



**SNELLER EN SLIMMER BOUWEN –
WAT KAN SYSTEMS ENGINEERING BIJDAGEN?**

TEUN HENDRIKS, TNO

8 OKTOBER 2024

SNELLE OPSCHALING VAN MIDDEN- EN HOOGSPANNINGSSTATIONS NODIG

VOORBEEDEN: STEDIN EN ENEXIS-BOUWPLANNEN

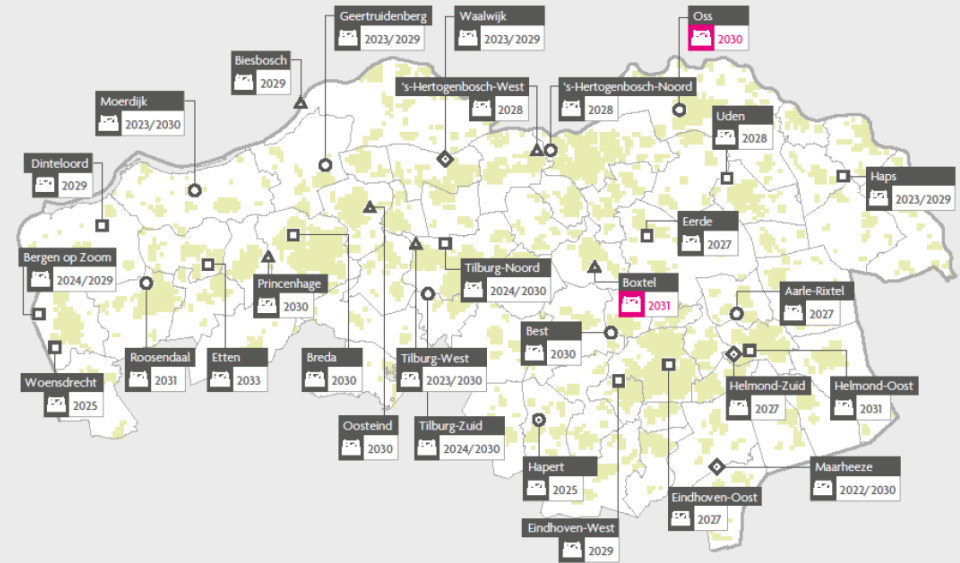
Provincie Utrecht

Aantal belangrijke grootschalige projecten TenneT en Stedin tot 2030 uitgelicht.

Totale investeringen: 740 miljoen euro



Investeringen in hoogspanningsstations Noord-Brabant



Werzaamheden

Enex is Netbeheer plant actief om te investeren in de uitbreiding en nieuwbouw van hoogspanningsstations in Noord-Brabant. Zo breiden we de transportcapaciteit van onze elektriciteitsnetten in deze provincie uit voor onder meer de verwachte groei van duurzame elektriciteitsopwekking.

De overzichtskaart visualiseert:

- de individuele hoogspanningsstations in de provincie;
- het verwachte jaar dat de uitbreiding of nieuwbouw is gereed is;
- en totale verwachte elektriciteitsopwekking in 2030* per individuele hoogspanningsstation.

Uitbreiding capaciteit bestaand station

De uitbreiding van de capaciteit van een hoogspanningsstation houdt meestal in dat Enex is Netbeheer hier een extra transformator en/of een extra schakelinstallatie plaatst. Het kan ook voorkomen dat een bestaande transformator wordt vervangen door een transformator met meer capaciteit.

Verwacht aantal uitbreidingen van bestaande stations in Noord-Brabant: **37**

Bouw nieuw station

De bouw van een nieuw hoogspanningsstation voert Enex is Netbeheer samen uit met de landelijke netbeheerder TenneT. Enex is Netbeheer zorgt daarbij voor de transformatoren en de schakelinstallatie en TenneT zorgt voor de aansluiting op het hoogspanningsnet.

