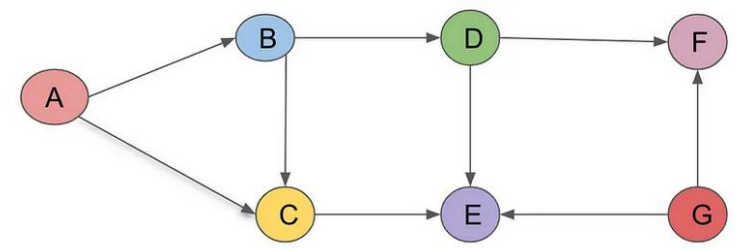




Hein Corstens

# Netwerkinformatie- modellering





## Inhoud

- voorgeschiedenis
- netwerkmodellen
  - algemeen
  - transport
  - vaarwegen
- gedachtewisseling: toepassing op watersysteem

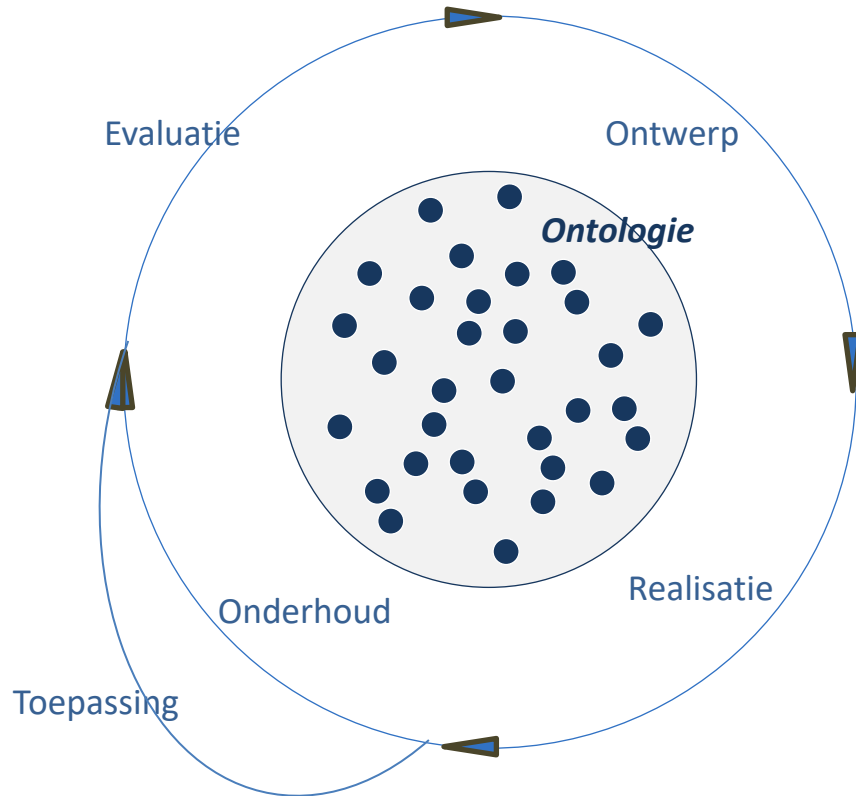
## Hein Corstens



- v/h Urbidata en UDS (Universal Data Store/ Universal Data Services)
- Corstens Informatiearchitectuur
- Actueel:
  - Informatiemodellering van transportnetwerken
  - Informatiemodel woongebouwen
- nu: focus op (inhoudelijke) Ontologie-advisering
- Ontologieverwerking/ o.s. applicatie ONTOLOGICA

[hein@corstens.nl](mailto:hein@corstens.nl)

[www.corstens.nl](http://www.corstens.nl)



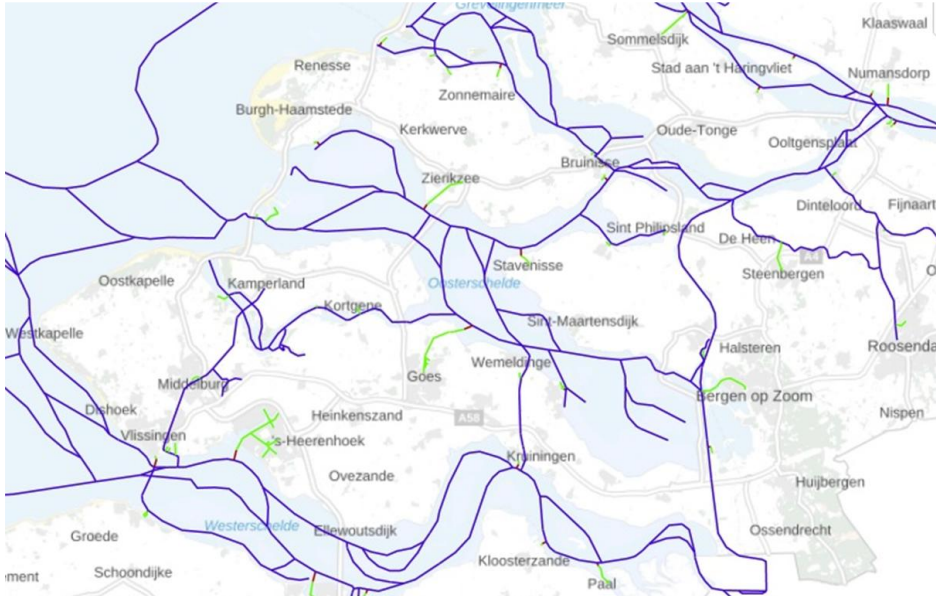
Doel: ondersteuning van de levenscyclus van ontologieën (semantische gegevensmodellen)

Doelgroep:

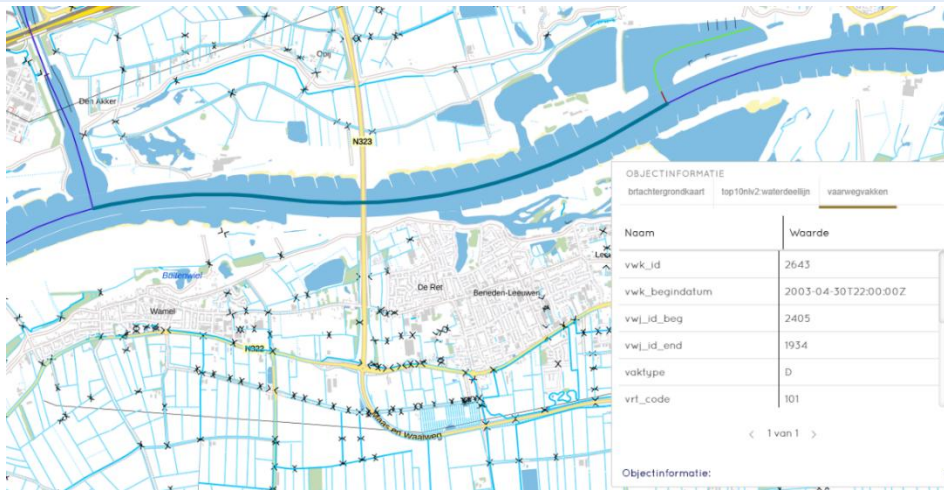
- professionele en niet-professionele gebruikers van informatie en IT-voorzieningen
- IT-opdrachtgevers
- IT-specialisten: ontwikkelaars, beheerders, informatiearchitecten, etc.
- klanten en toeleveranciers
- burgers en bedrijven (overheid)
- samenleving

Status: prototype

# Voorgeschiedenis transportnetwerkinformatiemodel



- 2021 – doelarchitectuur Vaarwegennetwerk:
  - Bedrijfsobjectenmodel (BOM-V)
  - Conceptueel informatiemodel (CIM-V) (Concept)
  - doel: verbinding en uniformering van bestaande vaarwegennetwerken
  - t.b.v. meer samenhang van en samenwerking tussen beheerders, domeinen, overheden en landen
- v.a. 2022: verdieping en verbreding



NWB-V

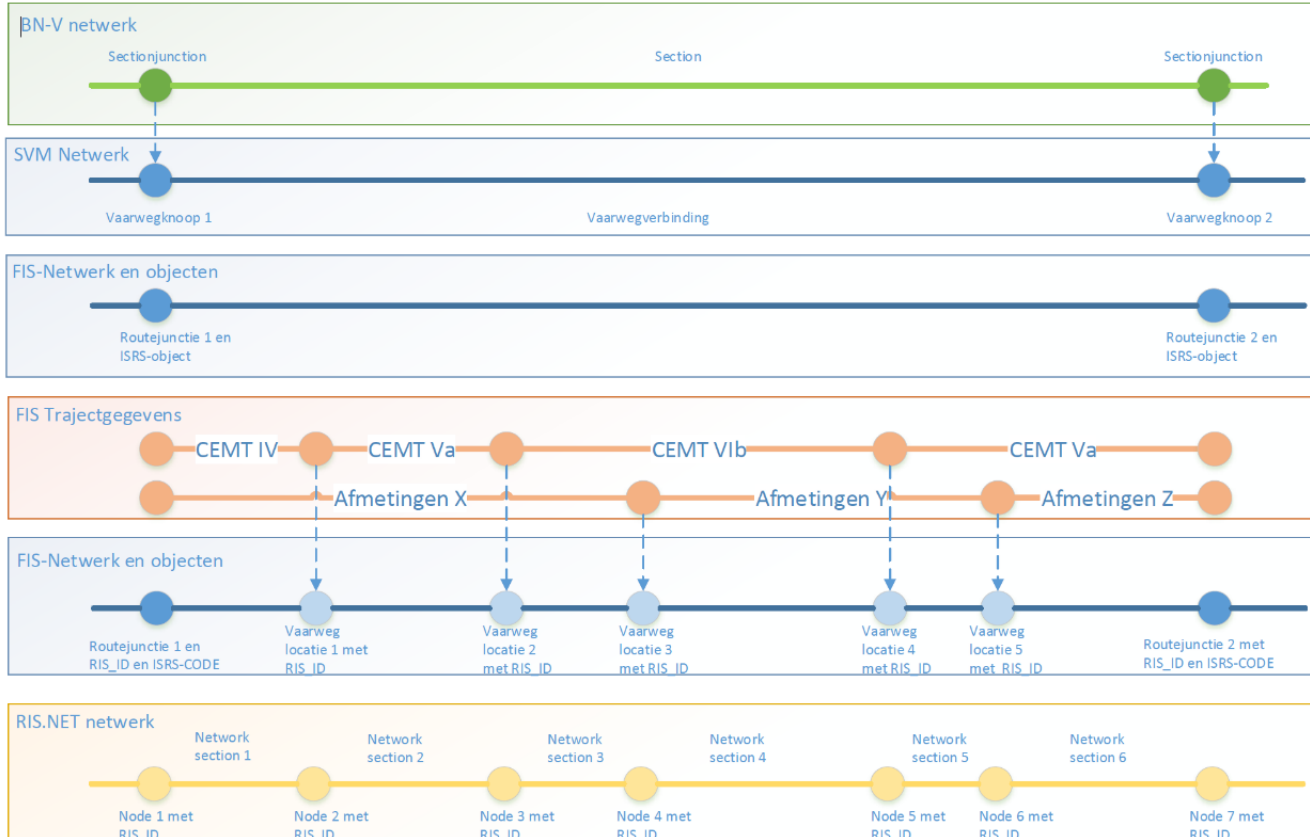


Inspire

## Situatie (2022) vaarwegennetwerkmodellen

- vele netwerken: BIVAS, COMEX/ EURIS, INSPIRE, NNDS, NODS, NWB-V, TENTec, ViN, VNDS, RIS-net (i.o.)
- knelpunten:
  - discrepanties in definities en benamingen
  - handmatige aanpassing van netwerken
  - ad hoc koppelingen
  - spanning volledigheid-tijdigheid (tbv verkeersmanagement)
- ➔ inconsistente netwerken
- geen geïntegreerde basis voor goederenvervoer
- NWB-V op onderdelen aan vernieuwing toe

