



# AR för visualisering av hällristningar

Rapport från projektet SAMHELL

Jacob Michelsen – RISE Prototypande Samhälle

**RI**  
**SE**



Länsstyrelsen  
Västra Götaland



UNIVERSITETET I BERGEN



Titel: AR för visualisering av hållristningar  
Utgivare: Länsstyrelsen Västra Götaland  
Foto framsida: Jacob Michelsen, RISE.  
Rapport: 2022:43  
ISSN: 1403-168X

# Sammanfattning

SAMHELL är ett svenskt-norskt samarbetsprojekt om hållristningar som har pågått mellan maj 2019 och september 2022. Projektet har genomförts inom ramen för det territoriella samarbetsprogrammet Interreg Sverige-Norge, delområde Gränslöst samarbete, och delvis finansierats av EU-medel genom Europeiska regionala utvecklingsfonden. Länsstyrelsen i Västra Götaland och norska Riksantikvaren har varit projektägare och huvudprojektledare. Arbetet har skett i samverkan med Universitetsmuseet i Bergen. Projektets undertitel - samarbete om hållbilders bevarande, visualisering, dokumentation och förmedling – är en komprimerad beskrivning av dess syfte.

I bidragsansökan redovisas tre övergripande mål för projektet:

1. Ett permanent organiserat gränsöverskridande samarbete om visualisering, bevarande och vård av hållristningar,
2. Gemensamma rutiner och arbetsätt (standarder) för dokumentation, vård och synliggörande av hållristningar och
3. En gemensam praxis för 3D-dokumentation med handhållen laserskanner.

Dessa mål bygger i sin tur på att det finns tillgängliga resultat från följande tre delmål:

1. Projektet har samlad kunskap om de senaste 30 årens forskning om hur man bäst bevarar och vårdar hållristningar,
2. Det finns en utvärdering av olika metoder att tillgängliggöra hållristningar utan att använda skadliga metoder, till exempel målning med färg, och
3. Det finns en utvärdering av utvecklingsarbetet avseende 3D-teknik som dokumentationsmetod för hållristningar.

Denna rapport inkluderas i delmål 2, där fokus ligger på att utforska möjligheter att visualisera icke-målade hållristningar. En lovande teknik för detta är förstärkt verklighet, *Augmented Reality (AR)*, där digital information överlagras verkligheten på en skärm.

# Innehåll

Inledning .....	4
Bakgrund .....	4
Avgränsningar .....	4
Augmented Reality.....	4
Bildbaserad AR.....	5
Geometribaserad AR.....	5
Resultat .....	5
Koncept .....	5
Ingång till upplevelsen .....	5
Individuella ristningar .....	6
Hällen som helhet.....	8
Utvärdering.....	8
AR-lösningar .....	8
Tracking med hållbilder .....	9
Tracking med 3D-skanning av hållarna .....	12
Diskussion .....	14
Potential .....	14
Begränsningar .....	15
Underhåll.....	15

# Inledning

---

Denna rapport beskriver arbetet att utveckla en prototyp av en smartphone-app där AR används för att identifiera och presentera icke-imålade hållristningar. Två olika AR-tekniker utvärderas, bildbaserad AR respektive områdesbaserad AR, samt ett exempel på användargränssnitt.

Båda tekniker klarar av att identifiera och följa icke imålade hållristningar i appens kameravy, men den geometribaserade AR-lösningen identifierar specifika ristningar snabbare, och kan anses vara mer robust mot skiftande förhållanden vid hållen.

## Bakgrund

---

### Avgränsningar

Utvärderingen fokuserade på smartphonebaserad AR för att den föreslagna lösningen skulle kunna användas på besökarnas egna enheter. I vissa museala sammanhang kan utlåning av mer specialiserad utrustning förekomma, men hållristningar ligger sällan i anslutning till museibygnader (även om det kan förekomma, vid till exempel Vitlyckehällen).

Projektets omfattning uteslöt utveckling av AR-lösning från grunden då detta kräver mycket stora resurser, och bakom den AR-teknik vi ser i till exempel appar ligger många års forskning och utveckling, ofta av plattformsägare som Apple och Google. Tekniken har dock gjorts lättillgänglig för apputvecklare då iögonfallande AR-appar ses som ett säljargument för respektive plattform.

Tidigt i projektet slog covid-19 pandemin till vilket försvårade resande och besök vid hållristningarna. Beslut fattades att lägga mindre fokus på design och utvärdering av appdesign och mer på att utvärdera de tekniska möjligheterna att använda AR för att visualisera hållristningar.

