



# RAMPEN MANAGEMENT



ACADEMIEJAAR 2022-2023

## ***Kan een immersieve virtuele oefening een terreinoefening vervangen in het Belgisch crisisbeheer?***

Kandidaten: Lotte Paulussen en Esther Van Tankeren

PROMOTOR: Koen Goffings

CO – PROMOTOR : Michel Hendrickx

*"Niet alle helden dragen capes; sommigen dragen een virtual reality bril om rampen te bestrijden en levens te redden."*

## Voorwoord

Toen ik (Esther Van Tankeren) in 2016 begon met werken op de spoedgevallendienst in België had ik nooit kunnen verwachten wat voor een impact en carrièreswitch dit zou betekenen. Ik ben van oorsprong een Nederlands opgeleide orthopedisch chirurg die maar tijdelijk op de spoedgevallendienst in Pelt zou gaan werken. Doordat me dit toch heel goed beviel, bedacht ik eind 2018 dat het beter was om de opleiding urgentiegeneeskunde te gaan doen, waarbij ik in 2021 de opleiding succesvol kon afronden. Meteen hierop startte ik als medisch diensthoofd van de spoedgevallendienst in Pelt. Tijdens de opleiding maakte ik kennis met het concept rampenmanagement, iets wat tot dan toe een volslagen onbekende entiteit was. Rampen zijn gebeurtenissen die ons leven kunnen ontwrichten, onze gemeenschappen kunnen ontregelen en enorme uitdagingen kunnen stellen aan hulpverleners en beleidsmakers. Gezien de geheel andere werkwijze tussen België en Nederland was ik meteen geïntrigeerd in deze, voor mij nieuwe, tak van sport. Ik merkte dat er onder mijn directe collega's toch ook velen waren die nooit de 2 daagse mono-disciplinaire opleiding gevolgd hadden en alleen maar 'praktijkervaring' opdoen als ze geconfronteerd worden met een grootschalig incident. Aangezien we als D2 toch vaker te maken krijgen met grootschalige incidenten leek het mij zeer wenselijk om meer kennis hierover op te doen en deze kennis te delen met de collega's op de werkvloer. Normaal gesproken zou dat inhouden dat er geoefend wordt, waarbij de terreinoefening nog altijd als gouden standaard geldt. Echter de Covid-pandemie heeft ons laten zien dat dit niet altijd mogelijk is. Hierdoor zijn wij, mijn collega Lotte en ikzelf, ons gaan verdiepen in alternatieven voor een terreinoefening.

Ik (Lotte Paulussen) ben van kleins af aan altijd gefascineerd geweest door rampen. Ik kan me steeds verbazen over de bizarre acties die mensen hierdoor nemen. Vanuit een moeilijk definieerbaar verantwoordelijkheidsgevoel, ben ik de opleiding rampenmanagement gaan volgen. In de hoop dat ik anderen mee kan begeleiden en opleiden en hopelijk zelf voor een meerwaarde kan zorgen in het crisisbeheer. Ik ben van nature chaotisch en aangezien ik zelf tewerkgesteld ben op een spoedgevallendienst, kan ik hier ook goed mee om. De spoedgevallendienst geeft de mogelijkheid om orde te creëren in de chaos en dat stukje is ook terug te vinden in rampenmanagement. Ik ben graag voorbereid en ik ben liefst op de hoogte van al de stappen die ik moet nemen. Door de opleiding rampenmanagement te volgen ben ik weer een stap verder geraakt om mijn expertise op te bouwen en dat is eigenlijk mijn doel als verpleegkundige...

Het is met grote trots dat wij dit eindwerk over rampenmanagement kunnen presenteren.

We willen de lezers aanmoedigen om de opgedane kennis in dit eindwerk te benutten en actief bij te dragen aan het verbeteren van rampenmanagement. Door samen te werken, kunnen we veerkrachtige gemeenschappen opbouwen die voorbereid zijn op toekomstige uitdagingen. Laten we leren van het verleden, zodat we beter voorbereid zijn op de toekomst.

Veel leesplezier en moge dit eindwerk bijdragen aan een veiligere wereld.

## Dankwoord

Deze mijlpaal zou niet mogelijk zijn geweest zonder de steun en bijdragen van vele mensen die ons hebben begeleid tijdens dit proces. Het is daarom met oprechte dankbaarheid dat wij jullie allemaal willen bedanken.

Allereerst onze oprechte waardering voor de docenten, die ons hebben bijgestaan gedurende de hele academische reis. Jullie expertise, geduld en toewijding hebben ons geholpen om te groeien en ons potentieel ten volle te benutten.

Ook willen wij onze collega's bedanken en met name Michel Hendrickx, die ons heeft aangemoedigd en gemotiveerd deze opleiding tot een goed einde te brengen en daarvoor ook zorg heeft gedragen door ons te begeleiden en inspireren.

Daarnaast willen wij onze familie bedanken voor hun onvoorwaardelijke liefde, aanmoediging en begrip. Zonder jullie begrip en steun was dit eindwerk nooit tot stand gekomen.

Tot slot willen wij onze diepste dank uitspreken aan iedereen die heeft bijgedragen aan dit onderzoek, of het nu door middel van interviews of het delen van hun expertise was. Jullie waardevolle inbreng heeft dit eindwerk verrijkt en ons in staat gesteld om dieper in het onderwerp te duiken. Wij waarderen jullie tijd, moeite en bereidheid om ons te helpen ten zeerste.

Dit dankwoord zou niet compleet zijn zonder onze erkenning van de steun van de promotor, Koen Goffings, die ons op alle mogelijke manieren heeft geholpen en geïnspireerd.



## Samenvatting

Om de interdisciplinaire werking in crisisbeheer<sup>1</sup> te oefenen en te verbeteren, is het algemeen geweten en aanvaardt, dat alle betrokken disciplines op regelmatige basis interdisciplinaire noodplanoefeningen moeten organiseren. Dat dit de nodige voorbereiding en inzet vraagt van alle disciplines is een behoorlijke drempel om dit op regelmatige basis te kunnen doen.

Echter, elke discipline komt in aanraking met een operationele fase en zal moeten samenwerken met andere disciplines. De disciplines verschillen aanzienlijk in onderlinge protocollen en communicatie wat de samenwerking niet makkelijker maakt.

Een terreinoefening is dé gouden standaard in de praktijk om de noodplannen en de interdisciplinaire werking te testen en te evalueren, maar een terreinoefening organiseren is geen evidentie en vereist veel budget, organisatie en planning. Het is ook moeilijk om te meten wat het effectieve leerrendement is van een terreinoefening. Hierover bestaat geen duidelijke literatuur. Een terreinoefening wordt vaak geëvalueerd op het behalen van de doelen, niet of individuen persoonlijk kennis hebben opgedaan.

Daarnaast zijn er ook andere beperkende factoren - zoals een gebrek aan intrinsieke motivatie van de verschillende disciplines om interdisciplinair te oefenen (Van Assche, 2019), weersomstandigheden, technische problemen,... – die een terreinoefening niet steeds tot een succes brengen. Ook door het huidige gebrek aan personeel, fondsen en tijd leidt het ertoe dat oefenen niet evident is.

In de praktijk is het ook moeilijk om een goede oefening uit te werken door een gebrek aan uniformiteit en beschikbare richtlijnen. Elke betrokken discipline heeft een eigen monodisciplinair plan en een ideaal scenario zal dan ook zodanig geschreven moeten zijn dat iedere discipline zijn eigen doelstellingen kan oefenen.

In 2020 werden we getroffen door de Covid - pandemie en het nationaal crisisbeheer werd op alle niveaus onder druk gezet, waardoor het oefenen van noodplannen nog meer op de achtergrond kwam en onze emergency preparedness<sup>2</sup> op een lager niveau kwam te staan omdat miljoenen mensen op regelmatige basis in quarantaine zijn gegaan. Thuiswerk en afstandsonderwijs werden de norm, waardoor het nog moeilijker werd om de interdisciplinaire werking in crisisbeheer te oefenen (Weinstein et al., 2023).

De Covid - pandemie heeft verschillende hiaten blootgelegd in de noodplanning en hopelijk ogen geopend (Herstein et al., 2021). Een noodplan mag geen verplicht document worden, dat slechts in de administratieve stapel terechtkomt. Een noodplan moet deel uitmaken van een levende cyclus, waarbij er wordt gepland, getraind, getest en geëvalueerd<sup>3</sup>, om zo de emergency preparedness instant te houden en zo veel mogelijk mensen te kunnen bereiken.

Noodplanning zal alleen maar complexer worden op alle niveaus. Er zullen zich nieuwe technologieën aanbieden met bijbehorende problemen (cybersecurity, chemische, biologische, radiologische en nucleaire stoffen (CBRN),...). Noodplanning moet leven...

---

<sup>1</sup> Crisisbeheer : Crisisbeheer is een ruim omvattende term die gaat over de coördinatie van een noodsituatie, in een noodsituatie werken de 5 disciplines steeds samen.

<sup>2</sup> Emergency preparedness : kennis, vaardigheden, acties en capaciteiten die noodzakelijk zijn om zich voor te bereiden op een noodsituatie

<sup>3</sup> De preparedness cycle : Een continue cyclus die een organisatie helpt om de weerstand, reactie en het herstel na een noodsituatie te verhogen.

Hoe kunnen we het Belgisch oefenbeleid in de toekomst aanpakken? Is oefenen met immersieve Virtual Reality (VR) mogelijk dé oplossing? Voor de scope van dit eindwerk richten we ons voornamelijk op de flitsrampen<sup>4</sup> met een multidisciplinair karakter. De term multidisciplinair wordt in dit eindwerk vervangen door de term interdisciplinair. Multidisciplinair wil zeggen dat een ramp/ incident vanuit verschillende perspectieven wordt bekeken, maar in rampenmanagement moet men integraal kunnen samenwerken, vandaar dat deze term wordt gebruikt.

Er wordt onder andere een literatuurstudie uitgevoerd, die de verschillende mogelijkheden met VR in het kader van het Belgisch crisisbeheer uitlicht. Er wordt een uitgebreide analyse gedaan over de karakteristieken van een terreinoefening en de voor- en nadelen worden besproken. De focus ligt op het interdisciplinair karakter op operationeel niveau en op immersieve VR. Enkele drempels, valkuilen en noden die bijdragen tot de overgang naar virtueel oefenen worden ook mee verduidelijkt.

Met dit eindwerk wordt een antwoord gegeven op de vraag of een VR oefening een terreinoefening kan vervangen en zijn er adviezen en bevindingen uitgeschreven, die hopelijk een meerwaarde kunnen bieden naar de verdere toekomst in het Belgisch oefenbeleid m.b.t. het oefenen met VR.

---

<sup>4</sup> Flitsramp : Een ramp die kortdurend is in tijd (“Thema : Verbeteren crisisbeheersing”, 2016)

## **Sleutelwoorden**

Immersieve virtual reality

Terreinoefening

Interdisciplinaire werking

# Inhoud

Dankwoord.....	4
Samenvatting.....	5
Sleutelwoorden.....	7
1. Probleemstelling en onderzoeksvraag.....	9
1.1 Probleemstelling.....	9
1.2 Onderzoeksvraag.....	10
2. Methodologie.....	12
2.1 Verantwoording van de gebruikte methode.....	14
3. Literatuurstudie.....	15
3.1 Dé terreinoefening.....	15
3.1.1 Karakteristieken van een terreinoefening in Belgisch crisisbeheer.....	15
3.1.2 Het interdisciplinair karakter van een terreinoefening in Belgisch crisisbeheer..	19
3.1.3 Voor - en nadelen van een terreinoefening in Belgisch crisisbeheer.....	22
3.1.4 Didactische basis van een terreinoefening in Belgisch crisisbeheer.....	23
Besluit.....	26
3.2 Virtual Reality.....	27
3.3 Virtual Reality in België.....	35
3.4 Virtual Reality in crisisbeheer.....	36
3.5 Dé terreinoefening vs Virtual Reality.....	37
4. Analyse.....	39
5. Algemene conclusie.....	40
6. Beperkingen van het werk en suggesties voor verder onderzoek.....	41
7. Beleidsadvies.....	42
8. Lijst met afkortingen.....	44
Referenties.....	45

# 1. Probleemstelling en onderzoeksvraag

## 1.1 Probleemstelling

Om de interdisciplinaire werking in het Belgisch crisisbeheer te oefenen en te verbeteren, is het essentieel dat er op regelmatige basis oefeningen worden georganiseerd (Testelmans, 2017). Een noodplan is een voorbereiding op een noodsituatie waarin de krijtlijnen staan geschreven en alle procedures en maatregelen staan om een gecoördineerde aanpak te bewerkstelligen. In vele noodsituaties zal men interdisciplinair moeten samenwerken en zijn er verschillende noodplannen die worden opgestart en coördinatie vereisen.

Het opstellen van een oefenbeleid en regelmatig oefenen van noodplannen is echter een titanenwerk. De omvang hiervan kan beter verduidelijkt worden door enkele cijfers weer te geven.

Volgens de welzijnswet<sup>5</sup> moet elke school of internaat een actueel noodplan bezitten, dat voorzorgsmaatregelen omschrijft om mogelijke crisissen aan te pakken. In België zijn er 6411 locaties van scholen.

België telt 581 gemeenten, iedere gemeente moet beschikken over een algemeen nood - en interventieplan (ANIP). Daarnaast zijn er verschillende grote evenementen (zoals Pukkelpop, Tomorrowland,...) die over een bijzonder nood - en interventieplan (BNIP) moeten beschikken, een ANIP voor iedere provincie, elk ziekenhuis heeft een eigen ziekenhuisnoodplan. Er zijn in totaal 406 seveso-bedrijven, waaronder 226 seveso – ondernemingen met een hoge drempelinrichting die eveneens een BNIP vereisen (Seveso ondernemingen | Sevesorisico, z.d.).

