

Mercator



Samen bouwen we aan de Integrale Bronregistratie Objecten

Eindrapportage PoC BIM-IBRO



Inhoud

1. Achtergrond en doelstelling	3
1.1 IBRO en programma Mercator	3
1.2 Aanleiding voor deze PoC	3
1.3 Doelstelling en acceptatiecriteria	4
2. Inhoud van de PoC	5
2.1 Scope en afbakening project	5
2.2 IBRO in de context van de huidige registraties	5
2.3 Uitgangspunten	6
2.3.1 Het IBRO-model	7
2.3.2 Een informatielevering specificatie (ILS)	7
2.4 IBRO-onderdelen van de beproeving	7
2.4.1 Gemeentelijk gebouwmodel	8
2.4.2 Wegennetwerk	9
3. Projectaanpak	10
3.1 Selectie van leveranciers	10
3.2 Samenwerking	10
3.3 Enkele uitdagingen	11
4. Activiteiten in de beproeving	12
4.1 Activiteiten vanuit NLCS	12
4.2 Activiteiten vanuit BIM (IFC)	12
5. Resultaten van de PoC	13
5.1 Vanuit de lijn van de NLCS	13
5.2 Vanuit de lijn van IFC	14
5.3 De rol van CityGML3.0	15
5.4 Opgeleverde producten	16
6. Aanbevelingen	18
6.1 Indien gebruik wordt gemaakt van NLCS als bron	18
6.2 Indien gebruik wordt gemaakt van BIM als bron	19
6.3 Aandachtspunten richting het IBRO-model	20
7. Conclusie	21



1. Achtergrond en doelstelling

1.1 IBRO en programma Mercator

Wat is IBRO?

Om werkprocessen van de Nederlandse overheid te ondersteunen worden door verschillende overheidsinstanties basisregistraties bijgehouden. In totaal worden er tien basisregistraties bijgehouden ([Digitale overheid: 10 basisregistraties](#)). Binnen een aantal van de registraties wordt de buitenruimte in kaart gebracht en deze worden (deels) bijgehouden door gemeentelijke overheden. Dit zijn de geografische basisregistraties. Voor IBRO zijn hiervan de BGT (Basisregistratie Grootchalige Topografie), de WOZ (Basisregistratie Waarde Onroerende Zaken) en de BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen) van Toepassing.

Een probleem dat wordt gesignaleerd binnen het werkveld van de geo-basisregistraties, is dat er nu meerdere losse registraties zijn die grofweg dezelfde informatie vastleggen en weinig onderlinge samenhang vertonen. Dit levert op verschillende aspecten een inefficiënt werkproces op. Deze situatie kan worden verbeterd door het samenvoegen van de verschillende registraties in één integrale bronregistratie objecten en om daar 3D aan toe te voegen. De IBRO.

Programma Mercator

De Gemeente Rotterdam heeft het probleem rond de onsamenhangende geografische basisregistraties ook gesignaleerd en is daarom het programma Mercator gestart. Het programma heeft als doel om een stap te zetten richting de IBRO. Dit wil Mercator doen door een prototype van de IBRO te realiseren. Dit prototype wordt gerealiseerd door in een proeftuin de nieuwe bronregistratie op te zetten, terwijl het primaire proces van de gangbare registraties doorloopt. Het doel is dat aan het eind van het programma het prototype implementeerbaar en op te schalen is naar andere gemeentes in Nederland.

Onderdeel van het programma Mercator is het ontwerpen en inrichten van nieuwe processen rond de inwinning en verwerking van objectgegevens. Om deze reden komen BIM-modellen in beeld als potentiële bron van gegevens binnen de nieuwe manier van registreren.

1.2 Aanleiding voor deze PoC

Gegevens uit **Bouwwerk Informatie Modellen** (BIM-modellen) zijn in potentie een belangrijke bron van informatie voor het actueel houden van objectgegevens in de IBRO (integrale bronregistratie objecten). Aangezien in het merendeel van huidige projecten naast BIM ook nog steeds met **CAD-tekeningen** (volgens de standaard NLCS) wordt gewerkt, scharen we deze ontwerpdata voor deze PoC ook onder de noemer BIM.

De eenduidige ontsluiting van de gegevens uit deze bronnen en het geschikt maken ervan voor registratiedoelinden is nu nog niet mogelijk. Vandaar dat we in de vorm van een Proof of Concept (PoC) hebben onderzocht **OF** BIM-modellen en NLCS-tekeningen te gebruiken zijn als bron **EN** op welke wijze dit dan toe te passen is op het inwin- en registratieproces van de IBRO.



1.3 Doelstelling en acceptatiecriteria

Overkoepelende doelstelling

Op het hogere niveau willen we zorgen dat geografische data vrij kan stromen binnen gemeentelijke organisaties. Door het bij elkaar brengen van de domeinen Geo (waar de 3 basisregistraties onderdeel van uitmaken) en BIM en het vergroten van de interoperabiliteit tussen deze twee domeinen wordt deze ambitie een stuk eenvoudiger. Er zijn hierin binnen het programma Mercator een vijftal aspecten belangrijk:

1. Techniek
2. Organisatie en processen
3. Architectuur en transitie
4. Rollen en opleidingen
5. Juridisch

Primaire doelstelling van de PoC:

Voor doelstelling binnen deze PoC is het belangrijk dat we kunnen aantonen dat met het toepassen van een generieke BIM-aspectarchitectuur gegevens geschikt zijn voor het inwin- en registratieproces van de IBRO. Dit is een doelstelling met een innovatief karakter waardoor een 100% technische realisatie niet binnen de scope van dit project valt. De doelstelling betreft dus niet een volledige implementatie van het hele proces maar wel een overzicht van de haalbaarheid en welke randvoorwaarden daarvoor nodig zijn.

Acceptatiecriteria voor succes

De PoC is geslaagd als de volgende acceptatiecriteria worden gehaald:

- De resultaten van de PoC zijn herbruikbaar voor andere gemeenten.
- BIM is aantoonbaar een bruikbare bron voor registratie in de IBRO.
- Er is aantoonbaar een ketenoplossing mogelijk tussen BIM en geografische registraties.



2. Inhoud van de PoC

2.1 Scope en afbakening project

Aan de PoC BIM-IBRO ligt een projectplan ten grondslag die zich richt op twee elementen. Als eerste willen we een technische beproeving realiseren en aantonen dat het mogelijk is om technisch de elementen uit BIM en NLCS in de IBRO te registreren. Dit vraagt om conversie en tooling om de juiste elementen uit de brondata daadwerkelijk in het IBRO-model te krijgen en deze te visualiseren. Ten tweede willen we vanwege het innovatieve karakter en om de kennis te delen een uitgebreid rapport met de resultaten van de beproeving met aanbevelingen voor vervolg zodat andere gemeenten hier lering uit kunnen trekken en er nieuwe initiatieven opgestart kunnen worden die in het verlengde liggen van de hogere doelstelling. Dit rapport.

Inhoudelijke scope op drie niveaus

We beproeven technisch gezien het project op 3 niveaus:

- De invloed van de bronnen op het *ketenproces* van inwinnen, registreren, samenstellen en muteren van IBRO-gegevens.
- De *datapipeline* die ervoor moet zorgen dat de data geautomatiseerd door het ketenproces heen kan stromen.
- De *Technische voorzieningen* die voor een groot deel de benodigde functionaliteit in de processen gaat bepalen.

Onderstaande tabel geeft op drie niveaus op hoofdlijnen de scope van de PoC aan.

