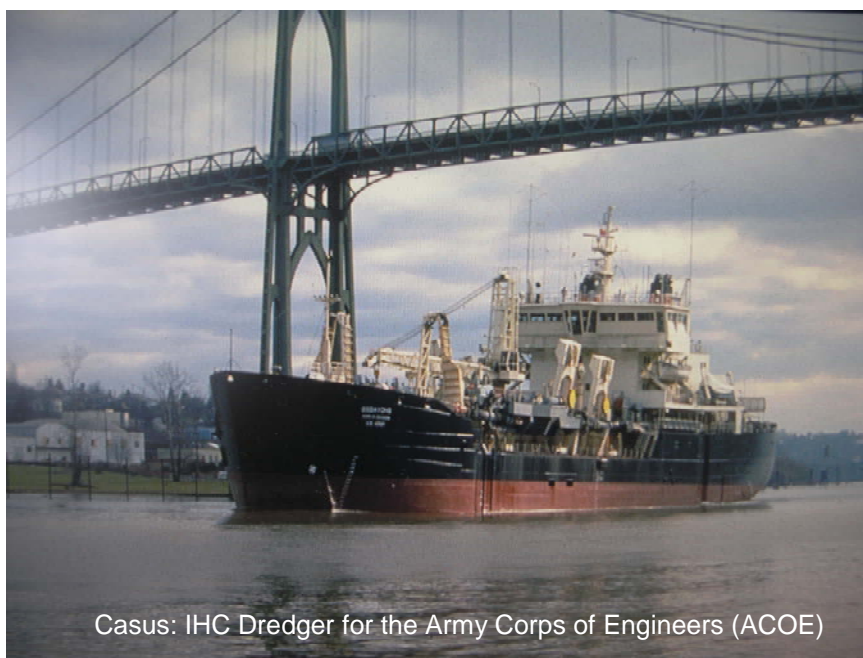


De oorsprong van Collin

Het nieuwe samenwerken in de scheepsbouw

Revival Delftse Systemkunde

**Hoe een complex en innovatief automatiseringsproject
First Time Right werd opgeleverd, IHC als pionier**



Casus: IHC Dredger for the Army Corps of Engineers (ACOE)

© 2014 Collin ISBN 978-90-73357-16-7

Documentnummer P.6.4. (v1 jan, v2 juni, v3 dec 2014)

Inhoudsopgave

1.	IHC als pionier in co-creatie en samenwerken.....	3
1.	IHC als pionier in co-creatie en samenwerken.....	3
1.1.	Ruimte voor innovatie in woelige tijden	3
1.2.	Kwaliteit van informatie en kennis in de machinefabrieken	3
1.3.	Kwaliteit van informatie en kennis in baggersystemen.....	4
2.	Casus: innovatie van baggerinstallaties.....	4
2.1.	Productontwikkeling lessenaars en stuurhut	4
2.2.	Marktinnovatie; kansen in de VS-markt voor baggerschepen	4
3.	Samenwerken in een co - creërend netwerk.....	4
3.1.	Visie op samenwerken: de actorbenadering	4
3.2.	Het baggerschip als object nader toegelicht (actor 4)	5
3.3.	IHC Organisatie als subject nader toegelicht (actor: 5)	7
3.4.	Onderwijs als actor (coach, actor 6)	7
4.	Effecten van co-creatie in netwerken	7
4.1.	Effect 1: Kwaliteit van informatie en kennis; 'first-time-right'	7
4.2.	Effect 2: Renoveren wordt laagdrempelig, klant komt terug.....	8
4.3.	Effect 3: World-Class Performance groeit op vier niveaus	9
5.	Collin roadmap.....	10
5.1.	Van onbewust bekwaam naar bewust bekwaam	10
5.2.	Werk meetbaar en bespreekbaar maken (Excom, 1990).....	10
5.3.	Talenten meetbaar en bespreekbaar maken (kompas, 2005).....	11
5.4.	Werk en talenten verbinden (landkaart, 2009)	12
5.5.	Systems Engineering inzichtelijk maken (tetramodel, 2012)	13
6.	SE wordt <i>Social Physical Systems Engineering</i>	14
6.1.	Van impliciet en onderbewust naar expliciet en bewust veranderen.....	14
6.2.	Impuls metacognitieve talentontwikkeling	15
6.3.	Impuls R&D; oprichten van een transdisciplinaire interfaculteit.....	15
	Bibliography IHC Casus.	15

1. IHC als pionier in co-creatie en samenwerken

1.1. Ruimte voor innovatie in woelige tijden

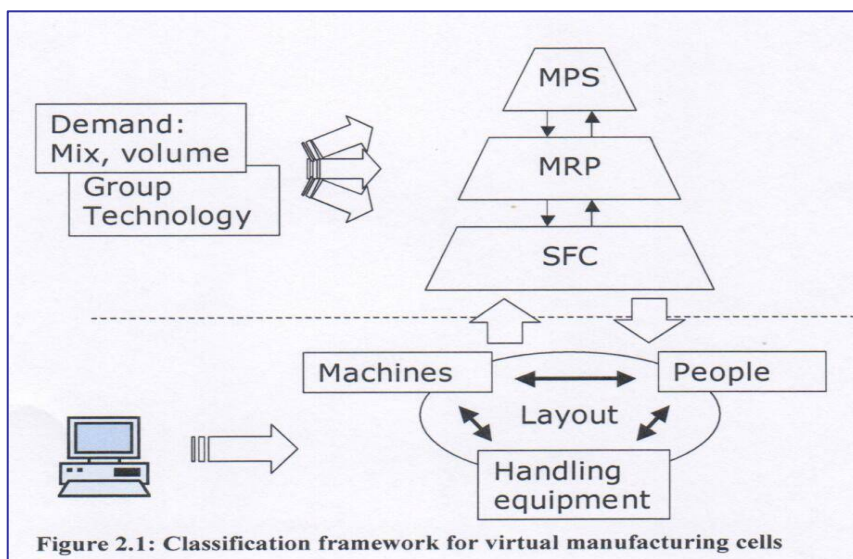
De jaren zeventig waren voor scheepsbouwer IHC een woelige tijd. Herbezinning was geboden. Om dit proces te ondersteunen, investeerde de directie in markt-, product- en organisatieontwikkeling. Een nieuwe generatie jonge directieleden (onder wie van Dooremalen) trad aan en schiep het klimaat voor een succesvolle transitie.

Los van alle besommingen was er reflectie op de verschillende onderdelen van de organisatie. Hierbij speelde de afdeling Interne organisatie een faciliterende rol (Stam). Deze afdeling stond niet onder de dagelijkse productiedruk en vervulde een cruciale functie: ze haalde afdelingshoofden uit hun routines en kopzorgen en maakte tijd vrij waarin ze in teams konden reflecteren op IHC als totaalsysteem in de markt. Met andere woorden: deze afdeling bevorderde derde-orderreflecteren.

