|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | |
|  |  |  | |  |
| Design Research Paper  Stein Jonker  01-09-2022 | | |
| Minor DMP | | Mario de Vries |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Samenvatting

In dit document wordt het proces beschreven voor het ontwikkelen van een applicatie waarin de infrastructuur van de gemeente Arnhem zichtbaar is.

Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de design thinking methode en worden verschillende onderzoeken en experimenten uitgevoerd.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Termen en afkortingen

|  |  |
| --- | --- |
| Term/ Afkorting | Betekenis |
| Continuous Intergration (CI) | Wijzigingen die gemaakt zijn worden automatisch getest. Dit kan door automatische tests uit te voeren & de code te compileren. |
| Continous Deployment (CD) | Kan worden uitgevoerd nadat CI build geslaagd is. De code wordt automatisch geüpload naar een publiek toegankelijke omgeving. |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Inhoudsopgave  [Samenvatting 2](#_Toc118877958)  [Termen en afkortingen 3](#_Toc118877959)  [1 Inleiding 5](#_Toc118877960)  [2 Empathise 6](#_Toc118877961)  [2.1 Gesprekken binnen gemeente 6](#_Toc118877962)  [2.2 Esri conferentie 7](#_Toc118877963)  [2.3 Marktdag gemeente 7](#_Toc118877964)  [3 Define 8](#_Toc118877965)  [3.1 Probleemstelling 8](#_Toc118877966)  [3.2 Stakeholders 8](#_Toc118877967)  [3.3 Eisen 8](#_Toc118877968)  [4 Ideate 9](#_Toc118877969)  [4.1 Idee 1: 3D infra-viewer 9](#_Toc118877970)  [4.2 Idee 2: Kaartlagen winkel 9](#_Toc118877971)  [4.3 Idee 3: Groen-planning tool 9](#_Toc118877972)  [4.4 Idee 4: Wortelpakket bomen 10](#_Toc118877973)  [4.5 Idee 5: Zoeken door middel van tabellen 10](#_Toc118877974)  [4.6 Analyses met AI 10](#_Toc118877975)  [5 Prototype 11](#_Toc118877976)  [5.1 Arcgis Online 11](#_Toc118877977)  [5.1.1 Kaartlagen 11](#_Toc118877978)  [5.1.2 Authorisatie 11](#_Toc118877979)  [5.2 Applicatie 11](#_Toc118877980)  [5.2.1 API 11](#_Toc118877981)  [5.2.2 Website 12](#_Toc118877982)  [6 Test 13](#_Toc118877983)  [6.1 Marktdag 13](#_Toc118877984)  [7 Aanpak, resultaten & conclusies 14](#_Toc118877985)  [8 Bronnenlijst 15](#_Toc118877986)  [9 Bijlagen 16](#_Toc118877987)  [10 Inhoudelijke reflectie 17](#_Toc118877988) | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Inleiding

In dit document beschrijf ik het proces dat ik heb doorlopen om een applicatie te ontwikkelen voor de gemeente Arnhem.

De probleemstelling voor de applicatie in het kort is dat de gemeente merkt dat het plannen van onderhoud niet efficiënt plaatsvinden. Als voorbeeld: een straat moet onderhouden worden, maar over een aantal jaar moet ook de riolering vervangen worden. Het is in dat geval handiger om meteen de riolering te vervangen, dan hoeft de weg maar één keer afgesloten te worden. De communicatie tussen de verschillende afdelingen (Wegbeheer en riolering) verloopt dan stroef, waardoor deze afstemming mist en de weg na een aantal jaar weer afgesloten moet worden.

Dit document bevat een hoofdstuk van elke fase van design thinking, zoals geleerd in de DMP-courses. Niet alle fases zijn op het moment al doorlopen, dit document zal daarom gedurende de minor aangevuld worden.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Empathise

## Gesprekken binnen gemeente

In de empathise fase heb ik de tijd genomen om bekend te worden met het domein van de gemeente Arnhem. Het doel hiervan is om een beter inlevingsvermogen te verkrijgen in de problemen die de gebruiker op dit moment ervaart en welke problemen kunnen ontstaan met een nieuwe oplossing.

