

# IT-succesverhaal uit de overheid

## *Ontwerpprincipes en Solution- & ReferentieArchitectuur*

Martin van Egmond en Otto Duindam (13 februari 2020)

### **1. Inleiding**

Binnen Defensie, en specifiek binnen de Maritieme IT, vindt vanaf vandaag exact 53 jaar operationele automatisering van wapen en commandosystemen plaats. Het centrum ooit gestart in Den Haag, maar verhuisde al gauw naar Den Helder naar de Operationele gebruiker. Het centrum zit in dezelfde tijdgeest als het Philips Natlab te Eindhoven. Denkt u maar eens aan ASML, dat als kind bij het Philips Natlab het levenslicht heeft gezien.

We onderkennen dat je alleen voor en met een operationele gebruiker IT-systemen kunt ontwikkelen en beheren. Het primaire proces Commando en Controle (C2), de bedrijfsvoering in een commando centrale en de informatievoorziening hier omtrent, wordt al 53 jaar met eigen mensen de IT-systemen ontwikkeld en beheerd. Dit vanuit een open architectuur, met open source (tooling), waarbij we veel softwarecomponenten zelf ontwikkelen, hergebruiken en door ontwikkelen (innovatie) in productfamilies. Maar we kunnen ook softwarecomponenten van derden integreren.

Hiermee zien wij kans systemen door te ontwikkelen in Life Cycles van 15 jaar en langer, zonder afbreuk te doen aan inzetbaarheid en betrouwbaarheid van de IT-systemen. Nieuwe functionaliteit en bijvoorbeeld security patches, kunnen we met de huidige methode van softwareontwikkeling en bijbehorende technieken realiseren.

In die 53 jaar heeft Defensie en specifiek de Marine het belang van een eigen softwareafdeling altijd ingezien. In 2013 verdwenen 13.000 functies als gevolg van bezuinigingen bij Defensie. Het centrum werd gehalveerd, maar NIET opgeheven. Feitelijk is het motto: "IT als wapensysteem".

Dankzij de economie en het vertrouwen van Defensie groeien we weer, en pakken we nieuwe kansen op zoals een nieuw systeem voor de operationele ondersteuning van de Nederlandse Kustwacht. Natuurlijk is daarvoor "architectuur" nodig. Anders vaar je na 5 jaar op een strekdam. Maar wij zijn het eens met Jan van Es: architectuur moet je in proporties toepassen, niet te veel (over modelleren van processen) en niet te weinig.

We hebben de afgelopen 53 jaar veel geleerd, vooral leren luisteren naar de operationele gebruiker, en veel experimenteel ontwikkeld, samen met de operationele gebruiker, totdat het goed genoeg was.

### **2. Domeinkennis is leidend**

De unieke bijdrage vanuit de Maritieme IT als geheel met betrekking tot het ondersteunen en ontwikkelen van de noodzakelijke Command en Control capabilities voor zowel de Koninklijke Marine als de Kustwacht, vloeit voort uit haar verregaande kennis van en ervaring met het maritieme (C2) domein, zowel techn(olog)isch als functioneel. Deze kennis en bijbehorende vaardigheden zijn essentieel en

kaderstellend voor de ontwikkeling van de producten, het partner-ecosysteem alsmede de inrichting van de Maritieme IT en de bij de voortbrenging betrokken organisatiedelen.

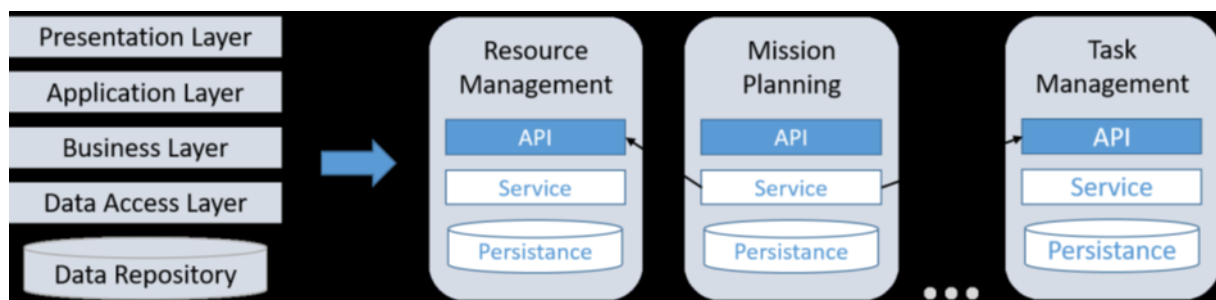
### 3. Maritieme IT Centre of Excellence

