# PROJEKT BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Valerij Šlovikov

# Využití GPU ve webových prohlížečích

# ČÁST I: VÝSTUPY REŠERŠE

## Stěžejní literatura

1. <https://webgpufundamentals.org/>
2. <https://webglfundamentals.org/>
3. <https://voicesofvr.com/1213-primer-on-webgpu-bringing-high-performance-3d-graphics-and-parallel-compute-to-the-web/>
4. <https://developer.chrome.com/blog/webgpu-io2023/>
5. <https://www.techtarget.com/whatis/definition/WebGL>
6. <https://cs.wikipedia.org/wiki/WebGL>
7. <https://carmencincotti.com/2022-04-18/drawing-a-webgpu-triangle/>
8. <https://alaingalvan.medium.com/raw-webgl-fd0a33cd45ce>
9. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API>
10. <https://www.toptal.com/javascript/3d-graphics-a-webgl-tutorial>
11. <https://caniuse.com/webgpu>
12. <https://www.shadertoy.com/view/4sS3zG>
13. <https://www.freecodecamp.org/news/learn-webgpu-a-next-generation-graphics-api-for-the-web/>
14. <https://www.tutorialspoint.com/webgl/index.htm>
15. <http://learnwebgl.brown37.net/>
16. Xu, J. (2023). WebGPU by Examples. [ISBN: 9798394130496].
17. Xu, J. (2023). WGPU by Examples. [ISBN: 9798864220252].
18. Xu, J. (2022). Practical GPU Graphics with wgpu-py and Python. [ISBN: 9798832139647].
19. Xu, J. (2022). Practical GPU Graphics with wgpu and Rust. [ISBN: 9798404949377].
20. Xu, J. (2021). Practical WebGPU Graphics. [ISBN: 9798725062625].

## Současný stav poznání

3D grafika na webu, která kdysi vyžadovala komplexní a náročné softwarové nástroje, nyní prochází transformací díky pokrokům ve webových technologiích. Příchod WebGL, a později WebGL2, znamenal zlomový bod ve zpřístupnění 3D grafiky širšímu spektru vývojářů. Tyto technologie nabízí nízko úrovňové API pro vykreslování složitých 2D a 3D grafických scén přímo v prohlížeči, což eliminuje potřebu dalších pluginů nebo specializovaného softwaru. Tento přístup umožňuje vývojářům vytvářet bohaté a interaktivní vizuální zážitky, které byly dříve mimo dosah běžných webových aplikací.

S nedávným nástupem WebGPU, novější a výkonnější technologie, se otevírají další možnosti v oblasti 3D grafiky na webu. WebGPU, navržený pro lepší využití moderního grafického hardwaru, poskytuje větší výkon a je efektivnější než jeho předchůdci. Umožňuje vývojářům vytvářet ještě komplexnější a vizuálně působivější scény, zatímco současně snižuje zátěž na zařízení uživatelů. Tato technologie se rychle stává standardem pro 3D grafiku na webu, přinášející nové úrovně realismu a interaktivity.

Jednou z hlavních výzev, kterým vývojáři čelí v souvislosti s těmito technologiemi, je jejich složitost a přístupnost. Ačkoli WebGPU a WebGL nabízí rozsáhlé možnosti, jejich nízko úrovňová povaha může být obtížná pro nové vývojáře, kteří se snaží osvojit si tyto nástroje. Křivka učení je strmá, a zvláště WebGPU vyžaduje hlubší porozumění jak grafickému hardwaru, tak i pokročilým programovacím technikám. Tato bariéra může bránit rychlejšímu přijetí a inovacím, zvláště mezi méně zkušenými vývojáři.

Dalším významným problémem je nedostatečná standardizace a proměnlivá podpora mezi různými prohlížeči a zařízeními. I když se WebGPU a WebGL stávají běžnějšími, existují významné rozdíly v tom, jak jsou tyto technologie implementovány a podporovány v různých prohlížečích. V současnosti významným úskalím je i situace že WebGPU je stále novou technologií. Tyto faktory přidávají další vrstvy komplexity pro vývojáře, kteří musí zajistit, aby jejich aplikace byly kompatibilní a optimalizované pro širokou škálu uživatelských prostředí.

