

## **DE BUSINESS CASE ACHTER DEELCONCEPTEN IN BOUWLOGISTIEK**

A.M.R. de Vries, Hogeschool Rotterdam (RDM CoE)

J.H.R. van Duin, Hogeschool Rotterdam (RDM CoE/KCDH), Technische Universiteit Delft (TBM)

A. Sinha, Technische Universiteit Delft (TBM)

## **Samenvatting**

De deeleconomie biedt mogelijkheden voor mkb-bedrijven in de bouwlogistieke ketens om de operationele kosten te verlagen en te komen tot een duurzamere inzet van middelen. Adoptie van deeleconomie concepten wordt echter belemmerd door het bestaande business model, de concurrentiepositie van de bedrijven alsook de onduidelijke business cases van deze concepten voor de individuele partijen. Aan de hand van een simulatiemodel wordt inzicht gegeven in baten en de lasten voor de individuele partijen bij het gebruik van deeleconomie concepten. In het model worden vier deeleconomie totaaloplossingen gesimuleerd welke worden afgewogen worden op basis van de kosten, uitstoot van emissies, productiviteit, flexibiliteit en tijdsaspecten van de aanlevering. Door het simulatiemodel in te zetten als onderdeel van een serious game kan, in bijeenkomsten met partijen in de bouwlogistieke ketens, het simulatiemodel bijdragen aan bewustwording van de mogelijkheden die de deeleconomie biedt voor deze partijen.

*Sleutelwoorden: binnenstedelijk bouwen, bouwlogistiek, simulatie, model, deeleconomie*

### **1. Inleiding**

In de afgelopen jaren is veel onderzoek gedaan naar bouwlogistieke oplossingen en het toepassen van onder andere bouwlogistieke hubs. Deze oplossingen worden veelal toegepast op grote nieuwbouwprojecten op moeilijk bereikbare bouwplaatsen en worden veelal geïnitieerd vanuit grote bouwbedrijven (TNO, 2018; SUCCESS, 2017; de Vries & van Duin, 2021). MKB bedrijven in de bouwlogistieke keten hebben beperkt de mogelijkheid om zelf deze oplossingen te organiseren, onder andere doordat de kosten hiervan relatief hoog zijn en het verdienmodel onduidelijk. Eén van de mogelijkheden voor deze MKB bedrijven is het toepassen van deeleconomie concepten waarbij vooral vrachtwagens en bestelbusjes voor de aanlevering van personeel, materiaal en materieel gedeeld kunnen worden. Dit kan leiden tot lagere operationele kosten en een duurzamere inzet van de middelen. Daarnaast is één van de grote uitdagingen voor de toekomst van de bouw de toename van het binnenstedelijk bouwen en de toenemende milieueisen. Vanaf 2025 zal in grote steden in Nederland gefaseerd de zero emissie zone ingevoerd worden voor stadslogistiek (Gemeente Rotterdam, 2019; Green Deal ZES, 2014). Dit leidt tot grote investeringen van bedrijven op de middellange termijn in zero emissie voertuigen. Het delen van deze vervoersmiddelen kan een nieuw verdienmodel zijn waarmee overlappende investeringen kunnen worden voorkomen (de Vries & van Duin, 2021).

In de afgelopen twee jaar is onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden en het potentieel voor het delen van productiemiddelen in bouwlogistieke ketens, voor bouwbedrijven, transportbedrijven en toeleveranciers. Dit paper is een vervolg op een eerder verschenen paper (de Vries & van Duin, 2021) waarin tussenresultaten van dit onderzoek zijn gepresenteerd. Het doel van dit paper is het *presenteren van deeleconomie concepten in bouwlogistieke ketens en een simulatie van de baten en lasten van deze deeleconomie concepten voor de verschillende partijen*. Dit onderzoek is uitgevoerd aan de hand van

literatuuronderzoek, observaties, metingen, enquêtes en expertsessies waarin de resultaten zijn besproken en gevalideerd.

In dit artikel wordt eerst het potentieel van deeleconomie concepten in de bouwlogistieke ketens aangegeven. Vervolgens worden de deeleconomie concepten die kansrijk zijn in de bouwlogistieke keten gepresenteerd. De parameters waarop de deeleconomie concepten worden afgewogen, worden besproken en vervolgens worden de variabelen en de formules die gebruikt worden om de waarde van de parameters te bepalen behandeld. Dit leidt tot de simulatie van de verschillende deeleconomie concepten. De simulatie, de opties hierin en de uitkomsten van de simulatie worden vervolgens behandeld. Afgesloten wordt met een discussie over de simulatie en mogelijkheden voor vervolgonderzoek.

