

## **RADBOUD NIJMEGEN: VRUCHTEN PLUKKEN VAN SLIMME BOUWLOGISTIEK**

E.A.I. Bogers, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen / KennisDC Logistiek Gelderland

B. Schepers, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen / KennisDC Logistiek Gelderland

R. Postulart, Topsector Logistiek / Connekt

W. Ploos van Amstel, Hogeschool van Amsterdam / KennisDC Logistiek Amsterdam

S.J.C.M. Weijers, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen / KennisDC Logistiek Gelderland

## Samenvatting

Goederentransport draagt veel bij aan onze welvaart, maar anderzijds ook aan files, milieubelasting en een vol straatbeeld. Een aanzienlijk deel van dit transport is bouwgerelateerd, zowel binnen als buiten de stad. De Radboud Universiteit en het Radboud UMC zullen de komende jaren flink vernieuwd en verbouwd worden. Zij willen graag slimme bouwlogistieke concepten toepassen om de hinder en milieulast te beperken, de veiligheid te verhogen, terwijl tegelijk de (logistieke) kosten worden verlaagd. Het KennisDC Logistiek Gelderland van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen is gevraagd het Radboud hierover op basis van onderzoek te adviseren, en wordt daarbij ondersteund door het KennisDC Logistiek Amsterdam en de programmamanager bouwlogistiek van de Topsector Logistiek. De hoofdvraag in het onderzoek luidt:

*Welke lessen uit bouwlogistiek zijn mogelijk toepasbaar op de sloop- en bouwwerkzaamheden bij het Radboud?*

Allereerst is onderzocht hoe de bouwlogistieke situatie bij het Radboud zich kenmerkt. Doordat het Radboud centraal in de stad ligt en de bereikbaarheid en veiligheid voor ambulances, voetgangers, fietsers en auto's ook tijdens de bouw gegarandeerd moet worden, is er een noodzaak voor slimme bouwlogistiek. Uit interviews met betrokkenen bleek dat er ook een wil is om slimme bouwlogistieke concepten toe te passen.

Verschillende bouwlogistieke concepten zijn vanuit de literatuur geïnventariseerd en aanvullend hebben interviews met experts plaatsgevonden. Eigenschappen, voorwaarden en in de praktijk gerealiseerde voordelen zijn op een rij gezet.

Gezien de beperkte ruimte op de bouwplaats en de drukke locatie in de stad, de vele bezoekers, de vereiste bereikbaarheid (zeker ook voor de ambulance) is een combinatie van concepten het meest effectief. De bouwhub staat daarbij centraal, aangezien deze de grootste voordelen biedt én toepassing van de andere concepten mogelijk maakt. Zo kunnen op de hub delen worden geprefabriceerd, en kunnen vanaf de hub pendelbussen voor personeel naar de bouwlocatie rijden. Om deze reden zijn de volgende aanbevelingen gedaan:

Invoering bouwlogistieke hub in combinatie met

- prefabricage (spaart ruimte en tijd);
- bouwtickets (reguleert verkeer naar, van en op de bouwplaats);
- pendeldienst medewerkers (reguleert verkeer en spaart parkeerruimte);
- bouwlogistiek coördinator (om bovengenoemde voordelen daadwerkelijk te realiseren via een slimme planning);

- monitoring door middel van KPI's (waardoor de mogelijkheid ontstaat om gestructureerd van eerdere ervaringen te leren, en tussentijds te verbeteren).

Dit alles kan alleen slagen wanneer alle partijen (gemeente, provincie, Radboud, adviseurs, aannemers, toeleveranciers en transporteurs) dit plan onderschrijven, er actief aan mee werken en hierin met elkaar samen werken. Belangrijk is daarbij aandacht te hebben voor een goede verdeling van kosten en baten en de wijze waarop die in het proces wordt geborgd, door de juiste randvoorwaarden vast te leggen in vergunningen, in de te volgen aanbestedingsprocedures en in de af te sluiten contracten. Per saldo levert slimme bouwlogistiek bedrijfseconomische en maatschappelijke baten (rust, veiligheid, duurzaamheid, etc.) op. Om alle stakeholders mee te krijgen in een structureel nieuwe manier van werken, is het belangrijk dat dit gezamenlijke voordeel wordt herkend, én dat de verdeling van kosten en opbrengsten volledig draagvlak heeft onder alle relevante individuele stakeholders. Hoe de rollen van alle partijen exact ingevuld dienen te worden, hoe stakeholders van het gezamenlijke voordeel overtuigd worden en hoe dit over hen verdeeld wordt, zijn vragen die in volgende stappen moeten worden uitgewerkt.

## **1. Inleiding**

Goederentransport draagt veel bij aan onze welvaart, maar anderzijds ook aan files, milieubelasting en een vol straatbeeld. Bouwgerelateerd verkeer is verantwoordelijk voor 25% van het totale verkeer (UFEMAT, 2008). Ook binnen stadslogistiek, goed voor 34% van de totale transportgerelateerde CO<sub>2</sub> uitstoot (CE Delft, 2016 a), is bouwgerelateerd transport verantwoordelijk voor een hoog aandeel in de CO<sub>2</sub> uitstoot (CE Delft, 2016 b).

Bij een grootschalig bouwproject zullen de werkelijke percentages lokaal eerder hoger dan lager liggen. En, als dit project zich midden in een drukke stad bevindt, ligt er zeker een logistieke en verkeerskundige uitdaging. Deze uitdaging zal zich ook in Nijmegen voordoen, waar zowel het Radboud UMC als de Radboud Universiteit deels gesloopt en herbouwd worden. Om hieraan zo goed mogelijk het hoofd te kunnen bieden, is het van belang de bouwlogistiek slim te organiseren, te leren van succesvoorbeelden elders, en dat te verankeren in een vernieuwde standaard werkwijze. Omdat elke stad en elk project anders is, zullen deze lessen moeten worden vertaald naar de eigen situatie van het Radboud.

Het KennisDC Logistiek Gelderland van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen is gevraagd het Radboud hierover op basis van onderzoek te adviseren, en wordt daarbij ondersteund door het KennisDC Logistiek Amsterdam en de programmamanager bouwlogistiek van de Topsector Logistiek. De hoofdvraag in het onderzoek luidt:

*Welke lessen uit bouwlogistiek zijn mogelijk toepasbaar op de sloop- en bouwwerkzaamheden bij het Radboud?*

Deze vraag is als volgt beantwoord. Eerst is een literatuurstudie verricht naar bouwlogistieke concepten (paragraaf 2) en cases (paragraaf 3) waarin deze zijn toegepast. Deze literatuurstudie is aangevuld met interviews met experts. De voorwaarden waaronder deze concepten kunnen worden toegepast en de resultaten die ermee behaald kunnen worden staan hierbij centraal. In paragraaf 4 wordt de situatie bij het Radboud beschreven, zodat duidelijk is welke voorwaarden hier gelden. Daarna wordt in paragraaf 5 geanalyseerd welke bouwlogistieke concepten bij het Radboud toepasbaar zijn en van welke de beste resultaten verwacht mogen worden. Het artikel sluit af met conclusies en aanbevelingen.

