



U. PORTO



ARISTOTLE
UNIVERSITY OF
THESSALONIKI



Resultado Intelectual 1 (IO1)

Análise de necessidades

Lista de conteúdos

- A) Estado da arte - Exemplos com uso possível para IO2 e IO3.
- B) Identificação de estratégias e de soluções.
- C) Levantamento de tecnologias e equipamentos.
- D) Encontrar métodos de formação para todos os níveis de qualificação.
- E) Estudo dos métodos de validação e avaliação de competências.
- F) Colaboração com partes interessadas para diagnosticar necessidades e preocupações.
- G) Configuração da plataforma digital.
- H) Estabelecer comunicação entre os parceiros.
- I) Iniciar o plano da divulgação.
- J) Estabelecimento de processos administrativos e financeiros.
- K) Configuração duma aplicação possível para certificação e formação.

O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui um aval do seu conteúdo, que reflete unicamente o ponto de vista dos autores, e a Comissão não pode ser considerada responsável por eventuais utilizações que possam ser feitas com as informações nela contidas.



A) Estado da técnica - Exemplos com possível uso para IO2 e IO3.

Este relatório resume as ferramentas disponíveis e mais usadas no mercado em termos de AR / VR usando BIM nas áreas de investigação e na indústria da construção. O relatório começa por descrever cada exemplo relevante e o uso possível da ferramenta na aplicação BIM (IO2) e nos ambientes VR / AR (IO3).

CASO 1. [3M Releases Construction Safety Virtual Reality Programs for Hands-on Learning](#)

3M lançou recentemente uma série de módulos de segurança de construção usando VR. As plataformas de formação com realidade virtual da 3M estão disponíveis online.

Aplicações de campo

Vários módulos no portal para formação. Este estudo de caso é para as fases de preparação e de construção.

Programas:

Revit, 3D Studio, EON Studio, EON Viewer com CAVE

Hardware:

HTC VIVE, Samsung Gear VR, Oculus Go, 2 joysticks

IO2

O BIM não é uma ferramenta essencial dentro deste estudo de caso, embora a integração do BIM ajude a um módulo de formação.

IO3

É uma plataforma na qual alguns dispositivos de realidade virtual podem ser conectados e obter uma experiência de formação imersiva.

CASO 2. [How CAT Safety VR Improves Jobsite Training](#)

A CAT começou com segurança na construção de estradas e simulando cenários da vida real. CAT projetou as ferramentas de VR como um ambiente multi-jogador para que um grupo de trabalhadores pudesse treinar simultaneamente. A aplicação é implementada na fase de preparação.



Programas:
Revit, Mecanismos de jogo

Hardware:
Laptop para jogos pré-carregado para executar o programa, HTC VIVE, 2
Joysticks

O módulo de formação apresenta um resumo para reforçar as lições positivas aprendidas e enfatiza que nenhuma ocorrência no local de trabalho justifica valer a pena arriscar a segurança do trabalhador ou de qualquer outra pessoa.

IO2
O BIM não é aplicado nesta experiência de segurança.

IO3
Módulos móveis e de comunicação são possíveis contribuições.

CASO 3. SRI International Augmented Reality Solutions for Construction Inspection (vídeo do Youtube)

O SRI usa a AR para simular operações do local de trabalho para inspetores de construção. Usando "drones", é usado para inspeção enquanto compara com os modelos BIM. A ferramenta AR de SRI foi projetada para inspeção no local. O aplicativo visa a fase de construção para inspeção por técnicos, coordenadores, gestores e engenheiros de segurança.

Programas:
Revit, software de coleta de dados diversos

Hardware:
Drones, Veículos, Óculos de AR

IO2
O BIM é usado para modelar e inspecionar possíveis erros ou diferenças na construção, comparando-o, usando AR, com o modelo BIM.

IO3
O AR captura imagens com recolha de som e assinala erros com anotações e faz compartilhamento com outros dispositivos.



CASO 4. Safety Compass - Augmented Reality Workplace Safety

Dá acesso a informações ativas atualizadas com base na localização do trabalhador. Utiliza a tecnologia AR para identificar riscos potenciais no local. Usa mapeamento num tablet ou telefone móvel. A aplicação também permite a interação e colaboração de todos os sectores de construção no local.

Programas:

Sistema de rastreamento de localização (LTS), banco de dados de localização (LD), interface de identificação do utilizador (UII), banco de dados do utilizador (UD), Revit

Hardware:

iPhone, sensor AP, computador, GPS

I02

O BIM está vinculado ao GPS e o aplicativo móvel fornece alertas e notificações de risco com base na localização.

I03

Os trabalhadores serão notificados dos riscos potenciais identificados num sistema de mapeamento interativo. A aplicação AR é eficaz e fácil de desenvolver.

CASO 5. Augmented and Virtual Reality for Safety Training

É um Blog de um grupo da indústria de e-learning que coloca perguntas sobre o uso de AR e VR em formação de segurança. Isso inclui considerações pragmáticas, como custos, número de alunos, impacto comercial da formação, risco comercial ou custos incorridos devido à situação, semelhança da situação, etc.. Apresenta alguns cenários que podem ajudar na decisão sobre o uso de VR ou AR. "Então, vamos prosseguir no pressuposto de que tem um caso arriscado. Como é que a VR ajudaria? Vamos dar o exemplo de 'desarmar uma bomba'. - Não precisa arcar com as despesas de compra dos objetos físicos que você precisaria na simulação de formação (por exemplo, a bomba falsa que faz 'pfffff' e liberta fumaça se fizer um movimento errado).



- Os formandos podem usar o telemóvel em qualquer lugar para aceder à formação, não apenas tendo que estar fisicamente na sala de simulação de formação. Essas reflexões podem ser usadas em IO2 ou IO3.

CASO 6. [Virtual Reality in Construction](#)

Apresenta muitas aplicações e uma é sobre segurança de construção. "Formação mais eficaz e segura dos trabalhadores da construção, mais barato e mais seguro para formar os trabalhadores que lidam com equipamentos pesados - por exemplo, operadores de guias - em realidade virtual. O facto é que muitos graduados em engenharia obtêm diplomas sem terem prática suficiente num estaleiro de obras. Aqui é onde a formação em VR entra em jogo. Com esta engenheiros e arquitectos podem obter mais experiência antes da conclusão do curso. Além disso, o ambiente virtual permite que os trabalhadores operem equipamentos perigosos sem riscos. É mais barato que a formação da vida real, onde é preciso uma grua torre para treinar os operadores. A CertifyMe.net, uma empresa de formação e certificação especializada em empilhadores, possui um programa de VR para praticar num ambiente livre de riscos. Ao usá-lo, eliminam qualquer tipo de lesão pessoal ou dano do equipamento, permitindo uma abordagem de tentativa e erro sem consequências adversas. Fornece formação e avaliação numa hora, concedendo o certificado imediatamente e on-line. A abordagem pode ser usada em IO2 ou IO3, dependendo das atividades.