Om mijn kennis te verbreden over de gemeente Arnhem ben ik meerdere gesprekken aangegaan. Zo heb ik gesproken met Johan Willemsen (afdelingshoofd Openbare Ruimte) en Johnny Weijman (afdelingshoofd Projecten). Met hen heb ik gesproken over de huidige situatie in de gemeente betreft het beheer van openbare ruimte, met de nadruk op het inplannen van onderhoud.

De uitvoering van onderhoud betreft zowel de afdeling Projecten en Openbare Ruimte. De samenwerking tussen deze afdelingen zit als volgt:

* Wanneer dagelijks onderhoud geconstateerd wordt (losse stoeptegels, maaien gras) planned de afdeling openbare ruimte het onderhoud zelf in; het is immers weinig werk om het onderhoud te voltooien.
* Wanneer groot onderhoud geconstateerd wordt (kapot wegdek) wordt dit doorgegeven aan afdeling Projecten. Zij onderzoeken de situatie en plannen vervolgens het onderhoud in met de aanbesteders.
* De verschillende clusters binnen Openbare Ruimte houden eens in de zoveel tijd een ‘maptable’ sessie. In deze sessie komen de beheerders bij elkaar rond een maptable. Dit is een tafel met een kaart van Arnhem. Hier bespreekt elke beheerder zijn top 10 acties uit in het komende jaar. Dit geeft voor andere beheerders de mogelijkheid om aan te sluiten bij één van de genoemde acties, wanneer zij op de genoemde locatie ook actie vereisen. Zo kunnen projecten gecombineerd worden in één project waardoor een straat minder vaak gesloten moet worden.

Na overleg wordt het project bij afdeling Projecten verder onderzocht en ingepland.

De projecten die besproken worden gedurende deze sessie zijn bijvoorbeeld:

Het vernieuwen van het wegdek op een bepaalde straat (regulier onderhoud), aanleg van groen, maar ook grote projecten zoals het renoveren van de John Frostbrug

De afdeling Openbare Ruimte is opgedeeld in verschillende clusters. Deze clusters zijn:

* Riolering
* Kabels & leidingen
* Groen & Kunstwerken
* Wegen

Over de samenwerking tussen deze clusters volgt in het volgende hoofdstuk meer.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

## Esri conferentie

Op 21 september ben ik ook naar de Esri Confererentie 2022 geweest in Rotterdam. Hier heb ik twee presentaties bijgewoond:

* Keuzestress: Kies de juiste Esri applicatie voor uw project
* Gemeente Dordrecht Projectviewer

De laatste presentatie was erg interessant voor mijn project. De gemeente Dordrecht herkende dat er vaak wegen opengemaakt werden doordat onderhoud niet goed werd afgestemd met andere objecten in de grond. Daarom hebben zij een kaart gemaakt waarin verschillende projecten voor wegen/ riolering en bekabeling te zien was. Door de kaartlagen over elkaar heen te leggen bevorderde dat de communicatie, aldus de gemeente.

De kaart visualiseerde ook data van projecten die werden uitgevoerd door woningcorporaties zodat de gemeente hier ook rekening mee kon houden.

Om het plannen van projecten makkelijker te maken op de langere termijn konden er ook ambities in de kaart worden gezet. Daardoor is het tijdens het maken van een planning zichtbaar dat er verdere ambities op of rond een locatie zijn. Die kunnen dus mogelijk worden vervuld in één project.

## Marktdag gemeente

De afdeling 3D, waarin ik ben geplaatst, heeft voor de herfstvakantie een marktdag binnen de gemeente georganiseerd. Op deze dag heb ik de status van de applicatie op dat moment laten zien, met als doel om meer toepassingen voor de applicatie te kunnen vinden, ook voor andere afdelingen dan openbare ruimte.

Tijdens deze dag werd het 3-30-300 beleid genoemd. Dit beleid is genoemd in het coalitieakkoord en heeft te maken met groen in de stad:

* Ieder huis heeft zicht op minstens 3 bomen
* Een wijk heeft minimaal 30% boomkroonbedekking
* Een woning heeft maximaal een afstand van 300 meter naar het dichtstbijzijnde park of groene ruimte.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Define

In de define fase van het design-thinking proces wordt het probleem vastgelegd. Dit heb ik gedaan door het probleem vast te leggen in een [Software Requirements Specification](Functioneel%20Ontwerp.docx) document (SRS). In dit hoofdstuk geef ik een samenvatting van de belangrijkste onderwerpen in dit document.

