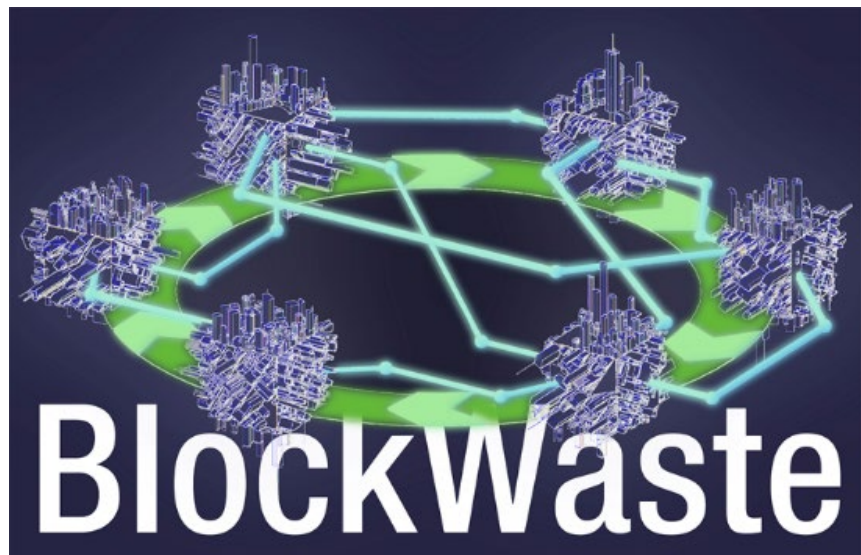


O3.A3 Handleiding Interactieve BlockWASTE Tool



[Disclaimer](#)

Dit project is gefinancierd met steun van de Europese Commissie. Deze publicatie geeft uitsluitend de mening van de auteurs weer en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor het gebruik van de informatie die erin is vervat.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Output factsheet:

Financieringsprogramma	Erasmus+ programma van de Europese Unie
Financiering NA	EL01 Stichting Griekse Staatsbeurs (IKY)
Volledige titel van het project	Innovatieve opleiding op basis van Blockchain-technologie toegepast op afvalbeheer - BLOCKWASTE
Veld	KA2 - Samenwerking voor innovatie en uitwisseling van goede praktijken KA203 - Strategische partnerschappen voor het hoger onderwijs
Projectnummer	2020-1-EL01-KA203-079154
Duur van het project	24 maanden
Startdatum project	01-10-2020
Einddatum van het project:	30-09-2022

Uitvoergegevens:

Output titel: O3: E-learning tool gebaseerd op Blockchain-MSW gericht op Circulaire Economie

Titel van de opdracht: A3 - Interactieve BlockWASTE Tool

Uitvoerder: SAXION

Task leader: SAXION, TALTECH, NTUA, CTM

Auteur(s): Dimitris Damigos, National Technical University of Athens, damigos@metal.ntua.gr, Greece, George Panagiotopoulos, National Technical University of Athens, g.panag@metal.ntua.gr, Greece, Perry Smit, Saxion UAS, p.j.smit.01@saxion.nl, Netherlands, Ermo Täks, Tallinn University of Technology, ermo.taks@taltech.ee, Estonia, David Caparros Perez, Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales, david.caparros@ctmarmol.es, Spain

Gerecenseerd door: Maria Menegaki, National Technical University of Athens, menegaki@metal.ntua.gr, Greece, Christa Barkel, Saxion UAS, c.barkel@saxion.nl, Nederland

Documentcontrole

Versie van het document	Versie	Amendement
V0.1	30/05/2022	Definitieve versie – 29/07/2022

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	iv
1 Inleiding	1
1.1. Beschrijving van het BlockWASTE-project	1
1.2. Doelstellingen en methodologische aanpak.....	1
2 Blockchain module	3
2.1. Het aangepaste "Blockchain spel!"	3
2.2. De interactieve Blockchain-simulator	5
2.2.1. Een openbare en een privésleutel aanmaken	6
2.2.2. De tool spelen als een enkele speler	8
2.2.3. Spelen met meerdere gebruikers	11
3 Het hulpmiddel BlokWASTE	13
3.1. Inleiding tot het spel	13
3.2. Gedetailleerde beschrijving van de berekeningen achter het spel	13
3.2.1. Huishoudens	14
3.2.2. Burgemeester	15
3.2.3. Belangrijkste veronderstellingen	18
3.2.4. Uitvoer van het instrument	21
3.3. Gedetailleerde beschrijving van de rollen	29
3.3.1. Het spel beginnen	29
3.3.2. Huishoudens	29
3.3.3. Burgemeester	32
3.4. Basisinstructies over hoe te spelen.....	35
3.4.1. Het spel spelen	35
3.4.2. Na het spelen van het spel	35
4 Referenties	37

Lijst van tabellen

Tabel 1. Verband tussen de aan afvalscheiding bestede tijd en het percentage in de verschillende bakken gescheiden afval	14
Tabel 2. Technische veronderstellingen voor de aërobe MBT	19
Tabel 3. Technische veronderstellingen voor de anaërobe MBT	19
Tabel 4. Technische veronderstellingen voor de aërobe BTF.....	19
Tabel 5. Technische veronderstellingen voor de anaërobe BTF.....	19
Tabel 6. Kostenaannames.....	21
Tabel 7. Aannames inzake inkomsten	21
Tabel 8. Samenstelling en inzameling van afval per huishouden	23
Tabel 9. Input voor de aërobe MBT-installatie	23
Tabel 10. Output van de aërobe MBT-installatie	24
Tabel 11. Input en output voor de aerobe BTF	24
Tabel 12. Input en output voor de Materials Recovery Facility	25
Tabel 13. Inzamelingskosten voor gemengd en gescheiden afval (€/kg)	25
Tabel 14. Verwerkingskosten voor gemengd en gescheiden afval (€/kg)	26
Tabel 15. Stortkosten en totale kosten voor gemengd en gescheiden afval (€/kg)	26
Tabel 16. Inkomsten uit gemengd afval (€/kg).....	27
Tabel 17. Inkomsten uit gescheiden afval (€/kg).....	27
Tabel 18. Nettokosten (€) per kg voor gemengd, gescheiden en totaal afval.....	28
Tabel 19. Totale inkomsten en nettokosten (€/kg)	28

Lijst van figuren

Figuur 1: De map Blockchain game Google Drive.....	3
Figuur 2: Aanzicht van het Blockchain-probleem dat in BlockWASTE wordt gebruikt.....	4
Figuur 3: Weergave van het opgeloste probleem	4
Figuur 4: Resultaat van een wijziging in vermelding 3	5
Figuur 5. Screenshot van de Bitcoin Blockchain Simulator	5
Figuur 6. Aanmaken van een nieuwe gesimuleerde portemonnee	6
Figuur 7. Invoer voor het genereren van een nieuwe portefeuille	6
Figuur 8. Genereren van de nieuwe portefeuille	7
Figuur 9. Genereren van de openbare en de privésleutel.....	7
Figuur 10. Gesimuleerde blokken gecreëerd op Blockchain	8
Figuur 11. Scherm voor blokmijnbouw	9
Figuur 12. Inschakelen van de optie "Auto Mining".....	9
Figuur 13. Bericht dat verschijnt wanneer een blok met succes is gemijnd.....	10
Figuur 14. Verificatie van de blokbeloning.....	10
Figuur 15. Saldo van de portemonnee van de gebruiker	11
Figuur 16. Aanmaken van een nieuwe transactie	11
Figuur 17. Het scherm "Nieuwe transactie.....	11
Figuur 18. Aanmaken en ondertekenen van een transactie	12
Figuur 19. Verzenden van de transactie.....	12
Figuur 20: Het beginscherm van het spel.....	29
Figuur 21. Het venster "Gegevens toevoegen.....	30
Figuur 22: Het vereenvoudigde Blockchain-probleem	30
Figuur 23: Aanzicht van een opgelost Blockchain-probleem waarmee de gegevens kunnen worden ingediend.....	31
Figuur 24. Het resultatenvenster (alleen voor spelersinzendingen)	31
Figuur 25. Het resultatenvenster (met de resultaten voor alle spelers)	32

Figuur 26. Het venster voor de selectie van het MSW-beheerplan	32
Figuur 27. Het "basis"-informatievenster waarin de gebruiker de gemeentelijke tarieven bepaalt	33
Figuur 28. Het uitgebreide venster met financiële informatie	34
Figuur 29. Het gedetailleerde technische en financiële venster	35

Lijst van afkortingen

Afkorting	Definitie
MSW	Vast stedelijk afval
MSWM	Beheer van vast stedelijk afval
MKB	Kleine en middelgrote ondernemingen
IT	Informatietechnologie
BBP	Bruto Binnenlands Product
OER	Open Onderwijsmiddelen

Samenvatting

In het kader van het project is een interactieve tool ("Interactive BlockWASTE Tool") ontwikkeld, die vrij toegankelijk is en wordt toegepast binnen de OER, ontwikkeld in de "IO4: BlockWASTE Open Educational Resource".

Het doel van de tool is gebruikers verschillende sleutels aan te reiken voor de integratie van op Blockchain gebaseerd vast afval en hen te helpen de hele traceerbaarheid en zichtbaarheid van gemeentelijk vast afval te begrijpen, van het begin tot het einde van het beheer ervan. Met de "Interactive BlockWASTE Tool" (<https://game.blockwasteproject.eu/>), zal de gebruiker kunnen visualiseren hoe het versleutelen van informatie van een Blockchain werkt is een rollenspelomgeving, waarbij - wanneer nodig - gebruik wordt gemaakt van de informatie die in de gecreëerde afvaldatabank is verzameld.

Hoewel het aanvraagformulier aanvankelijk voorzag in één interactieve tool (namelijk de "Interactive BlockWASTE Tool"), werd besloten twee verschillende modules te ontwikkelen om beter tegemoet te komen aan de educatieve behoeften van de geïdentificeerde doelgroepen en eindgebruikers van het BlockWASTE-project. Meer bepaald had de eerste module (Blockchain-module) tot doel te visualiseren hoe de versleuteling van informatie van een Blockchain werkt, en is gericht tot gebruikers die niet vertrouwd zijn met Blockchain-technologie. De tweede module (aanvankelijk "MSW Management Tool" genoemd) richtte zich alleen op MSW-beheer met behulp van een interactief rollenspel.

Het doel van deze handleiding is uit te leggen wat het doel van de spelletjes is, welke input de gebruikers nodig hebben en hoe de spelletjes werken (d.w.z. details over de algoritmen achter de resultaten).

1 Inleiding

1.1. Beschrijving van het BlockWASTE-project

Deze vergelijkende studie maakt deel uit van het BlockWASTE-project, een door de EU gefinancierd Erasmus Plus-project. Het project beoogt de interoperabiliteit tussen afvalbeheer en Blockchain-technologie aan te pakken en de juiste behandeling ervan te bevorderen door educatieve opleidingen, zodat de verzamelde gegevens worden gedeeld in een veilige omgeving, waar geen ruimte is voor onzekerheid en wantrouwen tussen alle partijen die betrokken zijn bij afvalketens of -cycli.

Daartoe zijn de doelstellingen van het BlockWASTE-project de volgende:

- Onderzoek doen naar vast afval dat in steden wordt geproduceerd en hoe het wordt beheerd, zodat een informatiebasis van goede praktijken kan worden gecreëerd die helpt om afval opnieuw in de waardeketen op te nemen, waarbij het idee van intelligente circulaire steden wordt bevorderd.
- De voordelen van de Blockchain Technologie binnen het gemeentelijke afvalbeheer (MSW) proces in kaart brengen.
- Een studieplan opstellen dat de opleiding van docenten en professionals van organisaties en bedrijven uit de sector ondersteunt, in de overlapping van de domeinen Afvalbeheer, Circulaire Economie en Blockchaintechnologie.
- Een interactief instrument ontwikkelen op basis van Blockchain-technologie, waarmee het beheer van gegevens afkomstig van stedelijk afval in de praktijk kan worden gebracht, zodat de wijze waarop de gegevens in de Blockchain worden geïmplementeerd wordt gevisualiseerd en gebruikers verschillende vormen van beheer kunnen evalueren.

Nadere informatie is beschikbaar op de website van het BlockWASTE-project <https://blockwasteproject.eu>.

1.2. Doelstellingen en methodologische aanpak

In het kader van het project is een interactieve tool ("Interactive BlockWASTE Tool") ontwikkeld, die vrij toegankelijk is en wordt toegepast binnen de OER, ontwikkeld in de "IO4: BlockWASTE Open Educational Resource".

