

# TKI PROJECT 4C IN BOUWLOGISTIEK



**TNO** Innovation for life

# OPENING EN INTRODUCTIE

## SIEM VAN MERRIËNBOER, TNO

Tijd	Onderwerp	Door
13:00 – 13:15	Inloop	
13:15 – 13:30	Opening en stand van zaken TKI project	Siem van Merrienboer (TNO)
13:30 – 14:30	Toelichting op resultaten	HU, HR, TU Delft
	WP1.1 Referentiebibliotheek	Marcel Ludema, TU Delft
	WP2.1 Informatiestromen in bouwlogistieke ketens	Alexander de Vries, HR
	WP2.2 Prestatie indicatoren voor bouwlogistiek (KPI's)	Ruben Vrijhoef, HU
	WP2.3 Assessmenttool voor bouwlogistiek	Marcel Ludema, TU Delft
14:30 – 15:00	Voorbeeld studentonderzoeken	Martin van Dijkhuizen, HU
15:00 – 15:30	Koffiebreak	
15:30 – 16:30	Lessons learned uit proeftuinen HAK en De Trip	VolkerWessels BM, TBI
16:30 – 17:00	Vooruitblik op 2e jaar TKI project	Siem van Merriënboer, TNO
17:00 – 18:00	Netwerkborrel	

# TKI PROJECT “4C IN BOUWLOGISTIEK”

## › Doel:

Verbeteren van **ketensamenwerking en ketenregie** op de logistieke stromen in de bouwsector

## › Werkwijze:

› Toepassen van nieuwe ketenregie- en distributieconcepten in **proeftuin bouwprojecten**

› Informatievoorziening, monitoring, ketenregie faciliteren d.m.v. **4C**

› Ervaringen en lessons learned breed verspreiden in de bouwsector

› Doorlooptijd 5 jaar, 4 proeftuin bouwprojecten, *klein* → *groot*

CARTOON / TOM



# PLAN EN RESULTATEN 1<sup>STE</sup> JAAR

- › 2 proeftuinen: Hotel Amstelkwartier en De Trip
  - › Bouwlogistieke oplossingen, monitoringsplan, samenwerkingsprotocol, lessons learned
- › Rapportages:
  - › Referentiebibliotheek
  - › Informatiestromen in bouwlogistieke ketens
  - › Prestatie indicatoren voor bouwlogistiek (KPI's)
  - › Assessment tool voor bouwlogistiek
- › Studentonderzoeken
  - › ± 15 met begeleidend waardeoordeel (A4-tje) van kennisinstellingen
- › Kennis- en informatiebijeenkomsten, nieuwsbrieven

# **REFERENTIEBIBLIOTHEEK**

## **MARCEL LUDEMA, TU DELFT**

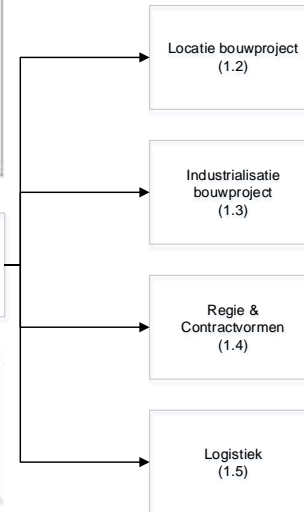
## Doel

- Inzicht geven in de logistieke kenmerken van bouwprojecten en de invloed van het toepassen van bepaalde bouwlogistieke concepten
- Bepalen effect van oplossingen in kosten, tijd en externe effecten.
- Naslagwerk bij het zoeken naar meer informatie van specifieke bouwlogistiek oplossingen.

