



Logistics Community Brabant

Onderzoek gewenste planningsinnovaties

Versie 1.0, 05-08-2021



Introductie

In de eerste helft van 2021 hebben we met een panel van 35 specialisten – 20 planners of planning managers, 8 leveranciers of consultants en 7 wetenschappers – een antwoord proberen te vinden op de vraag:

Waar liggen de grootste kansen voor organisaties in en om Brabant om met planningsinnovaties in de komende 5 jaar de verbruikte resources en energie in de keten te verminderen en assets beter te benutten?

In dit document koppelen we de voorlopige resultaten van dit onderzoek terug. Allereerst presenteren we tegen welke uitdagingen de betrokken organisaties het meest aanlopen en welke innovaties het meest gewenst zijn. Vervolgens beschrijven we voor elk van deze innovaties de trends in de wetenschap, het huidige aanbod in de markt en de kansen voor open innovatie. In het afsluitende hoofdstuk wordt de methode van de studie nader toegelicht.

De resultaten zijn voorlopig omdat de tweede survey nog even open staat. We zijn op dit moment een Community van planners in aan het richten en organisaties die hierbij aansluiten, wordt gevraagd om de survey ook in te vullen. Op deze manier hebben we meteen een beeld van waar deze organisatie tegenaan loopt en behoefte aan heeft. In de loop van dit jaar verwachten we een meer betrouwbare prioritering te hebben van de innovaties. Als we zien dat er grote veranderingen ontstaan in de top-10, volgt een update.

Voor nu hopen we vast dat dit document je aan het denken zet. Als je een vraag hebt over de studie, een tip hebt over het aanbod van de markt of een kans ziet voor open innovatie, voel je vrij om contact op te nemen!

Logistics Community Brabant
Thema Smart Industry

Auteurs

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Roland van de Kerkhof | Thema manager Smart Industry |
| Nick Valk | Projectleider Smart Industry |
| Julie Stapel | Onderzoeker Smart Industry |

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| Introductie | 1 |
| De resultaten | 3 |
| <i>Uitdagingen.....</i> | <i>3</i> |
| <i>Innovaties.....</i> | <i>4</i> |
| De belangrijkste innovaties | 6 |
| <i>I. Intelligentere forecasts.....</i> | <i>6</i> |
| <i>II. Transparantie in supply chain.....</i> | <i>8</i> |
| <i>III. Data-gedreven planning & Nieuwe databronnen gebruiken.....</i> | <i>10</i> |
| <i>IV. Collaborative planning.....</i> | <i>12</i> |
| <i>V. Planningen automatiseren.....</i> | <i>14</i> |
| <i>VI. Samenwerking mens en computer/AI.....</i> | <i>16</i> |
| <i>VII. Verdere ontwikkeling AI.....</i> | <i>18</i> |
| <i>VIII. Koppelen van IT-systemen.....</i> | <i>20</i> |
| <i>IX. Scenario analyses.....</i> | <i>22</i> |
| Methodiek..... | 24 |
| Referenties..... | 26 |

De resultaten

In de eerste survey (februari 2021) en workshop (31 maart 2021) zijn in totaal 26 planningsuitdagingen en 34 planningsinnovaties geïdentificeerd. In de tweede survey (mei 2021) zijn deze uitdagingen en innovaties vervolgens gekwantificeerd – in welke mate hebben organisaties last van deze uitdagingen en wat is de verwachte impact en gewenstheid van deze innovaties? In dit hoofdstuk worden de resultaten op hoofdlijnen besproken.

Uitdagingen

Als we inzoomen op de uitdagingen (Figuur 1), zien we dat met name *complexiteit* uitdagingen veroorzaakt voor de planningen van organisaties. Complexiteit kent meerdere componenten, zoals bijvoorbeeld afhankelijkheden tussen planningen (88%), een groot portfolio aan producten of diensten (75%), veel restricties bij het plannen (75%), verschillende silo's waarin gepland wordt (63%), grote hoeveelheden die gepland moeten worden (56%) en veel last-minute wijzigingen (38%). Opvallend is dat ook veel organisaties last hebben van een beperkte kwaliteit van *data* (81%) en het koppelen van IT (50%).



Figuur 1: Percentage van specialisten dat aangeeft dat de organisatie(s) waarin/waarmee de specialist werkt last heeft van deze uitdaging

Ook zien we dat organisaties last hebben van *volatiliteit* en *onzekerheid* bij het plannen¹. Volatiliteit, of schommelingen, is uitdagend als het op korte termijn is (63%), trends bevat (63%) of veroorzaakt wordt door seizoenseffecten, evenementen of acties (56%). Niet alleen kun je als organisatie last hebben van schommelingen in de vraag, maar ook van schommelingen in de leveringen (50%) en de beschikbare capaciteit (38%). Hetzelfde zien we terug in de onzekerheid: voor de meerderheid van de organisaties is het uitdagend dat het niet bekend is wat de vraag gaat worden (63%) en wanneer leveranciers gaan leveren (56%). Slechts een klein deel van de organisaties heeft last van beperkt inzicht intern (38%).

Van minder groot belang zijn tegenstrijdige of veranderende doelstellingen (38%), het implementeren van nieuwe planningstools (44%), het enthousiasmeren van planners om met nieuwe planningstools te werken (25%) en het vinden (25%) en trainen (31%) van planners.

Innovaties

Als we kijken naar de planningsinnovaties (Tabel 1 en Figuur 2), zien we dat twee innovaties er duidelijk uitspringen: intelligentere forecasts en meer transparantie in de supply chain. De sterkste impact op het bedrijfsresultaat, op het verbruik van resources en energie en op de benutting van assets wordt verwacht van intelligentere forecasts, data-gedreven planning en collaborative planning.

Wat opvalt is dat er veel samenhang zit in de meest gewenste innovaties. Zo zijn transparantie in de supply chain, het gebruiken van nieuwe databronnen en het koppelen van IT-systemen nodig om data-gedreven en geautomatiseerd te kunnen plannen. In deze automatisering is het prettig als de intelligentie toeneemt, middels intelligentere forecasts en verdere ontwikkeling van AI. Om het potentieel volledig te benutten, is het belangrijk dat de mens – de planner – goed samenwerkt met de computer en met AI.

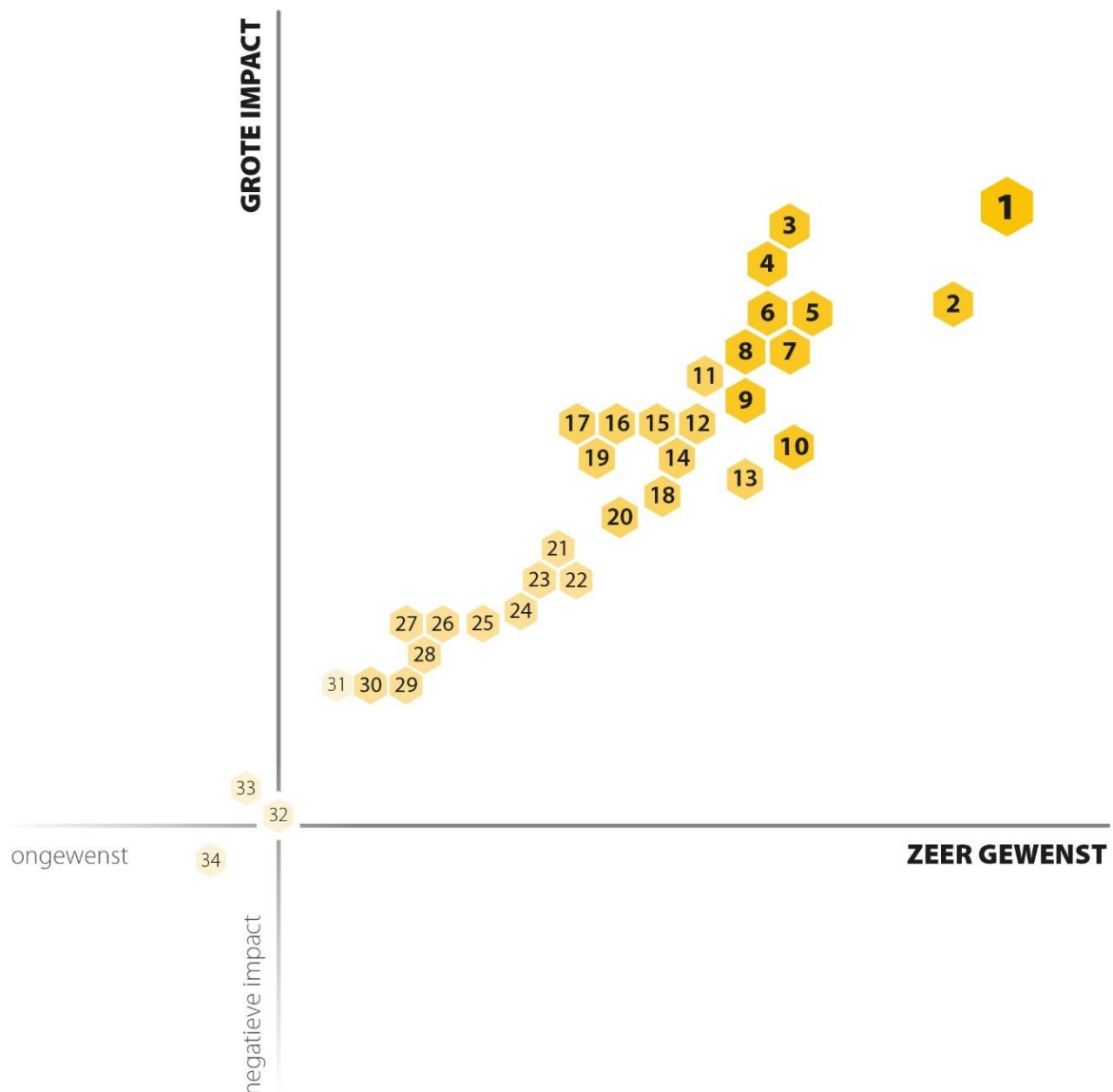
Ook zien we dat deze innovaties een antwoord geven op veelvoorkomende uitdagingen. De problemen die ontstaan door de afhankelijkheid tussen planningen kunnen verminderd worden door gezamenlijk te plannen (collaborative planning) en transparant te zijn over de planningen. De organisaties die grote hoeveelheden producten/services - met bepaalde restricties - moeten plannen hebben baat bij het slim automatiseren van de planningen, al dan niet met nieuwe databronnen. Ook helpen intelligentere forecasts, transparantie in de supply chain, collaborative planning en scenario analyses om de onzekerheid te verminderen en helpen goede forecasts om beter om te gaan met de schommelingen in de vraag.

