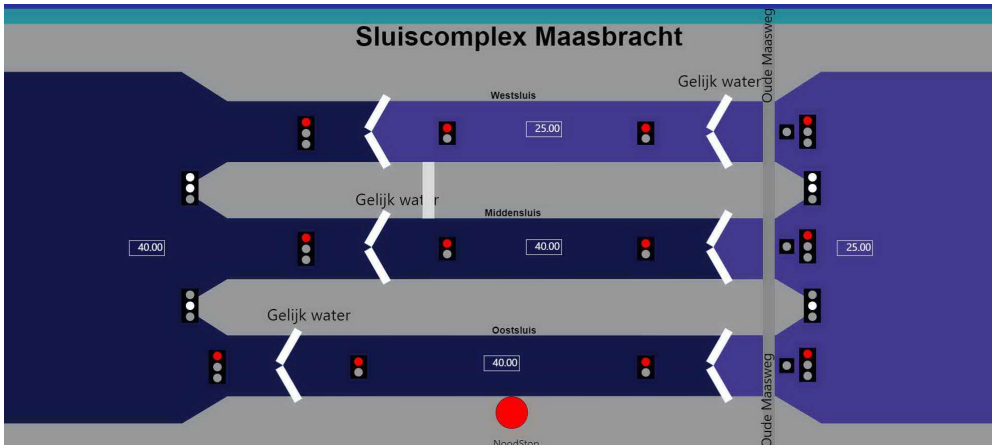
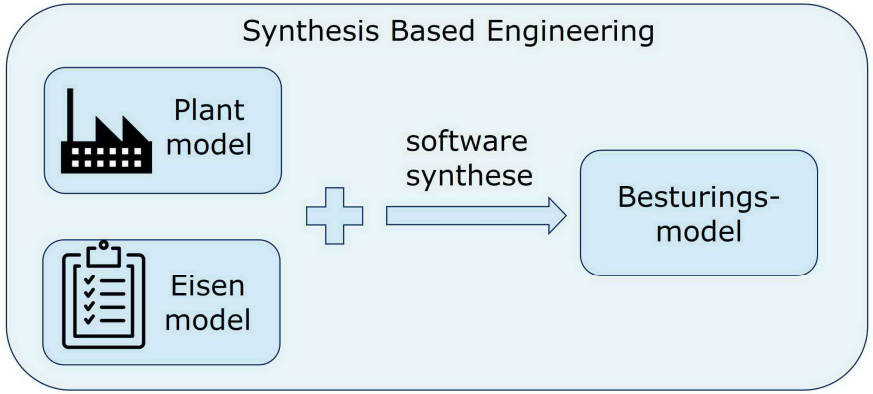




Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Marktconsultatie Synthesis Based Engineering

Op weg naar gestandaardiseerde schutsluizen en beweegbare bruggen en

… betrouwbare besturingssoftware, tevreden beheerders en bedienaars en een verhoging van de productiviteit in projecten.

Harry Lammeretz

Datum bijeenkomst: 29-5-2024

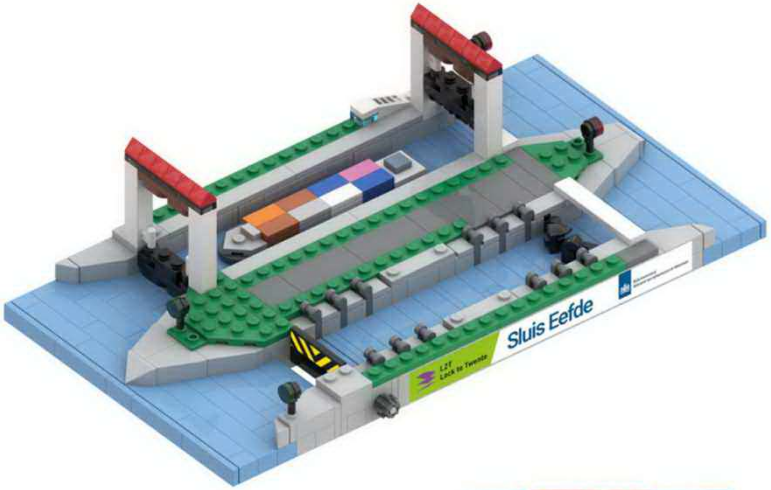
Waarom standaardisatie infrastructuur?

Doelen die we willen bereiken:

1. **Verhogen productiviteit van projectteams en marktpartijen**
   Verhogen efficiëntie en effectiviteit door minder maatwerk, minder discussies of wordt voldaan aan eisen, en minder ‘rework’,

2. **Efficiënter assetmanagement**
   Minder diversiteit reservematerialen, efficiënter beheer, snellere diagnose voor oplossen van storingen, betere voorspelbaarheid van prestaties, risico’s en kosten,

3. **Duurzaamheid**
   Bijdragen aan ambities van Rijkswaterstaat op gebied van duurzaamheid, zoals klimaat/energieverbruik en circulair bouwen.





Standaardisatietrajecten binnen Rijkswaterstaat

1. IA – Bouwblokken
   Diverse IA-onderdelen (maakt geen deel uit van deze marktconsultatie)

1. Productplatform Sluizen en Bruggen
   Civiel, Werktuigbouw en Installaties
   (maakt geen deel uit van deze marktconsultatie)

2. Standaardisatie van besturingseisen van sluizen en beweegbare bruggen waarbij gebruik wordt gemaakt van Synthesis Based Engineering

Standaardiseren fysieke onderdelen infrastructuur

Niet ‘one size fits all’ sluizen maar een productplatform







De standaardisatie van fysieke onderdelen maakt geen deel uit van deze marktconsultatie.

Productplatform schutsluizen

I. Beheerobject Schutsluis

1. Common core: scheepvaartseinen, Eurocodes, e.d.

II. Type Schutsluizen (130 stuks)

1. Puntdeursluizen
2. Vierkante Puntdeursluizen
3. Roldeursluizen
4. Hefdeursluizen
5. Specials (ca 10 stuks):
   - Segmentdeursluis (Eefde)
   - Waaiersluis (Wilhelminasluis Andel)
   - Draaideursluis (ca. 5 stuks zoals Empel, Reeve)

III. Varianten

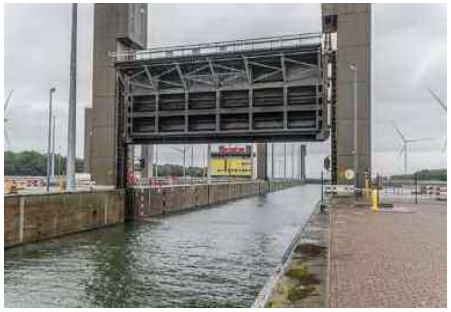
1. Kolkindeling: wel of geen middenhoofd
2. Nivelleersysteem: omloopriool of openingen deur
3. Bolders en remmingswerken: vast of drijvend

IV. Optionele modules

1. Vloeddeur
2. IJsbestrijding
3. Noodstroomaggregaat
4. Bediening op afstand
5. Aanvaarbeveiliging sluisdeuren
6. Waterkrachtcentrale
7. Droogzetmiddelen
8. …









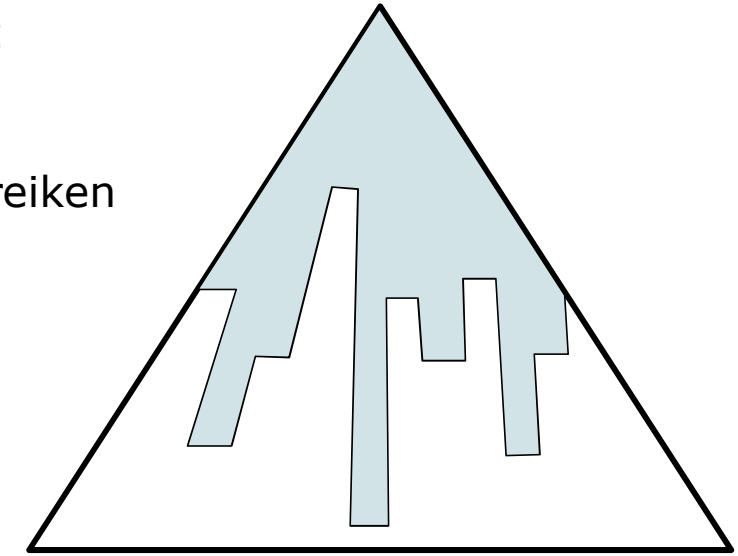
De standaardisatie van fysieke onderdelen maakt geen deel uit van deze marktconsultatie.

