VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

TVORBA PODKLADŮ PRO VÝUKU VIZUALIZACÍ V INVENTORU

CREATION OF DOCUMENTS FOR TEACHING VISUALIZATIONS IN INVENTOR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE **Vojtěch Kužela**

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **Ing. Michal Okál**

SUPERVISOR

BRNO 2023

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	**Vojtěch Kužela**
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	**Ing. Michal Okál**
Akademický rok:	2022/23

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Tvorba podkladů pro výuku vizualizací v Inventoru

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Program Autodesk Inventor patří v současné době k nejpoužívanějším cad softwarům. Kromě tvorby cad dat a jejich výstupů, je zapotřebí, aby také poskytl kvalitní vizuální výstupy ve formě animací. U složitějších mechanismů se může jednat o nejúčinnější způsob vysvětlení fungování sestavy. Animace pohybů jednotlivých komponent často i uvnitř stroje, dává navrhovateli do rukou silný nástroj prezentace své tvorby.

Typ práce: výzkumná

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem práce je tvorba dat a výukových materiálů do předmětu pokročilých metod v Inventoru.
Dílčí cíle bakalářské práce:
– analýza tématu,
– příprava dat a příkladů,
– zpracování ukázkového řešení,
– vyhodnocení příkladů,
– sepsání poznatků.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, digitální data.
Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).
Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:
http://www.ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske–studium–ukonceni/

Seznam doporučené literatury:

SHIGLEY, J.E., MISCHKE, Ch.R., BUDYNAS, R.G. Konstruování strojních součástí. Překlad 7. vydání, VUTIUM, Brno 2010, 1186 s, ISBN 978-80-214-2629-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D. ředitel ústavu	doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D. děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na možnosti a tvorbu vizualizací v programu Autodesk Inventor, jednotlivými funkcemi, jejich popisem a ukázkou, jak s nimi pracovat. Důležitou částí je tvorba edukačních příkladů do výuky se zaměřením na výuku vizualizací. Práce se skládá ze tří praktických příkladů, které pokrývají různé aspekty vizualizace, včetně modulu Inventor Studio, parametrického modelování, Design Acceleratoru a animačních technik. Tyto příklady poskytují studentům praktické zkušenosti s aplikací principů vizualizace na reálné inženýrské scénáře. V závěru práce je zdůrazněn význam vizualizačních dovedností v inženýrském navrhování a potenciální dopad předmětu na rozvoj dovedností studentů v oblasti vizualizačních technik.

KLÍČOVÁ SLOVA

Autodesk Inventor, vizualizace, Inventor studio, animace, render

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on the possibilities and creation of visualizations in Autodesk Inventor, each individual function, their description and a demonstration of how to properly use them. An important part is the creation of educational examples, with a focus on teaching visualizations to college students. The work consists of three practical exercises covering different aspects of visualisation, including the Inventor Studio, parametric modelling, Design Accelerator and animation techniques. These examples provide students with hands-on experience in applying visualization principles to real-world engineering scenarios. The paper concludes by highlighting the importance of visualization skills in engineering design and the potential impact of the course on developing students' skills in visualization techniques.

KEYWORDS

Autodesk Inventor, visualization, Inventor studio, animation, render

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KUŽELA, Vojtěch. *Tvorba podkladů pro výuku vizualizací v Inventoru.* Brno, 2023. Dostupné také z: https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/145739. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce Michal Okál.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval panu Ing. Michalu Okálovi za jeho ochotu, rady a čas po dobu vypracování této práce. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu po dobu studia.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením Ing. Michala Okála. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

…….

Podpis autora

OBSAH

1 ÚVOD 12

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ 13

2.1 Vizualizace 13

2.1.1 Vizualizace v inženýrské praxi 13

2.1.2 Vizualizace v marketingu 13

2.2 Autodesk Inventor 14

2.3 Vizualizace v Inventoru 14

2.3.1 Inventor studio 15

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE 16

3.1 Analýza problému 16

3.2 Cíl práce 16

4 MATERIÁL A METODY 17

5 VÝSLEDKY 18

5.1 Vytváření adaptivních součásti 18

5.2 Design Accelerator 18

5.2.1 Vačky 19

5.3 Funkce řízení vztahu 20

5.4 Volba barev 21

5.5 Inventor studio 21

5.5.1 Časová osa 21

5.5.2 Kamera a její animace 22

5.5.3 Světla a jejich animace 22

5.5.4 Animace vazeb 23

5.5.5 Animace útlumu 24

5.5.6 Animace parametrů 24

5.5.7 Renderování obrázku 25

5.5.8 Formát renderovaného obrázku 25

5.5.9 Renderování animace 26

5.5.10 Formát renderované animace 27

5.6 Příklady vytvořené do výuky 28

5.6.1 První příklad – animace pružiny 28

5.6.2 Druhý příklad – render obrázku 29
5.6.3 Třetí příklad – render animace 30

6 DISKUZE 33

7 ZÁVĚR 34

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ 35

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN 36

9.1 Seznam použitých zkratek 36

10 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ 37

11 SEZNAM PŘÍLOH 38

1 ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá vytvořením edukačních materiálů pro studenty vysoké školy, kteří se učí vytvářet vizualizace v programu Autodesk Inventor. Tento program slouží k vytváření 3D modelů, které se používají například v průmyslovém designu, strojírenství a architektuře. Cílem této práce je vytvořit názorné materiály, které studentům pomohou zvládnout základní i pokročilé techniky vytváření vizualizací v programu Autodesk Inventor.

V první části práce budou popsány základní principy programu Autodesk Inventor a jeho rozhraní. Následně budou představeny základní nástroje a techniky, které se používají při tvorbě vizualizací z 3D modelů.

Ve druhé části práce budou prezentovány pokročilé techniky tvorby vizualizací, jako například tvorba animací, simulací pohybu, návrh mechanismů a mnoho dalšího. Studenti se tak naučí využívat celou škálu funkcí programu Autodesk Inventor, které jsou důležité pro tvorbu vizualizací a 3D modelů.