Het KB 31/01/2003 beschrijft het nationaal noodplan, het KB 01/03/2018 beschrijft de lijnen voor het nationaal noodplan voor nucleaire en radiologische ongevallen en in 2020 is er volgens het KB 18/05/2020 ook een nationaal noodplan terrorisme.

Er zijn nog meer instellingen en situaties die een noodplan vereisen en om al deze noodplannen te laten leven, zouden er heel veel oefeningen moeten plaatsvinden. In de praktijk is dit jammer genoeg niet haalbaar. Budgetten, motivatie, fysieke beschikbaarheid, maar ook een tekort aan richtlijnen en uniformiteit in het oefenbeleid maakt dit haast onmogelijk, ook Erik Genbrugge gaf in 2017 al aan dat de workload voor de federale gezondheidsinspectie (FGI) gigantisch hoog ligt, om mee te werken aan de voorbereidingen van rampoefeningen (voor de inzet van D2).

De wetgeving omtrent noodplanning is uitgebreid, maar op verschillende niveaus gefragmenteerd, dit is een trend die dus ook wordt gezien in het oefenbeleid. Geen algemene nationale leidraad of provinciale leidraad. Een noodzaak die al door meerdere cursisten – die de postgraduaat rampenmanagement volgden - werd aangegeven (Genbrugge, 2017 ;Testelmans, 2017 ;Van assche, 2019).

Het nationaal crisiscentrum (NCCN) heeft een oefengids opgesteld in 2022, die kan gebruikt worden voor het opstellen van een draaiboek voor de uitwerking van een oefening. Maar dit document wacht momenteel nog op validatie (Hertenweg, persoonlijke communicatie, 2023)

---

<sup>5</sup> Welzijnswet : i.f.v. Risicobeheer heeft de wet voornamelijk preventie en risico als focus, maar deze zou ook richtlijnen moeten bevatten die gaan over de samenwerking met verschillende hulpdiensten.

en wordt dus officieel nog niet gebruikt. In de praktijk zijn er ervaringsdeskundigen die kunnen adviseren bij de opmaak in een oefening, maar er zijn geen specifieke vereisten waaraan een oefening wettelijk moet voldoen.

De taken van de verschillende disciplines die opgeroepen worden, zijn voor welk type ramp steeds gelijk. Hierdoor kunnen de taken van de verschillende disciplines op elk scenario toegepast worden.

Er is geen database beschikbaar met herbruikbare scenario's en uitgewerkte oefeningen worden veelal als vertrouwelijk behandeld. We kunnen dus spreken van een beperkt oefenbeleid op verschillende niveaus, zonder didactische basis.

Ondertussen bieden zich steeds nieuwe tools, nieuwe methoden en nieuwe inzichten aan (zoals Paragon, Belgian Incident Tracking System (BITS),...). Het landschap is verzadigd aan informatie en mogelijkheden, maar wordt moeizaam gecoördineerd. Daarnaast heeft de Covid - pandemie de praktische moeilijkheid omtrent oefenen in het Belgisch crisisbeheer waarschijnlijk gekatalyseerd doordat onze fysieke beschikbaarheid werd beperkt.

Helaas blijkt ook dat de gewenste vaardigheden voor het managen van rampen afnemen door gebrek aan oefening en blootstelling (Gout, 2020). Het is dus van belang dat we blijven oefenen, ook tijdens een pandemie waarbij het niet wenselijk is dat mensen elkaar fysiek opzoeken.

Hoe kunnen we meer oefenen? Hoe kunnen we efficiënter oefenen? Is het mogelijk om enkele drempels i.h.k.v. oefenen in het Belgisch crisisbeheer weg te nemen door immersieve VR te gebruiken?

## 1.2 Onderzoeksvraag

Interdisciplinaire werking komt voor in verschillende noodsituaties en is steeds afhankelijk van de mensen/ middelen die vereist zijn voor de coördinatie van het incident. Interdisciplinaire werking kan getest worden m.b.v. verschillende types oefeningen. Volgens de niet – gevalideerde oefengids van het NCCN, zijn er 7 types van rampoefeningen die gebruikt kunnen worden. De terreinoefening is de gouden standaard onder de oefeningen, die gaat over interdisciplinaire inzet. Ondanks dat er geen artikelen zijn die het leerrendement aantonen.

Dit eindwerk beperkt zich voornamelijk tot de vraagstelling of een terreinoefening vertaald kan worden naar een immersieve VR oefening met de volgende onderzoeksvraag:

**Kan een immersieve virtuele oefening een terreinoefening vervangen in het Belgisch crisisbeheer?**

Om deze vraag te beantwoorden, is het noodzakelijk dat de karakteristieken, het interdisciplinair karakter en de didactische basis van een terreinoefening wordt uitgediept om zo de verschillende mogelijkheden met betrekking tot VR verder te kunnen onderzoeken.

Door middel van een uitgebreide literatuurstudie werd kennis opgedaan over de verschillende mogelijkheden met betrekking tot Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) en Mixed Reality (MR), deze technieken worden samen extended reality genoemd (XR).

Het doel van dit eindwerk is om nader in te gaan over de mogelijkheden van de immersieve VR als vervanging van een interdisciplinaire terreinoefening met volledige ontplooiing. Voor de volledigheid beschrijven we alle, tot nu toe, bekende technieken met betrekking op extended reality. De voor- en nadelen van alle technieken worden bekeken en gezien de vraagstelling wordt verder ingezoomd naar de verschillende mogelijkheden met betrekking tot VR.

## 2. Methodologie

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden zijn we gestart met een literatuuronderzoek via Pubmed en Embase. Dit was om kennis op te doen over wat de huidige stand van zaken is met betrekking tot de toepassing van de verschillende soorten van virtual reality in de hedendaagse training en opleidingsmogelijkheden. We hebben artikelen gezocht met verschillende zoekopdrachten. We hebben ons hierbij gericht op Engelstalige literatuur van de laatste 15 jaar en indien mogelijk op artikelen die betrekking hadden op de interdisciplinaire samenwerking.

Er zijn redelijk veel artikelen gepubliceerd die het verschil uitleggen tussen de verschillende mogelijkheden mbt VR, AR en MR. Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden wordt het verschil tussen deze technologieën verduidelijkt en de mogelijke opties worden kort besproken. Vervolgens wordt er gekeken welke opties als alternatief kunnen dienen voor een terreinoefening.

Bij de zoekterm 'virtual reality' AND 'disaster' horen behoorlijk veel artikelen die zich vooral richten op de training van individuen bij grootschalige incidenten. Met name de triage vaardigheden van de medische diensten worden hiermee getraind alsook de evacuateroutes in bestaande noodplannen. Bij de zoekterm 'virtual reality AND disaster management' OR 'Mass casualty' komen ook vooral artikelen tevoorschijn waarbij medische diensten zichzelf trainen. Als we de zoekterm uitbreiden met 'AND multidisciplinary' of 'AND interdisciplinary' dan vinden we echter nauwelijks artikelen. Omdat de virtuele technologie de laatste jaren grote sprongen vooruit heeft gemaakt, werd ook gezocht met de zoekterm 'mixed reality' AND 'disaster' OR 'mass casualty'. Dit leverde echter weinig aanvullende artikelen op.

De artikelen die we vonden waren echter niet allemaal bruikbaar voor onze vraagstelling. Een groot deel was niet relevant doordat ze niet van toepassing waren op rampenmanagement maar vooral keken naar toepassingen bij het gebruik van PTSS behandelingen, behandeling van kinderen op een intensive care unit, training van assistenten heelkunde bij operaties of in een andere taal geschreven waren. Ook artikelen die ouder dan 15 jaar waren hebben we niet geïnccludeerd omdat de beschreven technologie al grotendeels verbeterd was. Door gebruik te maken van snowballing konden nog een aantal artikelen geïdentificeerd worden die nuttig leken voor ons onderzoek. Hierdoor bleven uiteindelijk 20 artikelen over waarvan de volledige tekst beschikbaar was voor nazicht met betrekking tot virtual reality (zie PRISMA diagram).



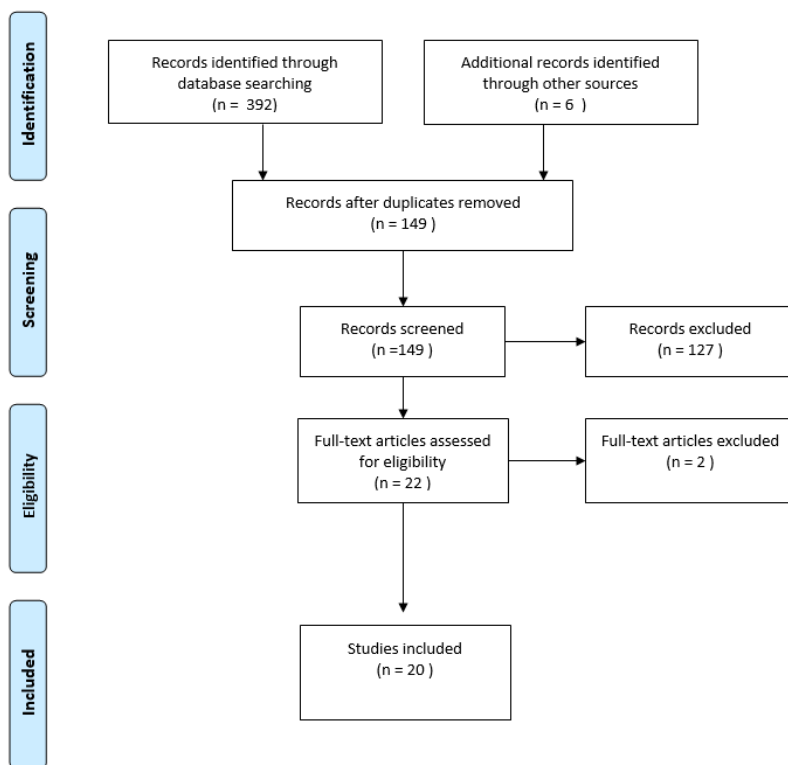


Fig. 1. PRISMA diagram mbt op literatuurstudie naar de VR mogelijkheden.

Om tot een betere definitie te komen van een terreinoefening werd gezocht in de internationale literatuur met de zoekterm ‘full scale exercise’ AND disaster of ‘drill’. De combinatie met ‘virtual reality’ leverde maar 1 artikel op in pubmed. Hierbij ging het echter om een desktop simulatiemodel en geen immersieve VR.

Om te beoordelen of VR geschikt is als oefentool werd gekeken naar de vereisten waaraan een terreinoefening moet voldoen. De oefendoelen die bij een terreinoefening kunnen horen, zullen steeds afhankelijk zijn van de organisatoren, maar het zal steeds gaan om een oefening die de werkelijkheid moet nabootsen, met een volledige ontplooiing van middelen en personen op het terrein zelf. Door internationale richtlijnen te gebruiken, organisaties aan te schrijven zoals het NCCN en zelf deel te nemen aan oefeningen en vergaderingen, werden basisvereisten uiteengezet waaraan een terreinoefening zou moeten voldoen in het Belgisch crisisbeheer.

Hiernaast hebben we enkele, korte, niet gestructureerde, interviews gehouden met enkele personen zoals Sofie Dreesen<sup>6</sup> en Elmar De Geyter<sup>7</sup>, die betrokken zijn bij de opleiding van de verschillende disciplines om te bekijken of VR al bekend is en hoe dat gebruikt wordt in de opleiding en training van de verschillende diensten. Hieruit bleek dat er zeker al

<sup>6</sup> Sofie Dreesen : Coördinator school geneeskundige hulp Limburg

<sup>7</sup> Elmar De Geyter : Halse brandweerluitenant, die ook werkzaam is bij het Federaal Kenniscentrum Civiele Veiligheid

mogelijkheden zijn op het gebied van VR, maar dat dat zeer regionaal bepaald is. Vooral de onbekendheid en kosten die het met zich meebrengt, weerhouden opleidingen om hierin te investeren.

## 2.1 Verantwoording van de gebruikte methode

Dit eindwerk werd opgesteld vanuit kwalitatief empirisch onderzoek. Door een uitgebreide literatuurstudie uit te voeren, kon er een beeld geschetst worden van de internationale mogelijkheden met VR op gebied van crisisbeheer en rampoefeningen. De literatuurstudie was noodzakelijk om een theoretisch kader te creëren, opdat er een antwoord geformuleerd kon worden op de onderzoeksvraag.

Er werd navraag gedaan bij het NCCN m.b.t. het onderwerp. De webinars bij campus VESTA van MED1stMR<sup>8</sup> werden gevolgd. Instellingen zoals de Federale overheidsdienst (FOD), maar ook provinciale overheden zijn aangeschreven i.f.v. dataverzameling, om een beter beeld te krijgen van het oefenbeleid en de mogelijkheden m.b.t. VR bij rampoefeningen in het Belgisch landschap omdat de wetenschappelijke literatuur in de studie voornamelijk internationaal is.

Kwalitatieve data werd verzameld op basis van korte, niet gestructureerde interviews met enkele personen van de eerste 2 betrokken disciplines, die een ruime ervaring hebben in rampen - management en/of oefeningen. Op deze manier kon richting worden gegeven aan dit eindwerk.

Het is zeer moeilijk om het concept ervaring te kwantificeren. Er is geen algemene definitie die bepaalt wanneer iemand ruime ervaring heeft in rampenmanagement. Volgens het medisch interventieplan (MIP) kan dit slechts toegepast worden als de uitvoerders de volledige theoretische kennis beheersen en voldoende geoefend hebben m.b.t. het MIP (*Het medisch interventieplan (MIP)*, 2019).