Niveau	Onderwerpen in scope	Onderwerpen buiten scope
<i>Ketenproces</i>	Inwinning, verificatie, opname in IBRO; rol BIM/CAD als bron; interface met andere organisatieonderdelen.	Volledige operationalisering; governance op lange termijn
<i>Datapipeline</i>	Selectie, transformatie en validatie van BIM/CAD-data naar IBRO-model; kwaliteitseisen en randvoorwaarden.	Daadwerkelijke bulk-migratie historische data in een technische voorziening.
<i>Technische voorzieningen</i>	Functionele mapping, conversietools, validatie, integratiemodule in IBRO-omgeving.	Nieuwe applicatieontwikkeling; uitbreiding naar andere geografische databronnen

Organisatorische afbakening

Voor deze PoC hebben we ons beperkt tot de consequenties voor processen en techniek. De overige drie doelstellingen op hoger niveau zoals juridische consequenties en transitie in rollen en organisatie hebben we niet meegenomen. Inzichten die hieraan raken komen uiteraard wel terug in de analyse of onderzoeksvragen die we als resultaat van de beproeving hebben geconstateerd.

2.2 IBRO in de context van de huidige registraties

Het Mercator programma streeft ernaar om de drie basisregistraties samen te voegen naar één integrale registratie, IBRO. De huidige wetgeving vraagt echter nog om de drie registraties (BAG, BGT en WOZ) in de landelijke voorziening op te nemen. Dat betekent dat we nu een fase hebben waarin we de IBRO moeten positioneren binnen de datastromen van de huidige registraties. Onderstaande

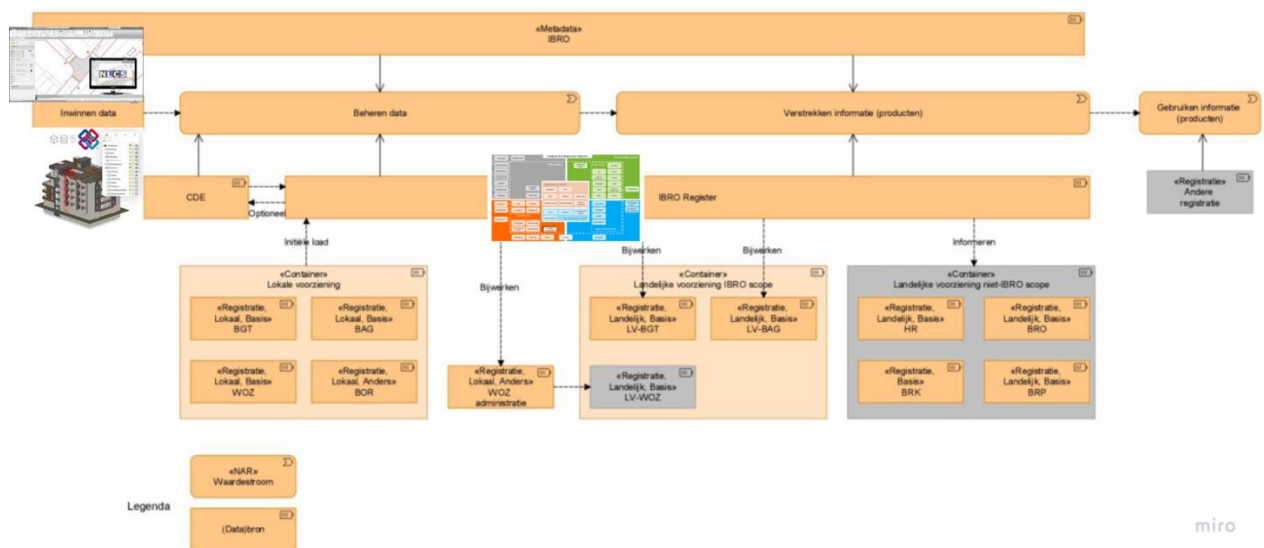


afbeeldingen geven schematisch weer wat de uitdaging van Mercator is (links) en hoe informatie over gebouwen en infrastructuur (Lees BIM en CAD) via IBRO weer kunnen landen in de verplichte registraties (rechts).



In de afbeelding wordt ook meteen duidelijk dat uit de brondata die we onderzoeken in potentie meer gegevens en informatie zit dan alleen voor IBRO nodig is (BOR en WNR). Dit onderzoek beperkt zich tot dat wat nodig is voor IBRO.¹

Bovenstaande abstracte afbeeldingen zijn inmiddels ook verwerkt in een concept architectuur document. Ten tijde van deze PoC is deze architectuur nog niet operationeel maar het geeft wel een goed beeld welke datastromen er allemaal moeten komen om IBRO te positioneren. Wat we in deze PoC vooral willen uitzoeken is hoe ingewonnen data uit NLCS en BIM-informatie in een IBRO-register kan landen (zie afbeelding).



2.3 Uitgangspunten

Naast het belangrijke uitgangspunt dat er zo veel als mogelijk wordt aangesloten op bestaande initiatieven en standaarden die er worden gebruikt in de BIM en de Geo-wereld zijn er twee belangrijke punten die we eruit willen lichten. In eerste plaats uiteraard de huidige versie van het IBRO-model om inhoudelijk de elementen van de registratie in te borgen. Op de tweede plaats willen we ook het gebruik van Informatielevering specificaties (ILS) die als eis ten grondslag liggen voor het aanleveren van informatie in de gemeente Rotterdam gebruiken. Hieronder meer daarover.

¹ Met name gegevens voor de BOR hebben we niet meegenomen terwijl BIM hiervoor een belangrijke bron kan zijn. BOR-data kan ook zelf als bron dienen voor IBRO (dat mist nu in de afbeelding).



2.3.1 Het IBRO-model

Binnen Geonovum is een conceptueel informatiemodel IBRO ontwikkeld, het IMIBRO. Deze is vastgesteld op 29 september 2025. Verder beschikt het project over een Logisch gegevensmodel dat nog in ontwikkeling is. Ook bestaat er een scopedocument van waaruit de IBRO is opgebouwd. Deze drie documenten samen zijn input geweest om de elementen uit de BIM-modellen (.ifc en .dwg volgens de NLCS) in te laten landen. Daarmee zijn ze dus ook een basis geweest voor de mapping en de conversie die binnen de PoC zijn onderzocht. De documenten zijn openbaar en voor iedereen te vinden op de site van Geonovum.



2.3.2 Een informatielevering specificatie (ILS)

Binnen Stads werken in de gemeente Rotterdam wordt gebruik gemaakt van een ILS waarin is vastgelegd welke digitale informatie verschillende bouwpartijen van elkaar mogen verwachten. De "ILS Stads Werken". Dit is belangrijk om de informatie-uitwisseling tussen partijen te optimaliseren. Dit is gericht op zowel een gemeenschappelijke taal als het vastleggen van hoe de informatie digitaal aangeleverd moet worden. Het is hiermee ook een middel om te valideren of de aangeleverde informatie correct is en geautomatiseerd in de datastromen past die deze informatie moeten verwerken. Het gaat in dit geval vooral om digitale objectinformatie en specifiek voor dit project dus de voorbeeld BIM-bestanden (*.ifc en *.dwg) om de beproeving mee uit te voeren.

Ten behoeve van de omgevingswet is er ook een dergelijke "ILS voor Ruimtes" opgesteld. Dit gaat over ruimtes in een gebouw. Bij ontwerpen en daarmee het modelleren in BIM is het verstandig om de ruimtes gestandaardiseerd te modelleren zodat hier ook een geautomatiseerd proces achter kan plaatsvinden voor bijvoorbeeld vergunningen en, in ons geval, het vullen van enkele belangrijke elementen uit de basisregistraties.

De boven genoemde ILS-en zijn als uitgangspunt meegenomen in deze PoC met de gedachte dat er, als IBRO er eenmaal is, ook een ILS geschreven kan worden die 'IBRO-proof' is en daarmee dus een geautomatiseerde datastroom mogelijk maakt. Een belangrijke beproeving voor het niveau van de datapipeline die binnen de scope valt.

