



Welke slimme bouwlogis-
tieke concepten zijn toe-
pasbaar op het Bestuurs-
kwartier en in hoeverre
kunnen deze worden
opgenomen in de aan-
bestedingseisen?

Slimme bouwlogistiek in het Bestuurskwartier, dé oplossing?

Bram Kin

HAN University of Applied Sciences/TNO

Melle van Zutphen

HAN University of Applied Sciences

Michiel Kamphuis

HAN University of Applied Sciences

Enide Bogers

HAN University of Applied Sciences

Een belangrijke stroom aan voertuigen in steden is gerelateerd aan bouwlogistiek; een zeer divers segment met veel voertuigbewegingen en bijkomstige negatieve gevolgen. Voorbeelden van die gevolgen zijn luchtvervuiling, CO₂-uitstoot, congestie en problemen met betrekking tot de veiligheid. Dit onderzoek, met de bouwlogistiek van het Bestuurskwartier in Arnhem als casestudy, toont aan dat het inzetten van een bouwhub door middel van een integrale benadering de meeste kans van slagen heeft. Het combineren van diverse slimme bouwlogistieke concepten in combinatie met een bouwhub kan positief bijdragen aan het reduceren van emissies, overlast en de logistieke kosten, en het verhogen van de veiligheid en productiviteit. Het Lectoraat Logistiek & Allianties van de HAN ondersteunt de ontwikkeling van het Bestuurskwartier door middel van onderzoek naar de optimale inrichting van de bouwlogistiek gedurende het gehele verbouwingsproject.

Dit artikel gaat in op de mogelijkheden om de impact van bouwlogistiek tijdens de verschillende fasen van een grootschalig nieuwbouwproject te verminderen. Als casestudy wordt de verbouwing van het Bestuurskwartier in Arnhem gebruikt, die voor de komende jaren op de planning staat. De concrete onderzoeksvraag is *Welke slimme bouwlogistieke concepten zijn toepasbaar op het Bestuurskwartier en in hoeverre kunnen deze worden opgenomen in de aanbestedingseisen?*

In het onderzoek voor dit artikel zijn negen slimme bouwlogistieke concepten met overwegend positieve ervaringen geïdentificeerd. De geschiktheid van de verschillende concepten is, in belangrijke mate, afhankelijk van de bouwlocatie en -fase, de specifieke bouwlogistieke stroom en de omvang van het project (of de projecten). Er zijn acht verschillende logistieke stromen en vier opeenvolgende bouwfasen geïdentificeerd en daardoor is een integrale benadering van de bouwlogistiek van belang. Het bouwhub concept werkt voornamelijk goed op projecten waar een gebrek is aan ruimte, zoals op een bouwplaats in de binnenstad, en gedurende alle bouwfasen – van de sloop- tot en met de afbouwfase. Ook het opstellen van een plan voor de bereikbaarheid, leefbaarheid, veiligheid en communicatie (een BLVC-plan) en het combineren van de bouwhub met concepten zoals een logistieke control tower, plannings- en/of ticketsystemen en een personeelshub met pendeldiensten heeft in alle fasen een positieve uitwerking. Tot slot is de geschiktheid van overige concepten meer afhankelijk van de betreffende bouwfase. Zo wordt het gebruik van prefabricage voornamelijk positief ervaren in de ruwbouwfase, terwijl het bundelen van leveringen, het gebruik van werkpakketten en het inzetten van runners meer van nut is in de afbouwfase.

12

Ketensamenwerking blijkt, aansluitend op het onderzoek naar de inrichting van een bouwhub, een belangrijke pijler voor het slagen van slimme bouwlogistieke concepten. Echter, het gevoel van urgentie blijkt onvoldoende aanwezig bij de markt en er is draagvlak nodig op het gebied van kosten en opbrengsten waarvoor de vraag 'Waar doen we het voor?' aan de basis ligt. Om die reden is het belangrijk dat gezamenlijk - bij alle stakeholders - voordelen zoals minder kosten, overlast en emissie en de verhoogde veiligheid en effectiviteit worden herkend.

De aanbevelingen voor toekomstig onderzoek hebben onder andere betrekking op de toepasbaarheid van een white label concept (waarvan meerdere partijen gebruik kunnen maken), de eisen die gesteld kunnen worden ten aanzien van de zero-emissie zones (die in 2025 worden ingesteld), en op de verschillende slimme bouwlogistieke conceptcombinaties en hoe die het beste samen ingezet kunnen worden.

Inleiding

In onze steden is een aanzienlijk deel van het verkeer toe te kennen aan stadslogistiek. Het gaat hierbij om een veelvoud aan bestel- en vrachtwagens die in verschillende sectoren actief zijn. Een belangrijke stroom aan voertuigen is gerelateerd aan bouwlogistiek. Dit is een zeer divers segment dat een groot aandeel heeft in het aantal voertuigbewegingen en de daaraan gerelateerde negatieve effecten. Deze voertuigbewegingen worden onder andere veroorzaakt door (kleinschalige) renovatiebouwprojecten, (grootschalige) nieuwbouwprojecten en infrastructurele projecten. Afhankelijk van het type bouwproject en de fase zijn er verschillende soorten bewegingen; van betonwagens en grote-trekker opleggers tot een veelvoud aan bestelwagens met personeel tijdens een afbouwfase. De bijdrage aan CO₂-uitstoot en luchtvervuiling, congestie, onveiligheid en opstoppingen op en rond bouwplaatsen is significant (Van Rijn et al., 2020). Met de bouwopgave die er de komende jaren in steden ligt, zal dit naar verwachting nog verder toenemen indien we op dezelfde voet verder gaan.