Het doel van de E-learning tool is om gebruikers verschillende sleutels aan te reiken voor de integratie van op Blockchain gebaseerd vast afval en hen te helpen de hele traceerbaarheid en zichtbaarheid van gemeentelijk vast afval van het begin tot het einde van het beheer ervan te begrijpen. Met de "Interactive BlockWASTE Tool" zal de gebruiker kunnen visualiseren hoe de versleuteling van informatie van een Blockchain werkt in een rollenspelomgeving, waarbij - wanneer nodig - gebruik wordt gemaakt van de informatie die in de gecreëerde afvaldatabank (d.w.z. "O3/A1. Productie van de databank voor de E-learning Tool") is verzameld.

Hoewel het aanvraagformulier aanvankelijk voorzag in één interactieve tool (namelijk de "Interactive BlockWASTE Tool"), werd besloten twee verschillende modules te ontwikkelen om beter tegemoet te komen aan de educatieve behoeften van de geïdentificeerde doelgroepen en eindgebruikers van het BlockWASTE-project. Meer bepaald had de eerste

module (Blockchain-module) tot doel te visualiseren hoe de versleuteling van informatie van een Blockchain werkt, en is gericht tot gebruikers die niet vertrouwd zijn met Blockchain-technologie. De tweede module (aanvankelijk "MSW Management Tool" genoemd) richtte zich alleen op MSW-beheer met behulp van een interactief rollenspel.

De eerste twee pilotscholen in Duitsland en Griekenland maakten gebruik van deze twee modules. Hoewel het algemene oordeel van de deelnemers over de opleidingsinstrumenten zeer positief was, werd in sommige opmerkingen vermeld dat de rol van Blockchain in het afvalbeheersysteem niet erg duidelijk was. Rekening houdend met de resultaten van de proefscholen werd een nieuwe versie van de BlockWASTE-tool ontwikkeld. Er werd besloten om de "Blockchain-module" apart en onafhankelijk van de "MSW Management Tool" te houden, maar deze laatste (d.w.z. de "MSW Management Tool") bevatte een kort Blockchain-spel, zoals later in meer detail wordt uitgelegd. De bijgewerkte versie van de "MSW Management Tool" heet "Interactive BlockWASTE tool". In de derde proefschool (in Estland) werd de nieuwe versie van de "Interactive BlockWASTE tool" getest.

Om de gebruikers duidelijker te maken hoe Blockchain werkt, bevat de "Blockchain-module" een aangepaste versie van "The Blockchain Game!" (<https://medium.com/predict/how-to-teach-blockchain-with-the-blockchain-game-44360c542c81>) gemaakt door J. Scott Christianson, een Associate Teaching Professor aan de Universiteit van Missouri. Verder wordt een interactieve Blockchain-simulator aangeboden, waarin de gebruikers alle stappen achter een Blockchain spelen en simuleren (<https://bitcoinsimulator.tk/>).

De definitieve versie van de "Interactieve BlockWASTE-tool" richt zich voornamelijk op het MSW-beheer met behulp van een interactief rollenspel, dat uitgaat van twee routes (rollen), te weten de burgemeester (verondersteld wordt verantwoordelijk te zijn voor de MSW-beheersautoriteit) en de huishoudens. Tijdens het spel geeft de groep "huishoudens", met behulp van de informatie die in de eerder gecreëerde MSW-databank (O3/O1) is verzameld, input over de hoeveelheid MSW en de samenstelling ervan per maand (voor één jaar) en de tijd die wordt besteed aan het scheiden van MSW aan de bron (dit laatste wordt vertaald naar een monetaire waarde, zoals in een later hoofdstuk wordt uiteengezet) die het recyclingpercentage bepaalt. De "burgemeester" moet een optie voor de verwerking van SVA kiezen (er zijn vier verschillende alternatieven) en moet elke maand de gemeentelijke bijdrage vaststellen die aan elk huishouden wordt aangerekend op basis van de totale hoeveelheid afval, de hoeveelheden gescheiden en gemengd afval, de kosten voor inzameling, verwerking en verwijdering en de mogelijke inkomsten uit recycleerbare materialen of de elektriciteitsproductie uit biogas. Om het raakvlak tussen afvalbeheer en Blockchain te demonstreren, werd een eenvoudig Blockchain-probleem toegevoegd. De gebruiker moet het probleem eerst oplossen (net zoals het probleem in real-life situaties door bitcoin miners wordt opgelost) om invoergegevens aan de gemeente te kunnen voorleggen. Verder kunnen alle gebruikers geanonimiseerde informatie zien, die is vastgelegd op een Blockchain, over afvalproductie, gemeentelijke heffingen, afvalscheidingsgewoonten, enz. De "Interactieve tool BlockWASTE" is volledig vrij toegankelijk en is geïmplementeerd binnen de OER, ontwikkeld in de "IO4: BlockWASTE Open Educational Resource".

Het doel van deze handleiding is uit te leggen wat het doel van de spelletjes is, welke input de gebruikers nodig hebben en hoe de spelletjes werken (d.w.z. details over de algoritmen achter de resultaten).

2 Blockchain module

2.1. Het aangepaste "Blockchain spel!"

Om de gebruikers te helpen de logica achter Blockchain te begrijpen, werd "The Blockchain Game!" (<https://medium.com/predict/how-to-teach-blockchain-with-the-blockchain-game-44360c542c81>), gemaakt door J. Scott Christianson, een Associate Teaching Professor aan de Universiteit van Missouri, geselecteerd na een grondig onderzoek van verwante tools.

"The Blockchain Game!" is een hands-on oefening die de kernprincipes van Blockchain uitlegt aan de hand van een Blockchain voor academische scores. (Christianson, 2019). Het spel leert Blockchain-concepten zoals gedistribueerd grootboek, transparant maar anoniem grootboek, onveranderlijk grootboek, enz. Een van de belangrijkste voordelen van dit specifieke spel is dat het materiaal voor The Blockchain Game beschikbaar is onder een Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike International License, waardoor het voor iedereen vrij te gebruiken en te wijzigen is voor eigen doeleinden. (Christianson, 2019). Verder geeft de maker richtlijnen over hoe Blockchain te onderwijzen met "The Blockchain Game!" (Christianson, 2022) en alle benodigde bestanden (inclusief het spel in Excel-formaat, presentaties van het spel, hand-outs voor studenten, enz.) zijn beschikbaar via Google Drive (https://drive.google.com/drive/folders/1c7_zfwzZ_acsVN4n7tS_ItrUOpLN0vPd), zoals te zien is in Figuur 1.

Όνομα	Κάτοχος	Τελευταία τροποποίηση	Μέγεθος αρχείου
Blockchain Game 2022-Italian	J Scott Christianson	5 Ιουλ 2022 J Scott Christians...	—
Blockchain Game v1-German	J Scott Christianson	5 Ιουλ 2022 J Scott Christians...	—
Blockchain Ledger.xlsx	J Scott Christianson	25 Αυγ 2021 J Scott Christian...	23 KB
Blockchain_Game_Survey.pdf	J Scott Christianson	9 Φεβ 2022 J Scott Christians...	45 KB
Game Printouts 2022.pptx	J Scott Christianson	7 Φεβ 2022 J Scott Christians...	423 KB
NIST Report.pdf	J Scott Christianson	7 Οκτ 2018 J Scott Christians...	754 KB
Student Handout.pdf	J Scott Christianson	29 Ιαν 2022 J Scott Christians...	292 KB
Student Keys for Face to Face.pdf	J Scott Christianson	7 Φεβ 2022 J Scott Christians...	44 KB
Student Keys for Zoom.txt	J Scott Christianson	7 Φεβ 2022 J Scott Christians...	376 byte
The Blockchain Game 2022 Slides Keynote.key	J Scott Christianson	7 Φεβ 2022 J Scott Christians...	5,9 MB
The Blockchain Game 2022 Slides ppt.pptx	J Scott Christianson	7 Φεβ 2022 J Scott Christians...	3,7 MB
The Blockchain Game 2022 Slides.pdf	J Scott Christianson	7 Φεβ 2022 J Scott Christians...	3,8 MB

Figuur 1: De map Blockchain game Google Drive

Voor BlockWASTE werd het oorspronkelijke Excel-bestand gewijzigd en het gebruikte voorbeeld heeft betrekking op het beheer van huisvuil. Het probleem betreft huishoudens die in verschillende gebieden van een stad wonen (bv. Rood, Blauw, Groen, enz.), een openbare identificatiesleutel hebben (vergelijkbaar met de openbare sleutel van Bitcoin) en verschillende hoeveelheden afval produceren (Figuur 2).

Volgens het oorspronkelijke idee van het spel moet de gebruiker als volgt een hash oplossen, d.w.z. de functie die voldoet aan de gecodeerde eisen die nodig zijn om een Blockchain berekening op te lossen:

Hash = Nonce + a + b + c - Waarde van laatste 2 cijfers van vorige Hash.

waarbij: a = Waarde van de eerste letter van het gebied

b = Waarde van de eerste letter van de Openbare Sleutel van het huishouden

c = waarde van het totale afval

Nonce = waarde tussen 1 en 3 die moet worden aangepast om een hash te berekenen die gelijk deelbaar is door 3

Block	Area	Householder	Total waste	Nonce (1-3)	a	b	c	Last two digits from prev. Hash	Hash	Divid 3
									212	
1	Red	ad59dn	25	2	82	65	25	12	162	
2	Blue	Bd9efe	30	2	66	66	30	62	102	
3	Green	da603d	90							
4	Red	ad59dn	18							
5	Blue	Bd9efe	16							
6	Green	da603d	30							

Figuur 2: Weergave van het Blockchain-probleem dat in BlockWASTE wordt gebruikt

De waarden van de parameters a, b en c worden opgehaald uit een opzoektabel, die is opgenomen in het Excel-bestand. Als de hash correct is opgelost, wordt de laatste kolom groen (Figuur 3). Als het grootboek wordt aangevallen (d.w.z. iemand wijzigt een eerdere invoer), wordt de laatste kolom rood vanaf het punt van wijziging (Figuur 4).

Block	Area	Householder	Total waste	Nonce (1-3)	a	b	c	Last two digits from prev. Hash	Hash	Divid 3
									212	
1	Red	ad59dn	25	2	82	65	25	12	162	
2	Blue	Bd9efe	30	2	66	66	30	62	102	
3	Green	da603d	90	1	71	68	90	2	228	
4	Red	ad59dn	18	1	82	65	18	28	138	
5	Blue	Bd9efe	16	1	66	66	16	38	111	
6	Green	da603d	30	1	71	68	30	11	159	
7	Red	ad59dn	44	3	82	65	44	59	135	
8	Blue	Bd9efe	21	2	66	66	21	35	120	
9	Green	da603d	10	3	71	68	10	20	132	
10	Red	ad59dn	51	2	82	65	51	32	168	
11	Blue	Bd9efe	66	2	66	66	66	68	132	
12	Green	da603d	19	3	71	68	19	32	129	

