

Wapening in BIM



Hank Janssens
BIM Engineer



Inhoud



- **Stand van zaken Wapening in BIM**
- **Stubeco studiecел B08 "BIM in relatie tot wapening"**
- **De volgende stappen**

ontwerp

advies

Constructief Ontwerp

- Bruggen & Viaducten
- Tunnels & Onderdoorgangen
- Prefab (voorgespannen) elementen
- Grondkerende constructies
- Ontwerpcoördinatie
- Versterken en verstevigen
- Infra nat / Constructieve waterbouw

Virtual Design

- Virtual Reality / Augmented Reality
- Digitale wapening
- Parametriseren
- Visualisaties
- Design Automation
- BIM Consultancy

Contract- voorbereiding

- Assetmanagement
- Inspecties
- Constructieve veiligheid
- Variantenstudies
- LCC / kostenanalyses
- Architectuur
- Contractering

Proces- en Contractbeheersing

- Systeemgerichte contractbeheersing
- Technisch management
- Risicomanagement
- Integrale veiligheid
- Omgevingsmanagement
- Procesbeheersing
- Kwaliteitsmanagement

Specialisten in huis:

Architect
BIM-modellereurs
Constructeurs

Integraal projectmanagers IPM
Auditors
Contractadviseurs
Assetmanagers

Visualisatiespecialisten
Ontwerpcoördinatoren
Contractmanagers
Omgevingsmanagers

Veiligheidskundigen
Inspecteurs
Kostendeskundigen
Kwaliteitsmanagers

Open standaarden

Clash check

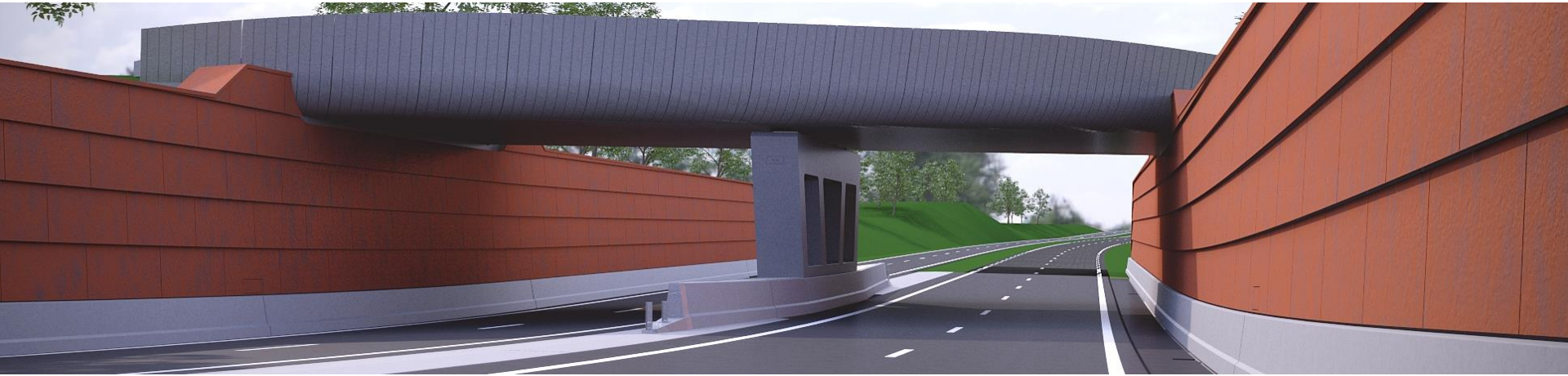


Virtual design

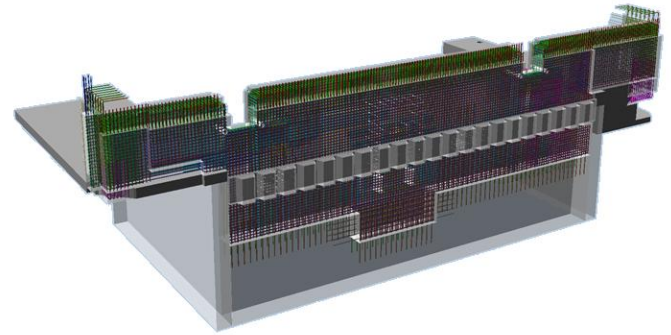
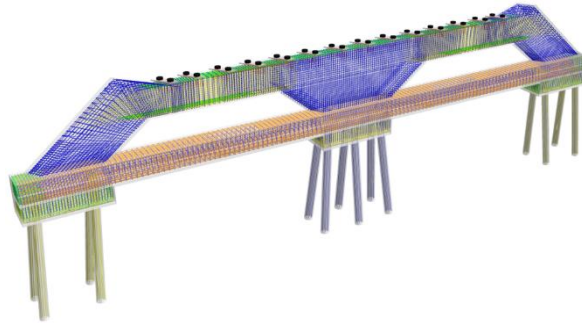
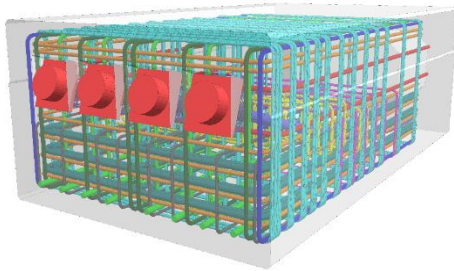
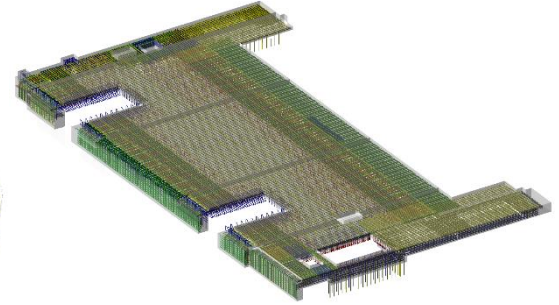
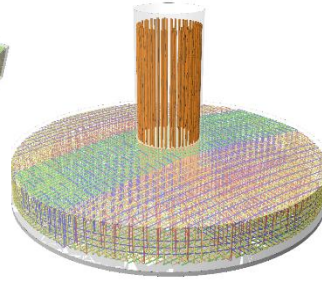
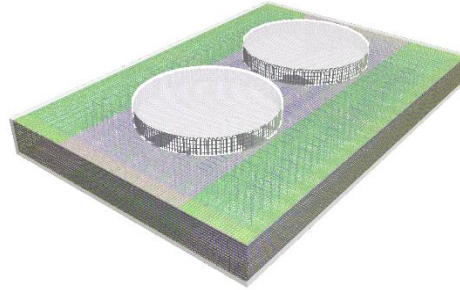
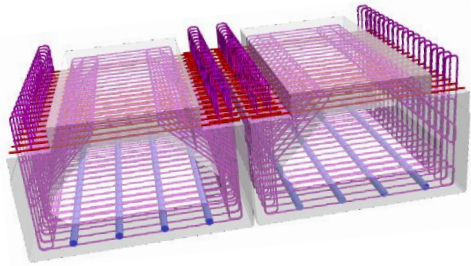
Augmented reality

