

Onderzoek naar de impact van Smart Shipping: wat is de volgende stap?

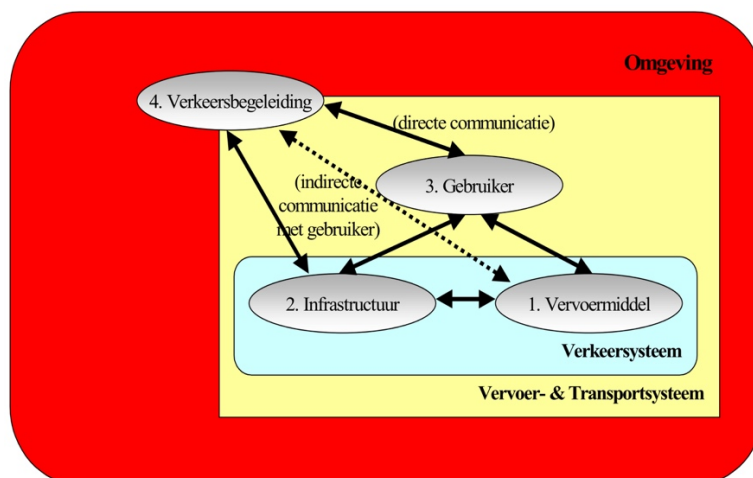
Inleiding

Dit document is de aanvulling op het door 15 studenten van de (30 ECTS) minor “Scheepssystemen en de menselijke factor” geschreven rapport “SMART Shipping: een onderzoeksrapport naar de consequenties voor de scheepvaartverkeersmanagement-organisatie wanneer menselijke functies worden vervangen door smart technologie”. De eindversie van het rapport is eind maart 2019 opgeleverd en is door de bij de minor betrokken docenten als voldoende beoordeeld. Ondanks deze positieve uitkomst voorziet het rapport niet in alle informatie die nodig is om te bepalen wat de volgende stap in het driejarig onderzoek zou kunnen of moeten zijn. Dit document heeft primair als doel hierin wel te voorzien en een road map te beschrijven waarin we de wenselijke ontwikkelstappen onderscheiden. Op basis van de road map zal vervolgens samen met RWS, de voor de minor verantwoordelijke docenten en de begeleidende lector, een keuze worden gemaakt met welke onderzoeksvraag de minor studenten¹ van jaargang 2019-2020 aan de slag gaan.

De context van het onderzoek

Smart shipping is een vergaande manier van geautomatiseerd varen op de zee en binnenwateren en het accommoderen ervan. De verwachting is dat smart shipping een bijdrage gaat leveren aan het concurrerend vermogen, de veiligheid en de duurzaamheid van de (binnenvaart) sector. Rijkswaterstaat wil laten onderzoeken wat deze ontwikkeling gaat betekenen voor het smart maken van de infrastructuur en scheepvaartverkeersmanagement.

Onderstaande figuur geeft schematisch de context weer waarbinnen de impact van smart shipping wordt onderzocht.



Figuur 1: schematische weergave van het vervoer- en transportsysteem

¹ Op basis van de inschrijfgegevens van begin april 2019, verwachten we een met vorig jaar vergelijkbaar aantal studenten.

De pijlen in de figuur representeren de communicatie en de interactie die plaatsvindt tussen:

1. Het *vervoermiddel* (in dit geval een schip)
2. De *infrastructuur* waarvan het vervoermiddel gebruik maakt (in dit geval de waterweg)
3. De *gebruiker* of verkeersdeelnemer die met zijn vervoermiddel gebruik maakt van de infrastructuur (schipper)
4. De *verkeersbegeleiding* die de gebruiker op directe of indirecte wijze ondersteunt bij zijn verplaatsing.

De processen in het *verkeerssysteem* en het *vervoer- en transportsysteem* worden door diverse externe factoren zoals weer, tijdstip (dag/nacht), derden (passagiers, mede gebruiker en stakeholders) beïnvloed. Deze factoren bevinden zich in de *omgeving*.

Binnenvaart: Vervoermiddel

Scheepvaart is een oude vervoerwijze, die zichzelf weliswaar steeds vernieuwt maar die ook veel ambachtelijke trekken kent. Het ambachtelijke uit zich bijvoorbeeld in het varen met een schip. Er zijn namelijk vrijwel geen twee schepen gelijk. De weerstand en het voortstuwingsvermogen zijn zo goed als uniek voor ieder schip. Het weerstandsvermogen wordt voor een belangrijk deel bepaald door de 'gladheid' van de romp. De voortstuwingsvermogen is afhankelijk van de combinatie motor-schroef-straalbuis, welke anders kan zijn voor schepen van soortgelijke vorm en type. Tel daarbij de weerstand op die wordt veroorzaakt door de golven, de viciuze weerstand van het water in de grenslaag langs de scheepsromp, de volgstroming (van andere schepen) en de druk van het water op drukpunten van het schip en het wordt al snel duidelijk dat juist door de invloed van water en wind ieder schip zijn eigen vaarkwaliteiten heeft.

Door stroming voert waterdruk uit op lichamen die zich in het water bevinden. In bochten kan dit betekenen dat in opvaart schippers van schepen met een relatief klein vermogen 'verkeerde wal' moeten kiezen om de stroming, die in de buitenbocht het sterkst is, te kunnen weerstaan (een en ander heeft ook te maken met brandstof efficiënt varen) Voor schepen op stroom kan het betekenen dat ze druk op het roer moeten houden (en dus door moeten varen) om niet door de stroom te worden 'meegesleurd', hetgeen tot gevaarlijke situaties kan leiden (bijvoorbeeld bij bruggen). Nu bevindt een schip zich gedeeltelijk boven en gedeeltelijk onder water. Het onderste deel van een schip ervaart de druk van het water, het bovenste deel van de wind. Stroming en wind kunnen de schipper noodzaken onder een drifhoek te gaan varen. Windgolven kunnen eveneens druk uitoefenen op de drukpunten van schepen. De waterdiepte, of beter gezegd de resterende diepte onder het schip (zeker van belang in bochten) oefent direct invloed uit op de snelheid waarmee een schip kan varen. Verder is er de waterbeweging, die resulteert uit de wisselwerking tussen een schip en een vaarweg (scheepsgeïnduceerde waterbeweging), die in hoge mate bepalend is voor het vaargedrag van een schip. Dat kan zijn de waterbeweging die het schip zelf veroorzaakt (oeverzuiging, inzinking, weerstand, stuwkracht), maar ook de waterbeweging veroorzaakt door de overige varende schepen (dwars- en langskrachten als gevolg van de aanzuigende werking, secundaire golven, haalgolf, e.d.). Interessant is dat de scheepsgeïnduceerde waterbeweging resulteert in een grenssnelheid, zijnde de snelheid die vrijwel niet door een schip kan worden overschreden. Deze fysieke grenssnelheid beperkt het manoeuvreervermogen van de schipper.

Binnenvaart: Infrastructuur

De infrastructuur voor scheepvaart bestaat (binnen de focus van dit onderzoek) uit de binnenwateren. Deze wateren hebben een aantal karakteristieken die direct van invloed zijn op de manoeuvreereigenschappen van een schip. Het gaat dan met name om de afmetingen van het dwarsprofiel en de hydro/meteo-omstandigheden (weer, stroming in het water en (wind)golven).

