

# Modelleerrapport

dinsdag 8 juli 2025 12:22

Het model laat toe om het maken, verwerken en interpreteren van thermografische scans van gebouwen mogelijk te maken. Dat proces verloopt zo (zie ook [Proces van scan tot advies](#)):

1. Opname
2. Calibratie
3. Beeldselectie
4. Detectie gevelelementen
5. Advies

Concreet vormen de resultaten vd ene stap input voor de andere. Daarbij komen nogal wat soorten data-elementen te pas zoals weergegeven in [Proces in BPMN](#):

- Observatie
- Video
- Adres
- Foto
- Gebouw
- Gevelelement
- Observatieverzameling
- Drempelwaarde
- ...

Een en ander leidt tot het [Huidig model](#) waarbij we, op Calibratie na, alle stappen in het proces beschouwen als Observaties en daarvoor worden uiteraard [ISO 19156 en SSN/SOSA](#) gebruikt. Met als resultaat volgende klassen (en afhangende klassen) in het model:

- [Observatie](#)
- [Sensor](#)
- [Object](#)
- [Systeem](#)

Aangevuld uit [SAREF](#), [OSLO-Gebouw](#), [ML-DCAT](#) en [IFC](#) met klassen zoals:

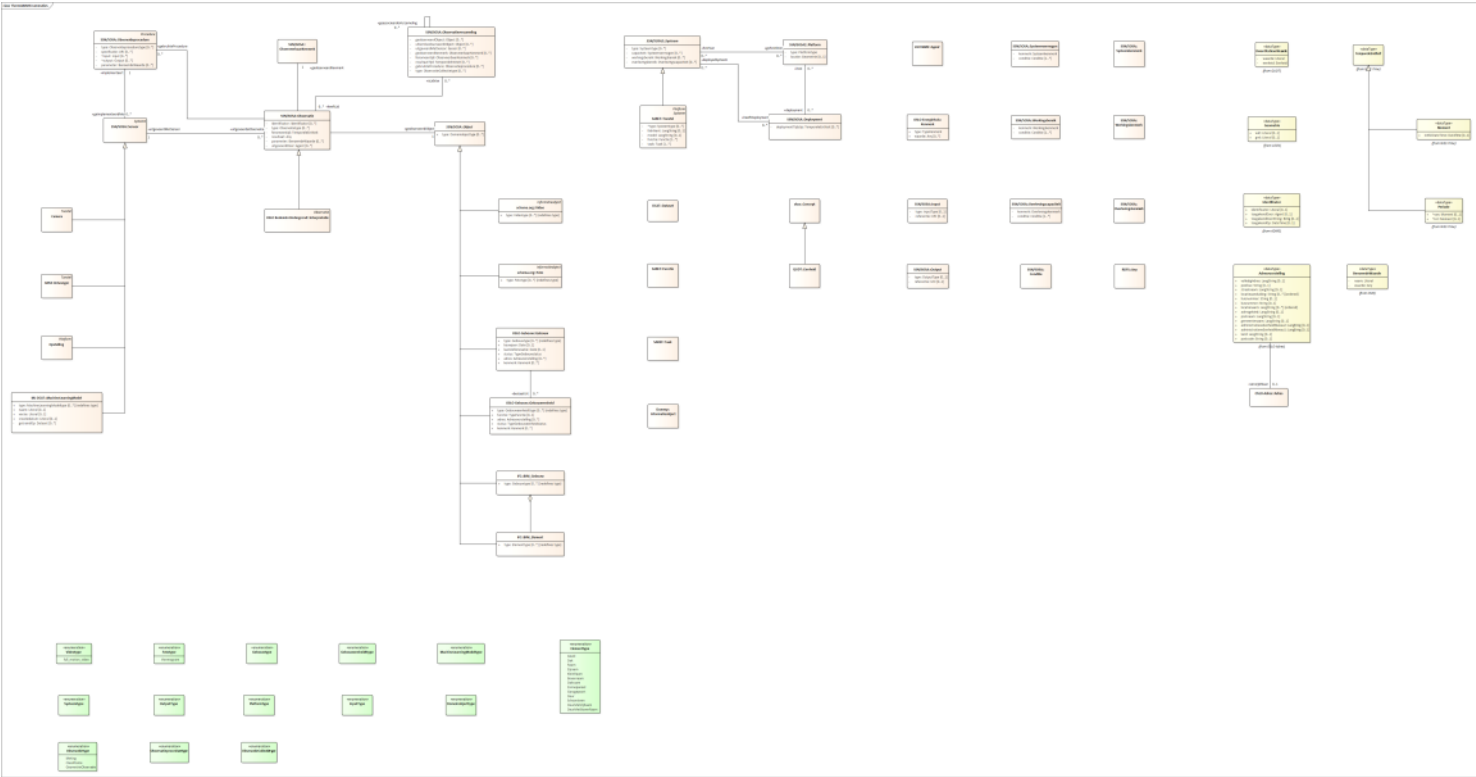
- [Toestel](#)
- [Gebouw & Gebouweenheid](#)
- [BIM-gebouw en BIM Gevelelement](#)

En [Diversen](#) for convenience..

Doordat alle klassen/datatypes en attributen/associaties herbruikt worden is geen VOC nodig.