In het kader van de invoering van de invoering van zero-emissie zones voor stadslogistiek vanaf 2025 is de verwachting dat binnenstedelijk goederentransport op termijn emissieloos gaat zijn. Hoewel dit tot een afname van CO₂-uitstoot en luchtvervuiling leidt, draagt bouwlogistiek nog steeds bij aan opstoppingen in de schaars beschikbare ruimte in steden. Verschillende onderzoeken laten zien dat bewegingen bij (nieuw)bouwprojecten sterk gereduceerd kunnen worden door het inzetten van slimme bouwlogistieke concepten. Dit varieert van het gebruik van een bouwhub voor materiaal tot het carpoolen door personeel (Van Merriënboer et al., 2020; Van Rijn et al., 2020). De uitdagingen om de negatieve impact van bouwlogistiek op (binnen)steden te verminderen zijn divers. Dit wordt ten eerste veroorzaakt doordat niet voor iedere stroom en type voertuig dezelfde 'oplossingen' geschikt zijn. Ten tweede is het door de vele (onder)aannemers bij bouwprojecten vaak lastig om de verschillende stromen te coördineren.

Op basis van een literatuurstudie gaat dit artikel eerst in op de diversiteit van bouwlogistieke projecten en de verschillende voertuigbewegingen die er gegenereerd worden. Daarna richt het zich op diverse slimme bouwlogistieke concepten om de impact van bouwlogistiek tijdens de verschillende bouwfasen te verminderen. In aanvulling op de literatuur worden de ervaringen met en toepasbaarheid van de verschillende concepten in kaart gebracht. Dit is gedaan op basis van 11 interviews met verschillende stakeholders die ervaring hebben met grootschalige bouwprojecten. Voor de casestudy van het Arnhemse Bestuurskwartier wordt een overzicht geschetst van de verschillende stromen en frequenties die te verwachten zijn tijdens het verbouwingsproject en de te verwachten uitdagingen die dit met zich meebrengt. Daarnaast wordt ingegaan op de oplossingen die geboden worden door (combinaties van) verschillende slimme bouwlogistieke concepten. In de afsluitende conclusies worden aanbevelingen gedaan voor soortgelijke projecten en verder onderzoek.

Bouwlogistiek

Bouwlogistiek wordt door Topsector Logistiek (2018) beschreven als: 'Het organiseren van transport van mensen, materieel en bouwmaterialen van en naar de bouwplaats.' Op binnenstedelijke bouwplaatsen is vaak weinig opslagruimte en materialen kunnen hierdoor zoekraken, beschadigen of gestolen worden. Goederen worden daarom steeds vaker 'just-in-time' (JIT) en in de juiste hoeveelheid op de bouwplaats geleverd. Een nadeel hiervan is dat er steeds vaker kleine leveringen plaatsvinden. Dit leidt potentieel tot een hoger aantal voertuigen van en naar de bouwplaats en hiermee tot inefficiëntie van beladingsgraad en gereden kilometers (Klerks et al., 2012). Deze verkeersstromen brengen een hoge CO₂-uitstoot met zich mee en leiden tot geluidsoverlast en verminderde verkeersveiligheid. Daarnaast leidt dit tot vervuiling van de leefomgeving en overlast voor omwonenden. Goed georganiseerde bouwlogistiek leidt tot minder overlast voor de omgeving, een betere kwaliteit van bouwen, meer productiviteit, lagere kosten, minder verspilling, een kortere duur van het project en minder overlast voor de omgeving (De Bes et al., 2018).

14

Het minimaliseren van de impact van bouwlogistiek is echter uitdagend omdat het verschillende soorten stromen betreft waar veel partijen bij betrokken zijn. Zo vraagt bijvoorbeeld het minimaliseren van het aantal leveringen van heipalen om een andere benadering dan de verschillende monteurs die klein materiaal meenemen voor hun werkzaamheden tijdens de afbouwfase. Tjeenk Willink & Luijten (2016) geven aan dat vervoersbewegingen op de bouw zijn te onderscheiden in twee typen, namelijk: het woon-werkverkeer van bouwpersoneel en het bouwverkeer. Bij het woon-werkverkeer gaat het om het bouwpersoneel en het klein materieel dat zij nodig hebben op de bouwplaats, zoals bijvoorbeeld een gereedschapskist. Bij het bouwverkeer gaat het om de grotere voertuigen, zoals vrachtwagens. Om de aan- en afvoer van een bouwplaats te beschrijven is data nodig over de vervoersbewegingen. Uit meerdere onderzoeken blijkt dat bouwbedrijven vaak geen tot weinig zicht hebben op de materiaalstromen, logistieke activiteiten of de productiviteit op de bouwplaats. Hierdoor is het lastig om de aan- en afvoer van een bouwplaats in kaart te brengen (De Bes et al., 2018). Aan de hand van het BVO (bruto vloeroppervlakte) van de bouwplaats is het mogelijk om een inschatting maken van het aantal vervoersbewegingen (Van Rijn et al., 2020). Kolet heeft in 2013 onderzoek gedaan naar bouwverkeer en luchtkwaliteit. Hierbij is de samenstelling van het bouwverkeer, het aantal vervoerskilometers en het effect op de luchtkwaliteit gemeten in de stadsregio Rotterdam. Hieruit blijkt dat het aandeel van het personenverkeer (in vervoerskilometers) een stuk groter is dan het aandeel van vrachtverkeer in de utiliteitsbouw, omdat daarbij - in toenemende mate - wordt gewerkt met prefabricage van bijvoorbeeld draagconstructies, complete gevelplaten en dak-elementen.

