

3512250002 "WG - Regels voor informatiemodellering van de Gebouwde Omgeving"**NEN 2660-1 - Versie 0.4 d.d. 2019-06-23**

Document type: Other meeting document

Datum van document: 2019-06-24

Reactie NL: MEET

Reactie voor (datum): 2019-06-27

Opmerking secretaris:

E-mailadres secretariaat: rob.kotte@nen.nl

Commissie webadres: <https://isolutions.iso.org/ecom/livelink/open/60717766>

Nederlandse norm (concept)

NEN 2660-1 (nl)

Regels voor conceptuele modellering van gebruik en levenscyclus van de gebouwde omgeving – Deel 1: Termen, definities en algemene regels

Rules for conceptual modeling of usage and lifecycle of the built environment – Part 1: Terminology, definitions and general rules

Vervangt: NEN 2660:1996+C2:1997
ICS 01.040.91;91.040 (klopt dit nog?)

Normcommissie 351225 “Orderingsregels voor gegevens in de bouw”
Mick Baggen, rapporteur
2019-05-28
Versie 0.4b

Documenthistorie

Versie 0.1	2018-07-13	Eerste versie t.b.v. WG meeting
Versie 0.2	2018-11-07	Tekst niet verspreid, alleen navigeerbaar UML model en Excelsheet
Versie 0.3	2019-02-13	Derde versie t.b.v. WG meeting
Versie 0.4b	2019-05-28	Herstructurering hoofdstuk 4, alleen regels. Reviewcommentaar verwerkt voor zover mogelijk binnen de nieuwe structuur. Hoofdstuk 5 gesplitst in Hst 5 - Top level model (voorheen Par. 5.1) en Hst 6 – Generieke modellen. Hst 6 hernoemd naar Hst 7. Hst 8 hernoemd naar Conformiteit, vijf conformiteitsklassen toegevoegd; Bijlage E – Informatiedragers NEN 2660:1996 toegevoegd
Versie 0.4c	2019-06-03	Herindeling relaties en views H4 Toevoegen voorwoord
Versie 0.4	2019-06-23	Bijlagen A en B toegevoegd

INHOUD

VOORWOORD.....	6
1. ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED	7
2. NORMATIEVE VERWIJZINGEN	8
3. TERMEN EN DEFINITIES	9
4. CONCEPTUEEL METAMODEL	10
4.1 Model.....	10
4.2 Relaties.....	10
4.2.1 Binaire relatie	11
4.2.1.1 Lidmaatschap relatie	12
4.2.1.2 Karakterisatie relatie	13
4.2.1.3 Classificatie relatie.....	14
4.2.1.4 Generalisatie relatie	14
4.2.1.5 Annotatie relatie.....	14
4.2.1.6 Associatie relatie	15
4.2.1.7 Compositie relatie	15
4.2.1.8 Raakvlak relatie	15
4.3 View.....	15
4.3.1 Functionele eenheden	16
4.3.1.1 Vocabulaire	18
4.3.1.2 Dictionaire	19
4.3.1.3 Taxonomie.....	20
4.3.1.4 Aspect model.....	21
4.3.1.5 Ontologie.....	23
4.3.1.6 Meronomie	24
4.3.1.7 Raakvlak view.....	24
4.4 Van conceptueel model naar datamodel (informatief)	24
4.4.1 Mappings naar bestaande metamodellen.....	25
4.4.2 Mappings van binaire relaties	26
5. TOP LEVEL DOMEIN MODEL	27
5.1 Inleiding	27
5.2 Entiteit.....	28
5.3 Ruimtetijd	28
5.4 De 4D benadering	30
5.5 Toestand en actieve rol	30
5.6 Object en proces.....	32
6. DOMEIN PATRONEN	34
6.1 Fysieke werkelijkheid	34
6.1.1 Niet-levende werkelijkheid	34
6.1.2 Levende werkelijkheid	34
6.1.3 Grootheden en eenheden	34
6.2 Mentale werkelijkheid	34
6.2.1 Gedachten en denken	34
6.3 Computationale werkelijkheid	34
6.4 Patronen	34
6.4.1 Levels of detail; emergentie	34

6.4.2	Netwerk.....	34
6.4.3	Sturen en regelen	35
6.5	Engineering	35
6.5.1	Engineering en levenscyclus.....	35
6.5.2	Functionele rol en object	35
6.5.3	Asset Management processen	36
6.5.4	Mentale en fysieke realisatie.....	37
6.5.5	Samenhang object, actieve rol en toestand	37
6.5.6	Principe: maak onderscheid tussen soorten objecten	38
6.5.7	Principe: maak onderscheid tussen soorten processen	39
7.	DOMEIN GEBOUWDE OMGEVING	40
7.1	Functionele rol van de gebouwde omgeving	40
7.1.1	De gebouwde Omgeving biedt ruimte aan haar gebruikers	40
7.1.2	Functionele rol van gebouwen	40
7.1.3	Functionele rol van civieltechnische constructies	40
7.1.4	Functionele rol van infrastructuur	40
7.1.5	Samenhang netwerk en infrastructuur	40
7.2	Engineering van de gebouwde omgeving.....	41
7.2.1	De gebouwde omgeving is vast verankerd aan de aarde	41
7.2.2	De gebouwde omgeving is een zaak van publiek belang	41
7.2.3	De gebouwde omgeving is kapitaalsintensief	41
8.	CONFORMITEIT.....	42
APPENDIX A. CONCEPTUEEL METAMODEL – OPBOUW (INFORMATIEF)		
.....		43
A.1.	Concepten	43
A.2.	relaties en Rollen	43
APPENDIX B. TOP LEVEL DOMEIN MODEL – OPBOUW (INFORMATIEF)		45
B.1.	Concepten	45
B.2.	relaties en Rollen	45
APPENDIX C. TAALBINDING - VOORBEELDEN (INFORMATIEF).....		46
C.1.	taalbinding met UML	46
C.2.	Taalbinding met RDFS/OWL	46
APPENDIX D. MAPPING VAN BINAIRE RELATIES (INFORMATIEF)...		47
D.1.	Relaties in CMF	47
D.2.	Rollen als relaties	48
D.3.	Relaties als relaties	49
D.4.	Hybride.....	50
D.5.	Modelleerstijlen voor rollen	50
D.6.	Modelleerstijlen voor eigenschappen.....	51
APPENDIX E. EENVOUDIG VOORBEELD (INFORMATIEF).....		52
E.1.	De case	52
E.2.	Classificatie-instantiatie	52
E.3.	Generalisatie - specialisatie	53
E.4.	Compositie - decompositie	53
E.5.	Hierarchie en overerving.....	53

E.6. Karakterisatie.....	54
E.7. Classificatie - keuzes.....	55
E.8. Rol	55
E.9. Lidmaatschap.....	55

APPENDIX F. INFORMATIEDRAGERS NEN 2660:1996 (INFORMATIEF)56

F.1. Statements.....	56
F.2. Definities.....	56

BIBLIOGRAFIE57

Voorwoord

Het effectief en efficiënt registreren en administreren van informatie van de gebouwde omgeving is op dit moment belangrijker geworden dan ooit te voren. Steeds meer opdrachtgevers in Nederland en België zijn trajecten gestart of overwegen een traject te starten voor de ontwikkeling van efficiënt en effectief datamodel voor het ordenen van gegevens over de gebouwde omgeving. Hierdoor dreigt er een wildgroei aan datamodellen te ontstaan die niet volgens een eenduidige methodiek zijn ontwikkelt. Dit belemmert de uitwisseling van informatie binnen organisaties en tussen organisaties onderling. Zeker met de toekomstige nieuwe omgevingswet en circulariteitsdoelstellingen is uitwisseling van informatie belangrijker dan ooit tevoren, denk hierbij aan het voorkomen van fouten door onbewuste conversiefouten bij automatische verwerkingen. Door uniforme datamodellen te ontwikkelen wordt dit tegengegaan.

Meer dan ooit te voren zijn opdrachtgevers binnen de publiekelijke en private sector zich er van bewust dat het bundelen van kennis en kunde bij de ontwikkeling van een norm voor een eenduidig datamodel van groot belang is.

Door de methodische actualisatie van de NEN2660 wordt tevens aansluiting op andere standaarden gerealiseerd die iets zeggen over verschillende soorten datastructuren zoals de taxonomische Conceptenbibliotheek Nederland (CB-NL) of de meronomische decompositiestructuur in NEN 2767. Hierdoor ontstaan nieuwe kansen voor ontwikkeling van BIM- modellen voor een toepassing over de gehele levenscyclus.

NEN 2660:1996 doet dit voor een gedeelte, maar is in huidige vorm zowel verouderd als niet toereikend. Moderniseren en verbreding is daarom van essentieel belang omdat er een grote behoefte is aan:

1. Een optimalisering / actualiseren van de huidige versie van de ordeningsregels voor gegevens in de bouw;
2. Een verbreding van het werkgebied van bouw naar gehele gebouwde omgeving;
3. Betere aansluiting met gerelateerde normen;
4. Helderheid in de bijbehorende termen, definities en algemene regels.

De normcommissie is de nationale expertgroep voor het ontwerpen van semantische spelregels voor de fysieke en ruimtelijke wereld van de gebouwde omgeving.

De doelstelling van normcommissie 351225 ‘Regels voor informatiemodellering van de gebouwde omgeving’ is om eenduidigheid te verschaffen over de (semantische) spelregels voor datamodellen die de fysieke en ruimtelijke wereld van de gebouwde omgeving uitdrukken. Hiertoe is NEN 2660 ‘Ordeningsregels voor gegevens in de bouw’ herzien, zodat deze duidelijke kaders stelt voor datamodellen die toe te passen zijn in zowel het vastgoed- alsmede in de infrasector.

Regels voor conceptuele modellering van gebruik en levenscyclus van de gebouwde omgeving – Deel 1: Termen, definities en algemene regels

1. Onderwerp en toepassingsgebied

Deze norm biedt een raamwerk voor het ontwikkelen van samenhangende conceptuele modellen en views, die betrekking hebben op het gebruik van, en de gehele levenscyclus van de gebouwde omgeving, en elementen uit deze omgeving. Deze norm is primair gericht op partijen die conceptuele modellen binnen dit domein ontwikkelen, niet op de partijen die deze conceptuele modellen uit dit domein in de praktijk toepassen (lees: die deze modellen instantiëren).

Het raamwerk geeft invulling aan de volgende eisen:

- De modellen en views zijn conceptueel van aard. Deze norm beschrijft geen implementatie-specifieke regels, maar specificeert de generieke modelleringsconstructies (entiteiten, attributen, rollen, toestanden en relaties) en modelleringsregels die de bouwstenen vormen voor deze modellen;
- De modelleerregels in deze norm zijn niet gericht op het ontwikkelen van individuele modellen, die ieder afzonderlijk gebruikt worden, maar op de semantische samenhang van, en interoperabiliteit tussen een verzameling van modellen, die betrekking hebben op het domein gebouwde domein;
- De modelleerregels zijn gericht op het ontwikkelen van toekomst vaste, uitbreidbare modellen;
- De modelleerregels zijn bedoeld om inconsistenties in bestaande modellen te herkennen en dienen als leidraad te worden gebruikt bij het aanpassen van deze modellen.

Het raamwerk is opgebouwd uit een viertal lagen:

- De modelleringsconstructies en modelleringsregels die samen het gereedschap vormen waarmee een ontwikkelaar van een conceptueel model kan werken (hoofdstuk 4). In dit hoofdstuk worden geen domein-specifieke regels besproken;
- De modelleringsconstructies en modelleringsregels die in het top level domein model (hoofdstuk 5). Dit top level domein model is toepasbaar op alle domeinen uit de werkelijkheid.
- De modelleringsconstructies en modelleringsregels die in vele domeinen terugkomen (hoofdstuk 6). Deze vaak terugkerende modelleringspatronen zijn goed toepasbaar in, maar niet specifiek voor het domein Gebouwde Omgeving;
- De modelleringsconstructies en modelleringsregels die specifiek zijn voor het domein Gebouwde Omgeving (hoofdstuk 7).

In termen van *Enterprise Interoperability* [ISO 11354-1] adresseert het raamwerk de volgende viewpoints:

- Concern: Data;
- Barrier: Conceptual. In combinatie met het Concern Data gaat het dus over semantiek, de betekenis van Data;

- Approach: Unified (gedeeld metamodel), als basis voor een transitie naar Integrated (gedeelde vorm);

De norm legt hiermee de basis voor de uitwerking van informatiesystemen waarin gegevens op een zodanige wijze worden geordend en beheerd dat die gegevens gedurende de totale levensfase van elementen uit de gebouwde omgeving actueel, correct en onderling consistent zijn.

2. Normatieve verwijzingen

De volgende documenten waarnaar is verwezen zijn onmisbaar voor de toepassing van deze norm. Bij gedateerde verwijzingen is alleen de aangehaalde versie van toepassing. Bij ongedateerde verwijzingen is de laatste versie van het document (met inbegrip van wijzigings- en correctiebladen) waarnaar is verwezen van toepassing.

Normcode	NL/EN titel
Normcode	NL/EN titel

3. Termen en definities

Voor de toepassing van deze norm gelden de volgende definities.

volgnummer (3.x)

term

afkorting (optioneel)

definitie

[bron] (optioneel)

OPMERKING (optioneel)

Termen en definities zijn afkomstig uit de bijgevoegde Excelsheet

4. Conceptueel metamodel

In dit hoofdstuk worden de algemene principes en modelleerregels beschreven die van toepassing zijn bij het ontwikkelen en beheren van een verzameling van conceptuele modellen en views. In dit hoofdstuk worden geen domein-specifieke regels besproken. Deze komen aan de orde in de hoofdstukken 5, 6 en 7.

4.1 Model

Een *model* is een verzameling van concepten, die vanuit een bepaald beheerperspectief zijn gegroepeerd. Een concept is lid van precies 1 model.

Een *generiek model* is een verzameling van generieke concepten, die betrekking hebben op één bepaald kennisdomein (waterbouw, wegenbouw, chemie, natuurkunde, verkeer etc). Dit wordt ook een domeinmodel genoemd. Tussen de domeinmodellen bestaan er afhankelijkheden. Ieder generiek concept wordt slechts eenmaal gemodelleerd, en door andere domeinmodellen hergebruikt. De verzameling van alle samenhangende domein-modellen vormt een bibliotheek van de werkelijkheid.

R.	Een conceptueel model dient te worden opgebouwd uit de concepten beschreven in Bijlage A. De modelleringsregels uit dit hoofdstuk worden uitgedrukt als beperkingsregels.
Opmerking	
Voorbeeld	

R.	Een conceptueel model is een instantie van een conceptueel metamodel.
Opmerking	
Voorbeeld	

R.	Een concept in een conceptueel model dient te zijn voorzien van een globally unique identifier (GUID of UUID).
Opmerking	
Voorbeeld	

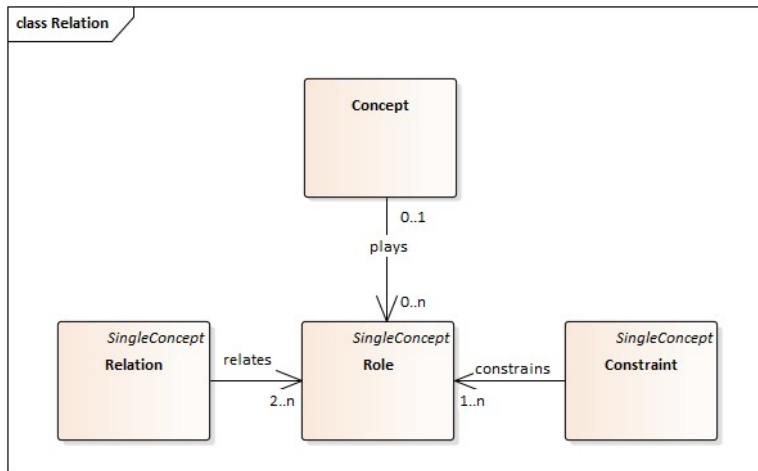
4.2 Relaties

Een *relatie* is een *n*-air concept, dat een structureel verband tussen twee of meer ($n > 1$) concepten beschrijft, waarbij ieder concept een bepaalde *rol* binnen de relatie speelt. De term *n*-air geeft aan dat er *n* rollen (posities, plaatsen) binnen een relatie kunnen worden onderscheiden. Een relatie geeft aan dat twee of meer dingen in de werkelijkheid een wisselwerking of interactie met elkaar hebben. De aard van de relatie is afhankelijk van het gekozen domein.

