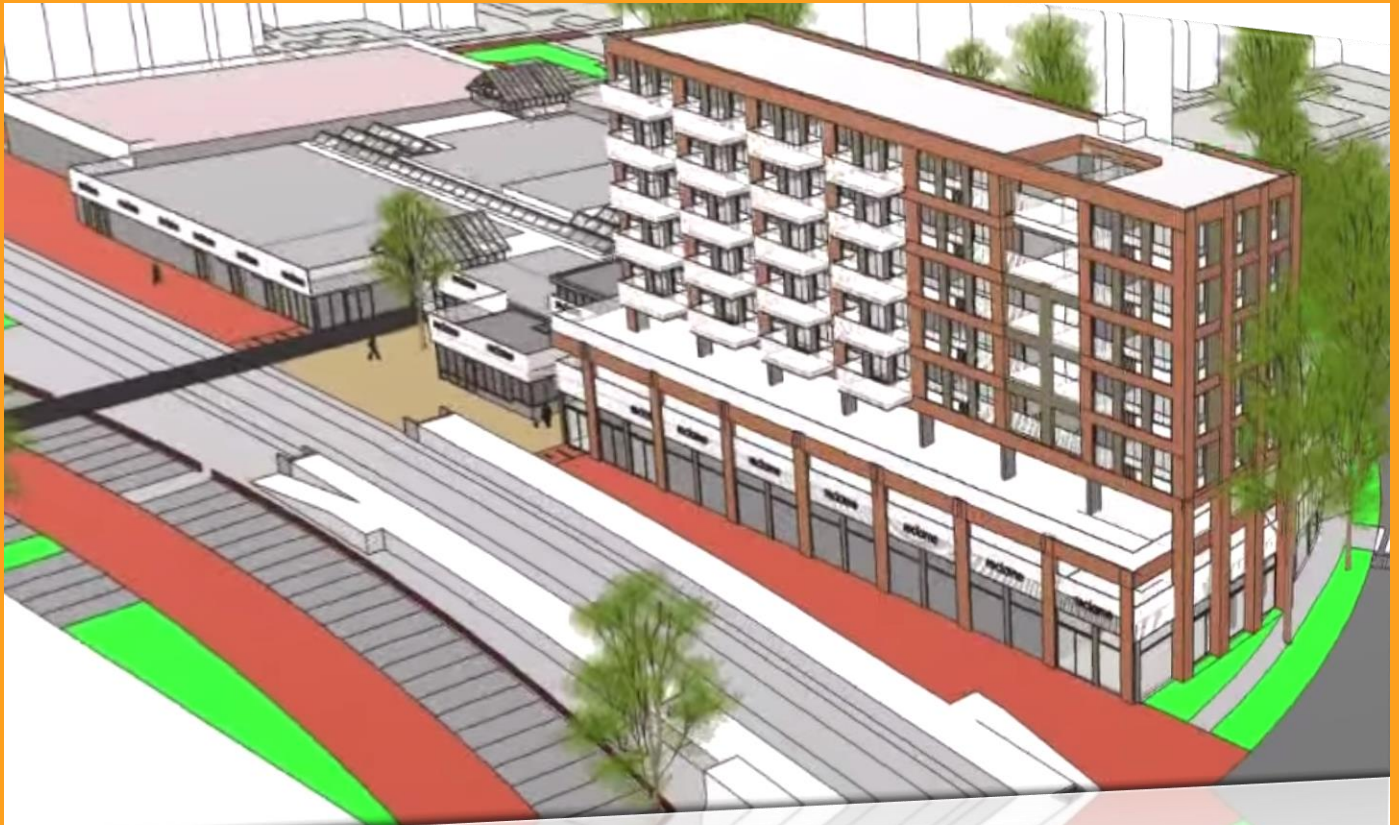




Bijlagen scriptie

Februari – juni 2017

Afstudeerscriptie

De logistiek op de bouwplaats optimaliseren

Jos van Selm
IJsselstein, 29 mei 2017

Bijlage afstudeerscriptie

Afstuderen februari – juni 2017

Student

Jos van Selm
Europaweg 30
3451 HG, VLEUTEN
(030) 662 23 62
(06) 83 39 08 90
josvanselm@live.nl
Studentnummer 1637418

Afstudeerrichting

Logistiek op de bouwplaats



Hogeschool Utrecht

Opleiding Bouwkunde
Faculteit Natuur en Techniek
Instituut voor Gebouwde Omgeving
TBWK-V15AFO-14

Begeleiding Hogeschool Utrecht

1^e begeleider
Vincent Frowijn
(06) 40 46 14 49
vincent.frowijn@hu.nl

2^e begeleider
Charlotte Trip
(06) 38 14 90 82
charlotte.trip@hu.nl



Bunnik Bouw

Groene Dijk 4
3401 NJ, IJSSELSTEIN
(030) 686 99 90

Begeleiding Bunnik Bouw

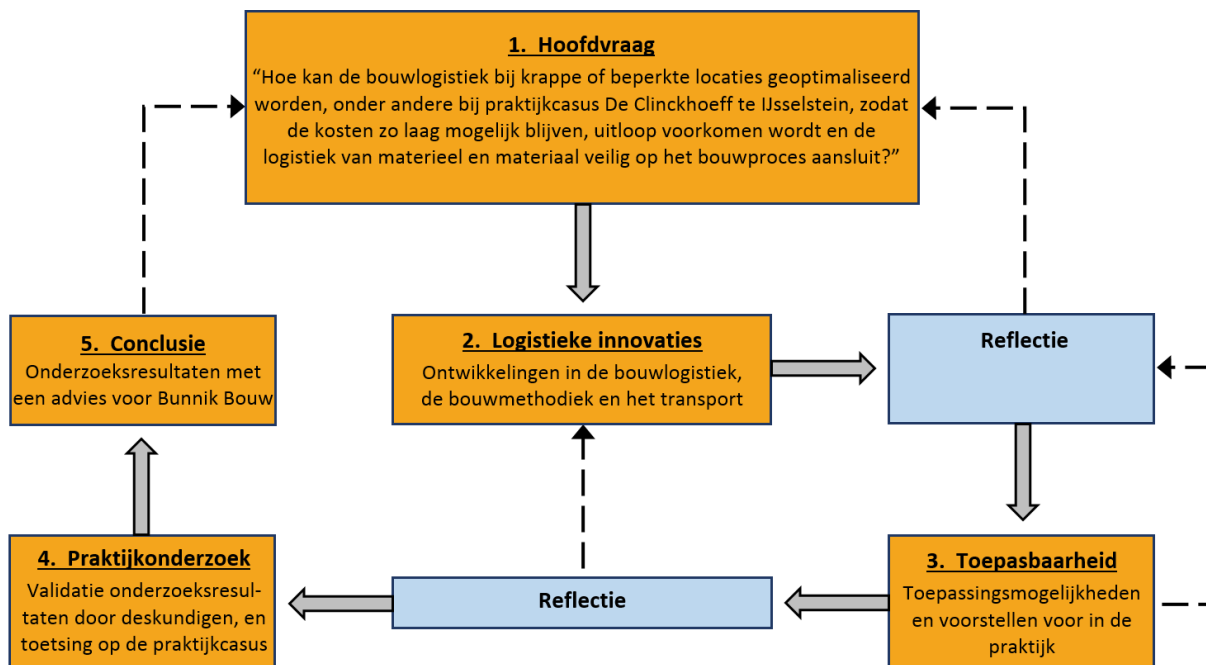
B.J. (Sjaak) de Jong
Bedrijfsleider
(06) 51 81 45 45
sdejong@bunnik-bouw.nl

Inhoudsopgave

Bijlage 1	Onderzoeksmodel	3
Bijlage 2	De definitie omschrijving van logistiek.....	4
Bijlage 3	Ontwikkelingen in de bouwlogistiek	5
Bijlage 4	Toelichting bouwmethodieken	11
Bijlage 5	Toelichting transport.....	13
Bijlage 6	Bouwplaatsinrichtingen.....	15
Bijlage 7	Toelichting risicoanalyse en -maatregelen.....	16
Bijlage 8	Planning en leveringsschema bouwhub.....	18
Bijlage 9	Referenties	22
Bijlage 10	Interviews directbetrokkenen	24
Bijlage 11	Bouwplaatsinrichting.....	35
Bibliografie		41

Bijlage 1 Onderzoeksmodel

Het onderzoek bestaat uit een aantal stappen, de stappen zijn hieronder in figuur 1 weergegeven. Dit onderzoeksmodel laat in één oogopslag zien, waar het onderzoek uit bestaat.



Figuur 1, onderzoeksmodel

Bijlage 2 De definitie omschrijving van logistiek

Willekeurig zijn bij betrouwbare bronnen de definities van logistiek bekeken. Zo blijkt dat bij de zevende druk van de Winkler Prins encyclopedie uit 1971 logistiek werd omschreven als:

‘Het deel van de krijgswetenschap dat zich bezig houdt met het verschaffen van materieel, faciliteiten en diensten’ (Prins, 1971)

Later in het jaar 2000 omschreef J. Casimir het begrip logistiek als:

‘De regeling van het transport en de opslag van goederen. Daarbij omvat het begrip transport zowel het intern transport binnen bedrijven als het extern transport tussen bedrijven’ (Casimir, 2000)

In tegenstelling tot de hierboven inmiddels verouderde bronnen van de definitie logistiek, heeft de definitie weer een aantal veranderingen meegemaakt na het jaar 2000. Momenteel luidt de definitie van logistiek als volgt:

‘De juiste hoeveelheid van de juiste goederen op het juiste tijdstip en in de juiste conditie tegen de juiste kosten naar de juiste plaats brengen met de juiste informatie voor alle betrokkenen’ (Jol, 2017)

Tegenwoordig wordt het begrip logistiek veel ruimer opgevat. Voorheen dacht men aan militaire toepassingen, terwijl men nu aan het slim organiseren van de organisatie, planning, de besturing en de uitvoering van de goederenstroom denkt. Voor dit onderzoek is het dus van cruciaal belang om eerst de recentste definitie van logistiek in kaart te brengen, voordat het onderzoek gestart wordt. (Prins, 1971) (H.M. Visser, 2011)

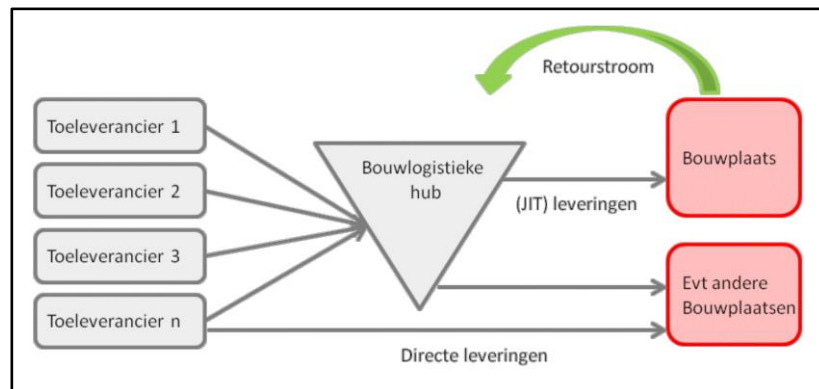
Bijlage 3 Ontwikkelingen in de bouwlogistiek

3.1 Bouwhub

De bouwhub is een tijdelijke verzamelplaats of locatie waar verschillende stromen bij elkaar komen, gebundeld worden en weer verder zullen stromen (Roeven, 2016). Schematisch gezien heeft een hub een wielvormig netwerk, waar de toevoer via de spaken van het wiel plaatsvindt. De hub is het centrum van het wiel waar alle stromen samen komen, oftewel het distributiecentrum. (Ulenaers, 2017)

Hierboven omschreven
Roeven en Ulenaers een
bouwlogistieke hub.

Ludema omschrijft de
bouwlogistieke hub ook als
losplaats voor goederen,
waar ze overgeslagen worden
op een ander vervoersmiddel
of tijdelijk worden
opgeslagen en na afroep aan
de (onder)aannemer op de
bouwplaats geleverd worden.



Figuur 2, aanleverproces bouwlogistieke hub (A.M.R. de Vries, 2017)

Leveringen aan de bouwlogistieke hub zijn redelijk tijdsafhankelijk in tegenstelling tot directe leveringen aan de bouwplaats. Door de tijdelijk opslag op een bouwlogistieke hub, kan de bouwhub nauwkeurig op een afgesproken tijd, volgens de bouwprojectplanning leveren op de bouwplaats. Eventueel kan de bouwhub worden gepasseerd door rechtstreeks te leveren. Dit zal plaatsvinden bij betonmixers, volle vrachtwagens of leveringen die speciale handelingen vereisen. Bij een hub is het ook gebruikelijk dat de vrachtwagens, welke producten leveren op de bouwplaats, retourstromen mee terug nemen naar de bouwhub. Dit beperkt de transportritten. Figuur 2 geeft een schematisch beeld van de aanleverprocessen aan de bouwplaats en de retourstroom als een logistieke hub toegepast wordt. (A.M.R. de Vries, 2017)

Dijkhuizen benoemt dat een bouwhub voor veel voordelen zorgt. Zo spreekt hij over het terugbrengen van vervoersstromen. Immers treedt direct verminderde overlast voor de omwonenden op, wat tot een positief resultaat leidt. Ook de gebundelde just-in-time leveringen van de bouwhub zorgen voor een positief resultaat. Het voordeel hiervan is dat al het materiaal, in de uitgetelde hoeveelheid, op de afgesproken tijd bezorgd wordt. (Dijkhuizen, 2015)

S. van Merriënboer voegt aan de omschrijving van Dijkhuizen nog het volgende toe. Door de bouwlogistieke hub wordt de productiviteit op de bouwplaats verhoogd, dit zorgt voor een verkorte bouwtijd. (Merriënboer, 2016)

Echter brengt de bouwhub niet alleen maar voordelen met zich mee. Om een bouwlogistieke hub te kunnen vestigen, moet voldoende ruimte beschikbaar zijn waar het centrum gerealiseerd kan worden. Op het terrein moet verharding komen, overkappingen en beveiliging. Overigens moet het terrein beschikken over voldoende materieel om de goederen te kunnen op- en overslaan. Tevens moeten logistieke medewerkers worden aangesteld. Al met al is de bouwlogistieke hub een kostbare operatie, aldus De Vries. (A.M.R. de Vries, 2017)

VolkerWessels benadrukt dat naast de bouwlogistieke hub ook elke dag een gedetailleerde planning gemaakt moet worden wat tijd kost. (VolkerWessels, 2017)

Geconcludeerd kan worden dat de bouwlogistieke hub veel voordelen heeft. Zoals een hogere arbeidsproductie, just-in-time leveringen en retourstromen. Desalniettemin brengt een bouwlogistieke hub extra kostenposten met zich mee. Goederen moeten namelijk een extra keer worden opgeslagen, daarnaast brengen de locatie en de manuren op de hub aanzienlijke kosten met zich mee. Kortom, bouwprojecten moeten voldoende volume hebben om een bouwlogistiek hub rendabel te maken.