Data uitwisseling

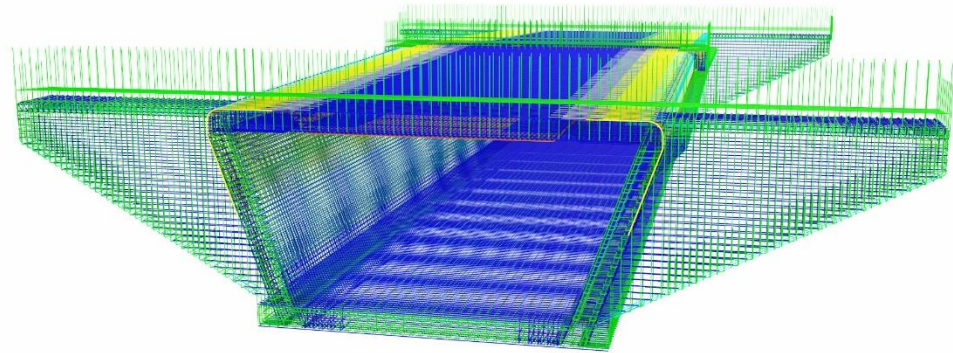
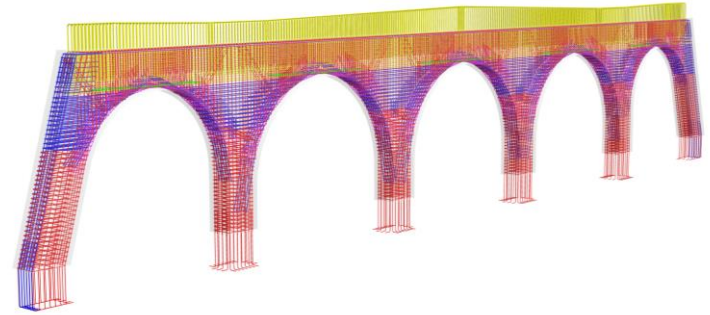
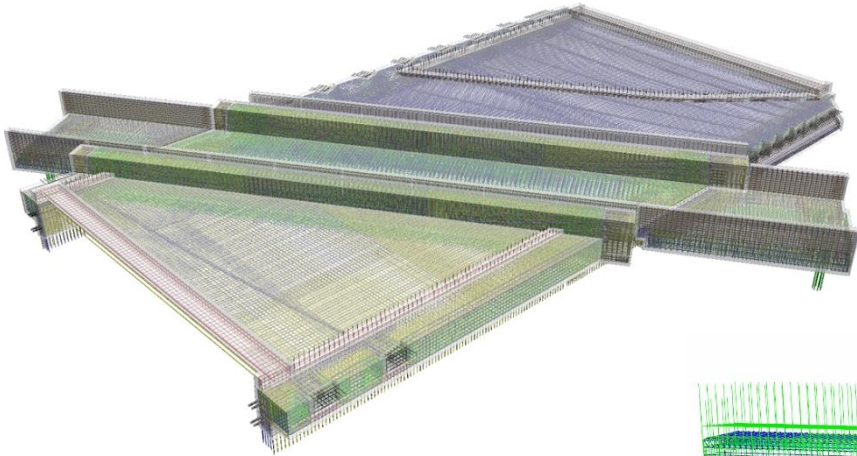
Virtual reality



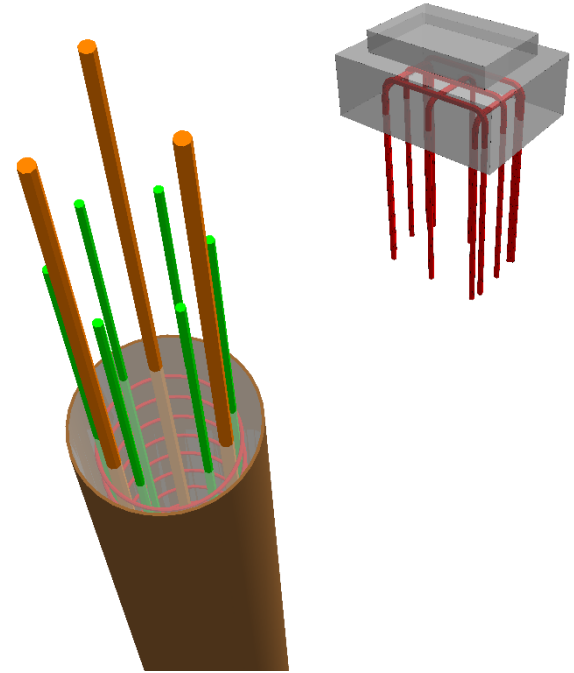
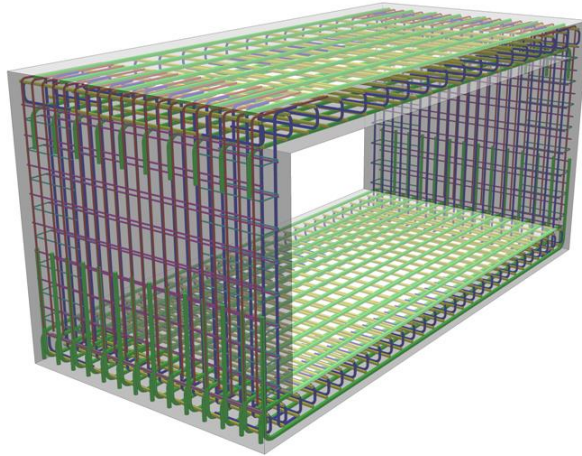
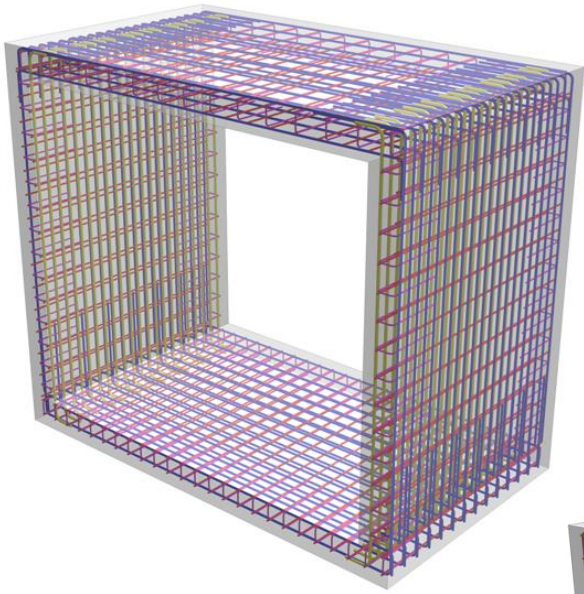
Wapening in BIM



