

Bachelorthese

Zorgt het spelen van een serious multiplayer game in een collaboratieve setting voor een grotere kennis toename vergeleken met het spelen van een serious singleplayer game in een individuele setting?

Oftewel

Leren mensen meer bij het samen spelen van een multiplayer spel dan bij het alleen spelen van een single player spel?

Arne Josee

s1317105

Januari 2016, Enschede

Eerste begeleider: Dr. H.H. Leemkuil

Tweede begeleider: Dr. H. van der Meij

Universiteit Twente

Faculteit gedragswetenschappen

Bachelor psychologie, afdeling Instructie, Leren en Ontwikkeling (ILO)

Abstract

Achtergrond: Jongeren besteden veel tijd aan het spelen van games en zijn ook sterk gemotiveerd om games te spelen. Dit heeft ervoor gezorgd dat er vanuit het onderwijsveld belangstelling is voor Game Based Learning (GBL). GBL is een vorm van ervaringsleren. Daarbij is reflectie erg belangrijk. In de praktijk blijkt GBL niet altijd effectief. Dit komt o.a. doordat de spelers slechts oppervlakkig reflecteren. Het is dan ook noodzakelijk in het spel of in de spelcontext elementen op te nemen die reflectie kunnen ondersteunen of uitlokken. Collaboratief spelen zou reflectie kunnen ondersteunen omdat spelers in die situatie gedwongen worden met elkaar te overleggen over de te volgen strategie. Uit onderzoek kwam echter niet naar voren dat collaboratief spelen tot hogere leerresultaten leidde. Dit kwam onder meer doordat spelers slechts zeer oppervlakkig met elkaar communiceerden en omdat het spel dat gebruikt werd niet bedoeld was om samen te spelen. In dit onderzoek werd gekeken naar de effecten van een multiplayer versie van een spel in vergelijking met een single-player versie van dat spel.

Doel: Het doel van dit onderzoek is om deze onderzoeksvraag te beantwoorden: Zorgt het spelen van een serious multiplayer game in een collaboratieve setting voor een grotere kennis toename vergeleken met het spelen van een serious singleplayer game in een individuele setting? Deze vraag werd beantwoord via een pretest-posttest design.

Methode: 32 studenten tussen 17 en 28 jaar werden verdeeld over twee condities: een individuele conditie en een collaboratieve conditie. Beide condities speelden de serious game Portal 2 voor 60 minuten. De collaboratieve conditie speelde met twee figuren in het spel waarin samenwerking nodig was om verder te komen. De individuele conditie speelde met één figuur en moest zelf levels doorlopen. De conversaties van de collaboratieve conditie zijn opgenomen. Alle participanten vulden een algemene vragenlijst, een portal vragenlijst, een kennistoets vooraf en een kennistoets achteraf in.

Resultaten: De score op de kennistoets was na het spelen van het spel in beide condities significant hoger. De collaboratieve conditie had een significant hogere posttest score dan de individuele conditie.

Conclusie en discussie: Deze studie toont aan dat samenwerking tot betere resultaten kan leiden wanneer gebruik wordt gemaakt van een spel dat ook daadwerkelijk is gemaakt om samen te spelen. Nadere analyse van de opgenomen gesprekken tussen de spelers moet uitwijzen of de spelers ook daadwerkelijk op een hoger niveau met elkaar communiceerden dan in het eerder uitgevoerde onderzoek.

Inhoudsopgave

Pagina

Inhoudsopgave	3
Inleiding	4-9
Methode	9-23
Deelnemers	9-9
Materialen	9-19
Procedure	19-21
Scoring	21-22
Analyse	22-23
Resultaten	23-26
Conclusie	27-28
Discussie	28-31
Referenties	32-34
Bijlagen	35-71

Inleiding

Gamen is sinds een lange tijd een grote activiteit van jongeren en speelt een grote rol in hun dagelijkse activiteiten (Fromme, 2003). Fromme stelt zelfs dat jongeren dagelijks veel meer tijd besteden aan het spelen van interactieve games dan aan educatieve activiteiten. Dit komt doordat gamen jongeren intrinsiek motiveert. Deze intrinsieke motivatie houdt in dat de jongeren zelf energie en tijd in de game willen investeren. Bij extrinsieke motivatie is er een beloning van buiten af die niet met de activiteit zelf te maken heeft. Bij de games is dit niet nodig omdat het spel zelf al genoeg loont (Prensky, 2003). Deze motivatie bij jongeren is dan ook de reden dat het onderwijs interesse heeft in educatie via games. Zo kan het leren mogelijk interessanter zijn en effectiever. Volgens Prensky is er uit onderzoek naar voren gekomen dat games de cognitieve vaardigheden van jongeren verder kunnen ontwikkelen naast het traditionele gereedschap in het onderwijs.

Game Based Learning

Het gebruiken van games voor educatieve doeleinden wordt ook wel GBL 'Game Based Learning' genoemd. Game based learning heeft als kenmerken dat het interactief is, uitdagend, en de speler doelen moet behalen waarbij zij rekening moeten houden met bepaalde regels en beperkingen (Vogel, Cannon-Bowers, Muse & Wright, 2006). Bij GBL komt een andere manier van leren naar voren dan bij traditionele educatie. Hier moeten de spelers zelf de belangrijke informatie zoeken, selecteren en organiseren en leggen de leerkrachten niks uit. De spelers leren door ervaringen op te doen bij het oplossen van problemen in het spel en door zelfontdekking (de Jong, 2006). Deze ervaring wordt opgedaan door in het spel problemen op te lossen. Dit is een soort actieve experimentele benadering van leren. De spelers oriënteren en ontdekken, vervolgens bedenken ze oplossingen, beoordelen ze deze en evalueren ze de consequenties waar ze tot slot op reflecteren. Reflectie is hierbij van groot belang. De reflectie op hun opgedane ervaringen zorgt voor wat ze uiteindelijk van het spel leren.

Nadelen GBL

Maar of games wel werkelijk leren kunnen faciliteren is nog onzeker (Leemkuil & De Jong, 2012). Er zijn zowel onderzoeken die het leereffect van educatief gamen in een traditionele wijze aantonen en onderzoeken die geen significant effect kunnen vinden (Vogel et al. 2006). Bijvoorbeeld in een studie van Ke (2008) werd een educatieve game gebruikt waarbij kinderen rekenproblemen oplossen. Uit de resultaten bleek dat van de kinderen die het spel vijf weken

speelden niet significant hoger scoorden dan de controle groep. Wel viel op dat de kinderen positiever tegenover rekenen stonden.

Er zijn verschillende redenen waarom GBL mogelijk niet zo effectief is. Kiili (2005) en Wouters & Oostendorp (2013) stellen dat de spelers mogelijk overweldigd zijn. Dit komt doordat een spel veel informatie tegelijkertijd beschikbaar stelt waarbij de spelers niet weten wat relevant is en wat niet. De Jong (2006) beweert ook dat spelers moeilijkheden hebben met het maken van voorspellingen en de juiste conclusies trekken gebaseerd op hun acties.

Dempsey, Haynes, Lucassen & Casey (2002) stellen dat spelers over het algemeen een inefficiënte en ineffectieve strategie gebruiken. In dit onderzoek speelden participanten willekeurig vier non serious games uit verschillende spelcategorieën. Hieruit kwam naar voren dat de trial-and-error strategie het vaakst in alle verschillende spel categorieën voorkwam. Deze strategie houdt in dat de speler oppervlakkig reflecteert en z'n gedrag wel aanpast maar nauwelijks nadenkt over de achterliggende principes (Dempsey et al., 2002). De kennis die opgedaan wordt is over het algemeen intuïtief en impliciet. De spelers kunnen de kennis wel toepassen in de spelcontext maar kunnen niet uitleggen wat ze gedaan hebben en waarom ze het zo gedaan hebben (Leemkuil & de Jong, 2012). Wouters et al. (2008) benadrukken dat spelers ondersteuning nodig hebben om tot diepere reflectie en diepere kennis te komen.

Ondersteuning

Ondersteuning kan aangeboden worden in het spel zelf in allerlei vormen zoals (uitgebreide) feedback, prompts, advies en “just-in-time information” (Leemkuil & de Jong, 2012). Maar ondersteuning kan ook komen vanuit de context waarin het spel gespeeld wordt. Een belangrijke vorm van ondersteuning die niet in het spel zelf zit is debriefing. Mayer & Moreno (2005) zeggen dat ondersteuning ervoor kan zorgen dat spelers meer aandacht besteden aan de selectie van relevante informatie in het leermateriaal en daarnaast actieve organisatie en integratie van nieuwe informatie met eerdere kennis in het lange termijn geheugen kan ondersteunen.

Een vorm van ondersteuning die reflectie kan bevorderen is het samen spelen. Wanneer spelers samen spelen worden ze gedwongen impliciete kennis expliciet te maken en moeten ze met elkaar overleggen om te bepalen welke strategie ze willen gaan volgen in het spel. Ze moeten daarbij argumenten uitwisselen om tot een keuze te komen.

Collaboratief leren

Als een spel in collaboratie wordt gespeeld is er sprake van interacties op gelijke grond binnen een kleine groep, verder heeft de leraar geen inbreng (Cohen, 1994). Hierin mogen zij overleggen over het materiaal waarmee ze moeten leren. Collaboratie bij GBL is onderzocht omdat het leren kan faciliteren via de discussies tussen leerlingen over hun gemaakte keuzes. Dit wordt gezien als een mogelijke manier om impliciete gedachten expliciet te maken (Leemkuil & de Jong, 2004). Een systeem van collaboratie wat bij GBL in verband kan worden gebracht is het G.I.P.S. model van Kagan (2003). Het is een systeem waarin geprobeerd wordt collaboratie zo effectief mogelijk toe te passen, het wordt dan ook al veel toegepast in het onderwijs. In dit model staat gestructureerd coöperatief leren centraal. Binnen scholen heeft coöperatief leren dan ook een positieve uitwerking op het klassenklimaat, zelfdiscipline van de leerling, een grotere doelgerichtheid bij leerlingen, een wederzijdse acceptatie en plezier in het leren (Kagan, 2004). Het G.I.P.S. model houdt hierbij in: Gelijkwaardige samenwerking, Individuele verantwoordelijkheid, Positieve gezamenlijke verantwoordelijkheid, Simultaan interactie. Volgens Kagan (2003) zijn deze vier basisdisciplines van belang voor een succesvolle samenwerking. Gelijke deelname houdt in dat alle leerlingen op gelijke wijze deelnemen aan de activiteit, meeliften is niet mogelijk. Individuele aanspreekbaarheid is dat iedereen op gelijke wijze aanspreekbaar is voor het verloop en het resultaat van de activiteit, er wordt een actieve inbreng verwacht. Positieve gezamenlijke verantwoordelijkheid houdt in dat leerlingen moeten samenwerken om het beste resultaat te bereiken. Tot slot gaat simultane actie over dat activiteiten gelijktijdig plaatsvinden, alle leerlingen zijn gelijktijdig actief bezig met het onderwerp. Deze vier basisdisciplines vormen hiermee de grond voor succesvolle samenwerking. Deze disciplines gelden ook voor GBL in collaboratie, er komen dezelfde problemen en verwachtingen bij kijken als bij andere vormen van samenwerking. In eerder gedaan onderzoek naar GBL in collaboratie blijken deze problemen dan ook naar boven te komen.

Er is twijfel of collaboratie bij GBL wel echt effectief is, een studie over collaboratie van Forsyth (vermeld in Harteveld & Bekebrede, 2011) liet matige resultaten in de groep collaboratie zien en vond daarnaast dat niet iedereen in de groep even actief is als de ander. Onderzoek van Van der Meij, Albers & Leemkuil (2011) liet zien dat er geen effect was bij het spelen in paren op de individuele kennis. In het onderzoek werd ook nadrukkelijk gekeken naar de communicatie niveau's tussen de spelers. Vanuit de literatuur stelden zij vier niveau's van communicatie op. Het eerste niveau ging over simpele vragen. Het tweede over iets voorstellen en het reageren op een voorstel.

Het derde niveau ging over acties als gevolgtrekkingen of voorspellingen. Tot slot ging het vierde niveau over met elkaar argumenteren en erin het gebruik maken van eerder geworven kennis. De studie liet vervolgens zien dat vrijwel de meeste communicatie in niveau twee plaatsvond. De spelers vertelden elkaar voornamelijk wat ze als volgt wilden doen zonder daarbij enige argumentatie of reden te geven. Een van de redenen dat de communicatie op laag niveau bleef zou kunnen zijn dat er niet voldaan is aan voorwaarden voor goede samenwerking zoals die in het GIPS model beschreven zijn. De spellen die gebruikt werden waren in principe bedoeld om met één speler te spelen. Zo is er geen sprake van gelijkwaardige samenwerking. Verder is er gebrek aan gelijkwaardig en gegrond overleg, wat duidt op een tekort aan gevoel van gezamenlijke verantwoordelijkheid of simultane interactie. Daarnaast discussiëren Harteveld & Bekebrede (2011) juist of het leren wel sociaal gegrond is. Daarbij vermelden ze dat om dit te bereiken het juist handiger is om dit in een multiplayer game te doen dan in een single-player game. Een multiplayer game is dus een andere vorm van ondersteuning voor collaboratie die mogelijk effectief kan blijken. Een multiplayer game is gemaakt voor meer dan één persoon en stelt interactie tussen spelers als centraal spelelement. Zo lijkt een multiplayer spel de disciplines van het G.I.P.S. model te ondersteunen, omdat het beide personen op gelijke grond van elkaar zet, en ook een gezamenlijke verantwoordelijkheid en afhankelijkheid creëert. Er blijkt nog nauwelijks onderzoek te zijn waarin een multiplayer versie van een spel wordt vergeleken met een single-player versie.

Multiplayer game

Een multiplayer game verschilt van een single player game in het feit dat het gemaakt is om met meer dan één persoon te spelen. In de meeste gevallen geldt hier dan ook dat er een set van regels is gemaakt rondom interactie tussen spelers. In het onderzoek van Harteveld & Bekebrede (2011) kwam naar voren dat een single player spel formele regels bevat, data intensief is en directe transfer van individueel leren bevat. Een multiplayer spel bevatte volgens hun juist een minder eenvoudige aanpak, het is een meer intensief proces waarbij sociale regels komen kijken. Zo hoeft hier niet communicatie via een script gestimuleerd te worden, maar zit er al een set aan regels in het spel zelf die communicatie teweeg moet brengen (Salen & Zimmerman, 2004). Bij bordspellen komt dit aspect goed naar voren, bijvoorbeeld bij het spel monopoly, kunnen mensen gaan samenwerken tegen de winnende speler of om iemand te frustreren, omdat diegene hem/haar vorige keer frustreerde in het spel (Darrow, 1935). Daarnaast gaat het in een single player spel om het verslaan van het systeem, en bij een multiplayer game juist om sociaal georiënteerde doeleinden. In

deze spellen werken mensen samen om een doel te bereiken of andere spelers te verslaan, in deze spellen zijn spelers extra gemotiveerd door het sociale aspect (Malone & Lepper, 1987). Hieruit maken Harteveld & Bekebrede (2011) twee definities van regels in games, formele regels en sociale regels. Formele regels zijn hier geschreven configuraties die van tevoren ontworpen zijn door de makers van het spel, die dicteren wat wel en niet mag. Sociale regels zijn ongeschreven configuraties die ontstaan tijdens het spelen van het spel die mede gevormd worden door sociaal georiënteerde doelen die de makers van tevoren hebben geschreven. Doordat multiplayer spellen deze sociale regels erbij hebben leidt dit vaak tot onbekende interacties en mogelijkheden in hoe een spel evolueert door de sociale mogelijkheden, dit leidt tot extra motivatie onder spelers sinds zij zelf deels de regels moeten maken (Harteveld & Bekebrede, 2011). Een andere reden om voor een multiplayer spel te kiezen is het feit dat twee mensen meer weten dan één en als geheel meer weten dan twee mensen apart (Senge, 1990).

Focus van dit onderzoek

De onderzoeksvraag die gepoogd wordt te beantwoorden luidt:

“Zorgt het spelen van een serious multiplayer game in een collaboratieve setting voor een grotere kennis toename vergeleken met het spelen van een serious singleplayer game in een individuele setting?”