Iedere fase van de bouw brengt andere bouwstromen met zich mee. Een bouwproces is te onderscheiden in de sloopfase, bouwrijp- en funderingsfase, ruwbouwfase en afbouwfase

(Valkhoff, 2011). Bij iedere bouwstroom past ook een ander vervoersmiddel. Van Rijn et al. (2020) hebben onderscheid gemaakt tussen acht soorten bouwstromen: beton, ruwbouw groot, ruwbouw ladingdragers, bulk, afbouw, afval, materieel en personeel. *Tabel 1* geeft een overzicht van de kenmerken per bouwstroom per fase, de gebruikte voertuigen en de frequentie waarop zij de bouwplaats bezoeken.

Tabel 1 Overzicht van de belangrijkste kenmerken per bouwstroom (op basis van Van Rijn et al. 2020 en Valkhoff 2011).

Type stroom	Omschrijving	Gebruikt voertuig	Bouwfase	Frequentie
Beton	Vloeibaar beton, wordt vanuit betonmixer op de bouwplaats gestort.	Betonwagen	Bouwrijp- en funderingsfase	Wekelijks
Ruwbouw groot	Grotere en zwaardere elementen, prefab, heipalen, vloerelementen, etc.	LZV, oplegger, trekker-oplegger-combinatie	Bouwrijp- en funderingsfase	Wekelijks
Ruwbouw ladingdragers	Kleinere elementen op brokken of pallets, geveldelen, puien, glasplaten, etc.	LZV, oplegger, trekker-oplegger-combinatie	Ruwbouw fase	Wekelijks/ Dagelijks
Bulk	Grond of grind	Kiepwagen	Bouwrijp- en funderingsfase, ruwbouw fase	Wekelijks
Afbouw	Afbouw, installaties, kleinere bouwmaterialen vervoerd op pallets of containers	Vrachtwagen, bestelbus, LZV, oplegger, trekker-opleggercombinatie	Afbouw fase	Dagelijks
Afval	Bouwen- en sloopafval, verpakkingsmaterialen, emballage	Containerwagen	Gehele bouwproces	Wekelijks
Materieel	Bouwmachines, bouwkranen, stijgers, etc.	Oplegger, trekker-opleggercombinatie	Begin en eind van het bouwproces	Dagelijks
Personeel	Personeel van en naar de bouwplaats	Bestelbus	Gehele bouwproces aanwezig, voornamelijk in afbouwfase	Dagelijks

Slimme bouwlogistieke concepten

Slimme bouwlogistiek betekent dat de logistiek gerelateerd aan een bouwproject met een lagere impact wordt uitgevoerd. Deze lagere impact heeft betrekking op de uitstoot, wat verminderd kan worden door schone voertuigtechnologieën in te zetten. In aanvulling hierop kan het vaak ook efficiënter georganiseerd worden, waarbij er los van de voertuigtechnologie, minder kilometers gereden worden om hetzelfde volume van goederen én personeel aan- en af te voeren. Dit kan bovendien tijd en kosten besparen (De Bes et al., 2018). Op basis van de literatuur en interviews worden er verschillende slimme bouwlogistieke concepten onderscheiden. In tabel 2 worden deze concepten en de ervaringen daarmee kort beschreven.

Tabel 2 Overzicht slimme bouwlogistieke concepten

Bouwlogistiek concept	Beschrijving	Ervaringen (toepasbaarheid, welke fase)
Logistieke bouwhub	Locatie vaak aan de rand van de stad, waar alle benodigde materialen voor de bouw heen worden gebracht. Vanuit deze bouwhub wordt het gehele logistieke proces van de bouwketen gemonitord en gecoördineerd. Een bouwhub kan dienen als een plaats waar leveranciers zonder wachttijd hun vracht lossen, onderdelen worden geprefabriceerd en goederen worden gebundeld om de beladingsgraad van het binnenstedelijk vrachtverkeer te verhogen (VolkerWessels, z.d.).	De meeste ervaringen met een logistieke bouwhub zijn positief. Een bouwhub werkt voornamelijk goed voor projecten met een bouwplaats in de binnenstad waar gebrek aan ruimte is voor opslag en dergelijken. Vanaf de sloopfase kan de bouwhub in gebruik worden genomen. Een bouwhub wordt vaak gebruikt in combinatie met andere concepten zoals werkpakketten, runners, plannings- en ticketsystemen en/of een pendeldienst voor personeel.
Logistieke control tower	Een logistieke control tower of een control tower is een centraal punt in de keten, die overzicht heeft over alle logistieke stromen, zoals goederen- en informatiestromen. Een control tower zorgt voor de afstemming van deze stromen (Ploos van Amstel, 2015).	Geïnterviewden gaven aan dat dit concept goed werkt op een grote bouwplaats met meerdere projecten. Bij meerdere projecten op een bouwplaats is het van belang dat de projecten op elkaar worden afgestemd, zodat verkeersdrukke wordt vermeden. Een logistieke control tower kan in alle fasen van de bouw worden gebruikt.
Plannings- en/of ticketsystemen	Door het gebruiken van een planningsstelsel wordt ervoor gezorgd dat de verschillende stappen van het transportproces beter op elkaar aansluiten (TNO, 2018). Een ticketstelsel zorgt ervoor dat alle leveranciers een toegangsbewijs hebben voor de bouwplaats om daar te leveren.	De meeste ervaringen met een planningsstelsel zijn positief. Daarentegen zijn enkele ervaringen dat ongeveer 40% van de transporteurs te vroeg of te laat komt, of een partij niet in het ticketstelsel staat, maar wel met een vracht komt. Als het ticketstelsel eenmaal goed werkt, blijft het ook goed werken en kan in alle fasen van de bouw worden gebruikt.

