

## **JÄMFÖRANDE FYSISK– OCH FUNKTIONELL FIDELITET I FPS- SPELS RÖKGRANATS-VFX**

## **COMPARING PHYSICAL– AND FUNCTIONAL FIDELITY IN FPS GAMES’ SMOKE GRENADE VFX**

Examensarbete i medier, estetik och berättande  
Grundnivå 15 högskolepoäng  
Vårtermin 2026

Benjamin Havskog  
Max Larsson

Handledare: Arslan Tursic  
Examinator: Lissa Holloway Attoway

# Sammanfattning

Studien undersöker FPS-spelares prioritering mellan fysisk- och funktionell fidelitet i rökgranatseffekter till tävlingsinriktade FPS-spel. Fidelitet beskriver hur verklighetstroget ett element är. Relationen mellan fysisk- och funktionell fidelitet inom VFX är ännu obeforskat. Forskning om fidelitet i tillämpade spel har däremot funnit att fidelitet i utbildande syfte stärks när nivån på fidelitet är densamma, men att funktionell fidelitet är viktigare än fysisk.

Rökgranatseffekter med varierande fidelitetsgrad konstruerades och implementerades i spelprototyper som testades av FPS-spelare under enskilda intervjusammanhang. Vid intervjuerna besvarade deltagarna frågor kring rökgranatseffekterna.

Studien fann tydliga mönster kring FPS-spelares prioriteringar mellan fysisk- och funktionell fidelitet, där funktionell prioriteras över fysisk. Däremot anses rökgranatseffektens strategiska syfte vara viktigare för spelarna än både funktionell och fysisk fidelitet.

För vidare forskning föreslås en ökning av den ekologiska validiteten genom att skapa spelprototyper som mer troget efterliknar FPS-spel. Ytterligare forskning har relevans eftersom VDB-strukturen ständigt utvecklas och optimeras, vilket är väsentligt för spelutveckling.

**Nyckelord:** VFX, Fidelity, Video games, First person shooter, Smoke FX

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Introduktion .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrund .....</b>	<b>2</b>
2.1	Grafik och gameplay .....	2
2.2	Fidelitet .....	2
2.3	Voxlar .....	2
2.4	Volymetrikt .....	2
2.5	Volymet i spel-VFX .....	3
2.6	VDB .....	3
2.7	Rekursion.....	3
2.8	Instansiering .....	3
2.9	Cellulärautomat.....	3
2.10	Linjärinterpolering .....	4
2.11	Proceduralitet.....	4
2.12	Noder och nodnätverk.....	4
2.13	Pyro Solver .....	4
2.14	Shaders .....	5
2.15	Ray marching.....	5
2.16	Pseudovolymetrisk textur .....	5
2.17	Render target.....	6
2.18	UV-koordinater.....	6
2.19	Tävlingsinriktade förstapersons skjutspel .....	6
2.20	State-of-the-art.....	6
2.21	Maskering .....	6
2.22	Tidigare forskning .....	7
<b>3</b>	<b>Problemformulering.....</b>	<b>8</b>
3.1	Metodbeskrivning.....	8
<b>4</b>	<b>Genomförande/Analys/Undersökning.....</b>	<b>10</b>
4.1	Prototyp .....	10
4.1.1	VDB-effekt.....	10
4.1.2	Raymarch-effekt.....	10
4.2	Intervju.....	11
4.2.1	Insamling av deltagare .....	11
4.2.2	Zoom-Intervju.....	12
4.2.3	Bearbetning av data.....	12

4.3	Resultat.....	13
<b>5</b>	<b>Sammanfattning och diskussion .....</b>	<b>17</b>
5.1	Sammanfattning.....	17
5.2	Diskussion .....	17
5.3	Samhälleliga och etiska aspekter.....	19
5.4	Framtida arbete.....	19
	<b>Referenser.....</b>	<b>21</b>

# 1 Introduktion

Inom spel är spelupplevelsen väsentlig för spelarens uppfattning av gameplay och tematik. Det är fördelaktigt om spelare uppfattar att spelvärlden svarar gentemot spelarens handlingar så att spelet uppfattas som responsivt och interaktivt.

Responsivitet kan komma i många olika audiovisuella former som leder till spelarens interaktion med spelmiljön, och visar på att spelvärlden svarar mot spelarens handlingar. En del av den audiovisuella responsiviteten är visuella effekter, vilket Barbosa, Lindgren och Dluhoš (2025) finner i sin studie.

Spelare sätter höga krav på visuella medier och är ofta väldigt duktiga på att känna när någonting är lite fel, även om de saknar den konstnärliga kunskapen att veta vad som är fel. Därför är det väsentligt att ett spels VFX:er är skapade avsiktligt och träffsäkert.

En effekt måste passa till spelets grafiska stil och dess tematik. I spel med högre fysisk fidelitet förekommer det ofta så kallade volymetriska effekter. Volymetriska effekter kan skapas med flera olika metoder, en vanlig metod är att skapa en volymetrisk simulering i ett externt program som sedan importeras in i de tänkta spelens infrastruktur. För spel med lägre fysisk fidelitet eller spel där fokus ligger på responsivitet är det standard att använda sig av alternativa metoder för att härma volymetri. Ett exempel på en sådan metod är shaderbaserade effekter som skapas i spelmotorn.

Syftet med den här studien är att undersöka FPS-spelares relation till funktionell fidelitet och fysisk fidelitet inom VFX, för att stödja spelutvecklare med begränsad budget i deras beslutsfattning om hur det tänkta spelets VFX prioriteras.

Den specifika relationen mellan fideliteter inom VFX är ännu obeforskat. Veinott et al. (2014) och Lukosch et al. (2019) undersöker dock olika typer av fidelitets relation till varandra inom tillämpade spel. Badoni, Katal, Reddy och Bhargavas (2022) undersöker spelares preferens mellan gameplay (interaktion) och grafik.

Fidelitet innebär hur verklighetstroget ett fenomen är återskapat. Fysisk fidelitet inom VFX syftar på de grafiska element som skådas i effekten, medan funktionell fidelitet syftar på interaktionen mellan effekten och spelaren eller effekten och omgivningen.

För att undersöka ämnet genomförs speltester, där deltagarna får spela fyra prototyper med olika rökeffekter. Testerna är strukturerade i två spelsessioner där den andra spelsessionen introducerar en högre funktionell fidelitet. Efter vardera spelsession intervjuas deltagarna och de får redogöra för vilken rökeffekt de föredrar och varför. Efter sista spelsessionen får deltagarna även resonera kring vad de värdesätter i rökgranater och hur effekterna kan förbättras.

## 2 Bakgrund

Inom spelutvecklingens konstnärligt inriktade discipliner behandlar den här studien tekniskt tyngre ämnen och komponenter. För att validera studien krävs en högre teknisk kunskap än standard för området medier, estetik och berättande. Därför lyfter och definierar det här kapitlet likväl principer som tekniska termer ämnade för spelutveckling. De ämnen som lyfts i kapitlet lyfts i ingen speciell ordning och bör betraktas som en övergriplig beskrivning.

### 2.1 Grafik och gameplay

Grafiska element och gameplay är två komponenter i spel och gör upp en stor del av spelarens interaktion med spelet. Grafiken innefattar allt spelaren kan se, och används för att förmedla tematik, emotiv, instruktioner, spelinformation, osv. (Badoni et al.2022) Gameplay syftar på spelarens förhållande till spelets regler, och hur spelaren kan interagera med spelets regler. (ibid) Interaktion genom gameplay kan påverka bland annat, en spelares känslor, motivation och tillfredsställelse. (ibid)

Ett spel kan inte existera utan både grafik och gameplay och de interagerar konstant med varandra. Eftersom både grafik och gameplay vill påverka spelarens upplevelse är det fördelaktigt om spelutvecklare finner en balans, där grafik och gameplay förhöjer varandra.

### 2.2 Fidelitet

Fidelitet beskriver hur exakt ett objekt eller fenomen är återskapat. Det finns många olika typer av fidelitet, till exempel kognitiv, fysisk, psykologisk och funktionell fidelitet. Den här studien fokuserar enbart på fysisk och funktionell fidelitet. Fysisk fidelitet beskriver hur verklighetstroget ett spels grafiska komponenter är. (Veinott et al. 2014; Lukosch et al. 2019) Funktionell fidelitet syftar på hur verklighetstroget en spelkomponent reagerar mot interaktion. (Lukosch et al. 2019) Den här studien fokuserar specifikt på fidelitet inom VFX och definierar fysisk fidelitet som verklighetstrogheten i effektens visuella element. Funktionell fidelitet inom den här studien syftar specifikt på verklighetstrogheten i effektens interaktion med spelaren eller omvärlden.

### 2.3 Voxlar

En voxel kan, enligt Mileff och Dudra (2017) samt Gao, He och Qi (2018) beskrivas som en tredimensionell pixel eller atom som innehåller information som position, färg och storlek. Mileff och Dudra (2017) beskriver även att det finns två primära sätt att visualisera voxlar. Voxlar är grunden för visualiseringen av effekter i tre dimensioner, som används i VDB formatet.

### 2.4 Volymetri

Inom datorgrafik är volymetrisk grafik en metod för att visualisera tredimensionella data, där en tredimensionell position innehåller data. Datan som avläses ur positionen kan exempelvis vara temperatur eller en rörelseriktning. (Kaufman 2020) Voxlar är en vanligt förekommande metod för att visualisera volymetrisk data. I VFX är en volymetrisk effekt en effekt som visualiseras i äkta 3D-rymd och kan observeras från olika vinklar.

## 2.5 Volymer i spel-VFX

De volymetriska voxel-effekterna som skapats behöver en tredimensionell volym att renderas inom. En volym är ett avgränsat område i 3D-rymd som används för att visualisera annan tredimensionell data. Schlüter, Kwasnitschka, Berstetter & Karstens (2025) visar att spelmotorer kan hantera en uppdelning av volymer. Uppdelningar, volume chunks, representerar en del av en större volym. Volymetriska voxel-effekter skapar chunks genom att använda sparse volume textures (SVT). SVT:er delar en volym i mindre subvolymer och renderar endast de subvolymer som innehåller icke-tom data, vilket även Soe (2024) använder sig av i sin studie. Användandet av SVT:er gör att effekten som renderas i volymen får bättre prestanda. För att rendera SVT:er i Unreal Engine används så kallade heterogena volymer. (Epic Games, u.å) Heterogena volymer är en struktur menad att innehålla volymetrisk data.