Ten eerste wordt er gekeken naar of GBL in het algemeen tot goede leerresultaten leidt. GBL heeft als kenmerken dat het interactief is, uitdagend, en de speler doelen moet behalen (Vogel, Cannon-Bowers, Muse & Wright, 2006). Dus wordt er ongeacht de conditie ook gekeken naar of er betere leerresultaten worden behaald. Zo kunnen er mogelijk ook betere leerresultaten worden behaald zonder enige vorm van ondersteuning bij GBL.

Ten tweede wordt dus gekeken of het collaboratief spelen met een serious multiplayer game tot hogere leer resultaten kan leiden. Mensen zouden extra gemotiveerd zijn door het sociale aspect (Malone & Lepper, 1987). Door te overleggen en te beargumenteren met elkaar zou meer reflectie plaatsvinden. Zo helpt dit volgens Leemkuil & de Jong (2004) impliciete kennis expliciet te maken. Aansluitend is bij een multiplayer game geen script benodigd aangezien het spel zelf een set aan regels voor collaboratie bevat die communicatie teweeg moeten brengen (Salen & Zimmerman, 2004). Als er succesvol wordt gevonden dat het collaboratief spelen van een serious multiplayer

game leid tot hogere leerresultaten, kan dit uiteindelijk mogelijk meer in het onderwijs worden toegepast. Ook zou dit de focus kunnen verplaatsen binnen de serious games, om meer naar het speldesign te kijken in plaats van naar andere vormen van ondersteuning.

De onderzoeksopzet is als volgt:

Experimentele conditie: Kennistoets vooraf > Spel spelen multiplayer versie in collaboratie > Vragenlijst spel > Kennistoets achteraf.

Controle Conditie: Kennistoets vooraf > Spel spelen single player versie individueel > Vragenlijst spel > Kennistoets achteraf.

Methode

Deelnemers

Deelnemers zijn geselecteerd van de universiteit Twente. Zij konden zich aanmelden op een site waar het onderzoek werd aangeboden. In ruil voor deelname kregen zij proefpersoon punten als prijs. Zij kregen dus wel een beloning voor het onderzoek succesvol af te ronden. Uit dit systeem zijn 32 proefpersonen naar voren gekomen. De proefpersonen zijn verdeeld over de twee groepen. 10 personen zaten in de controlegroep en 22 personen zaten in de experimentele groep. De controlegroep speelde het spel individueel en de experimentele groep speelde het spel in paren. De leeftijd van de proefpersonen varieerde van 17 jaar tot 28 jaar. 21 deelnemers waren mannen en 11 deelnemers waren vrouwen. Er waren 9 mannen en 1 vrouw in de controle groep, en er waren 12 mannen en 10 vrouwen in de experimentele groep. In de experimentele groep waren twee groepen met zowel een man als vrouw. Verder waren er 22 personen uit de studie Psychologie en 10 personen uit de studie Communicatiewetenschappen. Deelnemers zaten voornamelijk in hun eerste jaar van de studie. Hierbij zat een enkeling in het 2de of 3de jaar, verder zaten alle deelnemers nog in hun bachelor.

Materialen

Game Portal 2

Het spel Portal 2 is gekozen om te kijken of er daadwerkelijk meer leereffecten ontstonden bij het spelen van een multiplayer spel in collaboratie dan bij het individueel spelen van een single

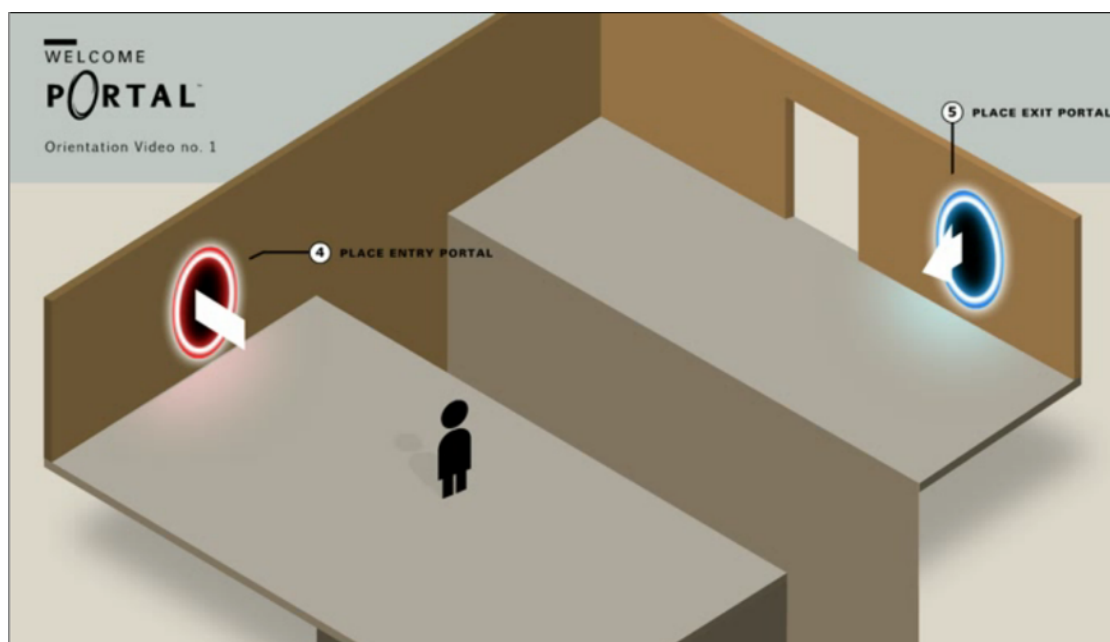
player spel. Dit spel behoort ook wel tot de serious games, voornamelijk voor het innovatieve puzzel element van het spel. Het spel is vrijwel op meerdere platforms te spelen (namelijk pc, mac, linux, xbox, playstation). Om het spel op een pc of mac te spelen is het programma Steam vereist, dit is gratis te downloaden van de Steam website (zie: <http://store.steampowered.com/about/>). Portal 2 kan in de winkel of via het programma Steam gekocht worden voor ongeveer 20 Euro. Ook is er een educatieve versie van Steam beschikbaar met onder andere het spel Portal 2 voor educatieve doeleinden. In dit onderzoek is de betaalde versie van het spel gebruikt. Steam is verder in elke wereldtaal beschikbaar en het spel Portal 2 ondersteund ook vele wereldtalen.

Portal 2 is een 3D puzzel spel en een first-person platform spel. Dit betekent dat het spel gespeeld wordt door de ogen van de protagonist. De speler wordt in het spel gepresenteerd met een 'Portal gun'. Dit wapen schiet letterlijk portalen af van twee kleuren, beide portalen dienen als ingang en als uitgang. In figuur 1 zijn twee portalen geplaatst, als de speler door de blauwe portaal loopt, komt hij bij de oranje portaal er weer uit. Het is een puzzel element waar je als nieuwe speler tot het spel verbaast over zal zijn aangezien de speler nog niet goed weet hoe het werkt.



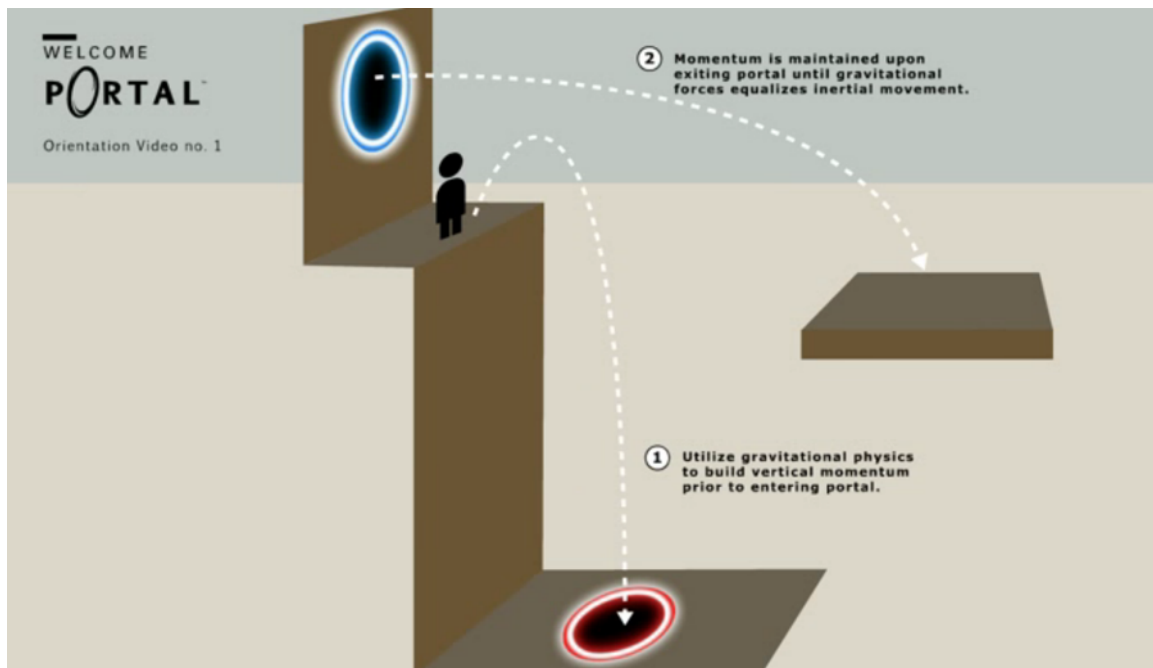
figuur 1. 3D ruimte van het spel Portal 2. De portal gun met de twee verschillende kleuren portalen. De portalen zijn met elkaar verbonden en zijn nu beide een ingang en een uitgang.

De portalen werken met simpele regels van natuurkunde. Zo blijven regels als snelheid en zwaartekracht tellen, maar kun je deze regels tot je eigen kunnen gebruiken met slim gebruik van de portalen. Spelers moeten met behulp van deze Portal gun puzzels oplossen, dit houdt onder andere in blokjes op drukplaten plaatsen waardoor ze de deur naar de exit openen. Andere voorbeelden zijn het vallen door een portaal om uit de andere portaal gelanceerd te worden, het bereiken van eerder onbereikbare plekken om verder te komen, laserstralen te verbinden, lichtbruggen te verbinden, dodelijke obstakels te vermijden, sneller ergens komen dan lopen en projectielen veranderen van plaats en richting.



figuur 2. Een top down cartoon over een puzzelsituatie uit Portal 2.

In figuur 2 wordt een simpele puzzel binnen Portal 2 weergegeven. Het spel presenteert de speler met een probleem (het gat tussen de speler en de uitgang). Vervolgens moet de speler het oplossen, in dit geval door aan beide kanten een portaal te schieten zodat de speler het gat kan overbruggen. Het doel van de speler is altijd om de uitgang te behalen.



Figuur 3. Een andere top down cartoon van een puzzelsituatie uit Portal 2.

In figuur 3 wordt een iets moeilijkere puzzel in Portal 2 weergegeven. De eigenschappen van gravitatiekracht van natuurkunde moeten worden toegepast op de portalen. Belangrijk is dat de portalen in het spel vrijwel alle eigenschappen van hetgeen wat er door heen gaat meeneemt. In dit geval valt de speler in de portaal, door het vallen valt de speler steeds sneller. Zodra de speler door de portaal heen gaat, behoudt de speler zijn snelheid. In figuur 2 schiet de speler dus uit de blauwe portaal, maar valt vervolgens ook nogmaals weer door gravitatiekracht. Verder kan de speler ook naar boven gelanceerd worden (als de uitgangsportaal op de grond is geplaatst) of naar beneden.



Figuur 4. Een weergave van een puzzel in het spel Portal 2. De puzzel is in de staat van de figuur opgelost.

In figuur 4 wordt een ander soort puzzel in portal 2 weergegeven. Weer moeten de eigenschappen van de objecten gebruikt worden in samenwerking met portalen om de puzzel op te lossen. Voor de portalen geldt dan ook dat alle objecten in het spel met hun eigenschappen door de portalen heen kunnen, dus niet alleen de speler. In deze puzzel moet een laserstraal gebruikt worden om de deur naar de uitgang te openen. De laser heeft als eigenschap dat het in een rechte lijn beweegt, dus kunnen portalen gebruikt worden om de laser te veranderen van richting en locatie. In dit geval schiet de laser die uit de blauwe portaal komt op de plek waar de laser in moet vallen (valt net buiten beeld, zelfde als waar de andere laser in de achtergrond op terechtkomt). Hierdoor geeft het spel een sein af dat één deel van de deur is geopend (door middel van het oranje lichtspoor met het vinkje aan het eind). De andere laser in de achtergrond, wordt gebogen door een kubus om zo de ontvanger te raken en de deur te openen. Deze kubus kan de speler zelf oppakken, door portalen heen brengen of gooien en zelf plaatsen.



Figuur 5. Een weergave van een gecompliceerde puzzel in het spel Portal 2. Dit is de start van de puzzel waarbij de speler zijn omgeving analyseert.

In figuur 5 wordt een puzzel ruimte in Portal 2 verder in het spel weergegeven. De omgevingen worden meer complex en bieden meer verschillende elementen tegelijk aan. Verder biedt Portal 2 altijd instructie via cues en kleine afbeeldingen bij de puzzels. Zo worden de blauwe kruisjes bij de exit oranje vinkjes zodra aan de condities is voldaan. Daarnaast wordt ook aangegeven bij de deur met een pijl en een rennend mannetje dat daar de uitgang zich bevindt. Bij de blauwe gebundelde lichtstraal (kan ook door portalen heen, en kan op gelopen worden, zowel als blokkade gebruiken) staat een pijl en een teken dat met de gebundelde lichtstraal de speler zich kan verdedigen tegen de turret die achterin staat.

De puzzels in het spel zijn verder allemaal gebaseerd op problem solving, het doel van elk level is om de exit (deur) te openen en bereiken. In de single player versie maakt de speler gebruik van één Portal gun en moet deze stapsgewijs de levels halen. In de multiplayer versie wordt er gebruik gemaakt van twee spelers die beide in first person een ander personage besturen, hierbij is er dan ook sprake van twee verschillende Portal guns, waarbij beide spelers een aparte ingang en uitgang kunnen schieten. In deze puzzels is het dan ook noodzakelijk dat de ene speler de andere speler helpt, zoals een portaal voor de ander creëren zodat die kan weggelopen. In deze tests worden vrijwel dezelfde puzzel elementen gebruikt als de single player, alleen is nu bij veel van de stappen in de puzzel coöperatie en communicatie vereist. Dit komt doordat beide spelers bijvoorbeeld

tegelijk op een drukplaat moeten staan, of ze moeten tegelijk een knop indrukken, de een moet de ander helpen om een afstand te overbruggen of hem door een doolhof leiden. Als spelers zowel in de single player als in de multiplayer een level halen mogen zij door naar het volgende level wat weer andere elementen biedt en altijd weer een andere oplossing vereist voor het behalen van het level. Bij de multiplayer versie is verder nog een communicatie tool ingebouwd om communicatie bij het spel te ondersteunen. Zo kunnen spelers een punt van interesse aankaarten door er naar te richten en op een knop te drukken, hierbij kunnen ze aangeven of ze willen dat de andere speler hier naar kijkt, of een portaal daar moet maken.



Figuur 6. Een weergave van de Portal 2 coop modus in splitscreen. Een simpele puzzel waarbij spelers van elkaar afhankelijk zijn.

In figuur 6 wordt een collaboratie puzzel aan het begin van Portal 2 coop weergegeven. De coop versie werkt met alle elementen van de single player versie, alleen nu zijn er twee bespeelde characters en dus ook twee sets aan portalen. In deze puzzel zit de blauwe speler vast tussen twee muren en komt hij er niet uit. De oranje speler kan hem uit het doolhof helpen door aan beide kanten van het glas een portaal te schieten, nu kan de blauwe speler via de portalen van oranje aan de andere kant komen. Vervolgens kunnen ze samen verder, een level kan niet behaald worden als maar één speler de uitgang behaald.