# Vertaling BN-V – RIS.net



**Bedrijfsobjectenmodel**

**Netwerken (BOM-N)**

**Bedrijfsobjectenmodel**

**Transportnetwerken (BOM-T)**

**Bedrijfsobjectenmodel**

**Vaarwegennetwerken (BOM-V)**

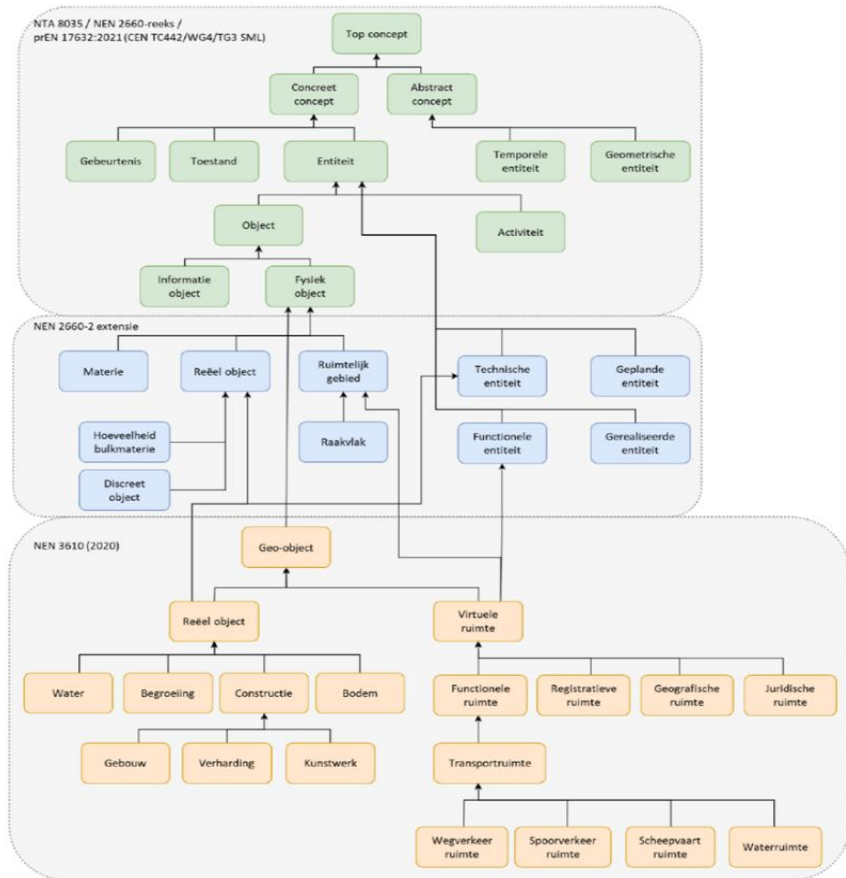
## Doelarchitectuur 1.9

3 niveaus:

1. netwerken
2. transportnetwerken
3. specifieke netwerken

Resultierend in 3 Objectenmodellen

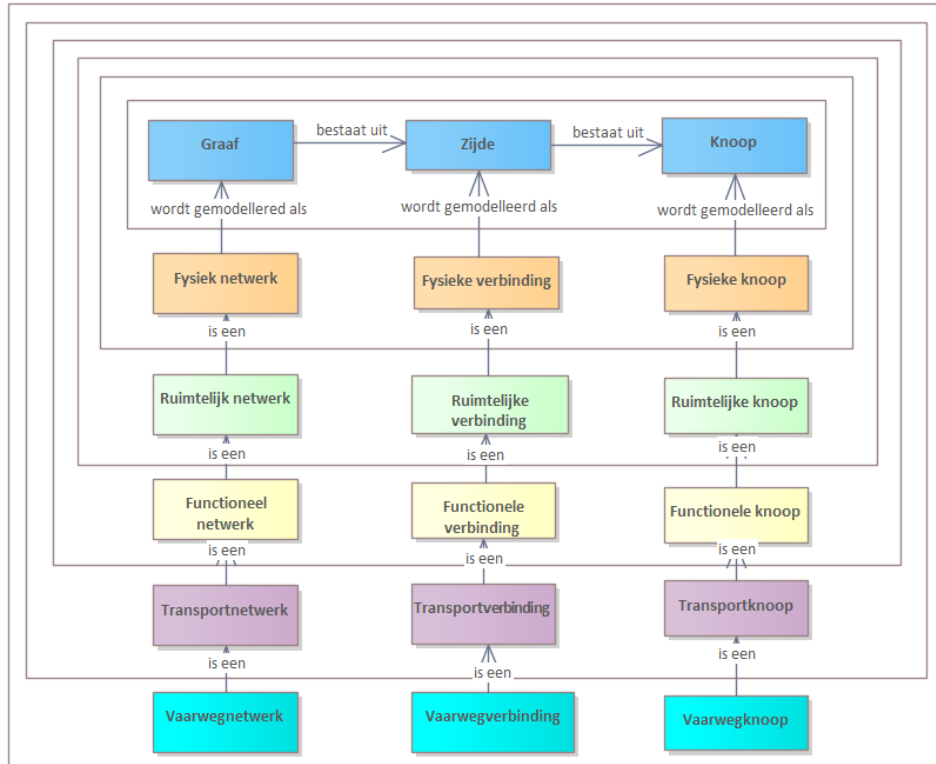




## Achtergrond: NEN 2660 en NEN 3610

- NEN 2660: Regels voor informatiemodellering van de gebouwde omgeving
- NEN 3610: Basismodel geo-informatie

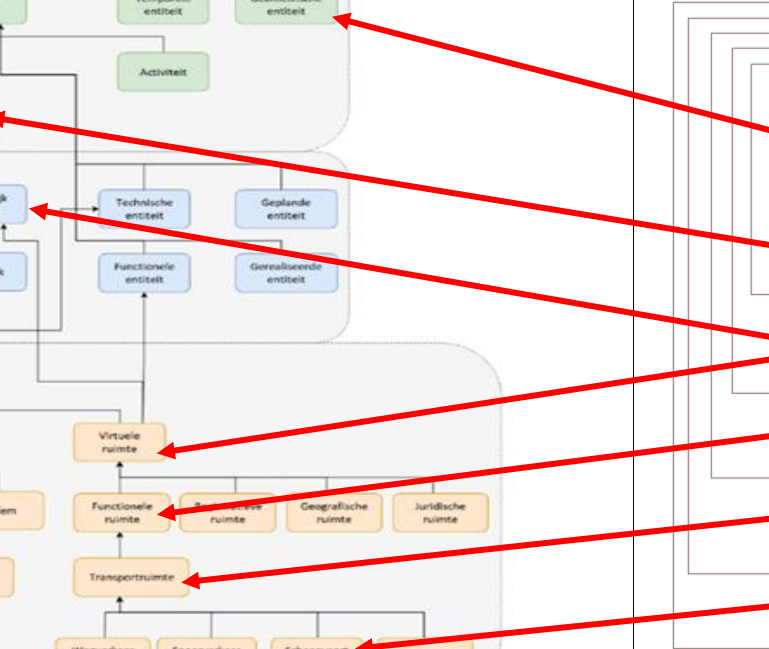
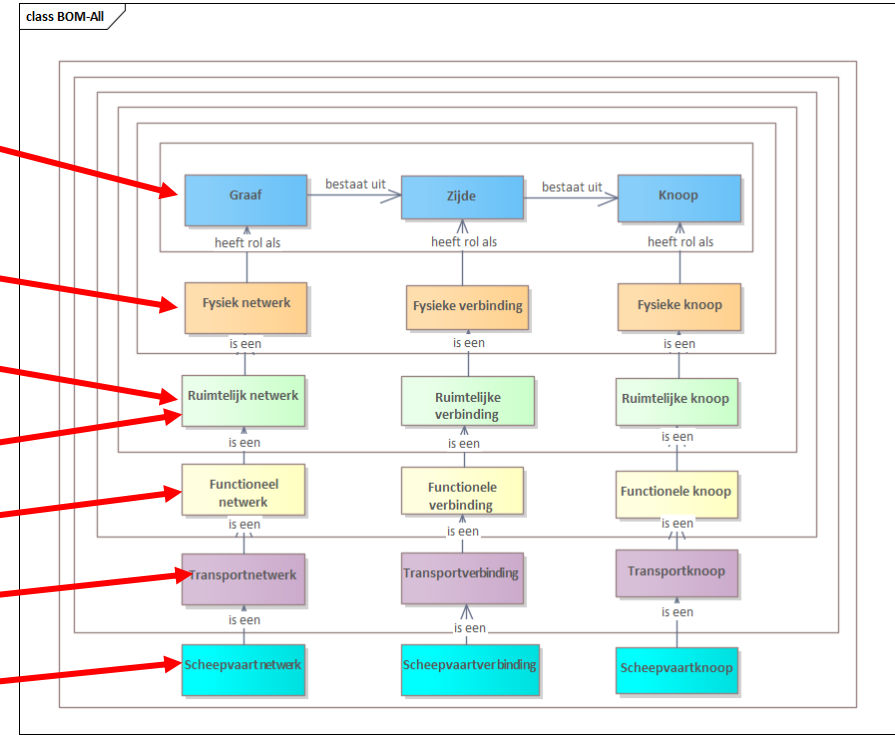
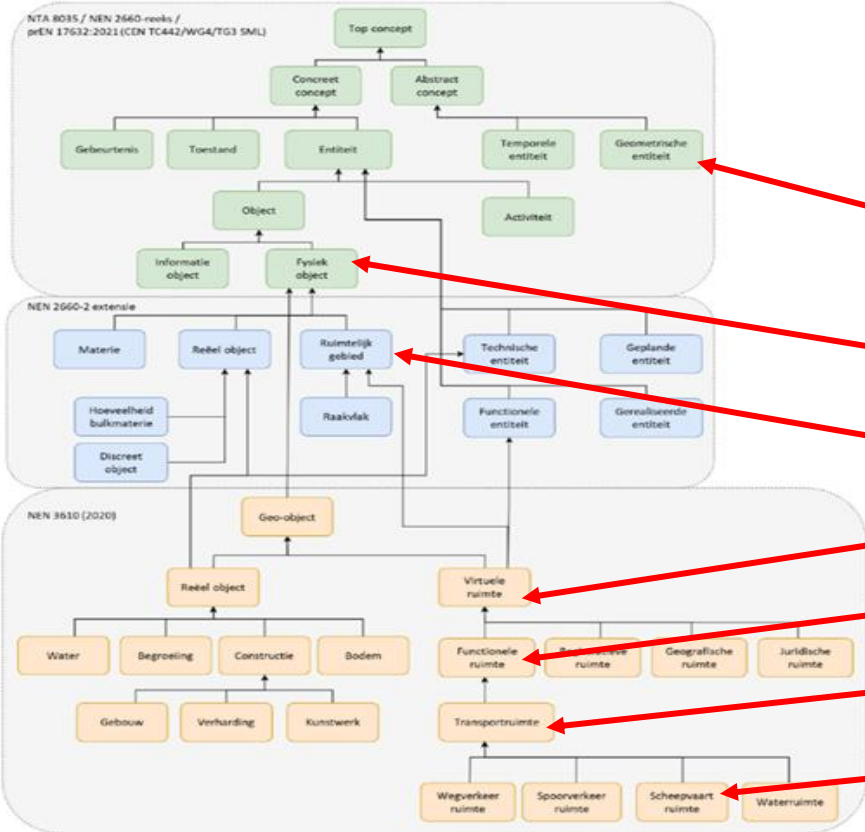
Figuur 35 — Samenhang NTA 8035/de NEN 2660-reeks/prEN 17632:2021 en NEN 3610