De waterwegen zijn bovendien meer dan alleen de infrastructuur voor vaartuigen. De waterwegen spelen immers een belangrijke rol in de waterhuishouding van Nederland. Zeker rond sluizen is dat direct te merken. Het schutprogramma van een sluis wordt niet alleen bepaald door het scheepvaartverkeer maar moet ook rekening houden met het gewenste spuiprogramma.

In de waterwegen zijn ruimten gereserveerd die als vaarweg worden gekenmerkt. Dit zijn die delen op het water waar schepen kunnen en mogen varen. Verkeerskundig bestaat het netwerk van vaarwegen uit diverse vaarwegvakken die met elkaar zijn verbonden door knooppunten (kruispunten, splitsingspunten, sluizen). Langs of op een vaarwegvak kunnen lig- of ankerplaatsen, wachtplaatsen, bunker- plaatsen en dergelijke liggen. Verder zijn er voor de schippers vluchthavens die uitmonden op een vaarwegvak.

Vaarwegen zijn er in verschillende klassen. De afmetingen van een vaarweg en de sluizen in deze vaarweg bepalen de maximale afmetingen van de schepen die zijn toegelaten op die vaarweg. Met de komst van grotere schepen is er ook de continue druk om grotere schepen toe te laten op de verschillende vaar- wegen, zelfs waar dat verkeerskundig gezien de nodige vraagtekens oproept. Voor- beelden hiervan zijn de zesbaksduwvaart op de route van Rotterdam naar het Duitse achterland en de vierbaksduwvaart op verschillende kanalen. Verkeerskundig is het steeds weer de vraag in hoeverre een groter scheepstype de vlotheid (bijvoorbeeld door 'opstropen' van schepen achter een duwstel) en/of de veiligheid (bijvoorbeeld door te krappe marges bij oplopen of ontmoeten) in gevaar brengt.

Binnenvaart: Gebruiker

De scheepvaart kent een reeks van opleidingen vanaf matroos tot en met varende ondernemer: Basisvaardigheden Veiligheid (veiligheid, bijboot, reddend zwemmen, EHBO), Communicatieve Vorming Binnenvaart 1 (Nederlands, Duits en exacte vorming), Laden en Lossen, Nautische Technieken (meren en ontmeren, zeeklaar maken, schoonschip maken, manoeuvreren, reglementen, ankeren, manoeuvreren), Reparatie en Onderhoud, Beheer Schip (leiding geven, scheepspapieren, voorraadbeheer en wetgeving veiligheid), Radar, Vervoer gevaarlijke stoffen – ADNR, Basiscertificaat Marifonie en Stuurman/Schipper. Voor een deel van deze opleidingen gelden herhalingscursussen. Naast de cursussen bestaat er een VMBO-opleiding Rijn- en binnenvaart.

Het manoeuvreergedrag van een schip is afhankelijk van het samenspel van het schip met de vaarweg en de overige schepen en uiteraard van de vaardigheden van de schipper zelf. Een schip is een traag reagerend systeem. Reactietijden van enkele seconden tot tientallen seconden zijn normaal. De mens kent reactietijden van tienden van seconden. Een schipper heeft dus de tijd om meerdere besturingsniveaus 'gelijktijdig' af te wikkelen, met alle kans op concentratieverlies of 'multitasking'. Omgekeerd vraagt juist de trage werking van een schip erom dat een schipper ruim vooraf zijn vaarplan moet trekken.

De verkeerskundige taken van een schipper bestaan zodoende uit:

- Manoeuvreren sec, rekening houdende met:

- Het manoeuvreergedrag van zijn eigen schip;
- Het dwarsprofiel van de vaarweg;
- De hydro/meteo-omstandigheden (weer, stroming, golven, eventueel ijsvorming) en,
- De scheepsgeïnduceerde waterbeweging;
- Uitzetten van het vaarplan, rekening houdende met:
 - Eventuele beperkingen in de vaarweg, bijvoorbeeld door werkzaamheden of stremmingen en,
 - De overige scheepvaart (hetgeen mogelijk een mix is van beroepsvaart, collectief personenvervoer en recreatievaart).

Op vervoersniveau vormt het schip een schakel in een transportlogistiek netwerk. Een schakel die betrouwbaar, flexibel en kostenefficiënt moet zijn om zijn plaats te behouden en zo mogelijk uit te bouwen in dit netwerk. De feitelijke invulling van de reisplanning (langere termijn) van een schipper wordt nadrukkelijk aangestuurd door de te bezoeken terminal(s), door de kunstwerken langs de vaarwegen (sluizen, beweegbare bruggen, en zo mogelijke stuwen) en door de benodigde overnachtingshavens en wachtplaatsen. De uiteindelijke 'requested time of arrival' (RTA) moet door de schipper kunnen worden gerealiseerd teneinde:

- De (deel)lading op tijd bij de terminal te lossen dan wel te laden;
- Mee te gaan met de schutting of brugopening;
- Op tijd voor anker te gaan en de vaartijden niet te overschrijden (dit geldt overigens niet voor continu doorvarende ondernemingen, die werken met aflossing van 'wacht').

In zijn reisplan zet de schipper de 'estimated time of arrival' (ETA) bij de verschillende objecten langs de gekozen route. Daarbij houdt de schipper rekening met de verwachte hydro/meteo-gegevens, de bedieningstijden, indicatieve schutting- plannings van sluismeesters en met de openingstijden van havens. Na communicatie met de terminaloperator – en nu al in sommige gevallen met sluismeesters en operators van beweegbare bruggen – gaat de ETA over in een RTA. De keten van RTA's vormt voor de schipper een belangrijke randvoorwaarde voor het vaarplan. Het kan namelijk gebeuren dat een tijdsverlies van vijf minuten op een druk kruispunt voor de schipper betekent dat hij te laat bij de sluis aankomt en dus niet wordt meegeschut. Daardoor kan het tijdsverlies voor hem soms in één keer oplopen tot zelfs driekwartier of meer.

Binnenvaart: Verkeersbegeleiding

Sommige vaarwegvakken of knooppunten kennen verkeerskundig gezien een grote complexiteit. Dat kan zijn doordat één of een combinatie van de volgende karakteristieken van toepassing is:

- Hoge verkeersintensiteit;
- Verkeer dat gevaarlijke goederen vervoert;
- Een relatief groot aantal ongevallen per tijdseenheid in het beschouwde gebied ten opzichte van andere gebieden;
- Beperkt en/of onoverzichtelijk vaarwater waar de veilige navigatie en de vlotheid van de scheepvaart in negatieve zin wordt beïnvloed;
- Ingewikkelde verkeerspatronen;

- Bezwarende hydro-meteorologische omstandigheden (bijvoorbeeld een locatie waar het vaak mist);
- Bijzondere milieuumstandigheden;
- Beïnvloeding van/door het scheepvaartverkeer door/van andere op de rivier gerichte activiteiten;
- Veranderingen in verkeerspatronen door nieuwe, op de rivier gerichte activiteiten.

Langs een dergelijk vaarwegvak kan de bevoegde autoriteit besluiten verkeers- begeleiding (in het Engels: 'Vessel Traffic Service' (VTS)) in te stellen. Een aanvullende reden kan zijn dat in aanliggende wateren verkeersbegeleiding bestaat of is gepland en de behoefte bestaat tot samenwerking met de buurstaat of -staten over dezelfde vaarweg. Deze studie richt zich op de zogenaamde 'Inland VTS' zoals in Nederland is gerealiseerd bij onder andere het rivierenknooppunt bij de Drechtsteden, de Waalbochten bij Nijmegen, op het Amsterdam-Rijnkanaal en op en rond de Westerschelde.