Přes tyto výzvy, 3D grafika na webu pokračuje v expanzi a inovacích, nabízí nesčetné možnosti pro tvorbu bohatých, interaktivních a vizuálně oslňujících webových zážitků. S rostoucí dostupností vzdělávacích zdrojů a komunitní podporou má tato oblast potenciál překonat současné překážky a stát se zásadní součástí moderního webového vývoje.

## Potenciál pro další výzkum

V současném stavu pole 3D grafiky na webu se nabízí nespočet možností pro další výzkum a analýzy, zejména v kontextu využití a porovnání moderních technologií jako je WebGPU. V oblasti 3D grafiky na webu lze identifikovat dvě hlavní oblasti: rozšíření stávajících výzkumů a praktické aplikace již existujících poznatků. Tyto směry výzkumu mohou být klíčové pro porozumění a optimalizaci využití 3D technologií v moderním webovém designu.

První oblastí výzkumu je detailní analýza vývoje a současného stavu 3D grafických technologií na webu, se zvláštním zaměřením na WebGPU. Tato analýza by měla zahrnovat porovnání WebGPU s předchozími technologiemi jako jsou WebGL a WebGL2, zdůrazňující klíčové rozdíly, výhody a možnosti, které nová technologie přináší. Důležitým aspektem je také prozkoumání bezpečnostních aspektů a podpory prohlížečů, což jsou kritické faktory pro široké uplatnění těchto technologií v praxi.

Druhou oblastí je praktické využití WebGPU, které umožňuje vývojářům a designérům vytvářet sofistikovanější a vizuálně působivější webové zážitky. V této oblasti lze využít experimentálního přístupu, kde by byla navržena a implementována ukázková aplikace demonstrující schopnosti WebGPU. Tato aplikace by měla zahrnovat komplexní 3D modely, animace a interakce, poskytující případovou studii pro výkonnostní a funkční analýzu.

Výsledky takového výzkumu by mohly poskytnout cenné informace o výkonu, efektivitě a použitelnosti WebGPU v reálných aplikacích. Analýza by měla zahrnovat jak kvalitativní, tak kvantitativní aspekty, poskytující ucelený pohled na výhody a omezení WebGPU v kontextu různých typů webových aplikací.

Výzkum tedy v oblasti 3D grafiky na webu, zejména s ohledem na WebGPU, nabízí vzrušující možnosti pro další inovace a vývoj. Tento výzkum nejenže přispěje k lepšímu porozumění a využití moderních technologií, ale také může otevřít nové cesty pro vývojáře a designéry, kteří hledají efektivní způsoby, jak využít pokročilé 3D technologie ve svých webových projektech.

# ČÁST II: OBSAH ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

## Cíl

Hlavním cílem bakalářské práce je provést komplexní analýzu, porovnání a praktické využití moderní technologie WebGPU v kontextu 3D grafiky na webu. Práce bude strukturována do dvou základních částí: teoretické a praktické.

**Teoretická část:** V této části se práce zaměří na zkoumání vývoje a aktuálního stavu 3D grafických technologií na webu, s hlavním důrazem na WebGPU. Bude zde probíhající analýza, která porovná WebGPU s předchozími technologiemi, jako jsou WebGL a WebGL2, a zdůrazní jejich výhody, možnosti a odlišnosti. Dále bude zkoumána bezpečnost, podpora prohlížečů a potenciální aplikace WebGPU v moderním webovém designu.

**Praktická část:** Cílem praktické části je navrhnout a implementovat ukázkovou aplikaci, demonstrující schopnosti WebGPU. Aplikace zahrne komplexní 3D modely, animace a interakce, poslouží jako případová studie pro výkonnostní a funkční analýzu WebGPU. Bude zde také provedeno praktické srovnání výkonů WebGPU, WebGL a WebGL2. Výsledky této práce poskytnou cenné informace a náhledy pro vývojáře a designéry, kteří chtějí využít WebGPU ve svých projektech.