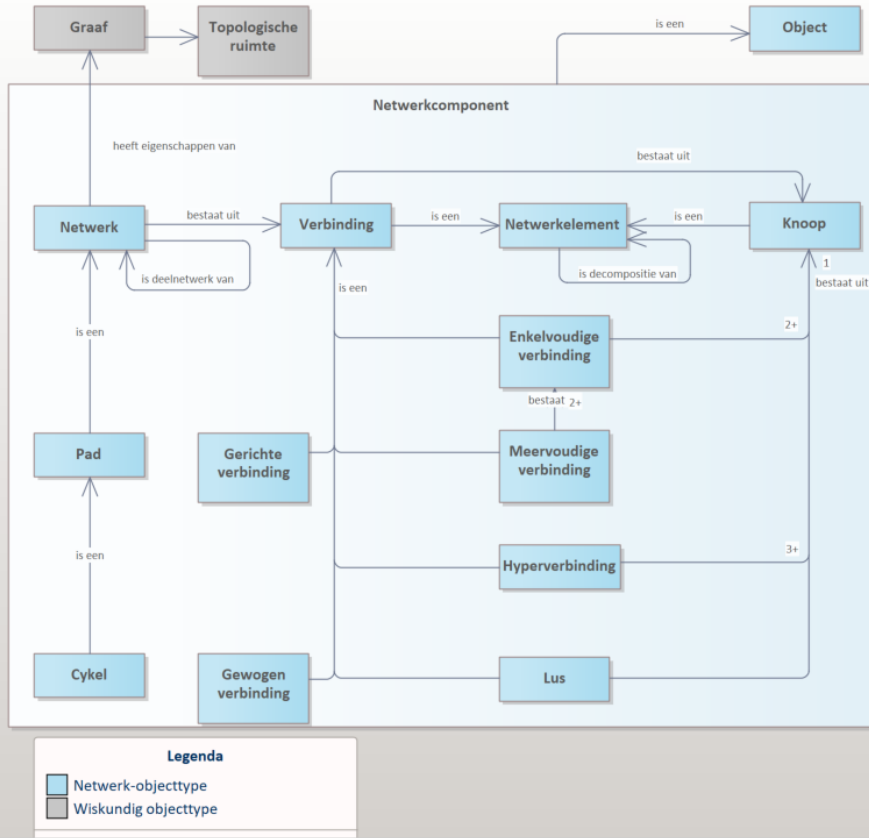


## Samenhang netwerkniveaus

- Basis: NEN 2660 en NEN 3610
- Netwerkniveau: Graaf:  
Knopen+Verbindingen
- NEN 2660: vertaling naar fysiek en ruimtelijk netwerk
- NEN 3610: vertaling naar functioneel netwerk en verdere specialisatie

# Relatie NEN 2660/3610 - netwerken





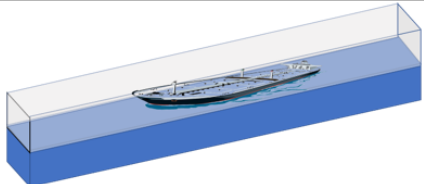




## Bedrijfsobjectenmodel abstract netwerk (BOM-N)

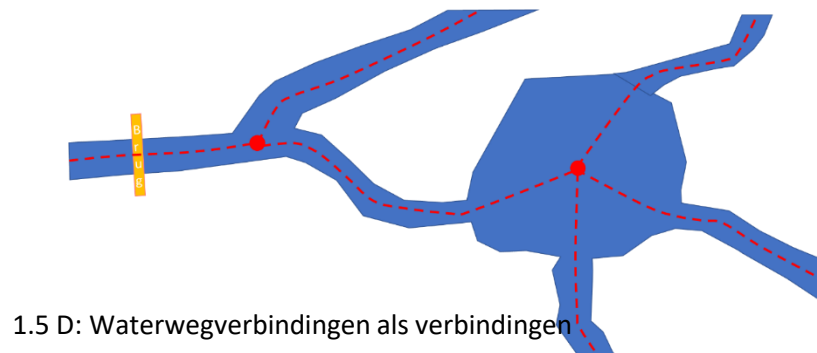
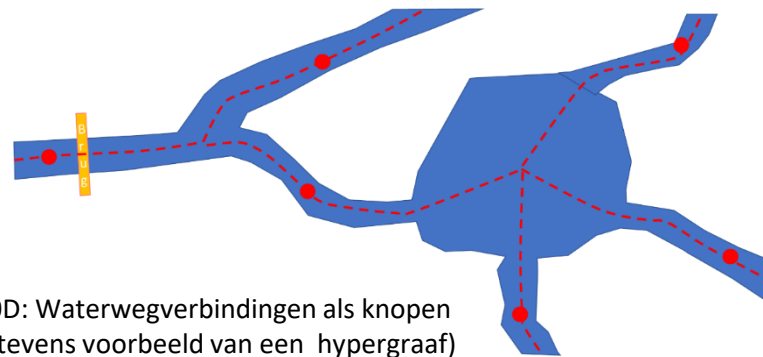
### Begrippen:

- Knoop
- Verbinding
- Gerichte verbinding
- Gewogen verbinding
- Meervoudige verbinding
- Hyperverbinding
- Lus
- Pad
- Cykel

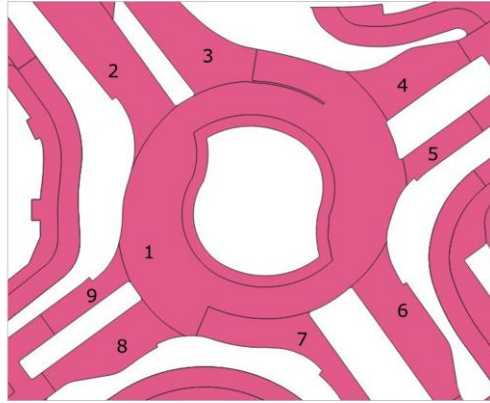
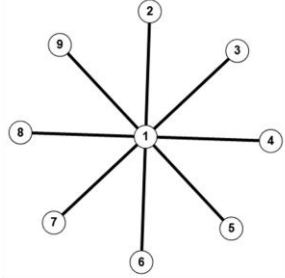
Dimensies	Weergave*)
Dimensieloos	{a,b}: verbinding van twee knopen a en b [a,b]: gerichte verbinding van twee knopen a en b
0D	(X,Y) ● Voorstelling van een verbinding door een punt.
1D	 Verbinding als een (rechte) lijn tussen twee knopen, in dit geval een pijl, voorstellende een gerichte verbinding.
1.5D	(X0,Y0) ●  (X1,Y1) Een kromme lijn (in één vlak), die twee knopen verbindt. In een vaarwegennetwerk wordt hiermee in het algemeen de as van de vaarweg gerepresenteerd.
2D	(X0,Y0) ●  (X1,Y1) Een (in het algemeen langgerekt) vlak, dat twee knopen verbindt.
2.5D	(X0,Y0,Z(X0,Y0)) ●  (X1,Y1,Z(X1,Y1)) Een vlak met per coördinaat maximaal één Z-waarde.
3D	 Een volume in de ruimte. De afmetingen kunnen voorstellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• doorvaarthoogte</li> <li>• diepte/ maximale diepgang</li> <li>• breedte, maximale vaarbreedte</li> <li>• lengte.</li> </ul>

\*) voorbeeld betreft enkelvoudige verbinding met twee knopen

## Dimensionering van netwerken in samenhang

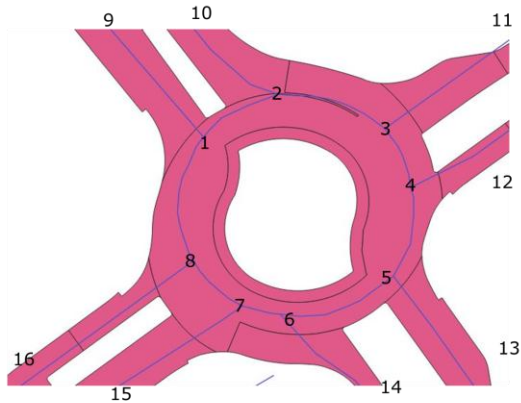
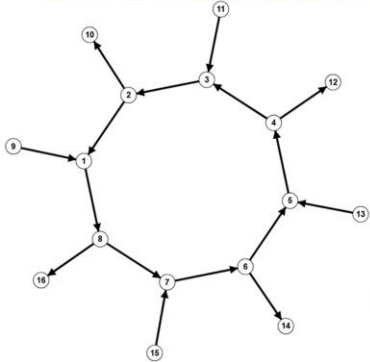


Netwerk, voorbeeld level of detail (LoD0)

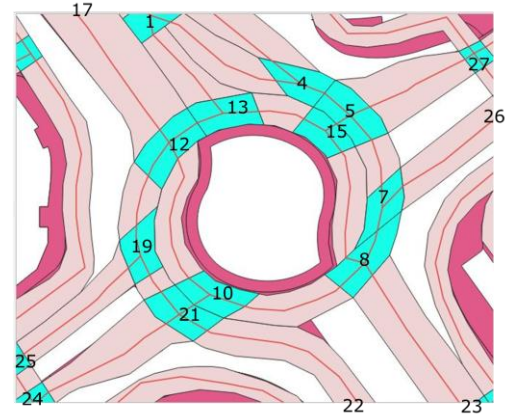
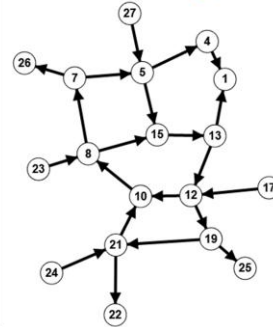