1.2. Kwaliteit van informatie en kennis in de machinefabrieken

Aftredend directeur A. Schuil liet een memo achter met een transitieplan voor reorganisatie van de vier machinefabrieken binnen het concern. De TU Delft kreeg de kans om voor de omvorming hiervan tot één centrale fabriek de Delftse systeemkunde toe te passen (J. in 't Veld). Terugdringing van onnodige verscheidenheid in informatie- en materiaalstromen — verhoging van de kwaliteit van informatie — was een focuspunt.

De methode voor de rationalisering hiervan was de groepentechnologie, ontwikkeld door prof. Burbidge. De kern van groepentechnologie betreft het vermogen van mensen om objecten te klasseren, van kenmerken te voorzien en te standaardiseren. Door classificatie van onderdelen werd het mogelijk om schijnséries te vormen als basis voor groepsgewijze productie. Dit was een sociotechnische innovatie. IHC maakte hierbij gebruik van het door TNO ontwikkelde Miclass-systeem. Kennis werd hergebruikt en informatie gestroomlijnd rond flexibele productiecellen (zie figuur).



Figuur 1. Groepentechnologie in de IHC machinefabrieken

1.3. Kwaliteit van informatie en kennis in baggersystemen

Op de werf zette de directie (J.A. Stam en A.F. Beversen) de toon voor verbetering van het baggerinstrumentarium, door bedienpanelen en bruginstrumenten te modulariseren en te standaardiseren. Verbetering van de mens-machine-interface en automatisering van routinetaken stonden centraal. Men wilde de *kwaliteit van kennis* van complexe systemen verbeteren door functioneel, modulair en ergonomisch ontwerpen te bevorderen. Ingenieurs van de TU Delft gingen aan de slag om integraal complexe systemen te ontwerpen. TNO Zintuigfysiologisch Instituut ondersteunde bij de handelingsanalyses, cognitieve processen en optimalisering van *display & control*-taken (ergonomie).

In dit ondernemend klimaat ontstond de basis voor de ontginning van nieuwe markten (VS) en de inzet van de eerste microprocessors ter verbetering van de mens-machinesystemen aan boord van de vaartuigen. IHC kon destijds de transitie naar een hoger prestatieniveau maken, doordat de betreffende ingenieurs de ruimte kregen om zich *on-the-job* te ontwikkelen. Pas sinds tien jaar is helder welke talenten de actoren (mensen, teams en de organisatie) hebben ontwikkeld en benut om de toenmalige complexiteit te hanteren en door welke leerprocessen deze groei mogelijk werd.

De volgende casus maakt het intuïtieve leerproces inzichtelijk met als doel te komen tot een meer bewuste en expliciete, door instrumenten ondersteunde aanpak.

2. Casus: innovatie van baggerinstallaties

2.1. Productontwikkeling lessenaars en stuurhut

De seniordirectie startte in februari 1977 een project onder de naam *productontwikkeling lessenaars en stuurhut*. Dit project draaide om innovatie van de bedieningen aan boord van baggervaartuigen, zowel bij de sleepzuigers als bij de snijkopzuigers. Op basis van het plan zag men in dat dit project alleen kans van slagen had in een nieuw op te richten organisatie-eenheid, Controls. Hierin werd de deskundigheid op het gebied van ontwerp, logistiek, ontwikkeling en prototypebouw gebundeld.

2.2. Marktinnovatie; kansen in de VS-markt voor baggerschepen

Dit innovatieproject was deels een antwoord op nieuwe marktkansen in de VS. Daar werkte het leger — het US Army Corps of Engineers, US ACOE — aan plannen voor renovatie en vernieuwing van de vloot. Nederland had veel kennis van baggeren en regeling van baggerprocessen, en gooide hoge ogen in de tender van circa 10 miljoen gulden. Marktinnovatie gaf zo ook een impuls aan technologische innovatie op het gebied van de ergonomie en automatisering van processen en de bediening daarvan.

3. Samenwerken in een co - creërend netwerk

3.1. Visie op samenwerken: de actorbenadering

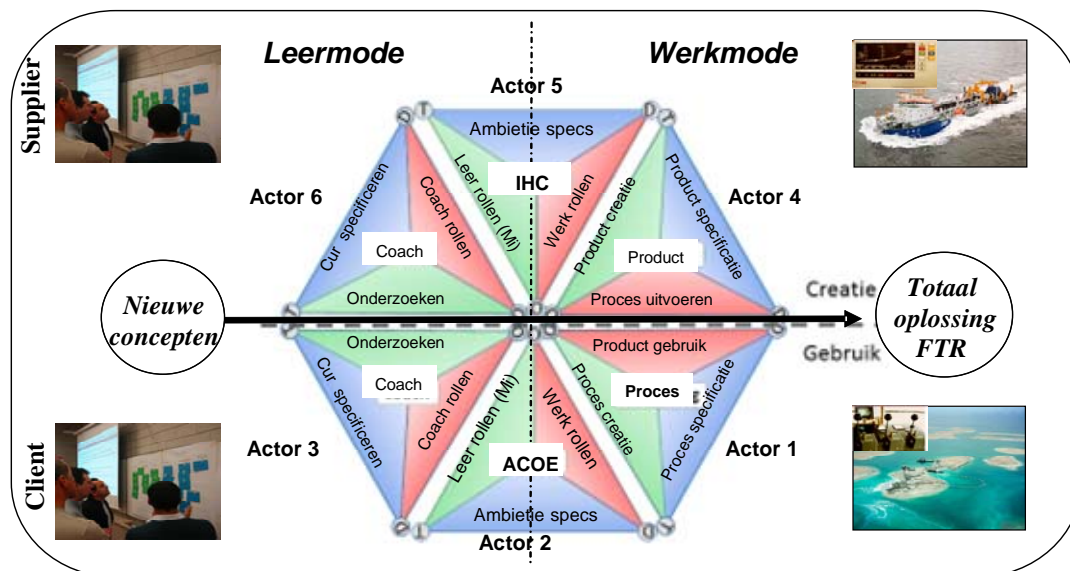
In een reconstructie en rationalisatie achteraf is vast te stellen dat er tijdens het project gaandeweg een multi-actornetwerk ontstond. De figuur 2 visualiseert dit netwerk in de vorm van een diamantmodel.

Het baggerwerktuig (actor 4, rechtsboven) werd ontwikkeld door IHC (actor 5 midden boven). Omdat het aan voldoende expertise ontbrak, trok IHC-Controls in de loop van het traject twintig jonge ingenieurs op het gebied van netwerkbouw, software en systeemkunde aan. Extra kennis c.q. coaching (actor 6, linksboven) bleek nodig om deze jonge mensen zich te helpen ontwikkelen. Dit betrof onder meer deskundigheid op het gebied van *documentatieontwikkeling* (inbreng SBC), *inhoudelijk projectmanagement* (inbreng BSO-E.Winzen) en *requirements engineering* (Inbreng Tom Gilb) en microprocessor expertise (Rakhorst, Manudax NL).