Hoe (diep) gaan we standaardiseren?

- Dieper specificeren dan alleen de gewenste functionaliteit

- Q: Wat wordt de diepgang van de specificaties?
  A: De diepgang die nodig is om **gewenste doelen** te bereiken

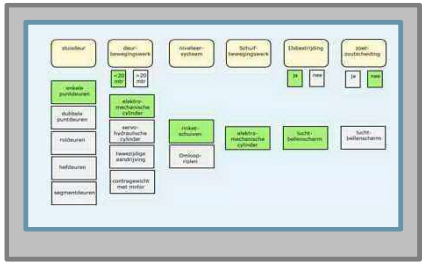
… er blijft dus sprake van een kartelrand.



De standaardisatie van fysieke onderdelen maakt geen deel uit van deze marktconsultatie.

Wensbeeld standaard werkwijze: ‘Configurator’ levert VSE voor fysieke onderdelen?

Sluis-Configurator



GRIP/ Relatics

Eisendatabase/bibliotheek voor
- Eisen common core modules
- Eisen modules sluistypen
- Eisen optionele modules
- Eisen dynamisch gedrag?

Vraagspecificatie (Technische eindsituatie)

De standaardisatie van fysieke onderdelen maakt geen deel uit van deze marktconsultatie.

Standaardisatie: IA - Bouwblokken



Bouwblok Routeerbare NoodStop Systeem (RNSS)



Bouwblok Uniforme Werkplek (UW)



Bouwblok Videocamera's en videomanagement



Bouwblok Audio



Bouwblok Object Data Services (ODS)

...en

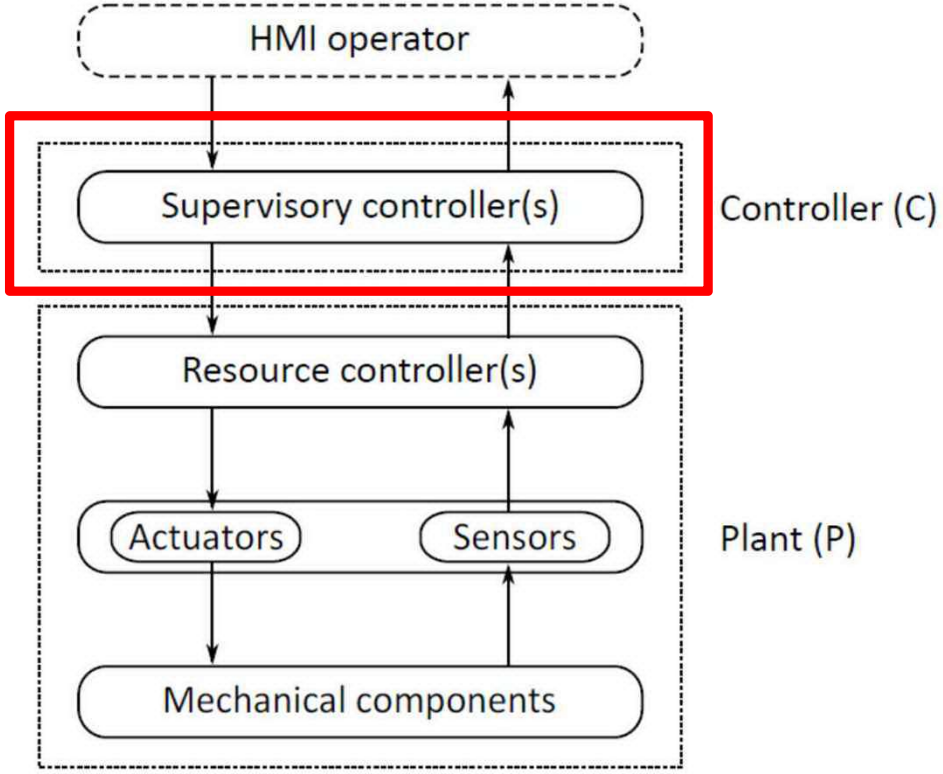


Universeel Koppelvlak VerkeersCentrale (UKVC)

De IA-bouwblokken maken geen deel uit van deze marktconsultatie.

Standaardisatie eisen besturingssoftware sluizen en bruggen

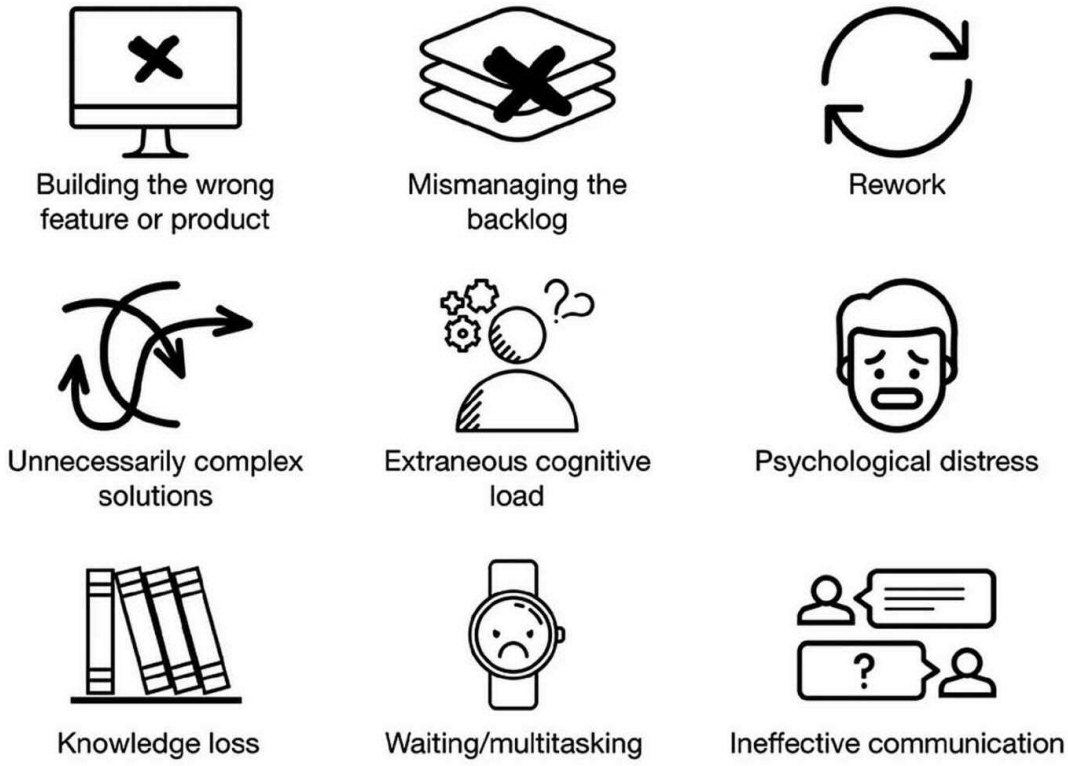




Wat willen we oplossen?