Wapening in BIM



Design automation

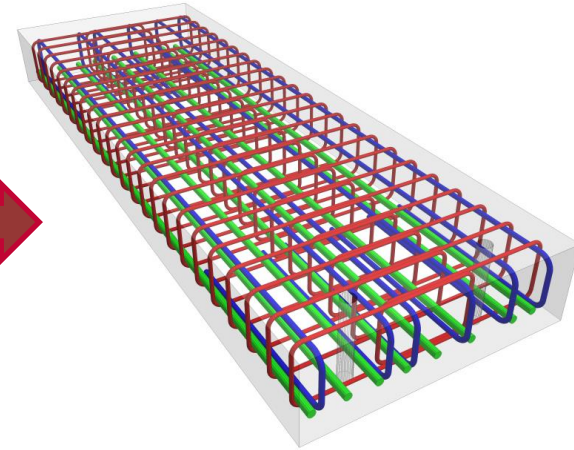


Design automation

Stootplaten volgens RTD 1011		
Uitgangspunten:		
*De gewoeklasse van stootplaten en vloeren is CC2 (EN 1990)		
*De ontbrekingsduur is 100 jaar (EN 1990)		
*Voor de verkeersbelastingen wordt EN 1991-2 belastingmodel 1 en de betreffende aanvullingen volgens RCIJ aangehouden		
*Verkeersbelasting conform EN 1991-2 belastingmodel 2 wordt niet getoeteld aangezien een stootplaat geen gedrongen constructie betreft		
*Voor de verkeersbelastingen voor vermoeking wordt EN 1991-2 belastingmodel 4b conform RCIJ aangehouden		
*Stootplaten en vloeren ontwerpen als een elastisch ondersteunde ligger t.g. zwaar en als ligger t.g. zwaar op twee steunpunten met een puntvormig oplegging op het randhoofd en een oplegging als een fundering op staal aan de aardenboezing		
*De grondruwverdeling onder stootplaten bepalen volgens §6.8(f) van EN 1997-1		
*De aan te houden minimaleisen voor dovensplaten van stootplaten en vloeren zijn XC4, XD3 en XF4. Voor de overige zijden geldt XC2, XD2 en XF3		
*Onderstaand is een samenvatting gegeven van uitgangspunten		
INVOER		
l ₀	= 3800 mm	Lengte stootplaten
b ₀	= 2375 mm	Theoretische lengte stootplaat
b	= 1800 mm	Breedte stootplaat
h	= 300 mm	Hoogte stootplaat
c	= 60 mm	Toegewepte dekking op buitenste staaf
c _{nom}	= 60 mm	Normale dekking
φ _{nom,1}	= 12 mm	Gemiddelde kernmiddellijn in laag 1 (beugel)
h ₁	= 8 mm	Aantal lagen per laag
h ₂	= 120 mm	h o.g. berekening van de berekeningrichting
φ _{nom,2,over}	= 26 mm	Gemiddelde kernmiddellijn in laag 2
φ _{nom,2,over}	= 16 mm	Gemiddelde kernmiddellijn in laag 2
n _{staven}	= 8 stuks	Aantal staven onder
n _{staven}	= 6 stuks	Aantal staven boven
f _{ct}	= 30 MPa	Karakteristieke cilindruksterkte van beton na 28 dagen
f _{yk}	= 500 MPa	Karakteristieke vloegrens van betonstaal
h _{afslak}	= 150 mm	Afslakdikte
U _{vervaling}	= 0 mm	Urfaling
γ _{bet}	= 25 kN/m ³	Soortelijk gewicht beton
γ _{asf}	= 23 kN/m ³	Soortelijk gewicht asfalt
γ _{grond}	= 20 kN/m ³	Soortelijk gewicht gronddekking
W _{aanb}	= 9.2 mm	Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijde (tabel 7.1f)
T _{ref}	= 100 Jaar	Referentperiode
BELASTINGEN		
h ₀	= 7.50 kN/m ²	Verdeelde belasting eigen gewicht
h ₀	= 3.45 kN/m ²	Verdeelde belasting rustend
h ₀	= 1.16	
h ₀	= 10.35 kN/m ²	Verdeelde belasting mobil
Q ₀	= 150.00 kN	Puntbelasting mobil per wielprint



Stootplaat
Afmetingen
Wapening
Lengte 3000.0
Breedte 990.0
Hoogte 300.0
Dekking 35.0
Gains
RWS Standaard
OK Afbreken Toepassen




Bibliotheek

← Bibliotheek Bureau 97_Python

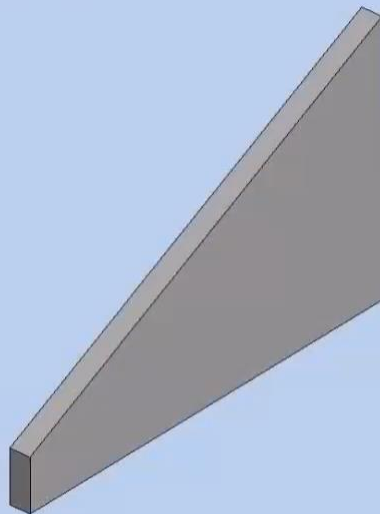
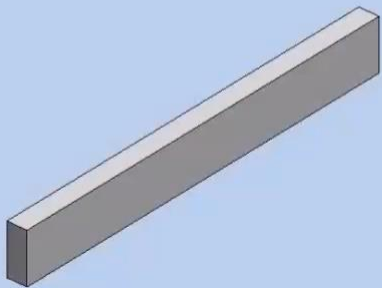
Tekstgrootte

97PythonParts



Plaatting_Stootpl...

