



BRUSBASERAD PROCEDURELL GENERERING AV 2D DUNGEONS

En studie om spelupplevelse baserad på
PXI-modellen

NOISE BASED PROCEDURAL GENERATION OF 2D DUNGEONS

A study on player experience based on the PXI
model

Examensarbete inom huvudområdet
Informationsteknologi
Grundnivå 15 högskolepoäng
Vårtermin 2025

Olle Astré
Linnéa Klangby

Handledare: Mikael Thieme
Examinator: Mikael Johannesson

Sammanfattning

Omgivningen i spel kan ha stor påverkan på spelupplevelsen. I denna studie undersöks två olika metoder för att procedurellt generera omgivningen i spelgenren roguelikes. Den jämför en vanligt förekommande metod, agentbaserad generering, med en för genren mindre vanlig metod, brusbaserad generering. För att jämföra metoderna har ett speltest genomförts. Testet har utgått ifrån ett egenskapat roguelike-spel där deltagarna har fått spela olika banor skapade med båda genereringsmetoderna. Spelupplevelsen har sedan graderats med hjälp av Player Experience Inventory (PXI). Resultatet visar på att de två metoderna generellt resulterar i liknande spelupplevelser inom PXI:s mätområden. Det visar däremot på en skillnad i svårighetsgrad där agentbaserad generering ser ut att resultera i svårare banor. Detta arbete kan ligga till grund för framtida forskningsarbeten inom området, samt ge spelutvecklare fler verktyg vid utveckling av spel.

Nyckelord: Procedurell generering, spelupplevelse, roguelike, dungeons, Player Experience Inventory

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
2	Bakgrund	2
2.1	Metoder för att generera banor	3
2.2	Artefakt	3
3	Problemformulering	6
3.1	Metodbeskrivning	6
3.1.1	Enkät	7
3.2	Metoddiskussion	8
3.3	Forskningsetiska avvägningar	9
4	Genomförande	11
4.1	Implementation	11
4.1.1	Agentbaserad generering	11
4.1.2	Brusbaserad generering	12
4.1.3	Insamling av data	13
4.2	Undersökning	13
4.3	Resultat	14
4.4	Analys	20
5	Diskussion	22
5.1	Metod aspekter	23
5.2	Samhälleliga och etiska aspekter	23
5.3	Framtida arbete	24
	Referenser	25

1 Introduktion

För att skapa tilltalande spel behöver spelutvecklare ha förståelse för hur spelinnehållet påverkar spelupplevelsen. Det kan vara svårt att veta hur och i vilken utsträckning spelets olika komponenter faktiskt påverkar spelupplevelsen. Ett exempel på en sådan komponent är terräng. Det finns många olika metoder för att skapa terräng i spel. Det kan göras manuellt, eller med hjälp av automatiserade processer. En sådan automatiserad process är procedurell generering. Denna studie ämnar att undersöka just detta, om, och i så fall hur, spelupplevelsen skiljer sig åt i ett spel där olika metoder för att procedurellt generera terräng används. Studien undersöker två olika metoder för att procedurellt generera terräng till roguelikes, en agentbaserad metod och en brusbaserad metod. De två algoritmer som undersöks är *Agent based dungeon growing* och *Perlin noise*. *Agent based dungeon growing* är en agentbaserad genereringsmetod medan *Perlin noise* är en brusbaserad genereringsmetod. Området är viktigt att undersöka för att ge spelutvecklare bra möjligheter att prioritera de resurser som finns tillgängliga för utvecklingsprocessen. Detta för att effektivt kunna realisera sin spelvision.

För att undersöka metoderna har ett tidigare spelprojekt använts. Spelprojektet har modifierats och vidareutvecklats för att fungera som testmiljö. Totalt spelade 24 personer spelet och utvärderade sedan sin upplevelse med hjälp av två enkäter. För att mäta spelupplevelsen användes Player Experience Inventory (PXI). Varje deltagare fick spela banor skapade med båda genereringsmetoderna. Det var viktigt att låta varje deltagare få gradera upplevelsen av båda genereringsmetoderna då ett extremvärde annars riskerar att påverka resultatet för endast en genereringsmetod. Ett sådant extremvärde skulle kunna vara en person som inte tycker om genren eller spelet i sin helhet. Två olika varianter har använts av spelet, där den enda skillnaden var i vilken ordning banorna spelades. I den första varianten fick deltagarna först spela banor skapade med *Agent based dungeon growing*, och sedan banor skapade med *Perlin noise*. I den andra varianten var ordningen motsatt.

Testerna har genomförts helt och hållet på distans. Detta för att kunna nå ut till fler deltagare, men också för att deltagarna skulle få testa spelet i en så naturlig miljö som möjligt. En länk skickades ut på olika sociala plattformar och genom denna har deltagarna kunnat ladda ner spelet. Länken har automatiskt fördelat så att hälften av deltagarna spelat ena versionen, och andra halvan andra versionen. Deltagarna uppmuntrades också att skicka vidare länken med tillhörande information till andra potentiella deltagare.

2 Bakgrund

Dungeon Crawlers är en kategori inom dataspel som kännetecknas av att spelaren utforskar så kallade "dungeons". Detta är labyrint- eller grottlänkande miljöer där spelaren stöter på både fiender, utmaningar och skatter (van der Linden, Lopes & Bidarra 2014). Många spelgenrer såsom roguelikes och roguelites bygger på detta koncept men använder sig av procedurrell generering för att slumpa fram nya dungeons så att ingen spelomgång är den andra lik (Viana & dos Santos 2021). Detta gör det mer intressant att spela om spelet flera gånger (Doran & Parberry 2010).

Vad som definierar genren roguelike är inte helt fastställt (Cartlidge 2024). En etablerad definition av roguelike-genren är Berlintonkningen som definierar 9 nyckelfaktorer som ofta återfinns i roguelike-spel (Cartlidge 2024). Ett spel måste inte innehålla alla 9 faktorer för att räknas som en roguelike utan det bör snarare ses som att ju fler faktorer ett spel innehåller, desto mer roguelike är det (Cartlidge 2024). Faktorerna kan översättas till svenska som:

- Slumpad bangenerering
- Permanent död
- Turordningsbaserat
- Rutnätsbaserat
- Icke-modalt
- Komplexitet
- Resurshantering
- "Hack'N'Slash"
- Utforskning/Upptäckande

Banan eller terrängen som utgör miljön i ett spel har en stor påverkan på hur ett spel upplevs (Swink 2008, s. 139; Doran & Parberry 2010). Swink (2008, s. 141) pratar i sin bok *Game Feel* om hur objektens placering i världen har stor påverkan på hur tempot i spelet upplevs. Han menar på att spel där objekten är mer utspridda i omgivningen kommer att upplevas som att det har ett lägre tempo. Swink (2008, s. 146) jämför det med att köra på en motorväg där man ibland hamnar i andra tankar. Helt plötsligt har man kommit fram till målet, utan att riktigt minnas resan dit. Detta i jämförelse med en omgivning där objekten är nära varandra. Denna typ av omgivning kräver en högre nivå av mental närvaro att navigera, vilket gör att tempot upplevs snabbare (Swink 2008, s.147). Även Doran och Parberry (2010) lyfter att terrängen är en fundamental del av ett spel och att den är starkt kopplad till huruvida en spelare vill spela om spelet flera gånger.

Terrängen och banan är alltså viktig för hur spelare upplever ett spel. Att manuellt skapa mycket terräng är dock ett krävande jobb (Doran & Parberry 2010). För att automatisera processen är det möjligt att använda procedurrell generering. Hur procedurrell generering definieras skiljer sig åt mellan olika källor. I denna studie definieras det som skapandet av innehåll genom ett automatiserat system istället för att producera något manuellt. Procedurrell generering används till mycket mer än att bara generera banor. Inom dataspel används det även till att generera innehåll, animationer med mera. Det kan även användas för att skapa modeller av byggnader, byggnadsinteriörer, växter, texturer, och konst (Smelik, Tutenel, Bidarra & Benes 2014). Procedurrell generering används också inom helt andra områden, utan koppling

till dataspel till exempel inom sjukvården. Där kan procedurell generering användas för att simulera olika diagnoser, tex aneurysm (Sykora, Benco, Hlavata, Sturekova & Hudec 2024).

Det finns ett flertal olika algoritmer som kan användas vid just procedurell generering av spelvärldar (Rose & Bakaoukas 2016). Agentbaserad generering, cellulär automat, generativ grammatik och förstärkningsinlärning är exempel på vanliga metoder som används vid generering av dungeons (Viana & dos Santos 2021). Samtidigt finns det andra väletablerade algoritmer för att generera spelvärldar men som sällan används till just dungeons. Till exempel används olika metoder för brus ofta till procedurell generering av annan terräng (Perche, Peytavie, Benes, Galin & Guérin 2023; Rose & Bakaoukas 2016).

2.1 Metoder för att generera banor

Agentbaserad generering utgår ifrån en agent som gräver tunnlar och skapar rum (Shaker, Liapis, Togelius, Loes & Bidarra 2016, s. 38). Vilket utseende som en dungeon får beror på agentens beteende. En agent med ett mer stokastiskt beteende resulterar i mer kaotiska banor, där gångar och rum kan korsas och överlappa varandra (Shaker et al. 2016, s. 39). Detta till skillnad från en agent som har möjligheten att se vad som finns framför den, denna typ av agent kan istället undvika att gå där en agent redan har gått, vilket resulterar i tunnlar och rum som inte korsas och överlappar varandra (Shaker et al. 2016, s. 39). Utöver dessa 2 varianter finns det många fler beteenden för agenter, som alla resulterar i drastiskt olika resultat (Shaker et al. 2016, s.39).

Brusbaserad generering utgår ifrån en algoritm för att generera "brus". Några vanliga algoritmer är Perlin noise, Value noise, Simplex noise samt Worley Noise (Rose & Bakaoukas 2016). Bruset är ett rutnät där varje ruta tilldelas ett pseudoslumpmässigt värde. Om resultatet presenteras i en bild, där varje värde utgör hur ljus en pixel är, blir den resulterande bilden ett sorts molnliknande mönster (se Figur 3). Ett vanligt sätt att använda detta mönster på är att låta varje värde motsvara markhöjden för en given punkt i en 3D terräng (Rose & Bakaoukas 2016). Den resulterande terrängen får då en bergskedjeliknande struktur (Smelik et al. 2014).

2.2 Artefakt

I denna undersökning har en artefakt använts för att genomföra speltester. Detta är ett spel som ursprungligen skapades i två tidigare kurser. Inför testerna har spelet vidareutvecklats ytterligare. Spelet är baserat på den roguelike-liknande 2D top-down-shootern 'Nuclear Throne' (Vlambeer 2015). Detta valdes som grund eftersom spelloopen för en vanlig bana är enkel att greppa: döda alla fiender för att komma vidare till nästa bana. Artefakten innehåller fyra vapen med distinkta egenskaper som spelaren kan använda, två olika sorters fiender, vapenkistor, ammunitionskistor, ammunitionslådor, förbandslådor, och en komplett uppsättning av rörelser med grundläggande förflyttning samt dash. Spelet kan överlag anses vara representativt för en avgränsad del av ett komplett roguelike-spel då mycket tid har lagts på att slipa spelmekanikerna till en hög kvalitetsnivå (mer om detta i *4.1 Implementation*).

