



NAAR EEN
TRANSPARANT
**NATUUR- EN
BOSBEHEER**
IN VLAANDEREN MET
BLOCKCHAIN



Vlaamse
overheid

AGENTSCHAP
NATUUR & BOS

INFORMATIE
VLAANDEREN

Kunstmaan

Accenture Interactive

NAAR EEN
TRANSPARANT
**NATUUR- EN
BOSBEHEER**
IN VLAANDEREN MET
BLOCKCHAIN

Een Blockchain proof of concept development project van het Agentschap Natuur en Bos, het Agentschap Informatie Vlaanderen en Kunstmaan | Accenture Interactive.

VOORWOORD



Onze samenleving verandert razendsnel, mede onder invloed van de digitalisering en de ontwikkeling van nieuwe informatietechnologie. Een van de meest besproken nieuwe technologieën is **blockchain**, een digitaal gedistribueerd grootboek waarin transacties tussen verschillende partijen transparant en traceerbaar worden opgetekend.

Tijdens de voorbije maanden onderzochten de Agentschappen Natuur & Bos en Informatie Vlaanderen van de Vlaamse overheid, samen met Kunstmaan | Accenture Interactive, in een **proof of concept** project of en hoe blockchain kan bijdragen aan een **betere werking van de natuurbeheerplannen en -subsidies**. Door geografische contouren een identiteit te geven en subsidies slimmer te maken, zou het natuur- en bosbeheer in Vlaanderen volledig opvolgbaar en transparant kunnen worden, met veel **minder administratieve afhandeling en meer tijd voor het coachen en adviseren van klanten en stakeholders op het terrein**.

We ontwikkelden een **demo-applicatie** die toont wat met gebruik van blockchaintechnologie allemaal mogelijk is. De sleutel tot zinvol gebruik van deze technologie zit in het kunnen en durven **herdenken van de huidige processen** om maximaal de mogelijkheden van blockchain te gebruiken. En vervolgens een sterke gebruikservaring te ontwikkelen die alle betrokken partijen toelaat de nieuwe processen intuïtief te gaan gebruiken.

Met de oplevering van de werkende demo-applicatie en dit uitgeschreven rapport willen we inspireren, binnen en buiten het domein van natuur- en bosbeheer: naast het hertekenen van de huidige processen, willen we vooral ook aantonen dat **verder onderzoek en ontwikkeling noodzakelijk zijn**, zeker wanneer we de mogelijkheden van deze baanbrekende technologie maximaal willen benutten.

Het is onze intentie zoveel mogelijk onze opgedane kennis te delen. In de eerste hoofdstukken van het rapport vindt u een **overzicht van het project**, maar we zoomen ook in op het **leer- en ontwerpproces**. Vervolgens staan we stil bij de vele **technologische oplossingen** die we bedachten tijdens de agile development. Tenslotte richten we ook onze blik naar de toekomst: welke opportuniteiten liggen er nog in het verschiet? Op welke manieren kunnen we de blockchaintechnologie optimaal en breed aanwenden binnen de Vlaamse Overheid?

Tijdens de samenwerking tussen het Agentschap Natuur & Bos, het Agentschap Informatie Vlaanderen en Kunstmaan groeide de overtuiging, het geloof en het enthousiasme voor de mogelijkheden van blockchain binnen het natuur- en bosbeheer. We zijn overtuigd dat dit snel veel meer dan een **proof of concept** kan worden en **daadwerkelijk in productie kan gaan**, in nauwe samenwerking met alle betrokken partijen op het terrein. Blockchain is een technologie, die per definitie op de achtergrond werkt, maar die - indien juist ingevoerd - een enorm verschil kan maken: ervoor zorgen dat de administratie op de achtergrond komt, ten voordele van de kwalitatieve begeleiding van onze stakeholders op het terrein. Want dat laatste is waar het echt om draait: **het optimaal inzetten van middelen om natuur en bossen kwaliteitsvol te beheren en maatschappelijk nog waardevoller te maken**.

Marleen Evenepoel

Administrateur-Generaal
Agentschap
Natuur & Bos

Barbara Van Den Haute

Administrateur-Generaal
Agentschap
Informatie Vlaanderen

INHOUD

Managementsamenvatting	11	Hoe pakken we het aan?	20	Wat brengt de toekomst?	33	Bijlage 2	
Blockchain: qu'est-ce que c'est?	11			Openstaande onderzoekspunten	33	Technische architectuur en development keuzes	44
Laat je inspireren door de technologie	12	Wat hebben we gemaakt?	23	Verwachtingen naar generieke bouwstenen	33	Kanalen	44
Transparantie zorgt voor vertrouwen	13	Functionele analyse	23	Node infrastructuur	34	Consensusmechanisme	44
Focus op de enorme mogelijkheden	13	Actoren	23	Levenscyclus chaincode	34	Clients	44
Toekomstplannen	13	Objecten	24	Blockchain en geospatial data	34	Blockchain explorer	45
		Functionele flow	24	Verder onderzoek naar Blockchain	35	Blockchain node	45
Wat willen we bereiken?	15	Registreren en valideren contouren	25	Community betrekken	36	Certificaten	46
Zuurstof voor natuurbeheer	15	Automatisch toewijzen van beheersubsidies	26	Verwante projecten	36		
Natuurbeheerplannen maken, uitvoeren, opvolgen en evalueren	15	Aanmaken van uitvoeringscontracten	27	Programma Blockchain binnen de Vlaamse overheid	36	Bijlage 3	
Uitdagingen	16	Opvolgen werkzaamheden	27	Planning programma Blockchain Vlaamse Overheid	38	Chaincodes	48
Scope van de proof of concept	16	Procesflow	28	Naar een pilootproject?	39	Identity and Access management	48
Geografische contour krijgt een 'actieve' identiteit	16	Aanbevelingen	30	Next steps: op naar 15 juni 2018	39	Certificates	49
Automatisering van natuur- en bosbeheer met smart contracts	16	Technische architectuur en development keuzes	30	Vier principes	41	Contours	50
Traceerbare historiek - Factchain	17	Netwerk	30			Ground Contours / Ground Contours Owners	50
De single source of truth	18	Smart contracts	31			Nature Management Plans	51
User experience	18	User experience	31			Nature Coins	52
				Bijlage 1	43	Subsidies	52
				Inspiratie		Work Contracts	53
				Bank of Flanders/Belgium	43		
				Artificiële Intelligentie	43		
				Uitgebreid opdrachtenmanagement	43		
				Synergie tussen verschillende Belgische of Europese overheidsdepartementen voor natuur en bos	43		

“ **Het aanvragen van natuurbeheerplannen bestaat momenteel uit veel papierwerk en zware administratieve procedures. Kunnen we dit proces transparant, efficiënt en gebruiksvriendelijk maken met behulp van blockchaintechnologie? ”** ”

Bert Vanholen, Directeur Relatiebeheer
voor het Agentschap Natuur en Bos





Managementsamenvatting

Om de kracht van blockchain te tonen kan je niet zoals bij augmented reality even een speciale bril opzetten. Blockchain is een **technologie op de achtergrond**. Een technologie die fundamenteel ons **sociaal en economisch** leven zal veranderen. Eerder dan een revolutionaire technologie spreekt men bij blockchain over **een foundational technology**¹, omdat het net de kracht in zich heeft om de manier waarop we leven en werken totaal te veranderen. Het is een technologisch boeiende technologie, maar het is pas **in combinatie met functionele expertise** over de processen en een sterke focus op **gebruikservaring** dat het volle potentieel tot zijn recht kan komen. Ook de overheid kan er zijn voordeel mee doen. Meer nog: dankzij blockchain zullen we de werking van de overheid helemaal kunnen **her-denken**. De administratieve afhandeling zal immers meer en meer via de technologie verlopen, waardoor er handen en brains vrijkomen voor inhoudelijk werk en aanwezigheid op het terrein.

Precies daarom krijgt blockchain zoveel aandacht bij de innovatoren binnen de overheid en wil men breed kennis bijbrengen over deze nieuwe technologie. Het doel? Ervoor zorgen dat iedereen het enorme potentieel van blockchain ziet én toepast.

De Vlaamse Overheid heeft verschillende **proof of concepts** gelanceerd. Zo ook binnen het Agentschap Natuur en Bos. Om **blockchain effectief uit te testen**, hebben we in deze **proof of concept** de huidige processen van het natuurbeheer eerst geanalyseerd en daarna herdacht, met blockchaintechnologie in het achterhoofd. Vervolgens hebben we een werkend prototype ontwikkeld. Dit vereiste van alle partijen de nodige flexibiliteit en creativiteit: we experimenteerden, maar met een gestructureerde aanpak en een doordachte functionele en technische architectuur.

Blockchain: qu'est-ce que c'est?

Blockchain is een internettechnologie die geboren werd in het vorige decennium - een eeuwigheid in ICT- termen. Het laat zich het best omschrijven als een gedistribueerd grootboek: het houdt alle transacties bij, minutieus geordend en gedetailleerd (wat, wie, waar, wanneer), niet op één centrale plek op het internet maar verspreid over het hele web.

De bekendste toepassing van de technologie is die van de **cryptocurrency Bitcoin**: blockchain maakt het mogelijk voor gebruikers om, zonder tussenkomst van een derde faciliterende partij, deze digitale munt op een **veilige manier** over te maken, en om de **transactie volledig te registreren**. Maar blockchain kan nog veel meer dan digitaal geld in goede banen leiden. Het decentrale grootboek kan transacties faciliteren en valideren van **ongeveer alles van waarde** - aandelen, een kilowattuur aan energie, diamanten of koffiebonen. Precies omdat het gedecentraliseerd is, is er **geen tussenpersoon of intermediaire instantie meer nodig**, en dat heeft zo zijn voordelen: tussenstappen en backofficehandelingen vallen weg, er moet geen commissie betaald worden aan een derde partij die de transactie uitvoert, enzovoort. En niet te vergeten: het gaat sneller.

¹ <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>



Laat je inspireren door de technologie

Wie wil innoveren, doet dat niet zomaar voor zichzelf - 'gewoon, omdat het kan' - maar voor de eindgebruiker. Het is niet enkel van belang om die man of vrouw, die in de nabije toekomst met de technologie in aanraking zal komen, in het achterhoofd te houden bij de ontwikkeling ervan. Het is tevens cruciaal dat iedereen - ontwerpers, ontwikkelaars én inhoudelijke medewerkers - vanaf het begin **alle technologische mogelijkheden begrijpt**: zo kunnen ze in onderling overleg bekijken welke nieuwe generatie digitale diensten ze kunnen leveren. Tijdens het ontwerpproces van deze blockchain **proof of concept** werkten ontwikkelaars, ontwerpers en analisten dan ook nauw samen. Door op een creatieve en enthousiaste manier samen te werken, opende zich een schat aan nieuwe mogelijkheden en kansen. Deze ideeën zullen nu moeten worden uitgewerkt samen met de eindgebruikers.

Transparantie zorgt voor vertrouwen

In onze gedigitaliseerde wereld wordt het steeds moeilijker om te beoordelen wat nog echt en authentiek is. Het is bovendien lastig om de **precieze oorsprong van informatie te achterhalen**, laat staan om te weten wie ze op welk moment misschien nog heeft gewijzigd.

Een organisatie die het vertrouwen van de burger wil winnen, moet in de eerste plaats **transparant** zijn. Als ze nieuwe processen ontwerpt om haar complexe manier van werken te vereenvoudigen, moet ze tegelijk zorgen voor voldoende transparantie. In haar werking moet ze de nadruk verleggen van zogenaamde **touchpoints** naar **trustpoints** - een gebruiker moet niet zomaar met een organisatie kunnen communiceren, hij moet het gevoel krijgen dat hij ze ook daadwerkelijk kan **vertrouwen**.²

Focus op de enorme mogelijkheden

In de **proof of concept** voor natuurbeheerplannen hebben we vijf zaken uitvoerig onderzocht:

- We grepen de kans om een **nieuw ecosysteem voor alle transacties en interacties** op het niveau van een geografische contour uit te werken. De blockchain laat het toe voor alle grondgebonden aspecten makkelijk inzicht te geven inzake subsidies, claims, historiek,...
- We **automatiseerden het administratieve proces** voor natuur- en bosbeheer met smart contracts. Hierdoor werd een groot deel van het proces vereenvoudigd en gedigitaliseerd.
- Met blockchain kunnen we een historische **factchain** voor natuurbeheer realiseren. We maken het mogelijk dat de **historiek van transacties rond een contour wordt opgebouwd**. Die geschiedenis begint met de start van de blockchainregistratie en wordt opgebouwd naarmate er transacties gebeuren.

- Onze blockchain is de **single source of truth** voor registratie en validatie van data in functie van een goed natuur- en bosmanagement: we maken een grootboek waar iedereen die met natuurbeheer bezig is mee kan werken en waarvan iedereen zeker weet dat het **betrouwbaar** is. Waarbij het transparant en duidelijk is hoeveel subsidie waarvoor gebruikt wordt. Processen kunnen dan sneller opgevolgd worden doordat iedereen rechtstreeks op **dezelfde unieke bron** werkt.
- Om natuur- en bosbeheer een **centrale plaats** te geven, is het belangrijk om de gebruikerservaring zo makkelijk te maken als een swipe en een klik. **Sterke user experience en sterk design** zijn essentieel om dit te doen lukken.

Toekomstplannen

Met de **proof of concept** voor natuurbeheerplannen heeft de Vlaamse overheid een aanzet om:

- Contouren te registreren, te valideren en hun eigen leven te laten leiden via blockchain;
- Vereenvoudigde en slimme subsidiestromen tussen verschillende partijen en contouren te traceren via digitale Nature Coins.

En dat dankzij voorgeprogrammeerde wetgevingen in smart contracts.

We hebben het proces voor natuurbeheerplannen opnieuw bekeken en de procedures teruggebracht tot wat ze zouden moeten zijn, met een focus op de feiten, niet op de administratie erachter. De **lessen** die we daaruit hebben getrokken zijn **toepasbaar op alle domeinen die met geografische gegevens en/of subsidies werken**.

Om van de **proof of concept** naar een productietoepassing te gaan, zijn echter nog heel wat stappen nodig.

Concreet willen we **tegen medio 2018** in geïntegreerde aanpak het draagvlak verder uitbouwen door interne en externe partners mee te betrekken in een voorbereidende analyserende fase.

² "Fjord Trends 2018." <https://trends.fjordnet.com/>. Accessed 17 Jan. 2018.



Doel van de proof of concept voor natuurbeheerplannen

Zuurstof voor natuurbeheer

De natuur voorziet ons letterlijk en figuurlijk van zuurstof, en het is een thuis voor dieren en planten. We moeten er dan ook zorgvuldig mee omspringen. Met beheerplannen zorgt het Agentschap Natuur en Bos ervoor dat de **biodiversiteit in Vlaanderen alle kansen krijgt**, maar het opstellen en uitvoeren van die plannen is een ingewikkeld en tijdrovend proces geworden dat bovendien veel administratieve opvolging vereist.

Natuurbeheerplannen maken, uitvoeren, opvolgen en evalueren

Het maken van natuurbeheerplannen is een uitgebreid administratief proces en moet met veel zorg uitgevoerd worden.

Natuurbeheerplan maken en uitvoeren

Vooraleer je kan starten met het **opmaken van een natuurbeheerplan**, moet je een **natuurbeheerplan type** kiezen. Op basis van die keuze zullen er andere administratieve verplichtingen voldaan moeten worden. Elk natuurbeheerplan start met het invullen van een uitgebreide verkenningsnota.³

Eenmaal het natuurbeheerplan is goedgekeurd kan een beheerder **alle beheersmaatregelen** die in het beheerplan voorzien zijn **uitvoeren**, zonder dit nog te moeten melden aan het Agentschap Natuur en Bos. Een goedgekeurd beheerplan geeft vrijstelling van allerlei vergunningen, wordt ondersteund door subsidies en heeft voordelen op vlak van grondrechten. Daarnaast is er nog andere regelgeving waarmee men rekening moet houden zoals onroerend erfgoed en grondverzetregeling.

Natuurbeheerplan opvolgen en evalueren

In een beheerplan worden afspraken gemaakt over de **wijze waarop de beheerder de beheerdoelstellingen zal opvolgen en rapporteren** aan het ANB. Het ANB voert op basis van die gegevens om de 6 jaar een **beheerevaluatie** uit, waarbij wordt nagegaan of het beheer op schema zit om de beheerdoelen te halen. Indien nodig zal het ANB in zijn evaluatieverslag een voorstel doen tot afwijkende beheersmaatregelen. Als zou blijken dat de beheerdoelen zelf niet haalbaar zijn, kan het ANB de beheerder vragen om een aanvraag tot wijziging van het beheerplan in te dienen.

³ www.natuurenbos.be

Uitdagingen

Het Agentschap Natuur en Bos wil in de eerste plaats **transparantie brengen voor grondeigenaars en natuurbeheerders**. Bij het ontwerpen van nieuwe processen om de complexe manier van werken te vereenvoudigen, moeten we tegelijk zorgen voor voldoende transparantie. We proberen hierbij de nadruk te verleggen van zogenaamde **touchpoints** naar **trustpoints**⁴ - een eigenaar of beheerder moet niet zomaar met het Agentschap Natuur en Bos kunnen communiceren, hij moet het gevoel krijgen dat hij de overheid ook daadwerkelijk kan vertrouwen.