Nieuwe groep Element invoegen

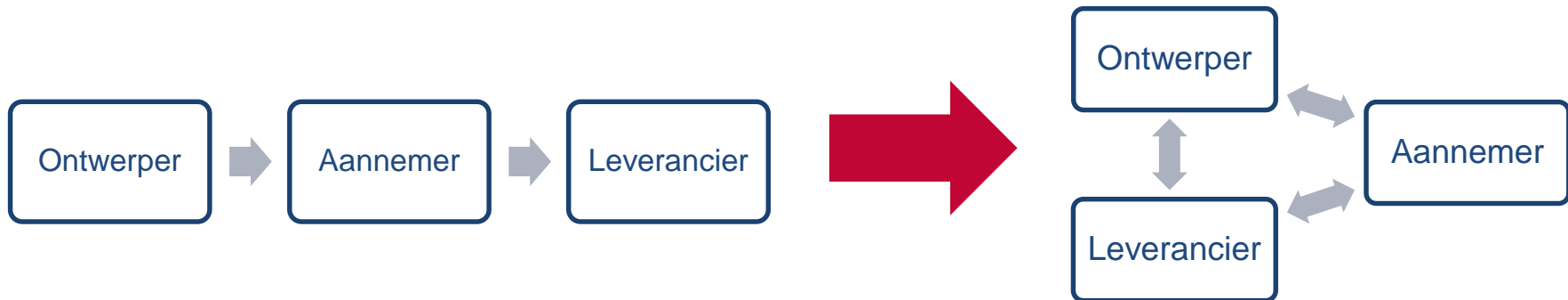


Aanleiding Stubeco studiecel



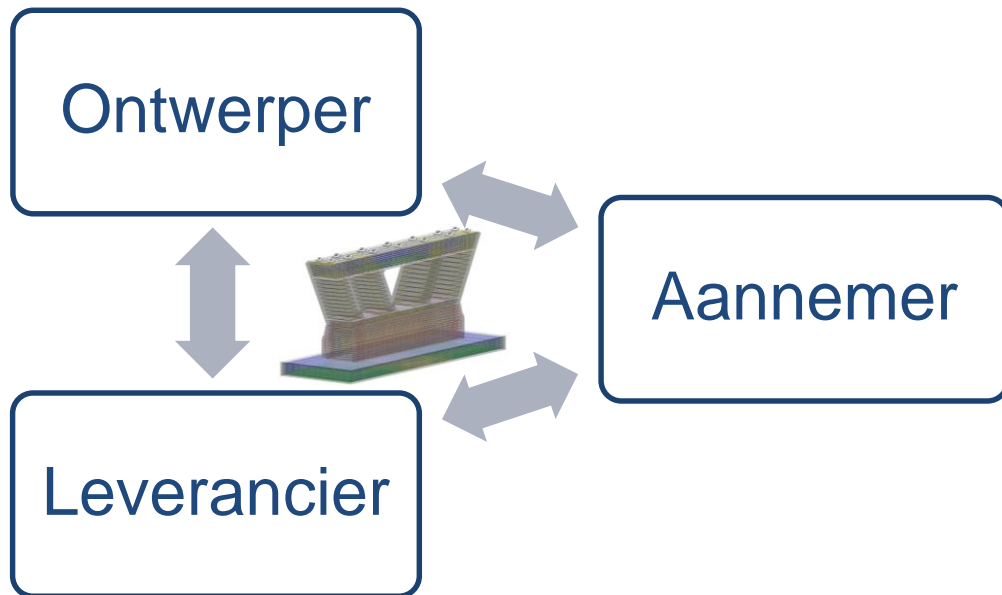
- Afstudeeronderzoek David van Kampen en Hank Janssens
- Bijeenkomst wapenings-leveranciers en aannemers bij Wagemaker (mei 2014)

Verandering wapeningsontwerpproces



In een zo vroeg mogelijk stadium!

Wapeningsmodel centraal



Efficiënt wapeningsmodel

Traditioneel:

Traditionele 2D-tekening

Huidig:

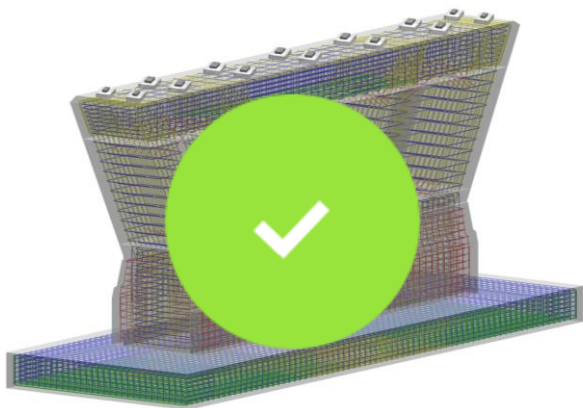
Modelleren wapeningsmodel

2,5D-tekening

Gewenst:

Modelleren wapeningsmodel

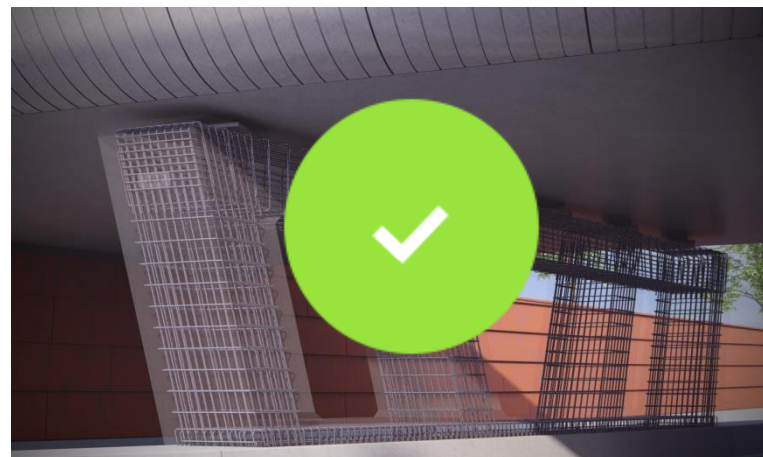
Check alle partijen op data (aantoonbare virtuele toets)



Digitale functievervuller

Pos.	Stk.	n	Eenst. Lengte [m]	Bereikte buigvorm (schattingaantal) (k)	Totaal Lengte [m]	Gewicht [kg]
1	48	25	5.14		246.91	951.35
2	60	25	4.78		286.86	1105.27
3	30	20			105.00	258.72
4	12				179.34	
5	12				93.77	
6	30				507.34	
7	25				318.87	
8	88	12			136.93	121.59
9	64	20	2.57		164.42	405.12
10	64	20	2.57		164.42	405.12
11	73	16	5.14		375.51	592.56

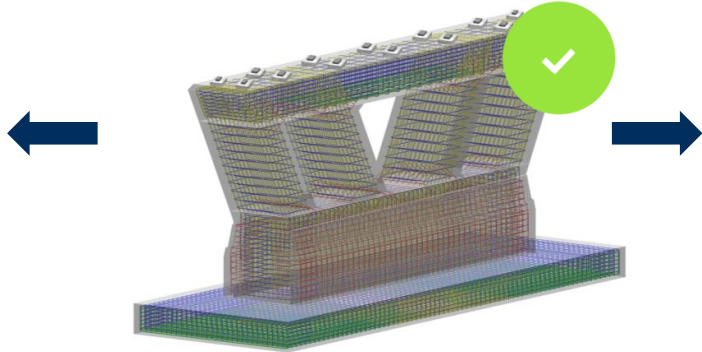
Digitale buigstaat



Integraal model

Van wapeningsmodel naar praktijk

Pos.	Stk	#	Einzel Länge [m]	Bereite Länge (mitzuschneiden)	Totale Länge [m]	Dichte [kg]
1	48	25	5.14	316	246.91	951.35
2	60	25	4.78	316	296.98	1105.27
3	30	20	3.50	200	105.00	258.72
4	12	16	9.47	300	113.64	179.34
5	12	16	4.96	300	59.42	93.77
6	30	16	10.72	300	321.51	907.34
7	25	20	5.14	316	128.50	316.87
8	88	12	1.56	168	136.80	121.06
9	84	20	2.87	288	164.42	405.12
10	84	20	2.87	288	164.42	405.12
11	73	16	5.14	316	375.51	982.96



Producieren
BVBS
Unitechnik
PXML
IFC?

Plaatsen
Bouwboekje
Live model?
VR/AR?
Robotisering?



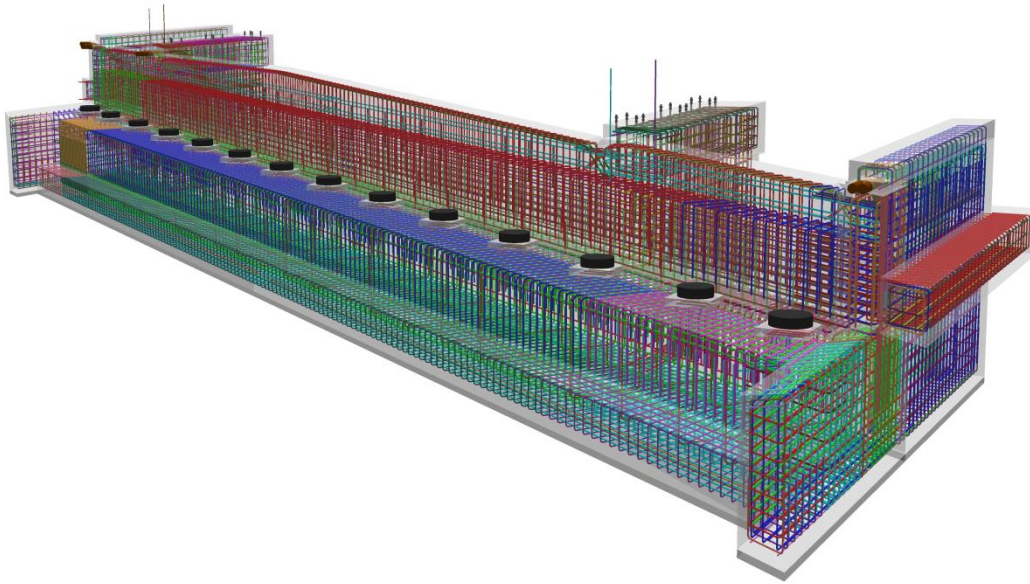
Stubeco studiecél "BIM in relatie tot wapening"