## Resultaten

Klein	Middel	Groot
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wering transportstromen</li> <li>• Voornamelijk bestelbussen bij afbouw</li> <li>• Wering leveranciers</li> <li>• Overzichtelijk bouwplaats</li> <li>• Wering bouwplaatsmedewerkers</li> <li>• Eenvoudige aansturing</li> <li>• Vaak transport over de weg</li> <li>• Wering complexiteit</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veel transportstromen</li> <li>• Grote vrachtwagencongesties, zowel nabouw als afbouw</li> <li>• Veel leveranciers</li> <li>• Veel keuzegedrag</li> <li>• Gevaar voor onoverzichtelijke bouwplaats</li> <li>• Veel bouwplaatsmedewerkers</li> <li>• Complexe aansturing</li> <li>• Mogelijkheid voor multimodaal transport</li> <li>• Mogelijk zeer hoge complexiteit</li> </ul>

Omvang bouwproject (1.1)



Prefab - Doel van Aantal transportbewegingen

	Rouwbouw	Afbouw	Eindtotaal
Bestelbussen	28	26	
Combinatie Trekker-oplegger	209	34	243
Kipper I	176	7	183
Vrachtwagen	11	11	
Zaakwagen-materieelafzet		37	37
<b>Eindtotaal</b>	<b>382</b>	<b>117</b>	<b>499</b>

## Inhoud

- Typologische kenmerken van bouwwerken gebaseerd op projecten Sia-Raak en bouw-kostenbibliotheken:
  - Omvang
  - Locatie
  - Industrialisatie
  - Regie en contractvorm
- Referentieprojecten:
  - Ketenbeschrijvingen
  - Best-practices
- Conclusies en vervolgstappen

## Advies / conclusies

Omvang Bouwproject	Locatie bouwproject	Industrialisatie bouwproject	Regie & Contractvormen	Logistiek
Klein	Brownfield	Traditioneel	Traditioneel contractmodel	Afbouwbox
Middel	Greenfield	Value Added Logistics	Bouwfteam contractmodel	Bouwlogistieke HUB
Groot	Industrie terrein	Aanleveren van modules	Design & Build contractmodel	Bouwticket
Laagbouw	Stadsrand	Prefabriseren van gebouw	Management contracting & engineering contractmodel	Clusteren personeelsvervoer
Middeelhoogbouw			Construction management	Eurokraan
Hoogbouw			Turnkey contractmodel	Formaat XL
			Brochureplan contractmodel	Logistiek medewerker op bouwplaats
				Logistiek transport coördinator
				Multimodaal transport
				Planning
				Voorkeursnetwerk bouwlogistiek
				Smart Building Logistics

- Regelmatige update(s) “levend instrument”
- Verwerking samen met KPI’s in evaluatietool

# **INFORMATIESTROMEN IN BOUWLOGISTIEKE KETENS**

## **ALEXANDER DE VRIES, HR**



## Doel

- Definiëren bouwlogistieke 4C
- Kader afstemming en informatievoorziening, verschillende niveaus
- Hiervoor goed inzicht nodig in bouwlogistieke informatiestromen
- Informatie infrastructuur inrichten
- Hiermee gewenste informatie te verzamelen

## Resultaten

- Ideaalbeeld afstemming met “4C”
- Van leverancier t.e.m. bouwplaats
  - strategisch: voorbereidend proces, inrichting netwerk
  - Tactisch: inrichten van processen, incl. *retourprocessen* en *planning*
  - Operationeel: aansturing met informatie in en outputs m.n. bouwplanning, voorraadbeheer en transportplanning

## Inhoud

- Definitie “bouw 4C” vanuit literatuur 4C en afstemming in de bouw
- Opbouw controltower: netwerk, processen, aansturing, informatie en KPI's
- Studentonderzoek adhv SCOR model; interviews
  - Standaard procesbeschrijvingen, planning, informatie en ‘metrics’ bouwlogistiek

## Advies / conclusies

- Wensbeeld opgesteld, vervolgstap: een meer statische 4C: prestatiemeting en monitoring
- KPI's afstemming en informatievoorziening opstellen
- Informatiebehoefte vanuit keten bepalen
- Bepalen welke afstemming, wanneer nodig, mogelijk en zinvol is