Verwacht aantal nieuw te bouwen stations in Noord-Brabant: **2**

Totale verwachte elektriciteitsopwekking in 2030* per individueel hoogspanningsstation

- ▲ 0MW - 200MW
- ◆ 200MW - 400MW
- 400MW - 600 MW
- ◇ 600MW - 800MW
- ⊕ >800MW

* Onze prognose van de verwachte hoeveelheid opwek in 2030 rond het betreffende station.

enexisnetbeheer.nl

› **SNELLER EN SLIMMER BOUWEN**

ÉÉN VAN DE HOOFDUIDDAGINGEN VOOR OPSCHALING VAN DE INFRASTRUCTUUR

Hoofduitdagingen netbeheerders in de energietransitie

1. Verkrijgen van **benodigde gronden** voor de energie-infrastructuur
2. Verkrijgen van **toestemming** in de benodigde omgevingsprocedures
3. Een groot **tekort aan personeel** om de grootschalige toename van onderhanden werk uit te voeren

➔ **SNELLER EN SLIMMER BOUWEN** adresseert met name deze derde uitdaging:
het **mitigeren van het tekort aan personeel**
door **versnelling van het creatieproces, en verhoging productiviteit in,**
systeemrealisatie en lifecycle-management.

FUESSE STUDY - FUTURE ENERGY SYSTEM SYSTEMS ENGINEERING



The challenges imposed by the **energy transition** put a heavy societal pressure on the NL grid operators to **scale up** the capacity of the energy grid infrastructure.

This demands **smarter (digital) and more efficient ways to realize grid extensions** while keeping the existing infrastructure operational.

FuESSE is a joint study on what the current engineering state of practice in the sector is, and explores the benefits of **Systems Engineering (SE)** approaches to create more **synergy** along the grid operators' asset supply chain and between the grid operators themselves.



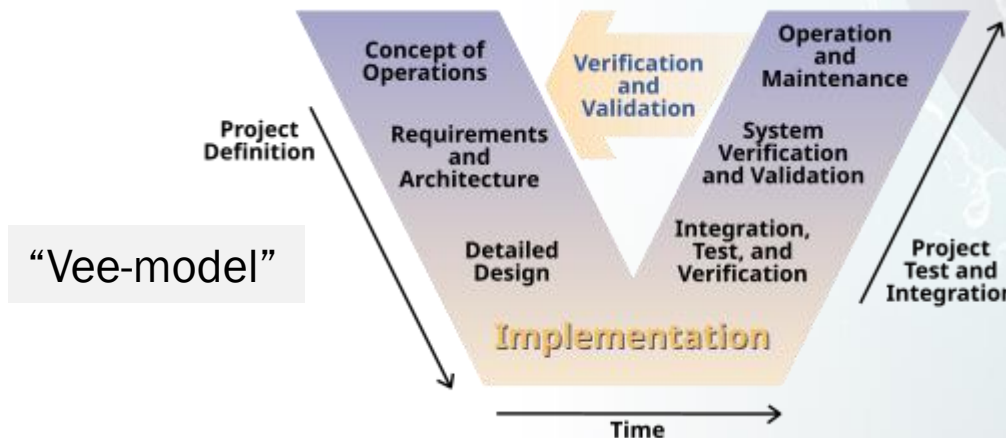
WAT IS SYSTEMS ENGINEERING? INCOSE DEFINITIE

ISO/IEC 15228

Systems Engineering is a

transdisciplinary and integrative approach:

- *to enable* the successful realization, use, and retirement of engineered systems,
- *using* systems principles and concepts, and scientific, technological, and management methods.



System Life Cycle Processes		
Agreement Processes	Technical Management Processes	Technical Processes
Acquisition Process (6.1.1)	Project Planning Process (6.3.1)	Business or Mission Analysis Process (6.4.1)
Supply Process (6.1.2)	Project Assessment and Control Process (6.3.2)	Stakeholder Needs and Requirements Definition Process (6.4.2)
Organizational Project-Enabling Processes	Decision Management Process (6.3.3)	System Requirements Definition Process (6.4.3)
Life Cycle Model Management Process (6.2.1)	Risk Management Process (6.3.4)	System Architecture Definition Process (6.4.4)
Infrastructure Management Process (6.2.2)	Configuration Management Process (6.3.5)	Design Definition Process (6.4.5)
Portfolio Management Process (6.2.3)	Information Management Process (6.3.6)	System Analysis Process (6.4.6)
Human Resource Management Process (6.2.4)	Measurement Process (6.3.7)	Implementation Process (6.4.7)
Quality Management Process (6.2.5)	Quality Assurance Process (6.3.8)	Integration Process (6.4.8)
Knowledge Management Process (6.2.6)		Verification Process (6.4.9)
		Transition Process (6.4.10)
		Validation Process (6.4.11)
		Operation Process (6.4.12)
		Maintenance Process (6.4.13)
		Disposal Process (6.4.14)