De precieze doelstelling van een verkeersbegeleidend systeem is: *“het bevorderen van de veiligheid en de vlotheid van het scheepvaartverkeer en het beschermen van de aanwezige infrastructuur, het aquatische milieu en/of de aanliggende oevergebieden, de omwonenden en bedrijven tegen nadelige gevolgen van scheepvaartverkeer”*.

De essentie van verkeersbegeleiding is dat niet langer wordt gereageerd op een incident (curatief), c.q. ongeluk, maar dat een dergelijk incident, c.q. ongeluk wordt voorkomen (preventief). De VTS-posten zouden de volgende typen van ongevallen moeten kunnen voorkomen. Het gaat om ongevallen als gevolg van:

- Gebrekkige communicatie tussen schepen onderling bij manoeuvreren (verkeersdeelnemers zijn niet op de hoogte van elkaars voornemens);
- Verkeerde interpretatie van radarbeelden aan boord van een schip of doordat geen (werkende) radar aan boord van een schip aanwezig is;
- Afwijkingen van de 'normale' vaarbaan door onoplettendheid van de schipper; clustervorming van schepen met een verhoogd risico, bijvoorbeeld bij ontmoetingen in bochten.

Hoe plaatsen we human factors in dit onderzoek?

Bij onderzoek naar hoe mensen functioneren in technische omgevingen (human factor onderzoek) is het van belang ook de organisatie en het systeem waarin mensen werken te betrekken. Het *vervoer- en transportsysteem* zoals hierboven beschreven is een socio-technische systeem. Het is namelijk een verzameling van samenhangende sociale- en technische elementen dat functioneert als een eenheid voor een specifiek doel (vlotte en veilige doorstroom van het vaarverkeer). De kleinste eenheid van socio-technisch onderzoek is de mens-machine interactie. Door uit te zoomen kan de navigatiebrug, de machinekamer maar ook het schip als geheel als socio-technische eenheid van onderzoek dienen. Nog verder uitgezoomd maakt het schip deel uit van een vervoer- en transportsysteem (het niveau dat in figuur 1 is afgebeeld)

Om het scheepvaartverkeer zo (kosten) efficiënt en veilig mogelijk te laten plaatsvinden vindt er afstemming en coördinatie plaats, wordt er gecommuniceerd en worden gegevens uitgewisseld langs de pijlen in de figuur. Binnen het systeem zijn vaarreglementen van toepassing maar desondanks vraagt de dynamiek binnen het vervoer- en transportsysteem

om een groot adaptief vermogen van alle betrokken partijen. Het kunnen inspelen op veranderende operationele omstandigheden vraagt een goed (en gedeeld) overzicht en begrip van de situatie, zowel op de korte termijn (wat is de waterdiepte?) als op de lange termijn (wat zijn de wachttijden bij de volgende sluis, is de terminal vrij op de verwachte aankomsttijd?). Human factor onderzoek is dan ook vaak gericht op dit coördinerend vermogen van systemen (in het Engels 'human in command') te optimaliseren. Omdat het *vervoer- en transportsysteem* is een socio-technisch systeem is, wordt de rol van techniek, van processen, van regelgeving en cultuur hierin meegenomen.

Door technologische ontwikkelingen in relatie tot Smart Shipping en veranderende milieueisen en inzichten zal de scheepvaartsector erover tien tot twintig jaar anders uitzien dan momenteel het geval is. Hoe de ontwikkeling van automatisering en digitalisering precies zal verlopen weet niemand op dit moment. Echter, vanuit human factor perspectief dient automatisering en digitalisering een 'dienende' rol te spelen. Techniek is dienend als het ontwerp ervan gericht is op het verbeteren van taakprestaties van mensen door het adaptief aanvullen van de menselijke cognitie en het compenseren van menselijke tekortkomingen. Dienende techniek maakt het mogelijk dat 'de mens' dat kan doen waar hij sterk in is: anticiperen op verschillende operationele omstandigheden en reageren op zowel verstoringen als mogelijkheden. Deze benadering waarin de mens dan wel de gebruiker centraal staat, wordt aangeduid als de human-centred of user-centred approach. Techniek kan ook dienend zijn door het (geheel of gedeeltelijk) overnemen van operationele taken van mensen maar dan wel onder de voorwaarde dat de mens onder alle omstandigheden grip op de processen blijft houden. Automatisering dient daarom transparant (ten aanzien van de acties die het systeem onderneemt) en voorspelbaar (ten aanzien waarom het systeem acties onderneemt) te zijn en de automatisering moet 'gestuurd' kunnen worden.

Een tweede aspect in de ontwikkeling van automatisering en digitalisering is dat het niet voldoende is om alleen de techniek van het 'slimme schip' in ogenschouw te nemen. Aangezien, er interactie nodig is met de infrastructuur, met andere schepen en met de verkeersbegeleiding zal ook aan die 'interface' aandacht moeten worden besteed. Met andere woorden, zoals ook een 'smart phone' niet functioneert zonder netwerk en smart Cloud, zo zal ook de omgeving van een slim schip moeten digitaliseren en zal er sprake moeten zijn van een zogenaamde 'smart space' binnen het vervoer- en transportsysteem. Kortom smart shipping = slim schip + slimme omgeving.

[De centrale vraag in dit onderzoek](#)

Wat is de consequentie voor het coördinerend vermogen in het vervoer- en transportsysteem als er stap voor stap menselijke functies door 'smart' technologie worden overgenomen? En welke infrastructurele maatregelen zijn er nodig om de huidige kwaliteit van scheepvaartverkeersmanagement te handhaven? Hierbij wordt dus ook gekeken naar mogelijke technische aanpassingen in het systeem (zowel op het schip, de infrastructuur en verkeersbegeleiding).

[Opbouw van het programma smart shipping](#)

Om de duurzame samenwerking met de onderzoekslijn "Technische innovaties voor een duurzame maritieme toekomst" van Kenniscentrum Duurzame Havenstad, Hogeschool Rotterdam op te bouwen financiert Rijkswaterstaat een driejarig onderzoeksprogramma.

Het doel is gezamenlijke kenniscreatie op de specifieke onderwerpen als smart ships, smart logistics en smart infrastructuur.

De opbouw van het smart shipping onderzoeksprogramma is als volgt opgezet:

- In jaar 1 (18-19) wordt een brede analyse uitgevoerd van de huidige stand van zaken (IST-situatie) op gebied van verkeersmanagement en infrastructuur. Daartoe is een scenarioanalyse van de ARA-route (Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen) uitgevoerd vanuit verschillende gezichtspunten: schip, infrastructuur, verkeersbegeleiding, wet- en regelgeving.
- In jaar 2 (19-20) zullen nieuwe concepten worden bedacht en beschreven met als doel het scheepvaartverkeerssysteem toekomstbestendig (verbeteren van concurrent vermogen, veiligheid en duurzaamheid).
- In Jaar 3 (20-21) zullen de ideeën zoveel mogelijk omgezet worden naar experimenten in de praktijk.