Runners op de bouwplaats/bouwhub	Op de bouwplaats of bij de bouwhub kunnen runners worden ingezet. Zij zorgen ervoor dat de benodigde materialen op de juiste tijd op de juiste plek terecht komen. Door de inzet van runners kunnen specialisten, zoals een timmerman, loodgieter of elektricien, zich focussen op hun vak en hoeven ze niet op zoek naar materialen (TNO, 2018).	Meerdere geïnterviewden hebben ervaring met runners. Runners worden voornamelijk ingezet om materialen naar de juiste plek op de bouwplaats te brengen. Runners zijn veelal goedkoper dan vakmensen. Daarnaast zijn vakmensen schaars en runners (ongeschoold werk) niet. Runners worden voornamelijk in de afbouwfase ingezet.
Bundelen	Bundelen is het samenvoegen van goederen en kan op drie manieren worden onderscheiden: namelijk bundelen van ruimte, bundelen in tijd en bundelen in voertuig (Quak et al., 2011).	Bundelen is een concept dat vaak wordt gebruikt, omdat het leidt tot minder vervoersbewegingen, wat resulteert in minder emissie. Bundelen kan in de volgende fasen van de bouw worden toegepast; de sloop-, ruwbouw- en afbouwfase. Een bouwhub biedt een bundelmogelijkheid.
Werkpakketten	Samenstellen van pakketten met artikelen die de volgende dag nodig zijn op de bouwplaats. Deze kunnen per locatie worden samengesteld, gebundeld worden getransporteerd en door runners naar de juiste locaties worden gebracht.	Verhoogde arbeidsproductiviteit. Als er opslagruimte op de bouwhub is, kunnen de werkpakketten - JIT - zorgvuldig worden samengesteld, afgestemd op de dagproductie. (De Bes et al. 2018).
Prefabricage	Prefabricage is een proces waarbij materialen van tevoren worden gebouwd, samengesteld of geïnstalleerd tot een groter element. Denk hierbij aan het in elkaar zetten van een vloer, wand, badkamer of woonunit. Prefabricage kan plaats vinden op de bouwhub, wat kosten, ruimte, transport en afval op de bouwplaats bespaart.	Vaak wordt in de ontwerpfase bepaald of prefabricage wordt toegepast of niet. Wanneer het wordt toegepast is dit voornamelijk in de ruwbouwfase, omdat het gaat om grote en zware elementen. Hierdoor zijn er minder handelingen op de bouwplaats nodig, wat met name tot minder bestelwagengeritten kan leiden.
Personeelshub/pendeldiensten	Wanneer personenvervoer wordt geclusterd, door bijvoorbeeld gebruik te maken van een pendeldienst, het OV, carpools of slim parkeren kan het aantal gereden kilometers van personenvervoer worden geminimaliseerd (TNO, 2018).	Vrijwel alle ervaringen met een personeelshub/pendeldienst zijn positief en kan in alle fasen van de bouw worden toegepast. Dit concept is effectief wanneer in de aanbesteding eisen worden gesteld, zoals het aantal personeelsritten van en naar de bouwplaats en beschikbare ruimte voor parkeren.
BLVC-plannen	BLVC-plan is een bereikbaarheid, leefbaarheid, veiligheid en communicatieplan. In dit plan wordt beschreven welke maatregelen een project neemt in de uitvoering om de bereikbaarheid, leefbaarheid en veiligheid te waarborgen (Goed op weg, 2020).	Op dit moment wordt een BLVC-plan vaak opgesteld door de gemeente. Het zou nog beter zijn om het BLVC-plan op te stellen met diverse betrokken partijen waar onder de architect, aannemer en leverancier. Ervan uitgaande dat zij meer ervaring hebben met de praktische uitvoering van BLVC-eisen.
Keten-samenwerking	Ketensamenwerking is een belangrijke stap om tot slimme bouwlogistieke oplossingen te komen (Balm et al., 2018). Bogers et al. (2016) geven aan dat de invoer van verschillende slimme bouwlogistieke concepten, zoals bouwtickets, pendeldienst of een logistiek coördinator alleen slagen wanneer alle belanghebbende partijen hier actief en samen aan werken.	Op dit moment ontbreekt er een bepaalde mindset en urgentie binnen de keten, om bouwlogistiek anders in te richten, omdat de bouw moet worden gerealiseerd binnen een bepaalde tijd tegen zo min mogelijk kosten. Daarnaast hebben projectleiders en bouwpersoneel een eigen werkwijze, waarvan zij vinden dat die het efficiënt is en het beste werkt. Hierdoor is er een lage acceptatie van innovatie.