V závěru práce budou prezentovány ukázkové příklady, které studenti vypracují ve výuce pro správné pochopení jednotlivých funkcí. Tyto příklady budou rozděleny podle obtížnosti a budou obsahovat podrobné popisy jednotlivých kroků tvorby. Studenti tak budou mít možnost si prakticky osvojit teoretické znalosti a zlepšit své schopnosti vytvářet vizualizace v programu Autodesk Inventor.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Vizualizace

Schopnost efektivně vizualizovat a sdělovat myšlenky designu je klíčovou dovedností pro odborníky v oblasti strojírenství, architektury a produktového designu. Kromě toho, že Inventor umožňuje přesné a precizní navrhování, jeho vizualizační schopnosti umožňují prezentovat koncepty návrhu dynamickým a interaktivním způsobem. Tato práce se bude zabývat úlohou vizualizace v Inventoru a tím, jak lze tyto nástroje využít k podpoře efektivní komunikace a rozhodování při navrhování v různých prostředích.[2][3][4]

2.1.1 Vizualizace v inženýrské praxi

Vizualizace hrají v životním cyklu projektu zásadní roli. Vizualizace vytvořené v CAD softwarech umožňují inženýrům vytvářet, manipulovat a důkladně vyhodnotit samostatné součásti, nebo velmi složité sestavy ještě před zhotovením prvního fyzického prototypu. Včasné odhalení potenciálních konstrukčních problémů nebo konfliktů, které tyto vizuální reprezentace umožňují, může vést k výrazným úsporám času a nákladů. Navíc významně zlepšují proces tvorby komplexní dokumentace, podporují bezproblémovou spolupráci v rámci týmů a komunikaci koncepcí návrhu se zainteresovanými stranami. Díky schopnosti transformovat složitá, abstraktní data o návrhu do hmatatelných a srozumitelných vizualizací usnadňují tyto grafické výstupy informovanější rozhodování a efektivnější komunikaci, což podtrhuje jejich zásadní roli v procesu projektování a navrhování.[2][5]

2.1.2 Vizualizace v marketingu

V oblasti marketingu hrají vizualizace klíčovou roli při utváření a sdělování příběhů o produktu. Kvalitní a přesvědčivé vizualizace mohou názorně ukázat produkt způsobem, kterým to popis produktu nedokáže. Tím umožní potenciálním zákazníkům lépe si představit výhody a vlastnosti nabízeného produktu. Tato vizuální znázornění, od infografiky až po vykreslení produktu, pomáhají předávat složité informace ve stravitelné a přitažlivé formě, což zvyšuje porozumění a zapojení zákazníků. Podobně v digitálních marketingových kampaních může interaktivní vizuální obsah, jako jsou videa nebo 360° fotografie, výrazně zvýšit míru zapojení uživatelů a tím maximalizovat možnost nákupu produktu.[3]

2.2 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor je CAD software vyvinutý společností Autodesk, která byla v minulosti známá především díky softwaru AutoCAD. Autodesk Inventor je určen především profesionálům ve strojírenství a nabízí rozsáhlou sadu nástrojů pro 3D návrh, dokumentaci, simulaci výrobků, digitální prototypování a další. Díky možnostem parametrického modelování a přímých úprav umožňuje Inventor uživatelům volně pracovat s daty a zachovat asociativní vazbu na původní model. Jeho simulační funkce umožňují konstruktérům testovat funkčnost svých návrhů v reálných podmínkách, čímž snižují potřebu nákladných fyzických prototypů. Inventor navíc usnadňuje spolupráci tím, že umožňuje bezpečné a bezproblémové sdílení dat s dalšími stranami, a to i bez licence. Autodesk Inventor tak představuje komplexní řešení, které uživatelům pomáhá navrhovat lepší výrobky, snižovat náklady na vývoj a rychleji je uvádět na trh.[2][5]

2.3 Vizualizace v Inventoru

Autodesk Inventor nabízí rozsáhlou škálu funkcí umožňujících vizualizace, které pomáhají uživatelům komunikovat jejich návrh dalším. Jedním z nejvýkonnějších vizualizačních nástrojů je Inventor Studio, které uživatelům umožňuje vytvářet detailní realistické rendery a animace jejich 3D modelů. To umožňuje demonstrovat funkci a vzhled výrobku bez nutnosti použití fyzických prototypů. Tyto fotorealistické vizualizace lze navíc využít i při komunikaci s klienty, v marketingových materiálech a při hodnocení návrhů. Tato možnost představuje snadný způsob prezentace jinak složitých konstrukčních dat.

Další zásadní vizualizační funkcí je funkce rozloženého pohledu, která rozkládá sestavy na jednotlivé části v přehledném a intuitivním vizuálním formátu. Tento nástroj výrazně usnadňuje pochopení procesu sestavování a interakce mezi různými součástmi.

Pro vyhodnocování konstrukcí nabízí Inventor funkci sledování paprsků, která umožňuje uživatelům posoudit estetiku jejich konstrukce v reálném kontextu díky zobrazení realistických odrazů, stínů a materiálů. Nástroj dynamických simulací nabízí vizuální náhled na funkci a výkon konstrukce v reálných podmínkách.[1][2][5]

2.3.1 Inventor studio

Autodesk Inventor Studio, modul v rámci Inventoru, je vizualizační nástroj určený k vytváření renderů a animací 3D modelů. Široká paleta nástrojů umožňuje uživatelům doladit nastavení osvětlení a kamery tak, aby z jejich návrhů vyniklo to nejdůležitější. Nastavením barvy a směru světla mohou uživatelé zdůraznit vybrané detaily svých modelů. Pomocí ovládacích prvků kamery je dále mořné zachytit různé perspektivy, od širokoúhlých pohledů až po detailní záběry zblízka.

Možnosti animace v Inventor Studiu umožňují konstruktérům ilustrovat funkci výrobku, či montážní procesy. Tím vytvářejí dynamické vizuální prvky užitečné například pro prezentace a školení. Díky svému uživatelsky přívětivému rozhraní zefektivňuje Inventor Studio proces tvorby vizuálně kvalitního obsahu, čímž výrazně zlepšuje kvalitu finálního výstupu.[1] [5]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Z poznatků v kritické rešerši je patrné že téma vizualizací v Inventoru není příliš známé. Většina zdrojů se o tomto tématu zmiňuje pouze povrchně, nebo ho zcela vynechává. Přestože se může zdát, že se jedná o poměrně snadnou záležitost, mnoho zdrojů uvádí pouze postup při řešení určitého problému. Další zdroje mohou být cizojazyčné, což může česky mluvícího inženýra odradit. Možností, jak se naučit práci s vizualizacemi, je i oficiální kurz od společnosti Autodesk, která jistě zajistí kvalitní výuku, problémem ale může být nemalá částka za školení. Pro získání zkušeností a určité výhody studentů je nutné jim poskytnout kvalitní informace a zkušenosti, které bude možné využít i v praxi.

3.2 Cíl práce

Cílem práce je vytvoření tří příkladů pro studenty do výuky, se zaměřením na výuku vizualizací, tvorby animací, renderování obrázků a animací ve vysoké kvalitě. Součástí příkladů je také použití pokročilých funkcí při modelování součástí a generátoru součástí.

Důležitou částí bude také výuková prezentace, obsahující informace o každé z nejdůležitějších funkcí potřebných pro kvalitní výstup z Inventoru. Představí jednotlivé druhy animací v modulu Inventor studio, práci s nimi a možnost jejich kombinací pro vytvoření požadovaného cíle. Dále bude obsahovat informace potřebné k vytvoření kvalitních renderů obrázků a animací a také jaký formát výstupu zvolit.