3 identiteiten

Scope van het project

In de **proof of concept** voor natuurbeheerplannen kozen we ervoor om **vijf items uitvoerig te testen**. Enerzijds om na te gaan hoe we de blockchain nog verder kunnen toepassen op de werking van het Agentschap Natuur en Bos, anderzijds om te onderzoeken of we de verschillende componenten nog in andere domeinen binnen de (Vlaamse) overheid én daarbuiten kunnen gebruiken. Deze items zorgden voor een duidelijke projectdefinitie.

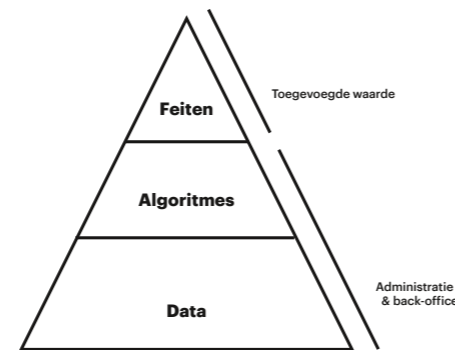
Geografische contour krijgt een 'actieve' identiteit

Om te beginnen ontwierpen we een nieuw ecosysteem voor transacties en interacties op het niveau van een **geografische contour**, een afgebakende regio op een (land)kaart. Deze transacties en interacties gebeuren in eerste instantie tussen contouren en verschillende gebruikers. In een later stadium zouden we er eventueel voor kunnen zorgen dat transacties vertrekken vanuit IoT-apparaten zoals drones en slimme meters.

Met wat verbeelding worden dan allerhande gebruiksvriendelijke applicaties plots mogelijk, die voor alle grondgebonden aspecten makkelijk inzicht geven inzake claims, historiek, ... En die daarnaast ook automatische opvolging ondersteunen, zoals tijdige signaalfunctie bij verplichte herbebossing, aangeven van het ideale tijdstip voor maaiwerken, ...

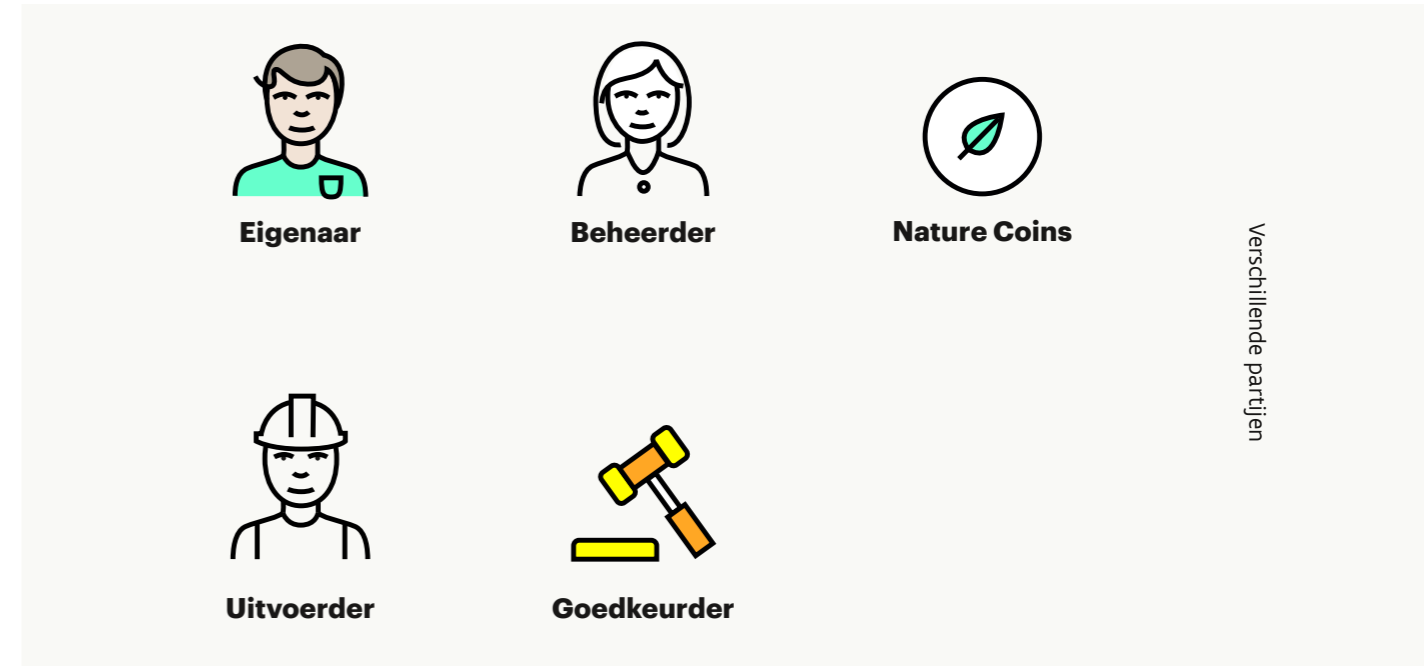
Automatisering van natuur- en bosbeheer met smart contracts

Een aanzienlijk deel van de administratieve processen bij het Agentschap Natuur en Bos bestaat uit het **opvragen, opzoeken en rondsturen van data** over fauna en flora. Lees: het nakijken en goedkeuren van subsidieaanvragen op basis van natuurstreefdoelen in de uitgebreide natuurbeheerplannen. Blockchain kan de focus verleggen van checks en registratie van de data naar de feiten zelf: waarnemingen en observaties over natuurtypes door beheerders. Kortom: een enorme administratieve vereenvoudiging.



Driehoek factchain

De blockchain zorgt ervoor dat we alle waarnemingen in het veld **continu kunnen registreren**: diersoorten, plant- en boomsoorten, enzovoort. Telkens wanneer



Verschillende partijen

een beheerder iets vaststelt in de natuur wordt dit **automatisch geregistreerd in de blockchain**. Die historische ketting van feiten, kortweg de **factchain**, wordt op die manier een **authentieke bron** die volledig transparant - i.e. leesbaar en raadpleegbaar - is voor alle partijen die er toegang toe hebben.

En de overheid hoeft uiteraard niet achter de feiten aan te hollen: afhankelijk van de actie (aanmaken van een natuurbeheerplan, aanmaken van een natuurstreefdoel, het aanmaken van een economisch of sociaal doel etc.) wordt **automatisch toelating gevraagd** aan de juiste partijen. Die zullen, alweer automatisch en op basis van een set vooraf geprogrammeerde spelregels (welke rechten iemand heeft, hoeveel subsidies precies worden uitgekeerd,...) op eenvoudige wijze **groen licht** kunnen geven.

Bijvoorbeeld: wanneer een beheerder een natuurstreefdoel voor een natuurtype wil vastleggen, meldt hij dat in de app op zijn smartphone of tablet waarmee hij toegang heeft tot de blockchain. Vervolgens vertrekt er automatisch een beheerssubsidiecontract naar het Agentschap Natuur en Bos. Als er goedkeuring volgt - op basis van de voornoemde spelregels - ontvangt de beheerder maandelijks subsidies door middel van een digitale munt (de zogenaamde Nature Coins). Als het natuurstreefdoel wijzigt, voegt de beheerder die informatie toe in het systeem: alle partijen zullen automatisch op de hoogte zijn van die 'nieuwe feiten' en het proces voor een nieuw beheerssubsidiecontract wordt in gang gezet.

Samengevat: wat in de huidige situatie een tijdrovende en ingewikkelde procedure is, en bovendien vatbaar voor fouten en/of misverstanden, kan dankzij blockchain **snel, efficiënt en foutloos afgehandeld worden**.

Door subsidiëring op contouren toe te laten in een eigen **digitale munt**, de zogenaamde Nature Coins, en door regels te koppelen aan subsidies, kunnen we **transparantie** brengen in geautomatiseerde subsidiestromen voor natuur- en bosbeheer.

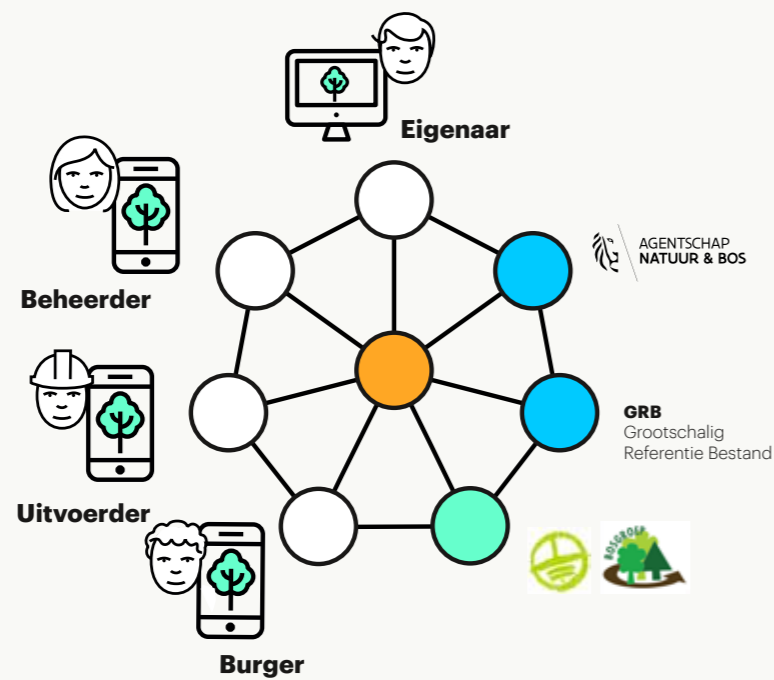
Ook buiten het Agentschap Natuur en Bos zijn er nog **tientallen toepassingen** waarbij de blockchain ingewikkelde **administratieve processen zou kunnen vereenvoudigen**. Denk maar aan de organisatie van een digitale identiteit (geboorte aangifte, huwelijk, diploma's, verhuis), het authentiek linken van bestuurlijke besluitvorming, het beheer van het medisch dossier, aanbestedingsprocedures, dienstencheques, maaltijdcheques, kraamgeld - de lijst is eindeloos.

Traceerbare historiek - Factchain

We maken het mogelijk de **historiek** van transacties rond een contour op te bouwen. Die geschiedenis begint met de blockchainregistratie en wordt opgebouwd naarmate er transacties gebeuren.

Zo houden we **elke evolutie** binnen natuur- & bosbeheer bij en weten we van de verschillende partijen wat hun acties zijn om hiertoe bij te dragen en of zij wel de juiste certificaten hebben om dit te doen.

⁴ "Fjord Trends 2018." <https://trends.fjordnet.com/>. Accessed 17 Jan. 2018.



De single source of truth

Onze blockchain is de single source of truth voor registratie en validatie van data in functie van een goed natuur- en bosmanagement: we maken een grootboek waarin iedereen die met natuurbeheer bezig is kan mee werken, zeker is dat ze betrouwbaar is, transparantie heeft over hoeveelheid subsidie en waarvoor gebruikt. Processen kunnen sneller opgevolgd worden doordat iedereen rechtstreeks op dezelfde unieke bron werkt.

Dit betekent niet dat alles in de blockchain gebeurt. Het uitvoeren van moeilijke geografische berekeningen en private informatie kunnen buiten de blockchain geraadpleegd worden via connectors of oracles. Hierover wijden we verder uit in de technische architectuur.

User experience

Blockchain is een **distributed ledger technologie** (DLT). Het gaat over databeheer. Het gaat over de "back-office". Blockchain is op zich geen coole app, geen cool design. Toepassingen kunnen overgaan van klassieke databanken naar blockchain, zonder dat de gebruiker dit weet of ziet.

Als we natuur- en bosbeheer een centrale plaats willen geven, is het belangrijk om de gebruikerservaring zo makkelijk te maken als een swipe en een klik. Sterke user experience en sterk design zullen essentieel zijn om transparantie in het beheerproces te brengen. Daarbij focussen we vooral op het **direct registreren van feiten** in plaats van te werken met verschillende klassieke formulieren. Hierdoor kan een gebruiker vanaf de creatie van een nieuw beheerplan tot het aanmaken van natuurtypes, werkcontracten, subsidies en observaties op een gebruiksvriendelijke manier aan natuur- en bosbeheer doen.



Aanpak en ambities proof of concept project



Aan de hand van de **proof of concept** voor natuurbeheerplannen wou de Vlaamse Overheid de mogelijkheden van Blockchain onderzoeken. Op deze manier bereidt de Vlaamse Overheid zich voor op **toekomstige implementaties van deze technologie**.

Dit doen we aan de hand van **het analyseren en herdenken van huidige processen** en het **ontwikkelen van een prototype**. Dat vraagt van alle partijen creativiteit: we experimenteren met een gestructureerde aanpak en een doordachte functionele en technische architectuur.

Dankzij een **gefaseerde aanpak** konden we in de **proof of concept** snel de haalbaarheid en meerwaarde van blockchain technologie aantonen.

We startten het project met een **definitie fase**. Deze fase is het ontwerpproces voor de **development blauwdruk**.

Het is cruciaal dat iedereen - ontwerpers, ontwikkelaars én inhoudelijke medewerkers - vanaf het begin alle technologische mogelijkheden van blockchain begrijpt: zo kunnen we in onderling overleg bekijken welke nieuwe generatie digitale diensten we kunnen leveren. Dit doen we aan de hand van enkele blockchain **inspiratiesessies**.

Wie wil innoveren, doet dat niet zomaar voor zichzelf - 'gewoon, omdat het kan' - maar voor de eindgebruiker. Tijdens enkele workshops - **design thinking** en **service design** - met het Agentschap Natuur en Bos en via vergaderingen en interviews met de betrokken medewerkers probeerden we vast te leggen **wat de noden waren**: hoe werkt ANB precies, en welke functies zijn onontbeerlijk als we hun processen willen vereenvoudigen? Bedoeling was om een helder beeld te krijgen van wie het systeem gebruikt (de actoren), over welke gegevens en waarvoor (de objecten) en op welke manier (de functionele flow).

Deze zaken dienden om de **vijf items** die we uitvoerig hebben getest in de breedte en de diepte uit te werken en te identificeren:

- Geografische contour krijgt een 'actieve' identiteit
- Automatisering van natuur- en bosbeheer met smart contracts
- Traceerbare historiek
- Single source of truth
- User experience

“Met blockchain kunnen de processen van de Vlaamse Overheid slimmer worden.”

Barbara Van Den Haute, administrateur-generaal
Agentschap Informatie Vlaanderen

Met de uitkomst van de **definitie fase** konden we, samen met de programmamanager blockchain van de Vlaamse Overheid, de volgende stappen voor de **ontwikkeling van een werkend prototype** bepalen. Dat prototype liet ons toe de **technologische mogelijkheden en schaalbaarheid** van de oplossing in een veilige omgeving te testen. Op basis van de uitgebreide business analyse kozen we voor een **consortium blockchainplatform** waarmee we logica konden integreren en private kanalen konden instellen, zodat we data konden afschermen.

Bij de **ontwikkelingsfase** van deze proof of concept maakten we gebruik van de **agile methodologie** (kaban) en werkten we met 6 op elkaar volgende sprints van 2 weken. Op deze manier creëerden we duidelijkheid op vlak van verwachtingen én garandeerden we snelle afstemmingen en bijsturingen van het prototype. Hierdoor was het mogelijk om het **prototype te laten evolueren en groeien** in functie van evaluatie, ervaring en nieuwe inzichten. De lat lag hoog, maar onze ambities reikten verder. We mogen dan ook tevreden zijn met onze technologische verwezenlijking.

Momenteel zitten we in de **afsluitende fase**, waarin we samen bekijken wat de mogelijke **toekomstplannen** zijn. Daarover hebben we een aparte passage gewijd in dit rapport.



Resultaten van het proof of concept project

In dit onderdeel zoomen we in op het **concept en de onderdelen** van onze blockchain-applicatiedemo. De lezer krijgt zicht op de **reikwijdte van het project**: wie de actoren zijn, met welke objecten ze in de weer zijn, en welke processen ze doorlopen. Daarnaast gaan we dieper in op de **technologische architectuur** en de implementatie ervan.

Functionele analyse

Actoren

Bij het aanmaken en uitvoeren van natuurbeheerplannen treden **meerdere partijen** met elkaar in dialoog. Behalve de medewerkers van het ANB zijn dat landeigenaars, beheerders (natuurverenigingen, bosgroepen, studiebureaus, enzovoort) en aannemers die instaan voor het natuur- en bosbeheer. Met blockchain laten we alle actoren met elkaar in interactie gaan.