Figure 4 — System life cycle processes

SYSTEMS ENGINEERING BIEDT STRUCTUUR EN SYSTEMATIEK

Systems Engineering is a

tra

- **Systems Engineering** biedt een toolbox aan voor het integraal adresseren van **technische aspecten** en het uitvoeren van **technisch management**

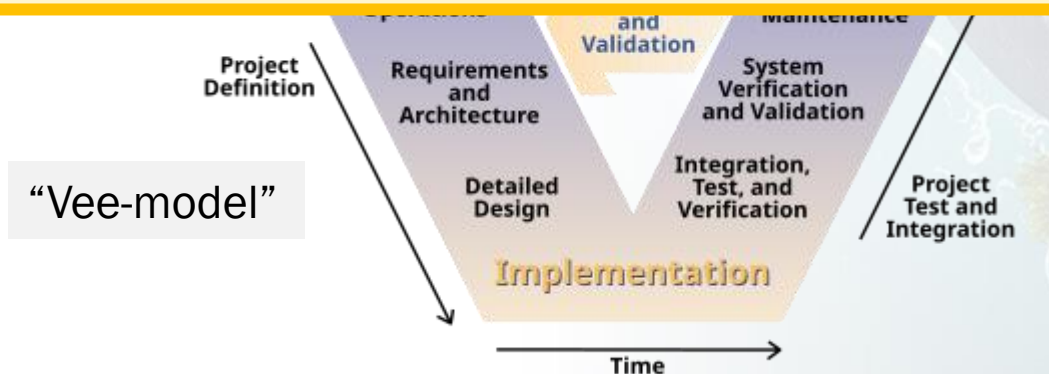


Figure 4 — System life cycle processes

PRODUCT LINE ENGINEERING: VOORBEELD AUTOMOTIVE

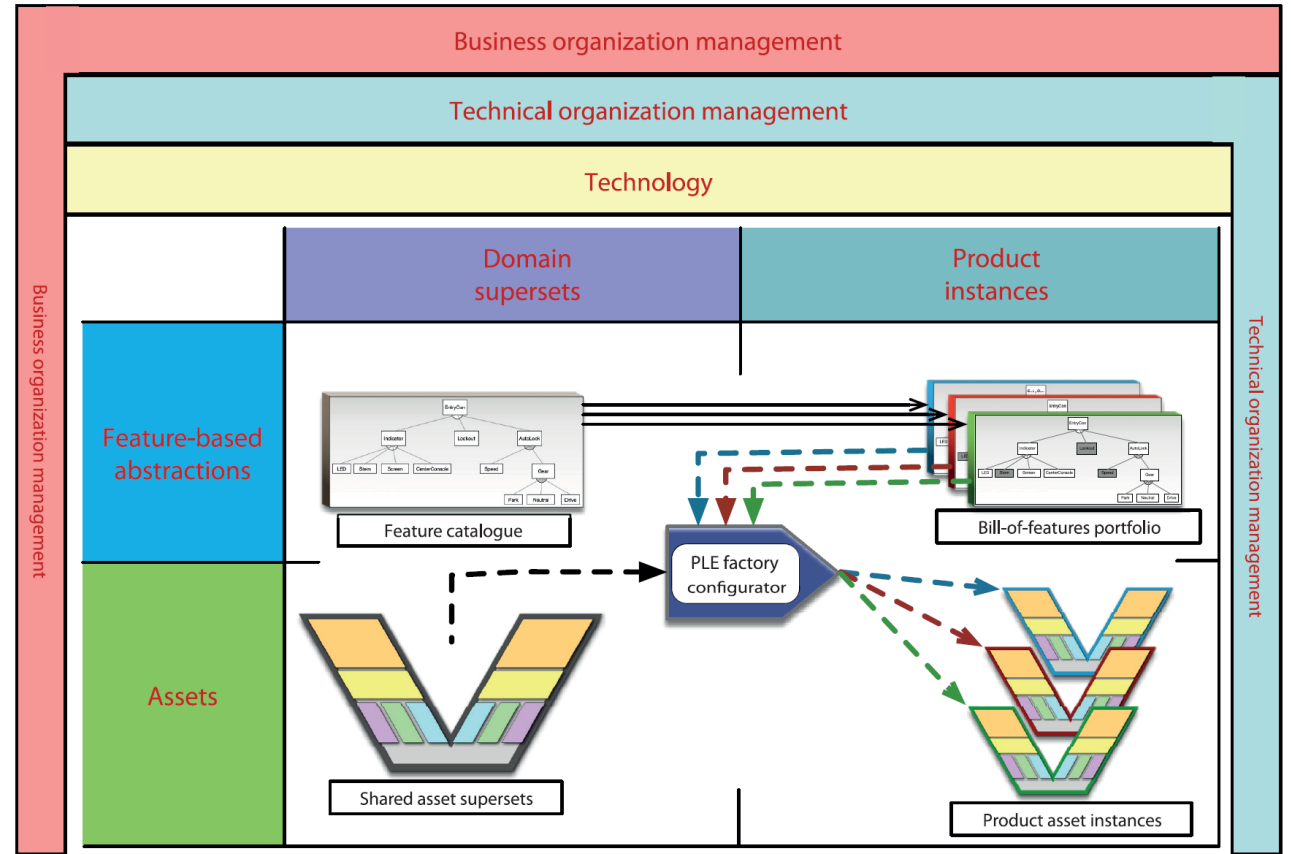
FEATURES, ASSETS, CONFIGURATOR

(ISO/IEC 26580:2021)