Het betrekken van de klant als co-innovator was de belangrijkste stap in dit proces van keteninnovatie. IHC betrok de klant (US ACOE, actor 2, midden onder) bij de vaststelling van de nieuwe specificaties en de vertaling hiervan naar de baggerprocessen (actor 2, rechtsonder). Aan de zijde van de klant werd de hulp van servicepersoneel van IHC ingeroepen om het onderhoudspersoneel van ACOE te coachen (actor 3).

Hiermee werden alle actoren van het ketenmodel opgelijnd om het project 'first-time-right' te kunnen realiseren.

Samenwerken van 6 actoren in 1 netwerk



Figuur 2. Samenwerken in een co-creerend actornetwerk

3.2. Het baggerschip als object nader toegelicht (actor 4)

Het baggerschip als object (actor 4) komt tot stand in een creatietraject met inbreng van drie werelden:

- 1. de wereld van de klant (product specificaties);
- 2. de wereld van de ontwerper (productcreatie);
- 3. de wereld van de gebruiker (product in gebruik).

Deze drie werelden spreken ieder een eigen taal. Alleen een goede communicatie op basis van functionele specificaties kan resulteren in een succesvol project. Per creatiefase zal dit aan de hand van een voorbeeld worden toegelicht.

1. Specificatiefase: van *solid state* naar microprocessortechnologie (blauwe ribbe)

Om de geboden marktkans te benutten en het risico van oude technologie (*solid state*) te vermijden, schreef IHC het bestaande bestek van het leger om tot een bestek dat voor het

eerst in de baggerbouw voorstelde om microprocessortechnologie toe te passen. Zo kreeg IHC een prachtige gelegenheid om bestaande kennis uit het hoofd van de baggerbazen te halen, digitaal te ontsluiten en in de vorm van software te exploiteren.

Voor het projectmanagement was dit een enorme uitdaging, zowel vanwege de complexiteit als vanwege het organisatorische vraagstuk: IHC moest het project op tijd en conform specificaties, *'first-time-right'* opleveren.

2.Ontwerpfase: zelforganisatie van teams rond modulaire structuur (groene ribbe)

De klant ging ermee akkoord om microprocessortechnologie toe te passen. De mensen met de juiste expertise stonden in de startblokken. Maar hoe verder? De projectleider had geen gedetailleerd plan van aanpak. Achteraf gezien was dat maar goed ook. Nu moest hij een beroep doen op de creativiteit van de mensen. Maar hoe doe je dat? Hoe vorm je teams en motiveer je ze?

De oplossing lag in het hanteren van een functionele productstructuur. De structuur van het object, zoals samen met de klant gespecificeerd in het offertedocument, vormde de basis voor de werkverdeling. Voor elk van de zeven gespecificeerde modules vormden zich als van nature teams van vijf tot zeven man. Er was sprake van zelforganisatie op basis van inzicht, ervaring en kwaliteiten. De taken van de projectleider beperkten zich tot periodiek (wekelijks) en ad hoc reflecteren op de kwaliteit en kwantiteit van de projectvoortgang. Hij trof hiervoor de nodige faciliterende maatregelen. Geen plan dus, maar adequaat ondersteunen *on-the-job* op het gebied van organisatie- en technologievraagstukken. Daarmee was er sprake van faciliterend en natuurlijk leiderschap, zonder dat de betrokkenen zich dat destijds bewust waren.



Figuur 3. Zeven modules van de bedieningsautomatisering

3.Gebruiksfase: coaching *on-the-job* van service en inbedrijfstelling (rode ribbe)

Hiermee startte het derde traject van de creatiecyclus. In dit traject werden de installaties in bedrijf gesteld en vond kennisoverdracht plaats in de vorm van workshops etc. IHC benadrukte dat US ACOE-personeel vroegtijdig betrokken moest zijn om de kennisoverdracht duurzaam vorm te kunnen geven. Dit was te meer van belang omdat het hier ging om een volledig geautomatiseerd baggervaartuig met geheel nieuwe typen bedienings- en onderhoudstaken. *Integrated Logistics Support* (foutzoekhandboeken) vormde een belangrijk onderdeel van de levering — een voorwaarde om het totale systeem duurzaam in bedrijf te houden.

3.3. IHC Organisatie als subject nader toegelicht (actor: 5)

IHC Controls maakt als actor zelf ook een creatietraject door met inbreng van drie werelden.

- Allereerst de interne wereld van de ambitie van het subject (blauwe ribbe). Deze wereld wordt uitgedaagd door de eisen die de te verrichten taak stelt aan de benodigde talenten en kennis.
- De tweede wereld is de wereld van het leren (groene ribbe), waar men de ontbrekende talenten en kennis exploreert en ontwikkelt in lerende teams *on-the-job*, al dan niet met inzet van een coach.
- Ten slotte de derde wereld, de wereld van het toepassen van de kennis in het project (rode ribbe), de wereld van het exploiteren van de kennis *on-the-job*.

3.4. Onderwijs als actor (coach, actor 6)

Het was een van de taken van de projectleiding om tijdens het leren *on-the-job* vast te stellen of IHC Controls voldoende kennis in huis had. Zo niet, dan werden de eisen gespecificeerd om deze kennis alsnog te vergaren (blauwe ribbe). Op basis daarvan werden in samenwerking met coaches en een interne coach leermodules ontwikkeld (groene ribbe) en toegepast tijdens het werk (rode ribbe).

Extra kennis en deskundigheid is ontwikkeld op de gebieden van *documentatieontwikkeling* (Defensie), *inhoudelijk projectmanagement* (BSO-Winzen) en *requirements engineering* (Tom Gilb). Micro-electronica kennis (Rakhorst Manudax). Aan de zijde van de klant is het leerproces tijdens het ontwikkeltraject helaas onvoldoende op gang gekomen. Dit had de inbedrijfstelling en services aan het personeel van de US AC)E aanzienlijk kunnen versnellen.