Grondcontour



Beheerplancontour



Natuurtypecontour



Subsidiecontracten



Werkzaamhedencontracten



Nature Coins

Objecten

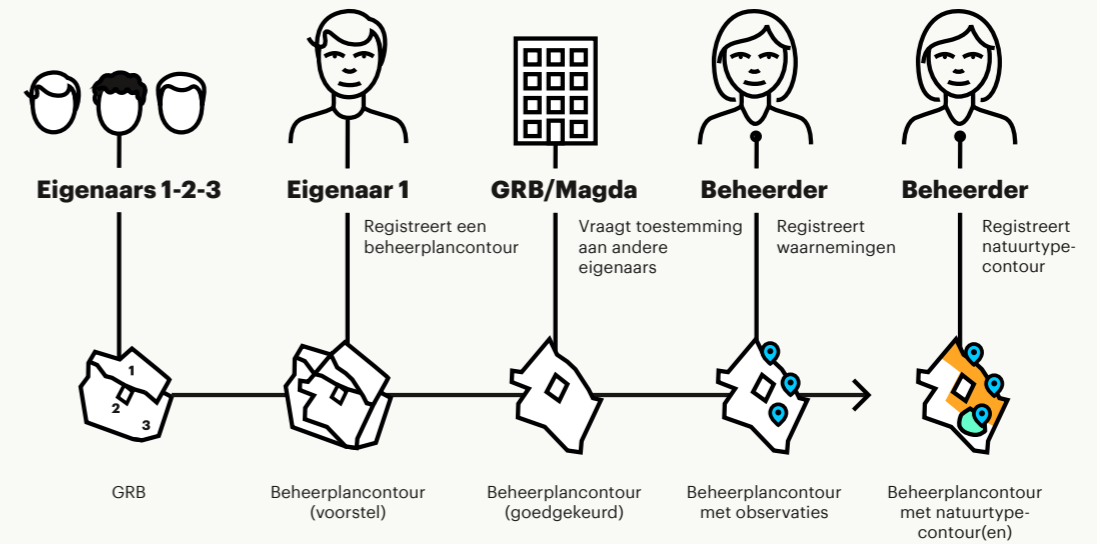
Tijdens de transacties tussen actoren worden allerhande gegevens uitgewisseld. We zetten ze even op een rij:

- Grondcontouren: kadasterpercelen van een eigenaar (deze gegevens zijn beschikbaar via het GRB)
- Beheerplancontouren: een contour die aanduidt tot waar het beheer van bos en natuur gaat
- Natuurtypecontour: een contour die het type natuur (bijvoorbeeld bos, vijver, heide, grasland,...) definieert en binnen een specifieke beheerplancontour valt.
- Nature Coins: digitaal geld, uitgegeven door de Vlaamse Overheid (ANB), dat dient als betaling van subsidies om onderhoud of investeringen van natuur- en bosbeheer te betalen.
- Natuurtypesubsidies: een maandelijkse subsidie voor beheer, op basis van het natuurtype en de oppervlakte van de contour of een subsidie in het kader van een investering.
- Uitvoeringscontract: een arbeidsovereenkomst tussen een beheerder en uitvoerder voor onderhouds- of omvormingsbeheer.

Functionele flow

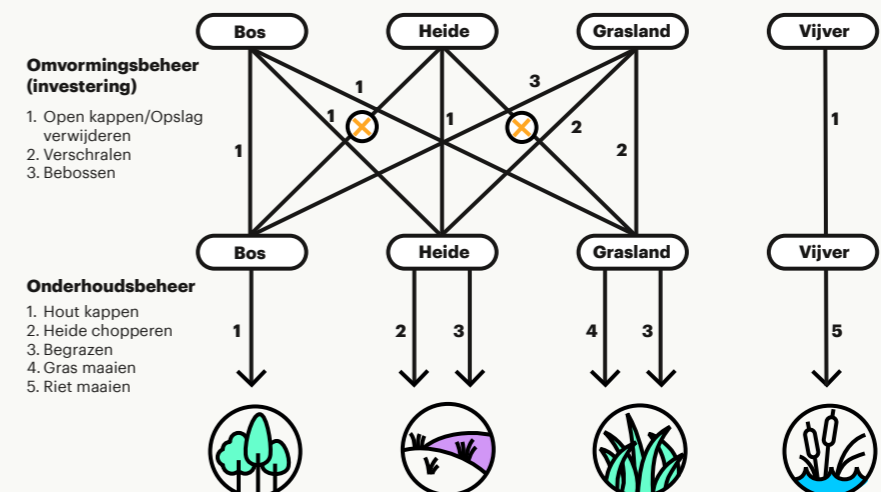
We kozen voor een functionele flow met vier mogelijkheden:

- Registreren en valideren van contouren
- Automatisch toewijzen van beheersubsidies
- Aanmaken van uitvoeringscontracten voor omvormings- of onderhoudsbeheer
- Opvolgen van de werkzaamheden



Beheerplan opstellen (registreren en valideren contouren)

- Alle grondcontouren worden toegewezen aan een eigenaar (privé of publiek).
- Een eigenaar kan een beheerplancontour aanmaken (en een beheerder selecteren).
- Als het beheerplan overlapt met het eigendom van andere eigenaars zal er eerst toestemming gevraagd worden om hun grond te belasten met een natuurbeheerplan.
- Daarna kan een beheerder waarnemingen en observaties toevoegen aan het beheerplan.
- Wanneer er voldoende waarnemingen en observaties zijn, kan een beheerder een of meerdere natuurtypecontouren aanmaken.

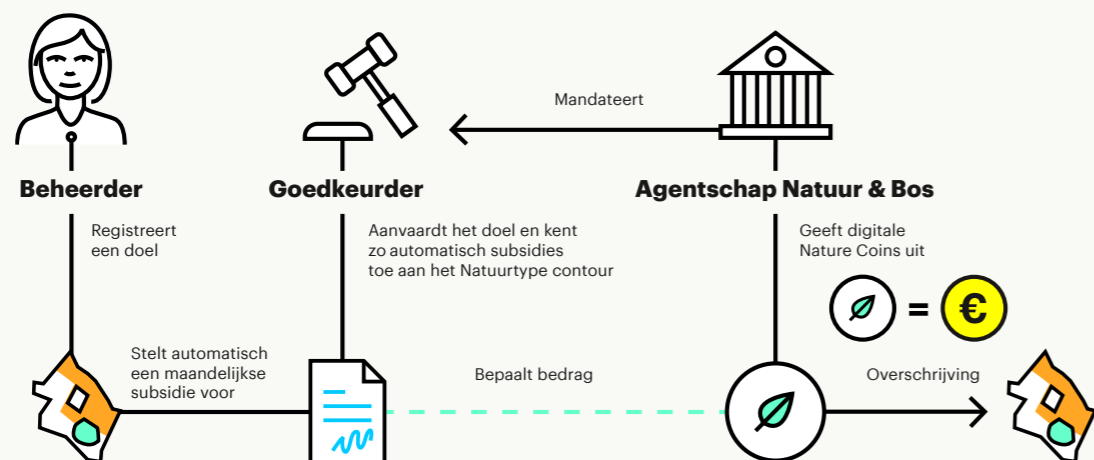


Automatisch toewijzen van beheersubsidies

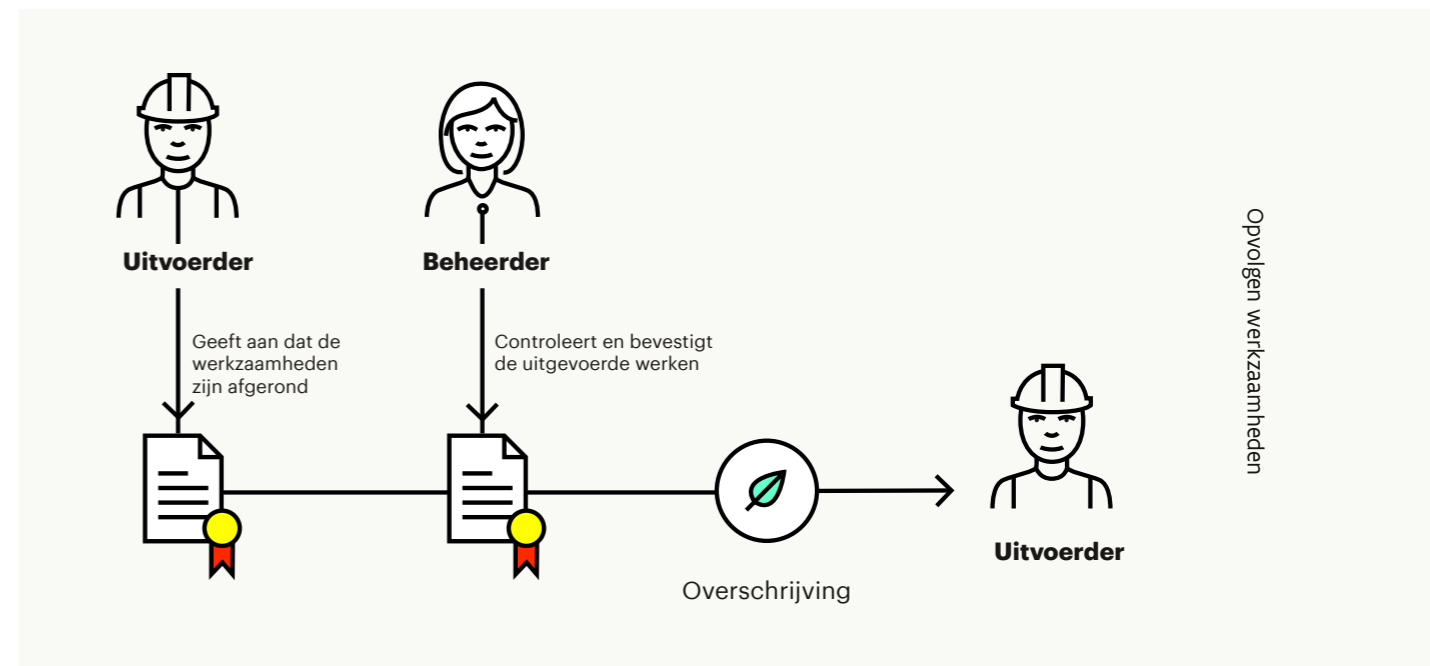
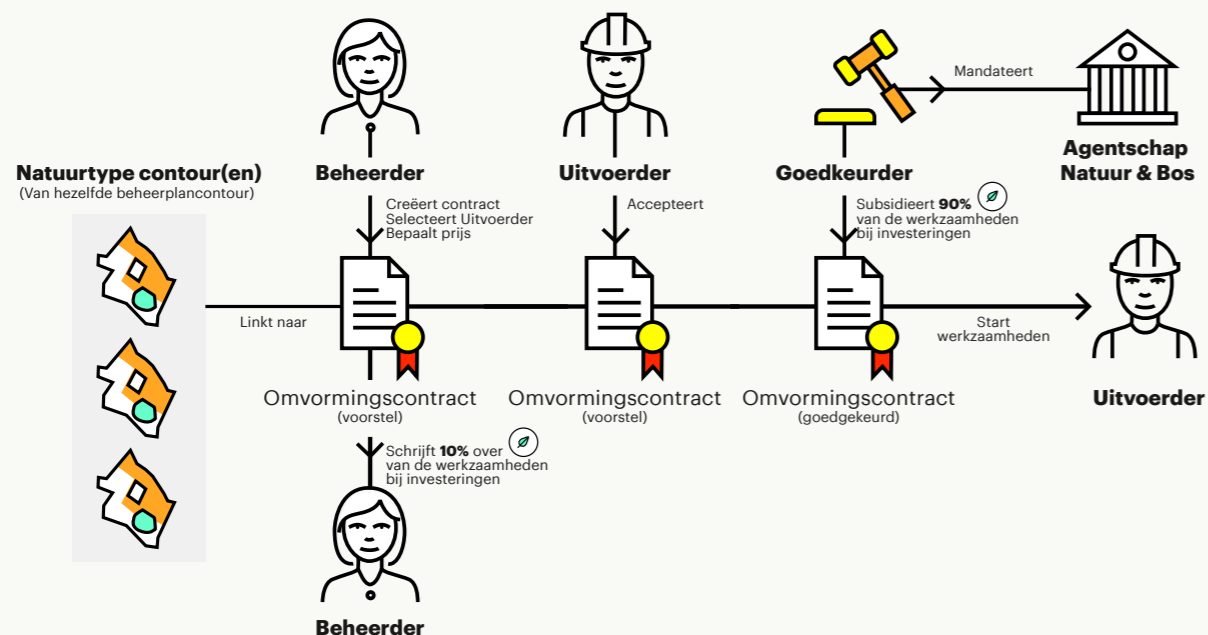
- Om beheersubsidies aan te vragen moet een beheerder een doel registreren op een desbetreffende natuurtypecontour. Dat genereert automatisch een Natuurtypesubsidies.
- Op basis van de oppervlakte van de natuurtypecontour en het natuurtype berekent het beheersubsidiecontract het aantal maandelijkse subsidies, en dat in Nature Coins.
- Zodra de verantwoordelijke bij het Agentschap Natuur en Bos het contract goedkeurt, worden er maandelijks Nature Coins overgeschreven naar de portefeuille (wallet) van het natuurtypecontour.

Automatisch toewijzen van beheersubsidies

Onderhoudssubsidies



Aanmaken van uitvoeringscontracten Omvormingsbeheer



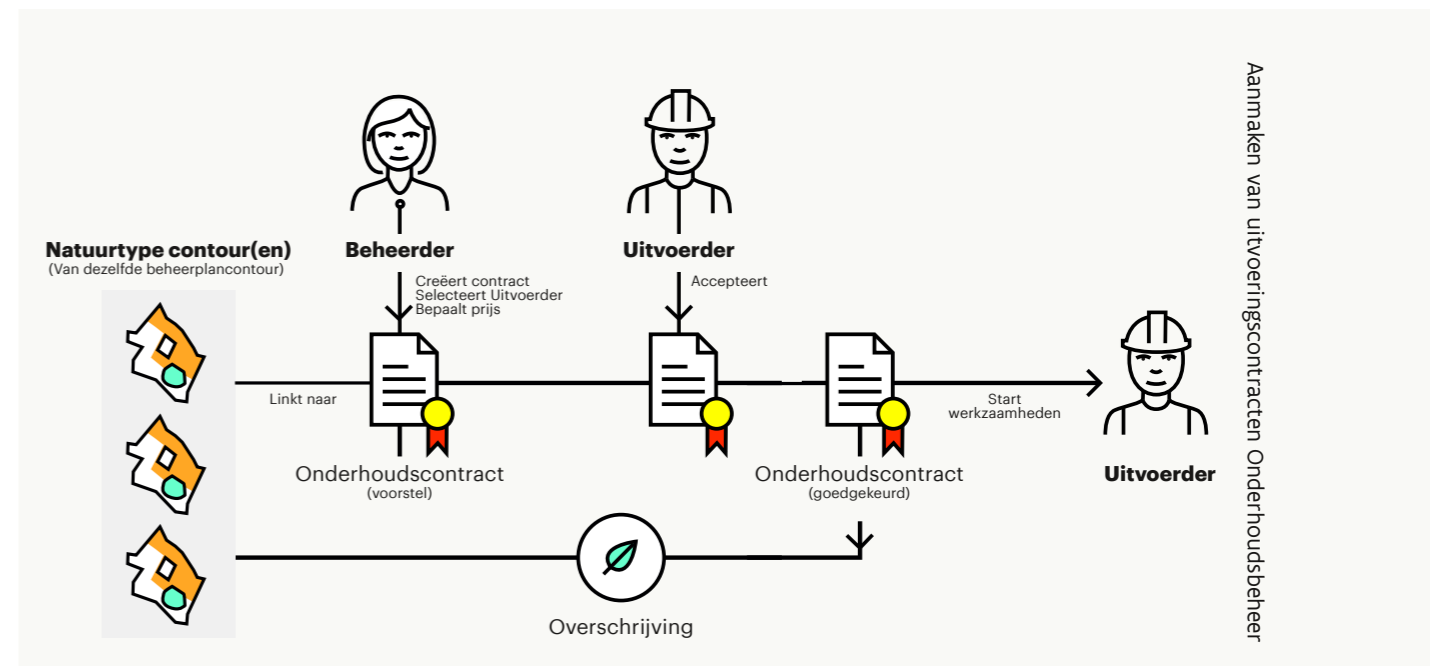
Opvolgen werkzaamheden

Aanmaken van uitvoeringscontracten

- Een beheerder maakt een voorstel aan voor een uitvoeringscontract. Hij geeft de nodige gegevens in:
 - het type beheer (omvorming of onderhoud);
 - type werk (hout kappen, gras maaien, begrazing, ...)
 - de naam van de uitvoerder;
 - de afgesproken prijs.
- De geselecteerde uitvoerder accepteert het voorstel.
- In het geval van onderhoudsbeheer zullen er Nature Coins vloeien van het Natuurtypecontour naar het Uitvoeringscontract. Als het over omvormingsbeheer gaat, zal de beheerder het contract voor 10% zelf moeten co-financieren met Nature Coins; het Agentschap Natuur en Bos zal de overige 90% van het Uitvoeringscontract bijpassen.