# Huidig model

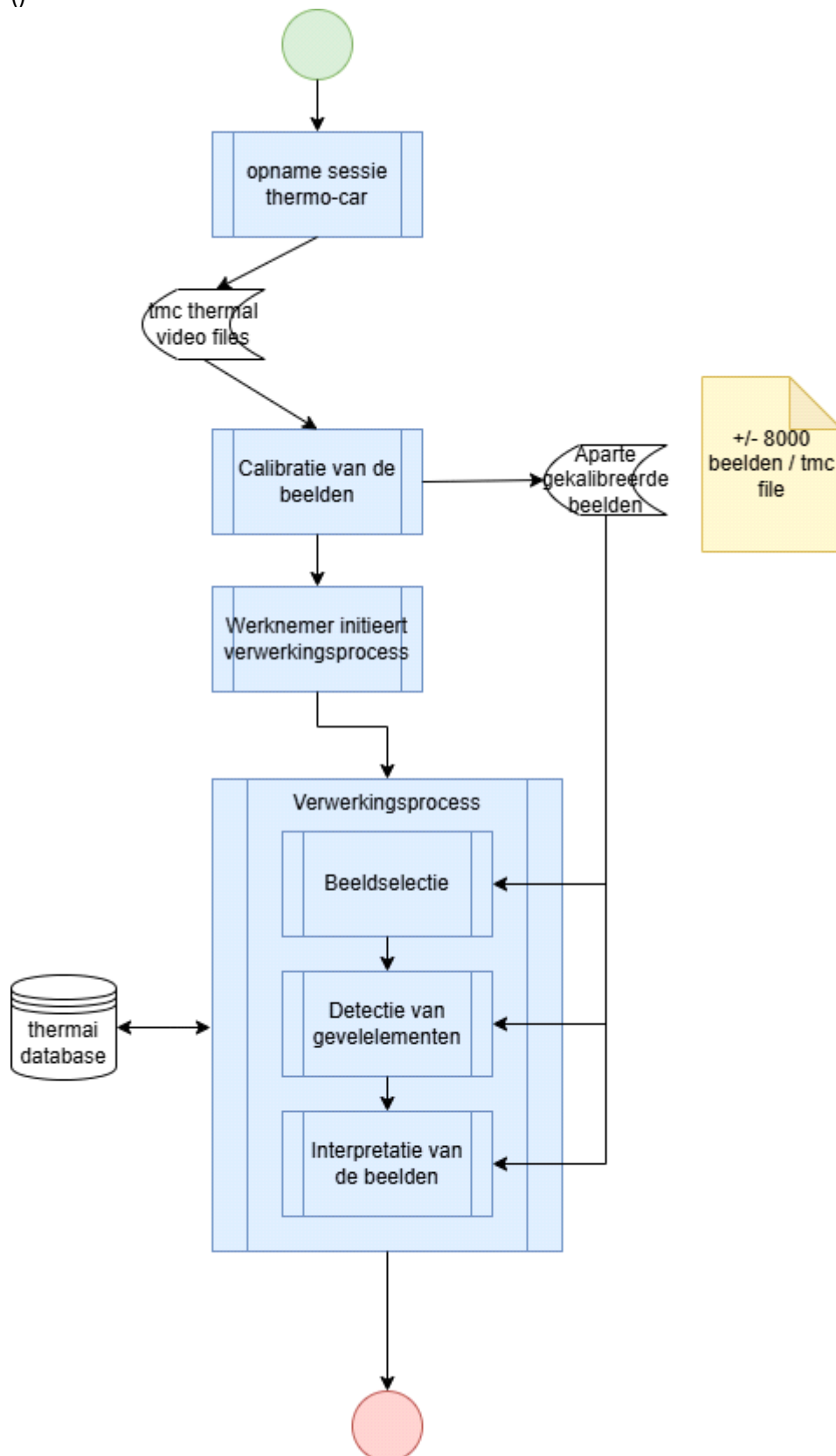
donderdag 24 april 2025 13:52



# Proces van scan tot advies

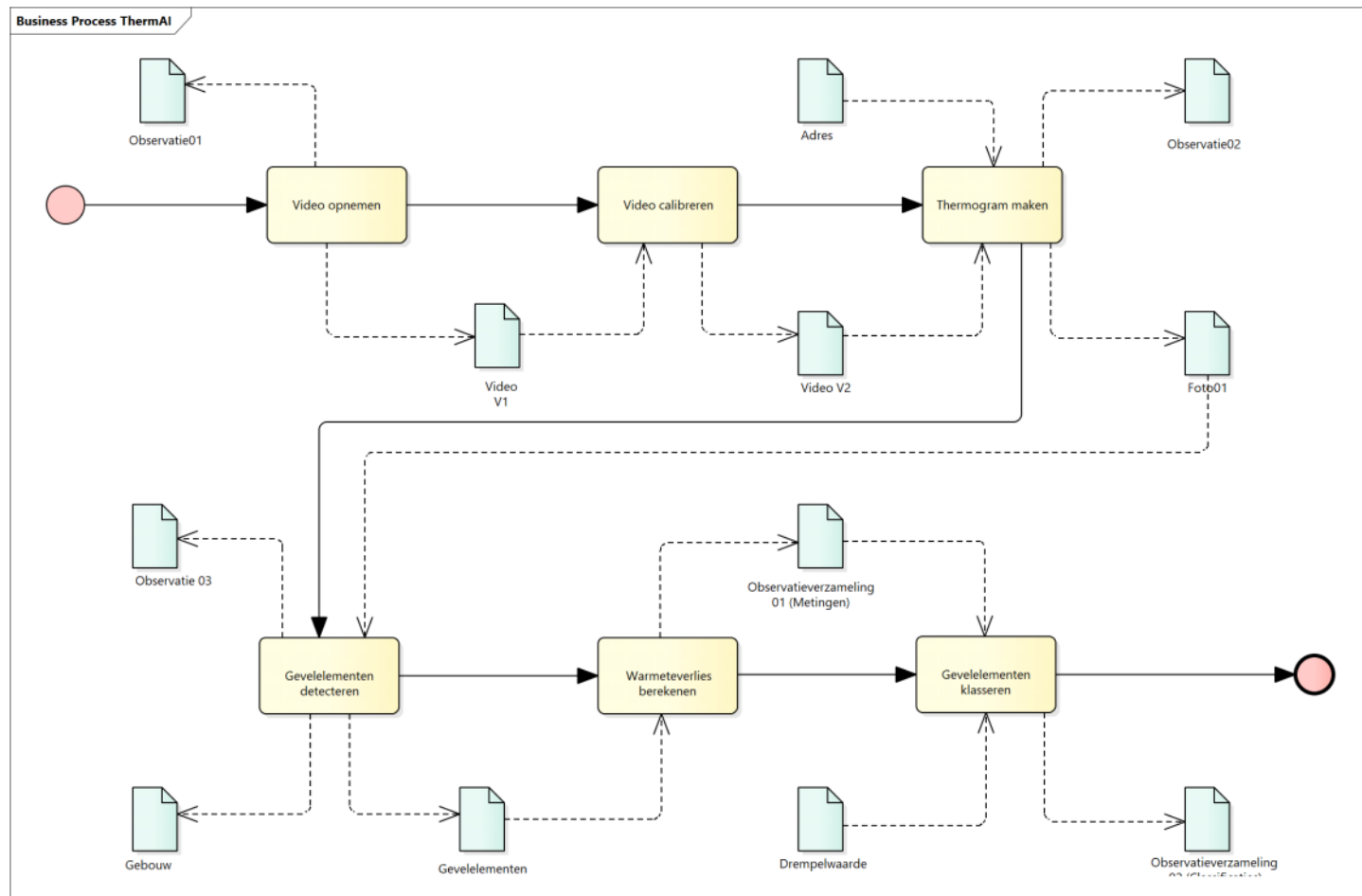
woensdag 30 april 2025 9:08

()



# Proces in BPMN

woensdag 7 mei 2025 11:37



# ISO 19156 en SSN/SOSA

dinsdag 8 juli 2025 16:01

Hierover dit:

- Ipv ons nog te baseren op [OSLO Observaties en metingen](#) en [OSLO Sensoren en Bemonstering](#) (resp gebaseerd op [ISO Observations & Measurements](#) en op [SSN/SOSA-2017](#)), gebruiken we hier [ISO Observations, Measurements & Samples](#) en de laatste versie van SSN/SOSA, nl [SSN/SOSA-2025](#).
- Gecombineerd vormen de OSLO standaarden een goede benadering van ISO OMS en SSN/SOSA-2025, alleen maken we beter gebruik van de meest recente en onderhouden uri's, aangevuld met nieuwe uri's voor de elementen die in OMS of OSLO voorkomen maar niet in SSN/SOSA-2025.
- Echter: SSN/SOSA-2025 is nog niet finaal, en een opvolger voor OSLO Observaties en Metingen en OSLO Sensoren en Bemonstering is er nu nog niet (zie [OMS](#) voor meer info). We namen wel al de uri's over van SSN/SOSA-2025 en voor de elementen die daarin ontbreken zochten we alvast een oplossing voor de uit OMS afkomstige attributen:

element	uri	Olduri
d=OMS::BenoemdeWaarde	<a href="https://schema.org/StructuredValue">https://schema.org/StructuredValue</a>	<a href="http://def.isotc211.org/iso19156/2011/Observation#NamedValue">http://def.isotc211.org/iso19156/2011/Observation#NamedValue</a>
d=OMS::BenoemdeWaarde a=naam	<a href="http://www.w3.org/ns/adms#identifier">http://www.w3.org/ns/adms#identifier</a>	<a href="http://def.isotc211.org/iso19156/2011/Observation#NamedValue.name">http://def.isotc211.org/iso19156/2011/Observation#NamedValue.name</a>
d=OMS::BenoemdeWaarde a=waarde	<a href="https://schema.org/value">https://schema.org/value</a>	<a href="http://def.isotc211.org/iso19156/2011/Observation#NamedValue.value">http://def.isotc211.org/iso19156/2011/Observation#NamedValue.value</a>
k=SSN/SOSA::Observatie a=parameter	<a href="https://dbpedia.org/ontology/influencedBy">https://dbpedia.org/ontology/influencedBy</a>	<a href="http://def.isotc211.org/iso19156/2011/Observation#OM_Observation.parameter">http://def.isotc211.org/iso19156/2011/Observation#OM_Observation.parameter</a>

En deze die door OSLO ooit zijn toegevoegd:

element	uri	olduri
k=OSLO-SSN:Observatie a=uitgevoerdDoor	<a href="http://purl.org/dc/terms/contributor">http://purl.org/dc/terms/contributor</a>	<a href="https://data.vlaanderen.be/ns/observaties-en-metingen#Observatie.uitgevoerdDoor">https://data.vlaanderen.be/ns/observaties-en-metingen#Observatie.uitgevoerdDoor</a>
k=SSN/SOSA::Observatieprocedure a=specificatie	<a href="http://purl.org/dc/terms/references">http://purl.org/dc/terms/references</a>	<a href="https://data.vlaanderen.be/ns/sensoren-en-bemonstering#Observatieprocedure.specificatie">https://data.vlaanderen.be/ns/sensoren-en-bemonstering#Observatieprocedure.specificatie</a>
k=SSN/SOSA::Observatiesprocedure a=parameter	<a href="https://dbpedia.org/ontology/influencedBy">https://dbpedia.org/ontology/influencedBy</a>	<a href="https://data.vlaanderen.be/ns/sensoren-en-bemonstering#Observatieprocedure.parameter">https://data.vlaanderen.be/ns/sensoren-en-bemonstering#Observatieprocedure.parameter</a>

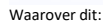
- Bij de overgang van SSN/SOSA-2017 naar SSN/SOSA-2025 zijn een aantal bestaande SSN/SOSA-2017 uri's ook aangepast nl:

element	uri	olduri
k=OSLO-OMS::Observatieprocedure	<a href="http://www.w3.org/ns/sosa/oms/ObservingProcedure">http://www.w3.org/ns/sosa/oms/ObservingProcedure</a>	<a href="http://www.w3.org/ns/sosa/om#ObservationProcedure">http://www.w3.org/ns/sosa/om#ObservationProcedure</a>
k=OSLO-OMS::Observatieprocedure a=input	<a href="http://www.w3.org/ns/sosa/hasInput">http://www.w3.org/ns/sosa/hasInput</a>	<a href="http://www.w3.org/ns/ssn/hasInput">http://www.w3.org/ns/ssn/hasInput</a>
k=OSLO-OMS::Observatieprocedure a=output	<a href="http://www.w3.org/ns/sosa/hasOutput">http://www.w3.org/ns/sosa/hasOutput</a>	<a href="http://www.w3.org/ns/ssn/hasOutput">http://www.w3.org/ns/ssn/hasOutput</a>
k=OSLO-OMS::Observatieprocedure r=geïmplementeerdMet k=OSLO-OMS::Sensor	<a href="http://www.w3.org/ns/sosa/implementedBy">http://www.w3.org/ns/sosa/implementedBy</a>	<a href="http://www.w3.org/ns/ssn/implementedBy">http://www.w3.org/ns/ssn/implementedBy</a>
k=OSLO-OMS::Sensor r=implementeert k=OSLO-OMS::Observatieprocedure	<a href="http://www.w3.org/ns/sosa/implements">http://www.w3.org/ns/sosa/implements</a>	<a href="http://www.w3.org/ns/ssn/implements">http://www.w3.org/ns/ssn/implements</a>

- Bij de overgang van ISO OM naar ISO OMS is de indeling van Observaties volgens resultaattype ook niet langer gerealiseerd dmv subklassen maar dmv een codelijst + constraints. De indeling in subklassen zag er zo uit:



dinsdag 8 juli 2025 16:02

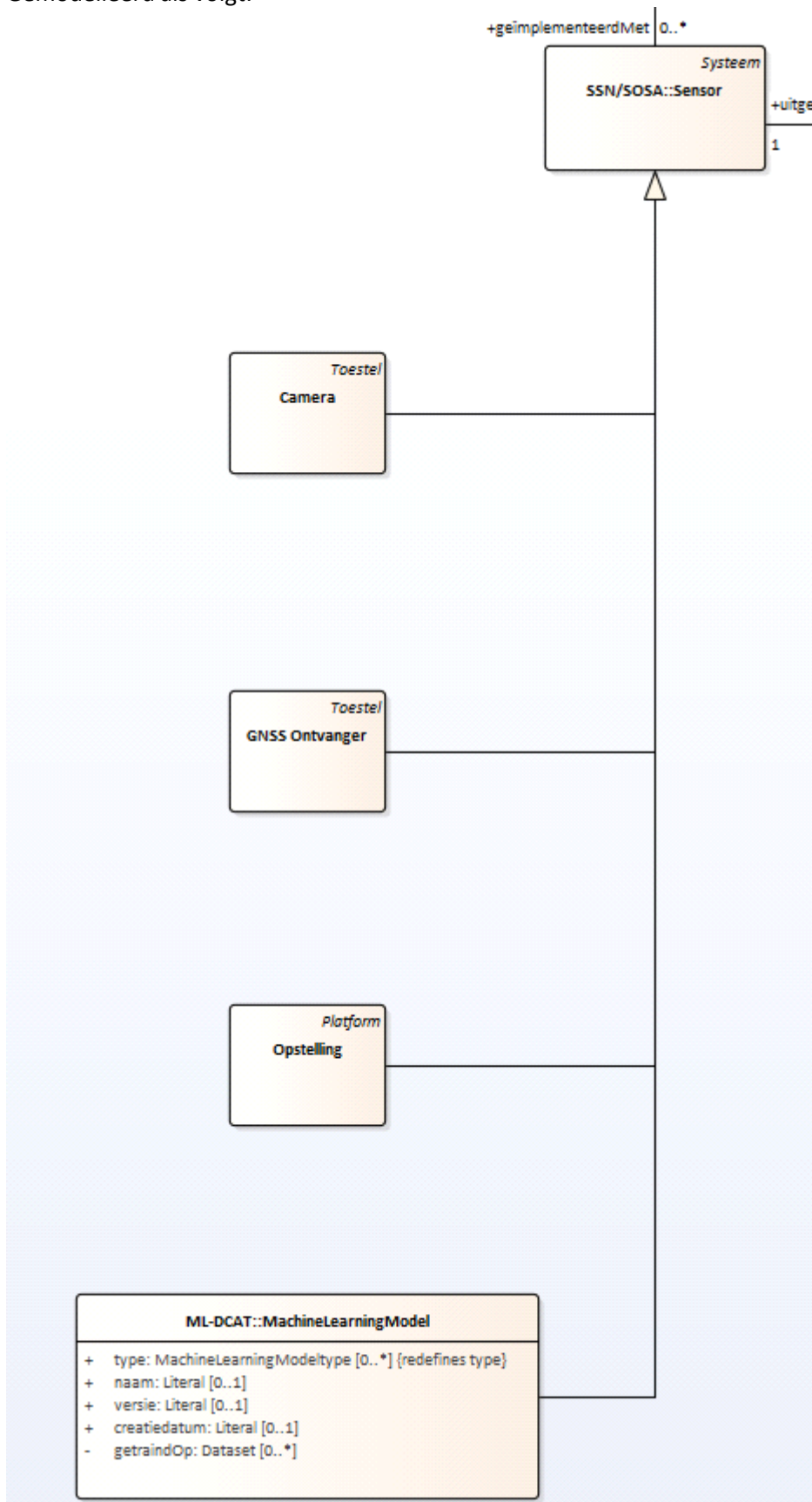


- ThermAI Pagina 7

# Sensor

dinsdag 8 juli 2025 16:02

Gemodelleerd als volgt:



Waarover dit:

- Om het even welke Sensor kan worden gebruikt, maar in de context van thermografische gebouwanalyse kwamen volgende objecttypes naar voor:
  - Camera



- GNSS Ontvanger
- Opstelling
- MachineLearningModel
- De Camera is de Sensor waarmee de thermografische video wordt opgenomen, typisch een zgn Full motion Video, ttz een Video waarbij voor elk frame de geografische positie wordt opgetekend.
- Om die positie te bepalen is ook een GPS nodig, hier generieker gemodelleerd als GNSS Ontvanger.
- Beide klassen werden gemodelleerd als subklasse van Toestel zodat kenmerken zoals fabrikant, model edm kunnen worden vastgelegd, zie [Systeem, Toestel en Platform](#).
- Camera en ontvanger worden typisch gemonteerd op een rek op een voertuig, we modelleren dit als Opstelling, een subklasse van Platform. Dit laat toe om te documenteren welke configuratie van Camera en GNSS (en evt bijkomende Toestellen) is gebruikt voor de opname vd thermografische video (zie [Systeem, Toestel en Platform](#)).
- De klasse MachineLearnigModel komt uit [ML-DCAT](#) en laat toe om aan te geven dat AI gebruikt werd voor een Observatie.
- OPMERKING: De subklassen zijn op vraag van de stakeholders voorzien. Alternatief voor Camera/GNSS Ontvanger/Opstelling als subklassen van Sensor/Toestel/Platform zou een codelijst zijn ipv subklassen en double typing (meervoudige classificatie) in de data ipv meerdere superklassen (meervoudige overerving) in het model. Bvb als volgt:

```
{
  "@graph": [
    {
      "@type": "Observatie",
      "Observatie.uitgevoerdMetSensor": {
        "@type": [
          "Sensor",
          "Toestel"
        ],
        "Systeem.type":
"http://example.com/concept/sensortype/camera",
        "Toestel.fabrikant": {
          "@value": "LEICA",
          "@language": "nl"
        }
      }
    }
  ]
}
```

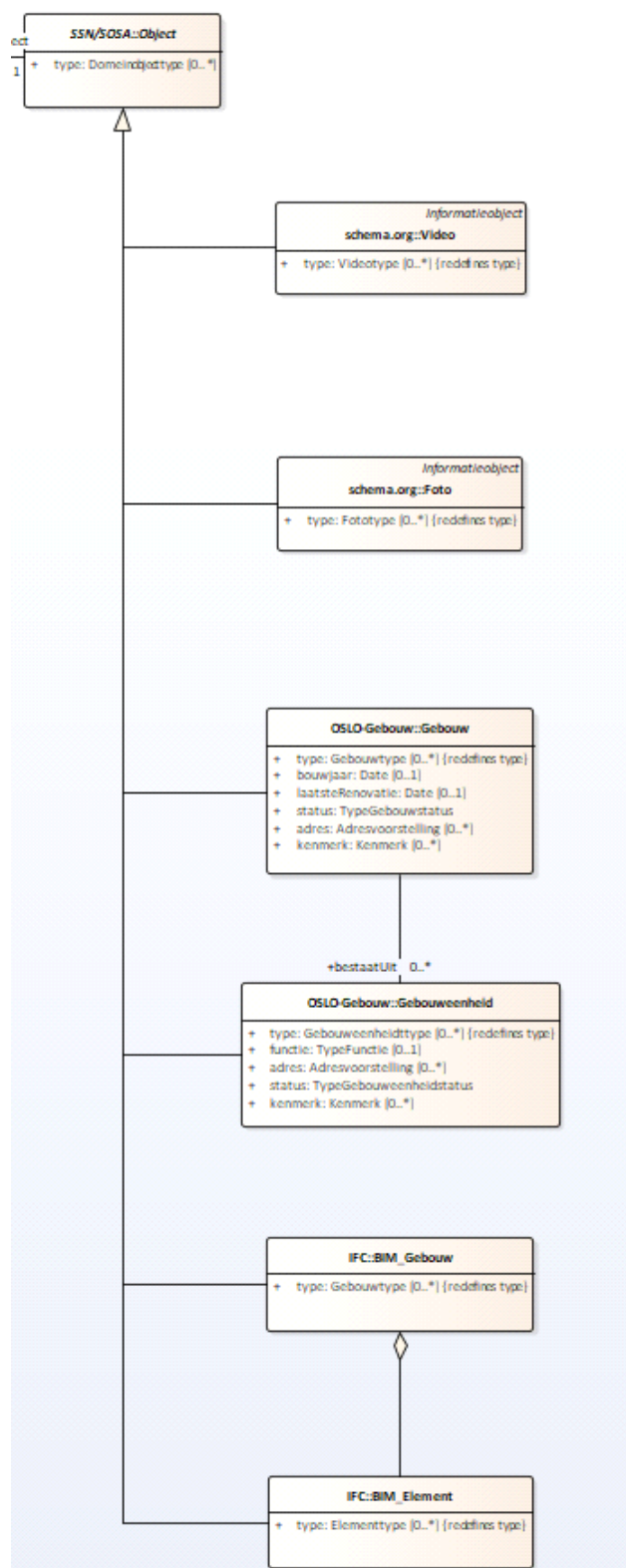
Bij gebruik van subklassen met meerdere superklassen volstaat dit:

```
{
  "@graph": [
    {
      "@type": "Observatie",
      "Observatie.uitgevoerdMetSensor": {
        "@type": "Camera",
        "Toestel.fabrikant": {
          "@value": "LEICA",
          "@language": "nl"
        }
      }
    }
  ]
}
```