CASO 7. [New construction safety school will use virtual reality to educate workers](#)

É uma escola para melhorar a segurança do local de trabalho através de um novo centro de formação voltado para a indústria da construção. Uma característica fundamental da escola é a aprendizagem experimental, usando AR e VR. Cenários possíveis são criados nesta escola com demonstração de equipamentos conectados à indústria. Pode certificar trabalhadores em termos de segurança de construção. A aplicação pode envolver trabalhadores, engenheiros, profissionais de segurança, gestores de projeto, estudantes, gestores de segurança e coordenadores de segurança.

IO2

O BIM não é usado nesses cenários de formação.



IO3

AR e VR são usados numa variedade ampla de cenários e com vários riscos.

CASO 8. [YellowJacket](#)

O software, disponível também num dispositivo móvel, pode monitorizar e reportar qualidade, saúde, segurança e processos nos estaleiros de obras. Pode economizar tempo, economizar dinheiro, melhorar o desempenho e, finalmente, salvar vidas. Adotando o software de saúde e segurança YellowJacket e integrando-o na cultura da organização e em toda a cadeia de fornecedores, é possível obter melhorias reais na gestão de saúde, segurança e qualidade nos estaleiros de obras. Os recursos do software ajudarão os utilizadores a alcançar o que foi mencionado acima, mas também ajudará nos pedidos de monitorização e de geração de relatórios do projeto. Foi projetado para ser o mais amigável possível - fornecer uma visão geral de saúde, segurança e qualidade em todos os projetos. Tem uma entrada de dados fácil através da aplicação móvel de saúde e segurança YellowJacket. A aplicação móvel YellowJacket permite que funcionários e prestadores de serviços no portal insiram facilmente informações relacionadas com saúde, segurança e qualidade - o que significa que os dados são capturados 'como acontece', em vez de funcionários esperarem para aceder ao computador. Pode ser usado em IO2 e em IO3.

CASO 9. [VR Safety Training for Construction companies \(LandMarkVR\)](#)

Os participantes experimentam cenários de risco em que cada um deles deve escolher as precauções adequadas para passar no teste de certificação. Utiliza imersão total por efeitos visuais, sonoros e físicos. Possui uma seleção de vários cenários, suporta orientação em tempo real do formador, acompanha o comportamento individual e é feito sob medida para a realização de formação prática. Os cenários são criados no ambiente CAVE.

Programas:
Revit, Unidade 3D

Hardware:



CAVE, HTC VIVE, Computador de alto desempenho

IO2

O aplicativo não demonstrou nenhuma integração BIM.

IO3

Soluções e cenários de formação foram utilizados com equipamentos de baixo custo.

CASO 10. [A critical review of virtual and augmented reality \(VR/AR\) applications in construction safety](#)

90 artigos relacionados com VR/AR e segurança na construção de 2000 a 2017 são revistos. A taxonomia da revisão foi consolidada pelas características da tecnologia, domínios de aplicação, mecanismos de melhoria da segurança e avaliação de segurança. Os três principais domínios de aplicação incluem identificação de perigos, educação e formação em segurança e inspeção e instrução de segurança. O artigo é útil para IO2 e IO3 e organiza conhecimentos e conceitos fundamentais relacionados ao uso de AR e VR em segurança da construção

CASO 11. [Fulmax](#)

Denominado Cubo Fulmax, oferece possibilidades de comunicação, partilha e colaboração em equipa num ambiente BIM de imersão. Pode apresentar aos interessados o edifício virtual antes de ser construído. Pode ajudar a refinar as soluções de projecto e engenharia através da visualização numa escala 1: 1 num ambiente BIM. O sistema pode educar e formar no local e simular actividades antes de estar no local. O hardware e o software podem ser usados para aprimorar a eficácia das revisões de projeto, criar actividades, palestras sobre ferramentas e tarefas de manutenção. A ferramenta pode fornecer um espaço BIM dedicado para exploração virtual do edifício construído, juntamente com os dados BIM associados.

O Cube é rápido de montar, pode ser instalado em apenas 3 horas, os utilizadores estão em operação em 15 minutos, os modelos e os dados BIM são processados em minutos para o ambiente Fulmax. É seguro durante o gerenciamento de conteúdo BIM relacionado a cada projeto, não requer um modelo externo e é fornecido formação para operar a



ferramenta. É fácil de navegar e explorar o ativo digital e aceder dados BIM, é uma solução compacta e ideal para análises permitindo o envolvimento de partes interessadas e colaboração. Pode ser usado em IO2 ou IO3.

CASO 12. Role of Visualization Technologies in Safety Planning and Management at Construction Jobsites

É um exemplo que testa um modelo 4D BIM usado em três projetos. Utilizou aplicações de tecnologias avançadas de visualização para segurança em projetos de construção. Somente as ferramentas comerciais disponíveis foram usadas e designers que foram testadas por engenheiros contratados para o efeito. As ferramentas foram usadas para formar trabalhadores. A ferramenta lidou com as etapas de preparação e de construção.

Programas:

Revit, Sketchup, 3Ds Max, Unity 3D, AutoCAD, Sincronização, MS Project, Camtasia, MS Movie Maker

Hardware:

Oculus Rift

IO2

O BIM foi utilizado nas simulações em 4D.

IO3

A VR usava ferramentas comuns e acessíveis.

CASO 13. A framework for construction safety management and visualization system (SMVS)

A proposta de 2013 inclui um mecanismo de visualização para a integração de todas as informações. O mecanismo de visualização é o portal do SMVS que importa e exporta informações externas, como modelo da obra baseado em BIM, dados de informações de segurança e dados de localização do sinal do sensor e criados noutros mecanismos de software para uso em cada módulo do sistema. O ambiente do programa Microsoft XNA Game Studio 4.0 foi utilizado considerando a interoperabilidade dos dados necessários para a utilização do sistema. Todas as informações de e para interfaces dos módulos são exibidas no



navegador do mecanismo de visualização (VEB). É uma estrutura para um sistema de gestão e de visualização de segurança (SMVS) que integra tecnologias BIM, rastreamento de localização, AR e jogos. Um protótipo foi desenvolvido e testado com base num cenário ilustrativo de acidente numa obra.