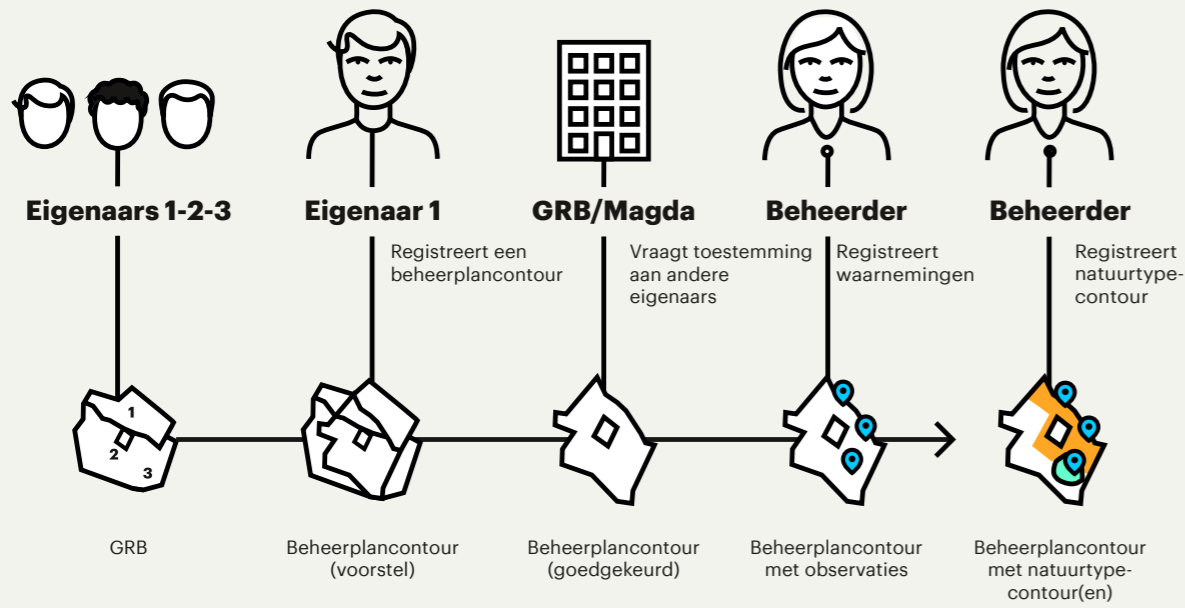
Opvolgen werkzaamheden

- Als de uitvoerder zijn werkzaamheden heeft afgerond, kan hij dat in het systeem melden.
- De beheerder keurt de werken goed.
- Het afgesproken bedrag verhuist (in Nature Coins) naar de wallet van de uitvoerder

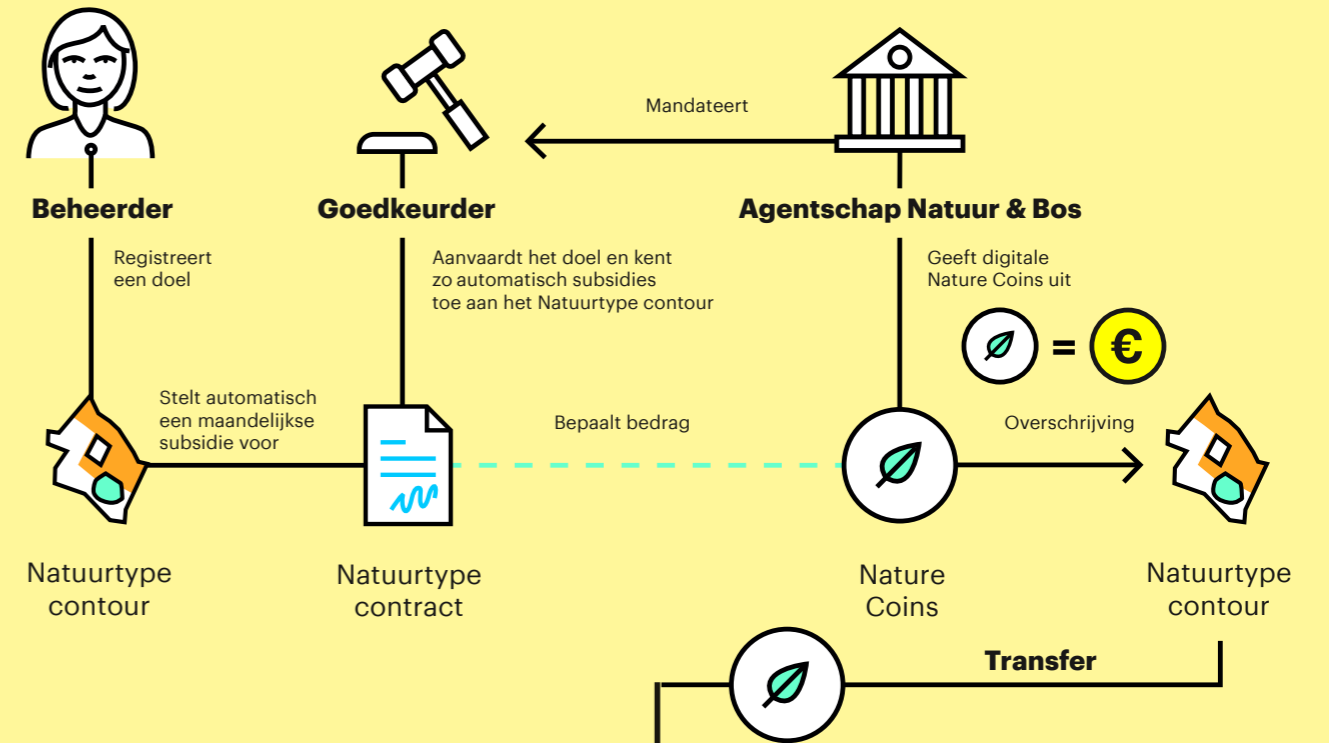


Aanmaken van uitvoeringscontracten Onderhoudsbeheer

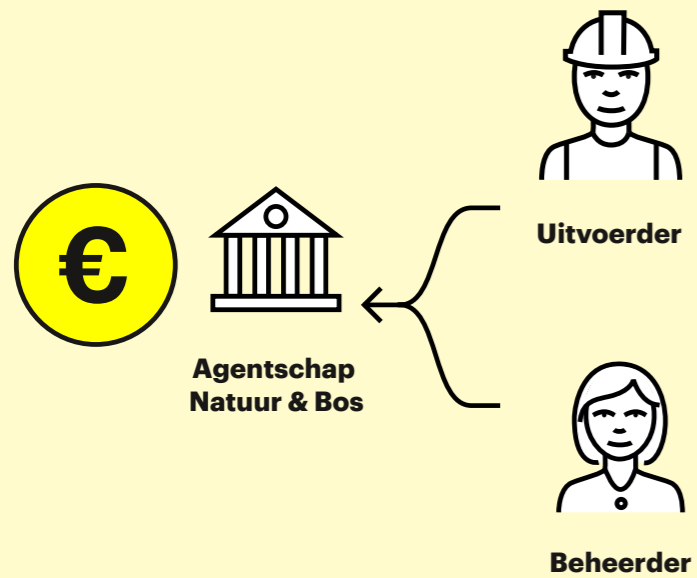
Beheerplan opstellen



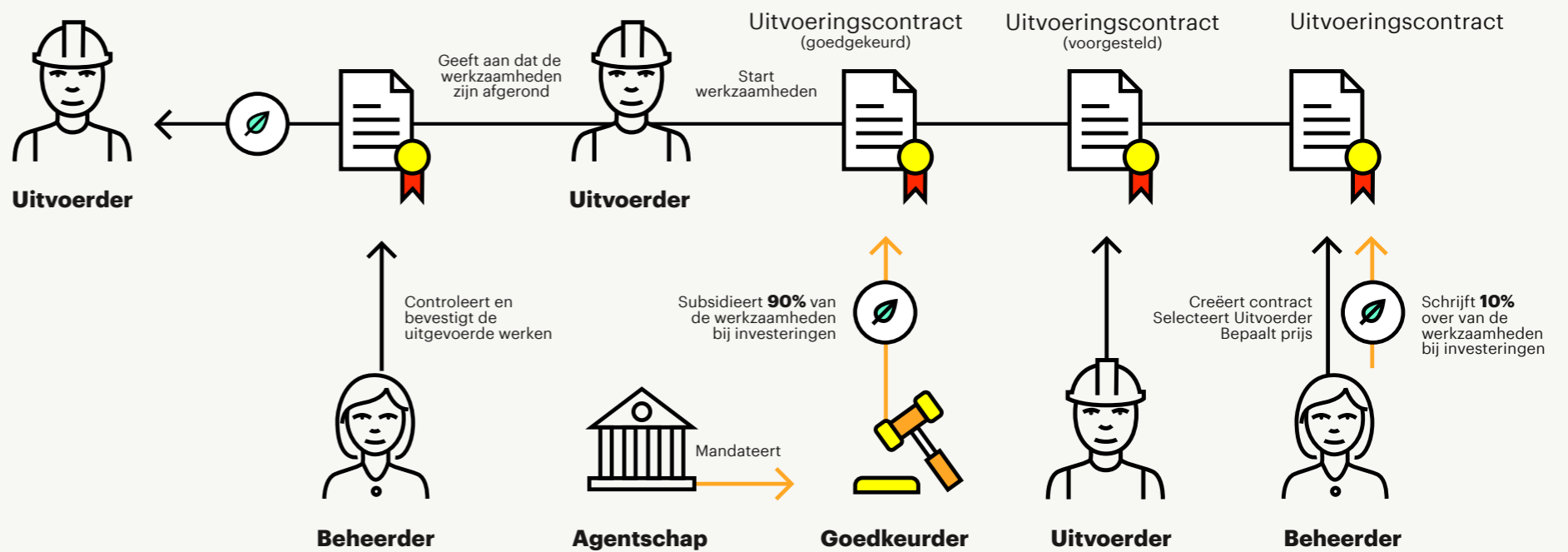
Onderhoudssubsidies



Bank proces (out of scope)



Uitvoering



Aanbevelingen

Het **uitwerken en uitschrijven van de functionele flows** en de analyse zijn van kapitaal belang voor het uitbouwen van een applicatie die de achterliggende mogelijkheden van de technologie maximaal blootlegt. De functionele analyse zorgde ervoor dat we de reikwijdte van het development project goed konden afbakenen.

Mocht de **proof of concept** een vervolg krijgen, met name een pilootproject met inbegrip van eindgebruikers, is het belangrijk om deze analyse opnieuw te doen met alle betrokken partijen. Het verhaal is immers nooit echt af: het is de bedoeling om **steeds te blijven nadenken over hoe je processen kunt vereenvoudigen en digitaliseren**. De Vlaamse overheid moet haar regelgeving, processen, systemen en semantiek van alle subsidiestromen dan ook **permanent in vraag durven stellen**.

Technische architectuur en development keuzes

Om deze **proof of concept** concreet uit te werken is er gekozen voor het blockchainplatform **Hyperledger Fabric**. Onze keuze voor dit platform heeft 3 redenen:

- Het platform maakt gebruik van zogenaamde **chaincode**, een eigen interpretatie van een smart contract⁵. Dat maakt het mogelijk logica te integreren op de blockchain, zodat er bepaalde **regels** geprogrammeerd kunnen worden. Die regels valideren transacties vooraleer de data in de blockchain wordt opgeslagen.
- Het was voor ons een noodzaak de blockchain op te zetten in een **gecontroleerde consortium-architectuur**⁶, waarbij verschillende organisaties samen het blockchainnetwerk onderhouden. Dit doen ze door elk één of meerdere nodes (een computer waarmee de organisatie verbonden wordt met de blockchain) van het netwerk in hun beheer te nemen. Deze nodes zullen samen de blockchain beheren. Sommige van deze nodes zullen over meer rechten beschikken dan andere. Bovendien moeten niet al de nodes in het netwerk over een volledige kopie van de blockchain beschikken. Hyperledger Fabric is ontworpen voor gebruik in consortium-omgevingen, waarbij er heel veel vrijheid is omtrent **wie toegang moet krijgen tot bepaalde data**.

- Tenslotte moest het mogelijk zijn sommige **data af te schermen**, ten einde te voldoen aan de **privacyregels**. Zo mag de informatie over eigenaarschap van percelen binnen het GRB niet zomaar met iedereen gedeeld worden. Binnen Hyperledger Fabric kan dit makkelijk opgelost worden door gebruik te maken van **kanalen/channels**⁷. Zowel **Chaincodes** als bijbehorende data kunnen geïnstalleerd worden op een welbepaald kanaal, waarna er toegangsrestricties op kunnen gezet worden. Voor elk kanaal wordt een apart consortium gedefinieerd; alleen leden van dat consortium krijgen toegang tot de data binnen dat specifieke kanaal. Elk kanaal kan dus in principe gezien worden als een aparte blockchain.

Daarnaast maken ook de modulaire structuur en de beloftes omtrent **schaalbaarheid, security en performantie**⁸ van Hyperledger Fabric een goede keuze voor het uitwerken van deze **proof of concept**.

Netwerk

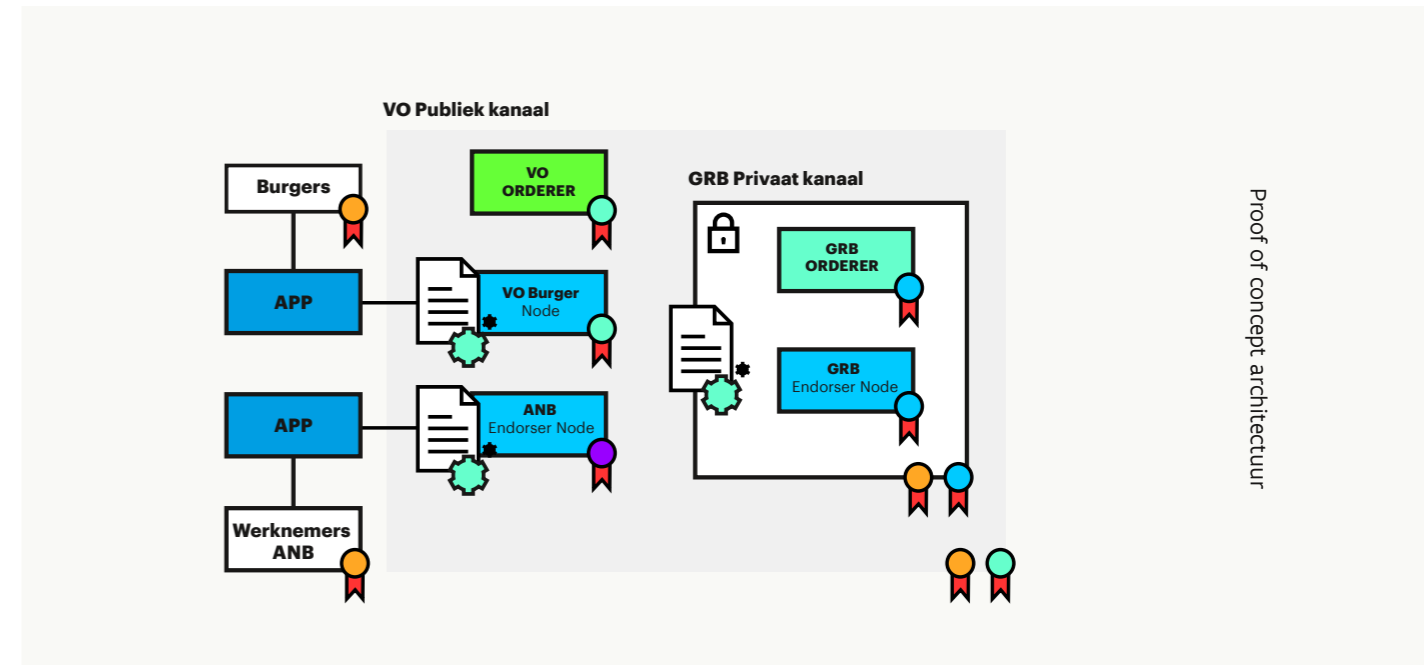
Op basis van onze keuze voor Hyperledger Fabric kwam volgende systeemarchitectuur tot stand:

Drie organisaties nemen actief deel aan het blockchainnetwerk:

- De Vlaamse Overheid, die de organisatie van het netwerk voor haar rekening neemt, en generieke bouwstenen zoals identity management (zie verder) aanbiedt;
- Het Grootchalig Referentie Bestand (GRB), een geografisch informatiesysteem dat alles omtrent contouren faciliteert;
- Het Agentschap Natuur en Bos (ANB), dat beheerplannen, subsidies, etc beheert.

Verder definieerden we nog één extra organisatie: **de burgers zelf**. Momenteel nemen zij nog niet actief deel aan het netwerk, maar ze maken wel gebruik van de applicaties die de drie andere organisaties aanbieden om zo informatie op de blockchain op te slaan. Deze organisaties worden geïdentificeerd door middel van **certificaten**.

Voor het opzetten van het netwerk maakten we dankbaar gebruik van de componenten die Hyperledger Fabric aanbied. In bijlage 2 (technische architectuur en development keuzes) gaan we hier dieper op in.



Smart contracts

In het Hyperledger Fabric platform worden **smart contracts** ontwikkeld door middel van chaincode. Chaincode kan vergeleken worden met een API die toegang biedt tot de data die op de blockchain wordt opgeslagen. Deze beschikt over een specifieke set van functies, met validatielogica, waarmee je de data kan queryen of opslaan. Op deze manier kan er gecontroleerd worden of de data correct zijn en of de gebruiker effectief toegang heeft tot de data.

Binnen de **proof of concept** hebben we gebruik gemaakt van **verschillende chaincodes** elk met hun eigen functie en doel. Elk van deze chaincodes kan communiceren met andere chaincode. Enkele chaincodes werden als **generieke bouwstenen** uitgewerkt. Zo hebben we voor identity, access en contours een algemene chaincode voorzien. Deze generieke chaincodes zijn noodzakelijk om meer specifieke chaincodes, zoals de Nature Management Plans, te ondersteunen. In **bijlage 3** vind je alle aspecten van de verschillende ontwikkelde chaincodes.