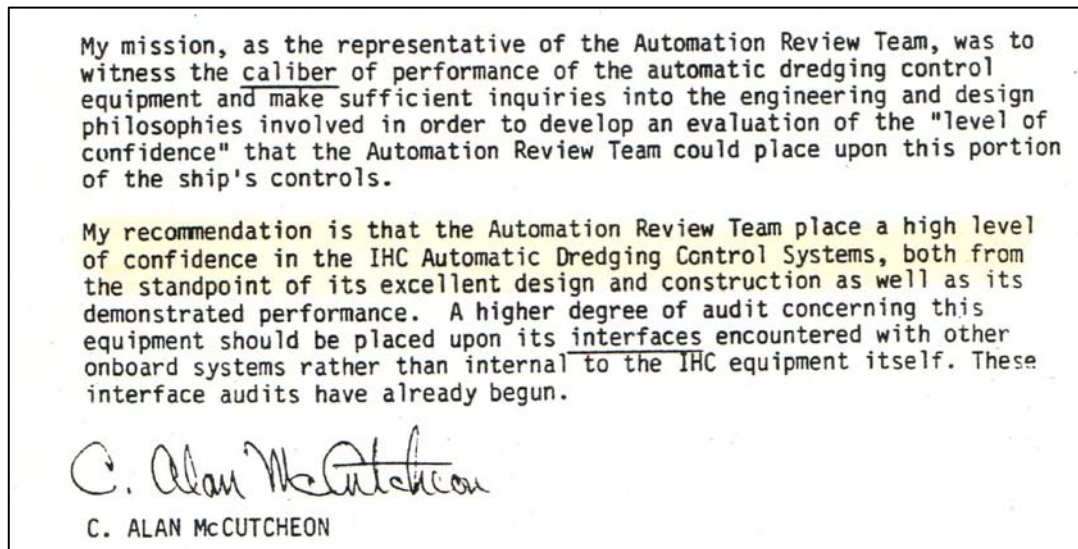
4. Effecten van co-creatie in netwerken

4.1. Effect 1: Kwaliteit van informatie en kennis; '*first-time-right*'

Het documentatieteam van de organisatie had tot taak om de informatie te verifiëren en de kennis te valideren volgens de *Fundamentals of Systems Engineering*. Het team signaleerde mogelijke fouten en inconsistenties in het ontwerpproces vroegtijdig — een voorwaarde om '*first-time-right*' te kunnen presteren. De leden verzamelden de kladjes, werkten die uit in schematechnieken, verbonden ze met de modules en koppelden het geheel terug met de ontwikkelaars.

Deze *on-the-job* documentatiemethode, afkomstig uit de ISO-wereld voor software ontwikkeling, staat bekend als DDS (*Document Development System*). Voordeel van deze aanpak was dat aan het eind van het project de handboeken klaar waren, geverifieerd door de ontwikkelaars zelf en tussentijds geaccordeerd door de klant. De klant groeide mee als co-creator en kwam niet voor verrassingen te staan.

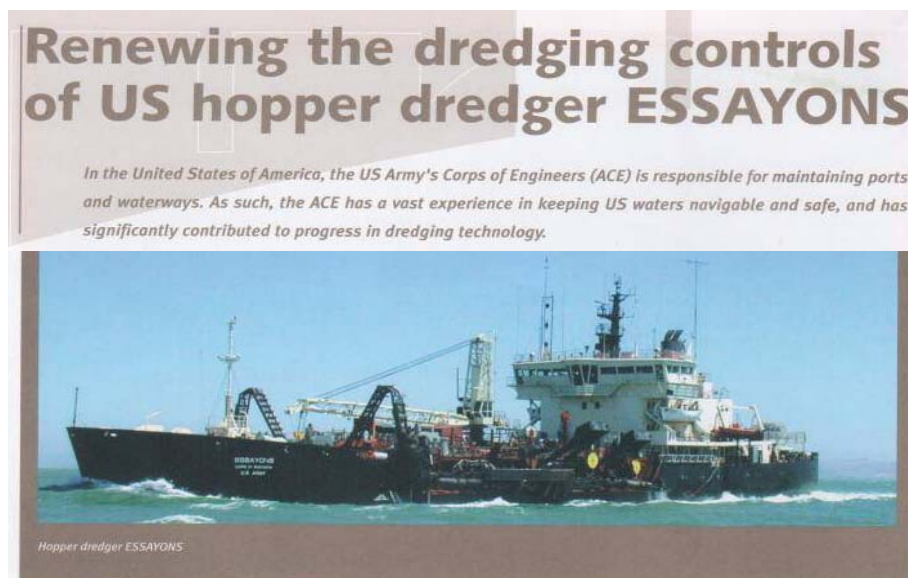
Het resultaat was dat IHC het innovatieve en complexe automatiseringssysteem op tijd en conform specificaties kon opleveren, '*first-time-right*'. Dit was mede mogelijk door de inbreng van externe deskundigheid en het vertrouwen en de steun van de verantwoordelijke directie. De directe droeg deze vernieuwde visie op ergonomie en automatisering actief uit in de vorm van seminars en symposia (zie literatuur en kader in de tekst).



Figuur 4. World-Class Performance, 'first-time-right'

4.2. Effect 2: Renoveren wordt laagdrempelig, klant komt terug

Wat waren op de langere duur de effecten van deze methodisch innovatie aanpak? Doordat functies modulair waren ontworpen lieten onderdelen zich gemakkelijk verwisselen ter reparatie, maar was het ook mogelijk tussentijdse deelinnovaties te realiseren. Dankzij de kwaliteit van de documentatie en van het functionele ontwerp was het zelfs mogelijk het gehele systeem te renoveren: de functionele structuur bleef stabiel, alleen de technologie werd vernieuwd. De conclusie was en is dan ook: kwaliteit van duurzaam ontwerpen loont.



Figuur 5. Vervolgopdracht van een tevreden klant (US-ACOE)

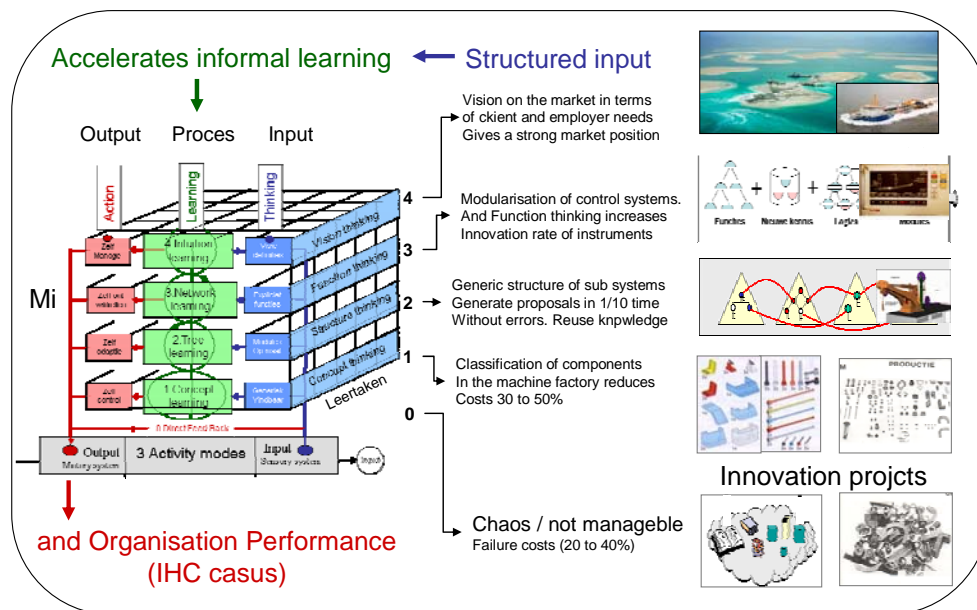
4.3. Effect 3: World-Class Performance groeit op vier niveaus

De cyclus in de figuur (van chaos naar World-Class Performance, WCP) visualiseert hoe IHC de WCP heeft verbeterd door te investeren in innovatieve projecten op het gebied van de kwaliteit van informatie en kennis, en door het eigen semantisch vermogen als actor te benutten. Het semantisch vermogen ordent de waargenomen objecten en versnelt daarmee het kenniscreatieproces en het handelingsproces in het bedrijf. De organisatie kan sneller reageren op verstoringen of kansen. De diepte-as van de kubus geeft de leerstadia weer, de stadia waarin actoren zich de gecreëerde kennis eigen maken als functie van de tijd. Inzicht in deze stadia maakt het mogelijk de leerprocessen te versnellen, met name door het zelflerend vermogen van actoren op de werkplek te benutten.