3.2 Smart Building Logistics

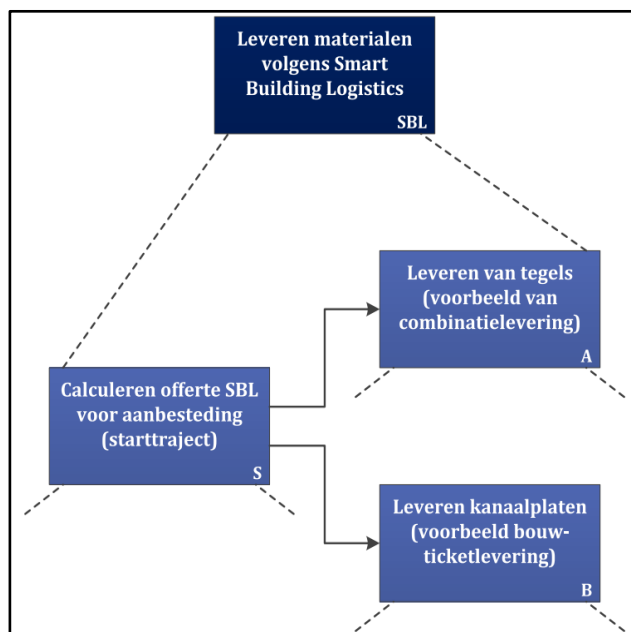
Om het aantal vervoersbewegingen van en naar de bouwplaats te verminderen heeft de BAM in samenwerking met verhuisbedrijf UTS het concept Smart Building Logistics ontwikkeld. SBL zorgt voor een duurzamer proces door procesinnovatie en ketenintegratie voor afval, logistiek en transport. Hier wordt gebruik gemaakt van een bouwlogistieke hub, om vanuit daar transporten naar de bouwplaats te kunnen reguleren. Dit vervoersysteem bestaat uit twee methoden leveringen, combinatie- en bouwticketleveringen. (BAM-utiliteitsbouw, 2015)

Bij combinatieleveringen worden de materialen op de bouwlogistieke hub gelost. Hier worden de materialen tijdelijk opgeslagen, waarna de materialen door UTS just-in-time in volle vrachten naar de bouwplaats vervoerd kunnen worden. UTS verzorgt tevens de afvoer van het afval en de overtollige materialen.

Bij een bouwticketlevering rijdt de leverancier via de bouwlogistieke hub. Hier stelt de leverancier zich op, totdat de aangemelde vracht een afroepsignaal van de bouwplaats krijgt.

In figuur 4 staat schematisch weergegeven hoe het leveringsprincipe van SBL plaatsvindt. Bij SBL rijdt behalve de betonleverancier, iedere vracht via de bouwlogistieke hub. (Koning, 2014)

Karabulut schrijft in haar rapport over SBL, dat SBL hoofdzakelijk gebruikt wordt in het uitvoeringsproces en dan gericht op de afbouwfase. Zij concludeerde tijdens haar interviews met bouwplaatsmedewerkers dat het merendeel van de medewerkers het concept SBL als positief ervaart. (Karabulut, 2012)



Figuur 3, hoofdschema leveringsprincipe SBL (Koning, 2014)

De Bruijn concludeert dat SBL zorgt voor een nieuwe logistieke denk- en werkwijze, waarbij efficiency, veiligheid en overlastbeperking hoog in het vaandel staan. In dit concept is precies bekend welke vrachtwagen naar de bouwplaats komt, welke materialen worden afgeleverd en hoe laat de vrachtwagen arriveert. Vrachtwagens rijden in deze situatie buiten de traditionele spits om, om zo de verkeersoverlast voor omwonenden te minimaliseren. (Bruijn, 2014)

De heer Van der Voordt vindt dat afval, transport en logistiek in de bouw duurzamer moet. Over het concept SBL is hij erg tevreden, om de reden dat na het afleveren van materialen de vrachtwagens gescheiden afval mee terug nemen. Het afval wordt meegenomen naar het transportterrein van UTS, hier kunnen de materialen gerecycled worden. Op deze manier wordt duurzaamheid gerealiseerd en CO₂-uitstoot gereduceerd. (Voordt, 2013)

De voordelen van SBL zijn volgens BAM-utiliteitsbouw dat er minder transportbewegingen plaatsvinden, het transport vindt gecoördineerd en just-in-time plaats, door de retourstromen via de bouwhub is de bouwplaats veiliger, verspilling van materialen wordt voorkomen, er treedt een vermindering van beschadigingen op, er is ruim 50% minder opslagruimte op de bouwplaats benodigd en faalkosten worden tijdigesignaleerd. (BAM-utiliteitsbouw, 2015)

Volgens de ontwikkelaars van het SBL-principe leidt de vermindering van het aantal vrachten (en dus een lagere CO₂-uitstoot) tot verminderde verkeerscongestie rondom de bouwplaats en een verhoogde productiviteit van de werknemers die kan leiden tot een verlaging van de bouwkosten van zo'n 3 tot 5 procent. (Roelofs, 2012) (Koning, 2014) (BAM-utiliteitsbouw, 2015)

Het is nadelig dat een aantal leveranciers meer kilometers af moeten leggen, omdat zij hun bouwticket op de bouwlogistieke hub op moeten halen. Echter zijn de financiële gevolgen ten opzichte van de traditionele logistiek nog niet inzichtelijk genoeg om hier uitspraken over te doen. (Koning, 2014)

BAM-utiliteitsbouw richt zich met de SBL voornamelijk op de afbouwfase. Volgens de BAM gaat het in de afbouwfase vooral om specifieke leveringen. Voorheen zorgde incomplete of te late leveringen voor grote vertragingen. De dozen en pallets waren gevoelig voor diefstal, het risico op beschadiging was groot en ze stonden vaak in de weg. Nu dat BAM met SBL werkt, zijn de resultaten beduidend positiever.

Met SBL kunnen leveranciers volle vrachten snel lossen bij het UTS-depot. UTS controleert de leveringen en bundelt het tot dagproductiepakketten. Buiten de spits om brengt UTS de dagproductiepakketten naar de bouwplaats, logistieke medewerkers plaatsen de bouwmaterialen op de plek waar ze nodig zijn. Bouwvakkers kunnen de volgende dag bij aankomst op de bouwplaats direct aan de slag. Het is dus niet meer nodig dat vakmensen zelf materialen moeten halen.

Samengevat is SBL een concept dat door de BAM en UTS opgezet is. Met dit concept willen zij het aantal vervoersbewegingen van en naar de bouwplaats verminderen. Momenteel richt SBL zich alleen op de afbouwfase. De procesinnovatie maakt gebruik van combinatie- en bouwticketleveringen via de bouwlogistieke hub. De voor- en nadelen van SBL zijn nog niet tegen elkaar af te wegen, omdat de beschikbare informatie hoofdzakelijk bij de BAM vandaan komt. Dit zorgt voor eenzijdige informatie. De BAM brengt voornamelijk voordelen in de nieuwsberichten, maar spreekt nauwelijks over de nadelen van SBL.

3.3 4D plannen

Voorheen tekende men in de bouw 2-dimensionaal, oftewel in de lengte en in de breedte. Later zijn 3-dimensionale computerprogramma's ontstaan. Hierbij was ten opzichte van 2D, de 3^e dimensie hoogte toegevoegd. Dit kreeg de naam 3D tekenen.

4D houdt in dat het 3D model gekoppeld wordt aan een planning. Het verloop van het bouwproces kan hierdoor in de tijd worden gevisualiseerd. 4D kan nog uitgebreid worden naar 5D. Door middel van het 4D model kunnen kostenramingen gegenereerd worden, deze kosteninformatie zorgt dat het model 5D wordt. (Koot, 2012)

4D-BIM maakt een koppeling tussen de planningsactiviteiten en de objecten. Aan elk object wordt een start- en eindtijd gekoppeld. Op deze manier is voor ieder object bekend wanneer het op de bouwplaats nodig is om verwerkt te worden. Het is mogelijk elke soort parameter toe te voegen aan objecten. Objecten kunnen bijvoorbeeld gekoppeld worden aan de benodigde transportmiddelen. (Bouw R., 2015)

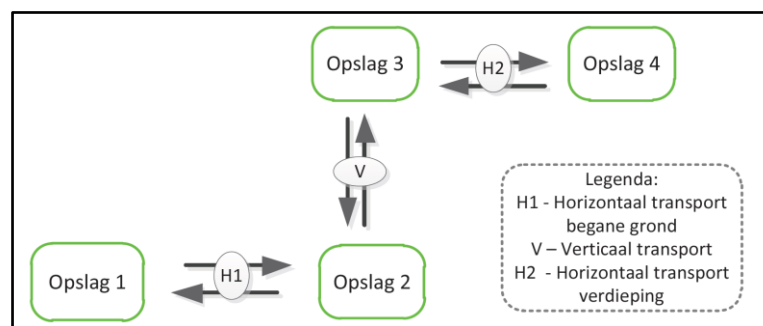
Jorrit le Granse maakt in zijn rapport over BIM duidelijk dat bij 4D plannen in principe een (virtueel) prototype van een gebouw gemaakt wordt. Dit prototype zorgt dat mogelijke fouten die zich tijdens de realisatie voor kunnen doen, opgemerkt en opgelost kunnen worden, voordat de realisatie daadwerkelijk start. Een ander bijkomend voordeel volgens le Granse is dat de bouwtijd verkort kan worden. Dit kan tot een kostenverlaging voor de aannemer leiden. (Granse, 2014)

Volgens Rosanne Bouw gaat de bouwindustrie steeds meer de voordelen van informatietechnologie zien. 4D maakt het bijvoorbeeld mogelijk om de ingewikkelde afstemming op een bouwplaats te beheersen. 4D visualisatie is geschikt als communicatiemiddel voor het inzien van mogelijke knelpunten en als methode om samenwerking te verbeteren.

Nu is het voor de projectbetrokkenen vaak lastig in te schatten, wat de impact van de planning op het bouwproces is. 4D-BIM zorgt dat alle projectbetrokkenen kunnen zien hoe de bouwplaats op welk moment dan ook ervoor staat. Ruimtegebruik kan visueel inzichtelijk gemaakt worden. (Bouw R., 2015)

Het voordeel van 4D-BIM volgens Antony Damen is dat 4D-BIM een beter inzicht levert in het bouwproces. Voor alle betrokkenen zijn kranen, tijdelijke voorzieningen etc. inzichtelijk, omdat zij weten welke activiteit wanneer in de tijd wordt uitgevoerd. Dit verbetert de afstemming tussen partijen, waardoor werkmethoden geoptimaliseerd worden. (Damen, 2013)

Figuur 3 laat zien welke transportbewegingen hoofdzakelijk plaats moeten vinden om een object te transporteren naar de juiste bestemming. De werkvoorbereiders kunnen door het 4D plannen al makkelijk in een vroeg stadium de transportritten bepalen, voor zowel horizontaal als verticaal transport. De parameters welke gekoppeld zitten aan de objecten geven informatie zoals, pakketering, eenheden, afmetingen en gewichten. De werkvoorbereider kan aan de hand van deze informatie de locatie en benodigde transportmiddelen toevoegen aan de objecten.



Figuur 4, transportbewegingen (Bouw R., 2015)

Samengevat heeft 4D plannen veel voordelen. De objecten zijn aan de planning gekoppeld. Hierdoor is in een vroeg stadium bekend, met welke transportmiddelen de objecten naar de juiste bestemming getransporteerd worden en door wie. Een ander voordeel wordt door Jorrit le Ganse genoemd. Hij beweert dat door het virtuele prototype tijdig fouten gesignaleerd kunnen worden die zich tijdens de realisatie voor kunnen doen. Nu kunnen deze fouten nog voor de realisatie verholpen worden. Al met al kan de bouwtijd hierdoor verkort worden.

R. Bouw bevestigt de informatie van Jorrit le Ganse, zij vertelt ook dat 4D plannen geschikt is als communicatiemiddel voor het inzien van mogelijke knelpunten. Zij voegt hier nog aan toe dat 4D plannen ruimtegebrek inzichtelijk maakt, omdat alle projectbetrokkenen kunnen zien hoe de bouwplaats op welk moment dan ook ervoor staat.

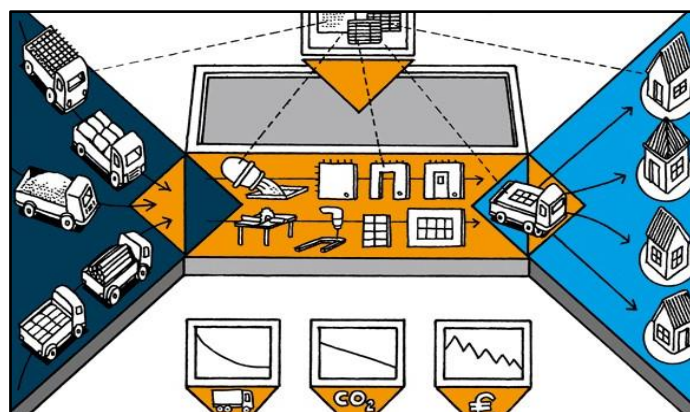
Anthony Damen bevestigt tevens de uitspraken van Jorrit le Ganse en R. Bouw. De afstemming tussen partijen verbeterd, waardoor werkmethodes geoptimaliseerd worden.

3.4 Cross Chain Control Center

Een Cross Chain Control Center (4C) is een regiecentra van waaruit verschillende supply chains¹ gezamenlijk gecoördineerd en geregistreerd worden. Dit gebeurt met behulp van de modernste technologie, geavanceerde softwareconcepten en supply chain professionals.

Het gaat niet alleen om de regie over fysieke goederenstromen, maar ook om informatie en financiële stromen. Door verschillende supply chains gezamenlijk te coördineren en te registreren, met behulp van de modernste technologie en toppers, ontstaan efficiencyvoordelen en kunnen nieuwe diensten worden aangeboden. (Hessel M. Visser, 2015) (Caroline J. van der Meer, 2016)

Bij een 4C is het de bedoeling dat verschillende toeleveranciers gaan samenwerken en zo de processen en capaciteiten op elkaar gaan afstemmen. Bouwondernemingen moeten echter ook de logistieke stromen van verschillende projecten op elkaar gaan afstemmen, dus ook met de concurrenten. De 4C's dienen dan als centrale overslagpunten. Op deze punten worden deelladingen samengebracht tot volle vrachten, zie figuur 5. (A.R. van Goor, 2011)



Figuur 5, schematische weergave 4C (TKI-Dinalog, 2012)

Topsector Logistiek schreef dat een tiental 4C's actief zijn in Nederland. Echter zijn deze coördinatiecentra nog niet gericht op de bouw. De hoofdzakelijke diensten welke de 4C's leveren zijn voor de voedselindustrie. In de bouwsector ligt dus nog een flinke uitdaging om dit concept over te nemen. (Fransoo, 2014).