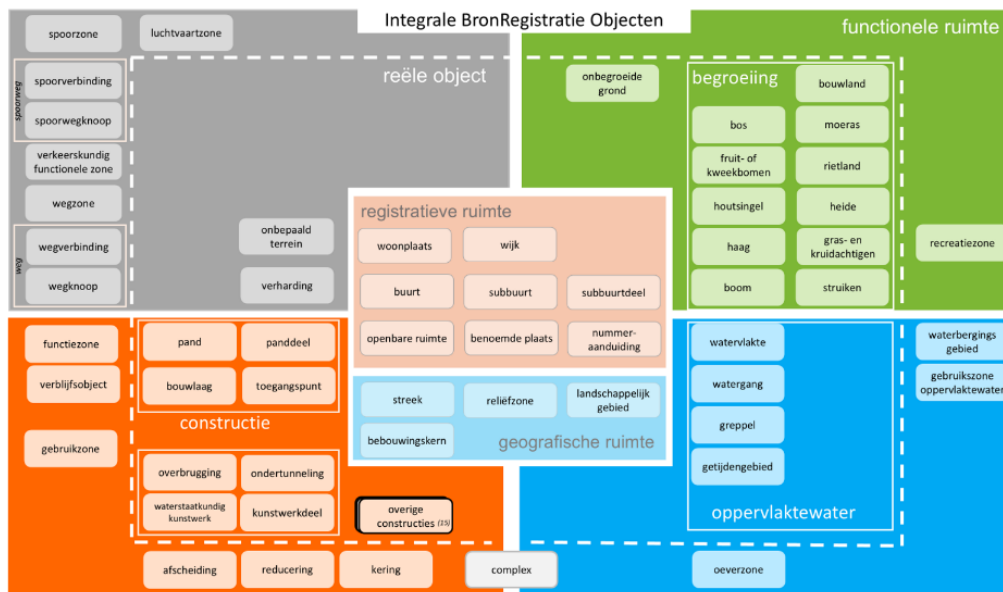
2.4 IBRO-onderdelen van de beproeving

Het IBRO-model bestaat uit een grote hoeveelheid elementen van *reële objecten* en *functionele- en registratieve ruimtes*. Onderstaande afbeelding geeft het model schematisch weer.

In dit project was het zeker niet de bedoeling om alle elementen uit de IBRO te gaan vullen uit de twee type bronbestanden die we onderzoeken. Om een goede afbakening van het onderzoek te maken hebben we gekozen om ons vooral te richten op de belangrijkste elementen van het gebouw en een deel van de infrastructurele elementen. Het eerste past heel goed bij het BIM-model en is in 3D. het

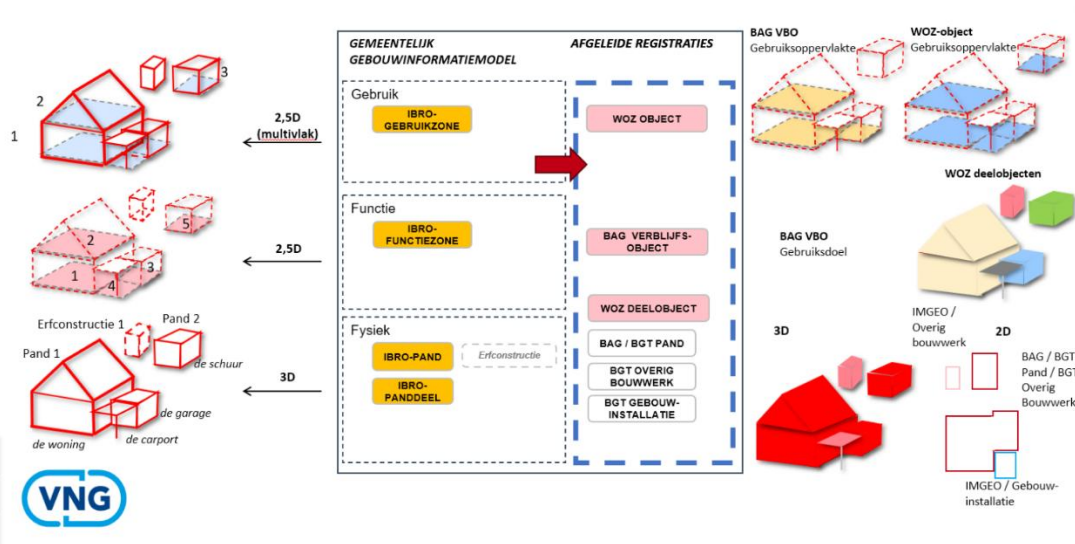


tweede deel past het best bij de NLCS CAD-tekeningen die nu nog in 2D worden gemaakt. De reden is simpelweg dat de bronbestanden nu ook gebruikt worden in de reguliere processen en projecten voor die onderdelen.



2.4.1 Gemeentelijk gebouwmodel

VNG heeft op basis van de bestaande registraties een gebouwmodel gemaakt die de IBRO-onderdelen afzet tegen de andere basisregistraties. Hieronder zie je daar een afbeelding van. De focus binnen deze PoC is om te onderzoeken of we de IBRO-onderdelen van het gebouw uit een BIM-model kunnen halen.



Concreet hebben we de volgende onderdelen gevraagd om uit een BIM-model te halen:

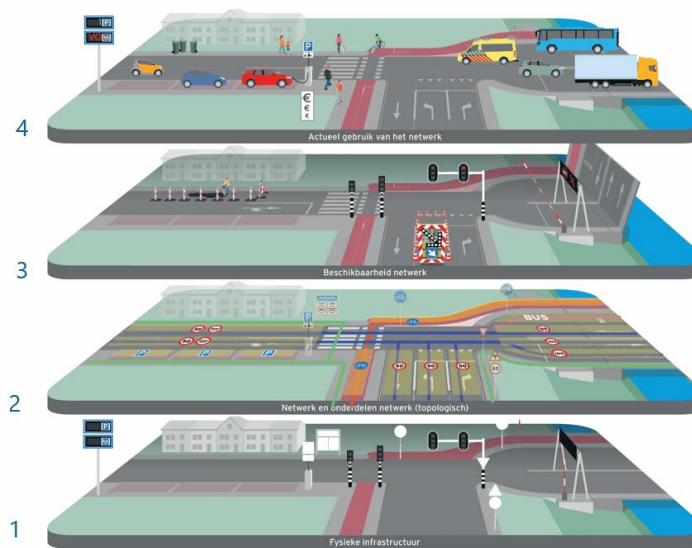
- Aantal bouwlagen
- Fysieke pand en panddelen
- Gebruikszones en functionele zones
- Aantal bouwlagen
- Toegangspunten
- 3D visualisatie



2.4.2 Wegennetwerk

Een aantal verschillende partijen waaronder ook VNG werken mee aan een digitaal stelsel mobiliteit (DSM). Het digitaal stelsel kent een aantal lagen. Dit is weergegeven in onderstaande afbeelding. Voor deze PoC gebruiken we die afbeelding om een afbakening te maken van wat we willen beproeven aan data wat naar de IBRO gaat. Niet alle onderdelen van het DSM hebben een plek in IBRO maar wel een aantal belangrijke elementen.

Binnen onze PoC willen we vooral onderzoeken wat er vanuit de eerste laag in IBRO kan landen: De fysieke infrastructuur. Deze wordt in reguliere processen ontworpen in NLCS CAD-tekeningen. We hebben daar de uitdaging aan toegevoegd om te kijken of het ook lukt op basis van de voorbeeld bestanden een topologisch netwerk te modelleren.



Concreet hebben we de volgende onderdelen gevraagd om uit een NLCS-tekening te halen:

- Een aantal puntobjecten zoals boom of lichtmast
- Lijnobjecten zoals bijvoorbeeld trottoirband
- Gebouwcontouren
- Groenvlakken of begroeiing
- Verharding inclusief functionele zones zoals bijvoorbeeld parkeervakken
- Kunstwerken

Daarnaast is nog gevraagd om ook een aantal datakwaliteit onderdelen te beproeven zoals het aansluiten op bestaande geometrie en het muteren van bestaande elementen.