Prestatieniveau 1: reductie van onnodige verscheidenheid (< kosten)

Op prestatieniveau 1 staat het classificatiedenken, zoals ontwikkeld in de machinefabriek. Door objecten te klasseren en van zoekkenmerken te voorzien (groepentechnologie) kan de organisatie sneller al eerder bewerkte onderdelen met de bijbehorende werkbladen en routeschema's voor de fabriek in het geheugen terugvinden. Dit leidt tot aanzienlijke kostenbesparing en maakt het mogelijk onderdelen in families te organiseren als basis voor groepsgewijze productie.

Groei van IHC talenten van niveau 1 naar 4



193

Figuur 6. Talentontwikkelmodel van IHC als actor, bespreekbaar maken

Prestatieniveau 2: verbinden van informatie over levenscyclus (< faalkosten)

Op prestatieniveau 2 staat het documentatietraject zoals Controls dat opzette voor USACE. Door systemen te koppelen door de levenscyclus heen, realiseert de organisatie een informatiestroom die de verschillende stadia van het project met elkaar verbindt. Dankzij de resulterende systeemgerichte handleidingen hebben de gebruikers inzicht in de werking en laten storingsfouten zich snel lokaliseren — een essentiële functie voor instandhouding in de gebruikersfase. Door de verbindingen krijgt informatie betekenis en zijn prestaties op een hoger niveau mogelijk. Tegenwoordig zijn er semantische instrumenten, die het makkelijker maken informatie te verbinden; de functie blijft echter dezelfde.

Prestatieniveau 3: functie denken, rekenen met kennis (> kennisproductiviteit)

Tijdens het leren *on-the-job* (groen, IHC als actor) leerden de actoren onder regie van de projectleider cyclisch en methodisch te reflecteren op de voortgang. Ze deelden, socialiseerden, externaliseerden en documenteerden de resultaten van de sessies en pasten ze vervolgens direct toe (Nonaka). De projectleider en een speciaal geformeerd documentatieteam zorgden voor integratie van informatie en verspreiding van de kennis over de modulegrenzen heen. Het innovatievermogen van de teams werd ontwikkeld en daarmee dat van de organisatie. Op prestatieniveau 3 leert de organisatie te denken in functies als basis voor modularisatie, flexibele bestekken en offertes die zich in een tiende van de tijd en zonder fouten laten genereren. Dit kan doordat de ontwerp-kennis uit de hoofden is gehaald, gemodulariseerd en ontsloten in de vorm van configuratoren. Configuratoren zijn kennisapplicaties die de gebruiker zelf met behulp van CAD-systemen ontwikkelt. Een goed voorbeeld van zo'n configurator is ontwikkeld onder regie van Luuc Claassen. Driedimensionale sleepkoppen waren overal ter wereld te genereren zonder de kennis prijs te geven. Het rekenen met kennis is een van de meestbelovende toepassingen op niveau 3. De kennisproductiviteit neemt drastisch toe.

Prestatieniveau 4: Holistisch leren denken (> overzicht, > marktkansen)

Op prestatieniveau 4 worden talenten benut die zijn gerelateerd aan visie en holistisch denken. Het denken op niveau 4 heeft in de jaren zeventig een transitie bewerkstelligd die het DNA van IHC naar een structureel hoger niveau heeft gebracht. In onze tijd van semantische instrumenten dient zich een nieuwe transitiekans aan, die bepalend wordt voor de concurrentiekracht van Nederland in de komende tien jaar. Vooral de rapporten van Deloitte op het gebied van talentontwikkeling (2014) zijn visionair. Zij benadrukken het belang van focus op talentontwikkeling om mensen te blijven interesseren in de organisatie door ze ruimte te bieden voor talentgroei.

5. Collin roadmap

5.1. Van onbewust bekwaam naar bewust bekwaam

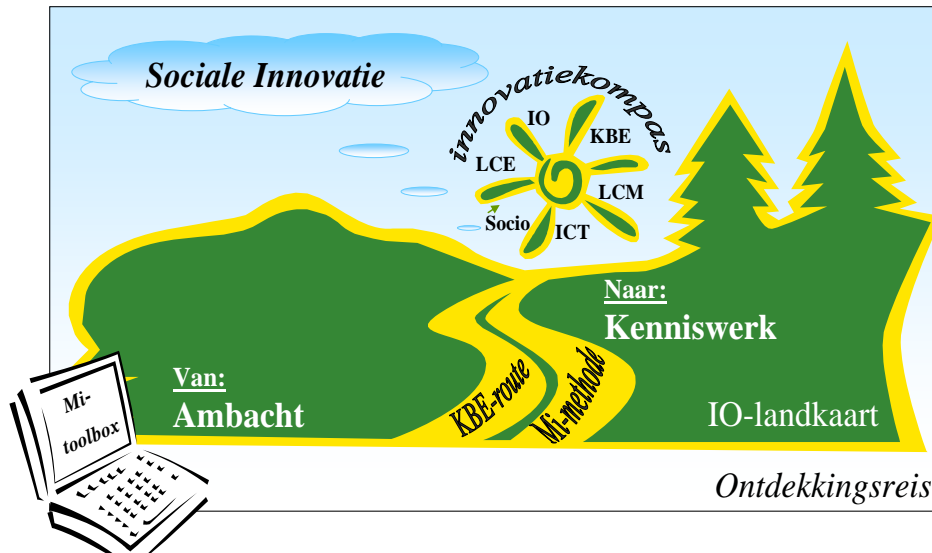
De reconstructie van de IHC-casus heeft uiteindelijk de basis gelegd voor de ontwikkeling van Collin, als de sleutel tot creatieve en innovatieve samenwerking. Collin is een manier van denken, geïntegreerd met een set praktische instrumenten, waarmee werk en talenten meetbaar en bespreekbaar worden en zich optimaal laten verbinden. Collin spreekt direct de motivatie van medewerkers aan en brengt hun verschillende vermogens tot bloei; op een hogere schaal geldt hetzelfde voor de organisatie als geheel.

