

DHRD BIM-Validator

User Requirements Document (URD)

Project 'Duurzame Herbruikbaarheid Ruimtelijke Data'

Versie: 0.1 - Draft

Datum: 9 december 2021

Auteurs: **Pieter Pauwels, TU Eindhoven**
Chiel van der Plas, TU Eindhoven
Jakob Beetz, RWTH Aachen
Ana Silva van Meegen, Gemeente Amsterdam

Executive Summary

Dit document bevat de user requirements die werden opgemaakt binnen het project 'Duurzame Herbruikbaarheid Ruimtelijke Data (DHRD)' ter opmaak van een BIM-validator tool die het mogelijk moet maken om bestanden uit BIM-tools en BIM-processen duurzaam op te slaan en zo bruikbaar te houden voor later gebruik (beoogde termijn: 10-20 jaar). Dit document lijst de eisen op die aan de hand van workshops werden opgehaald bij eindgebruikers. Aan de hand daarvan worden eisen ontworpen voor de 'BIM-validator' tool die ontwikkeld moet worden.

Inhoudstafel

Executive Summary	2
Inhoudstafel	3
1. Inleiding.....	4
1.1 Doelstelling	4
1.2 Scope	4
1.3 Termen en Definities.....	5
1.3.1. Definities	5
1.3.2. Afkortingen	5
1.4 Referenties.....	6
1.5 Overzicht	6
2. Algemene Beschrijving.....	7
2.1 Productdoelstellingen	7
2.2 Algemene functies	8
2.3 Algemene beperkingen	10
2.4 Gebruikerskarakteristieken.....	11
2.5 Beschrijving van omgeving.....	11
2.6 Aannames en afhankelijkheden.....	12
2.6.1 Aannames	12
2.6.2 Afhankelijkheden	12
3. Specifieke Vereisten.....	13
4. Use Cases	14

1. Inleiding

1.1 Doelstelling

Het doel van dit User Requirements Document (URD) is om de exacte vereisten van de gebruiker op te stellen ten aanzien van de software. In dit document worden de gebruikerseisen (user requirements) voor de software gedocumenteerd. Deze gebruikerseisen worden gebaseerd op de uitkomsten van een analyse van user stories die gedurende de tweede helft van 2021 werden uitgevoerd in het kader van hetzelfde project, en voorgaande ervaringen met technische specificaties van vergelijkbare web services voor validatie van bestanden voor preservatie (e.g. DuraArk project).

De vereisten die in dit document worden vastgelegd vormen de functionele basis van een wederzijdse overeenkomst tussen de opdrachtgever (Gemeente Amsterdam) en de ontwikkelaars (TUE, RWTH, Picturae) in dit DHRD-project. Het URD is bedoeld om een gemeenschappelijke basis op te bouwen tussen beide partijen, over wat al dan niet technisch haalbaar en realiseerbaar is voor het beoogde softwareproject. Het document is bedoeld voor zowel ontwikkelaars als opdrachtgever binnen het project. Wijzigingen in het document moeten worden goedgekeurd door zowel de opdrachtgever als de ontwikkelaars, en leiden tot een nieuwe versie van het document.

1.2 Scope

De DHRD BIM-Validator is een validatietool die de herbruikbaarheid van opgeleverde data van gebouwen (i.c. BIM-modellen) kan controleren. Deze tool moet algemeen beschikbaar zijn, zodat die breed gebruikt kan worden, en ook onderdeel kan gemaakt worden van een aantal bestaande systemen. De uitkomst van deze tool is een oordeel in hoeverre het opgeleverde materiaal herbruikbaar is of niet (niveau van herbruikbaarheid).