Specifiek voor deze PoC hebben we gebruik gemaakt van een aantal voorbeeldbestanden van het ingenieursbureau Rotterdam om deze beproeving mee uit te voeren. Dit zijn NLCS-CAD bestanden die intern vervaardigd zijn.



3. Projectaanpak

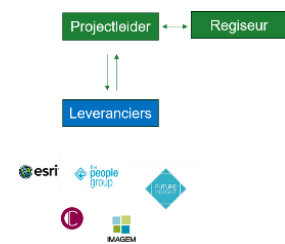
3.1 Selectie van leveranciers

Voor de uitvoering van dit project zijn een 5-tal leveranciers geselecteerd die ieder op basis van de projectbeschrijving een offerte hebben uitgebracht om een deel van de PoC op zich te nemen. De leveranciers zijn geselecteerd om gezamenlijk een breed expertiseveld te vertegenwoordigen binnen deze beproeving. Het betreft de volgende leveranciers met elk hun eigen hun expertisegebied:

- The People Group
- Future Insight
- IMAGEM
- Esri
- CADAC

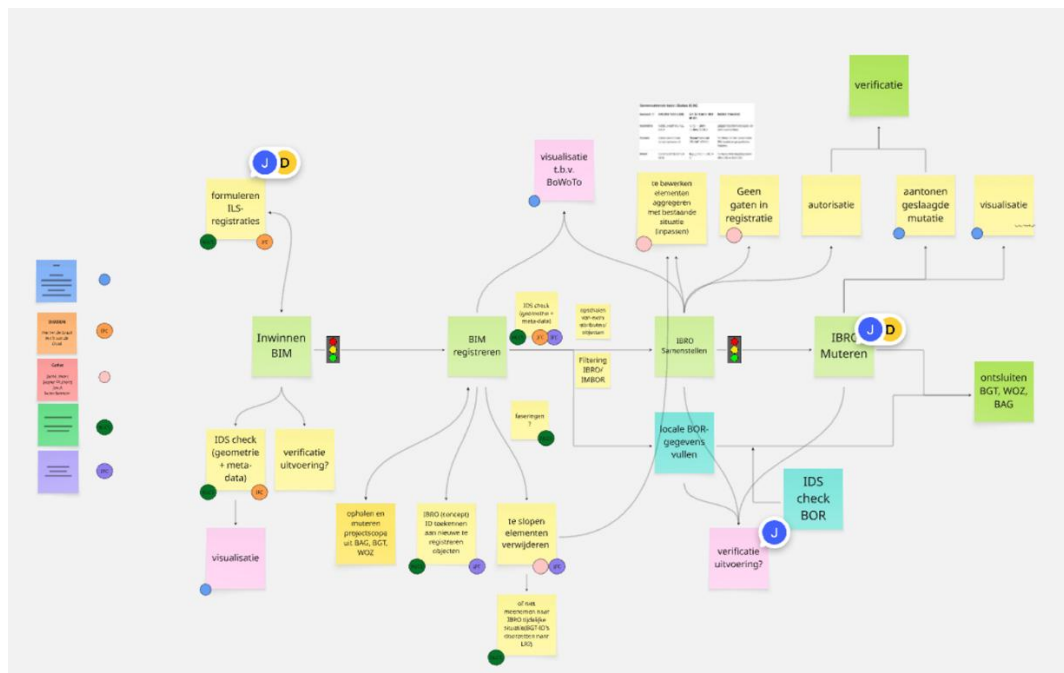
3.2 Samenwerking

Aangezien de PoC een vrij innovatief karakter kent is het prettig veel expertise in te kunnen schakelen. De samenwerken vraagt dan om goede afstemming en een heldere taakverdeling en bepaling van de scope. Er is gekozen om met een projectleider en een regisseur te werken waarbij aansturing en inhoud goed is verdeeld. Zodoende is de sturing op tijd en resultaten geborgd en is ook inhoudelijk de kennis over data en processen zo veel mogelijk aan boord.



Om de samenwerking te concretiseren is een Miro bord gebruikt waarin iedereen onafhankelijk van elkaar voortgang, vragen of resultaten met elkaar kon delen. Als samenwerkingsplatform heeft dit goed gewerkt.

Concrete taakverdeling hebben we geregeld door de stappen van een basisproces te illustreren en daarin activiteiten te benoemen d.m.v. memo stickers. De leveranciers hebben elk hun eigen domein gekozen en daar onderdelen van beproeft. Hieronder zie je het resultaat ervan zoals dit in Miro is uitgevoerd.





3.3 Enkele uitdagingen

Rondom de uitvoering van het project kwamen enkele uitdagingen naar voren die moeite waard zijn om te vermelden. Hieronder kort welke dat zijn en welke maatregelen we daarvoor hebben genomen.

Het ontbreken van concrete IBRO-kennis

Binnen het uitvoerende deel van projectgroep was weinig tot geen kennis over IBRO aanwezig. Het model is relatief nieuw en recent pas ontwikkeld. We hebben gebruik gemaakt van de kennis die bij collega's en ontwikkelaars van IBRO wel aanwezig was en een paar sessies georganiseerd waarin toelichting is gegeven. We konden zodoende de vragen kwijt en gericht op de scope, duiding krijgen over de bedoeling van onderdelen in IBRO.

Geen gevulde IBRO database als referentie

Omdat er geen bronbestand en geen database met IBRO-data aanwezig is hebben we een aantal elementen in het proces van de gewenste beproeving anders moeten uitvoeren. Dit zorgde er bijvoorbeeld voor dat veel vragen getackeld moesten worden die anders niet gesteld zouden worden. Als de omgeving er straks wel is kunnen we de uitkomsten gelukkig nog steeds goed gebruiken maar komen er mogelijk nieuwe leerpunten naar voren die nu buiten schot zijn gebleven. Om toch de IBRO-elementen te visualiseren is er gericht gewerkt naar het visualiseren van de conversie in andere platforms. Hierbij is CityGML3.0 als model gebruikt.

Korte doorlooptijd

Het project moest in 3 maanden afgerond worden. Dit zorgde voor veel druk op de capaciteit bij de leveranciers en strakke sturing op resultaten. In plaats van een wekelijkse bijeenkomst met alle leveranciers is ervoor gekozen om per week korte voortgang overleggen te hebben per leverancier. Dit was mogelijk nadat de scope en de taakverdeling helder was. Het voordeel was strakke sturing op afspraken en focus op de producten die er gemaakt moesten worden. Projectleider en regisseur konden zodoende ook de synergie en overlappende activiteiten beter monitoren en sturen op samenwerkingskansen.

Geen duidelijk eindproduct met criteria

De opdrachtbrief die ten grondslag ligt aan deze PoC is wel duidelijk in wat er geleerd moet worden maar kent niet een duidelijk eindproduct met acceptatiecriteria. Dit zorgde voor een relatief open eind waarin we zo veel als mogelijk leerpunten wilden ophalen. Iets wat wel past bij het innovatieve karakter maar geen productie gereede eindproducten kan opleveren. Uiteindelijk hebben we gestuurd op het zo veel mogelijk beproeven van verschillende onderdelen, zijn per leverancier rapportages gemaakt die ook zijn gepresenteerd in een brede groep. Daarnaast zijn alle tussenproducten geleverd waar Rotterdam op voort kan bouwen. Een overzicht daarvan vind je later in dit rapport.

Twee verschillende bronnen

Daar waar BIM-modellen van zichzelf objectgerichte data in zich heeft is dat bij CAD-tekeningen niet altijd het geval ondanks dat deze aan de NLCS voldoen en conform een ILS zijn gemaakt. CAD is geen objectgerichte registratie en vraagt daarom om een extra tussenstap. Dat maakt het in een project beproeven van zo van elkaar verschillende bronnen wat ingewikkelder. Concreet zorgt dit voor twee aparte sporen in het project die verdeeld moesten worden. Uiteindelijk paste dit ook goed bij de verschillende leveranciers maar kreeg de samenwerking hierdoor een andere vorm dan oorspronkelijk bedacht.