# **PRESTATIE INDICATOREN VOOR BOUWLOGISTIEK (KPI'S)**

## **RUBEN VRIJHOEF, HU**

## 1. Doel

- Geen geschikt/integraal KPI raamwerk voor bouwlogistiek...
- ...maar we willen wel **prestatie** bouwlogistiek integraal meten...
- ...dus **ontwikkelen** KPI raamwerk
- Formulering, structuur en werking **toetsen** in proeftuinen (en NHC)

## 2. Inhoud

- Uitgegaan van **SCOR** model
- Toepasselijk gemaakt voor **bouw**
- Uitgebreid met KPI's voor **milieu** en omgeving
- **Proeftuinen** nagedacht over KPI's
- Theorie en praktijk **bij elkaar** gebracht in raamwerk

## 3. Resultaten

- KPI Raamwerk in **basis**, 16 KPI's
- **Beproeving** aantal KPI's in proeftuinen (en NHC)
- KPI raamwerk moet **aangepast** worden per project, in praktijk
- **Registratie** van meetgegevens op projecten is soms lastig, 'dun'

## 4. Advies / conclusies

- **Uitbreiden** KPI's 'on site' en 'financials', o.a. (KPI 17+18):
- Arbeids**productiviteit** bouwplaats
- Inkoop/**kostenverlaging** logistiek
- Multimomentmeting, ketenanalyse
- **ICT** platform t.b.v. registratie
- **Data** reductie, analyse, vergelijking

# **ASSESSMENTTOOL VOOR BOUWLOGISTIEK**

## **MARCEL LUDEMA, TU DELFT**



## Doel

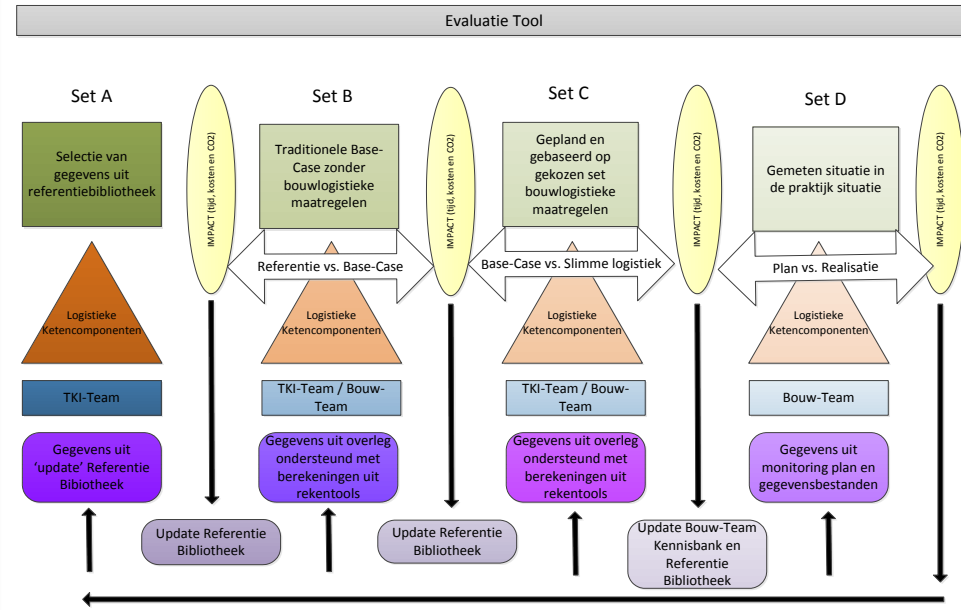
- Komen tot een raamwerk voor vergelijkingsstudies
- Monitoring hulpmiddel tijdens projecten
- Leren van gemaakte keuzen en voorbereiden van te maken keuzen



## Inhoud

- Opzet van vergelijkingsprojecten
- Beschrijving van het evaluatie-framework
- Vullen vanuit de referentiebibliotheek
- Samen op zoek naar de 'worst-case' & 'choice-case' scenario
- Monitoren van de logistiek tijdens bouwproces
- Vergelijken om te leren verbeteren