## **2. Deeleconomie potentieel**

Het delen van fysieke productiemiddelen kan prestaties in de supply chain verbeteren (Ocicka & Wieteska, 2017). Veel bedrijven hebben capaciteit in productiemiddelen over, welke in samenwerking met andere bedrijven mogelijk gedeeld kunnen worden (Wang & Liu, 2017). Dit kan leiden tot het voorkomen van overlappende investeringen en een beter gebruik van productiemiddelen (Choi, 2014). Volgens Grondys (2019) worden vooral materieel en voorraden in grondstoffen, halffabricaten en eindproducten onderbenut.

In de bouwlogistieke sector is het potentieel van het delen van productiemiddelen te verdelen naar de drie partijen in de keten, namelijk de bouwbedrijven, de transporteurs en de toeleveranciers. Bouwlogistieke oplossingen moeten voor bouwbedrijven aantoonbaar in het project terugverdiend worden. Een manier hiervoor is om de productiviteit van de bouwvakkers te verhogen. Deze productiviteit wordt momenteel geschat op 40%. Het verbeterpotentieel door inzetten van bouwlogistieke concepten kan volgens TNO (2018) 40% productiviteitsverbetering opleveren.

Met name het potentieel in het delen van bouw bestelbussen is groot. Uit literatuur, interviews en observaties is gebleken dat de bouwbusen voor circa 35% beladen zijn, met een combinatie van materiaal en materieel. Ook is gebleken dat de bouwbus gemiddeld 8 uur stil staat bij de bouwplaats. Dit betekent dat de bus overwegend alleen gebruikt wordt voor transport van en naar de bouwplaats, wat ook aangegeven wordt door Topsector Logistiek (2017). Uit gesprekken tijdens observaties is gebleken dat 30% van de bouwvakkers niet afhankelijk is van de bouwbus. Daarnaast heeft TNO (2020) berekend dat er 25% reductiepotentieel is in het aantal bewegingen van bouwbusen.

Zowel de toeleveranciers als de transportbedrijven geven aan dat de benutting van vrachtwagens verbeterd kan worden. Volgens TNO (2020) is de beladingsgraad van de vrachtwagens maximaal 50%.

In verschillende scenario's heeft TNO (2020) door het toepassen van ontkoppelpunten het potentieel van 75-90 in beladingsgraad berekend.

Ondanks het bovengenoemde besparings- en reductiepotentieel is er nog weinig animo om deeleconomie concepten toe te passen in de bouwlogistieke ketens, terwijl dit wel mogelijk lijkt te zijn en door de partijen ook zelf worden aangeduid als richting voor het oplossen van problemen in de bouwlogistieke keten. Het grootste obstakel voor deeleconomie concepten in bouwlogistiek zijn het bestaande business model, de concurrentiepositie van de bedrijven alsook de onduidelijke business cases van de deeleconomie concepten voor de partijen (de Vries & van Duin, 2021). De invoering van dergelijke concepten leidt voor elke partij in de keten tot andere trade-offs. Om tot oplossingen voor de partijen te komen, moet rekening gehouden worden met de behoeften van de verschillende partijen en met de randvoorwaarden die de aard van hun activiteiten met zich meebrengt.