Maar niet alle innovaties blijken relevant te zijn voor een grote groep organisaties. Zo zijn centraal/holistisch plannen (18) en dynamisch plannen (23) bijvoorbeeld met name relevant voor een eigen niche. Het centraliseren van de planning kan nuttig zijn in grote, verspreide organisaties, waarin lokaal en onafhankelijk van elkaar plannen leidt tot lokaal optimale oplossingen. Het dynamisch maken van de planning zien we met name terug in service organisaties, die voorheen de service activiteiten in vaste rondes planden. Ook valt op dat gamification van de planning (27) en uitbreiding van de huidige APS systemen (29) geen hoge gewenstheid hebben.

¹ Volatiliteit en onzekerheid kunnen aan elkaar gerelateerd zijn, maar zijn aparte eigenschappen. Zo kan bijvoorbeeld de vraag veel schommelen en onzeker zijn (we weten niet wat de vraag morgen gaat worden), maar is het ook mogelijk dat de vraag veel schommelt en bekend is (we weten wat de vraag morgen gaat worden en dat die afwijkt van de vraag vandaag) of dat de vraag in het verleden vrijwel niet geschommeld heeft maar toch onzeker is (bijvoorbeeld doordat omstandigheden veranderen).

Tabel 1: De nummering (in Figuur 2) en ranking van de 34 geïdentificeerde planningsinnovaties

| Innovaties | | | |
|------------|----------------------------------|----|-------------------------------------|
| 1 | Intelligentere forecasts | 25 | Segmentatie |
| 2 | Transparantie in de supply chain | 26 | Business value |
| 3 | Data-gedreven planning | 27 | Gamification |
| 4 | Collaborative planning | 28 | Collaborative service design |
| 5 | Automatiseren planningen | 29 | Uitbreiding APS |
| 6 | Samenwerking mens en computer | 30 | Matching via platform |
| 7 | Verdere ontwikkeling AI | 31 | Software robots voor plannen |
| 8 | Koppeling IT systemen | 32 | Open source planningstools |
| 9 | Samenwerking mens en AI | 33 | 3D printen |
| 10 | Nieuwe databronnen gebruiken | 34 | Zelf te programmeren planningstools |
| 11 | Scenario analyses | | |
| 12 | Meenemen mensen bij adoptie | | |
| 13 | Nieuwe/extra doelstellingen | | |
| 14 | Integrated Business Planning | | |
| 15 | Voorraadmanagement | | |
| 16 | Planningscultuur | | |
| 17 | Data-gedreven probleemanalyses | | |
| 18 | Centraal/holistisch plannen | | |
| 19 | Fysieke processen robotiseren | | |
| 20 | Gestandaardiseerde dashboards | | |
| 21 | Agile processen en planningen | | |
| 22 | Beïnvloeden klantgedrag | | |
| 23 | Dynamisch plannen | | |
| 24 | Database technologieën | | |



Figuur 2: De verwachte impact en gewenstheid van de 34 geïdentificeerde planningsinnovaties

De verwachte impact is het gemiddelde van de verwachte impact op (a) het bedrijfsresultaat, (b) het verbruik van energie en resources en (c) de benutting van assets. De gewenstheid is de gewenstheid van de organisatie om hiermee in de komende vijf jaar mee aan de slag te gaan.

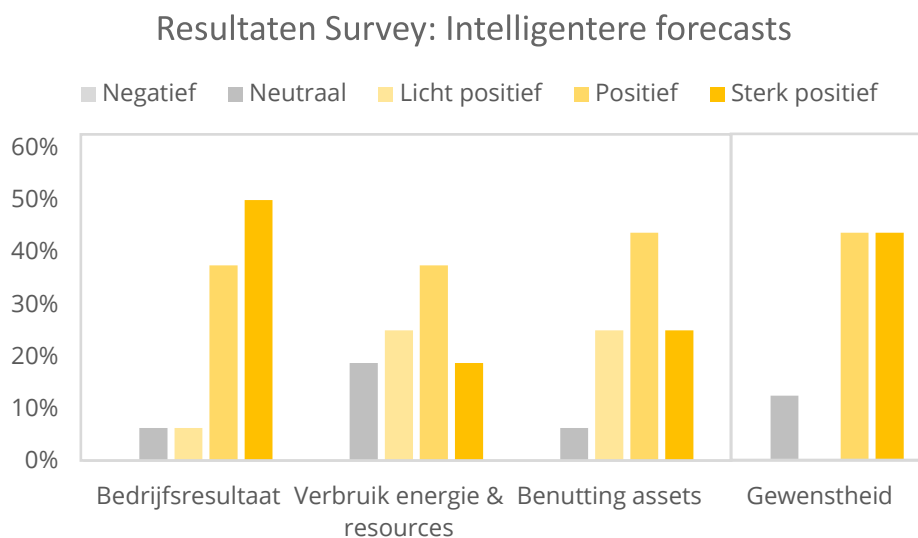
De belangrijkste innovaties

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op elk van de innovaties in de top 11. Bij elke innovatie bespreken wij trends in de wetenschap (wat is er al bekend en waar gebeurt momenteel veel onderzoek naar), het aanbod in de markt (wat valt er al zo van de plank te kopen) en kansen voor open innovatie (wat is nog niet bekend, noch te koop, maar kunnen we samen stappen in zetten). Hierbij hebben we gekozen om sommige innovaties samen te bespreken: de innovaties ‘data-gedreven planning’ en ‘nieuwe databronnen gebruiken’ (III) en de innovaties ‘samenwerken mens en computer’ en ‘samenwerken mens en AI’ (VI).

I. Intelligentere forecasts

De innovatie

Het verbeteren van demand- en supply forecasts door gebruik te maken van meer (relevante, accurate, houdbare) data en meer intelligentie.



Figuur 3: Resultaten van Intelligentere forecasts

Trends in de wetenschap

Forecasting is al sinds lange tijd een belangrijk vakgebied in de wetenschap. De econometrie heeft sinds de jaren '50 een reeks aan statistische forecast technieken ontwikkeld, beginnend vanuit Simple Exponential Smoothing [1]. De laatste jaren zien we daarnaast veel innovatie in Machine Learning methoden. Met name Neurale Netwerken worden veelvuldig voorgesteld als alternatief voor statische methoden. Deze methoden maken gebruik van grote datasets om met trial-en-error non-lineaire algoritmes steeds beter te maken [1].

De huidige verwachting is dat beide groepen technieken – statistische technieken en ML technieken – hun eigen sweet spot hebben. Als je goede historische data hebt van de variabele die je wilt forecasten (bv. de vraag naar een product), werken statistische methoden goed: de forecast is accuraat en de berekening is efficiënt en transparant. Als de toekomstige waarde van de variabele die je wilt forecasten sterk afhankelijk is van andere factoren (bv. het weer, gedrag op de website/social media), kunnen Machine Learning juist een accuratere forecast opleveren.

Beide groepen technieken zijn echter nog in beperkte mate in staat om om te gaan met plotselinge veranderingen in de markt, zoals we die bijvoorbeeld afgelopen jaar met de coronapandemie hebben gezien. Ook is het een uitdaging, met name bij de Machine Learning methoden, om het begrijpelijk te houden. Neurale netwerken worden van nature getypeerd als een “black box” [2].

Aanbod in de markt

Forecasts worden op verschillende manieren in de markt aangeboden. Ten eerste zijn (met name statistische) forecasts al ingebouwd in veel bestaande IT-systemen, zoals ERP- en APS-systemen. Daarnaast bieden verschillende leveranciers aan om een stand-alone forecast applicatie te ontwikkelen of om een forecast algoritme te ontwikkelen en te integreren in de eigen IT-systemen. Dit kan zowel op basis van interne data zijn, maar ook externe data (zoals grondstofprijzen, het weer, social media en voorraden elders) kan hierin verwerkt worden. Ook bieden sommige leveranciers een forecast-as-a-service aan, waarbij jij periodiek je data opstuurt en zij op basis hiervan een forecast terugsturen.