4. Activiteiten in de beproeving

Zoals geconstateerd in het vorige hoofdstuk zijn er twee verschillende type bronnen gebruikt bij de beproeving. Voor de rapportage halen we de resultaten en analyses ook uit elkaar zodat we een lijn voor de NLCS en een lijn voor BIM krijgen. Goed om te vermelden is dat elke leverancier zijn eigen rapport heeft opgemaakt en die meer detailinformatie bevat. In deze rapportage wordt de grote lijn van de beproeving met resultaten beschreven. Voor specifieke meer in detail voorbeelden en beschrijving zijn alle resultaten beschikbaar binnen het Mercator programma en kunnen worden opgevraagd.

4.1 Activiteiten vanuit NLCS

Voor het uitvoeren van de beproeving zijn in dit spoor de volgende activiteiten uitgevoerd:

- Analyse en bewerking van de brondata;
- Analyse van het IBRO Logisch Model (IMIBRO-LM) en de NLCS 5.0 objectcatalogus door mens en met behulp van Claude AI — inclusief extractie van concepthiërarchie, geometrieregels en codelistwaarden;
- Handmatige mapping en controle van de lagen uit de twee testbestanden door domeinspecialisten;
- Implementatie van de verwerkingsketen in FME Form, inclusief ruimtelijke validatie, NLCS-conformiteitscontroles en IBRO-geometrievalidatie.
- Uitbreiding van de handmatige mapping naar de volledige NLCS 5.0 scope (3.713 lagen) via een iteratief AI-ondersteund proces, met interactieve terugkoppeling en validatie.
- Visuele analyse van de resulterende CityGML 3.0 bestanden in QGIS om inhoudelijke inconsistenties te identificeren.
- Een beknopt onderzoek naar het genereren van een topologisch transportnetwerk
- Een methode om te onderzoeken hoe nieuwe geometrie op bestaande geometrie ingepast kan worden om een vlak-dekkend bestand te krijgen. (Inpassen van een tekening in een bestaande situatie)

4.2 Activiteiten vanuit BIM (IFC)

Voor het uitvoeren van de beproeving zijn in dit spoor de volgende activiteiten uitgevoerd:

- Architectuur verkenning over informatiemodellen en mogelijke oplossingsrichting
- Analyseren ILS voor Ruimtes
- Valideren van IFC-bestanden aan de hand van geleverde ILS en IDS
- Visualiseren van IFC-bestanden als OGC 3D-Tiles
- Maken van een handmatige mapping vanuit IFC naar CityGML3.0 voor gebouwen met een toelichting;
- Converteren van IFC naar andere (GIS) bestandsformaten (CityGML3.0, CityJSON, GeoJSON) in meerdere LOD's (Level of Details)
- Schrijven van een ILS voor IBRO
- Opbouwen van een IDS voor IBRO op basis van de ILS
- Bouwen van een demo applicatie voor visualisatie IBRO-elementen gebouwen
- Bouwen van validatiescripts en controles en visualisatie voor in een Esri-platform



5. Resultaten van de PoC

We gaan in dit hoofdstuk in op het feit of het gelukt is om uiteindelijk IBRO-objecten en elementen uit de bronbestanden te halen. Gezien de verschillende detaillering van de individuele rapportages van de leveranciers is dit hoofdstuk deels met AI tot stand gekomen waarbij de hoofdlijnen helder zijn. Het is mogelijk om bij specifieke detailvragen de individuele rapporten te raadplegen die binnen het programma Mercator beschikbaar zijn.

5.1 Vanuit de lijn van de NLCS

Er zijn tijdens de Proof of Concept (PoC) IBRO-elementen opgeleverd vanuit NLCS-tekeningen in de vorm van *testbestanden* (data in CityGML3.0) en *procesvoorbeelden* (beschrijving van een voorbeeldproces). Er gelden wel specifieke technische beperkingen bij de totstandkoming van de IBRO-objecten. Hieronder volgen de belangrijkste details over de opgeleverde elementen en de status daarvan:

Opgeleverde IBRO-onderdelen

- **Succesvol vormen van IBRO-objecten:** Er zijn succesvol IBRO-objecten gevormd zoals 'verharding - elementenverharding' en 'verkeerskundig functionele zone – parkeervlak'. Dit betekent dat het goed mogelijk is om bij het samenstellen van IBRO, zoals in het processchema van 3.2 staat, objecten te vormen.
- **Geautomatiseerde correcties:** Bij het lezen van een NLCS-tekening is het mogelijk gebleken om een automatisch detectie en een aantal correcties te doen op de data en die om te zetten naar IBRO-objecten. Dat is nu vooral met FME uitgevoerd als een soort validatie plus dataverrijking. Door de hoeveelheid variaties in de laagnamen (500+) betekent dit dat er nog veel maatwerk nodig zal zijn.
- **CityGML 3.0-bestanden:** De resultaten van de vertaling vanuit CAD (*.dgn en *.dwg) zijn weggeschreven naar CityGML 3.0-bestanden. Deze bestanden bevatten objecten die zijn geclassificeerd volgens de IBRO-hiërarchie, zoals *PlantCover*, *TrafficArea* en *CityFurniture*.
- **Transportnetwerk:** Er is geëxperimenteerd met het genereren van een transportnetwerk, waarbij middenlijnen voor trottoirs en rijbanen zijn afgeleid uit de reële objecten. De IBRO is hier echter niet volledig uitgewerkt en daarom is het resultaat niet heel waardevol. Een toetsing aan het huidige wegenbestand is niet gedaan.

Hoewel er technisch gezien objecten zijn gegenereerd in een geautomatiseerd proces is het belangrijk de volgende beperkingen en aandachtspunten op te merken in het eindresultaat:

- **Gedeeltelijk valide:** Het is gebleken dat een volledig dekkend IBRO opleveren waar alle elementen in zitten niet haalbaar is met deze voorbeeld bestanden. Er is een structuur van een datapipeline opgeleverd waarin ontbrekende objecten expliciet zichtbaar bleven om hiaten in de brondata aan te tonen. Met andere woorden: Veel tekenelementen kunnen zonder aanpassing van de tekenwijze en eisen aan de structuur niet zomaar geconverteerd worden naar een IBRO object. Dit vraagt een sterke aanpassing aan de ILS.
- **Onvolledige brondata:** In bepaalde gevallen was het resultaat maar gedeeltelijk bruikbaar voor registratie. Dit kwam onder andere doordat de brondata (de NLCS-tekeningen) vaak niet de volledige BGT-geometrieën of de benodigde topologische en geometrisch eisen hadden en op elkaar aansloten. De stap naar 3D is bijvoorbeeld ook nog niet zomaar gedaan. De



beproeving gaf wel een goed voorbeeld van de eisen aan het opwerkingsproces van NLCS om het doel te halen.

- **Verdere uitwerking van ILS nodig:** Voor de eerste testbestanden moesten de NLCS-tekeningen eerst handmatig worden "opgewerkt" (bijvoorbeeld door lijnen naar vlakvormende lagen om te zetten) voordat er sprake kon zijn van een succesvolle vertaling naar IBRO-objecten. Dit geeft duidelijk aan dat de ILS ten behoeve van IBRO duidelijk doorontwikkeld moet worden om volledige automatisering mogelijk te maken.
- **Informatieverlies:** Omdat IBRO op dit moment voor sommige entiteiten minder detail vereist dan NLCS (bijv. alleen 'elementenverharding' in plaats van specifieke steensoorten), ging er bij de vertaling informatie verloren die wel relevant is voor andere registraties zoals bijvoorbeeld de BOR.
- **Geometrische uitdagingen:** Er bleven uitdagingen bestaan in het verschil tussen de geometrie vormen in de NLCS en die in de IBRO zoals rondom het 'verstroken' van bogen en het sluitend maken van vlakken zonder 'afsluiters', wat invloed had op de consistentie van de opgeleverde geometrie.