# Object

dinsdag 8 juli 2025 16:03

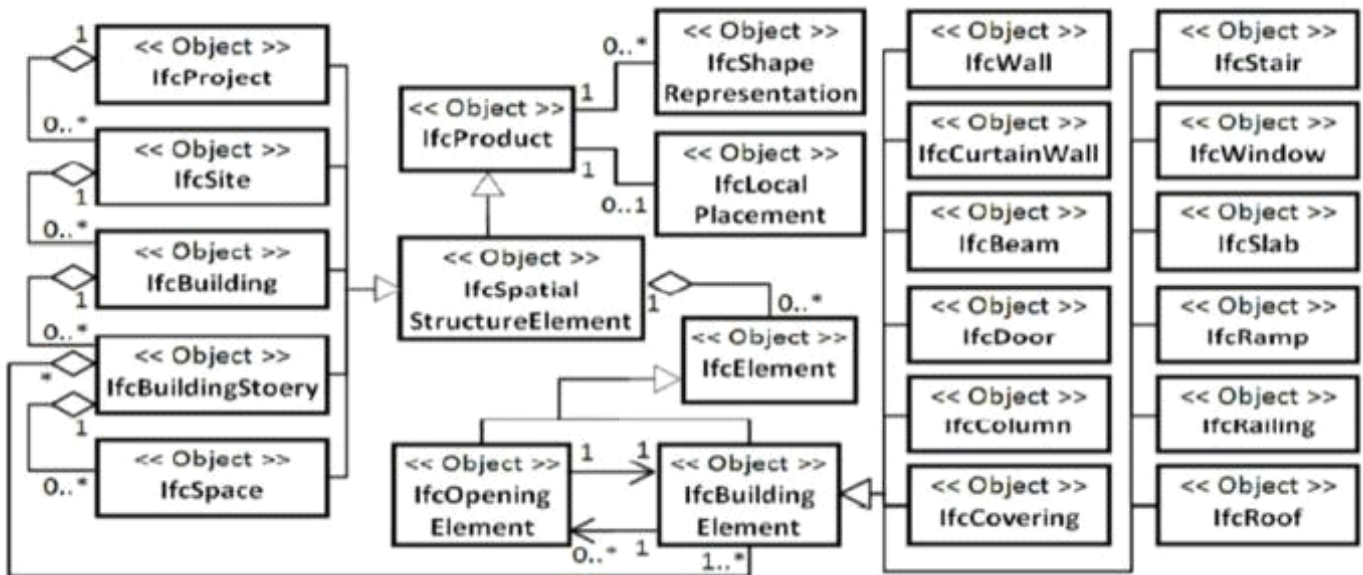
Gemodelleerd als volgt:



Hierover dit:

- Om het even welk Object kan worden geobserveerd, maar in de context van thermografische gebouwanalyse kwamen volgende objecttypes naar voor:
  - Video
  - Foto
  - Gebouw/Gebouweenheid
  - Gebouw/element
- De Video is typisch de thermografische FullMotionVideo die met de camera- en gps- opstelling op een voertuig wordt gemaakt.

- Daaruit wordt typisch door georeferentie van een adres een Foto geëxtraheerd (ttz 1 frame uit de Video), de thermografische scan van het gebouw waarmee het adres overeenstemt.
- Video en Foto zijn hebben als extra superklasse Informatieobject uit [CIDOC-CRM](#) (zie ook [OSLO Cultureel Erfgoed](#) en [OSLO Cultureel erfgoed Basisregistratie](#)). Dat laat toe om ze te beschrijven volgens die standaard of afgeleiden daarvan zoals [LRM](#). Zie [Datavoorbeeld opname](#) en [Datavoorbeeld beeldselectie](#)
- Gebouw en Gebouweenheid zijn klassen afkomstig uit [OSLO Gebouwenregister](#) en zijn bedoeld om administratieve naar Gebouwen/Gebouweenheden te verwijzen. Zie [Datavoorbeeld detectie gevelelementen](#) en [Datavoorbeeld advies](#).
- Om een Gebouw/Gebouweenheid eerder als digital twin vh origineel te kunnen behandelen voegden we BIM\_gebouw en BIM\_Element toe (waarbij BIM staat voor Building Information Model). Deze objecten komen uit de [Industry Foundation Classes](#) (IFC), een standaard gebaseerd op ISO 16739 om zgn "built assets" te beschrijven.
- Het IFC-model ziet eruit als volgt:



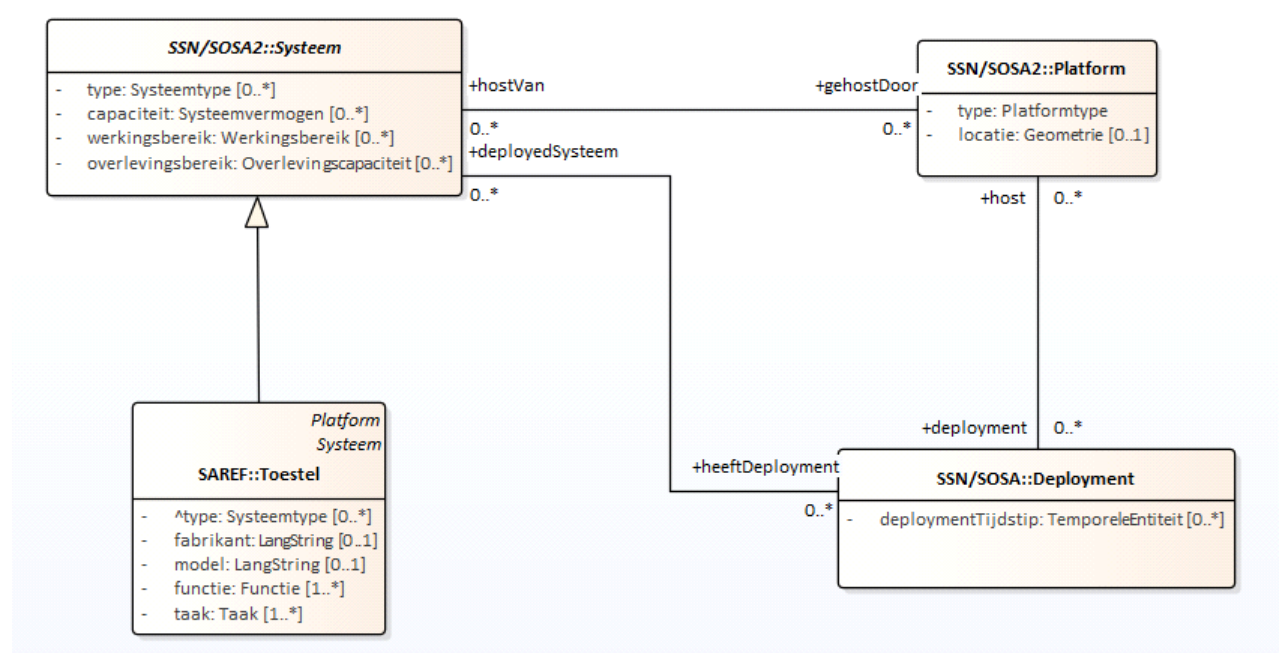
En BIM\_Gebouw mapt op IfcBuilding en BIM\_Element op IfcElement. Uri's zijn afkomstig uit de [ifcOML ontology](#).