Als je benieuwd bent naar hoe het gesteld is met de forecasts in je organisatie of wilt identificeren waar nog kansen liggen, zijn er verschillende leveranciers en consultancy's die graag met je een scan uitvoeren. In zo'n proces wordt de huidige situatie in kaart gebracht, gezamenlijk een gewenst einddoel bepaald en oplossingen geïdentificeerd hoe je hier kunt komen. Ook zijn er verschillende leveranciers en kennisinstellingen die forecasttrainingen voor professionals aanbieden, voor als je er zelf stappen in wilt zetten.

Tot slot is het wellicht nuttig om te benoemen dat consultants hoge verwachtingen hebben van Machine Learning. Zo geeft McKinsey aan dat van de AI-gebaseerde methoden wordt verwacht dat ze het aantal forecasting fouten met 30-50% zullen verminderen. Deze verbeterde nauwkeurigheid kan dan leiden tot een vermindering van 65% van de gederfde omzet als gevolg van out-of-stock voorraadsituaties en een vermindering van de opslagkosten van ongeveer 10 tot 40% [3].

Kansen voor open innovatie

Het forecasting vakgebied biedt nog meerdere kansen voor open innovatie. Zo kan er bijvoorbeeld samen met de kennisinstellingen in Brabant – zoals TU/e, Tilburg University en JADS – een open source (voor iedereen toegankelijke) forecastingtool ontwikkeld worden. Ook is het bijvoorbeeld mogelijk om gezamenlijk een bibliotheek van forecasting algoritmes te ontwikkelen, die geïmplementeerd kunnen worden in eigen IT-systemen. Studenten kunnen hierbij zowel een rol spelen bij de ontwikkeling en de implementatie van deze algoritmen.

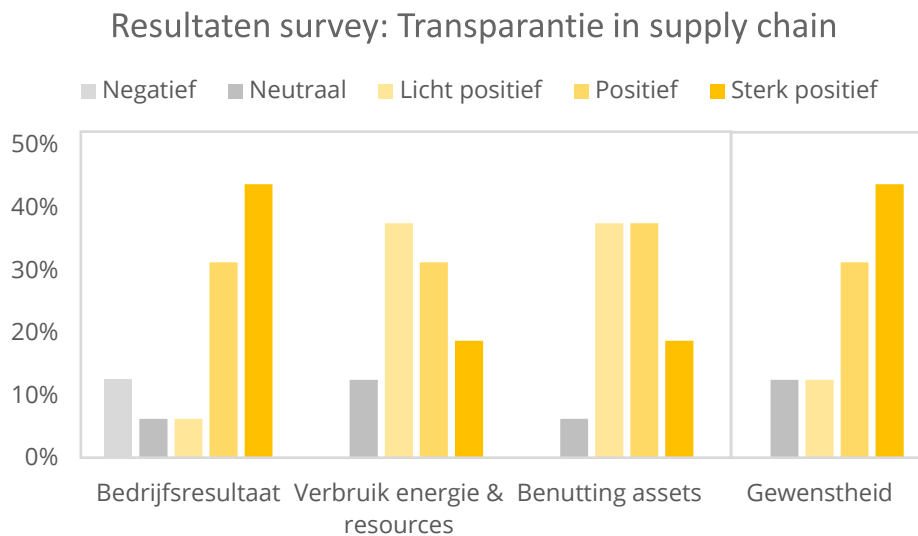
De forecasting services die we in dit onderzoek tegen zijn gekomen, richten zich met name nog op grote organisaties. Een kans ligt mogelijk ook in het oprichten van een forecasting service voor kleinere organisaties. Omdat veel MKBers niet voldoende werk hebben voor een gehele forecasting/data science afdeling, zou het een optie kunnen zijn om dit met meerdere MKBers te bundelen in een coöperatie. Zo worden de kosten gedeeld en wordt er sneller kennis opgebouwd.

Tot slot zouden de kennisinstellingen en specialisten uit het werkveld gezamenlijk een training over forecasting kunnen ontwikkelen voor planners. In deze training krijgt de planner vaardigheid met verschillende methoden en datasets om forecasts te maken en leert de planner hoe forecasts intelligenter gemaakt kunnen worden. Een tip van Philip Tetlock, forecasting professor uit Amerika, is om hierin ook uit te leggen hoe de accuraatheid (accuracy) van forecasts gemeten kan worden. Alleen dan zal de forecast in de loop van de tijd beter worden.

II. Transparantie in supply chain

De innovatie

Het transparant krijgen van data met partners in de supply chain, waarbij iedereen inzicht heeft in deze data. Hierbij wordt er ook informatie en/of een proces gedeeld over hoe de data geïnterpreteerd moet worden en wat de spelregels zijn voor het gebruik van de data.

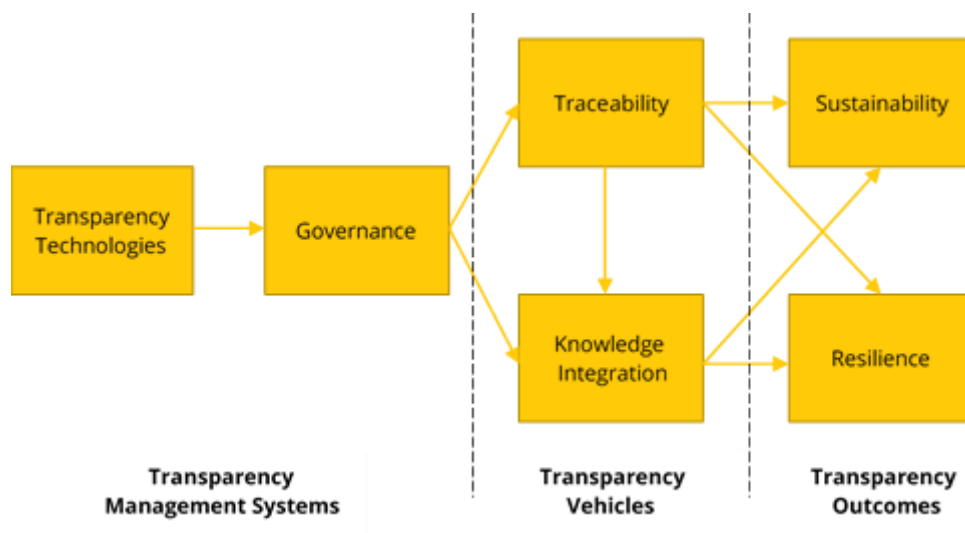


Figuur 4: Resultaten van Transparantie in supply chain

Trends in de wetenschap

In de wetenschap zijn de afgelopen jaren verschillende aspecten van en benodigdheden voor supply chain transparantie bestudeerd [4] (zie Figuur 5). Hieruit is geleerd dat nieuwe technologieën een belangrijke rol kunnen spelen om de transparantie te vergroten, zoals RFID, de 'Internet-of-Things' (IoT) en blockchain. Maar, technologieën voor transparantie en traceability alleen zijn niet voldoende. Pas als de governance en routines om kennis te delen en gezamenlijk te leren in place zijn, kan de transparantie ingezet worden om een duurzame en robuuste supply chain te realiseren.

Hoewel het onderwerp dus uitgebreid is onderzocht, vraagt de steeds toenemende complexiteit van supply chains en de onvoorspelbare veranderingen in de omgeving naar verder onderzoek op dit gebied. Zo moet onderzoek op transparantie technologieën zoals IoT en blockchain niet alleen toegespitst zijn op kostenoverwegingen, maar ook op hoe deze systemen extra informatieve waarde kunnen creëren en een drijvende kracht kunnen worden achter het concurrentievoordeel van organisaties die besluiten in de implementatie ervan te investeren. Ook zou toekomstig onderzoek kunnen nagaan hoe deze opkomende technologieën, naast het verzamelen, verwerken en delen van data, gebruikt kunnen worden om het reactievermogen en de veerkracht van de keten te vergroten.



Figuur 5: Framework voor supply chain transparantie [4]

Aanbod in de markt

Er zijn verschillende niveaus waarop transparantie gerealiseerd kan worden. Zo faciliteren logistiek dienstverleners bijvoorbeeld tussen een leverancier en een klant waar een verzending zich bevindt en wanneer het verwacht wordt te arriveren. Ook zijn er veel voorbeelden waarin een of meerdere leveranciers inzicht hebben in data van een of meerdere klanten, en andersom. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het koppelen van elkaars IT-systemen, maar ook door data te delen op een gezamenlijke cloud.

Het wordt complexer als het gaat om het creëren van transparantie over een gehele supply chain heen, maar ook hier is de markt recent stappen in aan het zetten². Zo wordt blockchain op dit moment bijvoorbeeld getest om in een decentraal netwerk met >1.000 leveranciers grondstoffen door de gehele supply chain te volgen. Technologie leveranciers en consultants helpen graag met het bij elkaar brengen van de partijen (als er geen dominante partij in de supply chain is, kan een externe facilitator helpen), het ontwikkelen en implementeren van de technologie, het visualiseren van de data en het analyseren van verbetermogelijkheden.

Kansen voor open innovatie

Transparantie is alleen nuttig als je ook iets met de informatie kunt doen. Daarom is het Smart Connected Supplier Network³ (SCSF) bezig om een datastandaard te ontwikkelen voor het high-tech netwerk in Nederland, waardoor alle bedrijven binnen het netwerk data – zoals technische product data – met elkaar kunnen delen.