Een *rol* is een concept, dat de relatieve positie van één concept in een binaire relatie benoemt. Een rol is existentieel afhankelijk van het concept dat de rol speelt en de relatie, waar de rol

deel van uitmaakt. Omgekeerd speelt een concept een bepaalde rol binnen (in de context van) een relatie.

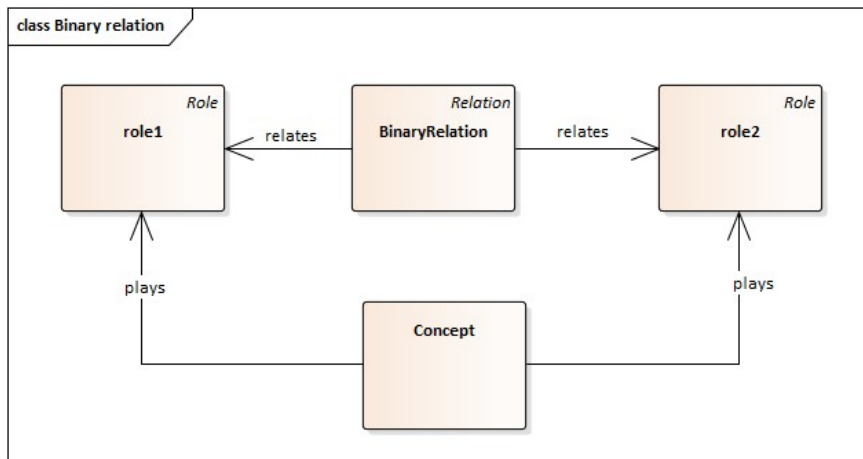
OPMERKING: een relatie met meer dan twee rollen heeft geen inherente richting.



Het spelen van een rol door een concept kan aan beperkingen en/of regels onderhevig zijn. Een *beperking* is een specificatie van de voorwaarden, waaraan het concept *moet* voldoen om de rol te kunnen spelen. Het niet voldoen aan de voorwaarden betekent per definitie dat het concept de rol niet mag spelen. Een beperking is een *gebod* of *verbod*.

Een *regel* is een specificatie van de *afgeleide* rollen, die een concept *mag* spelen indien het aan bepaalde voorwaarden voldoet. Een regel is een *advies* of *waarschuwing*.

4.2.1 Binaire relatie



Een *binaire relatie* is een relatie waarbij precies twee concepten betrokken zijn, die ieder een bepaalde rol spelen binnen deze relatie. Deze rollen worden aangeduid als *rol1* en *rol2*.

Een binaire relatie kan grafisch worden weergegeven als een lijn (link, edge), die een verbinding vormt tussen twee punten (node, vertex). De twee punten vormen de weergave van de concepten, die de rollen *rol1* en *rol2* spelen. Binaire relaties vormen de basis voor een *graaf* of netwerk gebaseerde manier van modelleren. Dit is een bijzondere krachtige benadering, die is gebaseerd op een stevig wiskundig fundament.

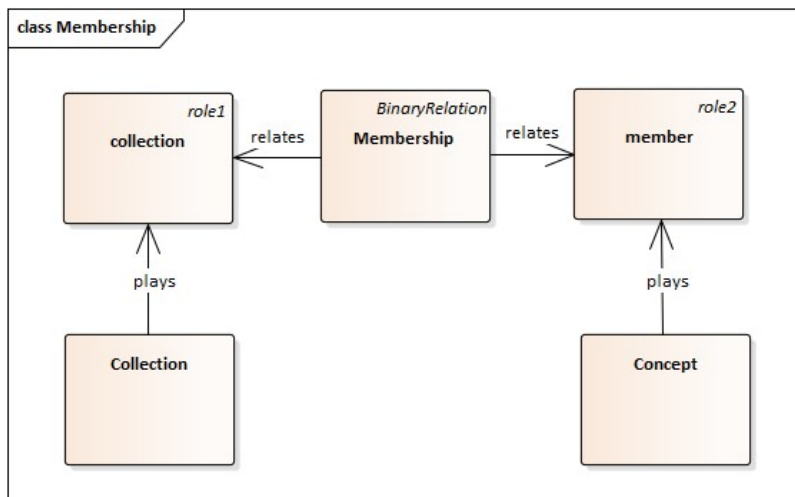
In tegenstelling tot een hogere-orde relatie heeft een binaire relatie wel een inherente richting. De conventie is dat de relatie *begint* bij rol1, en *eindigt* bij rol2. Indien er sprake is van een asymmetrie of ordening tussen de beide rollen, is de richting van de relatie een betekenisvol begrip, en kan deze grafisch worden weergegeven middels een pijl. Er is dan sprake van een gerichte graaf.

In een conceptueel model kunnen de onderstaande binaire relaties voorkomen. Deze worden in de volgende paragrafen besproken:

- Binaire relatie
 - Lidmaatschap
 - Karakterisatie
 - Classificatie
 - Generalisatie
 - Associatie
 - Interactie
 - Compositie

4.2.1.1 Lidmaatschap relatie

Een *lidmaatschap* relatie is een binaire relatie tussen een *verzameling* en een *concept*, die aangeeft dat het concept een lid (rol2) vormt van die verzameling (rol1). Een *verzameling* is een meervoudig concept, dat bestaat uit de leden van de verzameling. In een verzameling spelen de onderlinge relaties tussen de leden van de verzameling geen rol.



OPMERKING: de *lidmaatschap* relatie moet niet worden verward met de (de)*compositie* relatie. Bij de compositie relatie speelt de onderlinge relatie tussen de onderdelen een allesbepalende rol.

Een bepaald concept kan lid zijn van vele verzamelingen. Omgekeerd kan een verzameling vele leden hebben.

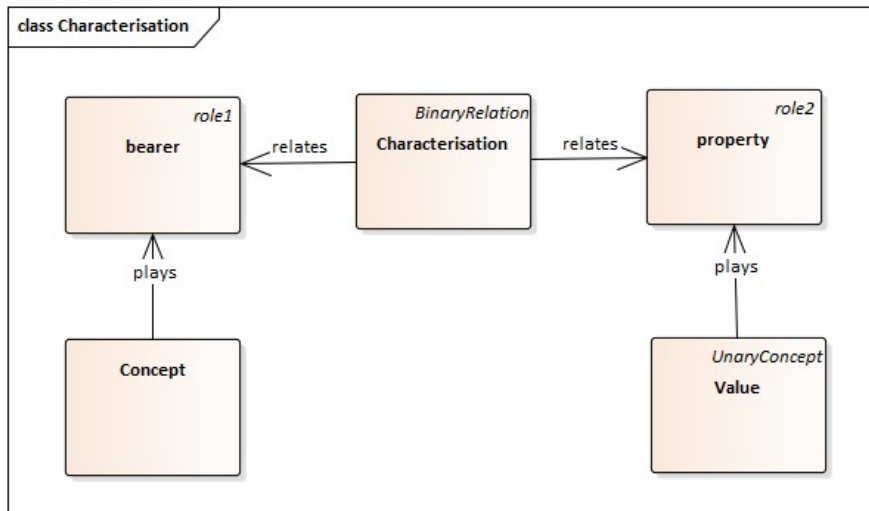
Een verzameling wordt gekarakteriseerd door twee eigenschappen:

- Ordening: de leden van de verzameling zijn geordend of ongeordend;
- Unicité: de leden van de verzameling zijn uniek of niet uniek;

De combinatie van deze twee eigenschappen resulteert in de volgende soorten verzamelingen:

- Set (uniek, ongeordend);
- Ordered set (uniek, geordend);
- Bag (niet uniek, ongeordend);
- Sequence (niet uniek, geordend);

4.2.1.2 Karakterisatie relatie



Een *karakterisatie relatie* is een binaire relatie tussen een concept en een niet-lexicale eigenschap, die aangeeft dat de *drager* (rol1) wordt gekarakteriseerd door de combinatie van een *eigenschap* (rol2) en een niet-lexicale waarde.

VOORBEELD: de auto van mijn buurman wordt gekarakteriseerd door de *eigenschap* kleur met de *waarde* metallic grijs. Populair gezegd: de auto van mijn buurman heeft een grijze metallic kleur.

OPMERKING: Een niet-lexicale waarde is een waarde, die afkomstig is uit een waarde domein met een bepaalde structuur (conceptual space, quality structure). In lijn met [Stevens, Gardenfors] onderscheiden we:

- Nominale waarde: benoemen
- Ordinale waarde: ordenen
- Interval waarde: gelijke intervallen
- Ratio waarde: gelijke ratios
- Absolute waarde: gelijke waarden

In de onderstaande figuur worden voorbeelden van karakterisatie relaties weergegeven.

TODO: dit voorbeeld maakt gebruik van grootheden en eenheden. Deze worden formeel pas in hoofdstuk 5 geïntroduceerd. Verplaatsen?

Nog aanvullen

4.2.1.6 Associatie relatie

Nog aanvullen

4.2.1.7 Compositie relatie

R.	Een geheel (rol van concept) kan alleen compositie relaties hebben met twee of meer onderdelen (rol van concept), indien de onderdelen onderlinge associatie relaties (raakvlakken) met elkaar hebben. Dit wordt <i>emergentie</i> genoemd: het verschijnsel dat het geheel meer is dan de som der onderdelen.
Opmerking	<p>Een compositie relatie kan voorkomen op individueel en generiek niveau.</p> <p>Een compositie relatie kan worden gezien als een afgeleide relatie. Het staat de modelleur echter vrij om de onderliggende associatie relaties niet expliciet te modelleren. Wel dient hij zich ervan te overtuigen dat de onderliggende associatie relaties impliciet wel aanwezig zijn, en dat ze naderhand – indien gewenst – kunnen worden toegevoegd.</p>

4.2.1.8 Raakvlak relatie

Nog aanvullen

4.3 View

Een *view* is een verzameling van concepten, die vanuit een bepaald gebruiksperspectief zijn gegroepeerd. Een concept is lid van 0 of meer views. Een *generieke view* is een verzameling van generieke concepten.

Een specifieke gebruiker van een informatiebibliotheek voor de gebouwde omgeving is niet geïnteresseerd in alle informatie, die in de verzameling van domeinmodellen te vinden is, maar slechts in een bepaalde deelverzameling. Deze deelverzameling is afhankelijk van het perspectief dat de gebruiker heeft, en dat wordt bepaald door de bedrijfsprocessen waar deze gebruiker bij betrokken is.

Dit principe houdt in dat voor gedefinieerde soorten gebruiker een view wordt aangemaakt, waarmee deze een (gedefinieerde) deelverzameling van de inhoud van de informatiebibliotheek kan gebruiken. Een View komt overeen met een Collectie model uit ISO 16354. Een concept uit een domeinmodel kan in veel verschillende Views voorkomen. De samenhang tussen de domeinmodellen zorgt ervoor dat de informatie die in de afzonderlijke Views voorkomt, consistent blijft.

Globaal zijn er drie gebruiksmogelijkheden voor Views:

- Een gebruiker wil de bestaande werkelijkheid vanuit een bepaald perspectief beschrijven en begrijpen o.b.v. generieke concepten uit de bibliotheek;
- Een gebruiker wil de domeinmodellen vanuit een bepaald perspectief aanpassen op basis van waarnemingen in de bestaande werkelijkheid (experiment – theorievorming)
- Een gebruiker wil de bestaande werkelijkheid aanpassen naar een gewenste werkelijkheid vanuit een bepaalde behoefte (doelstellingen, belangen), en beschrijft
 - de eisen en randvoorwaarden waaraan de gewenste werkelijkheid moet voldoen;
 - de risico's die in de bestaande en gewenste werkelijkheid kunnen optreden;
 - de observaties waaraan de gewenste werkelijkheid na realisatie voldoet;
 - de daadwerkelijke afwijkingen tussen observaties en eisen;
 - de maatregelen die worden genomen om de effecten van risico's en daadwerkelijke afwijkingen te voorkomen of mitigeren;

Dit laatste is het geval bij activiteiten van ketenpartners in de bouw en infra, die ingrijpen in de fysieke leefomgeving;

R.	Een concept is lid van precies 1 model, en komt voor in 0 of meer gezichtspunten (views).
Opmerking	
Voorbeeld	

R.	Een domein bibliotheek dient te opgebouwd uit een verzameling van samenhangende domein-specifieke modellen en views.
Opmerking	
Voorbeeld	

R.	<p>TODO: toevoegen regels over definiërende en specificerende concepten.</p> <p>Een <i>definiërend</i> concept komt overeen met een axioma, en weerspiegelt de state-of-the-art kennis over een bepaald domein: het geeft aan wat <i>per definitie</i> het geval is. Definiërende concepten in opgenomen in een model.</p> <p>Een <i>specificerend</i> concept geeft aan wat de informatiebehoefte is in een specifieke context, bijvoorbeeld een contractuele relatie. Specificerende concepten zijn opgenomen in een view.</p>
Opmerking	
Voorbeeld	

4.3.1 Functionele eenheden

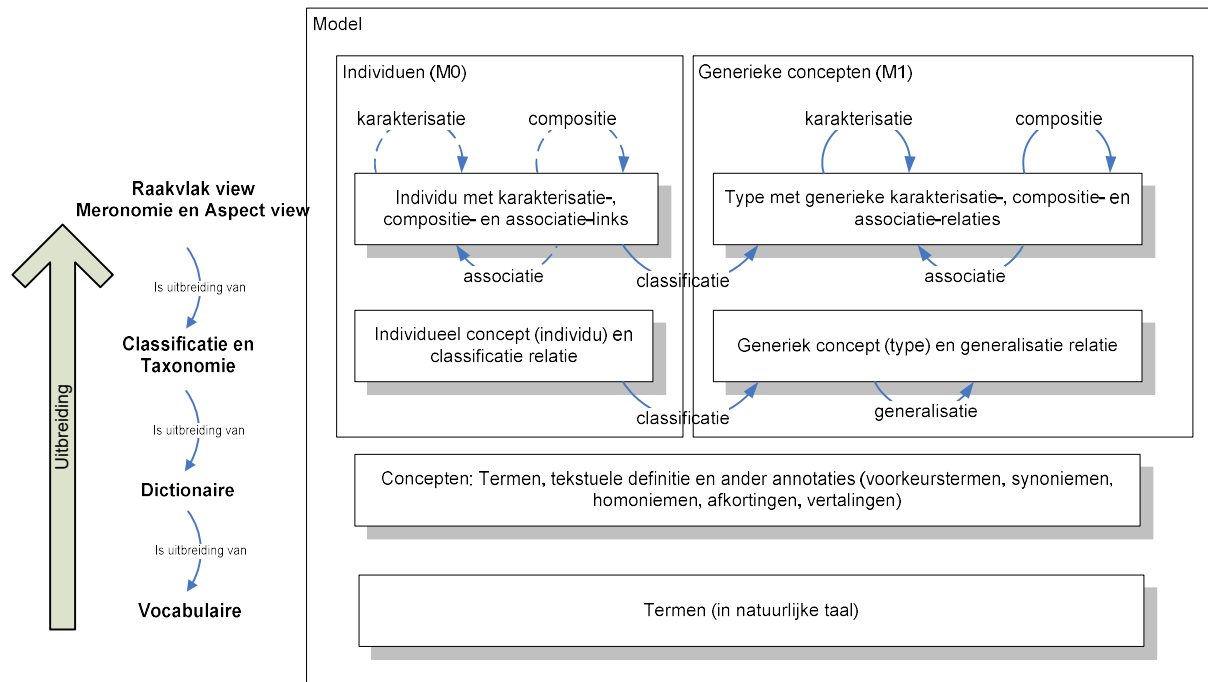
Dit subprincipe is een variatie op het View principe, en houdt in een conceptueel domeinmodel een bepaalde mate aan semantische rijkdom kan bieden. Het verrijken van de semantiek vindt plaats via een gelaagde structuur, aangeduid als functionele eenheden [ISO 16354]. Een *functionele eenheid* is een view, waarin de generieke concepten of termen en hun onderlinge relaties zijn geordend naar een bepaalde relatiesoort. In dit document worden de volgende functionele eenheden onderscheiden:

- Vocabulaire (lijst van termen)
- Dictionaire (lijst van concepten met termen en definities)
- Taxonomie (concepten en hun generalisatie-specialisatie relaties)
- Aspect model (concepten en hun associatie relaties en eigenschappen)
- Ontologie (concepten, alle relaties en eigenschappen)
- Meronomie (concepten en hun compositie relaties);
- Raakvlak view (concepten en hun associatie relaties);

De functionele eenheden vormen een gelaagde structuur, waarmee een ontologie stap voor stap kan worden opgebouwd. Voor het toepassen van de domein-specifieke modelleringsprincipes en -regels uit Hoofdstuk 5 en 6 is het noodzakelijk dat ALLE functionele eenheden uit dit hoofdstuk worden gebruikt.