Horizontale samenwerking is niet alleen mogelijk op het gebied van transport, maar ook bij inkoop, ontwikkeling en fabricage, warehousing en distributie. Horizontale samenwerking is nog lastiger dan verticale samenwerking, omdat het moeilijk is te vertrouwen op een concurrent. Daarnaast is het moeilijk een gelijkgestemde partij te vinden en tot een eerlijke verdeling van taken (werkbelasting) tussen de samenwerkende partijen te komen. (Caroline J. van der Meer, 2016)

In het kort samengevat zijn de voordelen van een 4C, lagere supply chain-kosten, minder druk op het milieu, meer bedrijvigheid, nieuwe werkgelegenheid en meer gekwalificeerd personeel in Nederland. De obstakels voor het oprichten van een 4C liggen in het lastig linken van de data van verschillende netwerken. (Caroline J. van der Meer, 2016)

¹ Supply chain Een logistieke keten van diverse schakels (bedrijven), met als taak het creëren van een gezamenlijk eindproduct.

3.5 Overige innovaties

Mobiele voorraadcontainer

De mobiele voorraadcontainers (bijvoorbeeld de afbouwbox) worden gevuld door een externe partij met materialen. Deze partij regelt met de onderaannemers dat ze allemaal op tijd hun bestelling klaar hebben. Vervolgens wordt dit allemaal in een keer bezorgd in voorraadcontainers. Hierdoor vinden minder vervoersbewegingen plaats en wordt de kans op beschadigingen en diefstal kleiner, zie figuur 6. (Afbouwbox, 2016)

Een nadeel van de mobiele voorraadcontainers is dat als ze leeg zijn, ze weer opgehaald moeten worden.



Figuur 6, afbouwbox (Van Dijk bouw en innovatie, 2016)

De mobiele voorraadcontainer kan ook als magazijn dienen, zoals de Isero container van Gerritse IJzerwaren. Via een digitaal systeem wordt vastgelegd welke producten door timmermannen uit de container worden gehaald. Gerritse IJzerwaren vult de schappen in de voorraadcontainer vervolgens weer aan. (Aggelen, 2016)

Opstelstrook

Een opstelstrook is een plek in de buurt van de bouwplaats, waar het vrachtverkeer tijdelijk kan wachten totdat ze terecht kunnen op de bouwplaats. Als meerdere leveringen tegelijk komen, loopt de bouwplaats niet vol, maar staan de leveranciers op de opstelplaats te wachten. (M.W. Ludema, 2015)

Bouwticket

Een bouwticket houdt in dat men van tevoren afsprekt, wanneer en hoelaat een levering bezorgd wordt. Dit maakt het mogelijk dat de vrachtwagen direct onder de kraan kan lossen. Op die manier hoeft een lading niet eerst tijdelijk opgeslagen te worden, waardoor onnodig hijswerk wordt voorkomen. (M.W. Ludema, 2015)

Bijlage 4 Toelichting bouwmethodieken

4.1 Stapelbouw

De constructie bij stapelbouw wordt volledig op de bouwplaats zelf geassembleerd. De keuzevrijheid van het ontwerp is hoog, de arbeidsintensiteit is dat echter ook (zie figuur 7). Het kenmerk van stapelbouw is dat een bouwwerk gerealiseerd wordt door blok na blok op elkaar te stapelen. De blokken of stenen worden bij elkaar gehouden door voegspecie. Stapelbouw wordt soms ook wel traditionele bouw genoemd.



Figuur 7, stapelbouw (van den Brink, sd)

Stapelbouw heeft een laag bouwtempo, omdat het een arbeidsintensieve bouwmethode is. De bouw vergt veel manuren van vakkundig personeel. Stapelbouw is wel flexibel, met een lichte hijskraan kan het project al gerealiseerd worden. Ook kunnen tijdens het bouwproces elektra- en waterpunten nog veranderen. De lange bouwtijd en het grote aantal manuren op de bouwplaats zorgen echter wel voor meer overlast aan de omgeving, dan bij andere bouwmethodes. (Trinivast, 2017) (Flapper, 2011) (Bongers, 2007)

4.2 Gietbouw

Bij de bouwmethodiek gietbouw wordt altijd gewerkt met beton. Door beton op de bouwplaats in de bekisting te storten, ontstaan vloeren en muren. Gietbouw is een natte bouwmethode, zoals te zien is in figuur 8. Met behulp van een kubel of een betonpomp wordt de beton in de bekisting gestort. Nagenoeg iedere gewenste vorm kan met beton gemaakt worden. Grote draagkrachten en overspanningen worden bereikt door wapeningsnetten en -korven te plaatsen.



Figuur 8, gietbouw (VOBN beton, 2017)

Het werken met beton heeft voor- en nadelen. De bouwmethode brengt veel vocht met zich mee. Dit vertraagt de start van de afbouwfase in enkele gevallen, omdat ruimtes nog te nat zijn voor de wand- en vloerafwerkingen. Echter zorgt de massa van beton voor een goede geluidswering. Daarnaast zorgen bij tunnelgietbouw de monolieten verbindingen tussen de wanden en vloeren voor stabiliteit, omdat ze in één keer gestort worden. Tevens zorgen betonmixers voor just-in-time leveringen van beton, op de bouwplaats is daarom weinig opslagruimte benodigd.

Bij de gietbouwmethode zijn drie verschillende systemen te onderscheiden. Woningbouwprojecten maken hoofdzakelijk gebruik van het systeem gietbouwwanden en een breedplaatvloer of tunnelgietbouw. Bij hoogbouwprojecten worden vaak glijkisten gebruikt.

Bij gietbouw is een zware bouwkraan benodigd om de bekisting te kunnen plaatsen. De productiesnelheid wordt hoofdzakelijk gehaald door een vakkundig personeelsteam het gehele gietbouwproject te laten verzorgen.

(Flapper, 2011) (Bongers, 2007) (VOBN beton, 2017)

4.3 Montagebouw

Montagebouw is het bouwen uit prefab-bouwonderdelen zoals vloeren, wanden en daken, zie figuur 9. Hierbij worden de elementen op de bouwplaats samengevoegd tot een geheel. Montagebouw bestaat zowel uit prefab betonproducten als houtskeletbouw- en staalskeletelementen. Montagebouw wordt ook wel elementenbouw, systeembouw of unitbouw genoemd. Door de prefabricage van prefab onderdelen kan snel gebouwd worden.



Figuur 9, montagebouw (Dura Vermeer, 2016)

Montagebouw staat bekend als een snelle en efficiënte manier van bouwen. Door de prefabricage van kant en klare gevelelementen met kozijnen, beglazing en metselwerk, wordt het aantal logistieke bewegingen tot een minimum beperkt. De logistiek vergt een goede aandacht met de just-in-time leveringen. Het voordeel van just-in-time leveringen is dat weinig ruimte op een bouwplaats benodigd is. In de fabriek worden al hoge kwaliteitseisen gehaald. Op de bouw hoeven de elementen alleen nog maar geplaatst te worden. Op deze manier wordt bouwen bijna onafhankelijk van het weer.

Bij montagebouw wordt ten opzichte van traditionele bouw bespaard op de kosten van materieel (onderstempelen, steiger, kraanwerk) en op kosten als arbeid (stelwerk, schoonmaak).

Montagebouw vergt een goede communicatie op de bouw zelf. Dit resulteert tevens wel in een schone en veilige bouwplaats.

(Flapper, 2011) (3C+ Automatisering B.V., 2017) (Bongers, 2007) (Dura Vermeer, 2016)

4.4 Houtskeletbouw

Houtskeletbouw is een bouwmethode waarbij, met uitzondering van de fundering, de constructie-elementen van hout zijn. Houtskeletbouw bestaat meestal uit een opbouw van vaak grote elementen van lichte houten ribben met daaraan triplex bevestigd voor de stabiliteit, zie figuur 10. Bij houtskeletbouw wordt vaak gebruik gemaakt van op maat gemaakte prefab wanden. Deze buiten- en binnenwanden bestaan uit stijl- en regelwerk, waartussen isolatiemateriaal wordt aangebracht.



Figuur 10, houtskeletbouw (Houtbouw 't Zand, 2017)

Bij houtskeletbouw heb je lage bouwplaatskosten. Weinig materieel is nodig en een lichte bouwkraan is voldoende. Met just-in-time leveringen is een kleine bouwplaats ook voldoende. Door de prefabricage in de fabriek heeft een project een korte bouwtijd.

Het voordeel van houtskeletbouw is dat het een droog materiaal is, licht van gewicht en ecologisch duurzaam is. Daarentegen heeft houtskeletbouw als nadeel dat het een slechte geluidswering heeft en weinig warmteaccumulerend vermogen. Dit leidt tot onbehaaglijk warme ruimtes in de zomer.

(Flapper, 2011) (J.C. van Kessel, 2016) (Bongers, 2007)

Bijlage 5 Toelichting transport

5.1. Horizontaal transport

Onder horizontaal transport wordt verstaan het verplaatsen van goederen op dezelfde hoogte. Bij nagenoeg alle bouwprojecten vinden transportritten plaats bestaande uit een tal van verschillende voertuigen. In tabel 1 worden de gemotoriseerde transportmiddelen voor op de weg weergegeven en in tabel 2 de gemotoriseerde transportmiddelen voor op de bouwplaats. Uit deze tabellen blijkt hoeveel verschillende transportmiddelen in de bouw gebruikt worden.

	(Weg)transportmiddel	Soort transport?	Bijvoorbeeld:
1.	Betonmixer	Vloeibaar	Beton
2.	Silowagen	Verplaatsen silo's	Metselmortelsilo
3.	Bulkwagen ²	Vloeibaar	Metselmortel
4.	Grondwagen	Korrel of gesteente	Puin, zand, grind, grond
5.	Containerwagen	Vaste en losse materialen	Bouwafval
6.	Bakwagen (met hijskraan) (met aanhanger)	Transport van vaste lading	Units, opslagcontainer, bouwmaterialen, steiger materiaal
7.	City-trailer (met kooiaap) (opentrailer of met huif)	Transport van vaste lading en kwetsbare en weergevoelige materialen	Bouwmaterialen, keukens, loodgieters-, installatie- en elektramateriaal
8.	Dichte huifwagen	Kwetsbare en weersgevoelige materialen	Keukens, loodgieter-, installatie- en elektramateriaal
9.	Trekkercombinatie	Lange, grote en of zware materialen	Prefabbeton-, of houtskeletbouw elementen
10.	Bedrijfsbus	Personen	Personeel
11.	Autoaanhanger	Klein materieel en of materiaal	Machine, gereedschap, kleine producten

Tabel 1, (weg)transportmiddelen

	(Bouwplaats)transport	Soort transport?	Bijvoorbeeld:
1.	Heftruck	Licht transport op een verharde ondergrond	Pallets, materiaalbakken
2.	Verreiker	Licht tot zwaar transport	Pallets, materiaalbakken, prefab elementen
3.	Hijskraan	Alles wat te hijsen is	Pallets, materiaalbakken, prefab elementen, opslagcontainers
4.	Graafmachine	Korrel of gesteente	Puin, zand, grind, grond

Tabel 2, (bouwplaats)transporten

Uit de bovenstaande tabellen blijkt dat je niet met één transportmiddel kunt werken. Vloeibare beton kan alleen maar in een betonmixer vervoerd worden, terwijl dat grote zware prefabbetonelementen alleen maar met een trekkercombinatie vervoert kunnen worden. Deze specifieke producten maken het samenvoegen van ladingen op een bouwlogistieke hub lastig.

² Bulkwagen Een bulkwagen vervoert losse lading oftewel onverpakt goed.

5.2. Verticaal transport

Verticaal transport kan op verschillende manieren plaatsvinden. Bij kleine projecten waar weinig hijswerk te verrichten is, wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van een telescoopkraan of een mobiele torenkraan. Bij grotere projecten wordt een kraan gekozen welke het hele werk blijft staan. Dit kan variëren van een rijdende dragline kraan tot een vaste mobiele (top)torenkraan.

Telescoopkraan

Het model telescoopkraan (weg-/ terreinkraan) kun je zien als een geïntegreerd ontwerp met de vrachtwagen. Het bestaat uit een basiskoker waar meerdere kokers telescopisch uitschuiven. Over de arm van de kraan loopt de hijskabel. Door omhoog en omlaag te scharnieren en te zwenken kan de kraan op alle plekken rond zich hijsen. (Schepens kraanverhuur en transport, 2015)

Mobiele torenkraan

De mobiele torenkraan (spieringkraan) of vouwkraan wordt gekenmerkt door de uitklapbare toren en giek. In een klein tijdsbestek kan de kraan opgebouwd worden. In tegenstelling tot de telescoopkraan kan de mobiele torenkraan zijn cabine op meerdere hoogtes plaatsen. De kraan kan ook radiografisch bestuurd worden met een afstandsbediening, dit vergemakkelijkt precies werk. Overigens verlichten de kranen als het donker is de bouwplaats door middel van de werklampen. (Boekestijn B.V., 2015)

Dragline kraan

De dragline kraan (rupskraan) wordt tegenwoordig alleen voor hijswerkzaamheden gebruikt en niet meer voor het verzetten van grote hoeveelheden grond zoals vroeger. De kraan heeft een grote arm bestaande uit een stalen vakwerk. Met staalkabels wordt gehesen, door de arm te bewegen kan de hijslast naar voren en naar achteren verplaatst worden. De kraan kan ronddraaien door de draaikrans op het rupsonderstel. De rupsen worden hoofdzakelijk gebruikt om de machine te verplaatsen. Het bereik en de capaciteit van de machine hangt van de afmetingen van de arm af. (Boekestijn B.V., 2015)

(Top)torenkraan

Een torenkraan is een vaste bouwkraan. De kraan bestaat uit een metalen frame die op de grond staat of verankerd is in een betonnen voet. De kraan heeft een verticale mast met bovenaan een horizontale giek. De giek draait ten opzichte van de mast. Over de giek rijdt een loopkat waardoor de haak dichterbij en verder van de mast kan komen. Door middel van een lier kan de haak omhoog en omlaag.

Bij een toptorenkraan kan de hele giek omhoog of omlaag bewegen. Dit wordt gebruikt op plekken waar meerdere kranen staan, belemmeringen van andere hoge gebouwen zijn of waar onderdelen heel hoog gehesen moeten worden.