Ook zouden organisaties met soortgelijke supply chains gezamenlijk kunnen onderzoeken – met de hulp van wetenschappers en leveranciers – hoe blockchain, gezamenlijke clouds of IoT ingezet kan worden voor hun supply chain. Dit omvat niet alleen de technische specificaties, maar ook hoe de governance en routines eromheen goed ingericht kunnen worden.

² Kijk bijvoorbeeld ook eens op <https://open.sourcemap.com/maps/604bef0db849ac9371f6af20> om te zien waar de grondstoffen voor een schoen vandaan komen en verwerkt worden.

³ Voor meer informatie hierover, zie <https://smart-connected.nl/>.

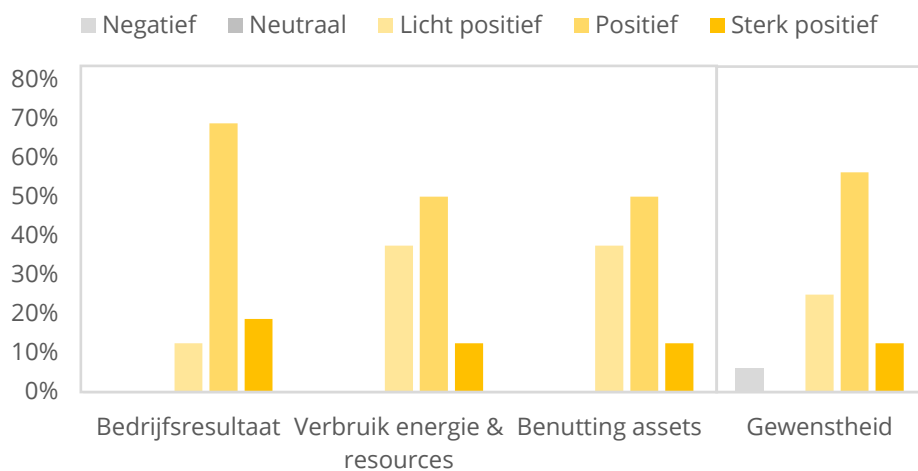
III. Data-gedreven planning & Nieuwe databronnen gebruiken

De innovaties

Data-gedreven planning: *Het gebruiken van (real-time) data voor het maken en aanpassen van planningen. Het plannen op basis van deze data gebeurt met specifieke software, zoals APS systemen, die om kan gaan met het volume, de variety en de velocity van de data.*

Nieuwe databronnen gebruiken: *Het verzamelen van extra data uit nieuwe databronnen, waaronder sensoren (IoT), publieke databases, databases van supply chain partners, app data van consumenten, etc. om te gebruiken in de planningen.*

Resultaten Survey: Data-gedreven planning



Figuur 6: Resultaten van Data-gedreven planning

Trends in de wetenschap

Door de toegenomen aandacht voor de prestaties van de hele keten wint de big data-gedreven besluitvorming aan belang bij proces verbetering, het beheer van logistieke activiteiten, beter voorraadbeheer en kostenoptimalisering. Deze behoefte heeft de interesse van onderzoekers de afgelopen jaren aangewakkerd. Met nieuwe technologieën is het erg makkelijk geworden om data te verzamelen met veel volume, variatie en snelheid.

In de logistiek zijn er bijvoorbeeld verschillende bronnen waarmee data wordt gegenereerd. Sociale netwerken, websites, mobiele apps, GPS, telematica, RFID, bedrijfsdata, verkeersdata, weerinformatie, voertuiglocatie data, pallets, cases, en dragers (trailers, schepen, treinwagons) met RF-tags, zijn allemaal voorbeelden hiervan die in de literatuur genoemd worden [5]. Data uit deze bronnen worden in de logistiek bijvoorbeeld gebruikt voor het optimaliseren van de routeplanning, het optimaliseren van tanken, prijsonderhandelingen, het minimaliseren van wachttijden en het optimaliseren van onderhoudsmomenten [5].

Tot op heden werd er in het big data model met name gekeken naar de drie V's, de eigenschappen Volume, Variety en Velocity. Het huidige onderzoek richt zich ook op de volgende twee V's: Veracity en Value [5]. Ook richt de wetenschap zich op hoe data het planningsproces kan transformeren – van een supply chain die in silo's gepland wordt naar een meer holistisch proces dat de grenzen van organisaties overschrijdt [6].

Aanbod in de markt

De markt kan zowel helpen bij het beschikbaar krijgen van de data en bij het analyseren van deze data. Zo kunnen leveranciers bijvoorbeeld helpen bij het (verder) ontwikkelen van een app voor consumenten, bij het installeren van sensoren, bij het inrichten van de database(s) en bij het leggen van de connectiviteit. Op al deze vlakken vindt momenteel volop innovatie plaats – sensoren zijn in ontwikkeling, connectiviteit is in ontwikkeling, opslag van data is in ontwikkeling, etc. – dus ga hierin vooral op zoek naar een innovatieve partner.

Ook vindt er momenteel veel innovatie plaats in big data software (zoals Hadoop) en APS (Advanced Planning and Scheduling) software, waardoor de mogelijkheden om met real-time data – met hoge volumes, variety en velocity – om te gaan toenemen. Daarnaast zijn er verschillende leveranciers die aanbieden om een op-maat-gemaakte data-gedreven planningstool voor je te ontwikkelen. Zo hebben we eerder dit jaar bijvoorbeeld in de workshops mooie toepassingen gezien van tools voor personeelsplanning en taxiplanning.

Kansen voor open innovatie

Veel innovatie op dit gebied kan dus al gedaan worden met marktpartijen. Waar liggen dan nog kansen voor open innovatie? Bijvoorbeeld in het ontwikkelen van methoden om publieke data – die voor iedereen toegankelijk zijn – in planningen te verwerken⁴. Ook kunnen er open innovatieprojecten gestart worden binnen een supply chain of supply netwerk, met als doel om gebruik te kunnen maken van dezelfde data in de planningen.

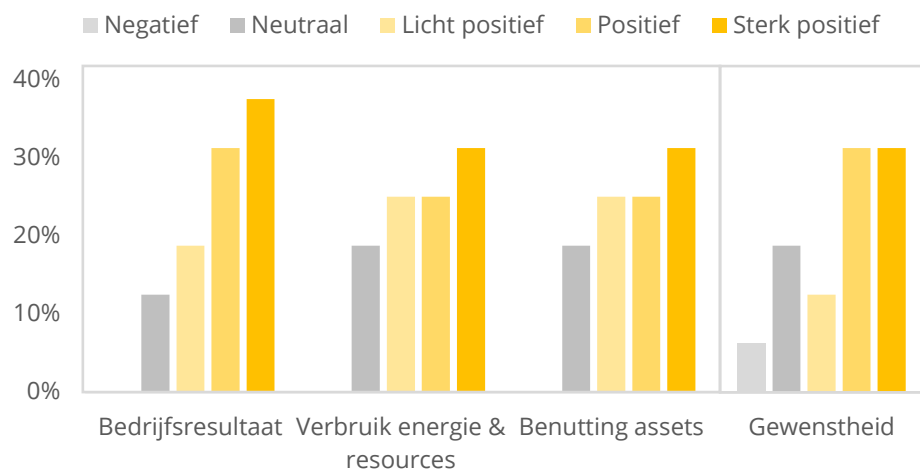
⁴ Een mooi voorbeeld hiervan is de Digitale Atlas van Noord-Brabant, waarin allerlei publieke databronnen uitgelezen en gevisualiseerd worden. Voor meer informatie, zie de whitepaper: https://www.lcb.nu/_entity/annotation/0e6577d8-5b1e-8845-b0be-4646028149ce.

IV. Collaborative planning

De innovatie

Gezamenlijk plannen met verschillende afdelingen en/of over de grenzen van bedrijven heen (bijvoorbeeld samen met klanten/leveranciers of met concullega's), waarbij de planners samen zitten en hun data delen.

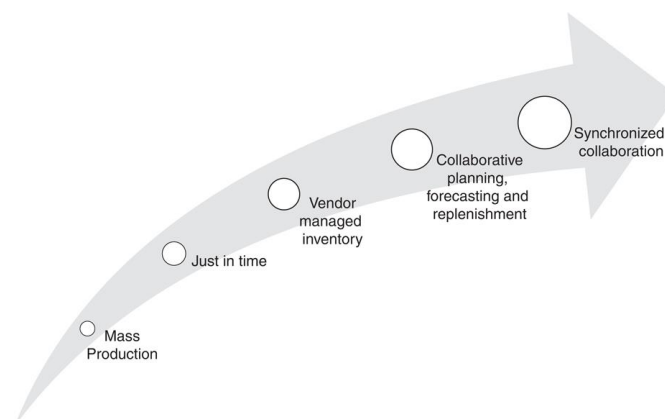
Resultaten Survey: Collaborative planning



Figuur 7: Resultaten van Collaborative planning

Trends in de wetenschap

Wetenschappelijk onderzoek toont aan dat supply chain collaboration (samenwerking) een aanzienlijke invloed kan hebben op de prestaties van de keten [7]. Je ziet dan ook in de literatuur een evolutie van collaboration technieken: van Just-in-time naar Vendor managed inventory, Collaborative planning, forecasting and replenishment (CPFR) en Synchronized collaboration [8]. CPFR is een samenhangend geheel van bedrijfsprocessen waarbij handelspartners informatie, gesynchroniseerde prognoses, risico's, kosten en baten delen met de bedoeling de algemene prestaties te verbeteren door gezamenlijke planning en besluitvorming. Op die manier verbetert CPFR de zichtbaarheid van de klantvraag en stemt het vraag en aanbod op elkaar af [9].