## 2.6 VDB

VDB, även kallat Volumetric Dynamic B+Tree, är en voxelbaserad datastruktur skapad av Ken Museth (2013). VDB-strukturens tekniska egenskaper är både för komplexa och irrelevanta för studiens syfte. Förenklat kan VDB-strukturen förklaras som en avancerad struktur för att lagra data i tre dimensioner. För VFX används en vidareutveckling av VDB-strukturen som kallas OpenVDB. Enligt Academy Software Foundation (u.å) är OpenVDB ett open source bibliotek som ger användare en tydligare interaktion med VDB-strukturen genom C++. Academy Software Foundation (u.å) nämner att det används av bland andra, SideFX programvara Houdini, Blender och JangaFX programvara EmberGen. Houdini, Blender och EmberGen är verktyg som används inom VFX för spel. Takahiro Yasada (2023) beskriver hur Platinum Games använde VDB-filer i VFX till Bayonetta 3 (2022).

## 2.7 Rekursion

Rekursion inom studiens kontext syftar på rekursiva funktioner inom programmering. En rekursiv funktion är en funktion som givet ett antal parametrar utför ett steg i en större uppgift, sedan kallar den sig själv med uppdaterade parametrar tills uppgiften är slutförd. Rekursion är en vanlig metod för att skapa procedurrellt material, exempelvis träd.

## 2.8 Instansiering

Inom spelutveckling är instansiering processen att skapa ett spelobjekt i realtid, baserat på ett standardiserat objekt. Det standardiserade objektet betecknas ofta som en Prefab, och kan betraktas som en blåkopia för objekt som skapas i spelet. De skapade objekten betecknas som instanser.

## 2.9 Cellulärautomat

En cellulärautomat beskrivs av Gobron (2010) som ett system för att modellera och efterlikna livssimuleringar, men används idag för att simulera dynamiska system. Cakir och Kantarci (1999) förklarar att en cellulärautomat är ett regelsystem som appliceras över ett rutnät, där cellers värde bestäms av värdet deras grannar representerar. Genom tidssteg uppdateras alla cellers värde enligt de definierade reglerna för systemet.

Cellulärautomater kan användas till väldigt många olika simuleringar, bland annat för grottgenerering (Johnson, Yannakakis, Togelius 2010), simulering av fotgängare (Yamamoto, Kokubo & Nishinari 2007), hydraulisk terrängnötning (Xing, Philippe & Bao-Gang 2007) och medicinsk röntgenvisualisering (Gobron, Çöltekin, Bonafos & Thalmann 2011)

## 2.10 Linjärinterpolering

Linjärinterpolering är en interpoleringsmetod där ett mellanliggande värde kan utläsas. En linjärinterpolering kräver två värden, A och B, och ett skalärt värde T. T har ett värde mellan 0-1 där 0 är detsamma som värde A och 1 är detsamma som värde B. Linjärinterpoleringen skapar ett mellanliggande värde mellan A och B baserat på värdet T, där  $T=0.5$  är mitten mellan A och B. Till skillnad från andra interpoleringsmetoder är värdeförändringen i en linjärinterpolering linjär, vilket innebär att värdet ändras lika mycket mellan  $T=0.1$ ,  $T=0.2$  och  $T=0.3$ .

## 2.11 Proceduralitet

Proceduralitet inom studiens kontext syftar på material skapat genom en programmatisk algoritm snarare än att vara konstnärligt skapat. Procedurellt material har förmågan att ändra egenskaper och utseende efter kontrollerbara variabler.

## 2.12 Noder och nodnätverk

I den här studien syftar noder på byggstenar inom SideFX programvara Houdini (SideFX 2026). Det finns många olika noder och varje nod har specifika syften. Noder är procedurella och kan generera bland geometri och volymetri. Noder kan också flytta runt objekt och partiklar i ett tredimensionellt utrymme. Genom att koppla ihop noder med varandra kan konstnären skapa nodnätverk. Nodnätverken kan vara enkla, till exempel generera en sfär och flytta den X antal enheter i sidled. Men Nodnätverk kan också vara komplexa och användas för att simulera naturliga rök-, vatten- eller tygeffekter. SideFX programvara Houdini (SideFX 2026) innehåller flera olika färdigbyggda nodnätverk för att underlätta konstnärernas skapande processer. I studien användes nodnätverket Pyro solver för simuleringen av den VDB baserade rökeffekten.

## 2.13 Pyro Solver

En pyro solver är en röksimuleringsnod i SideFX programvara Houdini (SideFX 2026). Noden används för volymetriska simuleringar av bland annat rök. För att kunna simulera rök med en pyro solver behövs en volymetrisk källa som pyrosolvern kan utgå ifrån. I Pyro solver noden kan användaren kontrollera hur simuleringen formas och utvecklas. Det finns många olika variabler som kan kontrolleras i Pyro solver, men endast ett fåtal av dem är nödvändiga för den här studien;

**Voxelstorlek:** Manipulation av voxelstorlek styr hur stor den minsta voxeln i simuleringen är. Voxelstorleken avgör vilken upplösning simuleringen får.

**Turbulens:** genom att justera turbulensen kan VFX konstnären introducera olika rörelsemönster i rökeffekten. De rörelsemönster som introduceras skapar variation i röken vilket bidrar till ökad fysisk fidelitet.

**Vindriktning:** Skapar en standardiserad kraft i valfri riktning inom simulationen. Vindriktningen appliceras på alla voxlar.

**Dissipation:** Kontrollerar med vilken hastighet en voxels densitet går mot noll. Ett högt värde på dissipationen gör att röken försvinner snabbare än om dissipationen är satt på ett lågt värde.

## 2.14 Shaders

För att förstå vad en shader är behövs först en grundläggande förståelse för hur ett spel renderas. En rendering pipeline är en uppsättning steg som utförs av en GPU för att visualisera rådata som en bild på skärmen. (Halladay 2019, s. 11)

I första steget samlas vertex data från objekt och tilldelas en position på skärmen. Sedan skapas former utifrån vertisernas position och rasteriseras. I rasteriseringen bestämmer GPU:n hur skärmens pixlar ska fördelas mellan olika objekt. Därefter utförs fragmentprocessen, som beskriver varje pixels utseende. (Halladay 2019, s. 13)

En shader är ett grafiskt program som kommunicerar med olika delar av spelets rendering pipeline. (Halladay 2019, s. 14) De används för att specificera information för hur den slutliga bilden ska se ut. I spel är de två vanligt förekommande shader-varianterna fragment och vertex shaders. (Halladay 2019, s. 14) Shaders är namngivna efter delen i spelets rendering pipeline som programmet ska påverka. Vertex shaders påverkar vertisers positionering. Fragment shaders påverkar fragmentprocessen genom att tolka texturer, normal maps, gradienter, osv. för ett objekt och tilldelar varje pixel ett utseende baserat på informationen användaren tillhandahåller.

## 2.15 Ray marching

Raymarching, som även kan betecknas som marscherade strålar, är en algoritm inom datorgrafik som sänder strålar från kamerapositionen genom en volym. När strålarna passerar genom volymen mäter de värdet vid mätpositionen och adderar värdet till strålens tidigare mätvärden. Till skillnad från ray tracing fortsätter en marscherad stråle färdas genom volymer. Marscherade strålar kan användas i en shader för att effektivt visualisera volymetrisk data i fragmentet.

Marscherade strålar är approximerande i sin mätning, till skillnad från ray tracing som är väldigt exakt. Approximerade värden gör att marscherade strålar är väldigt effektiva och välanpassade för realtidsanvändning.

## 2.16 Pseudovolymetrisk textur

Inom studiens kontext är en pseudovolymetrisk textur en texturkarta skapad genom volymetrisk extrudering. Krüger och Westermann (2005) förklarar att en volymetrisk representation kan skapas genom att skapa tvådimensionella simuleringar som sedan placeras intill varandra. De betecknar den här metoden som volymetrisk extrudering.

Med dagens teknologi kan äkta volymetriska simuleringar skapas, sedan kan simuleringen beskäras till ett flertal plan och en tvådimensionell textur kan skapas. Den här studien lånar termen volymetrisk extrudering för att beskriva beskärningsprocessen.

Genom att spara resultaten av en volymetrisk extrudering som en texturkarta kan volymsimuleringen återskapas i realtid genom att applicera texturerna på plan.

## 2.17 Render target

En render target kan beskrivas som en minnesbuffert för att rendera pixlar. (Threejs u.å., Monogame 2012., Unity u.å.) Inom den här studiens kontext syftar render target specifikt på dess tvådimensionella variant. En tvådimensionell render target är en textur som lagras i en grafikbuffert (Monogame 2012), vilket innebär att den inte direkt visualiseras på skärmen, men vars data kan avläsas. Epic Games (u.å.) förklarar att en render target kan användas för att bland annat skapa målningsprogram i körtid eller ytsimulering för vätskor. Render targets är kraftfulla redskap för att påverka grafisk rendering genom att skriva data som kan avläsas senare i renderingsprocessen.

## 2.18 UV-koordinater

UV-koordinater, eller UV-rymd, är en 3D-modells texturrymd. Genom UV-mappning kan en 3D-modells ytor representeras i två dimensioner och bland annat applicera en textur. UV-koordinater refererar en modells vertiser och kan påverka modellen på flera sätt genom en shader. Vanligtvis nyttjar en modells UVs endast u och v kanalerna men de kan även innehålla en w-kanal för att lagra information i tre dimensioner. En världsposition i spelvärlden kan konverteras till UV-koordinater, vilket skapar en typ av UVs som betecknas som globala UV-koordinater.

Förmågan att läsa och skriva data i en modell genom dess UV-kanaler är en metod som är väsentlig för VFX till spel. En VFX-konstnär nyttjar UV-koordinater till mer än att applicera texturer och använder ofta flera UV-set för att påverka modellen på olika sätt.

## 2.19 Tävlingsinriktade förstapersons skjutspel

Den här studien definierar tävlingsinriktade förstapersons skjutspel som spel där flera spelare tävlar mot varandra enskilt eller i lag, där spelets huvudmekanik fokuserar på att spelaren avfyrar skjutvapen. I studien förkortas det till "FPS-spel" från engelskans "First Person Shooter", och inom den här studiens kontext syftar FPS-spel specifikt på de tävlingsinriktade varianterna. Populära exempel på FPS-spel är Counter Strike 2 (Valve 2023), Valorant (Riot Games 2020) och Battlefield 6. (Battlefield Studios 2025)

## 2.20 State-of-the-art

Termen state-of-the-art hänvisar till den högsta allmänna nivån av utveckling inom ett område. VFX konstnärer för spel använder många olika tekniker i sitt arbete, vilken teknik som används beror på individuell skicklighet, spelets begränsningar och spelets grafiska stil. State-of-the-art metoder syftar på de standardiserade metoder nutida spelutveckling nyttjar.

## 2.21 Maskering

Maskering inom den här studien syftar på den tekniska applikationen inom spelgrafik där delar av ett objekt görs transparent enligt formen av ett framförliggande objekt. Framförliggande inom kontexten för maskering syftar på objekts relation till kameravyn.