Actieve ontwikkeling en instandhouding van de kennis en vaardigheden met betrekking tot het maritieme (C2) domein is alles bepalend voor de kwaliteit en duurzame voortbrenging en doorontwikkeling van zowel huidige als toekomstige oplossingen binnen de Maritieme IT. Samen met partners zet Defensie zich in op een open en actieve kennisontwikkeling en kennisdeling zowel binnen als buiten het partner-ecosysteem. Defensie laat zich informeren door wetenschappelijk onderzoek en relevante innovatie-trajecten en is hiermee in staat om de Koninklijke Marine en de Kustwacht tijdig en blijvend te voorzien van “state-of-the-art” en “best-of-class” oplossingen vanuit de Maritieme IT. Onderdeel van het “Maritieme IT Centre of Excellence” (MIT CoE) is de benodigde kennis en expertise voor een Maritime Data Science Centre (MDSC) capability welke ondersteuning geeft aan de informatie gestuurde organisatie t.b.v. het maritiem optreden. Dit binnen de data governance van de Commando Zeestrijdkrachten(CZSK) om vervolgens de datastrategie te operationaliseren binnen de doorontwikkeling van de Maritieme IT en de besluitvorming te adviseren.

Samen met het Maritiem Operations Centre van de Admiral BeNeLux (MOC ABNL) vormen het MIT CoE en de MDSC de pijlers onder de informatie gestuurde organisatie van de Koninklijke Marine en de Kustwacht. Het MOC ABNL heeft als doelstelling aansturing, ondersteuning en ontzorging van de operationele eenheden en staven. Het MDSC fungeert als informatie hub en het MIT CoE waarborgt de duurzame kennisborging binnen de informatie gestuurde organisatie.

### 4. Domain Driven Design (DDD)

De toenemende noodzaak tot wendbaarheid in zowel de IT-oplossingen als IT-organisatie vraagt om een modulaire domeinarchitectuur bestaande uit zelfstandige, “loosely-coupled” capabilities. Het idee hierachter is dat zelfstandige (C2) capabilities elk hun eigen levenscyclus en tempo van doorontwikkeling kunnen hebben. Hierdoor is het mogelijk om deze C2 capabilities relatief los van elkaar door te ontwikkelen en uit te leveren. Dit is een belangrijke enabler om snel nieuwe functionaliteiten te kunnen introduceren met een minimale impact op de rest van de C2 oplossingen binnen de Maritieme IT.



*Domain Driven Design (DDD)*

Domain Driven Design (DDD) is een methode die helpt om te komen tot een modulaire domainarchitectuur door de focus te leggen op een verticale decompositie van een systeem. Diepe kennis van het betreffende domein gekoppeld met deze methode levert een architectuur op van “loosely-coupled” zelfstandige services waarbij de implementatie verscholen is achter goed gedefinieerde interfaces (“Design by Interface”).