### **3. Deeleconomie concepten voor bouwlogistiek**

Deeleconomie concepten in de bouwlogistieke keten kunnen betrekking hebben op de drie bouwlogistieke aanvoerstromen, namelijk: personeel, materiaal en materieel. Uit de interviews en kennissessies zijn verschillende deeleconomie concepten in kaart gebracht die mogelijk kansrijk zijn in de bouwlogistieke keten. Er zijn zes deeleconomie concepten die door meerdere partijen als kansrijk gezien worden. (1) Onafhankelijke ketenregisseur, waarbij deze partij de goederenstromen naar de bouwplaats regisseert. Dit kan een logistiek dienstverlener of een transporteur zijn of een toeleverancier of een bouwbedrijf zelf. Kosten en baten van deze oplossing hebben betrekking op informatiedeling in de keten, vooraf plannen van de toelevering en kosten van overhead. (2) White label hubs, welke door toeleveranciers, transporteurs, bouwbedrijven of een logistiek dienstverlener georganiseerd kan worden. Kosten en baten hebben betrekking op lagere voorraad op de bouwplaats en bij de leverancier, lagere uitstoot van emissies in de stad, minder transportkilometers, minder overlast in de stad, een hogere beladingsgraad naar en van de hub maar kan beperkt gebruikt worden zwaardere transporten en transporten met reeds een hoge beladingsgraad. (3) White label vrachtwagens. Met name transportbedrijven zien hierbij mogelijkheden tot bundelen, dit moet dan wel gefaciliteerd worden door de toeleveranciers. Deze oplossing leidt tot een betere beladingsgraad, lagere uitstoot van emissies, minder afgelegde kilometers maar kan een effect hebben op de levertijd naar een bouwplaats door combinatieritten. (4) Koppelen en ontkoppelen van trailers ten behoeve van het samenvoegen van lading. Deze oplossing kan aangeboden worden door transporteurs en kan leiden tot lagere uitstoot van emissies in de binnenstad en kan een effect hebben op de levertijd door het ontkoppelproces. (5) Carpooling/ shuttle bus voor personeel. Deze oplossing kan verzorgd worden door het bouwbedrijf of een personenvervoersbedrijf. Kosten en baten van deze oplossing hebben betrekking op de organisatie van een shuttle bus, organisatie van een carpooling app maar zorgt voor minder afgelegde kilometers en lagere uitstoot van emissies. (6) Delen van onderbenutte productiemiddelen via een platform. Dit

kan door verschillende partijen aangeboden worden, maar dient ontwikkeld te worden door een platform ontwikkelaar. Kosten en baten hebben betrekking op de transactiekosten voor het gebruik van het platform, aanvullende opbrengsten uit het delen van de productiemiddelen, de reductie van aanschaf hiervan en een reductie in bewegingen.

Bovenstaande deeleconomie concepten zijn op zichzelf staand en bieden geen totaaloplossing voor gezamenlijke aanvoerstromen van personeel, materiaal en materieel. Daarom zijn de oplossingen samengebracht tot vier gecombineerde deeleconomie totaaloplossingen voor aanlevering van bouwplaatsen. Deze totaaloplossingen zijn in Tabel 1 weergegeven.

*Tabel 1, overzicht totaaloplossingen en huidige situatie.*

<b>Naam van totaaloplossing</b>	<b>Materiaal</b>	<b>Materieel</b>	<b>Mensen en gereedschappen</b>
Huidige situatie	Direct vanaf leverancier	Direct vanaf leverancier	Individueel met bestelbus of auto
White label hub	White label hub	Regionale 3PL	e-bikes bij de hub
White label truck	Koppelen en ontkoppelen van trailers	Regionale 3PL	Carpooling met gereedschap
Strikte tijdsvensters	Transporteur verzamelt goederen van alle leveranciers in één keer	Regionale 3PL	Carpooling met gereedschap
Platform economie oplossing	White label hub van een logistiek dienstverlener uit een andere sector (bijvoorbeeld DHL)	Via platform	Carpooling met gereedschap

De huidige situatie betreft een situatie waarin er geen innovaties of veranderingen in de werkwijze zijn. Elke leverancier heeft zijn eigen transporteur die afzonderlijk op de bouwplaats belevt met niet volle vrachtwagens. De onderaannemers komen samen met hun gereedschap en eigen materialen in verschillende bestelbusjes naar de bouwplaats. Het materieel arriveert op de bouwplaats volgens de eisen van de aannemer.

De white label hub oplossing betreft een ontkoppelpunt dat strategisch gelegen is aan de rand van de stad en wordt beschikbaar gesteld door de gemeente of is ingericht door het bouwbedrijf of de transporteur. Vrachtwagens van leveranciers leveren materiaal op de hub dat vervolgens Just-in-Time op de bouwplaats wordt afgeleverd in een geconsolideerde levering. De onderaannemers gebruiken e-bikes die op de hub aanwezig zijn om naar de bouwplaats te reizen. Het materieel wordt geparkeerd bij

de hub en komt op de bouwplaats volgens de vereisten van het project. Een informatie coördinator is toegewezen voor het project om erop toe te zien dat aan de eisen van de bouwprojecten wordt voldaan.

In de white label truck oplossing worden twee niet-volledige vrachtwagenleveringen geconsolideerd door het ontkoppelen en aankoppelen van trailers op één enkele vrachtwagen. Deze oplossing kent grote gelijkenissen met de huidige situatie maar door bundeling daalt het aantal voertuigen en het aantal afgelegde kilometers. De onderaannemers komen op de bouwplaats door carpooling. Het materieel wordt geleverd vanuit gespecialiseerde bedrijven.