## **2. Overzicht bouwlogistieke concepten**

Bouwlogistiek omvat het geheel van maatregelen om al het materieel, materiaal en arbeiders met de juiste kwaliteit en tegen minimale kosten op het juiste moment op de juiste plaats te krijgen (Quak et al., 2011). Het integraal logistiek concept (Van Goor et al., 2003) laat zien welke vier aspecten daarvoor moeten worden ingericht:

- Grondvorm
- Planning & besturing
- Informatie
- Organisatie

Door middel van logistieke prestatie-indicatoren kan gemeten worden hoe de logistiek functioneert.

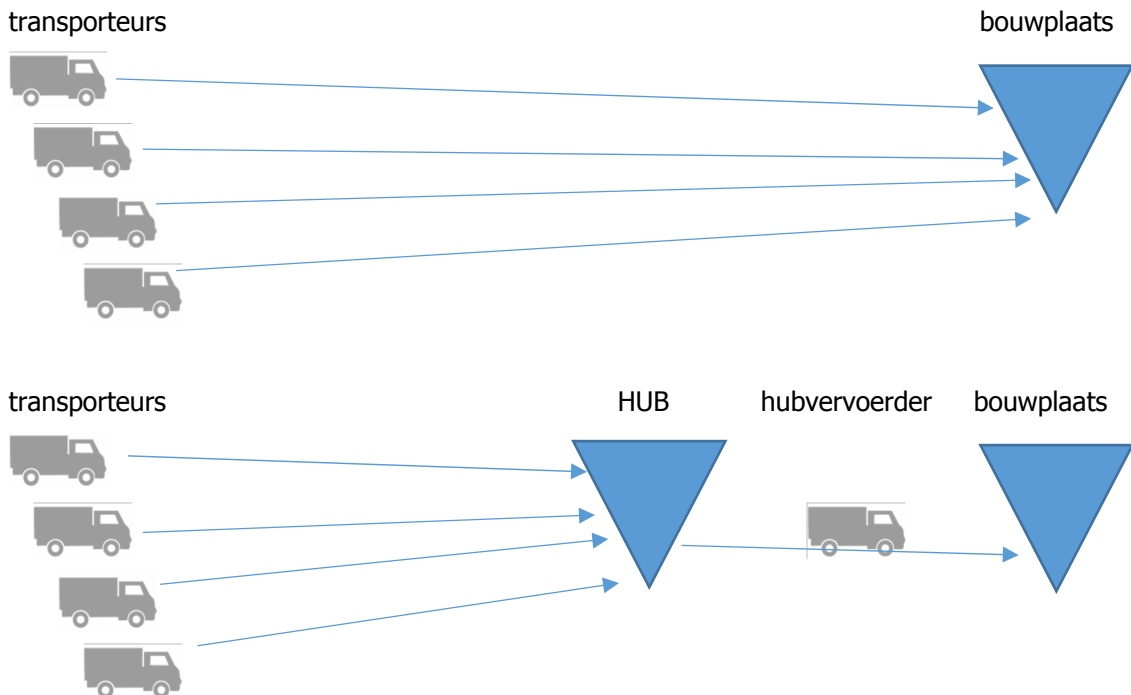
Deze paragraaf geeft voor elk van de aspecten een aantal bouwlogistieke concepten. Deze zijn gebaseerd op de best practices zoals door Van Merriënboer et al. (2013) in kaart gebracht, en aangevuld met gehanteerde concepten uit de recente Dinalog projecten Amstelkwartier en De Trip (zie volgende paragraaf voor een beschrijving van deze projecten). Sommige concepten grijpen daarbij op meerdere aspecten aan. We beschrijven ze enkel bij het voornaamste aspect. In een bouwlogistiek plan kan de gehele bouwlogistiek, inclusief alle gehanteerde bouwlogistieke concepten worden beschreven. Lundesjö (2015) geeft hiervoor een checklist.

### **2.1 Grondvorm**

#### **2.1.1 Bouwlogistieke hub**

Een binnenstedelijke logistieke hub of urban consolidation centre is een overslagpunt gelokaliseerd op een voor de toeleveranciers zo efficiënt mogelijke aanrijroute, en een voor de binnenstad maximaal overlast vermijdende locatie. De logistieke (bouw)hub zorgt ervoor dat de 'push' leveringen van de toeleveranciers tijdelijk opgeslagen worden en verzorgt de 'pull' leveringen vanuit de hub aan de bouwplaats op basis van de bouwprojectplanning (Dijkhuizen, 2014). Ludema (2015) beschrijft de hub

als een plaats waar bundeling kan plaatsvinden van goederen, om zo de beladingsraad van het binnenstedelijk vrachtverkeer te vergroten, en het aantal transportbewegingen te verkleinen. Dikwijls wordt ervoor gekozen de bevoorrading te verzorgen door kleinere voertuigen, vaak met een elektrisch aangedreven motor. Doordat goederen nu via de hub worden geleverd, ontstaat een andere grondvorm, zie figuur 1:



*Figuur 1: situatie zonder en met hub*

Dit betekent dat er ook een andere kostenstructuur ontstaat. De transportkosten vallen nu uiteen in een lang stuk naar de hub en een kort stuk in de stad. De hub is daarbij typisch veel beter bereikbaar voor vrachtwagens en kent ruimere aflevertijden dan de bouwplaats. Naast de verandering in transportkosten, ontstaat ook een kostenpost voor de hub zelf die bestaat uit onroerend goed kosten en operationele kosten voor het runnen van de hub. Per saldo zijn er echter aanzienlijke kostenbesparingen te behalen, waardoor de voornaamste uitdaging erin zit deze kosten en baten goed over de stakeholders te verdelen.

Samengevat zijn de voornaamste voorwaarden voor een hub:

- Beschikbaarheid van een locatie die zowel voor toeleveranciers, als richting de bouwlocatie zelf goed toegankelijk is.
- Expertise voor het organiseren en het leiden van een hub (zie bouwlogistiek coördinator).
- Gestandaardiseerde informatie-uitwisseling inclusief koppeling met bouwplanning (zie BIM)
- Eventueel: de mogelijkheid tot prefabricatie (zie prefabricatie).
- Handhaving van de verplichting om aan te leveren via de bouwhub.