### Augmented Reality

Ett möjligt tillvägagångssätt till AR är att visa digital information på genomskinliga skärmar framför ögonen på besökaren, till exempel med någon slags datoriserade glasögon. Det finns visserligen sådana glasögon på marknaden, till exempel Microsoft Hololens<sup>1</sup>, men de är fortfarande dyra och relativt ömtåliga.

I stället har smartphonebaserad AR blivit vida använd under senare år.<sup>2</sup> Här överlagras den digitala informationen på en videoström från telefonens kamera. Moderna smartphones är kraftfulla nog att visa avancerade visualiseringar i 3D, och möjligheterna är därför stora för att skapa iögonfallande och detaljerade upplevelser. Utmaningen ligger i stället i att få telefonen, och den visualiserings-app som körs på den, att förstå hur miljön runt den ser ut så att den kan placera ut visualiseringarna på ett sätt som ser naturligt ut. Uttrycket *tracking* brukar användas för att beskriva processen för en AR-app att förstå och följa verkligheten.

De senaste åren har stora framsteg skett i telefonernas möjlighet att förstå världen och därmed kunna presentera digital information med högre noggrannhet. Den snabba utvecklingen inom maskininlärning i kombination ökande efterfrågan av AR-tillämpningar som ansiktsfilter och videofilter i social media har bidragit till denna utveckling<sup>3, 4</sup>.

---

<sup>1</sup> Microsoft Hololens, Microsoft - <https://www.microsoft.com/en-us/hololens> [Hämtad 2022-08-16].

<sup>2</sup> Augmented Reality Statistics for 2022, XR Today - <https://www.xrtoday.com/market-guide-category/augmented-reality-statistics-for-2022/> [Hämtad 2022-08-16].

<sup>3</sup> Working in harmony: Augmented Reality and Machine Learning, Foundry - <https://www.foundry.com/insights/vr-ar-mr/augmented-reality-machine-learning> [Hämtad 2022-08-16].

<sup>4</sup> Most Innovative Companies Snap, Fast Company - <https://www.fastcompany.com/company/snapchat> [Hämtad 2022-08-16].

### **Bildbaserad AR**

QR-koder eller andra distinkta bilder (*markörer*) har länge varit ett vanligt hjälpmedel för att ge appar en referenspunkt i miljön för att placera ut det digitala innehållet och ge god tracking, med nackdelen att sådana referenspunkter behöver placeras ut och underhållas. För en häll skulle det krävas många referenspunkter för att någon alltid ska vara synlig i telefonens kameravy, vilket i sig utgör ett ingrepp på hällen. Det är därför inte en aktuell lösning inom ramarna för projektet.

En möjlighet skulle kunna vara att använda ristningarna själva som referenspunkter, men när de inte längre är ifyllda med rödfärg så är de svåra för en telefonkamera att urskilja mot resten av hällen. Förändringar i ljusförhållanden, löv och andra föremål på hällen skulle potentiellt kunna förvirra. Det beslutades ändå att utvärdera möjligheten att använda bilder på hällarna som referenspunkter.

### **Geometribaserad AR**

De senaste årens utveckling inom AR har öppnat upp möjligheten att använda geometrier som referenspunkt, antingen med enskilda objekt eller med ett öppet område. Genom att använda geometrin minskar känsligheten för skiftande ljusförhållanden.

Vanligtvis används någon form av 3D-skanner för att skapa en referens av objektet eller området. När kameravyn hos till exempel en smartphone sedan observerar geometrin i rörelse så kan geometrin återskapas och matchas mot den tidigare skanningen. En 3D-skannad häll skulle därmed kunna agera referenspunkt. Sådan skanning av hällar sker sedan flera år i dokumentations syfte, men det är inte alltid säkert att tidigare data är kompatibel med AR-lösningar utan efterbehandling eller en ny skanning kan behöva göras med speciell hårdvara och/eller mjukvara.

Denna teknik har flera namn beroende på implementation men vanliga benämningar är *object tracking* respektive *area tracking*, beroende på om det är ett objekt eller ett område som har skannats och ska trackas.

## **Resultat**

---

En smartphone-app utvecklades och användes för att utvärdera de tekniska möjligheterna för tracking av icke imålade hällristningar, och även i mindre mån utvärdera designen av appen i händerna på besökare vid hällarna.