I spelet har spelaren begränsats med ammunition och hälsa. Mer ammunition och hälsa

finns att plocka upp från kistor utspridda över banan, alternativt från fiender som spelaren dödat. Även andra vapen finns utplacerade i kistor runt om på banan. Det finns två fiender med varsitt distinkt beteende. En fiende bär skjutvapen, den andra gör skada vid närkontakt med spelaren.

Det finns fyra olika sorters vapen, som alla har olika beteenden. Det är tre skjutvapen som kräver olika sorters ammunition samt ett slagvapen som inte kräver någon ammunition. Anledningen till detta är att deltagaren aldrig ska kunna bli fast på grund av att den fått slut på ammunition.

3 Problemformulering

Viana och dos Santos (2021) har sammanställt och kategoriserat olika metoder för generering av dungeons utifrån 41 källor. Noterbart är att brusbaserad generering inte listas som en metod som används för att generera dungeons till roguelike-spel, trots att det är en vanlig metod för procedurrell generering av spelbanor inom andra sorters spel (Rose & Bakaoukas 2016). Även van der Linden, Lopes och Bidarra (2014) sammanställer olika metoder för att generera dungeons men inkluderar inte brusbaserad generering som ett alternativ för dungeons. Baserat på dessa källor är det relativt utforskat huruvida brusbaserad generering kan användas till dungeons i roguelike-spel.

För att få en ny infallsvinkel i ett annars redan väl utforskat område jämför detta arbete en etablerad algoritm för att generera dungeons, *Agent-based dungeon growing*, med en mindre etablerad algoritm inom området, *Perlin noise* – en algoritm som är generellt användbar för generering av terräng eller banor (Rose & Bakaoukas 2016). Med andra ord undersöktes en agentbaserad metod och en brusbaserad metod. Som mått på hur väl algoritmerna lämpar sig undersöktes spelupplevelsen med hjälp av Player Experience Inventory (PXI). I undersökningen fick deltagarna spela ett roguelike-spel med banor genererade av de två metoderna samt svara på enkäter om deras upplevelse.

Målet med arbetet var att besvara följande frågeställning:

- “Hur skiljer sig spelupplevelsen åt i ett top down 2D-roguelikeliknande spel när banorna genereras med agentbaserad generering kontra brusbaserad generering?”

Hypotesen för detta arbete är att banorna gjorda med *Perlin noise* kommer att resultera i banor med ett mer organiskt utseende, där gångarna är bredare och det saknas tydliga rum. Detta borde leda till att spelaren känner att den har mer utrymme, vilket i sin tur bör leda till att det upplevs som lättare, i stil med vad Swink (2008 s.147) säger i boken *Game Feel*. I motsats till detta så kommer *Agent-based dungeon growing* att resultera i banor som upplevs mer artificiella/konstgjorda, innehållande smala gångar och tydliga rum. Detta bör leda till att spelaren känner sig mer instängd och trängd, vilket gör att dessa banor upplevs som svårare.

Frågeställningen är intressant att undersöka eftersom det är viktigt för spelutvecklare att veta hur deras val påverkar spelupplevelsen, både för att se till att det resulterande spelet blir kul för konsumenten, men även för att kunna göra väl avvägda prioriteringar i utvecklingsprocessen. I detta fall rör dessa val just generering av banor. Denna undersökning kan också bidra till att skapa förståelse för om spelupplevelsen skiljer sig beroende på hur banorna ser ut.

3.1 Metodbeskrivning

Metoden som användes för att besvara frågeställningen var ett speltest. Hur rekryteringen av deltagarna gick till beskrivs i 3.2 Metoddiskussion. I detta speltest samlades kvantitativ data av olika slag in. I speltestet fick deltagaren ladda ner ett spel på sin dator. Detta spel utgjorde testmiljön och innehöll både den tidigare nämnda artefakten, samt två frågeformulär. När deltagaren startade spelet fick denne information om att spelet samlar in data om hur denne spelar, att svaren på frågorna som ställs kommer att sparas, och att denna information sen automatiskt skickas till

testledarna. Deltagaren informerades också om hur denne deltar på frivillig basis och att denne när som helst har rätt att ångra sig om sitt deltagande, samt hur den går tillväga för att avsluta testet om så är fallet. Dessutom informerades deltagaren om att ingen information delas med testledarna om den väljer att avsluta testet i förhand.

När deltagaren godkänt förutsättningarna fick denne svara på frågor om dess ålder och kön. Därefter fick deltagaren börja med att spela en handledningsbana. Sedan följde fyra banor skapade med en av de två genereringsmetoderna, följt av ett frågeformulär med frågor om spelupplevelsen. Därefter genomfördes samma procedur för den andra genereringsmetoden – deltagaren fick spela fyra banor och sedan svara på frågor om spelupplevelsen. I slutet av testet blev deltagaren återigen påmind om att deltagandet är helt frivilligt, och att om denne ångrat sig angående sitt deltagande nu fick en sista möjlighet att avsluta testet innan resultatet skickades till testledarna. Om deltagaren godkände att informationen delades med testledarna så fick den klicka på en knapp och så skickades informationen. I vilken ordning deltagarna fick spela genereringsmetoderna avgjordes av vilken variant av spelet de fick. För att försöka uppnå att ungefär hälften av deltagarna började med den ena metoden, och den andra hälften med den andra metoden användes en länkröterare. Detta är en länk man kan generera, som omdirigerar den som klickat på länken till en annan hemsida, i detta fall en nedladdningslänk till spelet. Varannan gång någon klickade på länken kom de till en sida där de kan ladda ner variant A, och varannan gång till en nedladdningssida för variant B.

Denna metod har gjort det möjligt att nå ut till fler deltagare, eftersom testerna har kunnat genomföras vid valfri tid och på valfri plats. Det gör det också lättare att utnyttja snöbollsurval då det är lätt att dela vidare en nedladdningslänk.

3.1.1 Enkät

Deltagarna har fått svara på enkäter baserade på PXI-modellen (Abeele, Spiel, Nacke, Johnson & Gerling 2020). PXI-modellen har utvecklats som ett system för att utvärdera spelupplevelse på ett mätbart och pålitligt sätt. Den undersöker 10 olika konstrukt, vilka de kallar:

Ease of control, Progress feedback, Audiovisual appeal, Clarity of goals and rules, Challenge, Mastery, Curiosity, Immersion, Autonomy and Meaning.

Ungefärligt översatt till svenska som:

Intuitiv styrning, återkoppling på framsteg, audiovisuell tillfredsställelse, tydlighet i mål och regler, utmaning, bemästrande, nyfikenhet, inlevelse, självständighet och meningsfullhet.

Alla konstrukt kommer med tre olika frågor som är formulerade på olika sätt. För att få fram ett svar för konstruktet tar man sedan ett genomsnitt för vad deltagaren svarat på de tre frågorna och använder sig av detta. Frågorna besvaras på en 7-gradig likertskala som går från -3 till 3, där negativa siffror motsvarar "håller inte med" och positiva siffror motsvarar "håller med" (Abeele et al. 2020). Ordningen på frågorna slumpas för att minska risken att två frågor från samma konstrukt ställs i följd av varandra. Detta motverkar att deltagaren upprepar sitt svar istället för att besvara den nya formuleringen (Player Experience Inventory u.å.). Frågorna ställdes på engelska (motivering till detta följer i 3.2 Metod) och är följande:

Ease of Control:

1. It was easy to know how to perform actions in the game
2. The actions to control the game were clear to me
3. I thought the game was easy to control

Goals and Rules:

1. I grasped the overall goal of the game
2. The goals of the game were clear to me
3. I understood the objectives of the game

Challenge:

1. The game was not too easy and not too hard to play
2. The game was challenging but not too challenging
3. The challenges in the game were at the right level of difficulty for me

Progress Feedback:

1. The game informed me of my progress in the game
2. I could easily assess how I was performing in the game
3. The game gave clear feedback on my progress towards the goals

Meaning:

1. Playing the game was meaningful to me
2. The game felt relevant to me
3. Playing this game was valuable to me

Curiosity:

1. I wanted to explore how the game evolved
2. I wanted to find out how the game progressed
3. I felt eager to discover how the game continued

Mastery:

1. I felt I was good at playing this game
2. I felt capable while playing the game
3. I felt a sense of mastery playing this game

Immersion:

1. I was no longer aware of my surroundings while I was playing
2. I was immersed in the game
3. I was fully focused on the game

Autonomy:

1. I felt free to play the game in my own way
2. I felt like I had choices regarding how I wanted to play this game
3. I felt a sense of freedom about how I wanted to play this game

3.2 Metoddiskussion

PXI-metoden härstammar från en studie genomförd på engelska där ordvalen och meningsuppbyggnaderna valts ut noga för att inte vara värdeladdade och därmed riskera

att påverka deltagarnas svar. Studier har gjorts på hur man översätter frågorna till andra språk, bland annat till tyska (Graf et al. 2022), men en sådan studie saknas för svenska. Att översätta dessa frågor till svenska innebär en risk för att frågorna inte förblir helt neutrala. Därför har valet gjorts att behålla enkäterna på engelska trots att undersökningen i övrigt utförs på svenska.

För denna undersökning bedömdes att Challenge, Curiosity, Mastery och Autonomy utgjorde de mest relevanta delarna att koppla till genereringen. Övriga konstrukt förväntades vara mer kopplade till de delar av spelet som inte ändrades mellan varianterna, exempelvis grafiken och gränssnittet. På PXI:s hemsida (Player Experience Inventory u.å.) betonas dock vikten av att ha med samtliga frågor och inte modifiera metoden för att behålla validiteten av PXI samt att behålla möjligheten att jämföra resultatet med andra spel som utvärderats genom PXI. Därför behölls även frågorna som bedömdes som mindre relevanta till denna undersökning.

Rekrytering av deltagare till stickprovet skedde genom en kombination av två avsiktliga urvalsmetoder. Den första var ett kriterieurval med tre kriterier:

- Att deltagarna har god spelvana
- Att deltagarna har goda kunskaper i engelska
- Att deltagarna är minst 18 år gamla

För att nå ut till flera potentiella deltagare användes även snöbollsurval.

Det finns en risk att stickprovet i praktiken närmar sig ett bekvämlighetsurval då de kanaler som fanns tillgängliga för att nå ut till potentiella deltagare till största del bestod av spelutvecklarstudenter på Högskolan i Skövde. Å ena sidan bör de till stor del möta urvalskriterierna. Vi förutsätter att spelutvecklarstudenter har god spelvana. Därtill visar en rapport från språkrådet att 64% av alla utbildningar i Sverige på avancerad nivå ges på engelska, med så högt som 80% för kurser inom tekniska ämnen (Malmström & Pecorari 2022) vilket ökar sannolikheten för att även engelskakunskaperna är goda i denna grupp. Å andra sidan kan det innebära att resultatet bara blir representativt för en population av studenter med spelutvecklarbakgrund med goda kunskaper i engelska.