Kortom: De PoC heeft aangetoond dat het technisch mogelijk is om IBRO-elementen uit NLCS CAD-tekening te extraheren. Dit is voor een paar elementen ook aangetoond. Voor een productie-waardige datapipeline is er een veel striktere tekenwijze (vlak voorbereid en uitsluiten van bepaalde tekenwijze) en een volledige mapping noodzakelijk. Het vraagt ook om een verdieping van het werkproces en een striktere controle op een goede ILS.

5.2 Vanuit de lijn van IFC

Tijdens de Proof of Concept (PoC) zijn de IBRO-elementen voor panden opgeleverd vanuit IFC-bestanden, maar het resultaat verschilt per gevolgde workflow en leverancier binnen het project.

De belangrijkste resultaten:

- **Volledige IBRO-vulling:** Via een datapijplijn op basis van FME is aangetoond dat IFC-modellen succesvol vertaald kunnen worden naar het IBRO-informatiemodel. Dit resulteerde in een volledige IBRO-vulling voor de onderdelen *Pand*, *Bouwlaag*, *Gebruikzone*, *Functiezone*, *Verblijfsobject* en *Toegangspunt*. Deze data is opgeleverd met zowel 2D- als 3D-geometrieën.
- **Conversie naar CityGML 3.0:** In een workflow zijn alle stappen tot en met de conversie naar CityGML 3.0 gerealiseerd. Hoewel CityGML 3.0 als de "semantische brug" naar IBRO fungeert, is de allerlaatste stap — het daadwerkelijk mappen van de CityGML-data naar specifieke IBRO-objecten — binnen deze specifieke workflow bij afronding van het project **nog niet volledig gerealiseerd**. Wel is er geëxperimenteerd met het selectief extraheren van elementen, zoals functiezones met een woonfunctie, uit de gegenereerde CityGML.
- **Koppeling IFC-IBRO technisch haalbaar:** De PoC heeft bevestigd dat de koppeling tussen BIM (IFC) en IBRO technisch haalbaar is. De resultaten laten zien dat IFC-data (zoals *IfcSpace*, *IfcBuilding* en *IfcDoor*) gebruikt kan worden om IBRO-objecten te voeden, mits de bronbestanden voldoen aan de juiste opgestelde Informatie Levering Specificaties (ILS).

Hoewel er technisch gezien succesvol objecten zijn gegenereerd in een geautomatiseerd proces en de inhoud volledig haalbaar lijkt is het belangrijk de volgende beperkingen en aandachtspunten op te merken in het eindresultaat:

- **Nog geen check op geometrie en hiërarchie:** Bij de koppeling die op basis van de ILS goed is uit te voeren zorgt een IDS ervoor dat er een goede ingangscontrole ligt voor BIM-modellen.



Dat levert nog niet gegarandeerd een correct model op in IBRO omdat de geometrie en de hiërarchie tussen de IBRO-elementen niet met een IDS afgedekt zijn. Daar zal functionaliteit voor geschreven moeten worden.

- **Datakwaliteit:** De kwaliteit van de opgeleverde IBRO-elementen was sterk afhankelijk van de kwaliteit van het bronbestand. In veel gevallen ontbraken verplichte IBRO-attributen (zoals 'panddeel' of 'bouwjaar') in de IFC, waardoor deze niet automatisch gevuld konden worden zonder handmatige toevoegingen of aanvullende afspraken. In het proces kunnen deze eigenschappen bij "samenstellen IBRO" wel eenvoudig worden toegevoegd.

5.3 De rol van CityGML3.0

CityGML 3.0 wordt beschouwd als de ideale "semantische brug" tussen BIM (IFC) en de toekomstige IBRO-registratie vanwege de sterke **conceptuele en technische aansluiting** op de registratie-eisen. De belangrijkste redenen waarom CityGML 3.0 als de ideale schakel fungeert, zijn:

1. Expliciete afstemming op het IBRO-model mogelijk

Het officiële logische informatiemodel van de IBRO is door Geonovum expliciet **afgestemd op CityGML 3.0**. Er is een formele mapping beschikbaar die de semantiek van IBRO direct koppelt aan CityGML-structuren. Dit maakt CityGML 3.0 een natuurlijke "bemiddelingslaag" (mediation layer).

2. Overbruggen van verschillende modelleerfilosofieën

Er is een fundamenteel verschil tussen hoe data in BIM en in een registratie wordt bekeken: **IFC** is een object-rijk model bedoeld voor ontwerp, bouw en coördinatie. **IBRO** scheidt heel bewust de fysieke, functionele en gebruiksaspecten van een object. **CityGML 3.0** biedt de nodige woordenschat (zoals voor gebouwen, ruimtes en units) om deze vertaling te maken zonder de IBRO-logica direct in het IFC-ontwerpbestand te hoeven forceren.

3. Optimalisatie voor Geo-informatie

Waar IFC zich richt op de technische constructie, is CityGML 3.0 geoptimaliseerd voor **geografische representatie** en topologische relaties. Het ondersteunt bovendien verschillende **Levels of Detail (LOD)**, wat essentieel is om de gedetailleerde BIM-data te aggregeren naar het abstractieniveau dat nodig is voor (basis)registraties zoals de BAG, BGT en IBRO.

4. Interoperabiliteit en Toekomstbestendigheid

Als een door het OGC (Open Geospatial Consortium) gestandaardiseerd formaat, garandeert CityGML 3.0 een langdurige schaalbaarheid en eenvoudige integratie met bredere **Digital Twin-ecosystemen** en andere overheidssystemen. Het biedt een lichtere en beter doorzoekbare structuur voor 3D-uitwisseling naar GIS-omgevingen dan het zware IFC-formaat.

5. Scheiding van bron en publicatie

Door CityGML 3.0 als tussenlaag te gebruiken, wordt het risico op "overfitting" voorkomen: de ontwerper kan in IFC blijven werken volgens bouwstandaarden, terwijl de publicatie laag (CityGML) zorgt voor de correcte aanlevering richting de formele registratieprocessen.

Samenvattend: CityGML 3.0 fungeert als een filter dat de complexe bouwkundige informatie uit IFC vertaalt naar een gestructureerd geografisch model dat naadloos aan kan sluiten op de logica van de IBRO. Het ondersteunt ook 3D wat belangrijk is voor het faciliteren van steeds ingewikkeldere analyses op bijvoorbeeld 3D stadsmodellen.



5.4 Opgeleverde producten

Naast veel inzichten en aanbevelingen heeft het project ook zeer bruikbare producten in de vorm van ondersteunende 'tooling' opgeleverd. Het zijn uiteraard geen productierijpe tools maar ze bieden wel een eerste vingeroefening in hoe je met de data en de huidige inzichten kunt experimenteren. Het is een goede basis om op door te ontwikkelen als we verder in het proces zijn met bijvoorbeeld andere deelprojecten van het Mercator-programma.