Zowel de toptorenkraan als de torenkraan kunnen op een vaste ondergrond verankerd zijn, op een kraanbaan rijden of op rupsen staan. (Boekestijn B.V., 2015)

Bijlage 6 **Bouwplaatsinrichtingen**

De bouwplaatsinrichting is per project verschillend. De inrichting wordt bepaald aan de hand van de locatie, de grootte van het terrein, de werkzaamheden etc. De bouwplaatsinrichting is meestal opgedeeld in 5 verschillende bouwfases; de aanloop-, onderbouw-, bovenbouw- (ruwbouw-), gevel-dak- en de afbouwfase.

De bouwplaatsinrichting in de ruwbouwfase is anders dan bij de afbouwfase, dit komt doordat hele andere werkzaamheden plaatsvinden. In de onderbouwphase vinden grond- en heiwerkzaamheden plaats, terwijl in de bovenbouwphase een steiger en bouwlift om het gebouw staan.

6.1 Wat staat op een bouwplaatsinrichtingstekening?

Op een bouwplaatsinrichtingstekening staat (meestal) aangegeven (STABU, 2017):

- De afrastering, dit geeft tevens de contouren van het bouwterrein weer.
- Bestaande objecten op het bouwterrein, gebouwen en bomen worden in kaart gebracht.
- Verharding van het bouwterrein, rijplaten, stelconplaten of een puinbaan.
- Bouwkraan, plaats van de vaste bouwkraan (met het draaibereik) en de opstelplaats van een mobiele hijskraan.
- Steiger, hoe breed staat het steiger om het gebouw heen.
- Bouwlift voor goederen (eventueel ook een personenlift).
- Nutsaansluitingen, waar zitten de water-, elektra-, (gas-) en rioolaansluitingen.
- Uitvoerders- en personeelskeet
- Toiletwagen en eventuele mobiele toiletten
- Opslagcontainers
- Zaagloods
- Bouwverlichting
- Vaste laad- en losplaats voor een trailer
- Opslagruimte materieel-/ materiaalvoorraad
- Afvalcontainers
- Silo metselmortel
- Stroomkasten
- Bouwbord/ aanduiding werk
- Parkeervoorzieningen
- (Bouwcamera's)
- (Aanrijroute en opstelstrook)

6.2 Ruimtebesparende bouwplaatsinrichtingen

Zoals eerder in de afbakening aangegeven is, richt dit onderzoek zich van de bovenbouwphase tot de afbouwphase. Dit zijn de bouwfases waar de meest verschillende stromingen op de bouwplaats plaatsvinden. Ruimtebesparende middelen op de bouwplaats kunnen zijn (EGM Architecten, 2017):

- Bouwketen stapelen.
- Opslagcontainers kunnen gestapeld worden of op het dak van het gebouw geplaatst worden.
- Opslag kan op de opslagcontainers of op het gebouw plaatsvinden.
- Parkeervoorzieningen kunnen elders in de wijk gezocht worden.
- Bouwkraan kan in het gebouw staan of mee klimmen op het gebouw.
- Mobiel toilet kan op het dak van het gebouw staan.
- Bouwplaats kan (deels) verlicht worden door een bouwkraan.

Bijlage 7 Toelichting risicoanalyse en -maatregelen

De risicoanalyse richt zich alleen op de risico's, welke betrekking hebben op de logistiek van beperkte en krappe bouwprojecten, met als voorbeeld bouwproject De Clinckhoeff.

De risico's die voortvloeien uit de omgeving van het project en vice versa staan hieronder in paragraaf 7.1 weergegeven. De maatregelenmatrix staat opeenvolgend in paragraaf 7.2.

7.1 Risico's die voortvloeien uit de omgeving van het project en vice versa

Omgevingsfactor	Risico/ oorzaak	Suggesties voor maatregelen
<u>Bewoonde wijk/ winkels blijven in bedrijf</u>	Bouwplaats in bewoonde wijk/ winkelcentrum dat in gebruik blijft, ongewenste bezoekers/ vandalisme	Afschermen bouwterrein met bouwhekken, zorgvuldig inrichten bouwplaats. Bouwplaatsinrichting aan winkeliers meedelen, en in overleg afstemmen met winkeliers. Afsluiten elektra, bouwlichten, etc. Toepassen stofschotten en routing verkeer afstemmen. Steigers rondom het bouwwerk aan openbare zijdes voorzien van steigernetten.
<u>Bouwplaats</u>	Diverse onderaannemers met eigen werkvolgorde.	Inrichtingsplan bouwplaats met alle partijen overleggen (coördinatie taak).
<u>Winkelcentrum dat in bedrijf blijft</u>	Winkels grenzen direct aan de bouwplaats. De winkels blijven in bedrijf.	Bouwplaats zorgvuldig inrichten. Opstelplaatsen en draaicirkels bouwkransen afstemmen op bestaande gebouwen. Rekening houden met de permanente bereikbaarheid van de winkels. Bouwterrein afschermen voor winkelend publiek.
<u>Trambaan</u>	Schade aan de trambaan door werkzaamheden aan de nieuwbouwlocatie. Met name omvalrisico van hijskraan.	De werkzaamheden nabij de trambaan wordt met de BRU (Bestuur Regio Utrecht) nauwkeurig afgestemd. Voor het omvalrisico van de hijskraan, dient de kraan tijdens de werkzaamheden geaard te zijn.

7.2 Maatregelenmatrix

Gevaar	Maatregelen/ onderdeel	Projectspecifieke invulling
<u>Aanrijdgevaar door bouwverkeer</u>	Overzichtelijke in- en uitritten	Inritten zo breed mogelijk aanleggen, zodat leveranciers makkelijk het terrein op kunnen draaien. Leveranciers zoveel mogelijk op het terrein laten draaien, zodat zij vooruit de weg op kunnen. Als dit niet mogelijk is, dan mag de oplegger alleen onder begeleiding van een persoon aan de wegzijde achteruit de weg op.
	Veilige laad-/ loszones	Laden en lossen op eigen terrein
<u>Omvalen van materieel</u>	Funderingsmachines, toren- en mobiele kranen, hoogwerkers en verreikers. Steigers, hefsteigers, liften.	Opstellingskeuringen, kraan-berekeningen, grondverbetering. Kranen zoveel mogelijk op de door stelconplaten verharde bouwweg plaatsen. Indien dit niet mogelijk is moet de grondslag voor aanvang van materieel beoordeeld worden op voldoende draagkracht. Eventueel draglineschotten plaatsen waar geen verhard terrein is. Bij elke opstelling dat materieel kan vallen op de trambaan, moet het materieel geaard zijn (i.o.m. BRU) Periodieke controle steiger op verankering, onderstoppen en overbelasting door de uitvoerder van de hoofdaannemer.
	Staalconstructies, bekistingen, prefab betonbouw, houtskeletbouw	Montage- of werkplan opstellen met de leverancier m.b.t. de opbouw van prefab betonwerk en de staalconstructie. Deskundig toezichthouder aanstellen. Tijdelijke schoring en windverbanden toepassen als elementen niet direct definitief gemonteerd kunnen worden.
<u>Vallende voorwerpen op openbaar terrein of belendingen</u>	Hijswerkzaamheden	Machinist moet vakbekwaam zijn. Als de machinist of aanpikker onrechtmatigheden constateert mag er niet gehespan worden. Hijsbewegingen reduceren indien mogelijk, door bijv. een betonpomp in te zetten en materiaal zoveel mogelijk direct naar de juiste locatie te hijsen.

Bijlage 8 Planning en leveringsschema bouwhub

8.1 Optimalisatie planning afbouwfase De Clinckhoeff

De bouwlogistiek van project De Clinckhoeff is geoptimaliseerd door tijdens het bouwproces gebruik te maken van een bouwlogistieke hub. Bij het gebruik van een bouwhub verhoogd de arbeidsproductiviteit op de bouwplaats. Tevens wordt nauw samengewerkt met alle onderaannemers en leveranciers. Dit leidt ook tot een optimalisatie in de planning.

Bunnik Bouw heeft circa 2 jaar geleden project het Omroepplein te IJsselstein gerealiseerd. Dit is een vergelijkbaar project aan De Clinckhoeff. Het Omroepplein bestond uit 39 appartementen met een parkeergarage. Bij dit project duurde de afbouwfase van de appartementen circa 16,5 week. Per verdieping duurde de afbouwfase circa 9 weken.

Door bij project De Clinckhoeff een strakke planning op te stellen, mogelijk door de bouwlogistieke hub, is een beduidend goed resultaat bereikt. Zie de volgende pagina voor de planning van De Clinckhoeff. Hier duurt de afbouwfase nog maar 4,5 week per verdieping en totaal nog maar 7 weken. Echter bestaat De Clinckhoeff maar uit 33 appartementen en het Omroepplein uit 39 appartementen. De appartementen zijn nagenoeg even groot, maar het Omroepplein heeft 6 appartementen meer. Om dit verschil weg te nemen wordt de tijd van de totale afbouwfase omgerekend naar de tijd per appartement.

Omroepplein

83 werkdagen : 39 appartementen = 2,13 dag per appartement

De Clinckhoeff

35 werkdagen : 33 appartementen = 1,06 dag per appartement

De besparing is na de optimalisatie dus $(2,13 - 1,06 =) 1,07$ dag per appartement.

Voor de Clinckhoeff met 33 appartementen zijn $(33 \text{ stuks} \times 1,07 \text{ dag per appartement} =) 35$ werkdagen op de afbouwfase bespaard. Oftewel 7 werkweken!

Nr. Omschrijving																																				
Afbouwfase																																				
1	Leidingen in dekvloeren	7e verd.			6e verd.			5e verd.			4e verd.		3e verd.																							
2	Dekvloer aanbrengen		7e verd.			6e verd.			5e verd.		4e verd.		3e verd.																							
3	Leidingen in binnenwanden				7e verd.			6e verd.			5e verd.		4e verd.		3e verd.																					
4	Stucwerken					1	2	3	4	8	9	10	14	15	16	21	22	23	27	28	29	30														
						5	6	7	11	12	13	17	18	19	20	24	25	26	31	32	33															
5	Wandtegels aanbrengen						1	2	3	4	8	9	10	14	15	16	21	22	23	27	28	29	30													
								5	6	7	11	12	13	17	18	19	20	24	25	26	31	32	33													
6	Sputwerk wanden en plafond aanbrengen								1	2	3	4	8	9	10	14	15	16	21	22	23	27	28	29	30											
										5	6	7	11	12	13	17	18	19	20	24	25	26	31	32	33											
7	Vloertegels aanbrengen										1	2	3	4	8	9	10	14	15	16	21	22	23	27	28	29	30									
												5	6	7	11	12	13	17	18	19	20	24	25	26	31	32	33									
8	Binnenaftimmeringen											1	2	3	4	8	9	10	14	15	16	21	22	23	27	28	29	30								
												5	6	7	11	12	13	17	18	19	20	24	25	26	31	32	33									
9	Elektra installatie												7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.															
10	Montage binnendeurkozijnen												7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.															
11	Loodgietersinstallatie													7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.														
12	Cv-installatie												7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.															
13	MV-installatie												7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.															
14	Afhangen binnendeuren												7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.															
15	Afmonteren installaties													7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.														
16	Binnenschilderwerk														7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.													
17	Keuken plaatsen															7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.												
18	Afmonteren appartement																7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.											
19	Schoonmaken appartement																	7e verd.		6e verd.		5e verd.		4e verd.		3e verd.										

8.2 Leveringsschema bouwhub

Opgesteld leveringsschema aan de hand van de efficiënte planning, gespecificeerd per bouwnummer.

Raab Karcher	08-01-2018, 06:30 uur	Levering 5 dagen vooruit
---------------------	-----------------------	--------------------------

Bouwnummer	Omschrijving	Aantal, opp. / eenheid	Volume / eenheid	Transport
1	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
2	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
3	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
4	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
5	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
6	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
7	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
8	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
9	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
10	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
11	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
12	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
13	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
1	Hoeksperen	2 st	1 bundel	1 koker
1	Gips	5 zakken		1 pallet

14 pallets
1 koker

Raab Karcher	15-1-2018, 06:30 uur	Levering 5 dagen vooruit
---------------------	----------------------	--------------------------

Bouwnummer	Omschrijving	Aantal, opp. / eenheid	Volume / eenheid	Transport
14	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
15	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
16	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
17	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
18	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
19	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
20	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
21	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
22	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
23	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
2	Hoeksperen	2 st		
3	Hoeksperen	2 st		
4	Hoeksperen	2 st		
5	Hoeksperen	2 st		
6	Hoeksperen	2 st		
7	Hoeksperen	2 st		
8	Hoeksperen	2 st		
9	Hoeksperen	2 st		
11	Hoeksperen	2 st		
12	Hoeksperen	2 st	20 st	1 bundel 3m
2	Gips	5 zakken		
3	Gips	5 zakken		
4	Gips	5 zakken		
5	Gips	5 zakken		
6	Gips	5 zakken		
7	Gips	5 zakken		
8	Gips	5 zakken		
9	Gips	5 zakken		
11	Gips	5 zakken		
12	Gips	5 zakken	50 zakken	1 pallet
1	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
2	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
3	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
4	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
5	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
6	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
7	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	3 pallets
1	Brander Crystal	5 zakken		
2	Brander Crystal	5 zakken		
5	Brander Crystal	5 zakken	15 zakken	1 pallet
1	Vloertegels	7 m ²	7 dozen	1 pallet

16 pallets
1 bundel

Raab Karcher	22-1-2018, 06:30 uur	Levering 3 dagen vooruit
--------------	----------------------	--------------------------

Bouwnummer	Omschrijving	Aantal, opp. / eenheid	Volume / eenheid	Transport
24	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
25	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
26	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
27	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
28	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
29	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
30	Isolatie zwevende dekvloer	90 m ²	2,7 m ³	1 pallet
10	Hoeksperen	2 st		
13	Hoeksperen	2 st		
14	Hoeksperen	2 st		
15	Hoeksperen	2 st		
17	Hoeksperen	2 st		
18	Hoeksperen	2 st	12 st	1 bundel 3m
10	Gips	5 zakken		
13	Gips	5 zakken		
14	Gips	5 zakken		
15	Gips	5 zakken		
17	Gips	5 zakken		
18	Gips	5 zakken	30 zakken	1 pallet
8	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
9	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
10	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
11	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
12	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	
13	Wandtegels	33 m ²	33 dozen	2 pallets
3	Brander Crystal	5 zakken		
4	Brander Crystal	5 zakken		
6	Brander Crystal	5 zakken		1 pallet
7	Brander Crystal	5 zakken		
8	Brander Crystal	5 zakken		1 pallet
11	Brander Crystal	5 zakken	30 zakken	1 pallet
2	Vloertegels	7 m ²	7 dozen	
3	Vloertegels	7 m ²	7 dozen	
4	Vloertegels	7 m ²	7 dozen	
5	Vloertegels	7 m ²	7 dozen	
6	Vloertegels	7 m ²	7 dozen	
7	Vloertegels	7 m ²	7 dozen	1 pallet
1	Koplatten 5m	4 st		
2	Koplatten 5m	4 st		
3	Koplatten 5m	4 st		
5	Koplatten 5m	4 st		
6	Koplatten 5m	4 st	20 st	1 bundel
1	Vensterbank	A, B en C merk		
2	Vensterbank	A, B en C merk		
3	Vensterbank	A, B en C merk		
5	Vensterbank	A, B en C merk		
6	Vensterbank	A, B en C merk	15 st	1 2,5m pallet

14 pallets
1 bundel
1 2,5m pallet

Bijlage 9 Referenties

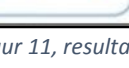
9.1 Referentie 1, bouwproject De Trip

Nauwlettend heeft TNO, met de hogescholen in Rotterdam en Utrecht, 28 weken het bouwproces van de Trip in Utrecht gevolgd. Het nieuwbouwproject werd door VolkerWessels onderneming Boele & van Eesteren met behulp van de bouwhub gerealiseerd.