Vid denna typ av undersökning där två olika varianter av ett spel testas finns det en risk att inlärning påverkar resultatet. För att minimera inlärningens påverkan på slutresultatet alternerades vilken genereringsmetod varje deltagare började med. Utöver det slumpades även ordningen på de två metodernas banor, för att minska risken att alla deltagare spelar banorna i samma ordning.

Att göra testerna på distans innebär mindre kontroll över testmiljön. Detta riskerar att påverka resultatet eftersom det kan finnas fler störande faktorer. Detta diskuteras vidare i *5.1 Metodaspekter*.

3.3 Forskningsetiska avvägningar

Eftersom denna undersökning behandlar människor och empirisk data har utförandet anpassats för att bemöta Vetenskapsrådets fyra forskningsetiska principer (Vetenskapsrådet 2002). Det finns även en nyare rapport av Vetenskapsrådet som berör forskningsetik (Vetenskapsrådet 2024) men eftersom detta arbete inte hanterar några känsliga personuppgifter har avvägningen gjorts att de fyra forskningsetiska principerna är tillräckliga för att säkerställa god forskningssed.

För att uppfylla Informations- och samtyckeskravet informerades deltagarna i förväg om hur speltest-processen gick till. De blev informerade om att de när som helst kunde dra tillbaka sitt medgivande och avsluta testet i förväg utan att uppge en anledning. I samband med rekrytering fick deltagarna även kontaktinformation till testledarna.

Konfidentialitetskravet uppfylls genom att ingen insamlad rådata finns tillgänglig för obehöriga och att de behandlade svaren som presenteras i resultatet här utformas så att de inte kan kopplas till någon individuell deltagare.

Ingen insamlad data kommer att användas utanför denna studie och inte heller säljas vidare till extern aktör. Därav uppfylls till sist även nyttjandekravet.

4 Genomförande

I det här kapitlet presenteras implementationen av artefakten samt genomförandet av undersökningen med tillhörande resultat.

4.1 Implementation

En betydande del av detta arbete bestod av att polera spelet till en nivå där det utgör en liten men representativ del för ett komplett roguelike-spel. Detta är något som ett flertal deltagare återkopplade efter testerna och kommenterade; att spelet var av hög nog kvalitet för att kunna marknadsföras i nuvarande utförande. Eftersom detta arbete undersökte just spelupplevelse ansågs det vara en viktig aspekt att spelets mekaniker kändes bra att använda i isolation från genereringen och på så sätt minska risken att de försämrat deltagarnas upplevelse.

Pichlmair och Johansen (2022) sammanställer och kategoriserar olika designelement som används för att förbättra och förstärka ett spels känsla. Särskilt det de klassar som *Event Signification* har implementerats i denna prototyp. Det är element som används för att signifiera och kommunicera att olika event sker. I artefakten har bland annat följande designelement implementerats:

Screen Shake & Recoil används för att förstärka känslan av kraft i vapnen samt attacker.

One-Shot Particles används flitigt för att förtydliga när objekt förstörs eller tar skada.

Color Flashing används återigen för att förmedla att ett objekt eller fiender/spelaren tar skada. Detta används även som effekt för att förmedla när spelaren kan interagera med ett objekt i spelvärlden.

Audio Feedback används till alla event som sker i spelet. Att spelaren öppnar en kista, plockar upp något från marken, byter vapen, tar skada, och så vidare ackompanjeras alla av en tillhörande ljudeffekt.

Även *Trails* och *Decals and Debris* från klassen *Persistence* lades till. Detta för att visa när spelaren kastar sig framåt och i form av blod och tomhylsor som förmedlar var på banan spelaren redan har varit.

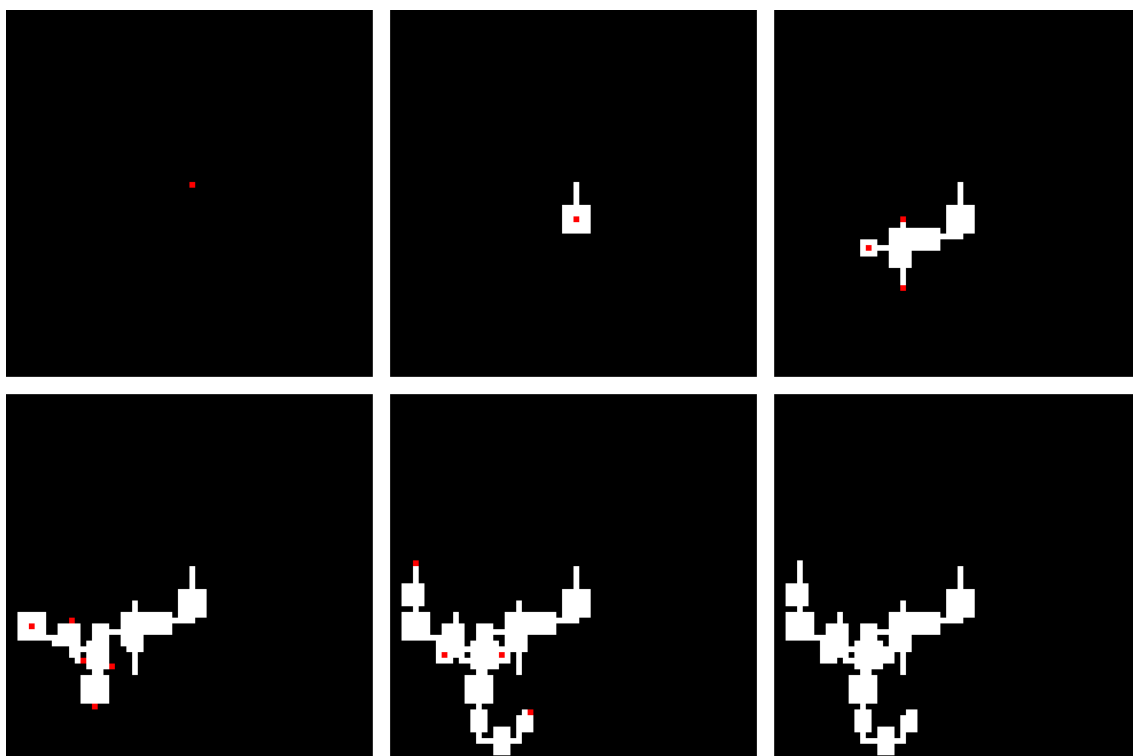
För att ge spelet en grafiskt tilltalande stil användes färdiga texturer hämtade från internet. Dessa presenteras i Appendix A. Se Figur 1 för en stillbild på det slutgiltiga resultatet av hur spelet såg ut.



Figur 1: En bild från spelet. I mitten på bilden syns spelarkaraktern som slåss mot fiender. Bilden ger en inblick i hur det kunde se ut när deltagarna spelade.

4.1.1 Agentbaserad generering

Spelet har från början en agentbaserad procedurell generering av banor. Den agentbaserade genereringen är grundad i en stokastisk implementation av *Agent-based dungeon growing* (Shaker et al. 2016, s. 38-41). Algoritmen har modifierats för att ge agenter en chans att skapa en ny agent på sin nuvarande position enligt hur Vlambeer själva beskrivit genereringen i *Wasteland Kings* (Nijman 2013) – spelet som vidareutvecklades till *Nuclear Throne*.



Figur 2: Exempel på agentbaserad generering. De röda prickarna symboliserar agenter som rör sig ett antal steg mellan varje bild.

Placering av kistor bygger på samma teknik som i *Wasteland Kings* (Nijman 2013). Positionerna där en agent gör en 180 graderssväng, alternativt tas bort, sparas till var sin lista. Sedan slumpas det fram ett antal av dessa positioner från listan vilket blir de ställen på kartan där kistor placeras ut. Resultatet av detta är att kistor ofta är placerade i slutet av korridorer och återvändsgränder.

Alla de agentbaserade banorna presenteras i Appendix B. Banorna som användes till undersökningen valdes då de var ungefär lika stora, samt uppskattades ta ungefär en minut för deltagarna att utforska.

4.1.2 Brusbaserad generering

Till denna undersökning har spelet modifierats med en alternativ genereringsmetod som använder sig av *Perlin noise* (Perlin 1985). *Perlin noise* ger ett brus bestående av olika mörka nyanser av grått. I artefakten används Untiys inbygda metod för att generera *Perlin noise* (Unity Technologies 2025). Ett tröskelvärde definieras där ljusa pixlar i bruset representerar mark i spelbanan och mörkare pixlar används till "väggar". En följd av denna metod är att alla utrymmen i den resulterande banan inte nödvändigtvis är sammanhängande. För att säkerställa att banan är sammanhängande kombineras *Perlin noise* med en Flood fill-algoritm och endast de delar som hänger ihop används till den slutgiltiga banan. Flood fill-algoritmen börjar från banans mittpunkt och "fyller" banan tills den nått alla kanter (likt att fylla en form med vatten), vilket ger en sammanhängande bana. Slutligen begränsas banan till en viss radie för att få en större kontroll över banans storlek. Denna radie är anpassad för att matcha de agentbaserade banornas storlek.



Figur 3: De tre stegen för generering av banan. Den vänstra bilden visar ett vanligt Perlin noise. I den mellersta bilden implementeras tröskelvärde som gör varje punkt svart eller vit. I den högra bilden används Flood fill för att plocka ut en sammanhängande del av banan inom en viss radie som sedan blir den slutgiltiga banan.

Eftersom positioner för kistor inte kan plockas ut på samma sätt som i den agentbaserade versionen används här en alternativ metod. Potentiella positioner väljs istället från golvrutor med minst två angränsande väggar. Detta resulterar i att kistor placeras i "hörn" eller återvändsgränder likt den agentbaserade versionen. Alla de brusbaserade banorna presenteras i Appendix C.

4.1.3 Insamling av data

För att underlätta insamlingen av data har enkäten byggts in i spelet. Varje fråga och svar sparades till en fil på deltagarens dator. Deltagaren fick uppge könsidentitet och ålder. Spelet slumpade även fram i vilken ordning banorna spelades och sparade denna ordning till filen. För varje bana sparades även följande:

- Vilken genereringsmetod banan är skapad med.
- Hur många fiender spelaren dödat.
- Hur mycket skada spelaren tagit.
- Antal vapenkistor som spelaren öppnat.
- Antal ammunitions-kistor som spelaren öppnat.
- Antal ammunitionsobjekt som spelaren plockat upp.
- Antal medpacks som spelaren plockat upp.
- Tidsåtgång från banans start tills det att spelaren vinner eller förlorar banan.
- Om spelaren klarade banan eller dog.

I slutet av spelet skickades svaren, efter deltagarens medgivande, automatiskt via e-post till testledarna. Datum och tid för inkommen data användes även som tidpunkt för genomfört test.

4.2 Undersökning

Testerna utfördes på distans för att nå ut till så många deltagare som möjligt. Det var viktigt att alternera vilken genereringsmetod deltagarna började med för att undvika en inlärningseffekt. För att alternera startmetod användes en så kallad länkröterare. Den gav en nedladdningslänk som alternerade mellan två olika versioner av spelet, där den ena började med agentbaserad generering och den andra med brusbaserad generering.