Viaduct N224 Wolfhezerbrug

Verbreiding A12 Veenendaal – Ede –
Grijsoord

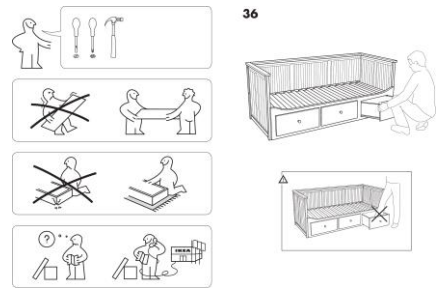
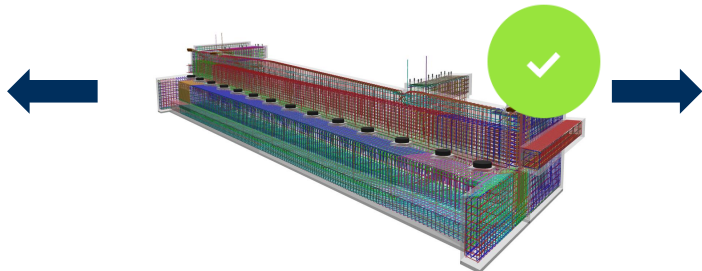
Pilot "BIM in relatie tot wapening"



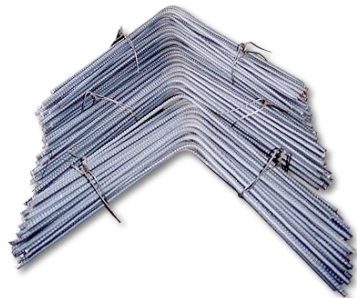
- Samen met Heijmans en BCS
- Landhoofd as 1 traditioneel
 - AutoCAD
 - Buigstaat door buigstatenmaker
- Landhoofd as 3 zonder tekening
 - Allplan
 - Buigstaat geautomatiseerd

Van wapeningsmodel naar praktijk

Pos.	Stk	#	Enkel Lengte [m]	Bereikte buigpunt (inbouwafstand)	Totaal Lengte [m]	Diameter [mm]
1	48	25	5.14		246.91	951.35
2	60	25	4.78		286.98	1105.27
3	30	20	3.50		105.00	258.72
4	12	16	9.47		113.65	179.34
5	12	16	4.96		59.42	93.77
6	30	16	10.72		321.51	907.34
7	25	20	5.14		128.00	316.87
8	88	12	1.56		136.83	121.58
9	64	20	2.87		184.42	405.12
10	64	20	2.87		184.42	405.12
11	73	16	5.14		375.51	882.96



36

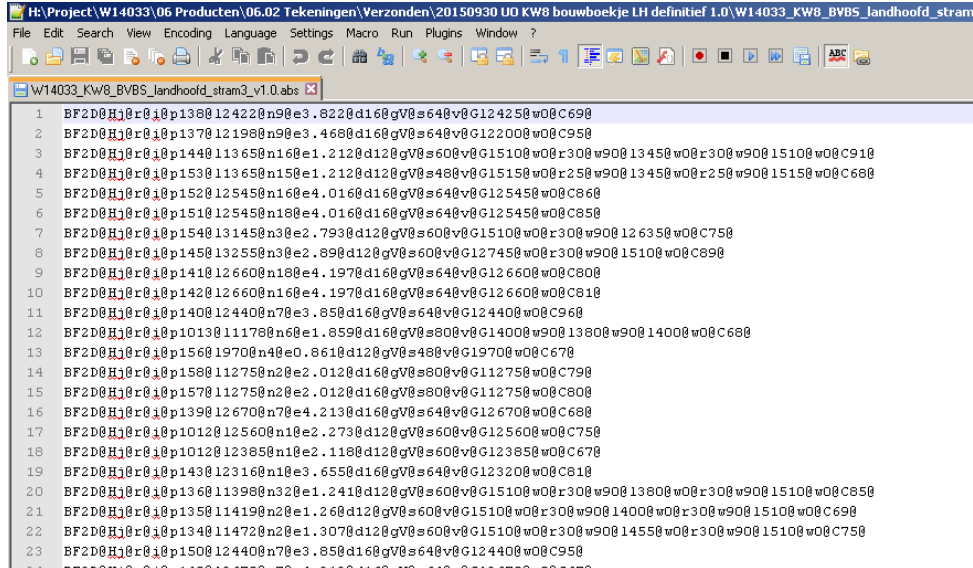


**Produceren
BVBS**



**Plaatsen
Bouwboekje**

Digitale buigstaat (BVBS)

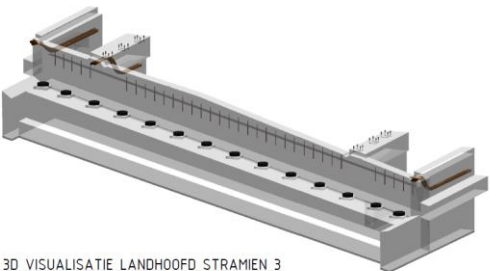


```
H:\Project\W14033\06 Producten\06.02 Tekeningen\Verzonden\20150930 UD KW8 bouwboekje LH definitief 1.0\W14033_KW8_BVBS_landhoofd_stram
File Edit Search View Encoding Language Settings Macro Run Plugins Window ?
WT14033_KW8_BVBS_landhoofd_stram3_v1.0.abs
1 BF2D0H10r0i0p1380124220n90e3.8220d160gV0s640v0G124250w00C690
2 BF2D0H10r0i0p1370121980n90e3.4680d160gV0s640v0G122000w00C950
3 BF2D0H10r0i0p1440113650n160e1.2120d120gV0s600v0G15100w00r300w90013450w00r300w90015100w00C910
4 BF2D0H10r0i0p1530113650n150e1.2120d120gV0s480v0G15150w00r250w90013450w00r250w90015150w00C680
5 BF2D0H10r0i0p1520125450n160e4.0160d160gV0s640v0G125450w00C860
6 BF2D0H10r0i0p1510125450n180e4.0160d160gV0s640v0G125450w00C850
7 BF2D0H10r0i0p1540131450n30e2.7930d120gV0s600v0G15100w00r300w900126350w00C750
8 BF2D0H10r0i0p1450132550n30e2.890d120gV0s600v0G127450w00r300w90015100w00C890
9 BF2D0H10r0i0p1410126600n180e4.1970d160gV0s640v0G126600w00C800
10 BF2D0H10r0i0p1420126600n160e4.1970d160gV0s640v0G126600w00C810
11 BF2D0H10r0i0p1400124400n70e3.850d160gV0s640v0G124400w00C960
12 BF2D0H10r0i0p10130111780n60e1.8590d160gV0s800v0G14000w90013800w0014000w00C680
13 BF2D0H10r0i0p156019700n40e0.8610d120gV0s480v0G19700w00C670
14 BF2D0H10r0i0p1580112750n20e2.0120d160gV0s800v0G112750w00C790
15 BF2D0H10r0i0p1570112750n20e2.0120d160gV0s800v0G112750w00C800
16 BF2D0H10r0i0p1390126700n70e4.2130d160gV0s640v0G126700w00C680
17 BF2D0H10r0i0p10120125600n180e2.2730d120gV0s600v0G125600w00C750
18 BF2D0H10r0i0p10120123850n180e2.1180d120gV0s600v0G123850w00C670
19 BF2D0H10r0i0p1430123160n180e3.6550d160gV0s640v0G123200w00C810
20 BF2D0H10r0i0p1360113980n320e1.2410d120gV0s600v0G15100w00r300w90013800w00r300w90015100w00C850
21 BF2D0H10r0i0p1350114190n20e1.260d120gV0s600v0G15100w00r300w90014000w00r300w90015100w00C690
22 BF2D0H10r0i0p1340114720n20e1.3070d120gV0s600v0G15100w00r300w90014550w00r300w90015100w00C750
23 BF2D0H10r0i0p1500124400n70e3.850d160gV0s640v0G124400w00C950
24 BF2D0H10r0i0p1500124400n70e3.850d160gV0s640v0G124400w00C950
```