R.	Een conceptueel model ondersteunt de volgende <i>functionele eenheden</i> : <ul style="list-style-type: none"> • Vocabulaire (lijst van termen); • Dictionaire (concepten met termen, definities en andere annotaties); • Classificatie (concepten en hun classificatie relaties); • Taxonomie (concepten en hun generalisatie relaties); • Aspect view (concepten en hun karakterisatie relaties); • Meronomie (concepten en hun compositie relaties); • Raakvlak view (concepten en hun associatie relaties);
Opmerking	Een <i>functionele eenheid</i> is een view, waarin de generieke concepten of termen en hun onderlinge relaties zijn geordend naar een bepaalde relatie-soort. De functionele eenheden vormen een gelaagde structuur, waarmee een model stap voor stap kan worden opgebouwd.
Bronnen	Zie ISO 16354 voor meer informatie over functionele eenheden.

R.	In een conceptueel model volgens deze standaard dienen alle functionele eenheden te zijn gevuld.
Opmerking	
Voorbeeld	



4.3.1.1 Vocabulaire

R.	In een Vocabulaire worden alle termen opgenomen, waarmee een bepaald concept (zie Dictionaire) wordt aangeduid of geannoteerd. Een term is een woord of zinsdeel in een natuurlijke taal.
Opmerking	<p>De volgende woordsoorten zijn toegestaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelfstandig naamwoord <ul style="list-style-type: none"> ○ Eigennaam (individueel concept) ○ Soortnaam (generiek concept) • Predicatief bijvoeglijk naamwoord (attribuut) <p>De volgende zinsdelen zijn toegestaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gezegde (relatie) <p>De volgende natuurlijke talen zijn toegestaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nederlands (ISO 693-1 taalcode "nl-nl") • Engels (ISO 693-1 taalcode "en-gb")
Voorbeeld	

R.	Een soortnaam, die als term wordt gebruikt, dient te zijn geschreven in de enkelvoudsvorm.
Opmerking	
Voorbeeld	

R.	Een soortnaam, die als term wordt gebruikt, dient te zijn geschreven in een positieve formulering, die aangeeft wat het wel is.
Opmerking	Een aanduiding, die alleen een negatieve formulering kent, is alleen in hoge

	uitzondering toegestaan, bijvoorbeeld in wet- of regelgeving.
Voorbeeld	Wel: “Man”, “Vrouw”, geen “Overig” Uitzondering: “Bouwwerk, geen gebouw zijnde” (bron: Bouwbesluit)

R.	Een verzameling van concepten, die als term wordt gebruikt, dient altijd te zijn geschreven in de vorm “verzameling van <concepten>”
Opmerking	Het is niet toegestaan om een verzameling allee met de meervoudsvorm van een soortnaam aan te duiden.
Voorbeeld	Wel “Verzameling van bruggen”, niet “bruggen”.

R.	Een samengestelde term dient niet in de vocabulaire te worden opgenomen, maar dient te worden ontbonden in de samenstellende termen.
Opmerking	In de ontologie wordt een relatie toegevoegd, waarmee de semantiek van de samengestelde term kan worden uitgedrukt.
Voorbeeld	Geen “betonnen brug”, wel “brug”, “beton” en (in de ontologie) een relatie “is gemaakt van materiaal”.

R.	Een term dient te worden opgenomen in een vocabulaire indien er overeenstemming bestaat over het gebruik van deze term binnen de verzameling van bronnen, die binnen het domein worden gebruikt.
Opmerking	Onder bronnen wordt verstaan: privaatrechtelijke bronnen (wetenschappelijke vakliteratuur, publicaties van erkende vakverenigingen, standaarden) en publiekrechtelijke bronnen (wet- en regelgeving).
Voorbeeld	

R.	Binnen de bronnen uit R.5 wordt de volgende prioritering aangehouden: <ul style="list-style-type: none"> • Internationaal (ISO, IEC, IEEE, OGC, OMG, W3C, bSI, Verdragen etc); • Europa (CEN, EU-Lex); • Nationaal (NEN, Rijk); • Sectoraal (BIM Loket, CROW, STABU, Geonovum, IHW etc); • Regionaal (Provincie, Gemeente, Waterschap); • Organisatie; • Project/programma;
Opmerking	
Voorbeeld	

4.3.1.2 Dictionaire

R.	In een Dictionaire wordt alle Concepten opgenomen, die relevant zijn voor het domein.
Opmerking	
Voorbeeld	

R.	Bij het toepassen van deze standaard dient een expliciete afspraak te worden gemaakt of namen en synoniemen ook in het Engels (en-gb) wordt vastgelegd. In deze afspraak kunnen ook andere talen worden toegevoegd.
Opmerking	
Voorbeeld	

R.	Van een generiek concept (type) dient een tekstuele intensionele definitie te worden vastgesteld in de Aristotelische vorm.
Opmerking	Een intensionele definitie is een opsomming van de beperkingen, vaak in de vorm van kenmerken (attributen, relaties), waaraan een individueel ding moet voldoen om te worden geclassificeerd conform een bepaald type. Een intensionele definitie bestaat uit precies één (1) zin in een natuurlijke taal. De opbouw van de zin volgt de Aristotelische vorm: “generieker concept (supertype) met een of meerdere benoemde onderscheidende kenmerken”;
Voorbeeld	Het concept ”Man” heeft als definitie “mens die in staat is om mobiele geslachtscellen (zaadcellen) te produceren”.

R.	Van een individueel concept dient alleen een omschrijving te worden opgenomen.
Opmerking	Een intensionele definitie is niet van toepassing op individuele concepten, alleen op generieke concepten.
Voorbeeld	

4.3.1.3 Taxonomie

R.	In een Taxonomie worden alleen generieke concepten opgenomen. Een generiek concept heeft een generalisatie relatie met een (1) ander generiek concept uit een Taxonomie. De uitzondering op deze regel wordt gevormd door het <i>root</i> concept van de taxonomie, dat geen generalisatie relatie meer heeft. De root wordt vaak aangeduid als <i>ding</i> .
Opmerking	Het minder generieke concept speelt de rol van <i>subtype</i> , het meer generieke concept de rol van (direct) <i>supertype</i> .
Voorbeeld	Het minder generieke concept (met de naam) “Man” is een subtype van het meer generieke concept (met de naam) “Mens”.

R.	In een taxonomie conform deze standaard overerft een subtype alle kenmerken (attributen, relaties) van zijn directe en indirecte supertypen (tot aan de <i>root</i> van de taxonomie), en voegt daar zijn eigen onderscheidende kenmerken aan toe.
Opmerking	De kenmerken (attributen, relaties) van een generiek concept in een taxonomie bestaan dus uit de verzameling van alle kenmerken van alle supertypen, aangevuld met zijn eigen onderscheidende kenmerken. Dit mechanisme geeft de taxonomie de rol van <i>ruggengraat</i> in het conceptuele model. Aan de taxonomie

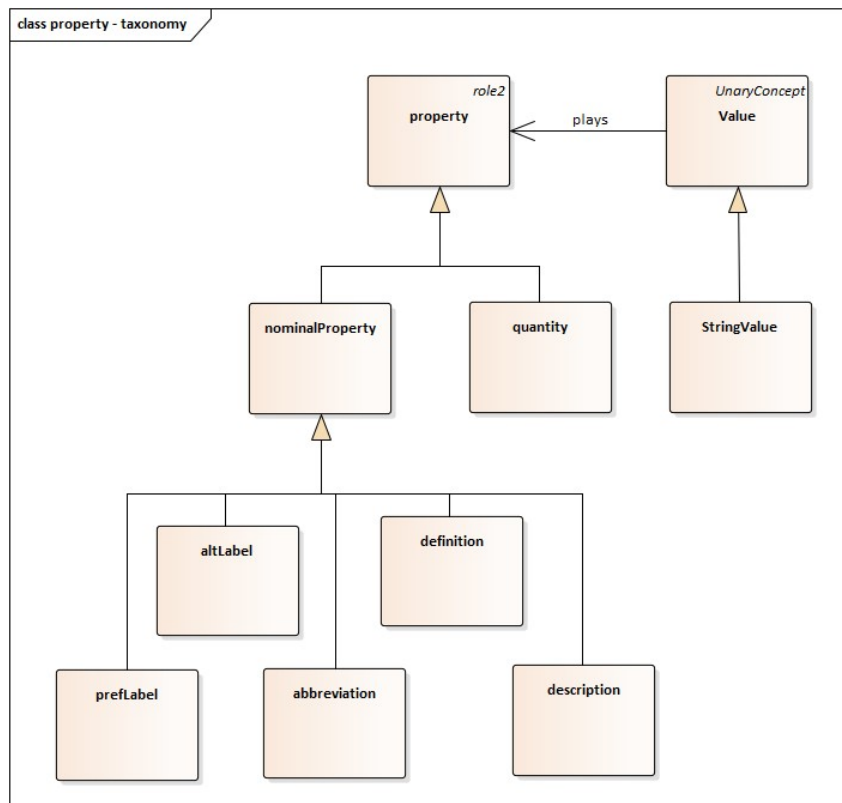
	wordt alles opgehangen.
Voorbeeld	

R.	TODO: optioneel: regels over zwakke (a la SKOS) en sterke (OWL/SHACL) taxonomie, en over Closed versus Open World Assumption. De vraag is of dit in een standaard over Conceptuele Modellen thuishoort.
Opmerking	
Voorbeeld	

R.	In een taxonomie conform deze standaard is meervoudige classificatie niet toegestaan.
Opmerking	Het is wel toegestaan dat een individueel concept meerdere rollen speelt (zie Ontologie) gedurende zijn levenscyclus, zowel sequentieel als parallel.
Voorbeeld	

R.	TODO: regels voor disjoint en complete, en specificeren van onderscheidende kenmerken.
Opmerking	
Voorbeeld	

4.3.1.4 Aspect model



Een *representatie (relatie)* is een binaire relatie tussen een *concept* en een *teken*, of een reeks van tekens, die aangeeft dat het teken een representatie vormt (synoniem: een representant is) van het gerepresenteerde concept. De representatie is betekenisvol in de context van een bepaalde taal. Een representatie in een natuurlijke taal is bedoeld voor interpretatie door mensen, niet door machines.

Een concept kan meerdere representaties hebben binnen één taal (synoniemen), en kan in meerdere talen een representatie hebben (vertalingen). Ook kan een representatie binnen één taal meerdere concepten representeren (homoniemen). Om homoniemen te voorkomen dient naast de taal ook de specifieke context (domein) te worden opgegeven, waarbinnen de representatie eenduidig is.

In een conceptueel model kunnen in ieder geval de onderstaande representaties voorkomen:

- Voorkeursnaam (Nederlands: verplicht, Engels: sterk aanbevolen)
- Synoniem (Nederlands: optioneel, Engels: optioneel)
- Afkorting (Nederlands: optioneel, Engels: optioneel)
- Definitie (Nederlands: verplicht)
- Beschrijving (Nederlands: optioneel)

Bij iedere representatie dient te worden aangegeven in welke natuurlijke taal deze moet worden geïnterpreteerd. Daarbij dienen de taalcodes uit [ISO 639-1, RFC 4646] te worden gehanteerd.

Naar behoefte kunnen andere representaties worden toegevoegd. Het wordt echter aanbevolen om spaarzaam met deze uitbreidingen om te gaan, omdat dit de interoperabiliteit niet ten goed komt.

OPMERKING: in diverse talen, waaronder [UML, EER] worden de representatie relatie en karakterisatie relatie op dezelfde manier behandeld. Ze dienen echter een verschillend doel: indien de waarde van een eigenschap verandert, is er sprake van een betekenisvolle wijziging. Indien alleen de representatie van een concept verandert, is er geen sprake van een betekenisvolle wijziging. In [OWL] wordt daarom een onderscheid gemaakt tussen Annotation Properties (representatie) en Datatype Properties (karakterisatie).

OPMERKING: een unieke identifier (mits niet afgeleid) wordt tot de eigenschappen gerekend, niet tot de representaties. Verandering van identifier is een betekenisvolle wijziging.

R.	In een Aspect View worden alle concepten opgenomen, die een karakterisatie relatie hebben met een waarde. Een concept kan 0 of meer karakterisatie relaties hebben.
Opmerking	Een karakterisatie relatie kan voorkomen op individueel en generiek niveau.

R.	Een concept kan worden gekarakteriseerd door een waarde (kwaliteit), of door de combinatie van een numerieke waarde en een eenheid (grootheid).
Opmerking	TODO: strikt genomen is er sprake van een waardebereik (value range), niet alleen een enkele waarde. Een waarde kan ook multidimensionaal zijn.

4.3.1.5 Ontologie

uitwerken

4.3.1.6 Meronomie

R.	In een Meronomie worden alle concepten opgenomen, die een compositie relatie hebben met een ander concept. Een concept kan 0 of meer compositie relaties hebben.
Opmerking	Een compositie relatie kan voorkomen op individueel en generiek niveau.

4.3.1.7 Raakvlak view

R.	In een Raakvlak view worden alle concepten opgenomen, die een associatie relatie (raakvlak) hebben met een ander concept. Een concept kan 0 of meer associatie relaties hebben.
Opmerking	Een associatie relatie kan voorkomen op individueel en generiek niveau.