De DHRD-Validator is een softwaretool welke vrij verkrijgbaar is en welke door eenieder gebruikt kan worden om de duurzaamheid van een zelf aan te leveren BIM-project, in de vorm van een ZIP-folder met daarin minimaal een IFC-bestand en informatieleveringsspecificaties in PDF-vorm, te toetsen. De validator rapporteert, op basis van de aangeleverde IFC-bestand(en) een oordeel over de duurzame herbruikbaarheid van het aangeleverde BIM-project, maar oordeelt niet over of de duurzame herbruikbaarheid van een voldoende niveau is. De validator beoordeelt de duurzame herbruikbaarheid van de aangeleverde bestanden op basis van (1) metadata en (2) data in de aangeleverde bestanden. De validator levert enkel een herbruikbaarheidsrapport op basis van ingevoerde bestanden, maar kan niet gebruikt worden voor het opslaan van dit rapport of van andere gebruikersgevoelige data.

De beoogde validatietool toetst of de export van een BIM-model uit een informatiesysteem de volledige informatie bevat: data (inhoud) en metadata (gegevens over de opgeslagen informatie). Het doel is om deze tool te testen binnen een e-depot omgeving (archivering). Gekozen wordt voor een open source applicatie die laagdrempelig beschikbaar is, zodat de gebruikersgroep in Nederland gestaag kan groeien. De validatie-tool wordt ingezet voor het toetsen van kerncriteria van een duurzame toegankelijk BIM-model:

- metagegevens,
- kwaliteit van informatie,
- standaardformaat,
- volledigheid,
- integriteit.

1.3 Termen en Definities

1.3.1. Definities

Term	Definitie
As-built	Het gebouw of model zoals het daadwerkelijk is uitgevoerd.
As-designed	Het gebouw of model zoals het aan het eind van de ontwerpfase is uitgewerkt en zoals het bedoeld is om uitgevoerd te worden.
aspectmodel	Een BIM-model voor een specifiek onderdeel van het BIM-Project. Samengevoegd vormen verschillende aspectmodellen een gecoördineerd BIM-model. Synoniem: disciplinemodel.
BIM-model	Een digitaal model welke het virtuele ontwerp van een gebouw of bouwwerk bevat. Een BIM-model bestaat uit objecten, bestaande uit een geometrie en aanvullende informatie, welke samen een digitale kopie van een gebouw vormen. Afkorting voor Building Information Model.
BIM-Project	Het project dat digitaal opgeleverd wordt bij oplevering van een gebouwde asset. Dit project bestaat uit een ZIP-folder met daarin de digitale bestanden die opgeleverd worden (met minstens 1 IFC-bestand en 1 informatieleveringsspecificatie of ILS).
Duurzaam herbruikbaar	Data is duurzaam herbruikbaar wanneer het opgeslagen wordt op zo een manier dat het op een later moment (termijn: 10-20 jaar) gemakkelijk te benaderen en gebruiken is
Eigenaar	De partij welke eigenaar is van het BIM-Project welke aangeboden wordt ter validatie. Het eigendom van het BIM-Project kan mogelijks veranderen na verloop van tijd (e.g. overdracht)
Gebruiker	Een persoon die communiceert met de gebruikersinterface van de BIM-Validator om een BIM-Project te valideren.
Gecoördineerd BIM-model	Samenvoeging van verschillende aspectmodel
IFC	Afkorting voor Industry Foundation Classes. Een open standaard voor het maken en delen van BIM-modellen
ILS	Afkorting voor informatieleveringsspecificatie. Synoniem voor Information Delivery Manual (IDM) en Exchange Information Requirements (EIR). Een document waarin is vastgelegd welke informatie de opdrachtgever van een BIM-project verwacht te vinden in het BIM-project en hoe deze informatie wordt beschreven in de digitale bestanden. Kan machine-interpreteerbaar zijn (JSON of TTL).
Metadata	Data welke de karakteristieken van een bepaald bestand of dataobject beschrijven
Opdrachtgever	De persoon die opdracht geeft voor een BIM-Project
Oplevering	Het moment waarop de bestanden van het BIM-Project door de Eigenaar worden overgedragen aan de Opdrachtgever. Dit is tevens het moment van Validatie. Na Oplevering wordt de Opdrachtgever Eigenaar van het BIM-project.
User story	Hypothetisch scenario welke beschrijft waarom, hoe, en waarvoor een Gebruiker de voorgestelde BIM-Validator zou willen gebruiken.
BIM-Validator	De software die in dit project wordt uitgewerkt.

