybrať/presunúť/zmazať	klávesnica, myš
	DEKOR	obrazy, zeleň, žalúzie	ks	Cenník dodávateľa	- vybrať/presunúť/zmazať	klávesnica, myš

Ako je zrejme z tab.1, na to aby sme na výstupe dostali položkový rozpočet návrhu, je potrebné aby každý prvok obsahoval základné informácie. Prvou informáciou je do ktorej skupiny prvkov daný prvok patrí. Pre potreby prípadovej štúdie boli prvky rozdelené do podskupín povrchy, nábytok, technika, dekorácie. Pre prehľadnosť boli podskupiny vzhľadom na svoj charakter rozdelené do dvoch skupín označených I a II. Skupina I. obsahuje stavebné práce súvisiace s povrchovými úpravami interiéru a skupina II predstavuje vybavenie interiéru. Dôležitou informáciou pre zadefinovanie jednotkovej ceny je merná jednotka prvkov v jednotlivých skupinách. Celková cena položky sa teda bude odvíjať od ceny jedného m² prvku v skupine I (povrchy) a od ceny za jeden kus prvku pri skupine II (nábytok, elektronika, dekorácie). Zdroj informácií pre oceňovanie bol volený vzhľadom na charakter prvku. V skupine I bol zvolený ako zdroj informácií pre oceňovanie cenník stavebných prác. Jednotlivé prvky teda obsahujú informáciu o cene za úpravu jedného m² konštrukcie v častiach stavebné práce a stavebný materiál, ktoré sú definované v jednotkovej cene. V rámci skupiny II bol ako zdroj informácií pre oceňovanie zvolený cenník od dodávateľov jednotlivých častí vybavenia interiéru. Jednotlivé prvky teda v rámci oceňovania obsahujú informácie o cene za jeden kus prvku. Vzhľadom na širokú škálu nábytku a materiálu a teda aj širokú škálu cien sú jednotlivé prvky rozdelené do troch skupín vzhľadom na výšku ceny mernej jednotky prvku.