Kennis van het monodisciplinair plan in elke discipline met praktijkgerichte ervaring zijn parameters die de definitie meetbaar kunnen maken en die daarom ook werden toegepast bij het selecteren van de personen voor de interviews.

---

<sup>8</sup> MED1stMR : Een onderzoeksproject dat de mogelijkheden van mixed reality onderzoekt in Europa voor D2.

### 3. Literatuurstudie

#### 3.1 Dé terreinoefening

##### 3.1.1 Karakteristieken van een terreinoefening in Belgisch crisisbeheer

Er is geen nationale definitie beschikbaar die een terreinoefening op Belgisch grondgebied omschrijft. Volgens het NCCN stelt een terreinoefening i.h.k.v. crisisbeheer, verschillende intervenanten in staat om vertrouwd te raken met procedures in noodplanning, te leren wat er verbeterd kan worden, de noodzaak te erkennen om zich aan noodsituaties aan te passen, de rol van andere disciplines te begrijpen en elkaar te ontmoeten in een minder stresserende context dan tijdens een echte noodsituatie (Lambrechts & Tambour, z.d.).

In België zijn er 7 types van oefeningen in het crisisbeheer, die kunnen worden toegepast, nl.: een bedrijfsbezoek, een scenario based training, een alarmeringsoefening, FAREX (First Alert and Reaction Exercises), tabletop -/ tafel – , commandopost – , en terreinoefeningen.

Wat hierbij meteen opvalt, is dat er maar een kleine beschreven scope is voor het oefenen van (interdisciplinaire) operationele vaardigheden (tab. 1) én definities zijn niet altijd analoog. Volgens de gouverneur van West-Vlaanderen is een FAREX oefening, een oefening die de reactiepatronen van verschillende hulpdiensten test in een noodsituatie, terwijl de noodplanning van West - Vlaanderen in 2018 op Social media aankondigde dat een FAREX oefening een nieuw soort oefening was voor het BNIP van Seveso bedrijven te testen.

In het huidige Belgische oefenbeleid, m.n. de terreinoefeningen, is het moeilijk om karakteristieken te bepalen die kunnen zorgen voor een efficiënte vertaling naar VR. Om deze omzetting in dit eindwerk toch voor een deel te kunnen vertalen naar werkbare data, werd grotendeels gebruikgemaakt van internationale richtlijnen (full - scale). De WHO Simulation Exercise Manual is een goede maatstaf om te volgen bij het opstellen van oefeningen en wordt door meerdere internationale instanties gebruikt als leidraad (Schumacher et al., 2022 ; United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR); Weinstein et al., 2023).

Bedrijfsbezoek	Interdisciplinaire terreinverkenning, opsporen van risico's.
Scenario based training	Hoe wordt een crisis beheerst – opzet van een rollenspel waarbij vragen worden beantwoordt.
Alarmeringsoefening	Reële alarmeringsoefening, de alarmeringsketen wordt overlopen, reactiesnelheid van verschillende intervenanten wordt getest.

FAREX	Testen van procedures in een bedrijf + overgang tussen een intern en extern noodplan. Alarmering, opvang van de hulpdiensten en een motorkapoverleg.
Tafeloefening	Simulatie van een coördinatieorgaan, geen inzet op het terrein.
Commandopost oefening	Oefening met meerdere crisiscellen, met als doel communicatie tussen de verschillende cellen afstemmen, zonder inzet op het terrein.
Terreinoefening	Grootschalige oefening op het terrein waarbij personele en materiële middelen worden ingezet.

Tab. 1 : De 7 verschillende soorten oefeningen in crisisbeheer in België (Lambrechts & Tambour, z.d.).

De World Health Organization (WHO) definieert een terreinoefening, als een oefening dat een incident zo realistisch mogelijk simuleert en ontwerpt om zo de meeste functies/ stappen van een noodplan te testen en te evalueren (*WHO Simulation Exercise Manual, 2017*).

De WHO maakt onderscheid tussen tabletop, drill -, functional – en full-scale exercises. Een tabletop (tafel oefening) wordt veelvuldig gebruikt in het Belgisch crisisbeheer (Genbrugge, 2017), deze vorm van oefening is discussie gebaseerd en wordt toegepast om noodplannen te finetunen (tab.1).

Drill oefeningen focussen op de operationele kant en worden gebruikt om één specifieke operatie of functie te oefenen. In het Belgisch crisisbeheer kunnen we een drill oefening vergelijken met de geïsoleerde operationele taken die elke betrokken discipline kan uitoefenen tijdens een ramp. Bijvoorbeeld : het oefenen van het START principe tijdens preliminaire triage voor D2, het opstellen van perimeters voor D3, etc.

Het toepassen van drills is in se monodisciplinair. Maar wordt niet mee verweven in het oefenbeleid omtrent crisisbeheer en valt in België onder de verantwoordelijkheid van de discipline zelf. Er is geen uitgebreide wettelijke basis voor de verschillende disciplines die bepaalt dat drills in functie van crisisbeheer moeten worden uitgevoerd. Drill oefeningen zijn een essentieel onderdeel in het crisisbeheer, maar er is geen duidelijke wettelijke vereiste die bepaalt dat de betrokken disciplines dit moeten doen.

Zo beschrijft de wet betreffende de civiele veiligheid de wettelijke vereisten in functie van de taken van D1. Deze stelt dat men maatregelen moet vaststellen m.b.t. de voorbereiding en coördinatie in interdisciplinair beheer, waarin noodplanning en opleiding inbegrepen moet zijn. Maar een e-learning volgen, kan men ook definiëren als een vorm van opleiding.

De wetgeving voor D3 is moeilijk te doorgronden als het gaat over noodplanning en rampenmanagement. Het nationaal veiligheidsplan (Van Quickenborne & Verlinden, 2022)

spreekt over een multidisciplinaire aanpak, doch is er niets concreet terug te vinden dat gaat over het trainen van vaardigheden. Comité P heeft in 2019 een verslag van een toezichtsonderzoek gepubliceerd waaruit blijkt dat er sowieso te weinig monodisciplinaire oefeningen worden georganiseerd voor D3.

De ministeriële omzendbrief NPU-4 betreffende de disciplines, spreekt over diepgaand onderwijs over het beheer van noodsituaties en benoemt de volgende 4 aspecten die voornamelijk geïntegreerd moeten worden in oefeningen, zoals bevelvoering, communicatie, alarmering en coördinatie. Kennis, knowhow en terreinvaardigheid zijn weliswaar essentieel.

Volgens het KB van 16/02/2006 (en NPU - 4) betreffende de nood - en interventieplannen, is de veiligheidscel (gemeente/provincie) verantwoordelijk voor het organiseren en evalueren van interdisciplinaire oefeningen en bevat elk noodplan informatie over de oefeningen die worden georganiseerd. In 2022 werd het KB betreffende de noodplanning en het beheer van noodsituaties op het gemeentelijk en provinciaal niveau uitgegeven. Dit KB besluit dat men lokaal elk jaar interdisciplinair moet oefenen, dat de frequentie moet bepaald worden en dat een oefenkalender moet worden opgesteld en worden opgenomen in het nationaal veiligheidsplatform (ICMS).

Dat is zover de wetgeving grotendeels is gevormd i.h.k.v. oefenen met de verschillende disciplines in het Belgisch crisisbeheer. De wetgeving omtrent noodplanning op verschillende niveaus is wél zeer uitgebreid en gedetailleerd, maar een noodplan heeft weinig waarde als het niet wordt geoefend, bij de interdisciplinaire werking is het ook essentieel dat de verschillende noodplannen congruent zijn en dit is alleen maar af te toetsen door te oefenen.

Een functionele oefening (functional exercise), is een soort van tafeloefening die de operationele respons test in een crisissituatie, veelal worden specifieke aspecten getest en besproken zoals communicatie, besluit making en resource management<sup>9</sup>. In het Belgisch crisisbeheer kunnen we deze vorm van oefeningen vergelijken met de commandopost en de FAREX-oefening.

Het Federal Emergency Management Agency (FEMA) omschrijft een full – scale oefening als een oefening waarbij interdisciplinaire inzet wordt getest op operationeel niveau in een stresserende omgeving, die de realiteit zo exact mogelijk nabootst. Om dat realisme te bereiken, is een grootschalige ontplooiing van middelen nodig. FEMA geeft net zoals het NCCN aan, dat een full – scale oefening de meeste functies van een noodplan moet kunnen testen en evalueren. Ze noemen het de trial by fire. Een terreinoefening omvat verschillende drills en functionele oefeningen en zou geen standaard keuze mogen zijn voor een oefening (*Types of Training and Exercises*, z.d.). Een terreinoefening is zeer tijdrovend (fig. 1), heeft een hoge kostprijs en vereist veel coördinatie.

---

<sup>9</sup> Resource management : Welke materialen/ middelen zijn er op welk moment nodig? Efficiënt gebruik van de beschikbare materialen/ middelen.

<b>Planning timeframe</b>	<p>Full-scale exercises are often seen as six-month projects:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Various scoping meetings (six months prior to the exercise)</li> <li>● 2-4 scoping missions to the country/region/district</li> <li>● 4-5 months to design the exercise</li> <li>● 2-3 weeks to set up and conduct the exercise</li> <li>● 2-4 weeks for post-exercise reporting.</li> </ul> <p>Field-exercises are usually shorter, and are seen as eight- to twelve-week projects:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Various scoping meetings (eight weeks prior to the exercise)</li> <li>● 1-2 scoping missions to the country/region/district</li> <li>● 8-10 weeks to design the exercise</li> <li>● One week to conduct the exercise</li> <li>● 2 weeks for post-exercise reporting.</li> </ul>
---------------------------	--

Fig. 2 : Planning tijdsduur terrein oefening (*WHO Simulation Exercise Manual*, 2017).

Om terug te komen op de vraagstelling van dit eindwerk, kan men stellen dat een terreinoefening in het Belgisch crisisbeheer, een grootschalige simulatieoefening is, met interdisciplinaire ontplooiing van middelen. Een oefening die de meeste functies en stappen van een noodplan test en evalueert, waarbij de operationele vaardigheden interdisciplinair worden geëvalueerd en getest. Het omvat al de aspecten zoals deze omschreven zijn in de wetgeving, zoals bevelvoering, alarmering, communicatie en coördinatie. Het is een verzameling van alle noodzakelijke drills en functionele vaardigheden van een noodplan.

De karakteristieken van een terreinoefening in het Belgisch crisisbeheer bepalen of er een vertaling kan gebeuren naar de virtuele wereld. Het achterhalen van de karakteristieken bepaald dus ook onrechtstreeks of er een antwoord is op de vraagstelling van dit eindwerk.

In de WHO gids wordt ook duidelijk weergegeven dat het oefenen een belangrijk onderdeel is in crisisbeheer, maar dat het oefenbeleid afhankelijk moet zijn van de strategie en dat dit moet bestaan uit een combinatie van soorten oefeningen om vooraf bepaalde doelen te behalen. De manier waarop men wil evalueren moet op voorhand worden bepaald en moet resulteren in een gericht actieplan.

### 3.1.2 Het interdisciplinair karakter van een terreinoefening in Belgisch crisisbeheer

Zoals beschreven in hoofdstuk 3.1.1, zou het interdisciplinair karakter tijdens een terreinoefening vergelijkbaar moeten zijn met reële rampsituaties.

In 2012 werd een kleine Noorse studie (Eide et al.) gepubliceerd die de belangrijkste interdisciplinaire uitdagingen weergeeft die voorkomen tijdens een rampsituatie, met focus op de 3 belangrijkste operationele disciplines (brandweer, de medische dienst en de politie).

Belgisch empirisch onderzoek is in dit onderzoeksgebied praktisch onvindbaar, het eindwerk van Rob Testelmans (2017) is een uitgebreide uiteenzetting van de noden die bijdragen tot een betere interoperabiliteit<sup>10</sup>. De resultaten van Eide et al. kunnen wel voor een deel gecorrigeerd worden aan de manier waarop een operationele inzet tijdens een incident op Belgisch grondgebied wordt gecoördineerd.

Tijdens de eindbesprekingen van de HERA -, Genk knalt - (fig. 3) en de BAF Days - oefening (Belgian AirForce Days) werden overeenkomstige punten aangehaald, die ook in de Noorse studie voorkomen, waardoor deze studie een grote wetenschappelijke meerwaarde is voor dit eindwerk.



Fig. 3 : Oefening Genk knalt.

---

<sup>10</sup> Interoperabiliteit : samenwerken, communiceren en informatie uitwisselen

De belangrijkste operationele interdisciplinaire uitdagingen kunnen verdeeld worden in 3 groepen :

a. Communicatie

Het verkrijgen van een efficiënte communicatieflow is vaak moeilijk. Dit kan veroorzaakt worden door het radionetwerk, de capaciteit of technische problemen. Maar kennis over het gebruik van de juiste kanalen en de manier waarop men met elkaar moet communiceren is vaak onvoldoende. Deze problemen werden ook gehighlight in de HERA oefening, waarbij er intervenanten waren die geen kennis hadden van ASTRID (All-round Semi-cellular Radio communication system with Integrated Dispatchings) etc. Tijdens de oefening Genk knalt werd er slechts 1 kanaal gebruikt, waardoor een overload aan informatie beschikbaar was. Tijdens de BAF days oefening kwam het probleem naar voor dat de civiele diensten<sup>11</sup> werken met ASTRID en het leger (D4) met TETRA (Terrestrial Trunked Radio). D3 werkt met ICMS, maar ook met een eigen ontwikkelt digitaal platform, waardoor informatie vaak verloren gaat (Comité P, 2019).