1.3.2. Afkortingen

Acronym	Betekenis
BIM	Building Information Model
DHRD	Duurzame Herbruikbaarheid Ruimtelijke Data
EIR	Exchange Information Requirements
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Classes
ILS	Informatieleveringsspecificatie
JSON	Javascript Object Notation
TTL	Terse RDF Triple Language

1.4 Referenties

-

1.5 Overzicht

Dit user requirement document bevat een algemene beschrijving van het te leveren product waarin uitgelegd wordt wat het doel van het product is, en welke functies het product bevat. De specifieke elementen waarop een aangeleverd model wordt getoetst wordt beschreven, en de vormgeving en functies van de validator worden aangeduid, alsmede de eisen die aan de validator gesteld worden.

2. Algemene Beschrijving

2.1 Productdoelstellingen

De bouwsector, real estate sector, asset managementsector en infrastructuursector worden aan versnellend tempo gedigitaliseerd. Vandaag de dag wordt voor elk groot bouwproject een 3D BIM-model gemodelleerd door de verschillende partijen die deelnemen aan het bouwproject (ingenieursbureau, architect, aannemer, onderaannemer, productie, etc.). Meer zelfs, typisch wordt een hele set aan BIM-modellen gemodelleerd (aspectmodellen of disciplinmodellen) die samen één of meerdere gecoördineerde BIM-modellen vormen.

Met andere woorden, voor het ontwerpen en realiseren van een nieuw gebouw (e.g. een ziekenhuis) gaan verschillende mensen in team aan de slag in de opmaak van een gecoördineerd 3D BIM-model. Dit wordt idealiter gedaan met inachtnaam van een informatieleveringsspecificatie (ILS) die oplijst hoe de Opdrachtgever uiteindelijk de informatie verwacht te ontvangen. Elke partner in het project is hierbij modelleur en eigenaar van zijn specifieke onderdeel of aspectmodel (bijvoorbeeld een BIM-model met daarin enkel de HVAC-installaties). Net voor de start van het bouwproject worden de verschillende BIM-modellen samengevoegd tot een gecoördineerd model waarmee het bouwproject kan starten. Dit model wordt het 'as-designed' BIM-model genoemd. Idealiter wordt het BIM-model tijdens dit proces bijgewerkt volgens wat daadwerkelijk werd uitgevoerd, zodat aan het eind van het bouwproces een up-to-date 'as-built' BIM-model beschikbaar is.

Bij oplevering van het bouwproject worden de digitale bestanden (as-designed en as-built BIM-modellen) overgedragen aan de Opdrachtgever. Op dat moment gaat de Opdrachtgever na in hoeverre deze bestanden voldoen aan de vooraf opgegeven ILS. Vervolgens worden deze data gebruikt om asset management systemen of facility management informatiesystemen (FMIS) te voeden met een afgeleide voorstelling van het gebouwde asset. Bijvoorbeeld wordt een SQL-databank gevoed met informatie van de ruimten in een gebouw zodat FM-software vervolgens gebruikt kan worden op basis van deze informatie. Er wordt zelden tot nooit een live link onderhouden met het originele opgeleverde as-built of as-designed BIM-model. Ook wordt het BIM-model zelden onderhouden overheen de tijd (in geval van renovaties, groot of klein). Wel wordt het BIM-model bewaard voor mogelijks later gebruik (= archivering).