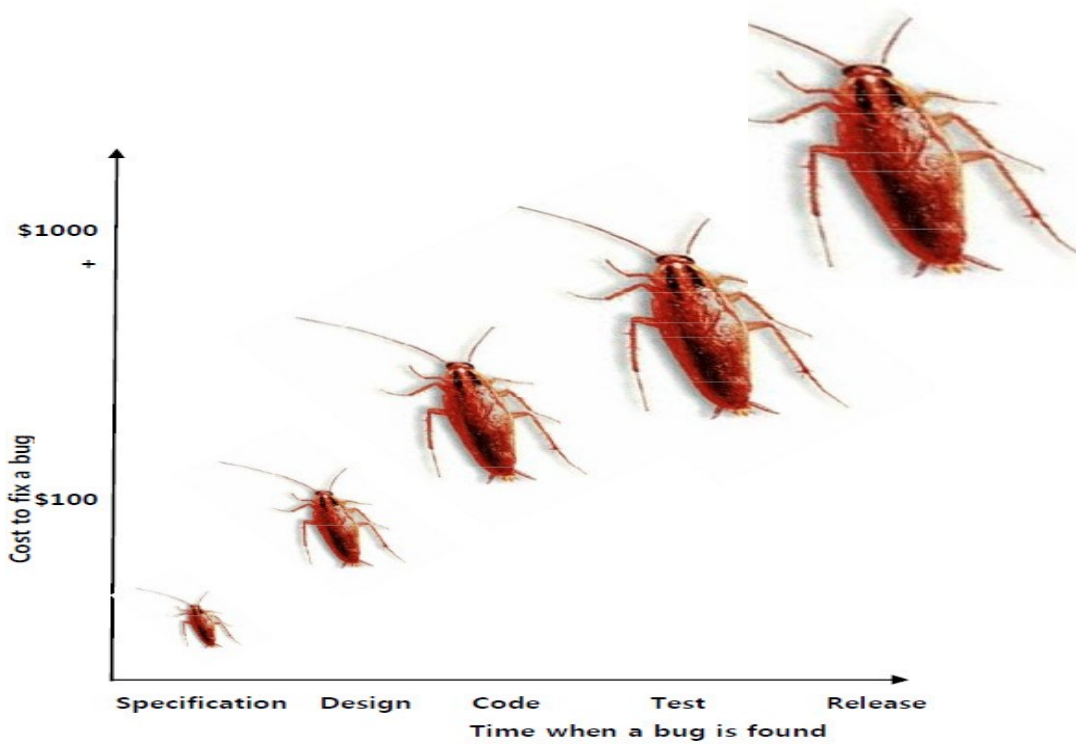
- Onze eisen in de vraagspecificatie over bediening en besturing zijn veelal niet scherp en compleet.
- Gerealiseerde bediening en besturing voldoen niet aan verwachtingen bedienaars en beheerders.
- Ontwikkeltraject vergt veel tijd en capaciteit, zowel voor opdrachtgever als opdrachtnemer.
- Besturingssoftware blijkt vaak foutgevoelig (bugs) en vergt uitgebreid testtraject om deze te traceren.

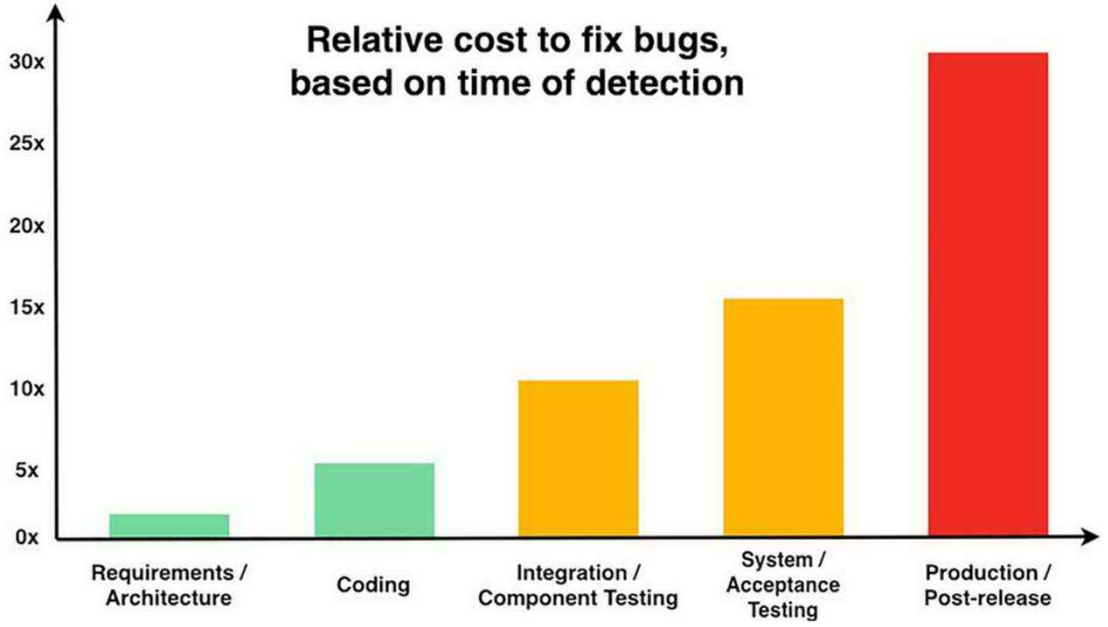
Gevolgen: ‘rework’, vertraging en hogere kosten



Software project waste is costing **$1bn per day** in companies and governments across the world doing work that is completely unnecessary.

Hoe eerder hoe beter!



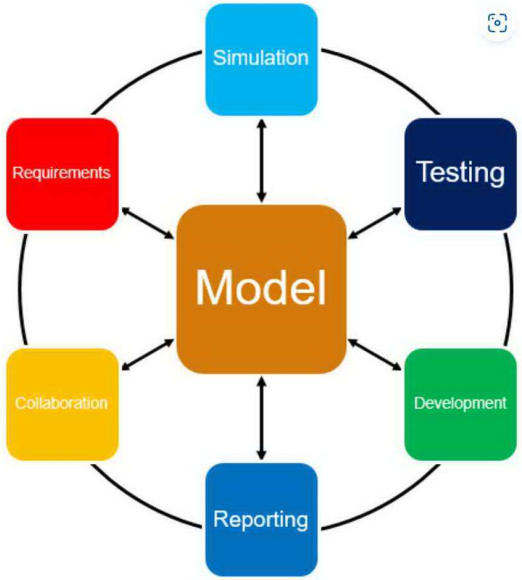


Modelgebaseerd werken

Van: **beschrijvingen** van het sluisgedrag afgeleid van Landelijke Brug en Sluizenstandaard en van klanteisen in de de vraagspecificatie en daarna het handmatig ontwerpen van de besturing.