User experience

Omdat de kern van de **proof of concept** vooral om de technologie draait, hebben we gekozen om een **puur functionele front-endapplicatie** te maken, die vooral kan ingezet worden om de flows te demonstreren. We hebben toch ook al een lichte user experience oefening gedaan om via de flows te kunnen uitpakken met de **kracht** van blockchain, gecombineerd met een goede human centered user experience. Daarbij focussen we vooral op het **direct registreren van feiten** in plaats van te werken met verschillende klassieke formulieren. Er wordt namelijk van het begin gewerkt aan een beheerplan dat steeds verder opgebouwd kan worden. De natuurtypes, werkcontracten, subsidies en observaties zijn allemaal onderdeel van dit beheerplan.

De front-endapplicatie wordt rechtstreeks verbonden met de **single source of truth**, de blockchain. Alle data wordt rechtstreeks van deze authentieke bron gehaald en de feiten worden hier rechtstreeks in geregistreerd door de eindgebruiker.

⁵ <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/>
⁶ <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/>
⁷ https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release/fabric_model.html#privacy-through-channels, https://docs.google.com/document/d/1eRNxxQP8yp4Wh_Vi6ddaN_vhN2RQHP-iruHNUwyhc
⁸ <https://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-top-technical-advantages-of-hyperledger-fabric-for-blockchain-networks/index.html>



Wat brengt de toekomst?

Met de **proof of concept** voor natuurbeheerplannen heeft de Vlaamse overheid een aanzet om:

- Contouren te registreren, te valideren en hun eigen leven te laten leiden via blockchain;
- Vereenvoudigde en slimme subsidiestromen tussen verschillende partijen en contouren te traceren via digitale Nature Coins.

En dat dankzij voorgeprogrammeerde wetgevingen in smart contracts.

We hebben het proces voor natuurbeheerplannen opnieuw bekeken en de procedures teruggebracht tot wat ze zouden moeten zijn, met een **focus op de feiten, niet op de administratie erachter**. De lessen die we daaruit hebben getrokken zijn toepasbaar op alle domeinen die met geografische gegevens en/of subsidies werken.

Om van de **proof of concept** naar een productietoepassing te gaan, zijn echter nog heel wat stappen nodig. In dit laatste deel van ons rapport lees je daar meer over.

Openstaande onderzoekspunten

Verwachtingen naar generieke bouwstenen

Identity and access management

Een cruciaal onderdeel van bijna elke contract, zeker als het gaat om overheidscontracten, is het **verifiëren dat degene die het ondertekent ook effectief is wie hij zegt dat hij is**. Dat geldt ook bij smart contracts, daarom

is dit één van de meest fundamentele bouwstenen voor het blockchain platform. Enerzijds moet het mogelijk zijn om na te gaan dat diegene die een transactie uitvoert die ook effectief mag uitvoeren door zijn identiteit te verifiëren (toegangsbeheer), anderzijds moet het mogelijk zijn bepaalde personen extra rechten toe te kennen (gebruikersbeheer). Tijdens de **proof of concept** is een basisimplementatie voorzien die nog verder uitgebreid moet worden door deze te integreren met de bestaande toepassingen, gebruikersbeheer en toegangsbeheer van de Vlaamse Overheid.

Wallets systeem

Voor de **proof of concept** is er een nieuw soort token ontwikkeld, de Nature Coin. Maar in realiteit zou dat beter een soort 'digitale euro' zijn. Via dit wallet systeem kan je digitale euro's toekennen aan personen maar ook aan gronden en dingen. Je kan bovendien ook regels toekennen aan deze digitale euro's en deze programmeren (bijvoorbeeld automatische incentives om de community te stimuleren). Om dit mogelijk te maken moet het idee van de Nature Coins verder doorontwikkeld worden tot een **generieke bouwsteen die gebruikt kan worden op de blockchain**. Hierbij moet ook een methode bedacht worden voor de uitbetaling van deze digitale euro's.

Subsidies

Tijdens de **proof of concept** is er een subsidies-chaincode ontwikkeld specifiek voor ANB, maar veel van deze logica zou hergebruikt kunnen worden voor andere departementen. In dat geval is het een goed idee om een **generieke chaincode te ontwikkelen** die gebruikt kan worden door de verschillende departementen. We zien hier momenteel twee mogelijkheden:

- Een chaincode met configureerbare rule-engine (subsidie-motor) die alle regels toelaat voor elk departement, zodat elk departement zijn eigen regels voor een bepaalde subsidie kan programmeren in de subsidie-chaincode;
- Een subsidie-chaincode met alle generieke componenten die gebruikt kan worden door de meer specifieke chaincodes van elk departement. Het principe is hetzelfde zoals we tijdens de proof of concept hebben gedaan voor de contours-chaincode en als de verschillende ground contours, nature management plan contours,...

Node infrastructuur

Met zijn modulaire aanpak en de vele configuratiemogelijkheden is Hyperledger Fabric een uiterst krachtig platform, maar tegelijkertijd is het zeer complex om op te zetten. Tijdens deze **proof of concept** kozen we voor een implementatie waarbij de **nodes** voor **drie organisaties op verschillende machines geïnstalleerd werden**, door met elkaar te communiceren onderhielden ze samen de blockchain. Willen we deze implementatie later omzetten naar een **productieomgeving**, dan is verdere uitbreiding en onderzoek noodzakelijk, en zullen we een antwoord moeten formuleren op volgende vragen:

- Hoe laten we burgers (bijvoorbeeld natuurverenigingen) actief deelnemen aan het netwerk, rekening houdend met de duurtijd en de complexiteit van het onderhoud?
 1. Kunnen we **Nodes as a Service** aanbieden waarbij de burgers een dashboard hebben om de blockchain te onderhouden, terwijl het beheer van die node toch intern blijft.
 2. Kunnen we desktop applicaties aanbieden waarmee de burgers hun eigen wallet software hebben, zoals bij Bitcoin?
 3. Kunnen we connectors aanbieden voor integratie in andere toepassingen?
- We installeerden alle **nodes** voorlopig op Amazon AWS, maar wat als dit moet kunnen samenwerken met een andere infrastructuur?

- Om het netwerk op te zetten op Amazon AWS zijn meerdere methodes mogelijk. We hebben er één gevonden die goed werkt, maar we kunnen net zo goed andere pistes onderzoeken én ze verbeteren: Kubernetes⁹ bijvoorbeeld, of een combinatie van Amazon ECS¹⁰ en Amazon Virtual Private Cloud¹¹.

Levenscyclus chaincode

Voor de **proof of concept** hebben we verschillende chaincodes ontwikkeld. Maar omdat het een **proof of concept** is, hebben we die nooit moeten onderhouden, het netwerk werd steeds terug vanaf 0 opgebouwd. In een productieomgeving zal het sowieso gebeuren dat **chaincodes geüpgrade** moeten worden, en om dan geen data te verliezen kan je niet zomaar het netwerk opnieuw opstarten. Dat wil zeggen dat de chaincodes dan zullen geüpgrade moeten worden. Als er in die update iets wijzigt aan het databankmodel, moet dat ook op alle nodes doorgevoerd worden. Om dat makkelijker te maken, zouden we een systeem in de chaincodes kunnen voorzien om de data van die chaincodes te migreren. Tijdens de **proof of concept** hebben we daar een eerste aanzet voor gegeven.

Verder waren alle nodes tijdens de **proof of concept** onder ons beheer, maar in een productie-omgeving zullen nodes onder het **beheer van verschillende departementen en organisaties** vallen. Dat zorgt voor extra complexiteit, want:

- Hoe zorgen we dat iedereen in het decentraal netwerk de chaincodes valideert en zijn akkoord geeft? Daarvoor moeten we kijken naar de Chaincode Deployment Spec (CDS)¹²;
- Hoe zorgen we ervoor dat nieuwe chaincodes op de juiste nodes geïnstalleerd worden?
- Hoe zorgen we ervoor dat chaincodes overal geüpdatet worden en dat oude chaincode versies gestopt worden?

Blockchain en geospatial data

Binnen de **proof of concept** hebben we getest op welke manier je contouren op kan slaan op de blockchain. Omdat dat maar een klein onderdeel is van de **proof of concept**, hebben we enkel gekeken naar oplossingen die out-of-the-box mogelijk waren binnen Hyperledger Fabric en hebben we verdere alternatieven onderzocht. We hebben ervoor gekozen om de data op te slaan in het

specifieke formaat GeoJSON in couchDB, samen met extra metadata om eenvoudig te kunnen queryen. Daarnaast hebben we heel veel van de geospatial logica in de contracten opgevangen door gebruik te maken van turf.js¹³. Deze manier van werken zal niet voldoende schaalbaar en performant zijn in een productie-omgeving en vraagt dus om **extra onderzoek**. We zien daarvoor twee pistes die verder onderzocht kunnen worden:

1. Chaincode als Oracle

In plaats van alle data op de blockchain op te slaan, gebruiken we een **externe service** en de chaincode meer als Oracle. De chaincode zal dus via een API de externe bron gebruiken om de effectieve contourdata op te slaan en de complexe geospatial berekeningen te doen.

2. Geospatial blockchain

Een tweede oplossing is het verder bouwen op de huidige blockchain oplossing en de data effectief op de blockchain opslaan. Hiervoor moeten we de blockchain aanpassen zodat die ondersteuning biedt voor geospatial berekeningen. Dat kan door op elke node waar de chaincode op geïnstalleerd wordt, een geospatial databank toe te voegen en die **rechtstreeks vanuit de chaincode** aan te spreken.

Verder zouden we ook het **GeoJSON** formaat verder kunnen onderzoeken en bekijken of dit wel het **meest geschikte formaat** is om mee te communiceren. GeoJSON bevat namelijk heel wat metadata, waardoor het misschien niet compact genoeg meer is wanneer er veel contourdata in de blockchain wordt opgeslagen. Elke transactie naar de blockchain wordt immers in de blockchain opgeslagen, waardoor de data van de transacties zelf al snel heel groot kan worden. Andere formaten die verder onderzocht kunnen worden zijn geobuf¹⁴, wkt¹⁵,... .

Verder onderzoek naar Blockchain

Blockchain is nog relatief nieuwe technologie die momenteel erg populair is, en blijft daardoor **snel evolueren**. Daarom is het belangrijk dat we ons niet te snel binden aan één platform, we moeten verder blijven experimenteren in **verschillende proof of concepts**.

Daarnaast is niet altijd hetzelfde platform de beste keuze is voor elke use-case. Bovendien moet er een soort decision tree gebouwd worden vooraleer we de beste implementatie voor de specifieke use-case kunnen kiezen.

Experimenten zijn noodzakelijk voor het opbouwen van een **goede kennisdatabank** en best practices. Ook binnen één platform moet er geëxperimenteerd worden. Er zou bijvoorbeeld binnen Hyperledger Fabric verder onderzocht moeten worden hoe je smart contracts schrijft. Is Go meer geschikt dan Javascript of Java? En hoe kan je best tests schrijven voor deze smart contracts? Hoe deploy je die smart contracts?

Uit deze onderzoeken willen we een reeks **best practices** halen, én de mogelijke tools om die te ondersteunen. Dankzij die werkwijze tijdens de **proof of concept** zijn volgende tools tot stand gekomen:

- Hyperledger Fabric Network Setup¹⁶ voor het opzetten van een complex Hyperledger Fabric netwerk op Amazon AWS;
- Hyperledger Fabric Dev Setup¹⁷ voor het opzetten van een simpel lokaal Hyperledger Fabric netwerk dat gebruikt kan worden voor te ontwikkelen;
- Hyperledger Fabric Client Utils¹⁸ met best practices en eenvoudige API's om te communiceren met de blockchain;
- Hyperledger Fabric Node Chaincode Utils met best practices en helper functies om chaincode te ontwikkelen in Node.js.

Deze tools zijn nog volop in ontwikkeling en worden met de community gedeeld, met de bedoeling ze nog sterker te maken.

Eén platform (one ledger)

Tijdens het experimenteren en ontwikkelen moeten we verder nadenken over hoe we deze technologie kunnen gebruiken **in de toekomst**. Een universeel platform voor de overheid waarop verschillende chaincodes in de vorm van blockchain applicaties kunnen aangeboden worden. Deze blockchain applicaties zorgen ervoor dat de

⁹ <https://kubernetes.io/>
¹⁰ <https://aws.amazon.com/ec2/>
¹¹ <https://aws.amazon.com/blogs/compute/introducing-cloud-native-networking-for-ecs-containers/>
¹² <http://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release/chaincode4noah.html#packaging>

¹³ <http://turfjs.org/>
¹⁴ <https://github.com/mapbox/geobuf>
¹⁵ <http://www.opengispatial.org/standards/wkt-crs>
¹⁶ <https://github.com/Kunstmaan/hyperledger-fabric-network-setup>
¹⁷ <https://github.com/Kunstmaan/hyperledger-fabric-chaincode-dev-setup>
¹⁸ <https://github.com/Kunstmaan/hyperledger-fabric-client-utils>

verschillende departementen en de burgers kunnen samenwerken binnen de Vlaamse Overheid maar misschien ook daarbuiten (zie EuroChain Europa¹⁹).

Het programma blockchain binnen de Vlaamse overheid zal hier verder op inzetten. Meer informatie daarover kan je terugvinden in onderstaand deel over verwante projecten.

Community betrekken

We zouden natuurliefhebbers kunnen betrekken bij het registreren van observaties, door hen te belonen voor hun kwaliteitsvolle werk. Ze zouden beloond kunnen worden door uitbetaling van Nature Coins. Daarmee kunnen ze dan weer opleidingen volgen of investeren in de natuur. Dat laatste betekent dan zoveel als crowdfunding van natuur- en bosbeheer. Een beheerder of eigenaar zou dan Nature Coins kunnen inzamelen om iets specifiek te doen aan een bepaald stukje natuur. Een reputatie-index is echter wel iets waar zeer zorgvuldig mee moet omgegaan worden. Rankings zijn immers niet altijd de beste manier om kwaliteit te garanderen. De criteria om te indexeren zullen dus zeer zorgvuldig gekozen en besproken moeten worden met alle betrokken actoren.

Verwante projecten

Er zijn heel wat verwante projecten die kunnen bijdragen tot het succes van een verdere blockchain implementatie voor natuurbeheerplannen.

Programma Blockchain binnen de Vlaamse overheid

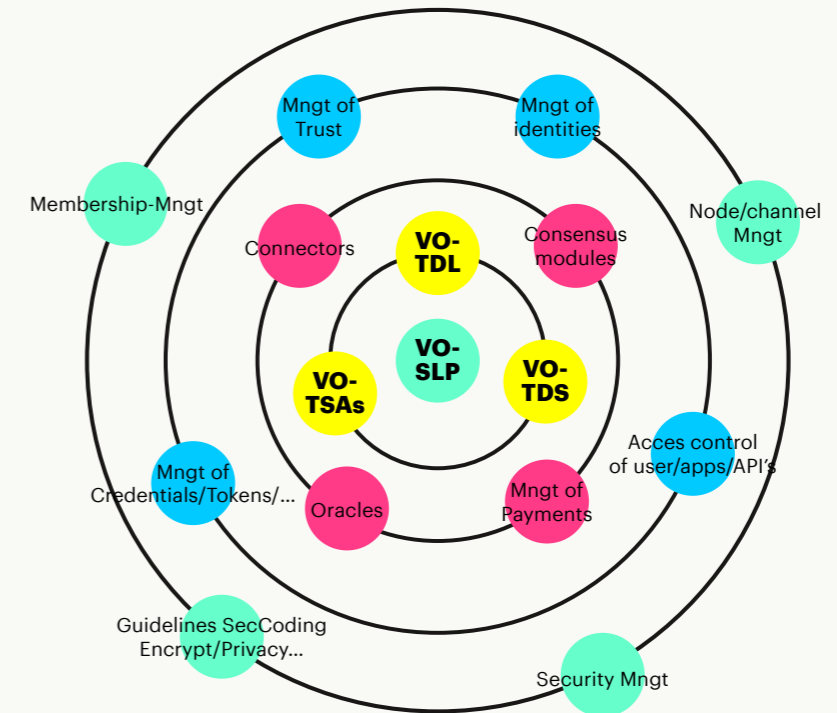
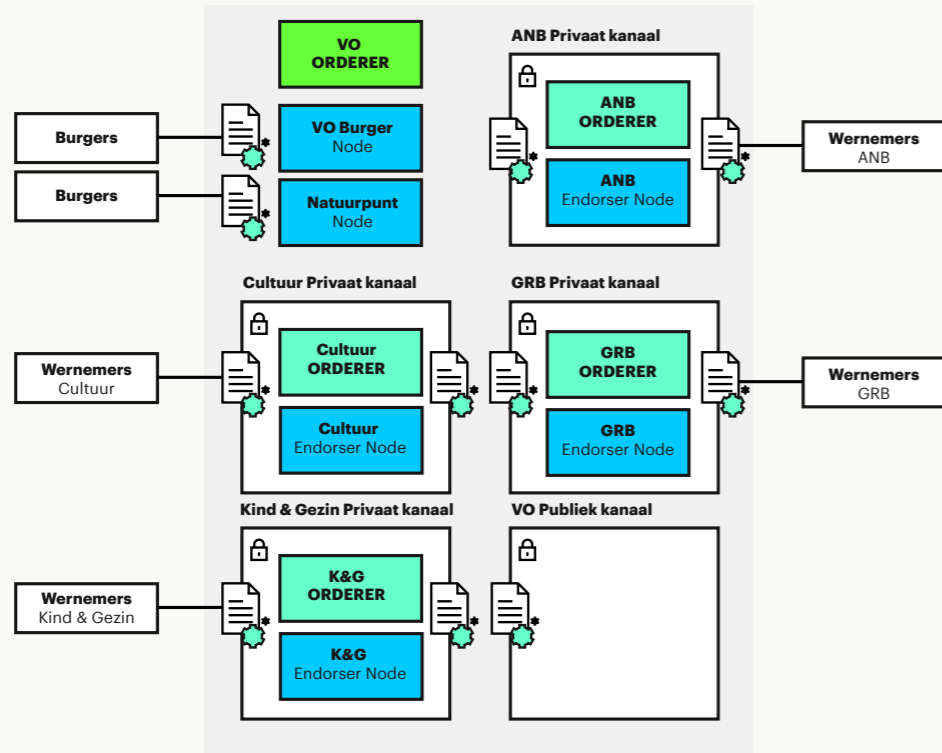
Het programma Blockchain binnen de Vlaamse overheid wil een duurzame en generieke infrastructuur en dienstverlening uitbouwen die bruikbaar is voor diverse lopende en toekomstige blockchain-projecten.