Het uiteindelijke leerdoel van Portal 2 is het begrijpen van portalen en hoe deze werken. Hierbij komt veel problem solving vaardigheid kijken. Dit is dus het onderliggende leerdoel, het

beter worden in probleem oplossende vaardigheden. Daarnaast moet er veel rekening gehouden worden met voorwerpen en hun eigenschappen, en moeten ook wetten van de natuurkunde meegenomen worden. Deze wetten en eigenschappen en hoe de portalen zelf werken zijn veel elementen om problemen mee op te lossen. Hoe meer elementen in één puzzel, hoe moeilijker de uitdaging. Aansluitend is het andere leerdoel van het spel samenwerking. De collaboratie modus in het spel legt veel verantwoordelijkheid bij beide spelers om elkaar te vertrouwen en actief gelijkwaardig samen te werken. Als één iemand zijn corresponderende taak niet of te traag uitvoert kan dit al betekenen dat de andere speler in het spel doodgaat of vast komt te zitten, vervolgens moet de puzzel dan opnieuw worden uitgevoerd. Het zijn deze aspecten die dit spel dan ook een geschikte keuze maakt als multiplayer spel om collaboratie mee te testen. Zo komen disciplines van het G.I.P.S. model ook terug in het grondwerk van de coop modus in Portal 2.

Voor dit onderzoek zijn voor beide condities een aantal levels gekozen. De gekozen levels zijn voornamelijk uit het begin van het spel, gezien een participant maar een uur de tijd heeft om het spel te verkennen. Voor de controle groep is er een set van 16 levels, voor de experimentele groep een set van 6 levels. Dit grote verschil is te danken aan dat de single player levels verschillen van de multiplayer levels in moeilijkheidsgraad en duur. De multiplayer levels zijn over het algemeen een stuk groter en kosten meer tijd. Vandaar dat de controle groep meer levels doorloopt om dezelfde soort puzzels in ongeveer dezelfde tijd te voltooien.

Meetinstrumenten

Voor de meetinstrumenten zijn twee problem solving vragenlijsten gebruikt. De problem solving vragenlijsten werden vooraf en achteraf van het onderzoek gegeven. Verder is er nog gebruik gemaakt van een algemene vragenlijst, een Portal vragenlijst en een informed consent.

Algemene vragenlijst

De algemene vragenlijst is de eerste vragenlijst die proefpersonen moesten invullen. De vragenlijst bevat 6 vragen. Hierin zit een vraag over het geslacht, de leeftijd en studie. Deze vragen zijn er om de herkomst van de proefpersonen te achterhalen. Daarnaast zat er een vraag in of ze het spel Portal kenden en of ze het ooit gespeeld hadden. Dit is om na te gaan dat de deelnemers geen ervaring hebben met het spel, sinds dit het doel van het onderzoek zou wegnemen. Tot slot is er een vraag over hoe vaak iemand gemiddeld spellen speelt. Dit wordt gevraagd voor het feit dat game kennis en ervaring het onderzoek mogelijk zou kunnen beïnvloeden. Het spel Portal is een uniek puzzel spel maar heeft qua besturing veel in het gemeen met andere first person games.

Problem solving vraaglijsten

De problem solving vragenlijsten bestaan beiden uit 18 vragen. Deze vragen testen op verschillende niveau's en op verschillende manieren de probleem oplossende vaardigheden van de deelnemers. Deze vragen waren opgesteld vanuit twee bestaande toetsen. Zo zijn er twee versies van problem solving vragenlijsten gemaakt die beiden uit 18 vragen bestaan. De twee toetsen waaruit de vragenlijsten zijn opgesteld zijn gekozen vanwege de soort van vragen, namelijk problem solving vragen. Daarnaast is de eerste gekozen toets redelijk makkelijk voor de gekozen doelgroep, dus is een tweede toets gekozen die moeilijkere vragen bevat om te compenseren hiervoor. Aansluitend is voor deze toetsen gekozen en niet voor eigen gemaakte vragen omdat deze toetsen gestandaardiseerd zijn. Dit betekent dat de toetsen al uitvoerig zijn getest en dus ook betrouwbaar zijn, dit is om ervoor te zorgen dat het onderzoek zoveel mogelijk op de kennis toename door middel van het spel en collaboratie gericht is in plaats van op de toets. Het spel Portal 2 bevat verder in zijn puzzels ook problem solving elementen. Het is een verschillende aanpak van probleem oplossen in het spel dan op de toetsen, maar ze bevatten wel dezelfde benodigde vaardigheid in probleem oplossen om de vragen of puzzels te kunnen oplossen. In Portal 2 leert de speler namelijk ook kritisch denken. Kritisch denken is een vaardigheid die gebruikt kan worden om te beslissen of een bewering waar, gedeeltelijk waar, of fout is. In de problem solving toetsen komt kritisch denken ook vrijwel als belangrijkste element naar voren voor het oplossen van de vragen. Zo moet bijvoorbeeld in het spel worden afgevraagd of de speler via portals en gravitatiekracht tot grotere hoogtes kan komen, en op de toets juist welke poorten geopend of gesloten moeten worden om aan bepaalde eisen te voldoen. Bij beide komen de volgende factoren kijken: verduidelijking van doelen, onderzoeken van aannames, verborgen waarden onderscheiden, evalueren van bewijs en beoordelen van conclusies. Dit zijn de redenen om de kennis toename te testen vanuit het spel met twee vragenlijsten die gebaseerd zijn op twee bestaande gestandaardiseerde toetsen. De participanten krijgen hierbij één vragenlijst vooraf en de andere achteraf, welke vragenlijst eerst wordt gegeven wordt afgewisseld, om zo de betrouwbaarheid hoog te houden.

De eerste toets waaruit 9 verschillende vragen in beide toetsen zijn gebruikt is de PISA problem solving test uit 2003. Een Engelstalige test die gemaakt is voor 15 jarigen om hun probleem oplossende vaardigheden te testen. Bij de selectie en verdeling van de vragen over beide vragenlijsten is gebruik gemaakt van statistieken hoeveel mensen een vraag in het algemeen correct beantwoorden. Daarnaast is er ook gekeken naar hoelang het beantwoorden elke vraag ongeveer inneemt. De vragen van de PISA varieerden van een combinatie tussen rekensommen, begrijpend

lezen en het analyseren van tabellen en figuren. Zo is er een vraag over een waterleiding waarbij er poorten open of gesloten moeten worden voor bepaalde watergeleiding bij bepaalde omstandigheden. Een andere vraag gaat over het berekenen van de prijs en de kortste route van een metro of busticket. De vragen van deze toets zijn redelijk goed te maken door volwassenen en studenten, ze zijn redelijk makkelijk maar kosten aardig wat tijd.

De tweede toets waaruit 9 verschillende vragen in beide toetsen zijn gebruikt is de McKinsey Problem Solving Test, Practice Test A uit 2013. De test is Engelstalig en is ontworpen door McKinsey & Company. Uit deze test zijn twee verhalen genomen die beide uit 9 vragen bestaan. Deze verhalen nemen beide ongeveer evenveel tijd in en hebben dezelfde stijgende moeilijkheidsgraad. De vragen van deze toets bestaan allemaal uit multiple choice vragen. Dus is er altijd maar 1 correct antwoord. De vragen vereisen begrijpend lezen, aflezen van grafieken en wiskunde. Een voorbeeld is een vraag over een grafiek waaruit een conclusie moet worden getrokken, antwoorden luiden onder andere '45% of all Human Capital is invested in Organizational Development.' of 'More than 10% of Innovation Capital is invested in Computerized information.'. De test is ontworpen voor volwassenen, en is gemaakt om het probleem oplossend vermogen van iemand te bepalen om te kijken of diegene geschikt is voor een baan. Deze vragen zijn een stuk moeilijker qua niveau en iemand moet redelijk goed in probleem oplossen zijn om de vragen correct te kunnen beantwoorden. Deze vragen zijn dan ook aan het einde van de toetsen gestopt, na die van de PISA, zodat alle overige tijd aan deze vragen besteed kon worden.

De twee gekozen toetsen verschillen nog wel van elkaar. Zo is de PISA een makkelijkere problem solving toets dan de McKinsey. Daarnaast zijn de vragen van PISA zowel open als gesloten en bij McKinsey alleen gesloten. Verder is de PISA meer gevarieerd qua problem solving vragen, deze bevat onder andere ook vragen met visualisatie, deze vragen heeft de McKinsey niet. De McKinsey test is verder meer analytisch ingesteld als de PISA, met moeilijkere vragen op gebied van begrijpend lezen en analytisch denken.

Voor de gehele vragenlijst wordt beide keren 40 minuten gegeven. De vragenlijsten kunnen in deze tijd volledig beantwoordt worden maar hiervoor moet de persoon aardig doorwerken. Aangezien de eerste vragen van de PISA makkelijker qua niveau waren is voor een kleine tijdsdruk gekozen. Reden hiervoor is dat probleem oplossende vaardigheid ook met snelheid heeft te maken.

Portal vragenlijst

De Portal vragenlijst bestaat uit een aantal vragen die specifiek op de ervaring en gespeelde modus van het spel gaan. Ten eerste wordt er gevraagd in welke conditie er wordt gespeeld, alleen of in samenwerking, dit is voor een bevestiging bij data verzameling dat die persoon daadwerkelijk in die conditie heeft gespeeld. Daarnaast is het een indicatie voor de proefpersoon of hij de laatste twee vragen hoeft in te vullen, deze zijn specifiek voor de samenwerking gemaakt. Vervolgens is er een vraag over het aantal behaalde levels, om te kijken hoever de proefpersoon in het set van levels is gekomen. Daarna is er een vraag over hoeverre de proefpersoon het spel doorgrondt heeft en begrijpt, en vervolgens een vraag over hoe goed hij het spel kon spelen in het doorlopen van de levels en besturing. Beide vragen zijn indicaties over hoe de proefpersoon het spel heeft ervaren, dit is dan ook van belang voor de onderzoeksresultaten. Het belang is hierbij om te kijken of game ervaring mogelijk het begrijpen en spelen van het spel aanpast. Bijvoorbeeld als iemand moeilijk met de besturing kan omgaan kan de persoon ook het spel niet goed spelen, dit zou vervolgens de validiteit van het onderzoek kunnen schaden. Aansluitend is het belang of de speler het spel doorgrondt heeft een voorwaarde van het onderzoek om te kunnen slagen. Als spelers het spel niet doorgronden is de uitkomst van de resultaten niet van toepassing. Tot slot zijn er nog twee vragen specifiek voor samenwerking. Ten eerste hoeveel toegevoegde waarde de proefpersonen een tweede speler vonden hebben en in hoeverre ze plezier van het samenwerken hadden. Beide vragen zijn hier ook of de proefpersonen zelf ondervinden dat samenwerking en een multiplayer spel toegevoegde waarde hebben. Deze vragen zijn toegevoegd om te kijken in hoeverre spelers collaboratie van waarde achtten bij het spelen van het spel in de multiplayer modus. De vraag over plezier is hierbij een indicatie voor motivatie.

Procedure

Vooraf het onderzoek wordt er voor gezorgd dat alles klaarstaat voor het onderzoek, de onderzoeker dient zich minstens 15 minuten van tevoren de gediende starttijd van het onderzoek aanwezig te zijn voor de opzet ervan. Eerst wordt gekeken welke conditie er wordt gehanteerd, dit hangt er vanaf of er één of twee personen zijn aangemeld. Dan wordt de xbox alvast aangezet, en het spel wordt alvast op het goede punt ingesteld, namelijk op het level waar proefpersonen in de bepaalde conditie moeten beginnen. Verder wordt er gezorgd dat er controllers, pennen, een rekenmachine en twee sheets van de controls aanwezig zijn. Dan wordt er gekeken naar welke problem solving test als eerste gegeven wordt, dit wordt om en om gedaan. Deze wordt vervolgens

al in het cubicle klaargelegd, zowel het vragenblad als het invulblad per persoon. Na deze opzet kan de onderzoeker het cubicle verlaten en zich naar de voorruimte begeven.

Het onderzoek begint in een voorruimte waar de onderzoeker zich bevindt. Als de proefpersonen binnenkomen mogen zij tijdig bij de onderzoeker plaatsnemen. Hierbij zal de onderzoeker eerst uitleggen hoe het onderzoek te werk gaat. Voor verheldering is hierbij ook nog een tekst voor geschreven waar het gedetailleerd instaat. Vervolgens krijgen de proefpersonen eerst een informed consent waarbij wordt geadviseerd deze aandachtig door te lezen en vervolgens te tekenen als zij akkoord gaan. Daarna krijgen de proefpersonen de algemene vragenlijst om in te vullen. Na deze vragenlijst kan het onderzoek beginnen, de onderzoeker neemt de proefpersonen mee naar hun cubicle waar zij de komende 2 uur en 20 minuten plaatsnemen. Hier ligt de eerste problem solving toets al klaar met vragenblad en invulblad. De proefpersonen krijgen hierbij ook een aantal pennen, kladblad en een rekenmachine. Ze krijgen 40 minuten de tijd om deze vragenlijst in te vullen, vijf minuten van tevoren waarschuwt de onderzoeker dat de proefpersonen nog vijf minuten hebben. Na de 40 minuten worden de toetsen opgehaald door de onderzoeker en zet hij de proefpersonen op met het spel. Hierbij geeft hij hun een controller met daarbij ook een sheet met de controls van het spel erop. De onderzoeker legt hierbij nogmaals kort uit wat er van de proefpersonen verwacht wordt, namelijk bij samenwerking dat ze overleggen, en in beide condities dat het de bedoeling is om het spel te begrijpen en erin verder te komen. Dan gaat het spel aan wat al klaarstaat op het eerste level van het onderzoek. Vervolgens als de proefpersonen er klaar voor zijn start de onderzoeker een geluidsopname en laat hij de proefpersonen het spel een uur in rust spelen. De geluidsopname wordt hierbij alleen gebruikt in de experimentele conditie. Als proefpersonen hierbij het set van levels binnen het uur al uitspelen, is hun geïnformeerd om de onderzoeker een seintje te geven zodat zij verder kunnen met het volgende onderdeel. Als het uur voorbij is komt de onderzoeker het cubicle weer binnen en stopt hij de geluidsopname. De controllers worden weggelegd en het spel gaat weer uit. Dan krijgen zij de Portal vragenlijst om in te vullen. De onderzoeker blijft hierbij in de ruimte en de proefpersonen vullen de vragenlijst binnen twee minuten in. Vervolgens krijgen de proefpersonen de tweede problem solving vragenlijst waarvoor zij ook weer 40 minuten de tijd krijgen met dezelfde middelen als de eerste problem solving vragenlijst. De onderzoeker verlaat de cubicle weer maar komt na 35 minuten weer terug om een seintje te geven. Nadat deze 40 minuten om zijn of de vragenlijst al compleet is ingevuld haalt de onderzoeker de bladen weer op en zijn de proefpersonen klaar met het onderzoek. Er wordt hier eerst gevraagd of zij nog vragen hebben over het onderzoek, of ze de echte bedoeling en opzet van het onderzoek willen weten, en of zij nadat het onderzoek voltooid is nog de resultaten

willen inzien of krijgen. Nadat vragen zijn beantwoordt worden de proefpersonen bedankt voor hun deelname en rekent de onderzoeker via SONA de proefpersonen hun proefpersoon punten toe.

Tabel 1

Stappenplan procedure met de daarbij behorende materialen en benodigde tijd.

Stappen procedure	materialen	tijd
Opzet	Klaarleggen ervan	15 minuten
Introductie	Instructieformulier Informed Consent Algemene Vragenlijst	5 minuten
1ste test	Problem solving toets (1 of 2) Antwoordenblad Pen, kladblad, rekenmachine	40 minuten
Spelen Portal 2	Een Console + Controllers Portal 2 Control Sheet Portal Portal vragenlijst	60 minuten
2de test	Problem solving toets (1 of 2) Antwoordenblad Pen, kladblad, rekenmachine	40 minuten
Afscheid en opruimen	Afsluiten en opruimen SONA credits toewijzen	5 minuten

Scoring

Algemene vragenlijst

De eerste vijf vragen over geslacht, leeftijd, studie en kennis over het spel zijn open vragen die niet gescoord worden, aangezien deze voorwaardes of algemene informatie zijn. Alleen de zesde vraag van deze vragenlijst wordt gescoord. Namelijk de game ervaring van de participant, deze wordt gescoord via een vijf-punts Likert schaal. De schaal bestaat uit heel weinig tot heel veel.