### **Koncept**

Ett användarcentrerat perspektiv valdes vid utformande av upplevelsen i och kring appen. Fokus lades på turism, snarare än till exempel visualiseringshjälp för arkeologer och andra experter. Ett koncept togs fram som täcker hela besökarens vistelse vid hällen, från parkeringen och framåt. När det blev klart att det skulle finnas begränsade möjligheter att utvärdera appen som helhet lades dock fokus på att utvärdera de tekniska premisserna, och en fullständig användarupplevelse, så kallad vertical slice, utvecklades aldrig. Nedanstående designskiss är därför snarare att se som en studie av en möjlig designrymd, snarare än beprövade rekommendationer.

Det är oavsett viktigt att vid hällarna inte utesluta de besökare som av olika anledningar inte använder AR-appen, och den ska inte ses som en ersättning för de skyltar och andra informationskällor som kan finnas på plats i anslutning till hällristningarna.

### **Ingång till upplevelsen**

Appen behöver laddas ner innan besökaren kan ta del av upplevelsen, och i möjligaste mån bör besökaren nås av denna information i förhand.



Det vanligaste sättet att ta sig till hällarna är via bil eller buss, och mer information kan då sättas upp vid till exempel parkeringarna eller delas ut under en guddad tur. Beroende på appens storlek kan brist på WiFi dock avskräcka besökare från att ladda ner den.

När appen väl är nedladdad bör den ge besökaren en kort introduktion i handhavande. Detta tillfälle kan även utnyttjas för att ge en introduktion till besökaren om hällan och området i stort.

Appens nuvarande koncept fokuserar på en genomsiktig AR-kameravyn vid hällan. Detta för att låta hällan och ristningarna stå i fokus även när besökaren använder appen.

För teknikutvärdering valdes en enkel "digital markering" för att jämföra med målade hällristningar vid utvärdering av tekniken (se Figur 1). Det finns även möjlighet att visa upp annat material, till exempel båtar, hus, och även animerade karaktärer. Därtill kan text, ljud och video presenteras. I den framtagna prototypen kan en textruta visas vid sidan om kameravyn, med text, bilder och ljud. Detta öppnar även upp möjligheten att till exempel syntolka bilderna på hällan.

### Individuella ristningar

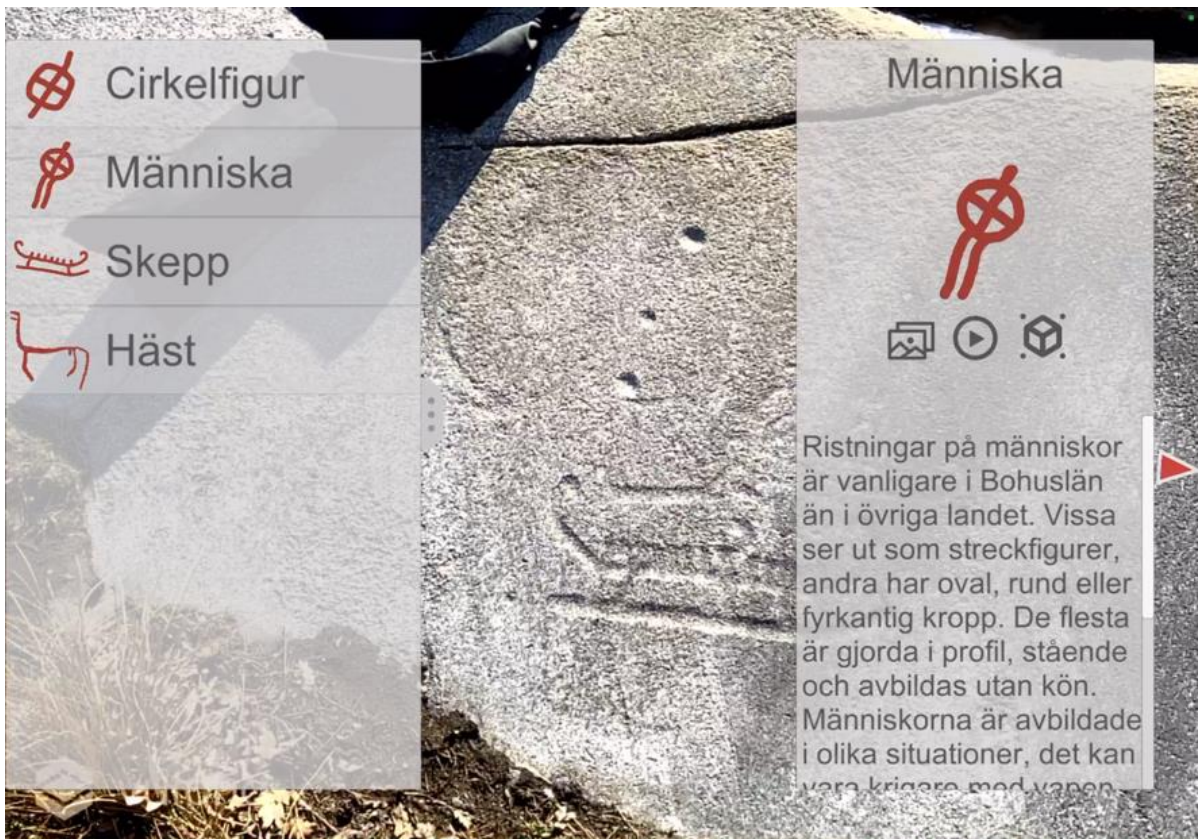
Besökare kan undersöka individuella hällristningar på hällan på två sätt:

- Besökare som söker efter en specifik bild kan se hällens ristningar i en lista i appen (se Figur 2). När en ristning väljs dyker en pil upp i hörnet av skärmen som pekar åt ristningens plats. Besökaren kan svepa med appens kameravyn över hällan och följa pilen för att till slut hitta den specifika bilden (se Figur 3).
- Besökare som vill utforska hällan på egen hand kan beskåda den utan hjälp av appen. Vid behov kan besökaren sedan använda sig av appens kameravyn och peka på skärmen över delar av hällan för att få ristningarna där att träda fram tydligare.



Figur 1. Skärmbild från prototyp-appen vid hällristning L1967:2415 (RAÄ nr Tanum 18:1). Visualiseringen är i detta fall handritad och stämmer inte helt överens med den faktiska ritningen. Till höger syns den informationsruta som kan visa mer information om den valda ristningen.





Figur 2. Appen med utfälld lista över ristningar. Besökaren här har valt ristningen Människa och en pil i skärmens högra kant pekar åt vilket håll denna ristning finns.



Figur 3. väl framme vid ristningen ligger pilen kvar en bit ifrån och pekar ut ristningen.



### Hällen som helhet

Utöver detta fokus på individuella ristningar kan hällen som helhet användas för att till exempel berätta en historia. Det går även att lägga in större visualiseringar, till exempel för att åskådliggöra havsnivån, visa figurer som ristar in bilder, eller upplysa om modernt konserveringsarbete. Detta implementerades dock inte i prototypappen.

### Utvärdering

Konceptet kunde endast utvärderas i begränsad omfattning på grund av besöksrestriktioner under covid-19. När restriktionerna lättades kunde ett antal besökare från projektgruppen använda appen vid hållristning L1967:2415 (RAÄ nr Tanum 18:1) (se Figur 4).

Bemötandet var över lag mycket positivt men det fanns inte möjlighet att genomföra en mer strukturerad utvärdering.



Figur 4. Prototypappen under utvärdering av SAMHELL:s projektgrupp vid hållristning L1967:2415 (RAÄ nr Tanum 18:1). Foto: Jacob Michelsen 2021.