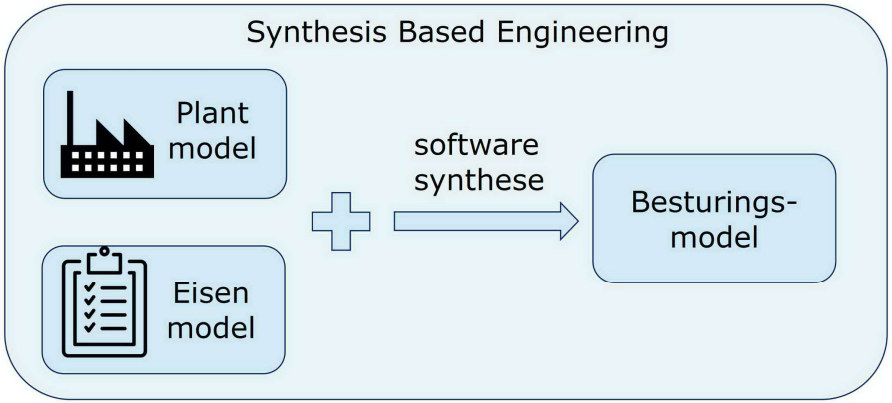


Naar: **modellen** van de eisen van de sluis waarmee de besturingssoftware door een algoritme wordt **gegenereerd**.



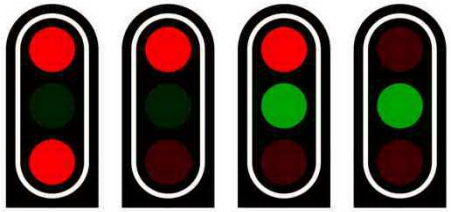
Wat is SBE nu precies en wat is het verschil met ‘gewoon’ MBSE?

MBSE (SysML/UML)	**SBE (CIF):**
✓ Modelleer het ‘Wat’: - decompositie en toestanden - wat zijn de eisen? (in natuurlijke taal)	✓ Modelleer het ‘Wat’: -decompositie en toestanden -wat zijn de eisen? (in formele taal / vaste syntax)
en	en
✓ Modelleer het ‘Hoe’ (verder uitwerken van modellen op dieper niveau)	✓ Software synthese (automatisch)…
… om een supervisory controller te verkrijgen	… om supervisory controller te verkrijgen



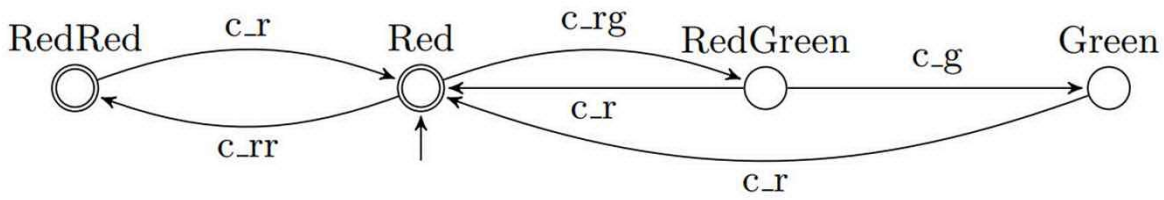
Sythesis Based Engineering (SBE)

Voorbeeld bij Scheepvaartsein





Plantmodel:



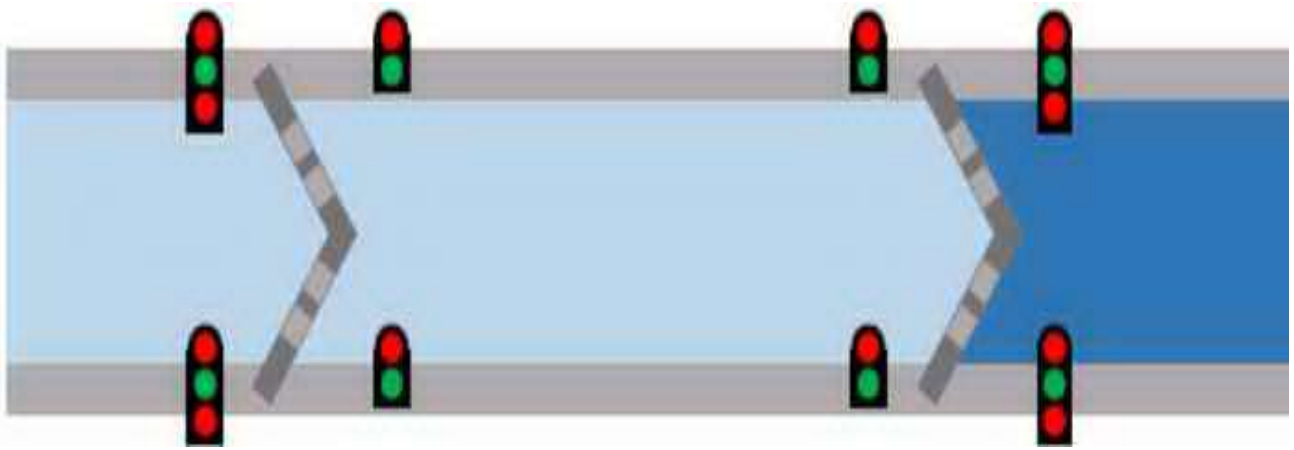
Software synthese

Besturings-model

Eisenmodel:
SVS1. Aansturing.c_rg → ¬ SVS3.RoodGroenSeinbeeld
SVS1. Aansturing.c_g needs Door1_open

Resultaat: 'Foutloos' besturingsmodel dat 100% functioneert conform de ingevoerde modellen

Generiek Model Sluis (GMS)



Generiek Model Sluis:
Sluis
Sluishoofd
- Invaarsein
- Uitvaarsein
- Deur
- Nivelleermiddel
- Gelijkwatersensor

Akoestische signalering
Bediensysteem

Mogelijke toepassingen van SBE binnen RWS-projecten

1. Ontwikkeling **simulatie** van bediening en besturing voor
   a. validatie van (klant)eisen in de contractvoorbereiding
   b. validatie van het ontwerp (VO/DO) alvorens softwarecode te schrijven (UO)