Strikte tijdsvensters is een beleidsinnovatie die door gemeenten wordt gebruikt om de toegang van voertuigen te beperken tijdens de spitsuren en kan specifiek voor een beperkte toegang in een gebied worden ingesteld, zoals gebiedscoördinatie voor bouwbevingen. Een enkel transport haalt geconsolideerde leveringen op bij leveranciers en hoeft slechts één rit te maken dankzij de betere planning die door de oplossing wordt opgelegd. De onderaannemers komen op de site via carpooling. Het materieel wordt geleverd vanuit gespecialiseerde bedrijven. Een mogelijkheid om te komen tot consolidatie is het gebruik van digitale technologie zoals Uberfreight of het gebruik van een netwerk van transporteurs, zoals Transmission. Voor het personeel is carpoolen of het nemen van het openbaar vervoer een optie.

De platformeconomie-oplossing maakt gebruik van digitale platforms die shared warehousing ruimte bieden voor de opslag van materiaal, zoals Stockspots ([www.stockspots.eu](http://www.stockspots.eu)). Deze oplossing is vergelijkbaar met de white label hub-oplossing. Het gebruik van digitale platformen die mogelijk buiten de sector liggen, kan een alternatief zijn voor de bouw-white label hub, waarbij partijen buiten de bouwlogistieke sector wellicht betere diensten of oplossingen kunnen aanbieden aan klanten tegen lagere tarieven. Het warehouse kan echter verder van de bouwplaats liggen wegens de toegankelijkheid voor andere sectoren.

#### **4. Bepaling van de parameters**

Om de trade-offs en de business cases van de gepresenteerde totaaloplossingen te kunnen vergelijken, zijn op basis van interviews en kennissessies parameters van de baten en lasten bepaald voor de partijen in de bouwlogistieke ketens. Dit is gedaan voor bouwbedrijven, transporteurs, toeleveranciers en gemeente. Belangrijke criteria voor de adoptie van oplossingen in de keten door de (MKB) bedrijven, zijn samengevat in de volgende kwantitatieve en kwalitatieve parameters:

- Kosten: omvatten transportkosten, opslagkosten, wachttijd- en handelingskosten.
- Emissies: omvat cumulatieve emissies van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> emissies.
- Tijd: Betreft de doorlooptijd voor activiteiten in de bouwlogistiek, zoals tijd voor het laden van materiaal, tijd voor het lossen van materiaal, wachttijd op een hub en wachttijd op de bouwplaats voor het lossen.

- Productiviteit: staat voor versnelling van de productietijd door een betere coördinatie in de bouwactiviteiten en een goede interne logistiek. Productiviteit wordt beschouwd als een winstgebied voor de bouwers, aangezien het leidt tot minder vertraging in het bouwproject in zijn geheel en tot lagere uitgaven voor bouwkosten.
- Flexibiliteit: kan verschillende betekenissen hebben voor de verschillende partijen. Bouwerbedrijven bestellen momenteel het materiaal en de voorraden op adhoc basis volgens het vandaag voor morgen model, maar als een oplossing succesvol moet worden geïmplementeerd, is een betere planbaarheid vereist en kan daarmee de flexibiliteit verminderen. Leveranciers zijn specialisten op het gebied van hun specifieke assortiment en staan huiverig tegenover het delen van gegevens met hun concurrenten, maar de oplossing kan met zich meebrengen dat het delen van gegevens, materiaal of materieel nodig is. Transporteurs moeten wellicht hun vrachten delen met andere concurrenten en kunnen zelfs te maken krijgen met restricties in vervoer.

## **5. Bepaling van de effecten**

Een belangrijke uitdaging van de bouwsector voor de adoptie van bouwlogistieke oplossingen is dat elk project uniek is en dat bijgevolg de operaties en de gerelateerde kosten en baten verschillend zijn (Koskela, 1992). De kosten en baten berekeningen van bouwlogistieke oplossingen zijn vooral gericht op berekeningen voor hub-oplossingen voor één specifiek project, bijvoorbeeld Merriënboer en Ludema (2016) en Janné en Fredriksson (2019). Om data voor de bepaling van de baten en de lasten van de deeleconomie totaaloplossingen te bepalen, zijn uit interviews en enquêtes kwantitatieve gegevens verzameld over de huidige bouwlogistieke activiteiten van de bouwbedrijven, leveranciers en transportbedrijven. Op de enquête kwamen 13 antwoorden van bouwerbedrijven, 3 antwoorden van leveranciers en 13 antwoorden van transportbedrijven. Gezien de lage response op de enquête, zijn de gegevens hooguit indicatief, maar zijn wel in lijn met gegevens uit de interviews. Aanvullend zijn ook cijfers uit literatuur en bestaande databases gebruikt, met name Panteia (2018), CIVIC (2016), TNO (2018; 2020), CBS (2019) en CE Delft (2016).