In een interdisciplinaire setting is er vaak geen mogelijkheid tussen de verschillende disciplines om met elkaar te communiceren en gebeurt dit slechts in de CP - OPS op operationeel niveau. Daarnaast komt de terminologie tussen de verschillende disciplines niet altijd overeen. Rob Testelmans beschreef het Britse JDM model<sup>12</sup> (Joint Decision Model) dat de problemen omtrent terminologie ook aankaart.

Bijvoorbeeld: De boodschap dat een patiënt urgent naar het ziekenhuis moet worden gebracht, kan anders geïnterpreteerd worden door een politieagent. Dit werd ook aangegeven in de Noorse studie.

b. Gezamenlijk situationeel bewustzijn

Het begrip shared situational awareness<sup>13</sup>, komt in crisisbeheer internationaal steeds meer naar voor en meerdere auteurs (Jesip, z.d. ; Laurila-Pant et al., 2023 ; Seppänen et al., 2013 ; Testelmans, 2017) proberen het belang aan te tonen van dit begrip. De manier waarop situationeel bewustzijn wordt gecreëerd, is afhankelijk van een paar factoren. De ontvangen informatie over het incident en de overheersende omstandigheden, het interpreteren en het begrijpen van de huidige staat en de verzamelde informatie en deze gebruiken om het verdere verloop te voorspellen (Laurila-Pant et al., 2023).

Situationeel bewustzijn, gaat dus in essentie over het verkrijgen van correcte informatie.

---

<sup>11</sup> Civiele dienst : In militaire terminologie worden alle andere instanties beschreven met de term civiel

<sup>12</sup> JDM model : Een Brits doctrine dat bestaat uit 5 basisprincipes om beter besluiten te kunnen nemen tijdens een rampsituatie

<sup>13</sup> Shared situational awareness : elke betrokken actor heeft de juiste informatie voor zijn rol en er heerst een gezamenlijk overzicht over de situatie



Het gemis van een gezamenlijk platform om informatie met elkaar te delen, zou een grote rol spelen om informatie te kunnen delen tussen verschillende disciplines. In België wordt er gewerkt met ICMS, maar dit wordt enkel gebruikt in de CP-OPS. Operationele intervenanten hebben geen toegang tot ICMS. Daardoor is er vaak een gebrek aan overzicht in resources en management, want op het veld wordt er geen audiovisuele informatie gedeeld, het delen van informatie gebeurt voornamelijk face - to - face.

Andere problemen die in de Noorse studie werden aangehaald, waren de overload aan informatie en dat het altijd lang duurde om de juiste informatie op het juiste moment te verkrijgen. Een ramp evolueert in tijd, voor de verschillende intervenanten in het veld is het daarom belangrijk om steeds up - to - date informatie te kunnen verkrijgen.

In de HERA oefening was er veel onduidelijkheid over de perimeters, terwijl dit een essentieel onderdeel is tijdens een crisissituatie. Het verbeteren van een gezamenlijk situationeel bewustzijn kan uitdagingen als dit verbeteren. Voor elke betrokken discipline is de perimeter belangrijk... ook al is het de verantwoordelijkheid van D3 om deze te bewaken.

#### c. Organisatie structuur

Een gebrek aan kennis over de verantwoordelijkheden, noden, plannen en werking van al de betrokken intervenanten kan een negatief effect hebben op de samenwerking en op de coördinatie van de rampsituatie. In de opleiding van campus VESTA wordt de nadruk gelegd op het ontkleuren van de Dir - CP - OPS, om deze problemen te voorkomen in de CP - OPS.

De verschillende disciplines focussen voornamelijk op hun eigen taken en verantwoordelijkheden, de uitspraak *als ons eigen boek maar in orde is* (brandweerofficier, 2022, persoonlijke communicatie) toont aan dat dit nog zeer actueel is in het Belgisch crisisbeheer. De brandweer, de medische discipline en de politie kunnen zeer verschillende meningen hebben over hoe ze een situatie moeten oplossen. Efficiënte samenwerking vereist dat de leiders vanuit elke discipline gedeeld begrip en kennis hebben over de taken van de andere disciplines. Deze noodzaak wordt ook verdedigd door het JDM model dat Rob Testelmans heeft uitgewerkt in zijn eindwerk in 2017 .

Een andere barrière die voor problemen kan zorgen, is het gebrek aan congruente noodplanning. Dit kan misverstanden en tijdverlies veroorzaken.

### 3.1.3 Voor - en nadelen van een terreinoefening in Belgisch crisisbeheer

Zoals omschreven in hoofdstuk 3.1.1, is een terreinoefening in het Belgisch crisisbeheer een oefening die grotendeels draait om interdisciplinaire operationele inzet. Een terreinoefening creëert een real life experience, die de mogelijkheid geeft om de verschillende (interdisciplinaire) middelen te ontplooiën en tactische, operationele vaardigheden in een gesimuleerde stresssituatie te oefenen. Dit zouden de grote voordelen moeten zijn van een terreinoefening.

Een terreinoefening is dé gouden standaard in het Belgisch crisisbeheer en zorgt steeds voor veel media aandacht. Maar waarom is een terreinoefening de gouden standaard? De kosten kunnen aanzienlijk hoog zijn door logistieke aspecten, catering, het huren van locaties, personeelskosten, etc. Daarnaast vergt de organisatie van een dergelijke oefening maanden werk, is er geen controle over de veranderlijke omstandigheden zoals bijvoorbeeld het weer en bestaat er geen mogelijkheid tot herhaling. De oefening is slechts weggelegd voor enkele betrokkenen, meerdere intervenanten worden gemist die niet kunnen deelnemen en er kunnen reële risico's vastzitten aan een terreinoefening.

De oefeningen worden steeds vertrouwelijk behandeld en worden achteraf ook niet beschikbaar gesteld in een database. Een gebrek aan meetbare doelstellingen en evaluaties zorgt ervoor dat de inspanning voor de ontwikkeling van een terreinoefening en de potentiële voordelen i.h.k.v. emergency preparedness niet opwegen t.o.v. al de nadelen dat deze met zich meebrengt in het huidige Belgische landschap (zie 3.1.3, tab. 2).

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"><li>● Real life experience</li><li>● Praktische ontplooiing van middelen</li><li>● Oefenen in een gesimuleerde stresssituatie</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Geen mogelijkheid tot herhaling</li><li>● Geen controle over veranderlijke omstandigheden</li><li>● Beperkt publiek dat kan deelnemen</li><li>● Reële risico's</li><li>● Hoge kost</li><li>● Veel organisatie + coördinatie vereist</li><li>● Beperkte meetbaarheid van doelstellingen</li><li>● Geen database</li></ul>

Tab. 2 : Voor - en nadelen van een terreinoefening in Belgisch crisisbeheer.

### 3.1.4 Didactische basis van een terreinoefening in Belgisch crisisbeheer

Bij de uitvoering van een noodplan moeten er verschillende stappen en acties worden ondernomen. Om deze stappen te kunnen toepassen tijdens een terreinoefening. Moet men die stappen bij voorkeur individueel oefenen (drills en functionele oefeningen), op die manier kan het leerrendement dat men wil bekomen van de terreinoefening mogelijks verhogen. De HERA evaluatie gaf hetzelfde punt aan, dat monodisciplinaire training noodzakelijk is.

Vanuit de Miller's piramide (fig. 4) kunnen we dit ook verklaren en ook Kwok et al. (2019) refereren naar dezelfde leer methode. Drills zijn een essentiële stap in het leerproces.

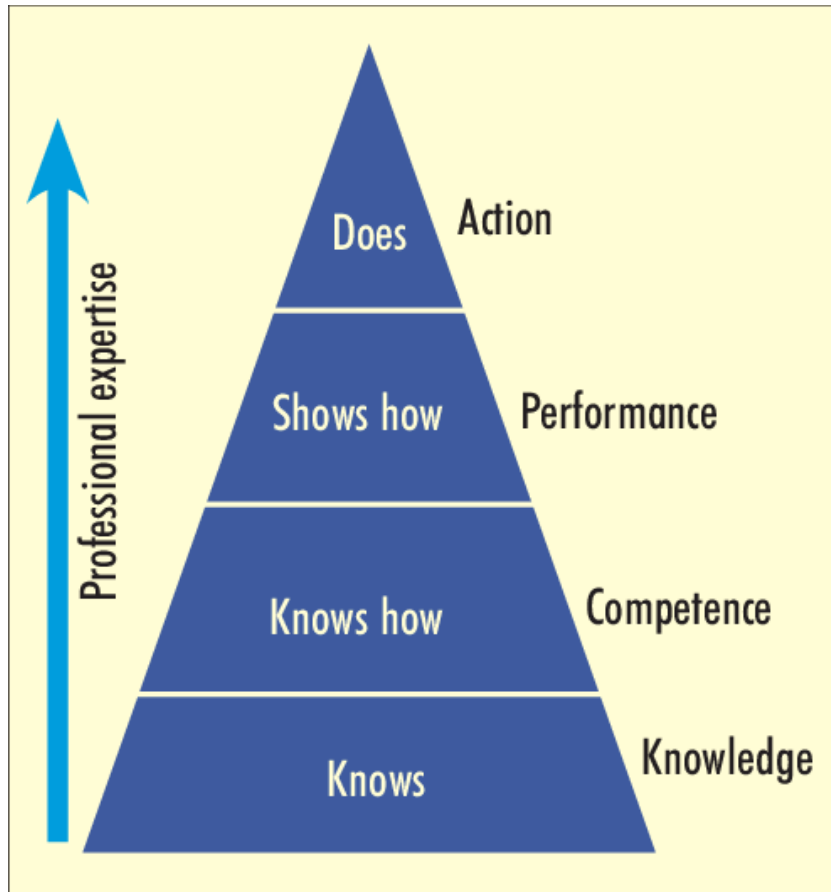


Fig. 4 : Piramide van Miller (McKimm & Swanwick, 2009).

In de praktijk is het onmogelijk om een overzicht te krijgen over de monodisciplinaire trainingen omdat deze verantwoordelijkheid bij de disciplines zelf ligt. Intervenanten nemen deel aan terreinoefeningen, maar er wordt vooraf niet bepaald aan welke functionele, operationele vereisten een intervenant moet voldoen om te kunnen deelnemen aan een terreinoefening.

Ervaring en kennis in de verschillende operationele taken zouden eigenlijk een vereiste moeten zijn om te kunnen deelnemen aan een terreinoefening. Een noodplan is slechts een handvat voor de beheersing van een bepaald type incident. De personen die dit uitvoeren, zouden kennis moeten hebben en deze kennis ook operationeel moeten kunnen toepassen. Vooraleer men overgaat op interdisciplinaire vaardigheden, zou men de monodisciplinaire vaardigheden i.h.k.v. emergency preparedness moeten beheersen.

In de probleemstelling van dit eindwerk, werd aangehaald of het mogelijk was om VR te gebruiken om het Belgisch oefenbeleid efficiënter te maken. De afgebakende vraagstelling gaat over de vertaling van een terreinoefening naar VR (met focus op immersieve VR), maar is dit wel dé juiste vraagstelling als we bovenstaande nog eens onder de loep nemen.

In hoofdstuk 3.1.1 en 3.1.3, werd duidelijk gemaakt dat de basis van ons Belgisch oefenbeleid goede fundamenten mist. Er is geen uniformiteit, geen duidelijke profilering en zoals Erik Genbrugge in 2017 al aangaf, *vindt men steeds weer het warm water uit*.

Bij de opstart van dit eindwerk werden de verschillende provinciale overheden aangeschreven in de zoektocht naar de karakteristieken van een Belgische terreinoefening. De vraag werd gesteld op welke manier ze doelstellingen ontwikkelden en op welke manier een terreinoefening wordt geëvalueerd. Meetbare doelstellingen en evaluaties zijn belangrijk om te bepalen of er nog hiaten in een noodplan zijn. Maar hoe worden deze doelstellingen opgesteld? En hoe wordt er geëvalueerd?

Deze vraag werd provinciaal gesteld omdat de verantwoordelijkheid ligt bij de veiligheidscel van de gemeenten en provincies i.h.k.v. interdisciplinair oefenen. Het Belgisch crisisbeheer kunnen we niet direct linken aan internationale literatuur over disaster management. Voor een stuk is dit extrapoleerbaar, maar Belgische (wetenschappelijke) informatie is moeilijk te vinden. Met een antwoordpercentage van 0 % en geen enkele beschikbare Belgische gevalideerde uniforme richtlijn, werd snel duidelijk dat de zoektocht naar een definitie of een algemene werking voor een Belgische terreinoefening bijna onhaalbaar is.

Gebrek aan richtlijnen, beschikbaarheid van scenario's, duidelijk opgestelde parameters voor evaluaties verlaagt het leerrendement. Leerrendement kunnen we verhogen door een oefening op te stellen volgens een uniforme kapstok, deze doelstellingen moeten geëvalueerd worden op een uniforme wijze volgens een vaste structuur om zo verbeterpunten op te sporen en deze te kunnen integreren in de preparedness cycle. Deze zaken worden ook aangehaald in het WHO Simulation Exercise Manual.

Wetgeving in noodplanning legt eveneens de nadruk op evaluatie, maar in het Belgisch crisisbeheer worden de meeste intervenanten slechts blootgesteld aan een hot debriefing en gaat de rest van de evaluatie voor de meeste deelnemende intervenanten verloren. Een hot debriefing is vaak niet gecoördineerd en de focus ligt vooral op de monodisciplinaire ervaringen. Een eerder onderzoek van Comité P uit 2013, geeft ook cijfers weer waaruit bleek dat er slechts 59 verslagen beschikbaar waren bij de coördinatie - en steundirectie (CSD) op 429 uitgevoerde noodoefeningen in 2011- 2012.