## 2.22 Tidigare forskning

Relationen mellan fysisk och funktionell fidelitet i VFX saknar tidigare forskning. Därför använder sig studien av tidigare forskning från angränsande områden.

Studien *Graphics vs Gameplay: A Comparative Analysis in Gaming* (Badoni et al. 2022) undersöker relationen mellan spels grafik och gameplay. Badoni et al. (ibid) finner att spelarnas prioritering varierar baserat på spelgenre och typ. Det högst prioriterade elementet överlag var gameplay. Badoni et al. (ibid) drar dock slutsatsen att gameplay och grafik är ouplösligt bundna, båda element är väsentliga för spelupplevelsen. Badoni et al. (ibid) forskning är intressant för den här studien eftersom relationen mellan grafik och gameplay liknar relationen mellan fysisk och funktionell fidelitet.

Fidelitet inom spel undersöks av Veinott et al. (2014) samt Lukosch et al. (2019). Veinott et al. (2014) nyttjar en heuristisk metod för att undersöka relationen mellan kognitiv och fysisk fidelitet och dess påverkan på inläring i tillämpade spel. De finner att inläringen fungerar som bäst när nivån på kognitiv och fysisk fidelitet matchar. (Veinott et al. 2014) Lukosch et al. (2019) undersöker bredare fidelitet inom tillämpade spel. Tillämpade spel är exempelvis simuleringsspel eller spel i utbildande syfte. Relevant för den här studien är Lukosch et al. (2019) slutsats att funktionell och psykologisk fidelitet har större påverkan på spelarna än fysisk fidelitet. Veinott et al. (2014) och Lukosch et al. (2019) studier är intressanta för den här studien eftersom de jämför olika typer av fidelitet med varandra.

Soe (2024) undersöker vilken sorts rökeffekt spelare upplever som mest volymetrisk, samt vilken prestanda påverkan rökeffekterna har i spel och finner att det finns både för och nackdelar med att använda VDB för volymetriska effekter, men att i framtiden bör nackdelarna bli färre i takt med att tekniken utvecklas.

Barbosa, Lindgren och DluGoš (2025) finner i sin studie att VFX är en del av det audiovisuella spektrumet som påverkar spelarens upplevelse av "game feel".

Schlüter et al. (2025) Studerar hur man kan rendera stora volymetriska objekt med hög fidelitet i Unreal Engine för användning inom bland annat geofysik och oceanografi. Schlüter et al. (2025) testar flera olika metoder och kommer fram till att användandet av heterogeneous volumes och sparse volume textures är det mest stabila och minst prestandakrävande alternativet.

## 3 Problemformulering

Volymetriska effekter konstruerade och lagrade i VDB-filer upprätthåller hög fysisk fidelitet. På grund av VDB-effekters egenskap att låta en VFX-konstnär enkelt skapa effekter av hög fysisk fidelitet, används VDB-effekter i viss utsträckning inom spel.

Externt skapade volymetriska effekter är utifrån sina tekniska begränsningar svåra för spelutvecklare att formge i realtid utifrån spelarens handlingar. En volymetrisk effekt som är renderad externt innebär att responsiviteten är lägre än andra state-of-the-art metoder. Dock är externt skapade volymetriska effekter ofta av hög fysisk fidelitet.

Minskad audiovisuell responsivitet innebär att spelet inte är lika interaktivt, vilket kommer påverka spelupplevelsen. Spelupplevelsen påverkas av både fysisk fidelitet och interaktivitet. På grund av de tekniska svårigheterna kring externt konstruerade volymetriska effekter behöver utvecklare avgöra ifall tid och budget bör allokeras till att i hög grad tillfredsställa både fysisk fidelitet och interaktivitet i spelets VFX. Därför ämnar studien att undersöka:

Hur prioriterar spelare mellan fysisk fidelitet och funktionell fidelitet inom rökgranat-effekter i tävlingsinriktade förstapersons skjutspel?

### 3.1 Metodbeskrivning

För att besvara problemformuleringen genomförs en digital fallstudie på distans, med inspelade semistrukturerade intervjuer genom videosamtalsplattformen Zoom. Studien kommer använda ett kriterieurval för att samla deltagare, där kriteriet är spelare som till vardags kan tänka sig att spela FPS-spel. Under tillfället får deltagarna interagera med en avgränsad spelprototyp.

I spelprototypen får deltagarna skjuta projektiler mot måltavlor kring och genom ett rökmoln. Deltagarna spelar prototypen två gånger i två pass, för totalt fyra spelomgångar. I det första passet saknar båda rökmoln responsivitet. Under det andra passet är ena rökmolnet responsivt till spelarens projektiler. Bortom responsiviteten är de två effekterna oförändrade mellan passen. Efter vardera pass intervjuas deltagaren. Under intervjutillfällena ombeds deltagaren att avgöra vilken av de två rökmolnseffekterna de skulle föredra i ett tävlingsinriktat förstapersons skjutspel. Vid behov ombeds deltagaren utveckla sitt resonemang och förklara varför de föredrog den ena effekten.

När samtliga intervjuer avslutats analyseras svaren efter gemensamma nämnare bland deltagarna och ett kategoriseringsschema skapas. En kvantifiering av datan utförs även, där det noteras vilken andel som föredrog vardera rökmolnseffekt. Slutligen utvärderas resultatet.

Prototypen studien använder skapas specifikt för studien med spelmotorn Unreal Engine 5 (Epic Games 2024). Rökmolnseffekterna till spelprototypen skapas med två olika metoder. En volymetrisk högfidelitetseffekt simuleras i Houdini (SideFX 2026) och importeras som en VDB-fil till Unreal Engine 5 (Epic Games 2024), den andra effekten konstrueras i Unreal Engine 5s (Epic Games 2024) inbyggda nodprogram för shaders. Den shader-baserade effekten görs interaktiv till spelarens skott genom att maskera skotthål i effekten.

Ett problem med studiens metod är att effekterna behöver ha en liknande grafisk stil för att kunna jämföra fideliteten. En realistisk effekt kan inte jämföra fidelitet med en väldigt stiliserad effekt, vilket innebär att den shader-baserade effekten sätter höga krav på VFX-

konstnärens skicklighet. Om de två effekterna skiljer mycket i stil kan det innebära att deltagare prioriterar effekterna baserat på personlig smak för olika grafiska stilar.

Studiens metod bygger på en inomgruppsdesign. En inomgruppsdesign innebär att samtliga deltagare deltar i samtliga betingelser istället för att fördelas mellan grupper. Inom studien innebär inomgruppsdesignen att deltagarna spelar båda spelsessionerna. Fördelen med en inomgruppsdesign är att studien kräver färre deltagare för att utvinna samma mängd data än en mellangruppsdesign. Det är fördelaktigt för studien att samla in ett lägre antal deltagare, eftersom studien varken har tid eller räckvidd att nå många deltagare som är villiga att delta i en intervju. Nackdelen med inomgruppsdesignen är att deltagarna påverkas av ordningsföljdseffekten. Ordningsföljdseffekten innebär att deltagarnas upplevelse formas av momenten de redan upplevt under undersökningen. För att motverka ordningsföljdseffekten väljer studien att slumpa vilken av de två prototyperna deltagaren ska börja spela för vardera spelsession. Studien väljer inte att slumpa vilken spelsession deltagaren börjar med att spela för att studien vill undersöka hur en ökad interaktivitet påverkar spelarens uppfattning. En minskad grad av interaktion kan också besvara hur interaktiviteten påverkar spelarens uppfattning men studien väljer att inte ändra ordningen för att underlätta studiens genomförande.

Studiens intervjuer samlar in främst kvalitativa (Patton 2015) och stärks av kvantitativa data (Borg & Westerlund, 2014). Validiteten för en kvalitativ studie, vars primära datainsamlingsmetod är intervjuer, påverkas av intervjuarens förmåga och erfarenhet. (Patton 2015). Intervjuer ställer höga krav på forskarna som mätinstrument (Patton 2015) och det är kritiskt att frågorna som ställs under intervjun är varken tvetydiga eller förvirrande, men frågorna i en semistrukturerad intervju behöver även vara öppna och icke-ledande. Williamson (2002 s. 244 -245) förklarar att forskaren bör vara så neutral som möjligt under genomförandet för att inte med kroppsspråk eller röstintonation leda deltagarens svar. Fördelen med intervjuer är att varje deltagares svar kan få stort djup och hög detaljnivå. (Patton 2015) Eftersom studien avser att besvara hur spelare prioriterar, är djupa och detaljerade svar väsentligt för att förstå spelarnas tankeprocess.

Studien har valt ett kriterieurval för inhämtning av deltagare eftersom endast spelare som är intresserade av FPS-spel är relevanta för studiens frågeställning. Spelare som inte är intresserade av FPS-spel antas prioritera annorlunda än de som är intresserade och utesluts därför. Ytterligare ett kriterium för studien är att samtliga deltagare är över 15 år gamla. Enligt Etikprövnings Myndigheten (2026) behövs målsmans samtycke för forskning involverande barn under 15 år. Den här studien har inte tidsutrymme att samtala med och förklara studiens syfte för bekymrade målsmän, och därför utesluts barn under 15 år.

## 4 Genomförande/Analys/Undersökning

### 4.1 Prototyp

Till studien producerades en spelprototyp. Prototypen består av fyra exekverbara filer sorterade i tillhörande mappar. De fyra exekverbara filerna benämns som "scener" och är namngivna A, B, C och D. Prototypen producerades i Unreal Engine version 5.4.4 (Epic games 2024). Tre olika rökeffekter producerades till prototypen, en VDB-effekt samt två versioner av en ray march shader-effekt. I spelprototypens scener plockar spelaren upp ett gevär från marken och rör sig fram till ett fönster. Vid fönstret släpps en granat ovanifrån som ger ifrån sig ett rökmoln. Sedan skjuter spelaren mot måltavlor som är skynda bakom röken. Scen A innehåller en icke-responsiv ray march shader-effekt. Scen B innehåller en icke-responsiv VDB-effekt. Scen C innehåller en ray march shader-effekt som är responsiv mot spelarens skott. Scen D är identisk till scen B.

#### 4.1.1 VDB-effekt

VDB effekten skapades i SideFX programvara Houdini (SideFX 2026) genom att först skapa en volymetrisk sfär. Den volymetriska sfären manipuleras sedan via en pyro solver nod. I pyro solver noden justerades voxelstorleken så att effekten fick hög visuell fidelitet. Dessutom användes pyro solver noden för att manipulera rökens rörelse genom att justera turbulensen för att efterlikna naturliga rörelser i röken. Dissipationen sänktes så att röken försvann på ett till synes naturligt sätt. Vindriktningen justerades för att kontrollera rökens form och för att skapa interaktion med ett kollisionsplan som representerar marken under röken.

Simuleringen sparades i VDB format. För att åstadkomma en loopande bakas effektröksimuleringen för att sedan skapa en ny simulering där effektens början och slut sammansmälts. Den loopande effekten sparades sedan i VDB format.