4.4 Van conceptueel model naar datamodel (informatief)

Dit document formuleert principes en regels voor samenhangende conceptuele modellen. Een conceptueel model is primair bedoeld voor communicatie tussen mensen, en niet voor productiematige toepassing (data inwinning, uitwisseling, validatie, opslag en bevraging) in informatiesystemen, zoals databases en applicaties. Toepassing is hier synoniem aan instantiëren van het model. Een conceptueel model kan wel worden geïntanceerd met een beperkte reeks individuen (individuele concepten), die als doel hebben om de semantiek van de generieke concepten te illustreren of valideren.

Om een productiematige toepassing mogelijk te maken, dient een verzameling van conceptuele modellen te worden getransformeerd naar een of meer logische of technische *datamodellen*. Een datamodel wordt ook wel een *schema* genoemd.

Een *logisch datamodel* is een verzameling van generieke data-elementen, die zijn gegroepeerd vanuit het gebruik binnen één bepaalde datatoepassing (database), en waarbij is gekozen voor een generieke database technologie.

OPMERKING

- 1: in een logisch datamodel worden geen keuzes gemaakt die specifiek zijn voor één bepaald database product.
- 2: de term “één bepaalde datatoepassing” kan betrekking hebben op één fysieke database, of op een cluster van databases, die zich logisch gezien als één database naar de gebruiker presenteren.

VOORBEELD: voorbeelden van generieke database technologieën zijn: relationeel, graph-based (triple, property graph) en object-georiënteerd.

Een *technisch datamodel* is een verzameling van generieke data-elementen, die zijn gegroepeerd op basis van toepassing binnen een bepaalde datatoepassing (database), en waarbij is gekozen voor een specifiek database product.

Bij de transformatie van een verzameling van conceptueel modellen naar een of meer logische datamodellen dienen de volgende stappen te worden doorlopen:

- Er dient een dataview te worden gespecificeerd op de verzameling van conceptuele modellen. In deze dataview worden een deelverzameling van de generieke concepten uit de conceptuele modellen gerepresenteerd, die vanuit één bepaalde datatoepassing dienen te worden gegroepeerd en geïntanceerd. De criteria voor deze selectie zijn toepassingsafhankelijk.
- Bij het selecteren van de deelverzameling mogen de definities van de oorspronkelijke concepten niet worden gewijzigd.
- Er wordt een mapping gespecificeerd van het metamodel van de verzameling conceptuele modellen (in dit geval: het CMF metamodel) naar het metamodel dat past bij de gekozen generieke database technologie (bijvoorbeeld EER voor relationeel, of RDFS/OWL voor triples). Door het stabiele karakter van de gehanteerde metamodelen (bijvoorbeeld omdat het om standaarden gaat) kan deze mapping worden voorbereid los van de specifieke datatoepassing.
- Aan deze mapping worden regels toegevoegd die de volgende thema's adresseren:
 - Aangeven welke generieke concepten uit de taxonomie van de verzameling conceptuele modellen als *abstract* dienen te worden beschouwd. Het kenmerk abstract houdt in dat het concept niet mag worden geïntanceerd. Merk op dat dit niet alleen van toepassing is voor entiteiten, maar ook voor eigenschappen en associaties;
 - Aangeven welk deel van de taxonomie wordt overgenomen in de taxonomie van het logisch datamodel, en welk deel wordt 'platgeslagen', bijvoorbeeld in de vorm van een attribuut *type* en een bijbehorende lijst met enumeratie;
 - Aangeven welke associaties (met hun rollen) worden overgenomen, en welke associaties worden 'platgeslagen', bijvoorbeeld in de vorm van attributen;
 - Aangeven welke datatypes, behorend bij de gekozen generieke database technologie, worden toegewezen aan de attributen van de conceptuele modellen;
 - Aangeven welke constraints uit het conceptuele model moeten worden "aangescherpt" t.b.v. de gekozen specifieke database technologie;
 - Aangeven bij ieder data-element uit het logisch model wat het corresponderend concept uit het conceptuele model is geweest. Het is niet toegestaan om data-elementen zonder deze tracement te genereren.

De populatie (set van individuen), die zijn of worden geclassificeerd volgens het logisch datamodel, dat op basis van deze transformatie is gegenereerd, dient altijd een volledige subset te zijn van een populatie, die zou zijn geclassificeerd volgens de conceptuele modellen. Anders gezegd: de beide populaties dienen aantoonbaar dezelfde dingen uit dezelfde werkelijkheid te representeren;

4.4.1 Mappings naar bestaande metamodelen

Het verdient aanbeveling om mappings te specificeren van het conceptuele metamodel (CMF) uit dit hoofdstuk, en de metamodelen van database en data-uitwisseling technologieën, die zijn gebaseerd op een formele of defacto standaard, én veelgebruikt zijn binnen het domein van de Gebouwde Omgeving.

Een niet-limitatief overzicht van deze standaarden omvat:

- Object-georiënteerde databases en schema-uitwisseling [UML], met name de UML Klasse diagrammen (toegepast in dit document);
- RDF triple databases [RDF/SKOS/RDFS/OWL/SHACL];
- Feit-gebaseerde databases [NIAM/ORM/FCO-IM]’;
- Relationale databases [EER];
- Archimate [ARCHIMATE], vanwege het gebruik in de Europese en nationale Enterprise Architectuur raamwerken;
- XML databases en data-uitwisseling [XML Schema];
- ESRI Geodatabases;

In Bijlage C wordt een mapping beschreven van het conceptuele metamodel (CMF) uit dit hoofdstuk naar een RDF/OWL metamodel.

4.4.2 Mappings van binaire relaties

Bij het specificeren van een mapping van het conceptuele metamodel (CMF, dit hoofdstuk) naar het metamodel van een bepaalde database technologie, verdient het mapping van binaire relaties bijzondere aandacht. In Bijlage D worden een aantal strategieën beschreven voor het uitvoeren van deze mapping.

5. Top level domein model

In dit hoofdstuk wordt een top level domein model beschreven dat een fundament biedt voor het ontwikkelen en beheren van een verzameling van conceptuele domeinmodellen. Onder domein wordt hier “de werkelijkheid” verstaan.

5.1 Inleiding

De doelstelling van dit document is om modelleerprincipes en -regels te formuleren, die de interoperabiliteit tussen bestaande modellen van de gebouwde omgeving verhogen, en die uiteindelijk tot harmonisatie en integratie van deze modellen kunnen leiden. Daarnaast dienen deze principes en regels te leiden tot toekomstvast en uitbreidbare modellen van de gebouwde omgeving.

Om invulling te geven aan de bovenstaande doelstellingen wordt gekozen voor een top-down benadering, waarbij modellen worden uitgebreid door middel van specialisatie. Dat betekent dat een modelleur (een partij die een generiek domeinmodel niet direct begint met het domein van de gebouwde omgeving, maar start met de werkelijkheid in de meest brede zin, en dit model gaat specialiseren. Dit vereist dat de modelleur een expliciete *Weltanschauung*, of wereldbeschouwing adopteert.

Het ontwikkelen van een wereldbeschouwing is een multidisciplinair vakgebied, dat sinds de Griekse oudheid wordt beoefend, en waar filosofie, logica, wiskunde en natuurkunde elkaar ontmoeten. Dit heeft geleid tot een zeer grote hoeveelheid theorieën, met een variërende graad van wetenschappelijk acceptatie en toepasbaarheid. Het is onmogelijk om deze allemaal in overweging te nemen bij het opstellen van een wereldbeschouwing, die uiteindelijk moet bijdragen aan het beschreven doel.

Een (de?) rode draad die impliciet of expliciet door veel van deze theorieën heen loopt is de systeemtheorie en de systeembenadering. Deze manier om naar de wereld te kijken, sluit goed aan bij het domein van de gebouwde omgeving, en vele andere domeinen. De systeembenadering vormt ook een belangrijke pijl onder de wetenschappelijke methode. Om deze reden wordt de systeembenadering in dit document geadopteerd als de basis voor een top level model over de werkelijkheid.

In de context van het ontwikkelen van conceptuele modellen is de bovenstaande uitdaging niet nieuw, en heeft geleid tot de ontwikkeling van diverse Foundational, Upper of Top level ontologies. Bij ieder van deze ontologieën speelt de systeembenadering naast andere principes een belangrijke rol. Dit heeft echter niet geleid tot interoperabele modellen.

VOORBEELD: Voorbeelden zijn BFO, UFO, DEMO, Gellish, ISO 15926, ISO 19450, UML en SysML.

TODO: toevoegen eisen en principes waaraan een Top Level Model voor (uiteindelijk) de Gebouwde Omgeving moet voldoen. Waaronder de 10 S-en (smart, simpel etc). Een van de eisen is dat de fysieke werkelijkheid (inclusief speciale en algemene relativiteit) de basis vormt voor alle andere domeinen.

Om deze redenen, en om invulling te geven aan de bovenstaande eisen, wordt in dit document een nieuw Top Level model van de werkelijkheid geïntroduceerd. Dit is niet bedoeld om bestaande modellen te vervangen, maar om harmonisatie, integratie en uitbreidbaarheid mogelijk te maken. In de toekomst kunnen op basis van dit model mappings worden beschreven met bestaande modellen.

R.	Het Top Level domein model is een instantie van het Conceptueel Metamodel uit hoofdstuk 4.
Opmerking	
Voorbeeld	

R.	Het Top Level domein model dient te worden opgebouwd uit de generieke concepten beschreven in Bijlage B. De modelleringsregels uit dit hoofdstuk worden uitgedrukt als beperkingsregels.
Opmerking	
Voorbeeld	

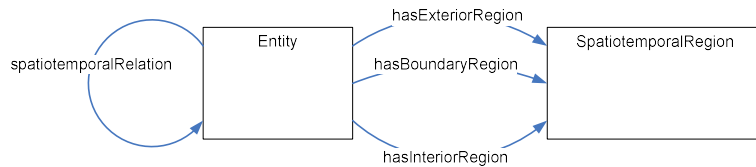
TODO: verplaatsen en beschrijven in Bijlage B

- Unair domein concept (hst 4)
 - Entiteit
 - Ruimtetijd gebied
 - Gebeurtenis
- Domein relatie (hst 4)
 - Compositie relatie
 - Associatie relatie
 - Wijzigingsrelatie
 - Activeringsrelatie
- Domein rol (hst 4)
 - Entiteit rol
 - Actieve rol
 - Toestand

5.2 Entiteit

Een *entiteit* is een concept dat een manifestatie en een afbakening vormt in een concrete of abstracte *ruimtetijd*. Een entiteit heeft op ieder moment in de tijd een bepaalde toestand, en heeft een unieke identiteit, die constant blijft gedurende de levenscyclus. Een entiteit speelt een entiteit rol in een entiteit relatie.

5.3 Ruimtetijd



Een *ruimtetijd gebied* is een concept, dat een afbakening vormt in een concrete of abstracte *ruimtetijd*. Een ruimtetijd heeft een of meer ruimtelijke dimensies en minimaal één temporele dimensie.

Een entiteit vormt eveneens een afbakening of begrenzing in een ruimtetijd. Dat betekent dat we (binnen redelijke topologische aannames) kunnen spreken over:

- het ruimtetijd gebied, dat zich *binnen* de begrenzing van de entiteit bevindt (interior),
- het ruimtetijd gebied, dat zich *buiten* de begrenzing bevindt (exterior),
- het ruimtetijd gebied, dat de *begrenzing* vormt (boundary).

OPMERKING: het onderscheid tussen een spatiotemporeel binnengebied, buitengebied en begrenzing is kenmerkend voor de systeembenadering. De systeembenadering generaliseert dit principe van een spatiotemporele naar een structurele en functionele afbakening van de entiteit. Dit weerspiegelt het feit dat een (fysische) entiteit ook een manifestatie vormt van materie en energie.

Nu kunnen we ook spreken over de *spatiotemporele* relaties tussen twee entiteiten *a* en *b*, die zich in de ruimtetijd bevinden. Deze volgen uit de mogelijke combinaties van de relatieve ligging van de binnen, buiten en grensgebieden van de beide entiteiten. De combinaties kunnen worden getoond in een matrix (zie onder).

	Interior	Boundary	Exterior
Interior	 $\dim[I(a) \cap I(b)] = 2$	 $\dim[I(a) \cap B(b)] = 1$	 $\dim[I(a) \cap E(b)] = 2$
Boundary	 $\dim[B(a) \cap I(b)] = 1$	 $\dim[B(a) \cap B(b)] = 0$	 $\dim[B(a) \cap E(b)] = 1$
Exterior	 $\dim[E(a) \cap I(b)] = 2$	 $\dim[E(a) \cap B(b)] = 1$	 $\dim[E(a) \cap E(b)] = 2$

Uitvoering van deze analyse voor entiteiten in een 2D ruimte leidt tot de *ruimtelijke relaties* van het DE-9IM model (Dimensionally Extended nine-Intersection Model). Dit model vormt de basis voor topologische analyses met behulp van Geografische Informatie Systemen (GIS). Het is mogelijk om deze techniek te veralgemeniseren naar ruimtelijke relaties tussen 3D entiteiten (Zlatanova, 2004). Naast het DE-9IM model wordt het nauw verwante Region

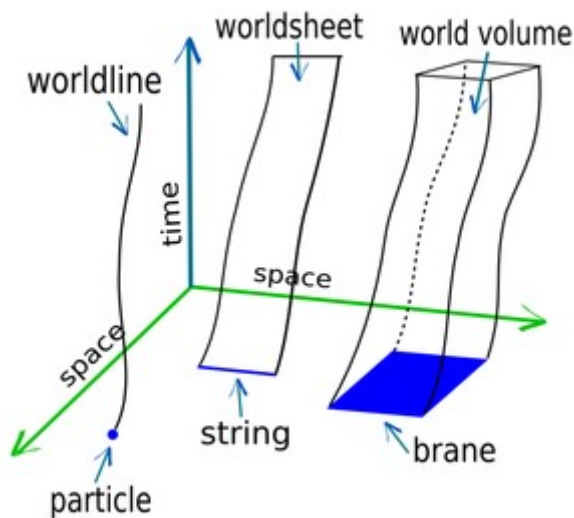
Connected Calculus (RCC) formalisme toegepast. In de temporele domein leidt Allen's interval algebra tot een vergelijkbare set van *temporele relaties*.

Sinds de introductie van de speciale, en later de algemene relativiteitstheorie is duidelijk geworden dat de fysieke 3D ruimte en de 1D fysieke tijd niet als aparte fenomenen mogen worden gezien, maar dat ze één *fysieke ruimtetijd* vormen met 3 ruimtelijke en één temporele dimensie. Dit inzicht heeft geleid tot de keuze in dit document om een (fysische) entiteit als een manifestatie en afbakening in een (fysische) ruimtetijd te definiëren. Deze 4D benadering is een bestaand principe, dat onder meer wordt gehanteerd in [BORO, ISO 15926, IDEAS, DODAF].

OPMERKING Bij lage snelheden (die in het domein Gebouwde Omgeving gebruikelijk zijn) is de klassieke scheiding in een fysieke 3D ruimte en een 1D fysieke tijd overigens toereikend. Een uitzondering wordt gevormd bij de toepassing van GPS technologieën, die zonder relativistische correcties geen aanvaardbare locatienauwkeurigheid zouden opleveren.