Beschrijving van de IST-situatie (jaar 1)

Zoals hierboven beschreven is het kenmerk van dienende techniek dat het ontwerp ervan gericht is op het verbeteren van taakprestaties van mensen door het adaptief aanvullen van de menselijke cognitie en het compenseren van menselijke tekortkomingen. Om taakprestaties eventueel te kunnen verbeteren moeten we op de eerste plaats weten welke taken en functies er uitgevoerd worden en welke taken en functies gedeeld worden tussen de verschillende onderdelen van het verkeer- en transportsysteem. Het doel van de eerste fase is derhalve een functionele beschrijving van de huidige situatie vanuit drie perspectieven: 1) die van het schip en zijn bestuurder, 2) de verkeersbegeleiding, en 3) de infrastructuur.

Om het enigszins af te bakenen, is gekozen is om een scenarioanalyse uit te voeren van de ARA-route (Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen). Een scenarioanalyse heeft tot doel de *functies* te achterhalen die tijdens een reis worden vervuld. Door een dergelijke reis virtueel te doorlopen zijn deze functies te achterhalen. Denk aan aspecten zoals rechtuit varen, complexe manoeuvres, uitwijken, afmeren, bunkeren, sluis- en brugpassages en het passeren van landsgrenzen. Daarnaast worden use cases onderscheiden. Use cases beschrijven de invloed van verschillende omgevingsfactoren (dag/nacht, druk vaarverkeer, laag- en hoogwater, slecht zicht, (tijdelijke) werkzaamheden, stremmingen etc.) op wat er gevraagd wordt van het vervoer- en transportsysteem als het gaat om informatie-uitwisseling en afstemming.

Wat een (deel-) systeem moet doen wordt vastgelegd in functies. Dit zijn activiteiten die letterlijk met werkwoorden aangeven wat er gedaan dient te worden om een missie, reis of operatie te volbrengen. Voor deze studie is gekozen om het vervoer- en transportsysteem functioneel te beschrijven door gebruik te maken van een hiërarchische taakanalyse (HTA). Dat betekent dat globale systeemfuncties worden uiteengehaald in ondergeschikte functies tot het niveau waarop de ontwerper zich af kan afvragen of deze elementaire functies door een mens of technisch middel uitgevoerd kan worden. De HTA is derhalve een noodzakelijke voorloper voor andere analysetechnieken, met inbegrip van taakallocatie.

Als aanvulling op het rapport hebben we de HTA's van de verschillende onderdelen van het vervoer- en transportsysteem compleet gemaakt. Deze worden hieronder beschreven en zijn een nadere detaillering van de hierboven globale beschrijvingen. Na deze afzonderlijke beschrijvingen wordt er een analyse uitgevoerd van de functies en taken die de verschillende HTA's delen onder de kop: Wat zeggen de gecombineerde HTA's ons?

VTS

- 1 Efficiënte en veilige doorvaart
 - 1.1 Identificeren mogelijke risicovolle situaties
 - 1.1.1 Opbouw van verkeersbeeld
 - 1.1.1.1 Vaststellen geen direct- of radarzicht schipper
 - 1.1.1.2 Monitoren radarbeeld
 - 1.1.1.3 Uitlezen AIS-informatie
 - 1.1.1.4 Waarnemen eigen ogen
 - 1.1.1.5 Uitluisteren marifoonverkeer
 - 1.1.2 Bepaal type schip
 - 1.1.2.1 Uitlezen BICS
 - 1.1.2.2 Uitvragen schipper
 - 1.2 Uitvoeren interventie
 - 1.2.1 Bepaal strategie
 - 1.2.1.1 Vragen
 - 1.2.1.2 Informeren
 - 1.2.1.3 Adviseren
 - 1.2.1.4 Waarschuwen
 - 1.2.1.5 Dirigeren
 - 1.2.2 Bepaal middel
 - 1.2.2.1 Schipper oproepen
 - 1.2.2.1.1 Gebruik marifoon
 - 1.2.2.1.2 Gebruik Mobiele telefoon
 - 1.2.2.2 DRIP activeren
 - 1.3 Beantwoord oproepen
 - 1.3.1 Bepaal vraag
 - 1.3.2 Verstrek informatie
 - 1.3.3 Sluit oproep af
 - 1.4 Corridor management
 - 1.4.1 Informatie verkrijgen
 - 1.4.2 Schip overdragen volgende sector
 - 1.4.3 Administratie

Schip

1 Vervoeren van lading

1.1 Varen

1.1.1 Plan en bereid reis voor

1.1.1.1 Verzamel informatie

- 1.1.1.1.1 Check waterstand
- 1.1.1.1.2 Check stroming
- 1.1.1.1.3 Check Doorvaarhoogte brug
- 1.1.1.1.4 Check Openingstijden brug/sluis
- 1.1.1.1.5 Check Afmeting kunstwerk
- 1.1.1.1.6 Check Dieptes vaarwater
- 1.1.1.1.7 Check Stremming/ snelheidsbeperking
- 1.1.1.1.8 Check Verwachte vertraging kunstwerk
- 1.1.1.1.9 Check Maximale vaarsnelheid
- 1.1.1.1.10 Check Bunkerstation
- 1.1.1.1.11 Check regelgeving gevaarlijke stoffen
- 1.1.1.1.12 Check weerverwachting
- 1.1.1.1.13 Persoonlijke omstandigheden (oppikken van familielid)

1.1.1.2 Selecteer route

- 1.1.1.2.1 Email plicht t.b.v. BICS (doelgroep schip)
- 1.1.1.2.2 Statische AIS updaten (bestemming)
- 1.1.1.2.3 Leg route vast in ECDIS

1.1.1.3 Bereid het schip voor op de reis

- 1.1.1.3.1 Monster bemanning
- 1.1.1.3.2 Bunkeren en voorraad aanleggen

1.1.2 Reis uitvoering

1.1.2.1 Vertrek

- 1.1.2.1.1 Start de motor en hulpsystemen
- 1.1.2.1.2 Check manoeuvreer systemen
- 1.1.2.1.3 Informeer VTS
- 1.1.2.1.4 Ontmeer schip
- 1.1.2.1.5 Dynamische AIS updaten
- 1.1.2.1.6 Manoeuvreer schip
 - 1.1.2.1.6.1 Gebruik schroef en eventueel boegschroef/truster
- 1.1.2.1.7 Vervolg reis