- Regelen van een eerlijke kosten- en batenverdeling onder stakeholders, zodat iedereen profiteert.

De effecten van een hub zijn (zie cases verderop):

- Een toename van circa 45% van de arbeidsproductiviteit.
- Een halvering van het binnenstedelijk transport.
- Een toename van de veiligheid, door de afnemende transporten.
- Een toename in de leverbetrouwbaarheid.
- Een afname tot 15% van afvalstromen.
- Een kwart minder CO2 uitstoot binnen de stad.
- Voorbeelden van 0,8% minder eindkosten.

### **2.1.2 Prefabricatie (Prefab)**

Prefabricatie ofwel Prefab is het van te voren bouwen, samenstellen of installeren van later te plaatsen bouwelementen. Dit kan gaan om complete hotelkamers tot keukens die elders in elkaar worden gezet. VolkerWessels maakt steeds meer gebruik van prefabricatie. Dit doen zij zowel door prefabricatie te bestellen, als het zelf prefabriceren op de bouwlogistieke hub. Dit laatste bespaart kosten, afval, ruimte en transport. Doordat de binnenstedelijke bouwplaats zelf vaak al overvol is, en de bouwprojecten steeds strakker gepland worden, is het zaak dat het werk wat op de hub gedaan kan worden, ook op de hub gebeurt. Ook hoeven niet alle verpakkingsmaterialen naar de bouw gebracht te worden, om vervolgens weer afgevoerd te worden, ook dit bespaart tijd, vracht en daarmee geld (TLN, 2015).

Voorwaarden voor prefabricatie zijn:

- Er moet een beschikbare locatie/hub zijn waar prefabricagewerkzaamheden plaats kunnen vinden.
- De werkzaamheden en bouwelementen moeten geschikt zijn voor prefabricatie.

Effecten van prefabricatie zijn (zie cases verderop):

- Het besparen van kosten.
- Het verminderen van transportbewegingen en afvalstromen.
- Het efficiënter werken met manuren.
- Het creëren van meer ruimte op de bouwplaats.

### **2.1.3 Vervoer van medewerkers**

Een nieuwe trend binnen de bouw is het gebruik van het Openbaar Vervoer of pendels voor werknemers van en naar de bouwplaats. TNO (2012) onderschrijft de voordelen die het reizen met het OV naar de bouwplaats door de werknemers heeft. Niet alle bouwprojecten zijn geschikt voor het gebruik van het

OV. Met name de bereikbaarheid, capaciteit en effectiviteit spelen een grote rol. Het opzetten van een eigen pendelbus voor medewerkers is een mogelijkheid.

Voorwaarden voor het opzetten van een OV / pendeldienst voor medewerkers zijn:

- Er moet reeds een OV netwerk met voldoende capaciteit en parkeergelegenheid bestaan.
- Een pendeldienst moet financieel en operationeel haalbaar zijn.

Effecten van een OV / pendeldienst voor medewerkers zijn:

- Meer ruimte op de bouwplaats doordat er minder parkeerruimte nodig is voor personenauto's.
- Minder verkeersbewegingen in de binnenstad.
- Minder CO2 uitstoot in de binnenstad.

## **2.2 Planning en besturing**

### **2.2.1 Bouwlogistiek Ticket**

Een bouwticket of bouwlogistiek ticket is een toelatingsbewijs voor de leverancier om toegang te krijgen tot de bouwplaats om te leveren. Zonder ticket geen toegang. Het doel van een bouwticket is het grip krijgen op het logistieke proces op de bouwplaats, duidelijkheid geven voor de toeleveranciers, en vooral een veilige werkomgeving creëren Segeren (2010).

Voorwaarden voor het opzetten van een bouwticketsysteem zijn:

- Handhaving van de naleving van het ticket.
- Het creëren van een aanspreekpunt voor gebruikers. (zie bouwlogistiek coördinator)
- Te implementeren in IT-systemen van de aannemers en met name onderaannemers.

Effecten van een bouwticket zijn:

- Grip krijgen op het logistiek proces van en naar de bouwplaats.
- Duidelijkheid voor de toeleveranciers.
- Minder stilstaand of geparkeerd bouwverkeer in de binnenstad.
- Minder CO2 en fijnstof uitstoot in de binnensteden.

### **2.2.2 Logistieke Control Tower**

Een control tower is een regiecentrum van waaruit verschillende logistieke ketens gezamenlijk gecoördineerd worden. De bouwlogistieke control tower richt zich op afstemming in de bouwlogistieke keten, waarbij de focus ligt op een aantal gekozen (proeftuin)projecten. Grootste probleem bij een control tower is de bereidwilligheid om samen te werken, het afstemmen van de ICT faciliteiten en het bepalen van de zogeheten controle houder (De Vries, 2015).

Voorwaarden voor het inrichten van een control tower zijn:

- Bereidwilligheid om data te delen.
- Bereidwilligheid om samen te werken.
- IT systeem synchronisatie.
- Een controle houder (zie logistiek coördinator).

Effecten van een control tower zijn:

- Het kunnen sturen, coördineren en voorspellen van binnenstedelijke goederenstromen.
- Het (deels) kunnen voorkomen van binnenstedelijke congestie.
- Een planmatige terugkoppeling naar de aangesloten bedrijven kunnen geven.

### **2.2.3 Bouwlogistiek Coördinator**

Een (bouw) logistiek coördinator, ofwel LC is een overkoepelende coördinator voor alle bouwlogistiek naar de bouwplaats, al of niet met tussenkomst van de bouwlogistieke hub. De LC beheert, controleert en stuurt alle benodigde materialen naar de bouwplaats. Deze volgt hierin de bouwplanning, wel dan niet vanuit het BIM systeem. Kolkman (2008) beschrijft in de business case TOP-Bouw onder meer de voordelen van het gebruik van een LC. De case laat zien dat er bij een optimaal gebruik van de LC een besparing gehaald kan worden van 2,5% op het totaal aanbestede budget. Hiervan zou 85% ten goede komen aan de aannemer, die efficiënter kan werken. De overige 15% komt ten goede aan de toeleverancier –mede doordat er minder verkeerde zendingen plaatsvinden.

Voorwaarden voor het creëren van de functie van een Bouwlogistiek Coördinator zijn:

- Een persoon met kennis en ervaring binnen zowel de bouw als de logistieke wereld.
- Meewerkende belanghebbenden.
- Een systeem vanwaaruit de LC kan werken.