5.2. Werk meetbaar en bespreekbaar maken (Excom, 1990)

Werk ontwikkelen on the Job

Voor integraal analyseren en (her)ontwerpen is een scala aan technieken, methoden en instrumenten nodig. Excom is er daar één van. Dit instrument is vanuit de integrale benadering in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken ontwikkeld. Excom heeft als onderwerp kwaliteit van arbeid, gezien vanuit het perspectief van systeemfunctioneren. Het is een manier om de kwaliteit van de arbeid in kaart te brengen op een manier die aansluit bij moderne ideeën over inrichting en bestuur van arbeidsorganisaties. Elke standaardrol vraagt om uitvoering van deeltaken, procesregeltaken en normregeltaken. Hiermee is de totale hoeveelheid werk rond een bepaald te creëren product eenduidig gedefinieerd.

Prof. In 't Veld heeft dit model praktisch toepasbaar ontsloten in de vorm van een landkaart waarin alle taaksoorten eenduidig zijn benoemd. Met deze landkaart kan de herverdeling van taken tussen mensen worden besproken. Het gaat hierbij zowel om uitbreiding van de uitvoerende taken (horizontaal) zodat er een meer klantgerichte werkinhoud ontstaat, als om de herverdeling van de regeltaken (verticaal) waardoor meer beslisbevoegdheid (autonomie) ontstaat.



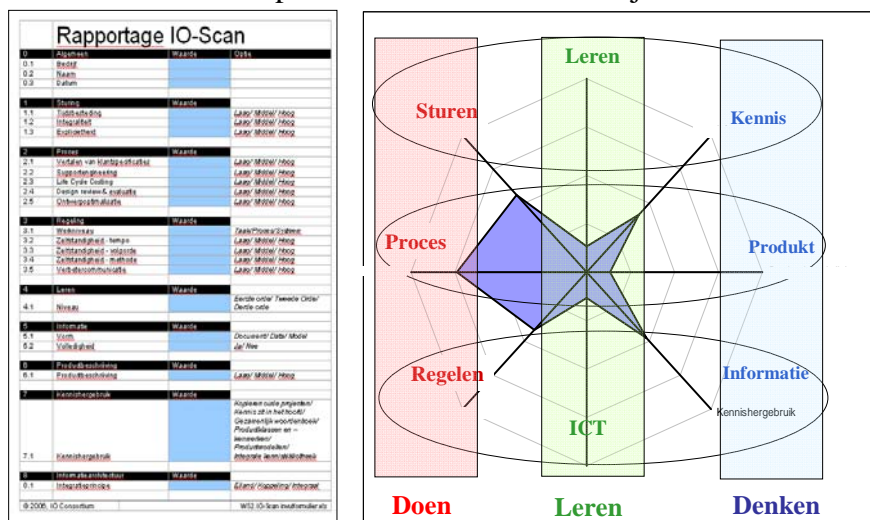
Figuur 7. Excomtool maakt werk bespreekbaar

5.3. Talenten meetbaar en bespreekbaar maken (kompas, 2005)

Talenten ontwikkelen on the Job

Voor de praktische vormgeving van talentgroei is een kompas ontwikkeld, gebaseerd op de werking van het brein, dat de natuurlijke talenten integraal in logische samenhang afbeeldt. Bepalend voor een prestatie is de kwaliteit waarmee het brein zijn functies uitvoert. Zo groeit de leersnelheid als de informatie zich in het langetermijngeheugen sneller laat terugvinden doordat ze is geklasseerd en is voorzien van zoekenmerken.

Kompas maak talenten inzichtelijk



Figuur 8. Kompas maakt talentgroei meetbaar en bespreekbaar

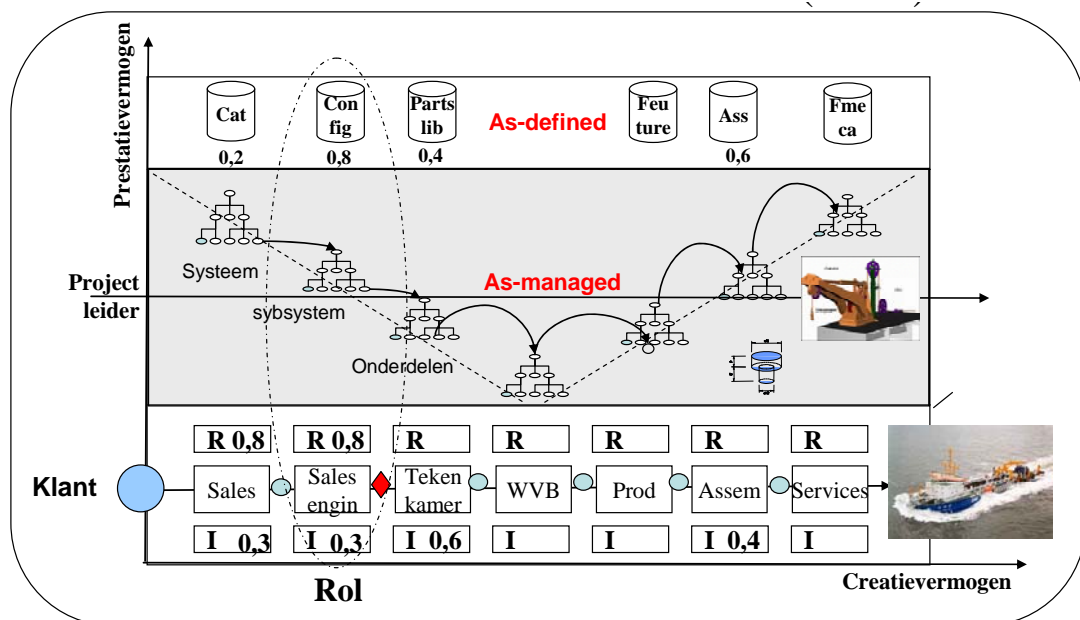
Het ontwerpproces in het werkgeheugen verloopt sneller als in functies wordt gedacht, waardoor bestaande oplossingen sneller kunnen worden vervangen door nieuwe oplossingen. Deze natuurlijke *efficiency*-principes zijn meetbaar gemaakt op de assen (meetlatten) van het kompas. Mensen kunnen zelf hun eigen talentniveau in kaart brengen voor een bepaalde werklol en kunnen zelf kiezen voor een verbeterrichting, afhankelijk van ambitie en situatie. Dit instrument maakt het mogelijk dat mensen hun talenten leren ontwikkelen.