Potentiella deltagare gavs information om att de behöver vara 18 år, ha god spelvana, kunna både engelska och svenska samt att de behöver ha en internetuppkoppling när de spelar. De fick även veta att spelet de skulle spela är inspirerat av Nuclear Throne.

Deltagarna blev ombudda att bara genomföra testet en gång. Skulle en deltagare inte ha följt detta så innehöll det resulterande e-postmeddelandet två uppsättningar data och kunde således då sorteras bort.

Genomförandet av testet var upplagt enligt följande struktur:

Deltagaren fick först en introduktion till testet bestående av information om spelets upplägg, ungefärlig tidsåtgång samt info om vilken data som samlas in och skickas.

Sedan följde 2 frågor om deltagaren:

- “Vad är din könsidentitet?” [Alternativ: Kvinna, Man, Ickebinär, Vill ej ange]
- “Hur gammal är du?” [Värde mellan 18 och 100]

Efteråt blev deltagaren informerad om att denne skulle få spela en tutorial (sv. handledningsbana) först och att testet därefter startar på riktigt. Handledningsbanan var en kort bana där spelaren blev introducerad till spelets mekaniker, fiendetyper och mål. I slutet av handledningsbanan fick spelaren testa att slåss mot spelets olika fiender innan testet går vidare.

När deltagaren fått bekanta sig med hur spelet fungerade började testet. Först spelade deltagaren 4 banor i rad som genererats med samma genereringsmetod. Vilken metod som användes först berodde på vilken version av spelet som länkröteraren givit deltagaren. Om deltagaren dog eller dödade alla fiender på banan skickades den vidare till nästa bana och spelarens hälsa och resurser återställdes. Att inte låta deltagaren spela om när den dog var ett avsiktligt val för att minska inlärningseffekten. Annars hade deltagaren varit tvungen att spela om de första banorna tills den lärt sig spelet till den nivå att deltagaren inte längre dog. Som följd hade då svårighetsgraden av nästkommande banor sannolikt upplevts betydligt mycket lägre till följd av inlärning snarare än genereringsmetod.

När deltagaren spelat alla banor var spelomgången slut och deltagaren fick svara på de 30 PXI-frågorna. Efter att ha besvarat frågorna genomfördes en till spelomgång, denna gången med 4 banor skapade av den andra genereringsmetoden, följt av 30 PXI-frågor.

Slutligen fick deltagaren återigen bekräfta sitt samtycke till att svaren skickas in, vilket avslutade spelet, alternativt avsluta spelet manuellt och inte längre delta i studien.

När alla tester var genomförda sammanställdes svaren. För varje konstrukt togs snittet på de 3 tillhörande frågorna enligt hur PXI uppger att svaren ska användas (Player Experience Inventory u.å.).

4.3 Resultat

Totalt deltog 24 personer i undersökningen. Av dessa började 11 med agentbaserad generering och 13 med brusbaserad generering. Svaren på PXI-frågorna har sammanställts i lådagram. Det finns ännu ingen mall för hur resultatet av PXI ska analyseras (Player Experience Inventory u.å.). Generellt presenteras det dock genom lådagram. Detta är även hur resultaten presenteras på PXI:s hemsida (Player Experience Inventory u.å.). Därför kommer även dessa resultat att presenteras i lådagram. PXI delar upp och presenterar de olika konstrukten i två kategorier: Funktionella konsekvenser och psykosociala konsekvenser (Player Experience Inventory u.å.). På grund av detta delas även dessa grafer in i de två kategorierna, trots

att denna undersökning i övrigt inte har något fokus på denna kategorisering.

I tabell 1 presenteras deltagarnas könsidentitet och medelålder. Totalt deltog 20 män, 3 kvinnor och 1 ickebinär. Den totala medelåldern var 23,2 år.

Tabell 1: Stickprovets könsfördelning och ålder.

Kön	Antal deltagare (st)	Antal deltagare (%)	Ålder, medelvärde	Ålder standarda vvikelse
Man	20	83%	23	3
Kvinna	3	13%	23	1
Ickebinär	1	4%	21	0
Totalsumma	24	100%	23	3

För att skapa graferna har verktyget *Advanced box and whisker plot maker* (Statistics Kingdom 2017) använts med följande inställningar:

- Milt avvikande data (icke ifyllda punkter) har identifierats utifrån Tukey's Fences med ett k-värde på 1,5.
- Stort avvikande data (ifyllda punkter) använder ett k-värde på 3.

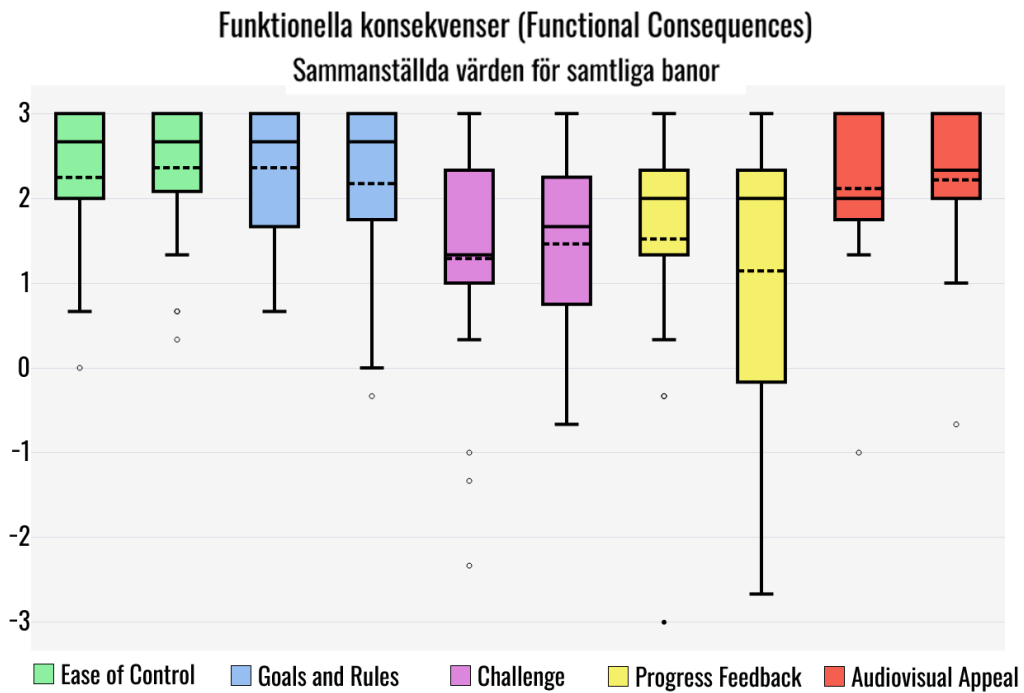
Medelvärde symboliseras med streckad linje och medianen symboliseras med heldragen linje. När de insamlade svaren sammanställs efter genereringsmetod oberoende av startmetod framträder det att svaren för båda genereringsmetoderna i stort liknar varandra.

I presentationen av resultatet kommer deltagarna och deras resultat att delas in i 2 olika grupper, grupp A och grupp B.

Grupp A: Deltagaren började med att spela de agentbaserade banorna och fick därefter spela de brusbaserade banorna.

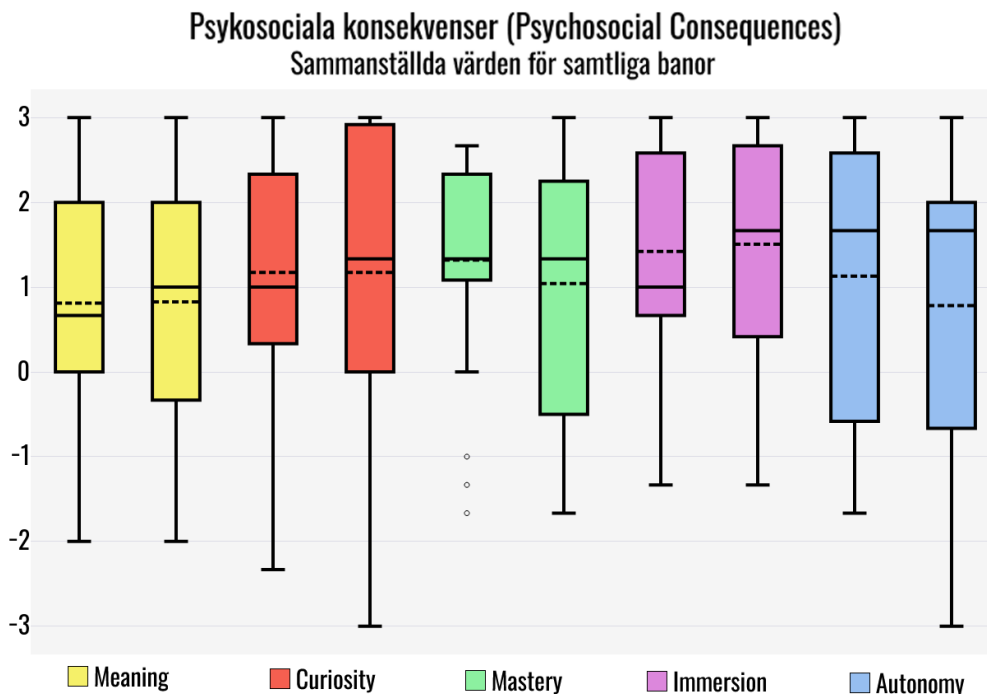
Grupp B: Deltagaren började med att spela de brusbaserade banorna och fick därefter spela de agentbaserade banorna.

Resultatet kommer i denna studie att presenteras och analyseras både i de tidigare nämnda grupperna samt i sin helhet, alltså med alla resultat för en genereringsmetod oberoende av vilken som deltagaren fick börja med. Detta görs för att, utöver resultaten för den specifika genereringsmetoden, kunna se om vilken grupp deltagarna ingick i påverkar resultatet.



För respektive färg: vänster låda är agentbaserade banor, höger låda är brusbaserade banor.