- Produceren met behulp van digitale buigstaat (BVBS)
 - Inlezen bij buigcentrale gaat goed
 - Enkele waaierende staven dienden handmatig samengevoegd te worden in ERP-systeem

Bouwboekje

- Plaatsen met behulp van bouwboekje



3D VISUALISATIE LANDHOOFD STRAMIEN 3


OPMERKINGEN

- maten in mm
- hoeken in het 360-graden chetaal
- alle in het zicht zijwande betonnen delen te zijn voorzien van een vleugel doorlopende (betkken zijn niet 'fliegerstaal') afronding met een diameter van 20mm, (hanc) anders aangegeven
- alle overige ufwandige hoeken dienen te zijn voorzien van vellinghoeken van tenminste 25x20 mm
- hulpwepening is genummerd van pos.nr. 1000 t/m 1017

TEKENINGENLIJST LANDHOOFD STRAMIEN 3

Tekeningnummer	Omschrijving
130103-TW-26-312	Arcastuctura
130103-TP-26-310	Fundatieplan
130103-TW-26-315	Vorm- en wapeningstekening scharnieren
130103-TW-26-316	Vorm- en wapeningstekening straalplaten – ligplan
130103-TW-26-5022	Vormgeving landhoofd stramen 3 (blad 1 van 2)
130103-TW-26-5023	Vormgeving landhoofd stramen 3 (blad 2 van 2)
130103-TW-26-5029	Bouwboekje wapening landhoofd stramen 3

DEFINITIEF



1.0 30-9-2015 Eerste uitgave		
Revisie	Revisie	Omschrijving
1	1	1
		Heijmans Integrale Projecten
Grachtvesten a7 Oude /7 Binken		Revisie 01 Oude xx Binken
T 20-0103-543 te 73		P 20-0103-543 te 12
		waagemaker
A12 Veenendaal – Ede – Grijsoord		Bouwnummer Definitieve tekening
Verbreiding A12 Ede – Grijsoord		Bovenaanzicht
Uitvoeringsontwerp Kunstwerk 8 Viaduct N224		№ 27 (noot, staat nr)
Bouwboekje wapening landhoofd stramen 3		Formaat: A3
www.DEFINITIEF		Revisie: 000 (bladnr)
versie 1.0		nr.130103-TW-26-5029
		Afdelen 2015

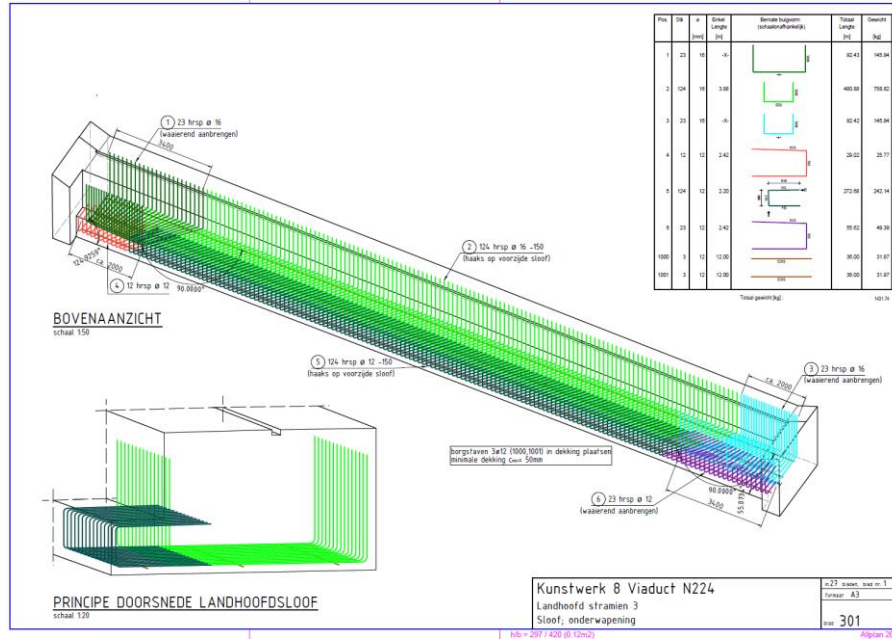
MEM-EN-1992-1-1

Titel	Norm	Classificatie
EN 1992-1-1	CEM	EN 1992-1-1
EN 1992-1-1	CEM	EN 1992-1-1
EN 1992-1-1	CEM	EN 1992-1-1

OPMERKINGEN 261 WAPENING

- Lezen aan constructieve wapening B12 tegevoegen
- In de tekening van de beugel 400 strek aanduiden, steven in de tekening van de beugel (zie tekening van de beugel)
- Plaatselijke tekeningen conform B12, 0253 zijn tegevoegen
- Aan eventuele hulpkanten zijn geen steun gegeven
- De laatste constructieve beugel beugel die afgevoerd worden als dubbele haarspalen over de volledige lengte van de haarspalen te worden gaten
- Alle haken worden volgens verplaatsings aanduidingen