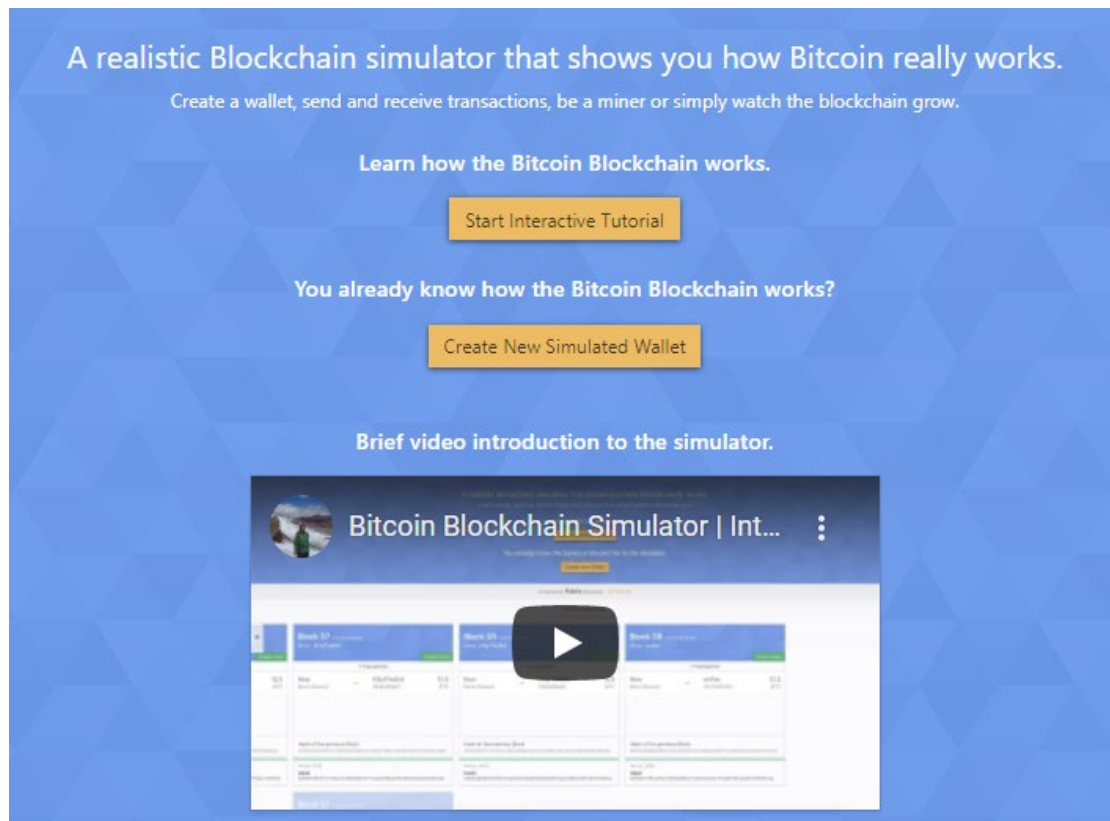
Figuur 3: Weergave van het opgeloste probleem

Block	Area	Householder	Total waste	Nonce (1-3)	a	b	c	Last two digits from prev. Hash	Hash	Divid 3
									212	
1	Red	ad59dn	25	2	82	65	25	12	162	
2	Blue	Bd9efe	30	2	66	66	30	62	102	
3	Green	da603d	90	1	73	68	90	2	230	
4	Red	ad59dn	18	1	82	65	18	30	136	
5	Blue	Bd9efe	16	1	66	66	16	36	113	
6	Green	da603d	30	1	71	68	30	13	157	
7	Red	ad59dn	44	3	82	65	44	57	137	
8	Blue	Bd9efe	21	2	66	66	21	37	118	
9	Green	da603d	10	3	71	68	10	18	134	
10	Red	ad59dn	51	2	82	65	51	34	166	
11	Blue	Bd9efe	66	2	66	66	66	66	134	
12	Green	da603d	19	3	71	68	19	34	127	

Figuur 4: Resultaat van een wijziging in boeking 3

2.2. De interactieve Blockchain-simulator

Zoals geschreven in de inleiding, wordt naast "The Blockchain Game!" een interactieve Bitcoin Blockchain simulator gebruikt, die de gebruiker de ervaring geeft hoe Blockchain praktisch werkt op de achtergrond. De interactieve Blockchain-simulator is te vinden op de volgende website: <https://www.bitcoinsimulator.tk/blockchain?chain=BlockWaste> (Figuur 5).



Figuur 5. Screenshot van de Bitcoin Blockchain Simulator

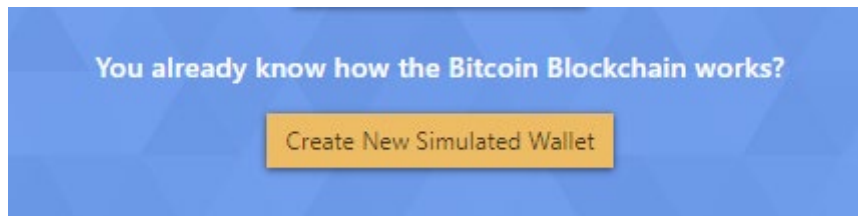
Gebruikers die niet vertrouwd zijn met Blockchain, wordt sterk aangeraden te beginnen met de Interactieve Tutorial op deze website. Wanneer de gebruiker het theoretische gedeelte heeft begrepen, kan hij/zij doorgaan naar het gedeelte waar hij/zij leert hoe een Blockchain praktisch werkt op de achtergrond. De gebruiker kan de video op de webpagina bekijken en/of de hieronder beschreven stappen volgen om beter te begrijpen wat er gebeurt.

Wat de gebruiker door dit spel zal leren is:

- Wat publieke en private sleutels zijn en hoe een identiteit tot stand komt.
- Hoe een gebruiker die sleutels kan gebruiken om een transactie tot stand te brengen.
- Hoe een transactie wordt verwerkt op de Blockchain, hoe het validatieproces verloopt en hoe het miningproces werkt.
- Hoe een transactie wordt verwerkt op de Blockchain.

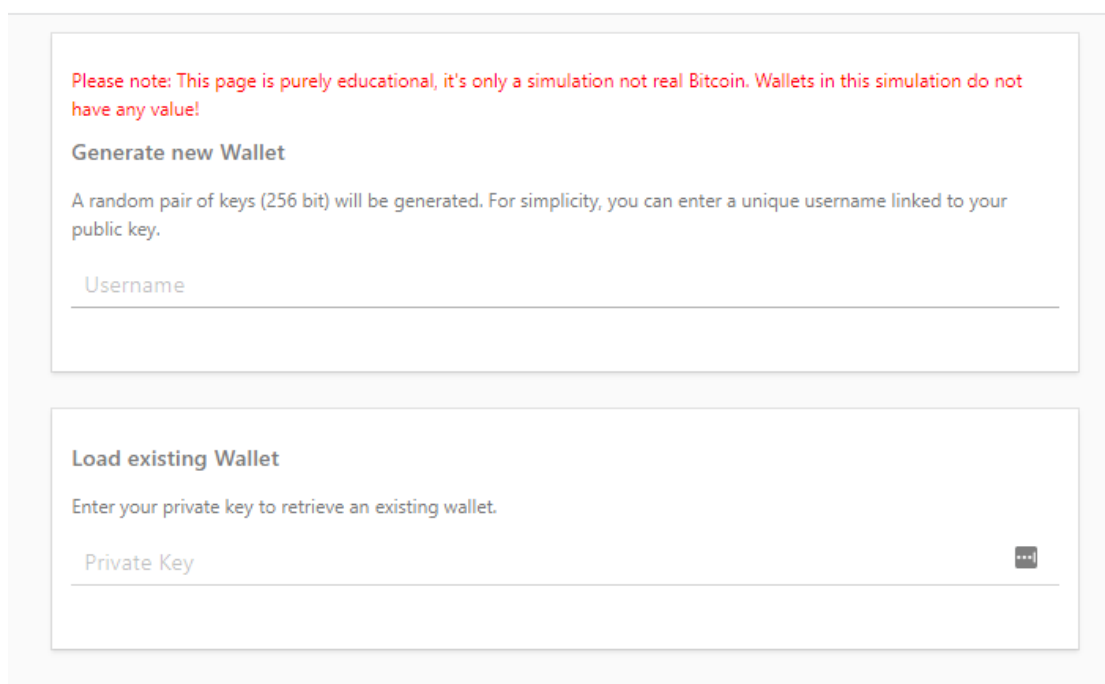
2.2.1. Een openbare en een privésleutel aanmaken

Om met de Interactive Blockchain simulator te gaan spelen moet u een publieke en een private sleutel aanmaken. U kunt dit doen door te klikken op Create New Simulated Wallet (Figuur 6):



Figuur 6. Aanmaken van een nieuwe gesimuleerde portemonnee

Nadat u op de knop Genereer een nieuwe portefeuille hebt geklikt, verschijnt dit scherm (Figuur 7):



Figuur 7. Invoer voor het genereren van een nieuwe portemonnee

Bij het invullen van een gebruikersnaam verschijnt een blauwe knop "Genereer nieuwe portefeuille" (Figuur 8):

De private sleutel is wazig, maar als je met je muis over de sleutel gaat zie je de private sleutels. Het is handig om je publieke en private sleutel te kopiëren en te plakken in een tijdelijk bestand.

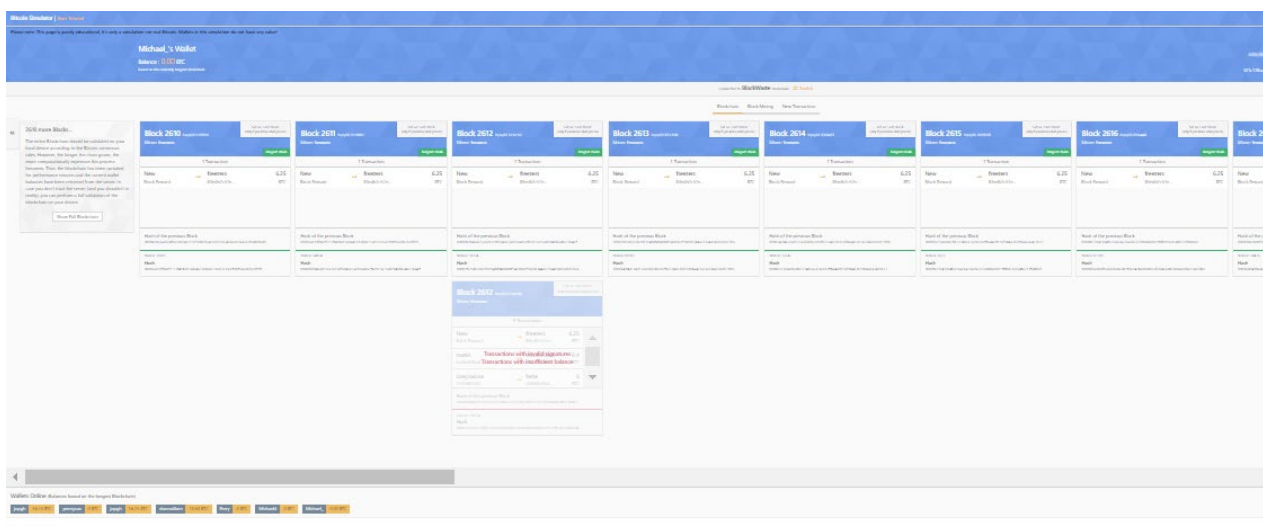
Een kleine opmerking over het aanmaken van publieke en private sleutels:

Normaal gesproken maak je bij een bitcoin wallet je sleutels niet aan door een gebruikersnaam toe te voegen; de wallet genereert automatisch een willekeurige sleutel voor je. Bovendien geeft het je 12 tot 24 zogenaamde zaadwoorden, die kunnen worden gebruikt om je sleutels te herstellen als je je portemonnee opnieuw wilt installeren. Als u de zaadwoorden verliest, zult u nooit uw portemonnee kunnen herstellen, dus belangrijk

Nadat de publieke en private sleutels zijn aangemaakt, kan de gebruiker alle andere Blockchain-functies testen. De gebruiker kan met de tool spelen als een enkele speler en met meerdere gebruikers, zoals beschreven in de volgende secties.

2.2.2. De tool spelen als een enkele speler

De gebruiker kan zijn sleutels kopiëren en plakken en de stappen in het venster lezen. Vervolgens kan de gebruiker op de knop "Hebbes" klikken, rechts onder de hoek. Het volgende scherm verschijnt (Figuur 10), dat enkele reeds aangemaakte blokken op een Blockchain simuleert. In dit geval kijken we naar een publieke Blockchain in een testmodus. De transacties hebben geen echte waarde.