De generieke infrastructuur is opgebouwd op basis van volgende principes:

- Een gemeenschappelijk smart ledger platform voor blockchain (met diverse functies);
- Verschillende ondersteunende functies (connectoren, oracles, voting, workflow module);
- Ondersteunende veiligheidsfuncties (identiteit, toegangsbeheer, certificaten);
- Governance: een goede programma- en projectstructuur.

19 <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-opportunity-and-feasibility-eu-blockchain-infrastructure>

Toekomst visie HF



Bollen Vlaamse Overheid

Het project natuurbeheerplannen mag (net als andere blockchainprojecten) midden tot eind 2018 volgende opzet en dienstverlening (**blockchain-bouwstenen**) verwachten om verder te bouwen:

RING 0: Infrastructuur op AWS

- Uitbouwen blockchain infrastructuur op basis van onderstaande ringen (hyperledger op aws).

RING 1: Gedeeld/smart ledger/platform

- VO-TDL (VO Trusted Distributed Ledger): houdt de transacties bij en is onuitwisbaar en transparant.
- VO-TDS (VO Trusted Distributed (file/document) Store): een document store dat duurzame en unieke opslag en registratie verzekerd van documenten of informatie.
- VO-TSA (VO Trusted Smart Applications): applicaties die via smart contracts bepaalde functionaliteit op blockchain kunnen aanbieden (document toevoegen, zero-knowledge bewijs aanreiken, enz)

RING 2: Ondersteunende functies

- Connectoren naar authentieke bronnen. (vb gegevens bedrijf uit KBO). Deze functies worden uitgewerkt binnen de diverse functies, maar met een centrale ondersteuning en architectuur.

- Oracles die smart applicaties informeren over bepaalde events (vb Persoon overleden).
- Mogelijke interface naar financiële instellingen met betalingen (vb van interne coin naar euro's).
- Stemmingen/verkiezingen registreren via smart-contracts (vb na stemming besluit onuitwisbaar opslaan).
- Toegang document store (vb link naar URI).
- Dienstverleningsregister waarin dienstverlening via smart contracts kan aangeboden worden.

RING 3: Security functies

- Identity Management functies die beheer en autorisatie van identiteiten toestaan. (via uitbreidingen IDM).
- Access Control functies die autorisatie afdwingen naar smart applicaties. (via uitbreidingen ACM).
- Beheer van credentials/tokes om toegang van entiteiten te beheren en controleren (via uitbreidingen PKI). Trust services die bv handtekeningen op documenten controleren en hun mandaat (via uitbreidingen DTP (2019)).

RING 4: Governance

- Membership management om nodes te beheren en in te richten volgens voorwaarden en condities van het netwerk.

- Node channel management: nodes starten binnen Vlaamse Overheid maar externe nodes zullen snel volgen en toegang tot bepaalde channels krijgen (onderdelen node moet ingericht worden).
- Richtlijnen en standaarden zijn noodzakelijk om authenticiteit / integriteit / confidentialiteit / onweerlegbaarheid te garanderen.
- Security management: veiligheidsgaranties inbouwen en afdwingen binnen netwerk van peers.

Planning programma Blockchain Vlaamse Overheid

Project Slimme Subsidies

Het project **Slimme Subsidies** wil de subsidieprocessen binnen de Vlaamse overheid stroomlijnen en ondersteunen, om zo tot een efficiënt georganiseerde backoffice voor subsidieverstrekking te komen. Dat moet digitalisering en gegevensuitwisseling tussen de verschillende diensten onderling mogelijk maken. Het project zorgt via een subsidieregister voor verhoogde transparantie over de uitgekeerde subsidiestromen vanuit de Vlaamse overheid. Om subsidieprocessen te vereenvoudigen en digitaliseren werden er vier types subsidies gedefinieerd waarbinnen alle subsidies van de Vlaamse Overheid vallen²⁰.

Vandaag zijn er **drie piloot entiteiten** aan de slag met hun subsidieprocessen. Het Agentschap Natuur en Bos draagt bij via het project Geïntegreerde natuurbeheerplannen.

Project Geïntegreerde natuurbeheerplannen

Het project voor de Geïntegreerde natuurbeheerplannen (GNB) valt binnen de uitwerking van het project Slimme Subsidies door de pilotentiteit Agentschap Natuur en Bos.

De subsidieprocessen voor de GNB vallen onder de type 1 subsidies van het project Slimme Subsidies. Het GNB project wil zoveel mogelijk rekening houden met de juridische aanpassingen en de nodige digitale aanpassingen, conform de 9 principes van Vlaanderen Radicaal Digitaal. Het Agentschap Natuur en Bos wil de natuurbeheerplan subsidies in de systemen implementeren tegen eind 2018.

Natura 2000

Natura 2000 wil over heel Europa de nodige ruimte bieden aan verschillende soorten planten en dieren, en de gebieden waarin ze leven. Dit wordt gerealiseerd aan de hand van de Europese natuurdoelen.

De Europese natuurdoelen zijn geformuleerd op twee niveaus: op Vlaams niveau (gewestelijke instandhoudingsdoelstellingen) en per gebied (specifieke instandhoudingsdoelstellingen). De gewestelijke doelen geven aan vanaf wanneer de in het Vlaamse Gewest voorkomende Europees te beschermen habitattypes of soorten duurzaam zullen kunnen overleven; de specifieke doelen geven de verdeling van de gewestelijke doelen over de voor de betrokken soort of habitatype relevante gebieden aan.

Om deze natuurdoelen zo goed mogelijk te realiseren hebben we momenteel in de applicatie een visie van de managementplannen geïmporteerd. Een Natura 2000-teller, om te bepalen welke oppervlakten reeds onder contract zijn, behoort tot de te ontwikkelen mogelijkheden.



Naar een pilootproject?

De resultaten van de **proof of concept** zijn veelbelovend. Het geloof in de mogelijkheden van blockchaintechnologie en het enthousiasme om het ecosysteem rond natuurbeheerplannen verder te digitaliseren en vereenvoudigen zijn groot. Het uitgewerkte proces is echter sterk vereenvoudigd voorgesteld en gebaseerd op de visie van het Agentschap Natuur en Bos. Een geïntegreerde projectaanpak tussen de verschillende projecten en programma's samen met externe betrokken partijen is van primordiaal belang voor de inbedding van ons voorstel om blockchain in te schakelen voor natuurbeheerplannen.

Next steps: op naar medio 2018

Via co-creatie met alle betrokken partijen kan er nagedacht worden over hoe je de huidige processen kunt vereenvoudigen en digitaliseren.

Concreet willen we in geïntegreerde aanpak het **draagvlak verder uitbouwen** door interne en externe partners mee te betrekken in een voorbereidende analyserende fase. Alle medewerkers die via de deelnemende projecten gelinkt zijn, externe gebruikers en belanghebbenden zullen de komende weken betrokken worden in het uitwerken van een oplossing voor natuur- en bosbeheer via blockchain.

Medio 2018 presenteren we de bevindingen van wat de sector wil in een roadmap met de ambitie om een concept tegen eind 2018 in productie te krijgen.

Doelstelling

Het doel van deze analyserende fase is:

- Tot een gedragen oplossing te komen door de verschillende stakeholders;
- Dat bij alle partijen een optimale kostenefficiëntie oplevert;
- Uitgewerkt in een roadmap voor implementatie;
- Getoetst aan het huidige en mogelijke toekomstige wetgevende kader;
- En levert een bijdrage aan generieke blockchainbouwstenen voor slimme subsidies.

Stakeholders

Externe partners die we graag mee in ons innovatiebad onderdompelen. Zij hebben belangrijke eigenschappen en zijn elke dag hands-on bezig met het natuurbeheer in Vlaanderen:

- Bosgroepen;
- Landelijk Vlaanderen;
- Limburgs Landschap (LiLa);
- Durme;
- NatuurPunt;
- Steden en gemeenten;
- Provincies;
- EcoKwadraat;
- Regionale landschappen.

“Natuur- en bosbeheer via Blockchain is haalbaar op korte termijn met grote ambities op lange termijn”

Daniel Du Seuil, programmamanager Blockchain

²⁰ <https://overheid.vlaanderen.be/slimmesubsidies>

Interne partners die broodnodig zijn om dit ambitieuze plan te realiseren:

- Programmamanager Blockchain (AIV);
- Directeur Relatiebeheer (ANB);
- Programmamanager Natuurbeheerplannen (ANB);
- Projectleider IT project Slimme Subsidies (ANB);
- Leidinggevende subsidies (AVE,ANB);
- Afdelingshoofd AVES (ANB);
- Vertegenwoordiging Terreinbeheer (ANB);
- Projectleider Slimme Subsidies (AIV).

Governance

In onze geïntegreerde aanpak met Service design, UX Strategy, het technische assessment, maar ook andere werkgroepen (bijv. juridisch assessment) willen we zo goed mogelijk het evenwicht garanderen tussen de belangen van de betrokken stakeholders.

Maandelijks zullen stuurgroepen georganiseerd worden om deze geïntegreerde aanpak te sturen.

Geïntegreerde aanpak

We werken met een gefaseerde aanpak waar we de verschillende expertisedomeinen van service design, UX Strategy en technologische innovatie zo optimaal laten samenkomen.

Exploreren en beschrijven

Project Kickoff

Officiële start van het project, met aanwezigheid van de verschillende partijen. Deze zullen we verder in kaart brengen binnen het project op een **stakeholder map**, met mogelijks nog meer belanghebbenden dan momenteel geïdentificeerd. Verder zullen we in deze kick-off **blockchain introduceren** bij de verschillende stakeholders en onze proof of concept voorstellen.

Observaties en onderzoek

Interviews met de verschillende stakeholders om hun context beter te begrijpen ('What's in it for them?'), maar ook naar het (ruime) wettelijke kader. Desk Research naar verschillende trends, studies, of andere POCs. Ook kijken we naar buiten: hoe organiseren de verschillende partijen zich? Hoe gebeurt natuurbeheer in andere landen?

Synthese

De huidige natuurbeheersituatie en –flows clusteren en definiëren, zowel op functioneel (touchpoints) als emotioneel vlak (appreciatie). De **technische assessment** van het huidige technologielandschap start hier.

In het **technische assessment** wordt onderzocht hoe we blockchain kunnen integreren met andere systemen van het Agentschap Natuur en Bos en Informatie Vlaanderen, maar ook andere stakeholders. Hiervoor vertrekken we van de analyse die reeds aan de gang is voor het project Geïntegreerde Natuurbeheerplannen. Zo kunnen we ook een minimum aantal garanties naar het project Slimme Subsidies formuleren, zoals bijvoorbeeld de realisatie van een connectie met het dossierregister of het bouwen van een subsidiemotor.

De bevindingen en knelpunten in de huidige situatie worden **gepresenteerd** in een workshop, net zoals de noden van de partijen gedefinieerd in de stakeholder map. Samen maken we een eerste **prioritering** van de verschillende opportuniteiten zodat er niet té ruim gegaan wordt.

Innoveren

Co-Creatie

Ideeën genereren in een meerdaagse workshop (of meerdere kleinere) waarin we samen met alle partijen de service concepten co-creëren, gebaseerd op deze nieuwe situatie, breder dan enkel subsidies. Zo kan er bijvoorbeeld ook gekeken worden naar een aankoopmodule of crowdfunding.

Zonder ze verder uit te werken, kijken we snel of de gegenereerde concepten uit deze workshop(s) wel logisch zijn, en **toetsen we ze snel af met eindgebruikers** om te zien wat er eventueel dient aangepast te worden.

Prioritering

Na afgetoetst te hebben met de eindgebruikers, kunnen we aangeven welke van deze high-level service concepten belangrijker zijn dan andere, op basis van zowel wenselijkheid (desirability) voor de eindgebruiker als haalbaarheid (viability, feasibility) voor business en IT.

Op basis van deze prioritering maken we een **roadmap**, een stappenplan op voor de toekomst.

De concepten laten leven

Service Concepten

Op basis van de prioritering gaan we 3-5 high-level service concepten verder verfijnen en uitwerken.

We kijken hoe we deze concepten kunnen laten leven en deze meteen **aftoetsen** met de verschillende partijen om direct een feedback loop te creëren. Hiervoor maken we gebruik van prototypes.

Vier principes

De volgende vier principes nemen we steeds in gedachte wanneer we de workshops faciliteren.

Interactief

- Samenvattende (blockchain) informatie beschikbaar voor de eindgebruikers.
- Stelt de eindgebruiker in staat een compleet en beknopt overzicht te krijgen van het gehele proces en activa via verschillende interactieve dashboards en visualisaties.

Communicatie

- Duidelijke gebruikersprofielen, afhankelijk van hun kennis en de nodige interactie doorheen het subsidieproces.
- "Hoe kunnen we de gebruiker helpen om hun taken gemakkelijker en efficiënter uit te voeren?"

Consistentie

- Een "single source of truth".
- Visueel de verschillende partijen en de verschillende statussen aantonen doorheen de applicaties.
- Een herbruikbaar interactiemodel voor alle kernacties.

Vertrouwen

- Net zoals in financiële applicaties, maken we nergens assumpties. De eindgebruiker moet ten allen tijde duidelijk zien wat hij/zij gedaan heeft, wat ze kunnen doen, en waar ze in het proces bevinden.
- Een duidelijk en up-to-date security model, gekend door de verschillende partijen.



Bijlage 1

Inspiratie

Tijdens de **definitiefase** van de **proof of concept** hebben we heel wat ideeën en mogelijkheden bedacht die we uiteindelijk niet in de scope van het project hebben opgenomen. Het zijn wel één voor één zaken die enorm interessant zijn en die **verder onderzoek zeker waard** zijn, zodat het ecosysteem voor natuur- en bosbeheer klaargestoomd kan worden voor de 21ste eeuw.

Bank of Flanders/Belgium

Voor de **proof of concept** hebben we het **walletsysteem** zo generiek mogelijk geprobeerd uit te werken. Uiteraard blijven de digitale tokens in deze case enkel bruikbaar voor natuur- en bosbeheer. Maar een digitale coin en walletsysteem van de Vlaamse Overheid of zelfs de Federale Overheid zouden ons in staat stellen om alle subsidiestromen in Vlaanderen of België in actie te zien.

Artificiële Intelligentie

Artificiële intelligentie is niet langer alleen een futuristisch begrip, het is hier nu - zoals software applicaties die detecteren wanneer het tijd is om gras te maaien of opslag te verwijderen, slimme meters die observaties maken of zelfs natuurtypes herkennen en hun evolutie meten. Net als robots die aan natuur- en bosbeheer doen. Dankzij Blockchain kunnen al deze zaken op een **transparante** manier worden uitgevoerd. We moeten deze technologische evolutie dus een goede plek geven in het ecosysteem voor natuurbeheer.

Uitgebreid opdrachtenmanagement (public procurement via blockchain)

De werkcontracten tussen beheerders en uitvoerders of het aanstellen van een beheerder zouden via een online marktplaats kunnen verlopen voor natuur- en bosbeheeropdrachten.

Synergie tussen verschillende Belgische of Europese overheidsdepartementen voor natuur en bos

Aangezien een groot deel van natuurbeheer via Europese natuurdoelen (Natura 2000) vastgelegd wordt, is deze blockchain applicatie bruikbaar voor heel wat Europese stukken natuur. Je kan vandaag perfect een natuurbeheerplan aanmaken buiten het Vlaamse grondgebied. Het smart contract voor subsidies kijkt dan na of het aangemaakte plan binnen Vlaanderen valt en dus al dan niet recht heeft op subsidies. We zouden dit perfect kunnen uitbreiden met meerdere subsidiecontracten: 1 voor ANB, 1 voor Foret Wallonie, 1 voor de Agentur für die Natur in Duitsland,...