Om de baten en lasten te bepalen en de oplossingen met elkaar te vergelijken wordt, in navolging van Fang en Ng (2011), gebruik gemaakt van de Activity-Based-Costing benadering om de bouwlogistieke kosten te berekenen. Ook worden emissieberekeningen uitgevoerd om het milieueffect van de oplossingen te berekenen. Tabel 2 geeft een overzicht van de variabelen die gebruikt worden voor deze berekeningen. De transportkosten en -emissies worden berekend per afgelegde transportrit in termen van gemaakte kosten en aan de klanten aangerekende kosten, terwijl de behandelingskosten en wachtkosten worden berekend op basis van de tijd. De berekeningen die voor het personeel zijn gemaakt, zijn de milieu-effecten van de oplossing. De berekeningen worden uitgevoerd voor elke partij, om hiermee duidelijk inzicht te krijgen van de baten en de lasten per gesimuleerde totaaloplossing.

Tabel 2. Activity-Based-Costing variabelen.

Activiteit	Variabelen	
Bij leverancier 1 en 2	Laden van materiaal (L1, L2)	Voorraadkosten (S1, S2)
Leverancier 1 en 2 naar bouwplaats	Kosten voor vervoer naar bouwplaats (D1, D2)	Kosten in rekening gebracht voor vervoer (T1, T2)
	Aantal ritten (N1, N2)	CO <sub>2</sub> emissies (EC1, EC2)
	NO <sub>x</sub> emissies (EN1, EN2)	PM <sub>10</sub> emissies (EP1, EP2)
Van leverancier 1 naar leverancier 2	Kosten voor vervoer naar leverancier (DSH)	Kosten in rekening gebracht voor vervoer (TSH)
Bij consolidatiepunt	Lossen materiaal (UCP)	voorraadkosten (SCP)
	Laden van materiaal (LCP)	Wachttijd (WCP)
Bij bouwplaats	Wachttijd (WCS)	Lossen materiaal (UCS)
Van consolidatiepunt naar bouwplaats	Kosten voor vervoer naar bouwplaats (DCP)	Kosten in rekening gebracht voor vervoer (TCP)
	Aantal ritten (NCP)	CO <sub>2</sub> emissies (ECC)
	NO <sub>x</sub> emissies (ENC)	PM <sub>10</sub> emissies (EPC)
Personenvervoer	CO <sub>2</sub> emissies (PEC)	NO <sub>x</sub> emissies (PEN)
	PM <sub>10</sub> emissies (PEP)	

De kosten worden doorberekend aan elke partij in de keten. De transportkosten van de transporteur worden bijvoorbeeld doorberekend aan de leverancier, die ze vervolgens opneemt in de factuur van de materiaalkosten voor de bouwer. Indien het aantal afgelegde kilometers of de logistieke kosten dalen door de toepassing van just-in-time-praktijken in de keten, kunnen de operationele kosten voor alle partijen dalen.

De kosten voor vervoerders bestaan uit kosten voor het rijden van en naar terminals en wachttijden voor het lossen, laden en wachten in de rij om te worden geholpen. De kosten van de vervoerder worden bepaald met de volgende formule:

$$\text{Kosten (vervoerder)} = (L1 + D1 + WCS + UCS) * N1 + (L2 + D2 + WCS + UCS) * N2 + DSH \quad (1)$$

De kosten van de leverancier zijn de door de vervoersaanbieder gemaakte kosten verhoogd met de winstmarge voor de transporteur en de opslagkosten. De kosten van de vervoerder worden bepaald met de volgende formule:

$$\text{Kosten (leverancier)} = S1 + (L1 + D1 + WCS + UCS) * N1 + S2 + (L2 + D2 + WCS + UCS) * N2 + TSH \quad (2)$$