Figuur 10. Gesimuleerde blokken gecreëerd op Blockchain

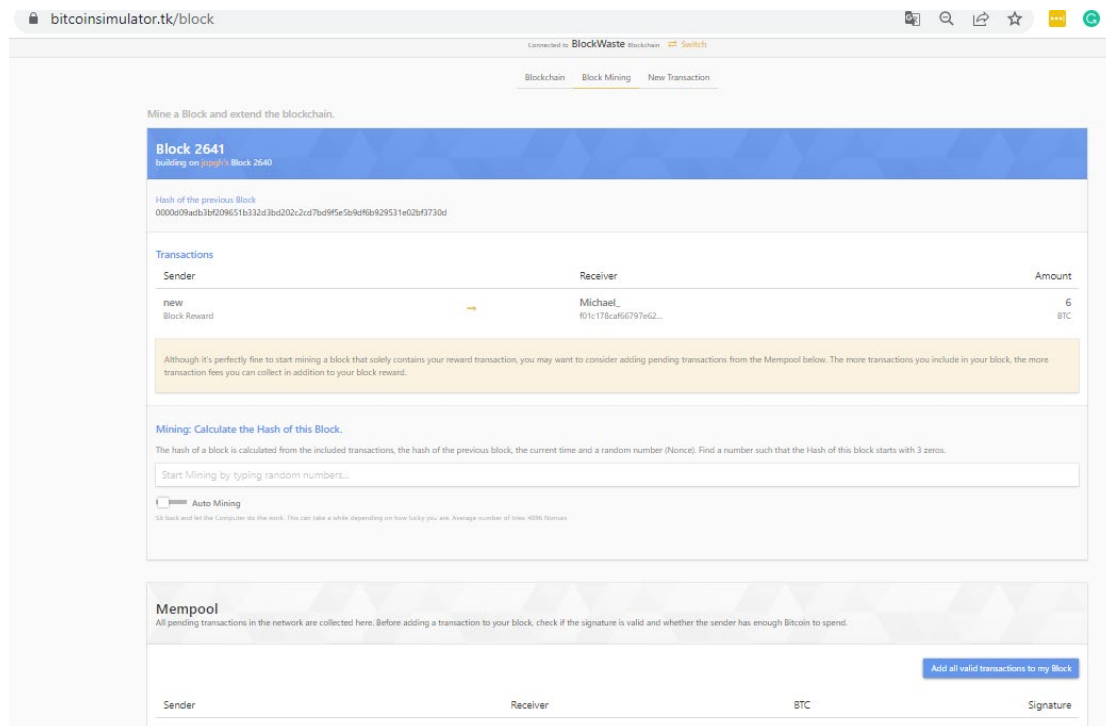
Onderaan het scherm verschijnen de gebruikersnamen van de gebruiker en van andere wallets, die actief zijn op de Blockchain. Laten we eerst wat munten pakken.

Wanneer de gebruiker de simulator voor het eerst start, is het saldo van haar/zijn portemonnee nul. Om bitcoins te verdienen kan de gebruiker twee dingen doen:

1. Vraag een andere gebruiker om bitcoins te sturen.
2. Speel de rol van een mijnwerker en krijg beloningen voor de mijnbouw.

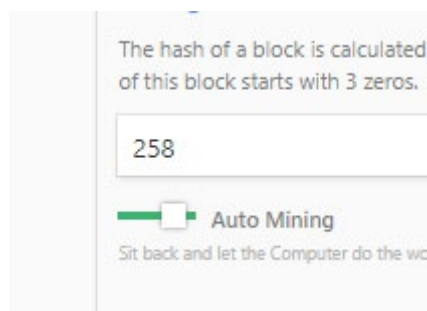
Laten we eens kijken naar het tweede pad en wat munten halen door te mijnen.

Door op de tab "Block mining" in het midden van de pagina te klikken, verschijnt het volgende scherm (Afbeelding 11):



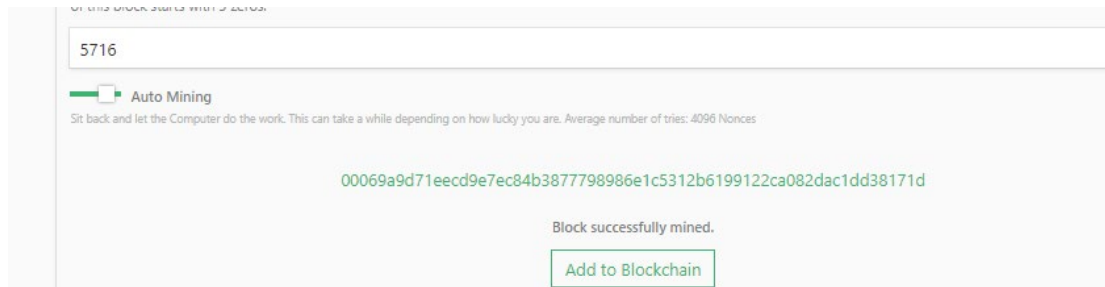
Figuur 11. Scherm voor blokmijnbouw

Om de hash van een blok te berekenen zet de gebruiker de optie "Auto Mining" aan en wacht een paar minuten (Figuur 12).



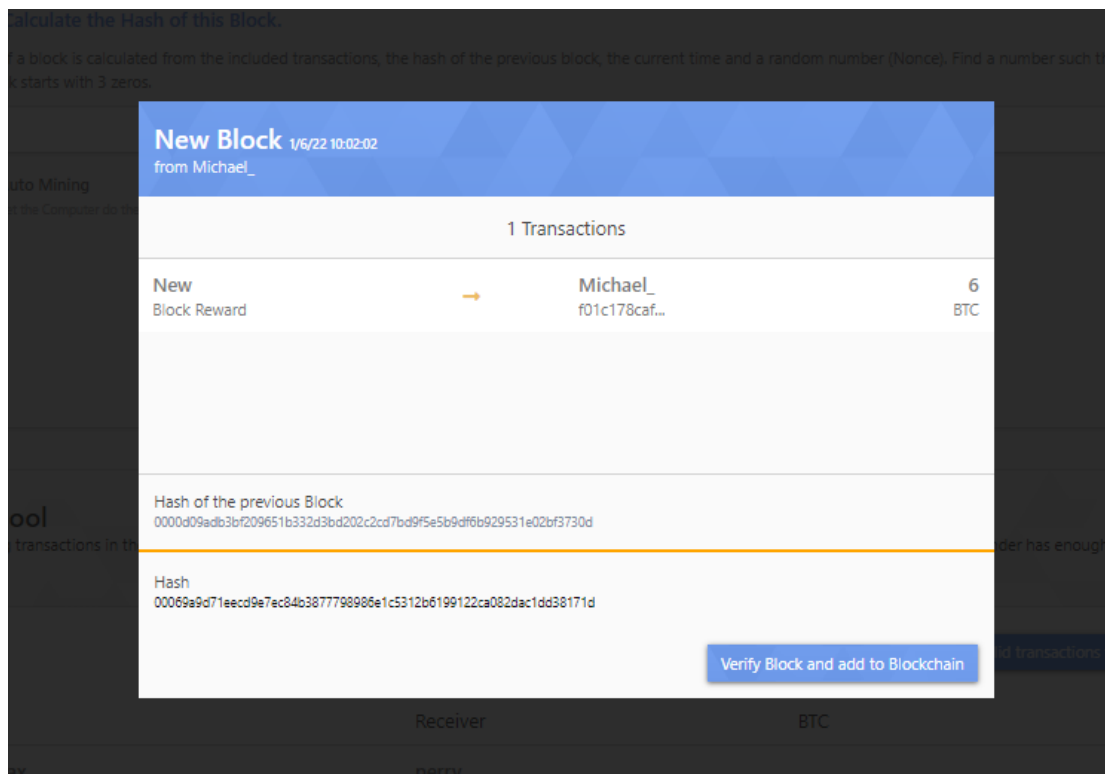
Figuur 12. Aanzetten van de "Auto Mining" optie

Het mijnen begint met het oplossen van een puzzel (in dit geval moet de mijnwerker een getal vinden dat een hash maakt die begint met 3 nullen). Als het probleem is opgelost, verschijnt het volgende bericht (Figuur 13):



Figuur 13. Bericht dat verschijnt wanneer een blok met succes is gemijnd

Door op de knop "Add to Blockchain" te klikken, wordt een nieuw venster (Figuur 14) aan de gebruiker die het blok verifieert en de optie biedt om de beloning toe te voegen aan haar/zijn portefeuille.



Figuur 14. Controle van de blokbeloning

Zoals getoond in Figuur 15 is het nieuwe saldo van de portemonnee van de gebruiker nu 6,25 BTC.

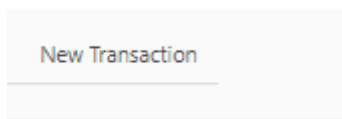


Figuur 15. Saldo van de portemonnee van de gebruiker

Nu de gebruiker enkele bitcoins bezit, kan hij/zij enkele munten naar een vriend sturen.

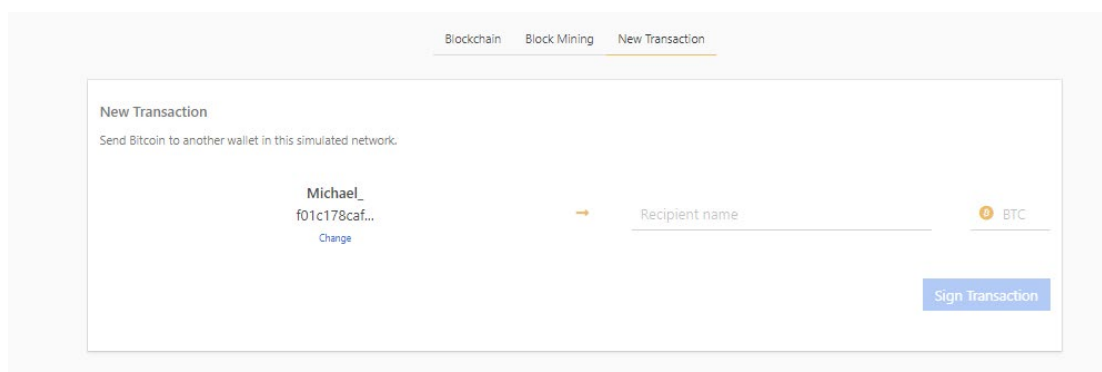
2.2.3. Spelen met meerdere gebruikers

Om het spel met meerdere gebruikers te spelen, moet elke gebruiker een unieke account aanmaken volgens het hierboven beschreven proces. Wanneer het account is aangemaakt, kan de gebruiker op Nieuwe transactie (Figuur 16):



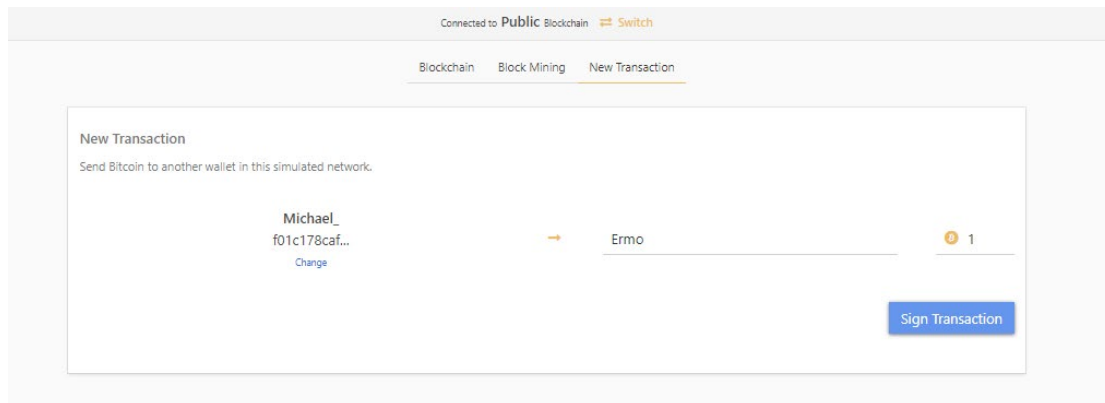
Figuur 16. Aanmaken van een nieuwe transactie

In dit geval verschijnt het volgende scherm (Figuur 17):



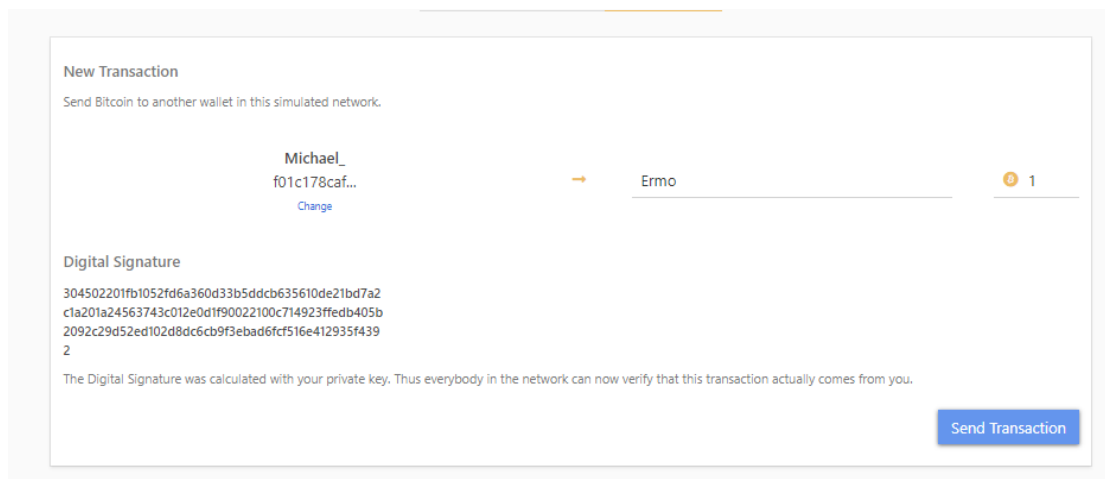
Figuur 17. Het scherm "Nieuwe transactie"

De gebruiker moet de gebruikersnaam van de ontvanger en het te verzenden bedrag aan bitcoins invullen en vervolgens op de knop "Transactie ondertekenen" (Afbeelding 18).