För att använda VDB effekten i Unreal Engine importerar den loopande effektens VDB-filer in i Unreal Engine (Epic games 2024). I importeringsprocessen omvandlas VDB-filerna till SVT:er. För att Unreal Engine (Epic games 2024) ska kunna visualisera SVT:erna behövs två saker, en heterogen volym och ett SVT material. SVT-filen läggs in i SVT materialet som sedan appliceras på den heterogena volymen. SVT materialet justerades för att få fram kontrastskillnader i densiteten. Som hjälpmedel för att sätta ihop VDB effekten i Unreal Engine användes en instruktions video (EVERYTHING IS CGI 2025).

#### 4.1.2 Raymarch-effekt

På grund av studiens begränsad budget kunde inte raymarch shader-effekten skapas egenhändigt. Istället används en vidareutveckling av More VFX Academys (2024) Volumetric Smoke, med tillåtelse från skaparen.

Effekten konstrueras genom ett procedurellt rutnät som skapas genom C++ och består av voxeler som positioneras sfäriskt genom en grundläggande cellulärautomat. Varje cell kontrollerar ifall den är fylld, ifall positionen cellen vill fylla är upptagen av en annan cell eller ett objekt i spelscenen och ifall dess position överskrider en satt avståndsgräns från mittpunkten. Om den fyller alla sina krav markeras cellen som fylld och funktionen kallas rekursivt för samtliga närliggande positioner. Metoden som producerar det procedurella rutnätet betecknas som "Flood Fill". Varje voxel i rutnätet används sedan för att instansiera effektmaterial vid rätt positioner.

För att göra rökeffekten interaktiv används en render target. Ett material kopplas till effektens render target för att kunna läsa data från texturen. Genom att läsa av positionen en projektil har när den kolliderar med rökeffektens voxelrutnät, räknas en träffpositions globala UV-koordinater ut. I effektens render target sparas UV-positionen samt en radius som beskriver hur stort hålet blir. Eftersom projektilen färdas genom hela effekten mäts flera punkter ut längs projektilens bana. Materialet läser data från effektens render target för att definiera hålets position och storlek och applicerar dessa till rökeffektens huvudmaterial.

För att återställa hål i röken används en till render target. Effektens andra render target läser ändrade värden givet samma UV-koordinater som effektens första render target. Sedan adderar effekten andra render target gradvis data på positioner där den tidigare ändrats, tills effekten återställs till sitt ursprungliga tillstånd. Genom att läsa båda render target-material i huvudmaterialet kan hål både skapas och fyllas dynamiskt baserat på projektilers träffposition i röken.

I effektens huvudmaterial används en raymarching metod tillsammans med en pseudovolytmetrisk textur för att skapa en tredimensionell rökvolym. I en shader kan den pseudovolytmetrisk texturen beskäras och placeras som plan inom en volym för att efterlikna den ursprungliga volymrenderingen.

Genom att marschera en stråle genom volymen kan en volymetrisk form definieras baserat på pixelvärdet lagrat i en pseudovolytmetrisk textur. Om strålen försöker läsa data på en punkt mellan två pseudovolytmetrisk plan linjärinterpoleras de närmaste två punkterna baserat på träffpunktens avstånd till de två olika.

Fragmentet förfinas vidare genom att utföra beräkningar för ljus, skuggor, densitet och färg. Shadern applicerar också en tredimensionell noise textur genom volymen för att skapa ett artificiellt slumpmässigt djup.

## 4.2 Intervju

### 4.2.1 Insamling av deltagare

För att hitta deltagare till studien samt organisera intervjuerna användes ett google-formulär (se appendix A). I formuläret blev deltagarna informerade kring hur deras personuppgifter samlas in och hanteras, samt att deras deltagande var frivilligt och att de kunde ta tillbaka sitt deltagande fram tills det att intervjun var genomförd och deras data blivit anonymiserad. De instruerades även att intervjun skulle genomföras via Zoom och att den spelades in. Formulärets syfte var att organisera tillfällena för intervjun, genom att låta deltagaren markera tider de var tillgängliga för intervju, samt att samla in mailadresser från deltagarna för att kunna skicka ut en länk till Zoom-mötet och till prototypen. För att säkerställa att formuläret endast samlade in mailadresser från deltagare över 15 år skapades en åldersfråga i formuläret innan frågor om mail eller tillgänglighet ställdes. Om deltagaren svarade att de är över 15 år skickades de vidare till nästa fråga, om inte skickades formuläret utan att ställa några fler frågor.

Formuläret hade även med frågor som säkerställde att endast personer som spelar FPS-spel deltog.

Formuläret spreds via sociala medier, som till exempel Facebook, Discord och Messenger, men även från person till person. Sammanlagt fick studien 10 deltagare.

## 4.2.2 Zoom-Intervju

Utifrån den insamlade tillgängligheten skapades ett intervjuschema. Den mailadress som deltagarna angivit användes för att skicka ut information om när deras Zoom-intervju skulle äga rum. En länk till mötet skickades samt en länk till prototypen som de ombads ladda ned innan intervjun inleddes. Intervjun strukturerades i två spelsessioner. Under spelsession 1 fick deltagaren spela prototyper A och B, sedan under spelsession 2 fick hen spela prototyper C och D. Efter vardera spelsession ställde intervjuaren frågor till deltagaren.

Intervjun inleddes genom att forskarna introducerade sig själva och förklarade intervjuens upplägg, samt de rättigheter som deltagaren har. Därefter ombads deltagaren att dela sin skärm och öppna upp prototypen som de fått tillgång till.

Sedan förklarade forskarna hur prototypen fungerade och deltagaren fick spela tills de blev avbrutna. Därefter ställdes frågor för att undersöka hur deltagaren upplevde de olika rökeffekterna. För mer detaljerad information kring frågor och intervjuupplägg (se appendix B).

Under Zoom-intervjuerna var båda forskarna delaktiga, den ena ställde frågor till deltagaren medan den andra förde anteckningar.

## 4.2.3 Bearbetning av data

Efter att intervjuerna avslutats bearbetades den insamlade datan. Utifrån inspelat video- och ljudmaterial samt anteckningar som fördes under intervjutillfällena transkriberades intervjuerna. Av tidseffektiva skäl valde studien att endast transkribera intervjuens frågor och svar samt oväntade variabler under intervjutillfället. Information till deltagaren och kommentarer under prototypspelandet, som ej ansågs intressanta för studien, transkriberades inte.

När transkriberingarna var färdigställda skapades ett kategoriseringsschema. Kategoriseringsschemat konstruerades genom att notera viktiga uttalanden. När liknande uttalanden sedan framkom markerades den tidigare skapade kategorin. Kategoriseringsprocessen skedde löpande när transkriberingarna lästes igenom. När samtliga transkriberingar var lästa och kategoriserade, upprepades processen för att kontrollera att alla kategorier var nödvändiga och inte överlappade. För ytterligare förklaring på kategorierna se (Appendix F).

Kategoriseringsschemat led som följande:

#	Kategori	Antal markeringar
[1]	Strategiskt täcka ett område är viktigt	33
[2]	Uppskattar fysisk fidelitet	18
[3]	Uppskattar funktionell fidelitet	23

[4]	Funktionell fidelitet ökar taktik	18
[5]	Värderar egenskap över fysisk fidelitet	4
[6]	Skymma är viktigare än funktionell fidelitet	4
[7]	Counterplay	6
[8]	Vana prioriteras	10
[9]	Se där spelaren skjuter är viktigt	1
[10]	Intressant gameplay att se genom röken lite	3
[11]	VDB är prestandakrävande	1
[12]	Funktionell fidelitet hämmar immersion	1

### 4.3 Resultat

Utifrån kategoriseringsschemat blev tydliga mönster synliga för hur FPS-spelare prioriterar egenskaper i rökgranater. Efter analys av de transkriberade intervjuerna och kategoriseringsschemat blev fyra teman tydliga.

#### Strategiskt syfte:

Samtliga deltagarna diskuterade vikten av en rökgranats förmåga att täcka områden för att skapa strategiska fördelar, och värderade egenskapen högt.

*“...jag ser inte riktigt såhär poängen med att använda utility ifall den inte skyddar”.*  
(Deltagare 2)

*“en mer form som man kan lättare föreställa sig innan man använder den, låt oss säga. ehm så att det är lättare att veta att ah det kommer vara den här sfären jag vet att hur stor den ska vara och låt oss säga jag använder den så vet jag ungefär hur stor den är, vad jag kan blocka med den och så.”* (Deltagare 8)

Effekter med hög fysisk fidelitet uppfattades som mindre täckande än effekter med lägre fysisk fidelitet, vilket majoriteten av deltagarna menade försämrade effektens strategiska syfte.

*“Den andra smoken va liksom genomskinlig, man kan se dom här skyttmåltavlorna genom smoken väldigt väldigt tydligt. På den första kunde man även se, asså längst ut mot toppen, den liksom skyttetavlan som var längst ut till vänster för mig. Den kunde man också se igenom den smoken, fast de eh va mycket mindre tydligt och dom andra kunde man inte se liksom.”* (Deltagare 10)

*“Jag tyckte smoke B såg visuellt bättre ut men smoke A gjorde ett bättre av att blockera vyn.”* (Deltagare 1)

Det fanns dock utstickare när det kom till de taktiska funktionerna hos effekter med hög fysisk fidelitet. En deltagare föredrog dem ur ett taktiskt perspektiv för att röken inte tog bort hens förmåga att sikta.

*“den förmedlar ju syftet utan att det begränsade a eller den begränsade iallafal inte min möjlighet att sikta lika mycket.” (Deltagare 4)*

En annan deltagare svarade att det troligtvis kan vara taktiskt spännande i FPS-spel då de försämrar sikten, men inte täcker helt. Dock tyckte hen bättre om effekten med lägre visuell fidelitet då hen var mer van vid den.

*“Ja, då skulle jag säga att jag tyckte om A mest, ehm vad heter det, jag tycker B är intressant ur ett asså fps-spels vad heter det standpunkt att man kan se igenom röken lite vilket hade varit intressant tycker jag, eh jag är så van vid smokes som man inte ser igenom i a, CS och allt möjligt som jag kör. Ehm, så det känns mer vad heter det hemma kanske man kan säga hos mig.” (Deltagare 3)*

### **Samspel mellan funktionell fidelitet och strategiskt syfte:**

Ett annat tydligt tema var att funktionell fidelitet stärker rökgranatseffekters strategiska syfte. Där två deltagare tyckte att den funktionella fideliteten försämrade den taktiska balanseringen och tog bort delar av rökgranatens syfte.