4 MATERIÁL A METODY

Při vypracování této práce došlo v první řadě k nastudování funkcí, které Autodesk Inventor nabízí, ať už v samotném 3D modeláři, kde bylo nutné vytvořit adaptivní sestavu a naučit se pracovat s příkazem „řídit“, ale i modulu pro renderování grafických výstupů, tzv.: Inventor studio. Znalosti jsou poté shrnuty v kapitole výsledky. Kapitola také obsahuje návod, jak funkce použít. Pro příkaz řídit především základní pohyby, u Inventor studia potom základní nastavení kamery, výběr osvětlení, či pohyb kamery.

Po prostudování možností a přípravě návodu došlo vymodelování výukových příkladů, na kterém se dá vhodně ukázat jednotlivé funkce zmíněné dříve. Poté došlo ke tvorbě prezentace s výukovými příklady.

5 VÝSLEDKY

Vytváření vizualizací předchází vytvoření modelů součástí a sestav. V rámci příkladů se studenti nejprve seznámí s možností animace mimo modul Inventor studio, vhodné například pro interní potřeby týmu. Dále se seznámí se samotným modulem Inventor studio, ve kterém se naučí základní funkce.

5.1 Vytváření adaptivních součásti

Tento přístup návrhu zahrnuje určení geometrie modelu s rozměry a dalšími parametry a stanovení vztahů mezi různými prvky návrhu. Tyto vztahy zajišťují automatickou aktualizaci při provádění změn.

Parametrické modelování lze v Inventoru využít i při návrhu sestavy. Součásti lze sestavovat s omezeními, která simulují skutečné mechanické vztahy. Takto vytvořené sestavy lze také řídit pomocí parametrů. To ulehčuje vytváření složitých sestav, kde změna jedné součásti automaticky vyvolá změnu i v ostatních součástech.

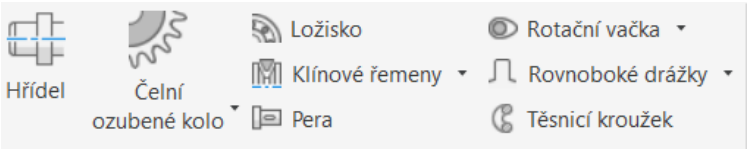
Parametrické modelování v Inventoru v podstatě umožňuje konstruktérům vytvářet inteligentní modely, které se mohou snadno přizpůsobovat změnám konstrukce, čímž se zvyšuje efektivita a snižuje pravděpodobnost chyb v celém procesu návrhu.

5.2 Design Accelerator

Nástroj Design Accelerator je nástroj, který urychluje vytváření a konfiguraci běžných mechanických součástí, jako jsou ozubená kola, šrouby, ložiska, hřídele a vačky. Pomocí uživatelsky přívětivých dialogových oken umožňuje Design Accelerator konstruktérům zadat parametry těchto součástí a následně sám vygeneruje odpovídající 3D modely.

Nástroj nabízí možnosti analýzy pro ověření návrhů v reálných podmínkách. Například nástroj pro návrh hřídelí vypočítává kritické otáčky a průhyby při zadaných podmínkách zatížení.

Nástroj Design Accelerator automatizací tvorby těchto standardních součástí zvyšuje produktivitu a tím umožňuje konstruktérům věnovat více času jedinečným částem jejich návrhů.

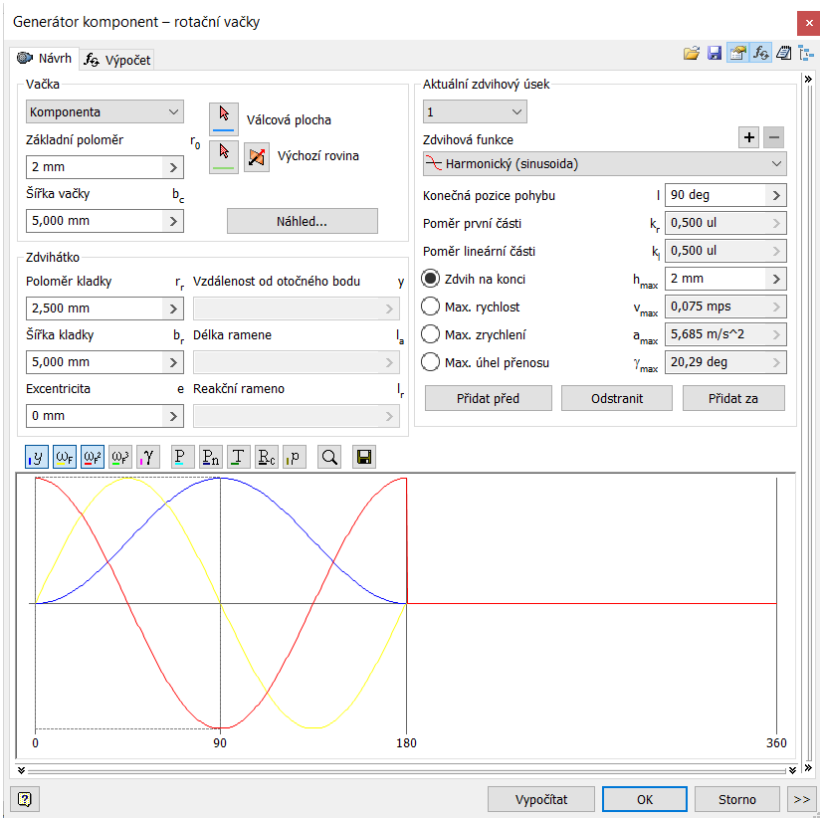


Obr. 5-1 Možnosti Design acceleratoru

5.2.1 Vačky

Pro konstruktéry, kteří se zabývají mechanismy s vačkovými hřídeli je Design Accelerator neocenitelná funkce. Tento nástroj zjednodušuje jinak složitý proces návrhu vaček tím, že umožňuje uživatelům vytvořit profil vačky na základě konkrétních parametrů, jako je maximální zdvih, rychlost, nebo zrychlení. Ať už se jedná o vačku lineární, kotoučovou, nebo válcovou, funkce Design Accelerator rychle a přesně vygeneruje odpovídající 3D model.

Další vlastností je možnost analýzy a ověření návrhu vaček v reálných podmínkách. Software využije vstupní parametry k provedení kinematických výpočtů, což inženýrům umožňuje vizualizovat pohyb vačkového mechanismu, posoudit interference a ověřit funkčnost návrhu v rámci širší sestavy.