Figuur 18. Aanmaken en ondertekenen van een transactie

Na het ondertekenen van de transactie verschijnt het volgende scherm (Figuur 19), en de gebruiker kan nu de transactie naar de Blockchain sturen.



Figuur 19. Verzenden van de transactie

Nu kunnen de gebruikers naar het tabblad "Block Mining" gaan en de transactie valideren door de "Auto Mining" opnieuw te gebruiken. Wanneer het blok is opgelost, ontvangt de ontvanger de verzonden bitcoins.

3 Het hulpmiddel BlokWASTE

3.1. Inleiding tot het spel

Zoals reeds vermeld, is de "Interactive BlockWASTE Tool" (<https://game.blockwasteproject.eu/>) een interactief rollenspel gericht op MSW-beheer met de integratie van een eenvoudig Blockchain-probleem. Het spel maakt de interactie van een klasgroep mogelijk door het gebruik van computers (maar ook tablets of zelfs smartphones), en het toont in real-time de voortgang aan de hele klas.

Bij het spel zijn twee verschillende rollen betrokken, namelijk de burgemeester (die verondersteld wordt de leiding te hebben over de autoriteit die het huisvuil beheert) en de huishoudens. De klas wordt aan het begin van het spel in deze twee groepen verdeeld, maar de rol van de burgemeester wordt slechts aan één persoon toegewezen. Tijdens het spel geven de "huishoudens", met behulp van de informatie die in de aangelegde MSW-databank (O3/O1) is verzameld, input over de hoeveelheid MSW en de samenstelling ervan per maand (voor een jaar) en de tijd die besteed wordt aan het scheiden van MSW aan de bron (dit laatste wordt vertaald naar een geldwaarde), wat het recyclingpercentage bepaalt. De "burgemeester" selecteert een MSW-verwerkingsoptie (er zijn vier verschillende alternatieven) en bepaalt elke maand de gemeentelijke vergoedingen die aan elk huishouden worden aangerekend op basis van de totale hoeveelheid afval, de hoeveelheden gescheiden en gemengd afval, de kosten voor inzameling, verwerking en verwijdering en de mogelijke inkomsten uit recycleerbare materialen of elektriciteitsproductie uit biogas.

Het rollenspel helpt de leerlingen om hun doelen te bereiken (de burgemeester wil bijvoorbeeld het storten van afval tot een minimum beperken of de huishoudens willen de kosten van het beheer van VHA tot een minimum beperken). Het spel maakt de interactie van een klasgroep mogelijk door het gebruik van computers (maar ook tablets of zelfs smartphones), en het toont in real-time de voortgang aan de hele klas. De effectieve output van de tool wordt gegarandeerd door de aanwezigheid van trajecten met verschillende MSW-behandelingsystemen en verschillende ambities en doelstellingen tussen huishoudens en de gemeente of tussen huishoudens onderling. Op die manier heeft de tool een directe impact op het MSW-beheer en op de slechte praktijken die momenteel bestaan met betrekking tot de nauwkeurigheid van de informatie over soorten, hoeveelheden en eindbestemmingen van het MSW-afval.

Aan het eind van het spel, d.w.z. na 12 perioden (d.w.z. maanden) te hebben gespeeld, kan een verslag worden opgesteld met een gedetailleerde beschrijving van de door de spelers (d.w.z. de burgemeester en de huishoudens) gevolgde paden, met inbegrip van informatie over de soorten, hoeveelheden en eindbestemmingen van SVA-afval, de kosten van de inzameling, verwerking en verwijdering van SVA-afval, de inkomsten uit recycling en het gebruik van specifiek afval, enz. Op die manier kunnen de klasgroep en de instructeur de strategische doelen en doelstellingen van de spelers bespreken en de gevolgen die deze strategieën kunnen hebben voor het beheer van SVA.

3.2. Gedetailleerde beschrijving van de berekeningen achter het spel

Alvorens de rollen en de voor het spel benodigde input te bespreken, is het noodzakelijk om in detail de uitgangspunten en berekeningen achter de resultaten te demonstreren. Om het

de instructeurs en de spelers van het spel gemakkelijker te maken, worden de details hieronder afzonderlijk voor de twee rollen gegeven.

3.2.1. Huishoudens

Wat de huishoudens betreft, houdt het spel rekening met de volgende variabelen:

- HH leden
- Productie VHA pc/jaar
- HH MSW productie/maand
- Samenstelling van MSW:
 - Organics
 - Papier
 - Kunststoffen
 - Metaal
 - Glas
 - Andere
- Tijd besteed aan afvalscheiding (tussen 0-45 minuten per week)
- Waarde van de tijd (€/uur.maand)
- Percentage gescheiden afval in verschillende bakken
- Percentage gemengd VHA (gemengd afval, organisch en overig)
- Gemeentekosten (€/maand)
- Totale kosten (€/maand)

De variabelen HH-leden, MSW-productie pc/jaar, samenstelling van MSW en tijd besteed aan afvalsortering worden door de gebruiker gedefinieerd. Met name de VHA-productie per pc/jaar en de samenstelling van het VHA kunnen worden opgehaald uit de VHA-databank die in O3/O1 is aangelegd. De databank bevat gegevens over de productie en het beheer van SVA in Europese landen, sociaal-economische gegevens, de samenstelling van SVA, prijzen voor gerecycleerde kunststoffen, glas en papier, enz.

De Tijd besteed aan het sorteren van afval was gebaseerd op de aanname dat een huishouden tussen de 15 en 45 min per week besteedt aan recycling (Nainggolan et al., 2019) en degenen die hun huishoudelijk afval sorteren zij hier gemiddeld 30 min per week aan besteden (Bruvoll et al., 2002). Op basis van deze bevindingen werd aangenomen dat er een verband bestaat tussen de tijd die wordt besteed aan afvalscheiding aan de bron en het percentage afval dat in verschillende bakken wordt gescheiden, hetgeen wordt weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Verband tussen de aan afvalscheiding bestede tijd en het percentage gescheiden afval in de verschillende bakken

Tijd besteed aan afvalscheiding (minuten per week)	Percentage gescheiden afval in verschillende bakken
0-2	0%
3-10	10%
11-15	25%
16-20	50%
21-30	75%
31-45	100%

Het percentage gemengd SVA wordt geschat aan de hand van het percentage in verschillende bakken gescheiden afval:

$$\text{Percentage gemengd SVA} = 1 - \text{Percentage gescheiden afval in verschillende bakken}$$

De waarde van de tijd besteed aan het sorteren van het afval was gebaseerd op eerdere onderzoeken (Bartelings & Sterner, 1999; Bruvoll et al., 2000; Huhtala, 2010; Lee et al., 2017; Nainggolan et al., 2019). De waarde van de tijd varieert aanzienlijk tussen 0,3 € per uur (Bruvoll et al., 2000) tot 283,9 € per uur op basis van het gemiddelde aantal uren dat aan het sorteren wordt besteed en het gemiddelde inkomen per uur na belasting. (Bartelings & Sterner, 1999). Voor dit spel is een tijdwaarde van 15 € per uur aangenomen.

De gemeentelijke vergoedingen worden bepaald door de burgemeester, zoals verderop in deze handleiding wordt uitgelegd, en de totale kosten voor het huishouden worden als volgt geraamd:

$$\text{Totale kosten} = \text{waarde van de tijd} + \text{gemeentelijke vergoedingen}$$

3.2.2. Burgemeester

Er zijn vier alternatieve regelingen voor afvalbeheer als opties voor de gemeentelijke autoriteiten:

- S1. Aërobe MBT - Compost
- S2. Anaërobe MBT - Compost
- S3. Anaërobe MBT - Anaëroob
- S4. Biodroging MBT - Anaëroob

Deze alternatieven worden hieronder nader besproken.

S1. Aërobe MBT - Compost

Volgens S1 wordt gemengd afval (d.w.z. organische stoffen, papier, kunststoffen, metaal, glas en andere) naar een installatie voor mechanisch-biologische behandeling (MBT) met aërobe vergisting geleid. De installatie produceert als output:

- Papier
- Kunststoffen
- Metaal
- Glas
- Andere
- RDF
- Compost als output (CLO)

Er zijn ook verliezen (vocht) en residuen die naar een stortplaats worden afgevoerd.

De organische stoffen uit het gescheiden afval gaan naar een aërobe installatie voor de verwerking van bioafval, waar compost wordt geproduceerd. Er is opnieuw vochtverlies. Papier, kunststoffen, metaal, glas en ander afval worden overgebracht naar een Materials Recovery Facility (MRF), die schone recycleerbare materialen produceert.

S2. Anaërobe MBT - Compost

Volgens S2 wordt gemengd afval (d.w.z. organische stoffen, papier, kunststoffen, metaal, glas en andere) naar een installatie voor mechanisch-biologische behandeling (MBT) met anaërobe vergisting geleid. De installatie produceert als output:

- Papier
- Kunststoffen
- Metaal
- Glas
- Andere
- RDF
- Compost als output (CLO)
- Elektriciteit uit biogas

Er zijn ook verliezen (vocht) en residuen die naar een stortplaats worden afgevoerd.

De organische stoffen uit het gescheiden afval gaan naar een aërobe installatie voor de verwerking van bioafval, waar compost wordt geproduceerd. Er is opnieuw vochtverlies. Papier, kunststoffen, metaal, glas en ander afval worden overgebracht naar een Materials Recovery Facility (MRF), die schone recycleerbare materialen produceert.

S3. Anaërobe MBT - Anaëroob

Volgens S3 wordt gemengd afval (d.w.z. organische stoffen, papier, kunststoffen, metaal, glas en andere) naar een installatie voor mechanisch-biologische behandeling (MBT) met anaërobe vergisting geleid. De installatie produceert als output:

- Papier
- Kunststoffen
- Metaal
- Glas
- Andere
- RDF
- Compost als output (CLO)
- Elektriciteit uit biogas

Er zijn ook verliezen (vocht) en residuen die naar een stortplaats worden afgevoerd.

De organische stoffen uit het gescheiden afval gaan naar een anaërobe installatie voor de behandeling van bioafval, die elektriciteit produceert uit biogas en compost. Er is opnieuw vochtverlies. Papier, plastic, metaal, glas en ander afval worden overgebracht naar een Materials Recovery Facility (MRF), die schone recycleerbare materialen produceert.

S4. Biodroging MBT - Anaëroob

Volgens S4 wordt gemengd afval (d.w.z. organische stoffen, papier, kunststoffen, metaal, glas en andere) naar een installatie voor mechanisch-biologische behandeling (MBT) geleid. De installatie produceert als output:

- SRF
- Metaal

- Glas

Er zijn ook verliezen (vocht) en residuen die naar een stortplaats worden afgevoerd.

De organische stoffen uit het gescheiden afval gaan naar een anaërobe installatie voor de behandeling van bioafval (BTF), die elektriciteit produceert uit biogas en compost. Er is weer vochtverlies. Papier, plastic, metaal, glas en ander afval worden overgebracht naar een Materials Recovery Facility (MRF), die schone recycleerbare materialen produceert.

Op basis van de input en output van elk alternatief scenario voor SVA-beheer krijgt de burgemeester informatie over:

- de totale hoeveelheid door elk huishouden geproduceerd SVA, de hoeveelheid SVA die door elk huishouden werd gescheiden en de hoeveelheid SVA die als gemengd afval werd verwijderd
- de totale kosten voor de inzameling van SVA (voor gescheiden, gemengd en totaal afval)
- de totale kosten van de verwerking van SVA (voor gescheiden, gemengd en totaal afval)
- de totale inkomsten uit de verkoop van compost, gerecycleerde materialen, elektriciteit, enz. (voor gescheiden, gemengd en totaal afval)
- de totale nettokosten (voor gescheiden, gemengd en totaal afval)
- de nettokosten per kg (voor gescheiden, gemengd en totaal afval)
- de nettokosten per huishouden

De totale hoeveelheid VHA en de hoeveelheden gescheiden en gemengd VHA van elk huishouden worden geacht bekend te zijn (bijv. door het invoeren van op maat gemaakte vuilniszakken, het gebruik van vuilniswagens met apparatuur om het afval te wegen, het plaatsen van slimme vuilnisbakken met weegschalen om het gewicht te meten en radiofrequentie-identificatie (RFID) tags om huishoudens te identificeren, enz.)