Ten behoeve van de BIM modellen:

1. Er is een concreet **ILS-document** opgeleverd met een beschrijving waar BIM-modellen volgens de IBRO aan zouden moeten voldoen. Deze ILS wordt ondersteund met een **IDS-file** voor het geautomatiseerd valideren op basis van de ILS. Zie de IDS als een machine leesbare versie van de ILS.
2. Er is een **Mapping** gemaakt tussen **IBRO <> CityGML <> IFC** om te duiden welke IFC-benaming via CityGML3.0 in de IBRO kunnen landen. Dit geldt natuurlijk alleen voor de gebouw onderdelen van de IBRO.
3. Er is een [testomgeving](#) van IMAGEM beschikbaar om de dataflow van **IFC naar verschillende GIS formaten te converteren**. Het resultaat is dat een BIM-model resulteert in een aantal te downloaden GIS formaten. Voor deze datastroom is ook gebruik gemaakt van een aantal Open Source tools van de TU-Delft die nog steeds verder doorontwikkeld worden.
4. Er zijn verschillende **FME workbenches** beschikbaar die IFC vertalen naar het IBRO model. Zowel naar CityGML als naar een File Geo Database van Esri. Dit is inclusief een validatie op de IBRO-elementen.
5. Er is in Clearly-BIM van Future Insight functionaliteit toegevoegd om **uit IFC 4.3 verschillende LOD GIS bestanden te genereren** die weer verder gebruikt kunnen worden in andere applicaties.
6. Er is binnen het domein van Rotterdam een uitgebreide visualisatie in Esri beschikbaar van een pand met toegangspunten. Zowel in 2D als in 3D. Dit kan als voorbeeld dienen van hoe je 3D pandinformatie kunt opslaan en visueel kunt controleren.

Ten behoeve van de NLCS-tekeningen:

1. Er is **een mapping** beschikbaar van **NLCS naar IBRO** op basis van Claude AI. Deze vraagt wel om nog door experts getoetst te worden. Een deel ten behoeve van de PoC is wel gecontroleerd.
2. Er is een [online testomgeving](#) beschikbaar waar je een NLCS-tekening in een **dataflow** kunt stoppen om te valideren of en welke IBRO-elementen eruit komen. Deze worden dan in CityGML beschikbaar gemaakt.
3. Voor mensen die niet thuis zijn in het IBRO-model is er een handige tool gemaakt op basis van #html die je helpt bij het vinden van de juist elementen. Een zogenaamde **IBRO-explorer**. Deze #html is op te vragen bij programma Mercator.



4. Er is een **FME workbench** beschikbaar die **NLCS** vertaalt naar een aantal **IBRO-elementen**. Deze werkt alleen voor die elementen die zijn getoetst.



6. Aanbevelingen

6.1 Indien gebruik wordt gemaakt van NLCS als bron

Op basis van de resultaten van de Proof of Concept (PoC) zijn de belangrijkste aanbevelingen voor het gebruik van NLCS (Nederlandse CAD Standaard) binnen de context van de IBRO-registratie gericht op het transformeren van een traditionele lijntekening naar een informatie-rijk, vlakgericht model.

De belangrijkste aanbevelingen zijn:

1. Hanteer een vlak voorbereide tekenwijze

Een NLCS-ontwerp is alleen bruikbaar voor IBRO als het vlak voorbereid is conform Bijlage 3 van de NLCS 5.0-standaard. Dit vereist een andere discipline van de tekenaar:

- **Gebruik vlakvormende elementen:** Gebruik specifiek de laagelementen *GV (Geometrie Vlakvormend)* voor lijnen die grenzen vormen, en *SV (Symbool Vlakvormend)* voor symbolen die als informatiedrager (centroïden) binnen een vlak dienen.
- **Plaats 'afsluiters':** Tekeningen missen vaak afsluitende lijnen (zoals materiaalgrenzen bij haaiantanden) die nodig zijn om een vlak automatisch te kunnen sluiten. Deze moeten expliciet worden getekend om automatische vlakvorming in software mogelijk te maken.
- **Koppel attributen aan symbolen:** Voorzie de symbolen op de SV-laag van relevante metadata, zoals de *BGT-functie, fysiek voorkomen en objectnaam*, zodat de gevormde vlakken direct betekenis krijgen voor de registratie.

2. Waarborg Geometrische en Topologische Kwaliteit

Om data naadloos te kunnen integreren in landelijke voorzieningen, moet de geometrie aan strikte eisen voldoen:

- **Standaard coördinatensysteem:** Gebruik altijd het *RD-New coördinatensysteem (EPSG:28992)* met millimeternauwkeurigheid en zorg dat alle objecten binnen de landsgrenzen vallen.
- **Hanteer 'snapping':** Gebruik snapping-technieken om ervoor te zorgen dat nieuwe ontwerpen exact aansluiten op de bestaande geometrie, waardoor gaten of overlappingen in de IBRO-database worden voorkomen.
- **Verstrook bogen:** Aangezien IBRO geen bogen ondersteunt, moeten ronde geometrieën worden omgezet naar rechtstanden (*verstrookt*). Er moeten duidelijke afspraken worden gemaakt over de toleranties hiervoor (bijv. maximaal 10 cm afwijking).
- **Voorkom duplicatie:** Beperk de omvang van aan te leveren datasets (bijv. tot 5x5 km²) om duplicatie van projectgeometrieën te voorkomen.

3. Gebruik een Informatie Levering Specificatie (ILS)

Het wordt sterk aanbevolen om een **ILS inclusief technische validatie** op te stellen en te verfijnen.

- **Automatische validatie:** Met machine-leesbare regels kan een NLCS-ontwerp automatisch worden gecontroleerd op de juiste laagspecificaties, topologie en aanwezigheid van verplichte attributen voordat het door de gemeente wordt geaccepteerd.
- **Geen eigen lagen:** Gebruik uitsluitend de standaard NLCS 5.0-lagen; eigen objectlagen zijn zonder aanvullende mapping niet toegestaan.

4. Beheer Identificatie en Mapping



- **Introduceer een stabiele ID:** Voor nieuwe en gewijzigde objecten moet een unieke identificatie (zoals een **IBRO_ID**) worden vastgelegd in de tekening om de levenscyclus van objecten in de registratie correct te kunnen volgen.
- **Prioriteer disciplines:** Richt de mapping-inspanningen eerst op de meest relevante NLCS-disciplines voor IBRO, zoals *Infrastructuur (AM/KW)*, *Begroeiing (GR/FV)* en *Verharding (VH)*.
- **Borg detailinformatie:** Besef dat NLCS vaak gedetailleerder is dan IBRO (bijv. specifiek type straatsteen versus algemene 'elementenverharding'). Maak afspraken over het meeleveren van deze extra data (bijv. via *generic attributes* in CityGML) om informatieverlies voor beheersystemen zoals BOR te voorkomen.

5. Organisatorische Aanbevelingen

- **Veranderproces voor ontwerpers:** De overgang naar een vlakgeoriënteerde tekenwijze vraagt meer tijd en nauwkeurigheid van de ontwerper. Dit vereist een veranderproces binnen de organisatie waarbij het nut van deze "nettere" tekenwijze voor de registratieketen duidelijk wordt gemaakt.
- **Inzet van een proeftuin:** Test de voorgestelde werkwijze eerst met praktijkdata van een gebruikersgroep om representatieve kengetallen te verzamelen en de haalbaarheid van de tekenmethode te toetsen.

6.2 Indien gebruik wordt gemaakt van BIM als bron

Op basis van de resultaten van de Proof of Concept (PoC) BIM-IBRO zijn de belangrijkste aanbevelingen voor het gebruik van BIM-modellen (IFC) gericht op het waarborgen van datakwaliteit, standaardisatie en een robuuste technische architectuur.

1. Hanteer een gelaagde interoperabiliteitsarchitectuur

De belangrijkste architecturele aanbeveling is het gebruik van een gelaagd model:

- **IFC als bronmodel:** Gebruik IFC voor het creëren, technisch ontwerpen en aanleveren van data vanwege de rijke bouwkundige hiërarchie en semantiek.
- **CityGML 3.0 als brug:** Gebruik CityGML 3.0 als de *semantische tussenlaag* naar de IBRO. Dit formaat sluit conceptueel beter aan bij geo-georiënteerde objecten en het officiële IBRO-logische model.
- **Directe conversie:** Ontwikkel en gebruik tools die een directe vertaling van IFC naar CityGML 3.0 mogelijk maken om dataverlies door tussenstappen (zoals via CityJSON) te minimaliseren.