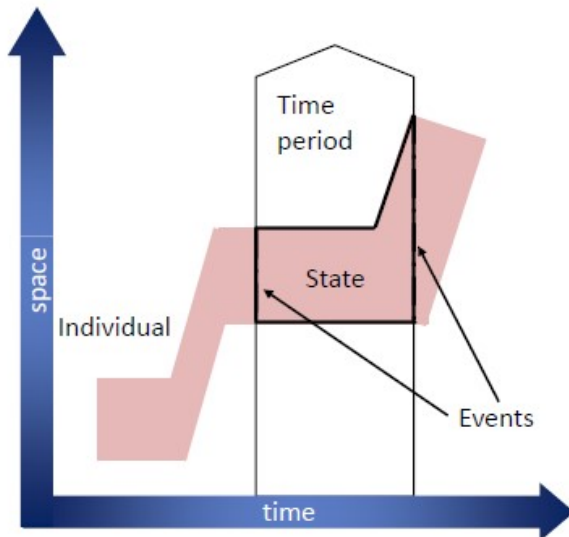
5.4 De 4D benadering

Het inzicht dat een (fysische) entiteit een manifestatie en afbakening vormt in een 4D fysieke ruimtetijd betekent dat een entiteit een afbakening vormt (een uitgestrektheid heeft) in de ruimte én in de tijd. Anders gezegd: een entiteit bestaat niet op één moment, maar bestrijkt een 4D volume in een 4D ruimtetijd. Dit wordt geïllustreerd in de onderstaande figuur, dat de wereldlijn van een puntdeeltje laat zien.



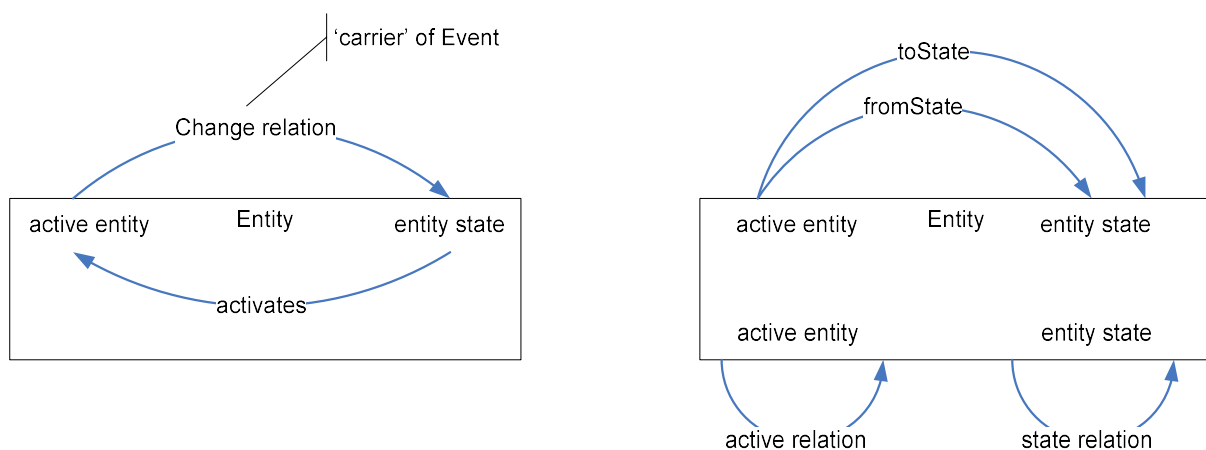
5.5 Toestand en actieve rol

De 4D benadering biedt een elegant mechanisme om de verandering van een entiteit gedurende zijn levenscyclus te beschrijven: een entiteit verkeert op een bepaald moment (of gedurende een bepaald tijdsinterval) in een *toestand*. Op een volgend moment (of in een volgend interval) is er een verandering opgetreden, en verkeert dezelfde entiteit in een andere toestand. Het optreden van een verandering noemen we een *gebeurtenis*.



De levenscyclus van een entiteit kan dus beschreven als een in de tijd geordende reeks van toestanden (state), en de gebeurtenissen (events) die de verandering van toestand activeren. Een *gebeurtenis* is een concept, dat een verandering tussen twee toestanden activeert in een concrete of abstracte ruimtetijd. Een *toestand* is een passieve rol van een entiteit, waarin deze verkeert voor of na het optreden van een gebeurtenis. De term *passief* benadrukt dat de entiteit de verandering ondergaat.

Een gebeurtenis treedt niet out of the blue op, maar is het gevolg van de activiteit, die een (andere) entiteit vertoont in een bepaalde toestand. Anders gezegd: een entiteit in een bepaalde toestand vertoont activiteit, die kan resulteren in een gebeurtenis. In dit geval zeggen we: de entiteit speelt een actieve rol. Een *actieve rol* is een rol van een entiteit waarin deze een gebeurtenis kan veroorzaken.



Een toestand van een entiteit wordt gekenmerkt door:

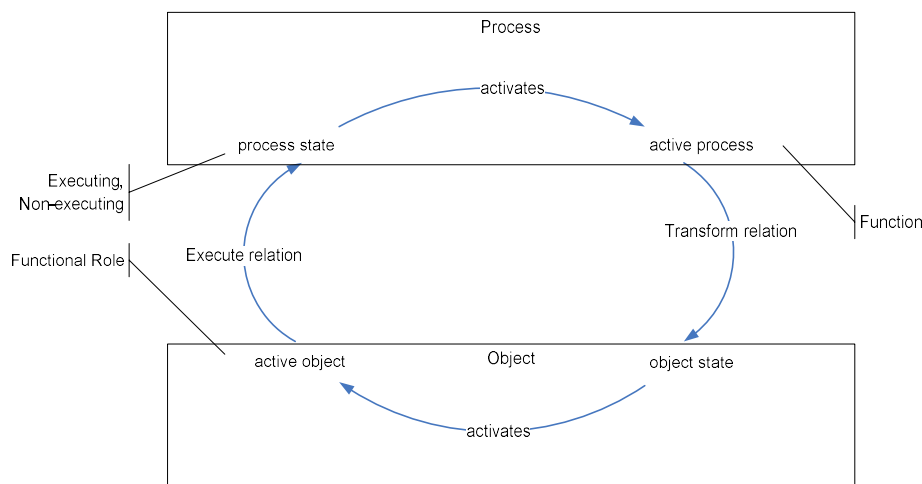
- Externe kenmerken
 - De verzameling van actieve rollen, die de entiteit in deze toestand speelt, EN
 - De verzameling van eigenschappen (en hun waarden), die de entiteit in deze toestand heeft.
- Interne kenmerken

- De verzameling van discrete onderdelen, waaruit de entiteit in deze toestand is samengesteld, en de relaties tussen deze discrete onderdelen, OF
- (fysieke entiteit) De soort materie en aggregatietoestand (gas, vloeibaar, vast), waaruit de entiteit in deze toestand bestaat;

Het onderscheid tussen externe en interne kenmerken van een entiteit vormt een van de pijlers van de systeembenadering. Het biedt een ontwerper de mogelijkheid om een entiteit te specificeren in termen van de externe kenmerken, zoals de functionele rollen of functies, zonder kennis te hebben van de interne kenmerken.

5.6 Object en proces

In de bovenstaande paragraaf is het top level model van een entiteit beschreven. In lijn met bestaande standaarden zoals [UML, SysML, Archimate, OPM] is het wenselijk om aparte modelbeschrijvingen van de structuur en het gedrag van een entiteit te kunnen beschrijven. De structuur van een entiteit wordt beschreven door een *object*, het gedrag van een entiteit door een *proces*. Een object bestaat, een proces vindt plaats.



- Entiteit
 - Object: Entiteit die bestaat binnen een concrete of abstracte ruimtetijd. Een object voert een proces uit, en wordt getransformeerd door een proces.
 - Proces: Entiteit die plaatsvindt in een concrete of abstracte ruimtetijd. Een proces transformeert een object, en wordt uitgevoerd door een object.
- Ruimtetijd gebied
- Gebeurtenis:
 - Uitvoeringsgebeurtenis: gebeurtenis die wordt gegenereerd in een objecttoestand, en een actief object (functionele rol) activeert. Voorbeelden zijn: start proces, wijzig proces, stop proces;
 - Transformatiegebeurtenis: gebeurtenis die wordt gegenereerd in een procestoestand, en een actief proces (functie) activeert. Voorbeelden zijn: creëer object, wijzig object, verwijder object.
- Interactie relatie

- Wijzigingsrelatie: binaire relatie tussen twee entiteiten, waarbij de bron entiteit de toestand van de doel entiteit wijzigt;
 - Uitvoeringsrelatie: binaire relatie tussen een object en een proces, waarin het object een proces uitvoert;
 - Transformatierelatie: binaire relatie tussen een proces en een object, waarin het proces een object transformeert;
- Activeringsrelatie: binaire relatie binnen één entiteit, waarbij de toestand van de entiteit de actieve rol van de entiteit activeert;
- Entiteit rol
 - Actieve rol:
 - Actief object (functionele rol, interface): actieve rol van een object, waarin deze een proces uitvoert;
 - Actief proces (functie, service): actieve rol van een proces, waarin deze een object transformeert;
 - Toestand:
 - Objecttoestand (lifecycle rol): passieve rol van een object, waarin deze verkeert voor of na een transformatie;
 - Procestoestand: passieve rol van een proces, waarin deze verkeert voor of na een uitvoering;

6. Domein patronen

In dit hoofdstuk worden algemene domein principes en modelleerregels beschreven die van toepassing zijn bij het ontwikkelen en beheren van een verzameling van conceptuele modellen. Onder domein wordt hier “de werkelijkheid” verstaan.

In dit hoofdstuk worden geen regels besproken uit het domein Gebouwde Omgeving (GO). Deze komen aan de orde in het volgende hoofdstuk.

6.1 *Fysieke werkelijkheid*

6.1.1 Niet-levende werkelijkheid

Natuurkunde, scheikunde, materialen, fysische geografie (aarde)

6.1.2 Levende werkelijkheid

Biologie, ecologie, organismen en mens

6.1.3 Grootheden en eenheden

6.2 *Mentale werkelijkheid*

6.2.1 Gedachten en denken

Eis, randvoorwaarde, besluit, observatie, plan

6.3 *Computationele werkelijkheid*

6.4 *Patronen*

6.4.1 Levels of detail; emergentie

In de fysieke werkelijkheid kunnen we als mensen structuren en gedragingen waarnemen op alle lengte en tijd schalen in de fysieke ruimtetijd. Van subatomaire deeltjes via atomen, moleculen, cellen en organismen naar wegen, waterlichamen, bergketens en uiteindelijk naar planeten, sterren en complete sterrenstelsels.

6.4.2 Netwerk

Netwerk, node en link als functionele rollen. Infrastructuur als verzameling van fysieke objecten, die een netwerk realiseren.

6.4.3 Sturen en regelen

6.5 Engineering

6.5.1 Engineering en levenscyclus

In vele domeinen, waaronder de Gebouwde Omgeving, vindt de ontwikkeling, beheer en onderhoud van een object of samenhangende verzameling van objecten plaats in de vorm van een engineering proces. Een engineering proces is een uitvoerend, operationeel proces waarin een object of verzameling van objecten op een beheerste wijze alle fasen van de levenscyclus doorloopt. Veel voorkomende levenscyclus fasen zijn: Concept, Ontwerp, Bouw, Onderhoud, Herontwerp en -bouw (groot onderhoud, renovatie), Sloop (ontwerp en ontbouw) [ISO 15288].

De onderstaande figuur toont een aantal van deze fasen in de context van het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT) van de Rijksoverheid. Daarbij is een koppeling gemaakt met de contractvormen die voor een bepaalde fase worden ingezet.

Fout! Objecten kunnen niet worden gemaakt door veldcodes te bewerken.

De tactische en strategische aansturing van het engineering proces wordt vaak verzorgd door een Asset Management proces [ISO 55000]. In het Asset Management proces (ook wel beheer genoemd) wordt een continue afweging gemaakt tussen de gevraagde functionaliteit en kwaliteit, de risico's die op dit vlak worden gelopen, en de maatregelen (inclusief de benodigde middelen en doorlooptijd) die benodigd zijn om die risico's te beheersen. De uitvoering van de maatregelen vindt plaats middels het engineering proces.

OPMERKING: In de praktijk bestaan er twee vormen van AM. De eerste vorm (*AM Groot*) richt zich op de gehele levenscyclus, beginnend bij de gevraagde functionaliteit, en hanteert een integraal Life Cycle Costing (LCC) model waarbij zowel investeringskosten als beheer- en onderhoudskosten in de meerjarige besluitvorming worden meegenomen. De tweede vorm (*AM Klein*) richt zich op de levenscyclus fasen, die na het initiële ontwerp en bouw fasen plaatsvinden. Daarbij worden met name beheer- en onderhoudskosten in de meerjarige besluitvorming meegenomen. Uiteraard zijn er ook tussenvormen mogelijk.

6.5.2 Functionele rol en object

De combinatie van het tactische en strategische AM proces en de operationele uitvoering van de maatregelen in het engineering proces zijn in essentie gedreven door de gevraagde functionaliteit en kwaliteit, die in de vorm van eisen is vastgelegd. In lijn met Paragraaf 5.1 is de functionele rol (ook: actief object) de drager van de eisen, die door het object moeten worden gerealiseerd. Anders gezegd: een Programma van Eisen specificeert een functionele

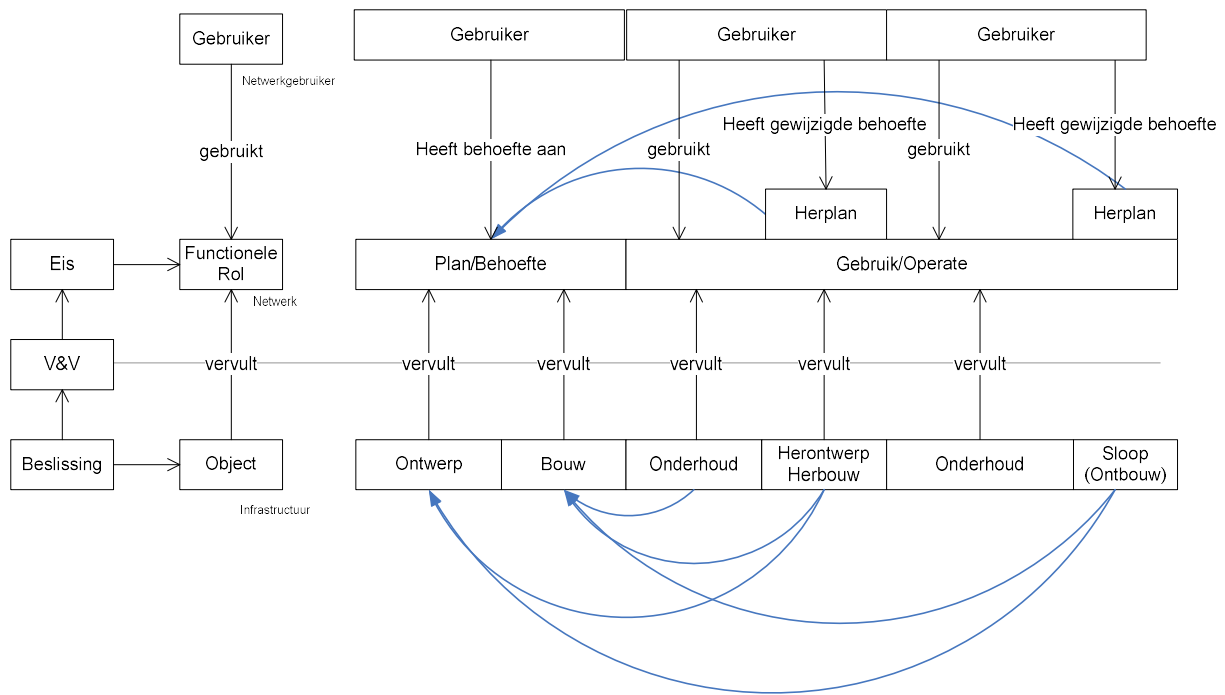
rol, die door een (fysiek) object moet worden gerealiseerd. Hierbij doorloopt het object een levenscyclus, bestaande uit een opeenvolgende reeks van (levenscyclus) toestanden.