Problem solving vragenlijsten

Alle 18 vragen uit beide problem solving vragenlijsten worden nagekeken met een punten systeem van 1 tot 0. Waarbij 1 een volledig goed antwoord is, 0,5 een goed antwoord met een fout erin en 0 punten voor een fout antwoordt. Om de score vast te stellen is bij de items van de PISA een uitgebreide scoring handleiding gegeven. Aangezien alle 9 vragen uit beide tests zowel gaan om multiple choice vragen, als dichotome vragen, als open vragen. Bij de multiple choice vragen is één goed antwoord mogelijk en is de rest fout. Dichotome vragen bestaan uit meerdere vragen, zo

moeten er drie tot zes dichotome items goed beantwoordt worden om de vraag goed te beantwoorden. Een halve punt wordt hier toegerekend bij één fout antwoord vanaf vijf of meer dichotome vragen. De open vragen hebben allemaal een zeer specifieke interpretatie van wat goed of fout gerekend wordt, hier zijn halve punten ook mogelijk. Een voorbeeldvraag hierbij is een vraag uit Energy needs. Het gaat om het berekenen van het aantal calorieën uit een dieet. Het is hierbij de bedoeling dat eerst bepaalde getallen uit een grafiek worden behaald, vervolgens een rekensom wordt gemaakt met gebruik van de juiste getallen en uit de rekensom de juiste conclusie te trekken. Als aan alle punten is voldaan krijgt de participant een volle punt voor de vraag. Als er een kleine fout in de berekening is gemaakt, waardoor ook een foute conclusie wordt getrokken, maar die consistent is met de foutieve uitslag van de rekensom, kan een halve punt worden toegerekend. Als de rekensom correct is uitgevoerd, maar de conclusie fout is of niet wordt gegeven, wordt ook een halve punt toegerekend. Zijn er andere fouten gemaakt of meerdere fouten dan worden er geen punten toegerekend. Verder zijn de andere 9 vragen uit beide tests van de McKinsey problem solving test allemaal multiple choice vragen. Deze worden gescoord met 1 punt voor een goed antwoord en is een ander antwoord 0 punten waard, hier zijn geen halve punten van toepassing.

Portal vragenlijst

Het eerste item is dichotoom en wordt gebruikt om de conditie aan te geven. Het tweede item is een open vraag voor het aantal levels, dit getal wordt gebruikt bij de analyse. De andere vier items zijn allemaal vragen over de ervaring met het spel op een schaal van 1 tot 10. Deze items zijn intervalschalen en worden ook gebruikt bij de analyse. Een voorbeeldvraag hierbij is: ‘Op een schaal van 1 tot 10, in hoeverre denkt u dat u het spel doorgrondt heeft en begrijpt?’.

Analyse

Voordat de analyse van de resultaten is gedaan, wordt er eerst gekeken naar of de groepen wel goed verdeeld zijn. Ook al waren de groepen willekeurig toegewezen wordt toch gekeken of de groepen niet significant van elkaar verschillen. Hiervoor is een Mann Whitney test in SPSS uitgevoerd. Het resultaat uit de test liet zien dat voor de verschillende condities van alleen spelen of samenwerking geen significant verschil zat in het geslacht. Vervolgens is er nog een Mann Whitney test uitgevoerd om te kijken of er verschil zit in de game ervaring tussen de groepen. Het resultaat uit deze test liet ook zien dat er geen significant verschil is tussen de condities en de game ervaring

van de proefpersonen. Dit toont aan dat er geen significant verschil is tussen de twee groepen uit de condities.

Data analyse

Voor het bevestigen van de hypothese is het statistiek programma SPSS gebruikt.

Ten eerste wordt een T-test gebruikt om te kijken of na het bespelen van het spel de score op de problem solving toets hoger is dan voor het spelen van het spel. Ten tweede wordt een one way ANOVA gebruikt om te kijken of de scores na het spelen van het spel bij de coöperatieve modus in het algemeen hoger uitkomen dan bij de controle groep waarbij het spel alleen gespeeld werd. Mogelijk wordt achteraf nog de effect score berekent mits er een significant verschil optreedt. Ook worden de scores op de problem solving toetsen vergeleken met het aantal behaalde levels, om te zien of er een significant effect is, hiervoor worden correlaties berekent. Tot slot worden nog descriptives gemaakt van de Portal vragenlijst om te kijken naar de motivatie voor en besturing van het spel.

Resultaten

Ten eerste is gekeken naar de scores op de problem solving toetsen. Het gemiddelde, de standaard deviatie, en het aantal gehaalde levels worden gegeven in tabel 2. De problem solving toetsen bestonden beiden uit een maximale score van 18. De levels waren voor de single player versie 18 levels, en voor de multiplayer versie 6 levels. Ten eerste wordt gekeken naar of de score na het spelen van het spel hoger uitvalt. Vervolgens wordt er specifiek naar de condities gekeken of de score hoger uitvalt bij het spelen in de coöperatieve modus vergeleken met de single player modus. Daarnaast wordt nog gekeken of het aantal levels van invloed was op de behaalde scores op de tests.

Tabel 2

Geeft de gemiddelde score, standaard deviatie en het aantal behaalde levels in beide condities en van beide problem solving testen in volgorde weer. Scores van de conditie samenwerking zijn individueel berekend.

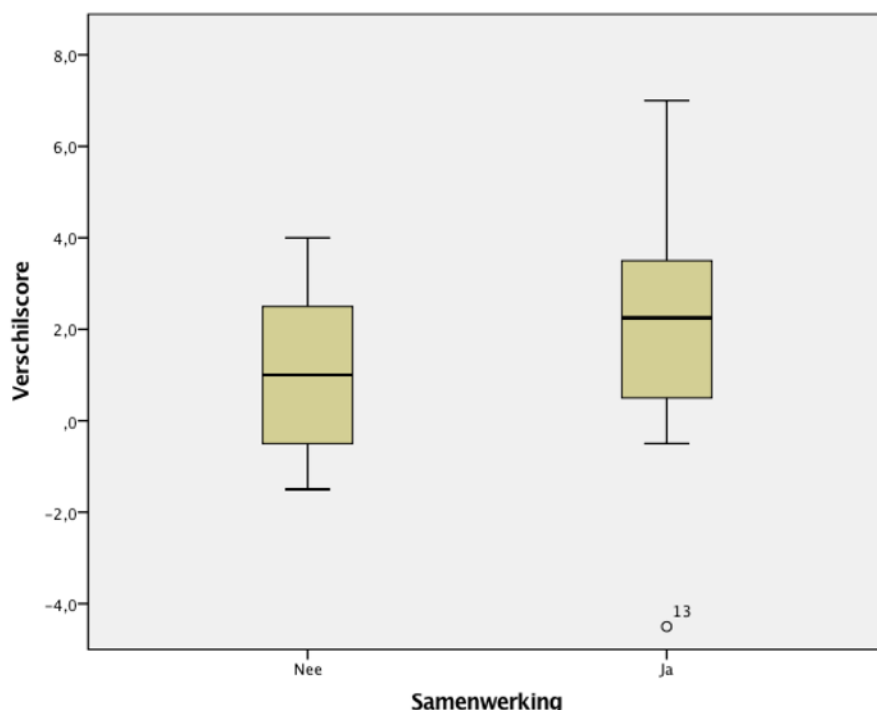
	Deelnemers	Score op 1ste test	Score op 2de test	Levels behaald
Alleen	10			
Gemiddelde score		8,600	9,700	11,60
Standaard deviatie		1,6964	1,7512	3,864
Samenwerking	22			
Gemiddelde score		9,773	11,909	5,27
Standaard deviatie		1,5639	1,9064	1,077
Totaal	32			
Gemiddelde score		9,406	11,219	-
Standaard deviatie		1,6725	2,1058	-

Scores problem solving toetsen

Ten eerste valt op dat het totale gemiddelde in het voordeel ligt van de 2de gemaakte toets, de gemiddeldes zijn 9,406 (SD= 1,6725) en 11,219 (SD= 2,1058). Een paired samples T-test wordt gebruikt om te kijken of de gemiddeldes significant van elkaar verschillen en om te kijken of de scores van de tweede test hoger uitvallen dan de eerste. De tests verschillen inderdaad significant van elkaar ($t(31)=-4,413$, $p=0,0001$). De scores van de tweede test vallen significant hoger uit dan de scores op de eerste problem solving test.

Vervolgens wordt gekeken naar de twee verschillende condities. Hier valt op dat beide gemiddeldes bij de experimentele groep hoger liggen dan bij de controle groep op de twee toetsen. De gemiddelden van de controle groep zijn 8,600 (SD=1,6964) en 9,700 (SD= 1,7512), en de gemiddeldes van de experimentele groep zijn 9,773 (SD=1,5639) en 11,909 (SD=1,9064). Om te testen of de scores van de tests in beide condities significant van elkaar verschillen wordt een one way ANOVA gebruikt. Voordat met de ANOVA is getoetst, is eerst de variantie berekend. Dit wordt berekend om de homogeniteit van de populatie binnen beide testen te bepalen. Deze variantie is voor de eerste gemaakte toets niet significant $p=0,673$. De variatie op de tweede gemaakte toets is ook niet significant $p=0,957$. Er kan dus met een one way ANOVA worden getoetst. Hieruit valt op dat voor de 1ste gemaakte problem solving test ($F(1,30)=3,671$ en $p=0,065$) en voor de 2de gemaakte problem solving test ($F(1,30)=9,686$ en $p=0,004$). Dus is de eerste problem solving test tussen beide condities niet significant verschillend, maar is de tweede problem solving test tussen beide condities wel significant verschillend. Omdat dit verschil significant is, is de effect size

berekent. De effect size van de tweede problem solving toets is $d=1,206$. Dit betekent een groot effect, dus dat het spelen in samenwerking van de multiplayer versie van het spel ten opzichte van het alleen spelen van de single player versie van het spel een groot verschil zit. Ter verduidelijking en om de resultaten te ondersteunen is nog een boxplot gemaakt van de verschillen uit beide condities, zie figuur 7. De verschillen zijn tussen de twee tests bepaald door de score van de 2de test af te trekken van de eerste. Hieruit kan worden opgemaakt dat het verschil in score bij de controlegroep lag tussen -1,5 en 4, en het verschil in score in de experimentele conditie tussen -0,5 en 7,0 (met één uitschieter op -4,5 die niet in de range van de boxplot valt). Aansluitend ligt de verschillen van 50% van de deelnemers in de experimentele groep op 2,5 of hoger, waarbij bij de controle groep 50% van de deelnemers 1,0 of hoger scoorden.



figuur 7. Boxplots van de verschillen (score tussen de 2 problem solving toetsen) in beide condities.

Scores problem solving toetsen vergeleken met behaalde levels.

Om te kijken of het aantal behaalde levels van invloed was op de tests is apart gekeken naar beide condities. Dit is omdat de condities van elkaar verschilden qua aantal levels. Hiervoor zijn correlaties berekend. Voor de controle groep ($r(8)=0,257$ en $p=0,237$) is er geen significant correlatie gevonden tussen het aantal behaalde levels en de behaalde scores tussen de twee problem solving toetsen. Voor de experimentele groep ($r(20)=0,287$ en $p=0,098$) is ook geen significante correlatie

gevonden tussen het aantal behaalde levels en de behaalde scores tussen de twee problem solving toetsen. Er kan dus niet significant aangetoond worden dat het behalen van meer levels in het spel leidt tot een hogere score op de problem solving toetsen.

Tabel 3

Scores van de Portal vragenlijst. Gemiddelden op elke vraag in beide condities en totaal.

Portal vragenlijst	Controle groep	Experimentele groep	Totaal
Begrip Spel	8,6	8,36	8,44
Besturing Spel	7,5	7,91	7,78
Waarde Samenwerking	-	8,41	-
Plezier Samenwerking	-	9,41	-

Scores Portal Vragenlijst.

Bij de scores van de Portal vragenlijst zijn descriptives gemaakt, deze zijn weergegeven in Tabel 3. Eerst is er gekeken naar hoe game ervaring mogelijk het begrijpen en spelen van het spel aanpast. Hiervoor is er aan alle proefpersonen naast hun game ervaring na het spelen van het spel ook hun begrip voor het spel en hoe makkelijk ze het spel konden spelen gevraagd. Ongeacht de game ervaring konden de meeste proefpersonen beantwoorden dat het spel vrij goed begrepen werd en dat ook de besturing goed te doen was. De proefpersonen moesten een cijfer tussen de 1 en 10 geven. Er valt op dat er erg hoog gescoord wordt in beide groepen op het begrijpen van het spel, het gemiddelde van begrip voor het spel is 8,44. Daarnaast valt op dat de besturing ook in beide groepen goed gescoord wordt, het gemiddelde van de besturing voor het spel is 7,78. Verder bevatte de rest van de Portal vragenlijst nog twee vragen specifiek op de samenwerking gericht. Dit zijn twee motivatievragen, van hoeveel waarde achtte zij de samenwerking en hoeveel plezier bevonden zij in het samenwerken. Op beide vragen moesten proefpersonen een cijfer tussen 1 en 10 geven. Het gemiddelde van de waarde van samenwerking is een 8,41. Het gemiddelde van hoeveel plezier proefpersonen aan samenwerking beleefden is een 9,41. Dit geeft aan dat de proefpersonen die in samenwerking het spel hebben gespeeld erg positief stonden tegenover samenwerken in het spel.

Conclusie

Deze studie ging over het collaboratief spelen van een serious multiplayer game vergeleken met het individueel spelen van een single player game. De onderzoeksvraag luidt: leidt het spelen van een serious multiplayer game in een collaboratieve setting tot een grotere kennis toename dan het spelen van een serious single player game in een individuele setting. Ten eerste is er gekeken of er na het spelen van het spel leereffecten verschenen ongeacht de conditie. Dit komt mede door de keuze van een experimenteel spel als serious game wat nogal afwijkt van vorige serious games in onderzoeken. Het doel van de studie is verder om te kijken of een multiplayer spel betere leereffecten geeft dan een single player spel, en daarnaast ook of het in collaboratie spelen ervan een beter leereffect heeft ten opzichte van het alleen spelen van de single player versie. Verwacht werd dat participanten meer zouden leren van een multiplayer game die ze in samenwerking speelden dan het individueel spelen van een single player game.

Ten eerste werd alleen gekeken of er betere kennisresultaten voortvloeiden uit het spelen van het spel. Met een paired samples T-test kon achterhaald worden dat de scores significant hoger waren na het bespelen van de serious game in het algemeen. Dit werd ondanks de keuze voor de experimentele serious game verwacht. Game based learning heeft als kenmerken dat het interactief is, uitdagend, en de speler doelen moet behalen waarbij zij rekening moeten houden met bepaalde regels en beperkingen (Vogel, Cannon-Bowers, Muse & Wright, 2006). Portal 2 bevat deze elementen en spelers hebben ook aangegeven dat zij het onderliggende model van het spel begrepen. Er werd dan ook verwacht bij het spel een nieuwe denkwijze te leren en te hanteren, deze stijl van problem solving die werd verwacht van het spel was verschillend van het soort problem solving die op de toets werd gesteld. Toch hadden ze deze categorie gemeen en blijkt dat deze nieuwe vorm van denken die wordt aangeleerd met het spel van positieve invloed was op de kennistoets. Bij problem solving in het algemeen wordt dan ook een actieve experimentele benadering van leren verwacht. Volgens de Jong (2006) is dit de meest voorkomende stijl in GBL, de speler leert via eerst te ontdekken en vervolgens ervaringen hieruit op te doen.