2. Implementeer stabiele identificatie (IBRO_ID)

Vertrouw niet op de standaard IFC GlobalId voor langdurige registratie, aangezien deze niet stabiel genoeg is over verschillende revisies en softwareversies heen. Voeg in plaats daarvan een *onveranderlijke IBRO_ID* toe aan alle relevante objecten (zoals Pand, Bouwlaag, Verblijfsobject) in een speciale *property set*. Dit is essentieel voor de traceerbaarheid en het leggen van relaties binnen de IBRO-database.

3. Prioriteer 3D-representaties boven 2D-abstracties

Hoewel 2D-data (zoals footprints) nuttig blijft voor aansluiting bij huidige registers als de BAG en BGT, moeten *3D-representaties (LOD1-LOD2)* als de primaire bron voor IBRO-verrijking worden beschouwd. 3D-data legt essentiële ruimtelijke relaties en verticale verschillen vast die in 2D-abstracties verloren gaan.



4. Garandeer correcte Georeferentie en Validatie

- **RD/NAP-coördinaten:** Modellen moeten strikt gegeoreferereerd zijn volgens de Nederlandse standaarden: **EPSG:7415 (RD + NAP)** of EPSG:28992 (RD) met een expliciet ingevulde VerticalDatum om te voorkomen dat gebouwen in de visualisatie "zweven".
- **Verplichte validatiestap:** Integreer machine-leesbare *IDS-regels* (Information Delivery Specification) in het proces. Validatie op geometrische correctheid, aanwezigheid van verplichte attributen en ruimtelijke hiërarchie moet een harde voorwaarde zijn voor acceptatie van het model.
- **Visuele controle:** Gebruik 3D-visualisatie (bijvoorbeeld via OGC 3D-Tiles) als een vroegtijdig controlemiddel in de workflow om fouten in rotatie, schaal of positie op te sporen voordat de data wordt geregistreerd.

5. Hanteer strikte modelleerrichtlijnen voor specifieke objecten

- **Ruimtelijke hiërarchie:** Volg de structuur: *Project* → *Site* → *Building* → *BuildingStorey* → *Space*. Ruimtes mogen niet aan meerdere bouwlagen zijn toegewezen en bouwlagen mogen niet buiten de hiërarchie "zweven".
- **Panddelen:** Aangezien IFC 4 nog geen aparte entiteit voor panddelen heeft, moeten deze worden gemodelleerd als '*nested*' *IfcBuilding-objecten* binnen een hoofdpand. Gebruik een property als DateOfConstruction om het onderscheid tussen pand en panddeel expliciet te maken.
- **Toegangspunten:** Modelleer toegangsdeuren fysiek als *IfcDoor* en voorzie ze van attributen zoals IsExternal, Entrance of Brandweer_ingang om ze automatisch te kunnen onderscheiden van binnendeuren.

6. Ontwikkel een uniform 'IBRO BIM Profiel'

Voor grootschalige uitrol wordt aanbevolen om een gestandaardiseerd profiel te publiceren dat bestaat uit een modelleergids, een normatieve mappingtabel, machine-leesbare IDS-bestanden en gevalideerde testvoorbeelden. Dit voorkomt interpretatieverschillen bij leveranciers en gemeenten.

6.3 Aandachtspunten richting het IBRO-model

Zoals we hebben gezien in paragraaf 2.3.1. is het IBRO-model nog maar zeer recent ontwikkeld en in een eerste theoretisch concept uitgewerkt. Met de uitvoering van deze PoC moesten we dus ook kennismaken met een nieuw model dat nog niet in de praktijk is getoetst. Dat leverde tijdens het project toch een aantal vragen oftewel aandachtspunten op die naar onze mening nader uitgewerkt of besproken moeten worden met de beheerder.

- **Gebruik van 3D:** IBRO kan onderdelen van de reguliere basisregistraties volledig vervangen o.a. door gebruik te maken van 3D. Sommige onderdelen in IBRO kunnen hierdoor mogelijk vervallen zoals bijv. plaatsbepalingspunten die wel in de BGT voorkomen. Optimalisatie lijkt hier haalbaar door daar nog eens goed naar te kijken.
- **Geografische relaties:** verschillende elementen in IBRO zijn nu aan elkaar gerelateerd op basis van een geometrie. Dit is voor veel GIS-gerelateerde vragen een logische benadering. Echter als we met database technieken zonder geografische relaties willen werken zou die relatie ook op een andere manier vastgelegd moeten worden.
- **Goede decompositie:** IBRO lijkt voor sommige assets nog veel op een samenvoeging/optelling van elementen in de huidige basisregistraties. Een aandachtspunt is om samenvoegingen te doen door een goede decompositie van het model.



7. Conclusie

De belangrijkste conclusie uit de Proof of Concept (PoC) BIM-IBRO is dat de **koppeling tussen BIM/CAD-gegevens en de toekomstige IBRO technisch haalbaar is** en duidelijk meerwaarde biedt voor het actualiseren van objectinformatie. De beproeving toont aan dat gegevens uit zowel IFC-modellen als NLCS-tekeningen succesvol kunnen worden getransformeerd naar het IBRO-informatiemodel. Al is deze route voor NLCS een stuk uitdagender dan voor BIM-modellen (IFC) omdat dit veel meer op het proces ingrijpt en gevarieerdere en veel meer omvattende informatie bevat. Als we kijken naar de 5 doelstellingen van het Mercator programma dan hebben we vooral veel gehaald uit de technische doelstellingen en een deel in de processen.

Hieronder volgen de meest cruciale technische en procesmatige conclusies:

- **1. CityGML 3.0 als de ideale schakel**

Een kernbevinding is dat **CityGML 3.0 fungeert als de optimale semantische brug** tussen de bouwwereld (BIM) en de geowereld (IBRO). Omdat het officiële logische model van de IBRO expliciet is afgestemd op CityGML 3.0, maakt dit een robuuste en toekomstbestendige uitwisseling mogelijk zonder de IBRO-logica direct in het ontwerpbestand te hoeven forceren.

- **2. Datakwaliteit is de kritieke succesfactor**

Hoewel de techniek werkt, is de **kwaliteit van de brondata de grootste bottleneck**. De PoC wees uit dat:

- Veel aangeleverde modellen **inconsistenties** vertonen, zoals ruimtes die niet op de juiste hoogte liggen of ontbrekende verplichte attributen (zoals bouwjaar of specifieke functies).
- Een **stabiele identificatie (IBRO_ID)** essentieel is. Men kan niet vertrouwen op de standaard IFC GlobalId voor langdurige registratie, omdat deze niet stabiel genoeg is over verschillende revisies en softwareversies heen.

- **3. Verschuiving in de tekenwijze (NLCS)**

Voor CAD-data is de conclusie dat een traditionele lijntekening niet volstaat. Een NLCS-ontwerp is alleen bruikbaar als het **'vlakvoorbereid'** is conform de NLCS 5.0-standaard. Dit betekent dat ontwerpers nauwkeuriger moeten tekenen en expliciete 'afsluiters' en symbolen (centroïden) moeten toevoegen om automatische vlakvorming mogelijk te maken.

- **4. Noodzaak voor validatie bij de bron**

De PoC bevestigt dat een **structurele validatiestap (via ILS en IDS)** noodzakelijk is in het werkproces. Door machine leesbare regels (IDS) te gebruiken, kunnen gemeenten al bij de aanlevering controleren of een model voldoet aan de eisen voor georeferentie, ruimtelijke hiërarchie en attribuutvulling.

- **5. Schaalbaarheid en interoperabiliteit**

De resultaten zijn **goed opschaalbaar naar andere gemeenten**, mits er wordt gewerkt met gestandaardiseerde ILS-afspraken en uniforme werkwijzen. De inzet van open standaarden (IFC en CityGML) in combinatie met GIS-technologie vormt hiervoor een solide fundament.



Samenvattend: De workflow van ontwerp naar registratie werkt, maar voor een brede uitrol is meer **standaardisering, verbetering van datakwaliteit bij de bron en een aangepaste werkwijze bij ontwerpers** vereist.