Een evaluatie volgens duidelijke parameters is nochtans noodzakelijk om verbeteringen te kunnen aanbrengen. In het huidige landschap wordt de kennis van intervenanten (internationaal !) over rampenmanagement veelal getoetst met behulp van zelfevaluatie. Maar men zou zich de vraag kunnen stellen of dit wel een correcte manier is om zulke belangrijke vaardigheden te toetsen. Het gaat niet alleen om praktische vaardigheden (hard skills), maar in rampenmanagement zijn soft skills (vb. : emotionele veerkracht, ...) even belangrijk. Het verkrijgen van emergency preparedness lijkt geen simpel gegeven te zijn en is afhankelijk van meerdere factoren.

Dries Vanhoudt leverde in 2021 een eindwerk in, waarin hij aanbevelingen schreef om meer opleiding te voorzien voor verpleegkundigen en artsen i.h.k.v. rampenmanagement. De mono disciplinaire opleiding tot brandweerman bevat sinds dit jaar geen info meer over terror en Christophe Storms gaf in zijn eindwerk in 2021 ook aan dat er onduidelijkheid is over de

verantwoordelijkheden bij grote evenementen tussen de private sector en de politie, en dat hiervoor ook te weinig wordt geoefend. Volgens Comité P worden er ook te weinig oefeningen georganiseerd en ligt dit voor een groot stuk aan budgettering.

De rode draad in het verhaal... monodisciplinair wordt er te weinig geoefend en worden opleidingen zelfs ingekort, waardoor een zuivere terreinoefening in het huidige Belgische crisisbeheer minder meerwaarde zal hebben voor vele betrokken intervenanten als ze de nodige monodisciplinaire skills niet voor een stuk beheersen. Niet alle vaardigheden zijn te testen op de hoogste niveaus. Virtuele oefeningen kunnen hierin een grote brug vormen (Barteit et al., 2021).

## Besluit

Een terreinoefening is de ideale manier om alle aspecten van (een) noodplan(nen) te testen en te evalueren. Door gebrek aan uniformiteit, beschikbare richtlijnen, veel tijd en een massa aan coördinatie is het geen evidentie om zulke oefeningen te organiseren.

In het Belgisch crisisbeheer is het noodzakelijk om meer in te zetten op monodisciplinaire training voor men overgaat naar een terreinoefening. Om de interdisciplinaire vaardigheden te kunnen trainen lijkt de beheersing van monodisciplinaire vaardigheden essentieel te zijn.

Communicatie vaardigheden, kennis van de structuur en de verantwoordelijkheden van andere disciplines zijn een onrechtstreekse maat voor het succes van een oefening. De focus van een terreinoefening moet liggen op de afstemming van noodplannen en op een congruente samenwerking tussen alle disciplines, niet op de monodisciplinaire beperkingen.

Bepaalde interdisciplinaire vaardigheden kunnen ook getest worden in een andere setting, zonder een volledige ontplooiing van middelen. De interdisciplinaire karakteristieken van een terreinoefening op operationeel niveau zijn weergegeven in hoofdstuk 3.1.2 en dienen als maatstaf voor de interdisciplinaire virtuele oefenmogelijkheden en worden nader besproken in de algemene conclusie.

In het Belgisch crisisbeheer is er weliswaar expertise, kennis en de wil tot verbetering, maar fragmentatie en gebrek aan richtlijnen of meerdere sleutelfiguren zorgt ervoor dat de verbetering in het Belgisch oefenbeleid traag en inefficiënt verloopt. Dit is geen beschuldiging richting het Belgisch crisisbeheer. Er is te weinig tijd en te weinig budget voor al de mensen die noodplanning en rampenmanagement met passie proberen te verbeteren. Op beleidsniveau is de fragmentatie fors verbeterd en het vooruitzicht van Paragon, plus de uitbreiding van het NCCN, geeft mooie vooruitzichten. Op operationeel niveau is er nog veel ruimte tot verbetering, m.n. in het oefenbeleid.

In Vlaams - Brabant heeft het provinciaal instituut voor vorming en opleiding (PIVO) het project CRI - PRAK opgestart, dat een voortgezette opleiding aanbiedt voor interdisciplinair trainen in operationeel en bestuurlijk niveau. Er wordt gewerkt met het virtueel programma XVR dat federaal werd aangekocht en voor elke brandweerschool beschikbaar is. Dit project is een grote stap vooruit en biedt momenteel waarschijnlijk meer leerrendement dan een terreinoefening door de repliceerbaarheid en de afgelijnde doelstellingen. Het gaat hier wel om een simulatieoefening met een virtueel programma en niet zozeer om een oefening met immersieve VR (zie hoofdstuk 3.4). Elmar de Geyter (Persoonlijke communicatie, 2023) gaf ook aan dat de focus van CRI - PRAK momenteel nog bij de brandweer ligt, maar dat ze meer mensen uit andere disciplines willen integreren in de opleiding. Het grote probleem blijft budgettering. Zo gaf Sofie Dreesen (Persoonlijke communicatie, 2023) ook aan, dat ze te weinig budget heeft voor ambulanciers om deze jaarlijks te trainen i.h.k.v. rampenmanagement en deze te laten deelnemen aan oefeningen zoals deze van PIVO.

## 3.2 Virtual Reality

Virtual Reality (VR) kent een opmars op verschillende niveaus in onze maatschappij. In dit hoofdstuk wordt er een korte uiteenzetting gedaan van de voor- en nadelen van VR, Augmented Reality (AR) en Mixed Reality (MR). Deze technieken worden gezamenlijk Extended Reality (XR) genoemd (Barteit et al., 2021). Gezien de vraagstelling van dit eindwerk gaan we iets dieper in op de verschillende mogelijkheden die VR momenteel te bieden heeft en met name de immersieve VR.

In het internationaal crisisbeheer zijn er tal van mogelijkheden beschikbaar op operationeel en educatief niveau. Er is volgens de literatuur een absolute toepassing voor zowel VR als AR bij de monodisciplinaire trainingen van de verschillende disciplines (Baetzner et al., 2022).

VR, AR en MR zijn allemaal technologieën die digitale inhoud en ervaringen toevoegen aan de fysieke wereld, maar ze verschillen in de manier waarop ze dit doen (Zhu & Li, 2021). Voor de beantwoording van onze vraag is het belangrijk om de verschillen te benoemen tussen de verschillende technologieën onderling en daarnaast tussen de verschillende mogelijkheden binnen de VR zelf.

VR creëert een volledig virtuele omgeving die de gebruikers volledig onderdompelt in een digitale wereld. Hierin zijn verschillende modaliteiten mogelijk. Bij de Immersieve (onderdompelende of immersieve VR) dragen gebruikers meestal een VR bril die hun zicht volledig bedekt en hen in staat stelt om 360-graden rond te kijken en interactie te hebben met de virtuele omgeving. VR technologie is ontworpen om gebruikers te isoleren van de echte wereld en hen volledig onder te dompelen in de virtuele omgeving. Het doel is om een gevoel van aanwezigheid en immersie te creëren, waarbij gebruikers het gevoel hebben dat ze fysiek aanwezig zijn in een andere realiteit. Bij de niet-immersieve VR wordt gebruikgemaakt van een scherm of projectie om de virtuele wereld aan de gebruiker te tonen.

AR voegt digitale inhoud toe aan de fysieke wereld om een gemengde realiteit te creëren. In plaats van gebruikers volledig af te sluiten van de echte wereld, maakt AR gebruik van camera's en sensoren op smartphones, tablets of speciale AR brillen om de fysieke omgeving te zien en daarop digitale informatie te projecteren. Gebruikers kunnen de fysieke wereld blijven zien en ervaren, terwijl ze tegelijkertijd extra digitale lagen ontvangen, zoals virtuele objecten, informatie of interactieve elementen die op de werkelijke omgeving worden weergegeven.

MR combineert elementen van zowel VR als AR. Het mengt virtuele objecten met de echte wereld op een manier waarin ze tegelijkertijd bestaan en met elkaar interageren in realtime. MR stelt gebruikers in staat om virtuele inhoud te zien en ermee om te gaan terwijl ze zich nog steeds bewust zijn van en verbonden zijn met de fysieke wereld. In tegenstelling tot AR, dat doorgaans inhoud op het zicht van de echte wereld plaatst, bevat MR virtuele objecten op een meer naadloze en geïntegreerde manier in de fysieke ruimte. MR apparaten, zoals gespecialiseerde headsets of slimme brillen, gebruiken sensoren en camera's om de positie en bewegingen van de gebruiker te volgen, waardoor nauwkeurige uitlijning van virtuele en echte elementen mogelijk is.

Samengevat vervangt VR de echte wereld door een gesimuleerde virtuele omgeving, voegt AR virtuele inhoud toe aan de echte wereld en combineert MR virtuele en echte elementen om een geïntegreerde MR ervaring te creëren (tab. 2,3 en 4).



Fig. 5. : Voorbeelden van AR-VR-MR brillen (VR-bril.info).

Voordelen VR	Nadelen VR
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Volledige onderdompeling: VR biedt een meeslepende ervaring waarbij gebruikers volledig worden ondergedompeld in een virtuele omgeving. Dit kan zorgen voor een intensievere ervaring dan bij andere technologieën.</li> <li>● Simulatie van situaties: VR stelt gebruikers in staat om virtuele scenario's en situaties te simuleren, zoals vliegen, autorijden of het verkennen van virtuele werelden. Dit maakt het nuttig voor training, simulaties en educatieve doeleinden.</li> <li>● Creatieve mogelijkheden: VR biedt nieuwe mogelijkheden voor het creëren en ervaren van kunst, entertainment en gaming. Het opent de deur naar innovatieve en meeslepende vormen van expressie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hoge kosten: Het verkrijgen van hoogwaardige VR-apparatuur kan duur zijn, waardoor het voor sommige mensen ontoegankelijk is. De kosten van VR-headsets en krachtige computers die nodig zijn voor een optimale VR-ervaring kunnen aanzienlijk zijn.</li> <li>● Fysieke beperkingen: Het dragen van een VR-headset gedurende langere periodes kan ongemakkelijk zijn en kan bij sommige mensen symptomen van bewegingsziekte of duizeligheid veroorzaken. Dit kan de ervaring beperken en ongemak veroorzaken.</li> <li>● Isolatie van de echte wereld: Aangezien VR-gebruikers volledig worden ondergedompeld in een virtuele omgeving, kan het isoleren van de echte wereld leiden tot een gebrek aan sociale interactie en het afsluiten van de omgeving om hen heen.</li> </ul>

Tab. 3: De voor- en nadelen van VR.





Fig. 6. : Voorbeeld van VR.

Voordelen AR	Nadelen AR
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Behoud van de echte wereld: AR behoudt de connectie met de fysieke omgeving, omdat gebruikers tegelijkertijd digitale inhoud kunnen ervaren en interactie kunnen hebben met de echte wereld. Dit maakt het handig voor toepassingen zoals navigatie, informatie-overlay en het delen van ervaringen met anderen.</li> <li>● Praktische toepassingen: AR biedt praktische toepassingen in verschillende gebieden, zoals industriële training, productontwerp, reparaties en onderhoud. Het kan gebruikers helpen om realtime informatie en instructies te krijgen terwijl ze fysieke taken uitvoeren.</li> <li>● Sociale interactie: AR kan sociale interactie bevorderen doordat gebruikers de mogelijkheid hebben om digitale inhoud te delen en te ervaren terwijl ze in dezelfde fysieke ruimte zijn als andere mensen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Beperkte zichtbaarheid: Afhankelijk van de AR-implementatie en het gebruikte apparaat, kunnen AR-ervaringen soms beperkingen hebben op het gebied van zichtbaarheid. Bijvoorbeeld, als de digitale inhoud wordt geprojecteerd op een klein scherm, zoals een smartphone, kan het moeilijk zijn om de inhoud duidelijk te zien in bepaalde omgevingen met veel omgevingslicht.</li> <li>● Technologische afhankelijkheid: Om AR-ervaringen te hebben, zijn apparaten zoals smartphones, tablets of AR-headsets nodig. Dit betekent dat de ervaring afhankelijk is van de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van deze apparaten. Bovendien moeten deze apparaten meestal beschikken over voldoende rekenkracht en sensoren om de AR-functionaliteit goed te ondersteunen.</li> </ul>

Tabel 4: De voor- en nadelen van AR.



Fig. 7. : Voorbeeld van AR.