Figuur 8: Evolutie van Collaborative planning [8]

In de komende jaren gaat verder onderzoek uitgevoerd worden naar de integratie van CPFR met andere collaboration initiatieven, zoals VMI en S&OP, en de wijze waarop ondernemingen het meest geschikte collaboration initiatief voor hun supply chain kunnen kiezen. Ook gaat gekeken

worden naar hoe de samenwerking uitgebreid kan worden van een schakel (1st-tier klant/leverancier) naar meerdere schakels in de supply chain en of dezelfde samenwerkingsvormen (die met name onderzocht zijn in de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk) ook werken in andere delen van de wereld, bijvoorbeeld met Aziatische bedrijven [8].

Aanbod in de markt

Een aantal elementen zijn essentieel voor een succesvol gezamenlijk plannen. Het begint bij onderling vertrouwen en management commitment, alleen dan kan er een setting ontstaan waarin men bereid is data te delen en op zoek te gaan naar een gezamenlijk optimale planning. Vervolgens moet er samen een structuur, een systeem en een proces ingericht worden. Dit is geen gemakkelijk traject. Verschillende consultants bieden daarom aan om het inrichten van de collaborative planning – als onafhankelijke derde partij – te begeleiden. Niet alleen hebben zij vanuit hun ervaring al een beeld van hoe een succesvolle samenwerking eruit kan zien, ook kunnen zij als proces facilitator ervoor zorgen dat aan alle belangrijke voorwaarden wordt voldaan.

Daarnaast zijn er verschillende leveranciers voor de software die gebruikt wordt in collaborative planning processen. Ook hier zijn standaard IBP en APS pakketten beschikbaar, maar is het ook mogelijk een tool op maat te laten maken. Tevens zijn er in de markt een aantal platforms beschikbaar, zoals Compose⁵ en Stockspots⁶, waarin vraag en aanbod in een horizontale samenwerking gematcht kunnen worden.

Kansen voor open innovatie

Op dit moment is er nog geen algemene richtlijn voor organisaties hoe ze collaborative planning intern en/of met hun ketenpartners in kunnen richten. Hier ligt een kans voor open innovatie. Zo is er in het Asset Management vakgebied bijvoorbeeld met een groep van 50 organisaties de ISO 55000 standaard ontwikkeld, waarin omschreven wordt welke structuren, processen en systemen een organisatie in place moet hebben om hun fysieke assets goed te beheren. Deze standaard heeft vervolgens talloze organisaties geholpen om hun eigen asset management vorm te geven.

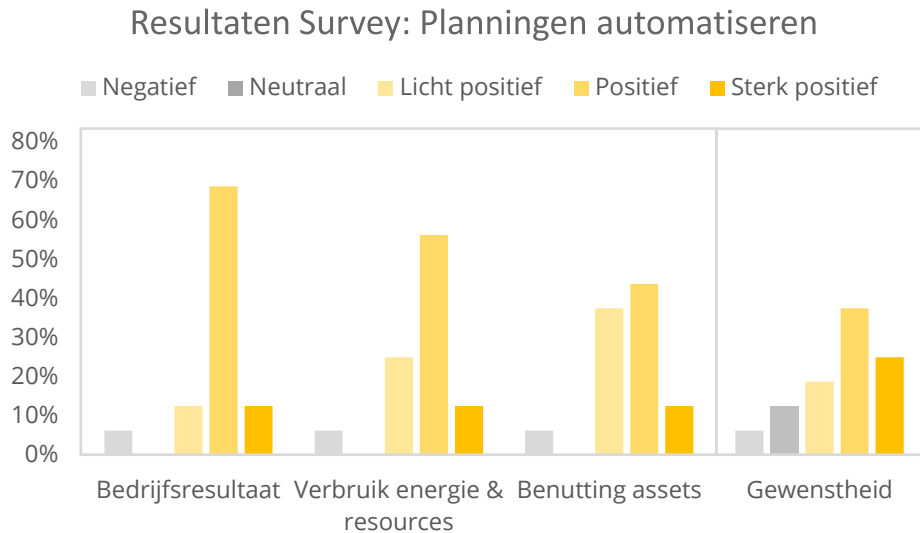
⁵ Dit platform is ontwikkeld door evofenedex voor horizontale samenwerking tussen logistiek dienstverleners. Voor meer informatie, zie <https://www.supplychainsamenwerking.nl/>.

⁶ Stockspots is een platform waarop logistiek dienstverleners en verladers ruimte kunnen huren binnen een bestaand magazijn. Voor meer informatie, <https://www.stockspots.eu/>.

V. Planningen automatiseren

De innovatie

Het automatiseren van (een deel van) de handelingen van planners met algoritmes en/of heuristieken (vuistregels) zodat planners meer tijd hebben om zich met exceptions en scenario analyses bezig te houden.



Figuur 8: Resultaten van Planning automatiseren

Trends in de wetenschap

Er zijn in de wetenschap al allerlei planningsalgoritmes ontwikkeld voor bijvoorbeeld route-planning, productieplanning en voorraadbeheer. Deze klassieke planningsalgoritmes vereisen in veel gevallen volledige kennis over een deterministisch, statisch, eindig systeem met beperkte doelen en impliciete tijd. De afgelopen jaren is het onderzoek naar geautomatiseerde planning zich aan het afscheiden van deze beperkingen, mede mogelijk gemaakt door een verhoogde processing capacity van computers en ontwikkelingen in de efficiëntie van algoritmes [10]. Op dit moment wordt er met name onderzoek gedaan naar artificial intelligence methoden om planningen te automatiseren, waaronder deep learning⁷ en reinforcement learning. De verwachting is dat de mogelijkheden voor het ontwikkelen van slimme geautomatiseerde planningen met behulp van artificial intelligence in de komende jaren nog sterk toe gaan nemen [11].

Tegelijkertijd is er een stroming binnen de wetenschap die ervan overtuigd is geraakt dat (a) het plannen en (b) het opvolgen van de planning niet als losse activiteiten gezien kunnen worden. Zij beargumenteren dat zowel het plannen als het opvolgen als bewust gedrag moeten worden bestempeld en dat beiden daarom meegenomen moeten worden in het algoritme [12]. Het werk in dit gebied is nog in een beginnend stadium, maar de algoritmes die deze stroom voorstelt zien er veelbelovend uit – de verwachting is dat deze betere resultaten gaan genereren dan de klassieke en reinforcement planning algoritmes [13].

⁷ Een technologie die in de vroege jaren '00 werd onderzocht, op dat moment niet verder kwam, maar later opgepakt door Google Deepmind en problemen overwonnen waarvan veel AI-onderzoekers verwachtten dat ze onopgelost zouden blijven.

Aanbod in de markt

Momenteel zie je hierin grofweg twee stromingen binnen de markt. De ene stroming leveranciers biedt aan een op-maat-gemaakte planningstool voor je te ontwikkelen, waarin samen gekeken wordt welke handelingen door de tool zelf uitgevoerd kunnen worden en welke (eerst nog) door de planners uitgevoerd moeten worden. Een andere, recentere stroming levert software die vrij eenvoudig door de gebruiker te specificeren is – je hoeft enkel de randvoorwaarden en planningsregels op te geven – en die vervolgens automatisch een planning kan genereren. Beide stromingen maken zowel gebruik van eenvoudige planningsregels (als dit, dan dat), maar er zijn steeds meer leveranciers die ook beslissingen automatiseren op basis van artificiële intelligentie. In de planningsworkshops zijn hier bijvoorbeeld mooie voorbeelden van langsgelopen over personeelsplanning en taxiplanning.

Kansen voor open innovatie

Wij zijn recent geïnspireerd geraakt door een tafeltennisrobot⁸ die leest hoe zijn tegenstander speelt (door sensoren in het tafeltennisbatje), zijn spelniveau aanpast aan de tegenstander en gebruikt kan worden om de tegenstander te trainen (bijvoorbeeld door vaak ballen te spelen waar je moeite mee hebt). Op basis van deze technologie hebben ze vervolgens een productierobot ontwikkeld, die de handelingen van een operator leest, analyseert hoe die handelingen relateren met de snelheid en kwaliteit van productie en tips geeft aan de operator hoe hij of zij de snelheid en kwaliteit kan verhogen.

In gesprekken die we hebben gehad met wetenschappers en consultants, zien wij ook de mogelijkheden voor een dergelijke (software) robot voor planners. Deze robot kan getraind worden door de meest ervaren planners van je organisatie (en enkele maanden/jaren aan planningsdata) en vervolgens ingezet worden om een deel van hun handelingen te automatiseren en minder ervaren planners tips te geven over hoe zij beter kunnen plannen.

⁸ Zie bijvoorbeeld https://www.youtube.com/watch?v=kZzL2rDNSjk&ab_channel=TableTennisDaily.