In de praktijk zijn er echter geen richtlijnen of handvaten voor de duurzame archivering van dergelijke BIM-data. Bijgevolg zijn er heel erg veel maten en gewichten: er worden Revit-bestanden bewaard die niet meer geopend kunnen worden in toekomstige versies van de software; er worden IFC-bestanden bewaard waar allerhande data in blijkt te ontbreken; er worden PDFs bewaard die niet voldoende machine-readable zijn; metadata ontbreekt waardoor data onbetrouwbaar wordt; etc.

Daarom dienen in dit DHRD-project twee zaken ontwikkeld te worden:

1. richtlijnen of handvaten voor duurzame archivering van ruimtelijke data
2. een BIM-validator tool die kan nagaan of een Oplevering van een BIM-Project voldoet aan de gestelde richtlijnen

Dit URD-document gaat natuurlijk vooral over dat laatste. Er dient een tool ontwikkeld te worden die kan nagaan of opgeleverde data voldoet aan voldoende kwaliteitseisen voor een duurzame herbruikbaarheid. Het doel van het product is dat het nagaat of data die ingeleverd wordt, nadien duurzaam herbruikbaar is. Om dit te kunnen borgen, moet een definitie beschikbaar zijn (uit de richtlijnen en handvaten) van:

1. Duurzaam: duurzaam wil zeggen dat dit mogelijk is voor de komende 20 jaar. Na 20 jaar moeten we daar nog steeds mee aan de slag kunnen.
2. Herbruikbaar: Herbruikbaarheid hangt sterk af van de gebruiker en de user story, maar de richtlijn is dat 'herbruikbaarheid' wil zeggen dat de informatie ingelezen en gebruikt kan worden in de tools die gebruikt worden in de volgende fase door die specifieke gebruikers.

De tool wordt daarom gericht op een aantal user stories en stakeholders / gebruikers. De meest vooraanstaande gebruikers op lange termijn zijn:

3. Asset manager
4. Burger
5. Ontwerper openbare ruimte
6. Hoofdaannemer

Echter wordt nog voornamer verwacht dat alle gebruikers evenwaardig zijn, en dat allen aan de juiste data kunnen komen. De ontwikkelde tool hoort dus ook generiek te zijn.

De verwachtingen voor de BIM-Validator tool liggen vooral in het validatiescript. Een script moet beschikbaar zijn dat op verschillende plaatsen (softwareproducten) kan ingebed worden, zodat de validatie vroeg kan uitgevoerd worden door een Gebruiker voor een snelle controle, maar ook laat, voor de eigenlijke validatie door de Opdrachtgever die zal archiveren. De meest belangrijke component is dus de eigenlijk controle-functionaliteit. Controle moet hierbij zowel gebeuren op de data en de metadata. De gebruikersinterface is minder belangrijk, gezien het script ingebed hoort te worden in verschillende externe interfaces. Modulariteit, generaliteit en herbruikbaarheid in externe software is dus wel heel erg belangrijk.

2.2 Algemene functies

De validatietool is beschikbaar als een microservice. Deze wordt gepubliceerd op een open webserver. Deze is vrij en gratis beschikbaar via een specifieke URL. Het is mogelijk om op deze microservice een ZIP-folder op te laden ter evaluatie. De microservice of validatietool geeft een oordeel terug als antwoord, die aangeeft wat het niveau van herbruikbaarheid is (volgens richtlijnen / handvaten). De validatietool geeft geen oordeel of het niveau van herbruikbaarheid al dan niet voldoende is.

Er wordt geen inlogfunctionaliteit voorzien, omdat deze tool vrij beschikbaar zou moeten zijn, zowel als open software als software die in externe en commerciële tools kan ingebed worden. De code van de BIM-Validator is open-source beschikbaar, met een open licentie (Apache 2.0), zodat gerefereerd dient te worden naar bronontwikkelaars, maar verder de code ingebed kan worden in elke andere software. Echter is het nog veel belangrijker dat externe ontwikkelaars de software rechtstreeks kunnen hergebruiken (e.g. mvn module, python module, ...) zonder dat zij de broncode moeten of willen wijzigen.