Op de bouwhub werden dagproductiepakketten samengesteld die met zuinige wagens naar de bouwlocatie vervoerd werden. De pakketten werden door runners op de juiste plek gebracht. Zo kon veel sneller gewerkt worden.

Werknemers reisde vanaf de bouwhub gezamenlijk in een busje naar de bouwplaats. Bij aankomst op de bouwplaats konden ze direct aan de slag, omdat alles al bij hun werkplek klaar stond. Op de terugweg naar de bouwhub namen de busjes afval mee vanaf de bouwplaats.

Bovenstaande maatregelen zorgde voor minder bouwmaterialen en voertuigen op de bouwplaats. Zo bleef meer ruimte beschikbaar om werkzaamheden uit te voeren, wat de veiligheid bevorderde.

	Is het aantal transporten naar de bouwplaats met 69% afgenomen tot 565 ritten.
	Waren er 280 ritten persoonsvervoer, normaal zijn dit er 700.
	Zijn 224.278 kilometers gereden om het gebouw te realiseren, 69% minder dan normaal.
	Is de CO ₂ -uitstoot door transport en personenvervoer met 68% verminderd.
	Is er 5% minder bouwafval.
	Is de afbouwfase van 41 weken verkort tot 28 weken.
	Kunnen leveranciers 81 minuten per rit besparen door levering op de BouwHub.
	Is een besparing mogelijk op transportkosten van 71%.

Uit figuur 11 blijkt dat de bouwlogistieke hub de bouwtijd flink heeft verkort. Mede door het na werktijd en in het weekend te bevoorraden. Bovendien zijn het aantal transporten naar de bouwplaats flink afgenomen, zowel van vrachtvervoer als persoonsvervoer.

Tevens bleef een restvoorraad ter waarde van € 46.000,- aan het einde van het project achter op de bouwhub. Dit is ontstaan omdat normaal veel materialen verloren gaan bij de productie of afvoer van de bouwplaats. Nu zijn deze materialen via de bouwhub teruggegaan naar de leverancier of ze zijn opnieuw gebruikt bij een nieuw project. (TNO, 2011) (Els Geurts, 2016) (TNO, 2017)

Figuur 11, resultaten door het gebruik van de bouwhub (TNO, 2017)



Figuur 12, leveringsprincipe volgens VolkerWessels (TNO, 2017)

9.2 Referentie 2, Leanworks Raab Karcher

Het concept Leanworks van Raab Karcher is al op meer dan 15 projecten toegepast. De logistieke methode is zowel efficiënt als maatschappelijk verantwoord. Raab Karcher probeert om maximale waarde te creëren en verspillingen te elimineren. Metingen over de gerealiseerde projecten toonde de volgende resultaten:

- 15% toename in de productiviteit van vakmensen
- Tot wel 35% besparing op logistieke kosten
- 80% minder transportbewegingen
- Minder schade, diefstal en opslag
- Minimale overlast voor de omgeving
- Minder CO₂-uitstoot
- Veilige opgeruimde bouwplaats
- Social Return on Investment (runners)
- Scheiden van afval
- Geen wachttijden en oponthoud overig verkeer
- Reductie doorlooptijd project

Bijlage 10 Interviews directbetrokkenen

10.1 Interview Gerard de Mari, calculator Bunnik Bouw

IJsselstein, 06 maart 2017

Bouwkranen

Op bouwproject De Clinckhoeff raadt de heer Mari een vaste torenkraan aan. De torenkraan adviseert hij naast het gebouw te plaatsen, zodat het gebouw in één geheel gebouwd kan worden. Als de kraan in het gebouw komt te staan, blijft de plek van de kraan open. Door deze opening dringt water het gebouw in. De afbouwfase kan in dit geval dus niet plaatsvinden totdat de kraan weg is en het gat dicht is. Dit zorgt voor een enorme vertraging.

Daarnaast adviseert hij ook rekening te houden met de Jumbo supermarkt op de begane grond. Zolang de kraan in het gebouw staat, kan de Jumbo haar deuren niet openen. Als de kraan naast het gebouw staat, kan de Jumbo maanden eerder openen wat zorgt voor meer huuropbrengsten.

De trambaan ziet de heer Mari ook als een uitdaging. Hij adviseert mij de kraan zo te positioneren, dat het draaibereik van de kraan buiten de trambaan blijft. Daaropvolgend benadrukt de heer Mari, dat ook rekening met de personen op het perron gehouden dient te worden.

Als toevoeging wil de heer Mari nog meegeven dat een zware kraan niet de beste hoeft te zijn. Soms is het goedkoper om een moment een zware losse kraan te huren voor het zwaarste werk en vast op de bouwplaats een lichtere kraan te hebben. In plaats van een vaste zware kraan, waar je elke week veel meer voor moet betalen dan een lichtere kraan die hoofdzakelijk ook alles kan. Dit kan soms honderden euro's per week schelen.

10.2 Interview Harold Wind & Martijn Vos, Raab Karcher

IJsselstein, 10 maart 2017

Leanworks

Op uitnodiging kwamen Harold Wind en Martijn Vos naar het kantoor van Bunnik Bouw. Harold Wind werkt bij Raab Karcher als projectleider Leanworks en Martijn Vos werkt bij Raab Karcher als regionaal accountmanager. In een vergadering van 2,5 uur hebben zij het logistieke concept Leanworks van Raab Karcher gepresenteerd aan bedrijfsleider Sjaak de Jong van Bunnik Bouw en aan mij als afstudeerder. De vergadering met de presentatie vond interactief plaats, waardoor een diepgaand gesprek ontstond.

Wat is Lean volgens Raab Karcher?

Binnen Lean werken alle betrokken partijen in een bouwproject samen om de aan- en afvoer van materialen zo efficiënt mogelijk te verzorgen. Raab Karcher wil elk project slimmer en efficiënter krijgen door te werken met Lean, waaronder Lean planningen en Lean bouwen en logistiek. Het doel van Lean betreft het creëren van de maximale waarde voor de klant met zo min mogelijk verspillingen in het proces. Door Lean te plannen gaan alle partijen in de keten samen om tafel zitten om een planning te maken, met iedere partij wordt rekening gehouden. Lean bouwen en logistiek van Raab Karcher houdt in dat de materialen just-in-time en just-in-place geleverd worden.

Wat doet Raab Karcher?

Raab Karcher noemt hun concept Leanworks. In dit concept werken alle betrokken partijen in een bouwproject samen om de aanvoer van materialen zo efficiënt mogelijk te verzorgen. Raab Karcher beschikt over de Lean planning van het bouwproject en kan aan de hand hiervan just-in-time leveren en eventueel ook just-in-place. Zij hebben op 7 plekken in Nederland een bouwlogistieke hub oftewel een distributiecentrum, vanuit hier leveren zij de gebundelde producten. Zij zetten op de bouwplaats runners in die ervoor zorgen dat de producten op de juiste plaats komen, dit wordt carry-on genoemd. Daarnaast biedt Raab Karcher de mogelijkheid om het sloop- en verpakkingsafval dat vrijkomt retour te nemen. Als je deze diensten in een woord benoemd heet het; "Leanworks".

Wanneer wordt Raab Karcher bij het bouwproces betrokken?

In de tenderfase is het handigst aldus Harold Wind. Raab Karcher helpt met het logistieke plan opzetten voor het betreffende bouwproject. Volgens van der Wind is het erg belangrijk om vanaf de tenderfase de onderaannemers al te betrekken bij Leanworks. Gemiddeld heb je al circa 3 maanden nodig om de onderaannemers te overtuigen van Leanworks. Dit heeft tijd nodig, omdat ze anders moeten gaan denken. Traditioneel gezien denken onderaannemers niet aan het projectbelang, terwijl zij nu wel hierbij betrokken raken. Van der Wind raadt dan ook aan om voor de inkoop van materiaal al om tafel te gaan zitten met de onderaannemers.

De dienstverlening van de bouwhub begint rond de ruwbouwfase in gang te treden. Per vracht wordt gekeken of dat het handig is om de vracht langs de bouwhub te laten gaan. In de afbouwfase wordt de nadruk op Leanworks gelegd. Hier rijden nagenoeg alle leveranciers via de bouwhub.

KYP en Raab Karcher

KYP is een programma waarmee je kunt Lean plannen, maar dan met digitale post-its en een digitaal dossier. KYP communiceert met Microsoft Project en Asta Powerproject en stelt documenten beschikbaar in Word, Excel en pdf. Alle betrokken partijen hebben altijd en overal online-informatie over de stand van de planning en wanneer er wat, van wie verwacht wordt op welke locatie.

Raab Karcher is gaan samenwerken met KYP. Nu kan Raab Karcher exact de digitale Lean planning volgen in KYP. Als het dan een dag onwerkbaar weer is, krijgt Raab Karcher een melding in KYP, omdat de uitvoerder onwerkbaar weer heeft ingevuld. Raab Karcher ziet digitaal of dat de bestelling nog wel geleverd moet worden of dat de levering een dag verschoven wordt.

Welke voordelen levert Leanworks?

- Tot wel 35% besparing op logistieke kosten
- 80% minder transportbewegingen en minder uitstoot van CO₂
- 15% toename in de productiviteit van vakmensen
- De materialen worden direct op hoogte geleverd
- Altijd een veilige en opgeruimde bouwplaats
- Er ligt nooit meer bouwafval in de weg
- Minimale overlast voor de omgeving
- Minder schade, diefstal en opslag
- Reductie doorlooptijd project

10.3 Interview Mark Dudink, VolkerWessels Bouwmaterieel

Nieuwegein, 23 maart 2017

Bouwlogistieke hub VolkerWessels

Op afspraak heb ik de bouwlogistieke hub van VolkerWessels Bouwmaterieel in Nieuwegein bezocht. Mark Dudink, de coördinator consolidatiecentrum Nieuwegein, gaf mij een rondleiding op de hub. Na de rondleiding kreeg ik een presentatie van Mark Dudink, die hij samen met zijn stagiaire bedrijfskunde gaf.

Door middel van alle rapporten en artikelen die ik over de bouwhub gelezen had, had ik een bepaalde verwachting. De locatie voldeed aan mijn verwachtingen. De grootte van de bouwhub en de hoeveelheid pallets vond ik tegenvallen, hier had ik meer van verwacht. Mark Dudink gaf aan dat ik net in een rustige periode kwam. Over een aantal weken start bij een nieuw project de afbouwfase, dan wordt het drukker.

Wat doet VolkerWessels?

VolkerWessels werkt met bouwtickets. Aan de hand van bouwtickets vinden just-in-time leveringen via de bouwhub aan de bouwplaats plaats. De optie om just-in-place te leveren bieden zij ook. De just-in-place levering wordt gerealiseerd door gebruik te maken van runners op de bouwplaats. VolkerWessels probeerde dit in het begin met een social return aanpak, maar bij deze aanpak miste de mentaliteit en inzet van het personeel. Nu levert een verhuisbedrijf runners, deze samenwerking verloopt wel goed.

Het personenvervoer naar bouwproject de Trip verliep via de bouwhub. 's Ochtends kwam al het bouwplaatspersoneel naar de bouwhub, vanaf hier reden volle personenbusjes naar de bouwplaats. In het begin werd gepoogd om 's middags bouwafval in een aanhanger mee terug te nemen naar de bouwhub, dit leiden niet tot een succes. Het blijkt efficiënter als vrachtwagens het bouwafval mee naar de bouwhub retour nemen.

De resultaten van de CO₂-uitstoot vermindering bestaan momenteel nog uit een schatting. Nu wordt vanaf de bouwhub nog met een normale vrachtwagen gereden. Het doel voor de toekomst is wel een milieuvriendelijke vrachtwagen.

Op mijn vraag of VolkerWessels de bouwmethodiek en de bouwlogistiek met elkaar koppelt, kreeg ik geen direct antwoord. Deze vraag stelde ik omdat het aantal transportbewegingen van en naar de bouwplaats afhankelijk is van de bouwmethodiek.

Wanneer wordt VolkerWessels bij het bouwproject betrokken?

VolkerWessels richt zich echt op de afbouwfase. Momenteel kan de bouwhub voor andere bouwfasen nog niets betekenen. Echter sluiten ze dit niet uit voor de toekomst. "Misschien krijgt de bouwhub in de toekomst wel een eigen betoncentrale" aldus Mark Dudink.

Ilips of KYP voor VolkerWessels?

Boele & Van Eesteren bouwt in het centrum van Utrecht en maakt daarbij gebruik van de bouwlogistieke hub van VolkerWessels. Zij werken beide met Ilips als communicatiesysteem. Dit is een integraal logistiek informatie- en plansysteem voor de bouw met een transport-, voorraad- en emissie module.

VolkerWessels zou graag over willen stappen naar het digitale programma KYP. Dit is Lean plannen, maar dan met digitale post-its en een digitaal dossier als resultaat. Echter wil Boele & Van Eesteren dit nog niet.

De reden waarom VolkerWessels over wilt stappen naar KYP is dat Ilips vooral duur is. Ilips is ook slecht bereikbaar voor problemen, dit zorgt bij VolkerWessels voor de voorkeur KYP.

Financieel

Het is lastig om te zeggen wanneer een hub rendabel wordt, aldus Mark Dudink. De schatting gaat uit dat minimaal een projectomvang van 2,5 keer De Trip in Utrecht benodigd is om de hub rendabel te krijgen.