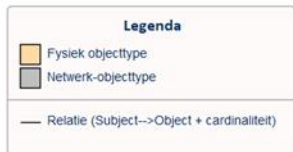
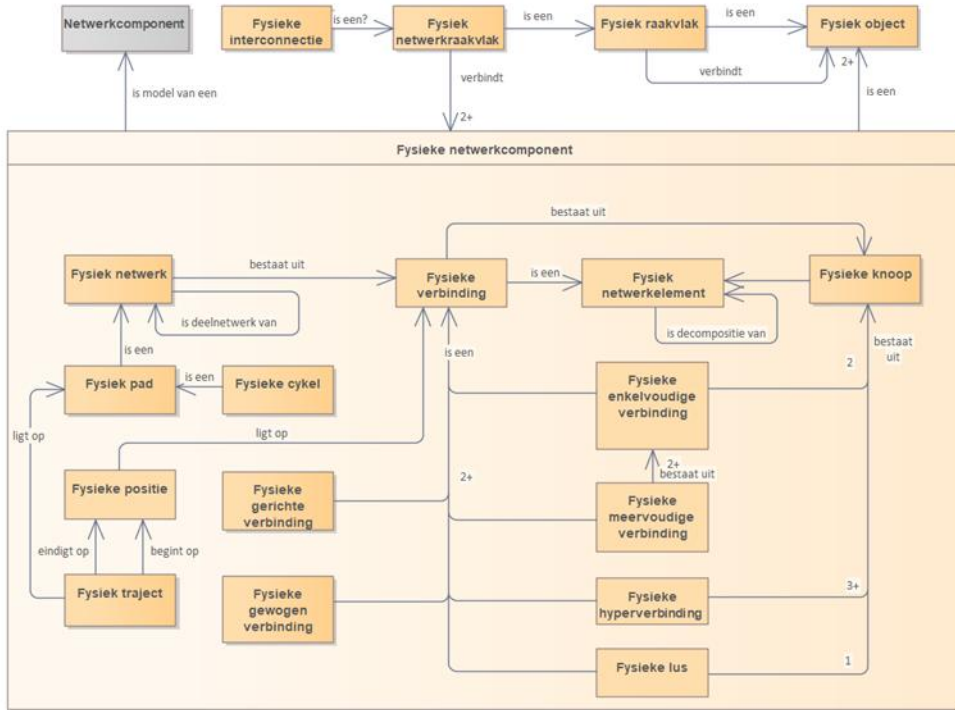
Voorbeeld van decompositie: rotonde  
*bron: Eric van der Ster, 'Toelichting CMN, Ministerie van I en W, 2020*

Netwerk, voorbeeld level of detail (LoD1)



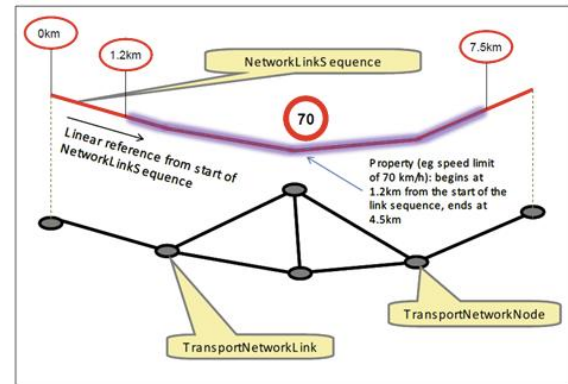
Netwerk, voorbeeld level of detail (LoD2)

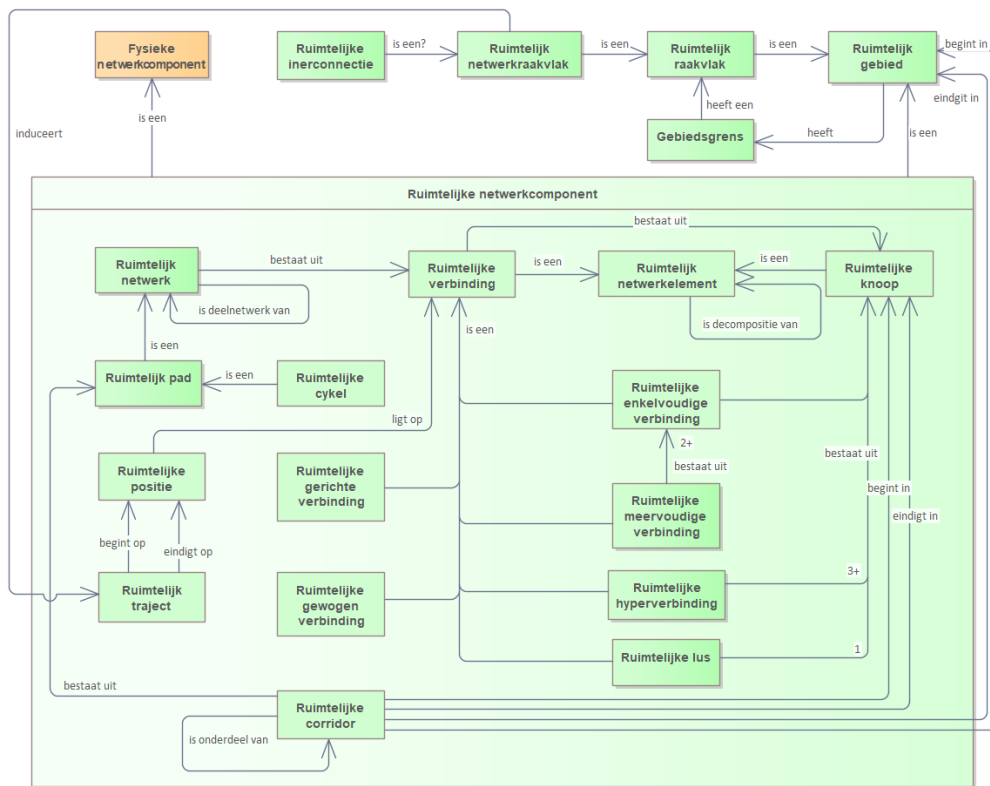




## Fysiek netwerkmodel

- Fysiek object: object binnen de fysieke 4D Ruimtetijd (NEN 2660)
- Fysieke verbindingen, knopen, lussen etc.
- Fysieke positie: punt op een fysieke verbinding
- Fysiek traject: deel van het fysiek netwerk tussen twee posities: relatie met **linear referencing** (dynamic segmentation)



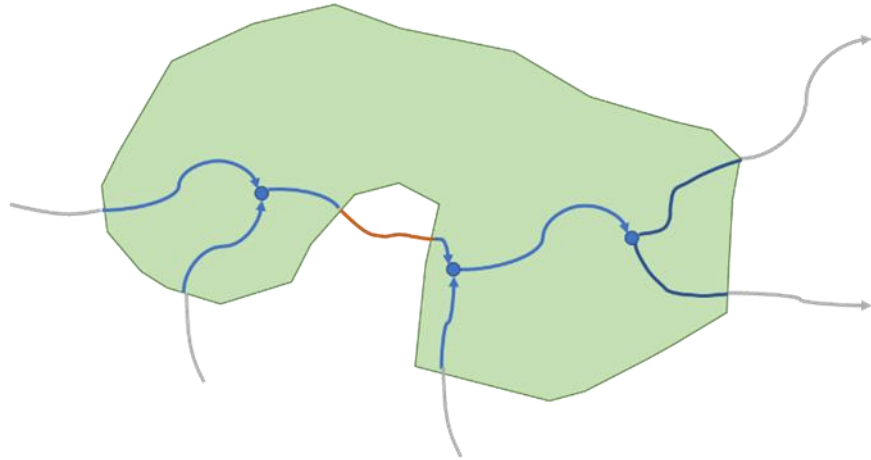


## Ruimtelijk netwerkmodel

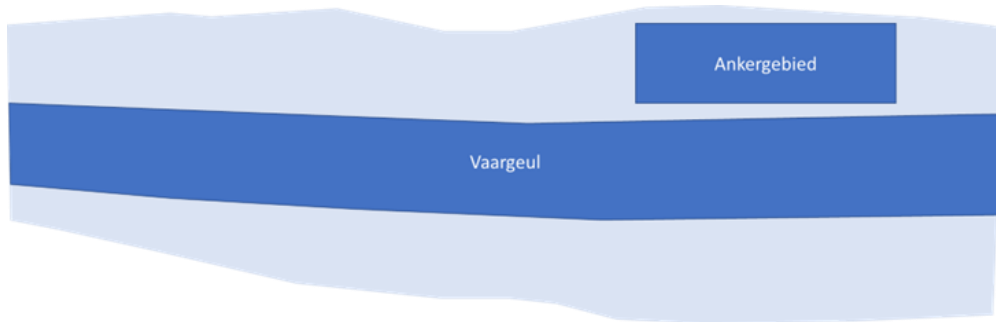
- Ruimtelijk gebied: fysiek object dat een bepaald gebied omsluit (NEN 2660)
- begrensd door reële objecten of andere ruimtelijke gebieden
- Virtuele ruimte: Ruimtelijk gebied met een locatie t.a.v. het aardoppervlak (NEN 3610)
- Ruimtelijke knopen, verbindingen, etc.
- Ruimtelijk gebied
- Ruimtelijke corridor