De inzamelingskosten worden als volgt geraamd:

$$\text{Inzamelingskosten voor gemengd afval (€)} = \text{Inzamelingskosten (€/ton)} * \text{Hoeveelheid gemengd SVA (ton)}$$

$$\text{Inzamelkosten voor gescheiden afval (€)} = \text{Inzamelkosten (€/ton)} * \text{Hoeveelheid gescheiden VHA (ton)}$$

$$\text{Inzamelingskosten voor totaal afval (€)} = \text{Inzamelingskosten (€/ton)} * \text{Totale hoeveelheid SVA (ton)}$$

Evenzo worden de behandelingskosten, afhankelijk van de behandelingsfaciliteit, als volgt geraamd:

$$\text{Behandelingskosten voor gemengd afval (aëroob MBT) (€)} = \text{Behandelingskosten (€/ton)} * \text{Hoeveelheid gemengd SVA (ton)}$$

$$\text{Behandelingskosten voor gemengd afval (anaëroob MBT) (€)} = \text{Behandelingskosten (€/ton)} * \text{Hoeveelheid gemengd SVA (ton)}$$

$$\text{Behandelingskosten voor gescheiden organisch afval (aëroob BTF) (€)} = \text{Behandelingskosten (€/ton)} * \text{Gescheiden organisch afval (ton)}$$

*Verwerkingskosten voor gescheiden organisch afval (anaeroob BTF) = Verwerkingskosten (€/ton) * Gescheiden organisch afval (ton)*

*Verwerkingskosten voor gescheiden materialen, bv. plastic, glas, enz. (MRF) (€) = Verwerkingskosten (€/ton) * Gescheiden materialen (ton)*

De inkomsten worden geraamd door de "producten" van het afval (bv. elektriciteit, recycleerbaar materiaal, enz.) te vermenigvuldigen met de respectieve prijs.

De nettokosten worden berekend door de opbrengsten van de kosten af te trekken, d.w.z:

Nettokosten voor gemengd afval (€) = Totale kosten voor gemengd afval (€) - Inkomsten voor gemengd afval (€)

Nettokosten voor gescheiden afval (€) = Totale kosten voor gescheiden afval (€) - Inkomsten voor gescheiden afval (€)

Nettokosten voor totaal afval (€) = Totale kosten voor totaal afval (€) - Inkomsten voor totaal afval (€)

De nettokosten per kg afval worden gegeven door:

Nettokosten gemengd afval per kg (€/kg) = Nettokosten gemengd afval (€) / Hoeveelheid gemengd SVA (kg)

Nettokosten voor gescheiden afval per kg (€/kg) = Nettokosten voor gescheiden afval (€) / Hoeveelheid gescheiden VHA (kg)

Nettokosten voor totaal afval per kg (€/kg) = Nettokosten voor totaal afval (€) / Totale hoeveelheid SVA (kg)

Ten slotte worden de nettokosten per huishouden berekend aan de hand van de volgende vergelijking:

*Nettokosten per huishouden (€) = Nettokosten voor gemengd afval per kg (€/kg) * Hoeveelheid gemengd SVA per huishouden (kg) + Nettokosten voor gescheiden afval per kg (€/kg) * Hoeveelheid gescheiden SVA per huishouden (kg)*

Op basis van de resultaten voor de nettokosten per huishouden moet de burgemeester de gemeentelijke vergoedingen vaststellen die aan elk huishouden moeten worden aangerekend. Het tarievenbeleid van de burgemeester kent een grote mate van vrijheid, zolang de totale tarieven de totale nettokosten van het beheer van SVA dekken (in een volgend hoofdstuk wordt een voorbeeld gegeven).

3.2.3. Belangrijkste veronderstellingen

Voor het uitvoeren van de berekeningen is rekening gehouden met de volgende technische en financiële veronderstellingen. De aannames zijn gebaseerd op gegevens uit wetenschappelijke en grijze literatuur (bijv. (Arcadis & Eunomia, 2010; Hogg, n.d.; Lasaridi et al., 2006; Seruga et al., 2020; Velis et al., 2010).en de deskundigen op het gebied van afvalbeheer die deelnemen aan het BlockWaste-project.

A. Technische veronderstellingen

De technische aannames hebben betrekking op de terugwinning van materialen uit de MBT-installatie, de conversiefactoren voor de productie van biogas en elektriciteit uit de anaërobe behandeling van organisch materiaal in MBT en BTF en de terugwinning van materialen uit het MRF-plan.

De technische hypothesen staan in de volgende tabellen.

Tabel 2. Technische veronderstellingen voor de aërobe MBT

Producten van MBT (aëroob)	Herstelfactoren
Recyclables	
- Papier (kg)	56%
- Kunststoffen (kg)	59%
- Metaal (kg)	95%
- Glas (kg)	90%
- Andere (kg)	50%
CLO (kg) voor stortplaatsbedekking of bodemherstel	52%
DTO (kg) voor energieproductie	15%
Verliezen	20%

Tabel 3. Technische veronderstellingen voor de anaërobe MBT

Producten van MBT	Herstelfactoren
Recyclables	
- Papier (kg)	56%
- Kunststoffen (kg)	59%
- Metaal (kg)	95%
- Glas (kg)	90%
- Andere (kg)	50%
Biogas (m ³)	105 m ³ /ton
Elektriciteit (kWh)	150,4 kWh/ton
CLO (kg) voor stortplaatsbedekking of bodemherstel	31%
DTO (kg) voor energieproductie	15%
Verliezen (kg)	25%

Tabel 4. Technische veronderstellingen voor de aërobe BTF

Organische stoffen uit gescheiden afval	Herstelfactoren
Compost	55%
Verliezen	45%

Tabel 5. Technische veronderstellingen voor de anaërobe BTF

Organische stoffen uit gescheiden afval	Herstelfactoren
---	-----------------

Biogas (m ³)	110 m ³ /ton
Elektriciteit (kWh)	240 kWh/ton
Compost	16%

Wat de Materials Recovery Facility (MRF) betreft, wordt uitgegaan van een terugwinningsfactor van 100%, mits de materialen uit verschillende bakken worden ingezameld.

B. Financiële veronderstellingen

De financiële veronderstellingen hebben betrekking op de MSW-kosten voor inzameling, behandeling en storting en de inkomsten uit de verkoop van elektriciteit, gerecycleerde materialen, compost, SRF en CLO. Aangenomen wordt dat het geproduceerde RDF wordt gebruikt voor energieproductie, maar de prijs ervan is praktisch nul.

De volgende tabellen (Tabel 6 en Tabel 7) bevatten de financiële hypothesen die voor de berekeningen van het MSW-beheersinstrument zijn gebruikt.

Tabel 6. Kostenaannames

Kostencategorie	Kosten (€/ton)
Inzamelingskosten - gemengd afval	60
Inzamelingskosten - gemengd recyclebaar materiaal	140
Inzamelingskosten - organisch afval	80
Incassokosten - papier	60
Inzamelingskosten - kunststoffen	350
Inzamelingskosten - metalen	150
Opvangkosten - glas	60
Inzamelingskosten - andere recycleerbare materialen	100
Stortkosten	100
Compostering	65
Anaërobe MBT	90
Aërobe MBT	70
Biodrogen MBT	80
Anaërobe vergisting	60
Sorteren voor gemengd recyclebaar materiaal	180
Verwerking van gescheiden afval	50

Tabel 7. Veronderstellingen inzake inkomsten

Categorie inkomsten	Inkomsten (€/ton en €/MWh voor elektriciteit)
Elektriciteit (€/MWh)	129
Papier	100
Kunststoffen	250
Metaal	212.5
Glas	40
Andere	20
Compost	20
SRF	25
CLO	1
RDF	0

Opmerking: RDF wordt gebruikt voor energieproductie, maar de prijs ervan is 0

3.2.4. Uitvoer van het instrument

De MSW Management Tool biedt een breed scala aan technische en financiële resultaten. Meer bepaald analyseert het instrument de input en output van alle verwerkingsinstallaties, de kosten van inzameling, verwerking en storting (voor gemengd, gescheiden en totaal VHA), de inkomsten uit verschillende afvalstromen en producten en de nettokosten (voor gemengd, gescheiden en totaal VHA) voor de totale hoeveelheden, per kg afval (voor gemengd, gescheiden en totaal VHA) en per huishouden. Er zij op gewezen dat de analyse voor de berekening per huishouden wordt uitgevoerd. Niettemin presenteert de online tool voor SVA-beheer alleen de resultaten die in een reëel geval beschikbaar zouden zijn (bv. totale hoeveelheden materialen, totale kosten, kosten per kg op basis van de totale kosten en de

totale hoeveelheden SVA, enz.) Voor onderwijsdoeleinden wordt echter een Excel-bestand als ondersteunend materiaal verstrekt, waarin alle berekeningen gedetailleerd worden weergegeven en de instructeur en de klasgroep de mogelijkheid krijgen om met verschillende invoergegevens te experimenteren en hun eigen scenario's te formuleren.

De volgende tabellen geven als voorbeeld de output van S1. Aërobe MBT - Compost.

Tabel 8. Afval samenstelling en inzameling per huishouden

	Samenstelling van het afval						Afvalinzameling		
	Organische stoffen (kg)	Papier (kg)	Kunststoffen (kg)	Metaal (kg)	Glas (kg)	Andere (kg)	Gemengd ingezameld afval (kg)	Gescheiden ingezameld afval (kg)	Totaal ingezameld afval (Kg)
Huishoudens									
HH1	36.6	18.7	15.3	2.6	0.0	11.9	0.0	85.0	85.0
HH2	42.0	21.0	12.6	1.1	3.2	25.2	26.3	78.8	105.0
HH3	64.8	27.8	21.6	3.1	3.1	33.9	138.8	15.4	154.2
Totalen	143.3	67.5	49.5	6.7	6.2	71.0	165.0	179.2	344.2

Tabel 9. Input voor de aërobe MBT-installatie

	MBT (AËROBE VERGISTING) - INPUT						
	Van gemengd afval						
	Totaal afval (Kg)	Organische stoffen (kg)	Papier (kg)	Kunststoffen (kg)	Metaal (kg)	Glas (kg)	Andere (kg)
Huishoudens							
HH1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HH2	26.3	10.5	5.3	3.2	0.3	0.8	6.3
HH3	138.8	58.3	25.0	19.4	2.8	2.8	30.5
Totalen	165.0	68.8	30.2	22.6	3.0	3.6	36.8

Tabel 10. Output van de aërobe MBT-installatie

MBT (AËROBE VERGISTING) - OUTPUT									
Van gemengd afval									
Huishoudens	Papier (kg)	Kunststoffen (kg)	Metaal (kg)	Glas (kg)	Andere (kg)	CLO (kg)	DTO (kg)	Verliezen (kg)	Residuen (kg)
HH1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HH2	2.9	1.9	0.2	0.7	3.2	5.5	2.4	2.1	7.4
HH3	14.0	11.5	2.6	2.5	15.3	30.3	12.1	11.7	38.9
Totalen	16.9	13.3	2.9	3.2	18.4	35.8	14.4	13.8	46.3

Tabel 11. Input en output voor de aerobe BTF

	INSTALLATIE VOOR DE BEHANDELING VAN BIOAFVAL (AËROOB) - INPUT	INSTALLATIE VOOR DE BEHANDELING VAN BIOAFVAL (AËROOB) - OUTPUT	
	Van gescheiden organische stoffen		
	Organische stoffen (kg)	Compost (kg)	Verliezen (kg)
Huishoudens			
HH1	36.6	20.1	16.4
HH2	31.5	17.3	14.2
HH3	6.5	3.6	2.9
TOTALEN	74.5	41.0	33.5

Tabel 12. Input en output voor de Materials Recovery Facility

MRF (MATERIALS RECOVERY FACILITY) / INPUT=OUTPUT					
Van gescheiden afval					
Huishoudens	Papier (kg)	Kunststoffen (kg)	Metaal (kg)	Glas (kg)	Andere (kg)
HH1	18.7	15.3	2.6	0.0	11.9
HH2	15.8	9.5	0.8	2.4	18.9
HH3	2.8	2.2	0.3	0.3	3.4
Totalen	37.2	26.9	3.6	2.7	34.2