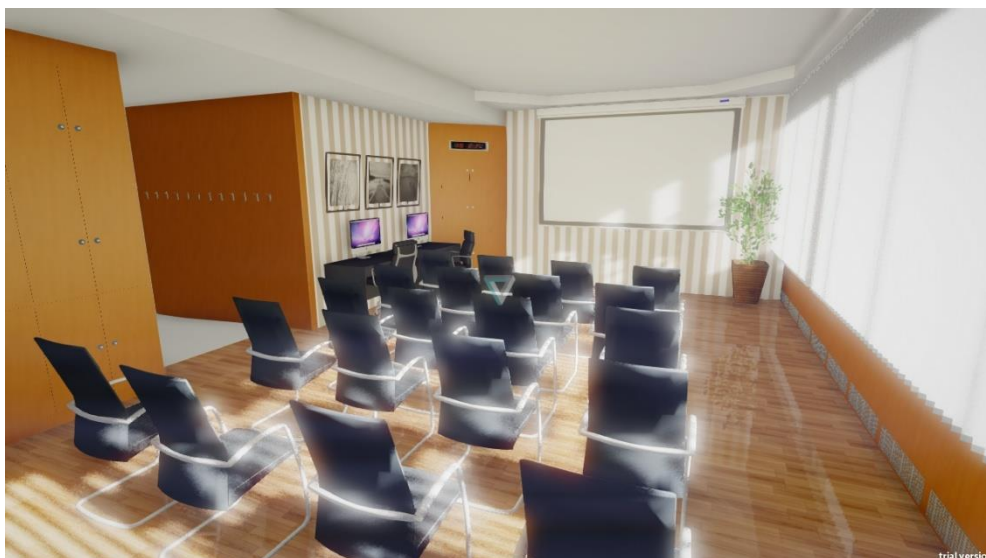


Obr. 5 Definovanie materiálov a úprav stien a stropov



Obr. 6 Import objektov vybavenia a definovanie ich vlastností

Často sa však stane, že návrh interiéru prekročí stanovený rozpočet, vyčlenený pre tento interiéru. Možnosť ako tento stav riešiť je, že po ukončení návrhu a vykalkulovaní jeho výslednej ceny, by sme mohli návrh upravovať v tabuľkovom móde, v závislosti od určitých cenových úrovní. V tomto móde by sa nám zobrazili všetky použité prvky spolu s ich cenami. Najdrahšie prvky by sa zvýraznili. Tabuľkový mód by umožňoval nahradiť prvky z jednej cenovej skupiny prvkami z inej cenovej skupiny. Tieto úpravy by sme mohli realizovať, kým sa nedostaneme k stanovenému rozpočtu. Všetky úpravy z tabuľkového módu by sa real-time prejavovali aj vo vizualizácii, takže by sme výmenu prvku mohli hneď aj ohodnotiť po estetickú stránke.



Obr. 7 Výstup vo forme realistickej vizualizácie

ZÁVER

Dynamické vizualizácie, ako moderná metóda spracovania virtuálnej reality, majú v stavebníctve a architektúre stále väčšiu popularitu. Článok popisuje vybrané technológie virtuálnej reality, ktoré nájdu uplatnenie v rôznych fázach projektu. Vďaka neobmedzeným možnostiam, poskytovanými virtuálnou realitou, je možné prezentovať investičný zámer v realistickej dynamickej vizualizácii ešte pred samotným investovaním do projektu. Benefitom v projekčnej aj realizačnej fáze je tiež možnosť simulovania rôznych stavov, s ktorými sa môžeme stretnúť v priebehu realizácie projektu. Ukážka dynamickej vizualizácie v prípadovej štúdiu naznačuje možnosti využívania dynamickej vizualizácie pre oceňovanie dokončovacích prác v interiéri. Táto metóda umožňuje real-time navrhovanie interiéru s

real-time generovaním rozpočtu návrhu. Pri návrhu teda vieme kalkulovať s použitými materiálmi a tovarmi vzhľadom na vyčlenený rozpočet.

POĎAKOVANIE

"Paper is the result of the Project implementation: University Science Park TECHNICOM for Innovation Applications Supported by Knowledge Technology, ITMS: 26220220182, supported by the Research & Development Operational Programme funded by the ERDF."

LITERATÚRA

- [1] LOPKERD, P., JINUNTUYA, P. : *Interactive 3D simulation system in game engine based collaborative virtual environment for architectural design communication* : 9789860180800, 2009
TAIWAN CAADRIA: Between Man and Machine - Integration, Intuition, Intelligence - Proceedings of the 14th Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, Scopus-7940, Rok: 2009
- [2] TACHI, S : *From 3D to VR and further to Telexistence: Artificial Reality and Telexistence (ICAT)*, 2013 23rd International Conference on Scopus-7940, Rok: 2013
- [3] WEI YAN, CHARLES CULP, ROBERT GRAF : *Integrating BIM and gaming for real-time interactive architectural visualization* : Automation in Construction Science Direct-7940 , ISSN: 09265805, 2011
- [4] TANG, M, YANG, D : *Real-time visualization in the design context*, Open House International, Scopus-7940, ISSN: 01682601, 2007
- [5] BRANISLAV SOBOTA, FRANTIŠEK HROZEK : *Virtuálna realita a jej technológie /* - 1. vyd. - Košice : TU - 2013. - 158 s.. - ISBN 978-80-553-1500-3.
- [6] MESÁROŠOVÁ, ALENA - F. HERNANDEZ, MANUEL - MESÁROŠ, PETER: *Augmented reality as a part of integrated designing and modeling the parameters of construction projects* In: Multi-dimensional approaches supporting integrated design and management of construction projects : Proceedings of scientific papers 2013. - Košice : TU, 2013 S. 22-32. - ISBN 978-80-553-1546-4