## Resultaten



## Advies / conclusies

Categorie	Waarname	Geplande maatregelen	Verw. effect berekening
Levensduurkosten (verlenging)	Principiële berekening op basis van 1	Principiële berekening op basis van 2	+20%
Sequentieel (kostenvermindering)	Principiële berekening op basis van 3	Principiële berekening op basis van 4	+15%
Realisatie (kosten)	Principiële berekening op basis van 5	Principiële berekening op basis van 6	+10%
Overeenkomstige (kosten)	Principiële berekening op basis van 7	Principiële berekening op basis van 8	+5%
Combinatie van (kosten)	Principiële berekening op basis van 9	Principiële berekening op basis van 10	+2%
Overeenkomstige (kosten)	Principiële berekening op basis van 11	Principiële berekening op basis van 12	+1%
Overeenkomstige (kosten)	Principiële berekening op basis van 13	Principiële berekening op basis van 14	+0.5%
Overeenkomstige (kosten)	Principiële berekening op basis van 15	Principiële berekening op basis van 16	+0.2%

- Eerste opzet van de evaluatietool
- Beschrijving van een uitgewerkte voorbereiding voor een 'pilot' in een proeftuinproject.

# **STUDENTONDERZOEKEN**

## **MARTIN VAN DIJKHUIZEN, HU**

Een onderzoek gebaseerd op logistieke innovatiemogelijkheden

## PROBLEEMSTELLING

- Hoe is het mogelijk de benodigde afbouw materialen in de woningen te plaatsen, voordat de anhydrietvloer gestort wordt en de gevels geplaatst zijn?