Effecten van het fungeren van een Bouwlogistiek Coördinator zijn:

- Een mogelijkheid tot besparing van 2,5% op de bouwsom.
- Het creëren van structuur in het bouwlogistieke proces.
- Toename van veiligheid, door controle van de binnenstedelijke transportbewegingen.
- Eenvoudig om andere concepten toe te voegen, zoals een bouwlogistiek ticket, een control tower of een bouw hub.



## 2.3 Informatie

### **BIM / planning tool**

Bouwwerk Informatie Model, ofwel BIM is een overall bouwdatamodel. In het BIM zijn alle activiteiten en besluiten gedurende de volledige levenscyclus van het bouwwerk beschreven. De kern van dit 'virtuele bouwwerk' is een onderverdeling van het object in een 3D-model, waaraan ook relevante, niet-geometrische projectdata gekoppeld zijn. Ook planningsgegevens kunnen worden toegevoegd. In het BIM kunnen partijen onderling informatie uitwisselen via open standaarden, ook over de logistieke planningen. Gegevens zijn na één keer invoeren beschikbaar voor alle betrokkenen in de keten van ontwerpen, bouwen en beheren. Zo kunnen afstemmingsfouten worden voorkomen en kan meer waarde worden gecreëerd (Bouwinformatie Raad, 2016). Een uitgebreid overzicht van valkuilen bij bouwlogistiek en de oplossingen die BIM en datamanagement daarvoor bieden, is te vinden in Lundesjö (2015)

Nog niet alle partijen in de keten zijn zo ver dat zij via IT systemen hun activiteiten plannen, laat staan dat deze systemen aan elkaar dan wel aan het BIM gekoppeld kunnen worden. In een supply chain waarin zo veel partijen betrokken zijn, is het hebben van koppelbare accurate IT systemen echter essentieel voor het maken van betrouwbare en aanpasbare planningen. Een on-line planning tool kan echter ook uitkomst bieden.

Voorwaarden om BIM toe te kunnen passen zijn:

- De inpassing van IT-systemen van de aannemer en met name onderaannemers en toeleveranciers.
- Kennis/ervaring met het systeem.
- Bereidheid van stakeholders om er structureel mee te werken.

Effecten van BIM zijn:

- Het creëren van overzicht voor alle belanghebbenden.
- Het systematisch kunnen bijhouden van het bouwproces.
- Het reduceren van fouten op de bouwplaats en bij de bouw. De logistieke stromen kunnen voorspellen.

## **2.4 Organisatie**

### **2.4.1 Bouwlogistieke samenwerking**

Samenwerken in een keten lijkt iets vanzelfsprekends, maar is dit in werkelijkheid zelden. Schmidt (2010) geeft een tiental doelen en aanbevelingen hoe men in de bouw optimaal kan samenwerken. Het onderzoek benadrukt dat je in onderhandeling of coöperatie verder moet kijken dan naar lage kosten of alleen het eigen belang. Ook worden door samenwerking het risico en daarmee de kosten gespreid. Samenwerken kost in het begin tijd, maar zonder een goede investering kost het niet optimaal samenwerken mogelijk zelfs meer geld. Volgens Dijkmans (2014) levert succesvolle samenwerking in bouwlogistieke ketens in Amsterdam minder transport op en meer duurzaamheid.

Ook in onze interviews met experts bleek dat samenwerking een belangrijk punt is, waarop verbeteringen te realiseren zijn. Belangrijk is, net als bij de bouwlogistieke hub, dat stakeholderbelangen worden erkend en dat er wordt gezocht naar oplossingen waarbij iedereen een zodanige rol speelt dat overall én individueel winst wordt behaald. Macharis (2015) gebruikt de MAMCA-methode in een rollenspel met studenten om te laten zien welke belangen er bij de verschillende stakeholders in binnenstedelijk bouwen spelen, op basis waarvan partijen het gesprek met elkaar aan kunnen gaan.

### **2.4.2 Hanteren BLVC-aanpak**

Het Bereikbaarheid, Leefbaarheid, Veiligheid en Communicatie plan, ofwel het BLVC plan is een systematisch plan om eerder genoemde onderdelen te kunnen waarborgen tijdens de bouwlogistieke operatie. Het plan kent per onderdeel een aantal checklists die gebruikt kunnen worden om het project te kunnen analyseren en het plan op te stellen (Het BLVC-uitvoeringsplan, z.j.). Quak (2011) onderschrijft het belang van een BLVC plan in de voorbereidende fase. Hij pleit voor een algemeen aanspreekpunt tijdens de bouw, zodat de plannen en afspraken uit het plan nageleefd kunnen worden. De Gemeente Amsterdam bijvoorbeeld heeft eerder een BLVC opgesteld (2008).

Voorwaarden voor het adequaat werken vanuit een BLVC-plan zijn:

- Hanteerbare en controleerbare normen voor de vier onderdelen.
- Iemand die controle kan houden op het BLVC.
- Bereidheid van belanghebbenden om mee te werken.

Effecten van het hanteren van een BLVC zijn:

- Handhaving van relevante normen voor een binnenstedelijk project.
- Het waarborgen van bereikbaarheid, leefbaarheid, veiligheid en communicatie.
- Een goed geïnformeerde omgeving bij een groot binnenstedelijk project.

### **2.4.3 EMVI-criteria**

EMVI staat voor Economisch Meest Voordelige Inschrijving. EMVI criteria kunnen in de aanbestedingsfase worden gebruikt door de opdrachtgever om aannemers uit te dagen met hun voorstel op bepaalde criteria te scoren. Op deze manier wordt voorkomen dat enkel op basis van laagste prijs wordt aanbesteed. Van Amstel et al. (2015) laten zien hoe het criterium logistieke kwaliteit kan worden ingevuld. Zij doen dit door de elementen uit het logistiek concept van Van Goor et al. (2003) uit te werken.

### **2.5 Gebruik maken van KPI's**

Kritische Prestatie Indicatoren, ofwel KPI's zijn meetinstrumenten om processen en projecten met elkaar te kunnen vergelijken. KPI's zijn vrij om op te stellen en verschillen daarom per project sterk, wat het vergelijken moeilijker maakt. Wel bestaat er het SCOR-model dat een reeks van handvatten geeft voor het opstellen van KPI's. Het SCOR-model houdt echter geen rekening met milieu-verbante KPI's (Vrijhoef, 2015).

Voorwaarden voor het adequaat kunnen werken met KPI's zijn:

- Beschikbare en vergelijkbare KPI's.
- Kennis van /ervaring met het meten van KPI's.
- Personen die de metingen kunnen doen (inzet van studenten).

Effecten van het gebruik van KPI's zijn:

- Effecten bouwlogistiek inzichtelijk krijgen.
- Stakeholders commitment vergroten en toepassing in andere bouwprojecten stimuleren.
- Tijdig kunnen bijsturen en kosten besparen.
- Achteraf beter kunnen evalueren en reflecteren van een bouwproject.