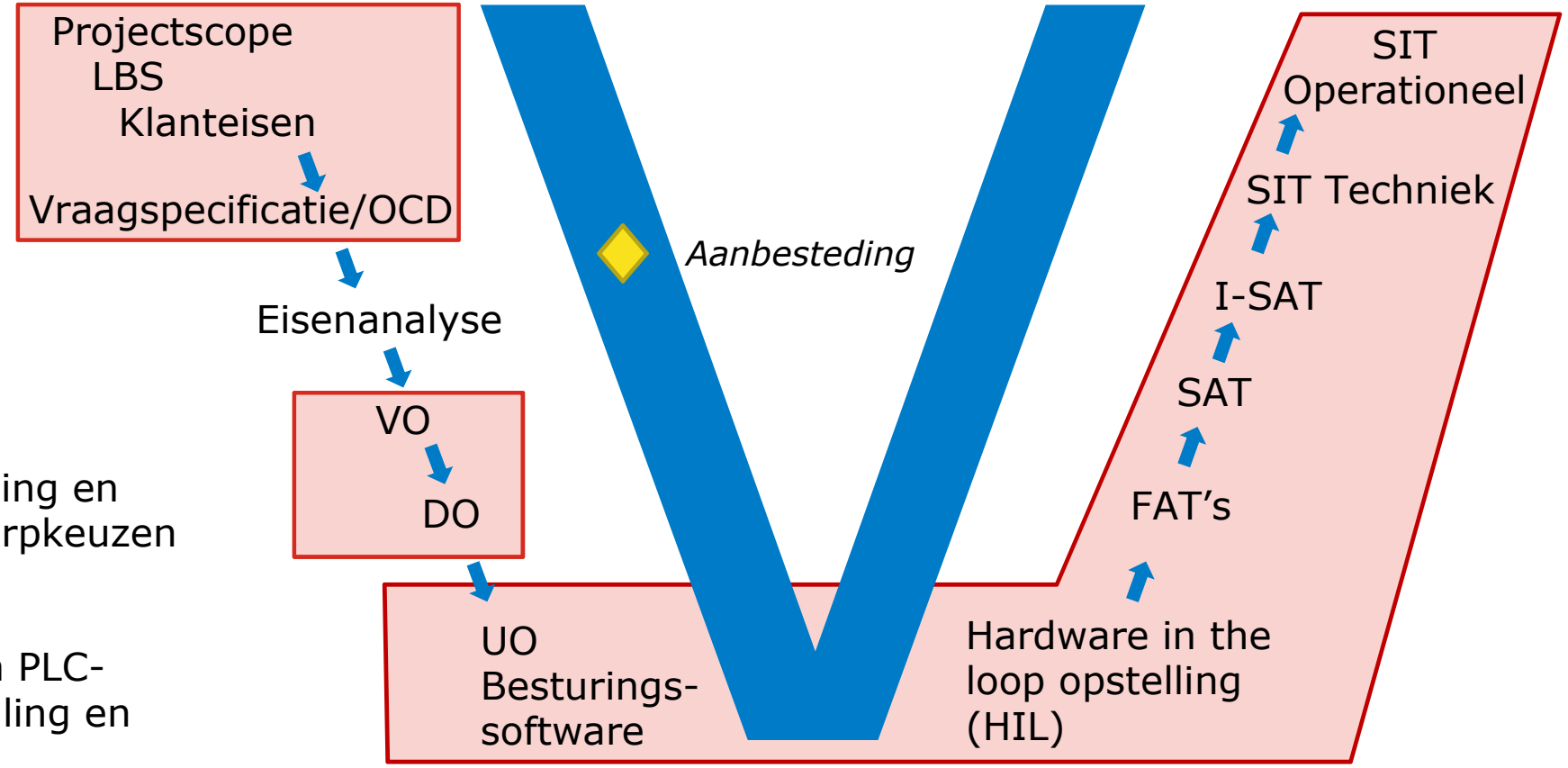
2. Realisatie (genereren) **besturingssoftware** in realisatiefase voor de besturing van de sluis voor
   a. testsysteem (HiL) / Digital Twin (VenV)
   b. besturing van het object (realisatie)

Positionering leeropdrachten SBE in V-model

V&R Den Oever
1a: Simulatie bediening en besturing obv eisen VSE (OCD)

V&R Den Oever en V&R Weurt-Heumen
1b: Simulatie bediening en besturing obv Ontwerpkeuzen

V&R MB 2.0
2a en 2b: Genereren PLC-code voor HIL-opstelling en voor objecten

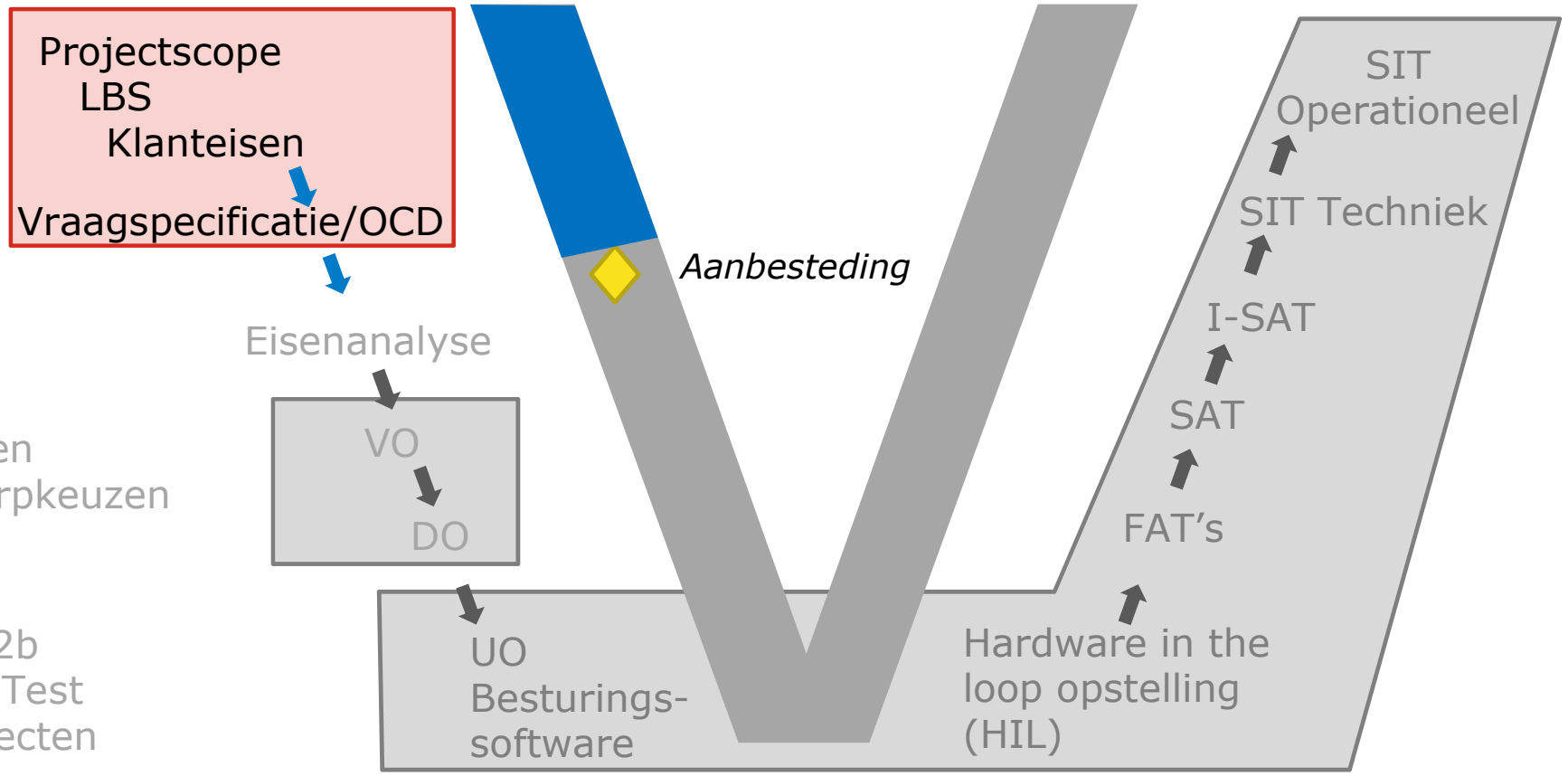


Focus van deze marktconsultatie

Toepassing 1a:
Simulatie bediening en besturing obv eisen VSE (OCD)