Build your dream 718 Cayman



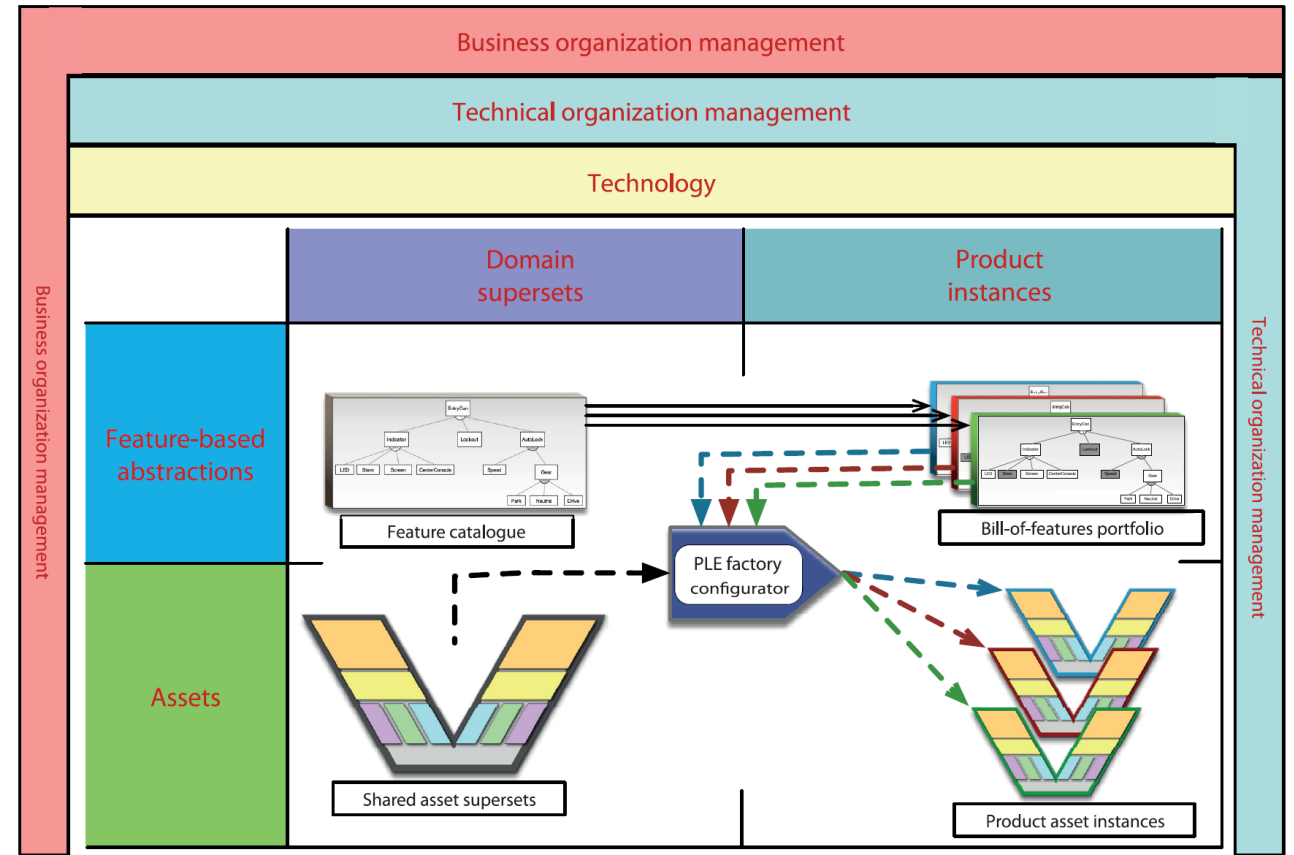
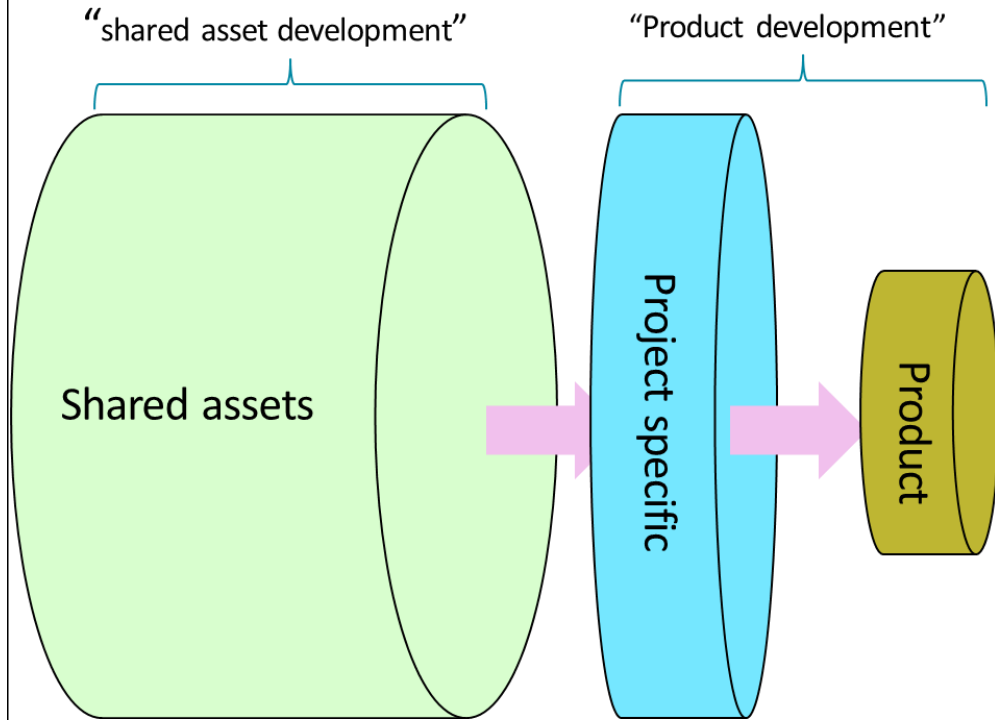
- Exterior Colour
- Standard Colour
 - US10US PCU
- Metallic Colour
 - Jet Black Metallic
 - Gentian Blue Metallic
 - Frozenberry Metallic
 - Aventurine Green Metallic
- Special Colour
 - Carmine Red