Voordelen MR	Nadelen MR
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Volledige interactie met de echte wereld: In tegenstelling tot VR, waarbij je volledig wordt ondergedompeld in een virtuele omgeving, stelt MR je in staat om te blijven communiceren met en reageren op de echte wereld. Dit maakt het nuttig voor toepassingen waarbij het nodig is om fysieke objecten en omgevingen te combineren met virtuele elementen.</li> <li>● Verrijkte ervaring: MR voegt virtuele elementen toe aan de echte wereld, waardoor je een verrijkte ervaring krijgt. Je kunt virtuele objecten in de echte wereld plaatsen en ermee interageren, wat nieuwe mogelijkheden biedt voor gaming, design, educatie en andere toepassingen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Beperkte markt en beschikbaarheid: In vergelijking met VR en AR is MR nog steeds een opkomende technologie en heeft het een beperkter aanbod van apparaten en toepassingen. Het kan moeilijker zijn om toegang te krijgen tot MR apparatuur en de ontwikkeling van content is nog in een vroeg stadium.</li> <li>● Technische complexiteit: Het combineren van de echte wereld met virtuele elementen brengt technische uitdagingen met zich mee. Het vereist geavanceerde tracking-, mapping- en visualisatie technologieën om nauwkeurig virtuele objecten in de echte wereld te plaatsen en ze naadloos te integreren.</li> <li>● Mogelijke visuele discontinuïteit: Bij MR kunnen virtuele objecten soms</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contextuele informatie: MR kan contextuele informatie bieden door virtuele elementen te tonen die gerelateerd zijn aan de echte wereld. Dit kan handig zijn in verschillende domeinen, zoals navigatie, technische ondersteuning of medische toepassingen, waar visuele begeleiding en aanwijzingen nuttig zijn.</li> </ul>	<p>visueel los staan van de echte wereld, wat kan leiden tot een gevoel van onnatuurlijkheid of discontinuïteit. Het vergt verfijnde technologieën en ontwerpbenaderingen om een geloofwaardige en naadloze integratie van de virtuele en echte wereld te bereiken.</p>
--	---

Tab. 5: De voor- en nadelen van MR.

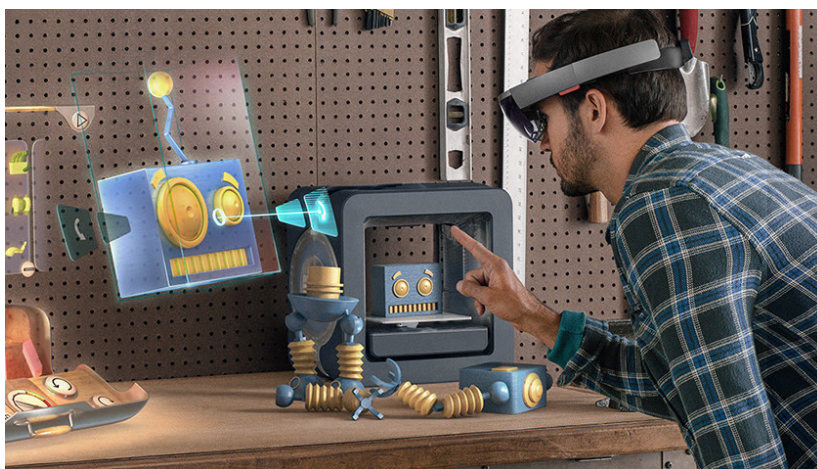


Fig. 8.: Voorbeeld van MR.

Er zijn verschillende soorten VR technologieën die worden gebruikt om virtuele omgevingen te creëren en gebruikers een meeslepende ervaring te bieden. Om te beoordelen of de huidige VR technieken een terreinoefening kunnen vervangen hebben we gekeken naar de huidige soorten van VR techniek dat momenteel gebruikt wordt. Voor de volledigheid beschrijven we alle technieken die momenteel beschikbaar zijn maar hebben we ons voor dit eindwerk gericht op de immersieve VR techniek die gebruikmaakt van een Head-Mounted-Device (HMD) zoals bijvoorbeeld een Oculus Quest bril. Deze techniek geeft een volledige onderdompeling in de virtuele wereld zoals beschreven in tabel 2. Voor het toepassen van deze techniek bij het vervangen van een terreinoefening lijkt de standalone VR het beste te gebruiken (fig. 9).

In de literatuur m.b.t. rampenmanagement wordt vooral de Desktop VR, de CAVE en de HMD VR techniek toegepast bij trainingen.

**PC-gebaseerde VR:** Dit type VR maakt gebruik van krachtige computers om de virtuele omgeving te genereren en wordt meestal gebruikt in combinatie met een high-end VR-headset zoals de Oculus Rift, HTC Vive of Valve Index. De headset is verbonden met de computer en gebruikt externe sensoren om de bewegingen van de gebruiker te volgen en de virtuele wereld dienovereenkomstig aan te passen.



Fig. 9.: HTC Vive.

**Smartphone VR:** Dit type maakt gebruik van smartphones in combinatie met een VR headset om VR ervaringen te bieden. Populair zijn onder andere Google Cardboard en Samsung Gear VR. De smartphone wordt in de headset geplaatst en fungeert als het scherm voor de VR ervaring. Hiervoor is dus geen PC nodig maar wel een smartphone met de nodige rekenkracht.



Fig. 10.: Google cardboard VR.

**Standalone VR:** Standalone VR headsets zijn alles-in-één apparaten die geen externe computer of smartphone nodig hebben. Ze hebben hun eigen ingebouwde schermen en rekenkracht. Voorbeelden van standalone VR headsets zijn de Oculus Quest en de HTC Vive Focus. Deze headsets bieden bewegingsvrijheid zonder bekabeling, wat zorgt voor een meer meeslepende ervaring. Wel is de beweeglijkheid beperkt tot de vrije ruimte die virtueel en fysiek afgebakend is zoals hieronder afgebeeld is (figuur 9).





Fig. 11.: HTC Vive Focus met speelveld.

**Console VR:** Console VR maakt gebruik van gameconsoles zoals bijvoorbeeld de PlayStation 5 met een specifieke VR-headset, in dit geval de PlayStation VR. Deze systemen bieden high-definition graphics en game-ervaringen in VR, aangestuurd door de console. Ze zijn minder krachtig dan de PC-gebaseerde VR, maar daardoor wel goedkoper in de aanschaf. De grafische eigenschappen liggen wel lager dan de PC-gebaseerde VR, wat de beeldkwaliteit enigszins negatief beïnvloed. Door de lagere kosten en gebruiksvriendelijkheid biedt de console VR wel een goed alternatief op de PC-gebaseerde VR.



Fig. 12.: Playstation VR.

**Desktop VR:** een technologie waarmee VR ervaringen direct via een webbrowser kunnen worden bereikt, zonder dat extra software of plug-ins nodig zijn. Dit is een semi-immersieve techniek waarbij geen headset wordt gedragen. Het maakt het mogelijk om VR ervaringen te delen en toegankelijk te maken via het internet. Mensen hoeven niet in dezelfde ruimte aanwezig te zijn om toch dezelfde simulatie te oefenen.



Fig. 13.: Desktop VR met XVR bij CRI-PRAK.

**CAVE** (Cave Automatic Virtual Environment): Een Cave-systeem bestaat meestal uit meerdere wanden, vloeren en plafonds waarop 3D-afbeeldingen worden geprojecteerd. Deelnemers dragen speciale VR brillen en soms ook 3D brillen om de stereoscopische effecten te versterken. Hierdoor hebben ze het gevoel alsof ze zich midden in een virtuele omgeving bevinden. Het is een van de vroegste vormen van immersieve VR technologie.



fig. 14. : CAVE

Het is belangrijk op te merken dat VR technologie zich snel ontwikkelt en er voortdurend nieuwe innovaties en verbeteringen plaatsvinden, waardoor nieuwe soorten VR technologieën kunnen ontstaan. Het overaanbod aan materiaal en programma's zorgt er mogelijk voor dat de fragmentatie in het oefenbeleid en het gebrek aan uniformiteit en richtlijnen alleen maar kan toenemen.

Zowel VR, AR en MR zijn geschikt gebleken om personen op te leiden in verschillende disciplines (Baetzner et al., 2022). Voor dit eindwerk wordt er gefocust op de toepasbaarheid van immersieve VR met gebruik van een HMD in het Belgisch crisisbeheer.

### 3.3 Virtual Reality in België

De VR technologieën hebben verschillende toepassingen en worden gebruikt in zeer uiteenlopende domeinen:

**Entertainment:** VR wordt gebruikt in de entertainmentindustrie in België, met name in gaming en immersive experiences. Er zijn verschillende gaming centra verspreid over het land waar mensen VR games kunnen spelen en interactieve ervaringen kunnen beleven (figuur 9).

**Onderwijs en training:** VR wordt steeds vaker gebruikt in het onderwijs en de trainingssector in België. Het stelt studenten en professionals in staat om complexe scenario's te simuleren en te oefenen in een veilige en gecontroleerde omgeving. Bijvoorbeeld, medische studenten kunnen gebruikmaken van VR om chirurgische procedures te oefenen, terwijl bedrijven VR training kunnen bieden aan hun werknemers voor diverse vaardigheden.

**Architectuur en ontwerp:** VR wordt gebruikt in de architectuur- en ontwerpsector in België om virtuele rondleidingen door gebouwen en ruimtes te bieden. Het stelt architecten en ontwerpers in staat om klanten een realistisch beeld te geven van hoe een project eruit zal zien voordat het daadwerkelijk wordt gebouwd. Dit helpt bij het nemen van beslissingen en het visualiseren van ontwerpen.

**Gezondheidszorg en therapie:** VR wordt ook ingezet in de gezondheidszorg en therapie in België. Het wordt gebruikt voor pijnbestrijding, fobiebehandeling en rehabilitatie. Bijvoorbeeld bij mensen of kinderen die een pijnlijke procedure moeten ondergaan kan men met behulp van een VR bril deze procedure ondergaan zonder bewust mee te krijgen wat er gebeurt. Dit draagt bij tot minder traumatische ervaringen.

**Toerisme en cultuur:** In de toerisme- en culturele sector wordt VR gebruikt om virtuele rondleidingen en ervaringen aan te bieden. Bijvoorbeeld, musea kunnen VR technologie gebruiken om bezoekers een meeslepende ervaring te bieden, waarbij ze historische gebeurtenissen of culturele locaties kunnen verkennen.

Het gebruik van VR in België evolueert voortdurend en nieuwe toepassingen worden ontwikkeld naarmate de technologie vordert.

### 3.4 Virtual Reality in crisisbeheer

VR speelt een steeds grotere rol in het crisisbeheer en bij de training van hulpverleners. Een aantal toepassingen worden al regelmatig gebruikt. De term hulpverlener wordt gebruikt als rechtstreekse vertaling van de term first responder.

Khanal et al. hebben in 2022 een review gepubliceerd over het gebruik van VR in rampenmanagement. In deze review werden de voor – en nadelen van VR uitgebreid geanalyseerd.

**Simulatie van noodsituaties:** VR stelt hulpverleners in staat om realistische noodsituaties na te bootsen in een virtuele omgeving. Dit stelt hen in staat om te oefenen en te trainen in een veilige en gecontroleerde omgeving, zonder daadwerkelijke risico's voor deelnemers of de omgeving. Ze kunnen bijvoorbeeld het bestrijden van branden, het evacueren van gebouwen of het omgaan met natuurrampen oefenen (Hsu et al., 2013).

**Besluitvorming en stressmanagement:** Tovar et al. (2022) beschrijft dat VR kan worden gebruikt om hulpverleners te trainen in het nemen van snelle en effectieve beslissingen onder stressvolle omstandigheden, met een gelijkwaardige stressreactie als bij een live oefening. Door hen bloot te stellen aan realistische virtuele noodsituaties, neemt de mentale tolerantie toe en kunnen ze de juiste beslissingen nemen onder druk (Duan et al., 2019)

**Teamcoördinatie en Communicatie:** VR kan worden gebruikt om teams van hulpverleners te trainen in samenwerking en communicatie tijdens noodsituaties. Ze kunnen in een virtuele omgeving leren om effectief te communiceren, taken te verdelen en samen te werken om de crisis het hoofd te bieden (Gout et al., 2020).

**Evaluatie en analyse:** Na een virtuele simulatie kunnen de prestaties van de hulpverleners worden geanalyseerd en geëvalueerd. Dit stelt trainers en beheerders in staat om te identificeren waar verbeteringen nodig zijn en gerichte feedback te geven aan individuele deelnemers of teams (Berndt et al., 2018).

**Planning en voorbereiding:** VR kan worden gebruikt om scenario's te ontwikkelen en te testen voor verschillende noodsituaties. Beheerders en hulpverleners kunnen virtuele omgevingen creëren die lijken op specifieke locaties en situaties, waardoor ze kunnen plannen, strategieën ontwikkelen en zich voorbereiden op mogelijke noodsituaties. Dit is vooral handig om bijvoorbeeld evacuatie te oefenen (Berndt et al., 2018).

Door gebruik te maken van VR in het crisisbeheer kunnen hulpverleners realistische trainingen ondergaan die hen beter voorbereiden op noodsituaties en hen helpen om effectiever te handelen wanneer elke seconde telt.



### 3.5 Dé terreinoefening vs Virtual Reality

VR oefeningen bieden verschillende voordelen ten opzichte van terreinoefeningen:

**Veiligheid:** Een van de belangrijkste voordelen van VR-oefeningen is dat ze een veilige omgeving bieden zonder reële fysieke risico's. Deelnemers kunnen zich onderdompelen in virtuele scenario's zonder zich zorgen te hoeven maken over letsel of schade aan apparatuur. Dit is vooral relevant bij trainingen die gevaarlijke situaties of omgevingen simuleren.

**Kosteneffectief:** VR-oefeningen kunnen kostenefficiënter zijn dan terrein oefeningen. Het organiseren van een terreinoefening kan aanzienlijke kosten met zich meebrengen, zoals transport, accommodatie en het opzetten van de juiste omgeving. VR-oefeningen kunnen daarentegen worden uitgevoerd met behulp van VR-headsets en software, waardoor de kosten aanzienlijk kunnen worden verminderd. VR - oefeningen bieden een praktisch alternatief, dat realisme aanbiedt aan een fractie van de kosten die komen kijken bij een terreinoefening (Hsu et al., 2013).

**Herhaalbaarheid en aanpasbaarheid:** VR-oefeningen bieden de mogelijkheid om scenario's te herhalen en aan te passen aan de specifieke behoeften van de deelnemers. Hierdoor kunnen fouten en zwakke punten worden geïdentificeerd en verbeterd, wat leidt tot een meer effectieve training. In tegenstelling tot terreinoefeningen, waarbij herhaling vaak moeilijker en duurder is, kunnen VR-oefeningen gemakkelijk worden herhaald en aangepast.