Voor de gebruiker zullen we het onderdeel rond **identiteit** wel verder moeten uitbreiden, dit werkt nu enkel op Vlaams niveau. Je zal dan meerdere overheidsinstanties hebben die je identiteit via hun **node** kunnen valideren op de blockchain.

Bijlage 2

Technische architectuur en development keuzes

Kanalen

We hebben twee kanalen voorzien:

- Een publiek kanaal voor alle publieke data, zoals contouren en beheerplannen. Voor dit kanaal is er een consortium waaraan alle organisaties deelnemen;
- Een privaat kanaal om het eigenaarschap van de grondcontouren op te slaan. Hiervoor wordt er een consortium voorzien waar enkel het GRB en de burgers toegang hebben. Enkel het GRB heeft volledige toegang tot de data op dit kanaal; de burgers krijgen beperkte toegang tot deze data door gebruik te maken van de chaincode die het GRB aanbiedt. De data is enkel toegankelijk via de nodes van het GRB.

Consensusmechanisme

Bij deze twee kanalen horen ook twee **orderers**²¹: ze zorgen ervoor dat de **transacties op een uniforme manier gesorteerd** worden in blokken, vooraleer ze op de blockchain geregistreerd worden. De Vlaamse Overheid voorziet een **orderer** die alle transacties op het publieke kanaal sorteert in de blockchain; het GRB voorziet er één voor de transacties van het private kanaal (dit is nodig omdat alleen deze organisatie volledige toegang heeft tot het GRB-kanaal).

Clients

Daarnaast zijn er twee **clients**²² met een front-endapplicatie voorzien: via die applicatie kan de eindgebruiker (eigenaar, beheerder, uitvoerder, goedkeurder) connecteren op een **peer**²³ van zijn keuze en zo toegang krijgen tot de blockchain, om daar transacties uit te voeren of data op te vragen.

Blockchain explorer

Tot slot wordt er een **blockchain explorer**²⁴ voorzien. Met dit dashboard, aangeboden door Hyperledger Fabric, kunnen we de blockchain **permanent monitoren**. Het toont een real-time overzicht van de blokken die gegenereerd worden en de transacties die ze bevatten.

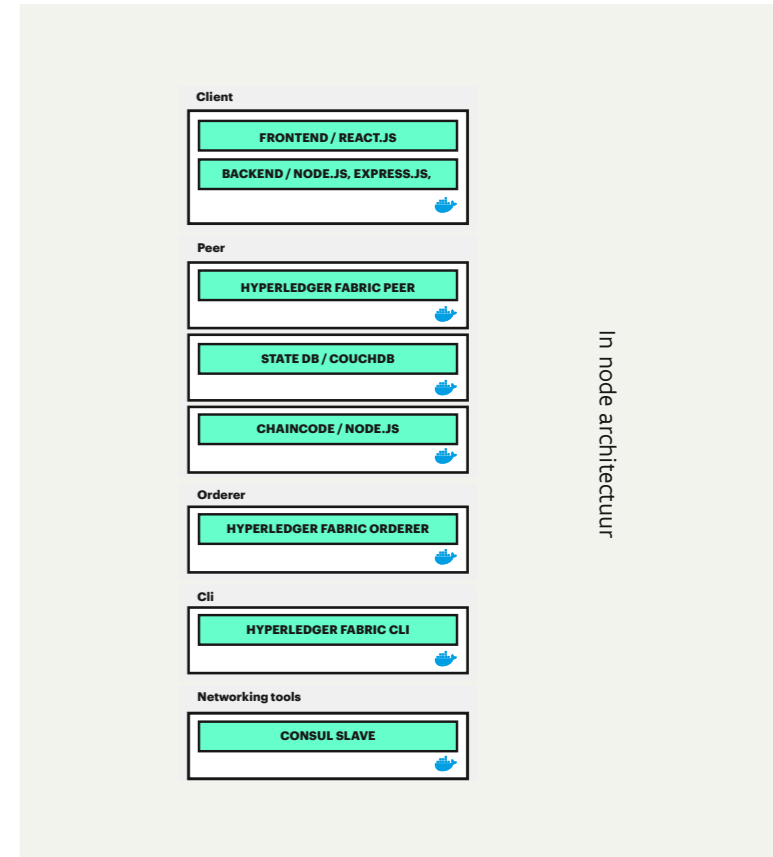
Blockchain node

Al deze tools zijn geïnstalleerd op verschillende **nodes** binnen het blockchain netwerk. Met behulp van **Amazon AWS**²⁵, een specifiek cloudplatform, zetten we allerlei virtuele machines op, met Docker²⁶ worden de tools geïnstalleerd op de **nodes**. Elke tool draaide in zijn eigen geïsoleerde Docker-container, maar ze zijn met elkaar verbonden door middel van een **virtueel privaat netwerk**.

Op het netwerk zijn in totaal drie **nodes** actief, één voor elke organisatie die eraan deelneemt. Elk van deze **nodes** bestaat uit een **client**-applicatie, een **peer**, een **command line interface** (CLI) en een paar extra tools ter ondersteuning. Verder worden **orderers** geïnstalleerd op de **nodes** van de Vlaamse Overheid en het GRB.

De **nodes** werden als volgt opgebouwd:

De **client** bestaat uit 2 delen. De **back-end** is ontwikkeld in Node.js²⁷, een JavaScript framework dat wordt uitgevoerd op de server, de businesslogica bevat en communiceert met de **chaincodes** op de **peers** en met de **orderers**. Zo wordt **data gelezen en geschreven** op de blockchain. **De communicatie tussen de client en de blockchain** gebeurt aan de hand van het GRPC protocol²⁸. Dit protocol is een reeks afspraken over hoe verschillende clients met elkaar kunnen communiceren en zorgt ervoor dat meerdere programmeertalen met elkaar verbonden worden. Om dit te vereenvoudigen gebruiken we de Hyperledger Fabric Client SDK²⁹, een node.js **software development kit** (SDK) ontwikkeld met handige API's die kunnen communiceren met de blockchain. De node.js-backend biedt zelf ook een API aan, de front-endapplicatie krijgt er toegang mee tot de data van de blockchain.



Dit is een Restful API dat data uitwisselt door gebruik te maken van het Json formaat. De **front-end applicatie**, de presentatielaag, is ontwikkeld in React.js³⁰ en draait volledig in de browser.

Behalve de **client** installeerden we op de **node** ook een **endorsement peer**. Deze bestond uit de Hyperledger Fabric Peer-software, samen met een **state database** - we kozen hier voor CouchDB. Voor elke **chaincode** aanwezig op de peer, startten we een aparte Docker-container die verantwoordelijk was voor het goedkeuren van de transacties. Dat was nodig, aangezien de Docker-containers volledig geïsoleerd werken, en dus geen toegang hebben tot elkaars data. De communicatie tussen twee **chaincodes** verliep eveneens via het GRPC-protocol.

21 <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release/arch-deep-dive.html#ordering-service-nodes-orderer>
22 <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release/arch-deep-dive.html#client>
23 <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release/arch-deep-dive.html#peer>

24 <https://github.com/hyperledger/blockchain-explorer>
25 <https://aws.amazon.com/>
26 <https://www.docker.com/>
27 <https://nodejs.org/en/>
28 <https://grpc.io/>
29 <https://www.npmjs.com/package/fabric-client>
30 <https://reactjs.org/>

Enkele bedenkingen:

- We moesten er bij het opzetten van een node rekening mee houden dat elke chaincode in zijn eigen Docker-container werkt, en die containers behoorlijk wat geheugen en CPU-gebruik innemen;
- Wanneer een chaincode een upgrade krijgt, wordt er een nieuwe Docker-container gestart. Ook hier moeten de oude chaincode-containers dus manueel gestopt worden om de limieten van de node niet te overschrijden.

Om de transacties te sorteren en de blokken te genereren installeerden we op de **node** van de Vlaamse Overheid en op die van het GRB een **orderer**.

Tot slot plaatsten we nog verscheidene tools om de blockchain en het netwerk te ondersteunen:

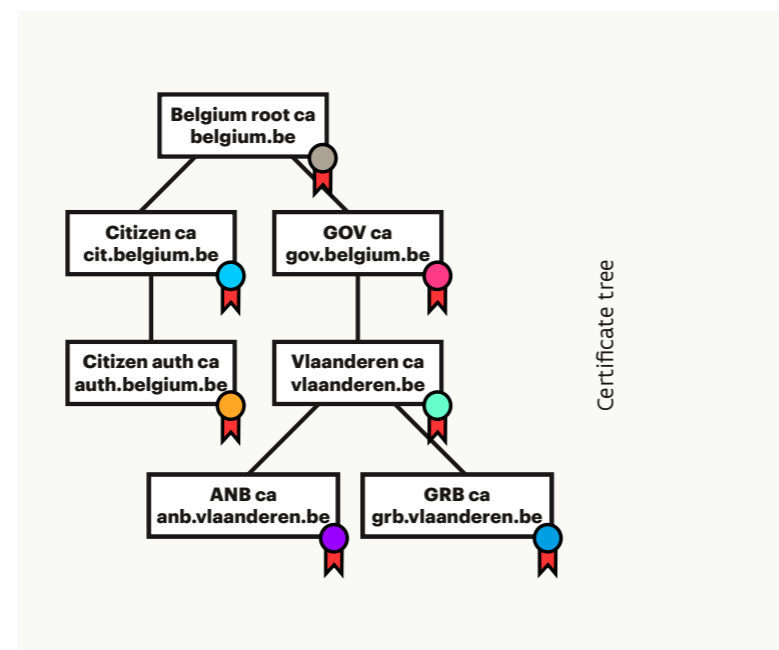
- Hyperledger Fabric CLI, een command line interface waarmee je verschillende acties kan uitvoeren op de blockchain, zoals chaincode toevoegen en updaten, transacties uitvoeren op de chaincode, kanalen aanmaken, enzovoort;
- Networking tools zoals Docker Overlay Networks³¹ en Consul³² werden gebruikt om het private netwerk op te zetten en ervoor te zorgen dat de componenten met elkaar kunnen verbinden en communiceren.

De hele blockchaininfrastructuur bestaat uit **losse componenten** die opgezet moesten worden en met elkaar moesten samenwerken. Om dit alles te coördineren, ontwikkelden we een tool³³ om dit proces grotendeels te **automatiseren**.

Certificaten

Alle componenten en gebruikers krijgen een **certificaat** toegewezen: dat moet hen niet alleen identificeren, het bepaalt tegelijk ook tot welke onderdelen van het systeem ze toegang krijgen. We maakten een onderscheid tussen **user-certificaten** en **component-certificaten**.

De componenten hadden nood aan een TLS-certificaat waarmee de communicatie tussen componenten onderling versleuteld konden worden. Opdat we niet aan elk certificaat één voor één de nodige rechten moeten toekennen, en om de organisaties de mogelijkheid te bieden zélf nieuwe certificaten aan te maken, hebben we ze hiërarchisch ingedeeld met behulp van **intermediaire certificaten**³⁴. Op die manier creëerden we een **chain of trust**. Deze werkwijze leidde uiteindelijk tot de volgende **certificate tree**:



De **certificate tree** van onze **proof of concept** is geïnspireerd op die van de **Belgische eID**³⁵. Op het hoogste niveau zit een Belgium Root-certificaat met als domein belgium.be. Hieronder werden twee **intermediate-certificaten** aangemaakt: citizen.belgium.be en gov.belgium.be. Het **citizen-certificaat** kan enkel gebruikerscertificaten genereren en heeft dus maar één doel: alle burgers van het land voorzien van een certificaat. Het **gov-certificaat** wordt gebruikt om de verschillende componenten van certificaten te voorzien. Dat laatste werd verder onderverdeeld in een **intermediate** certificaat, vlaanderen.be, dat rechtstreeks de certificaten voor de organisatie van de Vlaamse Overheid kan voorzien. Vanuit dit niveau werden opnieuw twee **intermediate** certificaten voorzien: anb.vlaanderen.be en grb.vlaanderen.be, respectievelijk voor de organisaties ANB en GRB, die de componenten van hun organisatie op die manier van de juiste certificaten konden voorzien. Die certificaten dienden om de **verschillende consortiums te definiëren** die toegang krijgen tot de blockchain.

³¹ <https://docs.docker.com/engine/userguide/networking/overlay-standalone-swarm/>

³² <https://www.consul.io/>

³³ <https://github.com/Kunstmaan/hyperledger-fabric-network-setup>

³⁴ <https://support.globalsign.com/customer/portal/articles/1217450-overview---intermediate-certificates>

³⁵ <https://www.esat.kuleuven.be/cosic/publications/article-769.pdf>

Bijlage 3 Chaincodes



Identity and Access management

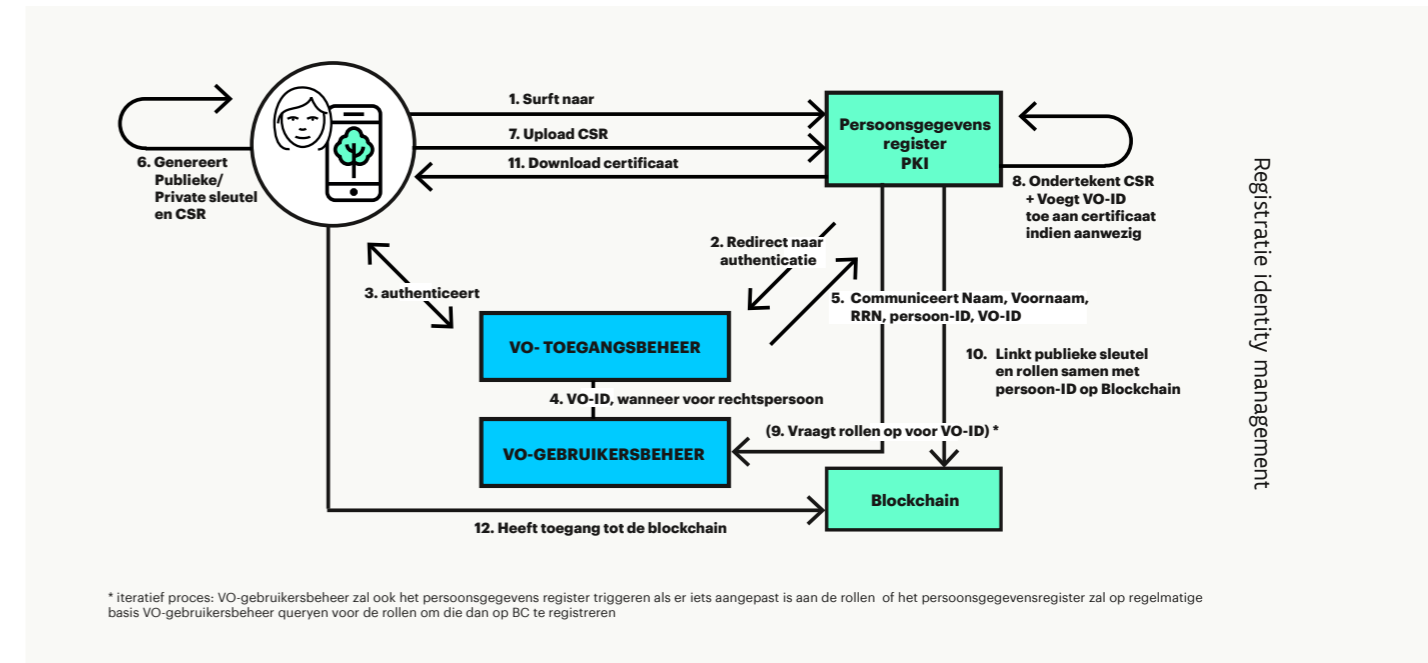
Deze twee chaincodes zijn afgeleiden en vereenvoudigde versies van applicaties die worden aangeboden door de Vlaamse Overheid, namelijk **gebruikersbeheer**³⁶ en **toegangsbeheer**³⁷. Het is de bedoeling dat deze chaincodes zouden **samenwerken** met de applicaties van de Vlaamse Overheid.

Identity management staat in voor het **beheer van gebruikers** en hun sleutels om toegang te krijgen tot de blockchain. Op de blockchain maken we gebruik van 'device sleutels' die gekoppeld worden aan het rijksregisternummer om zo de gebruikers te kunnen identificeren. Deze **device sleutels** komen overeen met de publieke- en private sleutels³⁸ die door het Hyperledger Fabric platform gebruikt worden om toegang te verkrijgen tot de blockchain en transacties te ondertekenen. Op de blockchain slaan we nergens het leesbare rijksregisternummer op van de gebruiker, maar in de plaats daarvan slaan we een **gehashte versie** op van het rijksregisternummer, de rijksregister hash. Het contract biedt verschillende functies aan waarmee gevalideerd kan worden of de huidige uitvoerder van een transactie overeenstemt met een rijksregister hash. We hebben er voor gekozen om

meerdere device sleutels toe te laten per gebruiker en deze op te slaan op een soort **keyring in de blockchain**, zodat de gebruiker toegang kan krijgen met **verschillende toestellen** tot de blockchain. Zo moet de gebruiker ook geen sleutels kopiëren tussen de verschillende toestellen.