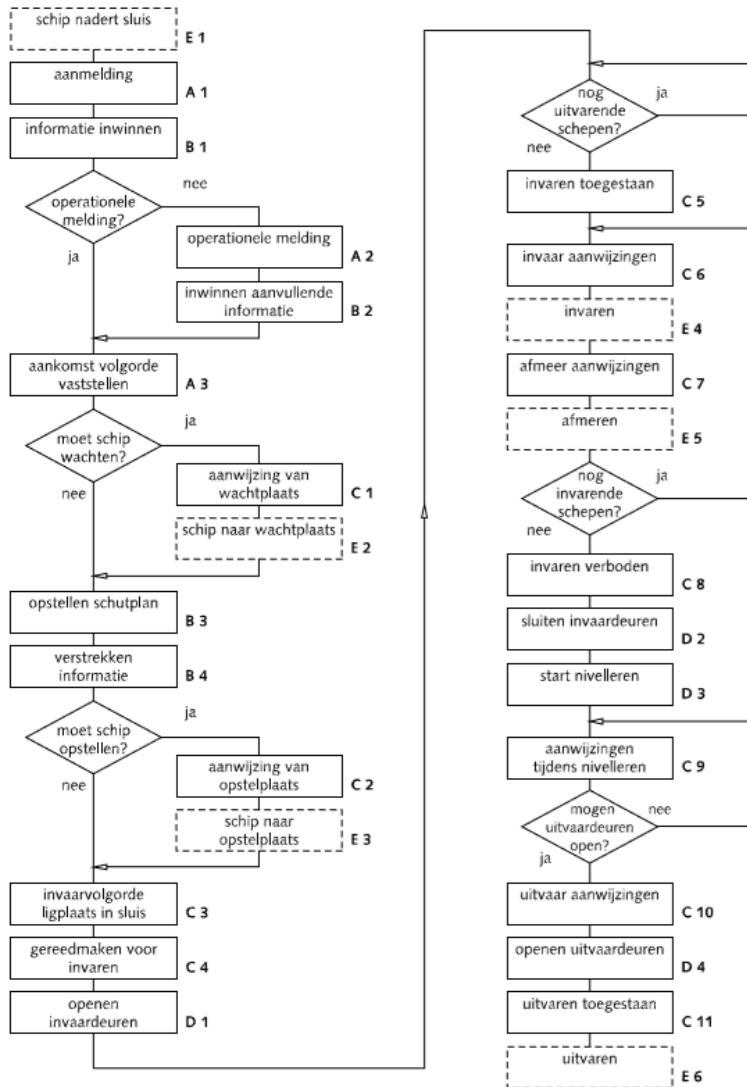
1.1.2.2 Navigeren

- 1.1.2.2.1 Monitor omgeving
- 1.1.2.2.2 Observeer lucht, water en wind
- 1.1.2.2.3 Voer huidige route- en tijdplan uit
- 1.1.2.2.4 Pas huidige route- en tijdplan aan
 - 1.1.2.2.4.1 Vermijd aanvaring
 - 1.1.2.2.4.1.1 Identificeer bedreigend schip
 - 1.1.2.2.4.1.2 Pas aanvaring vermijdingsregels toe
 - 1.1.2.2.4.1.3 Bepaal marge voor ontwijkende acties
 - 1.1.2.2.4.1.4 Selecteer ontwijkende koers en vaart actie
 - 1.1.2.2.4.1.5 Communiceer intenties
 - 1.1.2.2.4.2 Passeer sluis
 - 1.1.2.2.4.2.1 Voorbereiding sluispassage
 - 1.1.2.2.4.2.1.1 Controleer schuttijden
 - 1.1.2.2.4.2.2 Aanmelden bij sluiswachter
 - 1.1.2.2.4.2.3 Voorbereiden op verwachte wachttijd
 - 1.1.2.2.4.2.3.1 Bepaal manier om wachttijd te overbruggen
 - 1.1.2.2.4.2.3.1.1 Selecteer koers en vaart actie wachttijd te overbruggen
 - 1.1.2.2.4.2.3.1.2 Leg aan bij wacht- c.q. langs haven
 - 1.1.2.2.4.2.4 Vaar sluis uit
 - 1.1.2.2.4.3 Passeer beweegbare brug
 - 1.1.2.2.4.3.1 Voorbereiding beweegbare brugpassage
 - 1.1.2.2.4.3.1.1 Controleer doorvoerhoogte
 - 1.1.2.2.4.3.1.2 Controleer openingstijden
 - 1.1.2.2.4.3.2 Aanmelden bij Brugwachter

- 1.1.2.2.4.3.3 Voorbereiden op verwachte wachttijd
 - 1.1.2.2.4.3.3.1 Bepaal manier om wachttijd te overbruggen
 - 1.1.2.2.4.3.3.1.1 Selecteer koers en vaart actie wachttijd te overbruggen
 - 1.1.2.2.4.3.3.1.2 Leg aan bij wacht- c.q. langs haven
 - 1.1.2.2.4.3.4 Passeer brug
 - 1.1.2.2.4.4 Passeer vaste brug
 - 1.1.2.2.4.4.1 Voorbereiding brugpassage
 - 1.1.2.2.4.4.1.1 Controleer doorvoerhoogte
 - 1.1.2.2.4.4.1.2 Bepaal of veilige passage mogelijk is
 - 1.1.2.2.4.4.1.3 Pas de hoogte van de stuurhut aan (optie)
 - 1.1.2.2.4.4.2 Passeer brug
 - 1.1.2.2.5 Reageer op veranderende weersomstandigheden
 - 1.1.2.3 Controleer koers en vaart
 - 1.1.2.3.1 Bepaal koers
 - 1.1.2.3.1.1 ...
 - 1.1.2.3.2 Bepaal vaart
 - 1.1.2.3.2.1
 - 1.1.2.4 Monitor automatic control
 - 1.1.2.4.1.1 Beoordeel uitvoering van het automatische brugstelsel
 - 1.1.2.4.1.2 Beoordeel afwijkingen van de geplande vaart en koers
 - 1.1.2.5 Houd het logboek bij (aanpassen vaarplan)
 - 1.1.2.6 Neem navigatie wacht over
 - 1.1.2.6.1
 - 1.1.2.7 Aankomst
 - 1.1.2.7.1.1 Organiseer aankomst
 - 1.1.2.7.1.2 Bereid de motor voor op manoeuvreren
 - 1.1.2.7.1.3 Leg de trossen klaar
 - 1.1.2.7.1.4 Leg het schip aan
 - 1.1.3 Beëindig reis
 - 1.1.3.1 Opdracht motoren uit
 - 1.1.3.1.1 ...
 - 1.1.3.2 Maak logboek compleet
 - 1.1.3.2.1 ...
 - 1.1.3.3 Communiceer met eigenaar/verlader
 - 1.1.3.3.1 ...
 - 1.1.4 Reis beëindigen
- 1.2 Onderhoud schip
 - 1.2.1 Beheer brandstof voorraad
 - 1.2.2 Schip schoonmaken
 - 1.2.3 Beheer ballast
 - 1.2.4 Beheer afval
 - 1.2.5 Bereid volgende lading voor
 - 1.2.6 Verricht onderhoud
 - 1.2.7 Handhaaf drijfvermogen
- 1.3 Monitor en handhaaf lading status
 - 1.3.1 Ventileer ruimtes
 - 1.3.2 Verricht inspectierondes
- 1.4 Monitor status bemanning en anderen aan boord
 - 1.4.1 Draag zorg voor gezondheid en veiligheid
 - 1.4.1.1 Draag zorg voor een veilige werkomgeving
 - 1.4.1.1.1 Houd netjes en schoon
 - 1.4.1.2 Instrueer de bemanning
 - 1.4.1.3 Versterk veilige manier van werken
 - 1.4.1.4
- 1.5 Anticipeer op noodgevallen
 - 1.5.1 Bereid drills voor
 - 1.5.1.1 ...
 - 1.5.2 Voer drills uit
 - 1.5.2.1 ...
 - 1.5.3 Beëindigd drills

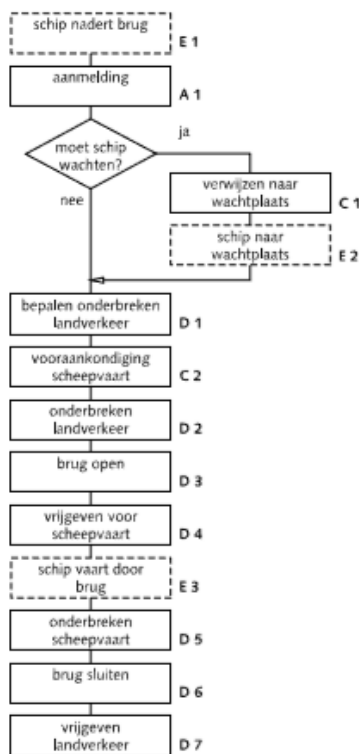
Toelichting: de gearceerde functies zijn functies die gedeeld worden met andere HTA's en die derhalve op interactie wijzen.