PRODUCT LINE ENGINEERING CONCEPTS

FEATURES, ASSETS, CONFIGURATOR

(ISO/IEC 26580:2021)



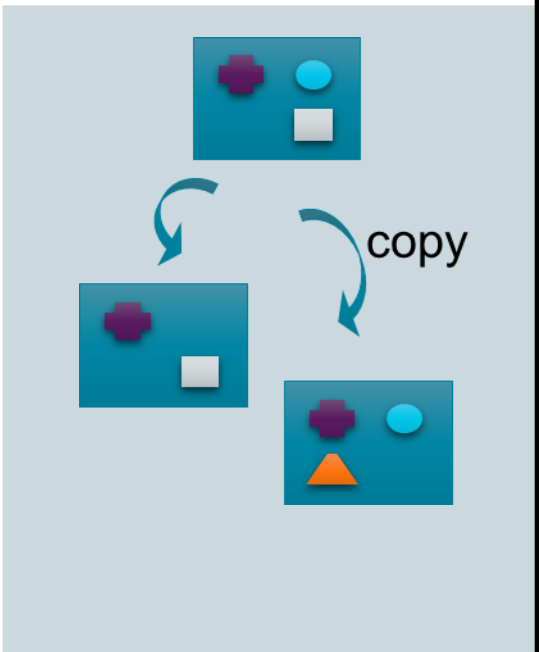
Rollen: Product Line Engineering (PLE)
 Domain engineering
 Application engineering

PRODUCT LINE ENGINEERING BIJ NETBEHEERDERS

CONTEXT BEÏNVLOEDT VARIANT

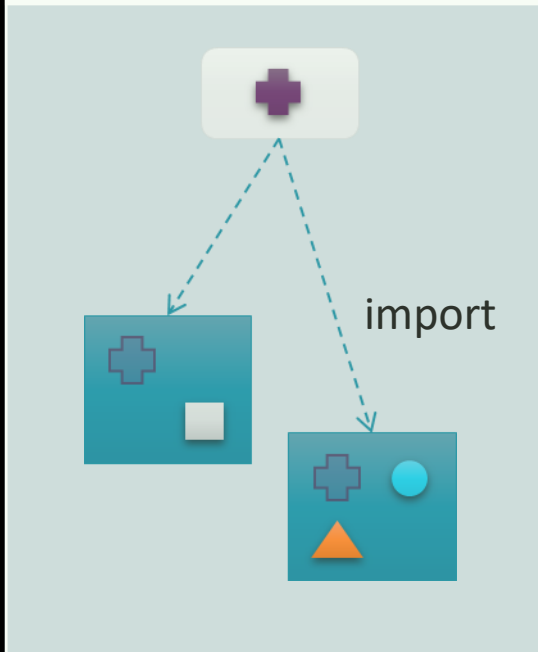


Clone & Own



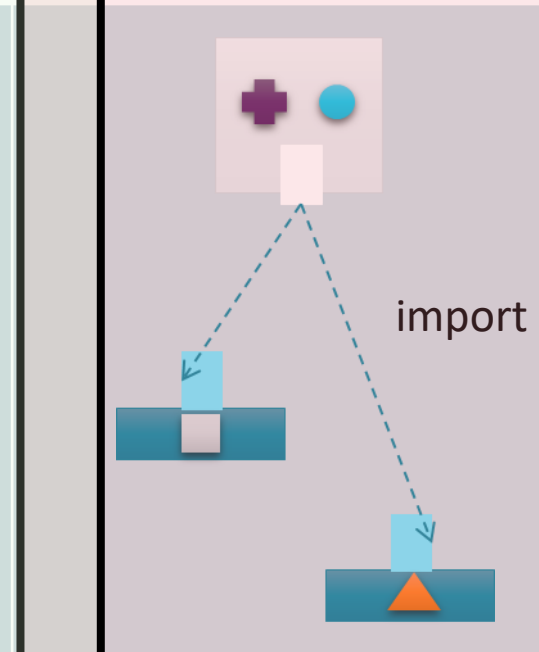
- + easy to use
- no sharing (features & fixes)