Programas:

Microsoft XNA Game Studio 4.0, navegador do mecanismo de visualização (VEB), interface de identificação de riscos (RII), sistema de rastreamento de localização (LTS), banco de dados de localização (LD), interface de identificação de utilizador (UII), interface de identificação de utilizador (UII), banco de dados de utilizador (UD), Revit

Hardware:

iPhone, Sensor AP, Computador, GPS, Mouse, Teclado, Joystick

IO2

Integra o BIM com outras ferramentas.

IO3

Pode ser necessário atualizar as ferramentas.

CASo 14. [OSHA PIXO safety compliance Virtual Reality](#)

O pedido de conformidade com a segurança na obra criou um espaço que tenta ser realista. A formação explora esses espaços com estaleiros de obras e detalhes, como sons, que confundem os ambientes virtuais e os reais. Por exemplo, um modo é a análise de segurança que mostra quebras potenciais das regras de OSHA, equipamentos defeituosos, armazenamento inadequado de materiais perigosos ou colegas de trabalho que não usam equipamentos de segurança ou que trabalham sem segurança. Inclui testes e avaliações digitais com base nos padrões da OSHA. Esta aplicação concentra-se nas etapas de preparação e de construção.

Programas:

Unreal Engine

Hardware:

Oculus Rift, Leap Motion, computadores de alto desempenho

IO3



A formação é baseada nos padrões da OSHA, a avaliação é digital, cenários aleatórios, vários métodos de formação e detalhados em termos de gráficos, sons e cenários, tornando-o totalmente imersivo.

CASO 15. Web-based Collaborative Virtual Environments (LIRKIS G-CVE)

Os ambientes virtuais colaborativos medem a interação no espaço virtual entre participantes que podem se espalhar por vários locais. Globalmente, grupos de utilizadores podem participar juntos num ambiente virtual completamente imersivo para alcançar objetivos comuns. Os ambientes virtuais distribuídos podem ser usados propositadamente como ferramentas de formação para simulações ou cenários 3D em tempo real.

Benefícios do G-CVE (desenvolvido na Universidade Técnica de Kosice)

- Multi utilizador
- Nenhum SW / HW caro necessário
- Baseado na Web (somente navegador da web necessário)
- Sem instalação de qualquer software
- Trabalhar em qualquer sistema operacional - qualquer dispositivo (também com os produtos Oculus, Htc, Ms Hololens)
- Alternar para o modo VR (com aplicação móvel VR)
- Código aberto

Ligação do aplicativo de demonstração - <http://csetir.glitch.me/>

Programas:

Sistema baseado na Web, construído sobre a estrutura do Networked-Aframe.

Hardware:

Qualquer dispositivo online / qualquer sistema operacional, qualquer telemóvel - Oculus, HTC, Microsoft Hololens, etc.

IO3

Soluções de formação de equipa preparadas e cenários executáveis em qualquer dispositivo.



B) Identificando estratégias e soluções

A IO2 será decisiva neste tópico, com base no relatório sobre quais as ferramentas a usar e a explorar. Várias estratégias podem ser consideradas ao abordar o uso de ambientes virtuais para melhorar a educação e a formação em segurança nos estaleiros de obras. De facto, os objectivos das iniciativas de formação são um grupo diversificado, incluindo trabalhadores do local, especialistas em segurança, entre outros. As habilidades técnicas e os níveis de educação desses grupos diferem consideravelmente, assim como os ambientes e as funções de trabalho. Essa diversidade deve ser considerada ao definir estratégias e soluções, mesmo quando as opções adequadas de hardware e software disponíveis se sobrepõem amplamente aos diferentes grupos de utilizadores.

De facto, conforme descrito neste documento, o mesmo hardware VR e AR e os componentes de software foram adotados numa variedade de aplicações. Isso é uma oportunidade, pois as soluções direcionadas a um grupo de utilizadores podem ser adaptadas para diferentes usos. As principais tecnologias actuais de desenvolvimento de VR e AR são multiplataforma, o que reduz amplamente a importância da escolha de equipamentos específicos dentro de tipos semelhantes de hardware, como HMD (Head Mounted Displays) ou controladores de movimento. Naturalmente, ambientes diferentes de formação exigem diferentes tipos de hardware, devido ao custo, tempo e outras considerações práticas. Por exemplo, apesar dos recentes desenvolvimentos na tecnologia CAVE (Ambiente Virtual Assistido por Computador), que permitem uma implantação mais rápida e de baixo custo, os HMDs permanecem uma solução mais prática para imersão virtual, enquanto computadores e dispositivos móveis são onnipresentes e proporcionam experiências VR aceitáveis em muitas instâncias.

O uso de modelos BIM como fonte de informação (incluindo geometria) para os modelos virtuais é considerado uma escolha óbvia. Os modelos BIM são cada vez mais comuns na prática, suportam tipos diferentes de informações, proporcionando grande flexibilidade ao decidir sobre soluções técnicas e são compatíveis com outros componentes, como mecanismos de jogos.

Soluções alternativas, como o uso de ferramentas genéricas de modelagem 3D, exigiriam o desenvolvimento de modelos a partir do zero, sem relação com o processo real de construção. Isso significa que as mudanças no projeto ou nos planos de construção não seriam refletidas



rápida ou facilmente nos ambientes de formação virtual. Esses fatores reduzem bastante a viabilidade de uma solução não BIM. Como as ferramentas de autoria do BIM são interoperáveis e existem formatos abertos padrão para a troca de dados BIM, a escolha das ferramentas BIM não é considerada um problema crítico ao projetar uma estratégia para o desenvolvimento de soluções de formação.

C) Levantamento de tecnologias e equipamentos

IO2 - implementação BIM

Existem vários programas BIM usados, mas o principal e mais utilizado foi o Autodesk Revit com a combinação do BIM 360 para rastreamento, colaboração e gestão de documentos. O Autodesk Revit é um software de modelagem de informações de construção para arquitectos, paisagistas, engenheiros estruturais, engenheiros mecânicos, eléctricos e hidráulicos, projetistas e empreiteiros. O BIM 360 é uma plataforma unificada que conecta as equipes e os dados do projeto em tempo real, desde o projecto até a construção, dando suporte à tomada de decisão informada e levando a resultados mais previsíveis e lucrativos. Outros softwares 3D e de visualização foram utilizados como 3Dmax, Blender, AutoCAD, ArchiCAD, Bentley e SketchUp.