Tabel 13. Inzamelkosten voor gemengd en gescheiden afval (€/kg)

Incassokosten							
Huishoudens	Gemengd afval	Gescheiden afval					
		Organics	Papier	Kunststoffen	Metaal	Glas	Andere
HH1	0.0	2.9	1.1	5.4	0.4	0.0	1.2
HH2	1.6	2.5	0.9	3.3	0.1	0.1	1.9
HH3	8.3	0.5	0.2	0.8	0.0	0.0	0.3
Totalen	9.9	6.0	2.2	9.4	0.5	0.2	3.4

Tabel 14. Verwerkingskosten voor gemengd en gescheiden afval (€/kg)

	Behandelingskosten						
	Gemengd afval	Gescheiden afval					
		Organics	Papier	Kunststoffen	Metaal	Glas	Andere
Huishoudens							
HH1	0.0	2.4	0.9	0.8	0.1	0.0	0.6
HH2	1.8	2.0	0.8	0.5	0.0	0.1	0.9
HH3	9.7	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
Totalen	11.6	4.8	1.9	1.3	0.2	0.1	1.7

Tabel 15. Stortkosten en totale kosten voor gemengd en gescheiden afval (€/kg)

	Stortkosten	Totale kosten	Totale kosten	Totale kosten
		Gemengd afval	Gescheiden afval	Totaal afval
Huishoudens				
HH1	0.0	0.0	15.8	15.8
HH2	0.7	4.2	13.3	17.5
HH3	3.9	21.9	2.7	24.6
Totalen	4.6	26.1	31.8	57.9

Tabel 16. Inkomsten uit gemengd afval (€/kg)

	Inkomsten uit						
	Gemengd afval						
Huishoudens	Papier	Kunststoffen	Metaal	Glas	Andere	CLO	RDF
HH1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HH2	0.3	0.5	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
HH3	1.4	2.9	0.6	0.1	0.3	0.0	0.0
Totalen	1.7	3.3	0.6	0.1	0.4	0.0	0.0
Totale inkomsten uit gemengd afval							6.2

Tabel 17. Inkomsten uit gescheiden afval (€/kg)

	Inkomsten uit					
	Gescheiden afval					
Huishoudens	Compost	Papier	Kunststoffen	Metaal	Glas	Andere
HH1	0.4	1.9	3.8	0.5	0.0	0.2
HH2	0.3	1.6	2.4	0.2	0.1	0.4
HH3	0.1	0.3	0.5	0.1	0.0	0.1

Totalen	0.8	3.7	6.7	0.8	0.1	0.7
	Totale inkomsten uit gescheiden afval					12.8

Tabel 18. Nettokosten (€) per kg voor gemengd, gescheiden en totaal afval

Nettokosten van gemengd afval per kg	Nettokosten van gescheiden afval per kg	Nettokosten van het totale afval per kg
0.121	0.106	0.113

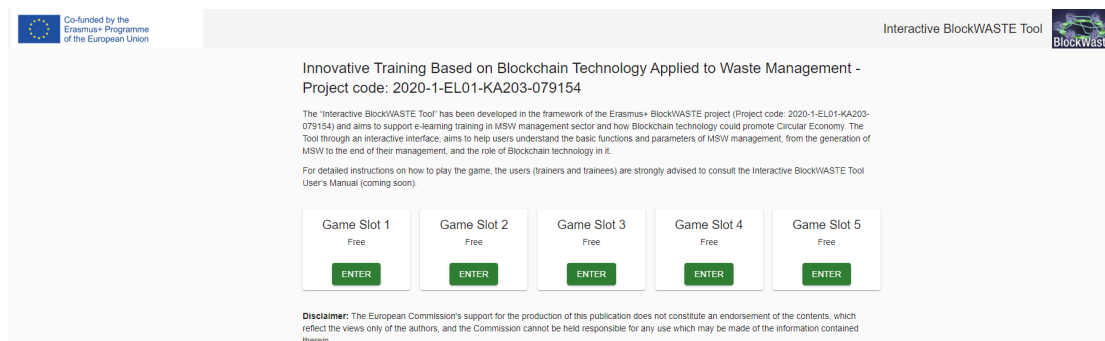
Tabel 19. Totale inkomsten en nettokosten (€/kg)

	Totale inkomsten	Netto kosten	Netto kosten	Netto kosten	Nettokosten voor de gemeente
		Gemengd afval	Gescheiden afval	Totaal afval	per huishouden
Huishoudens					
HH1	6.9	0.0	8.9	8.9	9.0
HH2	5.8	3.2	8.4	11.7	11.5
HH3	6.3	16.7	1.7	18.3	18.4
Totalen	19.0	19.9	19.0	38.9	38.9

3.3. Gedetailleerde beschrijving van de rollen

3.3.1. Het spel beginnen

Het spel is beschikbaar op <https://game.blockwasteproject.eu/>. Voor meer flexibiliteit bevat het spel vijf verschillende slots, waardoor vijf verschillende teams tegelijkertijd kunnen spelen. Om een spel te beginnen, moet de speler die de rol van burgemeester krijgt toebedeeld eerst in het vrije slot (Figuur 20). Daarna moeten de overige spelers in hetzelfde vakje plaatsnemen. Het totale aantal spelers dat als "huishouden" kan optreden is 30. Daarom moet elke speler voor aanvang van het spel een uniek nummer tussen 1 en 30 toegewezen krijgen.



Figuur 20: Het beginscherm van het spel

3.3.2. Huishoudens

Zodra de "huishoudelijke" spelers het slot binnengaan,

Na het inloggen klikt de gebruiker op de knop "Gegevens toevoegen" en het venster breidt zich uit (Figuur 21), waardoor de speler de volgende informatie kan opgeven:

- Leden van het huishouden
- Productie van SVA per hoofd van de bevolking en per jaar
- Samenstelling van het huishoudelijk afval
- Tijd besteed aan afvalscheiding (in minuten per week)
- Maand van het jaar

Na het invoeren van de gegevens moet de gebruiker op de "Submit" knop klikken om deze in te dienen. Het spel begint altijd met de eerste maand van het jaar (januari) vrijgespeeld. De volgende maand wordt automatisch ontgrendeld wanneer de speler de gemeentekosten van de vorige maand ontvangt van de burgemeester.

Add data

Household members *
4

MSW generation *
420 pc/year

Organic: 39% Paper: 24% Plastic: 20% Metal: 4% Glass: 4% Other: 8%

Time spent on sorting waste (between 0-45) *
25 minutes per week

Choose month *
March

Submit

Figuur 21. Het venster "Gegevens toevoegen"

Om de gegevens in te dienen moet de gebruiker echter een kort - en vereenvoudigd - Blockchain-probleem oplossen, namelijk het vinden van een geschikte nonce die een hash berekent die gelijkelijk deelbaar is door 3 (Figuur 22).

Balance: €0.00

Add data

Household members *
3

MSW generation *
440 pc/year

Organic: 37% Paper: 12% Plastic: 14% Metal: 6% Glass: 9% Other: 22%

Time spent on sorting waste (between 0-45) *
25 minutes per week

Choose month *
January

Submit

Block	Area	Householder	Total waste	Nonce (1-3)	a	b	c	Last two digits from prev. Hash	Hash	Solved
1	Green	Mj37gcj8e1vs	18	Nonce (1-3) *	71	77	18	2	168	✗
2	Green	P8zch630ye76	94	Nonce (1-3) *	71	80	94	68	313	✗
3	Red	Rz8mbde90lyo	2	Nonce (1-3) *	82	82	2	13	179	✗

Figuur 22: Het vereenvoudigde Blockchain-probleem

Wanneer het probleem met succes is opgelost, wordt de knop "Indienen" groen en is de gebruiker klaar om de gegevens aan de "Burgemeester" voor te leggen ().

Balance: €0.00

Add data

Household members * 3 MSW generation * 440 pc/year

Organic: 37% Paper: 12% Plastic: 14% Metal: 6% Glass: 9% Other: 22%

Time spent on sorting waste (between 0-45) * 25 minutes per week Choose month * January

Submit

Block	Area	Householder	Total waste	Nonce (1-3)	a	b	c	Last two digits from prev Hash	Hash	Solved
1	Green	Mj37gcj8e1vs	18	3	71	77	18	2	171	✓
2	Green	P8zch630ye76	94	2	71	80	94	71	318	✓
3	Red	Rz8mbde90lyo	2	2	82	82	2	18	186	✓

Figuur 23: Weergave van een opgelost Blockchain-probleem waarmee de gegevens kunnen worden ingediend

Na het indienen van de gegevens ontvangt de gebruiker de gemeentelijke vergoedingen (zoals vastgesteld door de burgemeester) en krijgt hij/zij de totale kosten te zien (d.w.z. de waarde van de tijd die is besteed aan het sorteren van het afval plus de gemeentelijke vergoedingen).

Naarmate het spel vordert, kan de gebruiker de resultaten van de voorgaande maanden voor zijn/haar huishouden (Figuur 24) of voor alle huishoudens die aan het spel deelnemen (Afbeelding 25) (zonder echter de ware identiteit van de andere spelers of andere "gevoelige" gegevens te kennen, zoals het aantal leden van het huishouden, de MSW-productie per hoofd, enz.)

☒ Only show my entries

Month: All Household: All

Household	HH members	MSW generation pc/year	HH MSW generation/ month	Time spent on sorting waste (between 0-45 minutes per week)	Value of time (Euros/ hour/month)	Percentage of recyclables separated (different bins)	percentage of mixed MSW (mixed waste, organic and other)	Total cost (Euros/month)	Municipal fees (Euros/month)
January									
Me	2	410	68.33	35	15	100%	0%	21.5	6.5
February									
Me	2	410	68.33	40	15	100%	0%	21	6
Total				75	€30.00			€42.50	€12.50

Figuur 24. Het resultatenvenster (alleen voor spelersinzendingen)

☐ Only show my entries

Month

All

Household

All

Household	HH members	MSW generation pc/year	HH MSW generation/ month	Time spent on sorting waste (between 0-45 minutes per week)	Value of time (Euros/ hour/month)	Percentage of recyclables separated (different bins)	percentage of mixed MSW (mixed waste, organic and other)	Total cost (Euros/month)	Municipal fees (Euros/month)
January									
Me	2	410	68.33	35	15	100%	0%	21.5	6.5
PK2	N/A	N/A	34.17	N/A	N/A	75%	25%	N/A	4
February									
Me	2	410	68.33	40	15	100%	0%	21	6
PK2	N/A	N/A	34.17	N/A	N/A	75%	25%	N/A	6
Total				75	€30.00			€42.50	€12.50

Figuur 25. Het resultatenvenster (met de resultaten voor alle spelers)

Het spel eindigt bij de ontvangst van de gemeentelijke heffingen voor de laatste maand van het jaar (d.w.z. december).

3.3.3. Burgemeester

Na het invoeren van de sleuf moet de gebruiker aan wie de rol van "burgemeester" is toegewezen, een van de vier alternatieve scenario's voor het beheer van SVA kiezen en vervolgens op "Doorgaan" (Afbeelding 26).

Choose your plan

As the mayor, you have to select a plan for ...

Choose wisely!

S1. Aerobic MBT - Compost

S2. Anaerobic MBT - Compost

S3. Anaerobic MBT - Anaerobic

S4. Biodrying MBT - Anaerobic

Figuur 26. Het venster voor de selectie van het MSW-beheerplan

Vervolgens komt de gebruiker in een nieuw venster met de gegevens van de deelnemende huishoudens (Figuur 27). De verstrekte informatie is als volgt:

- Gemengd, gescheiden en totaal ingezameld (d.w.z. geproduceerd) afval per huishouden en
- Nettokosten voor de gemeente per huishouden

Er zij op gewezen dat de "burgemeester" voor de berekening van de vergoedingen moet wachten tot alle huishoudens hebben gereageerd.