- Zie [Datavoorbeeld detectie gevelelementen](#) voor een gebruiksvoorbeeld.

# Systeem, Toestel en Platform

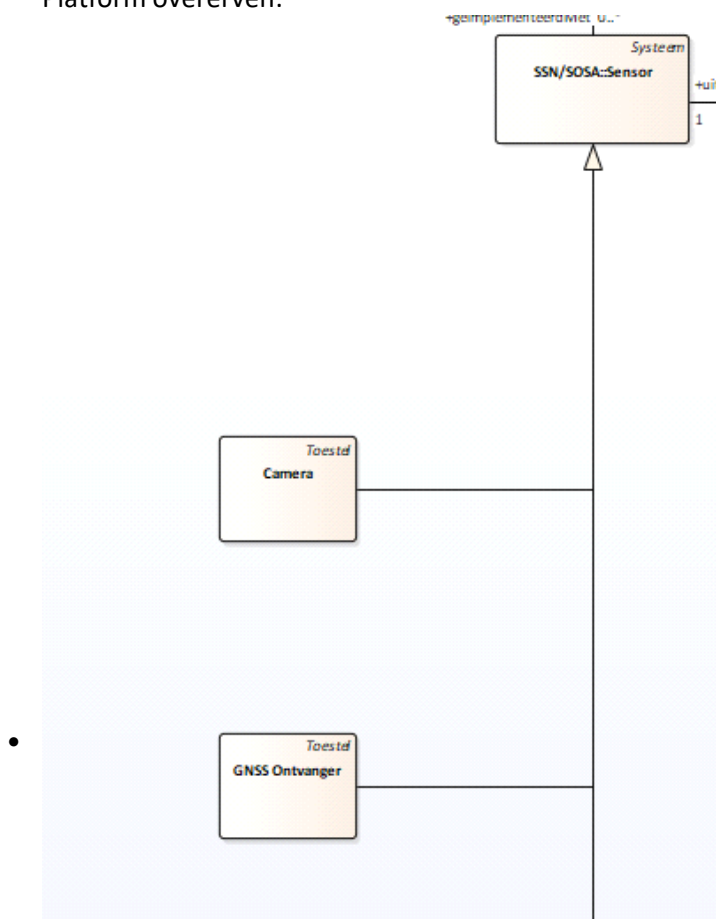
dinsdag 8 juli 2025 16:02

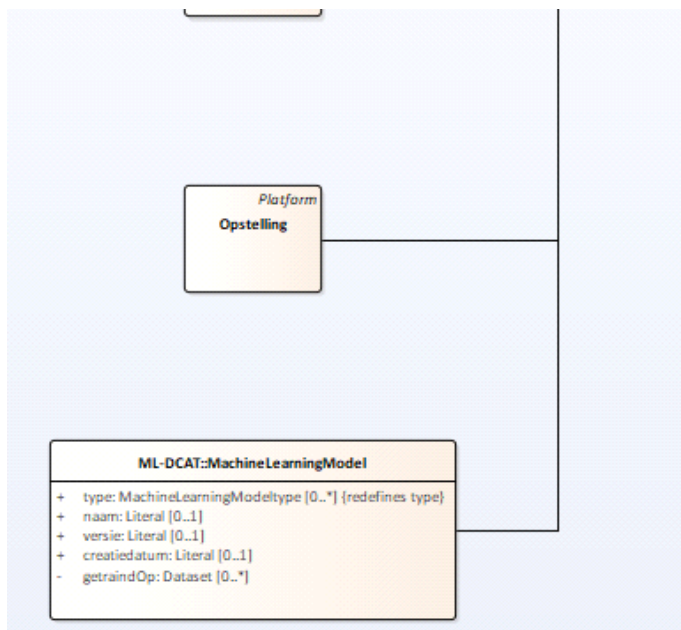
Als volgt gemodelleerd:



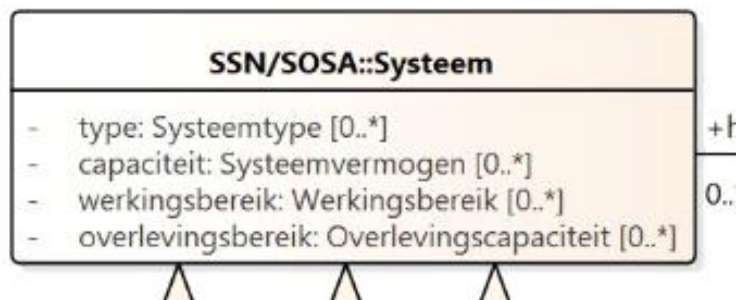
Hierover dit:

- Systeem is in SSN/SOSA de superklasse voor klassen als:
  - Sensor
  - Bemonsteraar
  - Aansturingssysteem
- In deze context komt enkel Sensor voor waarvan de subklassen (Camera etc, zie [Sensor](#)) hierdoor ook Systemen zijn waardoor ze attributen zoals type of links naar Deployment of Platform overerven:





- Voor meer detail over de klasse Systeem zie bvb [Sensoren en Bemonstering \(Applicatieprofiel\)](#) of [SSN/SOSA-2017](#) waarop dat AP gebaseerd is:

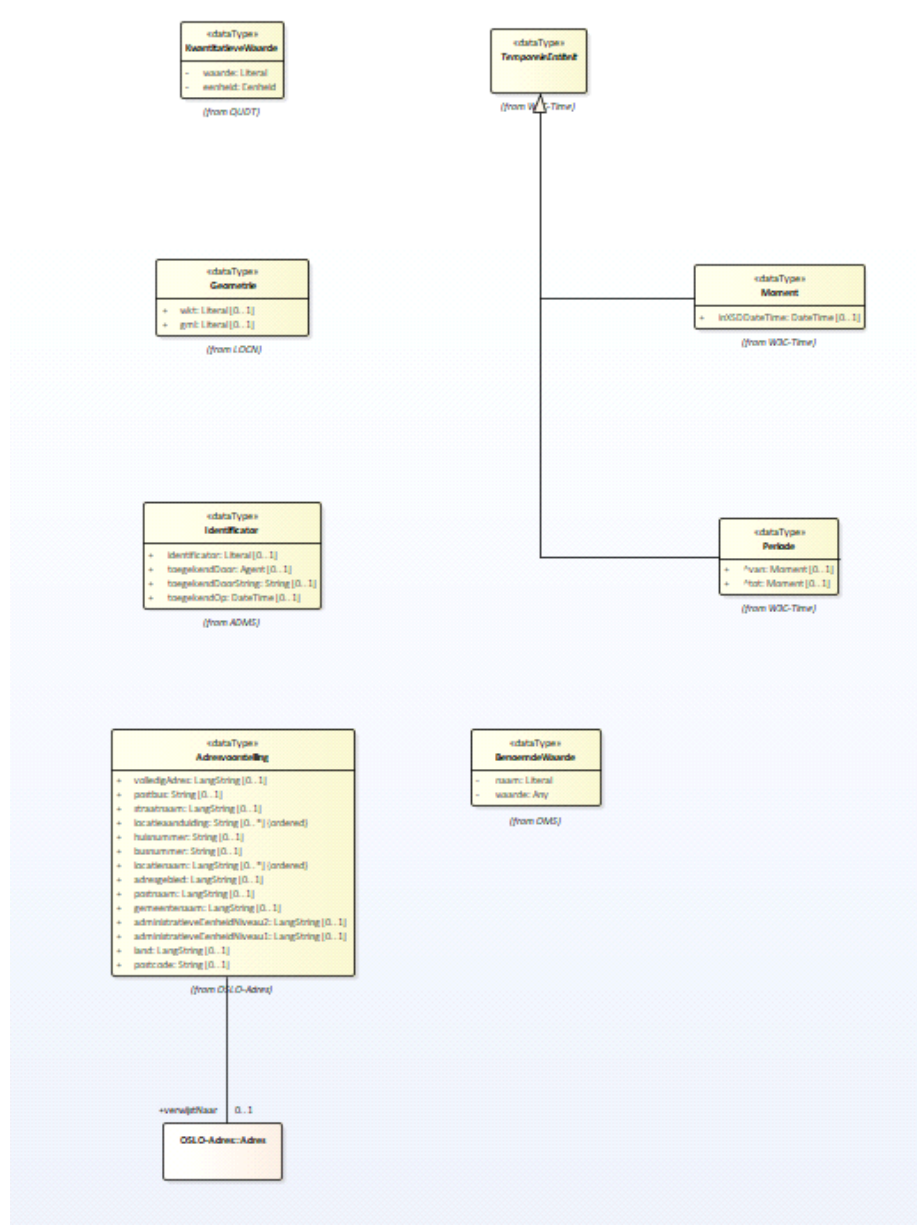


- De klasse biedt de mogelijkheid om dingen zoals resolutie van bvb een camera (vb van een Systeemvermogen) of vereiste netspanning (vb van een Werkingsbereik) etc te gaan beschrijven.
- Platform heeft tot doel om aan te geven waarop een Systeem gemonteerd is, in deze context bvb de Opstelling (Platform) waarop de Camera (Sensor) en GNSS Ontvanger (Sensor) gemonteerd zijn.
- De klasse Deployment kan worden gebruikt om aan te geven wanneer welke Sensoren en/of Platformen in gebruik zijn genomen.
- We voegden SAREF:Toestel toe als subklasse van Systeem, wat toelaat om Sensoren meervoudig te klasseren, nl als Sensor en als Toestel. We beschouwen een Toestel tegelijk ook als een Platform waarop dan bvb andere Toestellen gemonteerd kunnen zijn.

# Diversen

dinsdag 8 juli 2025 17:39

Als volgt gemodelleerd:



Het gaat hier over klassen zoals:

- KwantitatieveWaarde
- Geometrie
- Adresvoorstelling
- TemporeleEntiteit
- Identifier

Resp ontleend aan:

- KwantitatieveWaarde: [QUDT](#)
- Geometrie: [Locn](#) + [GeoSparql](#)
- Adresvoorstelling: [Locn](#) + [OSLO-Adres](#)
- TemporeleEntiteit: [Time Ontology](#)
- Identifier: [ADMS](#)

# Datavoorbeeld warmteverlies woning

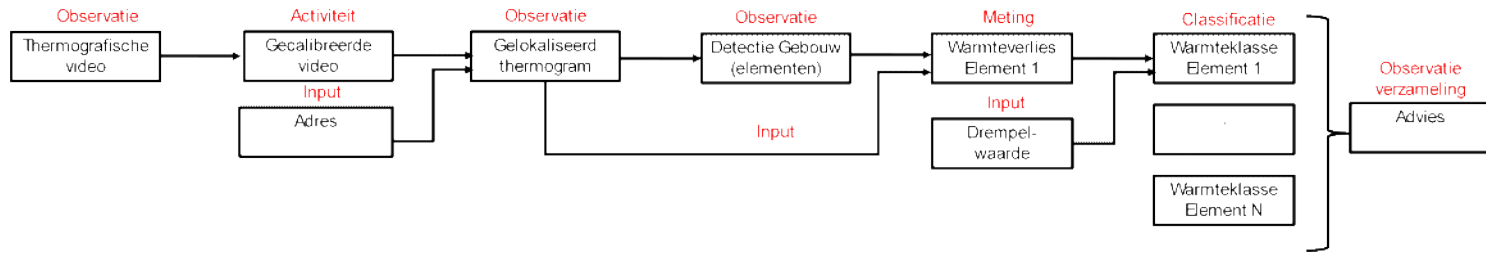
dinsdag 29 april 2025 9:35

()

Gegeven het [Proces van scan tot advies](#) krijgen we we volgende datavoorbeelden:

- [Datavoorbeeld opname](#)
- [Datavoorbeeld calibratie](#)
- [Datavoorbeeld beeldselectie](#)
- [Datavoorbeeld detectie gevelelementen](#)
- [Datavoorbeeld advies](#)

Gerealiseerd met volgende objecten:



# Datavoorbeeld opname

woensdag 30 april 2025 10:59

```
()
{
  "@context": [
    {
      "LRMoo": "http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmoo/",
      "weg": "https://data.vlaanderen.be/ns/weg#",
      "Entiteit.identificator": "http://www.w3.org/ns/adms#identifier",
      "Entiteit.type": "http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P2",
      "EntiteitType": "http://www.w3.org/2004/02/skos/core#Concept"
    }
  ],
  "@graph": [
    {
      "@id": "_:OBS001",
      "@type": "Observatie",
      "Observatie.geobserveerdKenmerk": "https://data.vlaanderen.be/kenmerktype/temperatuurverschil",
      "Observatie.geobserveerdObject": {
        "@type": "weg:Wegsegment"
      },
      "Observatie.resultaat": "_:ITM001",
      "Observatie.uitgevoerdMetSensor": "_:OPS001"
    },
    {
      "@id": "_:ITM001",
      "@type": [
        "Video",
        "LRMoo:F5_Item"
      ],
      "Entiteit.identificator": {
        "@type": "Identificator",
        "Identificator.identificator": {
          "@value": "video123.jpg",
          "@type": "https://example.com/identificatortype/bestandsnaam"
        }
      },
      "LRMoo:R7_exemplifies": "_:MAN001"
    },
    {
      "@id": "_:MAN001",
      "@type": "LRMoo:F3_Manifestation",
      "Entiteit.type": {
        "@id": "https://example.com/entiteittype/full\_motion\_video",
        "@type": "EntiteitType"
      },
      "LRMoo:R69_has_physical_form": "https://example.com/bestand/mp4"
    },
    {
      "@id": "_:OPS001",
      "@type": "Opstelling",
    }
  ]
}
```



```

        "Platform.hostVan": [
            "_:CAM001",
            "_:GPS001"
        ],
        {
            "@id": "_:CAM001",
            "@type": "Camera",
            "Systeem.type":
"https://example.com/systeemtype/thermographic\_measurement\_camera"
        },
        {
            "@id": "_:GPS001",
            "@type": "GNSS Ontvanger"
        }
    ]
}