**Realistische immersie:** Met behulp van geavanceerde grafische en audio technologieën kan VR een zeer realistische en meeslepende ervaring bieden. Deelnemers kunnen zich volledig onderdompelen in virtuele omgevingen die nauwkeurig verschillende situaties simuleren. Dit verhoogt de betrokkenheid en de effectiviteit van de training.

**Persoonlijke feedback:** Deelnemers kunnen direct hun eigen evaluatie ontvangen en beoordelen of de oefendoelen gehaald zijn (Gout et al, 2020).

Hoewel VR oefeningen veel voordelen bieden, zijn er ook enkele nadelen ten opzichte van terreinoefeningen :

**Gebrek aan fysieke interactie:** In VR oefeningen ontbreekt de directe fysieke interactie met de omgeving en objecten. Dit kan van invloed zijn op het realisme en de ervaring van de training. In terreinoefeningen kunnen deelnemers bijvoorbeeld daadwerkelijk fysieke objecten hanteren, voelen en ermee interageren, wat bijdraagt aan de realistische ervaring en het leren (Hsu et al, 2013).

**Bepaalde sensorische stimulatie:** Hoewel VR visuele en auditieve stimulatie biedt, is het beperkt in het nabootsen van andere zintuiglijke ervaringen, zoals geur, tast en temperatuur. Dit kan van invloed zijn op de mate van immersie en de algehele realistische ervaring (Zhu & Li, 2021).

**Mogelijke technische problemen:** VR oefeningen zijn afhankelijk van technologie en kunnen te maken krijgen met technische problemen, zoals softwarefouten, hardware storingen of tracking problemen. Deze problemen kunnen de training onderbreken en de ervaring verstoren.

**Mogelijke simulatieafstand:** Ondanks de realistische immersie van VR, kan er een zekere afstand zijn tussen de virtuele en echte wereld. De reactie en gevolgen in een virtuele omgeving kunnen anders aanvoelen dan in de werkelijkheid, wat de overdraagbaarheid van vaardigheden naar echte situaties kan beïnvloeden.

**Kosten en toegankelijkheid:** Hoewel VR oefeningen kosteneffectiever kunnen zijn dan terreinoefeningen, brengen ze nog steeds kosten met zich mee. De aanschaf van VR apparatuur en het ontwikkelen van op maat gemaakte training simulaties kunnen initiële investeringen vereisen. Daarnaast kan de toegang tot VR technologie beperkt zijn, vooral voor organisaties met beperkte middelen.

**Sociale interactie en teamwork:** Terreinoefeningen bevorderen directe sociale interactie en teamwork tussen deelnemers, wat belangrijk is in veel professionele contexten. In VR oefeningen kan het moeilijker zijn om dezelfde mate van non-verbale communicatie en teamdynamiek te bereiken.

Het is belangrijk om deze factoren in overweging te nemen bij het kiezen tussen terreinoefeningen en VR oefeningen, afhankelijk van de specifieke trainingsbehoeften en mogelijkheden.

Voordelen VR tov terreinoefening	Nadelen VR tov terreinoefening
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Veiligheid</li> <li>● Kosteneffectief</li> <li>● Herhaalbaarheid</li> <li>● Realistische immersie</li> <li>● Persoonlijke feedback</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gebrek aan fysieke interactie</li> <li>● Beperkte sensorische stimulatie</li> <li>● Mogelijke technische problemen</li> <li>● Mogelijke simulatie-afstand</li> <li>● Kosten en toegankelijkheid</li> <li>● Sociale interactie en teamwork</li> </ul>

Tabel 6: VR vs terreinoefening.

## 4. Analyse

De literatuur leert ons dat er momenteel zeker toepasbaarheden zijn voor VR in crisisbeheer en dat die internationaal vooral toegepast worden voor de monodisciplinaire training. De doelstellingen van een terreinoefening laten zich beperkt overzetten naar een VR omgeving. Vooral omdat vaak de onderlinge communicatie een doel is wat niet gehaald wordt bij een terreinoefening. Ook in een VR scenario zal dat moeilijk bereikbaar zijn.

Uit alle literatuur blijkt wel dat de verschillende modaliteiten van VR een voordeel hebben, waarbij de VR met head mounted device (HDM of bril) duidelijk de voorkeur geniet. Bijna alle literatuur die er te vinden is betreft een monodisciplinaire toepassing van VR technologie. Er zijn geen studies die betrekking hebben op een interdisciplinaire toepassing.

Een terreinoefening heeft met name vaak als doel om zowel de monodisciplinaire vaardigheden als de interdisciplinaire communicatie te testen. Tijdens de analyse van de gevonden literatuur bleek wel dat de ontwikkelingen op het gebied van extended reality met betrekking tot rampenmanagement een zeer dynamisch gebied is.

## 5. Algemene conclusie

Een virtuele oefening kan bepaalde aspecten van een terreinoefening in het Belgisch crisisbeheer aanvullen en versterken, maar het is onwaarschijnlijk dat het, op dit moment, volledig kan worden vervangen.

Terreinoefeningen hebben vaak een belangrijke praktische component waarbij verschillende intervenanten in realtime moeten samenwerken in een realistische omgeving. Deze fysieke interactie kan op dit moment moeilijk te repliceren zijn in een virtuele omgeving, met name door het ontbreken van non-verbale communicatie in de virtuele wereld.

Niettemin kunnen virtuele oefeningen waardevol zijn als aanvulling op terreinoefeningen. Ze kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt om specifieke scenario's te simuleren die moeilijk of gevaarlijk zijn om in het echt uit te voeren, of om de betrokkenheid van een groot aantal deelnemers te vergemakkelijken zonder de kosten en logistieke uitdagingen van een grootschalige terreinoefening.

Virtuele oefeningen kunnen vooral helpen bij het trainen van monodisciplinaire vaardigheden (praktische drills), maar ook besluitvorming, communicatie en coördinatie vaardigheden kan men trainen in een realistische crisissituatie. De 3 grote pijlers die werden besproken in hoofdstuk 3.1.2 kan men mogelijks met de juiste technologie vertalen naar een virtuele omgeving, maar om communicatievaardigheden interdisciplinair te testen en te verbeteren, is het aangewezen om dit in eerste instantie monodisciplinair aan te pakken en meer interdisciplinaire compatibiliteit te voorzien in technologie en opleiding. Het probleem van miscommunicatie moet op fundamentele basis worden aangepakt om dit te kunnen verbeteren. Met behulp van immersieve technologie kunnen intervenanten worden blootgesteld aan dezelfde audiovisuele informatie. In een oefenomgeving kan men met behulp van vooropgestelde meetbare doelstellingen en evaluaties testen in hoeverre de gedeelde informatie overeenkomt tussen de verschillende intervenanten. Dit zou een mooie manier kunnen zijn om het gezamenlijk situationeel bewustzijn te evalueren. Het toevoegen van stressoren zoals geluid, geur,... kan de effectiviteit van zulke oefeningen mogelijk verhogen.

De derde grote pijler die werd aangehaald in hoofdstuk 3.1.2, ging over de organisatie structuur. Virtuele oefeningen kunnen gebruikt worden om kennis op te doen over de andere disciplines, zonder dat intervenanten rechtstreeks worden blootgesteld aan risico's.

Het is belangrijk op te merken dat het Belgisch crisisbeheer een complex en interdisciplinair domein is, waarbij verschillende instanties en disciplines betrokken zijn, zoals hulpdiensten, overheidsorganisaties, het leger en civiele intervenanten. Een geïntegreerde aanpak met zowel virtuele- als terreinoefeningen kan de effectiviteit van training in het Belgisch crisisbeheer vergroten door zowel de praktische als de virtuele aspecten van crisisrespons te benutten. Uiteindelijk is het een kwestie van het vinden van een evenwicht tussen virtuele en terreinoefeningen, afhankelijk van de specifieke trainingsbehoeften, de beschikbare middelen en de aard van de scenario's die moeten worden getraind. De virtuele mogelijkheden zijn een middel om het doel te bereiken. De belangrijkste vraag die men steeds moet blijven stellen is: Wat willen we bereiken met deze oefening?

## 6. Beperkingen van het werk en suggesties voor verder onderzoek

Onze vraag is moeilijk te beantwoorden door het gebrek aan goede richtlijnen waaraan een terreinoefening moet voldoen en het gebrek aan literatuur dat interdisciplinaire oefeningen beschrijft. De literatuur die er is heeft mogelijk een selectiebias met betrekking tot de leerbaarheid van de onderzochte technieken, doordat vaak gebruik werd gemaakt van ervaren deelnemers op het gebied van rampenmanagement of vrijwilligers die hierin interesse hadden. Veel onderzoeken leggen de nadruk op zelfevaluatie, zelfrapportage. Dit verhoogt dan weer het risico op informatiebias doordat dit geen zuivere objectieve metingen zijn.

De focus van de meeste literatuur evenals onze achtergrond ligt bij D2, waardoor er mogelijk ook wat observer bias kan zijn. Om deze beperkingen in de toekomst weg te werken, lijkt het aangewezen om meer Belgisch onderzoek te verrichten zoals bijvoorbeeld Eide et al. in Noorwegen hebben gedaan, waarbij de focus wordt gelegd op interdisciplinariteit. D4 en D5 worden ook amper benoemd in dit eindwerk, terwijl zij wel een belangrijke rol hebben in crisisbeheer. Door een strak tijds kader moesten we dit eindwerk aflijnen tot de 3 eerste disciplines die voornamelijk betrokken zijn bij een operationele coördinatie.

Gezien de toekomstige ontwikkelingen en de noodzaak om te blijven oefenen, is het dan ook aangewezen om verder onderzoek te doen naar de mogelijkheden van VR waarbij zowel de vaardigheden van het individu als de samenwerking getraind kan worden. VR geeft meer mogelijkheden tot replicerbaarheid, die replicerbaarheid kan worden gebruikt door intervenanten meerdere keren te laten deelnemen aan een scenario. Dit creëert mogelijkheden tot objectieve metingen.

Voor de toekomst zou het wenselijk zijn om een interdisciplinair scenario te schrijven waaraan meerdere deelnemers van de verschillende disciplines tegelijk kunnen deelnemen en waarbij de onderlinge samenwerking en communicatie getraind kan worden. Om te kunnen beoordelen of dit leidt tot het halen van de bovengenoemde doelen m.b.t. communicatie en samenwerking, is het nodig een studie op te zetten waarbij de deelnemers vooraf en achteraf getest kunnen worden op de kennis en vaardigheden die nodig zijn bij de doelstellingen van de oefening. Om de selectiebias te beperken zou ons voorstel zijn om deelnemers te selecteren die aan het begin van de opleiding staan van discipline 1, 2 en 3 en dus nog weinig ervaring hebben in de rampenmanagement. Deze groepen zouden dan gerandomiseerd kunnen worden in 3 groepen:

- groep 1 met enkel een normale klassikale les
- groep 2 die deelneemt aan een terreinoefening
- groep 3 die dezelfde oefening doet in een immersieve VR omgeving

Deze groepen dienen een pre- en posttest te doen met enkele objectieve parameters om te beoordelen of de kennis en vaardigheden toegenomen zijn. Ook een subjectieve test kan inzicht geven in de mate waarin deelnemers zelf vinden dat ze kennis hebben opgedaan.

Hopelijk geeft dit een betere weergave van de mogelijkheden of een immersieve VR oefening dezelfde resultaten geeft in een interdisciplinaire oefening.

## 7. Beleidsadvies

VR training heeft een zekere meerwaarde op een terreinoefening aangezien meerdere studies aantonen dat het trainen van vaardigheden en werken onder stressvolle omstandigheden in een virtuele omgeving betere resultaten geeft bij de deelnemers dan life oefenen alleen. Door meerdere scenario's te trainen in een virtuele omgeving verhoogd de kennis (voornamelijk triage vaardigheden) van de deelnemers en verlaagt de stress respons waardoor het zelfvertrouwen en de kennis van een deelnemer toeneemt wat weer leidt tot betere resultaten in het managen van een grootschalig incident. Gezien het feit dat niet alle vaardigheden en leerdoelen te trainen zijn per individu in een grootschalige oefening, lijkt het zinvol om een virtueel scenario te trainen alvorens deel te nemen aan een life oefening. Zo kan een deelnemer zich beter concentreren op andere oefendoelen zoals managen, interdisciplinaire samenwerking en communicatie, die momenteel nog moeilijk te trainen zijn in een virtuele reality setting.

### a. Algemeen beleidsadvies i.f.v. de onderzoeksvraag

VR heeft momenteel zeker een toegevoegde waarde bij het oefenen van grootschalige incidenten en het dient dan ook aan te bevelen om dit in de opleidingen te implementeren.

Een volledige terreinoefening kan momenteel nog niet volledig vervangen worden, gezien het ontbreken van interdisciplinaire scenario's waarbij vooral de onderlinge samenwerking en communicatie fundamenteel nog niet goed op elkaar zijn afgestemd. Door het trainen van de eigen vaardigheden en de monodisciplinaire samenwerking via VR kan een terreinoefening meer waarde hebben.

### b. Beleidsadvies i.f.v. het oefenbeleid in Belgisch crisisbeheer

Het lijkt ons aangewezen om in te zetten op meer uniformiteit en meer bewustwording omtrent het oefenen. Een noodplan heeft weinig waarde als het niet wordt geoefend. Deze insteek moet nationaal worden ingebakken. Als men interdisciplinair wil oefenen is het belangrijk om vooraf goed te bepalen welke doelen men wil bereiken en hoe men deze gaat meten. Samen leren, samen oefenen en samenwerken zijn essentieel... Om meer te trainen in emergency preparedness is een congruente kennis van al de disciplines noodzakelijk.