*“...jag gillade att man kunde skjuta igenom den och se, fast hade den vart helt liksom att man inte kan se igenom den alls, då hade den vart bättre än att man kan se igenom när man skjuter.” (Deltagare 10)*

Den andra deltagaren menade att den funktionella fideliteten riskerade att ta bort effektens strategiska syfte *“problemet jag har är att jag vet ju vad för vapen som finns i ett fps så att C skulle ju bli problematisk genom att har du nånting som en submachine gun som bara skjuter ner all rök så försvann all rök plötsligt.” (Deltagare 7)*, vilket handlar om hur funktionell fidelitet implementeras.

Flera deltagare nämnde att när effekten är interaktiv så blir effekten mer intressant ur en strategisk synvinkel.

*“...det här med att man kunde skjuta igenom den och att de blev små hål igenom röken. Att den känns mer interaktiv, öppnar för lite mer eh taktik kanske, den öppnar för eh a istället för att röken bara stänger ner en siktlinje helt så kan man då spela runt det lite mer.” (Deltagare 6)*

*“Och sen om möjligt får den gärna va lite interaktiv som nu då, att man kan skjuta genom den, att det blir små sikt linjer eller va vet ja. Så att den blir mer taktisk.” (Deltagare 6)*

*“Det är relativt coolt att man kan, att man får lite mer visuals från att skjuta genom det, och är kan använda då det som en tech att kunna se lite bättre, såhär “a jag tror att han är här så jag skjuter där för att se om han är där.” och då får man se lite visuals och se ok det kanske finns nån där eller inte.” (Deltagare 1)*

Effekten fyller primärt sitt syfte som en täckande områdeskontroll, men den är mer nyanserad då kontringsmöjligheter som att skjuta igenom den för att skapa hål möjliggörs. Att skjuta hål igenom effekten ger spelaren bättre möjlighet att se, men det ökar även risken att bli sedd, vilket en deltagare anmärker.

*“det väldigt roligt att se att när man sköt igenom att det skapade ett litet hål ehh det betyder att om man skjuter först så har man chansen att ehh såhär vinna den interaktionen*

*först men du visar också mer tydligt vart du är bakom röken som skapar ett intressant av den som skjuter först kanske vinner först eller sätter sig själv på bakfoten.” (Deltagare 8)*

### **Funktionell fidelitet prioriteras över fysisk fidelitet:**

Alla deltagare prioriterade funktionell fidelitet över fysisk fidelitet

*“jag tyckte smoke B såg visuellt bättre ut men smoke A gjorde ett bättre av att blockera vyn.” (Deltagare 1).* Det fanns ett undantag då deltagaren inte la stor vikt vid om någon form av fidelitet utan endast värdesatte effektens strategiska syfte. *“...den ska va ganska så, man ska inte kunna se igenom den alls, ganska så kompakt och den ska inte. Den ska ha ändå en rätt så bestämd form och sen så kanske lite utöver de, inte såhär gå jättemycket upp och åt sidan sådär.” (Deltagare 10).*

När deltagarna fick frågor kring hur effekten med hög fysisk fidelitet kunde förbättras och varför de föredrog effekten med högre funktionell fidelitet, var ett vanligt svar att den kunde vara mer interaktiv.

*“...den stora skillnaden är att ena reagerar med smoken eller med att du skjuter igenom den den andra gör inte det så hade man kunnat visualsen av D med reactivenessen av C plus lite mer obscurity hade det varit bättre.” (Deltagare 1)*

Det framgick tydligt i intervjuerna att funktionell fidelitet förhöjde spelkänslan, deltagarna tyckte det var roligare att skjuta genom röken när det blev hål i den och det tyckte att det var en häftig effekt.

*“...det jag gillade att man kunde skjuta igenom den och se..” (Deltagare 10)*

Några deltagare tyckte att det fick röken att kännas mer realistisk medan andra ifrågasatte om rök faktiskt skulle reagera på det sättet, men gemensamt var att de tyckte bättre om att skjuta genom rökeffekten som det blev hål i.

*“Ehm, det är lite kul att typ kunna skjuta och se igenom den för det känns typ verkligt.” (Deltagare 2)*

*“när jag först såg det i CS så blev jag lite såhär “a jag vettefan om det hade fungerat sådär i verkligheten” men det är ju kul ur ett taktiskt ståndpunkt liksom.” (Deltagare 5)*

Även deltagarna som tidigare föredrog effekten med hög fysisk fidelitet föredrog effekten med lägre fysisk fidelitet när den andra effekten hade funktionell fidelitet.

### **Hög fysisk fidelitet uppskattas:**

Fysisk fidelitet är omtyckt om den inte går ut över funktionell fidelitet eller taktisk balansering. Det nämndes olika anledningar till varför deltagare valde bort effekten med hög fysisk fidelitet. Effektens rörelse kunde uppfattas som distraherande

*“Den va ju snyggt gjord, men det liksom hade liksom man hade liksom lagt för mycket fokus på den tror jag.” (Deltagare 10)*

Effekten upplevdes som för genomskinlig.

*“Från mitt håll så känns, rök B känns lite så hära obsolete. Den var lite väl genomskinlig.” (Deltagare 3)*

Deltagare som föredrog effekten med hög fysisk fidelitet ändrade sin preferens när funktionell fidelitet introducerades i effekten med lägre fysisk fidelitet. De deltagarna nämner att förbättring för effekten med hög fysisk fidelitet hade varit implementerandet av

interaktion, dvs. högre funktionell fidelitet.

*“Jag tror ändå samma, att den blir lite mer interaktiv helt enkelt. Att den gör mer än att bara vara rök liksom, som man inte kan se igenom.” (Deltagare 6)*

*“...det känns roligare när saker reagerar med vad man gör i världen unlike smoke D, den ser bra ut men det är svårt att det känns inte direkt lika verkligt” (Deltagare 1)*

En av deltagarna uppskattade rök med hög fysisk fidelitet då den var mer intressant att se på, men upplevde problem med datorns prestanda under testandet av VDB effekten.

*“den andra (B) var lite häftigare med att den rörde sig och hade lite mer så men det vart ehh bäst förklarar jag det (?) på grund av att den så grafiskt höll på så fixade det så mycket med datorn, den andra var mer stabil “ (Deltagare 7)*

## 5 Sammanfattning och diskussion

### 5.1 Sammanfattning

Den här studien har undersökt FPS-spelares prioritering mellan fysisk- och funktionell fidelitet i rökgranatseffekter till tävlingsinriktade FPS-spel. I dagsläget finns ingen befintlig forskning kring hur olika former av fidelitet relaterar till varandra inom VFX. Forskning om fidelitet i tillämpade spel av Lukosch et al. (2019) och Veinott et al. (2014) har däremot funnit att fidelitet i utbildande syfte stärks när nivån på fidelitet är densamma, Lukosch et. al (2019) finner även att funktionell fidelitet är viktigare än fysisk.

För att genomföra denna studie konstruerades rökgranatseffekter med varierande fidelitetsgrad. Rökgranatseffekterna implementerades sedan i spelprototyper som testades av FPS-spelare i enskilda intervjuer. Under intervjuerna ställdes frågor till deltagarna om vilken sorts rökgranatseffekt de helst skulle använda i ett tävlingsinriktat FPS-spel och varför.

Tydliga mönster upptäcktes kring FPS-spelares prioriteringar mellan fysisk- och funktionell fidelitet inom tävlingsinriktade FPS-spel, där funktionell fidelitet prioriteras över fysisk fidelitet. Däremot anses rökgranatseffektens strategiska syfte vara viktigare för spelarna än både funktionell och fysisk fidelitet.

### 5.2 Diskussion

Den här studien finner att FPS-spelare tenderar att prioritera funktionell fidelitet över fysisk fidelitet. Fysisk fidelitet anses dock viktig, men en hög fysisk fidelitet får inte negativt påverka rökgranatens strategiska syfte. Resultatet validerar Badoni et al. (2019) resultat eftersom den här studien visar tydliga samband mellan hur FPS-spelare värderar grafiska element i relation till spelets mekanik. På grund av studiens avgränsning till tävlingsinriktade FPS-spel går resultatet inte att helt tillämpa till Badoni et al. (2019) studie, men resultatet stödjer deras slutsats.

Lukosch et al. (2019) studie är speciellt intressant. Deras slutsats att funktionell fidelitet värderas högre än fysisk fidelitet valideras i den här studien. Vidare introducerar den här studien en ny vinkel för fideliteten att skådas i. Medan Lukosch et al. (2019) fokuserar på tillämpade spel fokuserar den här studien på spel i underhållningssyfte. Trots skilda media finner studierna liknande resultat. Den här studien anser att korrelationen mellan studiernas resultat tyder på att spelare prioriterar material i underhållning likadant som i utbildning och simuleringar. Samspelet mellan en användares interaktion med underhållning och utbildning, som den här studien och Lukosch et al. (2019) studie visar, stödjer utbildningsmetoder grundade i underhållning.

Den här studien har dock problem som inte, av avgränsningsskäl eller tekniska begränsningar, kunnat åtgärdas.

Ett problem är VDB-effekters tekniska krav och filstorlek. En dator behöver kraftfulla komponenter för att pålitligt kunna spela spel med många eller tunga VDB-effekter. Dessutom sätter VDB-effekter höga krav på systemets grafiska drivrutiner, både för utvecklare och konsumenter. Inom spelindustrin är VDB fortfarande ett nytt arbetssätt och inbyggt stöd för det är sällsynt i spelmotorer. Vidare kräver VDB-effekter stora mängder lagringsutrymme, även i kompilerade spel. Det skiljer över 2GB i filstorlek mellan

prototyperna med VDB-effekten och prototyperna utan den. Trots de stora nackdelarna med VDB-effekter, levererar de en obestridd förmåga att skapa visuella effekter med hög fysisk fidelitet. Redan tillgängligt finns NanoVDB (Museth, 2021), en ögonblicksbild av OpenVDB som är exekverbar på både CPU och GPU. Museth (2021) menar att NanoVDB är väl anpassad till realtidsrendering, vilket är väsentligt för spelutveckling. NanoVDB är menad att tackla beräkningstiden OpenVDB kräver, men lagringsutrymmet som krävs förblir detsamma. Att minska filstorlekar är en viktig del av den grafiska optimeringen inom spelutveckling. 2GB dedikerat till en enskild rökeffekt är i de flesta fall oacceptabelt för ett spels grafiska optimering. För att motverka VDB-filers stora filstorlek utvecklas formatet NeuralVDB med stöd från Nvidia (Kim, Lee & Museth 2024). NeuralVDB formaterar om VDB-strukturen till att innehålla neurala nätverk. Den nya strukturen visar lovande resultat för förlustfri komprimering av VDB-filer. Kim, Lee och Museth (2024) menar att NeuralVDB kan uppnå 10x till 100x komprimering med liten dataförlust. Dock är NeuralVDB fortfarande under utveckling och inte tillgänglig för allmänheten ännu.