Volgende zijn de belangrijkste functies van de validatietool. Die werden opgehaald aan de hand van een miro-board¹

1. Online beschikbaarheid van een demo web service:
 - Het is mogelijk om naar een online URL te navigeren die toegang geeft tot de validatietool
 - Het is mogelijk om een ZIP-folder met bestanden op te laden in de validatietool ter validatie

¹ https://miro.com/app/board/uXjVOfG0LdM=

- Het is mogelijk om een individueel IFC-bestand op te laden voor een minimale richtlijnvalidatie
 - Het is mogelijk om een individuele informatieleveringsspecificatie op te laden voor een minimale richtlijnvalidatie
 - Het is mogelijk om de code van de web service te downloaden en in een onafhankelijke server te publiceren.
2. Controle van herbruikbaarheid (de eigenlijke validatie), zowel voor individuele bestanden als de gehele ZIP-container:
- Er gebeurt een controle op het niveau van metadata:
 - Vindbaarheid:
 - Is een duidelijke *versie-indicator* beschikbaar (as-designed, as-built)
 - Is aangegeven *of langdurige toegang mogelijk is*.
 - Is aangegeven wat de *periode van digitale beschikbaarheid* is.
 - Zijn *auteursgegevens* beschikbaar per opgeladen bestand met voldoende kwalitatieve metadata (contactgegevens, etc.).
 - Is aangegeven welke *vocabularia* worden gebruikt (schema's, ontologieën), zowel voor aangedragen modellen en informatieleveringsspecificaties (ILS's).
 - Is aangegeven in welke *bestandsformaten* (media) data beschikbaar is.
 - Is aangegeven wie het *beoogde doelpubliek* is voor hergebruik? Wie zou deze data in principe zonder veel problemen moeten kunnen hergebruiken?
 - Beschikbaarheid:
 - Is aangegeven *wie toegang* heeft tot de data?
 - Zijn *toegangs- en/of gebruiksbependingen* gedefinieerd op deelmodellen en deelaspecten?
 - Zijn *privacy-gevoelige* bestanden gedefinieerd / gemarkeerd?
 - Is aangegeven *welke soort data en welk soort detailniveau* beschikbaar is per bestand, zodat ik niet eerst het bestand hoeft te doorzoeken?
 - Leesbaarheid:
 - Is een *ILS beschikbaar* bij de data?
 - Interpreteerbaarheid:
 - Is een *leeswijzer* aanwezig waarmee aangegeven wordt wat de Gebruiker wel en niet kan verwachten, ontwerpkeuzes, en verwachtingen?
 - Is aangegeven *wie* de data heeft gecreëerd?
 - Is aangegeven *wanneer* de data werd gecreëerd?
 - Is de *status van de data* aangegeven (concept, definitief, ...)?
 - Is aangegeven *hoe de data werd gecreëerd* (welke tool, gebruikte modelleerrichtlijnen, etc.)?
 - Is aangegeven *wanneer* de data *het laatst geactualiseerd* werd?
 - Zijn relevante koppelvlakken / gebruikscategorieën aangegeven? Is aangegeven *hoe en voor wie de data relevant is en leesbaar is voor herbruikbaarheid*?
 - Is het *Level of Detail* aangegeven voor de data?

