

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA JADERNÁ A FYZIKÁLNĚ INŽENÝRSKÁ

Katedra softwarového inženýrství

Studijní program: Aplikace informatiky v přírodních vědách



# Využití metod virtuální reality pro vizualizaci numerické simulace dynamiky tekutin

## Utilization of virtual reality tool for the visualization of fluid flow numerical simulation

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval: Martin Tůma  
Vedoucí práce: Ing. Pavel Eichler, Ph.D.  
Rok: 2025

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Děčíně dne .....

.....

Martin Tůma

*Název práce:*

**Využití metod virtuální reality pro vizualizaci numerické simulace dynamiky tekutin**

*Autor:* Martin Tůma

*Studijní program:* Aplikace informatiky v přírodních vědách

*Specializace:* –

*Druh práce:* Bakalářská práce

*Vedoucí práce:* Ing. Pavel Eichler, Ph.D.

Katedra softwarového inženýrství, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze

*Konzultant:* –

*Abstrakt:* Popis práce česky

*Klíčová slova:* Virtuální realita

*Title:*

**Utilization of virtual reality tool for the visualization of fluid flow numerical simulation**

*Author:* Martin Tůma

*Abstract:* Popis práce anglicky

*Key words:* Virtual reality

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>5</b>
<b>1 Využití Unity pro VR vizualizaci</b>	<b>7</b>
<b>2 Mřížková Boltzmannova metoda</b>	<b>8</b>
<b>3 Návrh a implementace programu</b>	<b>9</b>
3.1 Postup při návrhu . . . . .	9
3.2 Technické detaily implementace . . . . .	9
<b>Závěr</b>	<b>10</b>
<b>Seznam použitých zdrojů</b>	<b>11</b>
<b>Přílohy</b>	<b>13</b>
<b>A Dokumentace k aplikaci</b>	<b>13</b>

# Úvod

S technologickým vývojem se objevila z různých specializovaných důvodů potřeba manipulovat s daty ve 3-rozměrném prostoru a tak byly vyvinuté technologie, které toto zobrazení umožňují. Mezi tyto technologie patří VR (Virtual Reality), AR (Augmented Reality) a MR (Mixed Reality). VR je technologie která nám umožňuje vstoupit do digitálního světa a manipulovat s 3D objekty, AR zachovává prvky opravdového světa a přidává k němu digitální "displej" (představme si například jako HUD v herním světě). MR se snaží tyto dvě technologie zkombinovat a poskytnout možnost, jak rozšířit opravdový svět o 3D objekty se kterými je možné manipulovat. V této práci se budeme zabývat VR světem, který je atraktivní pro různé průmysly, v praxi se můžeme setkat například s využitím v zábavním průmyslu, medicíně[10], ale i třeba v stavebnictví[11]. Pro plné využití je třeba použít vhodné hardwarové vybavení. Na trhu máme na výběr z několika různých výrobců a modelů, například Meta Quest[4] od společnosti Meta, HTC Vive[1] od společností Valve a HTC nebo Valve Index[2]. Hardware se liší hlavně v tom, jaké aplikace a knihovny ho podporují. Tato práce bude prováděna za použití Valve Index[2], jelikož k tomuto hardwaru máme přístup a je široce podporovaný.

Pro účel vytváření aplikací lze v dnešní době použít různé softwarové nástroje. Prvním příkladem těchto nástrojů jsou game enginey Unity[5] a Unreal Engine[7]. Tyto enginey nám poskytují možnost vytvořit aplikaci pomocí již předpřipravených knihoven a nástrojů, mezi nimiž nalezneme například detekci vstupu hardwaru[6], nebo nástroje pro multiplatformní vývoj[20]. Tyto enginey jsou používány v různých odvětvích, jako je stavebnictví[11] nebo ve zdravotnictví (produkty od Virtamed[10]).

Aplikace ParaView[12] poskytuje možnost pracovat s formáty souborů běžně používaných ve vědecké činnosti a poskytuje možnost vytvářet skripty pro automatizaci práce[21]. Dalším příkladem je NVIDIA IndeX, který se zaměřuje na práci s výpočetními clustery[14]. NVIDIA IndeX také existuje jako plugin pro ParaView umožňující 3D interakci s obrovskými datasety[13].

Pro tvorbu aplikací na nižší programovací úrovni můžeme použít knihovnu OpenVR[16], což je open source knihovna pod licenci BSD-3-Clause license[16]. Tato knihovna je vhodná pro případy, kdy chceme přímo manipulovat s hardwarem[16], její dokumentace je ale nedostatečná a tak práce s touto knihovnou není přímočará a je třeba tuto knihovnu prostudovat do hloubky.