Uit de interviews blijkt dat de meeste ervaringen met een logistieke bouwhub - in combinatie met andere bouwlogistieke concepten - positief zijn. Echter, op dit moment zijn de voordelen van een bouwhub onvoldoende zichtbaar voor veel partijen terwijl het functioneren ervan juist afhankelijk is van het gevoel van urgentie en de wil van het personeel. Een onderzoek van Bogers et al. (2016) laat zien dat het gebruik van een bouwhub kan leiden tot een afname van transportbewegingen en een halvering van binnenstedelijk transport door een toegenomen beladingsgraad. Dit resulteert in een reductie van CO₂-uitstoot, een toename van veiligheid. Bovendien kan de bouwhub leiden tot een hogere arbeidsproductiviteit tot circa 45%. De Bes et al. (2018) benadrukken het belang van transparantie bij het gebruik van een bouwhub, aangezien het zal leiden tot een andere verdeling van de logistieke kosten. Door een transparante benadering wordt duidelijk wie extra kosten maakt en wie er voordeel van heeft.

Een bouwhub werkt voornamelijk goed voor projecten waar gebrek is aan ruimte (bijv. voor opslag) zoals op een bouwplaats in de binnenstad. Indien een aannemer niet wil of kan investeren in een bouwhub, kan hij ervoor kiezen om gebruik te maken van een bouwhub van een white label concept. Hierbij kunnen alle partijen in de bouwketen gebruik maken van de faciliteiten (Logistiek, 2018). Zo'n hub kan beschikbaar worden gesteld voor meerdere projecten in een stad, gebied of regio. De coördinatie op de bouwplaats wordt doorgaans geregeld door de logistiekmanager van de bouwhub.

18

Vanaf de start van het bouwproces kan de bouwhub in gebruik worden genomen en gecombineerd worden met andere logistieke concepten zoals een control tower, het bundelen van goederen, werkpakketten, runners, plannings- en ticketsystemen en/of een pendeldienst voor personeel. Prefabricage wordt minder vaak gecombineerd met een bouwhub, omdat niet alle onderdelen op een bouwhub kunnen worden gefabriceerd. De meeste ervaringen met de overige conceptcombinaties zijn positief. Zo zorgt een logistieke control tower voor een geïntegreerde coördinatie over de hele keten. Vooral bij een bouwplaats met meerdere projecten werkt dit concept goed. Een personeelshub of een pendeldienst is door meerdere geïnterviewden positief ervaren. Dit concept zorgt voor minder vervoersbewegingen en meer beschikbare parkeerplekken in de binnenstad voor bewoners en bezoekers. De meningen over plannings- en ticketsystemen zijn echter verdeeld. Eén van de ervaringen is dat ongeveer 40% van de transporteurs niet op tijd is of onaangekondigd naar de bouwplaats komt. Daarentegen is het een laagdrempelig systeem en als het eenmaal werkt, blijft het goed werken.

Binnen de gehele keten ontbreekt een gevoel van urgentie en belang omtrent het anders inrichten van bouwlogistiek. Toch is dit gevoel nodig om tot veranderingen te komen op het gebied van slimme bouwlogistiek. Door met belanghebbenden in gesprek te gaan kan ketensamenwerking worden gerealiseerd. Overigens is uit verschillende interviews naar

voren gekomen dat het opdrachtgevers afgeraden wordt om in de aanbesteding specifieke slimme bouwlogistieke concepten te noemen. De ervaring leert dat de aannemer als ervaringsdeskundige op de hoogte is over alles omtrent de bouw. Door de concepten niet te benoemen wordt de aannemer uitgedaagd om met slimme bouwlogistieke oplossingen te komen die passen binnen de aanbesteding. Daarna de opdrachtgever kan afwegen op welke manier zij kunnen faciliteren. Bovendien bevordert dit de innovatie van dergelijke concepten. Een andere manier om de aannemer uit te dagen is door een concreet plan op te stellen voor de bereikbaarheid, leefbaarheid, veiligheid en communicatie (een BLVC-plan). In een BLVC-plan kunnen eisen worden opgenomen om een aannemer tot het toepassen van slimme bouwlogistieke concepten te bewegen. Bijvoorbeeld door het beperken van parkeermogelijkheden, het instellen van een tijdslot voor transport of een beperking van CO₂-uitstoot. Een derde mogelijkheid om de aannemer te bewegen tot het toepassen van slimme oplossingen is via plaatselijke verordeningen. Daarmee kan men tijdsloten vastleggen, voorwaarden aan bepaalde routes stellen of het aantal vrachtwagens limiteren dat per dag van en naar de bouwplaats rijdt.

Bestuurskwartier Arnhem

Het Bestuurskwartier wordt de komende 9 jaar verbouwd, van 2021 tot 2030¹. Uiteindelijk moet dit gebied duurzamer en aantrekkelijker worden. Het Bestuurskwartier bestaat uit het Paleis van Justitie, Politiebureau, Provinciehuis en woningen en in totaal is de bruto vloeroppervlakte (BVO) 81.000 m². De verbouwing leidt tot veel transportbewegingen in en rond de binnenstad van Arnhem. De transportbewegingen hebben een negatieve impact op de lucht- en geluidskwaliteit en de verkeersveiligheid (De Bes et al., 2018).