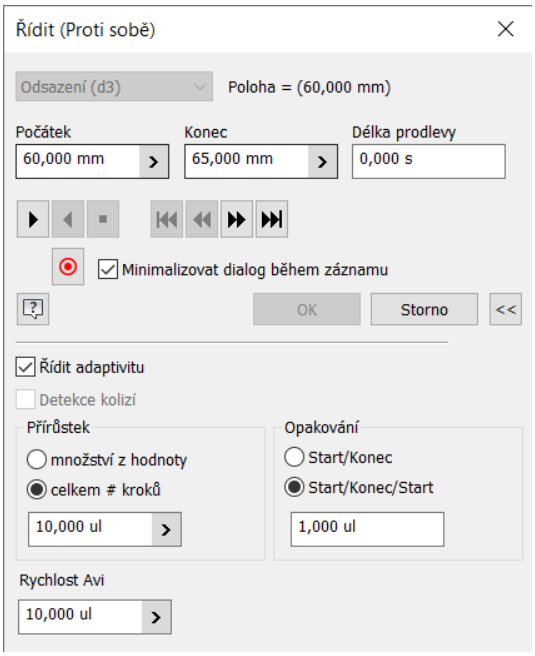
Obr. 5-2 Dialogové okno generátoru vaček

5.3 Funkce řízení vztahu

Řízení vztahů je funkce umožňující simulaci a analýzu pohybu sestavy. Používá se především k rozpohybování sestavy, což umožňuje vizualizaci interakce různých dílů v kontextu reálného světa.

U sestav se vazby používají k definování prostorových vztahů mezi součástmi, například k umístění součástí vůči jiným součástem, nebo k definování otočného bodu pro rotační pohyb. Jakmile je zaveden dostatečný počet vazeb, lze pomocí funkce řízení vztahu animovat pohyb definovaný těmito omezeními v nastaveném rozsahu a rychlosti. Může jít například o stlačování pružiny nebo řízení rotace vačky. Velkou výhodou je, že umožňuje rozpoznat potenciální problémy, jako je kolize součástí nebo nedostatečný rozsah pohybu, již brzy při návrhu.

Výsledný pohyb lze také zaznamenat jako animaci. Animace představují nástroj pro prezentace návrhu, recenze nebo pro vytváření montážních a demontážních návodů. Funkce tedy slouží jako důležitý nástroj pro ověřování návrhů sestav a zlepšování komunikace při návrhu.



Obr. 5-3 Dialogové okno řízení vztahu

5.4 Volba barev

Barvy hrají zásadní roli při sdělování významu, zvýrazňování důležitých prvků a vytváření vizuálně příjemného zážitku pro diváky. Důležitým aspektem používání různých barev je možnost snadného rozlišení různých součástí nebo prvků v rámci návrhu. Přiřazením barev různým částem je diváci mohou snadno identifikovat a rozlišit, což napomáhá jejich správnému pochopení.

Použitím výrazných nebo živých barev je možné upozornit na nejdůležitější prvky. To pomáhá vést pozornost diváka a usnadňuje komunikaci nejdůležitějších částí návrhu nebo funkčních vlastností.

5.5 Inventor studio

5.5.1 Časová osa

Časová osa je základem pro vytváření animací v Inventor Studiu. Časová osa představuje grafické znázornění jednotlivých částí animace v čase a umožňuje přesnou kontrolu nad pořadím, načasováním a trváním událostí.

Každý řádek na časové ose představuje samostatný prvek celkové animace, například pohyb součásti, změnu pohledu kamery nebo nastavení světelného zdroje. Tyto prvky jsou označeny obdélníky umístěnými podél časové osy v určitých časových bodech. Každý obdélník uchovává určující informace pro danou akci. Změnou těchto obdélníků mohou uživatelé měnit, kdy a jak akce v animaci proběhne.

Časová osa také umožňuje snadnou reorganizaci událostí a úpravu doby trvání dané akce, což poskytuje vysokou míru flexibility při vytváření animace. Díky tomu, že časová osa nabízí uživatelsky intuitivní a podrobné rozhraní pro ovládání animací, je klíčovým nástrojem pro vytváření výsledných animací, sdělujících koncepci a funkci návrhu.

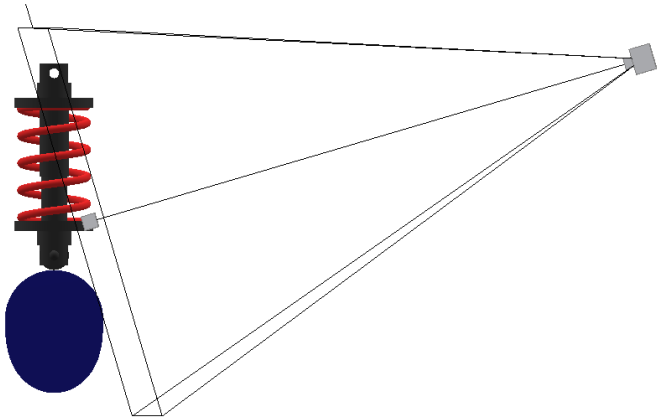
Obr. 5-4 Časová osa a její ovládací prvky

5.5.2 Kamera a její animace

Kamery v Inventor Studiu definují úhel, ze kterého je scéna pozorována, a umožňují přesně kontrolovat, která část modelu je vidět a jak je prezentována. Uživatelé mají možnost definovat v rámci scény více kamer, každou s jedinečným nastavením a perspektivou. Každou kameru lze umístit a orientovat v 3D prostoru tak, aby zachytila požadovaný úhel pohledu, ať už jde o detailní záběr dílu zblízka, širokoúhlý pohled na celou sestavu nebo cokoli mezi tím.

Pohled kamery na scénu lze přizpůsobit řadou nastavení, která Inventor studio nabízí. Délka objektivu je možné upravit perspektivní zkreslení, nastavením hloubky ostrosti, může uživatel rozostřit objekty mimo vybrané pole a zaměřit tak pozornost na určitou část scény. Kameru lze umístit na točnici a tím při animaci měnit její polohu. Tím může uživatel zobrazit danou součást z více úhlů během jedné scény.

Animace pohybující se kamery v aplikaci Autodesk Inventor Studio spočívá v definování cesty kamery a její nastavení na časové ose. Cesta lze určit buď přímo ve 3D prostoru, nebo zarovnáním kamery k již existující křivce v modelu. "Cíl" kamery, tedy bod, na který se kamera dívá, lze také animovat a vytvářet tak efekty, jako je posouvání po scéně nebo sledování pohybujícího se objektu. Úspěšná implementace těchto prvků umožňuje dynamické a podrobné animace 3D modelu.