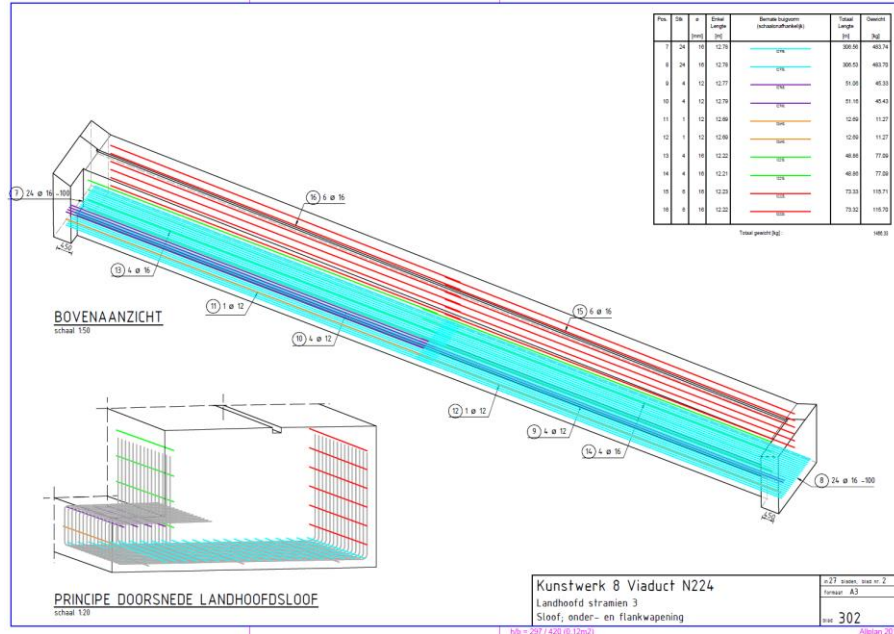
Bouwboekje



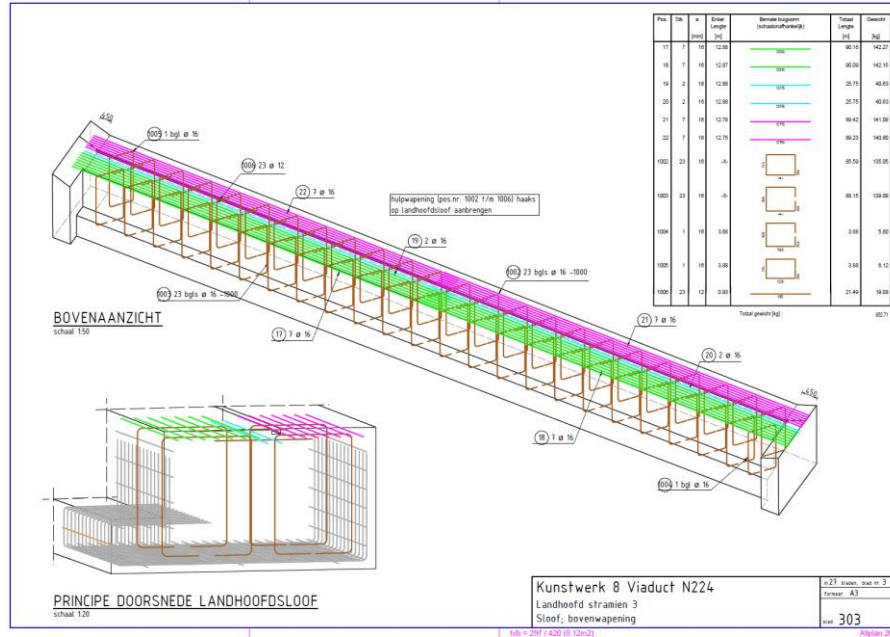
- Plaatsen met behulp van bouwboekje

Bouwboekje

- Plaatsen met behulp van bouwboekje

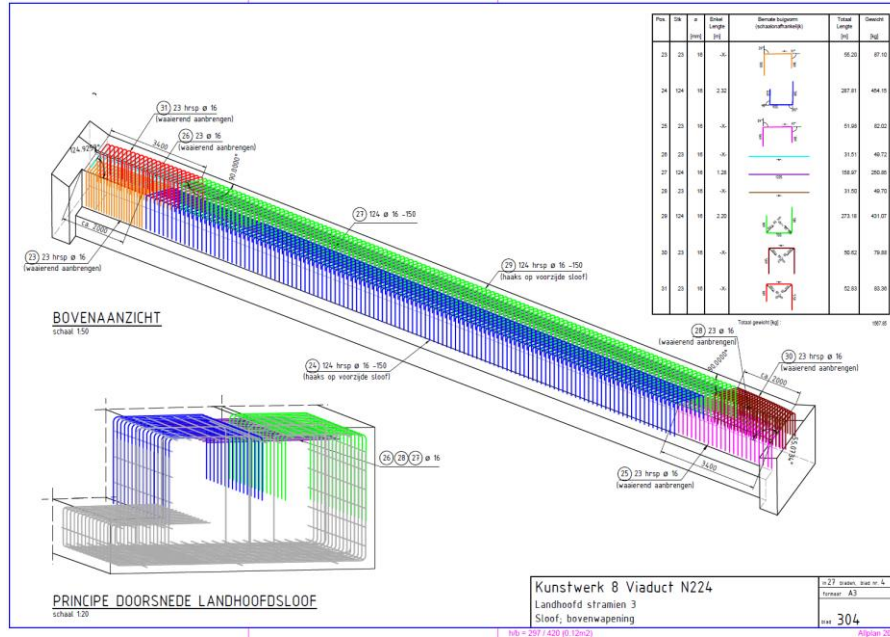


Bouwboekje



- Plaatsen met behulp van bouwboekje

Bouwboekje



- Plaatsen met behulp van bouwboekje
- Software op dat moment nog niet toereikend

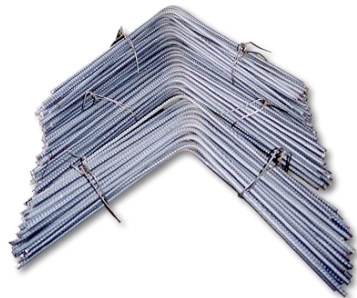
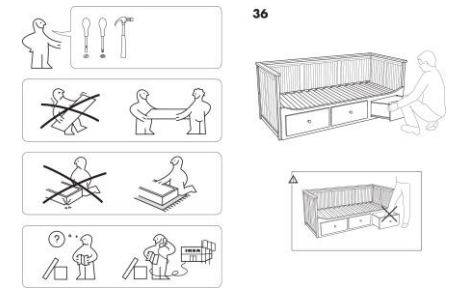
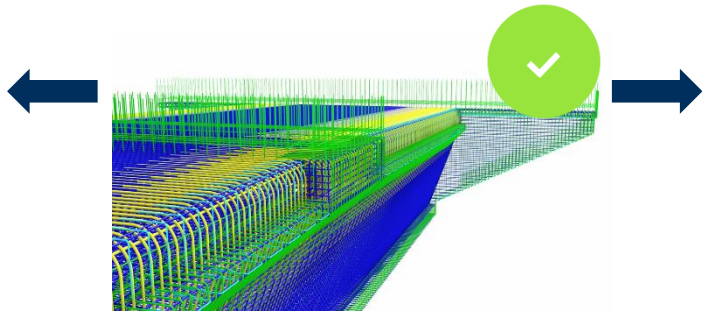
Resultaten pilot



- Twee verschillende vlechtploegen
- Uitvoeringstijd bouwboekje sneller
- Faalkostenreductie
- Werkvoorbereider minder tijd kwijt
- Buigstaat maken \pm 4 uur
- Aansturen productie vanuit model is enorme stap voorwaarts

Grootschalig toegepast op N18

Pos.	Stk	#	Einzel Länge [m]	Bereite Baugruppen (mit Bauzeichnungen)	Totale Länge [m]	Dichteit [kg]
1	48	25	5.14		246.91	951.35
2	60	25	4.78		286.98	1105.27
3	30	20	3.50		105.00	258.72
4	12	16	9.47		113.64	479.34
5	12	16	4.96		59.52	237.77
6	30	16	10.72		321.61	1277.34
7	25	20	5.14		128.50	516.87
8	88	12	1.56		136.83	541.58
9	64	20	2.57		164.42	655.12
10	64	20	2.57		164.42	655.12
11	73	16	5.14		375.51	1492.96