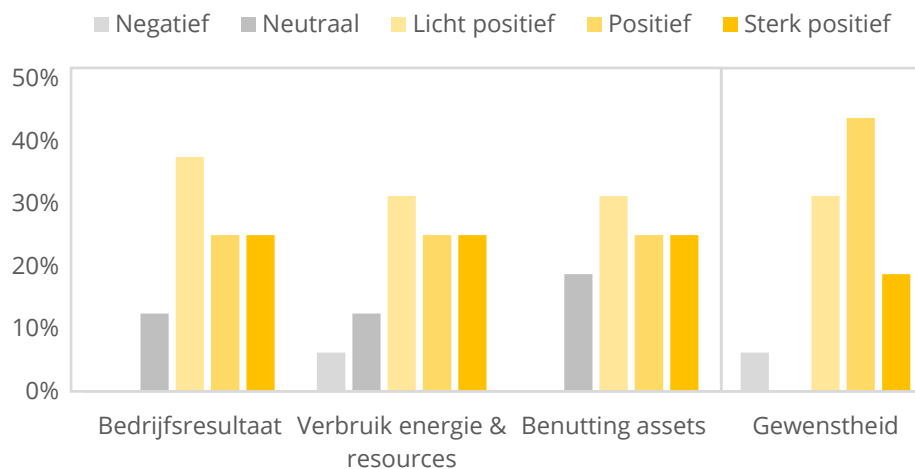
VI. Samenwerking mens en computer/AI

De innovatie

Samenwerking mens en computer: *Het verbeteren van de samenwerking tussen mens en computer, waarbij goed wordt afgestemd wie welke taken heeft en wanneer de mens de computer mag overrulen. Ook wordt de interface (HMI) zodanig ingericht dat de mens het snel begrijpt en hier goed mee overweg kan.*

Samenwerking mens en AI: *Verbeterde samenwerking tussen mens en AI, waarbij de AI meer leert van de mens en de resultaten vanuit het AI inzichtelijker zijn en beter vertrouwd worden door de mens.*

Resultaten Survey: Samenwerking Mens en computer



Figuur 10: Resultaten van Samenwerking mens en computer

Trends in de wetenschap

Volgens recent onderzoek is het aanvullen van menselijke sterkte punten met nieuwe technologieën een van de belangrijkste beloften van de *Industry 4.0* revolutie [14]. Besluitvormingsprocessen zullen vooral een combinatie van menselijk oordeel en algoritmen zijn. Zelfs met de constante verbetering van AI-planning systemen, zullen ze nog steeds een mate van menselijke betrokkenheid nodig hebben om kwaliteit te garanderen. Literatuur op het gebied van *human-computer interaction* (HCI) toont dat afhankelijk van individuele of contextuele factoren, de effectiviteit van samenwerking sterk kan verschillen tussen gebruikers, systemen en organisaties.

In het onderzoeksproject van de TU/e, *The AI planner of the future*, identificeren ze 4 niveaus van autonomie (monitor, control, optimize en automate – gebaseerd op de vijf niveaus van zelfrijdende auto's [15]) en beargumenteren ze dat het hoogste niveau niet altijd optimaal is. De verwachting is dat, ook in de toekomst, planning een hybride activiteit van de mens en de computer blijft [16]. In dit project wordt met behulp van 10 PhD studenten onderzoek gedaan naar verschillende toepassingen van AI in verschillende supply chains, waarbij de doelen o.a. zijn om deze AI-toepassingen verder te ontwikkelen en een beter beeld te krijgen van hoe de mens en computer hierin optimaal samen kunnen werken.

Aanbod in de markt

Wat ons hier opvalt is dat verschillende leveranciers, zowel de leveranciers van standaard pakketten als de leveranciers van op-maat-gemaakte planningssystemen, in de gesprekken heeft

benadrukt dat een goede implementatie van de systemen ontzettend belangrijk is, met name zodat de mens goed samen gaat werken met het systeem. Zij geven aan dat het belangrijk is dat de mensen aan de voorkant betrokken zijn bij het ontwerp van het systeem, dat mensen goed leren werken met het systeem en dat mensen graag willen werken met het systeem. De leveranciers van standaard pakketten verzorgen hier zelf trajecten voor of doen dit samen met partners, de leveranciers van op-maat-gemaakte pakketten begeleiden dit traject vaak zelf.

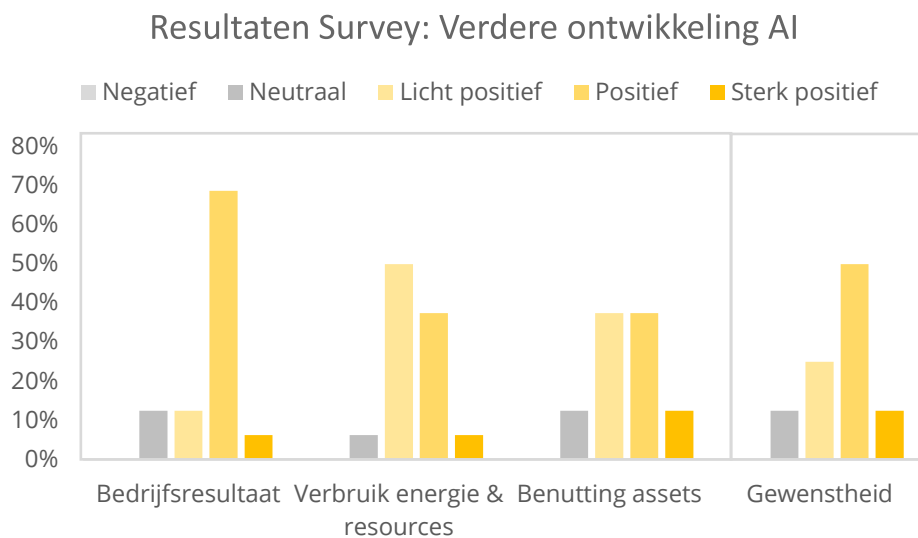
Kansen voor open innovatie

Op dit moment liggen er goede kansen om aan te haken bij het onderzoeksproject van de TU/e: The AI planner of the future. Samen met het European Supply Chain Forum (ESCF), Eindhoven Artificial Intelligence Systems Institute (EAISI), TKI Dinalog en Logistics Community Brabant (LCB) worden organisaties gezocht die graag betrokken willen zijn bij het onderzoek van een of meerdere van de 10 PhD studenten. In deze projecten worden AI-planningstools, forecasting tools, richtlijnen voor data en richtlijnen voor samenwerking tussen mens en computer ontwikkeld. Het is een wetenschappelijk project, dus de tools en richtlijnen die ontwikkeld worden, zijn in veel gevallen relevant voor een grotere groep organisaties. Daarnaast worden de resultaten van de onderzoeken gedeeld met de organisaties die zijn aangesloten bij bovenstaande organisaties.

VII. Verdere ontwikkeling AI

De innovatie

Verdere technische ontwikkeling van Artificial Intelligence (computer science), zoals verbeterde en begrijpelijke (understandable) algoritmes voor patroonherkenning, beeldherkenning, schaken, etc.



Figuur 11: Resultaten van Verdere ontwikkeling AI

Trends in de wetenschap

Doorbraken op het gebied van rekenkracht hebben de groei en complexiteit van AI-toepassingen mogelijk gemaakt. Uit een recente literatuur studie [11] komt naar voren dat er nog grote verschillen zijn tussen hoe vaak de verschillende beschikbare AI-technieken worden toegepast. De meest voorkomende AI-techniek op het moment is artificial neural networks. Deze kunnen worden toegepast op veel verschillende categorieën van problemen zoals patroonclassificatie, benaderingen, optimalisatie, clustering, proces controle, voorspelling, etc. Andere veelgebruikte technieken zijn fuzzy logic, agent-based systems, genetic algorithms, data mining en swarm intelligence.

Er zijn ook AI-technieken die minder of zelfs geen aandacht hebben gehad van supply chain management onderzoekers, terwijl ze erg geschikt zouden zijn hiervoor [11]. Een daarvan is natural language processing (NLP): computer programma's die menselijke (natuurlijke) taal als input nemen en kunnen verwerken. Door middel van NLP interfaces kan bijvoorbeeld de samenwerking tussen mens en machine sterk verbeterd worden. Andere belangrijke onderzoeksthema's de komende jaren zijn om te kijken naar het gebruiken van AI in combinatie met andere Smart Industry technologieën, zoals de Internet of Things en blockchain, en naar manieren om inzicht te geven in hoe algoritmes tot hun uitkomsten komen – understandable AI [11].

Aanbod in de markt

Op dit gebied gebeurt veel. Aan de ene kant zie je dat wetenschappers en developers van grote bedrijven – zoals Google en IBM – volop bezig zijn om de fundamenteën van AI-technieken verder te ontwikkelen. Aan de andere kant komt er juist ook veel ontwikkeling vanuit een groot aantal kleine organisaties en vanuit teams die deelnemen aan hackathons. Gezamenlijk zorgt deze groep

ervoor dat er nieuwe, betere en efficiëntere algoritmes ontwikkeld worden, die vervolgens door een of meerdere marktpartijen (of studenten⁹) omgezet kunnen worden in een toepassing van AI.