## **3. In de praktijk behaalde resultaten met bouwlogistieke concepten**

In deze paragraaf worden een aantal cases besproken. Doel is te laten zien welke resultaten in de praktijk kunnen worden behaald door toepassing van de in de vorige paragraaf beschreven concepten.

### **3.1 Construction Consolidation Centre Londen**

Gebruikte concepten:

- (Permanente) bouw hub
- KPI's
- Bouw logistiek coördinator
- Prefabricatie
- Maatregel overheid: stad afgesloten voor extern bouwlogistiek transport

Lundesjo (2011) heeft onderzoek gedaan naar de resultaten van een hub voor bouwlogistiek in Londen. Het onderzoek beschrijft drie grote voordelen van het gebruik van een hub. 1. Het ontlasten van het plaatselijke milieu door vermindering van vrachtauto's met een laag benutte laadcapaciteit. 2. Het ontlasten van de lokale infrastructuur door het vermijden van vrachtverkeer in de binnenstad. 3. Het optimaal gebruiken van de bouwlocatie; de voorraad staat niet gedurende een langere periode op de bouwplaats waar deze veel ruimte in neemt, maar de materialen worden aan de bouwplaats geleverd op het moment dat deze gewenst zijn. Het onderzoek beschrijft ook drie nadelen van het gebruik van een hub. Er is (in het Verenigd Koninkrijk) weinig ervaring met het gebruik van hubs. Ook bij een hub dient er een centrale coördinator te zijn die het vervoer, de voorraden en de uitlevering coördineert. Dit vraagt een inspanning van de leverancier, vervoerder en de aannemers. Er komen (door de extra handeling) extra kosten bij. Deze moeten ook door iemand betaald worden. Ook is er gebruik gemaakt van het meetinstrument KPI's. De meest opvallende effecten van met name het inzetten van de bouwlogistieke hub zijn:

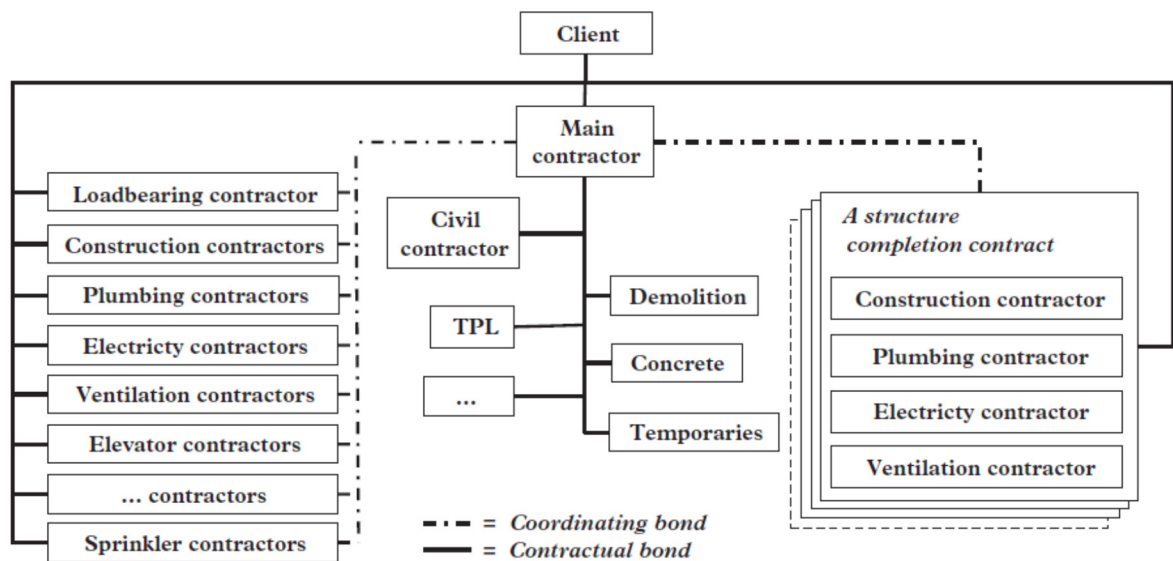
- + 95% Leverbetrouwbaarheid
- + 25% Veiligheid
- + 47% Arbeidsproductiviteit
- 68% Aantal transportbewegingen naar site
- 15% Afname afval
- 75% CO2 reductie

### **3.2 Linköping academisch ziekenhuis Zweden**

Gebruikte concepten:

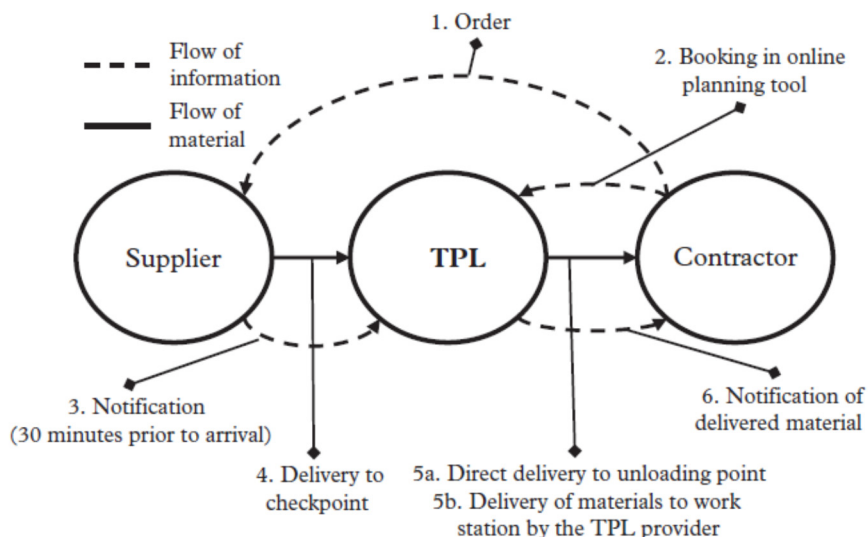
- Bouwhub
- Logistiek coördinator (3PL op bouwhub)
- On-line planning tool
- Bouwticket

In Linköping in Zweden wordt gedurende 10 jaar het academisch ziekenhuis verbouwd. Een groot deel bestaat uit nieuwbouw, waarbij in de eerste fase vier nieuwe gebouwen worden gemaakt, samen goed voor 66.000 m<sup>2</sup> vloeroppervlak. In deze fase worden 40 à 45 leveringen per dag verwacht. De opdrachtgever heeft een externe logistiek dienstverlener (3PL = third party logistic service provider) in de arm genomen om alle logistiek vanaf de bouwhub naar de bouwplaats te coördineren. De relaties tussen de partijen staan in onderstaande figuur. Deze case is beschreven in Ekeskär & Rudberg (2016).