## Voorbeelden van ruimtelijke netwerkgebieden

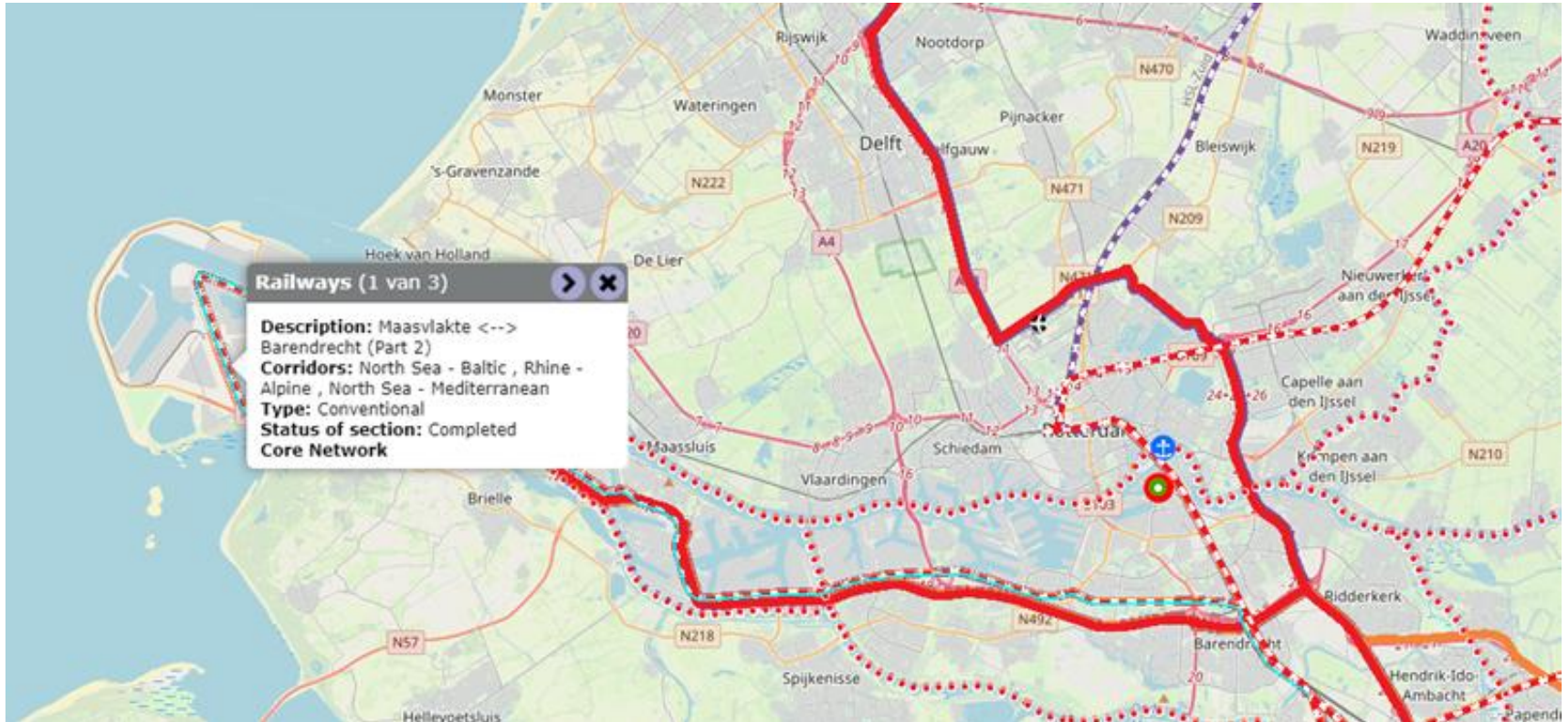


- Gebieden, waar verbindingen doorheen lopen



- Gebieden binnen de begrenzing van het water

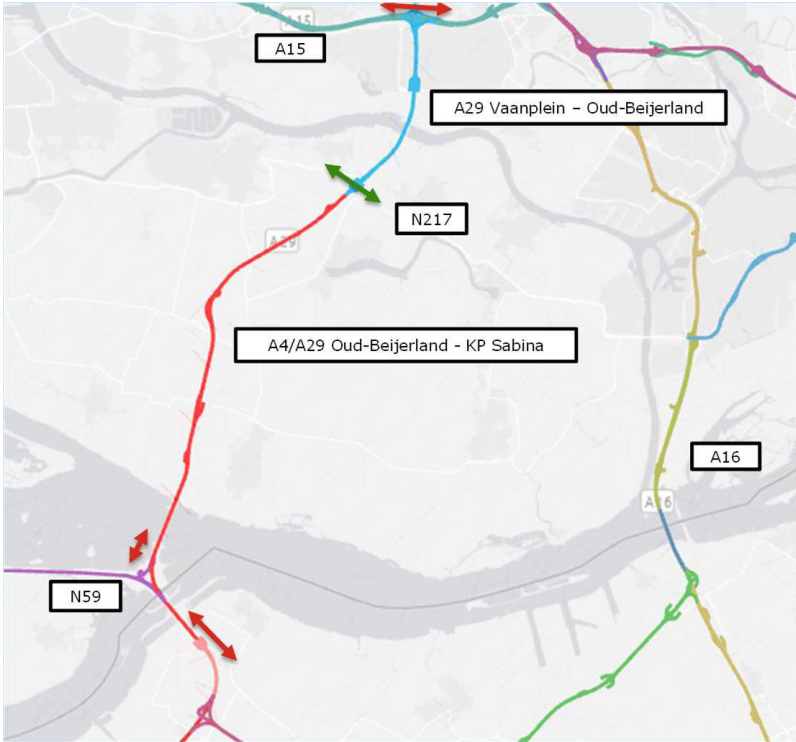
## Voorbeeld corridor







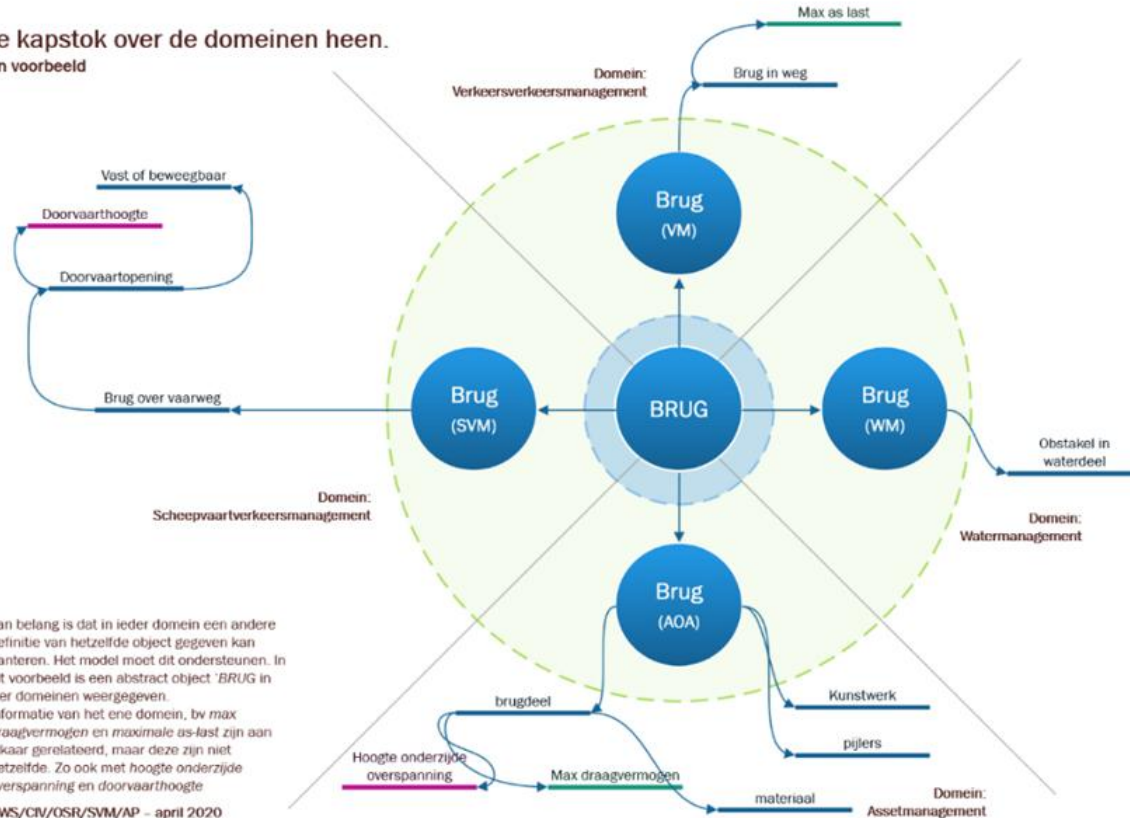
## Netwerkschakel



- Transportpad, bedoeld om prestatieniveaus te definiëren en te vertalen naar plannen en maatregelen: basis voor assetmanagement.
- Netwerkschakels samen vormen een compositie van het transportnetwerk
- Netwerkschakels kunnen geaggregeerd worden tot de beleids corridors
- Netwerkschakels kunnen op basis van operationele eisen verfijnd worden tot 'systeemdelen'

# Kapstok over domeinen heen

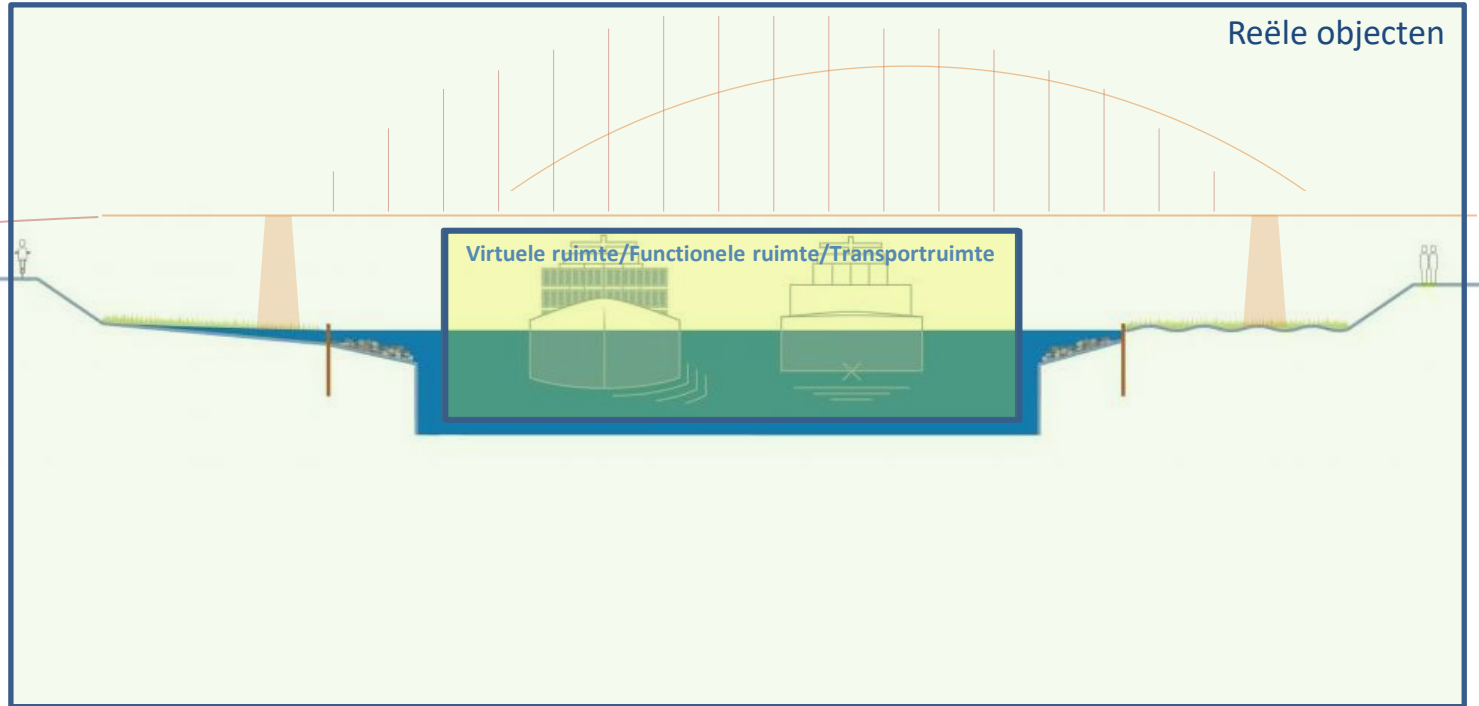
De kapstok over de domeinen heen.  
een voorbeeld



Van belang is dat in ieder domein een andere definitie van hetzelfde object gegeven kan hanteren. Het model moet dit ondersteunen. In dit voorbeeld is een abstract object **BRUG** in vier domeinen weergegeven. Informatie van het ene domein, bv **max draagvermogen** en **maximale as-last** zijn aan elkaar gerelateerd, maar deze zijn niet hetzelfde. Zo ook met **hoogte onderzijde overspanning** en **doorvaarthoogte**