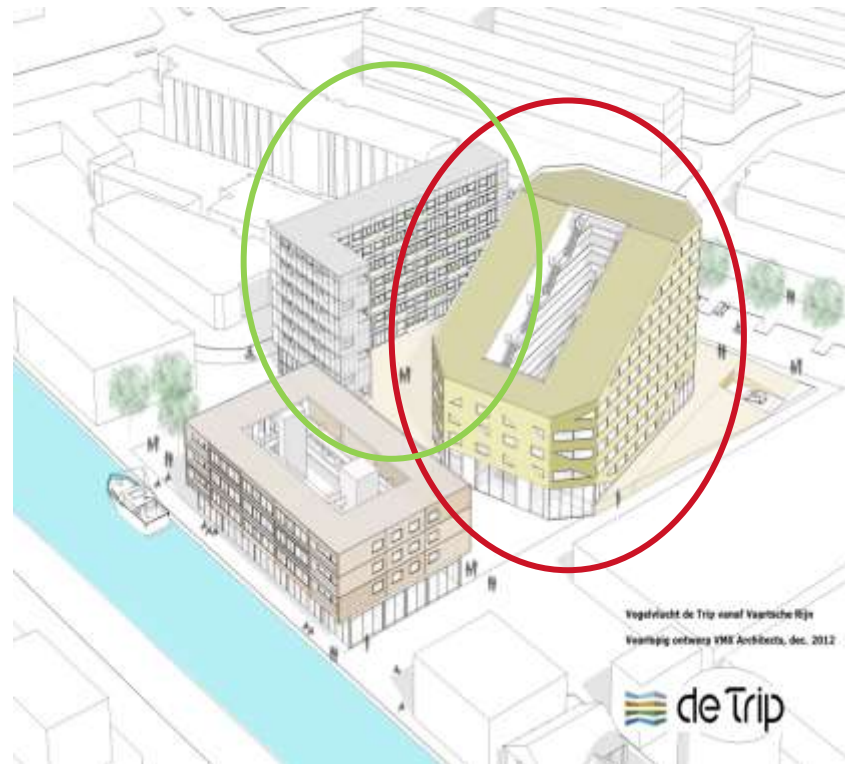
Victor Steegman

Job Haitma Mulier

Arthur Friederichs

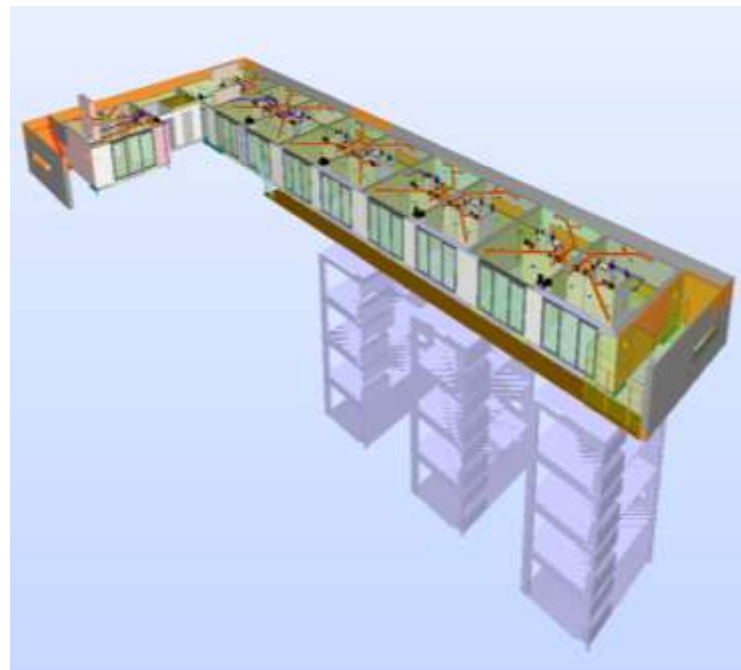
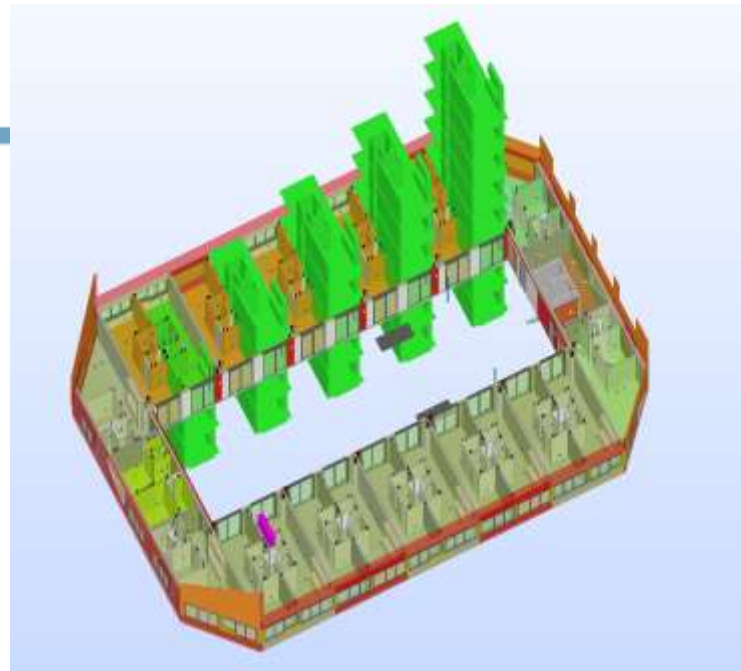
# WONINGANALYSE

- Welke woning komt het meeste voor?
- Woningtype **X2.A1** in totaal 26 keer
- Woningtype **H1.A2** in totaal 36 keer