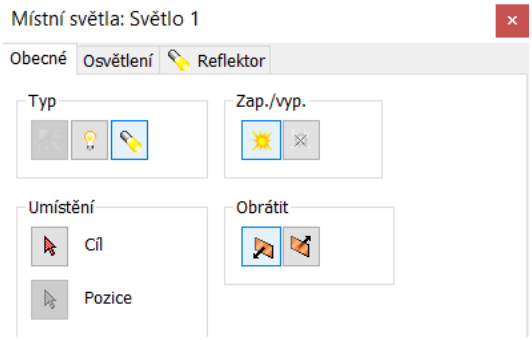


Obr. 5-5 Grafické znázornění kamery

5.5.3 Světla a jejich animace

Osvětlení je důležitý aspekt při vytváření renderů a animací. Správným nastavením zdrojů světla mohou uživatelé zvýraznit vybrané prvky, či poukázat na složité detaily.

Inventor Studio nabízí více typů světelných zdrojů, z nichž každý má své vlastní, specifické vlastnosti. Patří mezi ně bodová, reflektorová a směrová světla. Bodová světla vyzařují světlo ve všech směrech z určitého bodu. Reflektorová světla směřují světlo do určité oblasti, podobně jako baterka. Směrová světla vyzařují souběžné světelné paprsky z nekonečné vzdálenosti, obvykle se používají k simulaci slunečního světla. Každý z těchto světelných zdrojů lze nastavit z hlediska intenzity, barvy a polohy v 3D prostoru.

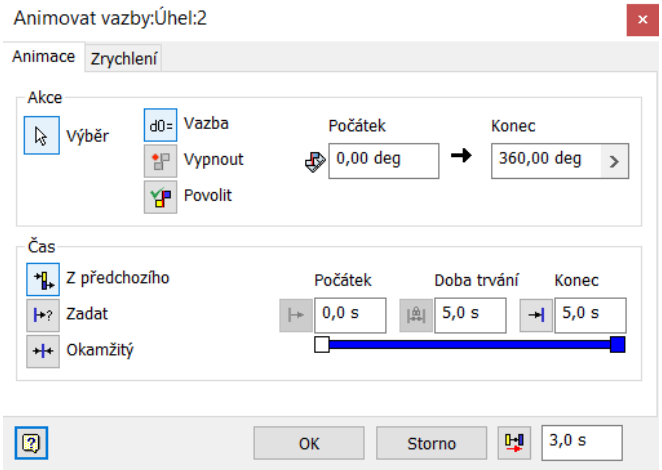


Obr. 5-6 Dialogové okno vytváření světel

5.5.4 Animace vazeb

Animace vazeb je funkce, která uživatelům umožňuje simulovat pohyb sestavy. Animací vazeb sestavy je možné zobrazit pohyb dle skutečných mechanických vztahů mezi součástmi. Díky tomu je pochopení fungování sestavy nebo způsob použití výrobku mnohem jednodušší.

Může se jednat například o řízení rotační vazby, které roztočí vačku, nebo o řízení vzdálenosti mezi díly, které stlačí píst. Úpravou rozsahu, rychlosti nebo směru těchto vazeb je možné animaci nastavit tak, aby přesně odpovídala zamýšlenému pohybu. Tyto animace omezení lze zachytit a zahrnout do časové osy animace spolu s dalšími událostmi, jako jsou pohyby kamery nebo změny osvětlení.



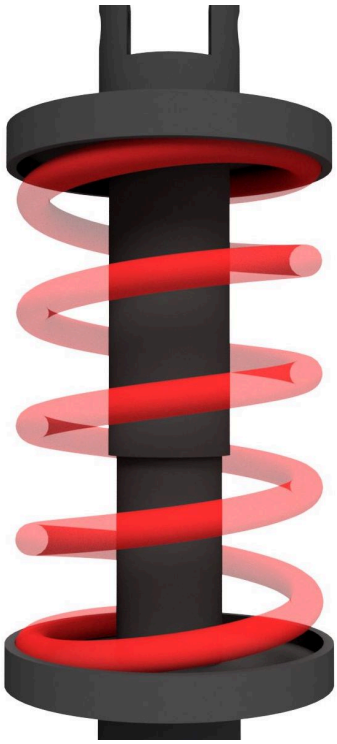
Obr. 5-7 Dialogové okno animace vazeb

5.5.5 Animace útlumu

Animace útlumu představuje nástroj pro uživatele, kteří chtějí během animační sekvence přidat důraz na určitou součást, nebo ji naopak skrýt. Tato funkce umožňuje uživateli upravovat průhlednost dílů nebo sestav po určitou dobu.

Animace útlumu lze použít například ke zdůraznění určité komponentu tím, že ostatní komponenty v sestavě zmizí. Případně mohou být použity pro popis procesu montáže nebo demontáže postupným skrýváním komponent, čímž napodobuje jejich přidávání nebo odebírání.

Implementace animace útlumu spočívá v zadání počáteční a koncové hodnoty neprůhlednosti komponenty v rozsahu od 0% (zcela průhledná) do 100% (zcela neprůhledná) a časové body těchto hodnot na časové ose.

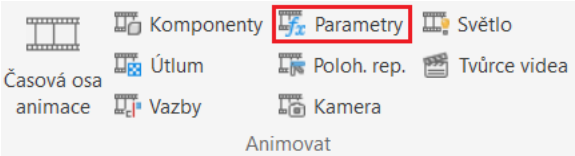


Obr. 5-8 Součást částečně utlumená na 70%

5.5.6 Animace parametrů

Funkce animovat parametry umožňuje uživatelům simulovat, jak se změnou parametru jejich model mění v čase. Funkci lze použít s různými parametry, včetně rozměrových hodnot, jako jsou délky nebo průměry. Animací těchto parametrů mohou uživatelé vytvářet efektivní animace dopadů změny parametrů na jejich model.

Inventor Studio interpoluje hodnoty parametrů mezi koncovými body, což vede k plynulému přechodu z jedné hodnoty na druhou po dobu trvání animace. V důsledku toho se parametr v průběhu času mění postupně, místo aby náhle přeskakoval z jedné hodnoty na druhou.



Obr. 5-9 Možnosti animací se zvýrazněnou animací parametrů

5.5.7 Renderování obrázku

Renderování obrázku je funkce, která uživatelům umožňuje vytvářet velice kvalitní obrázky jejich 3D modelů. Tato funkce využívá pokročilé techniky vykreslování k vytvoření obrázků, které zohledňují materiály modelu, osvětlení a nastavení prostředí. Výsledkem je obraz, který se může velmi podobat fotografii skutečného objektu.

Uživatelé ovlivňují nemalou část procesu vykreslování. Předem definují nastavení, jako je rozlišení obrazu, kvalita vykreslování, poměr stran a předem ovlivnit čas strávený renderováním. Mohou také určit, kterou kameru použít, a také jaký styl osvětlení má být použit.

5.5.8 Formát renderovaného obrázku

Inventor studio nabízí při renderování obrázku různé formáty výstupu, z nichž každý má své vlastní vlastnosti a optimální scénáře použití. Jedná se o tyto typy obrazových souborů: PNG, JPG (nebo JPEG), BMP, GIF a TIFF (nebo TIF).