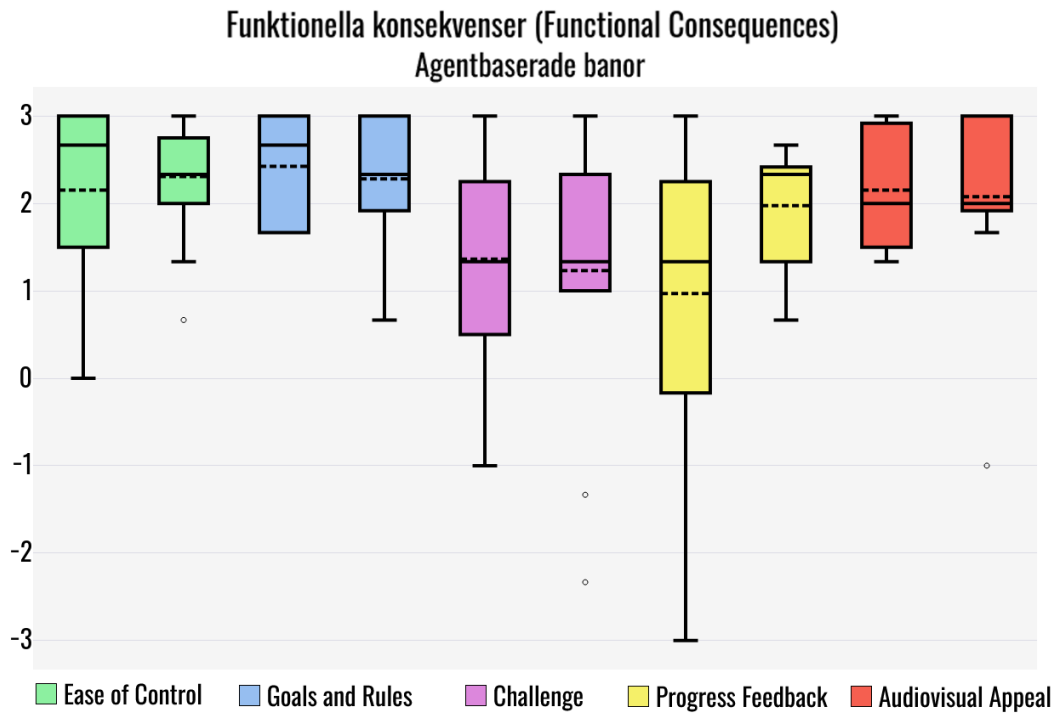
Figur 4: Sammanställda värden av funktionella konsekvenser för samtliga banor av varje genereringsmetod. För respektive färg gäller att vänster låda utgör agentbaserade banor och höger låda utgör brusbaserade banor.



För respektive färg: vänster låda är agentbaserade banor, höger låda är brusbaserade banor.

Figur 5: Sammanställda värden av psykosociala konsekvenser för samtliga banor av varje genereringsmetod. För respektive färg gäller att vänster låda utgör agentbaserade banor och höger låda utgör brusbaserade banor.

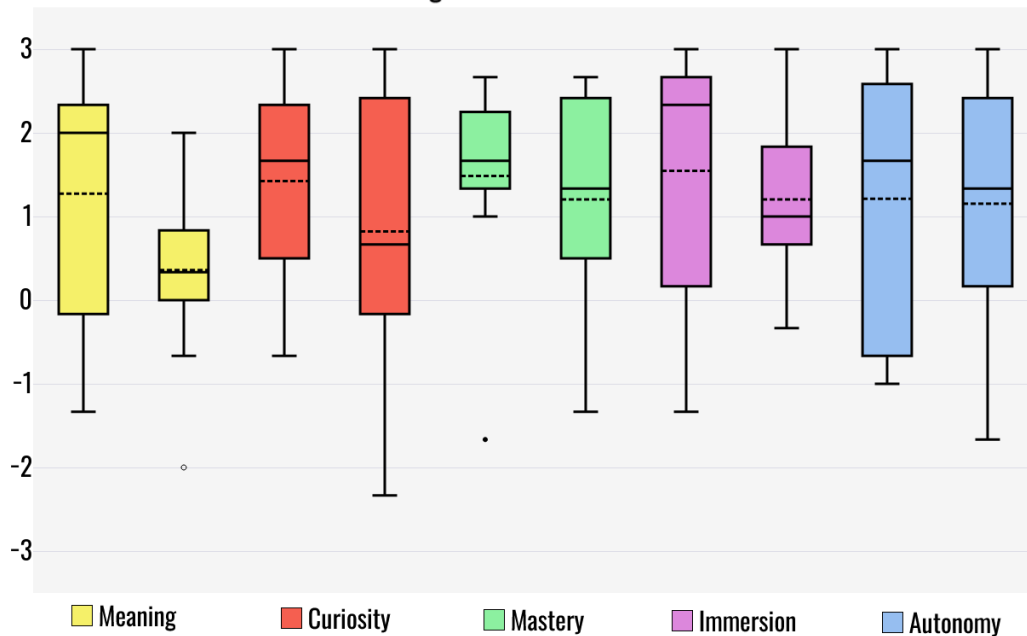
Graferna i Figur 4 och 5 visar att medianerna för svaren till de brusbaserade banorna överlag ligger något högre än för de agentbaserade banorna. Progress feedback och Mastery har betydligt större spridning med en lägre nedre kvartil för de brusbaserade banorna jämfört med de agentbaserade. Även Curiosity har större spridning för de brusbaserade banorna, men den övre kvartilen ligger här betydligt högre än för de agentbaserade banorna.



För respektive färg: vänster låda är grupp A, höger låda är grupp B.

Figur 6: Funktionella konsekvenser för de agentbaserade banorna. För respektive färg gäller att vänster låda utgör grupp A och höger låda utgör grupp B.

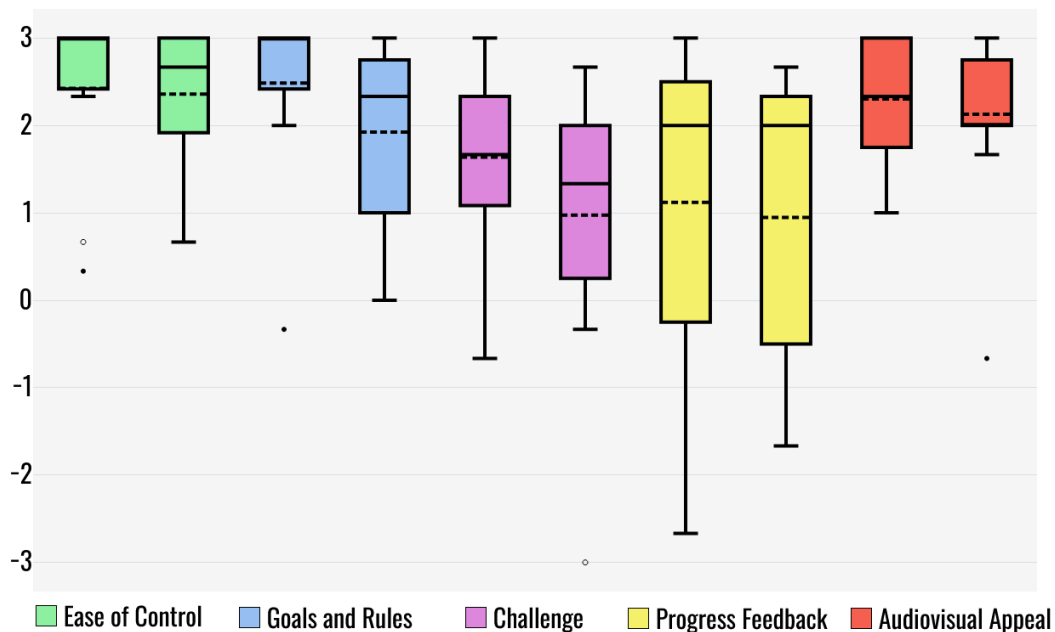
Psykosociala konsekvenser (Psychosocial Consequences) Agentbaserade banor



För respektive färg: vänster låda är grupp A, höger låda är grupp B.

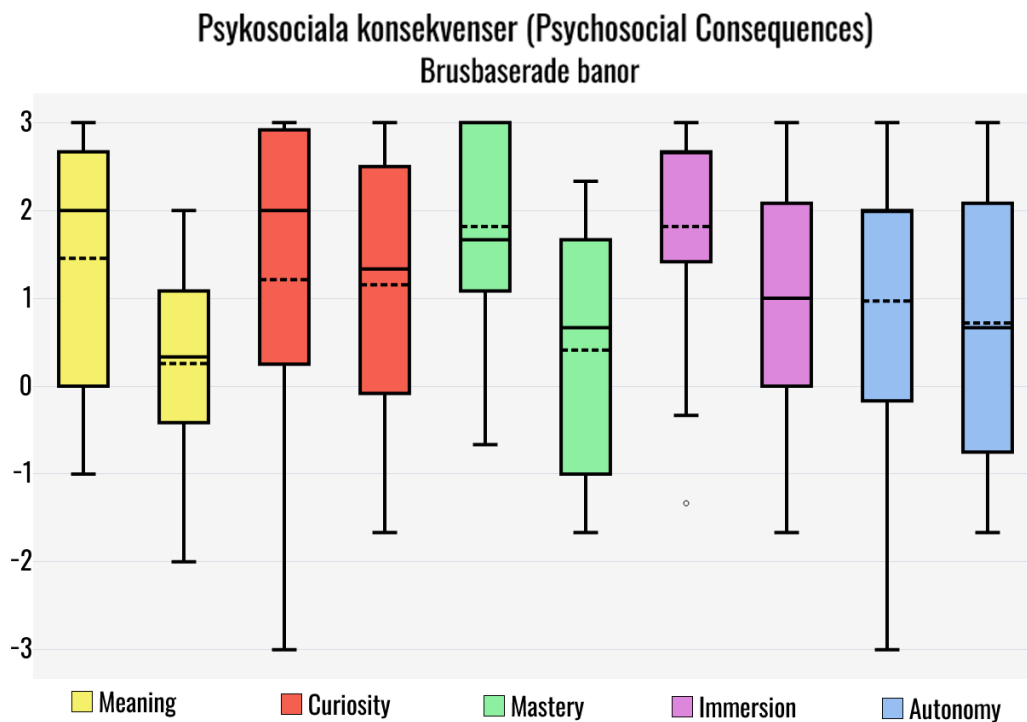
Figur 7: Psykosociala konsekvenser för de agentbaserade banorna. För respektive färg gäller att vänster låda utgör grupp A och höger låda utgör grupp B.

Funktionella konsekvenser (Functional Consequences) Brusbaserade banor



För respektive färg: vänster låda är grupp A, höger låda är grupp B.

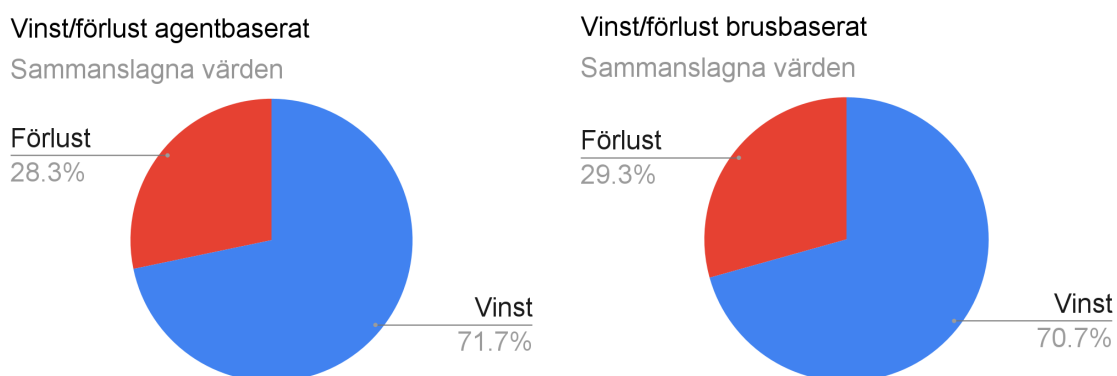
Figur 8: Funktionella konsekvenser för de brusbaserade banorna. För respektive färg gäller att vänster låda utgör grupp A och höger låda utgör grupp B.