Figuur 2: Relaties tussen partijen bij Linköping bouwproject (Ekeskär & Rudberg, 2016).

In figuur 3 staat aangegeven hoe de logistiek tussen leverancier, bouwhub en bouwplaats georganiseerd is. Voor het lossen op de hub en de handling richting bouwplaats moet de aannemer een bedrag per laadeenheid aan de 3PL betalen. Indien de aanvoerroute of -plaats geblokkeerd is, dient de aannemer een boete aan de 3PL te betalen.



Figuur 3: Goederen- en informatiestromen bij Linköping bouwproject (Ekeskär & Rudberg, 2016).

De resultaten van deze manier van werken waren positief en zijn aan het einde van deze paragraaf samengevat. Toch waren er ook duidelijke verbeterpunten, die in het artikel worden benoemd. De voornaamste betreft de positie van de 3PL. Deze bevond zich onder de hoofdaannemer. De 3PL had

hierdoor geen directe zeggenschap over de hoofdaannemer en onderaannemers laat staan over hun leveranciers. De hoofdaannemer omzeilde in dit geval zelf regelmatig de 3PL, waarmee hij aan de onderaannemers het signaal afgaf dat de gemaakte afspraken niet zo belangrijk waren. Voor het optimaliseren van de logistiek is het echter essentieel dat de aannemers en leveranciers werken via de 3PL en volgens de regels van de 3PL. De hoofdaannemer vond het lastig om de regels van de 3PL aan zijn leveranciers uit te leggen, omdat hij de logistieke achtergrond en daarmee het belang niet kende of begreep. Direct contact tussen de 3PL en leveranciers was beter geweest. Dan hadden mogelijkheden voor bundeling en tijdelijk opslag (die niet aanwezig was op de hub!) beter benut konden worden.

Naast de lastige organisatorische positie van de 3PL, was diens eigen focus op regels en afspraken niet bevorderlijk voor de effectiviteit. Het was beter geweest als hij zich meer had ingezet op het creëren van begrip, bewustwording, houding en cultuur van de andere partijen in de supply chain. Nu vonden onderaannemers bijvoorbeeld de kosten voor de 3PL hoog. Beter inzicht in hun eigen verborgen logistieke kosten had hun houding al kunnen veranderen. Tenslotte had ook de opdrachtgever een betere rol kunnen spelen. Hij heeft weliswaar de 3PL oplossing afgedwongen, maar heeft de verantwoordelijkheid ervoor bij de hoofdaannemer gelegd en zichzelf van logistieke taken ontzien. Meer logistieke expertise in het projectmanagement van de opdrachtgever was beter geweest.

- + Leverbetrouwbaarheid (1 à 2 van de 150 à 200 leveringen waren niet op de juiste locatie; de meeste leveringen waren op tijd; 70% binnen 15 minuten van geplande tijd)
- + Arbeidsomstandigheden (minder stress, meer focus op kerntaken)
- + Arbeidsproductiviteit (minder werknemers nodig dan gepland)
- + Bezettingsgraad materieel (kranen, liften, enzovoorts)
- + bereikbaarheid ambulance (slechts een keer vertraagd door bouwwerkzaamheden)

### **3.3 Amstelkwartier & de trip**

Gebruikte concepten:

- Bouwhub
- Logistiek Coördinator
- Prefabricatie
- KPI's
- Pendelbus voor medewerkers (variant op OV medewerkers)
- RFID
- BIM

Aannemer: VolkerWessels

In samenwerking met: TNO, Hogeschool van Utrecht, Hogeschool van Rotterdam en de TU Delft

Vrijhoef (2015) beschrijft twee proeftuinen (de Trip in Utrecht en het Amstelkwartier in Amsterdam) en vergelijkt deze met elkaar aan de hand van de door hen zelf opgestelde KPI's. Door de bouwhub in te zetten in combinatie met een logistiek coördinator konden leveringen goed op het ritme van de bouwplaats worden afgestemd. Ook was op de hub ruimte voor prefabricage waardoor de werkzaamheden op de bouwplaats sneller konden worden uitgevoerd. De pendelbus voor medewerkers zorgde ervoor dat de binnenstedelijke bouwlocaties niet overvol werden met geparkeerde auto's. Een les uit dit onderzoek was bovendien dat het slim is om KPI's te hergebruiken in andere, projecten, zodat zij beter met elkaar te vergelijken zijn. Van Merriënboer (2016) geeft aan dat ondanks tegenslagen in het begin, er bij de Trip drie maanden is ingelopen op de planning toen de hub eenmaal op volle kracht draaide.

Resultaat aan de hand van gemeten KPI's:

- + 45% Arbeidsproductiviteit
- + 50% Beladingsgraad
- 18% Afgelegde kilometers
- 54% Bouwvrachten in centrum
- 23% CO2 uitstoot
- 0,8% budget
- 40% Tijd leveringen

#### **4. Kansrijke bouwlogistieke concepten voor Radboud**

##### **4.1 Bouwlogistieke situatie bij Radboud**

De sloop- en bouwwerkzaamheden bij Radboud zullen alle plaats vinden op de campus van het Heyendaalterrein in Nijmegen. Zowel de universiteitstak als de ziekenhuistak worden verbouwd. Zij kennen elk hun eigen projectmanagement. De eerste bouwprojecten zijn inmiddels aanbesteed. Verdere aanbestedingen hebben tot en met 2018 plaats. De bouwwerkzaamheden zullen naar verwachting duren tot 2020, en zijn als volgt gepland (Denktank Duurzame Logistiek, 2016):

- Tandheelkundegebouw wordt nu gerenoveerd.
- Gymnasion krijgt een nieuwe vleugel.
- Prekliniek wordt intern gerenoveerd.
- Het Onderwijsgebouw wordt gerenoveerd, ingebruikname verwacht in 2018. Complexe bouwsituatie want omgeven door rondweg, vlakbij hoofdingang ziekenhuis en monument van het kasteel.
- Onder het parkeerterrein van de sporthallen van de HAN moet gebouwd worden (volgend jaar september klaar).

- Het Klooster wordt gerenoveerd.
- Nieuwbouw Sociale Wetenschappen.
- Uitbreiding biologiegebouw.
- Er komt nieuwbouw voor Sociale wetenschappen.
- Gebouw S: 45.000 m<sup>2</sup> bvo met hoge duurzaamheidsambitie.
- Erasmusgebouw wordt rond 2020 gerenoveerd.
- De Slotemaker de Bruineweg – een van de potentiële aanvoerroutes – wordt door gemeente Nijmegen gereconstrueerd in 2017: afstemming vereist.