Soubory PNG jsou známé kompresí beze ztrát, to znamená, že zachovávají původní kvalitu obrázku bez ztráty detailů. Podporují širokou škálu barev a pozadí může být průhledné. Jsou ideální pro grafiku, ilustrace a obrázky s ostrými hranami nebo průhledností.

Soubory JPG jsou používány pro svou ztrátovou kompresi, která razantně snižuje velikost souboru na úkor některých detaily obrazu. Tyto soubory nabízejí dobrou rovnováhu mezi kvalitou obrazu a velikostí souboru, takže jsou vhodné pro fotografie a složité obrázky.

Soubory BMP jsou nekomprimované obrazové soubory, které ukládají informace o obrazu pixel po pixelu. Tím je zachována nejvyšší kvalitu obrazu a nabízejí bezeztrátovou kompresi, ale ve srovnání s dalšími formáty mají větší velikost souborů.

Soubory GIF se hojně používají pro animace a jednoduchou grafiku. Využívají kompresi bez ztrát a podporují průhlednost, takže jsou vhodné pro obrázky s omezenou barevnou paletou a plochy plných barev.

Soubory TIFF jsou z výběru nejuniverzálnější a oblíbené jsou také díky své schopnosti ukládat vysoce kvalitní obrázky s bezeztrátovou kompresí. Podporují různé barevné prostory a mohou zachovat více vrstev.

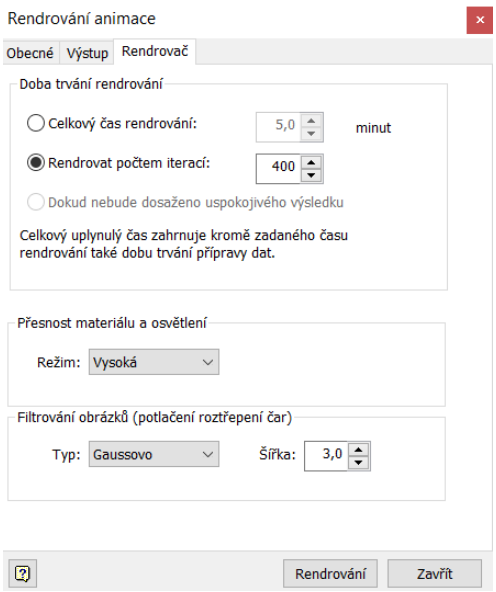
Při výběru formátu obrazového souboru je důležité zvážit konkrétní požadavky projektu nebo aplikace. Nejdůležitějšími faktory při výběru typu formátu renderovaného obrázků je kvalita obrazu, velikost souboru a pokud chceme obrázek s průhledným pozadím, tak podpora průhlednosti. Průhlednost nabízí pouze formáty PNG, GIF a TIFF. Z těchto formátů je PNG nejkvalitnější, ale také nejnáročnější na velikost výsledného souboru. Pokud uživateli záleží na velikosti je nejlepší volbou JPG díky skvělé rovnováze mezi kvalitou obrazu a velikostí souboru.

5.5.9 Renderování animace

Funkce renderování animace je funkce, která umožňuje pomocí předpřipravené časové osy vytvořit vysoce kvalitní animace. Vykreslení animace se zakládá na zpracování každého snímku zvlášť, přičemž se používají techniky sledování paprsků (tzv. Ray tracing), které simulují chování světla při interakci s 3D modelem a prostředím. Tím dojde k vytvoření animace modelu, která zachycuje osvětlení, materiál, stíny a odrazy.

Před vykreslováním mohou uživatelé zadat různá nastavení, která ovlivní výstup. Patří mezi ně rozlišení, snímková frekvence, kvalita vykreslování a formát souboru pro finální animaci. Uživatelé mají také možnost definovat pohledy kamery a podmínky osvětlení, které mají být použity.

Funkce pak na základě těchto nastavení vykreslí jednotlivé snímky a vytvoří animaci, kde každý snímek představuje kvalitně vyrenderovaný obraz. Tento proces může být vzhledem k výpočetní náročnosti vykreslování časově náročný, ale výsledkem je vizuálně působivá animace.



Obr. 5-10 Dialogové okno renderování animace

5.5.10 Formát renderované animace

Inventor Studio pro vykreslování animací nabízí dva formáty: WMV (Windows Media Video) a AVI (Audio Video Interleave).

Formát WMV je oblíbený díky své kompatibilitě s operačním systémem Windows, zároveň je velikost souboru relativně malá. Přestože animace nezabírá příliš mnoho míst, nedochází výraznému snížení kvality videa.

Formát AVI je více flexibilní a kompatibilní s různými platformami a přehrávači médií. Soubory AVI nabízejí širší škálu kodeků a nastavení, což uživatelům umožňuje vyladit kvalitu videa a kompresi podle jejich specifických požadavků. Soubory AVI ale mají v porovnání s WMV soubory obvykle větší velikost.

Při rozhodování mezi formáty WMV a AVI je nutné zvážit výhody a nevýhody obou formátů, jako jsou platformy, kde bude výsledná animace přehrávána, rozdílné velikosti souborů a případná možnost dalších úprav videa. Zatímco WMV nabízí komprimovanější formát vhodný pro uživatele systému Windows, AVI poskytuje větší flexibilitu a kompatibilitu v různých systémech a přehrávačích médií.

5.6 Příklady vytvořené do výuky

Než se pustíme do konkrétních příkladů, je důležité uvést stručný přehled prezentace, která je také výstupem této práce. Cílem prezentace je lépe vysvětlit problematiku vizualizačních technik studentům. Prezentace začíná uvedením kontextu významu vizualizace v oblasti inženýrství, ve zkratce uvádí jednotlivé druhy vizualizací a zdůrazňuje důležitou roli barevného motivu.

Každý příklad je navrženo tak, aby se zabýval konkrétními postupy vizualizace v Autodesk Inventoru. Cvičení slouží jako praktické ukázky, které studentům umožňují získat praktické zkušenosti a zvýšit jejich odbornost ve využívání Inventoru pro účely vizualizace.

U každého příkladu je v prezentaci uveden postup krok za krokem. Uvádí cíle výuky a očekávané výsledky každého cvičení, čímž zajišťuje, že studenti vědí, čeho na konci cvičení dosáhnou. Prezentace obsahuje tipy týkající se používání barev, animace a vykreslování, které jsou základními součástmi efektivních vizualizací. Tyto tipy poskytují studentům cenné poznatky o tom, jak zvýšit působivost a estetiku svých návrhů, aby byly poutavější a vizuálně přitažlivější.

V následujících kapitolách budou příklady podrobně představeny.

5.6.1 První příklad – animace pružiny

V tomto příkladu se studenti seznámí s vytvářením parametrického modelu pružiny a využití příkazu řídit k vytvoření animace. Cílem tohoto cvičení je poskytnout studentům praktickou zkušenost s vytvořením modelu a animací pružiny.