Toepassing 1b
Simulatie bediening en besturing obv Ontwerpkeuzen

Toepassingen 2a en 2b
Genereren PLC-code Test opstelling HIL en objecten



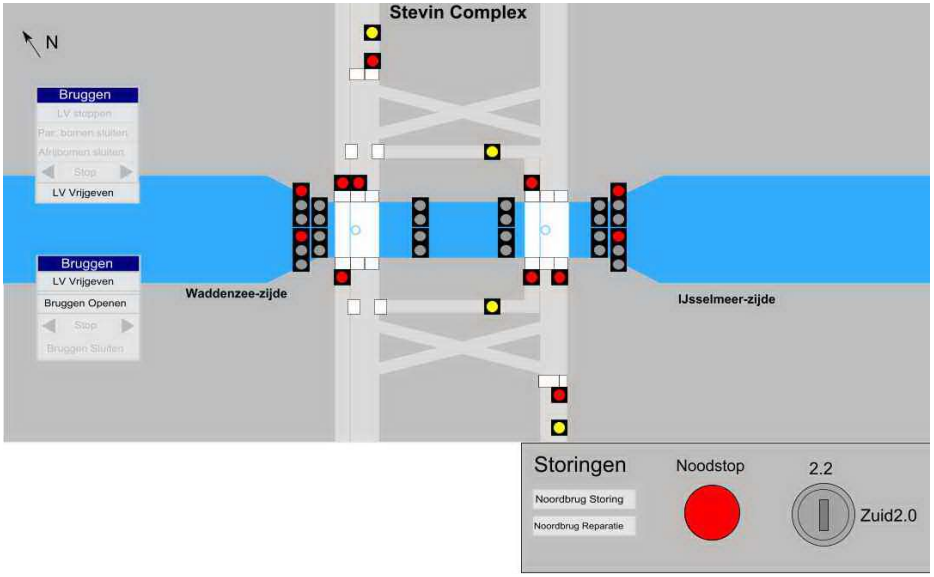
Project Renovatie Den Oever (draaibruggen A7 en Stevinsluis)

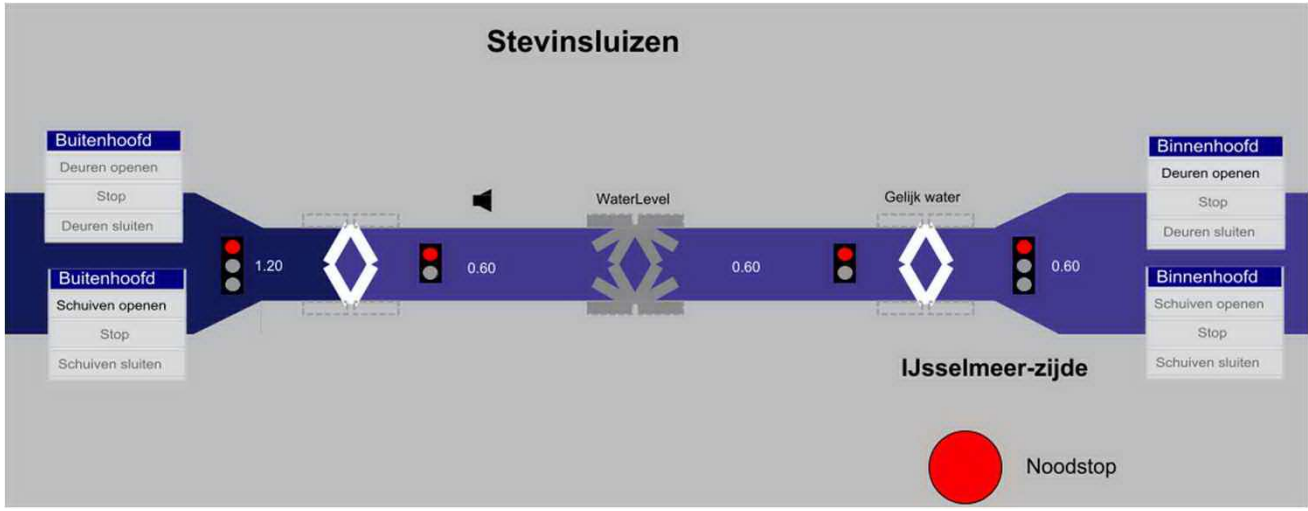




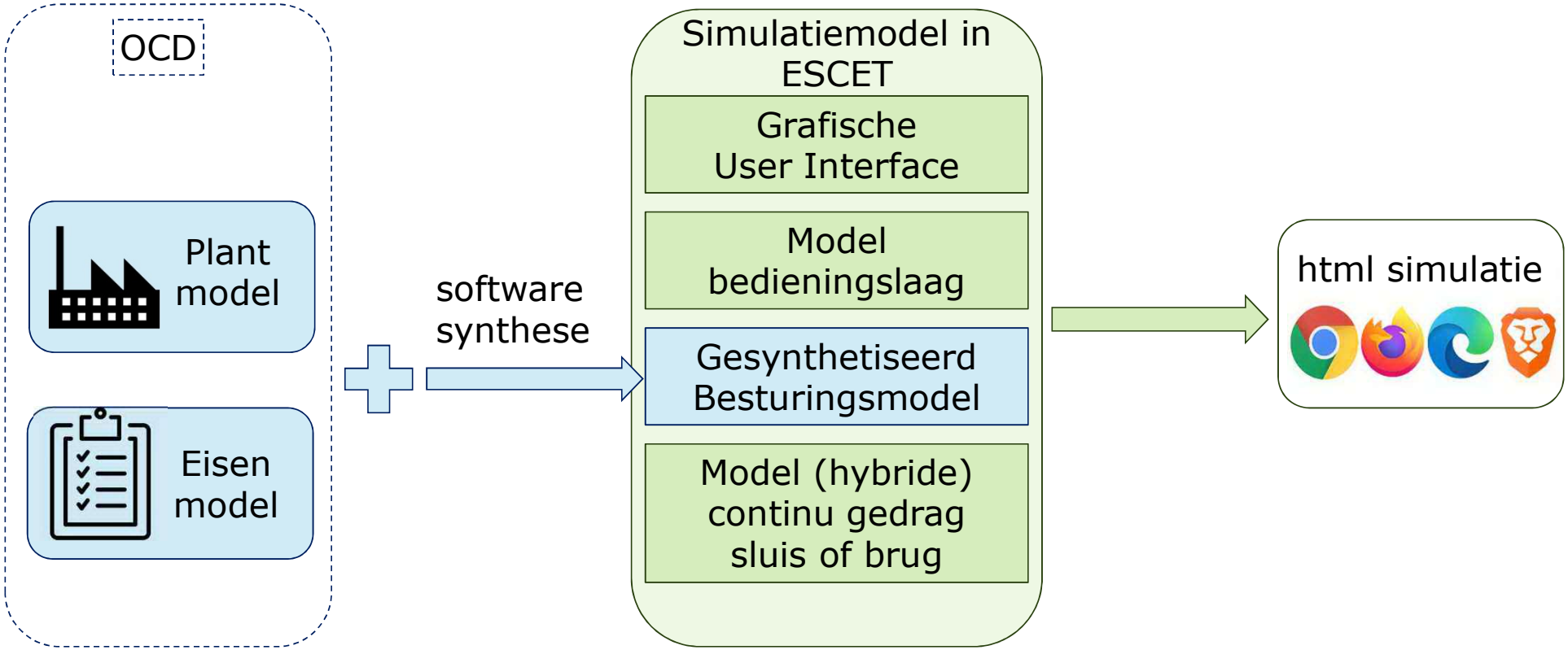
VenR-project Den Oever / Afsluitdijk (Draaibruggen A7 en Stevinsluis)

Simulatiemodel bediening en besturing voor het aanbestedingsdossier





Samenhang tussen modellen en html-simulatiebestand



Deze sheet is alleen ter info:
Deze toepassing maakt geen deel uit van deze marktconsultatie.

Toepassing 2: PLC-code genereren

- Veldexperiment Oisterwijksebaanbrug in Tilburg (2018)
- In opdracht van IAS is op basis van modellen Oisterwijksebaanbrug in 2022 onderzoek uitgevoerd naar inzetbaarheid van SBE in projecten en of hiermee voldaan wordt aan de machinerichtlijn.