VDB-formatet och därmed volumetriska effekter som förlitar sig på teknologin har en rad tekniska begränsningar som gör det svårt att använda VDB-effekter i stor utsträckning inom spelindustrin. VDB-formatet är dock i tidig utveckling och förbättringar utvecklas aktivt av företag med hög verkanskraft. Eftersom VDB-effekter presenterar en lättanvänd metod för att skapa effekter av hög fysisk fidelitet och eftersom de höga kraven på lagringsutrymme aktivt åtgärdas, är de fortfarande intressanta för VFX-konstnärer att bekanta sig med. Däremot har den här studien inte kunnat erhålla forskning som tyder på att VDB-strukturen vidareutvecklas för att kräva lägre beräkningsmässig och grafisk prestanda. AAA-spelutveckling tenderar att avancera vad som är grafisk möjligt i spel, vilket leder till höga krav på konsumentens datorkomponenter. VDB-effekter kan vara delaktiga i att förmedla en grafiskt imponerande upplevelse, men ökar kraftigt kraven på konsumentens dator. Eftersom den här studien finner att spelare prioriterar fysisk fidelitet lägre än strategiskt värde och funktionell fidelitet i rökgranater, kan det ifrågasättas huruvida det är nödvändigt att avancera grafiska gränser genom VDB-effekter. Trenden för vissa AAA-utvecklare att kräva nya komponenter för varje utgivet spel kan anses överflödigt för en konsumentmarknad. Datorkomponenter, särskilt GPU:er, har de senaste åren blivit alltmer kostsamma. Att vidare avancera grafiska krav med VDB-effekter kan anses ohållbart eftersom VDB-effekters maximala optimering fortfarande kräver hög proportionell beräkningskraft gentemot spelkomponentens relevans.

Ytterligare ett problem med studien är att rökgranatseffekterna inte var likvärdiga i rollen som rökgranater. Det hade varit fördelaktigt om båda effekterna täckte siktlinjer lika mycket, eftersom det troligtvis hade minskat diskussioner om effektens strategiska värde. Eftersom de olika prototyperna är identiska bortom rökgranatseffekten har studien en hög intern validitet men svagheten i rökeffekternas konstruering innebär att deltagarna inte kan jämföra enbart fysisk och funktionell fidelitet.

Studiens kriterieurval kunde inte vidare snävas på grund av studiens tidsbegränsning. Studien accepterade deltagare som spelar vilket FPS-spel som helst i låg till hög utsträckning. FPS-spel är dock inte en enhetlig genre, det finns en bred variation i hur spelen spelas och spelens grafiska identitet. En deltagare som enbart spelar Valorant (Riot Games 2020) har sannolikt en preferens för en typ av rökgranat och spelsätt som skiljer sig från en deltagare som enbart spelar realistiska FPS-spel. Om studien hade budget, tid och möjlighet att nå och samla in fler deltagare hade ett strängare kriterieurval stärkt studiens externa validitet. Exempelvis hade ett strängare kriterieurval krävt högre spelarerfarenhet, erfarenhet med

verklighetstroga FPS-spel eller erfarenhet med en specifik spelserie. Genom att fokusera studien på verklighetstroga spel, som Battlefield 6 ( Battlefield Studios 2025) eller Call of Duty: Black Ops 7 (Treyarch, Raven Software & Infinity Ward 2025).

Dessutom är studiens ekologiska validitet låg. Speltestet är inte formaterat på verklighetstroget vis, istället var testet förenklat till en situation som aldrig skulle förekomma i ett tävlingsinriktat FPS-spel. En robustare prototyp hade presenterat en spelbar bana och låtit deltagaren själv kasta rökgranaten. Det vore fördelaktigt om prototypen innehåller någon enklare form av fiende AI, som utgör ett hot mot spelaren. Genom att simulera en riktig match där spelaren både kan initiera och reagera på en rökgranat hade studiens ekologiska validitet stärkts och studiens överförbarhet hade varit högre. En robustare prototyp hade även gett tydligare insikt till hur den funktionella fideliteten upplevs i ett riktigt spel. På grund av studieprototypens upplägg anser den här studien att det finns en risk att funktionell fidelitet prioriteras på grund av att det tillför extra stimuli i en annars enformig testmiljö. En robustare prototyp hade haft möjligheten att undersöka huruvida den funktionella fideliteten är uppskattad i verkliga spelsituationer eller ifall interaktionen distraherar spelaren.

### **5.3 Samhälleliga och etiska aspekter**

Inför intervjuerna samlas deltagares mail in för att användas till utskick av länk till studiens Zoom-rum. Mailadresser räknas enligt EUs Regulation 2018/1725 (2018) som en personuppgift och insamlandet av personuppgifter bör ske så lite som möjligt, och endast med medgivande från individen. Deltagarna informeras tydligt om hur deras mailadresser kommer att användas innan de tackar ja till intervjun, genom att tacka ja samtycker deltagaren till användandet av deras mailadress för studiens ändamål.

EUs Regulation 2018/1725 (2018) definierar även att insamlade personuppgifter endast får användas för det syfte de har samlats in, därav raderas individens mailadress från studiens interna databas vid intervjuns slut.

Inför intervjun informeras deltagaren enligt Vetenskapsrådets samtyckeskrav (2002) att deras deltagande är frivilligt och att de har rätt att avbryta sin medverkan när som helst under deltagandets gång. De informeras även att intervjun kommer att spelas in, och informeras om att de får avbryta sitt deltagande om de inte samtycker till inspelningen. Eftersom deltagarens ansiktsuttryck ej är av intresse för studien är påslagen kamera frivilligt för deltagaren. Eftersom prototypen innehåller avfyrandet av skjutvapen, vilket kan uppfattas som stötande informeras även deltagarna om spelprototypens övergripande innehåll och tillfrågas ifall de samtycker till genomförandet, i enlighet med Vetenskapsrådets informationskrav (2002).

Insamlingen av deltagarnas mailadresser hade kunnat undvikas genom att utföra intervjuerna under fysiskt möte. Dock hade utförandet under fysiskt möte begränsat studiens antal deltagare. Studien anser att ett fysiskt möte innebär att deltagare har svårare att ta sig till mötesplatsen samt att dedikera restiden för att medverka i intervjun. Möjliggörandet för distansdeltagande anses därför fördelaktigt, för att maximera antalet villiga deltagare.

### **5.4 Framtida arbete**

Studiens genomförande, som redogörs för i Kapitel 4, har ett antal problem som skulle kunna åtgärdas för framtida arbete. På kort sikt hade få förändringar kunnat genomföras, den mest

framträdande förändringen hade varit att likställa rökgranatseffekternas strategiska värde. Ett större pilottest hade ökat chanserna för forskarna att upptäcka bristen innan studiens datainsamling påbörjades.

På längre sikt hade studien kunnat förbättras på flera sätt. Dels hade det varit möjligt att nå fler deltagare och därmed hade studien haft möjligheten att undvika en inomgruppsdesign. Dels hade också den låga ekologiska validiteten kunnat åtgärdas genom att en mer robust prototyp konstrueras. Rökgranatseffekterna hade även kunnat konstrueras mer noggrant och tillåtit annan interaktion. I en större prototyp designad för att efterlikna ett verkligt FPS-spel, där deltagaren har tillgång till rökgranater på samma vis som ett verkligt spel, hade system som flood fill blivit tydligare. Dessutom hade en längre utvecklingsperiod inneburit att prototypen hade kunnat implementera NanoVDB, och därmed minska prestandakraven för studiens genomförande.

På speciellt lång sikt och med hög budget hade studien kunnat producera en verklig spelmiljö där spelare interagerar mot varandra i naturlig miljö. I en studie där spelare får spela ett helt spel mot varandra online, där den oberoende variabeln (rökgranatseffekten) kan ändras av forskarna, hade telemetrisk data om användningen av rökgranater kunnat samlas in. Telemetrisk data skulle ge en stor mängd kvantitativ data, som hade kunnat användas till en metodtriangulering. En studie med längre datainsamlingsperiod och stor mängd deltagare hade även tillåtit för datatriangulering. Studien hade även kunnat bredda sin problemformulering och undersöka hur spelares prioritering mellan funktionell och fysisk fidelitet påverkar spelandet. Genom att kunna använda metodtriangulering och datatriangulering samt tidigare nämnda förbättringar hade studien på lång sikt kunnat upprätta en hög validitet och reliabilitet.

En ytterligare vinkel för framtida forskning skulle kunna vara att vidga studien så att den undersöker andra genrer. Spelare prioriterar olika kring vad som gör spel roliga när de spelar olika genrer av spel (Nam 2022). Att undersöka fler genrer blir då intressant eftersom spelare av andra genrer med stor sannolikhet prioriterar annorlunda än tävlingsinriktade FPS-spelare. Det hade till exempel varit intressant att studera co-op shooters eller dungeon crawlers, då de inte bygger på samma tävlingsbaserade grundmekaniker som tävlingsinriktade FPS-spel. Därefter kan resultaten jämföras med tävlingsinriktade FPS-spel för att undersöka till vilken grad tävlingsmoment påverkar hur spelare prioriterar mellan fysisk- och funktionell fidelitet. Genom att genomföra ytterligare studier som inkluderar fler genrer så kan en större förståelse byggas kring hur spelare prioriterar mellan olika former av fidelitet och varför de prioriterar så. Med tillräcklig forskning är det också möjligt att utveckla en lathund över spelarprioriteringar för VFX inom olika genrer.

Slutligen kan framtida forskning grundas i samspelet mellan den här studiens resultat, Lukosch et al.s (2019) resultat och Veinott et al.s (2014) resultat. En studie som vidareutvecklar relationen mellan fidelitet i tillämpade spel eller inom digital utbildning bör bortse från den här studiens fokus på VFX. Datorspel som utbildning är ett välbeforskat fält, och den här studien bidrar med insikt till hur en metod kan utvecklas för att främja lärande genom spel.

# Referenser

Academy Software Foundation. (u.å). About OpenVDB. Tillgänglig på internet: [www.openvdb.org/about/](http://www.openvdb.org/about/) (Hämtad: 2026-01-30)

Badoni P., Katal A., Sweety Reddy M. & Bhargava M. (2022). Graphics vs Gameplay: A Comparative Analysis in Gaming. I 2022 2nd International Conference on Intelligent Technologies (CONIT). Hubli, Indien 24-26 juni 2022. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1109/CONIT55038.2022.9847843](https://doi.org/10.1109/CONIT55038.2022.9847843) (Hämtad 2026-03-09)

Barbosa, J. & Lindgren, A. & Dluhoš, P. (2025). Striking Balance: Merging Animation and Control Elements for a Better Feel of Attacks : An Exploration into the Improvement of Visual Feedback and Input Responsiveness in a Hack-&Slash Game. Tillgänglig på internet: [www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1981485&dswid=-3155](http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1981485&dswid=-3155)

Battlefield Studios. (2025). Battlefield 6. [Datorspel]. Electronic Arts Inc.