Ten tweede werden beide groepen vergeleken op hun kennistoets scores na het spelen van het spel. Uit een one way ANOVA kwam dat er bij de voortoets over kennis geen significant verschil zat tussen de twee groepen, vervolgens kwam uit de tweede one way ANOVA dat er wel significant verschil zat tussen de twee groepen bij de kennistoets achteraf. Dit duidt erop dat er in de multiplayer versie in collaboratie meer kennis is opgedaan dan bij het individueel spelen van de single player versie. Dit klopt naar verwachtingen uit de literatuur. Verder is collaboratie voornamelijk een sterke vorm van ondersteuning voor het gebruik van communicatie. Volgens

Leemkuil & de Jong (2004) werd het gezien als mogelijke manier om impliciete gedachten expliciet te maken. Maar collaboratie alleen bleek geen sterke ondersteuningsfactor te zijn, zoals vernoemd in de studie van Forsyth (vermeld in Harteveld & Bekebrede, 2011). Hierdoor is het multiplayer aspect toegevoegd, wat is voortgevloeid uit Harteveld & Bekebrede (2011) die vermelden dat bij collaboratief spelen een multiplayer game waarschijnlijk effectiever zou zijn dan een single player game. Een multiplayer game heeft een meer intensief proces waarbij sociale regels komen kijken (Harteveld & Bekebrede, 2011). Bij een multiplayer game gaat het om sociaal georiënteerde doeleinden (Darrow, 1935). In deze spellen zijn spelers extra gemotiveerd door het sociale aspect (Malone & Lepper, 1987). Deze multiplayer game bevatte geforceerde samenwerking vanuit het spel. Wouters & Oostendorp (2013) stelden dat het niet duidelijk is wanneer spelers spontaan meedoen aan een leerproces in een spel gedurende het spelen. De spelers worden namelijk niet geforceerd om terug te komen op hun ervaringen, waardoor zij niks leren. Met de geforceerde samenwerking wordt dit tegengaan. Op deze manier van collaboratie wordt de reflectie van informatie bevordert. Mayer & Moreno (2005) zeggen dat voor interactieve media games reflectie en geschikte ondersteuning noodzakelijk zijn voor effectief educatief leren met deze spellen. Zo toont dit onderzoek aan dat collaboratie via een multiplayer spel naast het vele onderzoek op andere ondersteuningsgebieden ook een succesvolle manier is om GBL te bevorderen en te ondersteunen.

Tot slot is er nog gekeken naar de invloed van de behaalde resultaten binnen het spel en het gevolg daarvan op de kennistoets. Uit twee berekeningen van correlaties bleek er geen significant verband te zijn tussen het aantal voltooide levels en score op de kennistoets bij beide condities. Dit geeft aan dat het statistisch niet verschilde of iemand minder ver in het spel kwam om vervolgens beter te presteren op de kennistoets.

Discussie

Dit onderzoek onderzocht of het spelen van een serious multiplayer game in een collaboratieve setting betere leereffecten toont dan het spelen van een serious single player game in een individuele setting. Het is vrij vernieuwend onderzoek geweest op sommige vlakken. De toevoeging van het multiplayer aspect is het belangrijkste. Deze vorm van collaboratie binnen een spel schijnt veel potentieel te bevatten. Deel van het succes lijkt dan ook in verband te staan met het G.I.P.S. model van Kagan (2003). Zo deed de multiplayer versie aan alle punten van Kagan's model. Beide spelers waren individueel verantwoordelijk voor hun acties maar ook gezamenlijk verantwoordelijk. Ze moeten verder ook beiden tegelijk het spel spelen, ze kunnen niet afwisselen. Ook is er sprake

van gelijkwaardige samenwerking in de vorm dat ze elkaar moeten helpen obstakels te overbruggen. Binnen scholen heeft het G.I.P.S. model al tot vele positieve bevorderingen binnen het onderwijs geleid, dus dat het spel Portal 2 deze richtlijnen van het model ook bevat is zeer positief. Daarnaast is het andere vernieuwende aan dit onderzoek het gebruik van het spel Portal 2. Dit in plaats van een simpele simulator of een klein maar simpel ontworpen spel voor onderzoek. In de media staat het spel hoog aangeschreven als vernieuwend en als revolutie voor de game wereld. De puzzels in het spel vereisen een ander soort van probleem oplossen dan dat iemand voor het spelen kent. Dit maakt het een geschikt spel voor onderzoek. Iemand moet de denkwijze van het spel eigen maken om verder te komen. Dat is wat er met GBL bereikt wil worden, het onderliggende model van het spel te achterhalen (Leemkuil & de Jong, 2004).

Toch is er nog veel ruimte voor verbetering binnen dit onderzoek. Ten eerste hebben proefpersonen het spel maar 60 minuten per sessie gespeeld, en dus ook eenmalig. Ze hebben het spel maar kort kunnen ontdekken, waardoor mogelijk niet optimale resultaten uit het spel zijn behaald. Het spel bevat dus nog meer potentieel dan initieel is benut. Daarnaast zijn serious games complexe leeromgevingen. Het spel Portal 2, door de vele game elementen die het spel bevat, is mogelijk nog meer complex dan de gemiddelde serious game. Het zit intuïtief in elkaar, dus om het te begrijpen kost het niet veel tijd, maar om het goed en snel uit te kunnen voeren is tijd vereist. Aansluitend wordt er geen gebruik gemaakt van traditionele instructie methoden, dus is er mogelijk meer tijd of sessies benodigd om de effectiviteit van deze serious game te tonen.

Ten tweede is het onderzoek compleet uitgevoerd via het SONA netwerk. Dit houdt in dat alleen studenten van de Universiteit Twente aan het onderzoek participeerden. Dit is een vrij gesloten omvang van soorten participanten. Andere factoren die de omvang beperkten zijn: alleen participanten van de studie psychologie en communicatiewetenschappen, vrijwel alleen volwassen participanten en het onderzoek had een kleine omvang met 32 participanten. Door deze factoren is het onderzoek mogelijk minder betrouwbaar. Daarom is het mogelijk van belang om het onderzoek nog op andere locaties uit te voeren en daarbij mogelijk met andere leeftijdsgroepen, om zo de betrouwbaarheid te verhogen.

Ten derde zijn er nog andere factoren die de betrouwbaarheid mogelijk hebben beïnvloed. Een aantal participanten die zich samen hebben ingeschreven voor het onderzoek waren vrienden van elkaar. Dit betekent dat zij tijdens het spelen van het spel, ten opzichte van paren die elkaar van tevoren niet goed kenden, een voordeel hadden. Hun communicatie kon in het algemeen een stuk effectiever verlopen zowel als hun samenwerking binnen het spel. Dit heeft mogelijk tot betere game resultaten geleid bij deze paren in vergelijking tot anderen. Daarnaast claimden sommige

proefpersonen al wat kennis van het spel te hebben, ondanks het niet gespeeld te hebben. Dit kan ook mogelijk effect hebben gehad op het bespelen van het spel, aangezien met bepaalde voorkennis bepaalde puzzels makkelijker op te lossen zijn. Voor vervolgonderzoek zou het verstandig zijn om paren in collaboratie te kiezen die elkaar van tevoren niet kennen en daarnaast ook geen mogelijke voorkennis van het spel hebben om zo de betrouwbaarheid te vergroten.

Ten vierde kan de validiteit nog worden verhoogd binnen dit onderzoek. Binnen de twee condities van het onderzoek waren namelijk verschillende levels gebruikt. Dit kan mogelijk schadelijk zijn voor de validiteit. Er is wel een oplossing voor in vervolgonderzoek. Er is namelijk voor het spel Portal 2 ook een level creator, waarin iemand eigen levels kan samenstellen. Dit programma heet Portal 2 Puzzle Creator, en zit gratis bij het spel Portal 2 op Mac en Windows. Het programma is niet heel complex om te gebruiken maar er kunnen zeer complexe puzzels mee gebouwd worden. Dit programma kan gebruikt worden om voor beide condities levels te maken van dezelfde moeilijkheidsgraad. Met dit programma kunnen vervolgens gevaren voor de validiteit verminderd worden, aangezien levels aangepast kunnen worden totdat ze gelijk aan elkaar zijn. Maar aansluitend zijn naast de levels de twee verschillende gamemodes ook nog een gevaar voor validiteit. Zo verschilt de multiplayer versie met de single player versie erin dat er twee personages zijn, de puzzels meer portals en meer handelingen tegelijk bevatten, samenwerking bevatten en ander gebruik van de spelelementen hebben. Er kan dus nog wel met de Portal 2 Puzzle Creator ervoor gezorgd worden dat levels zo identiek mogelijk aan elkaar zijn, om validiteit te beschermen.

Ten vijfde zijn de gebruikte kennistoetsen nog een gevaar voor de validiteit van het onderzoek. Er werd er één vooraf gegeven en één achteraf. De toetsen waren identiek qua vragen en moeilijkheid, maar er konden mogelijke priming effecten optreden. Na het maken van de eerste toets om vervolgens het spel te spelen heeft mogelijke invloed gehad op het maken van de tweede toets, gezien deze dezelfde soort vragen bevatte. Om deze effecten te testen zou er een extra controle groep worden moeten toegevoegd die alleen beide problem solving testen maakt met een zelfde duur van pauze waarin de andere groepen het spel speelden. Dit is niet getest vanwege beschikbaarheid van tijd en de beschikbaarheid van participanten. Aansluitend is nog een andere factor van validiteit het mogelijke verschil tussen de kennistoets en het spel. Beiden toetsen de bekwaamheid op het gebied van probleem oplossen, hoewel beiden wel verschillen in de manier waarop. Om de validiteit te verhogen zou dit eerst onderzocht moeten worden of zou er een specifieke kennistoets moeten worden gemaakt die Portal gerelateerde vragen stelt. Om hieraan toe te voegen is ook bij de resultaten gevonden dat de game score geen significante relatie heeft met de

verschilscore op de kennistoetsen. Dit geeft een mogelijk verband aan tot dit probleem met validiteit in zowel priming als relatie tussen het spel en de kennistoetsen.

Ten zesde kunnen de opgenomen gesprekken nog geanalyseerd worden. Wegens tijdsdruk is dit in het onderzoek weggelaten. Niettemin is het een belangrijke factor voor onderzoek, in andere onderzoeken zijn veel aanwijzingen gevonden op verhoging van communicatie niveau's via ondersteuning. Mogelijk kan bij dit onderzoek het multiplayer aspect en het spel Portal 2 tot hogere communicatie niveau's hebben geleid die GBL ondersteunen.

Tot slot, het doel van dit onderzoek was om te bekijken of het multiplayer aspect in collaboratie een kennis toename weergaf vergeleken met een individueel gespeelde single player versie ervan. Uit deze studie is gekomen dat het inderdaad lijkt dat een multiplayer spel met daarbij geforceerde samenwerking door regels een kennis toename toont in vergelijking met een single player versie ervan die individueel gespeeld wordt. Toch zijn er nog veel vragen over dit onderzoek en zijn er vele mogelijke verbeteringen mogelijk. Maar dit betekent juist dat er ook veel ruimte is voor potentieel onderzoek aangezien er nog niet veel onderzoek op het multiplayer aspect is verricht. Het is wel verder belangrijk om te testen of de resultaten generaliseerbaar zijn naar andere populaties en mogelijk andere serious games. Maar als dit eenmaal is gebeurd, kan gekeken worden naar wat de beste vormen van ondersteuning zijn binnen serious games, en wat zorgt voor de optimale leerresultaten. Zo kan GBL uiteindelijk in uitgebreide vorm effectief in het onderwijs worden toegepast.

Referenties

- Cohen, E.G. (1994). Restructing in the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35.
- Darrow, C. (1935). Monopoly (Board Game). *Pawtucket, RI: Hasbro*.
- de Jong, T. (2006). Computer simulations - Technological Advances in inquiry learning. *Science*, 312 (5773), 532-533.
- Dempsey, J.V., Haynes, L.L., Lucassen, B.A., & Casey, M.S. (2002). Forty simple computer games and what they could mean to educators. *Simulation & Gaming*, 33(2), 157-168.
- Fromme, J. (2003). Computer Games as a part of children's culture. *The International Journal of Computer Game Research*, 3(1), 1-23.
- Harteveld, C., & Bekebrede, G. (2011). Learning in single- versus multiplayer games: the more the merrier? *Simulation Gaming*, 42(1), 43-63.
- Kagan, S. (2003). Structureel coöperatief leren: hét internationale standaardwerk. *RPCZ Educatieve Uitgeverij, Middelburg*.
- Kagan, S. (2004). Structureel coöperatief leren. *Vlissingen: Bazalt*.
- Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: engaged learning from gameplay? *Computers & Education*, 51(4), 1609-1620.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: towards an experiential gaming model. *Internet and Higher Education*, 8(1), 13-24.
- Leemkuil, H., & de Jong, T. (2004). Games en gaming. In P. Kirschner (Ed.), *ICT in het onderwijs: The next generation* (pp. 41-63). *Alphen aan de Rijn: Kluwer B.V*

- Leemkuil, H., & de Jong, T. (2012). Adaptive advice in learning with a computer-based knowledge management simulation game. *Academy of Management Learning & Education*, 11(4), 653-665.
- Malone, T.W., & Lepper, M. (1987). Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. In R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.), *Aptitude learning and instruction: Vol. III. Conative and affective process analysis* (pp. 255-286). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (2005). Role of guidance, reflection, and interactivity in an agent-based multimedia game. *Journal of Educational Psychology*, 97, 117-128.
- Prensky, M. (2003). Digital Game-Based Learning. *ACM Computers in Entertainment*, 1, 1-4.
- Salen, K. & Zimmerman, E. (2004). Rules of Play: Game Design Fundamentals. *MIT Press, Cambridge*.
- Senge, P.M. (1990). The fifth discipline: The art and practice of the learning organization. *New York, NY: Doubleday*.
- Van der Meij, H., Albers, E., & Leemkuil, H. (2011). Learning from games: does collaboration help? *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 655-664.
- Vogel, J.J., Vogel, D.S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C.A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: a meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243.
- Wouters, P., Paas, F. & van Merriënboer, J.J.M. (2008). How to optimize learning from animated models: A review of guidelines based on cognitive load. *Review of Educational Research*, 78, 645-675.

Wouters, P., & van Oostendorp, H. (2013). A meta-analytic review of the role of instructional support in game-based learning. *Computers & Education*, 60(1), 412-425.

Bijlagen

Bijlage 1: Instructieformulier proefpersoon

Instructies deelnemer

Geachte deelnemer,

Welkom bij dit onderzoek over probleem oplossende vaardigheden met het puzzelspel Portal 2. In dit onderzoek wordt van u verwacht dat u het spel portal 2 gaat spelen, en daarbij vooraf en achteraf vragenlijsten invult. Het onderzoek zal ongeveer 2 en half uur innemen. U zult ten eerste een paar algemene vragen krijgen (i.e. leeftijd etc.). Vervolgens krijgt u de eerste vragenlijst over probleem oplossende vaardigheden, hiervoor krijgt u 3 kwartier de tijd om deze in te vullen. Daarna zal de onderzoeker u opzetten met het spel, zodat u weet hoe u het moet spelen. U krijgt een uur de tijd om het spel te spelen en te verkennen, als u alle levels heeft verslagen mag u ook al door naar het volgende onderdeel. Als u tijdens het spelen van het spel naast de controls van het spel vragen heeft kunt u de onderzoeker roepen. Vervolgens gaat u weer een probleem oplossende vragenlijst maken waar u ongeveer 3 kwartier de tijd voor krijgt. Aansluitend krijgt u nog een kleine vragenlijst gericht op het spel, deze vragenlijst zal ongeveer 2 minuten in beslag nemen. Vervolgens bent u klaar en kunt u uw proefpersoon credits claimen. Ook kunt u achteraf eventuele vragen over het onderzoek stellen en is de onderzoeker bereid om via email nog vragen te behandelen of na het onderzoek in persoon.

Bijlage 2: Algemene vragenlijst

Algemene vragen

1. Geslacht: M / V
2. Leeftijd:
3. Studie:
4. Sinds wanneer studeert u aan de UT:
5. Kende u het spel Portal 2 al en heeft u het al is gespeeld?:
6. Hoeveel ervaring heeft u in het algemeen met computer spellen, heel weinig, weinig, gemiddeld, veel, heel veel?:

.....