# WONINGTYPES

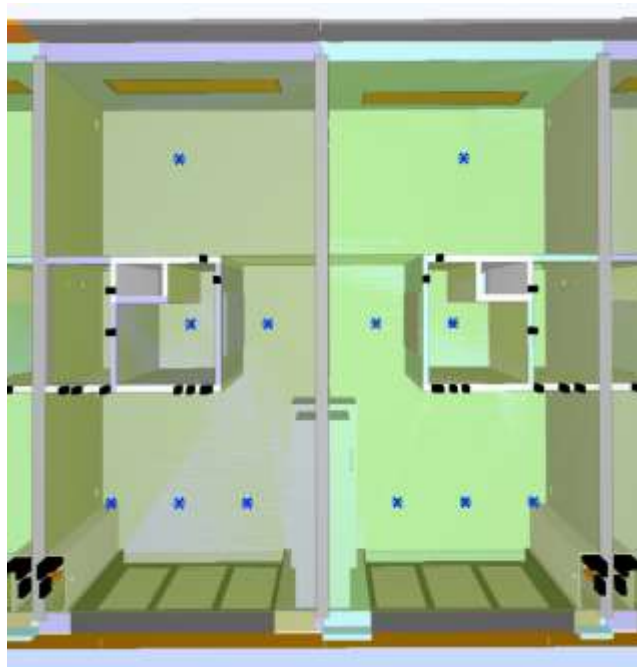
- BIM model – analyse in Solibri
- Woning inventarisatie





# INVENTARISATIE

- Metal stud wanden
- Natte cellen
- Stucwerk beton
- Keuken



Woningtype	X2.A1					
	Hoeveelheid	Gewicht in KG	Afmetingen	Inname m3 ruimte	Vochtbestendigheid	Kwetsbaarheid
<b>Metalstud wanden</b>						
Metalstud 75mm horizontaal	22	22	75 x 60 x 3000 mm	0,0040	-	Nee
Metalstud 75mm verticaal	45	67,5	75 x 60 x 2800 mm	0,0057	-	Nee
Metalstud 50mm horizontaal	4	3,2	50 x 40 x 3000 mm	0,0003	-	Nee
Metalstud 50mm verticaal	13	17,29	50 x 40 x 2800 mm	0,0007	-	Nee
Achterhout	9	51,3	18 x 400 x 600 mm	0,0043	-	Nee
Gipsplaten	54	1592,46	1200 x 2700 x 125 mm	2,1870	Geen direct contact	Ja
Deurkozijn [metaal]	1	4	2400 x 80 x 50 mm	0,0096	-	Nee
Gipsplaatvuller	1	4	80 x 60 x 50 mm	0,0002	-	Nee
Deurkozijn [hout]	1	8	2400 x 950 x 40 mm	0,0912	-	Nee
Isolatiemateriaal	54	54	8320 x 600 x 80 mm	0,0972	Geen direct contact	Nee
Betonafwerking Fix&Finish	1	6,33	500 x 200 x 50 mm	0,005	Geen direct contact	Nee
Verloren bekisting (foam)	18		17855 mm		-	Nee
<b>Totaal</b>		<b>1830,08</b>		<b>2,4052</b>		
<b>Natte cellen</b>						
Tegels	18,34	458,5	250 x 400 x 80 mm	0,1600	-	Ja
WC	1	23,8	550 x 380 x 315 mm	0,0658	-	Ja
Douche	1	3	20 x 20 x 120 mm	0,0000	-	Nee
Kraan	1	1,4	210 x 180 x 60 mm	0,0023	-	Nee
Spoelbak	1	13	390 x 180 x 50 mm	0,00351	-	Ja
Voegsel	1	10	200 x 100 x 50 mm	0,001	-	Nee
Hoekprofiel	5		2660 x 8 x 8 mm	0,00145	-	Nee
Voorstrijk	1	6	260 x 190 x 145 mm	0,00716	-	Nee
Bouwpasta	1	25	420 x 420 x 300 mm	0,1080	-	Ja
Wasbak	1	8,5	495 x 125 x 245 mm	0,0152	-	Ja
Spiegel	1	3,1	35 x 300 x 700 mm	0,0735	-	Ja
Leidingwerk					-	Ja
Deur	1	20	925 x 2380 x 40 mm	0,08806	-	Gemiddeld
Kast						
<b>Totaal</b>		<b>572,3</b>		<b>0,5260</b>		
<b>Keuken</b>						
Keukenblok	1					
Fornuis/Oven	1					
Leidingwerk	1					
Kraan	1					
Wasbak	1					
<b>Totaal</b>						
<b>Electronica</b>						
Intercom	1					
Wisselschakelaar (enkel)	3					
Wisselschakelaar	6					
Datapunt (internet)	1					
Aansluitpunt 230v	3					
Deurbel	1					
Krachtschakelaar	1					
Aardcontact 1V	5					
Aardcontact 2V	7					
Radio/televisie contact	1					
<b>Totaal</b>		<b>4</b>	<b>300x300x300</b>			<b>Nee</b>