Os primeiros programas abordaram a visualização tridimensional. Mais tarde, outras dimensões foram adicionadas, como planeamento, movimentação, custo e sustentabilidade. Esses métodos de visualização também foram estruturados como uma estrutura adaptada aos jogos para formação e previsões de risco de acidentes. Outros métodos baseados em modelos BIM contam com dispositivos de rastreamento para obter uma visualização no local dos modelos, dados de informações de segurança e dados de localização do sinal do sensor.

Na investigação sobre riscos, a inspeção tem usado o BIM para modelar e inspecionar erros ou diferenças, comparando modelos com a construção real. As ferramentas de AR também podem ser usadas para visualizar o modelo BIM e identificar erros encontrados no local. Por exemplo, uma câmara de vídeo conectada ao telemóvel de ouvido pode dar resposta ao modelo BIM. Isso pode gerar imagens compostas de modelo e espaço físico. O modelo baseado em BIM pode ser vinculado ao GPS e um aplicativo móvel pode fornecer alertas de risco e notificações baseadas em localização. O uso de máquinas pesadas também pode registrar movimentos e identificar riscos devido às condições do local. Vincular o



BIM a um banco de dados padrão de segurança, como OSHA, pode permitir a verificação dos regulamentos de segurança. Essas verificações podem estar num ambiente de minorização de riscos, mostrando riscos no sistema gráfico digital.

IO3 - Equipamentos e aplicações em VR e AR

Unity Real - Time Development Platform é um mecanismo de jogo multiplataforma desenvolvido pela Unity Technologies. Esse mecanismo pode ser usado para criar modelos 3D com cenários e simulações de VR/AR.

Unreal Engine - apresenta um alto grau de portabilidade e é uma ferramenta com o código de computador disponível.

Hardware de VR (exemplos)

Telemóveis VR - Oculus Rift, HTC Vive,

Multi-sensorial - CAVERAS VR

Sensores de rastreamento - Kinect (dispositivos de entrada com detecção de movimento), Leap Motion (haptic plug-and-play) e Smartphones iOS ou Android.

Hardware de AR (exemplos)

Realidade mista HoloLens (aplicativos e soluções que ajudam as pessoas a aprender, a comunicar e a colaborar), Google Glass Enterprise Edition (mãos livres), Magic Leap One (telemóvel AR) e DAQRI (capacete e óculos AR).

Reflexões:

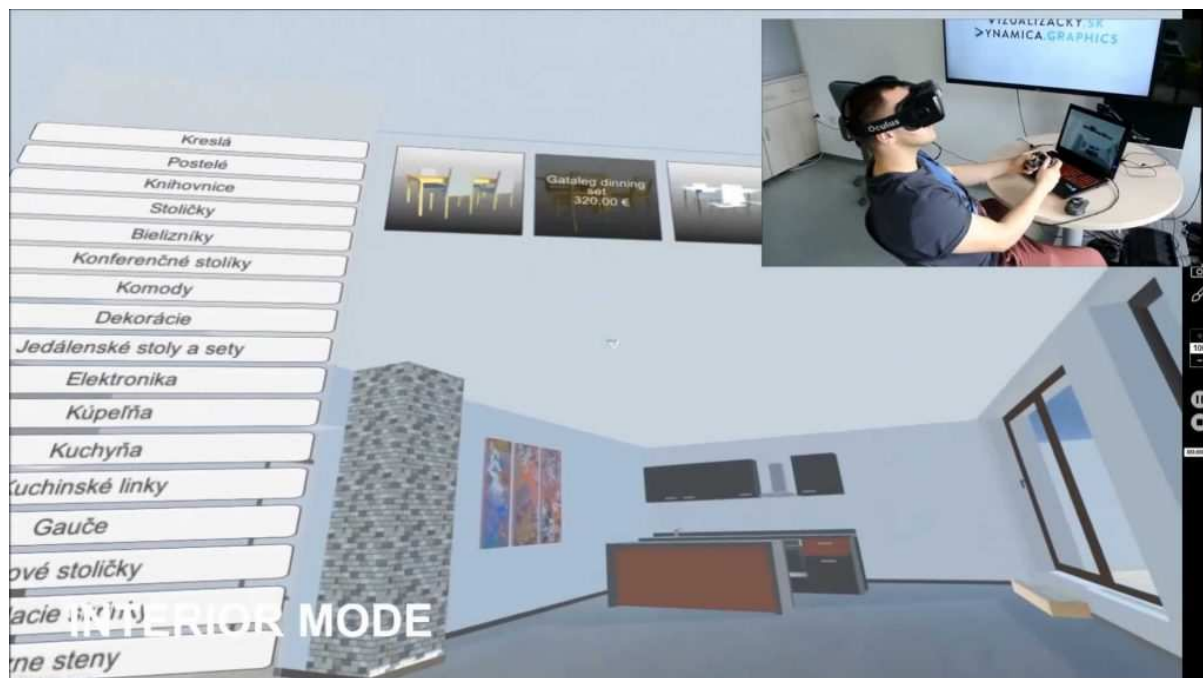
- Recursos de computação que exigem computadores de alto desempenho;
- O estaleiro de obras pode ser mais complexo que o modelo;
- O acesso à internet e sinal de satélite pode ser de baixa qualidade;
- Dificuldade em lidar com riscos simultâneos;
- O uso do sinal de GPS com dispositivos AR pode causar problemas de compatibilidade.