# Raakvlak Scheepvaartruimte – Reële objecten







A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
<b>BOM==&gt;</b>	<b>Schema/ domein</b>	<b>Top</b>	<b>Concreet</b>				<b>Fysie</b>	<b>Ruim</b>	<b>Funct</b>	<b>Trans</b>	<b>Scheepvaart</b>	<b>netwerk</b>									<b>mv</b>	<b>Naam EN OTL-defini</b>
<b>OTL==&gt;</b>	<b>Taxonomisch kader</b>	<b>Naam</b>																			<b>NOG NIET IN OTL</b>	<b>NOG NIET NOG NIET</b>
	Abstract domein	Topconcept																			Topconcepten	Top conce Concept o
	Abstract domein	Abstract concept																			Abstracte concepter	Abstract c Topconcep
	Abstract domein	Wiskundig object																			Wiskundige objecter	Mathemat Abstract c
	Abstract domein	Geometrische entiteit																			Geometrische entite	Geometric Wiskundig
	Abstract domein	Geometrische ruimte																			Geometrische ruimt	Geometry Geometris
	Abstract domein	Topologische ruimte																			Topologische ruimte	Topologic Verzameli
	Abstract domein	Graaf																			Grafen	Graph Wiskundig
	Abstract domein	Netwerk																			Netwerken	Network Graaf met
	Abstract domein	Netwerkcomponent																			Netwerkcomponent	Network c Onderdee
	Abstract domein	Netwerkelement																			Netwerkelementen	Network e Verbinding
	Abstract domein	Verbinding																			Verbindingen	Link Niet-lege
	Abstract domein	Gewogen verbinding																			Gewogen verbinding	Weighted Verbinding
	Abstract domein	Enkelvoudige verbinding																			Enkelvoudige verind	Simple link Verbinding
	Abstract domein	Gerichte verbinding																			Gerichte verbinding	Directed li Enkelvoud
	Abstract domein	Meervoudige verbinding																			Meervoudige verbin	Multiple li Verbinding
	Abstract domein	Hyperverbinding																			Hyperverbindingen	Hyperlink Verbinding
	Abstract domein	Lus																			Lussen	Loop Verbinding
	Abstract domein	Knoop																			Knopen	Node Atomair o
	Abstract domein	Pad																			Paden	Path Aaneensch
	Abstract domein	Cykel																			Cykels	Cycle Pad met d
	Concreet domein	Concreet concept																			Concrete concepten	Concrete c Topconcep

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W							
1	BOM==>	Schema/ domein	Top	Concreet				Fysie/ Ruim Funct Trans Scheepvaartnetwerk																	mv	Naam EN	OTL-definitie			
34		Top NEN 2660			Waarheidswaarde (Boolean)																									
35		Top NEN 2660		Classificatie																							Hiërarchische			
36		Vaarwegennetwerk		CEMT-classificatie																					CEMT-classificaties	CEMT Clas	Hiërarchische			
37		Geometrie		Geometrie (= 'Geometrische ruimte')																						Geometrieën	Geometry	Verzameling n		
38		Vaarwegennetwerk		Vaarwegverbindingsgeometrie																						Vaarwegverbindings	Fairway ge	Geometrie va		
39		Vaarwegennetwerk		Vaarwegprofiel																							Vaarwegprofielen	Faiway prc	Het deel van o	
40		Vaarwegennetwerk																								Vaarwegprofiel				
41		Vaarwegennetwerk																								Vaarwegprofiel				
42		Vaarwegennetwerk																								Vaarwegprofiel				
43		Vaarwegennetwerk																								Vaarwegprofiel				
44		Vaarwegennetwerk		Brugdoorvaartruimtegeometrie																						Geometrie va				
45		Vaarwegennetwerk		Brugdoorvaartruimtepuntgeometrie																							Puntgeometri			
46		Vaarwegennetwerk		Brugdoorvaartruimtelijngeometrie																								Lijngeometrie		
47		Vaarwegennetwerk		Brugdoorvaartruimtevlakgeometrie																									Vlakgeometrie	
48		Vaarwegennetwerk		Brugdoorvaartruimtevolumegeometrie																									Volumegeome	
49		Reële objecten		Bruggeometrie																										
50		Reële objecten		Brugpuntgeometrie																										
51		Geometrie		Primitieve geometrie																										
52		Geometrie																									Punten	Point	Nuldimension	
53		Geometrie																									Lijnen	Curve	Eendimension	
54		Geometrie																									Vlakken	Surface	Tweedensio	
55		Ruimtelijke gebieden																									Doorsneden	Intersectio	Vlakgeometri	
56		Ruimtelijke gebieden																										Verticale doorsnede		Doorsnede lar

# Relaties

	A	B	C	D	E	F	G	H
	<i>Model</i>	<i>Subject</i>	<i>Predicaat</i>	<i>Objekt</i>	<i>Multipli Inverse</i>		<i>Multipli</i>	<i>Bijzonderheden</i>
2	Vaarwegennetwerk	Ligplaats	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	Uitwerken mbv 'Raakb\vlak'
3	Vaarwegennetwerk	Ligplaats	is subtype van	Vaarwegetraject	1	is supertype van	0..*	
4	Vaarwegennetwerk	Brugdoorvaartruimte	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
5	Vaarwegennetwerk	Brugdoorvaartruimte	is subtype van	Doorvaartruimte	1	is supertype van	0..*	
6	Vaarwegennetwerk	Brugdoorvaartruimte	is onderdeel van	Brug	1	heeft als onderdeel	1..*	
7	Vaarwegennetwerk	Doorvaartruimte	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
8	Vaarwegennetwerk	Doorvaartruimte	is subtype van	Vaarwegetraject	1	is supertype van	0..*	
9	Vaarwegennetwerk	Enkelvoudige vaarwegver	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
0	Vaarwegennetwerk	Enkelvoudige vaarwegver	bestaat uit	Vaarwegknoop	2	is onderdeel van	1	
1	Vaarwegennetwerk	Gerichte vaarwegverbindi	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
2	Vaarwegennetwerk	Gewogen vaarwegverbindi	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
3	Vaarwegennetwerk	Haven	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
4	Vaarwegennetwerk	Haven	is subtype van	Vaarwegennetwerk	1	is supertype van	0..*	
5	Vaarwegennetwerk	Leidingonderdoorvaartrui	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
6	Vaarwegennetwerk	Leidingonderdoorvaartrui	is subtype van	Doorvaartruimte	1	is supertype van	1	
7	Vaarwegennetwerk	Meervoudige vaarwegver	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	1	
8	Vaarwegennetwerk	Meervoudige vaarwegver	bestaat uit	Enkelvoudige vaarwegverbinding	2..*	is onderdeel van	1..*	
9	Vaarwegennetwerk	Sluisdoorvaartruimte	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
0	Vaarwegennetwerk	Sluisdoorvaartruimte	is subtype van	Doorvaartruimte	1	is supertype van	0..*	
1	Vaarwegennetwerk	Vaarweg	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
2	Vaarwegennetwerk	Vaarwegcomplex	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
3	Vaarwegennetwerk	Vaarwegcorridor	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
4	Vaarwegennetwerk	Vaarwegcorridor	is onderdeel van	Vaarwegcorridor	0..*	heeft als onderdeel	0..*	
5	Vaarwegennetwerk	Vaarwegcorridor	begint in	Vaarwegknoop	1..*	is begin van	0..*	
6	Vaarwegennetwerk	Vaarwegcorridor	eindigt in	Vaarwegknoop	1..*	is begin van	0..*	
7	Vaarwegennetwerk	Vaarwegcorridor	bestaat uit	Vaarwegennetwerkpad	1..*	is onderdeel van	0..*	
8	Vaarwegennetwerk	Vaarwegdienst	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
9	Vaarwegennetwerk	Vaarwegdienst	betreft	Vaarwegetraject	1	is basis voor	0..*	
0	Vaarwegennetwerk	Vaarwegennetwerk	is subtype van	Vaarwegennetwerkcomponent	1	is supertype van	0..*	
1	Vaarwegennetwerk	Vaarwegennetwerk	is deelnetwerk van	Vaarwegennetwerk	0..*	heeft als deelnetwerk	0..*	

# Verwerking in RDF (i.o.)

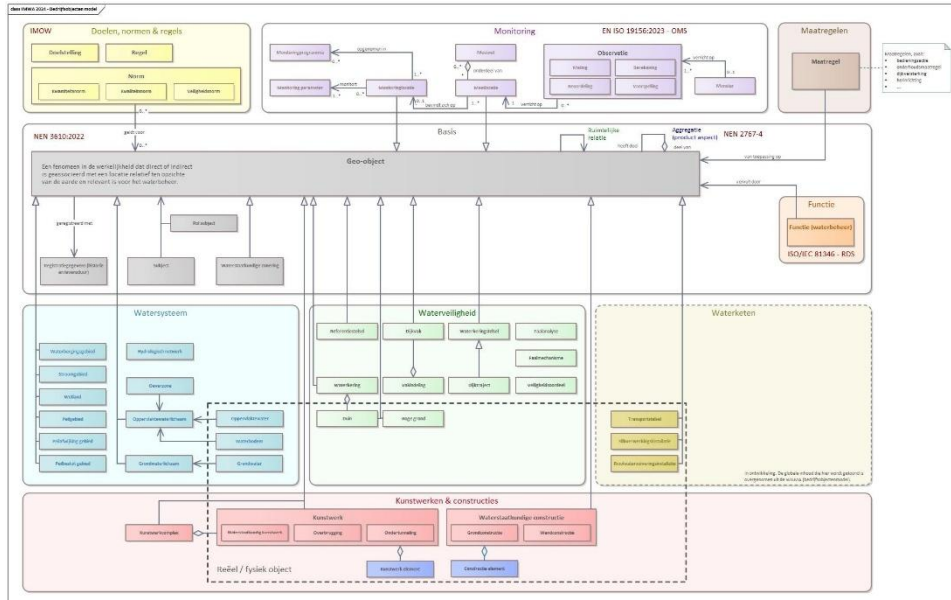
- TopConcept
  - AbstractConcept
    - Richting
  - WiskundigObject
    - GeometrischeEntiteit
      - GeometrischeRuimte
        - BrugDoorvaartRuimteGeometrie
          - BrugDoorvaartRuimtePuntGeometrie
          - BrugDoorvaartRuimteVlakGeometrie
          - BrugDoorvaartRuimteVolumeGeometrie
        - BrugGeometrie
          - BrugPuntGeometrie
          - GeaggregeerdeGeometrie
          - GeometrischeDoorsnede
        - PrimitieveGeometrie
          - Lijn
          - Punt
          - Vlak
            - Doorsnede
              - HorizontaleDoorsnede
              - VerticaleDoorsnede
                - DwarsDoorsnede
                - LengteDoorsnede
            - Volume
          - SamengesteldeGeometrie
        - VaarwegVerbindingsGeometrie
          - VaarwegProfiel
      - Lengte
        - ScheepsLengte
      - Plaatsing
        - AbsolutePlaatsing
        - BeschrijvendePlaatsBepaling
        - PlaatsingTovLijn
        - PlaatsingTovRaster
        - PuntGeografie
        - RelatievePlaatsing