Figur 9: Psykosociala konsekvenser för de brusbaserade banorna. För respektive färg gäller att vänster låda utgör grupp A och höger låda utgör grupp B.

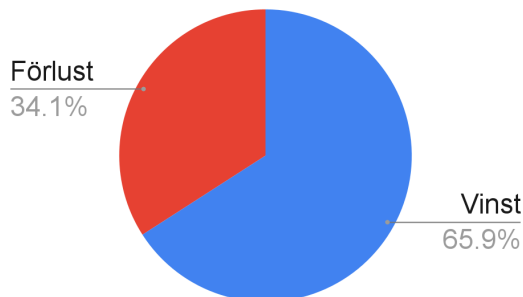
I graferna kopplade till brusbaserad generering (se Figur 8 och 9) kan man se att deltagarna i grupp A svarar betydligt högre på Mastery än de i grupp B. Dessa siffror för Mastery är dessutom de högsta för alla grafer. För de agentbaserade banorna (se Figur 6 och 7) gäller istället en motsatt trend, där deltagarna i grupp B generellt svarar lägre på Mastery än de i grupp A. Dessa värden är däremot fortfarande generellt åt det högre hållet.

I Figur 8 och 9 syns att deltagarna i grupp A upplevde en högre grad av Meaning. Även Curiosity och Immersion har högre värden för grupp A. Noterbart är att svaren för Progress feedback på de agentbaserade banorna är betydligt mycket mer samlade runt medianen för deltagarna i grupp B.

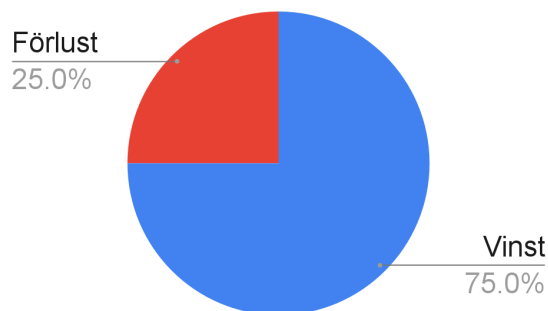


Figur 10: Hur många som vunnit och förlorat på banorna oavsett vilken variant deltagaren började med. Till vänster: Agentbaserade banor. Till höger: Brusbaserade banor.

Vinst/förlust agentbaserat
Grupp A

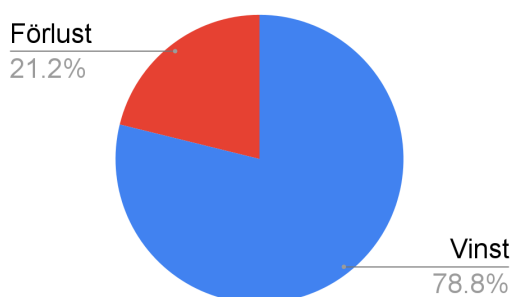


Vinst/förlust brusbaserat
Grupp A

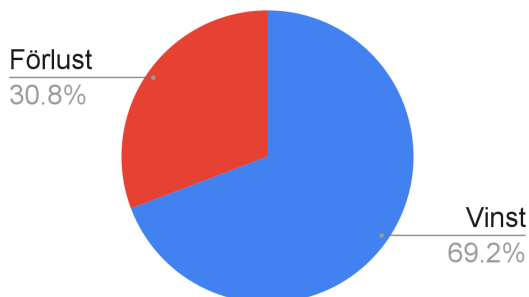


Figur 11: Hur många som vunnit och förlorat på banorna i grupp A. Till vänster: Agentbaserade banor. Till höger: Brusbaserade banor.

Vinst/förlust agentbaserat
Grupp B



Vinst/förlust brusbaserat
Grupp B



Figur 12: Hur många som vunnit och förlorat på banorna i grupp B. Till vänster: Agentbaserade banor. Till höger: Brusbaserade banor.

I stort förhåller sig fördelningen mellan vinst och förlust likadant oavsett genereringsmetod (se Figur 10). Sett till vilken grupp deltagarna tillhör är det däremot skillnad på förhållandet. För grupp A sker en ökning i antalet som vinner med 12,9 procentenheter när de går från spelomgång 1 till spelomgång 2 (se Figur 11). För grupp B sker en ökning i antalet som vinner med 5,8 procentenheter när de går från spelomgång 1 till spelomgång 2 (se Figur 12). En viss ökning förväntas mellan spelomgång 1 och spelomgång 2 oavsett grupp i och med inlärningseffekten. Skillnaden i ökningen mellan grupperna visar dock att det var lättare för deltagarna att gå från agentbaserad generering till brusbaserad generering än tvärtom.

4.4 Analys

Överlag går det att se att den uppmätta spelupplevelsen är likvärdig för de båda genereringsmetoderna. Medelvärde för varje område ligger på ungefär samma plats oavsett genereringsmetod. Samtidigt ligger den undre kvartilen något högre för de funktionella konsekvenserna av de brusbaserade banorna, samt något högre för de psykosociala konsekvenserna av de agentbaserade banorna.

Det är möjligt att spekulera i hur genereringsmetoden påverkar banornas svårighetsgrad. Constant, Levieux, Buendia och Natkin (2017) delar upp svårighetsgraden i objektiv och subjektiv svårighetsgrad. Den objektiva

svårighetsgraden kan mätas genom att undersöka objektiv data såsom hur många gånger en spelare dör. Den subjektiva svårighetsgraden syftar mer till spelarens upplevelse av svårighetsgraden. Att fler deltagare vann när de gick från agentbaserad till brusbaserad generering än tvärtom tyder på att den objektiva svårighetsgraden är något högre för de agentbaserade banorna. Även den subjektiva svårighetsgraden följer detta mönster sett till hur deltagarna graderat deras grad av Mastery beroende på vilken version de börjat med. Att deltagarnas känsla av Mastery ökar markant när de går från agentbaserad till brusbaserad generering tyder på att det går bättre på de brusbaserade banorna. För grupp B är mönstret nästan det motsatta, då deltagarna betygsätter Mastery samma eller lägre i detta fall. Även detta pekar på att det går bättre för deltagarna på de brusbaserade banorna än de agentbaserade banorna. Detta kan förklaras av Juuls observationer i *The Art of Failure* (Juul 2013). I denna bok undersöker han paradoxen av att vi spelar spel trots att en stor del av att spela spel är att man ofta förlorar. Han drar slutsatsen att förlust, och i förlängningen svårighetsgraden, är en del av spel som låter oss utvecklas samt överkomma utmaningar och på så sätt uppnå tillfredsställelse. Att gå från svåra till enklare banor ger alltså en positiv känsla i form av bemästring (Mastery).

Alltså finns det belägg för att de agentbaserade banorna både upplevs som, och objektivt sett även är, något svårare – vilket stämmer överens med hypotesen för denna studie. En förklaring till detta kan vara Swinks teori om att omgivningens luftighet har en direkt påverkan på svårighetsgraden (Swink 2008, s. 147). De agentbaserade banorna resulterar trots allt i trängre korridorer och utrymmen än de brusbaserade banorna. Graferna med sammanställda värden för vinst och förlust visar dock att skillnaden bara handlar om en procentenhet mellan de två genereringsmetoderna. Detta är betydligt mycket mindre än det förväntade värdet, även om skillnaden finns där.

Constant et al. (2017) drar slutsatsen att spelare ofta överskattar hur enkelt de kan klara av utmaningar i spel. De menar att detta kan leda till en frustrerande upplevelse när det sedan går dåligt för spelaren. Samtidigt poängterar de att det även kan ha en motiverande effekt att spelaren tror på sin förmåga att vinna. Detta verkar återspeglas i hur deltagarna känner mer positiva känslor när de går från agentbaserad till brusbaserad generering, där de på Immersion, Curiosity och Meaning svarade mer positivt för sin andra spelomgång. Om man utgår ifrån att de agentbaserade banorna alltså är något svårare kan man se detta som att deltagarna känner en starkare nivå av positiva känslor när de går från något svårt till något lättare – alltså när deras uppskattning av deras förmåga bekräftas av framsteg i spelet.

En annan intressant observation är att fler deltagare upplevde en högre nivå av progress feedback när de började med brusbaserade banor och sedan fick spela agentbaserade banor. Det enda konkreta måttet på hur långt spelaren har kommit är en mätare som visar hur många fiender som dödas och hur många som finns på banan totalt. Denna mätare är densamma oavsett genereringsmetod så skillnaden i känslan av framsteg måste alltså bero på någon annan aspekt. Det är möjligt att det finns en koppling till Swinks idé om att omgivningen påverkar känslan av rörelse genom en miljö (Swink 2008, s. 145). En trängre miljö med fler objekt i direkt närhet till spelaren menar han är mer engagerande och leder till en ökad känsla av att det händer saker i spelet.

5 Diskussion

Sammanfattningsvis visar denna undersökning att båda de prövade genereringsmetoderna för 2D dungeon roguelike spel ger en liknande spelupplevelse. Agentbaserad generering skapar banor som överlag är något svårare men skillnaden är relativt subtil. Alltså innebär detta att även brusbaserad procedurall generering kan användas till 2D roguelike-spel. Detta öppnar upp fler tillvägagångssätt för utvecklingen av spel i 2D roguelike-genren. En stor fördel med att använda *Perlin noise* i utvecklingen är att den sortens brusgenerering ofta finns inbyggd i moderna spelmotorer (Unity Technologies 2025; Epic Games 2025; Linietsky, Manzur & Godot community 2025) vilket ytterligare minskar tidsåtgången som krävs för att implementera procedurall generering. Samtidigt lider implementationen av att banorna inte nödvändigtvis blir sammanhängande utan kräver ytterligare algoritmer såsom Flood fill. Agentbaserad generering, även om den är mer krävande att implementera, har även fördelen att agenternas beteende går att styra i detalj (Doran & Parberry 2010). Detaljstyrningen leder till att utvecklaren får noggrannare kontroll över genereringen och den resulterande banan. För *Perlin noise* och annan brusbaserad generering styrs genereringen istället av (pseudo-)slumpmässiga tal (Raffe, Zambetta & Li 2012; Cristea & Liarokapis 2015) vilket ger utvecklaren en lägre grad av kontroll. För offline-generering (där banan genereras av utvecklarna i förväg) kan detta vara särskilt relevant att ha i åtanke då utvecklaren får bättre möjlighet att kontrollera resultatet och då kanske upptäcker saker som kan förbättras. För spel som använder online-generering (där banan genereras under tiden spelet körs) är behovet antagligen mindre. Där får man som utvecklare ändå inte se den exakta banan som spelarna kommer att spela så möjligheten att identifiera detaljer att förbättra är redan begränsad. I artefakten till denna undersökning skedde genereringen online med fasta fröer för banorna. Detta garanterade att alla deltagare fick spela samma banor och möjliggjorde att testledarna kunde se de exakta banorna trots onlinegenerering.