Sluis



N.B. In tegenstelling tot de vorige representatie is dit geen HTA maar een procesbeschrijving. Wellicht dat deze representatie nog wordt ongevormd tot een HTA in het kader van methode-oefening voor de aankomende minor studenten.

Brug



N.B. Ook dit is een procesbeschrijving. Ook deze representatie zal nog worden ongevormd tot een HTA in het kader van methode-oefening voor de aankomende minor studenten.

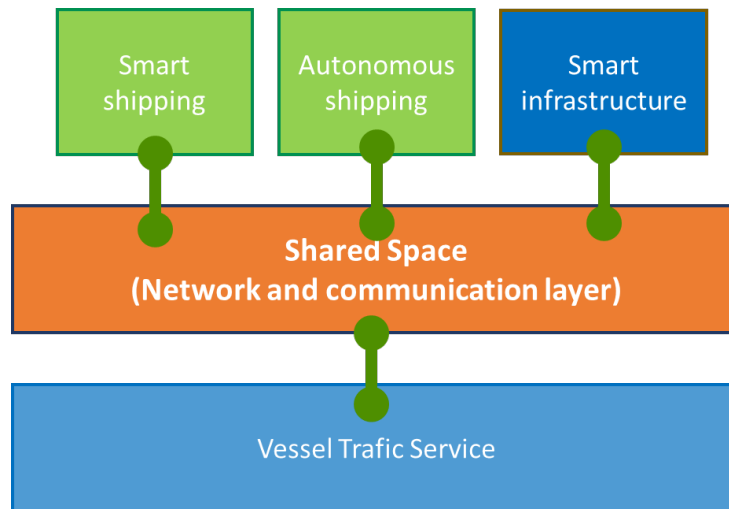
Wat zeggen de gecombineerde HTA's ons?

Bovenstaande HTA's zijn uitgevoerd met als doel om a) een overzicht te geven van de functies die door de deelsystemen moeten worden uitgevoerd, en om b) een taakallocatie analyse mogelijk te maken en om c) inzicht te geven in de interactie tussen de verschillende deelsystemen.

Wat het laatste betreft geven de geel gearceerde functies een indicatie waar interactie en directe communicatie plaats vindt tussen de diverse deelsystemen. Een voorbeeld hiervan is het uitwisselen van informatie tussen schip en verkeerspost (VTS). Dat kunnen gegevens zijn van het schip en haar lading maar dat kan ook informatie zijn over stremmingen, wachttijden, onverwachte situaties, kortom informatie op basis waarvan gehandeld moet worden. Informatie verstrekken is voor de VTS-operator *de* manier om het vaarverkeer in de desbetreffende sector zo efficiënt en veilig mogelijk te laten verlopen. De uitwisseling gebeurt nu vooral door gebruik van de marifoon maar kan ook verlopen via email etc.

De conclusie die op basis van deze bevinding getrokken kan worden is dat de uitwisseling van gegevens in de huidige praktijk gekenmerkt wordt doordat alle onderdelen van het vervoer- en transport systeem hun eigen 'informatie huishouding' hebben en dat die op een losse manier (via marifoon, email etc) gekoppeld zijn. Maar om smart shipping mogelijk te maken is meer nodig. De voorwaarde is namelijk dat alle onderdelen van het vervoer- en transport systeem via een gedeeld data- en communicatienetwerk met elkaar verbonden zijn en dat er 'slimme' applicaties zijn die daarbij ondersteunen (denk aan het voorbeeld van de smart phone die smart is dankzij koppeling aan de cloud en talloze 'handige' apps). Deze gezamenlijke connectiviteit is weergegeven in onderstaande figuur. Deze zogenaamde

(digitale) 'shared space' faciliteert de uitwisseling van gegevens, data en communicatie. De VTS wordt in deze context gezien als coördinerend en dirigerende entiteit².



Figuur 2, De shared space als verbindende data en communicatie laag

Het creëren van een shared space wordt volgens een visiedocument van Gartner (zie figuur 3) gezien als de eerste stap van het volwassenheidsmodel die in eerste instantie bestaat uit het creëren van openheid. Vertaald naar het vervoer- en transportsysteem betekent dit dat schippers, en andere gebruikers bereid moeten zijn om (altijd) informatie te delen. In het begin stadium van het volwassenheidsmodel worden systemen op een informele dan wel op een gestructureerde manier gekoppeld. Pas als er een gecoördineerde manier is van data overdracht en data management (denk aan aspecten zoals privacy, cybersecurity, standaarden en voorwaarden waarbinnen de informatie bruikbaar is voor de andere partijen etc.) is het mogelijk om met behulp van computer algoritmes (apps) te bouwen aan een volwassenheidsfase drie.

Smart Spaces Maturity Model				
	Phase 1 Isolated Systems	Phase 2 Connected Systems	Phase 3 Coordinated Systems	Phase 4 Intelligent Environments
Openness	• Closed	• Open Internally	• Open Externally	• Open
Connectedness	• Not Connected	• Connected	• Connected	• Connected
Coordination	• Not Coordinated	• Integrated	• Coordinated	• Coordinated
Intelligence	• Not Intelligent	• Not Intelligent	• Semi-Intelligent	• Intelligent
Scope	• Team	• Department	• Organization	• Ecosystem

ID: 377685 © 2019 Gartner, Inc.

Figuur 3, Smart Spaces Maturity Model (Bron Gartner, maart 2019)

Het Smart Spaces volwassenheidsmodel is hierboven weergegeven om aan te geven dat het tot wasdom komen van dergelijke 'intelligente', c.q. slimme omgevingen zich fasegewijs zal ontwikkelen. Hiermee is niet gezegd dat de conclusie is dat fase 4 op den duur nodig of haalbaar wordt geacht. Het is meer bedoeld om aan te geven dat dit de dominante innovatie richting zal zijn die nodig is om smart shipping ook daadwerkelijk 'smart' te maken. Het is ook niet gezegd dat onze studenten het hele traject in kaart gaan brengen, daarentegen

² Ook andere actoren die aan het vervoer- en transportsysteem deelnemen kunnen worden opgenomen in de smart space. Dit valt echter buiten de scope van dit onderzoek.

worden ze gevraagd om naar de noodzakelijk eerste stap te kijken: van volwassenheidsniveau 1 naar 2.

Relatie smart shipping en autonoom varen

In figuur 2, zijn 'smart shipping' en 'autonoom onbemand varen' als twee aparte ontwikkelijnen opgenomen.

De essentie van Smart Shipping is dat door de toepassing van (digitale) technologie de taakprestaties van mensen wordt verbeterd met als resultaat dat de (kosten) efficiëntie en veiligheid in het vervoer- en transportsysteem geoptimaliseerd wordt. Dit kan gezien worden als een evolutionair verlopende ontwikkelijn. De ontwikkeling van autonoom varende schepen, door sommigen gezien als enige logische ontwikkelstap, kan gezien worden als radicale (c.q. revolutionair of disruptief) ontwerpbenadering gericht op het varen zonder mensen aan boord. Deze ontwikkelijn vraagt hoge investeringskosten en vraagt een lange ontwikkeltijd, volgens sommigen zo'n 10 tot 15 jaar³. In het kader van deze studie gaan we ons niet bezig houden met autonoom varen. Nog los van nut, noodzaak en haalbaarheid is het voor onze studenten belangrijk om zich met relatief kleine en haalbare ontwikkelstappen bezig te houden waarmee volgend jaar (en de jaren daarna) op kleine schaal geëxperimenteerd kan worden. Met andere woorden, we richten ons in deze studie op 'dienende techniek' die aansluit op de huidige praktijk en die zich op een evolutionaire manier ontwikkeld.