Tijdens mijn bezoek aan de bouwhub, heb ik een concept offerte van de diensten van de bouwlogistieke hub meegekregen. De offerte bestaat uit een werkzaamheden omschrijving, voorwaarden, regels met betrekking tot de aan- en afvoer van de bouwhub, runners op de bouwplaats, schade en vermissing en facturering. Daarnaast staan in de offerte de hub tarieven voor opslag en handelingen per pallet. De bijbehorende transport- en personeelskosten staan ook in de offerte benoemd.

De bouwhub van VolkerWessels draait nu nog verlies, maar de verwachtingen zijn dat het rendabel wordt als meer bedrijven gebruik gaan maken van het concept. Groeimogelijkheden zijn aanwezig, want de hub heeft nu nog maar een gedeelte van het opslagterrein en de loods in gebruik.

Voordelen

- De hub is met grote en zware transportmiddelen goed en snel te bereiken vanaf de snelweg.
- De binnenstad is in circa 15 minuten te bereiken vanaf de hub.
- Het gebouw heeft van voorheen nog koelcellen in het gebouw zitten. Dit is ideaal voor droge en verwarmde opslagruimte.
- Groot buitenterrein aanwezig.

Nadelen

- Het gebouw waar de bouwhub in gevestigd is, werd voormalig voor de opslag en handel van groente en fruit gebruikt. Het is een verouderd gebouw met een aantal beperkingen. Het is geen vlakke vloer, overal steken betonranden omhoog. Daarnaast zijn de deuropeningen niet erg breed, waardoor brede of lange materialen lastig verplaatst kunnen worden in het gebouw. Dit zorgt voor een sterke beperking in de vrije indeelbaarheid.

10.4 Interview Ruud Talane, Technische Unie

Nieuwegein, 23 maart 2017

Technische Unie

Op afspraak ging ik langs bij het verkoopkantoor van de Technische Unie in Nieuwegein. Met de projectcoördinator distributie, Ruud Talane vond de afspraak plaats.

Van tevoren was mij niet duidelijk waarom de Technische Unie bepaalde keuzes maakt in de logistiek. Ik wist dat ze altijd binnen 24 uur aan vaste klanten leveren, maar waarom doen ze dat?

Bouwlogistieke hub

Tijdens ons gesprek legde Ruud Talane uit bij welke projecten de Technische Unie gebruik maakt van een bouwlogistieke hub. Zij gebruiken de hub alleen bij grote projecten, de hub staat dan op de bouwplaats zelf. In deze situatie fungeert de hub als ontvangst van de goederen. De Technische Unie heeft personeel in de hub staan, dit personeel brengt de goederen naar de juiste locatie op het bouwterrein. Het voordeel hiervan is dat de installateurs zich op hun eigen werk kunnen richten, omdat de logistiek uit hun handen genomen wordt.

De Technische Unie heeft de bouwlogistiek bij meerdere projecten samen met andere bedrijven uitgevoerd. Raab Karcher en Jongeneel zijn hier een voorbeeld van. Ieder is goed in zijn eigen markt, dit zijn perfecte samenwerkingen vertelt Ruud Talane. Raab Karcher zorgt voor al het bouw materiaal en de Technische Unie levert alle installatiematerialen.

Wanneer wordt de Technische Unie bij een bouwproject betrokken?

De Technische Unie gaat met de klant om tafel zitten wanneer de klant dat wilt. De wensen van de klant bepalen hoe de Technische Unie het project gaat aanpakken. De klant bepaalt dus wanneer de Technische Unie bij een project betrokken wordt. Logistiek via de weg, het water en het spoor, het kan allemaal. De Technische Unie doet wat de klant wilt.

Bestellingen worden overdag tot 24.00 uur samengesteld en 's nachts uitgereden naar de lokale vestigingen. Iedere lokale vestiging heeft circa tien bakwagens, die elke dag dezelfde route rijden. Hierdoor krijgt iedere klant, elke dag rond dezelfde tijd, zijn levering bezorgd door de vaste chauffeur.

Welke communicatiemethode

De Technische Unie blijft in tegenstelling tot andere dienstverleners, zoals Raab Karcher, vaak buiten de planning van een bouwproject. Wel worden ze af en toe betrokken bij de planning van een project. Dan kunnen hun eigen mensen de leveringen zelf coördineren voor een just-in-time levering.

Financieel

Ruud Talane geeft aan: "Servicegraad en kwaliteit staat bij ons hoog in het vaandel en altijd binnen 24 uur". Persoonlijk zou hij niet weten waarom je installatiemateriaal bij een hub zou gaan opslaan. De Technische Unie heeft zelf twee grote magazijnen en levert altijd binnen 24 uur, dan hoef je zelf toch helemaal geen hub? Aldus Ruud Talane.

Voordelen

- Snelle leveringen
- Groot magazijn
- De Technische Unie werkt samen met andere leveranciers.

Nadelen

- Elke dag transportbewegingen, tenzij een bestelling in één keer besteld wordt.

10.5 Interview Sjaak de Jong, bedrijfsleider Bunnik Bouw

IJsselstein, 31 maart 2017

Bouwmethode Bunnik Bouw

In de meeste gevallen bepaald de ontwikkelaar bij Bunnik Bouw de bouwmethodiek. Omdat Bunnik Bouw hoofdzakelijk bouwt voor Bunnik Projecten, worden bijna alle gebouwen uitgevoerd in kalkzandsteen met breedplaatvloeren. Dit kan ook wel de specifieke bouwmethode van Bunnik Bouw genoemd worden.

Momenteel loopt de overweging bij Bunnik Bouw om over te gaan naar kanaalplaatvloeren in plaats van breedplaatvloeren. De reden hiervoor is dat verwacht wordt, dat het bouwen met kanaalplaten sneller gaat dan met breedplaten.

Bij de uitgevoerde projecten maakte Bunnik Bouw altijd een bouwplaatsinrichtingstekening, een aanrijroute voor leveranciers en dacht men na over het soort en type bouwkraan. Over het optimaliseren van de aan- of afvoer van materieel en materiaal is nooit echt nagedacht.

10.6 Interview Harold Wind, Raab Karcher

Roosendaal, 18 april 2017

Bouwlogistieke hub Raab Karcher

Op afspraak met Harold Wind van Raab Karcher heb ik de Raab Karcher locatie Roosendaal bezocht, met als voornaamste doel de bouwlogistieke hub te bekijken. Ruim een maand geleden heeft Harold Wind samen met Martijn Vos voor mij en Bunnik Bouw het concept Leanworks gepresenteerd. Dit heeft de aanleiding gegeven om een bezoek te brengen aan de bouwlogistieke hub.

Gekozen is voor een bezoek aan de bouwlogistieke hub in Roosendaal, circa 100 kilometer vanaf Utrecht, omdat hier een interessant bouwproject gaande is. Dit betreft project 'Het Dorp fase 2, te Spijkenisse'. Het project bestaat uit 59 appartementen. Met de zeer beperkte bouwplaats kan hier gesproken worden over een postzegellootatie. Zie figuur 13 voor een impressie van het gebouw, figuur 14 laat zien hoe krap de bouwplaats is midden in het binnenstedelijk gebied.



Figuur 13, impressie van project Het Dorp fase 2 (Maasdelta, 2016)



Figuur 14, ligging bouwplaats (Maasdelta, 2016)

Bouwproject 'Het Dorp fase 2'

De aannemer heeft een zeer strakke planning opgesteld, dit in afstemming met onderaannemers en leveranciers. Deze planning is vertaald naar een materiaalplanning. De materiaalplanning vormt de basis voor de dagelijkse leveringen van Raab Karcher. De juistheid van deze informatie is bepalend voor de levering van de juiste materialen. Omdat hier voor Raab Karcher ook branchevreemde materialen van derden bij zitten, vraagt dit soms nog nadere afstemming met leveranciers.

Gekozen is om in beuken te werken. In de ruwbouwfase worden elke dag 2 appartementen gerealiseerd. Raab Karcher levert elke dag de materialen voor 2 appartementen, op deze manier wordt opslag op de bouwplaats voorkomen. De ruwbouw kan zo in 6 weken gerealiseerd worden. Vervolgens duurt de afbouw periode nog 14 weken.

Planning

De aannemer werkt volledig met Lean, zij bespreken elke dag met de betrokkenen de dag van gisteren, vandaag en morgen. Door met Lean te bouwen en gebruik te maken van de logistieke diensten van Raab Karcher hopen zij het project in circa 20 weken te kunnen bouwen.

De voorbereidingstijd voor dit project heeft echter wel 4 maanden geduurd. Deze tijd is nodig geweest om informatie te verkrijgen en te geven aan onderaannemers. De materiaalplanning had op basis van beschikbare informatie en centrale coördinatie in twee weken tijd samengesteld kunnen worden, dit is dus slechts maar een deel van de totale voorbereidingstijd, aldus Harold Wind.

Bevoorraden

Bij dit project is gekozen om tijdens de ruwbouwfase materialen voor de afbouwfase naar binnen te hijsen, zodat de manuren van runners beperkt bleven. Raab Karcher leverde op dit project elke werkdag om half 7 's ochtends de materialen voor de betreffende dag. In figuur 15 is te zien hoe de gipsplaten, kalkzandsteen en de Gibo-gipsblokken in de appartementen opgeslagen werden.



Figuur 15, bevoorrading tijdens ruwbouwfase (Wind, Harold, 2017)

Inrichting bouwhub Raab Karcher

De materialen in de bouwhub zijn allemaal gecodeerd op bouwnummer, hierdoor kan iedereen gemakkelijk zien, wat welke dag naar welke locatie getransporteerd moet worden. In figuur 16 staan foto's van mijn bezoek aan de bouwhub van Raab Karcher in Roosendaal weergegeven.

Hoe verloopt het project?

De planning kan elke dag gehaald worden en de verwachting is nog steeds dat het project in 20 weken gebouwd is. De metselaars werkten niet in beuken, maar hebben een eigen planning waarin duidelijk staat welke ploeg, welke gevels, op welke dag moeten metselen.

Samengevat vraagt de logistieke aanpak om een nauwkeurige voorbereiding, waarbij het om details gaat. Het project verloopt volgens planning en voldoet aan de verwachtingen!



Opslag Gibo-gipsblokken, gecodeerd per bouwnummer



Opslag stalen lateien en glasbokken



Opslag kozijnen, gipsplaten, metal stud profielen, staalwerk, etc

Figuur 16, foto's bezoek bouwhub Raab Karcher Roosendaal 18 april 2017

10.7 Interview Jean Paul Kluts, De Bruyn Intergips Afbouw B.V.

Telefonisch contact, 16 mei 2017

De Bruyn Intergips Afbouw B.V. behoort tot één van de grotere afbouwbedrijven van Nederland en is gevestigd in Dordrecht. De kernactiviteiten van het bedrijf bestaan uit het leveren en plaatsen van massieve scheidingswanden (gipsblokken en verdiepingshoge cellenbeton panelen), stukadoorswerk en spuitpleisterwerk.

Dit interview vond plaats als externe validatie. Tijdens dit interview werd de mening van de onderaannemer, De Bruyn Intergips Afbouw B.V., over een bouwlogistieke hub naar voren gehaald. Mede door dit interview kon in de afstudeerscriptie de externe validatie geschreven worden.

Vraag 1:

Een hoofddoel is om door middel van een bouwlogistieke hub de bouwtijd te verkorten. Dit wordt hoofdzakelijk gedaan door een strakke planning op te stellen. Voor een project begint, is de planning voor het hele project al bekend, gespecificeerd in bouwnummers.

Zou De Bruyn Intergips Afbouw exact volgens zo'n strakke planning kunnen en willen werken, zodat de planning precies gevolgd wordt en uitloop voorkomen wordt?

Reactie op vraag 1:

Ja dat doen we al. Enig probleem dat vaak optreedt is dat wij ook afhankelijk zijn van andere partijen op de bouwplaats. Dus als een andere partij zijn afspraak niet na komt, wordt het voor ons ook lastig. Wij staan in ieder geval open voor een strakke planning.

Vraag 2:

Zou De Bruyn Intergips Afbouw akkoord gaan met het principe dat zij alle benodigde materialen bij de bouwlogistieke hub laten bezorgen? Zodat de bouwlogistieke hub volgens planning de materialen, gebundeld, just-in-time op de bouwplaats bezorgd?

Reactie op vraag 2:

Deze vraag is een beetje problematisch. Vaak is het probleem dat als wij de bouw zelf bevoorraden via een pannenlift, dan zijn wij sneller dan dat een andere partij de bouw bevoorraadt. Echter zijn wij al wel met andere partijen in gesprek om te kijken of we de logistiek via een bouwlogistieke hub interessant kunnen maken. Terugkomend op de vraag, ja wij zouden materialen zeker bij een bouwlogistieke hub willen bezorgen, zodat zij de materialen voor ons naar de bouwplaats brengen.

Vraag 3:

De bouwhub maakt gebundelde leveringen per appartement of woning. Als deze leveringen op de bouwplaats komen, zouden runners de materialen naar de juiste plek in het gebouw kunnen brengen.

Door de materialen op de juiste plek in het gebouw te bezorgen, hoeven vaklui zoals jullie, je niet meer bezig te houden met het versjouwen van materialen. Wat vindt u van dit principe? Zou De Bruyn Intergips Afbouw ervoor open staan dat een externe partij de materialen naar de juiste plaats in het gebouw brengt?

Reactie op vraag 3:

Naast dat wij vaak sneller zijn in het bevoorraden, moet je je ook beseffen dat runners niet altijd weten hoe je met een product om moet gaan "een zak gips moet je niet op een natte vloer leggen". Dit is een enkel voorbeeld, maar als het niet goed gebeurt is de zak gips na een tijdje keihard. Wij staan uiteindelijk ook open voor runners, maar dit zal financieel niet veel goedkoper worden.

Vraag 4:

De runners kunnen ook de afvoer van het afval verzorgen. Zij plaatsen op elke verdieping big bag zakken waar de vakmensen hun afval in kunnen deponeren, vervolgens regelen zij dat de big bag zakken afgevoerd worden. Vakmensen hoeven niet meer met het afval te sjouwen.

Wat vindt u van dit principe?

Reactie op vraag 4:

Heel goed! Dit hoort! Vaak regelen aannemers de afvoer van het afval zelf en anders is er wel een oplossing dat de vuilcontainer vlak naast het steiger staat. Hierdoor kan het afval zo naar beneden in de vuilcontainer gegoooid worden.

Vraag 5:

De logistiek van materialen wordt via een bouwlogistieke hub geregeld met bovengenoemde diensten. Zou de offerte voor uw werkzaamheden dan lager worden? Omdat u weet dat andere partijen een deel van uw werk op zich nemen?

Reactie op vraag 5:

De kosten zullen niet zo snel lager worden. Misschien gaat er wel iets van de prijs af, maar in ieder geval nooit zoveel als dat de nieuwe methode kost. Dit komt vooral omdat de vakmannen vaak zeggen "als ik een keer naar beneden loop om te roken of te eten, dan neem ik op de terugweg wel mijn spullen mee". Voor ons is het dus een kleine moeite om onze materialen mee naar de juiste locatie te nemen.