Bijlage 3: Informed consent

*Ik stem geheel vrijwillig in met deelname aan dit onderzoek. Ik behoud daarbij het recht deze instemming weer in te trekken zonder dat ik daarvoor een reden hoeft op te geven en beseft dat ik op elk moment mag stoppen met het experiment. Indien mijn onderzoeksresultaten gebruikt zullen worden in wetenschappelijke publicaties, dan wel op een andere manier openbaar worden gemaakt, zal dit volledig geanonimiseerd gebeuren. Mijn persoonsgegevens zullen niet door derden worden ingezien zonder mijn uitdrukkelijke toestemming. Als ik nog verdere informatie over het onderzoek zou willen krijgen, nu of in de toekomst, kan ik me wenden tot **a.josee@student.utwente.nl** Vragen over de aard en doelstelling van het onderzoek kunnen na afloop gesteld worden.*

.....

Naam proefpersoon

.....

Handtekening

Ik heb toelichting verstrekt op het onderzoek. Ik verklaar mij bereid nog opkomende vragen over het onderzoek naar vermogen te beantwoorden.'

.....

Naam onderzoeker

.....

Handtekening

Bijlage 4: Portal vragenlijst

Portal Vragenlijst

1. Heeft u het spel in samenwerking of alleen gespeeld?

.....

2. Hoeveel levels heeft u gehaald?

.....

3. Op een schaal van 1 tot 10, in hoeverre denkt u dat u het spel doorgrondt heeft en begrijpt?

.....

4. Op een schaal van 1 tot 10, in hoeverre vond u hoe goed u het spel kon spelen? (qua besturing controller en het doorlopen van de levels)

.....

Vragen voor samenwerking:

5. Op een schaal van 1 tot 10 in hoeverre had de samenwerking met een tweede speler toegevoegde waarde voor u bij het begrijpen van het spel?

.....

6. Op een schaal van 1 tot 10 in hoeverre ervaarde u plezier in het samenwerken met een tweede speler?

.....

Bijlage 5: Problem solving vragenlijst 1

Problem Solving test 1

First read the story, then answer the questions accordingly on your answer sheet.

MOVIE OUTING

This problem is about finding a suitable time and date to go to a movie.

Isaac, a 15-year-old, wants to organize a movie outing with two of his friends, who are of the same age, during the one-week school vacation. The vacation begins on Saturday March 24th and ends on Sunday April 1st.

Isaac asks his friends for suitable dates and times for the outing. The following information is what he received.

Fred: "I have to stay home on Monday and Wednesday afternoons for music practice between 2:30 and 3:30"

Stanley: "I've to visit grandmother on Sundays, so it can't be Sundays. I have seen Pokamin and don't want to see it again."

Isaac's parents insist that he only goes to movies suitable for his age and does not walk home. They will pick up the boys any time up to 10 p.m.

Isaac checks the movie times for the vacation week. This is the information that he finds.

TIVOLI MOVIE THEATER

Advance Booking Number: 919-545-6400

24 hour phone number: 919-545-6405

Bargain Day Tuesdays: All films \$5

Films showing from Fri March 23rd for two weeks:

Children in the Net 113 mins 2:00 p.m. (Mon-Fri only) 9:35 p.m. (Sat/Sun only) Suitable only for persons of 12 years and over	Pokamin 105 mins 1:40 p.m. (Daily) 4:35 p.m. (Daily) Parental Guidance. General viewing, but some scenes may be unsuitable for young children
Monsters from the Deep 164 mins 7:55 p.m. (Fri/Sat only) Suitable only for persons of 18 years and over	Enigma 144 mins 3:00 p.m. (Mon-Fri only) 6:00 p.m. (Sat/Sun only) Suitable only for persons of 12 years and over
Carnivore 148 mins 6:30 p.m. (Daily) Suitable only for persons of 18 years and over	King of the Wild 117 mins 2:35 p.m. (Mon-Fri only) 6:50 p.m. (Sat/Sun only) Suitable for persons of all ages

Question 1: MOVIE OUTING

X601Q01

Question intent: Decision Making

Taking into account the information Isaac found on the movies, and the information he got from his friends, which of the six movies should Isaac and the boys consider watching?

Circle "Yes" or "No" for each movie.

Movie	Should the three boys consider watching the movie?
Children in the Net	Yes / No
Monsters from the Deep	Yes / No
Carnivore	Yes / No
Pokamin	Yes / No
Enigma	Yes / No
King of the Wild	Yes / No

Question 2: MOVIE OUTING*Question intent: Decision Making*

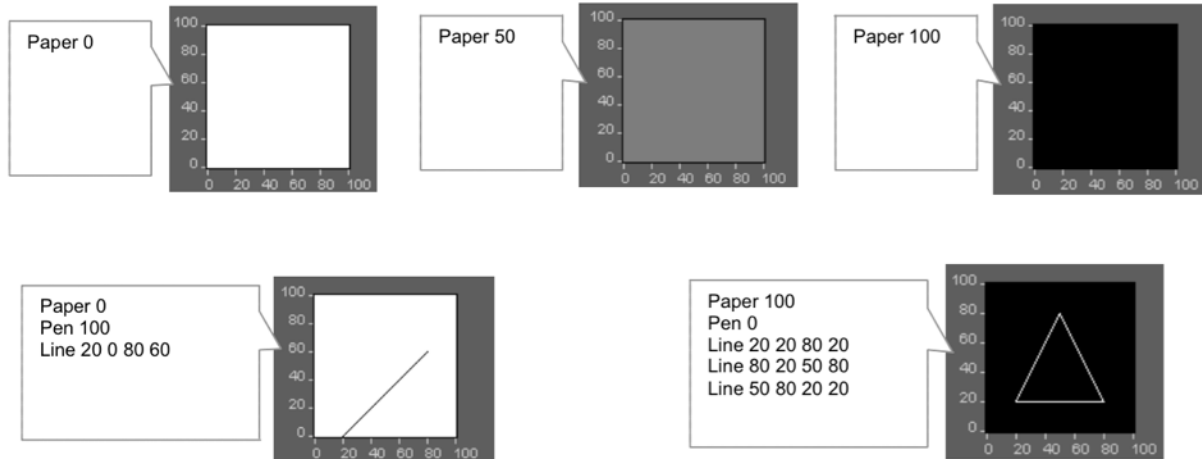
If the three boys decided on going to "Children in the Net," which of the following dates is suitable for them?

- . A Monday, March 26th
- . B Wednesday, March 28th
- . C Friday, March 30th
- . D Saturday, March 31st
- . E Sunday, April 1st

DESIGN BY NUMBERS[®]

Design by Numbers is a design tool for generating graphics on computers. Pictures can be generated by giving a set of commands to the program.

Study carefully the following example commands and pictures before answering the questions.



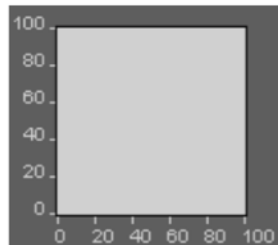
Question 1: DESIGN BY NUMBERS

X412Q01

Question intent: System Analysis and Design

Which of the following commands generated the graphic shown below?

- A Paper 0
- B Paper 20
- C Paper 50
- D Paper 75



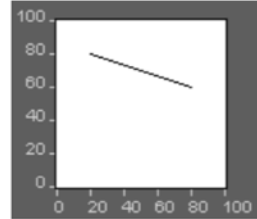
Question 2: DESIGN BY NUMBERS

X412Q02

Question intent: System Analysis and Design

Which of the following set of commands generated the graphic shown below?

- A Paper 100 Pen 0 Line 80 20 80 60
- B Paper 0 Pen 100 Line 80 20 60 80
- C Paper 100 Pen 0 Line 20 80 80 60
- D Paper 0 Pen 100 Line 20 80 80 60

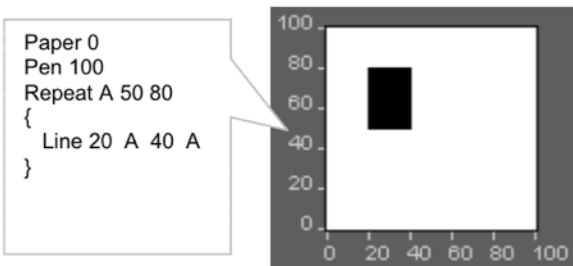


Question 3: DESIGN BY NUMBERS

X412Q03 - 0 1 2 9

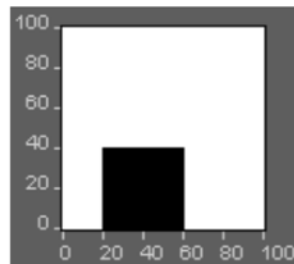
Question intent: System Analysis and Design

The following shows an example of the “Repeat” command.



The command “Repeat A 50 80” tells the program to repeat the actions in brackets { }, for successive values of A from A=50 to A=80.

Write commands to generate the following graphic:



TRIP

This problem is about planning the best route for a trip.

Figures 1 and 2 show a map of the area and the distances between towns.

Figure 1: Map of roads between towns.

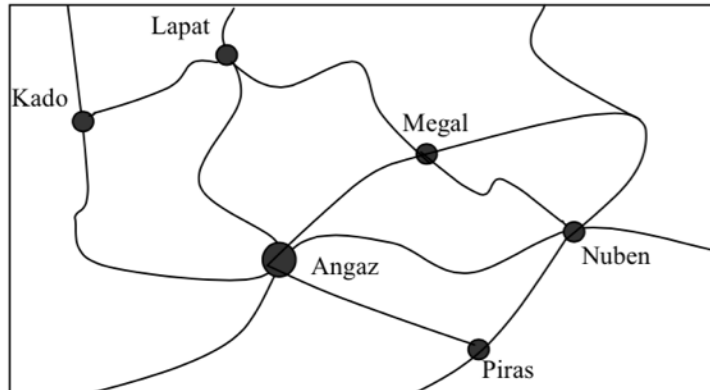


Figure 2: Shortest road distance of towns from each other in kilometres.

Angaz						
Kado	550					
Lapat	500	300				
Megal	300	850	550			
Nuben	500		1000	450		
Piras	300	850	800	600	250	

Question 1: TRIP

X602Q01 – 0 1 9

Question intent: Decision Making

Calculate the shortest distance by road between Nuben and Kado.

Distance:..... kilometers.

Question 2: TRIP

X602Q02 - 0 1 2 9

Question intent: Decision Making

Zoe lives in Angaz. She wants to visit Kado and Lapat. She can only travel **up to 300 kilometres** in any one day, but can break her journey by camping overnight anywhere between towns.

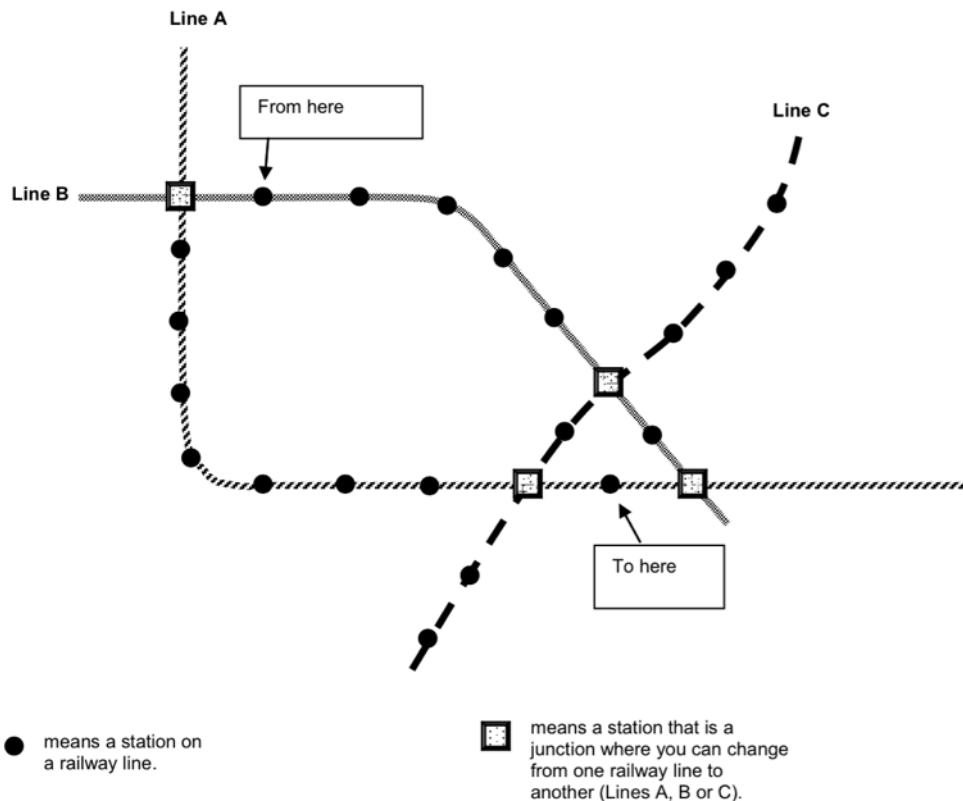
Zoe will stay for **two nights** in each town, so that she can spend one whole day sightseeing in each town.

Show Zoe's itinerary by completing the following table to indicate where she stays each night.

Day	Overnight Stay
1	Camp-site between Angaz and Kado.
2	
3	
4	
5	
6	
7	Angaz

TRANSIT SYSTEM

The following diagram shows part of the transportation system of a city in Zedland, with three railway lines. It shows where you are now, and where you have to go.



The fare is based on the number of stations travelled (not counting the station where you start your journey). Each station travelled costs 1 zed.

The time taken to travel between two adjacent stations is about 2 minutes.

The time taken to change from one railway line to another at a junction is about 5 minutes.

Question 1: TRANSIT SYSTEM

X415Q01 - 01 02 11 12 13 21 22 99

Question intent: Decision Making

The diagram indicates a station where you are currently at ("From here"), and the station where you want to go ("To here"). **Mark on the diagram** the best route in terms of cost and time, and indicate below the fare you have to pay, and the approximate time for the journey.

Fare: zeds.

Approximate time for journey: minutes.

CHILDREN'S CAMP

The Zedish Community Service is organizing a five-day Children's Camp. 46 children (26 girls and 20 boys) have signed up for the camp, and 8 adults (4 men and 4 women) have volunteered to attend and organize the camp.

Table 1: Adults

Mrs. Madison
Mrs. Carroll
Ms. Grace
Ms. Kelly
Mr. Stevens
Mr. Neill
Mr. Williams
Mr. Peters

Table 2: Dormitories

Name	Number of beds
Red	12
Blue	8
Green	8
Purple	8
Orange	8
Yellow	6
White	6

Dormitory rules:

1. Boys and girls must sleep in separate dormitories.
2. At least one adult must sleep in each dormitory.
3. The adult(s) in a dormitory must be of the same gender as the children.

Question 1: CHILDREN'S CAMP

X417Q01 - 0 1 2 9

Question intent: System Analysis and Design

Dormitory Allocation.

Fill the table to allocate the 46 children and 8 adults to dormitories, keeping to all the rules.

Name	Number of boys	Number of girls	Name(s) of adult(s)
Red			
Blue			
Green			
Purple			
Orange			
Yellow			
White			

Innovation Capital

The *Group of Eight* or *G8* is a group comprised of political representatives of eight of the world's largest eleven economies: United States, United Kingdom, Canada, Germany, France, Italy, Japan and Russia. The *G8* meet periodically to discuss issues of importance to member states and agree upon measures to address these issues.

The countries that comprise the *G8* have been experiencing slow economic growth in recent years, and this is an important topic to be discussed at the next meeting of *G8* Finance Ministers. In preparation for this meeting, a McKinsey team, working together with a group of external thought leaders and academics, are preparing a report on the importance of Innovation as a contributor to economic growth. The team intends to introduce a concept to the *G8* representatives known as 'Innovation Capital', which is the value of all innovation-related assets which contribute to growth in productivity in the economy.