V rámci této práce budeme využívat Unity pro tvorbu naší aplikace a to hlavně z důvodu dostupnosti softwaru, kompatibility s naším hardwarem[17] a disponability různými rozšířeními (toolkity), které usnadňují práci s VR hardwarem, například

XR Interaction Toolkit[18].Budeme se zabývat použitím VR pro účel vizualizace numerických simulací v reálném čase. Tato aplikace půjde potencionálně využít při hlubším studiu jevů vyskytujících se v problematice proudění tekutin či jako rozšiřující prvek výuky studentů z FJFI.

# Kapitola 1

## Využití Unity pro VR vizualizaci

Unity disponuje několika různými nástroji, které lze použít k vývoji aplikací pro VR, mezi nimiž nalezneme například XR Interaction Toolkit[18], který je pro nás důležitým nástrojem pro využití našeho hardwaru.

## Kapitola 2

### Mřížková Boltzmannova metoda



# Kapitola 3

## Návrh a implementace programu

### 3.1 Postup při návrhu

### 3.2 Technické detaily implementace

# Závěr

Zde napište text závěru své práce (1-3 strany, nerozdělujte na podkapitoly) nebo jej vložte ze samostatného souboru: např. příkazem `\input{vnitrek_zaver.tex}`.

Závěr by měl obsahovat shrnutí práce a zopakovat/zdůraznit, jaké jsou výsledky. Může obsahovat i náměty na budoucí rozšíření práce.

V závěru práce byste neměli hodnotit svou práci – to udělají členové komise při státní závěrečné zkoušce.

# Literatura

- [1] HTC. *HTC Vive* [online]. 2016 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://www.vive.com/us/>
- [2] VALVE CORPORATION. *Valve Index* [online]. 2019 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://store.steampowered.com/valveindex>
- [3] VALVE CORPORATION. *Half-Life: Alyx* [online]. 2020 [cit. 2024-11-10]. Dostupné z: [https://store.steampowered.com/app/546560/HalfLife\\_Alyx/](https://store.steampowered.com/app/546560/HalfLife_Alyx/)
- [4] META. *Meta Quest* [online]. 2020 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://www.meta.com/quest/quest-pro/>
- [5] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity VR OpenXR* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@1.13/manual/index.html>
- [6] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity VR dokumentace ovládaní* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://docs.unity3d.com/560/Documentation/Manual/OpenVRControllers.html>
- [7] EPIC GAMES. *Unreal Engine XR* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/xr>
- [8] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity VR* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://unity.com/solutions/vr>
- [9] EPIC GAMES. *Precision OS* [online]. 2020 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/vr-medical-simulation-from-precision-os-trains-surgeons-five-times-faster>
- [10] VIRTAMED AG. *Virtamed simulace* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://www.virtamed.com/en/custom-solutions/virtual-reality>
- [11] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity VR case study stavebnictví* [online]. 2017 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://unity.com/case-study/outhere-and-skanska>
- [12] KITWARE. *ParaView VR dokumentace* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://www.kitware.com/navigation-basics-in-virtual-reality-with-paraview/>

- [13] NVIDIA. *NVIDIA IndeX dokumentace* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://catalog.ngc.nvidia.com/orgs/nvidia-hpcvis/containers/paraview-index>
- [14] NVIDIA. *NVIDIA IndeX* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://developer.nvidia.com/index>
- [15] EPIC GAMES. *Unreal Engine XR dokumentace* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: [https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/developing-for-xr-experiences-in-unreal-engine?application\\_version=5.4](https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/developing-for-xr-experiences-in-unreal-engine?application_version=5.4)
- [16] VALVE CORPORATION. *OpenVR* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://github.com/ValveSoftware/openvr>
- [17] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity VR podpora* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://docs.unity3d.com/560/Documentation/Manual/VRDevices-OpenVR.html>
- [18] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity XR interaction toolkit* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@2.3/manual/index.html>
- [19] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity VR dokumentace* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://docs.unity3d.com/Manual/VROverview.html>
- [20] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity multiplatform* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://unity.com/solutions/multiplatform>
- [21] KITWARE. *ParaView scripting* [online]. 2024 [cit. 2024-11-03]. Dostupné z: <https://www.paraview.org/scripting/>

# **Příloha A**

## **Dokumentace k aplikaci**