Conclusie (Onderzoek CGI / TNO-ESI)
SBE is een veelbelovende methode maar voor implementatie moeten een aantal aanbevelingen worden opgevolgd:

- Verbeteren van de CIF-modellen
- Aanpassingen ESCET PLC-codegenerator
- Vastleggen processen: van eis tot code en teststrategie
- Organisatie rijp maken voor modelgebaseerd werken
- Vergroten ecosysteem



- Leeropdracht MB2.0:
  Veldexperiment voor een sluis volgt in winter 2025

ESCET: ‘Open source’ toolkit voor SBE

Toolkit:
- ESCET (Eclipse Supervisory Control Engineering Toolkit)
- Eclipse Foundation: About the Eclipse Foundation | The Eclipse Foundation
- ‘Open source’ / gratis beschikbaar

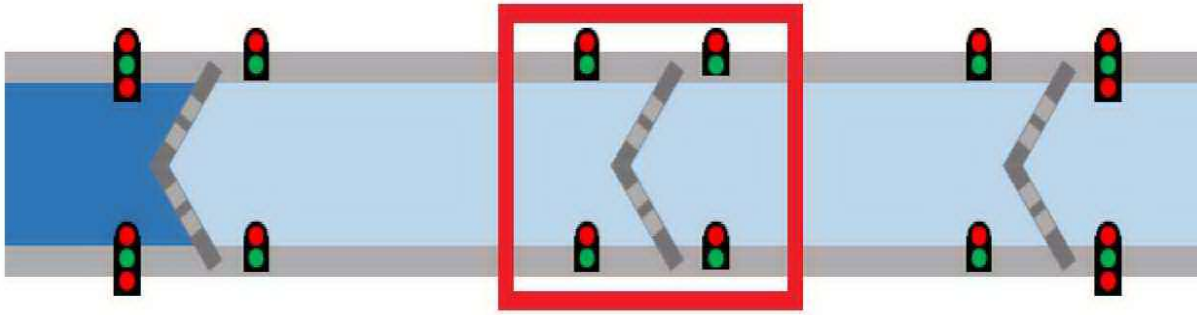
Functionaliteit:
- Modelleertool (CIF)
- Sofwaresynthese
- Simulator (simulation-based validation and visualization)
- Formele verificatie modellen
- PLC-codegenerator (Structured Text conform open standaard IEC 61131-3)
- Handleiding

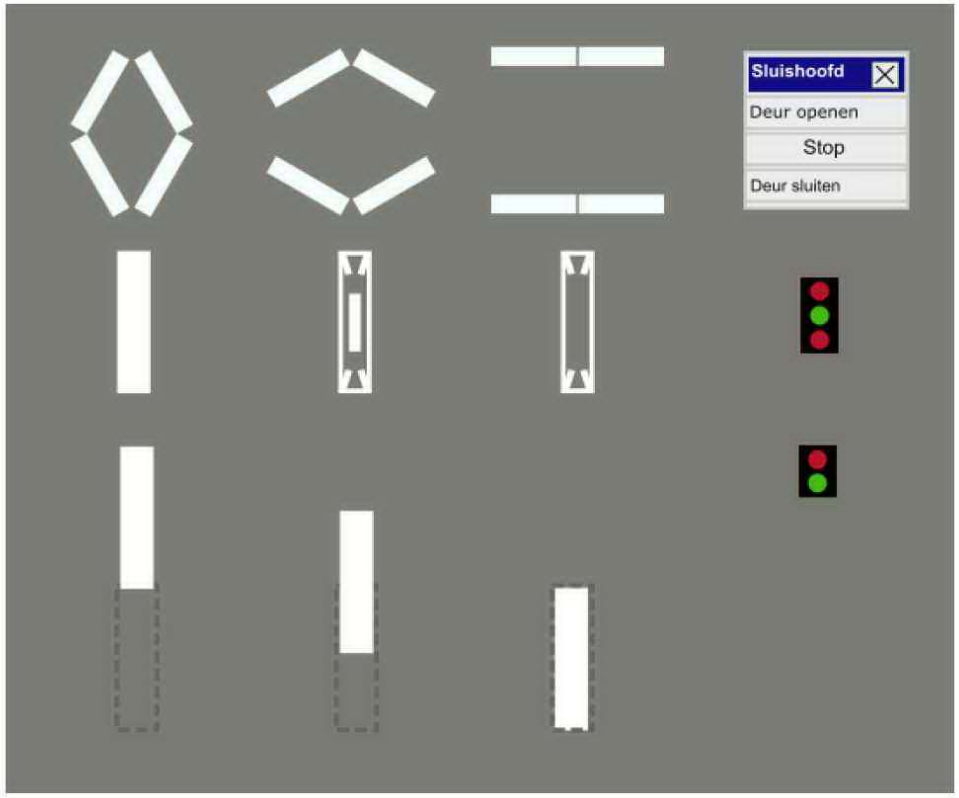
Online e-learning volgt in 2024

Link voor download: https://eclipse.dev/escet/

Sluizen Assembler

- Doel: sneller simulaties ontwikkelen
- Automatisch genereren modellen en user interface op basis van variatiepunten sluizen:
  - type deur
  - nivelleersysteem: openingen deur / omloopriool
  - wel/geen middenhoofd





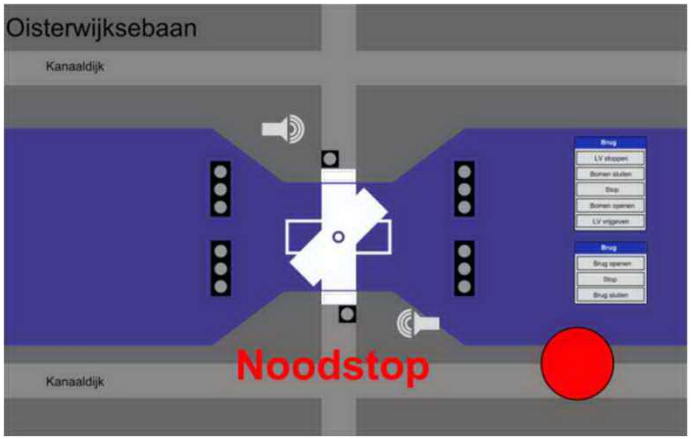
Bruggen Assembler

Momenteel in ontwikkeling voor ontwikkeling simulaties bruggen

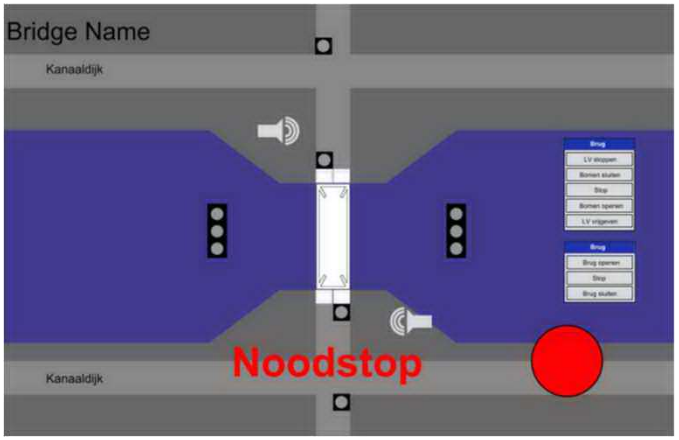
Variabelen:

- type brug
- aantal dekken
- één- of tweerichtingsverkeer
- parallelbaan/fietspad,
- aantal slagbomen
- aantal scheepvaartseinen
- aantal onderdoorvaartseinen
- wel/geen voorwaarschuwing voor verkeer