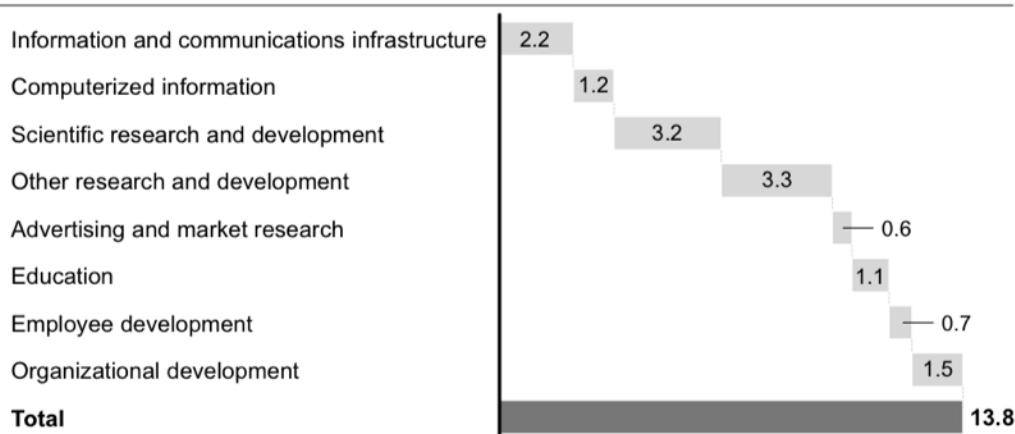
The team further defines three types of Innovation Capital:

- **Physical Capital:** Investments in information and communication equipment
- **Knowledge Capital:** Investments that build the intellectual property and brand value of a company or organization
- **Human Capital:** Investments that build individual or group abilities and skills within companies or organizations

Exhibit 1 shows the main components of Innovation Capital and their total value across 16 countries that the team has been studying, including the members of the *G8*.

Exhibit 1

Total innovation capital, (US\$ trillions)



1. Which of the following MOST accurately describes the reason for the team's work in preparing for the G8 meeting?
 - A. The team has discovered a new economic measure known as Innovation Capital and wants to introduce it
 - B. The team wants to explain how Innovation can drive economic growth
 - C. The team wants to explain how Innovation can represent a large proportion of an economy's size
 - D. The team wants to convince the group to invest more in Innovation Capital in the future

2. Which of the following analyses would be LEAST appropriate in better understanding the size of investments in Innovation Capital in the countries the team has been studying?
 - A. Analysis of expenditure by organizations on training programs for their employees
 - B. Analysis of expenditure by organizations on activities which build awareness of their aims and purpose
 - C. Analysis of expenditure by organizations on networking and socialization meetings and events
 - D. Analysis of expenditure by organizations on the management of their databases and information systems

3. Which of the following can be concluded based on the information provided in Exhibit 1 regarding the countries being studied?
 - A. 45% of all Human Capital is invested in Organizational Development
 - B. 51% of all Innovation Capital is Knowledge Capital
 - C. More than 10% of Innovation Capital is invested in Computerized Information
 - D. More than a quarter of Innovation Capital is Scientific Research & Development

4. If total Innovation Capital in Exhibit 1 were to grow by 5% per year in the future, which of the following would be the MINIMUM required annual growth in Human Capital that would see it represent more than half of total Innovation Capital in 10 years?

- A. 10%
- B. 15%
- C. 20%
- D. 25%

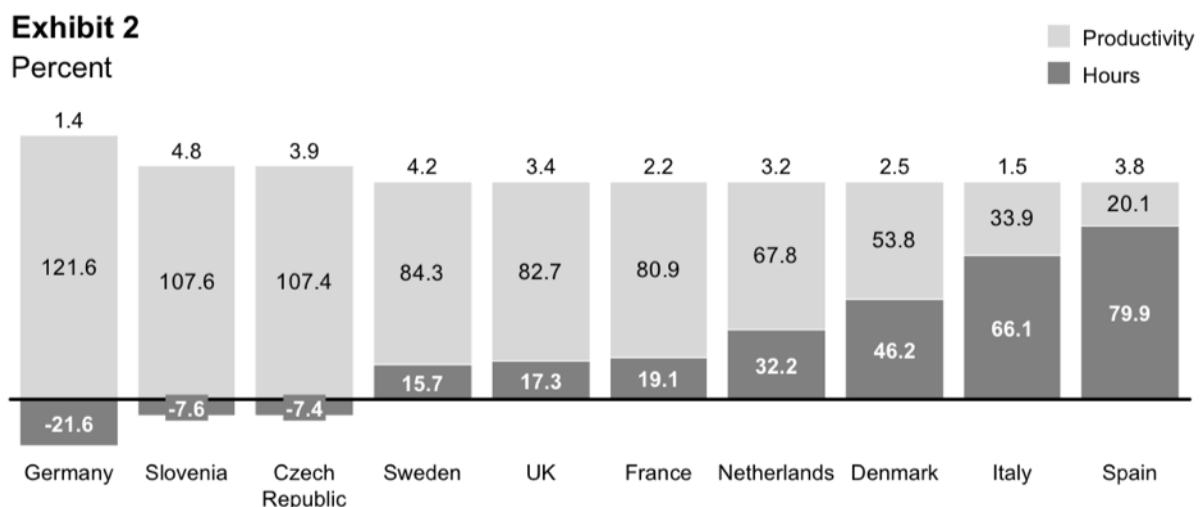
The team proceeds to examine changes in business sector growth in a number of European countries in recent years, that is, the change in the total value of goods and services produced by the business sectors in these countries.

Growth in the value of goods and services can be driven by two factors:

Hours: Changes in the total hours worked can drive changes in the total goods and services produced

Productivity: Even if the same number of hours have been worked, a more or less productive workforce can generate greater or lesser goods and services.

Exhibit 2 shows the average contribution of these two factors towards business sector growth in ten European countries over the last 12 years. Average annual business sector growth is given at the top of each bar. Within each bar, the light grey portion represents the proportion of this growth driven by changes in Productivity, while the dark grey portion represents the proportion of this growth driven by changes in Hours.



5. Which of the following statements, if true, would BEST explain why the information in Exhibit 2 is important for the team?
- A. Most of the countries in Exhibit 2 have experienced negative economic growth in the last 2 years
 - B. In most countries, the business sector is the biggest contributor towards Innovation Capital
 - C. Growth in Hours is mostly driven by growth in the size of the working population
 - D. Growth in Productivity is mostly driven by growth in Innovation
6. Which of the following statements is TRUE based on the information provided in Exhibit 2?
- A. Hours grew by 24% across all ten countries over the last 12 years
 - B. Slovenia had the greatest growth in Productivity over the last 12 years
 - C. Spain had the least growth in Productivity over the last 12 years
 - D. Germany had the least growth in Hours over the last 12 years
7. To the nearest tenth of a percentage point, what is the difference between Germany's and Spain's average annual business sector growth due to productivity over the last 12 years?
- A. 0.1 percentage points
 - B. 0.5 percentage points
 - C. 0.9 percentage points
 - D. 1.3 percentage points

8. Which of the following, if true, LEAST explains the data for Slovenia and Czech Republic in Exhibit 2?
- A. Over the last 20 years, the average age of the population in these countries has been steadily increasing
 - B. Prior to the period in Exhibit 2, these countries were emerging from Communist economies with comparatively poor infrastructure and productivity
 - C. Net migration into these countries has been negative over the last 12 years
 - D. Changes in employment laws in these countries have led to greater flexibility for employers in setting working hours for their employees

In preparing further for the *G8* meeting, the team decides that it would be a good idea to use some specific examples of recent major innovations to help better explain the importance of Innovation Capital.

A team member suggests using Apple's *iPod* music player as such an example. The team readily agrees to this suggestion. They believe that the development of the *iPod* not only illustrates all three types of Innovation Capital, but it also shows how up-front investment in Innovation Capital can lead to follow-on advantages for the investor that accumulate over time.

9. Which of the following statements LEAST illustrates the Innovation Capital underlying the development of Apple's *iPod*?
- A. New software and technology was required to allow the distribution of music through online channels
 - B. New pricing was negotiated with the music industry to encourage online music purchasing
 - C. New design concepts were developed that gave the product an appealing look and feel
 - D. A new way of working with the music industry was developed to allow rapid distribution of new music to *iPod* users

Bijlage 6: Antwoordformulier Problem solving vragenlijst 1

Antwoordformulier Problem Solving test 1

Movie Outing:

1.

Movie	Should the three boys consider watching the movie?
Children in the Net	Yes / No
Monsters from the Deep	Yes / No
Carnivore	Yes / No
Pokamin	Yes / No
Enigma	Yes / No
King of the Wild	Yes / No

2. . A Monday, March 26th
- . B Wednesday, March 28th
- . C Friday, March 30th
- . D Saturday, March 31st
- . E Sunday, April 1st

Design by numbers:

1. A Paper 0
- B Paper 20
- C Paper 50
- D Paper 75

2. A Paper 100 Pen 0 Line 80 20 80 60
- B Paper 0 Pen 100 Line 80 20 60 80
- C Paper 100 Pen 0 Line 20 80 80 60
- D Paper 0 Pen 100 Line 20 80 80 60

3.
-
-
-
-

Trip

1. Distance: Kilometers.

- 2.

Day	Overnight Stay
1	Camp-site between Angaz and Kado.
2	
3	
4	
5	
6	
7	Angaz

Transit System

1. Fare: Zeds.

Approximate time for journey: minutes.

Children's Camp

1.

Name	Number of boys	Number of girls	Name(s) of adult(s)
Red			
Blue			
Green			
Purple			
Orange			
Yellow			
White			

Innovation Capital

1. A B C D
2. A B C D
3. A B C D
4. A B C D
5. A B C D
6. A B C D
7. A B C D
8. A B C D
9. A B C D

Bijlage 7: Problem solving vragenlijst 2

Problem Solving test 2

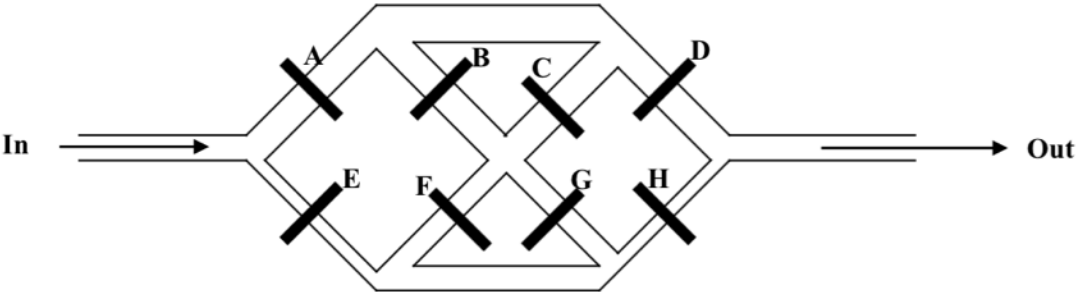
First read the story, then answer the questions accordingly on your answer sheet.

IRRIGATION

Below is a diagram of a system of irrigation channels for watering sections of crops. The gates A to H can be opened and closed to let the water go where it is needed. When a gate is closed no water can pass through it.

This is a problem about finding a gate which is stuck closed, preventing water from flowing through the system of channels.

Figure 1: A system of irrigation channels



Michael notices that the water is not always going where it is supposed to.

He thinks that one of the gates is stuck closed, so that when it is switched to “open”, it does not open.

Question 1: IRRIGATION

X603Q01 - 0 1 9

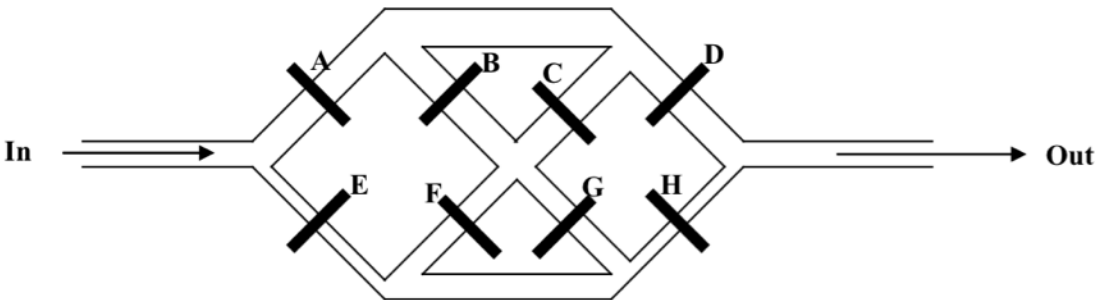
Question intent: Trouble Shooting

Michael uses the settings given in Table 1 to test the gates.

Table 1: Gate Settings

A	B	C	D	E	F	G	H
Open	Closed	Open	Open	Closed	Open	Closed	Open

With the gate settings as given in Table 1, **on the diagram below** draw all the possible paths for the flow of water. Assume that all gates are working according to the settings.



Question 2: IRRIGATION

X603Q02

Question intent: Trouble Shooting

Michael finds that, when the gates have the Table 1 settings, no water flows through, indicating that at least one of the gates set to “open” is stuck closed.

Decide for each problem case below whether the water will flow through all the way. Circle “Yes” or “No” in each case.

Problem Case	Will water flow through all the way?
Gate A is stuck closed. All other gates are working properly as set in Table 1.	Yes / No
Gate D is stuck closed. All other gates are working properly as set in Table 1.	Yes / No
Gate F is stuck closed. All other gates are working properly as set in Table 1.	Yes / No

Question 3: IRRIGATION

X603Q03 - 0 1 9

Question intent: Trouble Shooting

Michael wants to be able to test whether **gate D** is stuck closed.

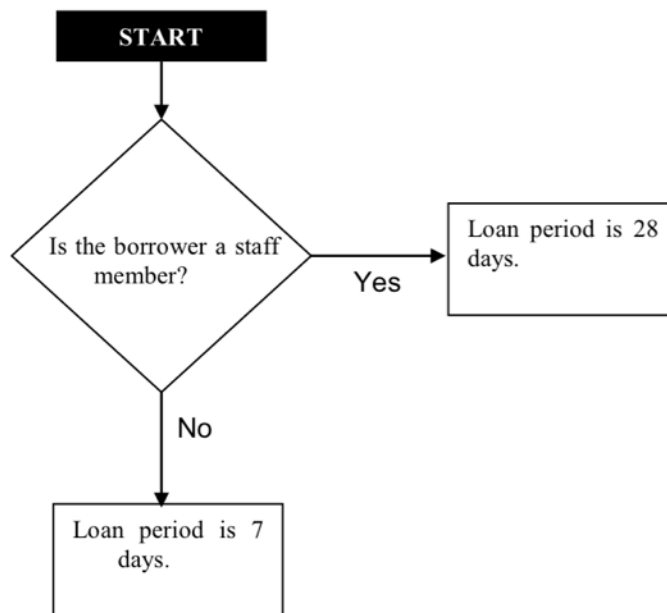
In the following table, show settings for the gates to test whether **gate D** is stuck closed when it is set to “open”.

Settings for gates (each one “open” or “closed”)

A	B	C	D	E	F	G	H

LIBRARY SYSTEM

The **John Hobson High School** library has a simple system for lending books: for staff members the loan period is 28 days, and for students the loan period is 7 days. The following is a decision tree diagram showing this simple system:



The **Greenwood High School** library has a similar, but more complicated, lending system:

- All publications classified as "Reserved" have a loan period of 2 days.
- For books (not including magazines) that are **not** on the reserved list, the loan period is 28 days for staff, and 14 days for students.
- For magazines that are **not** on the reserved list, the loan period is 7 days for everyone.
- Persons with any overdue items are not allowed to borrow anything.

Question 1: LIBRARY SYSTEM

X402Q01

Question intent: System Analysis and Design

You are a student at **Greenwood High School**, and you do not have any overdue items from the library. You want to borrow a book that is **not** on the reserved list. How long can you borrow the book for?

Answer: days.

Question 2: LIBRARY SYSTEM

X402Q02 - 01 02 11 12 21 22 23 31 99

Question intent: System Analysis and Design

Develop a decision tree diagram for the **Greenwood High School Library** system so that an automated checking system can be designed to deal with book and magazine loans at the library. Your checking system should be as efficient as possible (i.e. it should have the least number of checking steps). Note that each checking step should have only **two** outcomes and the outcomes should be labelled appropriately (e.g. "Yes" and "No").