Borg, E. & Westerlund, J. (2014) Statistik för beteendevetare. (3:e uppl.) Kina: Liber.

Çakir, Ş & Kantarci, A. (1999.) CELLULAR AUTOMATA AND COMPUTER GRAPHICS . JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES. Tillgänglig på internet: [jag.journalagent.com/pajes/pdfs/PAJES\\_5\\_1\\_927\\_931.pdf](http://jag.journalagent.com/pajes/pdfs/PAJES_5_1_927_931.pdf) (Hämtad 2025-12-01)

Epic Games. (u.å). Blueprints and Render Targets Overview. Tillgänglig på internet: [dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/blueprints-and-render-targets-overview?application\\_version=4.27](https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/blueprints-and-render-targets-overview?application_version=4.27) (hämtad: 2026-01-30)

Epic Games. (u.å). Heterogenous Volumes. Tillgänglig på internet: [dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/heterogeneous-volumes-in-unreal-engine](https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/heterogeneous-volumes-in-unreal-engine) (hämtad: 2026-01-30)

Epic Games. (2024). Unreal Engine (Version 5.4.4) [Software]. Available at: Tillgänglig på internet: [www.unrealengine.com](http://www.unrealengine.com) (hämtad: 2026-02-02)

Etikprövningsmyndigheten (2026). Vem ska lämna samtycke till forskning på barn och unga? [Faktablad]. Tillgänglig på internet: [etikprovning.se/faq/vem-ska-lamna-samtycke-till-forskning-pa-barn-och-unga/](https://etikprovning.se/faq/vem-ska-lamna-samtycke-till-forskning-pa-barn-och-unga/) (hämtad 2026-01-30)

EVERYTHING IS CGI. (2025) Easiest Way to Import VDB Files in Unreal Engine 5 🌱 ... [Video]. Youtube. Tillgänglig på internet: [www.youtube.com/watch?v=zhZjia97g9g](https://www.youtube.com/watch?v=zhZjia97g9g) (hämtad 2026-02-12)

Gao, K., He, J., Qi, Y. (2018). A Relevant Research on the Establishment of a Voxel Gaming World. IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW). 1-2. DOI: Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1109/ICCE-China.2018.8448420](https://doi.org/10.1109/ICCE-China.2018.8448420) (Hämtad 2025-12-01)

Gobron, S., Çöltekin, A., Bonafos, H & Thalmann, D. ( 2010). GPGPU computation and visualization of three-dimensional cellular automata. Springer-Verlag. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1007/s00371-010-0515-1](https://doi.org/10.1007/s00371-010-0515-1) (hämtad 2026-01-30)

Halladay, K. (2019). Practical Shader Development: Vertex and Fragment Shaders for Game Developers. Apress. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1007/978-1-4842-4457-9](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4457-9) (hämtad 2026-02-10)

Johnson, L., Yannakakis, G.N., Togelius, J. 2010. Cellular automata for real-time generation of infinite cave levels. I PCGames '10: Proceedings of the 2010 Workshop on Procedural Content Generation in Games. Monterey, Kalifornien 18 juni 2010. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1145/1814256.1814266](https://doi.org/10.1145/1814256.1814266) (hämtad 2026-02-08)

Kaufman, A.E. (2000). State-of-the-Art in Volume Graphics. I Chen, M. & Kaufman, A.E. & Yagel, R. (red.) Volume Graphics. Springer. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1007/978-1-4471-0737-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0737-8_1) (hämtad 2026-01-31)

Kim, D., Lee, M., & Museth, K. (2024). NeuralVDB: High-resolution sparse volume representation using hierarchical neural networks. ACM Transactions on Graphics, 43(2), 1-21. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1145/3641817](https://doi.org/10.1145/3641817) (hämtad 2026-03-10)

Krüger, J. & Westermann R. (2005). GPU Simulation and Rendering of Volumetric Effects for Computer Games and Virtual Environments. Eurographics, 24(3) s.685-692. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1111/j.1467-8659.2005.00893.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8659.2005.00893.x) (hämtad 2026-02-20)

Lukosch, H., Lukosch, S., Hoermann, S., Lindeman, R.W. (2019). Conceptualizing Fidelity for HCI in Applied Gaming. In: Fang, X. (eds) HCI in Games. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science(), vol 11595. Springer, Cham. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1007/978-3-030-22602-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-22602-2_14) (hämtad 2026-03-10)

Mileff, P., & Dudra, J. (2019). Simplified voxel based visualization. Production Systems and Information Engineering, 8(1), 5-18. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.32968/psaie.2019.001](https://doi.org/10.32968/psaie.2019.001) (hämtad 2025-12-01)

Monogame. (2012). What Is a Render Target?. Tillgänglig på internet: docs.monogame.net/articles/getting\_to\_know/whatis/graphics/WhatIs\_Render\_Target.html (hämtad 2026-02-17)

More VFX Academy. (2024). Counter Strike 2: Smoke in Unreal Engine 5. Tillgänglig på internet: <https://morevfxacademy.com/counter-strike-2-smoke-in-unreal-engine-5/> (Hämtad 2026-01-28)

Museth, K. (2013). VDB: High-resolution sparse volumes with dynamic topology. ACM transactions on graphics (TOG), 32(3), 1-22. Tillgänglig på internet: doi.org/10.1145/2487228.2487235 (hämtad 2025-12-01)

Museth, K. (2021). NanoVDB: A GPU-friendly and portable VDB data structure for real-time rendering and simulation. In ACM SIGGRAPH 2021 Talks (pp. 1-2). Tillgänglig på internet: doi.org/10.1145/3450623.3464653 (hämtad 2025-12-01)

Nam, K.T. (2022) A Study on the Priority for Fun Factors by Genres: Focusing Action, Adventure, Role-Playing Games. In: Korean Society For Computer Game, 35(3), 55-64. Tillgänglig på internet: doi.org/10.22819/kscg.2022.35.3.007 (hämtad 2026-03-25)

Patton, M.Q. (2015). Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice. (4:e uppl.) Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Platinum Games. (2022). Bayonetta 3. [Datorspel]. Platinum Games

Regulation (EU) 2018/1725 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data by the Union institutions, bodies, offices and agencies and on the free movement of such data, and repealing Regulation (EC) No 45/2001 and Decision No 1247/2002/EC. (EUT L 295, 21.11.2018, s. 39–98). Tillgänglig på internet: [eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1725&qid=1770043827316](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1725&qid=1770043827316) (hämtad 2026-01-30)

Riot Games. (2020). Valorant. [Datorspel]. Riot Games.

Schlüter, M., Kwasnitschka, T., Berstetter, A. & Karstens, J. (2025). RENDERING LARGE VOLUME DATASETS IN UNREAL ENGINE 5: A SURVEY. GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research. Tillgänglig på internet: doi.org/10.48550/arXiv.2504.07485 (hämtad 2025-12-01)

SideFX (.....) Pyro Solver geometrynode. SideFX. Tillgänglig på internet:

[www.sidefx.com/docs/houdini/nodes/sop/pyrosolver.html](http://www.sidefx.com/docs/houdini/nodes/sop/pyrosolver.html)

SideFX (2026) Houdini (version 21.0.596.) [Software]. Tillgänglig på internet: [www.sidefx.com](http://www.sidefx.com)

Soe, E. (2024) Comparing OpenVDB to Other Methods of FXCreation in Real-Time 3D Graphics: A technical and visual study of alternative solutions for real-time volumetric VFX. Luleå university of technology. Tillgänglig på internet: [www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1876137&dswid=1768](http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1876137&dswid=1768) (hämtad 2025-12-01)

Takahiro, Y. (2023). Umbran Studies: VFX Vol.2 Background Effects. Platinum Games. Tillgänglig på internet: [www.platinumgames.com/official-blog/article/13708](http://www.platinumgames.com/official-blog/article/13708) (hämtad 2026-02-05)

Threejs. (u.å). Render Target. Tillgänglig på internet: [threejs.org/docs/#RenderTarget](http://threejs.org/docs/#RenderTarget). (hämtad 2026-02-17)

Treyarch, Raven Software & Infinity Ward. (2025). Call of Duty: Black Ops 7. [Datorspel]. Activision

Unity. (u.å). Render Target. Tillgänglig på internet: [unity.com/glossary/render-target](http://unity.com/glossary/render-target). (hämtad 2026-02-17)

Valve. (2023). Counter-Strike 2. [Datorspel]. Valve.

Veinott, E. S., Perleman, B., Polander, e., Leonard, J., Berry, G., Catrambone, R., Whitaker, E., Eby, B., Mayell, S., Teodorescu, K., Hammack, T & Lemaster, L. (2014) Is More Information Better? Examining the Effects of Visual and Cognitive Fidelity on Learning in a Serious Video Game. Cognitive Solutions Division, ARA, Inc. Dayton, OH., Georgia Technology Research Institute Atlanta, GA USA., Psychology Department, Indiana University Bloomington, IN, USA & Psychology Department, Wright State University Fairborn, OH, USA. Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1109/GEM.2014.7048105](https://doi.org/10.1109/GEM.2014.7048105) (hämtad 2026-01-30)

Vetenskapsrådet (2002). Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning. Stockholm: Vetenskapsrådet.

Xing, M., Philippe D. & Bao-Gang H. (2007). Fast Hydraulic Erosion Simulation and Visualization on GPU. 15th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications (PG'07). Tillgänglig på internet: [doi.org/10.1109/PG.2007.15](https://doi.org/10.1109/PG.2007.15) (hämtad 2026-12-01)

# Appendix A – Bokningsformulär

## Info

Tack för att du visar intresse för vår studie!

Studien kommer genomföra intervjuer på svenska genom videosamtalsplattformen Zoom. Intervjun kommer spelas in med avsikt att kunna återbesöka era svar. Under intervjun kommer ni få spela en kort spelkomponentsprototyp och besvara frågor kring den. Ni ombeds dela prototypfönstret genom Zooms skärmdelning. Intervjun kommer ta ungefär 15-30 minuter.

Prototypen innehåller skjutvapen, höga ljud, rökmoln och en avgränsad korridor. Om du lider av allvarlig fobi/trauma relaterat till dessa ämnen avråder vi dig från ditt deltagande.

För att kunna schemalägga och skicka zoom-länk till er, ber vi om en mailadress i slutet av det här formuläret. I samma mail som zoom-länken skickas även en länk till prototypen. Vi ber er ladda ned mappen innan intervjun börjar. Mappen i fråga har en storlek på 5,56 GB.

Era mailadresser kommer endast hanteras av oss (Max Larsson och Benjamin Havskog). Mailadresserna kommer ej delges med någon tredje part och kommer enbart användas för att kontakta er. Vid avslutad intervju raderas er mailadress ur våra system i enlighet med EUs Regulation 2018/1725 (2018).