5.4. Werk en talenten verbinden (landkaart, 2009)

Intrinsieke motivatie tot leren ontwikkelen

Nu talenten zijn ontsloten via het kompas en het werk inzichtelijk is gemaakt via de landkaart, is talentgroei een zaak van zelfsturing. De werknemer is voor groei niet meer afhankelijk van derden (werkgever of onderwijs) maar kan zelf zijn groeipad uitzetten. Hij kan zichzelf ontwikkelen van rol naar rol. Zijn inzetbaarheid neemt drastisch toe. De metingen uit het kompas hebben betrekking op de huidige rol van de werknemer en laten zich visualiseren in de landkaart (figuur 9). Als die van alle rollen wordt ontdaan ontstaat een beeld van de kwaliteit van de organisatie en kan men gericht werken aan verbeteringen. Door de objectiverende werking van het kompas voelen mensen zich niet aangevallen en komt de dialoog op gang. Ze zijn bereid mee te werken aan verbeteringen.

Vooral de rollen die kritisch zijn en de talenten die laag scoren worden als eerste opgepakt (laaghangend fruit). De groeistrategie wordt in gezamenlijkheid bepaald, *bottom-up* op de werkvloer vanuit de dagelijkse knelpunten en *top-down* vanuit de langetermijndoelen van het management. De organisatie kan ontwerprollen en maakrollen beter op elkaar afstemmen door ze in de juiste verhouding in teams samen te brengen.



Figuur 9. Landkaart verbindt talenten met werktaken

5.5. Systems Engineering inzichtelijk maken (tetramodel, 2012)

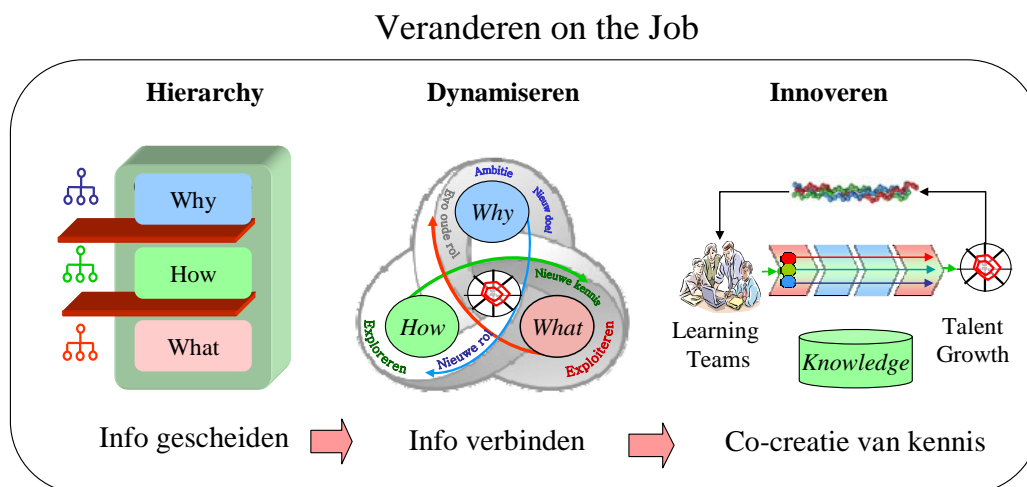
Natuurlijk creatievermogen bevorderen

De veranderdruk en de complexiteit van het werk noodzaaken het management van IHC om het beheer los te laten en ruimte te bieden aan zelforganisatie op de werkvloer. De mens en de klant stonden centraal. Bij deze actorgerichte benadering ontstaat er ruimte voor benutting van het natuurlijk creatievermogen, dat wil zeggen het vermogen om richting (wat wil ik, 'waarom'), de benodigde kennis (wat weet ik, 'hoe') en toegevoegde waarde (wat kan ik, 'wat') te creëren. In dit creatieve gedrag, deze drieslag van natuurlijk verbonden activiteiten — ambities richten, kennis ontwikkelen en kennis toepassen in het werk — ziet Collin de kern van de mens. Richten, leren en werken zijn fasen of bewustzijnsmodi die elkaar cyclisch afwisselen en zo met elkaar de kenniscreatiepiraal van Euler vormen. De dynamiek die hierin besloten ligt, vormt de basis voor exponentiële groei. Dit model staat in de biologie bekend als de möbiusknoop (in het Engels spreekt men van de *trefoil*) en heet ook wel het actormodel.

Van statische naar dynamische organisatie

In de functionele organisatie zijn de hoofdfuncties gescheiden georganiseerd. Beleidsrollen, innovatierollen en uitvoerende rollen zijn verdeeld over verschillende mensen. Het management bepaalt de doelen ('wat'-kennis); de ontwikkelaars innoveren producten ('hoe'-kennis); en de werkers maken producten ('wat'-kennis). De natuurlijke creatiecyclus is hiermee doorgesneden. Informatie stroomt niet door tussen de rollen; de kennis is impliciet en wordt nauwelijks gedeeld. Op de aldus ontstane eilanden zijn regeltaken toegewezen aan bazen. De hiërarchie die hierdoor is ontstaan, maakt de organisatie star en de mensen gedemotiveerd. Het natuurlijk ondernemervermogen wordt geblokkeerd en daarmee ook de motivatie om te leren. Veranderen komt niet op gang.

De leiding van de nieuw opgerichte IHC-afdeling Controls was dankzij de complexiteit van de opgave genoodzaakt een beroep te doen op de talenten van jonge mensen, om samen met de klant het automatiseringsproject succesvol te kunnen afronden. Dit gebeurde geheel intuïtief op basis van de hiervoor beschreven principes van zelforganisatie. Het besluit van het toenmalige management om de nieuwe afdeling als groep te organiseren binnen de functionele organisatievorm heeft dit mogelijk gemaakt.

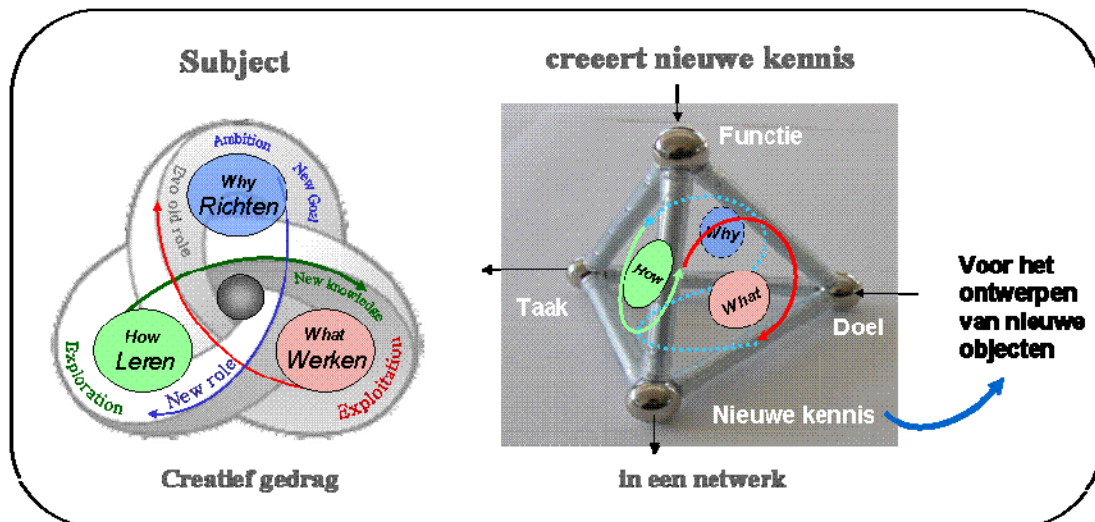


Figuur 10. De creatiecyclus herstellen in een vernieuwend organisatieparadigma

3D Systems Engineering maakt engineeringprocessen in- en overzichtelijk.