De scheiding tussen functionele rol en het object, dat die rol realiseert, is een van de fundamentele principes van de Systems Engineering (SE) benadering [ISO 15288. GARM]. Deze scheiding biedt de Asset Manager, en met name de ontwerper en bouwer, de mogelijkheid om dezelfde functionaliteit en kwaliteit op verschillende manieren te realiseren.

6.5.3 Asset Management processen

Doelen, functies en functionele rollen: een stakeholder formuleert doelen (gewenste toestand van de wereld), en richt die wereld (objecten/processen) om zich heen zodanig in dat hij zijn doelen realiseert. Deze inrichting kent zes stappen, die in de onderstaande figuur worden weergegeven:

- 1) Hij stelt EISEN aan de objecten/processen om zich heen. Eisen hebben betrekking op de gewenste rollen (actieve rollen, toestand) en eigenschappen van de objecten/processen gedurende het GEBRUIK. Een goede eis is SMART en dus KWANTITATIEF geformuleerd. De eis wordt uitgedrukt in gewenste waarden voor de rollen en eigenschappen.
- 2) Aanvullend formuleert hij RANDVOORWAARDEN aan de rollen en eigenschappen van de objecten/processen, die voortvloeien uit alle andere levenscyclus processen (zie hieronder). Uitvoerbaarheid, Testbaarheid, Inpasbaarheid, Onderhoudbaarheid, Vervangbaarheid, Toekomstvastheid, Herbruikbaarheid etc etc. Ook een randvoorwaarde is kwantitatief. Deze randvoorwaarden worden ook wel aspecten genoemd (RAMSSHEEP).
- 3) Hij neemt BESLISSINGEN om bepaalde levenscyclus processen (MAATREGELEN) in te zetten, plant ze en voert ze uit om de objecten/processen conform de EISEN in te richten (aanmaken, wijzigen, verwijderen). Maatregelen kunnen betrekking hebben op de gehele levenscyclus: concept, ontwerp, bouw, onderhoud (klein, groot, renovatie) en sloop.
- 4) Hij doet OBSERVATIES en METINGEN (kwantitatieve observaties) om uitspraken te doen over de gerealiseerde rollen en eigenschappen van de objecten/processen. De observatie wordt uitgedrukt in de gemeten waarden voor de rollen en eigenschappen. De gemeten waarden worden ook wel eens “prestaties” genoemd. In het Engels: measure of performance, een maat voor de prestatie. Een inspectie is ook een observatie.
- 5) Hij vergelijkt de gewenste waarden (eisen) en de gemeten waarden (metingen) voor alle rollen en eigenschappen, en stelt vast of de gemeten waarden voldoen aan de gewenste (geëiste) waarden. De combinatie van stap 4 en 5 wordt Verificatie en Validatie (V&V) genoemd.
- 6) In geval van een afwijking neemt hij wederom een BESLISSING om bepaalde MAATREGELEN in te zetten om de afwijking te beheersen (zie 3), plant deze en voert ze uit. Een van de maatregelen kan ook zijn om de EISEN aan te passen (zie 1).



6.5.4 Mentale en fysieke realisatie

Uit de bovenstaande figuur wordt duidelijk dat er twee levenscyclussen naast elkaar lopen:

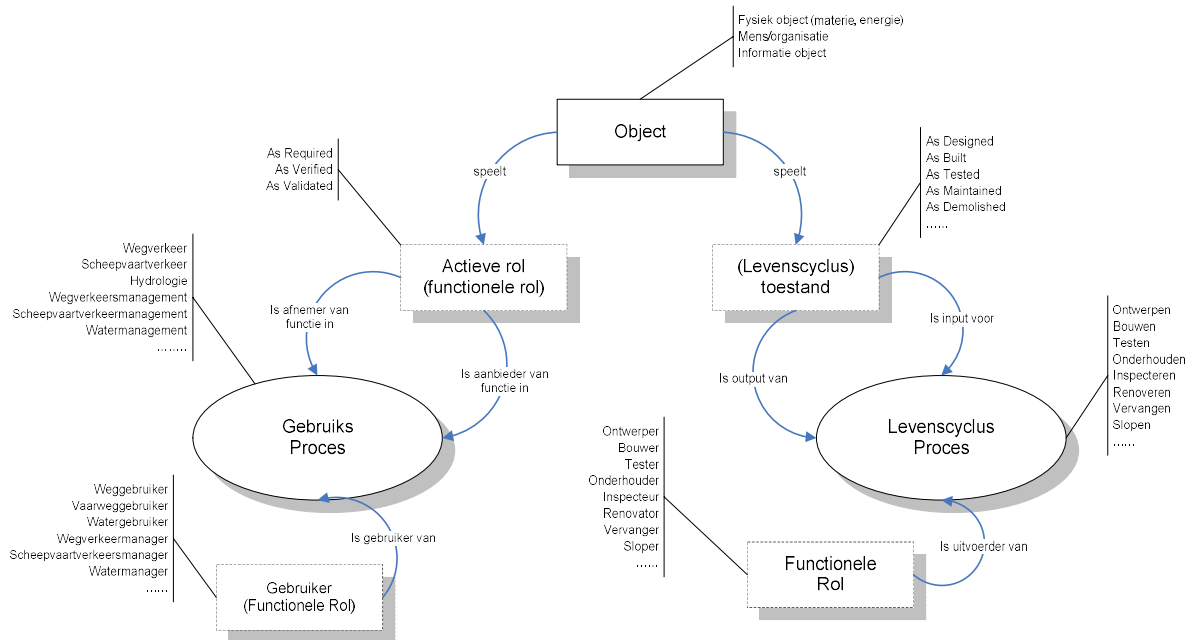
- De levenscyclus van de functionele rol, waarin de behoefte (verwoord in eisen) en het daadwerkelijke levering van de functie (dienst, product) tijdens het gebruik centraal staat;
- De levenscyclus van het fysieke object, waarin het voldoen aan de eisen centraal staat.

In beide levenscyclussen vinden afwisselend mentale en fysieke processen plaats:

- De behoefte (mentaal) en de daadwerkelijke levering (fysiek)
- Het ontwerp (mentaal, van VO tot UO) en de daadwerkelijke bouw, onderhoud en sloop

6.5.5 Samenhang object, actieve rol en toestand

In de onderstaande figuur wordt de samenhang tussen de concepten object, actieve rol en toestand weergegeven binnen de context van een engineering en gebruiksproces.



TODO: de onderstaande taxonomie van objecten en processen bespreken in de relevante domeinen

6.5.6 Principe: maak onderscheid tussen soorten objecten

Dit principe maakt onderscheid tussen de volgende soorten objecten:

- Fysiek object (concreet object, omvat materie en energie)
 - Hoeveelheid energie
 - Kwantummechanisch object (niet verder uitgewerkt)
 - Materieel object (macroscopisch object, klassieke fysica)
 - Hoeveelheid materie (geen vaste vorm)
 - Discreet object (vaste vorm)
 - Biologisch object/organisme
 - Plant
 - Dier
 - Mens
 - Ecologisch object
 - Groep van organismen
 - Technologisch object/artefact
 - Bouwwerk
 - Gebouw
 - Bouwwerk, geen gebouw zijnde
 - Kunstwerk/kruisingsconstructie
 - Infrastructureel werk
 - Apparaat/device
 - Computer
 - Machine
 - Natuurlijk object
 - Planeet
 - Planetair aardoppervlakte

- Planetair aardoppervlaktedeel
- Sociale entiteit/sociale actor, agent
 - Individueel persoon
 - Groep van personen
 - Familie
- Rechtsentiteit
 - Rechtsobject/goed
 - Materieel rechtsobject/zaak
 - Onroerende zaak
 - Roerende zaak
 - Immaterieel rechtsobject/vermogensrecht
 - Rechtssubject
 - Natuurlijk persoon
 - Rechtspersoon
 - Publiekrechtelijk
 - Privaatrechtelijk
- Mentaal object (abstract object, omvat informatie)
 - Materie (stof, substantie)
 - Unit
 - Taal
 - Kennisdomein
 - Locatiereferentiesysteem
- Symbolisch object (teken, symbool, naam, code, representatie van concept)
- Computationeel object (in de runtime omgeving van een computer)

6.5.7 Principe: maak onderscheid tussen soorten processen

Dit principe maakt onderscheid tussen de volgende soorten processen:

- Fysisch proces
 - Energietransformatie
 - Kwantummechanisch proces (niet verder uitgewerkt)
 - Macroscopisch fysisch proces (klassieke mechanica)
 - Mechanisch proces
 - Optisch
 - Akoestisch
 -
 - Biologisch proces
 - Ecologisch proces
- Sociaal proces
- Rechtshandelingen (rechtsproces)
 - Eenzijdig/tweezijdig
 - Publiekrechtelijk/privaatrechtelijk
- Mentaal proces (informatie verwerking, redenering, beslissing, planning)
- Communicatie proces (uitwisseling van symbolische objecten)
 - Sociale communicatie (communicatie tussen sociale actoren)
 - Datacommunicatie (communicatie tussen computationele actoren)
- Computationeel proces (in de runtime omgeving van een computer)

7. Domein Gebouwde Omgeving

In dit hoofdstuk worden principes en modelleerregels beschreven die van toepassing zijn bij het ontwikkelen en beheren van een verzameling van conceptuele modellen in het domein Gebouwde Omgeving (GO).

7.1 Functionele rol van de gebouwde omgeving

7.1.1 De gebouwde Omgeving biedt ruimte aan haar gebruikers

7.1.2 Functionele rol van gebouwen

- De functie van een gebouw is het bieden van omsloten 3D gebruikruimte aan gebruikers (mensen);
- De aaneengesloten 3D ruimten vormen een 3D ruimtelijk netwerk, waarlangs de gebruiker zich te voet kan verplaatsen tussen twee locaties in het gebouw;
- Gelet op de ligging van het 3D ruimtelijk netwerk t.o.v. de aardoppervlakte is het niet goed mogelijk om de ligging te representeren m.b.v. een 2D/2.5D geometrische projectie op het aardoppervlakte;

7.1.3 Functionele rol van civieltechnische constructies

- De functie van een civieltechnische constructie is (in veel gevallen) het bieden van een kruisingsmogelijkheid of een scheiding tussen twee of meer 3D verkeersruimten (of een 3D verkeersruimte en een andere ruimte) zonder (verkeers)hinder voor de gebruikers van deze ruimten;

7.1.4 Functionele rol van infrastructuur

- De functie van een infrastructureel werk is het bieden van (omsloten/niet-omsloten) 3D verkeersruimte aan gebruikers (mensen, goederen, gassen, vloeistoffen/water, warmte/koude, elektriciteit, data) en hun voer/voertuigen;
- De aaneengesloten 3D verkeersruimten vormen een 3D ruimtelijk verkeersnetwerk, waarlangs de gebruiker en hun voer/voertuigen zich kan verplaatsen tussen twee locaties aan de aardoppervlakte;
- Gelet op de ligging van het 3D ruimtelijk verkeersnetwerk t.o.v. de aardoppervlakte is het wel goed mogelijk om de ligging te representeren m.b.v. een 2D/2.5D geometrische projectie op het aardoppervlakte;

7.1.5 Samenhang netwerk en infrastructuur

De onderstaand figuur toont de samenhang tussen een ruimtelijk netwerk (functionele rol, links) en de infrastructuur (fysiek object, rechts). Langs de verticale as worden de

verschillende Levels of detail getoond en de (de)compositie relaties tussen deze niveaus. Hier worden zes niveaus (1-6) gehanteerd.

7.2 *Engineering van de gebouwde omgeving*

7.2.1 De gebouwde omgeving is vast verankerd aan de aarde

- De constructie van de gebouwde omgeving bestaat primair uit fysieke objecten, die vast verbonden zijn aan het aardoppervlak, en die daarmee een vaste locatie t.o.v. het aardoppervlak hebben;
- De fysieke objecten zijn primair uitgevoerd als civieltechnische constructies en vormgegeven grondlichamen;

7.2.2 De gebouwde omgeving is een zaak van publiek belang

7.2.3 De gebouwde omgeving is kapitaalsintensief

8. Conformiteit

Een informatiemodel kan conformiteit claimen met deze standaard middels vijf klassen:

1. Het informatiemodel is gebaseerd op een conceptueel metamodel, dat
 - a. voldoet aan alle modellerregels uit Hoofdstuk 4;
 - b. voldoet aan de taalbinding, die voor de specifieke technologie van het informatiemodel van toepassing is;
2. Het informatiemodel is een extensie van de concepten uit het top level domein model van Hoofdstuk 5, en voldoet tevens aan klasse 1;
3. Het informatiemodel is een extensie van de concepten en relaties uit het top level domein model van Hoofdstuk 5, en voldoet tevens aan klasse 1;
4. Het informatiemodel is een extensie van de concepten en relaties uit de domein modellen van Hoofdstuk 6, en voldoet tevens aan klasse 3;
5. Het informatiemodel is een extensie van de concepten en relaties uit de domein Gebouwde Omgeving van Hoofdstuk 7, en voldoet tevens aan klasse 4;

APPENDIX A. CONCEPTUEEL METAMODEL – OPBOUW (INFORMATIEF)

In deze bijlage worden de concepten uit het conceptueel metamodel beschreven, die aan de basis liggen voor de modelleerregels uit hoofdstuk 4.

A.1. CONCEPTEN

In een conceptueel (meta)model kunnen de onderstaande concepten voorkomen. Deze zijn gerangschikt in een taxonomische structuur.

- Concept
 - Verzameling
 - Rol
 - Regel
 - Afleidingsregel
 - Beperkingsregel
 - Enkelvoudig concept
 - Unair concept
 - Unair domein concept (hst 5)
 - Waarde
 - Eenheid
 - Relatie

Een enkelvoudig concept kent de volgende metaniveaus:

- Generiek concept (M1);
 - Generiek unair concept (type)
 - Generieke relatie (relatie);
- Individueel concept (M0)
 - Individueel unair concept (individu);
 - Individuele relatie (link).

Indien noodzakelijk, kunnen ook hogere-orde metaniveaus (M2, M3) worden toegevoegd.

A.2. RELATIES EN ROLLEN

In een conceptueel (meta)model kunnen de onderstaande relaties en rollen voorkomen. Deze zijn gerangschikt in een taxonomische structuur.

- Relatie
 - Binaire relatie
 - Lidmaatschap
 - Annotatie
 - Karakterisatie
 - Classificatie
 - Generalisatie
 - Domein relatie (hst 5)
- Rol
 - Verzameling rol

- Model
- View
- Attribuut (waarde rol)
 - Annotering
 - Aspect
 - Kwaliteit
 - Grootheid
- Domein rol (hst 5)

APPENDIX B. TOP LEVEL DOMEIN MODEL – OPBOUW (INFORMATIEF)

In deze bijlage worden de concepten uit het top level domein model beschreven, die aan de basis liggen voor de modelleerregels uit hoofdstuk 5.

B.1. CONCEPTEN

In het top level domein model kunnen de onderstaande concepten voorkomen. Deze zijn gerangschikt in een taxonomische structuur.

- Unair domein concept (hst 4)
 - Entiteit
 - Ruimtetijd gebied

B.2. RELATIES EN ROLLEN

In het top level domein model kunnen de onderstaande relaties en rollen voorkomen.. Deze zijn gerangschikt in een taxonomische structuur.