Ik kijk wel positief tegen een bouwhub aan! Maar ik denk dat je het meer moet zoeken in een verlichting van het werk voor de vakmannen. Deze verlichting van het werk zorgt ervoor dat de vakmannen zich beter voelen en met meer plezier werken. Komende tijd is er een flink tekort aan personeel, via deze oplossingen kun je het wel voor elkaar krijgen dat de vakmensen graag voor je werken.

Vraag 6:

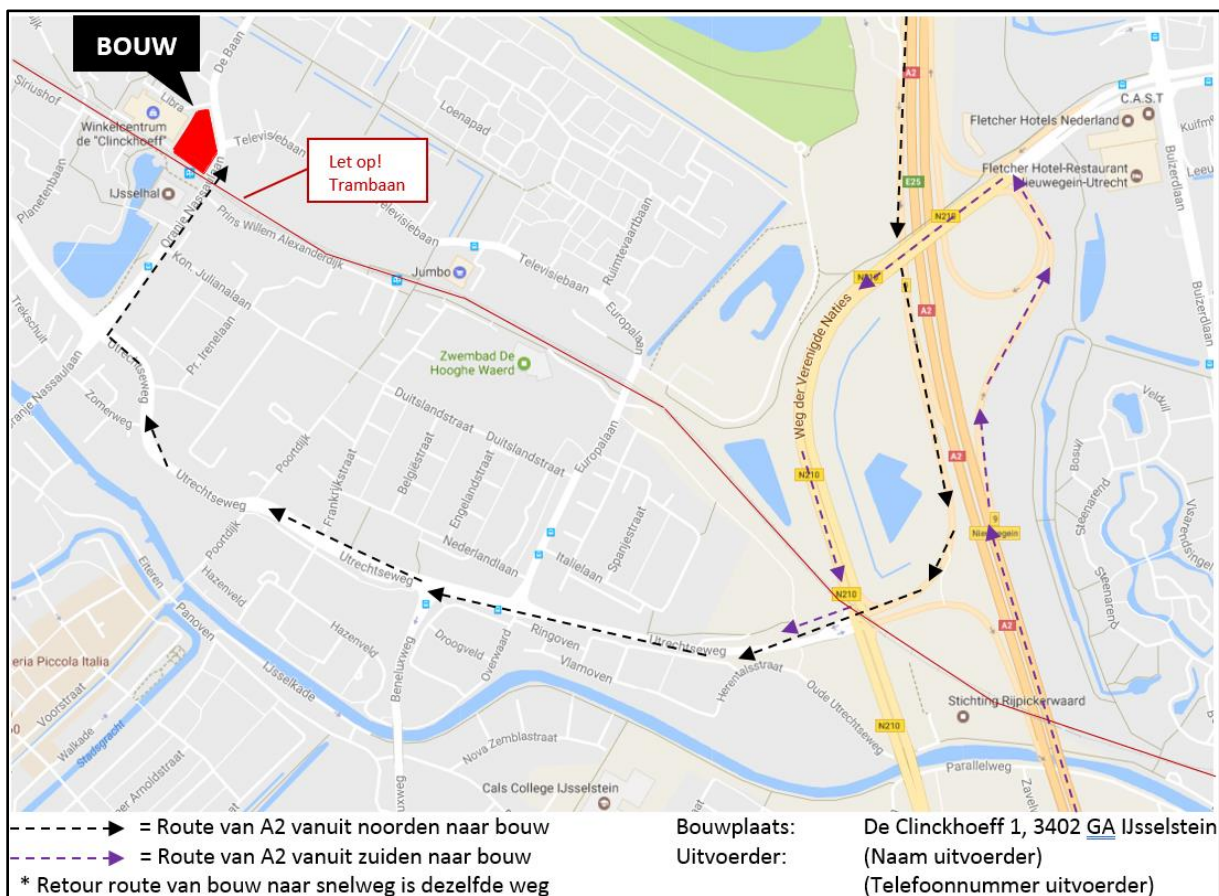
Stel dat Bunnik Bouw ervoor kiest om een project middels een bouwlogistieke hub uit te voeren met de bovengenoemde diensten. Zouden jullie dan voor Bunnik Bouw willen werken?

Reactie op vraag 6:

Ja heel graag, wij zien een bouwlogistieke hub als positieve innovatie! Wij zouden ook graag dit afstudeeronderzoek ontvangen als het gereed is, zodat wij ook nog kunnen zien welke resultaten met dit onderzoek bereikt zijn.

Bijlage 11 Bouwplaatsinrichting

11.1 Routebeschrijving

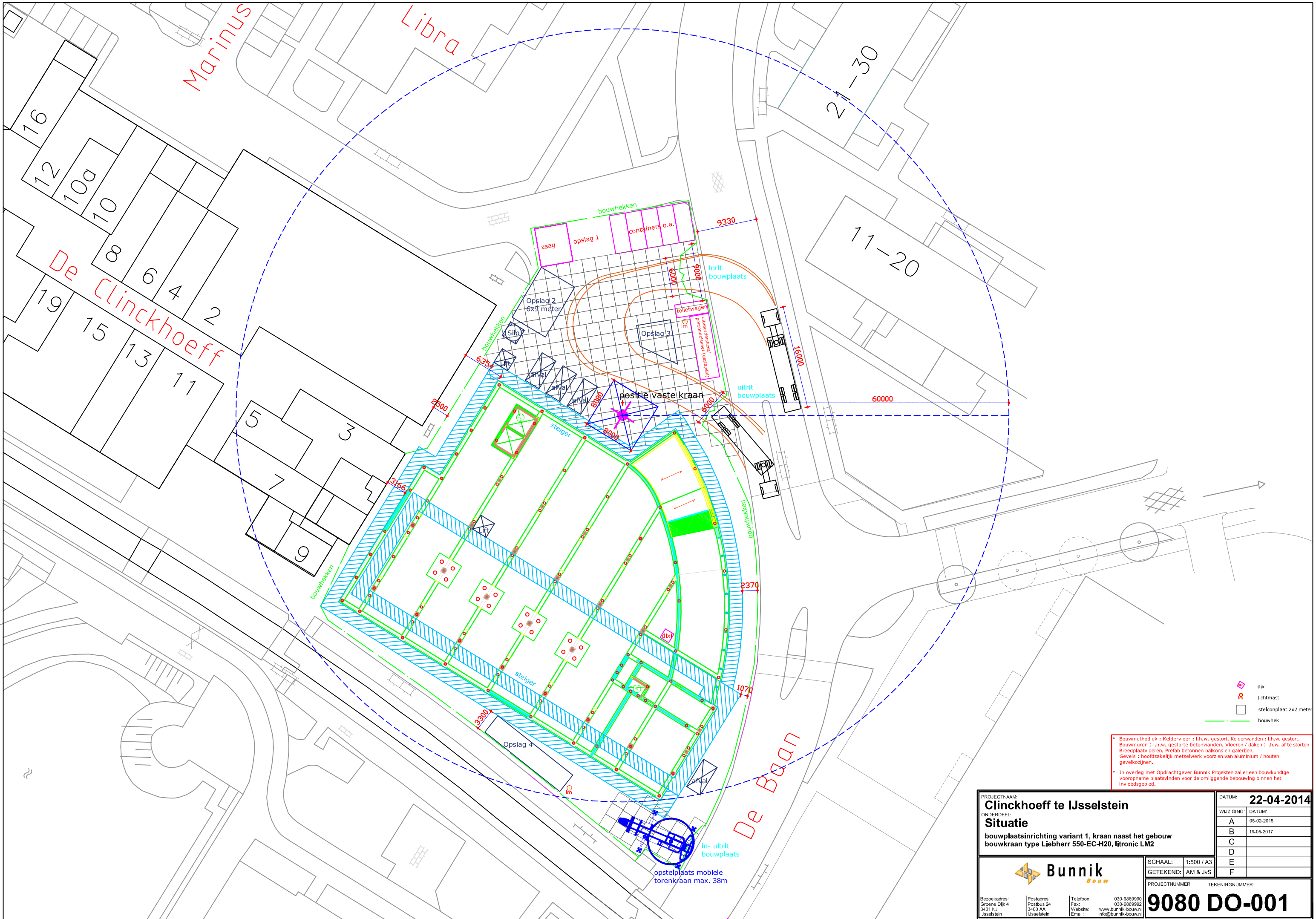


11.2 Bouwplaatsinrichtingstekening variant 1

Bunnik Bouw heeft twee varianten van mogelijke bouwplaatsinrichtingen voor bouwproject De Clinckhoeff opgesteld. Deze tekeningen zijn op schetsontwerpniveau gemaakt, aanrijroutes, stijgers, mortelsilo's, afvalcontainers, dixi's en opslagplaatsen zijn nog niet verwerkt in de tekeningen. Variant 1 heeft een vaste torenkraan naast het gebouw staan met een vlucht van 55 meter. Variant 2 verschilt ten opzichte van variant 1, omdat hier de vaste torenkraan in het gebouw staat met een vlucht van 40 meter.

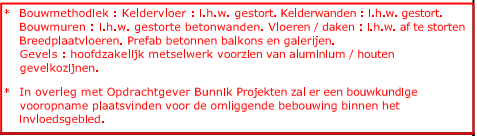
Het is lastig in te schatten of het beter is om de kraan in of naast het gebouw te plaatsen bij bouwproject De Clinckhoeff. Door twee varianten uit te werken van mogelijke posities van de kraan is geprobeerd het beste resultaat te bereiken. Bij de eerste variant staat de kraan naast het gebouw zie de volgende bladzijde. De gieklengete moet hier 60 meter zijn om alle hoekpunten van het gebouw te bereiken. De huidige situatie met 55 meter gieklengete kon nog niet alle hoekpunten van het gebouw bereiken. Bij de tweede variant staat de kraan in het gebouw, hier moet de gieklengete 40 meter zijn (zie bijlage 11.3).

Op de volgende pagina staat de bouwplaatsinrichtingstekening variant 1 weergegeven.



11.3 Bouwplaatsinrichtingstekening variant 2, definitieve inrichting

Zie volgende pagina.



11.4 Conclusie inrichting bouwplaats

De bouwplaatsinrichting bij De Clinckhoeff heeft een aantal optimalisaties ondergaan. De bestaande bouwplaatsinrichtingstekening is uitgewerkt van een schetsontwerp naar een uitvoeringsgereed ontwerp. In de tekening is nu de rijrichting, de kraanopstelling, het ketenpark, de opslagcontainers en dergelijke weergegeven (zie bijlage 11.2 en 11.3). Ook is onderzocht hoe de beste aanrijroute plaats kan vinden (bijlage 11.1). Daarnaast is rekening gehouden met loop- en transportafstanden op de bouwplaats. De mortelsilo staat dicht bij de lift. De prefab elementen liggen dicht bij het gebouw en de kraan. Aan de kraan zit de bouwverlichting hoofdzakelijk en daarnaast zijn nog enkele lichtmasten benodigd om de overige gedeeltes van de bouwplaats te verlichten.

Loopafstanden worden ook beperkt door een dixi op het gebouw te plaatsen, net als de afvalcontainer en een opslagplaats voor materialen op het gebouw te positioneren.

De bouwplaats van De Clinckhoeff blijft verhard door stelconplaten. De bouwlift wordt in twee delen toegepast. Het eerste gedeelte gaat tot de bovenste laag van de parkeergarage. Op dit dak staat een andere bouwlift welke dient voor het appartementencomplex. Hiervoor is gekozen, omdat naast het appartementengebouw nauwelijks ruimte is om een lift te plaatsen.

Variant 2, de beste optie

Bouwplaatsinrichting variant 2 (bijlage 11.3) wordt verkozen tot de beste bouwplaatsinrichting. De bouwkraan staat hier in het gebouw. Door de bouwkraan in het gebouw te plaatsen is een gieklenkte van 40m¹ voldoende. In tegenstelling tot variant 1 met een gieklenkte van 60m¹. Het verschil in kraan scheelt enorm in de prijs. Bij variant 1 zou een hele zware kraan benodigd zijn, omdat de gieklenkte erg lang is in tegenstelling tot variant 2. Onderstaand staat een verschil in kosten weergegeven.

Gebaseerd op 45 weken:

Variant 1	Liebherr 550-EC-H20, litronic LM2	€ xx8.135,- (xx = vertrouwelijk)
Variant 2	Liebherr 420-EC-H16, litronic LM2	€ xx6.505,- (xx = vertrouwelijk)
	Verskil in prijs:	€ 41.630,-

Variant 2 is € 41.630,- goedkoper dan variant 1. Tevens kan de kraan van variant 2 ook nog meer lasten tillen op de bouwplaats, omdat hij in de onderste 3 lagen van het gebouw gepositioneerd staat en dus zijn lasten dicht bij hem heeft. Echter loopt hierdoor de bouw van deze lagen wel enige vertraging op, omdat de afbouw hier pas kan beginnen als de kraan uit het gebouw is.

(Bron: door Bunnik Bouw opgevraagde offertes aan gerenommeerde kraanbedrijven in Nederland, de berekening bestaat uit vertrouwelijke informatie)

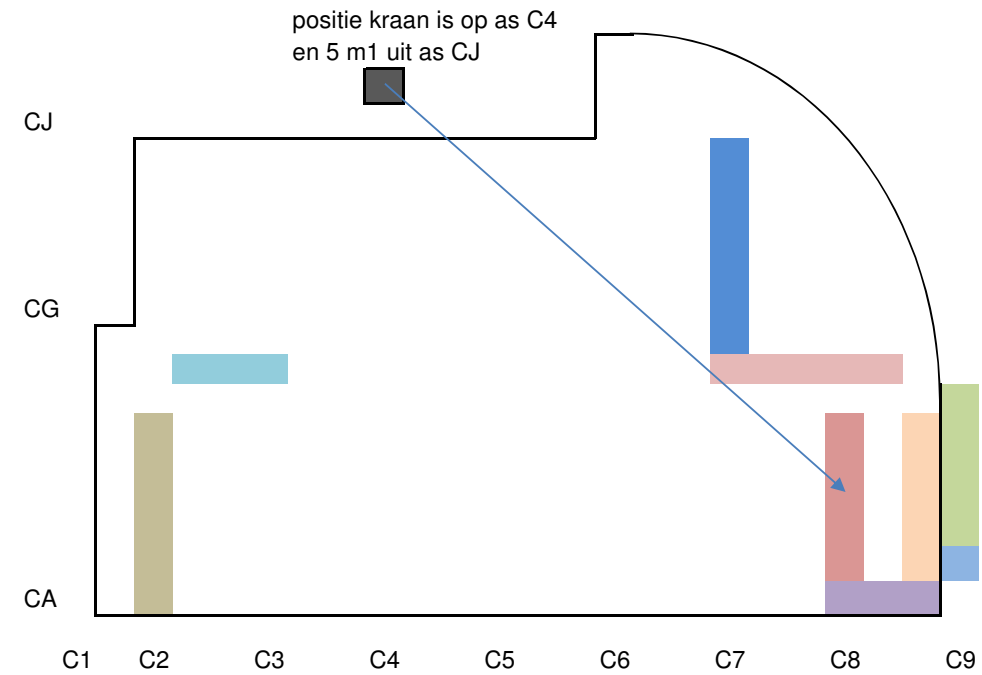
11.5 Hijstekening, maximaal benodigde kraancapaciteit

Op de volgende pagina staan de maatgevende te hijsen gewichten met de bijhorende afstand weergegeven van De Clinckhoeff. Dit zijn zowel liggers, galerijen, balkons als breedplaten.