Erat deltagande är helt frivilligt och ni har rätten att avbryta eran medverkan både innan, under och direkt efter intervjuens gång, oavsett anledning. Ni behöver varken förklara eller ursäktas ett avbrott. Kort efter intervjuens genomförande anonymiserar den insamlade datan och därmed kan er data inte längre identifieras.

Genom att skicka in det här formuläret samtycker ni till insamlingen av mailadress.

### \* Anger obligatorisk fråga

I den här delen kommer du få svara på en fråga om FPS-spel (First person shooter games, som till exempel Counter strike), samt en fråga om din ålder.

1. Kan du tänka dig spela ett FPS-spel till vardags? \*

Markera endast en oval.

- Ja  
 Nej *Fortsätt till avsnitt 5 (Tack för ditt deltagande!)*

2. Hur gammal är du? \*

Markera endast en oval.

- Under 15 *Fortsätt till avsnitt 5 (Tack för ditt deltagande!)*  
 Över 15

### Tider

Vilka tider är du tillgänglig för intervju?

3. Måndag 23/02

Markera alla som gäller.

- 10:15  
 11:15  
 12:15  
 13:15  
 14:15  
 15:15  
 16:15  
 17:15  
 18:15  
 19:15  
 20:15

5. Onsdag 25/02

Markera alla som gäller.

- 10:15  
 11:15  
 12:15  
 13:15  
 14:15  
 15:15  
 16:15  
 18:15  
 19:15  
 20:15

6. Torsdag 26/02

Markera alla som gäller.

- 10:15  
 11:15  
 12:15  
 13:15  
 14:15  
 15:15  
 16:15  
 18:15  
 20:15

4. Tisdag 24/02

Markera alla som gäller.

- 10:15  
 11:15  
 12:15  
 13:15  
 14:15  
 15:15  
 16:15  
 18:15  
 19:15  
 20:15

7. Tisdag 03/03

Markera alla som gäller.

- 13:15  
 14:15  
 15:15  
 16:15  
 18:15  
 19:15  
 20:15  
 21:15

8. Vad är din emailadress? \*

\_\_\_\_\_

Tack för ditt deltagande!

## Appendix B – Intervjuformulär

Hej, tack för att du vill delta i våran studie. Jag heter \_\_\_\_\_ och med mig har jag \_\_\_\_\_ som kommer observera och föra anteckningar under intervjun. Inför denna intervjun samlade vi in din mail och vi vill återigen informera om att vi kommer radera den från vår data när intervjun har genomförts. Intervjun spelas in och deltagandet i denna intervju är helt frivillig. Du kan när som helst under intervjun avbryta ditt deltagande. Skulle du välja att göra det så raderar vi mailen direkt och vi raderar även materialet som vi spelat in under intervjun. Du får välja själv ifall du vill ha kameran på eller inte.

Vi räknar med att intervjun kommer ta ungefär 15-30 minuter. Om det är möjligt vill vi gärna att du delar din skärm medan du spelar prototypen, men beroende på hur kraftfull din dator är kan det förekomma prestandaproblem med vissa scener. Ifall det är fallet får du spela scenen utan skärmdelning.

I mailet vi skickade till dig fanns en länk till prototypen som vi bad dig ladda ner. Har du hunnit göra det?

(om nej) informera om hur nedladdningen sker.

(om ja)

- Be deltagaren dela sin skärm
- be dem öppna den nedladdade mappen.
- berätta vilken fil de ska öppna
  - samt förklara hur prototypen fungerar.

Vi ber dig öppna mappen "Spelsession 1" sedan mappen [A]/[B] och öppna filen [A]/[B].

När du öppnar filen kan det dyka upp en varning om att filen kommer från en okänd källa. Detta är inget farligt, för att fortsätta med öppnandet klickar du på "mer information" och sedan klickar du på öppna ändå.

Du kommer få kontrollera en figur i prototypen. Du rör dig med WASD och skjuter med vänster musknapp. Framför dig kommer ett vapen ligga, vi behöver att du går över det för att plocka upp det. Sedan fortsätter du upp för rampen och stannar vid fönstret. Där kommer en rökgranatseffekt spelas upp. Sedan får du skjuta på måltavlor tills du känner dig nöjd eller tills vi avbryter dig. Medan du skjuter vill vi att du observerar röken.

- berätta vilken fil de ska öppna efter första spelomgången.
  - Då ber vi dig öppna den andra filen. Plocka upp vapnet och skjut mot måltavlorna
- ställ fråga 1 och 2
  - Dåså. Nu tänkte vi ställa lite frågor till dig.

1. Vilken av rök A och B hade du helst haft i ett FPS-spel?

2. Vad fick dig att välja den valda effekten?

**PAUS**

Då går vi vidare och ber dig gå tillbaka till den första mappen och sedan öppna mappen "Spelsession 2". Öppna [C]/[D] och starta prototypen. Gör som innan, plocka upp vapnet och skjut mot måltavlorna

- berätta vilken fil de ska öppna.

- ställ fråga 3 till 6

3. Vilken av rök C och D hade du helst haft i ett FPS-spel?

4. Vad fick dig att välja den effekten?

5. Hur hade den bortvalda effekten kunnat förbättras så att du hade valt den istället?

6. Vilka egenskaper värdesätter du i en rökgranatseffekt och varför?

## Appendix C – Raymarch-effekt 1 (ej interaktiv)



**Videolänk:**  
**<https://youtu.be/JUe8t8KlZj4>**

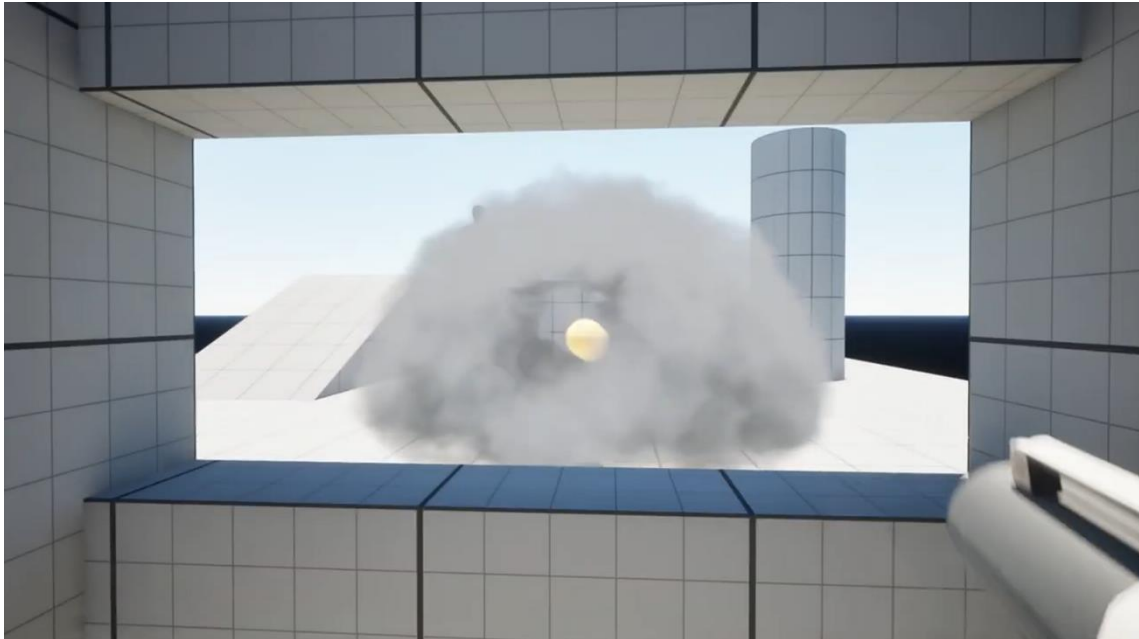
## Appendix D – [Titel]



**Videolänk:**

**<https://youtu.be/C2U4yyJ2LMI>**

## Appendix E – [Titel]



**Videolänk:**

**<https://youtu.be/Ej5HbiW2Zgo>**

## Appendix F – [Kategoriseringschema]

Kategoriseringschemat framställdes efter transkriberingen intervjuerna för att underlätta analysen. De kategorier som togs fram baserades på intressanta citat ifrån deltagarna och utifrån kategorierna kunde fyra teman tas fram.

[1] Strategiskt täcka ett område är viktigt:

Kategorin hänvisar till de gånger deltagarna nämnde att de ansåg att det var viktigt att en rökgranatseffekt täckte ett område ordentligt så att den kan användas effektivt för områdeskontroll. Denna kategori nämndes 33 gånger.

[2] Uppskattar fysisk fidelitet:

Denna kategori representerar de gånger deltagarna lyfta att de tyckte om de grafiska aspekterna på effekten med högre fysisk fidelitet. Denna kategori togs upp 18 gånger.

[3] Uppskattar funktionell fidelitet:

Den här kategorin hänvisar till de gånger deltagarna pratade om att de tyckte om det interaktiva i ray-marchingeffekten.

[4] Funktionell fidelitet ökat taktik:

Den här kategorin står för de gånger deltagarna lyfta att de ansåg att den interaktiva effekten tillför spännande strategiska möjligheter som inte finns hos en de icke interaktiva effekterna. Den här kategorin nämndes 18 gånger.

[5] Värderar egenskap över fysisk fidelitet:

De gånger spelare nämnde att det var viktigare att rökgranaten gjorde det den var ämnad att göra ( täcka ett område) än att den såg snygg ut. Denna kategorin nämndes 4 gånger.

[6] Skymma är viktigare än funktionell fidelitet:

De gånger spelare nämnde att att det är viktigare att rökgranatseffekten täcker ett område än att den är interaktiv. Detta nämndes 4 gånger.

[7] Counterplay:

De gånger spelare nämnde att den interaktiva effekten skapade möjligheter för counterplay vilket balanserar effekten på ett spännade sätt. Detta nämndes 6 gånger.

[8] Vana prioriteras:

De gånger spelare nämnde att de föredrog något för att det är det de är vana vid. Detta nämndes 10 gånger

[9] Se där spelaren skjuter är viktigt:

En spelare menade att en bra sak med den interaktiva effekten var att man lättare kunde se vart man skjuter. Detta togs med då det var en tydlig utstickare.

[10] Intressant gameplay att se genom röken lite:

De spelare som ansåg att det kunde vara en intressant för gameplay att röken inte var

helt täckande utan att skyddet från röken varierade något.  
detta nämndes 3 gånger

[11] VDB är prestandakrävande:

Denna kategori representerar de prestandaproblem som uppstod under intervjuerna då en spelare upplevde att VDB effekterna påverkade prestandan negativt.

[12] Funktionell fidelitet hämmar immersion:

En spelare ansåg att den funktionella fideliteten riskerar att kännas överklig och därför dra personen ut ur spelupplevelsen.