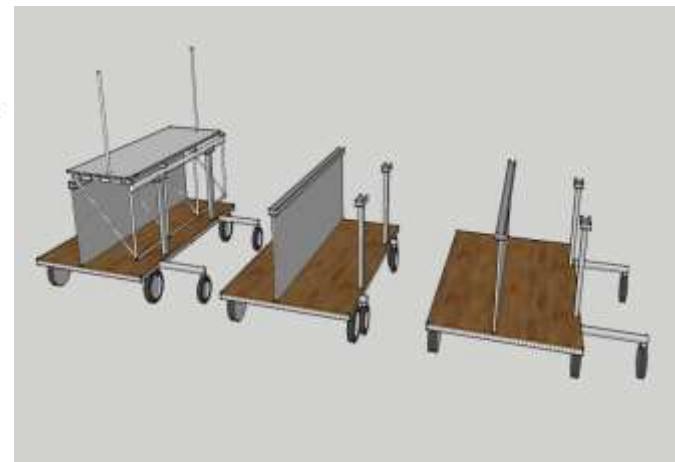
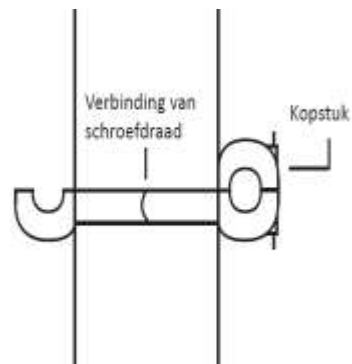
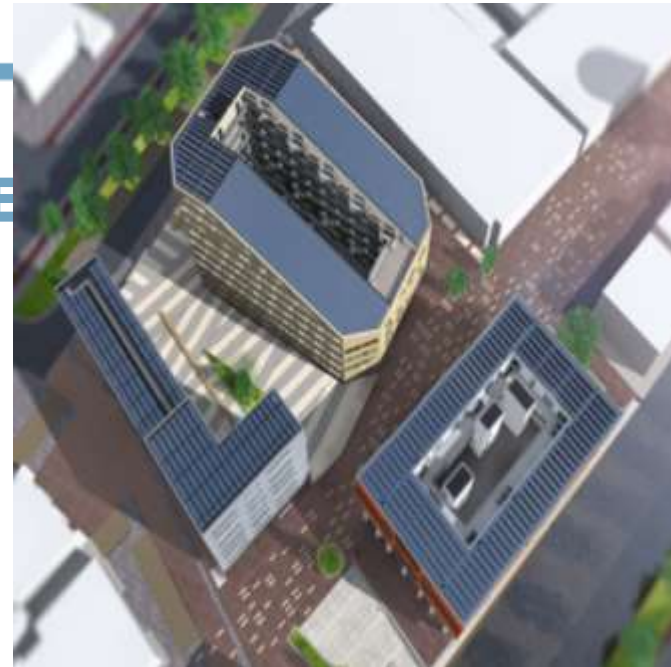
# LOGISTIEK VAN HET BOUWPROCEES

Welke middelen kunnen er gebruikt worden op de bouwplaats?

- Kraan
- Snelwisselbordes

Afbouwstelsel ontwikkeld, bestaande uit:

- De tafel
- CenterKlem
- Kar
- Kruk



## TAFEL OPHANGEN

- De tafel wordt opgehangen aan de CenterKlemmen
- Afbouwmaterialen ingepakt op tafel



# STUDENTENONDERZOEK

De oplossing van studenten is geen eindoplossing.

Wat levert het dan wel op?