- Is aangegeven *welke mapping is gebeurd* tussen BIM-tool en de opgeleverde data (cfr. Inhoud van ILS)?
 - Betrouwbaarheid:
 - Is de *identiteit van de auteur* van de data gekend?
 - Is de *identiteit van de auteur* van de data gevalideerd bij oplevering?
 - Is *datum van oplevering* bekend?
 - Er gebeurt ook een controle op niveau van Data:
 - Vindbaarheid:
 - Worden de aangegeven dataformaten ook effectief gebruikt (zijn de opgeladen bestanden valide)?
 - Zijn de vocabularia van ILS en BIM-modellen dezelfde?
 - Beschikbaarheid:
 - Hoe *'tool-onafhankelijk'* is de data?
 - Hoe groot is *de kloof om de data te importeren* in verschillende tools?
 - Leesbaarheid:
 - Is de aangeleverde data bezorgd in *neutrale en standaard dataformaten*?
 - Is de aangeleverde data *leesbaar in editeerbare tekst*?
 - Is de aangeleverde data *gevalideerd met een ILS*?
 - Is de aangeleverde data *gegeoreferenced*?
 - Interpreteerbaarheid:
 - Komt *de data overeen met wat gevraagd werd in de ILS*?
 - Betrouwbaarheid:
 - Zijn de BIM-modellen *beveiligd tegen aanpassingen*?
3. Rapportage van resultaat
- Noch de opgeladen data, noch de resultaten van de validatie, noch enige gebruikersdata worden bewaard op de server (GDPR vereiste).
 - Gegenereerde rapporten worden onmiddellijk teruggestuurd naar de Gebruiker, die de verantwoordelijkheid heeft deze op te slaan op de juiste manier en plek.
 - Statistische gegevens en logs (time stamps, gefaalde validaties, aantal bestanden opgeladen, aantal validaties over tijd, ed.) worden bijgehouden en zijn inzichtelijk voor de administrator van de server met het oog op onderhoud. Per validatie wordt procesdata bijgehouden (een log): volgnummer, tijdstip, aantal bestanden, bestandstypes, bestandsgroottes.

2.3 Algemene beperkingen

De BIM-validator is een script dat door elke gebruiker kan worden gebruikt zonder voorkennis over de functionaliteit. Bovendien is er geen ondersteuning van de ontwerpers van het systeem nodig. Het BIM-validator script wordt ter beschikking gesteld op een demonstratieserver.

Het script is inzetbaar op Windows 7 of hoger. De demonstratieserver is toegankelijk via Google Chrome 93.0 of hoger, alsook rechtstreeks via Postman. Mogelijke uitbreidingen op ondersteunde software omvatten Mozilla Firefox, Apple Safari en Microsoft Edge voor gebruikerstoegang, en Linux Ubuntu en MacOS voor het uitrollen van het systeem.

Data die opgeladen wordt in het systeem (script, server) wordt **NIET** bewaard. Het is dus de verantwoordelijkheid van de Gebruiker om zelf een verstandige databeheerstrategie te voorzien aan haar zijde. Wel worden statistische gegevens bijgehouden aan de server-zijde: hoeveel bestanden

worden opgeladen, wanneer, hoe lang duren de validaties, wat zijn bestandsgroottes, hoeveel validaties falen en slagen, etc. Geen gebruikersgevoelige data wordt bewaard.

2.4 Gebruikerskarakteristieken

In het project wordt verondersteld dat het BIM-Validator script gebruikt wordt door vier type gebruikers, namelijk een asset manager, een gewone burger, een ontwerper openbare ruimte, en een aannemer. Van elk van hen wordt verwacht dat zij een eigen archiveringsstrategie hebben voor duurzaam hergebruik. Het script maakt geen onderscheid tussen deze gebruikers. Elk kan de software gebruiken ter validatie van een aantal bestanden.