Balance: -€11.31

Month: All Household: All

Household	Mixed collected waste (kg)	Separated collected waste (kg)	Total waste collected (Kg)	Net cost for municipality	Municipal fees (Euros/month)
January					
PK1	0	68.33	68.33	€6.63	Fee 6.5 € Save
PK2	8.543	25.628	34.17	€3.34	Fee 4 € Save
February					
PK1	0	68.33	68.33	€6.63	Fee 6 € Save
PK2	8.543	25.628	34.17	€3.34	Fee 6 € Save
March					
PK1	35	105	140	€13.85	Fee € Save
Total	52.085	292.915	345	€33.81	€22.50

Figuur 27. Het venster "basisinformatie" waar de gebruikte de gemeentelijke tarieven bepaalt

Op basis van de nettokosten voor de gemeente per huishouden zal de "burgemeester" een passend gemeentetarief kiezen. De enige regel die moet worden gevolgd is dat het "Saldo" voor de gemeente niet negatief mag zijn (d.w.z. de gebruiker mag geen financieel tekort creëren). Afgezien daarvan is de gebruiker volledig vrij om zijn/haar eigen strategie te kiezen. Stel bijvoorbeeld dat de "burgemeester" een korting van 10% wil geven aan huishoudens die 100% recyclen. De nettokosten voor het totale afval per kg worden berekend volgens de volgende vergelijking:

$$\text{Nettokosten voor het totale afval per kg (€/kg)} =$$

$$\text{Nettokosten voor het totale afval (€)} / \text{Totale hoeveelheid SVA (kg)} =$$

$$[\text{Nettokosten voor gemengd afval per kg (€/kg)} * \text{Totaal gemengd VHA (kg)} + \text{Nettokosten voor gescheiden afval per kg (€/kg)} * \text{Totaal gescheiden VHA}] / \text{Totaal VHA (kg)}$$

De "burgemeester" kent de totale nettokosten voor gemengd afval per kg (€/kg), de totale nettokosten voor gescheiden afval per kg (€/kg) en de totale nettokosten voor gemengd afval per kg (€/kg) alsmede de totale gemengde en gescheiden hoeveelheden afval.

Laten we aannemen dat de bovenstaande cijfers als volgt zijn

- Nettokosten voor gemengd afval per kg (€/kg): 0.121
- Nettokosten voor gescheiden afval per kg (€/kg): 0.106
- Nettokosten voor het totale afval per kg (€/kg): 0.113
- Totaal gemengd MSW (kg): 165
- Totaal gescheiden MSW (kg): 179.2
- Totaal MSW (kg): 344.2

De korting van 10% zal resulteren in een gemeentelijke bijdrage voor gescheiden afval per kg (€/kg) van 0,095 (d.w.z. 90% * 0,106). Om het financiële tekort te vermijden, moet de burgemeester de gemeentelijke bijdrage voor het gemengd afval per kg verhogen om de nettokosten voor het totale afval per kg constant te houden (d.w.z. 0,113 €/kg). De gemeentelijke bijdrage voor gemengd afval per kg kan als volgt worden berekend:

Nettokosten voor gemengd afval per kg (€/kg) =

*[Nettokosten voor totaal afval per kg (€/kg) * Totaal VHA (kg) - Nettokosten voor gescheiden afval per kg (€/kg) * Totaal gescheiden VHA] / Totaal gemengd VHA (kg)*

De vervanging van het getal van het voorbeeld leidt tot nettokosten voor gemengd afval per kg (€/kg) van 0,132 €/kg (d.w.z. een stijging van 9,1%).

Door op de knop "Verslag" te drukken, krijgt de "burgemeester" verdere financiële details te zien (Figuur 28).

		Collection cost		Treatment cost		Landfill cost		Total cost		Revenues			Net cost			Net cost / waste (kg)		
Month		Mixed	Separated	Mixed	Separated	cost	Mixed	Separated	Total	Mixed	Separated	Total	Mixed	Separated	Total	Mixed	Separated	Total
January		€0.5	€11.6	€0.6	€5.3	€0.2	€1.3	€17.0	€18.3	€0.5	€7.8	€8.3	€0.9	€9.1	€10.0	0.1	0.097	0.097
February		€0.5	€11.6	€0.6	€5.3	€0.2	€1.3	€17.0	€18.3	€0.5	€7.8	€8.3	€0.9	€9.1	€10.0	0.1	0.097	0.097
March		€2.1	€14.0	€2.5	€5.9	€0.9	€5.4	€19.8	€25.3	€2.0	€9.5	€11.4	€3.5	€10.4	€13.9	0.1	0.099	0.099
April		€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	0	0	0
May		€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	0	0	0

Figuur 28. Het uitgebreide venster met financiële informatie

Door de optie "Toon MBT-, bioafval- en MRF-gegevens" te activeren, krijgt de "burgemeester" aanvullende gegevens over de materiaalstromen (input en output) in de verschillende verwerkingsinstallaties (Figuur 9). De tool biedt ook de mogelijkheid om de gedetailleerde resultaten te exporteren naar een csv-bestand voor verdere verwerking.

Month All		Household All										Plan S1, Aerobic MBT - Com...										Show MBT, Biowaste, and MRF data										Dashboard																		
MBT - INPUT (Mixed waste)															MBT - OUTPUT										BIOWASTE TREATMENT FACILITY - INPUT		BIOWASTE TREATMENT FACILITY - OUTPUT				MATERIALS RECOVERY FACILITY / INPUT-OUTPUT (Separated waste)						Collection cost		Treatment cost		Landfill cost		Total cost		Revenues					
Month	Total waste (mixed)	Organic (kg)	Paper (kg)	Plastic (kg)	Metal (kg)	Glass (kg)	Other (kg)	Paper (kg)	Plastic (kg)	Metal (kg)	Glass (kg)	Other (kg)	Electricity (kwh)	CLO (kg)	RDF (kg)	SRF (kg)	Losses (kg)	Residues (kg)	Organic (kg)	Compost (kg)	Electricity (kwh)	Losses (kg)	Paper (kg)	Plastic (kg)	Metal (kg)	Glass (kg)	Other (kg)	Mixed	Separated	Mixed	Separated	cost	Mixed	Separated	Total	Mixed	Separated	Total												
January	8.5	3.8	1.8	1.9	0.3	0.2	0.6	1.0	1.1	0.3	0.2	0.3	0.0	2.0	0.7	0.0	0.8	2.2	41.3	22.7	0.0	18.6	25.9	15.9	3.1	0.5	7.3	€0.5	€11.6	€0.6	€5.3	€0.2	€1.3	€17.0	€18.3	€0.5	€7.8	€8.3												
February	8.5	3.8	1.8	1.9	0.3	0.2	0.6	1.0	1.1	0.3	0.2	0.3	0.0	2.0	0.7	0.0	0.8	2.2	41.3	22.7	0.0	18.6	25.9	15.9	3.1	0.5	7.3	€0.5	€11.6	€0.6	€5.3	€0.2	€1.3	€17.0	€18.3	€0.5	€7.8	€8.3												
March	35.0	13.7	8.4	7.0	1.4	1.4	3.2	4.7	4.1	1.3	1.3	1.6	0.0	7.1	3.2	0.0	2.7	9.0	41.0	22.5	0.0	18.4	25.2	21.0	4.2	4.2	9.5	€2.1	€14.0	€2.5	€5.9	€0.9	€5.4	€19.8	€25.3	€2.0	€9.5	€11.4												
April	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0											
May	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0										
June	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0									
July	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0								
August	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0							
September	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0						
October	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0					
November	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0	€0.0					
Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	6.3	2.0	1.6	2.2	0.0	11.0	4.6	0.0	4.2	13.4	123.6	68.0	0.0	55.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	€3.1	€37.2	€3.6	€16.5	€1.3	€8.1	€53.7	€61.9	€2.9	€25.1	€28.0												

Figuur 29. Het gedetailleerde technische en financiële venster

3.4. Basisinstructies over hoe te spelen

3.4.1. Het spel spelen

De instructeur moet eerst een korte beschrijving van het scenario geven en vervolgens de rollen aan de spelers toewijzen (een burgemeester en de huishoudens). De spelers kunnen specifieke instructies krijgen over hoe ze moeten handelen, of ze kunnen gevraagd worden uit eigenbelang te handelen. Het is belangrijk duidelijk te maken dat ieders bijdrage waardevol is in het spel en dat er niet wordt geoordeeld. Ook is het belangrijk een tijdslimiet vast te stellen (het spel kan 15 tot 30 minuten duren, afhankelijk van de vaardigheden die worden geoefend) en het niveau van de deelnemers. Als de leerdoelen echter berekeningen vereisen, kan meer tijd nodig zijn. Als de instructeur merkt dat de deelnemers moeilijkheden hebben en vastlopen of onoplettend zijn, is het goed om het rollenspel te stoppen en een time-out in te lassen. Om het spel te beginnen verdeelt de instructeur, afhankelijk van hun rol, de vooraf gemaakte rekeningen onder de spelers.

3.4.2. Na het spelen van het spel

Start na afloop van het spel een discussie. De docent en de deelnemers kunnen het spel bespreken, bv. welke strategie ze volgden, wat effectief was vanuit het oogpunt van leren, enz. Om de discussie te vergemakkelijken kan de docent ook enkele algemene of specifieke vragen stellen, zoals:

- Wat waren hun zorgen met betrekking tot hun rol?
- Hebben ze hun strategie veranderd naarmate de wedstrijd vorderde op basis van de resultaten die ze kregen?
- Werden ze beïnvloed door wat andere huishoudens deden?

- Wat was voor hen het belangrijkste punt bij de keuze van een specifieke strategie (bijv. maximalisering van de milieuvoordelen, minimalisering van de kosten, enz.)

Het is ook nuttig om aan het eind van de sessie enkele afsluitende opmerkingen te maken (bv. het doel van het spel nogmaals samenvatten, uw mening geven over het succes van het spel, enz.)

4 Referenties

- Arcadis & Eunomia. (2010). Beoordeling van de optie om het beheer van bioafval in de Europese Unie te verbeteren. *Europese Commissie Directoraat-generaal Milieu*, 11/004759(07), 1-237.
- Bartelings, H., & Sterner, T. (1999). Huishoudelijk afvalbeheer in een Zweedse gemeente: Determinants of Waste Disposal, Recycling and Composting. *Environmental and Resource Economics*, 13(4), 473-491. <https://doi.org/10.1023/A:1008214417099>
- Bruvoll, A., Halvorsen, B., & Nyborg, K. (2000). Huishoudens sorteren hun afval aan de bron. *Economic Survey*, 4, 26-35.
- Bruvoll, A., Halvorsen, B., & Nyborg, K. (2002). De recyclinginspanningen van huishoudens. *Resources, Conservation and Recycling*, 36(4), 337-354. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(02\)00055-1](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(02)00055-1)
- Christianson, J. S. (2019, 29 april). *The Blockchain Game: Een geweldige nieuwe tool voor je klas*. Blochain. <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2019/04/the-blockchain-game-a-great-new-tool-for-your-classroom/>
- Christianson, J. S. (2022, 9 februari). *Hoe Blockchain te onderwijzen met "The Blockchain Game!"* <https://medium.com/predict/how-to-teach-blockchain-with-the-blockchain-game-44360c542c81>
- Hogg, D. (n.d.). *Financierings- en stimuleringsregelingen voor gemeentelijk afvalbeheer: Case studies, eindverslag aan directoraat-generaal Milieu, Europese Commissie*. Eunomia Research & Consulting.
- Huhtala, A. (2010). Inkomenseffecten en het ongemak van particuliere verstrekking van publieke goederen voor slechte doelen: Het geval van recycling in Finland. *Ecological Economics*, 69(8), 1675-1681. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.03.018>
- Lasaridi, K. E., Rovolis, A., & Abeliotis, K. (2006). Kosten van afvalbeheer in Griekenland: Ruimtelijke patronen en oorzakelijke factoren. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 98. <https://doi.org/10.2495/EEIA060061>
- Lee, M., Choi, H., & Koo, Y. (2017). Ongemakskosten van afvalverwijderingsgedrag in Zuid-Korea. *Ecological Economics*, 140, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.04.031>
- Nainggolan, D., Pedersen, A. B., Smed, S., Zemo, K. H., Hasler, B., & Termansen, M. (2019). Consumenten in een Circulaire Economie: Economic Analysis of Household Waste Sorting Behaviour. *Ecological Economics*, 166, 106402. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106402>
- Seruga, P., Krzywonos, M., Seruga, A., Niedźwiecki, Ł., Pawlak-Kruczek, H., & Urbanowska, A. (2020). Anaerobe vergistingsprestaties: Gescheiden ingezamelde vs. mechanisch gescheiden organische fracties van gemeentelijk vast afval als grondstof. *Energie*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/en13153768>
- Velis, C. A., Longhurst, P. J., Drew, G. H., Smith, R., & Pollard, S. J. T. (2010). Production and Quality Assurance of Solid Recovered Fuels Using Mechanical-Biological Treatment (MBT) of Waste: A Comprehensive Assessment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 40(12), 979-1105. <https://doi.org/10.1080/10643380802586980>