### AR-lösningar

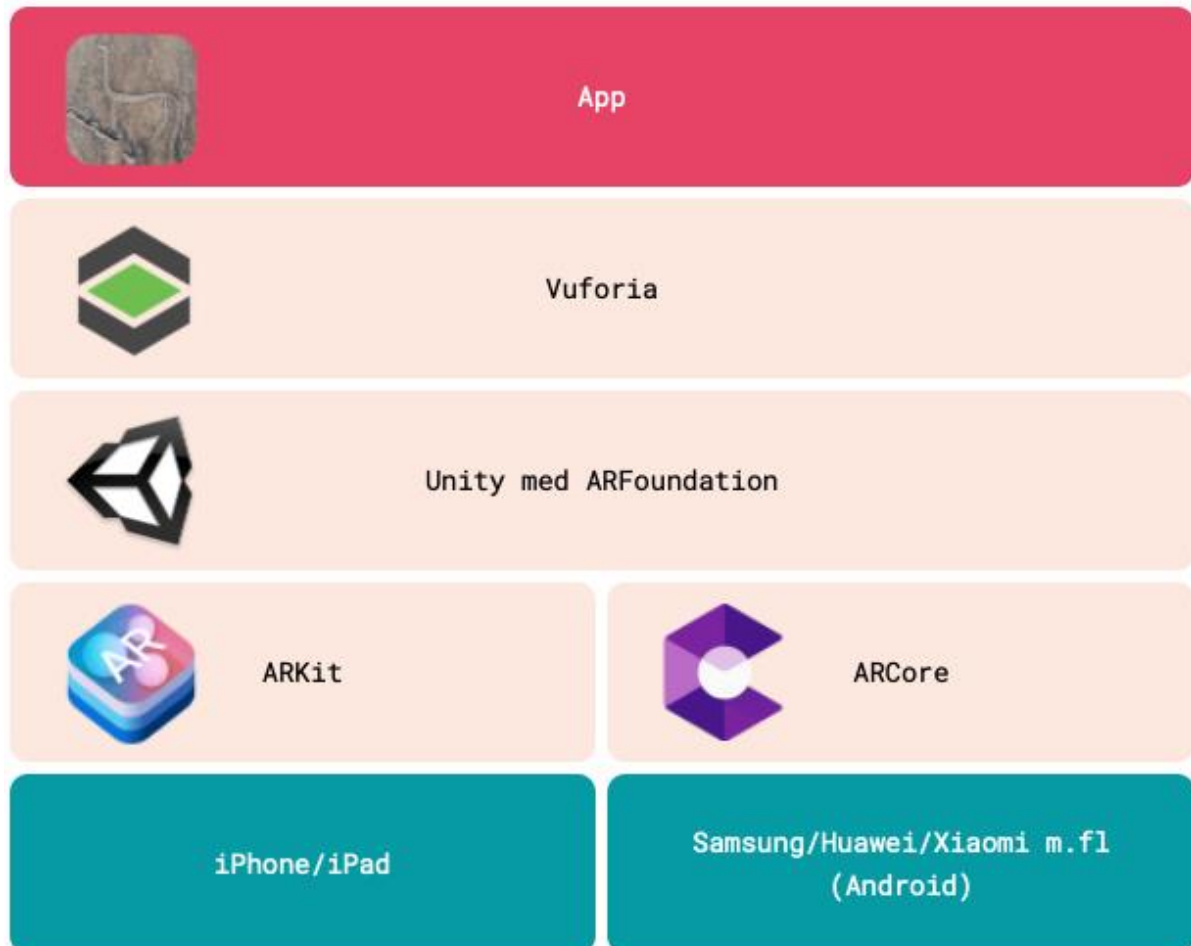
Flera AR-metoder utvärderades i avsikt att hitta en lämplig teknik för att låta appen förstå var på hällen den är riktad, och där visa upp relaterat material. De metoder som utvärderades var bildbaserad tracking och områdesbaserad tracking.

I grunden använder båda trackingmetoderna de algoritmer som tillhandahålls av smartphoneoperativsystemens inbyggda AR-ramverk. Dessa är olika för Android respektive iOS, det vill säga Google respektive Apples mobila operativsystem. Hos Apple heter lösningen ARKit<sup>5</sup>, hos

---

<sup>5</sup> ARKit, Apple Inc. - <https://developer.apple.com/augmented-reality/> [Hämtad 2022-08-16].

Google är det ARCore<sup>6</sup>. I grunden stödjer operativsystemen de trackingtekniker som utvärderades i projektet, även om stödet under projektiden kunde anses vara mer moget och utspritt bland iOS-enheter som iPhone och iPad. Testapparna som utvecklades togs fram med utvecklingsverktyget Unity och det inbyggda ramverket ARFoundation<sup>7</sup>, som gör det möjligt att utveckla AR-appar för både Android och iOS utan att behöva göra större versionsspecifika anpassningar. Se Figur 5 för en översikt över de olika mjukvarulager som ligger till grund för appen.



Figur 5. Schematisk översikt över de olika mjukvarulager som underbygger appen. Vuforia-lagret används endast vid geometribaserad tracking.