Om het aantal bewegingen tijdens de diverse bouwfasen op het Bestuurskwartier te minimaliseren kunnen diverse slimme bouwlogistieke concepten toegepast worden. De toegevoegde waarde van de verschillende concepten verschilt per bouwfase. Prefabricage bijvoorbeeld leidt vooral in de ruwbouwfase tot positieve resultaten, terwijl het samenstellen van werkpakketten in de afbouwfase nuttig is. Wat in alle fasen van de verbouwing van het Bestuurskwartier toegepast kan worden zijn - naast een bouwhub - een logistiek coördinator en/of control tower, het gebruik van plannings- en ticketsystemen en een personeelshub in combinatie met pendeldiensten.

Een bouwhub aan de rand van de stad kan gedurende het gehele bouwproces worden gebruikt om de impact van bouwlogistiek in de binnenstad te verminderen. Tijdens de verbouwing van het Bestuurskwartier vinden verschillende projecten tegelijkertijd plaats,

¹ Dit is een grove inschatting en de exacte invulling en het verloop van het project zijn momenteel onzeker (mei 2021).

wat veel transportbewegingen met zich meebrengt. Door middel van een bouwhub worden transportbewegingen gereduceerd en daarmee uitstoot in de binnenstad verminderd en veiligheid en productiviteit verhoogd. Een logistieke bouwhub gecombineerd met andere bouwlogistieke concepten biedt de volgende mogelijkheden:

- In combinatie met een *logistieke control tower* kan er meer overzicht en coördinatie op en over de bouwplaats gecreëerd worden; het gehele logistieke proces van de keten kan worden gemonitord en gecoördineerd en daarmee wordt *ketensamenwerking* gefaciliteerd.
- De bouwhub als locatie voor een *personeelshub*. Voornamelijk in de laatste fase van het bouwproces van het Bestuurskwartier wordt een grote personeelsstroom verwacht. Deze personeelsstroom kan leiden tot veel verkeersbewegingen in de binnenstad en een beperkt aantal beschikbare parkeerplekken voor bewoners en bezoekers van de stad. Er zijn verschillende mogelijkheden om de personeelsstroom te organiseren, bijvoorbeeld door het gebruik van een P+R terrein, waarna het personeel met het OV of een pendeldienst naar de bouwplaats gaat.
- Met een *plannings- of ticketsysteem* wordt er grip verkregen op het logistieke proces, staat er minder bouwverkeer stil en wordt drukte vermeden op en rondom de bouwplaats. Dergelijke systemen zijn laagdrempelig en worden vaak gebruikt bij grote projecten, zoals de verbouwing van het Bestuurskwartier. Hiermee kunnen stromen naar de bouwhub worden gestuurd.
- Op een locatie met voldoende opslagruimte kunnen er materialen voor de bouw (tijdelijk) worden *opgeslagen*.
- Hierdoor kunnen leveringen ook *gebundeld* en just-in-time geleverd worden. Bovendien kunnen *werkpakketten* worden samengesteld en onderdelen worden *geprefabriceerd*.
- Door het inzetten van runners kunnen op de bouwhub de benodigde materialen op de juiste tijd op de juiste plek klaar staan met een verhoogde productiviteit tot gevolg.

In aanvulling op het bovenstaande kan een BLVC-plan worden gehanteerd. In een dergelijk plan worden maatregelen vastgelegd die tijdens een bouwproject de bereikbaarheid, leefbaarheid, veiligheid en communicatie zullen moeten waarborgen. Dit zijn belangrijke pijlers in de ambitienota van het Bestuurskwartier. Door de hantering van een BLVC-plan wordt de overlast voor de omgeving tot een minimum beperkt. Daarnaast kan de gemeente verschillende eisen stellen en beperkingen opleggen om hinder voor de omgeving te reduceren. Door deze beperkingen blijft de markt innoveren, op zoek naar oplossingen voor de inrichting van een slimme bouwlogistiek.

In *tabel 3* is een overzicht te zien van de verschillende stromen en frequentie die te verwachten zijn tijdens de verbouwing van het Bestuurskwartier. Daarnaast worden de

belangrijkste knelpunten en mogelijke oplossingen weergegeven. Dit is samengesteld op basis van de literatuur en interviews. De exacte impact met betrekking tot voertuigbewegingen kan niet worden vastgesteld vanwege onzekerheid omtrent de precieze omvang van het project en het gebrek aan data.

Tabel 3 Koppeling van bouwlogistieke stromen en mogelijke oplossingen

Bouwfase	Type stromen	Gebruikte voertuigen	Frequentie	Knelpunten	Oplossingen
Sloopfase	Materieel, afval	Oplegger, trekker-opleggercombinatie	Dagelijks	Drukte op de bouwplaats	Logistieke bouwhub, bundelen
Bouwrijp- en funderingsfase	Beton, ruwbouw groot, bulk	Betonwagen, LZV, oplegger, trekker-opleggercombinatie, kiepwagen	Wekelijks	Drukte op de bouwplaats	Zie 'Alle fasen', onderin tabel
Ruwbouwfase	Ruwbouw lading-dragers, bulk	LZV, oplegger, trekker-opleggercombinatie, kiepwagen	Wekelijks/ Dagelijks	Drukte op de bouwplaats	Prefabricage, logistieke bouwhub, bundelen
Afbouwfase	Afbouw, materieel	Vrachtwagen, bestelbus, LZV, oplegger, trekker-opleggercombinatie	Dagelijks	Onregelmatige leveringen en veel kleine leveringen	Logistieke bouwhub, bundelen, werkpakketten, runners
Alle fasen	Afval, personeel	Containerwagen, bestelbus	Dagelijks	Veel kleine leveringen en veel personeel, drukte op de bouwplaats	BLVC-plan, logistiek coördinator en control tower, personeelshub en pendeldiensten, plannings- en/of ticket-systeem