## Probleemstelling

Elke cluster binnen de afdeling Beheer werkt met zijn eigen beheer-systeem. Daardoor is het lastig om een overzicht te verkrijgen in de totale openbare ruimte omdat deze informatie verspreid over de verschillende systemen.

Dit maakt het combineren van projecten lastig want er is alleen inzicht gedurende de maptable sessies. Dat maakt die sessies dus ook enorm belangrijk.

Ook is bij iemand even langslopen voor een kort overleg vaak lastig. Dit heeft er mee te maken dat agenda’s snel heel erg vol lopen en veel mensen nog thuis werken, ook na de coronapandemie.

## Stakeholders

De belangrijkste stakeholders in dit project zijn de ambtenaren van de afdeling beheer.

Zij zullen de applicatie in gebruik gaan nemen, daarom is het belangrijk dat hun belangen worden verwerkt.

## Eisen

De belangrijkste functionele eisen zijn:

* Het overzien van de openbare ruimte
* Informatie van geografische locatie opvragen

Overige niet-functionele eisen zijn in meer detail te lezen in het SRS.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Ideate

In deze fase van het design-thinking proces worden ideeën bedacht om het eerder gedefinieerde probleem op te lossen. Elk verschillend idee heeft zijn eigen hoofdstuk.

## Idee 1: 3D infra-viewer

Dit idee gaat over een 3D kaart van Arnhem, met daarin verschillende kaartlagen die de infrastructuur visualiseert. Dit heeft als doel om het overzicht tussen alle verschillende aanwezige infrastructuur te weergeven. Voor dit idee heb ik een experiment uitgevoerd. In dit experiment heb ik deze kaart gemaakt met de Arcgis Javascript API. De volledige uitwerking van het experiment is te vinden in [dit](Experiment%203D%20infraviewer.docx) document.

De conclusies uit dit experiment zijn:

* Overzicht in 3D is goed te verkrijgen maar om van de overzicht-view naar detail-view te gaan voor een object vereist meer functionaliteiten. Dit kan bijvoorbeeld zijn door te zoeken op het ID van een object, of te zoeken op een locatie en vervolgens alle objecten in de omgeving te laten zien.
* Het geheugenverbruik van de kaart ligt hoog, de browser neemt 5GB RAM in (Firefox). Dit kan problemen opleveren bij het openen van andere geheugen-intensieve programma’s, het zou heel mooi zijn als dit verlaagd kan worden, in een definitief product. Dit kan bijvoorbeeld door datasets te beperken om alleen data van Arnhem te bevatten, in plaats van heel Arnhem.
* Het tonen van 3D modellen voor bankjes en prullenbakken verlagen het overzicht; ze zijn dan veel moeilijker te zien dan een cirkel of een icoontje.
* De Arcgis Javascript API biedt heel erg veel mogelijkheden en ook heel veel ruimte om daar op uit te bereiden

## Idee 2: Kaartlagen winkel

In dit idee heeft de gebruiker de mogelijkheid om door alle gepubliceerde gemeentelijke kaartlagen te ‘winkelen’. De gebruiker kan zijn eigen kaartlagen toevoegen. De kaartlagen die door de gebruiker zijn toegevoegd kunnen door dezelfde gebruiker weer verwijderd worden.

De kaartlagen die voor iedereen standaard geconfigureerd staan kunnen alleen door de systeembeheerder worden verwijderd.

## Idee 3: Groen-planning tool

Om het 3-30-300 beleid te ondersteunen, wordt er met dit idee de mogelijkheid gecreëerd om bomen te plaatsen in de stad. De gebruiker kan een type boom selecteren en deze plaatsen. Vervolgens wordt het effect van de boom uitgerekend op het 3-30-300 beleid.

Voor dit idee heb ik een experiment uitgevoerd. De volledige uitwerking van dit experiment is hier te vinden.

Tijdens dit experiment ontstond het probleem dat de kaart verbinding wilde maken met een server om wijzigingen op te slaan.

Dit kon niet want de lagen stonden geen wijzigingen toe. Zelfs al kunnen de lagen wel bewerkt worden, dan leidt dat tot datavervuiling. Dit probleem kwam voor bij de bomenlaag én de 3-30-300 laag.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

De conclusie van het experiment is de oplossing voor dit probleem: de bomenlaag wordt een nieuwe, lege, bewerkbare laag. De 3-30-300 laag wordt gekopieerd, maar de kopie bevat alleen bewerkte polygonen en heeft geen verbinding met een server.