De kosten voor het bouwbedrijf zijn de kosten van de leverancier met daarbovenop de winstmarge van de leveranciers. De kosten voor het bouwbedrijf zijn daarmee:

$$\text{Kosten (bouwbedrijf)} = ((L1 + D1 + WCS + UCS) * N1 + S2 + (L2 + D2 + WCS + UCS) * N2 + TSH) * \text{winstmarge leveranciers} + \text{Materiële kosten} \quad (3)$$

De overige parameters van het consolidatiepunt, zoals UCP, SCP, LCP, WCP en de transportkosten van CP naar CS worden beschouwd als onderdeel van de kosten voor de organisatie van de oplossing en worden in rekening gebracht aan de partij die de oplossing voor het specifieke geval organiseert. Naast de operationele organisatiekosten zijn ook de vaste kapitaalkosten voor de organisatie van de oplossingen in de berekeningen betrokken.

## 6. De simulatie

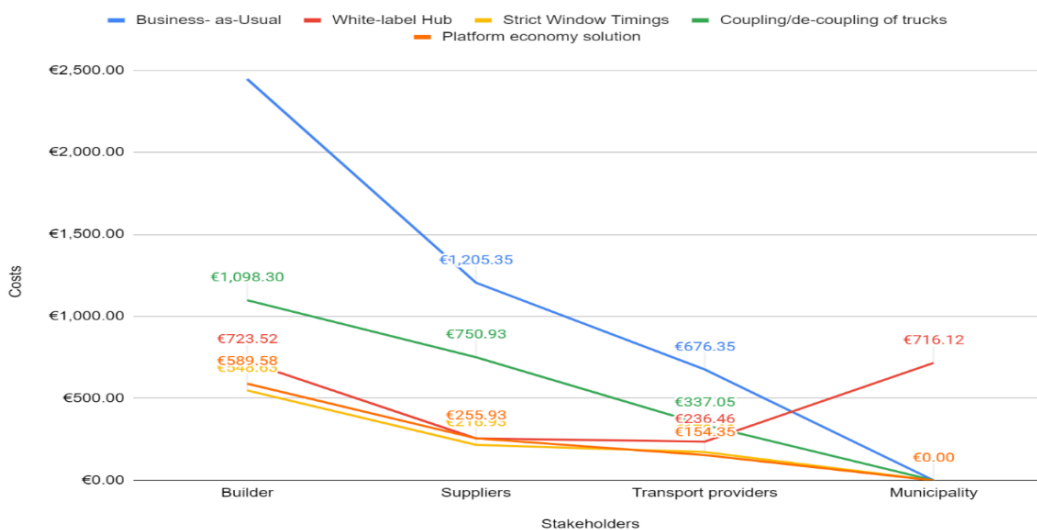
In Excel is een kwantitatief en kwalitatief simulatiemodel gebouwd. De kwantitatieve aspecten zijn de kosten en de uitstoot van emissies, uitgedrukt in CO<sub>2</sub> uitstoot. De kwalitatieve aspecten zijn inschattingen van de tijdsaspecten van de aanlevering, productiviteit en flexibiliteit.

Om de totaaloplossingen te simuleren is een fictieve, maar reële casus opgesteld. De fictieve casus betreft een klein bouwproject in de afbouwfase. De afbouwfase heeft een tijdsduur van 1 week. De volgende vier stromen zijn hierin meegenomen, namelijk:

- **Materiaal:** Gepalletiseerde goederen moeten worden opgehaald bij twee leveranciers die zich op hetzelfde industrieterrein bevinden (3 km van de bouwplaats) op trekker-opleggers (capaciteit: 33 europallets). Leverancier één levert 22 pallets, leverancier twee levert 11 pallets
- **Personeel:** drie onderaannemers moeten naar de site komen en als referentieafstand wordt P+R (Park+ Ride) genomen, dat zich op ongeveer 6 km van de bouwplaats bevindt. Van elke onderaannemer komt er één persoon naar de bouwplaats, in totaal dus drie personen.
- **Materieel:** Het materieel wordt gehuurd bij een gespecialiseerd bedrijf op 4 km afstand van de locatie. Er wordt één stuk materieel gehuurd.
- **Informatie:** betreft de informatiestroom die wordt gecoördineerd via een onafhankelijke partij die is aangesteld via de bouwer voor het project of via de gemeente voor de regio.