```

# Datavoorbeeld beeldselectie

woensdag 30 april 2025 11:53

```
()
{
  "@context": [
    "https://data.vlaanderen.be/context/adresregister.jsonld",
    {
      "LRMoo": "http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmoo/",
      "geosparql": "http://www.opengis.net/ont/geosparql#",
      "Entiteit.identificator":
"http://www.w3.org/ns/adms#identificator",
      "Entiteit.type": "http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P2\_has\_type",
      "EntiteitType": "http://www.w3.org/2004/02/skos/core#Concept"
    }
  ],
  "@graph": [
    {
      "@id": "_:OBS002",
      "@type": "Observatie",
      "Observatie.geobserveerdKenmerk":
"https://example.com/kenmerktype/thermogram op gegeven adres",
      "Observatie.geobserveerdObject": "_:ITM002",
      "Observatie.resultaat": "_:ITM003",
      "Observatie.gebruikteProcedure": {
        "@type": "Observatieprocedure",
        "Observatieprocedure.type":
"https://example.com/observatieproceduretype/ruimtelijke overlay",
        "Observatieprocedure.input":
"https://data.vlaanderen.be/id/adres/3706808"
      },
      "Observatie.uitgevoerdMetSensor": {
        "@type": "Sensor",
        "Systeem.type": "https://example.com/systeemtype/gis"
      }
    },
    {
      "@id": "_:ITM003",
      "@type": [
        "Foto",
        "LRMooF5_Item"
      ],
      "Entiteit.identificator": {
        "@type": "Identificator",
        "Identificator.identificator": {
          "@value": "thermogram456.jpg",
          "@type":
"https://example.com/identificatortype/bestandsnaam"
        }
      },
      "LRMoo:R7_exemplifies": "_:MAN003"
    },
    {
      "@id": "_:MAN003",
      "@type": "LRMoo:F3_Manifestation",
      "Entiteit.type": {
        "@id": "https://example.com/entiteittype/thermogram",

```

```

        "@type": "EntiteitType"
      },
      "LRMoo:R69_has_physical_form":
"https://example.com/bestand/jpg"
    },
    {
      "@id": "https://data.vlaanderen.be/id/adres/3706808",
      "@type": "Adres",
      "straatnaam": {
        "@id":
"https://api.basisregisters.vlaanderen.be/v2/straatnamen/70746",
        "@type": "Straatnaam",
        "Straatnaam.straatnaam": {
          "@value": "Koningin Maria Hendrikaplein",
          "@language": "nl"
        }
      },
      "Adres.huisnummer": "70",
      "positie": {
        "@type": "Geometrie",
        "Geometrie.gml": {
          "@value": "<gml:Point srsName=\"https://www.opengis.net/def/crs/EPSG/0/31370\" xmlns:gml=\"http://www.opengis.net/gml/3.2\"><gml:pos>103664.60 192046.67</gml:pos></gml:Point>",
          "@type": "geosparql:gmlliteral"
        }
      }
    }
  ]
}

```

# Datavoorbeeld detectie gevelelementen

woensdag 30 april 2025 13:38

```
()
{
  "@context": [
    {
      "ifc": "https://standards.buildingsmart.org/IFC/DEV/IFC4/ADD2\_TC1/OWL#",
      "SpatialElement.relContainedInSpatialStructure": {
        "@reverse":
"ifc:relatingStructure__IfcRelContainedInSpatialStructure"
      }
    },
    "@graph": [
      {
        "@id": "_:OBS003",
        "@type": "Observatie",
        "Observatie.geobserveerdKenmerk":
"https://example.com/kenmerktype/gebouwelement",
        "Observatie.geobserveerdObject": "_:ITM003",
        "Observatie.resultaat": "_:GEB001",
        "Observatie.gebruikteProcedure": {
          "@type": "Observatieprocedure",
          "Observatieprocedure.type":
"https://example.com/concept/observatieproceduretype/objectherkenning"
        },
        "Observatie.uitgevoerdMet": {
          "@type": "MachineLearningModel",
          "MachineLearningModel.type":
"https://example.com/concept/sensortype/convolutional\_neural\_network",
          "MachineLearningModel.getraindOp": "_:OV001"
        }
      },
      {
        "@id": "_:GEB001",
        "@type": "BIM_Gebouw",
        "SpatialElement.relContainedInSpatialStructure": {
          "@type": "ifc:RelContainedInSpatialStructure",
          "ifc:relatedElements_IfcRelContainedInSpatialStructure": [
            "_:VEN001",
            ""
          ]
        }
      },
      {
        "@id": "_:VEN001",
        "@type": "ifc:IfcWindow"
      },
      {
        "@id": "_:OV001",
        "@type": [
          "Dataset",
          "Observatieverzameling"
        ]
      }
    ]
  ]
}
```

# Datavoorbeeld advies

woensdag 30 april 2025 13:45

```
()
{
  "@context": [],
  "@graph": [
    {
      "@id": "_:OBV001",
      "@type": "Observatieverzameling",
      "Observatieverzameling.geobserveerdObject": "GEB001",
      "Observatie.geobserveerdKenmerk":
"https://example.com/concept/kenmerktype/warmteverliesklasse",
      "Observatieverzameling.heeftLid": [
        "_:OBS005",
        ""
      ]
    },
    {
      "@id": "_:OBS005",
      "@type": "Observatie",
      "Observatie.type": "https://example.com/concept/observatietype/classificatie",
      "Observatie.geobserveerdKenmerk":
"https://example.com/concept/kenmerktype/warmteverliesklasse",
      "Observatie.geobserveerdObject": "_:VEN001",
      "Classificatie.resultaat":
"https://example.com/concept/warmteverliesklasse/hoog",
      "Observatie.observatieprocedure": {
        "@type": "Observatieprocedure",
        "Observatieprocedure.input": [
          "_:OBS004",
          "_:INP001"
        ]
      }
    },
    {
      "@id": "_:OBS004",
      "@type": "Observatie",
      "Observatie.type": "https://example.com/concept/observatietype/meting",
      "Observatie.geobserveerdKenmerk":
"https://example.com/concept/kenmerktype/warmteverlies",
      "Observatie.geobserveerdObject": "_:VEN001",
      "Meting.resultaat": {
        "@type": "KwantitatieveWaarde",
        "KwantitatieveWaarde.waarde": 3.75,
        "KwantitatieveWaarde.eenheid": {
          "@id": "http://qudt.org/vocab/unit/DEG\_C",
          "@type": "Eenheid"
        }
      }
    },
    {
      "Observatie.observatieprocedure": {
        "@type": "Observatieprocedure",
        "Observatieprocedure.input": [
          "_:OBS003",
          "_:ITM003"
        ]
      }
    }
  ]
}
```

```

    }
  },
  {
    "@id": "_:INP001",
    "@type": "Input",
    "Input.type":
"https://example.com/concept/inputtype/warmteverlies drempelwaarde",
    "Input.referentie": {
      "@type": "KwantitatieveWaarde",
      "KwantitatieveWaarde.waarde": 3.5,
      "KwantitatieveWaarde.eenheid": {
        "@id": "http://qudt.org/vocab/unit/DEG C",
        "@type": "Eenheid"
      }
    }
  }
]
}

```