Ver o Anexo para custos e especificações técnicas

Teste de soluções de hardware e software disponíveis – exemplos



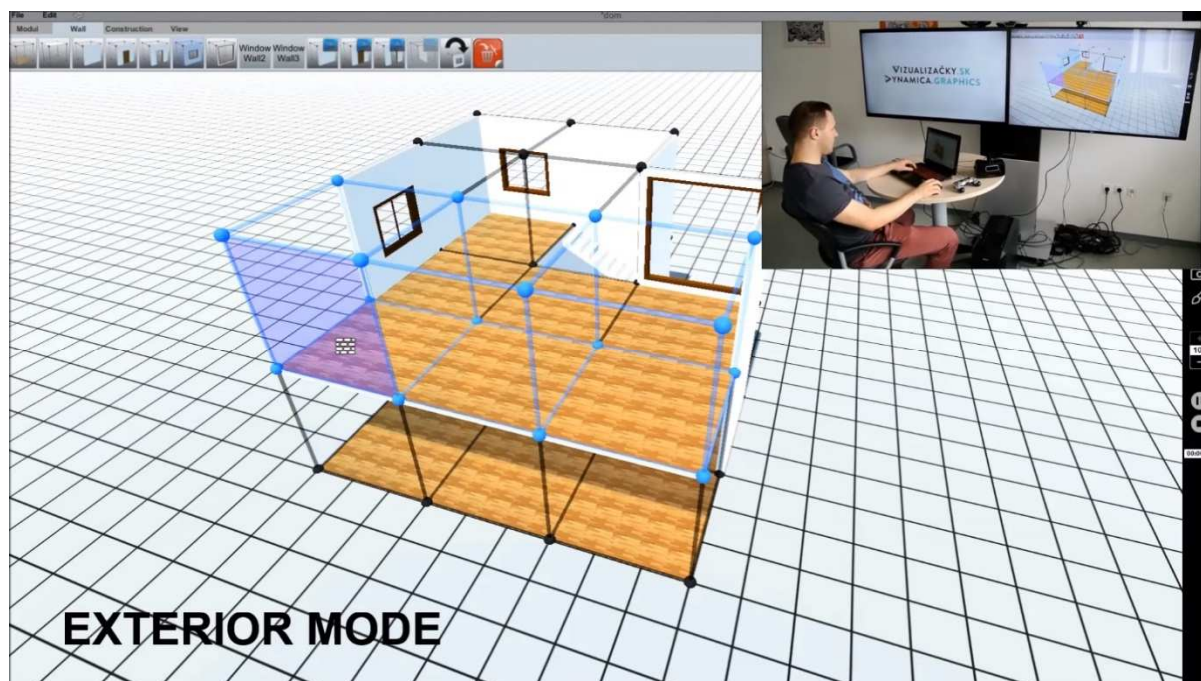
1: Fotografar o local de uma futura construção com drone para integração em um ambiente virtual



2: Teste de ambiente virtual processado em Unity 3D com Oculus Rift



3: Teste de ambiente virtual do canteiro de obras com Microsoft Hololens



4: Teste de ambiente virtual processado em Unity 3D com Oculus Rift



5: Teste de ambiente virtual processado no motor Unreal com Oculus Rift



6: Teste de ambiente virtual processado em HTML5 com Samsung Gear VR



7: Teste de hardware para trabalho em realidade virtual Oculus Rift, Samsung Gear VR, Google Cardboard, Microsoft Hololens

D) Encontrar métodos de formação em todos os níveis de qualificação.

Pode ser fornecido formação para os níveis 1 a 7 do Quadro Europeu de Qualificação (QEQ). Em termos de metodologias de formação, a parceria é composta principalmente por instituições de ensino superior com experiência nos níveis 5 a 7. No que diz respeito aos níveis 1 a 4, geralmente designados como Educação e Formação Profissional (VET), a parceria empregará as abordagens sugeridas pelo CEDEFOP e usado por provedores de EFP, como EVBB ou EVTA.

A formação será baseada no método que assenta nos resultados da formação proposto pela Tuning Academy. Todos os módulos e atividades de formação serão projetados e preparados levando em consideração os



conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias. As competências necessárias serão definidas para enfrentar os diversos riscos e medidas preventivas adequadas ao respectivo nível de qualificações. Esta formação baseada nos resultados permitirá preparar todos do nível básico (1) ao nível de mestre (7). Um dos parceiros associados do projecto, ISHCCO, possui um quadro de qualificação para os níveis 5 a 7 que pode ser usado para definir a formação necessária.

O uso da formação on-line também será considerado como uma opção para treinar os grupos-alvo. As opções atuais são plataformas gratuitas como Coursera, Moodle, Google Classroom e Microsoft Teams. A certificação dos cursos pode levar à concessão de um passaporte de segurança de construção. Pode ser necessário ter esse passaporte para entrar nos estaleiros de obras, garantindo ao mesmo tempo que os titulares tenham competências adequadas em saúde e segurança na construção. Exemplos são o passaporte de segurança do CCNSG no Reino Unido e o cartão de segurança do trabalho na Finlândia. Enquanto na Finlândia o cartão é recomendado no Reino Unido, qualquer pessoa deve ter um passaporte de segurança CCNSG válido para entrar em muitos locais de engenharia e construção.

E) Estudo dos métodos de validação e avaliação de competências.

A validação de competências é relevante para garantir que as competências em termos de segurança de construção foram adquiridas. A formação fornecida pelas ferramentas do projeto pode ser usado para qualificar alguns dos participantes para poder entrar no estaleiro de obras ou executar algumas tarefas arriscadas. Portanto, a avaliação deve ser adequada ao tipo de competências que devem ser adquiridas.

A avaliação adequada das diferentes competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) baseia-se no uso da "webtool" TALOE. Esta ferramenta da web pode sugerir métodos de avaliação para os diferentes tipos de competências em vários níveis, de 1 a 7. Os métodos de avaliação serão escolhidos de acordo com as sugestões, os recursos do estaleiro de obras, o tipo de formação e o objetivo da qualificação.

A avaliação das competências dos trabalhadores, técnicos e engenheiros para verificar se eles estão qualificados para entrar num estaleiro de obras também pode ser aplicada a outros grupos, como alunos. Essa avaliação implicará a formação adequada que se espera fornecer usando efetivamente as ferramentas que envolvem ambientes digitais.



F) Entrando em contato com os parceiros para diagnosticar necessidades e preocupações

Um parceiro associado é a ISHCCO (Organização Internacional de Coordenadores de Segurança e Saúde na Construção). É uma associação Europeia com representantes nacionais de 17 países. A estrutura de qualificação respectiva define competências dos níveis 5 a 7 do QEQ. Os membros da ISHCCO já concordaram em indicar os tipos de formação que estão a ser utilizados, sugerir módulos de formação relevantes e validar e comentar os resultados e ferramentas do projeto.