Momenteel is er nog geen connectie met de gebruikersbeheer applicatie en worden al de sleutels en certificaten voor de gebruikers eenmaal gegenereerd en worden ze bij de opstart van de blockchain geïnstalleerd. Maar in een productie-omgeving zou de registratie van een gebruiker als volgt kunnen werken:

- De gebruiker genereert een publieke en private (device) sleutel samen met een CSR39 op het toestel waarmee hij toegang wil krijgen tot de blockchain;
- Daarna authenticereert de gebruiker met het toestel door gebruik te maken van de gebruikersbeheer applicatie van de Vlaamse Overheid. Hier worden verschillende mogelijkheden van authenticatie ondersteund;
- De gebruiker laadt de CSR op dat zijn publieke sleutel bevat;
- De gebruikersbeheer applicatie genereert een certificaat en ondertekent deze met het tussenliggend certificaat (auth. belgium.be) uit de chain of trust (zie netwerk);
- De gebruikersbeheer applicatie registreert de publieke device sleutel aan de hash van het nationale nummer van de gebruiker op het identity management chaincode;



- De gebruiker heeft vanaf nu toegang en kan zichzelf identificeren op de blockchain door gebruik te maken van de device sleutel.



De **access management chaincode** wordt gebruikt om **bepaalde rechten toe te kennen** aan gebruikers. Momenteel worden deze rechten toegekend in de vorm van **rollen** die gekoppeld worden aan de nationale hash van de gebruiker. Er worden tot nu toe 4 rollen herkend door het systeem: Goedkeurder, ANB Admin, GRB Admin en Vlaamse Overheid Admin. Het contract biedt een functie aan waarmee je kan controleren of de huidige uitvoerder van een transactie beschikt over bepaalde rollen.

Er is op dit moment nog geen integratie met de toegangsbeheer applicatie, maar op zich zou de toegangsbeheer applicatie perfect de rollen en rechten kunnen publiceren op de blockchain.

Certificates

De certificates chaincode is een contract waarin **alle behaalde certificaten** van gebruikers worden beheerd. Momenteel is dit een sterk vereenvoudigd contract waarbij voor elke gebruiker wordt bijgehouden welk type van certificaten deze heeft behaald. Dit contract is momenteel ter ondersteuning van andere contracten om bijvoorbeeld te controleren of een geselecteerde uitvoerder beschikt over een technisch certificaat en of een geselecteerde beheerder beschikt over een kenniscertificaat.

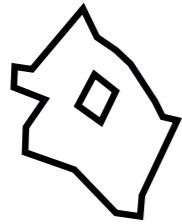
Deze chaincode is een mooi voorbeeld van de **factchain**. In de toekomst zouden we enkel de nodige feiten kunnen registreren op de blockchain, in plaats van het archiveren van hele documenten met certificaten/diploma's zoals dat vandaag gebeurt. Zo kan een diploma of rijbewijs bijvoorbeeld gewoon een vinkje worden bij de rijksregister hash van een persoon. Alvast een mooie use-case om in een andere **proof of concept verder** uit te werken.

³⁶ centraal portaal voor het efficiënt en veilig beheren van gebruikers en hun online toegangen voor (Vlaamse) overheidsapplicaties (<https://overheid.vlaanderen.be/gebruikersbeheer>)

³⁷ veilige en efficiënte toegangspoort voor online (Vlaamse) overheidsapplicaties (<https://overheid.vlaanderen.be/toegangsbeheer>)

³⁸ <https://overheid.vlaanderen.be/publieke-client-certificaten>

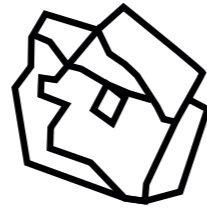
³⁹ Cert Signing Request (<https://www.globalsign.com/en/blog/what-is-a-certificate-signing-request-csr>)



Contours

Binnen onze **proof of concept** hebben we te maken met **verschillende vormen van contouren**. We hebben kadastrale percelen, beheerplannen, natuurtypes, managementplannen (Natura2000) en observaties. Al deze contouren worden ingedeeld bij **verschillende chaincodes**, die op hun beurt onder het beheer van verschillende departementen vallen. Omdat ze veel gelijkaardige eigenschappen bevatten, hebben we ervoor gekozen om ze te verzamelen in een **generieke chaincode** die gebruikt kan worden door de andere chaincodes. Binnen deze chaincode wordt er puur vanuit een **geospatial** standpunt naar deze contouren gekeken, het maakt het niet uit om welk specifiek contour het gaat. De chaincode beschikt enkel over geospatial functies die daarna door de meer specifieke chaincodes gebruikt kunnen worden.

Door al deze contouren te verzamelen binnen één chaincode creëren we nog een voordeel. We kunnen via deze chaincode namelijk voor elk geografisch punt achterhalen **welke wetten en plichten** daar gelden. Daarna is het mogelijk om de **gedetailleerde eigenschappen** ervan op te vragen bij de meer specifieke chaincodes.



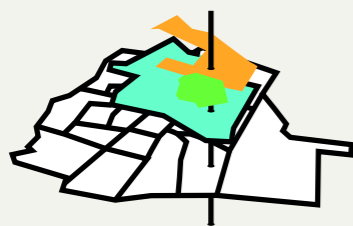
Ground Contours / Ground Contours Owners

Onze twee chaincodes worden gebruikt om de **kadastrale percelen van Vlaanderen** ter beschikking te stellen binnen de blockchain. Ze zijn opgesplitst in twee chaincodes omdat een deel van deze informatie publiek toegankelijk moet zijn en een ander deel, namelijk de identiteit van de eigenaren, private informatie is.

Ground contours is de chaincode dat het **publieke gedeelte** voor zijn rekening neemt. Hier wordt de link met de contour in opgeslagen, samen met een naam die gebruikt kan worden om het perceelnummer in op te slaan. Verder beschikt deze chaincode over diverse functies om de kadastrale percelen te queryen, en om toegang aan te vragen tot gegevens van de perceelseigenaars. Deze chaincode zal dus op het publieke kanaal beschikbaar worden gemaakt.

De tweede chaincode, namelijk **ground contour owners**, wordt gebruikt voor het **private gedeelte** en zal dus de mapping bijhouden tussen de kadastrale percelen en de eigenaar van dat perceel. Deze chaincode wordt geïnstalleerd op het private kanaal van het GRB en kan dus enkel geïnstalleerd worden op nodes van het GRB. Burgers hebben wel toegang tot deze chaincode voor het queryen van informatie over hun percelen en om aan andere burgers bekend te maken dat ze eigenaar zijn over een bepaald perceel.

Als onderdeel van deze chaincodes is er een mechanisme voorzien om op te vragen **wie de eigenaar van bepaalde percelen is**. Dat kan aangevraagd worden in de vorm van een GeoJson, waarbij je via de ground contours chaincode alle eigenaars opvraagt die een perceel hebben dat overlapt met een opgegeven polygoon. Of je kan rechtstreeks vragen naar de eigenaars van bepaalde contouren aan de hand van hun ID. Die kunnen daarna op hun beurt zelf goedkeuring geven via de ground contours owners chaincode. Pas wanneer alle eigenaars geantwoord hebben, wordt de lijst van geaccepteerde eigenaars bekend gemaakt op het publieke kanaal.



Het aanvragen van eigenaars van bepaalde percelen gebeurt als volgt:

- De **requestOwnersForPolygon(geoJson)** of **requestOwnersForGroundContours(contourIds)** wordt opgeroepen via het **publieke kanaal** op de ground contours chaincode. Die maakt een **request** aan en geeft een ID terug. Deze ID kan later gebruikt worden om de status op te vragen voor de request;
- De eigenaren roepen **queryMyOpenRequests()** op via het **private GRB kanaal** op de GRB node in de ground contours owners chaincode. Die geeft een **lijst** terug van al de requests die nog niet volledig afgehandeld zijn, met daarin de ID's van de kadastrale percelen waar nog geen goedkeuring voor is. Ook staat er een lijst in met ID's van kadastrale percelen waar de huidige eigenaar zijn goedkeuring nog voor moet geven. Die lijst kan leeg zijn indien de eigenaar reeds gereageerd heeft;
- De eigenaren kunnen dan via **approveRequest(requestId)** of **rejectRequest(requestId)** hun **goedkeuring** geven voor deze request;
- Wanneer er een **antwoord** komt (positief of negatief), wordt er een event uitgestuurd op de blockchain en hebben we een stuk business logica off-the-chain dat daarop reageert. Deze roept de functie **updateRequest(requestId)** op via het publieke kanaal op de GRB node op de ground contours chaincode. Die zal controleren of alle antwoorden werden ontvangen voor de opgegeven requestId. Zoja, wordt de **request geüpdate** met de antwoorden. Er worden twee lijsten toegevoegd, één met de percelen die geaccepteerd zijn en één voor de percelen die afgekeurd zijn. Verder wordt er nog een unieke lijst toegevoegd met al de eigenaren die geantwoord hebben. Er wordt dus geen koppeling opgeslagen tussen de eigenaren en zijn perceel.



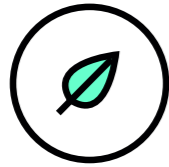
Nature Management Plans

De **nature management plans chaincode** staat centraal in onze **proof of concept**, namelijk het opmaken en beheren van beheerplannen en alles wat daaraan gelinkt is, zoals observaties, natuurtypes en natuurdoelen.

Met deze chaincode is het mogelijk om een **nieuw beheerplan aan te maken** en te koppelen aan een contour op de kaart. Daarbij wordt er **automatisch gecontroleerd** of het nieuwe beheerplan niet overlapt met een reeds bestaand beheerplan, of alle eigenaren van de onderliggende percelen akkoord gaan en of de beheerder akkoord gaat en beschikt over de nodige certificaten. Als dit allemaal in orde is, wordt het beheerplan aangemaakt en kan de beheerder via deze chaincode het beheerplan verder beheren.

Na het aanmaken van het beheerplan is het mogelijk om observaties te registreren binnen dit beheerplan. Dit is momenteel enkel toegankelijk voor beheerders, maar zou in de toekomst open kunnen gesteld worden naar iedereen die beschikt over de nodige certificaten. Een observatie wordt op dit moment voorgesteld door een punt op de kaart waaraan metadata gekoppeld zijn, maar zou in principe ook voorgesteld kunnen worden door een contour.

Als er voldoende observaties geregistreerd zijn, is het mogelijk om via deze chaincode een **natuurtype te registreren**. Hierbij wordt gecontroleerd of dit natuurtype volledig binnen het beheerplan valt en of het niet overlapt met een ander natuurtype. Wanneer dat allemaal in orde is, wordt er via de Nature Coins (digitale munten) chaincode een wallet aangemaakt en wordt het mogelijk om verschillende subsidies en werkcontracten aan te maken voor dit natuurtype.



Nature Coins

De Nature Coins chaincode introduceert een nieuw soort token, de nature coin. Dit is een digitale munt die transparant en veilig via de blockchain kan ingezet worden. Via deze chaincode kunnen de tokens uitgewisseld worden tussen verschillende wallets. Er zijn verschillende soorten wallets voorzien in het systeem:

- De user wallet, die verantwoordelijk is om het geld van een gebruiker te beheren. Enkel de gebruiker zelf kan het geld hiervan beheren;
- De chaincode wallet, een wallet die onder het beheer van een andere chaincode zit. De work contracts gebruikt deze wallet bijvoorbeeld om het geld van werkcontracten te beheren, de nature management plan chaincode gebruikt deze om het geld van natuurtypes te beheren;
- De bank wallet, dit is een speciaal soort wallet voor deze proof of concept dat gebruikt wordt voor ANB. Enkel de admins en goedkeurders van ANB hebben toegang tot deze wallet. Deze wallet heeft een ongelimiteerd aantal coins.

Het contract beschikt over verschillende functies waarmee het mogelijk is om een nieuwe wallet aan te maken, geld over te schrijven tussen twee wallets en de balans van een wallet op te vragen.



Subsidies

De chaincode wordt gebruikt voor het **toekennen en beheren van subsidies** die onder de bevoegdheid van ANB vallen. Er worden binnen de **proof of concept** twee soorten subsidies ondersteund: **beheersubsidies en investeringssubsidies**. Deze subsidies worden uitbetaald aan de hand van Nature Coins door gebruik te maken van de Nature Coins chaincode.

Beheersubsidies zijn subsidies die **maandelijks uitbetaald** worden aan een natuurtype. Deze subsidie kan aangevraagd worden door de **beheerder** van een natuurtype. Om deze subsidies te verkrijgen moet het natuurtype aan een aantal regels voldoen:

- Er mag geen beheersubsidie contract aanwezig zijn voor dat natuurtype;
- Het natuurtype moet binnen het Vlaams grondgebied vallen, anders valt het niet onder beheer van ANB;
- Wanneer ANB een bepaalde visie heeft voor de regio waarin het natuurtype zich bevindt, moet het doel van het natuurtype hiermee overeenstemmen.

Om dit te controleren kunnen er visie contouren worden aangemaakt in het subsidiecontract. In deze visiecontouren wordt dan gedefinieerd welke types van natuur binnen de visie van ANB passen. Het aantal Nature Coins dat maandelijks zal worden uitbetaald wordt berekend aan de hand van de grootte van het natuurtype en een vaste prijs/hectare dat door ANB wordt bepaald⁴⁰. Alleen als het natuurtype aan al deze regels voldoet en de subsidie wordt goedgekeurd door ANB, zal deze maandelijks worden uitbetaald.

Investeringsubsidies zijn subsidies die **éénmalig** worden uitbetaald aan een werkcontract. Deze subsidies kunnen ook aangevraagd worden door één van de beheerders van de natuurtypes in het werkcontract. Om deze subsidies te verkrijgen moet het werkcontract aan een aantal regels voldoen:

- Er mag geen andere investeringssubsidie zijn aangevraagd voor het werkcontract;
- Het moet binnen het Vlaams grondgebied vallen;
- Het type van werk dat binnen dit werk contract gebeurt, moet herkend zijn voor ANB voor het natuurtype;
- Er moet aan cofinanciering gedaan worden, het contract moet dus reeds voor minstens 10% gefinancierd zijn door geld van de eigenaren of de beheerders.

Het aantal Nature Coins dat hiermee wordt uitbetaald is dus maximum 90% van het volledige bedrag van het werkcontract. Als het werkcontract voldoet aan al deze regels, wordt de subsidie aangemaakt en uitbetaald op het moment dat deze wordt goedgekeurd door de goedkeurder van ANB.



Work Contracts

Via deze chaincode wordt het mogelijk om door de beheerder **werkcontracten** op te stellen **tussen natuurtypes en uitvoerders**. Voor elk werkcontract wordt er een wallet aangemaakt in de Nature Coins chaincode zodat dit werkcontract gefinancierd kan worden voordat de effectieve uitvoering begint. Op deze manier is de uitvoerder zeker dat het geld voor zijn werken effectief beschikbaar is. Verder wordt er bij het aanmaken van een werkcontract gecontroleerd of de geselecteerde uitvoerder beschikt over de nodige technische certificaten via de certificates chaincode. Wanneer de werken voltooid zijn en de beheerder de werken accepteert, zal het geld uit de wallet van het werkcontract doorgestort worden naar de wallet van de uitvoerder.

⁴⁰ <https://codex.vlaanderen.be/Zoeken/Document.aspx?DID=1028677¶m=inhoud&AID=1230227>

**Projectleiders**

Bert Vanholen (ANB) — Yannick Peers (Kunstmaan) — Daan Poron (Kunstmaan)

Projectteam

Bert Vanholen — Raf Vandensande — Daniel Du Sueil — Daan Poron — Jan Bevers — Yannick Peers — Hanne Ceulaers

Blockchain Development team

Daan Poron — Guillaume Leurquin — Jan Bevers — Sam Van Campenhout

UX/UI design

Robert Taylor — Kurt Limbos

Functionele en technische analyse

Daan Poron — Karim Grini — Aymerick Tondeurs — Yannick Peers

Gesprekken/meetings

Barbara Van Den Haute, Administrateur-generaal Informatie Vlaanderen — Marleen Evenpoel, Administrateur-generaal Agentschap Natuur en Bos — Pieter Lenaerts, programmamanager identiteit- en toegangsbeheer (HFB) — Dorien Bauwens, Productowner project Slimme Subsidies (AIV) — Sarah Spiessens, Productowner project Slimme Subsidies (AIV) — Christof Nicolay, Enterprise & ICT Architect project Slimme Subsidies (AIV) — Roeland Gielen, CEO Kunstmaan | Accenture Interactive — Directieraad Agentschap Natuur en Bos — Jeroen Nachtergaele, afdelingshoofd Agentschap Natuur en Bos — Jan Menschaert, Agentschap Natuur en Bos — Veerle Heysens, Agentschap Natuur en Bos — Martine Waterinckx, Agentschap Natuur en Bos — Laurens, Vanderhoven, Cloudar — Senne Vaeyens, Cloudar — Abdella Bouharrak, IT-manager Agentschap Natuur en Bos — Ronald Goemanne, Hoofd IT Governance en Architectuur Agentschap Natuur en Bos

Copywriters

Kristoff Tilkin — Annelies Leysen

Een Blockchain proof of concept development project van het Agentschap Natuur en Bos, het Agentschap Informatie Vlaanderen en Kunstmaan | Accenture Interactive.