Het Radboud UMC wil de gebouwen zo flexibel en compact mogelijk houden. Door alle zorg- en ICT ontwikkelingen, zou het aantal patiënten dat naar het ziekenhuis komt in de toekomst af kunnen nemen. Doordat de precieze ontwikkelingen niet zijn te voorzien, is flexibiliteit belangrijk. Vanuit de ervaringen bij de nieuwbouw van het Erasmus MC is bovendien bekend dat medische ontwikkelingen ook erg snel kunnen gaan. Ook om die reden is het niet verstandig om lang van te voren bouwplannen dicht te timmeren. In het geval van Erasmus bleek het soms nog voordeliger om na oplevering te gaan verbouwen dan tussentijds alle plannen om te gooien (Limburgia 2014).

Tijdens gesprekken met zowel de gemeente als het projectmanagement van het Radboud viel op dat de wil om tot slimme bouwlogistieke oplossingen te komen aanwezig is. Naast de vraag wat deze bouwlogistieke oplossingen zouden moeten behelzen, kwam ook de vraag naar voren welke stakeholder welke rol op zich zou moeten nemen, en hoe eventuele kosten en opbrengsten zo verdeeld moeten worden dat elke stakeholder wint. De eerste vraag wordt verderop in dit artikel beantwoord; de tweede vraag leent zich voor vervolgwerk.

#### 4.2 Mogelijkheden voor slimme bouwlogistiek

In onderstaande tabel zijn de relevante kenmerken van het bouwproject en hun gevolgen voor de bouwlogistiek samengevat

*Tabel 1: logistieke kenmerken (ver)bouw Radboud*

<b>Kenmerk</b>	<b>Implicaties voor bouwlogistiek</b>
In binnenstad	Weinig ruimte op bouwplaats, druk verkeer: Slimme bouwlogistiek noodzakelijk.
Veel bezoekers (werknemers, patiënten, studenten)	Moet (redelijk) goed bereikbaar en veilig blijven; scheiding van vervoersstromen wezenlijk (voetgangers/fietsers/auto's): Slimme bouwlogistiek noodzakelijk.
Herkomst en bestemming ambulances	Moet zeer goed bereikbaar blijven: Slimme bouwlogistiek noodzakelijk.



Gaat aantal jaren lopen	Er kan geïnvesteerd worden in goede bouwlogistiek. Monitoring door KPI's geeft kans op tussentijds verbeteren.
Veel geld mee gemoeid	Er kan geïnvesteerd worden in goede bouwlogistiek
Technologische ontwikkelingen gaan snel	Bouwplannen flexibel houden
Twee projectmanagers (universiteit en ziekenhuis)	Afstemming vereist
Beschikbare terreinen in omgeving	Bouwlogistieke hub mogelijk.
Wil om slimme bouwlogistieke concepten toe te passen	Er kan geïnvesteerd worden in goede bouwlogistiek. Ondersteuning bij inhoudelijke invulling en stakeholdermanagement / vervolgonderzoek noodzakelijk.

Vanuit de kenmerken van Radboud en hun implicaties voor de bouwlogistiek, kan bepaald worden welke bouwlogistieke concepten het meest kansrijk zijn voor het Radboud. In de conclusies en aanbevelingen wordt dit uiteengezet.

## 5. Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de analyse van de onderzochte bouwlogistieke concepten lijkt de bouwlogistieke hub de grootste voordelen te bieden voor het Radboud. Een bouwlogistieke hub is een distributiecentrum aan de rand van de stad dat goed bereikbaar is voor toeleverend transport en van waaruit de bouwplaats efficiënt bevoorrad kan worden. De voordelen zijn in de praktijk reeds meermaals bewezen. De hub maakt bovendien toepassing van andere slimme concepten mogelijk. Uit de analyse van de situatie bij het Radboud bleek dat er een noodzaak en een wil is om slimme bouwlogistieke concepten toe te passen, en dat er bij het projectmanagement van het Radboud bovendien ideeën zijn voor een terrein voor een hub.

De bouwlogistieke is het meest kansrijke concept voor het Radboud mede gezien de beperkte ruimte op de bouwplaats, de drukke locatie in de stad, de vele bezoekers en de vereiste bereikbaarheid – zeker ook voor de ambulance. Het verdient aanbeveling de hub in te voeren in combinatie met:

- prefabricage (spaart ruimte en tijd);
- een systeem van bouwtickets (reguleert verkeer naar, van en op de bouwplaats);
- het instellen van een pendeldienst voor medewerkers (reguleert verkeer en spaart parkeerruimte);
- het creëren van de functie van bouwlogistiek coördinator (om bovengenoemde voordelen daadwerkelijk te realiseren via een slimme planning);

- Het monitoren van de bouwprocessen op basis van KPI's (dat creëert de mogelijkheid om gestructureerd van eerdere ervaringen te leren en tussentijds te verbeteren).

Dit alles zal slechts onder voorwaarden slagen. Zo is medewerking van en samenwerking tussen verschillende stakeholders vereist. De case studie van het Linköping bouwproject geeft dat helder aan. De stakeholders zullen zich moeten realiseren dat goede samenwerking met zich mee brengt dat ze wellicht ook andere rollen op zich moeten nemen. Ter illustratie:

- de gemeente kan een rol spelen in het beschikbaar stellen van een terrein, het stimuleren van bepaalde voorkeursroutes tussen hub en bouwplaats, het stellen van eisen aan voertuigen in de bouwverordening, het stellen van randvoorwaarden in de omgevingsvergunning enzovoorts;
- de opdrachtgever kan een rol spelen in het verplicht stellen van de hub in de aanbesteding in de vorm van een directielevering; middels de EMVI criteria kunnen aannemers worden uitgedaagd hoe ze hier het effectiefst mee om kunnen gaan, waarbij de beste plannen meewegen bij de gunning (naast andere criteria natuurlijk);
- de hoofdaannemers van de diverse projecten kunnen een rol spelen in het opstellen van een voor hen optimaal logistiek concept, en beleid ontwikkelen om daarbij hun onderaannemers en toeleveranciers te binden, en om kosten en baten voor allen evenwichtig te verdelen;
- en de onderaannemers, leveranciers en transporteurs kunnen een rol spelen in een nieuwe manier van transport en werken in de praktijk.