Door de zwaarste elementen op te delen in 2 elementen, kan de kraan stukken lichter uitgevoerd worden dan dat benodigd is als dit niet gebeurt. Uit de tekening met de te hijsen gewichten volgt ook dat het niet realistisch is om de hijskraan naast het gebouw te positioneren. Dit omdat de kraan dan zo immens zwaar uitgevoerd moet worden om alle elementen te kunnen plaatsen. Door de kraan in het gebouw te positioneren wordt de huurprijs per week € 925,- goedkoper dan dat de kraan naast het gebouw staat. *(Bron: door Bunnik Bouw opgevraagde offertes aan gerenommeerde kraanbedrijven in Nederland).*

Uit de maximaal te hijsen gewichten op de volgende pagina blijkt dat de gekozen kraan bij variant 1 nagenoeg geen van deze lasten kan tillen. Hier zouden dus veel liggers en galerijen opgesplitst moeten worden in meerdere delen om gewicht te besparen. Bij variant 2 blijkt dat een lichtere kraan 3 liggers en één galerij niet kan tillen. Door deze elementen op te splitsen in 2 elementen heeft de kraan wel genoeg capaciteit om de elementen te verplaatsen. Variant 2, de kraan in het gebouw is dus de beste variant.

1



niveau 4600+		lengte	breedte	hoogte	m3	gewicht kg	m1 vanuit hart kraan
as C2	ligger	13,85	0,60	0,80	6,65	16.620	40,00
as C8	ligger	11,35	0,60	0,80	5,45	13.620	51,00
as C7	ligger	14,20	0,60	0,85	7,24	18.105	33,00

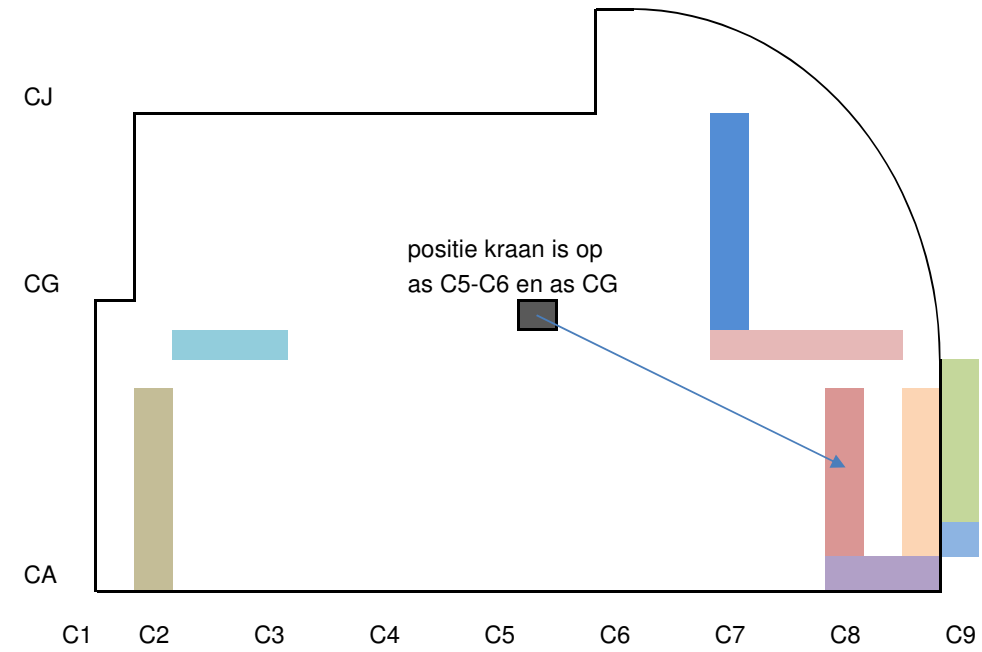
niveau 7800+		lengte	breedte	hoogte	m3	gewicht kg	m1 vanuit hart kraan
as C8	ligger	12,68	0,60	0,80	6,09	15.216	51,00
as C9	ligger	16,15	0,65	0,80	8,40	20.995	55,00

niveau 11100+ en hoger		lengte	breedte	hoogte	m3	gewicht kg	m1 vanuit hart kraan
as C2-C3	galerij	8,30	4,80	0,28	11,16	27.888	30,50
as C7-C9	galerij	12,60	1,60	0,28	5,64	14.112	41,50
as C9	balkon	4,10	2,30	0,25	2,36	5.894	57,00
as C9	ligger	12,30	0,50	0,75	4,61	11.531	53,50
as C8-C9	breedplaat	7,60	3,00	0,07	1,60	3.990	54,00

hoogste hijsniveau is	26,10 m1	haakhoogte circa	35,00 m1
opslag onderdelen kan "onder" kraan			

Liebherr 550-EC-H20, litronic LM2	
Genoeg capaciteit:	Maatregel:
nee	opsplitsen in 2 delen
nee	opsplitsen in 2 delen
nee	opsplitsen in 2 delen
nee	opsplitsen in 2 delen
nee	opsplitsen in 3 delen
nee	opsplitsen in 3 delen
nee	opsplitsen in 2 delen
nee	opsplitsen in 2 delen
ja	opsplitsen in 2 delen
nee	opsplitsen in 2 delen
ja	opsplitsen in 2 delen

2



niveau 4600+		lengte	breedte	hoogte	m3	gewicht kg	m1 vanuit hart kraan
as C2	ligger	13,85	0,60	0,80	6,65	16.620	31,00
as C8	ligger	11,35	0,60	0,80	5,45	13.620	27,00
as C7	ligger	14,20	0,60	0,85	7,24	18.105	12,00

niveau 7800+		lengte	breedte	hoogte	m3	gewicht kg	m1 vanuit hart kraan
as C8	ligger	12,68	0,60	0,80	6,09	15.216	27,00
as C9	ligger	16,15	0,65	0,80	8,40	20.995	32,00

niveau 11100+ en hoger		lengte	breedte	hoogte	m3	gewicht kg	m1 vanuit hart kraan
as C2-C3	galerij	8,30	4,80	0,28	11,16	27.888	24,00
as C7-C9	galerij	12,60	1,60	0,28	5,64	14.112	20,00
as C9	balkon	4,10	2,30	0,25	2,36	5.894	34,00
as C9	ligger	12,30	0,50	0,75	4,61	11.531	31,00
as C8-C9	breedplaat	7,60	3,00	0,07	1,60	3.990	30,00

hoogste hijsniveau is	26,10 m1	haakhoogte circa	35,00 m1
opslag onderdelen circa 20,00 - 25,00 m1 vanaf hart kraan			

Liebherr 420-EC-H16, litronic LM2	
Genoeg capaciteit:	Maatregel:
nee	opsplitsen in 2 delen
ja	opsplitsen in 2 delen
nee	opsplitsen in 2 delen
ja	opsplitsen in 2 delen
nee	opsplitsen in 2 delen
ja	opsplitsen in 2 delen
ja	opsplitsen in 2 delen
ja	opsplitsen in 2 delen
ja	opsplitsen in 2 delen

Bibliografie

- 3C+ Automatisering B.V. (2017, 03 15). *Maximaal rendement, optimaal resultaat*. Opgehaald van 3C Plus: <http://www.3cplus.nl/images/Folders/Brochure.pdf>
- A.M.R. de Vries, M. L. (2017). *Bouwlogistieke hub, zin of onzin?* Delft: Technische Universiteit Delft.
- A.R. van Goor, H. V. (2011). *Werken met logistiek, Supply chain management*. Houten: Noordhoff Uitgevers bv.
- Afbouwbox. (2016). *Bouwlogistieke Oplossingen*. Opgehaald van Afbouwbox: <http://www.afbouwbox.nl/>
- Aggelen, P. v. (2016, 08 08). *Isero Voorraadcontainer*. Opgehaald van Gerritse Isero ijzerwarengroep: <http://www.gerritse.nl/klantenservice/voorraadcontainer/>
- BAM-utiliteitsbouw. (2015, 02 04). *Smart Building Logistics*. Opgehaald van BAM Utiliteitsbouw: <http://www.bamutiliteitsbouw.nl/concepten/smart-building-logistics>
- Boekestijn B.V. (2015). *Torenkranen*. Opgehaald van Kraanverhuur Boekestijn: <http://www.boekestijn.nl/diensten/torenkranen/>
- Bongers, P. (2007). *Een keuzemodel voor de bouwmethodes en bouwmaterialen van seriematige woningcasco's*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Bouw, R. (2015). *Het aansturen van de goederenstroom van hub naar bouwplaats*. Bunnik: Technische Universiteit Eindhoven .
- Bruijn, i. C. (2014). *De levering van bouwmaterialen volgens Smart Building Logistics*. Delft.
- Caroline J. van der Meer, A. R. (2016). *Werken met supply chain management*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Casimir, R. J. (2000). *Logistiek en informatieverwerking*. Deventer: Marc Dooijes.
- Damen, A. (2013). *BIM-samenwerking in zicht*. Utrecht: Universiteit Twente.
- Dijkhuizen, B. (2015). *Bouw moet voordelen logistieke hubs beter benutten*. Doetinchem: Logistiek.
- Dura Vermeer. (2016, 09 15). *Vier gevels op één dag*. Opgehaald van Dura Vermeer: <https://www.duravermeer.nl/nieuws/vier-gevels-op-een-dag>
- EGM Architecten. (2017, 03 20). *Bouwen op een postzegel*. Opgehaald van EGM Architecten: <https://www.egm.nl/projecten/erasmus-mc-structuurplan/345>
- Els Geurts. (2016). *Best Practice: De BouwHub, een VolkerWessels-initiatief*. Opgehaald van Bewuste bouwers: <http://www.materieeldienst.nl/nl/nieuws/detail/stempel-best-practice-voor-bouwhub-de-trip>
- Flapper, H. (2011). *Jellema 12A, Uitvoeren*. Amersfoort: ThiemeMeulenhoff.
- Fransoo, J. (2014, 07 21). *Cross Chain Control Centers (4C) en service logistiek*. Opgehaald van Topsector Logistiek: <http://www.topsectorlogistiek.nl/cross-chain-control-centers-4c-en-service-logistiek-2/>
- Granse, J. I. (2014). *Het gebruik van BIM door de werkvoorbereiding*. Tilburg: Technische Universiteit Eindhoven.
- H.M. Visser, A. v. (2011). *Werken met logistiek*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers .
- Hessel M. Visser, A. R. (2015). *Werken met logistiek*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- J.C. van Kessel. (2016). *Productvoordelen*. Opgehaald van AVK Houtbouw: <http://www.avkhoutbouw.nl/bouwen-met-hout/productvoordelen>
- Jol, K. (2017, 03 27). *Definitie van Logistiek*. Opgehaald van Logistiek.com: http://logistiek.com/logistiek_algemeen_definitie-van-logistiek_0001.html
- Karabulut, B. (2012). *BREEAM-NL & Smart Building Logistics in de uitvoeringsfase*. Delft: Technische Universiteit Delft.
- Koning, D. d. (2014). *De levering van bouwmaterialen volgens Smart Building Logistics*. Delft: Technische Universiteit Eindhoven.
- Koot, W. v. (2012). *De inbedding van Bouw Informatie Modellen (BIM) in Nederlandse Bouwcontracten*. Putten: Open Universiteit Nederland.
- M.W. Ludema. (2015). *Bouwlogistieke innovaties weerbaarstig te implementeren*. Delft: TU Delft.

- Merriënboer, S. v. (2016, 07 12). *Succesvolle samenwerking in bouwlogistiek*. Opgehaald van Topsector Logistiek: <http://www.topsectorlogistiek.nl/succesvolle-samenwerking-bouwlogistiek/>
- Prins, A. W. (1971). *Winkler Prins encyclopedie*. Amsterdam: Elsevier.
- Roelofs, J. (2012, 12 02). *Smart Building Logistics*. Opgehaald van YouTube: <http://www.youtube.com/watch?v=22X-J9EwoKE>
- Roeven, T. (2016). *De Logistieke Ladder voor een verantwoorde bouwsector*. Utrecht: Cirkelstad Utrecht.
- Schepens kraanverhuur en transport. (2015). *Alle type kranen*. Opgehaald van Schepens kraanverhuur en transport: <http://www.schepenskraanverhuur.nl/kraanverhuur/mobiele-telescoopkraan/>
- STABU. (2017, 03 20). *Bouwplaatsvoorzieningen*. Opgehaald van STABU bestek: http://www.stabubestek.nl/bestekinhhtml/WONING_05.HTML
- TNO. (2011). *Bouwlogistieke oplossingen voor binnenstedelijk bouwen*. Delft: TNO.
- TNO. (2017, 01 30). *TNO laat zien dat slimme bouwlogistiek in de praktijk loont*. Opgehaald van TNO innovation for life: <https://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2017/1/tno-laat-zien-dat-slimme-bouwlogistiek-in-de-praktijk-loont/>
- Trinivast. (2017, 02 28). *Verklarende woorden*. Opgehaald van Trinivast Beheer BV: http://www.trinivast.nl/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid=40
- Ulenaers. (2017). *Welke alternatieven zijn mogelijk bij overbezetting van een crossdock met nietgestandaardiseerde goederen?* Genk: Groep H. Essers.
- VOBN beton. (2017, 03 06). *Bekisting voor beton*. Opgehaald van VOBn beton: <http://www.vobn-beton.nl/beton-kenniscentrum/beton-storten/werkvoorbereiding/bekistingen>
- VolkerWessels. (2017, 02 21). *Binnenstedelijke bouwlogistiek*. Opgehaald van VolkerWessels materieeldienst: <http://www.materieeldienst.nl/nl/diensten/bouwlogistiek/binnenstedelijke-bouwlogistiek>
- Voordt, d. i. (2013). *Afval, transport en logistiek in de bouw moeten duurzamer*. Den Haag: TU Delft.