- Domein relatie (hst 4)
 - Compositie relatie
 - Associatie relatie
 - Wijzigingsrelatie
 - Activeringsrelatie
- Domein rol (hst 4)
 - Entiteit rol
 - Actieve rol
 - Toestand

APPENDIX C. TAALBINDING - VOORBEELDEN (INFORMATIEF)

Deze norm beschrijft regels voor conceptuele modellen van de gebouwde omgeving. Deze regels bevatten geen implementatie-specifieke details. Toepassing van deze norm binnen een software applicatie vereist dat deze details wel worden toegevoegd.

In deze Bijlage wordt twee voorbeelden beschreven van een taalbinding tussen een conceptueel informatiemodel volgens deze norm en een metamodel van een bestaande database technologie of data uitwisselingsstandaard:

1. Een taalbinding met UML [UML]
2. Een taalbinding met RDFS/OWL [RDF/RDFS/OWL]

C.1. TAALBINDING MET UML

Het conceptueel model Gebouwde Omgeving (IMGO) in de vorm van een verzameling samenhangende UML modellen (in XMI formaat) is te downloaden van onderstaande locatie:

<http://www.nen2660-1.nl/draft/imgo.xmi>

C.2. TAALBINDING MET RDFS/OWL

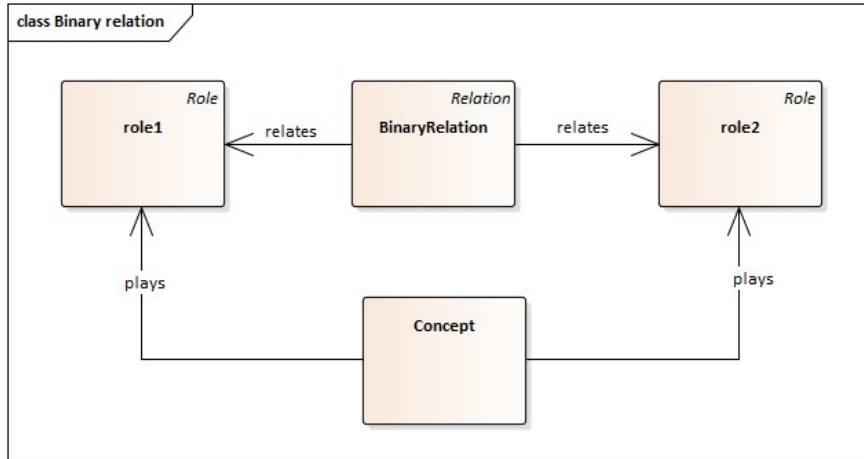
Bij de mapping van het conceptuele metamodel naar de RDF/OWL ontologie wordt gebruik gemaakt van de modelleringsregels zoals beschreven in [MLG] en [ISO DIS/21597-2].

Het conceptueel model Gebouwde Omgeving (IMGO) in de vorm van een verzameling samenhangende OWL ontologieën (in RDF/XML formaat) is te downloaden van onderstaande locatie:

<http://www.nen2660-1.nl/draft/imgo.rdf>

APPENDIX D. MAPPING VAN BINAIRE RELATIES (INFORMATIEF)

D.1. RELATIES IN CMF

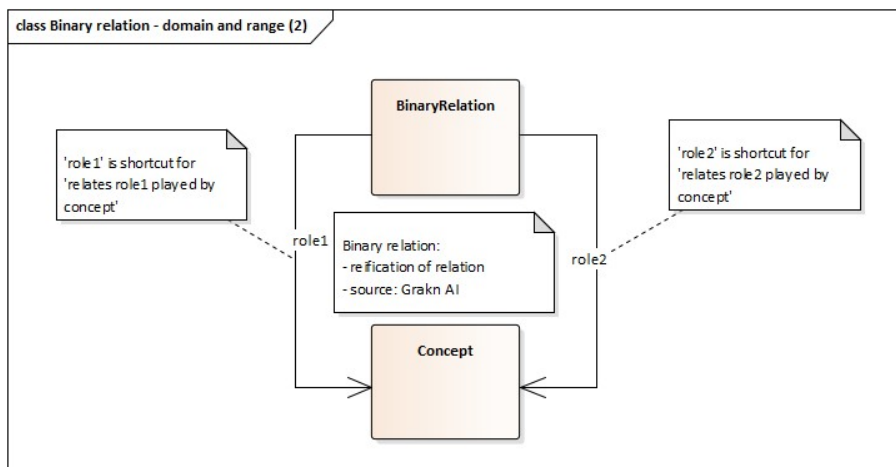


In paragraaf 4.1.5 is beschreven hoe een binaire relatie wordt gemodelleerd in het CMF raamwerk. De uitgangspunten hierbij zijn:

- Binaire relaties worden op dezelfde wijze gemodelleerd als n-aire relaties ($n > 2$). Dit betekent het gebruik van rollen in plaats van gerichte relaties;
- Een binaire relatie geeft een structureel verband tussen 2 rollen weer, waarbij een rol wordt gespeeld door een concept;
- Een binaire relatie is ongericht; en kan in beide richtingen worden genavigeerd.
- In een conceptueel model vindt reificatie plaats van de bouwstenen van een relatie (de relatie zelf en de rollen). Dit biedt maximale mogelijkheden om uitspraken over deze bouwstenen te doen.
- Een rol wordt aangeduid met een zelfstandig naamwoord;
- Een relatie wordt eveneens aangeduid met een zelfstandig naamwoord. Hierin komt geen voorkeursrichting tot uiting;

Bij de transformatie van een conceptueel model naar een technologie-specifiek datamodel (logisch of technisch) zijn er verschillende strategieën mogelijk. Iedere strategie vormt een compromis tussen prestatie en expressie-kracht. In de onderstaande paragrafen worden een aantal strategieën weergegeven.

D.2. ROLLEN ALS RELATIES



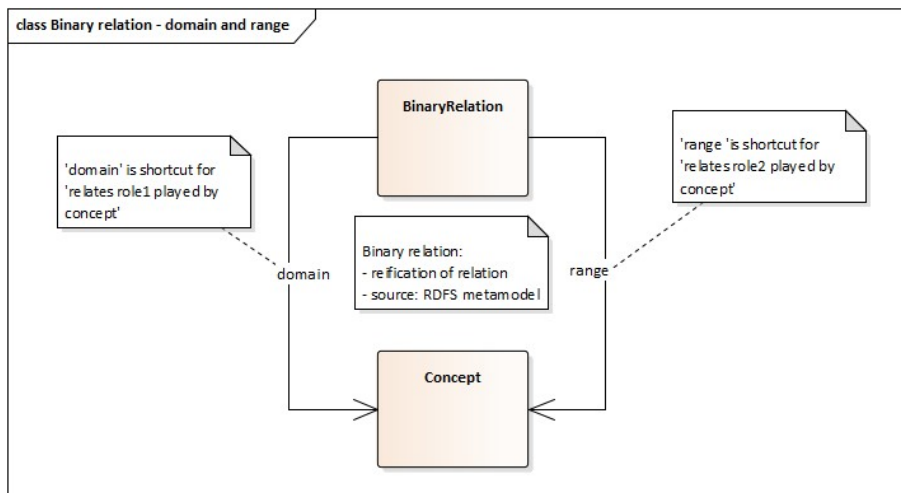
Een mogelijke strategie is het 'verlinken' (omgekeerde bewerking van reificatie) van de rollen naar twee gerichte relaties. De relatie zelf blijft wel een object.

Dit kan als volgt gelezen worden:

- De gerichte relatie 'role1' vervangt de expressie 'relates - role1 – played by'.

Voordeel: de originele naamgeving van de rollen blijft herkenbaar in de naamgeving van de twee gerichte relaties.

Nadeel: bij subtypering van de Binaire relatie dienen ook de gerichte relaties een subtype te krijgen.



Een variant op de bovenstaande strategie is het 'verlinken' (omgekeerde bewerking van reificatie) van de rollen naar twee gerichte relaties. De relatie zelf blijft wel een object.

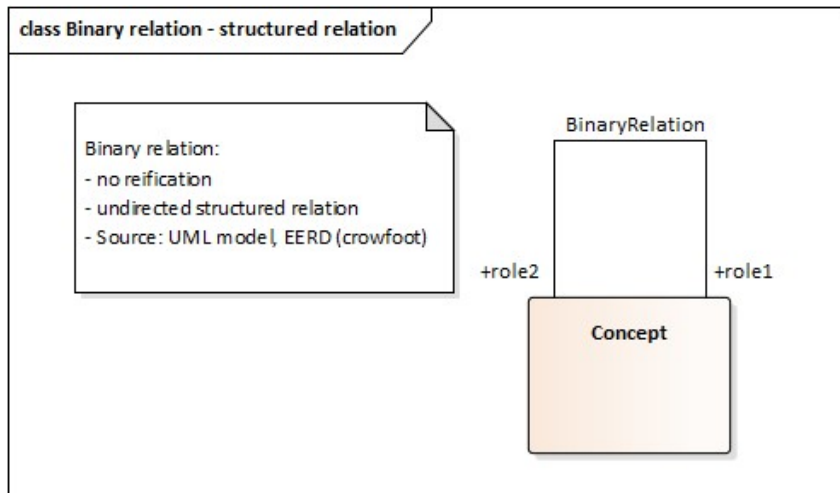
Dit kan als volgt gelezen worden:

- De gerichte relatie 'domain' vervangt de expressie 'relates - role1 – played by'.
- De gerichte relatie 'range' vervangt de expressie 'relates – role2 – played by'.

Voordeel: bij subtypering van de Binaire relatie hoeven de gerichte relaties geen subtype te krijgen.

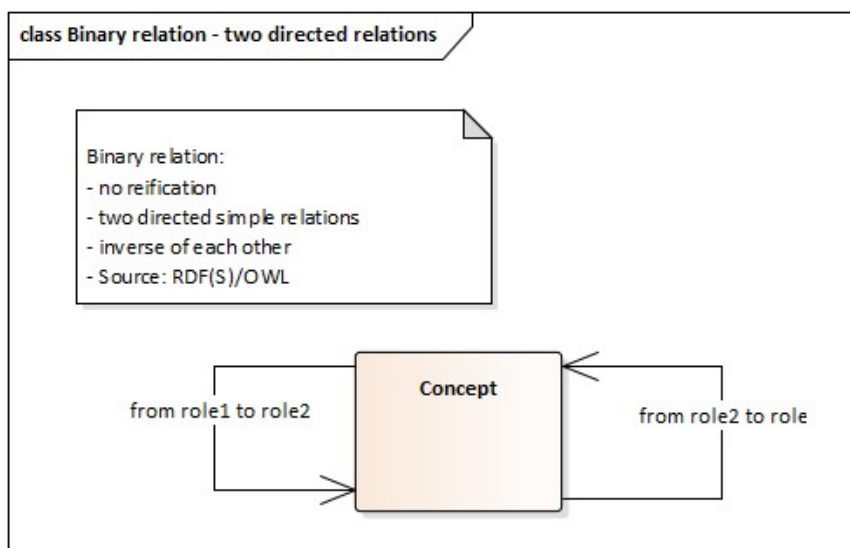
Nadeel: de originele naamgeving van de rollen is niet meer herkenbaar in de naamgeving van de twee gerichte relaties.

D.3. RELATIES ALS RELATIES



Een andere strategie is het 'verlinken' (omgekeerde bewerking van reificatie) van de binaire relaties zelf. In het bovenstaande voorbeeld is gekozen voor een gestructureerde relatie: de relatie is geen object meer, maar de twee rollen zijn als “interne componenten” van de relatie gemodelleerd. De relatie is ongericht, en kan in beide richtingen worden genavigeerd.

Voordeel: er ontstaat een graaf- of netwerk structuur, waarin de rollen wel nog zichtbaar zijn.
Nadeel: een ongerichte gestructureerde relatie is geen standaard graaf oplossing.

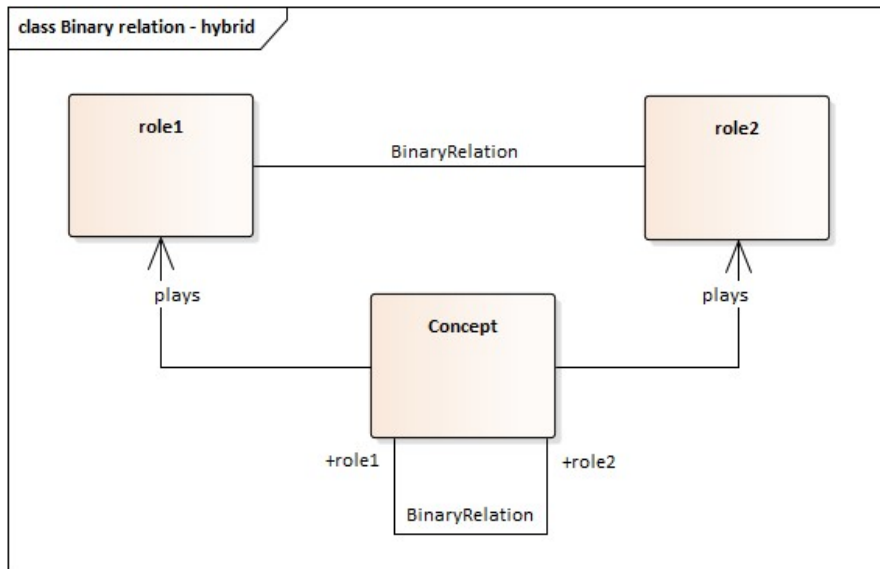


Een variant op de bovenstaande strategie is het verlinken en opsplitsen van de binaire relatie in twee gerichte relaties. Daarbij vormen de beide relaties elkaars inverse.

Voordeel: er ontstaat een graaf- of netwerk structuur, die goed aansluit bij standaard oplossingen, zoals RDF triples.

Nadeel: de naamgeving van de twee gerichte relaties zal meestal een werkwoord zijn, dat niet meer rechtstreeks valt te herleiden naar de oorspronkelijke naam van de binaire relatie of de beide rollen.

D.4. HYBRIDE

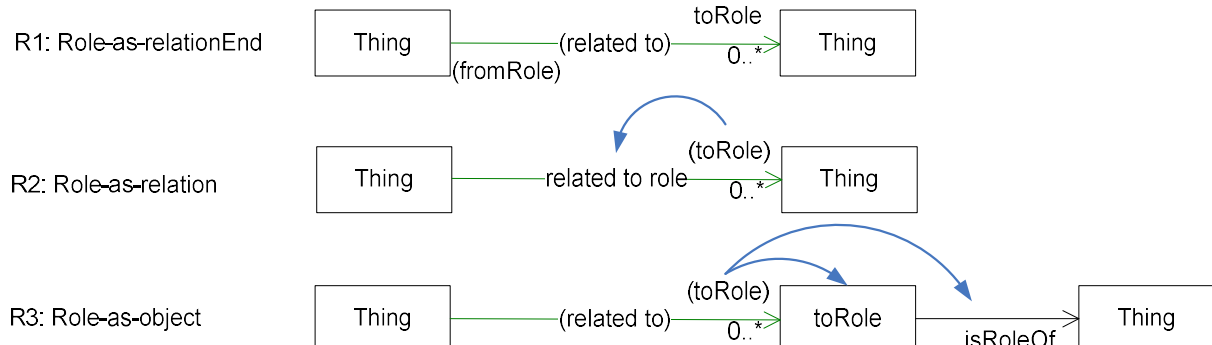


Tenslotte is er een hybride variant denkbaar, waarbij de Binaire relatie wordt verlinkt tot een ongerichte relatie, maar de beide rollen objecten blijven. Deze hybride variant kan als een overgangsvorm naar de eerste variant onder B.3 worden gezien. Bij beide varianten blijft de naamgeving van de oorspronkelijke CMF relatie en rollen herkenbaar.