Conclusies en aanbevelingen

Binnenstedelijke bouwplaatsen hebben vaak weinig opslagruimte, waardoor steeds meer just-in-time wordt geleverd. Dit leidt tot veel kleine leveringen, inefficiëntie, een lage beladingsgraad en overlast voor de omgeving. Door bouwlogistiek integraal te benaderen, wordt de hele bouwlogistieke keten in kaart gebracht. Hiervoor moet worden gekeken naar de logistieke doelstellingen, de grondvorm, planning en besturing, het informatiesysteem, de organisatie en de logistieke prestatie-indicatoren.

Het is van belang om alle fasen van een bouwproject te adresseren bij het verduurzamen en verminderen van de impact – van sloop tot afbouw. Er zijn acht bouwstromen waarin de aan- en afvoer van de bouwplaats kan worden gedifferentieerd. Zo zijn er onder andere logistieke stromen voor personeel, beton, grote ruwbouw, en afval. Deze stromen

brenge - in verschillende bouwfasen - ieder verschillende vrachten met zich mee met verschillende voertuigen en in verschillende frequenties. Kleine leveringen en inefficiëntie kunnen worden voorkomen door diverse slimme bouwlogistieke concepten te gebruiken. Er zijn verschillende onderzoeken vergeleken en daaruit kwamen negen concepten die veel voorkomen. Een logistieke bouwhub, bundeling van goederen, samengestelde werkpakketten, runners, prefabricage en een personeelshub met pendeldiensten resulteren in minder kosten, transportbewegingen, overlast en CO₂-uitstoot in de binnenstad. Een logistieke control tower, logistiek coördinator en een plannings- en/of ticketsysteem dragen bij aan meer overzicht en coördinatie op en over de bouwplaats. Tot slot helpt het toepassen van de BLVC-methode bij het creëren van een balans tussen veilig en efficiënt bouwen enerzijds en het bereikbaar, leefbaar en veilig houden van de omgeving anderzijds. Voor alle slimme bouwlogistieke concepten geldt dat ketensamenwerking essentieel is voor het goed functioneren van het concept.

Uit dit onderzoek is gebleken dat de meeste ervaringen met bouw hubs, personeelshub/pendeldienst, runners en een BLVC-plan positief zijn. De meningen over plannings- en/of ticketsystemen zijn wisselend, maar als een ticketsysteem eenmaal goed werkt blijft het goed werken. Het bundelen van goederen is een concept dat vaak wordt gebruikt en het resulteert in minder transportbewegingen. Dit laatste geldt ook voor prefabricage.

22

Door in de aanbesteding geen specifieke eisen te noemen met betrekking tot slimme bouwlogistieke concepten wordt de markt het meest uitgedaagd. Op deze manier blijven ze innoveren en op zoek gaan naar oplossingen voor de inrichting van bouwlogistiek. Wanneer de markt zelf voorstellen heeft gedaan betreft de toepassing van slimme bouwlogistiek kan de opdrachtgever bekijken op welke manier zij een bouwhub of een personeelshub kunnen faciliteren of beschikbaar kunnen stellen. Deze kan dan beschikbaar worden gesteld voor meerdere projecten door middel van een white label concept waarbij alle partijen in de logistieke bouwketen gebruik kunnen maken van de faciliteiten, eventueel ook partijen van andere projecten in een stad, gebied of regio. Op grotere schaal en met meer logistiek volume is de bouwhub namelijk eerder rendabel. Transparantie is belangrijk om duidelijk te krijgen wie extra kosten maakt en wie er voordeel van het inzetten van een bouwhub heeft. Het gebruik ervan zal namelijk leiden tot een andere verdeling van de logistieke kosten.

Aansluitend op het onderzoek naar de inrichting van een bouwhub, blijkt dat het verkrijgen van ketensamenwerking een belangrijke pijler is voor het slagen van slimme bouwlogistieke concepten. Zoals uit interviews naar voren is gekomen, is het gevoel van urgentie onvoldoende aanwezig bij de markt. Voornamelijk projectleiders en bouw personeel hebben een eigen werkwijze waarvan zij vinden dat die effectief en efficiënt is. Belangrijk is dat gezamenlijk voordeel, zoals minder kosten, minder overlast, hogere veiligheid en minder emissies wordt herkend. Bij stakeholders dient een draagvlak gecreëerd te worden

op het gebied van kosten en opbrengsten. Naast het gezamenlijke voordeel ligt de basis in de 'waarom-vraag': 'Waar doen we het voor?'

Voor het Arnhemse Bestuurskwartierproject kan worden onderzocht of een white label concept mogelijk is, hoe meerdere projecten - eventueel regionaal - gebruik kunnen maken van deze bouwhub, hoe dit gestimuleerd kan worden voor andere projecten en welke gevolgen dit heeft voor het Bestuurskwartier, maar ook voor de stad als geheel. Bovendien kan er onderzoek worden gedaan naar de eisen die de gemeente Arnhem kan afdwingen met betrekking tot de zero-emissie zone die in 2025 in de binnenstad wordt ingevoerd, en wat de toepasbaarheid is van mobiliteitsmaatregelen voor personeelsstromen van en naar de bouwplaats.