De simulatie wordt in drie stappen uitgevoerd. De eerste stap is een simulatie van de kosten van de vier gepresenteerde totaaloplossingen ten opzichte van de huidige situatie. Op basis van de hierboven beschreven formules is gekomen tot de kostenberekening van de simulatie en bevat niet de kosten van de aanschaf van de materialen of de huurprijs van het materieel. De simulatie betreft een berekening en toedeling van de kosten per partij. In Figuur 1 is het overzicht van de kostenopbouw weergegeven in het geval van de fictieve casus.

### Costs per solution








Figuur 1. Overzicht kostenverdeling per partij per totaaloplossingen.

In de tweede stap vindt een simulatie plaats van de kosten van organisatie van de oplossing per stroom (personeel, materiaal, materieel) en de verdeling van de kosten per partij. De kosten van organisatie kunnen gedragen worden door het bouwbedrijf, de transporteur, de gemeente, de toeleverancier of de eigenaar van een deeleconomie platform. De resultaten van de kosten van het uitvoeren van de logistieke stromen en de kosten voor de organisatie worden vervolgens opgenomen in het kostenoverzicht per partij van de totaaloplossing. Voor de gemeente zijn de baten overwegend de gereduceerde CO<sub>2</sub> uitstoot. De kosten voor de uitvoering van de logistieke stromen blijven begrijpelijkerwijs in de keten, maar de totaaloplossingen zorgen wel voor een andere verdeling en de hoogte van de kosten. Om de baten en de lasten in de keten te verdelen, is er een mogelijkheid tot het doorberekenen van cost sharing. Hiervoor zijn drie 'onderhandelingsparameters' opgenomen, namelijk: (1) hoe de kosten in euro's verdeeld worden over de partijen (toewijzing van percentage per partij), (2) reductie in materiaalkosten als het bouwbedrijf twee tot drie dagen vooraf de behoefte aan materiaal plant (in percentage) en (3) reductie in transportkosten als het bouwbedrijf twee tot drie dagen vooraf de behoefte aan materiaal plant (in percentage). De eerste parameter heeft betrekking op de directe kostenverdeling van een oplossing. De twee laatste parameters hebben betrekking op het tegengaan van last-minute afroep van materiaal, waardoor de leverancier en de transporteur efficiënter kunnen werken. De kostenverdeling is alleen te maken tussen bouwbedrijf, transporteur en toeleverancier, omdat de gemeente niet meewerkt in het operationele proces. De gemeente kan wel, zoals hierboven aangegeven, de kosten van de organisatie dragen. Ook het resultaat van de cost sharing simulatie zijn opgenomen in het kostenoverzicht per partij van de totaaloplossing.

De laatste stap is om de andere parameters mee te laten wegen in de keuze van de passende totaaloplossing, namelijk emissies, tijdsaspecten voor aanlevering, productiviteit en flexibiliteit.

Per oplossing kunnen deze parameters worden gesimuleerd. In Figuur 2 is de score op de parameters voor de white label hub oplossing getoond. Dit figuur laat zien dat deze totaaloplossing zorgt voor een daling in kosten en emissies. De emissies dalen omdat er door bundeling minder kilometers wordt gereden door vrachtwagens en bestelbusjes. De productiviteit op de bouwplaats verbetert, als gevolg van Just-in-time aflevering en organisatie als gevolg daarvan op de bouwplaats. De tijdsaspecten voor aanlevering en de flexibiliteit worden verlaagd. Het tijdsaspect voor aanlevering verlaagt omdat deze manier van aanleveren een toename van de doorlooptijd vanaf de leverancier betekent, door het extra overslagpunt. De flexibiliteit voor het bouwbedrijf wordt verlaagd omdat de aanlevering van materiaal via de white label hub plaats vindt en last minute orders vanaf de leverancier niet meer georganiseerd worden.

Parameters:

Costs	 70.00%	▼
Emissions	 73%	▼
Time		▲
Productivity	 32%	▲
Flexibility	 Low	▼

Figuur 2. Overzicht score van de parameters voor de oplossing white label hub.

## 7. Discussie

Om de business cases van deeleconomie concepten in de bouwlogistieke ketens en de trade-offs voor de partijen in de ketens inzichtelijk te maken is een simulatiemodel gebouwd. Dit simulatiemodel geeft inzicht in de kosten, emissies, tijdsaspecten van de aflevering, flexibiliteit en productiviteit van vier deeleconomie totaaloplossingen. Deze oplossingen zijn gericht op de personeel-, materieel- en materiaalstroom.