Een terreinoefening is niet de manier om dit te bewerkstelligen. Beginnen bij het begin, bij de basis, bij het fundament en van daaruit verder bouwen met leermethoden zoals de piramide van Miller en gevalideerde documenten zoals de WHO gids, lijken efficiënter om een goed leerrendement te behalen. Immersieve VR kan hierbij gebruikt worden als middel om de doelstellingen te behalen.

c. Beleidsadvies i.f.v. immersieve VR in Belgisch crisisbeheer

Immersieve VR heeft een grote meerwaarde op monodisciplinair niveau. Dat heeft de literatuur uitgewezen. Interdisciplinair zijn er mogelijkheden, maar die moeten verder geanalyseerd en onderzocht worden. Immersieve VR lijkt vele voordelen te hebben in het opstellen van een oefenbeleid, maar blijft steeds een middel. Hierin is het aangewezen om middelen op elkaar af te stemmen en te kijken naar compatibiliteit en idealiter ook naar interdisciplinaire afstemming.

## 8. Lijst met afkortingen

ANIP	Algemeen Nood en InterventiePlan
AR	Augmented reality
ASTRID	All-round Semi-cellular Radio communication system with Integrated Dispatchings
BAFD	Belgian Air force Days
BITS	Belgian Incident Tracking System
BNIP	Bijzonder Nood en InterventiePlan
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
CBRN	Chemisch, Biologisch, Radiologisch, Nuclear
FAREX	First Alert and Reaction Exercises
FEMA	Federal Emergency Management Agency
FGI	Federaal GezondheidsInspecteur
FOD	Federale OverheidsDienst
HMD	Head mounted device
ICMS	Incident en Crisis Management System - Nationaal veiligheidsplatform
MIP	Medisch interventieplan
MR	Mixed reality
NCCN	Nationaal crisiscentrum
PIVO	Provinciaal Instituut voor Vorming en Opleiding
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
VR	Virtual Reality
WHO	World Health Organization
XR	Extended reality



## Referenties

- Andreatta, P.B., Maslowski, E., Petty, S., Shim, W., Marsh M., Hall T., Stern S., & Frankel, J.(2010). Virtual reality triage training provides a viable solution for disaster-preparedness. *Acad Emerg Med.* Aug;17(8):870-6. doi: 10.1111/j.1553-2712.2010.00728.x
- Baetzner, A.S., Wespi, R., Hill, Y., Gyllencreutz, L., Sauter, T.C., Saveman, B., Mohr, S., Regal, G., Wrzus, C., & Frenkel, M.O. (2022). Preparing medical first responders for crises: a systematic literature review of disaster training programs and their effectiveness. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, Dec 24;30(1):76. doi :10.1186/s13049-022-01056-8
- Barteit, S., Lanfermann, L., Barnighausen, T., & Neuhann, F., Beiersmann, C. (2021). Augmented, Mixed, and Virtual Reality-Based Head-Mounted Devices for Medical Education: Systematic Review. *JMIR Serious Games*, 2021 Jul-Sep;9 (3):e29080. doi :10.2196/29080
- Berndt, H., Wessel, D., Willer, L., Herczeg, M., & Mentler, T. (2018) Immersion and Presence in Virtual Reality Training for Mass Casualty Incidents. In: Proceedings of the 15th ISCRAM Conference 2018. 2018(5):797-805
- Comité P. (2013). *Toezichtsonderzoek naar de coördinatie, efficiëntie en effectiviteit van de voorbereiding en ondernomen actie van de politiediensten (Discipline 3) In het kader van de nood - en interventieplannen.* <https://comitep.be/toezichtsonderzoeken.html>. [https://comitep.be/document/onderzoeksrapporten/2013-07-15\\_NL\\_112677-2007.pdf](https://comitep.be/document/onderzoeksrapporten/2013-07-15_NL_112677-2007.pdf)
- Comité P. (2019). *Opvolging van eerdere aanbevelingen van het Vast Comité P in het kader van nood- en interventieplannen.* <https://comitep.be/toezichtsonderzoeken.html>. <https://comitep.be/document/onderzoeksrapporten/2019-05-07%20Opvolging%20nood-%20en%20interventieplannen.pdf>
- de Belen, RAJ., Nguyen, H., Filonik, D., Del Favero, D., & Benarz, T. (2019). A systematic review of the current state of collaborative mixed reality technologies: 2013-2018. *AIMS Electronics and Electrical engineering*, 3(2):181-223. doi :10.3934/ElectrEng.2019.2.181
- Duan, Y.-Y., Zhang, J.-Y., Xie, M., Feng, X.-B., Xu, S., & Ye, Z.-W. (2019) Application of Virtual Reality Technology in Disaster Medicine. *Curr Med Sci.* Oct;39(5):690-694. doi: 10.1007/s11596-019-2093-4
- Eide, A. W., Haugstveit, I. M., Halvorsrud, R., Skjetne, J. H., & Stiso, M. (2012, November). Key challenges in multiagency collaboration during large-scale emergency management. In *Aml for crisis management, international joint conference on ambient intelligence, Pisa, Italy*
- Genbrugge, E. (2016 – 2017). Standaardisatie van het medische luik van oefeningen door gebruik te maken van keuzemodules.

Gout, L., Hart, A., Houze-Cerfon, C.-H., Sarin, R., Ciottone, G.R., & Bounes, V. (2020) Creating a Novel Disaster Medicine Virtual Reality Training Environment. *Prehosp Disaster Med*, Apr;35(2):225-228. doi: 10.1017/S1049023X20000230

Gunshin, M., Doi, K., & Morimura, N. (2020). Use of high-fidelity simulation technology in disasters: an integrative literature review. *Acute medicine & Surgery*, 7:e596. doi :10.1002/ams2.596

*Het medisch interventieplan (MIP)*. (2019, 18 juni). FOD Volksgezondheid. <https://www.health.belgium.be/nl/het-medisch-interventieplan-mip>

Herstein, J. J., Schwedhelm, M., Vasa, A., Biddinger, P. D., & Hewlett, A. L. (2021). Emergency preparedness: What is the future? *Antimicrobial stewardship & healthcare epidemiology*, 1(1). doi: 10.1017/ash.2021.190

Hsu, E. B., Li, Y., Bayram, J. D., Levinson, D., Yang, S., & Monahan, C. F. (2013). State of Virtual Reality Based Disaster Preparedness and Response Training. *PLOS Currents*, Apr 24;5:ecurrents.dis.1ea2b2e71237d5337fa53982a38b2aff. doi: 10.1371/currents.dis.1ea2b2e71237d5337fa53982a38b2aff

Jung, Y. (2022). Virtual Reality Simulation for Disaster Preparedness Training in Hospitals: Integrated Review. *J Med Internet Res*, Jan 28;24(1):e30600. doi:10.2196/30600

Khanal, S., Medasetti, U. S., Mashal, M., Savage, B., & Khadka, R. (2022). Virtual and Augmented Reality in the Disaster Management Technology: A Literature Review of the Past 11 years. *Frontiers in virtual reality*, 3. doi: 10.3389/frvir.2022.843195

Kman, N.E., Price, A., Berezina-Blackburn, V., Patterson, J., Maicher, K., Way, D.P., McGrath, J., Panchal, A.R., Luu, K., Oliszewski, A., Swearingen, S., & Danforth, D. (2022). First Responder Virtual Reality Simulator to train and assess emergency personnel for mass casualty response. *J Am Coll Emerg Physicians Open*, Feb 16;4(1):e12903. doi: 10.1002/emp2.12903

Kwok, A. K. H., Yan, M. C., Chan, B. K., & Lau, H. (2019). Crisis management training using discrete-event simulation and virtual reality techniques. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 711–722. doi: 10.1016/j.cie.2019.06.035

Lambrechts, M., & Tambour, Y. (z.d.). *De organisatie van een multidisciplinaire noodplanningsoefening in de gemeente of provincie* (1ste editie).

Laurila-Pant, Mirka & Pihlajamäki, Mia & Lanki, Antti & Lehikoinen, Annukka. (2023). A protocol for analysing the role of shared situational awareness and decision-making in cooperative disaster simulations. *International Journal of Disaster Risk Reductio*, 86. 103544. doi: 10.1016/j.ijdr.2023.103544

Li, N., Sun, N., Cao, C., Hou, S., & Gong, Y. (2022) Review on visualization technology in simulation training system for major natural disasters. *Nat Hazards (Dordr)*. 112(3):1851-1882. doi: 10.1007/s11069-022-05277-z

McKimm, J., & Swanwick, T. (2009). Setting learning objectives. *British journal of hospital medicine*, 70(7), 406–409. doi :10.12968/hmed.2009.70.7.43125

Otero-Varela, L., Cintora, A.M., Espinosa, S., Redondo, M., Uzuriaga, M., Gonzalez, M., García, M., Naldrett, J., Alonso, J., Vazquez, T., Blanco, A., Del Carmen, M., & Alonso, C. (2023). Extended reality as a training method for medical first responders in mass casualty incidents: a protocol for a systematic review. *Plos One* 18(3): e0282698. doi: 10.1371/journal.pone.0282698

Qiao, J., Li, L., & Ouyang, Y.-Q. (2020). The integration of immersive virtual reality simulation in interprofessional education: A scoping review. *Nurse Educ Today*, 2021 Mar;98:104773. doi: 10.1016/j.nedt.2021.104773. DOI: 10.1016/j.nedt.2021.104773

*Seveso ondernemingen | Sevesorisico*. (z.d.).<https://www.seveso.be/nl/seveso-ondernemingen>. Geraadpleegd op 6 juni 2023

Schumacher, L., Senhaji, S., Gartner, B. A., Carrez, L., Dupuis, A., Bonnabry, P., & Widmer, N. (2022). Full-scale simulations to improve disaster preparedness in hospital pharmacies. *BMC Health Services Research*, 22(1). doi: 10.1186/s12913-022-08230-9

Seppänen, H., Mäkelä, J., Luokkala, P., & Virrantaus, K. (2013). Developing shared situational awareness for emergency management. *Safety Science*, 55, 1–9. doi: 10.1016/j.ssci.2012.12.009

Storms, C. (2020 - 2021). Private veiligheid als ondersteuner binnen discipline 3. Naar een intradisciplinaire samenwerking?

Thema : Verbeteren crisisbeheersing. (2016). [www.cot.nl](http://www.cot.nl)

Tin, D., Hertelendy, A. J., & Ciottone, G. R. (2021). Disaster medicine training: The case for virtual reality. *Am J Emerg Med*, 2021 Oct;48:370-371. doi: 10.1016/j.ajem.2021.01.085

Tovar, M. A., Zebley, J. A., Higgins, M., Herur-Raman, A., Zwemer, C. H., Pierce, A. Z., Ranniger, C., Sarani, B., & Philips, J. P. (2023) Exposure to a virtual reality mass-casualty simulations elicits a differential sympathetic response in medical trainees and attending physicians. *Prehosp Disaster Med*, 38(1):48-56. doi: 10.1017/s1049023x22002448

*Types of Training and Exercises*. (z.d.). [emilms.fema.gov](https://emilms.fema.gov). [https://emilms.fema.gov/is\\_0559/groups/155.html](https://emilms.fema.gov/is_0559/groups/155.html)

UNDRR. (z.d.). *DESIGN AND CONDUCT OF SIMULATION EXERCISES – SIMEX*. [www.preventionweb.net](http://www.preventionweb.net).

Van Assche, L. (2018 -2019). Oefenen is leren, maar hoe kunnen gemeenten leren om te oefenen?

Vanhoudt, D. (2020-2021). Rampenmanagement in Limburg: noodzaak tot verbetering?

Van Quickenborne, V., & Verlinden, A. (2022). *Nationaal Veiligheidsplan*.

Vincent, D. S., Sherstyuk, A., Burgess, L., & Connolly K. K. (2008) Teaching Mass Casualty Triage Skills Using Immersive Three-dimensional Virtual Reality. *Acad Emerg Med*. Nov;15(11):1160-5. doi: 10.1111/j.1553-2712.2008.00191.x

Weinstein, E. S., Bortolin, M., Lamine, H., Hebert, T. L., Hubloue, I., Pauwels, S., Burke, R. V., Cicero, M. X., Dugas, P. O. T., Oduwole, E. O., Ragazzoni, L., & Della Corte, F. (2023). The Challenge of Mass Casualty Incident Response Simulation Exercise Design and Creation: A Modified Delphi study. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 17. doi: 10.1017/dmp.2023.71

Wilkerson, W., Avstreich, D., Gruppen, L., Beier, K., & Woolliscroft, J. (2008). Using immersive simulation for training first responders for mass casualty incidents. *Acad Emerg Med*, 67+Nov;15(11):1152-9. doi: 10.1111/j.1553-2712.2008.00223.x

*WHO Simulation Exercise Manual*. (2017, februari). www.who.int. Geraadpleegd op 8 april 2023, van <https://apps.who.int/iris/handle/10665/254741>

Wu T.-C., & Ho, C. B. (2023) A scoping review of metaverse in emergency medicine. *Australasian emergency care*, 26 75-83. doi: 10.1016/j.auec.2022.08.002

Zhu, Y., & Li, N. (2020). Virtual and augmented reality technologies for emergency management in the built environments: A state-of-the-art review. *Journal of Safety Science and Resilience*

Volume 2, Issue 1, March 2021, Pages 1-10. doi: 10.1016/j.jnlssr.2020.11.004