Component Library



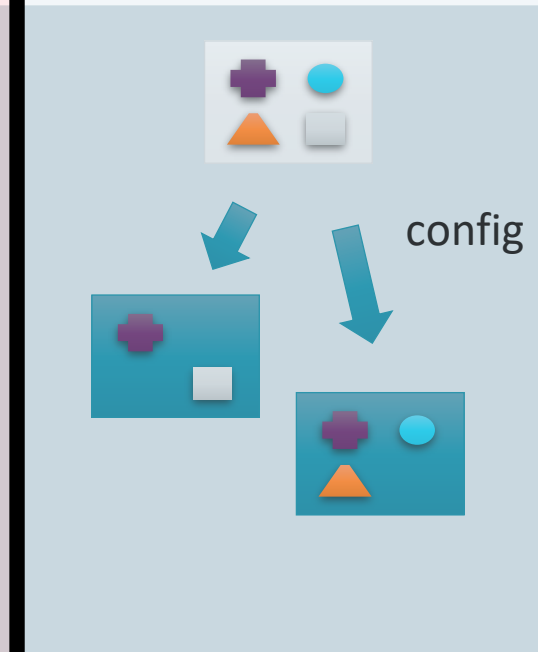
- + component sharing
- little design support

Framework Library



- + substantial reuse
- complex variability

Superset Platform



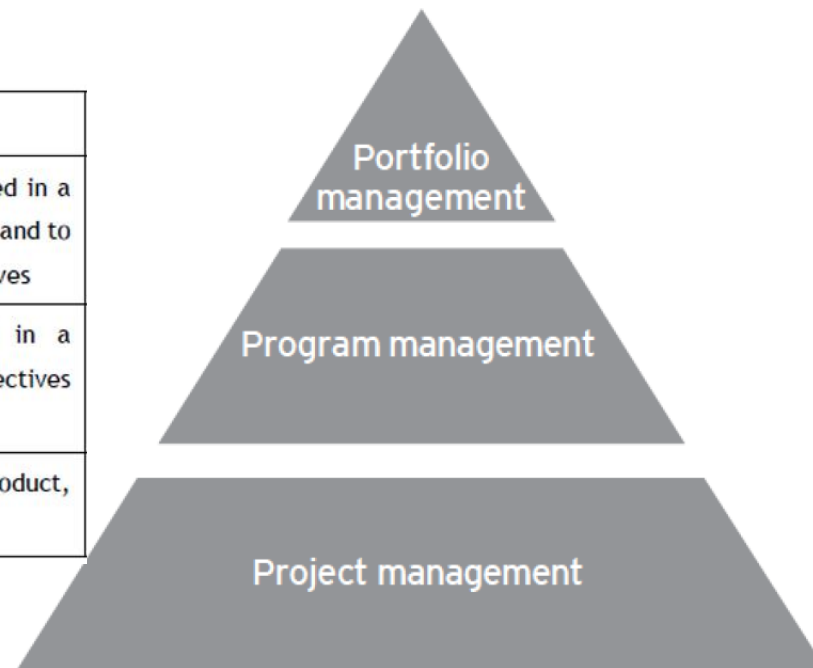
- + substantial reuse
- complex variability

From K. Czamecki U. Waterloo

SYSTEMS ENGINEERING AANPAKKEN OP DIVERSE NIVEAUS

PROJECT, PROGRAMMA, PORTFOLIO

Level	Definition
Portfolio	a group of programs and/or projects managed in a coordinated way to support business strategy and to deliver benefits in line with strategic objectives
Program	a set of interrelated projects managed in a coordinated way to attain the business objectives and benefits
Project	a temporary endeavor to create a unique product, service or result