- TopologischeRuimte
  - Graaf
    - Netwerk
      - NetwerkComponent
- ConcreetConcept
  - Entiteit
    - Afmeting
      - Diepte
        - VaarwegDiepte
    - Dienst
      - NetwerkDienst
        - TransportDienst
          - VaarwegDienst
          - VaarwegInformatieDienst
    - Klasse
      - CemtKlasse
      - RwsKlasse
    - Object
      - FysiekObject
        - FysiekeNetwerkcomponent
          - FysiekeInterconnectie
        - FysiekNetwerk
          - FysiekPad
            - FysiekeCykel
        - FysiekNetwerkElement
          - FysiekeKnoop
        - FysiekeVerbinding
          - FysiekeEnkelvoudigeVerbinding
            - FysiekeGerichteVerbinding
          - FysiekeGewogenVerbinding
          - FysiekeHyperVerbinding
          - FysiekeLus
          - FysiekeMeervoudigeVerbinding

- Netwerkelement
  - Knoop
  - Verbinding
    - EnkelvoudigeVerbinding
      - GerichteVerbinding
      - GewogenVerbinding
      - HyperVerbinding
      - Lus
      - MeervoudigeVerbinding
  - Pad
    - Cykel

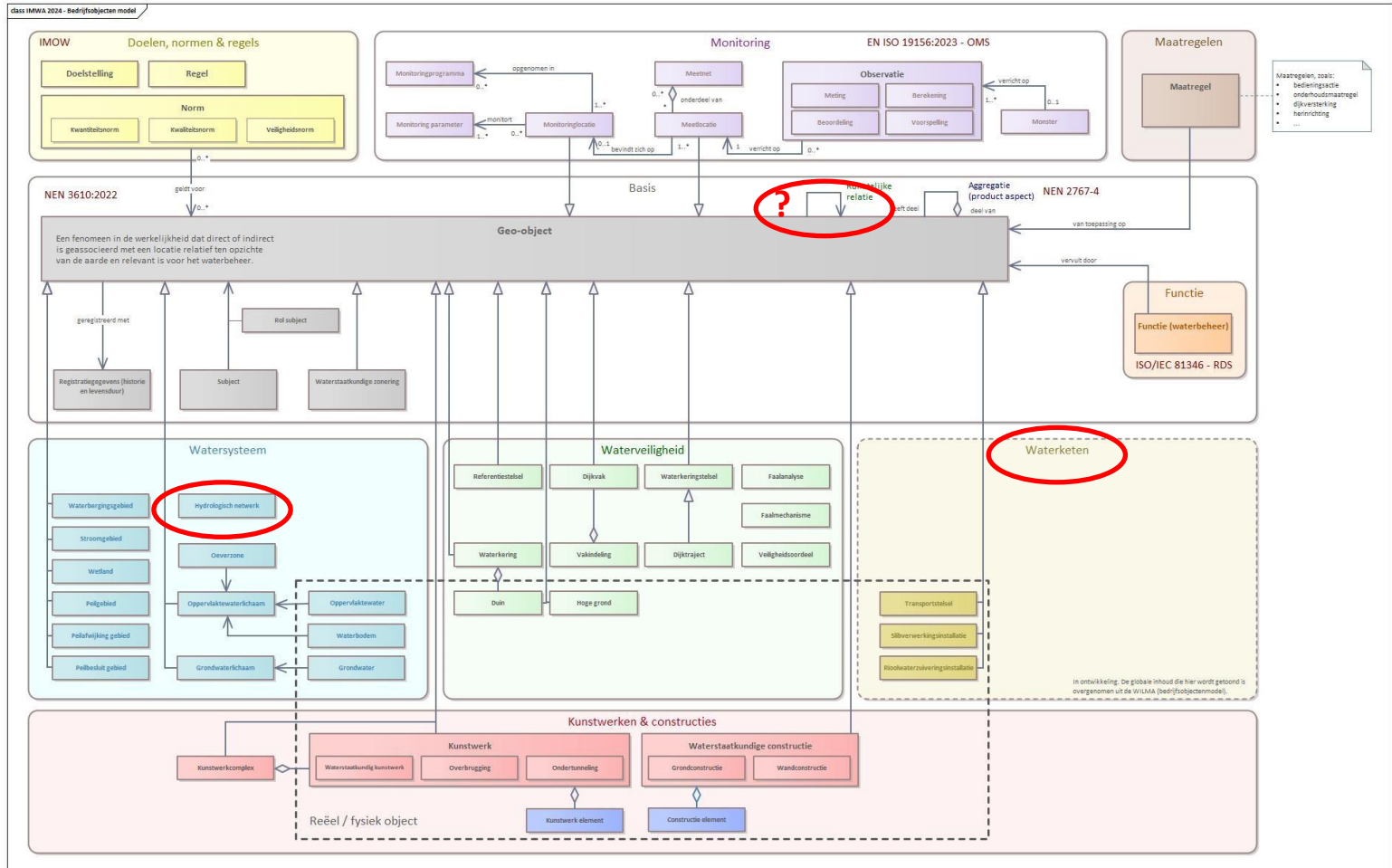
**TOEPASSING OP WATERSYSTEEM?**

# Informatiemodel IMWA Watersysteem



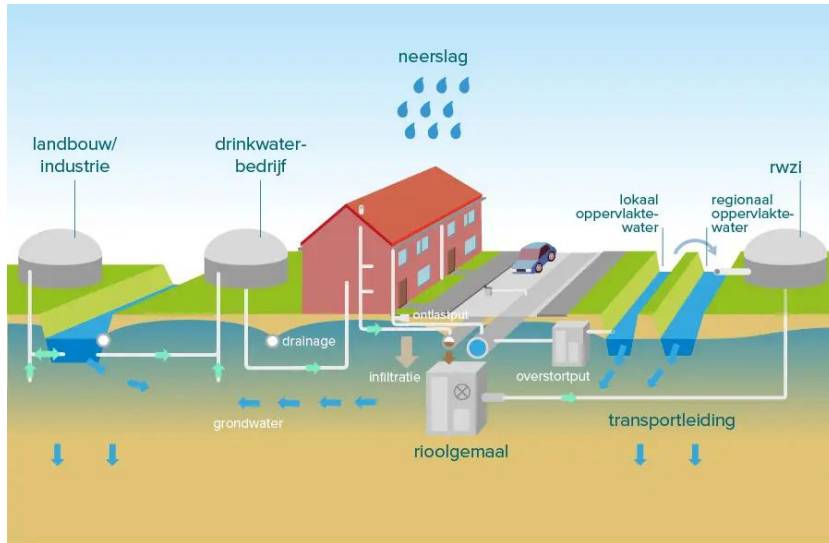
- toepassing MIM
- toepassing Model Driven Design
- aanpassing op NEN 3610 en ISO-19156 Observations & Measurements t.b.v. LiData
- aansluiting IM Metingen en IMWA
- domeinen:
  - Basis
  - Watersysteem
  - Waterveiligheid
  - Waterketen
  - Kunstwerken
  - Monitoring- en meetgegevens
  - Doelen/ normen/ regels,
  - Maatregelen

# Netwerkaspecten Informatiemodel IMWA





## Netwerkaspecten



bron: RIONED

- Ruimtelijke Relatie Geo-object: wordt alleen toegepast op WaterstaatkundigeZones (en AfvoergebiedAanvoergebieden?)
- Hydrologisch netwerk: volgt INSPIRE (→ OppervlaktewaterKnooppunt, OppervlaktewaterSegment en OppervlaktewaterKruising)
- Waterketen
- Dijkvakken?
- 'Holistische systeemaanpak'
- Digitale tweelingen watersysteem
- Hydrologische modellen

## Definities

### - **OppervlaktewaterKnooppunt**

- een knooppunt binnen een hydrologisch netwerk
- Het kan bij een oppervlaktewater knooppunt gaan om een fysieke samenvloeiing, splitsing/samenvloeiing/verdwijnpunt enz. of kan geassocieerd zijn met een hydrografisch interessant punt of faciliteit.

*<hc: fysieke en administratieve invalshoek gemengd?>*

### - **Oppervlaktewatersegment**

- een segment van een oppervlaktewater in een hydrologisch netwerk
- Een segment kan virtueel zijn met geen verbinding naar een object in de werkelijkheid. Dit virtuele segment is opgenomen om er voor te zorgen dat een hydrologische netwerk kan worden afgesloten.

### - **OppervlaktewaterKruising**

- een element in een hydrologisch netwerk dat wordt gebruikt om een kruising aan te geven van oppervlaktewater segmenten die geen interactie met elkaar, doordat deze segmenten gescheiden worden door een hoogte verschil

## Belang van het netwerkmodel voor Water

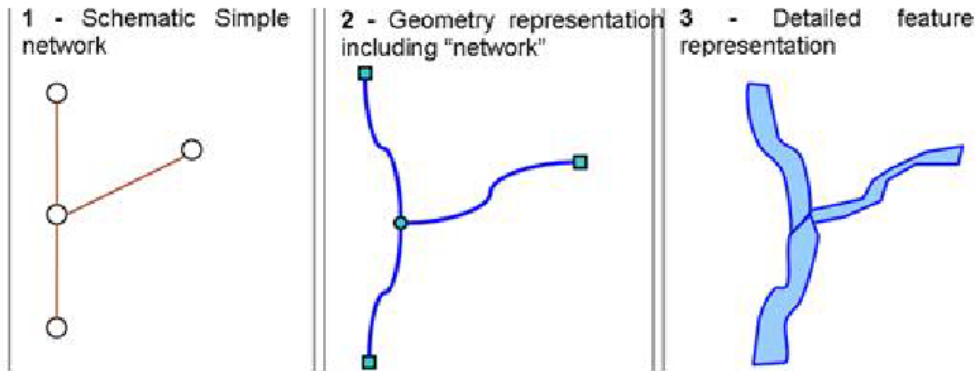


Figure 38 – Network terminology

- watermanagement: Slim Watermanagement (SWM)
- hydrologie: Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI)
- assetmanagement
- afstemming met andere netwerken: vaarwegen, wegen, riolering (GWSW), openbare ruimte (DOOR), kabels en leidingen, etc.
- Waterketen: oppervlaktewater-regen-afvalwater-drinkwater
- 'skelet' voor het Waterlichaam