Dat wil niet zeggen dat de ontwikkeling van onbemand varende schepen niet kan profiteren van de concepten die in jaar-2 worden ontwikkeld. De digitalisering van het vervoer- en transportsysteem en het creëren van een 'smart space', zoals hierboven is toegelicht is ook een belangrijke voorwaarde om in de toekomst onbemand te kunnen varen.

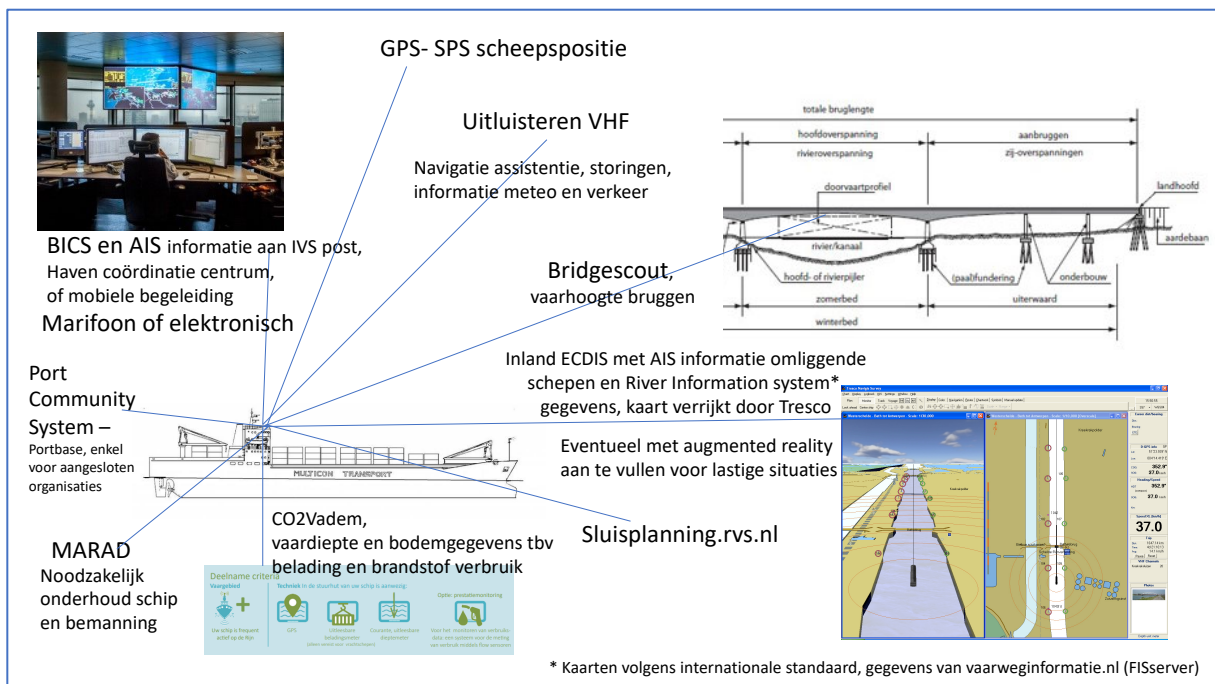
³ Zie bijvoorbeeld het smart port white paper met de titel 'Smart ships and the changing maritime ecosystem'

Wat is doelstelling van jaar-2?

De toepassing van digitale technologie kan op drie te onderscheiden manier van toegevoegde waarde zijn:

- 1) Het kan ingezet worden als ondersteuning voor de bestuurder van het schip. Te denken valt aan beslisondersteuning, het verminderen van werklust door (gedeeltelijke) overname van taken en functies.
- 2) Het kan ook ingezet worden om de interactie en afstemming tussen schip en infrastructuur te verbeteren.
- 3) Het kan ingezet worden om de (keten) processen in het vervoer- en transportsysteem te betrouwbaarder en efficiënter te maken.

De toepassing van digitale techniek is op zich geen nieuw fenomeen. Op de huidige (moderne) schepen worden nu al technieken toegepast die gericht zijn op ondersteuning, efficiëntieverbetering en veiligheid. N.B. dit onderschrijft het evolutionaire karakter van smart shipping als ontwikkellijn. Enkele hiervan en hun functie zijn weergegeven in onderstaande figuur.



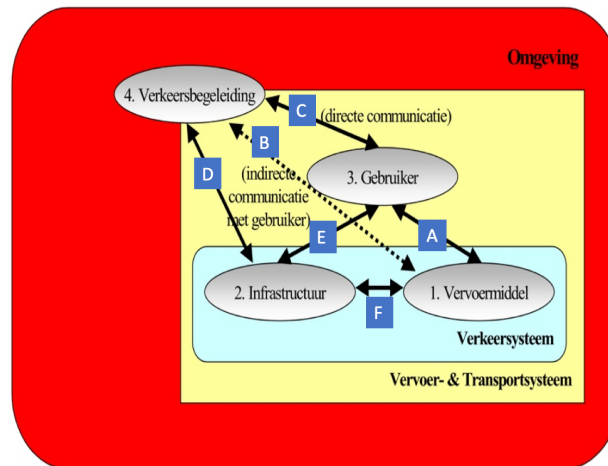
Figuur 4, actuele voorbeelden van dienende digitale techniek

De vraag die in 'jaar-2' van deze studie beantwoord moet worden is: *gezien de huidige technische stand van zaken, wat zou de volgende ontwikkeling kunnen zijn als het gaat om de toepassing van digitale technologie, en welke stappen moeten worden ondernomen om dat doel te bereiken?*

Stappenplan

Hiertoe wordt een stappenplan ontwikkeld. Het uitgangspunt bij het opstellen van het stappenplan is dat de studenten, aan de hand van de HTA's, per functie bekijken of en hoe functies kunnen worden uitgevoerd door techniek, of door de mens of een combinatie ervan. Met andere woorden, met het maken van een stappenplan beogen we een inventarisatie te maken van mogelijke functionele toepassingen van digitale technieken en hoe deze als een ontwikkelingslijn in de tijd geplaatst kunnen worden.

Het stappenplan zal naast het beschrijven van de gewenste einddoel (SOLL-situatie) en de ontwikkelingslijn ernaar toe, gericht moeten zijn op de verschillende interactie en afhankelijkheden tussen de deelsystemen van het vervoer- en transportsysteem, dit is aangegeven met de letters, oplopend van A tot F (zie figuur 5 hieronder).



Figuur 5, de aandachtgebieden van het vervoer- en transportsysteem zijn met de letters A t/m F aangegeven.

Op basis van het smart port white paper “Smart ships and the changing maritime ecosystem” wordt de volgende functionele onderverdeling gehanteerd: *verkeersbegeleiding, varen, passeren van bruggen en sluisen, aanmeren en ontmeren, laden en lossen*. De hierboven beschreven uitgangspunten zijn samengebracht in onderstaande tabel.