## **5. Flexibele Systeem (Integratie) Architectuur**

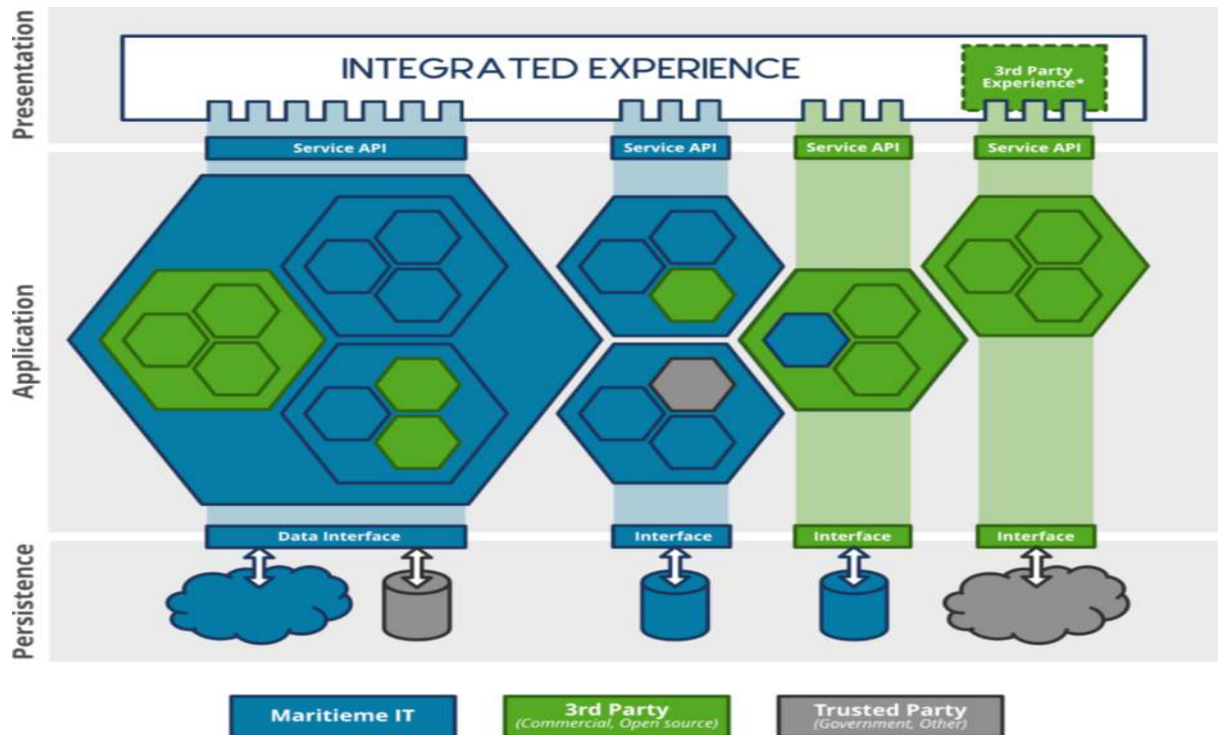
De oplossingen binnen de Maritieme IT waarvoor Defensie eindverantwoordelijk is, zijn veelal groot, (meervoudig) complex en samengesteld uit een diversiteit aan (gerubriceerde) bouwstenen en services. Lang niet alle onderdelen worden daarbij door Defensie zelf gerealiseerd, maar worden in plaats daarvan aangekocht of onder regie van Defensie door partners uit het partnerecosysteem ontwikkeld. Extra aandacht gaat hierbij uit naar het feit dat Defensie te allen tijde de kennis en vaardigheden bezit om alle activiteiten rond het onderhoud, operatie en doorontwikkeling van de betreffende systemen zelf te kunnen (gaan) uitvoeren. Deze strategie versterkt het totale innovatievermogen van Defensie, maar resulteert tevens in heterogene oplossingen met daarbinnen een verscheidenheid aan implementatiemethoden en technologieën. Om het ontwerp en de ontwikkeling van bouwstenen en services door afzonderlijke multidisciplinaire team te kunnen faciliteren, en om de integratie van deze componenten in het grotere geheel op een gecontroleerde wijze te laten verlopen, is er behoefte aan een flexibele systeemarchitectuur aangevuld met richtlijnen m.b.t. zowel technologiekeuzes als ontwikkelmethodieken.

## **6. Hexagonale Architectuur**

Het doel van architectuur in de meest brede zin van de definitie is het aanbrengen van structuur en organisatie aan een evoluerend, altijd veranderend, systeem waardoor het mogelijk wordt om tot een hogere mate van onderhoudbaarheid, flexibiliteit en wendbaarheid te komen. Om dit doel te realiseren moet de resulterende architectuur invulling geven aan de volgende aspecten:

1. Schaalbaarheid (scalability), de mogelijkheid om onder veranderende workloads, door inzet van beschikbare middelen, effectief een afgesproken servicelevel te handhaven.
2. Modulariteit (modularity), invulling geven aan het idee dat alle componenten goed gedefinieerde interfaces hebben, geversioneerd en repliceerbaar zijn. Modulariteit gaat over het aanbieden van de juiste interfaces (onder versiebeheer), het verbergen van de details van de interne werking en het minimaliseren van (sterke) externe afhankelijkheden.
3. Samenstelbaarheid (composability), gaat over het creëren van een recursieve en uniforme architectuur waarbij nieuwe componenten en capabilities op een naadloze manier bijdragen aan het totale systeem.
4. Bestuurbaarheid (governance), gaat over het bouwen van beheerde, bewaakte, veerkrachtige (resilient) systemen en ervoor zorgen dat organisatiebeleid (policies) aantoonbaar wordt gehandhaafd.
5. Hexagonale architectuur geeft invulling aan de bovengenoemde aspecten middels de implementatie van een groot aantal “best practices”, “lessons-learned” en bewezen architectuurpatronen. Hexagonale architectuur maakt het mogelijk om de aansturing van een applicatie of toepassing verregaand los te koppelen

van zijn uiteindelijke externe afhankelijkheden en het type gebruiker (b.v. menselijke gebruiker, andere applicaties of systemen, of geautomatiseerde test- of batchscripts). Hierdoor kan een component in isolement ontwikkeld en getest worden, los van zijn uiteindelijke targetplatform of systeemomgeving. Door toepassing van principes zoals o.a. abstractie, encapsulatie, interfaces (geversioneerde API's), ports en adapters, en inversion of control kunnen applicaties ontwikkeld worden in verschillende technologieën en programmeertalen (polyglot) zonder dat dit van invloed is op hoe deze getest of gebruikt worden in de rest van het systeem.



*Hexagonale Architectuur*

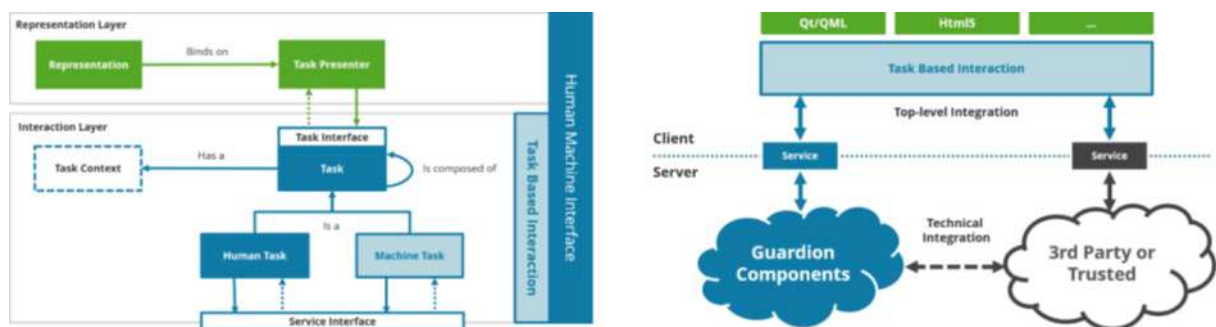
Het principe van hexagonale architectuur sluit goed aan bij het principe van Domain Driven Design waarbij het ontwerp van de domeinarchitectuur, welke volgt uit DDD, één op één kan worden gerealiseerd.

## 7. Geïntegreerde Ervaring

Een C2 oplossing is geen doel op zich, maar ondersteunt alle activiteiten die benodigd zijn voor het volbrengen van missies en/of het behalen van de gewenste effecten van haar gebruikers. C2 oplossingen in het maritieme domein zijn en zullen ook in de nabije (minimaal t.m. 2030) toekomst (o.a. vanwege geldende wettelijke en ethische kaders) bestaan uit zowel mens als machine. Met de toenemende mate van automatisering en autonomie in de verschillende subsystemen zal de behoefte voor nieuwe mens-machine teamingconcepten toenemen. Hierbij zal de mens de machine aansturen (command) op basis van intenties (doelstellingen) en middels het plegen van interventies bijsturen waar nodig (control). De verwachting is dat het aantal mensen in toekomstige C2 systemen zal afnemen waarbij tegelijkertijd de rol en verantwoordelijkheid van de mens zal toenemen. Om de mens in het systeem in

staat te stellen redelijkerwijs in controle te zijn, moet de ondersteunende technologie voorspelbaar, transparant en robuust functioneren. Het is daarbij van essentieel belang dat de mens zijn rol daar kan uitvoeren waar nodig. Om dit te kunnen invullen dient de interface tussen mens en machine te voldoen aan de volgende eisen:

- 1) Naadloos passend op taakstelling van de mens en benodigde bedrijfsvoering (maatwerk).
- 2) Interactie met machine overall waar nodig (ondersteuning volgt de mens).
- 3) Multimodale en technologie onafhankelijke representatie (GUI, xReality, voice etc.). De interface tussen mens en machine dient bovenal de mens af te schermen van (voor de mens onnodige) complexiteit ten gevolge van de onderliggende diversiteit aan subsystemen, services en technologieën. Dit wordt bereikt door te streven naar een geïntegreerde ervaring, waarbij de userinterface technisch functioneert als een (top-level) integratie laag met de mogelijkheid tot het integreren van alle benodigde services, systemen en informatiebronnen. Hierdoor ontstaat de benodigde “geïntegreerde ervaring” voor de mens zonder dat de onderliggende systemen een “harde” technische afhankelijkheid moeten hebben.



*Voorbeeld van een geïntegreerde ervaring*

## 8. Oplossingen samengesteld middels (functionele) compositie

Een oplossing binnen de Maritieme IT is een verzameling van subsystemen, toepassingen, infrastructuur en services die bij elkaar alle behoeften afdekken van de gebruikers van de betreffende oplossing. Bij het samenstellen van een oplossing wordt gebruik gemaakt van het feit dat alle componenten georganiseerd zijn rondom zelfstandige stukken functionaliteit. Inter-component afhankelijkheden zijn gebaseerd op het gebruik van goed gedefinieerde interfaces welke geïmplementeerd zijn middels (geversioneerde) API's binnen de toepassingen. Het feit dat de componenten zelfstandig verantwoordelijk zijn voor het leveren van hun functionaliteit (zie hexagonale architectuurprincipe) betekent dat er veel kennis bij de componenten zit m.b.t. benodigde afhankelijkheden en daarbij behorende benodigde configuratie.

Dit leidt tot de mogelijkheid om systemen (automatisch) samen te stellen op basis van functionaliteiten (ofwel C2 capabilities) zonder daar nog (veel) kennis op systeemniveau aan toe te voegen. Hierdoor wordt geen extra testrisico

geïntroduceerd op systeemniveau, wat de time-to-platform ofwel het samenstellen, certificeren en uitrollen van een leverantie<sup>1</sup> 12 zo klein als mogelijk maakt.

## **9. Open Source, Open Standaarden**

Open source software heeft langzaam maar zeker vaste grond gevonden binnen veel missie-kritische systemen van zowel kleine organisaties, als grote multinationals en overheden. Het vertrouwen in, en de ervaring met toepassen van, open source technologie is dusdanig toegenomen dat veel grootschalige IT-organisaties afhankelijk zijn geworden van open source technologieën zoals bijvoorbeeld (ter illustratie) Linux, Hadoop, Kubernetes en TensorFlow.

### ***Lagere “Total Cost of Ownership” (TCO)***

Open source oplossingen hebben over het algemeen lagere start kosten en het zwaartepunt van de totale uitgaven verschuift van operationele uitgaven (relatief hoge uitgaven voor upgrades, ondersteuning en een zogenaamde vendor lock-in overhead) naar kosten rond aanpassing van de software en implementatie (kapitaaluitgaven).

Uitgaven rond opleidingen, onderhoud en ondersteuning (de zogenaamde verzonken kosten) verschillen weinig aangezien ze gelden voor zowel open als closed source producten.

### ***Enabler voor innovatie***

Experimenteren met open source is vaak makkelijker dan met commerciële, gesloten producten. Hierdoor kan sneller een beter beeld worden opgebouwd met betrekking tot de toepasbaarheid van een specifieke oplossing. Mocht een betreffend product of technologie niet voldoen, dan kan er snel gewisseld en geëxperimenteerd worden met een alternatief.