### Tracking med hållbilder

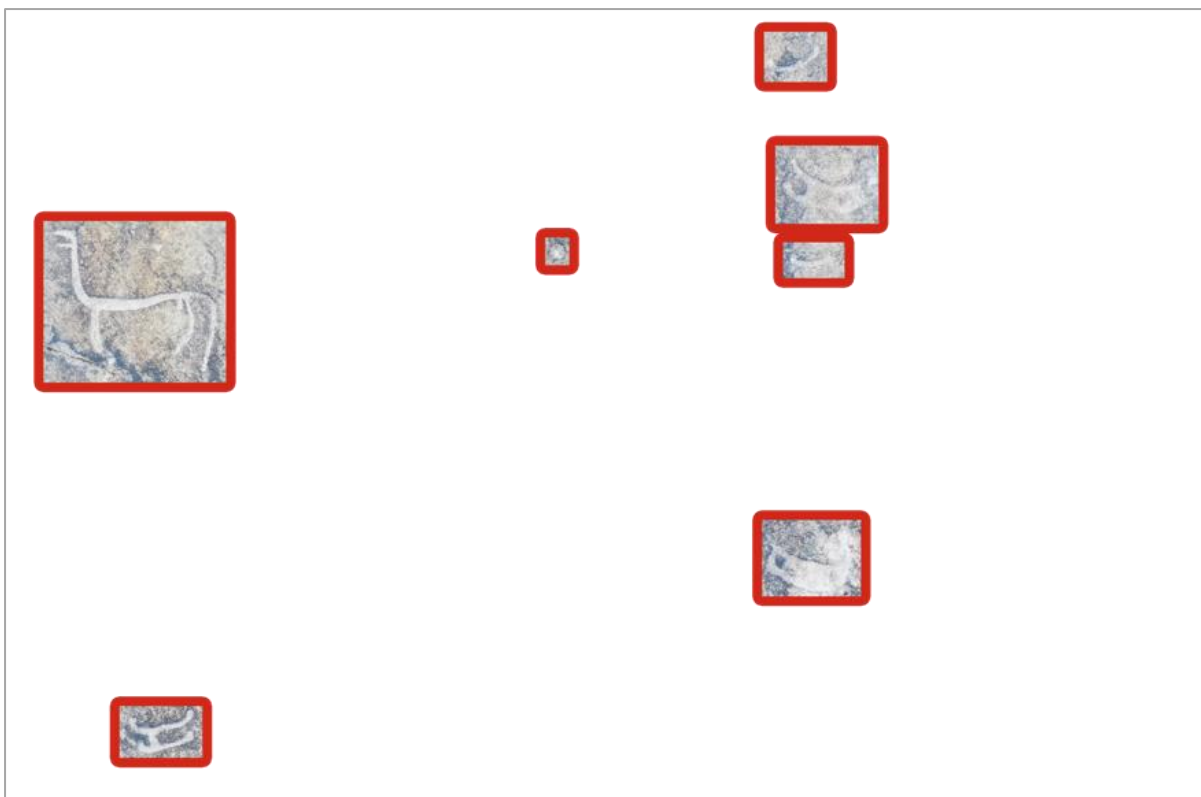
Foton på hållarna togs under molniga förhållanden för att undvika skuggor i referensbilderna. För att utvärdera trackingen både för hållen som helhet och för individuella ristningar användes en blandning av översiktsbilder (Figur 6) och närbilder (Figur 8). Översiktsbilderna togs med drönare.

<sup>6</sup> ARCore, Google LLC - <https://developers.google.com/ar> [Hämtad 2022-08-16].

<sup>7</sup> AR Foundation, Unity Technologies - <https://unity.com/unity/features/arfoundation> [Hämtad 2022-08-16].



Figur 6. Översiktsbild av hällristning L1968:7752 (RAÄ nr Tanum 26:1) vid Aspeberget, tagen med drönare. Denna användes som referensbild vid bildbaserad tracking. Foto: Länsstyrelsen Västra Götaland 2021.



Figur 7. Behandlad översiktsbild, där ett antal hällristningar har frilagts mot en genomskinlig bakgrund. När denna överlagras över hällen i AR ser det ut som att endast de enskilda ristningarna är markerade.





Figur 8. Exempel på närbilder, som användes som referenspunkter vid tracking vid hällristningarna L1967:2415 (RAÄ nr Tanum 18:1) respektive L1968:7752 (RAÄ nr Tanum 26:1) vid Aspeberget.



Figur 9. AR-vy från smartphone, där appen identifierat en hällbild i stil med Figur 6 och överlagt visualisering liknande Figur 7 och därmed pekat ut ett antal ristningar på hällen.





*Figur 10. Närbild på en ristning där både helhetsbilden från Figur 9 och en närbild från Figur 8 trackas samtidigt. Den gröna ramen tillhör helhetsbilden, och en viss förskjutning av denna syns på grund av bristande tracking vid detta nära avstånd till hällen.*

En enkel visualisering togs fram där vissa ristningar frilades från den stora bilden och resten av bilden gjordes genomskinlig. På så sätt kunde flera ristningar markeras ut samtidigt på hällen.

Under utvärderingen framkom att trackingen utan problem kunde hantera flera bilder samtidigt. Det var inte heller nödvändigt för hela bilden att vara i kameravyn för att trackingen skulle identifiera bilden. När smartphonen var på längre avstånd från hällen användes översiktspenderna för trackingen, men smartphonen fortsatte känna igen och tracka denna större bild även när den kom närmare och individuella ristningsbilder kunde börja användas för tracking. Detta ledde till att samma ristning ibland var trackad både som individuell ristning, och som en del av en översiktspend över hällen (se Figur 10). I teorin kan detta innebära att trackingen kan göras mer robust, men det kräver att appen programmeras så att samma innehåll kan använda flera olika trackingkällor samtidigt.