Na začátku studenti vymodelují adaptivní pružinu v již předpřipravené sestavě sestávající ze dvou podložek. Postupně krok za krokem se studenti naučí postup vytvoření parametrické pružiny definováním přesných rozměrů a stanovením parametrů, které odkazují na existující rozměry.

Důležitou částí tohoto příkladu je naučení studentů používat příkaz řídit. Použitím řízeného pohybu pružiny studenti vyvolají pomocí změny vzdálenosti přímočarý pohyb. Změnou parametrů pohybu, jako je vzdálenost a velikosti přírůstku, získají studenti možnost jemně doladit a pozorovat chování pružiny. Díky tomuto příkladu získají studenti zkušenosti s tím, jak navrhovat a animovat parametrické pružiny s pomocí příkazu řídit.

Obr. 5-11 Render prvního příkladu

Výstupní animace má sice v porovnání s následujícími příklady horší kvalitu, ale čas strávený tvorbou animace je neporovnatelně kratší, především kvůli času renderování. Tato možnost animace je tedy vhodná například pro sdílení uvnitř týmu mezi jednotlivými kolegy, kde není nutnost nejvyšší kvality, ale naopak je důležitá otázka času.

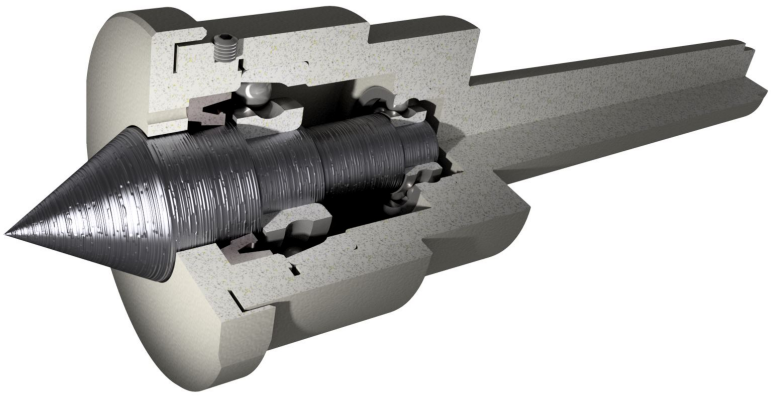
5.6.2 Druhý příklad – render obrázku

V tomto příkladu se studenti ponoří do oblasti grafických výstupů v podobě renderovaných obrázků a prozkoumají možnosti renderování v modulu Inventor Studio. Hlavním cílem tohoto příkladu je ukázat studentům postupy potřebné k vytvoření vysoce kvalitních obrázků, které detailně ukazují i složité sestavy.

Aby bylo dosaženo větší názornosti a lepšího zobrazení sestavy, provedou studenti v úvodnímu kroku tříčtvrtinový řez modelem. Odhalením vnitřních součástí umožní studentům pořizovat snímky, které ukazují nejen vnější prvky, ale také fungování uvnitř sestavy. Tento postup zlepšuje celkové pochopení konstrukce.

Jakmile je sestava připravena, studenti se seznámí s Inventor Studiem. Zde se naučí postupy vykreslování a osvojí si techniky pro vytváření vizuálně působivých a realistických obrázků. Prostřednictvím nastavení světelných podmínek a konfigurace scény položí studenti základy pro vytvoření poutavých vizuálních obrazků, které navodí požadovanou atmosféru a náladu.

Dále se studenti naučí vyvážení realističnosti a efektivity při vykreslování. Naučí se také finální nastavení, jako je rozlišení, kvalita a doba vykreslování, aby dosáhli optimálních výsledků na základě konkrétních požadavků projektu. Ačkoli omezený čas výuky může znamenat omezení, studenti budou díky příkladu v budoucnu schopni vytvořit vysoce kvalitní obrázky, které budou prezentovat podstatu a smysl jejich návrhu.



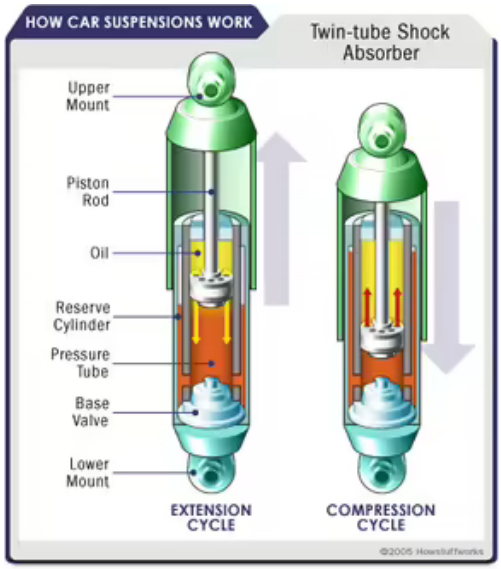
Obr. 5-12 Render druhého příkladu

Je nutné si uvědomit, že výstupní kvalita renderovaných obrázků v tomto příkladu je velice ovlivněna časovým omezením. To může mít za následek, že některé detaily sestavy nemusí být plně a kvalitně vykresleny. Cenné zkušenosti získané v rámci tohoto příkladu však studentům umožňují renderování porovnatelné s prací profesionálního fotografa. Tato zkušenost se nepochybně ukáže jako přínosná v jejich budoucím úsilí při realizaci vlastních projektů, neboť jim umožní vytvářet vizuálně poutavé prezentace a efektivně komunikovat své návrhy.

5.6.3 Třetí příklad – render animace

V tomto příkladu studenti prozkoumají možnosti, které nabízí nástroj Design Accelerator v rámci aplikace Autodesk Inventor. Startovním bodem tohoto cvičení je tvorba vačky, kde studenti využijí nástroj Design Accelerator k rychlému vytvoření této součásti.

Studenti definují profil vačky a další nastavení parametrů, jako je zdvih, úhel a časování pohybu. Tento proces umožňuje studentům vyladit chování a výsledkem je přizpůsobená součást, která se bezchybně začlení do celkové sestavy. Samotná sestava simuluje odpružení osobního automobilu, přičemž vačka napodobuje zvlněný povrch vozovky, což studentům poskytuje realistický a praktický kontext pro jejich výuku.



Obr. 5-13 Schéma odpružení osobního automobilu [6]

Jako další prozkoumají studenti další možnosti Inventor Studia, který vdechne jejich sestavám život pomocí animací. Zde se studenti seznámí s funkcemi a vlastnostmi modulu Inventor Studio a využijí nástroje, jako je časová osa, kamery a světla, k vytvoření animace.

Nastavením animační sekvence na časové ose, pohybů kamery a světelných podmínek studenti vytvoří animaci obsahující rotující kamerou a výsledný pohyb pružiny.