En annan viktig aspekt av att generera banorna online är att när man genererar banor med hjälp av *Agent based dungeon growing* finns alltid en risk att alla agenter går åt samma håll, till exempel ner i ett hörn av utrymmet som de får röra sig i. Detta skulle resultera i en liten bana, som antagligen inte blir så kul att spela.

Att fler deltagare upplevde en högre nivå av progress feedback när de började med brusbaserade banor och sedan fick spela agentbaserade banor har det inte kunnat hittas någon tydlig förklaring till i tidigare forskning. En hypotes är att det finns en koppling till Swinks idé om att omgivningen påverkar känslan av rörelse genom en miljö (Swink 2008, s. 145). En trängre miljö med fler objekt i direkt närhet till spelaren menar Swink är mer engagerande och leder till en ökad känsla av att det händer saker i spelet. Detta skulle kunna göra spelaren mer observant på omgivningen och leda till att de då blir mer medvetna om hur långt de har rört sig på banan. Efter att ha spelat de mer öppna banorna som utgör brusbaserad generering skulle rörelse genom definierade rum på en mer linjär bana (agentbaserad generering) kunna utgöra ett mer konkret mått på hur långt man kommit på banan. Från denna undersökningen går det inte att påvisa att så är fallet, men resultatet visar på att detta kan vara intressant att vidare undersöka i framtida arbeten.

5.1 Metodasppekter

Att genomföra denna undersökning på distans medförde förstas en lägre grad av kontroll gällande testmiljön. Detta upplägg valdes delvis av praktiska skäl för att underlätta genomförandet men också för att kunna nå ut till så många potentiella deltagare som möjligt. Samtidigt innebär upplägget en högre grad av ekologisk validitet då deltagarna fick möjlighet att spela i samma miljö som de är vana vid (hemma vid egen dator) utan testledare som iakttar deras genomförande.

Ett sätt som den lägre graden av kontroll gestaltade sig på var fördelningen av genereringsmetod deltagarna började med i undersökningen. För ett av testresultaten gällde att deltagaren spelade på samma dator som föregående deltagare. Detta uppenbarades då den inkomna datafilen innehöll 2 uppsättningar data. Med andra ord spelade båda deltagare samma version istället för att klicka på länkröteraren och därav blev fördelningen 13 deltagare som började brusbaserat och 11 som började agentbaserat. Trots detta blev fördelningen sannolikt jämnare än om den hade skett genom ren slump.

Ett stort dilemma med PXI-modellen som uppenbarades under arbetets gång är hur skaparna har valt att ställa frågorna för Challenge:

- The game was not too easy and not too hard to play.
- The game was challenging but not too challenging.

Dessa frågor innehåller två olika påståenden och det är inte möjligt att veta vilket påstående deltagarens svar syftar på. Frågorna är troligen avsiktligt riktade mot att utreda om svårighetsgraden var lagom. För att kunna applicera resultatet på spelutveckling argumenterar vi dock för att det är mer relevant att veta om svårighetsgraden är för enkel *eller* för svår. Med hjälp av den informationen hade man som spelutvecklare kunnat avgöra åt vilket håll svårighetsgraden behöver justeras för att passa spelarna bättre. Som tidigare nämnts i 3.2 *Metoddiskussion* var det inte relevant att ändra i frågorna. Däremot hade det varit ett alternativ att komplettera PXI med ytterligare frågor där deltagarna får svara på dessa påståenden separat. Detta är ett godkänt upplägg (Player Experience Inventory u.å.), men skaparna är också noggranna med att poängtera att de kompletterande frågorna inte klassas in i den validerade skalan och att dessa frågor därför inte bör jämföras med resultat för andra spel utvärderade med PXI-modellen.

5.2 Samhälleliga och etiska aspekter

För artefakten finns vissa etiska aspekter som studien tagit hänsyn till. Artefakten är, liksom Nuclear Throne, generellt ett relativt våldsamt spel. Även om spelets grafik är pixelerad och inte realistisk förekommer mycket våld och blod. Enligt PEGI:s riktlinjer (PEGI u.å.) borde spelet därför falla under 16 eller 18 års åldersgräns. För att ett spel ska få 16 års gräns gäller: *“Denna märkning används när en våldsskildring (eller sexuell handling) når en nivå som liknar den man kan vänta sig i verkliga livet”* (PEGI u.å.). För 18 års gräns gäller istället: *“Vuxenklassificeringen tillämpas när nivån på våldet når ett läge som innebär att det blir en skildring av grovt våld, till synes omotiverat dödande eller våld mot försvarslösa figurer”* (PEGI u.å.). Därav sattes kravet att alla deltagare behövde vara 18 år eller äldre.

Med avseende på undersökningen i övrigt har inga uppenbara etiska problem

observerats. Vi ser inga aspekter gällande den typ av genereringsmetod som går att koppla till etiska problem. Deltagarna var även väl informerade om att deras medverkan var frivillig, att de kunde dra sig ur när som helst, samt hur deras data kom att hanteras under undersökningen. De fick även i förväg veta vilken typ av spel de skulle spela.

Gällande samhällliga aspekter är det svårt att visa på någon uppenbar påverkan. Undersökningens resultat kan vara av nytta för spelutvecklare och öppna upp för en alternativ metod för att ta sig an procedurrellt genererade banor i roguelikes. Särskilt då det saknas tidigare forskning om brusbaserad generering inom denna genre. Utöver detta är det rimligt att anta att resultatet inte har någon större påverkan på samhället i stort.

5.3 Framtida arbete

För framtida arbeten hade det varit intressant att noggrannare undersöka vilka aspekter av de två genereringsmetoderna som orsakade resultatet i denna undersökning. Detta skulle exempelvis kunna undersökas genom en kvalitativ studie med intervjuer, där deltagarna får utrymme att resonera kring sina svar.

Eftersom denna undersökning endast använde *Perlin noise* skulle en annan vidareutveckling vara att undersöka hur detta resultat förhåller sig till andra sorters brus så som exempelvis voronoi-brus. Det vore även intressant att undersöka hur resultatet påverkas av mer detaljerat brus. Det kan exempelvis uppnås genom att stapla flera lager av Perlin noise, med olika skalor, på varandra.

Till slut har denna undersökning visat på en skillnad i hur deltagarna upplever känslan av framsteg (progress feedback) baserat på vilken genereringsmetod som används. En hypotes har ställts om att det kan vara lättare att kvantifiera hur långt spelaren tagit sig när omgivningen består av mer definierade rum och korridorer. För att kunna dra några slutsatser krävs här mer forskning som specifikt undersöker hur omgivningens egenskaper påverkar denna känsla.

Referenser

- Abeele, V. V., Spiel, K., Nacke, L., Johnson, D. & Gerling, K. (2020). Development and validation of the player experience inventory: A scale to measure player experiences at the level of functional and psychosocial consequences. *International Journal of Human-Computer Studies*, 135, Artikel 102370. doi:10.1016/j.ijhcs.2019.102370.
- Cartlidge, J. (2024). Genre, Prototype Theory and the Berlin Interpretation of Roguelikes. *Game Studies*, 24(3). Tillgänglig på Internet: <https://gamestudies.org/2403/articles/cartlidge> [2025-02-04]
- Constant, T., Leveux, G., Buendia, A. & Natkin, S. (2017). From Objective to Subjective Difficulty Evaluation in Video Games. I *INTERACT 2017: 16th IFIP TC 13 International Conference*. Bombay, Indien, 25-29 September 2017. Proceedings, Part II, s.107-127, doi:10.1007/978-3-319-67684-5_8
- Cristea, A. & Liarokapis, F. (2015). Fractal Nature - Generating Realistic Terrains for Games. I *2015 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*. Skövde, Sverige 12 oktober 2015. doi:10.1109/VS-GAMES.2015.7295776.
- Doran, J. & Parberry I. (2010). Controlled Procedural Terrain Generation Using Software Agents. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 2(2) s. 111-119. doi:10.1109/TCIAIG.2010.2049020
- Epic Games (2025). *FMath::PerlinNoise3D*. <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/API/Runtime/Core/Math/FMath/PerlinNoise3D> [2025-03-18]
- Graf, L., Altmeyer, M., Emmerich, K., Krekhov, A., Herrlich, M. & Spiel, K. (2022). Development and Validation of a German Version of the Player Experience Inventory (PXI). I *MuC '22: Mensch und Computer 2022*. Darmstadt, Tyskland 4-7 september 2022, s. 265-275. doi:10.1145/3543758.3543763.
- Juul, J. (2013). *The Art of Failure: An Essay on the Pain of Playing Video Games*. MIT Press.
- Linietsky, J., Manzur, A., & Godot community (2025). *FastNoiseLite*. https://docs.godotengine.org/en/stable/classes/class_fastnoiselite.html [2025-03-18]
- Malmström, H. & Pecorari, D. (2022). *Språkval och internationalisering: Svenskans och engelskans roll inom forskning och högre utbildning*. Institutet för språk och folkminnen. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:sprakochfolkminnen:diva-2175>
- Nijman, J. W. (2013). *Random level generation in Wasteland Kings*. <https://web.archive.org/web/20160313200825/http://vlambeer.com/2013/04/02/random-level-generation-in-wasteland-kings> [2025-02-07]
- Nuclear Throne* (2015). [PC]. Utrecht: Vlambeer
- Perche, S., Peytavie, A., Benes, B., Galin, E. & Guérin, E. (2023). Authoring Terrains with Spatialised Style. *COMPUTER GRAPHICS forum*, 42(7), s. 1-12. doi:10.1111/cgf.14936

PEGI (u.å.). *What do the labels mean?* <https://pegi.info/what-do-the-labels-mean> [2025-03-17]

Perlin, K. (1985). An image synthesizer. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 19(3), s. 287-296. doi:10.1145/325165.325247

Player Experience Inventory (u.å.). *User Guide*. <https://playerexperienceinventory.org/docs> [2025-03-17]

Pichlmair, M & Johansen, M. (2022). Designing Game Feel: A Survey. *IEEE Transactions on Games*, 14(2), s. 138-152. doi:10.1109/TG.2021.3072241

Raffe, W. L., Zambetta, F. & Li, X. (2012). A survey of procedural terrain generation techniques using evolutionary algorithms. I *2012 IEEE Congress on Evolutionary Computation*. Brisbane, QLD, Australien 10-15 juni 2012. doi:10.1109/CEC.2012.6256610

Rose, T. J. & Bakaoukas, A. G. (2016). Algorithms and Approaches for Procedural Terrain Generation - A Brief Review of Current Techniques. I *2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*. Barcelona, Spanien 7-9 september 2016.

Shaker, N., Liapis, A., Togelius, J., Lopes, R. & Bidarra, R. (2016). Constructive generation methods for dungeons and levels. I Pachet, F., Gervás, P., Passerini, A. & Degli Esposti, M. (red.) *Procedural Content Generation in Games*. Springer, s. 31-54. doi:10.1007/978-3-319-42716-4_3

Smelik, R. M., Tutenel T., Bidarra R. & Benes B. (2014). A Survey on Procedural Modelling for Virtual Worlds. *COMPUTER GRAPHICS forum*, 33(6), s. 31-50. doi:10.1111/cgf.12276

Statistics Kingdom (2017). *Advanced box and whisker plot maker*. <https://www.statskingdom.com/advanced-boxplot-maker.html#ref> [2025-03-14]

Swink, S. (2008) *Game Feel: A Game Designer's Guide to Virtual Sensation*. Morgan Kaufmann Publishers.