## Idee 4: Wortelpakket bomen

Het wortelpakket van een boom is belangrijk om rekening mee te houden wanneer nieuwe bomen geplant worden, of wanneer een straat heringericht wordt.

Het wortelpakket groeit naarmate de boom groeit. Het is ongeveer even groot als het bladerdek van de boom, bovengronds. Dat werd mij verteld op de 3D marktdag. De wortels zijn erg sterk en kunnen schade veroorzaken aan riolering wanneer deze te dicht bij de boom zijn gelegd.

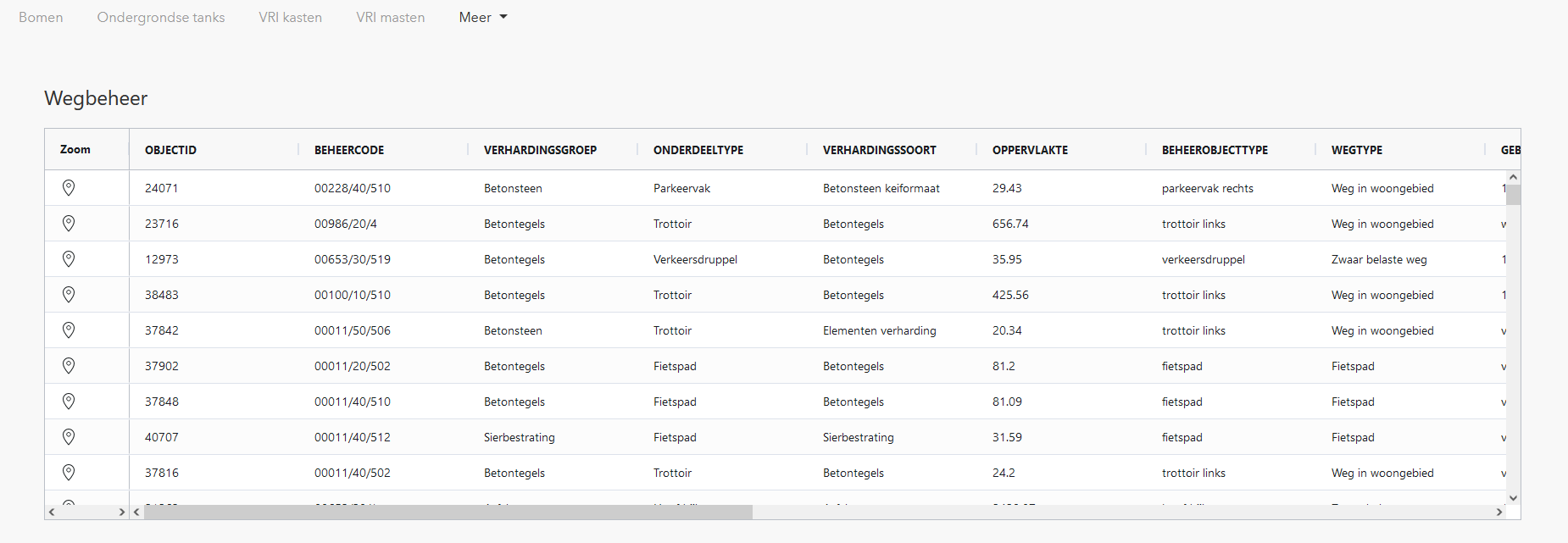
Deze functionaliteit staat op de road-map na het tweede experiment.

## Idee 5: Zoeken door middel van tabellen

Dit idee geeft een andere manier van overzicht over opgezochte items. Wanneer een gebruiker alle items opvraagt op een locatie (met een radius) dan verschijnen er tabellen, één voor elke kaartlaag.

Met deze tabellen kan de gebruiker alle attributen sneller doorzoeken, naar het item die hij zoekt. Je hoeft namelijk niet elk item individueel aan te klikken om de popup te openen.

De tabel geeft ook de mogelijkheid om naar het item te navigeren in de kaart. De tabel is zichtbaar in Figuur 1.