Je důležité zmínit, že časová omezení hrají i nadále důležitou roli v kvalitě výstupu animace. Nejdůležitější součástí výuky je však to, že studenti získají schopnost vytvářet animace, které mohou při vhodných parametrech a pečlivé pozornosti věnované detailům konkurovat animacím vytvořeným softwarem určeným přímo pro tvorbu videa. To vypovídá o schopnostech programu Autodesk Inventor.

Obr. 5-14 Render třetího příkladu

Na tomto příkladu studenti získají znalosti o nástroji Design Accelerator, čímž se zvýší jejich schopnost vytvářet specializované součásti a bezproblémově je používat ve funkčních sestavách.

6 DISKUZE

Na základě vzniku nového předmětu, zabývajícího se pokročilými funkcemi programu Autodesk Inventor, vyvstala nutnost vytvoření výukových podkladů. Základem předmětu je výuka pokročilé práce v Inventoru, na tento aspekt je vhodné brát ohled, díky tomu jsou z příkladů vynechány základní funkce. Příklady jsou více zaměřené na specifické funkce, které mohou studentům pomoci pozvednout jejich práci s Inventorem.

Jednotlivé příklady jsou doplněné prezentací popisující jednotlivé kroky, které studenty dovedou ke kýženému výsledku. Prezentace musí být jasná a snadno pochopitelná, aby nedocházelo k nepochopení studenty a nutnosti zbytečných zásahů vyučujícího, což může vést k navyšování času potřebného pro vypracování příkladů.

Po vypracování jednotlivých příkladů by studenti měli být schopni samostatně nastavit scénu a kamery, umístit světla, případně nastavit jednotlivé prvky animace potřebných pro vytvoření graficky kvalitních a fotorealistických výstupy z Inventoru.

7 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření edukačních příkladů pro výuku vizualizačních technik v programu Autodesk Inventor. Vytvořeny byly tři příklady, které studenty uvedou do problematiky vizualizací, provedou návrhem a naučí je vypracovat vlastní grafické výstupy.

Na začátku práce byla provedena rešerše týkající se problematiky vizualizací a jednotlivých typů vizualizacích se kterými se inženýr běžně v praxi potká, dále také jednotlivých možností programu Autodesk Inventor a implementovaných funkcí.

V rámci práce byly vypracovány tři příklady a k nim odpovídající prezentace obsahující postup vedoucí k jejich vypracování. Příklady pokrývají řadu základních pojmů a nástrojů, včetně Inventor Studia, parametrického modelování, Design Acceleratoru a animace. Vybavením studentů vizualizačními dovednostmi tato práce přispívá k jejich profesnímu rozvoji a připravuje je na výzvy v oblasti strojírenství. Schopnost efektivně sdělovat konstrukční nápady, analyzovat složitá data a činit informovaná rozhodnutí je pro úspěch v dnešním konkurenčním prostředí klíčová.

Kapitola diskuze obsahuje důvody pro tvorbu této práce. Proběhla v ní interpretace výsledků, kterých práce dosáhla. Také byly uvedeny problémy, které se mohou při výuce vyskytnout a kroky jak jim předejít.

Závěrem bych chtěl zmínit každoroční aktualizace Inventoru, ke kterým dochází z důvodů zlepšování uživatelského prostředí a funkcí v programu obsažených. Díky každoročním aktualizacím se dá očekávat, že bude nutné výstupy této práce nutné vylepšit a pozměnit aby odpovídali nejnovějším verzím softwaru.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Help. *Product Documentation | Autodesk Help* [online]. Dostupné z: https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2023/ENU/
2. WAGUESPACK, Curtis. Mastering Autodesk Inventor 2013 and Autodesk Inventor LT 2013. Indianapolis: John Wiley, 2012, xxxi, 976 s.: obr. ISBN 978-1-118-27430-9.
3. What is Product Visualization? - WillGibbons.com. *WillGibbons.com — Product Visualization Tutorials & Resources* [online]. Copyright © 2023 Will Gibbons Design, LLC. All Rights Reserved. [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: https://www.willgibbons.com/product-visualization/
4. Visualization (graphics) - Wikipedia. [online]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Visualization_(graphics)
5. FOŘT, Petr a Jaroslav KLETEČKA. Autodesk Inventor: tvorba digitálních prototypů. 3, aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2012, 314 stran: ilustrace (některé barevné). ISBN 978-80-251-3728-4.
6. How Does Vertical Acceleration Work? | HowStuffWorks. *Auto | HowStuffWorks* [online]. Dostupné z: https://auto.howstuffworks.com/vertical-acceleration.htm
7. FLORIÁN, Vojtěch. *Koncepční návrh testeru ozubení pro vesmírné aplikace.* Brno, 2022. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/139444. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce David Košťál.
8. PW GTF Geared Turbofan Engine - Cutaway 3D model | CGTrader. *CGTrader - 3D Models for VR / AR and CG projects* [online]. Copyright © CGTrader 2011 [cit. 22.05.2023]. Dostupné z: https://www.cgtrader.com/3d-models/aircraft/aircraft-part/pw-gtf-geared-turbofan-engine-cutaway

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

9.1 Seznam použitých zkratek

CAD	Computer Aided Desigm
WMW	Windows Media Video
AVI	Audio Video Interleave
PNG	Portable network Graphics
JPEG	Joint Photographic Experts Group
BMP	Bitmap
GIF	Graphics Interchange Format
TIFF	Tag Image File Format

10 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 5-1 Možnosti Design acceleratoru 19
Obr. 5-2 Dialogové okno generátoru vaček 19
Obr. 5-3 Dialogové okno řízení vztahu 20
Obr. 5-4 Časová osa a její ovládací prvky 21
Obr. 5-5 Grafické znázornění kamery 22
Obr. 5-6 Dialogové okno vytváření světel 23
Obr. 5-7 Dialogové okno animace vazeb 23
Obr. 5-8 Součást částečně utlumená na 70% 24
Obr. 5-9 Možnosti animací se zvýrazněnou animací parametrů 25
Obr. 5-10 Dialogové okno renderování animace 27
Obr. 5-11 Render prvního příkladu 29
Obr. 5-12 Render druhého příkladu 30
Obr. 5-13 Schéma odpružení osobního automobilu [6] 31
Obr. 5-14 Render třetího příkladu 32

11 SEZNAM PŘÍLOH

1. Příklad 1 – animace pružiny.zip
2. Příklad 2 – Render obrázku.zip
3. Příklad 3 – Render animace.zip
4. Vizualizace a render výstupů CAD.pptx
5. Příklad 1 – animace.AVI
6. Příklad 1 – render obrázku.JPG
7. Příklad 2 – render obrázku.JPG
8. Příklad 3 – render obrázku.JPG
9. Příklad 3 – render animace.MP4