### ***Geen vendor lock-in***

Commerciële producten worden ontwikkeld naar de ideeën en behoeften van de bedrijven die ze produceren. Dit zorgt ervoor dat ze niet altijd direct hoeven op te lijnen met de behoeften en ideeën van hun klanten. Verder kan, vaak eenzijdig, de ondersteuning voor- en doorontwikkeling van bepaalde producten worden stopgezet wanneer ze niet meer genoeg renderen wat kan zorgen voor problemen voor de afhankelijke gebruikers van de producten.

### ***Grote mate van aanpasbaarheid***

Open source technologie is in hoge mate aanpasbaar door directe toegang tot de code waardoor specifieke wijzigingen vaak snel en met weinig resources kunnen worden uitgevoerd. Dit maakt het mogelijk om relatief snel nieuwe features of verbeteringen t.b.v. bijvoorbeeld security te implementeren. Wel dient het aspect onderhoudbaarheid mee te worden genomen in de vergelijking. Bij de ontwikkeling van nieuwe oplossingen en toepassingen voor het maritieme domein wordt zoveel als mogelijk ingezet op het gebruik van open source technologie en de toepassing van open standaarden en open raamwerken. Licentie gebruik blijft een noodzakelijk aandachtsgebied.

---

<sup>1</sup> Met leverantie wordt bedoeld de daadwerkelijke implementatie op een schip gedurende een onderhoudsmoment.

## **10. Model Driven Development (MDD)**

Model Driven Development (MDD) is een software ontwikkelmethodologie waarin functionaliteit op een hoger abstractieniveau wordt gemodelleerd in plaats van uit te programmeren in een “general purpose” programmeertaal (zoals Java, C++ of C#). De resulterende modellen worden automatisch omgezet in werkende software middels een codegeneratieproces of middels runtime-interpretatie van de modellen. De focus bij het modelleren ligt hierbij op het domeinprobleem (de wat) en niet zozeer op de technologie (de hoe).

Het uitgangspunt bij MDD is dat de modellen veel kleiner zijn dan de gegenereerde code door abstractie van de technische architectuur en technologiekeuzes daarin. Hierdoor is MDD niet alleen productiever dan uitprogrammeren maar leidt MDD ook tot een hogere en meer consistente kwaliteit over alle functionaliteiten.

Door de uitdrukingskracht van de modellen af te stemmen op het betreffende domein zijn deze makkelijker te lezen en te begrijpen door domeinexperts. Dit verhoogt de betrokkenheid van de domeinexperts en maakt het tevens mogelijk om de modellen betekenisvol te valideren (doen ze wat benodigd is?). Omdat de modellen onafhankelijk zijn van de onderliggende technologie kan deze zonder aanpassing van de modellen gewijzigd worden. Dit betekent ook dat door deze onafhankelijkheid de onderliggende code autonoom en automatisch, zelfs adaptief, kan worden gecreëerd mits de modellen gevalideerd kunnen blijven. Dit maakt de weg vrij voor ‘Artificial Intelligence Driven Development (AIDD)’. MDD is hiervoor randvoorwaardelijk omdat op deze wijze de AI binnen de functionele en ethische kaders van het model (steeds meer) zelfstandig code kan ontwikkelen, verbeteren en inzetten. MDD dwingt architectuurprincipes af tijdens het code-generatieproces waardoor er geen noodzaak meer is tot het controleren op compliancy van deze principes en bijbehorende richtlijnen op handmatige code.

Door in te zetten op de (gezamenlijke) ontwikkeling, introductie en onderhoud van MDD en bijbehorende tools binnen de Maritieme IT en het bijbehorende partner-ecosysteem, wordt het gemakkelijker om componenten uit te wisselen en te integreren.

## **11. Verantwoording**

Bovenstaande is een bewerking uit het “High Level Ontwerp IT van Defensie, specifiek voor het maritieme domein”, uitgevoerd in een breed samenwerkingsverband in- & extern Defensie.

Diverse onderdelen van het Commando Zeestrijdkrachten en de Defensie Materieel Organisatie hebben samen met externe partners uit bestaande samenwerkingen dit document vormgegeven, blz. 33-38, 19 november 2019

Martin van Egmond, systeemmanager commando centrale voorzieningen, en Otto Duindam IT-projectmanager voor de Kustwacht zijn samen ruim 70 jaar werkzaam binnen de Operationele IT-systemen van Defensie.