Som väntat stördes trackingen av skuggor, skiftande ljusförhållanden och den snäva vinkeln mot hällen. Ibland tappade appen även bort referensbilderna. De algoritmer som finns inbyggda i plattformarnas AR-ramverk lät dock appen fortsätta visualiseringarna vid ungefär rätt platser. Det beror på att appen med relativ hög precision kunde registrera var i omgivningen den befann sig, och därmed uppskatta placeringen av visualiseringen utifrån den senaste referenspunkten.

Algoritmerna förutsätter att bilderna ska vara platta, vilket inte alltid är fallet med hållristningshällar. Detta märktes särskilt när hällarna betraktas i snäv vinkel. Appen hade då svårt att initiera trackingfunktionen, dessutom försämrades trackingen.

### **Tracking med 3D-skanning av hällarna**

För att utvärdera den andra trackingtekniken utnyttjades tredjepartsmjukvara ovanpå Unity, i form av ett AR-bibliotek från Vuforia<sup>8</sup>. Denna mjukvara är belagd med en licensavgift som sätts på applikationsspecifik basis i samtal med distributören, men kan användas fritt i utvärderingssyfte.

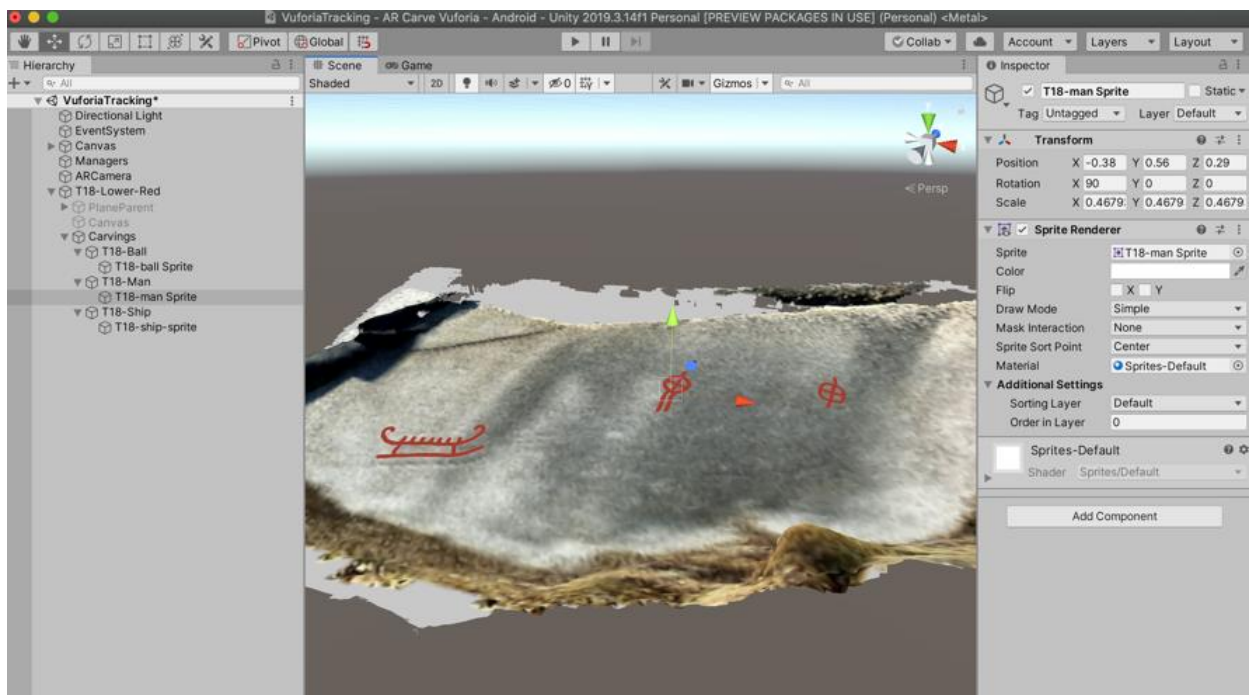
<sup>8</sup> Vuforia Area Targets, Vuforia LLC - <https://library.vuforia.com/environments/area-targets> [Hämtad 2022-08-16].

Förutom de mjukvarubibliotek som används i Unity medföljer verktyg såsom en skanningsapp för iPads och iPhones utrustade med laserskanner. Detta för att snabbt kunna skanna miljöer och använda som referenspunkter för tracking.