Kansen voor open innovatie

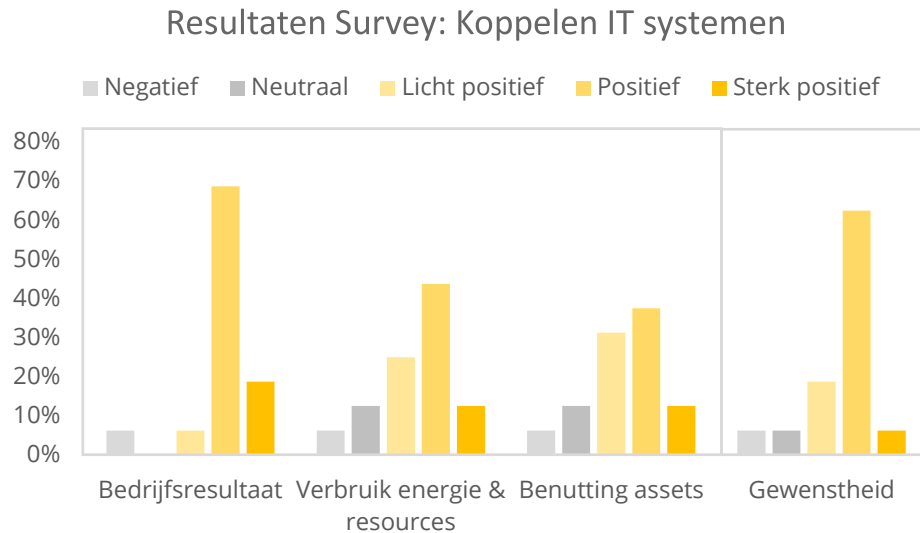
Als verschillende organisaties eenzelfde planningsvraagstuk hebben dat nog niet met de huidige algoritmes opgelost kan worden, is het ook een mogelijkheid hier gezamenlijk een hackathon voor te organiseren. Hackathons – een competitie van een of meerdere dagen waarin teams van data scientists en programmeurs de beste oplossing voor een probleem proberen te vinden – helpen om in korte tijd nieuwe, kansrijke algoritmes te creëren. De kans is aanwezig dat hier nog niet een kant-en-klare oplossing uit komt, maar daar kunnen leveranciers vervolgens mee helpen.

⁹ Het MKB datalab van JADS (<https://www.jads.nl/mkb-datalab-100th-project-partner/>) biedt bijvoorbeeld voor bedrijven aan om met een of meerdere Data Science studenten een vraagstuk op te lossen.

VIII. Koppelen van IT-systemen

De innovatie

Het koppelen van IT-systemen binnen de organisatie (of tussen organisaties) om ervoor te zorgen dat data up-to-date wordt gehouden, dat er één centrale (gestandaardiseerde) versie van de data is en dat de juiste personen eenvoudig bij deze data kunnen.



Figuur 12: Resultaten van Koppelen IT systemen

Trends in de wetenschap

Traditioneel gezien implementeren organisaties informatiesystemen om interne bedrijfsproblemen op te lossen. Als gevolg daarvan ontstonden er verschillende eilanden van IT-systemen. In de loop der jaren zien organisaties meer noodzaak om gedateerde systemen te integreren met nieuwe technologieën. De meest voorkomende vorm van behoefte aan systeem integratie is data integratie. De literatuur suggereert dat dit voorkomt uit het feit dat gebruikers toegang hebben tot een groot aantal databases, die soortgelijke gegevens bevatten, maar dat overdracht van data tussen deze databases erg beperkt is [17].

Er gebeurt op dit moment onderzoek naar verschillende aspecten die bijdragen aan de beschikbaarheid van data, zoals data kwaliteit (wat is data kwaliteit, hoe kan dit bevorderd worden), data standaarden (die het makkelijker maken om data van anderen te gebruiken), nieuwe en efficiënte manieren van data opslaan (denk bijvoorbeeld aan cloud databases en blockchains) en manieren om om te gaan met de grote hoeveelheden data die bijvoorbeeld door sensoren worden gegenereerd (zoals edge computing).

Aanbod in de markt

Bij het koppelen van IT-systemen is het uiteraard belangrijk om dit vanaf het begin meteen goed in te regelen – daar helpen de leveranciers van de systemen je graag bij – maar ook om dit in de loop van de tijd up-to-date te houden bij wijzigingen in systemen. Andere hardware, software updates, veranderingen in data en nieuwe pakketten kunnen ervoor zorgen dat de koppelingen uit het verleden niet meer functioneren en/of er nieuwe koppelingen nodig zijn. In veel gevallen wordt de IT daarom intern beheerd door een eigen IT-afdeling, maar er zijn ook leveranciers die aanbieden het IT-management van je over te nemen.

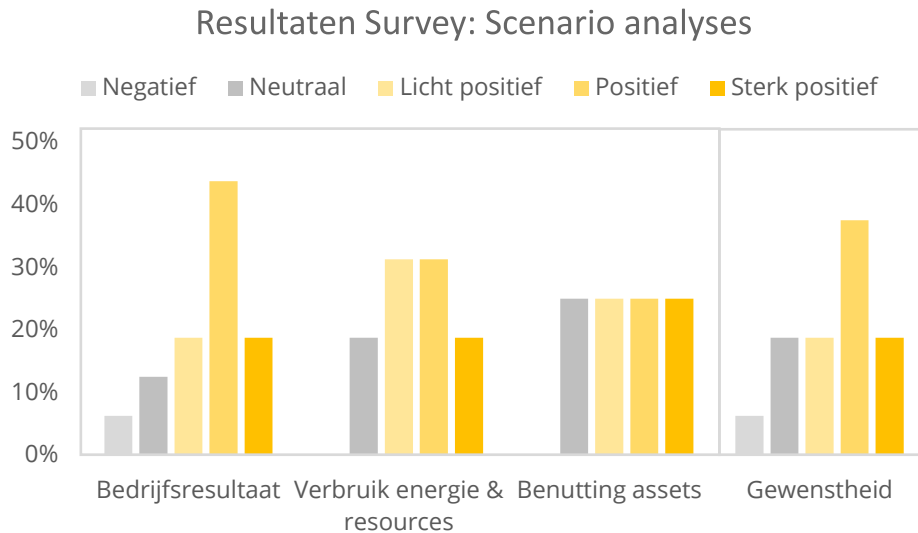
Kansen voor open innovatie

De kansen voor open innovatie sluiten hier sterk aan bij de kansen voor het verbeteren van de transparantie in de supply chain (II). Het kan heel interessant zijn om binnen een supply chain te onderzoeken hoe de IT-systemen efficiënt aan elkaar gekoppeld kunnen worden en welke richtlijnen er nodig zijn om dit goed te laten functioneren. Als hier binnen één supply chain een goed format voor gevonden is, kan deze ook gedeeld worden met andere, soortgelijke supply chains. Ook het gezamenlijk afstemmen van een data standaard, zoals het Smart Connected Supplier Network (SCSF) beoogt, helpt om de IT-systemen efficiënt aan elkaar te kunnen koppelen.

IX. Scenario analyses

De innovatie

Planningstools ontwikkelen en/of uitbreiden waarmee het mogelijk is op een eenduidige manier scenario en what-if analyses uit te voeren, bijvoorbeeld ter ondersteuning van besluitvorming bij S&OP vraagstukken (t/m 2 jaar).



Figuur 13: Resultaten van Scenario analyses

Trends in de wetenschap

Het gebruik van scenario analyses in planning is de laatste jaren sterk toegenomen. Onderzoek toont aan dat scenarioplanning technieken met name gebruikt worden als de bedrijfsomgeving onzeker, onvoorspelbaar en instabiel is [18]. Omdat de snelheid van technologische innovatie en onzekerheid in verschillende marktsectoren toeneemt, is het identificeren van toekomstige trends voor veel organisaties belangrijk. Ook heeft onderzoek laten zien dat de organisaties die zich bezig houden met scenario planning, succesvoller zijn in het realiseren van innovatie [19].

Bij conventionele scenario planning wordt gekeken naar toekomstige situaties voor een horizon van drie tot meer dan 30 jaar [20]. Echter hebben disrupties in de afgelopen vijf jaar (zoals de Brexit, een verslechterde VS-China relatie en de corona pandemie) geleid tot scenario planning met kortere tijdschema's en andere methoden dan in het verleden. Scenario planning is sneller en frequenter geworden, waarbij scenario's niet meer alleen jaarlijks bekeken worden, maar ook gebruikt worden bij wekelijkse besluitvorming.

Aanbod in de markt

Ook hier zien we dat verschillende leveranciers van ERP systemen, planningspakketten en BI tools de mogelijkheid hebben ingebouwd tot het uitvoeren van specifieke scenario analyses. Voor wie meer of andere scenario's wil testen, zijn er verschillende leveranciers die een op-maat-gemaakte simulatie kunnen maken. Ook de mogelijkheden voor simulaties zijn de afgelopen jaren sterk toegenomen, zowel qua gemak waarmee deze gemaakt kunnen worden als de snelheid waarmee complexe processen gesimuleerd kunnen worden (door toegenomen processing capacity). Daarmee wordt het mogelijk scenario analyses niet alleen voor de strategische besluitvorming te gebruiken, maar ook voor de meer-frequente tactische besluitvorming [21].

Kansen voor open innovatie

Veel organisaties lopen tegen dezelfde externe disrupties aan, zoals geopolitieke veranderingen en schaarste van containers en grondstoffen. Het kan bijvoorbeeld interessant en nuttig zijn om met een groep organisaties verschillende scenario's in kaart te brengen en de impact hiervan op hun bedrijfsprocessen te simuleren – zowel als de organisaties niets doen en als er bepaalde maatregelen genomen worden. Dit is een proces dat zowel met soortgelijke, onafhankelijke organisaties uitgevoerd kan worden (een aantal productiebedrijven bijvoorbeeld) of met een groep afhankelijke organisaties (zoals de bedrijven in een supply chain).

Methodiek

In dit hoofdstuk staat beschreven hoe de Delphi studie is uitgevoerd. De studie heeft gelopen van januari 2021 t/m mei 2021.