**Hypotéza:** Hypotézou práce je, že WebGPU nabízí výrazně lepší výkon a flexibilitu ve srovnání s předchozími technologiemi jako WebGL a WebGL2, a že jeho implementace do webových aplikací může výrazně zlepšit vizuální kvalitu a interaktivitu.

**Výzkumné otázky:**

1. Jaké jsou klíčové rozdíly mezi WebGPU a jeho předchůdci (WebGL a WebGL2) z hlediska výkonu, bezpečnosti a podpory prohlížečů?
2. Jaké jsou praktické přínosy a omezení použití WebGPU v reálných webových aplikacích?
3. Jaký vliv má implementace WebGPU na kvalitu a interaktivitu uživatelského rozhraní ve srovnání s tradičními metodami?

## Osnova

**Obsah**

[Úvod do 3D Grafiky na Webu 10](#_Toc143686539)

[1.1 Popis webGL, webGL2, a webGPU 11](#_Toc143686540)

[1.2 Historie a vývoj 12](#_Toc143686541)

[1.3 Aplikace a význam v moderním webovém designu 13](#_Toc143686542)

[2 Teoretická část (není název kapitoly) 14](#_Toc143686543)

[2.1 Porovnání WebGL, WebGL2 a WebGPU 14](#_Toc143686544)

[2.1.1 Funkční rozdíly 15](#_Toc143686545)

[2.1.2 Podpora prohlížečů 16](#_Toc143686546)

[2.1.3 Bezpečnostní aspekty 17](#_Toc143686547)

[2.2 Knihovny pro Práci s 3D Grafikou 18](#_Toc143686548)

[2.2.1 Three.js, Babylon.js, atd. 18](#_Toc143686549)

[2.2.2 Porovnání jednoduchosti práce s těmito knihovnami 18](#_Toc143686550)

[2.3 Parallax Mapping a Šroubovice 18](#_Toc143686551)

[2.3.1 Co to je a jak funguje 18](#_Toc143686552)

[2.3.2 Využití v 3D grafice 18](#_Toc143686553)

[2.4 Akcelerace AI pomocí WebGPU 18](#_Toc143686554)

[2.4.1 Základy strojového učení na grafických procesorech 18](#_Toc143686555)

[2.4.2 WebGPU a jeho výhody pro AI 18](#_Toc143686556)

[3 Praktická část/Empirická část/Vlastní práce (není název kapitoly) 19](#_Toc143686557)

[3.1 Nadpis úrovně 2 19](#_Toc143686558)

[3.2 Vykreslení Trojúhelníku s Přechodem RGB 21](#_Toc143686559)

[3.2.1 Vytvoření ukázkových projektů v Three.js, WebGL2 a WebGPU 21](#_Toc143686560)

[3.2.2 Srovnání výkonu (FPS) a složitosti kódu 21](#_Toc143686561)

[3.3 Vytvoření Hello World v Různých Technologiích 21](#_Toc143686562)

[3.3.1 Stejně jako výše, ale s jednoduchým "Hello World" příkladem 21](#_Toc143686563)

[3.4 Komponenta v Canvas v uu5 21](#_Toc143686564)

[3.4.1 Vývoj komponenty v uu5 21](#_Toc143686565)

[3.4.2 Vypsání statistik, výkonu 21](#_Toc143686566)

[3.5 Šroubovice s Paralax Mappingem 21](#_Toc143686567)

[3.5.1 Implementace šroubovice s paralax mappingem 21](#_Toc143686568)

[3.5.2 Analýza a srovnání výkonu 21](#_Toc143686569)

[3.6 Experimenty s AI a Grafikou 21](#_Toc143686570)

[3.6.1 (Nad rámec) Experimenty s přímým přístupem ke grafice pro strojové učení 21](#_Toc143686571)

[Závěr 22](#_Toc143686572)

[Seznam použitých zdrojů 23](#_Toc143686573)

[Seznam obrázků 24](#_Toc143686574)

[Seznam grafů 26](#_Toc143686575)

[Seznam příloh 27](#_Toc143686576)

[Příloha A – Název přílohy 28](#_Toc143686577)

[Příloha B – Název přílohy 29](#_Toc143686578)