In toekomstig onderzoek moet verder bekeken worden hoe de verschillende slimme bouwlogistieke concepten samen ingezet kunnen worden en welke gevolgen dat heeft voor de keten. Ook kan de impact worden gemeten en zal moeten blijken wat de verschillende stakeholders nodig hebben voor ketensamenwerking. Wie neemt de regie? Welke stakeholder is waarvoor verantwoordelijk? Welke kosten en baten zijn aan de combinatie van concepten verbonden en in hoeverre worden de negatieve gevolgen van bouwlogistiek door deze oplossingen beperkt?

Dank

Dit artikel is gebaseerd op het afstudeeronderzoek van Melle van Zutphen. Het onderzoek is gefinancierd door de Provincie Gelderland. Hierbij willen we de geïnterviewden, Maik Knuiman en Mark Luikens bedanken voor hun medewerking.

Referenties

- Balm, S., Berden, M., Morel, M., & Ploos van Amstel, W. (2018). Slimme bouwlogistiek: onderzoek naar de fundamenten van slimme en schone bouwlogistiek in steden. CIVIC.
- Bogers, E., Postulart, R., Schepers, B., Ploos van Amstel, W., & Weijers, S. J. C. M. (2016). Radboud Nijmegen: vruchten plukken van slimme bouwlogistiek.
- De Bes, J., Eckartz, S., Van Kempen, E., Van Merriënboer, S., Ploos van Amstel, W., Van Rijn, J. & Vrijhoef, R. (2018) Duurzame bouwlogistiek voor binnenstedelijke woning- en utiliteitsbouw: ervaringen en aanbevelingen. TNO, Delft.
- Goed op weg (2020, 2 september). Bouwlogistiek Framework. Geraadpleegd op 28 oktober 2020, van https://goedopweg.nl/uploads/general/Goederenvervoer/08092020_Goedopweg_Bouwlogistiek-Framework.pdf

- Klerks, S., Lucassen, I., Aa, S., Janssen, G., Van Merriënboer, S., Dogger, T., & Kieft, J. (2012). Bouwlogistiek: cruciaal in efficiënt en duurzaam bouwen. TNO.
- Kolet, F. (2013). Project Bouwverkeer en Luchtkwaliteit. Geraadpleegd op 3 november 2020, van <https://www.slideshare.net/FlipKolet/rapport-bouwverkeer-15012013>
- Logistiek (2018, 12 november) *Amsterdam krijgt eerste circulaire bouwhub*. Geraadpleegd op 27 november 2020, van <https://www.logistiek.nl/ketensamenwerking/nieuws/2018/11/amsterdam-krijgt-eerste-circulaire-bouwhub-101165881>
- Ploos van Amstel, W. (2015, 29 september). Citylogistiek: op weg naar een duurzame stadslogistiek voor aantrekkelijke steden. Geraadpleegd op 4 november 2020, van https://www.amsterdamuas.com/binaries/content/assets/subsites/kc-techniek/assets_1/lectorale-rede-citylogistiek-ploos-van-amstel.pdf
- Quak, H., Klerks, S., Aa, S., De Ree, D., Ploos van Amstel, W., & Van Merriënboer, S. (2011). Bouwlogistieke oplossingen voor binnenstedelijk bouwen. TNO.
- Tjeenk Willink, A. & Luijten, C. (2016). Van omgeving naar efficiënte logistiek in de bouw. Geraadpleegd op 28 oktober 2020, van http://www.logistiekindebouw.nl/sites/default/files/20161215_-_van-omgeving-naar-effici%C3%ABnte-logistiek-in-de-bouw_def-3.pdf
- Topsector Logistiek (2018, november). Met recht een verduurzaming van de bouwlogistiek. Geraadpleegd op 22 september 2020, van <https://topsectorlogistiek.nl/wptop/wp-content/uploads/2018/11/Met-recht-een-verduurzaming-van-bouwlogistiek-september-2018.pdf>
- Valkhoff, J., (2011) Hoe bouwverkeer goed te stroomlijnen. Geraadpleegd op 24 september 2020, van <https://www.gemeente.nu/blog/hoe-bouwverkeer-goed-te-stroomlijnen/>
- Van Merriënboer, S., Kin, B., Quak, H., Van Rijn, J., & De Vries, J. (2020). Outlook renovatiebouw. Scenario's voor de reductie van voertuigbewegingen en CO2-uitstoot in de stad in 2030. TNO en Topsector Logistiek.
- Van Rijn, J., Rondaij, A., Van Merriënboer van, S., Kin, B., & Quak, H. (2020). Outlook bouwlogistiek. Scenario's voor reductie van vervoersbewegingen en CO2-uitstoot in de stad voor (grootschalige) nieuwbouwprojecten in 2030. TNO en Topsector Logistiek.
- VolkerWessels (z.d.) BouwHubs voor slimme bouwlogistiek. Geraadpleegd op 4 november 2020, van [https://www.volkerwessels.com/nl/projecten/bouwhub#:~:text=De%20BouwHub%20is%20een%20locatie,tot%20bouwplaats\)%20gemonitord%20en%20geco%C3%B6rdineerd.](https://www.volkerwessels.com/nl/projecten/bouwhub#:~:text=De%20BouwHub%20is%20een%20locatie,tot%20bouwplaats)%20gemonitord%20en%20geco%C3%B6rdineerd.)