Selectie deelnemers

Voor de studie zijn drie groepen specialisten gezocht en uitgenodigd: (a) planning managers/planners, (b) leveranciers/consultants en (c) wetenschappers. Bij de planning managers/planners zijn we begonnen met het uitnodigen van de deelnemers aan de eerder gegeven planningsworkshops van LCB. Om ervoor te zorgen dat de groep representatief is voor een breed pallet aan planningen (waaronder supply chain planning, productieplanning, personeelsplanning en serviceplanning) en sectoren (waaronder productie, retail, logistiek, zorg en onderhoud), hebben we hier nog gericht organisaties bij gezocht.

Bij de leveranciers/consultants hebben we dezelfde tactiek gehanteerd: de specialisten die betrokken waren bij de workshop zijn aangevuld met enkele leveranciers en consultants, waarbij is geprobeerd om zowel leveranciers/consultants voor grote organisaties en voor het MKB te betrekken. Voor de wetenschappers zijn we op zoek gegaan naar de specialisten op het gebied van planning binnen TU/e (Technische Bedrijfskunde), JADS, Tilburg University (Operations Research en Supply Chain Management).

Opzet 1e survey

De eerste stap in de Delphi studie was het ophalen van kansen en uitdagingen. In deze survey kregen de deelnemers twee open vragen: (i) wat zie jij als belangrijke innovaties waarmee de planningen van jouw organisatie/organisaties verbeterd kunnen worden in de komende 5 jaar? (ii) wat zie jij als belangrijke planningsuitdagingen voor jouw organisatie/veel organisaties op dit moment? De vraagstelling bij de planning managers/planners was gericht op de eigen organisatie, de vraagstelling bij de leveranciers/consultants/wetenschappers op een groep organisaties.

Uit deze survey zijn 296 items ontvangen. Deze items zijn door het onderzoeksteam (de auteurs van dit document, zie p.1) geclusterd in 26 planningsuitdagingen en 32 planningsinnovaties.

Opzet workshop

In de workshop op 31 maart zijn deze 32 planningsinnovaties in 32 break-out sessies van 20 minuten verder gedefinieerd. In elke break-out sessie werd eerst de input vanuit de 1^e survey besproken, waarna met de deelnemers gezamenlijk een definitie voor de innovatie werd bepaald. Vervolgens werd aan alle deelnemers gevraagd om een voorbeeld van deze innovatie uit te schrijven. Elke break-out sessie werd geleid door een van de onderzoekers en maakte gebruik van een Google Docs document, waarin de deelnemers gelijktijdig konden werken.

Tijdens twee break-out sessies zijn de besproken innovaties opgesplitst in twee verschillende innovaties, waardoor het totaal van innovaties op 34 is gekomen.¹⁰

Opzet 2e survey

In de 2^e survey zijn de 26 planningsuitdagingen en 34 planningsinnovaties gekwantificeerd. Dat wil zeggen, er is aan de deelnemers gevraagd hoeveel last hun organisatie/de organisaties waarmee

¹⁰ De resultaten van de workshop zijn uitgewerkt in een apart document, te downloaden (onder Documenten) op <https://www.lcb.nu/themas/smartindustry> of rechtstreeks via <https://www.lcb.nu/themas/smartindustry/workshop>. In dit document staan de 34 innovaties beschreven, inclusief een definitie, de voorbeelden en de items waarop deze innovatie gebaseerd is.

zij werken last hebben van de uitdagingen (5-punts Likertschaal: van sterk mee oneens tot sterk mee eens) en wat de verwachte impact en gewenstheid is van de innovaties voor hun organisatie/de organisaties waarmee zij werken (5-puntsschaal: negatief, neutraal, licht positief, positief, sterk positief). Bij de innovaties is bewust gekozen om in het spectrum meer onderscheid te maken tussen de positieve beoordelingen, zodat de deelnemers hier meer nuance in aan kunnen brengen. Dit helpt ons bij het bepalen van een nauwkeurigere ranking.

Qua impact hebben we gevraagd naar 3 aspecten: de impact op het algemene bedrijfsresultaat (financiële impact), de impact op het verbruik van energie en resources (een positieve impact is een reductie van het verbruik) en de impact op de benutting van assets (een positieve impact is een beter gebruik van de capaciteit van machines/vrachtwagens/...). In het bepalen van de ranking zijn deze scores vervolgens gemiddeld (de weging van elke factor is gelijk).

De ranking in dit document is gebaseerd op de antwoorden van 16 deelnemers (6 planning managers/planners, 5 leveranciers/consultants, 5 wetenschappers). Zoals aangegeven in de Introductie (p.1) worden de resultaten in de loop van dit jaar aangevuld door nieuwe leden van de Community van planners. Als hierdoor een verandering ontstaat in de ranking, volgt een update van het onderzoek.

Uitwerking/analyse

Tot slot zijn de resultaten van het onderzoek uitgewerkt door het onderzoeksteam in dit document. De trends van de wetenschap zijn bepaald op basis van recente review artikelen en interviews met een of meerdere wetenschappers op dit gebied. Het aanbod van de markt hebben we ingeschat met behulp van een internetonderzoek, aangevuld met de informatie die we hadden uit de eerdere planningsworkshops en gesprekken met de deelnemende leveranciers en consultants. De kansen voor open innovatie zijn door het onderzoeksteam zelf uitgedacht, gevoed door discussies met andere LCBers.

Mocht je een opmerking/vraag hebben over de methode, neem gerust contact op met Roland van de Kerkhof via kerhof.r@lcb.nu.

Referenties

1. Spiliotis, E., Makridakis, S., Semenoglou, A. A., & Assimakopoulos, V. (2020). Comparison of statistical and machine learning methods for daily SKU demand forecasting. *Operational Research*. Published.
2. Zor, K., Timur, O., & Teke, A. (2017). A state-of-the-art review of artificial intelligence techniques for short-term electric load forecasting. *2017 6th International Youth Conference on Energy (IYCE)*. Published. <https://doi.org/10.1109/iyce.2017.8003734>
3. McKinsey. (2017). *Smartening up with artificial intelligence (AI) - what's in it for germany and its industrial sector?* Geraadpleegd van <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Semiconductors/Our%20Insights/Smartening%20up%20with%20artificial%20intelligence/Smartening-up-with-artificial-intelligence.ashx%20str%209>
4. Montecchi, M., Plangger, K., & West, D. C. (2021). Supply chain transparency: A bibliometric review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, *238*, 108152.
5. Lamba, K., & Singh, S. P. (2017). Big data in operations and supply chain management: current trends and future perspectives. *Production Planning & Control*, *28*(11–12), 877–890.
6. Xu, J., Pero, M. E. P., Ciccullo, F., & Sianesi, A. (2021). On relating big data analytics to supply chain planning: towards a research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *51*(6), 656–682.
7. Shaban, A., Costantino, F., Di Gravio, G., & Tronci, M. (2019). A new efficient collaboration model for multi-echelon supply chains. *Expert Systems with Applications*, *128*, 54–66.
8. Nimmy, J. S., Chillapure, A., & Pillai, V. M. (2019). Literature review on supply chain collaboration: Comparison of various collaborative techniques. *Journal of Advances in Management Research*, *16*(4), 537–562.
9. Hollmann, R. L., Scavarda, L. F., & Thomé, A. M. T. (2015). Collaborative planning, forecasting and replenishment: a literature review. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *64*(7), 971–993.
10. Nau, D. S. (2007). Current trends in automated planning. *AI magazine*, *28*(4), 43–58.
11. Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, *122*, 502–517.
12. Ghallab, M., Nau, D., & Traverso, P. (2016). *Automated planning and acting*. Cambridge University Press.
13. Geist, E. M. (2017). (Automated) planning for tomorrow: Will artificial intelligence get smarter? *Bulletin of the Atomic Scientists*, *73*(2), 80–85.
14. Olsen, T. L., & Tomlin, B. (2020). Industry 4.0: Opportunities and Challenges for Operations Management. *Manufacturing & Service Operations Management*, *22*(1), 113–122.

15. SAE (2018, 12 December). *SAE International Releases Updated Visual Chart for Its "Levels of Driving Automation" Standard for Self-Driving Vehicles*. Geraadpleegd op 28 juli 2021, van <https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-%E2%80%9Clevels-of-driving-automation%E2%80%9D-standard-for-self-driving-vehicles>
16. Van Woensel, T. (2021). *The AI planner of the future*. European Supply Chain Forum.
17. Mohamed, N., Mahadi, B., Miskon, S., & Haghshenas, H. (2013). Information system integration: A review of literature and a case analysis. *Mathematics and Computers in Contemporary Science*, 68–77.
18. Amer, M., Daim, T. U., & Jetter, A. (2013). A review of scenario planning. *Futures*, 46, 23–40.
19. Sarpong, D., & Maclean, M. (2011). Scenario thinking: A practice-based approach for the identification of opportunities for innovation. *Futures*, 43(10), 1154–1163.
20. Joglekar, N., & Phadnis, S. (2021). Accelerating supply chain scenario planning. *MIT Sloan Management Review*, 62(2), 72–76. Geraadpleegd van <https://sloanreview.mit.edu/article/accelerating-supply-chain-scenario-planning/>
21. The Economist. (2020, 2 juli). *How to adopt the new style of scenario planning*. Geraadpleegd van <https://applied.economist.com/articles/how-to-adopt-the-new-style-of-scenario-planning>