Tabel 1, format voor het beschrijven van de technische road map per functioneel gebied.

Functionele gebieden	Relevante aspecten	IST-situatie techniek	2020	2025	2030	2035	(schets) SOLL-situatie
Vekeersbegeleiding	B	hier komen de huidige technologie beschrijvingen	hier komen de verwachte/gewenste technologie beschrijvingen van 2020	?	?	?	1
	C	...	...				2
	D	...	...				3
Varen	A	...	...				1
	B	...	Bijvoorbeeld: Digitale kaart waarin informatie over snelheid (en andere) beperkingen instaan				2
	C	...	...				3
	E	...	...		
Passeren Sluisen en Bruggen	F	...	...				1
	B	...	...				2
	D	...	...				3
	F	...	...		
Aanmeren/vertrekken	F	...	...				1
	E	...	...				2
	A	...	...				3
Laden en Lossen	F	...	...				1
	E	...	...				2
	A	...	...				3

Om de functies te kunnen uitvoeren is zoals gezegd interactie (b.v. communicatie) nodig tussen verschillende subsystemen. Als voorbeeld kan de vraag beantwoord worden wat een ‘slim schip’ en een ‘slimme sluis’ moeten ‘kunnen’ om in staat te zijn om zonder of met minimale tussenkomst van de schipper een sluis te kunnen passeren. Welke onderdelen van het interactieproces moeten/kunnen gedigitaliseerd worden? We kunnen hierbij denken aan een geautomatiseerde aanmeldingsprocedure waarin alle relevantie gegevens aan de ‘sluis’

wordt doorgegeven waarop verwachte wachttijd, schutvolgorde en kolk worden teruggekoppeld. In dat geval communiceert niet de 'gebruiker' met de verkeersbegeleiding ('sluiswachter') maar het 'vervoermiddel'

Binnen het verkeerssysteem bestaat ook een zogenaamde indirecte vorm van communicatie waaraan tot nu toe geen aandacht aan is besteed. Bij indirecte communicatie wordt informatie door 'verkeersborden' en 'DRIPS' overgebracht. Deze informatie wordt nu door de stuurman visueel waargenomen (b.v. doorvaarhoogte, of varen met beperkte snelheid) en is reden om wel of niet het vaargedrag aan te passen (stuurhut laten zakken, vaart terugnemen). Als tweede voorbeeld, is het voorstelbaar dat deze indirecte vorm van informatieoverdracht (en sturing) onderdeel wordt van een digitale kaart zodat een Slim Schip dat kan uitlezen en eventueel actie zou kunnen ondernemen, dan wel een actie zou kunnen voorstellen aan de schipper. Dit is slechts een voorbeeld van de manier waarop digitale techniek gebruikt kan worden om, naast de bestaande visuele modaliteit, aanvullende informatie digitaal over te dragen. Tevens maakt dit voorbeeld duidelijk dat 'slimme toepassingen' gebruik maken van de smart space, maar wellicht is het correcter om te stellen dat een shared space een 'smart space' wordt door de toepassing van dienende applicaties.

[De opdracht voor de studenten in jaar-2](#)

De opdracht voor de studenten in jaar-2 is het ontwikkelen van concepten, waarmee de tabel zoveel mogelijk gevuld gaat worden. Concreet luidt de opdracht: *Bedenk concepten die het leven van de VTS-operator (en andere diensten t.b.v. het vaarwegbeheer) en de schipper makkelijker maken en die de efficiëntie en veiligheid binnen het vervoer- en transportsysteem verhogen.*

Om te zorgen dat de concepten haalbaar zijn moeten ze aansluiten bij de *huidig technische en digitale stand van zaken* en moet nadrukkelijk gekeken worden met welke innovaties (in de context van de scope van dit onderzoek) Rijkswaterstaat op dit moment bezig is. De student wordt dus geleerd om een analyse te maken van de huidige situatie op zowel technologisch als functioneel gebied. Het inzicht zal deels gebaseerd zijn op het minor rapport van jaar-1, deze oplegger en deels door op pad te gaan en informatie uit het 'veld' te halen.

Hoewel aan de studenten nadrukkelijk wordt gevraagd aan te sluiten met de eerste ontwikkelstap bij de *huidige praktijk en technische stand van zaken*, wordt een lange termijnvisie zeker gestimuleerd zal, indien mogelijk, als een stappenplan beschreven worden.

De groep studenten zullen worden verdeeld over de vijf functionele gebieden. Per functioneel gebied zal de eerste stap zijn om een inventarisatie te maken van de huidige digitale technieken en hulpmiddelen die nu gebruikt worden (IST-situatie techniek). Daarna, wordt per functioneel gebied gevraagd om twee à drie concepten op een onderbouwde manier tot stand te brengen. Deze concepten zullen in een 'halve wege' presentie aan de opdrachtgever gepresenteerd worden waarna in overleg een (1) concept per functioneel gebied wordt gekozen die verder wordt uitgewerkt. De specificatie van de uitwerking dient van dien aard te zijn dat studenten van jaar-3 hier een experiment van zouden kunnen maken.

Om studenten hierop voor te bereiden worden ze vertrouwd gemaakt met de techniek van de cognitieve taakanalyse. Grofweg, kunnen ze hiermee in kaart brengen welke informatie er (minimaal) nodig is om een bepaalde functie te kunnen vervullen. Het concept zal er dan in moeten voorzien hoe een 'smart space' gecreëerd kan worden waarbinnen die informatie-uitwisseling en afstemming kan plaats vinden (denk aan schip-sluis interactie). Ook kan het zinvol zijn na te denken over de vraag welke groepsfacilitatie methodes gebruikt kunnen worden om met een (sub-)groep aan de ene kant 'out-of-the-box' (revolutionair) te kunnen denken (waarbij ook externen uitgenodigd kunnen worden) en om die concepten vervolgens weer te kunnen vertalen naar haalbare (evolutionaire) eerste stappen.

Op basis van bovenstaande is de conclusie dat het minor onderzoekprogramma wordt gekenmerkt door een volgende fasering:

1. Kennisoverdracht uit fase 1
2. Methode ontwikkeling
3. Inspiratie fase (bv uit andere sectoren etc)
4. Creatie fase (O.a. creatieve denktechnieken, design thinking)

In het onderwijsprogramma (ca 20 weken) zullen we een extra tussenrapportage opnemen, n.a.v. leermoment uit Jaar 1. Daarbij rekening houdend met een "lector product" als aanvulling, afronding van hetgeen de studenten opleveren.

Voor het semester na de minor hebben we de intentie op tenminste weer één of enkele PI-projecten te definiëren, zodat we het hele jaar met het thema bezig zijn.

Acties:

1. Gesprek met minor-onderwijsteam
 - a. Vertaling fasering minor naar weekactiviteiten (van kick-off tot oplevering eindproducten)
 - b. Vaststellen welke kennis, kunde van collega opleidingen in de minor betrokken moet worden (bv maken van een HTA, cognitive taakanalyse, creatieve thinking, design thinking)
 - c. Uitwerking resterende HTA's (zie 'sluis' en 'brug' boven)
2. Rijkswaterstaat denkt alvast na over facilitering van minor-programma (bezoek verkeerspost, ideeën creatie etc)

Volgend overleg

Datum: 28 mei 2019 Van 11.15 tot 12.30.

Plaats: RMI (HR Interne afstemming onderwijs)