Figuur 1 Tabel met opgezochte items

## Analyses met AI

Zet Arcgis aan het werk met de deep-learning tools die ze aanbieden. Met deep-learning data-analyse kunnen objecten of patronen worden herkend. Dit kan leiden tot interessante, nieuwe relaties tussen kaartlagen. De analyses kunnen in Arcgis Pro worden uitgevoerd met een aantal getrainde modellen, of zelf worden gedaan met de Arcgis Python API. Dit idee staat verder niet op de roadmap i.v.m. de complexiteit; het zelf trainen van een AI-model vereist veel kennis over zowel AI als data-analyse. Niet alle informatie is geschikt voor analyse.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

## Route berekenen voor reddingswerkers

Wanneer een weg is afgesloten, wat wordt dan de route voor reddingswerkers? Met deze analyse krijg je antwoord op die vraag. In de kaart zijn huidige wegafzettingen gemodelleerd en je kunt er zelf afzettingen bij tekenen. Vervolgens geef je een bestemming op, of zie je een kaart van de actieradius van bijvoorbeeld een brandweerkazerne. Deze actieradius geeft aan hoelang het duurt tot de brandweer ter plaatse is. Dit idee staat niet op de roadmap omdat het te ver buiten de scope van de applicatie valt; het valt niet direct genoeg in openbare ruimte.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Prototype

In dit hoofdstuk zal ik wat technischer ingaan op de infa-viewer. Eerst zal de Arcgis Online omgeving kort worden omschreven omdat hier een aantal items in geconfigureerd staan. Vervolgens worden een aantal technische keuzes toegelicht.

## Arcgis Online

### Kaartlagen

De applicatie maakt gebruik van kaartlagen die al gepubliceerd zijn in de omgeving van Arnhem.

Er is één kaartlaag die ik zelf heb aangemaakt, de bomenplanning kaart.

Dit is initieel een lege objectenlaag, gemaakt met de template puntenlaag. Vervolgens heb ik de velden geconfigureerd, waardoor voor elke boom de kroondiameter en soort kan worden genoteerd.

Gebruikers kunnen op deze laag bomen plaatsen en deze worden opgeslagen.

### Authorisatie

De authorisatie van de applicatie is door Arcgis goed gedocumenteerd. Samen met Alet Loijenga heb ik uit kunnen zoeken hoe we dit konden implementeren in de omgeving van Arnhem.

We hebben gebruik gemaakt van de Serverless Web App flow. (Esri, n.d.)

Hiervoor hebben we een applicatie aangemaakt in de Arnhemse Arcgis Online. Met de instellingen knop kun je de app-id vinden en redirect-uri’s instellen. Deze zijn nodig om de beschreven flow te voltooien.

## Applicatie

De applicatie is opgezet in een monorepo, gemaakt met de tool NX. “Nx is a smart, fast and extensible build system with first class monorepo support and powerful integrations.” (nrwl, n.d.)

Met NX kun je meerdere soorten applicaties in één map makkelijk beheren. De volgende functionaliteiten zijn de reden dat ik NX heb gekozen:

* Niet nodig om meerdere, lastig te beheren repositories te hebben.
* “affected” command. Met dit commando kunnen alleen aangepaste projecten worden gebouwd. Dit zorgt ervoor dat als ik iets wijzig in de website, de API niet wordt opgenomen. Dit maakt Continuous Intergration builds sneller.
* Migraties. NX helpt je om je afhankelijkheden up to date te houden. Dit doen ze door migraties aan te maken. Daardoor kunnen anderen dezelfde migraties uitvoeren en wordt voor iedereen updates op dezelfde manier uitgevoerd.

### API

De API is een onderdeel van de applicatie. De API biedt een configuratie aan de website aan. In deze configuratie staan de verschillende kaartlagen geconfigureerd. De API biedt ook mogelijkheden om te configuratie aan te passen.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

### Website

De website is ontwikkeld in Angular. Dit is een javascript framework om websites mee te bouwen. Om websites te bouwen had ik ook gebruik kunnen maken van de Arcgis Experience Builder. Dit is een product van Esri om websites mee te bouwen, met een kaart.

Het voordeel van de Experience Builder is dat je er niet voor hoeft te kunnen programmeren. Dat is bij Angular niet zo, maar met Angular was ik verzekerd dat ik alles kon bouwen wat ik maar wilde.

Met de experience builder zal ik vast heel ver komen, maar of je er makkelijk eigen functionaliteit kan bij programmeren was onduidelijk.