Met name de overgang van de werk- naar de leeractiviteit vraagt om benutting van ons creatievermogen: we moeten buiten onszelf treden en in teams reflecteren op knelpunten en kansen. Er wordt een beroep gedaan op creatief gedrag; het vermogen uit je zelf te stappen en een halve dag per werk te leren reflecten over het werk. De nu-straks-klem doorbreken.

Tetra; een universele bouwsteen



Figuur 11. Kennisnetwerken bouwen door benutten van het creatievermogen

Als dit gedrag methodisch wordt uitgevoerd ontstaan creatieve oplossingen. In een iteratief proces wordt op basis van doelkennis, de functies en taken gespecificeerd. Dit is de input voor het productcreatieproces. Dit verloopt volgens het zogenaamde V-model, waarin oplossingen worden geconceptualiseerd en ge materialiseerd. Door dit proces te visualiseren in een driedimensionale geometrie (viervlak of de tetraëder, kortweg 'tetra') wordt het ontwerpproces zichtbaar gemaakt. De functie verbindt de drie hoekpunten over de tetra over de productlevenscyclus en is de essentiële integrator. Het bewaken hiervan door een onafhankelijke gezaghebbende entiteit bevordert de integratie van klant, ontwerper en gebruiker en voorkomt onnodige afstemmingsverliezen (bewust en onbewust). De informatiestromen tussen de 3 activiteiten 'specificeren' (Why), 'ontwerpen' (How) en toepassen van kennis (What) kunnen met semantische tools worden verbonden. De functie is de onzichtbare integrator. Het leren denken in functies is een metacognitieve creatievaardigheid.

6. SE wordt Social Physical Systems Engineering

6.1. Van impliciet en onderbewust naar expliciet en bewust veranderen

Door een beperkt collectief geheugen en een gebrek aan semantische instrumenten raakt in veel organisaties de bronkennis uiteindelijk verwaterd, waardoor ze niet expliciet wordt overgedragen aan volgende generaties. Er is geen expliciete organisatorische verankering. De term organisatorische duurzaamheid staat voor de mate waarin een organisatie haar oorspronkelijke kennis en ervaring bewaart en beschikbaar heeft voor nieuwe generaties van medewerkers. Het nieuwe semantische tijdperk biedt nieuwe transitiekansen, nu niet

informeel maar expliciet gericht op betere benutting van talenten van mensen om de kwaliteit van informatie en kennis te verbeteren. We spreken van een **social-physical** benadering van Systems Engineering. Social duidt op het beter benutten van de talenten en kennis van de mensen, teams en organisaties. Kennis wordt geëxpliciteerd en gedeeld. De impliciet en onbewust ontwikkelde innovatieaanpak hoeft niet meer opnieuw te worden uitgevonden, maar is de afgelopen tientallen jaren geëxpliciteerd en uitgebouwd, samen met de TU Delft, TNO en Industriële pioniers zoals IHC, Croon/TBI en Imtech.

6.2. Impuls metacognitieve talentontwikkeling

Collin breidt het reflectiemodel van TU Delft uit van twee naar vier reflectieniveaus. Dit bevordert niet alleen de doelgerichte prestaties van medewerkers tijdens het uitvoerend werk, maar ook hun vermogen zichzelf op de werkplek in lerende teams te innoveren met als doel een hoger prestatieniveau te bereiken. Methodische inzet van de bijbehorende instrumenten maakt collectieve kennis overdraagbaar aan jonge talenten en voorkomt dat deze kennis verdwijnt. Een actief HRD-beleid kan reeds ingezette innovatieprocessen versnellen en maakt sturing op talentgroei en collectieve ontsluiting van de nieuwe kennis mogelijk. Dit vormt de basis voor de continu lerende organisatie, ontwikkeling van semantische netwerken in de organisatie, duurzame inzetbaarheid en vermindering van stress door een hogere kwaliteit van informatie en kennis. De afstemming voorkomt onnodige faalkosten, projectleiders hoeven minder te stunten en de dialoog over werk en zelforganisatie komt op gang.

6.3. Impuls R&D; oprichten van een transdisciplinaire interfaculteit

Deze stap vraagt om een transformatiebeleid. Door studenten en docenten actief in het actornetwerkmodel te laten participeren, raakt het onderwijs bij de coachfunctie betrokken. Docenten leren de kennis die vrijkomt tijdens het innoveren op de werkplek met de studenten te delen en op te werken tot modulaire leerstof, praktijkgestuurd. Valorisatie in de keten komt op gang. Samen met de TUDelft wordt gewerkt aan een R&D plan in het kader van Horizon 2020. Een Interfaculteit **Social-Physical Systems Engineering** is in ontwikkeling met betrokkenheid van TUDelft, TNO, industrie en Launching costumers.

Bibliography IHC Casus.

Bibliography

Fortino, E. P., "New Approaches to the Design of Hopper Dredges," *MARINE TECHNOLOGY*, Vol. 17, No. 4, Oct. 1980, pp. 371-384.

Martin, J. P. and Mauriello, L. J., "Hopper Dredges and Certain Aspects of their Design," *SNAME*, New York Metropolitan Section, Sept. 1981.

Murden, W. R. and Mauriello, L. J., "Hopper Dredge Design Considerations" in *Proceedings*, Ninth World Dredging Conference (WODCON IX), Vancouver, B.C., Canada, Oct. 29-31, 1983.

Ouwerkerk, M. R. and Schenk, E. M., "Automated Dredging Systems on the Hopper Dredge *Essayons*," Western Dredging Association (WEDA V), Jacksonville, Fla., Oct. 19-21, 1983.

van Dooremalen, J.J.C.M., Lohman, T.A.M., and Cornelis, C. A., "Automation on Trailing Hopper Dredges" in *Proceedings*, Ninth World Dredging Conference (WODCON IX), Vancouver, B.C., Canada, Oct. 29-31, 1980, pp. 873-887.

Namens Collin

Theo Lohman; Collin initiatief / www.acadeMi-IO.nl / www.collinweb.nl

Hans Veeke; TUDelft, Delft Systems Approach (DSA)

Harm Rozie; Communication Concert

Januari 2014 v1, Juni 2014 v2, December 2014 v3