Het simulatiemodel geeft inzicht in de kostenopbouw na implementatie van de oplossing en hiermee de business case van de oplossing en de trade-offs voor de partijen. De simulatie neemt niet de initiële investeringen van de opstart mee. Juist investeringen zullen belemmeringen vormen voor de partijen om over te stappen naar dergelijke deeleconomie oplossingen, omdat hier het bestaande business model ter discussie moet worden gesteld en de positie ten opzichte van de concurrentie mogelijk verandert. Het simulatiemodel kan wel het bewustzijn vergroten voor de kansen in het business model en de mogelijkheden tonen van de oplossingen voor het aanbieden van diensten ter versteviging van de concurrentiepositie.

In het simulatiemodel zijn variabelen opgenomen om middels de Activity-Based-Costing methode de kosten voor de activiteiten toe te kennen aan de partij. De waarde van deze variabelen zijn op basis van verschillende bronnen bepaald, maar zijn hooguit indicatief. Daarnaast wordt gewerkt met een fictieve, maar reële casus. De uitkomsten van de simulatie geven daarmee een indicatie van de baten en lasten van de vier totaaloplossingen. Deze oplossingen kunnen echter per casus anders uitvallen, dit kan afhankelijk zijn van bijvoorbeeld het totale volume dat afgehandeld wordt met de oplossing en het soort en de dimensies van het materiaal. Om de totaaloplossingen dus te kunnen simuleren voor specifieke situaties, zal de casus en de waarden van de variabelen aangepast moeten worden. Het model biedt hier de mogelijkheid toe. Hierdoor zal de dataverzameling verder verrekt kunnen worden en worden de waarden van de variabelen en daarmee de uitkomst van de simulatie meer betrouwbaar. Het simulatiemodel is ontwikkeld om bewustwording te creëren van deeleconomie concepten bouwlogistieke ketens. Tijdens het onderzoek is echter gebleken dat de sector beperkt open staat voor dergelijke concepten. Het is daarom de vraag hoe het simulatiemodel ingezet kan worden om bewustwording te creëren. Dit onderwerp zal centraal staan in de vervolgstappen. Het model zal ingezet worden in de Community of Practice bouwlogistiek en de ambitie is om het simulatiemodel in te zetten als onderdeel van een serious game dat met verschillende partijen rondom een bouwopgave gespeeld kan worden.

## Referenties

- [1] CBS (2019). *Wegtransport profiteert van toegenomen bouwactiviteit*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws,2019,10,wegtransport-profiteert-van-toegenomen-bouwactiviteit>
- [2] CE Delft (2016). *De omvang van stadslogistiek*.
- [3] Choi, H. R., Cho, M., Lee, K., Hong, S. G., & Woo, C. R. (2014). *The Business Model for the Sharing Economy between SMEs*. Dong-A University.
- [4] CIVIC. (2016). *Smart Construction Logistics*. CIVIC.
- [5] Fang, Y., & Ng, S. T. (2011). *Applying activity-based costing approach for construction logistics cost analysis*. *Construction Innovation*, 11 (3), 259–281.
- [6] Gemeente Rotterdam. (2019). *Stappen richting Zero Emissie Stadslogistiek in Rotterdam in 2025*.
- [7] Green Deal ZES. (2014). *Green Deal Zero Emissie Stadslogistiek*. Den Haag
- [8] Green Deal. (2017). *Green Deal Duurzame logistiek in de bouw*. Den Haag.
- [9] Grondys, K. (2019). *Implementation of the Sharing Economy in the B2b sector*. Czestochowa University of Technology.
- [10] Panteia (2018), *Kostenontwikkelingen in het wegvervoer 2018*
- [11] SUCCESS (2017), *Business models for construction logistics optimisation and CCC introduction*.
- [12] TNO. (2018). *Duurzame Bouwlogistiek voor binnenstedelijke woning- en utiliteitsbouw: ervaringen en aanbevelingen*.
- [13] TNO. (2020, February 17). *De belofte van een duurzamere bouwlogistiek wordt langzaam maar zeker tastbaar*.
- [14] Topsector Logistiek (2017). *Gebruikers en inzet van bestelauto's in Nederland*.
- [15] Vries, A.M.R de & Duin, R. van (2021). *Deelconcepten in bouwlogistiek*. Logistiek+ nr.10, Arnhem
- [16] Wang, L., & Liu, G. (2017). *Research on Information Sharing Mechanism of Network Organization Based on Evolutionary Game*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.