Daarom heb ik voor de zekerheid van Angular gekozen. Wel wil ik nog kijken of ik zoveel mogelijk kan integreren met de experience builder omdat het mijn applicatie beter onderhoudbaar houdt binnen de gemeente.

Een belangrijk onderdeel van de website is de hoge mate van configuratie. Ik heb de website ontwikkeld zodat de gemeente later zo min mogelijk zelf hoeft te programmeren. Welke lagen getoond worden is te configureren zonder veel kennis nodig te hebben programmeren. Ook is het configureren van een bewerkbare laag die een andere laag beïnvloed te configureren.

Hier is in detail over te lezen in experiment 2. In het kort heb ik het strategy pattern toegepast om het mogelijk te maken om snel nieuwe implementaties te schrijven voor kaartlagen die bewerkt moeten worden, wanneer een andere laag wordt bewerkt.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Test

## Marktdag

De marktdag was een goede mogelijkheid om mijn applicatie te testen. Er zijn op deze dag veel verschillende mensen langsgekomen, van verschillende afdelingen, ook afdeling openbare ruimte.

De applicatie werd grotendeels positief ontvangen onder de medewerkers van openbare ruimte, maar er waren ook medewerkers die al aangaven deze applicatie niet te gaan gebruiken.

Zij gaven hiervoor de reden dat ze het niet nodig vonden om alle infrastructuur tegelijk in te kunnen zien; dat kunnen ze zich wel inbeelden.

Helaas was ik zelf afwezig toen deze opmerking werd gemaakt, maar dit wordt opgevolgd in een brainstorm dag. Deze dag moet nog worden geplanned, maar op deze dag is het doel om meer wensen in kaart te brengen voor de infra-viewer. Deze werknemer staat wel op de lijst om uitgenodigd te worden en het lijkt mij interessant om te horen of wij de applicatie op een andere manier toch nuttig voor hem/haar kunnen maken.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Bronnenlijst

Cobra Groeninzicht. (sd). *3-30-300-regel*. Opgehaald van Cobra Groeninzicht: https://www.cobra-groeninzicht.nl/futuretrees/330300\_regel/

Esri. (sd). *Serverless web app workflow*. Opgehaald van Esri Documentation: https://developers.arcgis.com/documentation/mapping-apis-and-services/security/arcgis-identity/serverless-web-apps/

HAN. (2022-2023). *Opleidingsstatuut en Onderwijs- en Examenregeling Bacheloropleiding HBO ICT.* Opgehaald van HAN.nl: https://www.han.nl/opleidingen/hbo/hbo-ict/voltijd/praktische-info/opleidingsstatuut-en-onderwijs-en-examenregeling-bacheloropleiding-hbo-ict-22-23-voltijd.pdf

nrwl. (sd). *Intro to NX*. Opgehaald van NX Docs: https://nx.dev/getting-started/intro

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Bijlagen

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Inhoudelijke reflectie

In dit hoofdstuk reflecteer ik op de inhoud van mijn project.

Dit doe ik eerst door op te schrijven welke dingen ik heb geleerd tijdens de uitvoering van de minor en deze te koppelen aan de eindkwalificaties van de opleiding HBO-ICT. De eindkwalificaties zijn te vinden in het [opleidingsstatuut voor de opleiding HBO-ICT](https://www.han.nl/opleidingen/hbo/hbo-ict/voltijd/praktische-info/opleidingsstatuut-en-onderwijs-en-examenregeling-bacheloropleiding-hbo-ict-22-23-voltijd.pdf).