Dit laatste is slechts een illustratie; hoe deze rollen exact ingevuld dienen te worden moet nader onderzocht worden. Essentieel is daarbij aandacht te hebben voor een goede verdeling van kosten en baten. Per saldo levert slimme bouwlogistiek veel geld en andere belangrijke baten (rust, veiligheid, duurzaamheid, enzovoorts) op. Om alle stakeholders mee te krijgen in een nieuwe manier van werken is het belangrijk dat dit voordeel goed over hen verdeeld wordt, én dat zij allen overtuigd zijn van het voordeel (houding / cultuur). Graag gaan wij in vervolgonderzoek in op deze aspecten.

Concreet zou dit vervolgonderzoek zich moeten richten op:

- Het uitwerken van het logistieke concept van de bouwhub voor het Radboud, inclusief uitwerking van de rollen van alle direct betrokken stakeholders.
- De verdeling van kosten en baten vanuit het nieuwe logistieke concept, en het creëren van draagvlak daarvoor onder de stakeholders.
- Het vertalen van het bovenstaande in concrete aanbestedingsprocedures / EMVI / contractenkaders enerzijds, en te stellen randvoorwaarden in vergunningen en dergelijke (condities in omgevingsvergunning) anderzijds.

En bovenal: Het meenemen van alle stakeholders in bovenstaande en het creëren van visie en draagvlak voor de gezamenlijk uit te werken concepten en ideeën.

## Literatuur

- Bouwinformatie Raad (2016) Wat is BIM? Geraadpleegd op 28-08-2016, via <http://www.bouwinformatieraad.nl/wat-bim>.
- CBS (2015). *Goederenvervoer; vervoerswijzen en vervoersstromen binnen Nederland*. Den Haag: Centraal Bureau voor Statistiek.
- CE Delft (2016a), Segmentering CO2-emissies goederenvervoer in Nederland
- CE Delft (2016b), De omvang van stadslogistiek
- Cobouw (2016). Geraadpleegd op 02-09-2016, via <http://www.cobouw.nl/artikel/952736-duurzame-bouwlogistiek-scheelt-transportbewegingen>.
- Denktank Duurzame Logistiek, conceptverslag bijeenkomst 26 april 2016
- Dijkmans (2014) Samenwerking in Amsterdamse bouwlogistiek . TNO, Delft.
- Dijkstra (2014). Bouw moet logistieke hubs beter benutten. Geraadpleegd op 28-08-2016, via <http://www.logistiek.nl/warehousing/nieuws/2014/3/bouw-moet-voordelen-logistieke-hubs-beter-benutten-1014922>.
- Ekeskär, A., & Rudberg, M. (2016). Third-party logistics in construction: the case of a large hospital project, *Construction Management and Economics*
- Gemeente Amsterdam (2008) BLVC-plan De Hallen. Gemeente Amsterdam Stadsdeel Oud-West, Amsterdam.
- Goor, A. van, Ploos van Amstel, M., & Ploos van Amstel, W. (2003). European distribution and supply chain logistics. Educatieve Partners, Groningen.
- GOVERA (2005) Handleiding duurzame bereikbaarheid bouwlocaties in stedelijk gebied.
- Heijningen (2010). *Nachtelijk bevoorraden van winkels in dichtstedelijk gebied in Nederland*. Haarlem: Open Universiteit Haarlem.
- Het BLVC-uitvoeringsplan (-), Amsterdam.
- IvDM (2014). *WikiMobi Duurzame Mobiliteit*. Amsterdam: Instituut voor Duurzame Mobiliteit.
- Kok et al. (2015). *Cross-Chain Collaboration in the Fast Moving Consumer Goods Supply Chain*. Eindhoven, Rotterdam & Enschede: TUE, RSM & UT.
- Kolkman (2008) Business case TOP-bouw: Logistiek coördinator. Topbouw. Amsterdam.
- Limburgia (2014), Interview Fred Reurings, BC Erasmus MC, Geraadpleegd op 12-9-16, via <http://www.limburgia.nl/nieuws/17/84/interview-fred-reurings-bc-erasmus-mc>

- Ludema (2015) *Bouwlogistieke hub, zin of onzin?* Breda: VLW/Rotterdam: HVR/Delft: TU Delft.
- Lundesjo (2011) *Guidance: Construction Logistics*. WRAP, Londen.
- Lundesjö, G. (ed.) (2015), *Supply chain management and logistics in construction – delivering tomorrow's built environment*, Kogan Page Limited
- Ploos van Amstel, W., Merriënboer, S.A. van, Balm, S.H. (2015), *A framework for tendering based on an emat approach to support sustainable urban construction logistics*
- Macharis, C., Kin, B., Balm, S., & Ploos van Amstel, W. (2015). Multi-actor Participatory Decision-making in Urban Construction Logistics. In *Transportation Research Board 95th Annual Meeting* (No. 16-2337).
- Merriënboer, S.A. van, Vrijhoef, R., Ludema, M., de Vries, A. (2013), *TNO Best Practices in bouwlogistiek*, Delft
- Merriënboer, S. A. van (2016). Voordelen van een hub. *Bouwproject drie maanden eerder opgeleverd door slimme logistiek*. *Transport en Logistiek, Mei, 8, 24, 16-17*.
- PRC & NEA (2007). *Toekomstverkenning vrachtovervoer over de weg*. Rotterdam: Policy Research Corporation & NEA.
- Quak, H.J., Klerks, S.A.W., Aa, S., de Ree, D. A., Ploos van Amstel, W., & Merriënboer, S.A. (2011). *Bouwlogistieke oplossingen voor binnenstedelijk bouwen* (No. TNO-060-DTM-2011-02965). TNO.
- Schmidt (2010) *Offerte Projectplan "Stedelijke bouwlogistiek"*, TNO, Delft.
- Segeren, D. (2010). *Logistieke centra in de bouwnijverheid*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- TLN (2015). *Focus op bouwlogistiek: Kansen voor regierol*. Geraadpleegd op 28-08-2016, via [http://www.materieeldienst.nl/dynamics/modules/SFIL0200/view.php?fil\\_Id=6010](http://www.materieeldienst.nl/dynamics/modules/SFIL0200/view.php?fil_Id=6010).
- TNO (2012) *Bouwlogistiek: cruciaal in efficiënt en bouwen*. TNO, Delft.
- Vries, De (2015) *TKI project '4C in Bouwlogistiek': WP2.1 Controltower*. TNO, HSR, HSU, TUD, Delft.
- Vrijhoef (2015) *TKI Project '4C in Bouwlogistiek': Rapportage werkpakket 2.2: Ontwikkeling van een set prestatie indicatoren voor bouwlogistiek*. Hogeschool Utrecht, Utrecht.
- Quak (2011) *TNO Rapport: Bouwlogistieke oplossingen voor binnenstedelijk bouwen*. TNO, Delft.