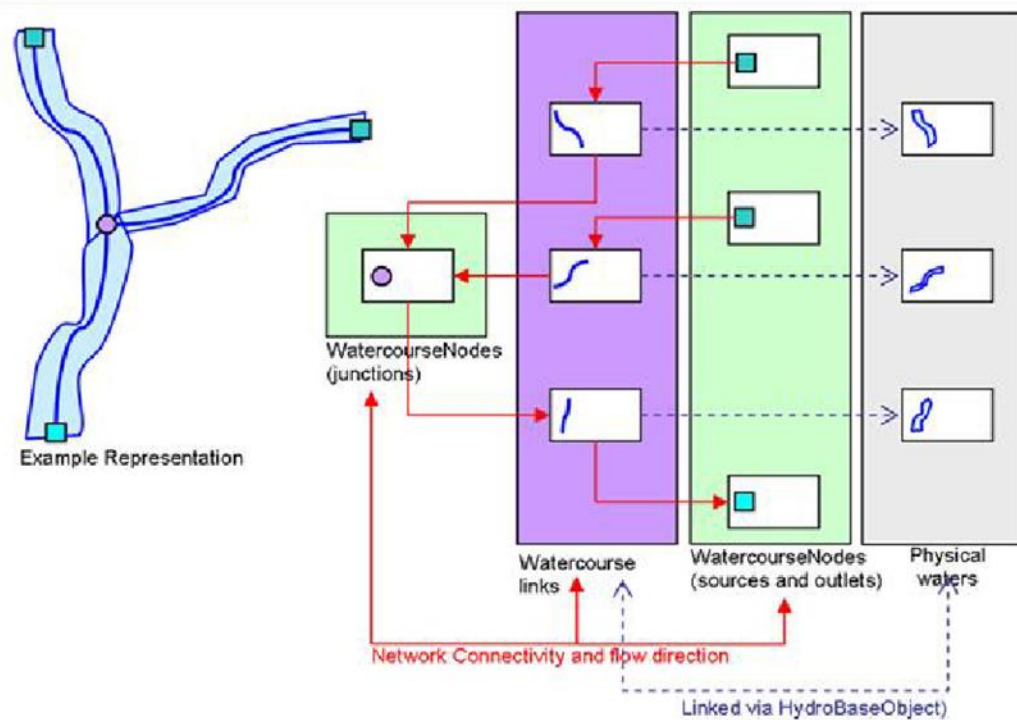
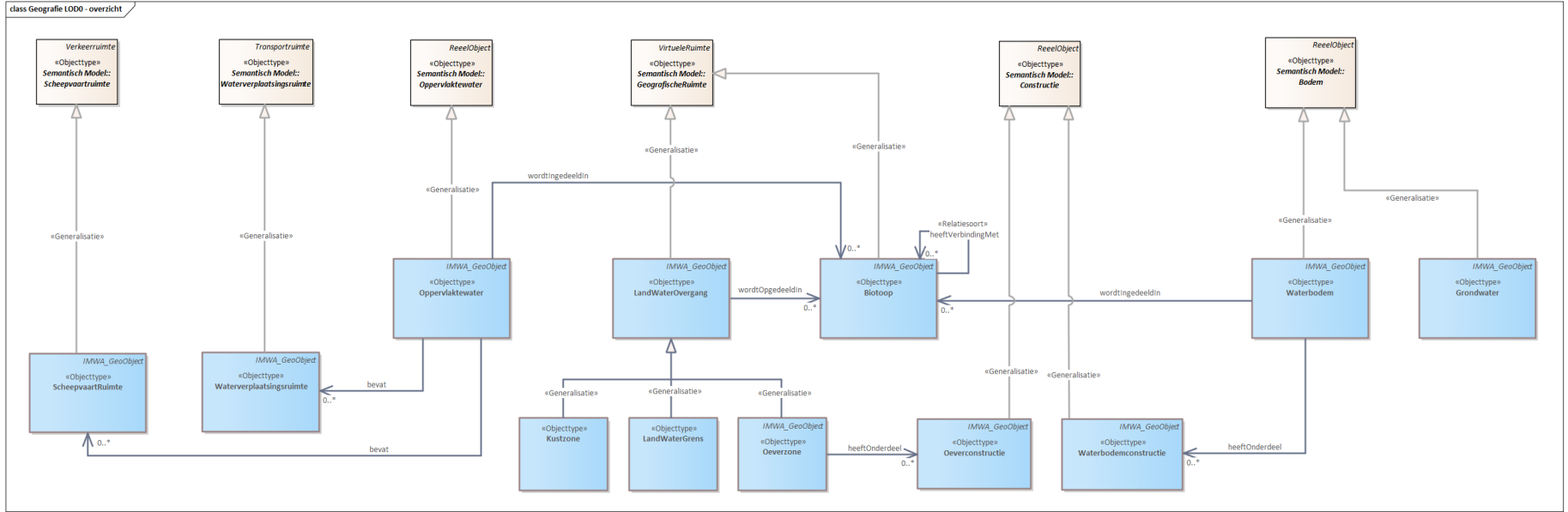


Figure 39 – relation between representation, physical waters / related objects

# IMWA-Watersysteem LOD0





## 'INSPIRE Hydro objects



Figure 10 – Some elements of the physical waters and related objects (1)

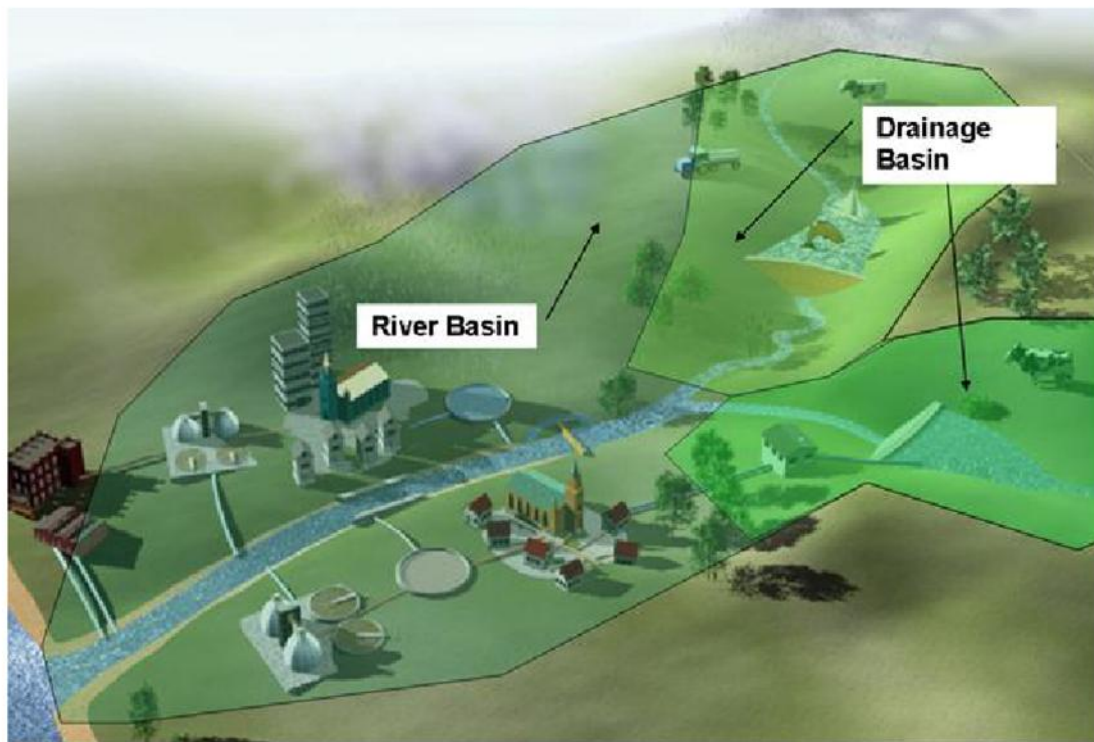


Figure 11 – River Basin and Drainage Basins



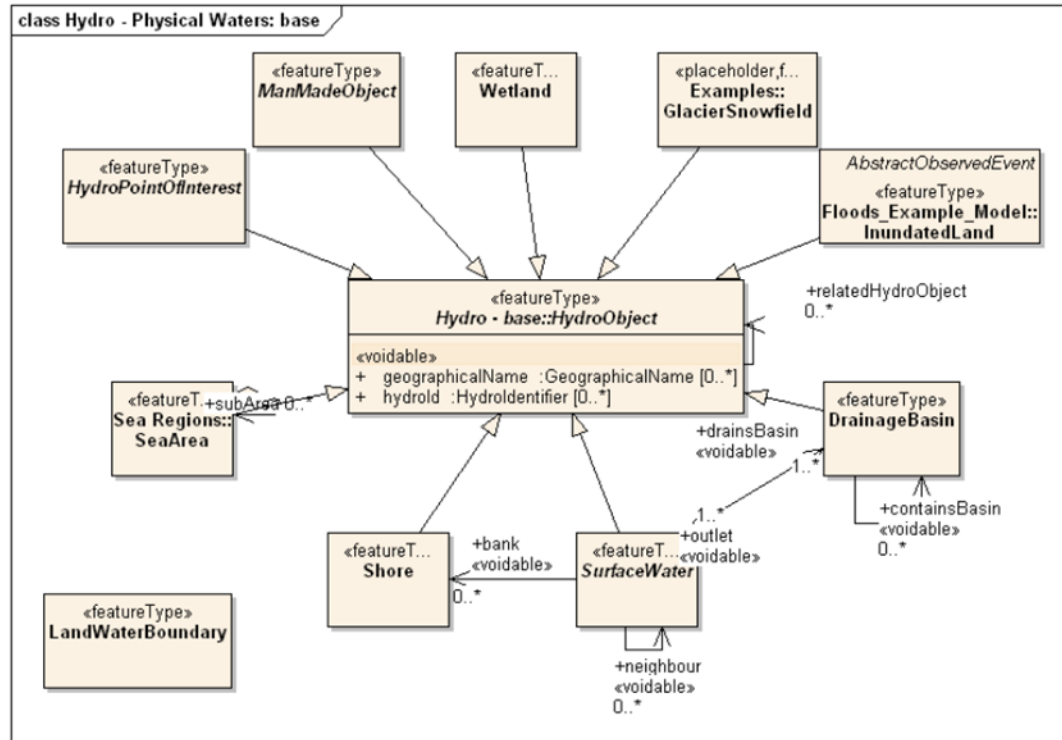


Figure 12 – UML class diagram: Overview of the 'Hydro – Physical Waters' application schema

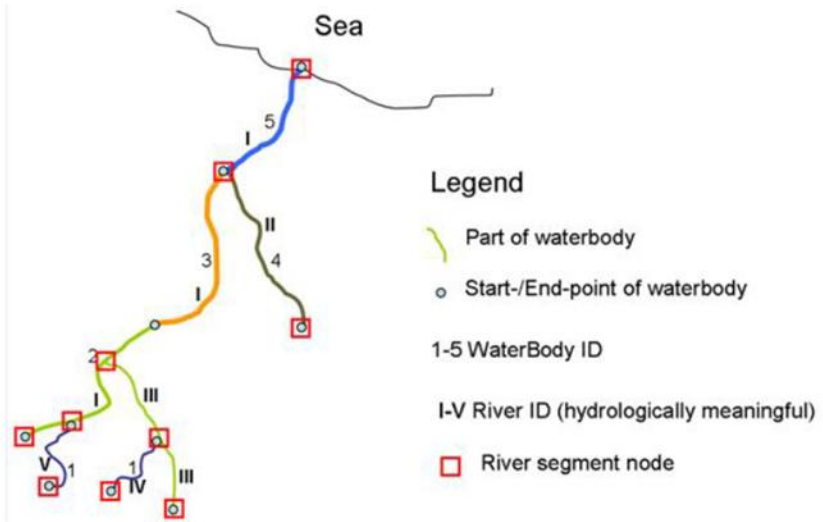


Figure 41 - The relation of physical waters (here: rivers) and WFD River waterbodies