Hällristning L1967:2415 (RAÄ nr Tanum 18:1) vid Aspeberget skannades med en iPad Pro, och visualiseringar i form av röd ifyllnad lades ut över tre av ristningarna (se Figur 11 och Figur 12). En enklare animation lades in som gradvis tonas in och sedan ut igen när en ristning har valts.



Figur 11. 3D-skanning av häll med iPad Pro, med inbyggd laserskanner, och Vuforias skanningsapp. Foto: Jacob Michelsen 2021.



Figur 12. Visualiseringar i form av röd utfyllnad placeras ut i Unity. 3D-skanningen som ligger till grund för trackingen är synlig.



Denna trackingmetod upplevdes som robustare än den bildbaserade trackingen; framför allt hade den lättare att initiera trackingen.

När projektgruppen testade appen i fält hade ett halvår gått sedan inskanningen av hällen och vissa ytliga förändringar hade skett, såsom spräckliga vattenavlagringar. Det rann även vatten över en del av hällen och alger hade börjat växa (se Figur 13). Trots detta fungerade trackingen tillfredställande, vilket ger en positiv antydning om lösningens robusthet över tid.

Leverantören återkom efter utvärderingen börjat och kunde tyvärr inte erbjuda en för projektet rimlig prissättning. För fortsatt utveckling behöver en lösning tas fram som inte använder Vuforia. AR-ramverken på respektive plattform har stöd för denna sorts geometribaserade tracking, men det kommer kräva extra utveckling för denna anpassning såväl som en alternativ skanningsmetod.



Figur 13. Hällristning L1967:2415 (RAÄ nr Tanum 18:1) vid utvärderingstillfället. Jämfört med till exempel Figur 3 från skanningstillfället syns hur fukt och alger nu förändrat den vänstra delen av hällen, och en marmorering tillkommit över den högra delen av hällen. Trots dessa förändringar fungerade trackingen väl med den gamla skanningen. Foto: Jacob Michelsen 2021.

## Diskussion

### Potential

Prototypen av AR-appen visade sig med god förmåga kunna identifiera och följa icke imålade hällristningar, särskilt med AR-tekniken som använde 3D-skanningar. Det öppnar upp för nya visualiseringsmöjligheter. Tekniken behöver utvärderas ytterligare under skiftande ljusförhållanden och årstider för att säkerställa lösningens robusthet; samtidigt sker en snabb utveckling av denna

teknik och ett relativt säkert antagande är att trackingen förbättras kontinuerligt i takt med att de underliggande AR-standarder som appen baseras på uppdateras.

Den interaktionsmodell som valdes för projektet kunde inte utvärderas med rätt målgrupp och med tillräcklig hög omfattning för att dra några säkra slutsatser. Den tekniska utvärderingen pekade dock på att både individuella ristningar och hällen som helhet kan trackas och utnyttjas för olika slags visualiseringar.

AR-tekniken i sig kräver inte nödvändigtvis särskilt kraftfulla smartphones, men dessa måste stödja de AR-standarder som tekniken bygger på. Alla iPhones och iPads sedan omkring 2016 stödjer ARKit; för Android och den motsvarande ARCore-tekniken är stödet inte lika genomgående. De flesta modeller i mellanklasssegmentet och uppåt från de stora tillverkarna stödjer standarden. Återigen är det viktigt att se appar och andra tekniska hjälpmedel som ett komplement och inte ersättning till befintliga informationskällor som skyltar och guider.

## **Begränsningar**

Den geometribaserade AR-trackingen som används i prototypen har en hög årskostnad vilket kan ses som en begränsning för projekt som finansieras med kommunala, regionala eller statliga medel. Licensmodellen är anpassad för tillämpningar inom industrin, och trots diskussioner med leverantören har inget rimligt kostnadsförslag givits. Ett annat problem är att källkoden inte kan spridas publikt om Vuforia-tillägget används.

Andra projekt har emellertid visat att den inbyggda geometribaserade trackingen i de underliggande standarderna kan användas som ersättning för Vuforia-lösningen med liknande prestanda. Skanningen av hällen kräver dock ett annat tillvägagångssätt.

## **Underhåll**

Vid alla former av apputveckling och -publikation krävs regelbundet underhåll i form av uppdateringar av appen för att följa de framtagna riktlinjerna från appbutikerna. För en AR-app kan framtida underhåll behövas om förändringar görs i hållristningsmiljön, vilket annars påverkar AR-upplevelsen. Det kan till exempel röra sig om större förändringar i form av missfärgningar på hållarna från rinnande vatten eller övertäckning av hållarna i underhållssyfte. Vid sådana tillfällen krävs nya referensbilder eller 3D-skanningar.





Länsstyrelsen  
Västra Götaland