A outra parte interessada relevante a cooperar com a parceria é a DGGrow, da Comissão Europeia. A unidade está a abordar a segurança da construção em termos de PMEs. O primeiro estudo (IO1) pode ser usado para tirar conclusões que podem ser úteis para definir que tipo de formação o projecto deve oferecer. O documento da DGGrow propõe uma ferramenta com uma análise de custos de prevenção versus acidente em PMEs da construção.

Outro parceiro associado é a AECEF - Associação das Faculdades Europeias de Engenharia Civil. A cooperação com a AECEF pode trazer a contribuição das Faculdades de Engenharia Civil em termos de necessidades de formação, práticas actuais e validação de resultados. Espera-se que a participação seja útil principalmente em IO4 e IO5.

As agências governamentais nacionais podem ser convidadas a analisar as ferramentas propostas e validar a qualificação de participantes bem sucedidos nos cursos. É adequado ao sucesso da implementação das ferramentas e cursos que a aceitação formal pelas agências oficiais seja garantida por testes anteriores à formação. As associações de construção também estarão envolvidas no ajuste adequado das ferramentas e dos cursos na validação do formação.

Mais de 80 grandes empresários da construção na Eslováquia são membros da Convenção das empresas de construção da Eslováquia (ZSPS). O ZSPS apresenta um espaço local para a verificação dos procedimentos propostos e formação em no campo da segurança e saúde nas condições reais da construção Eslovaca. A cooperação com o ZSPS será intensa especialmente na obtenção e validação de IO3 e de IO4.



G) Configuração da plataforma digital

O projeto já criou duas plataformas. A plataforma principal é o portal do projecto com o objectivo de ser a referência em termos de promoção das actividades e dos produtos. O portal será a principal divulgação do projecto enquanto for a imagem pública do projecto. Incluirá todas as notícias relevantes sobre o projecto, ligações para outras iniciativas e recursos, resultados do projecto e ferramentas de teste.

Outra plataforma digital proposta no projecto é um Wiki que pretende concentrar os resultados da cooperação entre parceiros e partes interessadas externas. Está previsto ser uma plataforma de trabalho entre parceiros e partes interessadas externas. O Wiki estará acessível principalmente para parceiros, permitindo trocas de documentos e materiais referentes às diversas produções intelectuais.

H) Estabelecer canais de comunicação entre parceiros

Uma conta do Google Drive já foi criada pelo UKosice para gerenciar documentos e materiais essenciais para os assuntos administrativos e financeiros do projeto. O plano de comunicação é baseado na experiência mútua de longo prazo dos parceiros do projeto, garantindo uma gestão e comunicação bem-sucedidos do projeto. A principal ferramenta de comunicação para a gestão serão as reuniões bianuais e presenciais. Outros canais de comunicação serão utilizados, como email, conferências virtuais, uso de repositório on-line (armazenado na nuvem) de documentos e materiais e media sociais.

A reunião virtual (via plataforma Zoom) será realizada uma vez por mês. Será com a presença de representantes dos parceiros do projecto. O objetivo da reunião virtual será a discussão sobre a solução dos resultados individuais do projeto e produtos do projecto.

I) Iniciar o planeamento inicial da divulgação

Os artigos escritos apresentando o projeto estão planeados para

- SHO2020
- PTBIM
- CIBW99



Um capítulo sobre o projeto foi publicado numa publicação da Springer da Occupational Health and Safety. A divulgação será implementada e começou com a criação do portal e com as publicações do projecto em revistas e conferências relevantes. A visibilidade nos meios sociais envolverá as comunidades dos parceiros e incluirá o envolvimento de cada parceiro e das redes de parceiros associadas. Está planeado estabelecer canais de comunicação com portais de organizações próprias parceiras, boletins e páginas nos meios sociais.

Todos documentos planeados do CSETIR terão acesso aberto e promoverão a disseminação. Os documentos, como relatórios, revisões de produtos, manuais, certificados de qualificação, aplicativos para telemóveis, modelos BIM, soluções interactivas VR/AR e sessões de formação estarão disponíveis nas plataformas do projeto. Os grupos-alvo são professores, formadores, alunos, engenheiros e técnicos envolvidos no sector da construção. Os objectivos desses resultados são melhorar a preparação dos grupos-alvo para praticar e experimentar as ferramentas digitais para analisar riscos e prevenir acidentes.

J) Estabelecimento de arranjos administrativos e financeiros

Os parceiros do projecto foram subcontratados (com base nas recomendações da Agência Nacional Eslovaca) e os fundos foram enviados para as contas bancárias respectivas (de acordo com o orçamento referente às actividades). Todos os parceiros do projecto fornecerão à UKosice as digitalizações de passagens aéreas e de acomodações após cada realização de cada reunião transnacional (administração e financiamento de reuniões transnacionais do projeto). Todos os parceiros do projecto fornecerão à UKosice as respectivas de folhas de ponto, evidências da relação contratual entre o colaborador e o parceiro do projecto e os resultados das soluções de IOs (administração e financiamento dos produtos intelectuais).

K) Configurando uma possível aplicação para certificação de formação

Considerando a certificação, alguns exemplos existentes serão considerados:



- O relatório FEANI sobre validação de competências em aprendizagem formal, informal e não formal;
- Common [Microcredential Framework](#) of OpenEdUp;
- [Open Badge](#) Credit System of EDEN;
- Passaporte ou cartão de segurança da construção.



REFERÊNCIAS

Portais acedidos em 24Abr20

1. 3M Releases Construction Safety Virtual Reality Programs for Hands-on Learning, https://www.3m.com/3M/en_US/worker-health-safety-us/3m-ppe-training/virtual-reality/.
2. How Cat Safety VR Improves Jobsite Training, https://www.cat.com/en_US/news/machine-press-releases/new-cat-safety-vr-module-creates-an-immersive-safety-training-experience-for-employees.html.
3. SRI International Augmented Reality Solutions for Construction Inspection, <https://www.youtube.com/watch?v=8IY4qaVvR8c&feature=share>.
4. Safety Compass - Augmented Reality Workplace Safety, <https://thesafetycompass.com.au/>.
5. Augmented and Virtual Reality for Safety Training, <https://elearningindustry.com/augmented-virtual-reality-for-safety-training>.
6. Virtual Reality in Construction, <https://jasoren.com/virtual-reality-in-construction/>.
7. New construction safety school will use virtual reality to educate workers, <https://www.straitstimes.com/business/new-22mil-construction-safety-school-will-use-virtual-reality-to-let-workers-see-how>.
8. YellowJacket, <https://www.bresmartsite.com/products/yellowjacket/>.
9. VR Safety Training for Construction companies (LandMarkVR), <https://landmarkvr.ca/vr-training/3/>.
10. A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580517309962>.
11. Fulmax, <https://www.fulmax.co.uk/>.
12. Role of Visualization Technologies in Safety Planning and Management at Construction Jobsites, https://www.researchgate.net/publication/313886059_Role_of_Visualization_Technologies_in_Safety_Planning_and_Management_at_Construction_Jobsites.
13. A framework for construction safety management and visualization system (SMVS), <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580512001616>.
14. OSHA PIXO safety compliance Virtual Reality, <https://pixovr.com/pixo-vr-releases-new-virtual-reality-osh-safety-compliance-training-module/>.
15. Web-based Collaborative Virtual Environments (LIRKIS G-CVE), <https://pixovr.com/pixo-vr-releases-new-virtual-reality-osh-safety-compliance-training-module/>.