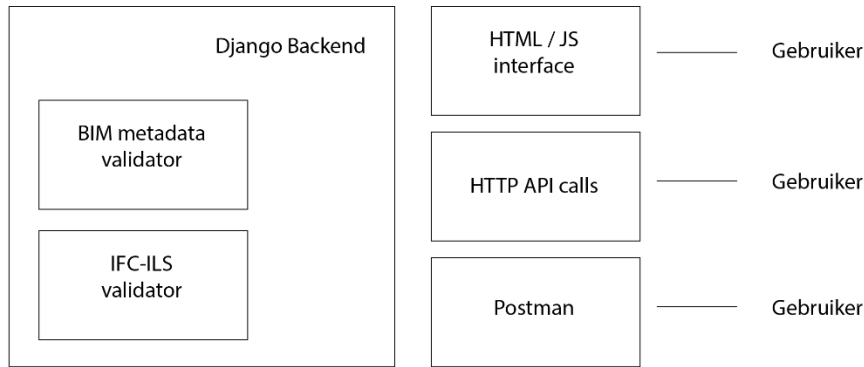
2.5 Beschrijving van omgeving

Er wordt gericht op het uitwerken van een microservice. Dankzij de opzet als webservice kan de tool op twee verschillende manieren gebruikt worden:

- als alleenstaande applicatie, of
- als een component die aan een open source (e-depot)-applicatie gehangen kan worden.

De BIM-Validatortool wordt uitgewerkt in een Python-script. Het bestaat uit een aantal delen (Fig. 1).

- Web service in Django:
 - o Een web service wordt ontwikkeld in Python Django. Op deze manier wordt een backend ontwikkeld die in staat is om bestanden (ZIP-folder, IFC-file, JSON-file, PDF-file) te ontvangen en deze te verwerken op een server (in de cloud of lokaal). De backend biedt dus een infrastructuur aan voor bestandscommunicatie (HTTP POST/GET) en rapportage (RETURN).
 - o De functionaliteit van de Django backend bestaat uit een Application Programming Interface (API) die beschikbaar is, en gedocumenteerd is adhv. swagger of vergelijkbaar. De verschillende API-functies laten verschillende validaties toe (metadata-check, data-check, IFC-check, etc.) en is dus modulair opgebouwd.
 - o Er wordt geen databank voorzien in de backend. Logging en rapportage gebeurt aan de hand van lokale bestandopslag op de server (.log).
 - o De Django backend is aanspreekbaar via Postman en de browser. Er wordt een minimale browserinterface voorzien in HTML + Javascript, maar die is enkel nuttig voor demonstratiedoeleinden. Het doel is dat de backend wordt ingebed of gebruikt in andere tools.
- File validators in losstaande Python-scripts:
 - o Metadata-validator: een alleenstaand Pythonscript wordt ontwikkeld die toelaat de verschillende metadata te evalueren en valideren. Dit Pythonscript wordt ingeladen door de Django backend, maar is in principe een alleenstaande softwarebibliotheek.
 - o BIM-validator: een alleenstaand Pythonscript wordt ontwikkeld die de IFC-bestanden kan valideren (1) op geldigheid (correctheid), en (2) op conformiteit met een machine-leesbaar ILS.



Figuur 1 - Systeemarchitectuur voor de BIM Validator tool.

2.6 Aannames en afhankelijkheden

2.6.1 Aannames

- Het succes van de validatie hangt sterk af van de *‘richtlijnen of handvaten voor duurzame archivering van ruimtelijke data’*. Er wordt aangenomen dat deze richtlijnen in een apart document worden opgesteld, op basis van voorgaande workshops (WP1), en concreet genoeg zijn zodat deze implementeerbaar zijn.
- Er wordt aangenomen dat de aangeboden voorbeelddata representatief is voor de doelscenario's.
- Er wordt aangenomen dat een server-omgeving beschikbaar is waarop deze tool kan uitgetest en opgeleverd worden.

2.6.2 Afhankelijkheden

Afhankelijkheden bestaan uit:

- Django framework voor de backend
- Javascript libraries voor de frontend
- IfcOpenShell voor het inlezen van IFC-bestanden
- Checksum-validators voor controle van originaliteit van bestanden

3. Specifieke Vereisten

In dit deel van het URD worden specifieke vereisten opgelijst die aangeven wat het systeem precies moet kunnen. Dit zijn testbare vereisten. Voor elke vereiste wordt aangegeven hoe belangrijk deze is, en hoe moeilijk deze te implementeren is.

4. Use Cases