ENERGY NEEDS

This problem is about selecting suitable food to meet the energy needs of a person in Zedland. The following table shows the recommended energy needs in kilojoules (kJ) for different people. [NOTE: A kilojoule is the metric unit for energy, similar to a Calorie.]

DAILY ENERGY NEEDS RECOMMENDED FOR ADULTS

		MEN	WOMEN
Age (years)	Activity Level	Energy Needed (kJ)	Energy Needed (kJ)
From 18 to 29	Light	10660	8360
	Moderate	11080	8780
	Heavy	14420	9820
From 30 to 59	Light	10450	8570
	Moderate	12120	8990
	Heavy	14210	9790
60 and above	Light	8780	7500
	Moderate	10240	7940
	Heavy	11910	8780

ACTIVITY LEVEL ACCORDING TO OCCUPATION

Light:

Indoor sales person
Office worker
Housewife

Moderate:

Teacher
Outdoor salesperson
Nurse

Heavy:

Construction worker
Laborer
Sportsperson

Question 1: ENERGY NEEDS

X430Q01 - 0 1 9

Question intent: Decision Making

Mr. David Edison is a 45-year-old teacher. What is his recommended daily energy need in kJ?

Answer:..... kilojoules.

Jane Gibbs is a 19-year-old high jumper. One evening, some of Jane's friends invite her out for dinner at a restaurant. Here is the menu.

MENU		Jane's estimate of energy per serving (kJ)
Soups:	Tomato Soup	355
	Cream of Mushroom Soup	585
Main courses:	Mexican Chicken	960
	Caribbean Ginger Chicken	795
	Pork and Sage Kebabs	920
Salads:	Potato Salad	750
	Spinach, Apricot and Hazelnut Salad	335
	Couscous Salad	480
Desserts:	Apple and Raspberry Crumble	1380
	Ginger Cheesecake	1005
	Carrot Cake	565
Milk shakes:	Chocolate	1590
	Vanilla	1470

The restaurant also has a special fixed price menu.

Fixed Price Menu 50 zeds Tomato Soup Caribbean Ginger Chicken Carrot Cake
--

Question 2: ENERGY NEEDS

X430Q02 - 0129

Question intent: Decision Making

Jane keeps a record of what she eats each day. Before dinner on that day her total intake of energy had been 7520 kJ.

Jane does **not** want her total energy intake to go **below or above her recommended daily amount** by more than 500 kJ.

Decide whether the special "Fixed Price Menu" will allow Jane to stay within ± 500 kJ of her recommended energy needs. Show your work.

COURSE DESIGN

A technical college offers the following 12 subjects for a 3-year course, where the length of each class is one year:

	Class Code	Class Name
1	M1	Mechanics Level 1
2	M2	Mechanics Level 2
3	E1	Electronics Level 1
4	E2	Electronics Level 2
5	B1	Business Studies Level 1
6	B2	Business Studies Level 2
7	B3	Business Studies Level 3
8	C1	Computer Systems Level 1
9	C2	Computer Systems Level 2
10	C3	Computer Systems Level 3
11	T1	Technology and Information Management Level 1
12	T2	Technology and Information Management Level 2

Question 1: COURSE DESIGN

X414Q01 - 0 1 2 9

Question intent: System Analysis and Design

Each student will take 4 classes per year, thus completing 12 subjects in 3 years.

A student can only take a class at a higher level if the student has completed the lower level(s) of the same class in a previous year. For example, you can only take Business Studies Level 3 after completing Business Studies Levels 1 and 2.

In addition, Electronics Level 1 can only be taken after completing Mechanics Level 1, and Electronics Level 2 can only be taken after completing Mechanics Level 2.

Decide which classes should be offered for which year, by completing the following table. Write the class codes in the table.

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Year 1				
Year 2				
Year 3				

FREEZER

Jane bought a new upright freezer. The manual gave the following instructions:

- Connect the appliance to the power and switch the appliance on.
 - You will hear the motor running now.
 - A red warning light (LED) on the display will light up.
- Turn the temperature control to the desired position. Position 2 is normal.

Position	Temperature
1	-15°C
2	-18°C
3	-21°C
4	-25°C
5	-32°C

- The red warning light will stay on until the freezer temperature is low enough. This will take 1 - 3 hours, depending on the temperature you set.
- Load the freezer with food after four hours.

Jane followed these instructions, but she set the temperature control to position 4. After 4 hours, she loaded the freezer with food.

After 8 hours, the red warning light was still on, although the motor was running and it felt cold in the freezer.

Question 1: FREEZER

X423Q02

Question intent: Trouble Shooting

Jane wondered whether the warning light was functioning properly. Which of the following actions and observations would suggest that the light was working properly?

Circle "Yes" or "No" for each of the three cases.

Action and Observation	Does the observation suggest that the warning light was working properly?
She put the control to position 5 and the red light went off.	Yes / No
She put the control to position 1 and the red light went off.	Yes / No
She put the control to position 1 and the red light stayed on.	Yes / No

Marcadia

Marcadia is an online store which offers a wide range of goods to customers via mail order. *Marcadia* has been in existence for five years and has seen rapid growth in sales during this period, as more and more new customers signed up. However, recently *Marcadia*'s customer numbers have plateaued and this has resulted in slower sales and profit growth.

The Managing Director of *Marcadia* has engaged McKinsey to help her better understand the purchasing behavior of her customers. She believes that a better understanding of customer purchasing can lead to more targeted and successful marketing. She tells the team: 'I'm sure that our most valuable customers have certain purchasing behaviors that we can identify. If we can encourage more of our customers to adopt those behaviors, we can make them more valuable to us and this can inject a new source of growth into our business.'

Exhibit 3 shows some data which the team has collected regarding a sample of 500,000 *Marcadia* customers who signed up in the last calendar year.

The customers are split into quintiles according to their one year customer value, from lowest to highest. 'One year customer value' is defined as the profit made by *Marcadia* on purchases made by a customer in their first year since signing up. Also presented is data on purchasing by customers in each quintile in their first 90 days since signing up, namely the average number of purchase transactions and the total revenue received by *Marcadia* from those transactions.

Exhibit 3

Average One Year Value US\$		Average after 90 days	
		Number of Transactions	Total Revenue
Quintile 1	1.0	1.1	\$79
Quintile 2	1.5	1.3	\$111
Quintile 3	3.0	1.5	\$120
Quintile 4	8.0	2.6	\$252
Quintile 5	26.0	5.7	\$490

1. Which of the following statements BEST describes why the Managing Director of *Marcadia* has engaged McKinsey?

- A. She believes that *Marcadia* can become better at identifying customers who stop making purchases
- B. She believes that *Marcadia* can become better at identifying ways to encourage customers to spend more
- C. She believes that, by focusing on the customers of greatest value, *Marcadia* can drive renewed growth in their business
- D. She believes that *Marcadia* can predict the purchasing behavior of its customers better

2. Which of the following CANNOT be concluded from the information presented in Exhibit 3 regarding the sample of customers analyzed?

- A. Purchasing by customers in their first 90 days is an indicator of their value to *Marcadia* in their first year
- B. Quintile 1 are the customers with the lowest profit margin for *Marcadia*
- C. The average customer makes between 2 and 3 transactions in the first 90 days since signing up
- D. The average one year customer value is \$7.90

3. What is the correct ranking of the five quintiles in Exhibit 3 according to the average transaction revenue, from lowest to highest?

- A. 1,2,4,3,5
- B. 1,2,3,4,5
- C. 1,3,2,4,5
- D. 1,3,2,5,4

4. If *Marcadia* had driven higher purchasing from the new customers in Exhibit 3 so that the one year value of customers in Quintiles 1 thru 4 were each to increase to the next highest quintile, how much greater would *Marcadia*'s total one year customer value have been?
- A. \$250,000
 - B. \$650,000
 - C. \$2.5 million
 - D. \$6.5 million

The team designs an email marketing pilot for 100,000 new customers who have made at least one purchase since joining. In this pilot, these new customers are split into two equal groups: a 'pilot' group and a 'control' group. The pilot group receives a specially designed email to encourage further purchasing, while the control group does not receive the email. All emails are sent to the pilot group at the same time, and the emails are designed differently according to the demographics of the customer and his or her prior purchasing behavior.

Following the pilot, the team constructs Exhibit 4. This shows the 'lift' in the purchasing behavior of the pilot group compared to the control group after the emails were sent to the pilot group. Horizontally, the information is divided according to how long ago the customer made their first *Marcadia* transaction, measured from the time the emails were sent to the pilot group. Vertically, the information is divided according to what kind of product was purchased in the customer's first *Marcadia* transaction. Within each box, the upper left portion shows the lift in the number of transactions, while the lower right portion shows the lift in the number of customers who made transactions. All data in Exhibit 4 is in percentage points.

Exhibit 4

% lift in number of transactions % lift in number of customers making transactions

		Weeks since 1st transaction				
		0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	Total
Electronics		1.6	7.0	-1.2	6.9	3.8
		3.5	6.4	1.8	9.0	5.0
Clothing/Apparel		3.0	-0.3	-6.0	-6.6	-1.7
		2.3	0.3	-3.7	0.1	0.0
Other		3.7	6.0	-2.4	-3.7	1.5
		2.2	4.4	0.4	0.5	1.9
Total		2.0	3.1	-2.4	-0.8	0.9
		2.0	2.8	-0.4	2.4	1.7

5. When comparing the pilot group to the control group, which of the following CAN be determined from the information provided in Exhibit 4 for customers who purchased Electronics in their first transaction?
- A. Percentage difference in average number of transactions per customer
 - B. Difference in number of customers making transactions
 - C. Two week time segment which had the greatest difference in number of transactions
 - D. Percentage of total lift in number of transactions represented by each two week time segment
6. If 10% of customers in the control group made transactions during the pilot, how many of the customers in the pilot group made transactions during the pilot?
- A. 5,085
 - B. 5,850
 - C. 10,170
 - D. 11,700
7. Which of the following CANNOT be concluded from the information presented in Exhibit 4?
- A. The pilot had no overall impact on the likelihood of making further transactions among customers whose first purchase was in Clothing/ Apparel
 - B. The pilot had a positive impact on the number of transactions per customer for customers who made their first transaction 4-6 weeks before emails were sent
 - C. The pilot had greatest impact among customers whose first transaction was in Electronics
 - D. Among customers whose first transaction was in 'Other', the pilot had greatest impact among those whose first transaction was more recent

8. Which of the following data from the pilot period would be LEAST useful to the team in further investigating the impact of the pilot on *Marcadia*'s business?
- A. Average transaction value for pilot group and control group customers
 - B. Percentage of pilot group emails that were not delivered and bounced back
 - C. Breakdown of data in 'Other' category to further levels of detail
 - D. Breakdown of two week time periods into weekly time periods

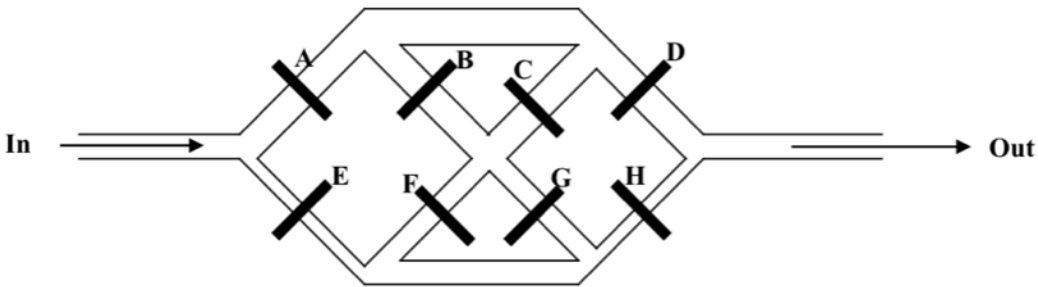
The team calls a meeting with the Managing Director of *Marcadia* to update her on the results of the pilot. While presenting the results of the pilot, one of the team members reminds the Managing Director that all new customers may have received emails from *Marcadia* which were not related to the pilot.

9. Which of the following is MOST LIKELY to be the reason for the statement by the team member to the Managing Director?
- A. The Managing Director is concerned that customers in the control group were neglected
 - B. The team are concerned about how well *Marcadia*'s staff executed the pilot
 - C. Customers who receive too many emails from the same company become less likely to open and read them
 - D. Customers may discover that they were not selected for the pilot and may be unhappy about this

Antwoordformulier Problem Solving test 2

Irrigation

1.



2.

Problem Case	Will water flow through all the way?
Gate A is stuck closed. All other gates are working properly as set in Table 1.	Yes / No
Gate D is stuck closed. All other gates are working properly as set in Table 1.	Yes / No
Gate F is stuck closed. All other gates are working properly as set in Table 1.	Yes / No

3.

Settings for gates (each one “open” or “closed”)

A	B	C	D	E	F	G	H

Library System

1. Answer: days.

START



2.

Energy Needs

1. Answer: kilojoules.

2.
.....
.....
.....

Course Design

1.

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Year 1				
Year 2				
Year 3				

Freezer

1.

Action and Observation	Does the observation suggest that the warning light was working properly?
She put the control to position 5 and the red light went off.	Yes / No
She put the control to position 1 and the red light went off.	Yes / No
She put the control to position 1 and the red light stayed on.	Yes / No

Marcadia

1. A B C D

2. A B C D

3. A B C D

4. A B C D

5. A B C D

6. A B C D

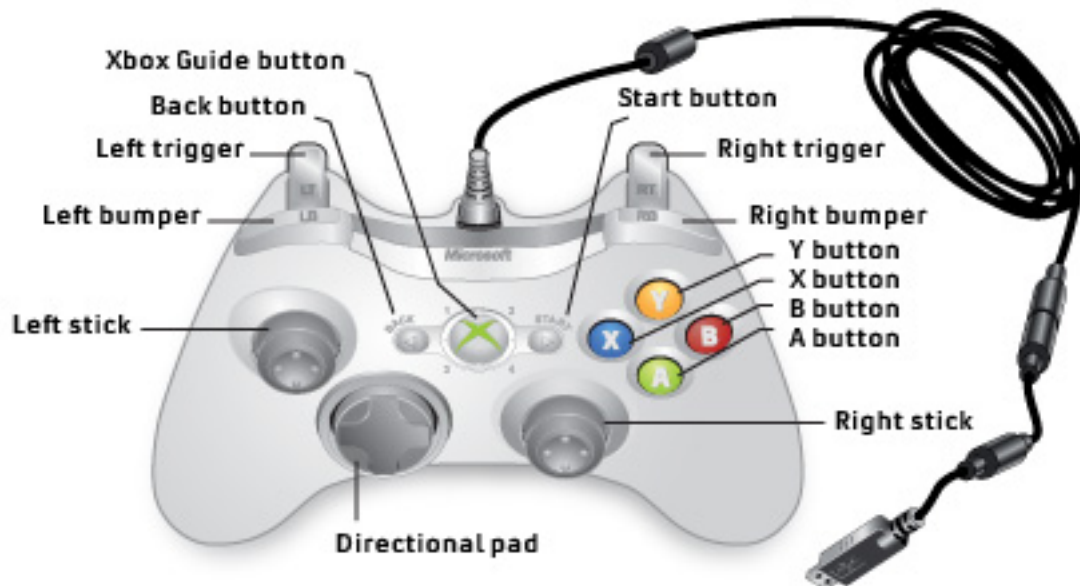
7. A B C D

8. A B C D

9. A B C D

Bijlage 9: Control Sheet Portal 2

Controls Portal 2



Belangrijkste knoppen:

Right stick: Kijken (beweeg de stick om om je heen te kunnen kijken en om te zien waar je loopt)

Left Stick: Lopen (beweeg de stick om door de ruimte te navigeren, vooruit is in de richting waar je kijkt)

Right trigger: Afvuren portal 1 (Schiet een portal vanuit waar jij staat en richt)

Left trigger: Afvuren portal 2

A button: Springen

B button: Kruipen

X button: Gebruiken (Hiermee pak je een blokje op of druk je een knop in)

Overige knoppen:

Right button: Zoomen

Left button: Ping (Voor multiplayer: wijst een plek aan waar je partner naar moet kijken)