16. Yuhan Niua, Weisheng Lua, Fan Xuea, Diandian Liua, Ke Chena, Dongping Fangb, Chimay Anumbac, "Towards the "third wave": An SCO-enabled occupational health and safety management system for construction", *Safety Science*, number 111, pgs. 213-223, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.07.013>.
17. Vito Getulia, Pietro Caponea, Alessandro Bruttinia, Shabtai Isaacb, "BIM-based immersive Virtual Reality for construction workspace planning: A safety-oriented approach", *Automation in Construction*, number 114, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103160>.
18. Ning Tanga, Hao Hub, Feng Xub, Fengfeng Zhua, "Personalized safety instruction system for construction site based on internet technology", *Safety Science*, number 116, pgs. 161-169, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.03.001>.
19. Natalie V. Schwatka, Linda M. Goldenhar, Stefanie K. Johnson, Marissa A. Beldon, Jamie Tessler, Jack T. Dennerlein, Mark Fullen, Hao Trieu, "A training intervention to improve frontline construction leaders' safety leadership practices and overall jobsite safety climate", *Journal of Safety Search*, number 70, pgs. 253-262, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2019.04.010>.
20. Qingwen Xua, Heap-Yih Chongb, Pin-Chao Liaoa, "Collaborative information integration for construction safety monitoring", *Automation in Construction*, number 102, pgs. 120-134, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.004>.



ANNEX – Complementary to Chapter C.

Market prices and Specification

Softwares	Prices	Specifications
Autodesk Revit	Monthly 305\$, Yearly 245\$, "203\$ monthly" 3 years 6,550\$, "182\$ monthly"	System requirements for Revit 2021 products
BIM 360	Docs pricing starts at \$480/yr., per user.	BIM 360 is a unified platform connecting your project teams and data in real-time, from design through construction, supporting informed decision-making and leading to more predictable and profitable outcomes. Predict safety hazards, proactively manage quality, automate tasks, and reduce rework so that you can control costs and stay on schedule. Centralize your project data and access the information you need in real-time, anywhere, so you can track your project and make decisions in the field.
Bentley	Term Licenses on Project selection	Bentley Systems is a leading global provider of software solutions to engineers, architects, geospatial professionals, constructors, and owner-operators for the design, construction, and operations of infrastructure. Bentley's MicroStation-based engineering and BIM applications, and its digital twin cloud services, advance the project delivery (ProjectWise) and the asset performance (AssetWise) of transportation and other public works, utilities, industrial and resources plants, and commercial and institutional facilities
ArchiCAD	\$4,995 for licens free educational version for students, teachers, and schools.	ARCHICAD is an architectural BIM CAD software, it is a complete design suite with 2D and 3D drafting, visualization and other building information modeling functions for architects, designers and planners. A wide range of software applications are integrated in ARCHICAD to cover most of the design needs of an architectural office: 2D CAD software — drawing tools for creating accurate and detailed technical drawings 3D Modeling software — a 3D CAD interface specially developed for architects capable of creating various kind of building forms Architectural rendering and Visualization software — a high performance rendering tool to produce photo-realistic pictures or videos Desktop publishing software — with similar features to mainstream DTP software to compose printed materials using technical drawings pixel-based images and texts Document management tool — a central data storage server with remote access, versioning tool with backup and restore features Building Information Modeling software — not just a collection of the above-mentioned applications with an integrated user interface but a novel approach to building design called BIM
Blender	Free and Open source	free and open-source 3D computer graphics software toolset used for creating animated films, visual effects, art, 3D printed models, motion graphics, interactive 3D applications, and computer games.



AutoCAD	210\$/Month 4,565/ 3years \$1,690 /year Free students and teachers licenses free 30 days trial	computer-aided design and drafting software application, is used in industry, by architects, project managers, engineers, graphic designers, city planners and other professionals. ESRI ArcMap 10 permits export as AutoCAD drawing files. Civil 3D permits export as AutoCAD objects and as LandXML. Third-party file converters exist for specific formats such as Bentley MX GENIO Extension, PISTE Extension (France), ISYBAU (Germany), OKSTRA and Microdrainage (UK); also, conversion of .pdf files is feasible, however, the accuracy of the results may be unpredictable or distorted
SketchUp	55\$/year	3D modeling computer program for a wide range of drawing applications such as architectural, interior design, landscape architecture, civil and mechanical engineering, film and video game design
Tridify	Light 20\$ / Months Standard 90\$ / Months Large 400\$ / Months	Uses Open Standard IFC so you can upload any BIM from any software; Provides multiple models in one view by combining different IFCs together & publishing to web; Is developed for mobile first viewing, so everyone can access models anywhere they are, on devices they already have; Has all the clever programming hidden, so no apps, software or training is required for teams and clients to view the link; Is incredibly cost effective with multi user access starting from only \$20 a month
Unity Real	Free	Development Platform is a cross-platform game engine developed by Unity Technologies. This engine can be used to create 3D models with VR/AR scenarios and simulations in Real time and physics. With Multiplatform converters and builds. Unity real-time development platform. Create 3D, 2D VR & AR visualizations for Games, Auto, Transportation, Film, Animation,
Unreal Engine	19\$/ month	Development Platform is a cross-platform game engine developed by Unity Technologies. This engine can be used to create 3D models with VR/AR scenarios and simulations in Real time and physics. Although initially developed for first-person shooters, it has been successfully used in a variety of other genres, including platformers, fighting games, MMORPGs, and other RPGs
Oculus Rift,	\$399,00	Recommended Specs: Graphics Card NVIDIA GTX 1060 / AMD Radeon RX 480 or greater Alternative Graphics Card NVIDIA GTX 970 / AMD Radeon R9 290 or greater CPU Intel i5-4590 / AMD Ryzen 5 1500X or greater Memory 8GB+ RAM Video Output DisplayPortTM 1.2 / Mini DisplayPort (with adapter included in the box) USB Ports 1x USB 3.0 port OS Windows 10
HTC Vive,	Cosmos Elite Headset 619€ Cosmos Elite 999,00 € Cosmos 829,00 € Pro Eye Series 1.439,00 €	Pro Eye Series Evolving Perception. Precision Eye Tracking combined with professional-grade sound and graphics - designed for enterprises, home offices, and VR users who require a premium PC-VR experience. Pro Eye Designed for studios, home offices and VR users that require immersive experience.