Sykora, P., Benco, M., Hlavata, R., Sturekova, J. & Hudec, R. (2024). Procedural Generation of Aneurysm Angiograms Using 3D Mesh Reconstruction. I *2024 International Symposium ELMAR ELMAR*. Zadar, Kroatien 16-18 september 2024. doi:10.1109/ELMAR62909.2024.10694406

van der Linden, R., Lopes, R. & Bidarra, R (2014). Procedural Generation of Dungeons. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games, Computational Intelligence and AI in Games*, 6(1), s. 78-89. doi:10.1109/TCIAIG.2013.2290371

Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Elanders Gotab. https://www.vr.se/download/18.68c009f71769c7698a41df/1610103120390/Forsknings-etiska_principer_VR_2002.pdf

Vetenskapsrådet (2024). *God forskningssed 2024*.

<https://www.vr.se/download/18.4c9f221a191e4edf9053a474/1727853946433/God%20forskningsred%20VR%202024.pdf>

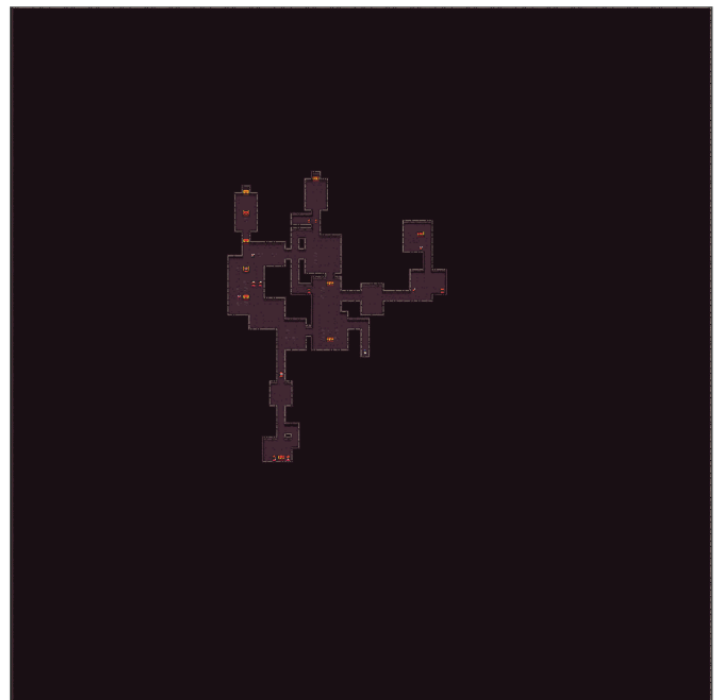
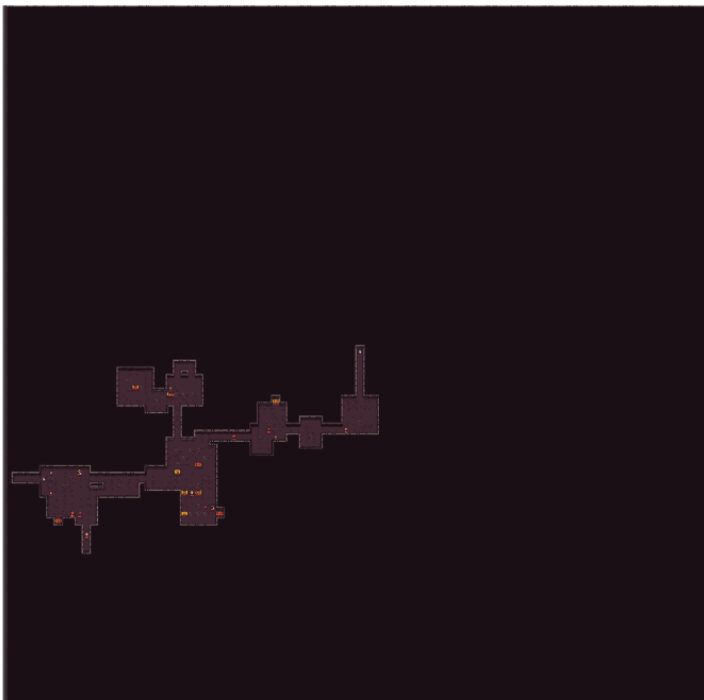
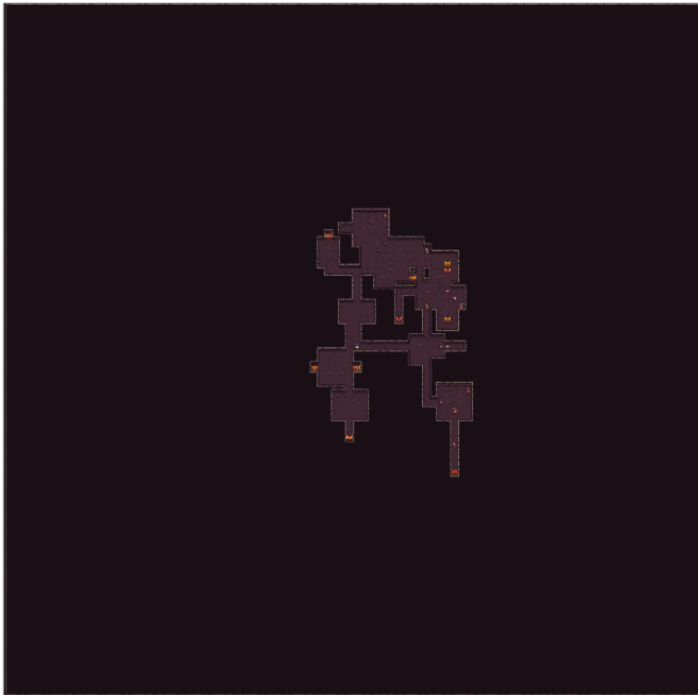
Viana, B. M. F. & dos Santos, Selan R. (2021). Procedural Dungeon Generation: A Survey. *Journal on Interactive Systems*, 12(1), s. 81-101. doi:10.5753/jis.2021.999.

Unity Technologies (2025). *Scripting API: Mathf.PerlinNoise*. <https://docs.unity3d.com/6000.0/Documentation/ScriptReference/Mathf.PerlinNoise.html> [2025-03-18]

Appendix A – Texturer från internet

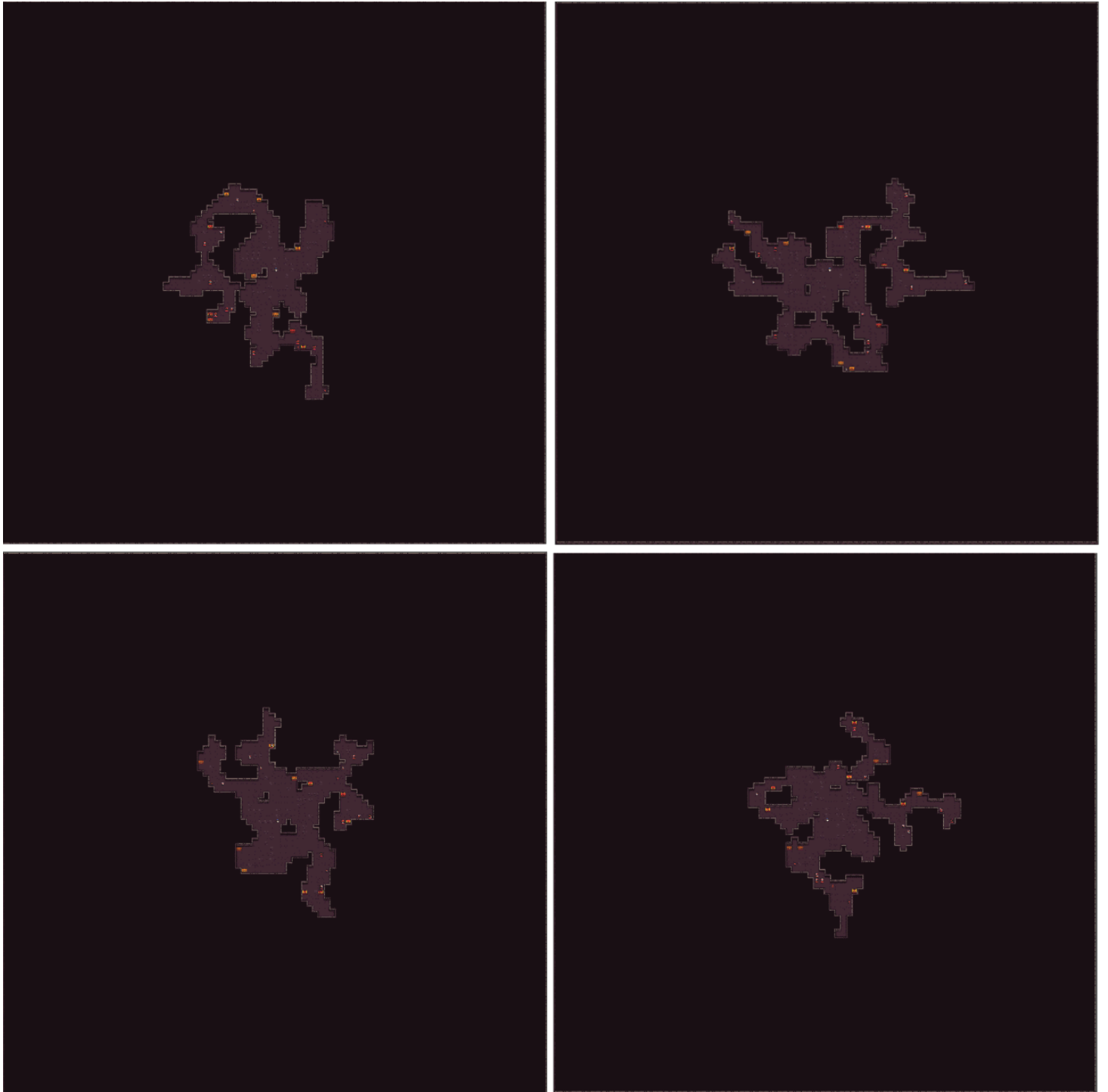
Namn	Länk	Licens
16x16 Dungeon Autotile Remix	https://safwyl.itch.io/16x16-dungeon-autotile-remix	CC BY 4.0
16x16 Dungeon Autotile II	https://ox72.itch.io/dungeontileset-ii	CCo 1.0

Appendix B – Agentbaserade banor



De olika agentbaserade banorna. Alla bilder är tagna från samma avstånd för att tydligt visa över hur stor yta agenten rört sig. Agenterna hade möjlighet att röra sig över hela utrymmet som bilderna visar.

Appendix C – Brusbaserade banor



De olika brusbaserade banorna. Bilderna är tagna från samma avstånd som de agentbaserade banorna (se Appendix B), detta för att visa hur de olika genereringsmetodernas banor skiljer sig åt.