- Nadenken over problemen die er spelen
- Bespreken van (on)mogelijkheden
- Richting geven hoe je het op kunt lossen
- Handreiking waar eigen medewerkers mee verder kunnen



Doel

Resultaten

- Hoe werkpakket binnen opslaan voor anhydrietvloer?
- Afbouwpakket samenstellen

- Alternatieven onderzocht, mogelijke oplossingen voorgesteld

Inhoud

Advies / conclusies

- Afbouwpakketten voor twee verschillende woningen
- Analyse Solibri

- Oplossingsrichting is mogelijk wel vervolgonderzoek nodig
- Studentenwerk is geen eindproduct

Vogelvlucht de Trip vanaf Vaartsche Rijn  
Voorlopig ontwerp VMX Architects, dec. 2012



## Doel

- Weinig meetgegevens over KPI's dus,
- verzamelen meetgegevens zodat
- bewijs!

## Resultaten

- Kleine metingen op HAK (4 dagen) en NHC (4 dagen)
- HAK: vrachten op tijd (te vroeg)
- NHC : 70% op tijd (ook te vroeg)

## Inhoud

- Studenten hebben enkele dagen op de bouwplaats gemeten met ondersteuning bouwplaatspersoneel

## Advies / conclusies

- Aankomsttijden
- Afstemming capaciteit
- Beladingsvolgorde
- Koppeling systemen
- Advies:
  - Bouwticketsysteem (Software)
  - Geodata
  - Slim inkopen



# LESSONS LEARNED PROEFTUIN HAK TBI





# LESSONS LEARNED PROEFTUIN DE TRIP VW-BM



Boele & van Eesteren



VolkerWessels  
Bouwmaterialen



# VOORUITBLIK 2E JAAR

## SIEM VAN MERRIËNBOER, TNO

- › 2 proeftuinen HAK en De Trip lopen door in het 2<sup>e</sup> jaar
  - › Focus op monitoring (data verzamelen) en analyse prestaties bouwlogistiek (KPI's)
  - › 4C control tower – meedenken en adviseren in opzetten van informatiestromen en ICT-systemen
  - › Lessons learned, facts & figures – vastleggen in referentiebibliotheek
- › Kennistafels
  - › Vraaggestuurde thema's (6x per jaar)
- › Studentonderzoeken
  - › ± 15 met begeleidend waardeoordeel (A4-tje) van kennisinstellingen
- › Communicatie extern
  - › nieuwsbrieven/publicaties/persberichten
- › Bijeenkomsten
  - › Kennistafels (6x) en symposium (1x)
- › Eindproducten
  - › Film
  - › Update referentiebibliotheek (lessons learned, facts & figures)
  - › Publicaties/rapporten: 4C control tower

## DEELNEMERS 2E JAAR

- Proeftuin Hak
  - TBI Holding
  - TBI Croon, Eesteren, Wolter & Dros
  - Ilips
- Proeftuin Trip
  - VW Holding
  - VW Bouwmatrieel
  - Boele & van Eesteren
  - Ed Lafeber
- 2e schil
  - Technische Unie
  - P&O Ferrymasters
  - Raab Karcher
- Branchevereniging
  - Bouwend Nederland
  - TLN
- Kennisinstellingen
  - Hogeschool Rotterdam
  - Hogeschool Utrecht
  - TU Delft
  - TNO

# KENNISTAFELS

- › 6 keer per jaar willen wij deze organiseren
- › Heeft u ideeën voor onderwerpen voor deze tafels dan horen wij dat graag!

[Jannette.debes@tno.nl](mailto:Jannette.debes@tno.nl)

- › Kennistafels potentiële onderwerpen:
  - › Assessment tool & 4C control tower
  - › Gedragsverandering in de bouw(keten)
  - › Lessons learned & facts and figures
  - › Samenwerking en “gain sharing” bij toepassen logistieke concepten
  - › Specifieke bouwlogistieke oplossingen / best practices
  - › Specifieke ondersteunende technologieën

**TIJD VOOR  
EEN BORREL.**



# BEDANKT VOOR UW AANDACHT



**TNO** Innovation for life