Key objective

Doing the right things



Realizing the benefits



Doing things right



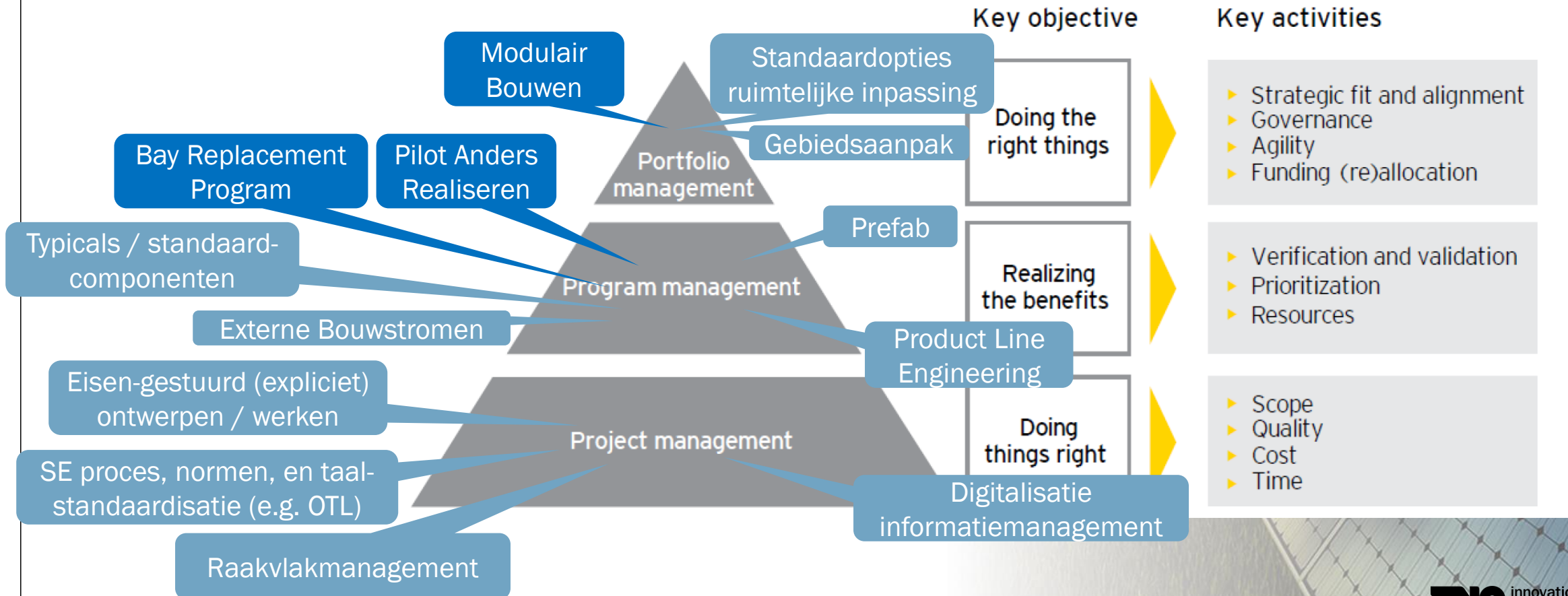
Key activities

- ▶ Strategic fit and alignment
- ▶ Governance
- ▶ Agility
- ▶ Funding (re)allocation

- ▶ Verification and validation
- ▶ Prioritization
- ▶ Resources

- ▶ Scope
- ▶ Quality
- ▶ Cost
- ▶ Time

SYSTEMS ENGINEERING AANPAKKEN OP DIVERSE NIVEAUS PROJECT, PROGRAMMA, PORTFOLIO



SYSTEMS ENGINEERING IS INTEGRALE KETENSAMENWERKING ORGANISATIE-BREED → DUS NIET ALLEEN VOOR ENGINEERS...



Photo by [Krista Stucchio](#) on [Unsplash](#)



Photo by [Alisa Golovinska](#) on [Unsplash](#)

Keten-brede strategie:
bv, keuze grond passend
voor station

Modulair Bouwen platform
als basis voor projecten

... met zoveel mogelijk
COTS-componenten

Ontwerpen = configureren

Standaardiseer wat kan,
flexibiliseer wat moet

Bedrijf-breed draagvlak en
samenwerking,
silo's vermijden

› **SNELLER EN SLIMMER BOUWEN** **DE BIJDRAGE VAN SYSTEMS ENGINEERING**

Bewezen systemische aanpak voor hogere effectiviteit middels:

- **Technisch leiderschap** – the art of SE
- **Technisch management** – the science of SE

Systems Engineering vereist wel

- een **organisatie-breed opgelijnde** competentie



THANK YOU!