## Coördinatensystemen

|  |  |
| --- | --- |
| Eindkwalificatie | SD4, SD-8 |
| Probleem | De aardbol is niet perfect rond en zelfs perfect ronde vormen kunnen niet op een vierkant worden gezet zonder dat er dingen vervormen. De kaart van de wereld die veel wordt gebruikt, zoals in Google Maps, is in WGS84. Dit is een coördinatensysteem dat rondom de evenaar goed werkt, maar steeds meer vervormd naarmate je bij de polen komt. Verschillende landen hebben daarom hun eigen, gecorrigeerde, coördinatensysteem; zo ook Nederland. Dit heet het rijksdriehoek (RD) coördinatensysteem.  De situatie ontstond dat er twee versies van een vergelijkbare dataset waren, in twee verschillende coördinatensystemen.  De dataset had betrekking op 3D modellen van gebouwen. Eén dataset had hele detailleerde gebouwen en stond in het RD-coördinatensysteem. De ander was minder gedetailleerd en stond in WGS84.  Het tegelijk tonen van datasets met verschillende coördinatensystemen is niet mogelijk zonder een conversie te doen. Het is vergelijkbaar met het tonen van miles op een schaal die kilometers toont.  Dit moest ik wel doen, want datasets zoals locaties van banken, bomen en riolering waren in WGS84 genoteerd. De makkelijke keuze is daarom om gebruik te maken van de dataset die minder detail heeft, in WGS84.  Later leerde ik dat Arcgis de oplossing in hand heeft. |
| Oplossing | De oplossing was om de basislaag van de kaart te veranderen: deze was initieel ook in WGS.  Door een basislaag in RD te nemen, kan Arcgis andere lagen die ook in RD staan zonder conversie inladen.  De basislaag geeft ook aan hoe de conversie uitgevoerd moet worden door de Arcgis kaart. Je kunt dus WGS84 lagen inladen, zoals de banken, bomen en riolering. Arcgis zet vervolgens de dataset om naar RD-coördinaten.  Andersom werkte niet – met een WGS basislaag konden RD lagen niet worden getoond. |

## Het uitvragen van eisen

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nr | Eindkwalificatie | Activiteiten |
| SD-1 | **[Software Requirements]** De student analyseert en specificeert requirements van een ICT-oplossing op basis van de gebruikersbehoeften op een gestructureerde en gestandaardiseerde manier. De student is in staat om gestructureerde en ongestructureerde gegevens in verschillende formaten en type bronsystemen te gebruiken en combineren om informatie te ontsluiten. De student valideert de opgestelde eisen en beheert (veranderende) eisen tijdens het software-ontwikkeltraject. | * Gesprek met afdelingsleiders Johnny en Johan * Verkenning Arcgis op de Arcgis Conferentie Rotterdam * Marktdag 3D om verdere toepassingen te ontdekken * Te plannen: brainstorm dag |
| SD-2 | **[Software Design]** De student kan op basis van de requirements een ontwerp maken voor een data-intensief en gedistribueerd softwaresysteem en de gemaakte ontwerpkeuzes onderbouwen. Hierbij worden standaard notaties en best practices toegepast en rekening gehouden met mogelijke onderhoudsvragen. |  |
| SD-3 | **[Software Architecture]** De student kan op basis van de non- functional requirements de interne structuur op top-level niveau van een data- intensief en gedistribueerd softwaresysteem bepalen. De student kan de gemaakte architecturele keuzes onderbouwen en past tijdens het ontwerpen van de architectuur best practices uit het beroepenveld toe. |  |
| SD-4 | **[Software Construction]** De student kan op basis van een ontwerp, data-intensieve en gedistribueerde software systemen realiseren, schrijft begrijpbare en hoogwaardige source code en past professionele tools en technieken toe om dit te bereiken. De student kan in teamverband een volledig geïntegreerd en systeem opleveren, dat klaar is voor ingebruikname. |  |
| SD-5 | **[Software Testing and Quality]** De student ontwikkelt testprocedures en voert systematisch testprocedures uit om aan te tonen dat nieuwe en gewijzigde componenten voldoen aan requirements en kwaliteitscriteria. De naleving kan bewezen worden aan de hand van een rapportage. |  |
| SD-6 | **[Software Engineering Process and Management]** De student kan in een multidisciplinaire omgeving op grond van de gekozen ontwikkelmethodiek, passend bij de context en inhoud van de opdracht, een software-ontwikkeltraject projectmatig inrichten en uitvoeren, kiest geschikte methoden en technieken, past deze toe, en bewaakt de voortgang van het project door gebruik te maken van procesondersteunende tools. |  |
| SD-7 | **[Research]** De student kan een probleem op het terrein van Software Development (bijvoorbeeld inzet van nieuwe technologieën) oplossen door een kleinschalig onderzoek uit te voeren op een systematische, methodisch verantwoorde wijze, en kan de conclusies daaruit onderbouwen en effectief communiceren. |  |
| SD-8 | **[Self Support]** De student kan als een beginnende professional zelfstandig een authentieke beroepsopdracht uitvoeren die leidt tot een of meer beroepsproducten en de uitvoering ervan verantwoorden. |  |