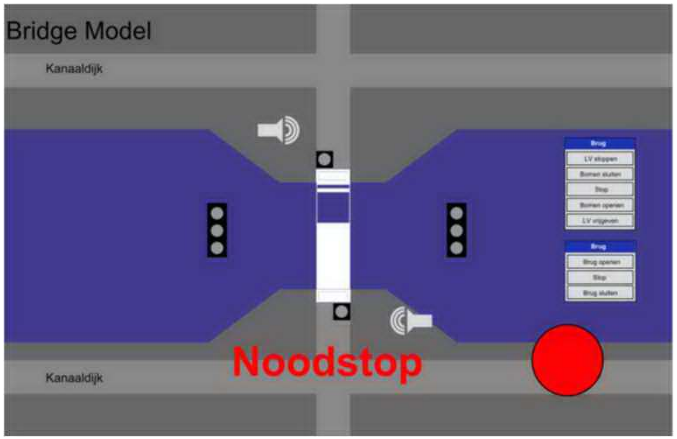
Draaibrug



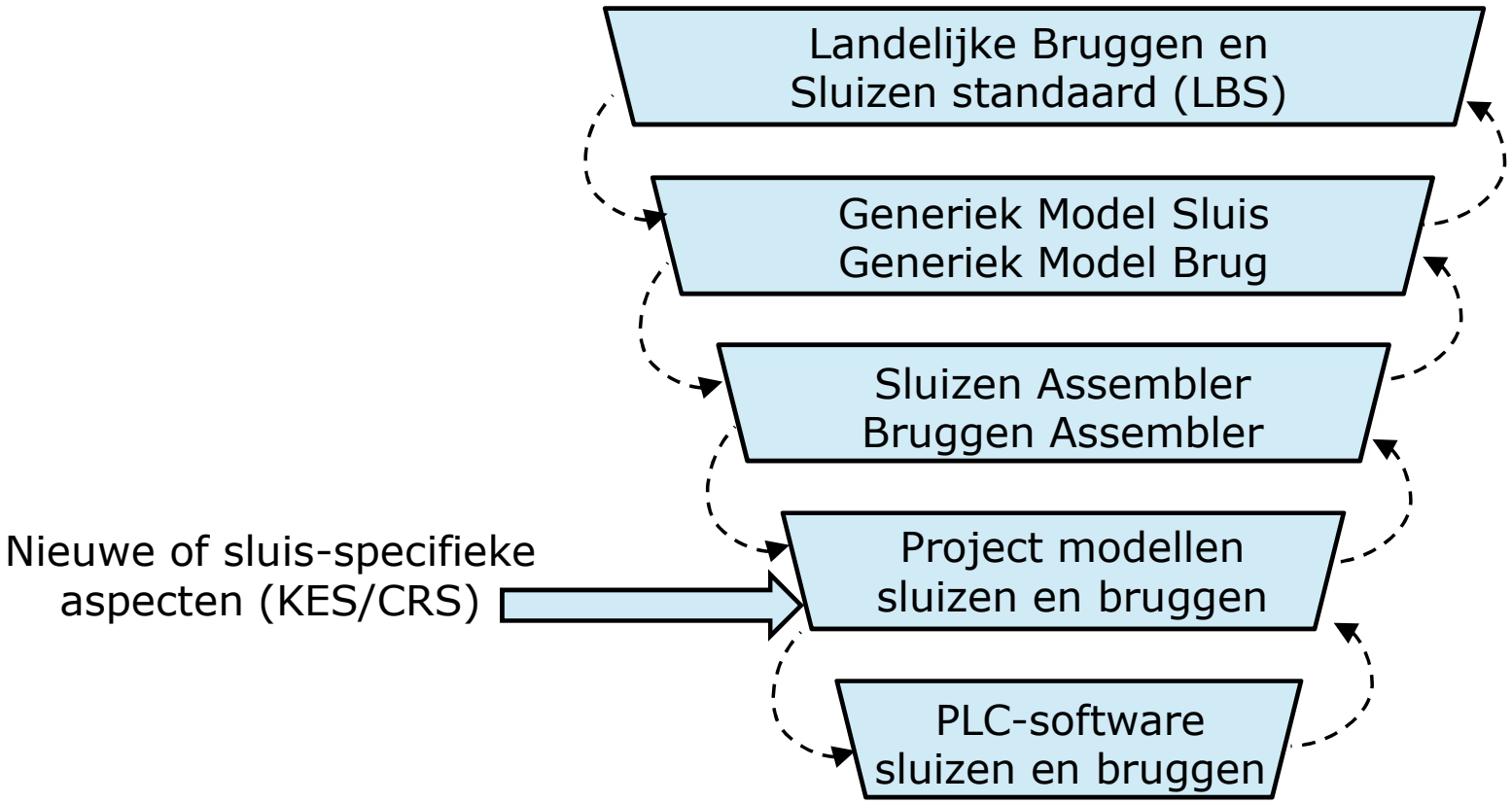
Hefbrug



Basculebrug



Samenhang tussen LBS, GMS, Sluisassembler en projectmodellen



RWS SBE Team



Bezetting RWS SBE-Team per 1-6-2024	fte's
Medewerker GPO	1,0
Medewerker GPO	0,2
Medewerker GPO	0,2
Medewerker GPO	1,0
Medewerker GPO	0,4
Medewerker PPO	0,4
Medewerker PPO (vacature)	…
Medewerker CIV	0,6
Medewerker CIV	0,5
Totaal	4,3 fte

Lopende projecten waarin SBE is/wordt toegepast

1. VenR DDO (Draaibrug Den Oever en Stevinsluis (leeropdracht toepassing 1a en 1b)
2. VenR Weurt-Heumen (leeropdracht toepassing 1b)
3. VenR MB 2.0 (leeropdracht toepassingen 2a en 2b)
4. VenR Houtribsluizen (MN) (productie 1a)
5. VenR Hansweert (ZD) (productie 1a)
6. VenR A44 Kaagbruggen (1a, alleen voor toets op de VSE van de Kaagbruggen)
7. Beweegbare bruggen HLD Hoofdvaarweg Lemmer Delftzijl (1a, leeropdracht toepassing/doorontwikkeling Bruggen Assembler)

...

...

Roadmap SBE: Belangrijke doorontwikkelingen komende periode

1. **Uitbreiden productie gebruik SBE voor VSE:**
- Doorontwikkeling Sluizen- en bruggenassemblers
- SBE-team op sterkte voor productie
- Mogelijkheden uitbesteden verkennen

2**. Doorontwikkelen PLC-codegeneratie:**
- Procesbeschrijving Handreiking van eis tot code
- Werkwijze hoe om te gaan met safety-deel (SIL2)
- Laten doorvoeren van verbeteringen in ESCET
- Leeropdracht MB2.0

3**. Verbreding andere objecttypen dan sluizen**:
- Ook verbreden naar bruggenprojecten
- Watermanagementobjecten (o.a. stuwen)
- PhD-studie Stormvloedkeringen (programma BIK)

4. **Verbreding ecosysteem en marktinschakeling**:
- Verbreden 'SBE community' in Nederland
- Gesprekken met marktpartijen / marktconsultatie
- E-learning SBE online (eind 2024)
- Mogelijke andere stappen?

Samen met de markt…

Als RWS SBE gaat hanteren om te komen tot vraagspecificaties van sluizen en beweegbare bruggen, dan zal RWS het toepassen van SBE ook moeten kunnen uitbesteden aan marktpartijen.

Wat moet RWS doen om:

… dit te lagen slagen?
… dit aantrekkelijk te maken?
… SBE community in NL te vergroten?
… dit te versnellen?

A JE TO !




Sluis Eefde
LZT
Lock to Twente


LEGO
duplo
2-5


... vragen ?