Kinect (motion sensing input devices),	149.99 GBP	The technology includes a set of hardware originally developed by PrimeSense, incorporating RGB cameras, infrared projectors and detectors that mapped depth through either structured light or time of flight calculations, and a microphone array, along with software and artificial intelligence from Microsoft to allow the device to perform real-time gesture recognition, speech recognition and body skeletal detection for up to four people, among other capabilities. This enable Kinect to be used as a hands-free natural user interface device to interact with a computer system. Kinect is a peripheral that sits atop the user's display similar to a webcam.
Leap Motion	Free licensing \$89.95	he Leap Motion Controller is an optical hand tracking module that captures the movements of your hands with unparalleled accuracy. Low processing power, a wide field of view, and near-zero latency. Whether you're an indie developer or a multinational company, the Leap Motion Controller makes human interaction in digital worlds natural and effortless The VR Developer Mount is an accessory for the Leap Motion Controller that enables virtual reality experiences on Windows PC VR headsets such as the Oculus Rift and HTC Vive. It may also be mounted onto AR headsets (as long as the controller cameras are not occluded).
HoloLens mixed reality	<p>HoloLens 2 with Dynamics 365 Remote Assist Same-day deployment Low-cost financing for the device Enterprise-grade security No custom development required Starts at USD \$125 per user, per month.</p> <p>HoloLens 2 (device only) HoloLens 2 offers the most comfortable and immersive mixed reality experience available—enhanced by the reliability, security, and scalability of cloud and AI services from Microsoft. USD \$3,500 per device.</p> <p>Developer wearing HoloLens 2 headset HoloLens 2 Development Edition Start building for mixed reality with this offer that combines HoloLens 2 with free trials of Unity software and Azure credits for cloud services. HoloLens 2 Unity Pro & PiXYZ Plugin trial \$500 Azure credit Starts at \$99 per month.</p>	<p>HoloLens tech specs Display Optics See-through holographic lenses (waveguides) Resolution 2k 3:2 light engines Holographic density >2.5k radiants (light points per radian) Eye-based rendering Display optimization for 3D eye position Sensors Head tracking 4 visible light cameras Eye tracking 2 IR cameras Depth 1-MP time-of-flight (ToF) depth sensor IMU Accelerometer, gyroscope, magnetometer Camera 8-MP stills, 1080p30 video Audio and speech Microphone array 5 channels Speakers Built-in spatial sound Human understanding Hand tracking Two-handed fully articulated model, direct manipulation Eye tracking Real-time tracking Voice Command and control on-device; natural language with internet connectivity Windows Hello Enterprise-grade security with iris recognition Environment understanding 6DoF tracking World-scale positional tracking Spatial Mapping Real-time environment mesh Mixed Reality Capture Mixed hologram and physical environment photos and videos Compute and connectivity SoC Qualcomm Snapdragon 850 Compute Platform HPU Second-generation custom-built holographic processing unit Memory 4-GB LPDDR4x system DRAM Storage 64-GB UFS 2.1 Wi-Fi Wi-Fi: Wi-Fi 5 (802.11ac 2x2) Bluetooth 5 USB USB Type-C Fit Single size Fits over glasses Weight 566g Software Windows Holographic Operating System Microsoft Edge Dynamics 365 Remote Assist Dynamics 365 Guides 3D Viewer Power Battery life 2–3 hours of active use</p>



Magic Leap One	Enterprise edition \$2,995	3D computer-generated imagery over real world objects, by "projecting a digital light field into the user's eye", involving technologies potentially suited to applications in augmented reality and computer vision. It is attempting to construct a light-field chip using silicon photonics
Google Glass Enterprise Edition	\$1.195,00	<p>Glass intuitively fits into your workflow and helps you remain engaged and focused on high value work by removing distractions. Using voice commands, you can activate the right application for you at any time.</p> <p>location searching</p> <p>Improve accuracy</p> <p>Access training videos, images annotated with instructions, or quality assurance checklists that help you get the job done, safely, quickly and to a higher standard.</p> <p>video call</p> <p>Collaborate in real-time</p> <p>Glass can connect you with coworkers in an instant, bringing expertise to right where you are. Invite others to "see what you see" through a live video stream so you can collaborate and troubleshoot in real-time.</p>
DAQRI	Currently unavailable	<p>Weight Smart Glasses: 335g Compute Pack: 496g</p> <p>Processor 6th Generation Intel® Core™ m7 Processor (Up to 3.10 GHz)</p> <p>Dedicated vision processing unit for 6-DOF tracking Optics</p> <p>Dual LCoS Optical Displays 44° Diagonal FOV</p> <p>Resolution: 1360 X 768 Frame Rate: 90 fps</p> <p>Connectivity WiFi 802.11 A/B/G/N/AC 2.4/5 GHz Bluetooth</p> <p>Battery Built in rechargeable lithium ion battery 5800 mAh</p> <p>Storage 64 GB Solid State Drive I/O Ports 2 USB 3.1 Type C Ports</p> <p>3.5mm Headphone Jack Audio 2 Microphones with Active Noise</p> <p>Cancellation Depth Sensor Camera Range: 0.4m to 4m Resolution: 640 x 480</p> <p>Frame Rates: 30, 60, 90 fps Color Camera RGB 1080p HD Camera, 30 fps</p> <p>AR Tracking Camera 166° Diagonal Wide-Angle Fisheye Lens</p> <p>Resolution: 640 x 480 Frame Rate: 30 fps</p>