D.5. MODELLEERSTIJLEN VOOR ROLLEN

In de onderstaande figuur worden de verschillende varianten weergegeven voor het modelleren van rollen in binaire relaties.

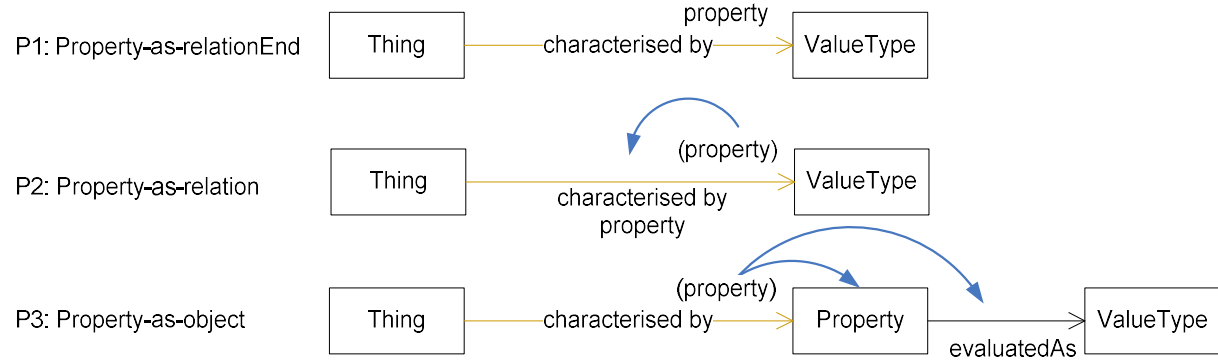
R: Role Modeling style
(directed)



D.6. MODELLEERSTIJLEN VOOR EIGENSCHAPPEN

In de onderstaande figuur worden de verschillende varianten weergegeven voor het modelleren van eigenschappen en waarden (type).

P: Property Modeling style
(directed)



APPENDIX E. EENVOUDIG VOORBEELD (INFORMATIEF)

In deze bijlage wordt een eenvoudig voorbeeld uitgewerkt, waarin de modelleerregels uit hoofdstuk 4 worden toegepast.

E.1. DE CASE

Aangeboden: een nest van 3 pups van ruwharige foxterriërs

De honden hebben een stamboom

Prijs: €550,-

Eigenaar: mevrouw Boertien uit Weesp

De honden heten Berry, Therry en Larry



E.2. CLASSIFICATIE-INSTANTIATIE

Therry is een Ruwharige Foxterrier:

- ⇒ Therry IS EEN INSTANTIE VAN de KLASSE (het TYPE) Ruwharige Foxterrier
- ⇒ Een instantie erft alle eigenschappen van de klasse waar die toe behoort.



Therry is een instantie van de
klasse ruwharige foxterriër

Therry is geclassificeerd
(van het type) als ruwharige
foxterriër



E.3. GENERALISATIE - SPECIALISATIE



De klasse foxterrier IS een subtype van terrier.
 Een terrier IS een (subtype van) hond
 Een hond IS een (subtype van) zoogdier
 Een zoogdier IS een (subtype van) fauna
 Fauna IS een (subtype van) concept
 Het woord “concept” is de meest abstracte omschrijving van “iets”. Elke klasse is dus per definitie een concept.
 In een taxonomie bevat het subtype **ALLE EIGENSCHAPPEN (OVERERVING)** van het supertype en onderscheid zich op een aantal definiërende eigenschappen.

SPECIALISATIE:
IS
SUBTYPE
VAN

GENERALISATIE:
IS
SUPERTYPE
VAN

Wat een ruwharige foxterrier onderscheid van het generieke begrip “concept” zijn alle **DEFINIËRENDE EIGENSCHAPPEN**.
 De [CB-NL](#) is de NL-taxonomie voor de bouw.

E.4. COMPOSITIE - DECOMPOSITIE



Instantie Therry HEEFT (of; is samengesteld uit):

1. Poten
2. Lijf
3. Nek
4. Staart
5. Kop; Kop is samengesteld uit:
 - Neus
 - Ogen
 - Oren
 - Bek; Bek is samengesteld uit:
 - Tand
 - Tong
 - Verhemelte

- Kaak

DECOMPOSITIE:
...
HEEFT ...
(bestaat uit)

COMPOSITIE:
...
VOORMT ...
(stelt samen)

In een specialisatiestructuur erft elk subtype alle eigenschappen van al zijn supertypes. Onderdelen uit de decompositiestructuur hebben zelf niet perse de zelfde eigenschappen als het samengestelde deel of vice versa. Bijvoorbeeld: Therry is een gezelschapsdier, daarom is zijn kaak nog geen gezelschapsdier.

E.5. HIERARCHIE EN OVERERVING

Bij decompositie en bij specialisaties ontstaat een hiërarchische structuur. Kijk je naar een hiërarchische structuur dan is het dus belangrijk om te weten wat de betekenis is van de hiërarchie, anders kan deze verkeerd begrepen worden.

Het zgn. overervingsprincipe geldt wel bij specialisatie en niet bij decompositie. Het is dus belangrijk om te weten naar wat voor structuur je kijkt om te begrijpen wat deze betekent.

E.6. KARAKTERISATIE



Attributen zijn kenmerken of eigenschappen. Het concept ruwharige Terriër HEEFT (attribuut)

De instantie Therry heeft een attribuutwaarde.

Voorbeelden van attributen met attribuutwaarden voor Therry zijn:

1. Een prijs: €550,-
2. Een eigenaresse: Boertien uit Weesp
3. Naam: Therry
4. Kleur: Bruin / wit / zwart
5. Leeftijdcategorie: PUP
6. Broers: Berry en Lerry

De eigenschap leeftijdscategorie kan 3 waarden hebben: pup, adult en senior. Elke ruwharige terrier heeft precies 1 leeftijdscategorie. De CARDINALITEIT is dus 1. Een ruwharige terrier heeft 3 kleuren om een rashond te zijn. Voor een ruwharige foxterrier is de cardinaliteit voor kleur dus 3. De cardinaliteitwaarden zijn zwart, wit en bruin. Het attribuut “prijs” heeft een GROOTHEID geld en een EENHEID Euro.

E.7. CLASSIFICATIE - KEUZES



Therry is te classificeren als een ruwharige foxterrier, maar met hetzelfde recht kun je Therry classificeren als een ruwharige terrier:

1. Therry IS een ruwharige foxterrier of
2. Therry IS een foxterrier
 - a. Heeft ruw haar

Er is doorgaans dus een keuze:

- Een instantie precies classificeren
- Een instantie grofstoffelijk classificeren en nader beschrijven met attributen.

E.8. ROL



Mevrouw Boertien heeft een ROL van hondenfokker. Een hondenfokker IS een fokker, en een fokker IS een ondernemer. De rol “hondenfokker” is dus een subtype van de rol “ondernemer”. Daarmee is mevrouw Boertien dus tevens een ondernemer. De rol “ondernemer heeft altijd precies 1 BTW-nummer (EIGENSCHAP met ARDINALITEIT 1, bij specialisatie geldt het principe van OVERERVING).

E.9. LIDMAATSCHAP



Therry is onderdeel van een nest ruwharige foxterriers. Een nest is een COLLECTIE: een groepering dus. Mevrouw Boertien is onderdeel van de familie Boertien. Ook het concept familie is een collectie.

APPENDIX F. INFORMATIEDRAGERS NEN 2660:1996 (INFORMATIEF)

In deze bijlage zijn de *informatiedragers* uit de NEN 2660:1996 opgenomen, geordend volgens de modelleerregels uit de huidige NEN 2660.

F.1. STATEMENTS

Complex is een Fysiek Object
Bouwwerk is een Fysiek Object
Element is een Fysiek Object
Bouwdeel is een Fysiek Object
Component is een Fysiek Object

Complex bestaat uit Bouwwerk
Bouwwerk bestaat uit Element
Element bestaat uit Bouwdeel
Bouwdeel bestaat uit Component

Bouwwerk is afbakening van Ruimte
Ruimte is synoniem van Ruimtelijk Gebied

Middel is een Actief Object

Bouwproduct speelt Middel
Arbeid speelt Middel
Materiaal speelt Middel

Middel voert uit Activiteit

Activiteit transformeert Component

F.2. DEFINITIES

TODO

Bibliografie

Normen generiek

- | | | |
|------|---------------------------|---|
| [1] | ISO 1087-1:2000 | Terminology work – Vocabulary – Part 1: Theory and application |
| [2] | ISO 5127:2017 | Information and documentation - Foundation and vocabulary |
| [3] | ISO 16354:2013 | Guidelines for knowledge libraries and object libraries. |
| [4] | ISO/IEC 19505-1:2012 | Information technology – Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML) – Part 1: Infrastructure |
| [5] | ISO/IEC 19505-2:2012 | Information technology – Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML) – Part 2: Superstructure |
| [6] | ISO/IEC 19514:2017 | Information technology – Object management group systems modeling language (OMG SysML) |
| [7] | ISO/IEC/IEEE 31320-1:2012 | Information technology - Modeling Languages - Part 1: Syntax and Semantics for IDEF0 |
| [8] | ISO/IEC CD 21838-1 | Information technology -- Top-level ontologies - Part 1: Requirements |
| [9] | ISO/IEC CD 21838-2 | Information technology -- Top-level ontologies - Part 2: Basic Foundational Ontology (BFO) |
| [10] | ISO/IEC/IEEE 15288:2015 | Systems and software engineering – System life cycle processes |
| [11] | ISO/IEC/IEEE 12207:2017 | Systems and software engineering – Software life cycle processes |
| [12] | ISO/IEC/IEEE 42010:2011 | Systems and software engineering -- Architecture description |
| [13] | ISO/PAS 19450:2015 | Automation systems and integration – Object-Process Methodology (OPM) |
| [14] | ISO 10303-11:2004 | Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual |
| [15] | ISO 11354-1:2011 | Advanced automation technologies and their applications - Requirements for establishing manufacturing enterprise process interoperability - Part 1: Framework for enterprise interoperability |
| [16] | ISO TR 9007:1987 | Information Processing Systems – Concepts and terminology for the conceptual schema and the information base |
| [17] | ISO 639-1 | Codes for the representation of names of languages — Part 1: Alpha-2 code |

Normen gebouwde omgeving

- | | | |
|------|----------------------|---|
| [51] | ISO 12006-2:2015 | Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification. |
| [52] | ISO 6707:2017 | Buildings and civil engineering works – Vocabulary (3 parts) |
| [53] | IEC 81346-1 | Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules |
| [54] | ISO/TS 15926-11:2015 | Industrial automation systems and integration – Integration of life-cycle data for process plants including oil and gas production facilities – Part 11: Methodology for simplified industrial usage of |

		reference data
[55]	ISO 16739:2013	Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries
[56]	ISO 19136: 2007	Geographic information - Geography Markup Language (GML)
[57]	ISO 19156:2011	Geographic information - Observations and Measurements
[58]	ISO DIS/21597-1	Information container for data drop – Exchange specificaton – Part 1: Container
[59]	ISO DIS/21597-2	Information container for data drop – Exchange specification – Part 2: Dynamic semantics
[60]	ISO 55000:2014	Assetmanagement - Overzicht, principes en terminologie
[61]	NEN 2767-1:2017	Conditiemeting gebouwde omgeving – Deel 1: Methodiek
[62]	NEN 2767-4-2	Conditiemeting voor infrastructuur – Deel 4-2: Gebrekenlijst
[63]	NPR 4768	Conditiemeting – Definities en foto's van decompositie en gebreken
[64]	NEN 3610:2011 (nl)	Basismodel geo-informatie – Termen, definities, relaties en algemene regels voor de uitwisseling van informatie over aan de aarde gerelateerde ruimtelijke objecten

Overige bronnen generiek

[101]	EER	Extended Entity-Relationship Modeling, Peter Chen et al.
[102]	ORM	Object-Role Modeling, Terry Halpin
[103]	FCO-IM	Fully Communication-oriented information modeling, Guido Bakema et al
[104]	RDF	Resource Description Framework (RDF) 1.1 Concepts and Abstract Syntax, W3C
[105]	RDFS	RDF Schema 1.1, W3C
[106]	OWL	OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition), W3C
[107]	SHACL	Shapes Constraint Language (SHACL), W3C
[108]	ARCHIMATE	Archimate, The Open Group, 2018
[108]	DEMO	Design & Engineering Methodology for Organizations, Jan Dietz, 2006
[110]	UFO	Unified Foundational Ontology, Giancarlo Guizzardi et al, 2005 en later
[111]	GARM	General AEC Reference Model, Wim Gielingh, 1988, 2008
[112]	Dijkstra	On the role of scientific thought, Edsger Dijkstra, 1974
[113]	HQDM	Developing high quality data models, Matthew West, 2011
[114]	SysML v2 RFP	Systems Modeling Language (SysML) v2 Request For Proposal (RFP), Object Management Group, 2017
[115]	SKOS	Simple Knowledge Organization System - Reference, W3C, 2009
[116]	XML Schema	XML Schema, W3C, 2004
[117]	MIM	MIM - Metamodel Informatie Modelling, Geonovum, 2017
[118]	SBVR	Semantics Of Business Vocabulary and Rules, Object Management Group, 2017
[119]	FRISCO	The FRISCO Report, IFIP, 1998
[120]	RFC 4646	Tags for Identifying Languages, IETF, 2006
[121]	GELLISH	Gellish: A Generic Extensible Ontological Language, Andries van Renssen, 2006

- [122] BORO Business Objects: Re-Engineering for Re-Use, Chris Partridge, 1996

Overige bronnen gebouwde omgeving

- [151] INSPIRE Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE), Stelsel van INSPIRE Dataspecifications, EU
- [152] CB-NL Nederlandse Conceptenbibliotheek voor de gebouwde omgeving, BIM Loket, 2018
- [153] COINS Constructieve Objecten en de Integratie van Processen en Systemen, BIM Loket, 2016
- [154] NL-SfB NL/SfB-tabellen inclusief herziene Elementenmethode '91, BNA/BIM Loket, 2005
- [155] GWSW Gegevenswoordenboek Stedelijk Water, Stichting RIONED, 2018
- [156] ETIM Europees Technisch Informatie Model, Keten-standaard Bouw en Installatie
- [157] Stelsel BS Stelsel van wettelijke Basisregistraties in Nederland, Rijksoverheid. Omvat o.a. BGT, BRT, BAG, BRK en BRO.
- [161] IMKL Informatiemodel Kabels en Leidingen, Kadaster, 2017
- [158] DSO Digitaal Stelsel Omgevingswet, Rijksoverheid
- [159] NDI Nationaal Digitaliserings- & Informatiseringprogramma, 2018
- [160] GEO Stelsel Geo-informatiemodellen o.b.v. NEN 3610, Geonovum
- [160] IMWA Informatiemodel Water, Informatiehuis Water, 2017
- [162] IMBOR Informatiemodel Beheer Openbare Ruimte, CROW
- [163] IMWV Informatiemodel Wegen en Verkeer, CROW
- [164] INTERLINK European Road OTL, CEDR, 2018
- [165] MLG Modelling and Linking Guide for Object Type Libraries, TNO, 2019-01-15 (concept)
- [166] EAGLE The EAGLE (EIONET Action Group on Land monitoring in Europe) datamodel, The EAGLE group, 2015

Vraag: is de Bibliografie hetzelfde als “informatieve verwijzingen”?