**Producieren
BVBS**



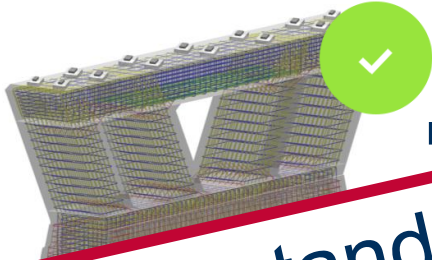
**Plaatsen
Bouwboekje**

Grootschalig toegepast op N18

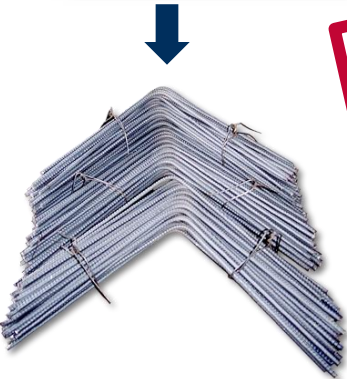


Van wapeningsmodel naar praktijk

Pos.	DK	n	Start Lengte [m]	Bevatte buisgaten (intra-constructie)	Totaal Lengte [m]	Densiteit [kg]
1	48	25	5.14		246.91	951.35
2	60	25	4.78		296.98	1105.27
3	30	20	3.50		105.00	258.72
4	12	16	3.47		113.65	179.34
5	12	16	4.96		59.42	93.77
6	30	16	10.72		321.51	907.34
7	25	20	5.14		128.60	316.87
8	60	12	1.56		136.83	121.06
9	64	20	2.87		164.42	405.12
10	64	20	2.87		164.42	405.12
11	73	16	5.14		375.51	892.96



Behoeftte aan standaard...



Producten
BVBS
Unitechnik
PXML
IFC?

Plaatsen
Bouwboekje
Live model?
VR/AR?
Robotisering?



Behoeftte aan standaard



- Wijze van modelleren voor:
 - Afstemming ontwerp
 - Aansturen productie
 - Realisatie
- Binnenkort **opnieuw** een bijeenkomst bij Wagemaker

Volgende stappen

Wapeningsmodel efficiënt richting bouwplaats

Wapeningsmodel efficiënt richting bouwplaats

Traditioneel:

Traditionele 2D-tekening

Huidig:

Modelleren wapeningsmodel

2,5D-tekening

Gewenst:

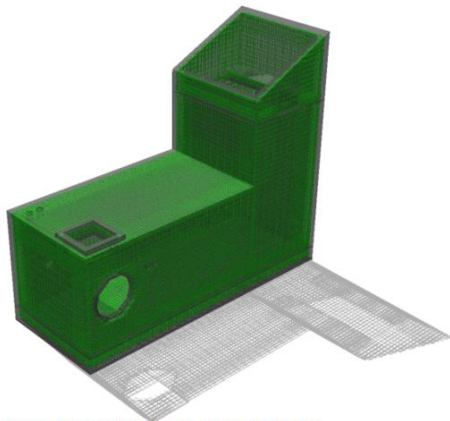
Modelleren wapeningsmodel

Afstudeeronderzoek



- Tijmen Dekkers en Nol van Loon

Statisch bouwboekje



3D VIEW WAPENINGSMODEL POMPPUT KW23A

LEGENDA

- B5008 #10
- B5008 #12
- B5008 #16
- B5008 #20
- B5008 #25
- B5008 #32

BIJBEHOORENDE DOCUMENTEN

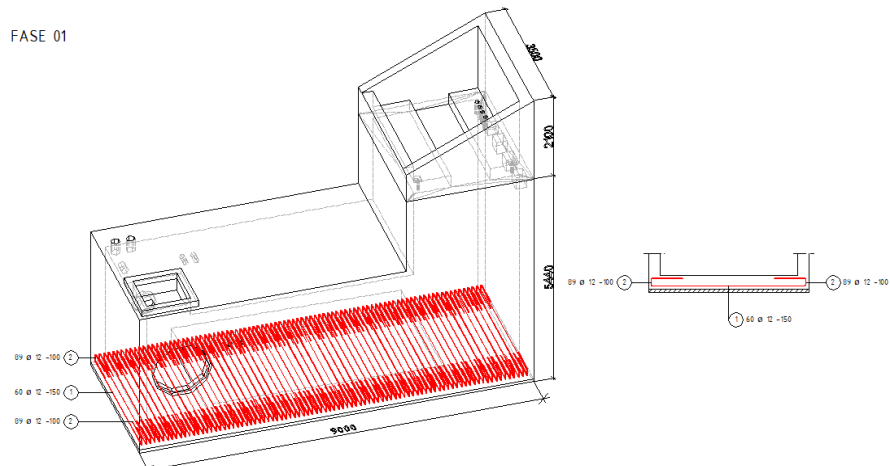
-NoaberB-012538 Staatijst

OPMERKINGEN

- maten in mm
- hoeken in het 360-graden stelsel

0.1	03-0ct-17	Concept	TdA				
Revisie	Datum	Beschrijving	Opsteller	Gecontroleerd	Geautoriseerd	Vrijgegeven	
Vrijgave DocuSign		Wapeningsmodel		Altiplanmodel			
Opsteller		KW23a_Pompput_v0.1		WTR065_N18_KW23a.prj			
Vrijgave DocuSign		Project					
NoaberB		N18 Groenlo - Enschede					
		KW23a-Viaduct in de lokaalspoorweg					
		Km 254.810, vak 11					
		Pompput					
		UITVOERINGSONTWERP					
Status		extern tek.nr.					
CONCEPT		doc.nr. noaber18-012538					0.1

FASE 01



	in 26 bladen, blad nr. 3 doc.nr. noaberB-012538
	datum: 03-0ct-17 revisie: 0.1
	KW23a-Viaduct in de lokaalspoorweg Pompput-IVERN ALLEN Fase 01 (VLOER-01)

n/b x 297 / 420 (0.12m)

Altiplan 2017

Dynamisch bouwboekje

Project details

Dynamisch bouwboekje

Manage project

17045_K1023a

Models

- Pompput bouwboekje
- Building
- General objects
- Reinforcement

Building structure

- Dynamisch bouwboekje
- Pompput bouwboekje
- Pompekluis
- Bouwboekje
 - Fase 1 (Vloer-G1)
 - Fase 2 (Vloer-G2)
 - Fase 3 (Vloer-S4)
 - Fase 4 (Vloer-S3)
 - Fase 5 (Vloer-PLANN)
 - Fase 6 (Vloer-STENEN)
 - Fase 7 (Vloer-S2)
 - Fase 8 (Vloer-S1)

Task Slide Measure Section Hide Isolate View Reset

Pos 1: 21xd12.0/150-2800(Un) [dropdown] [link icon] [close icon]

Object structure

UndefinedBars

Object properties

Wagemaker (property set)

Position numb... [input]

Count of bars... [input]

Per meter: [input]

Element (default Property set)

Name: Pos 2: 81vd1 [input]

Type: Undefined...

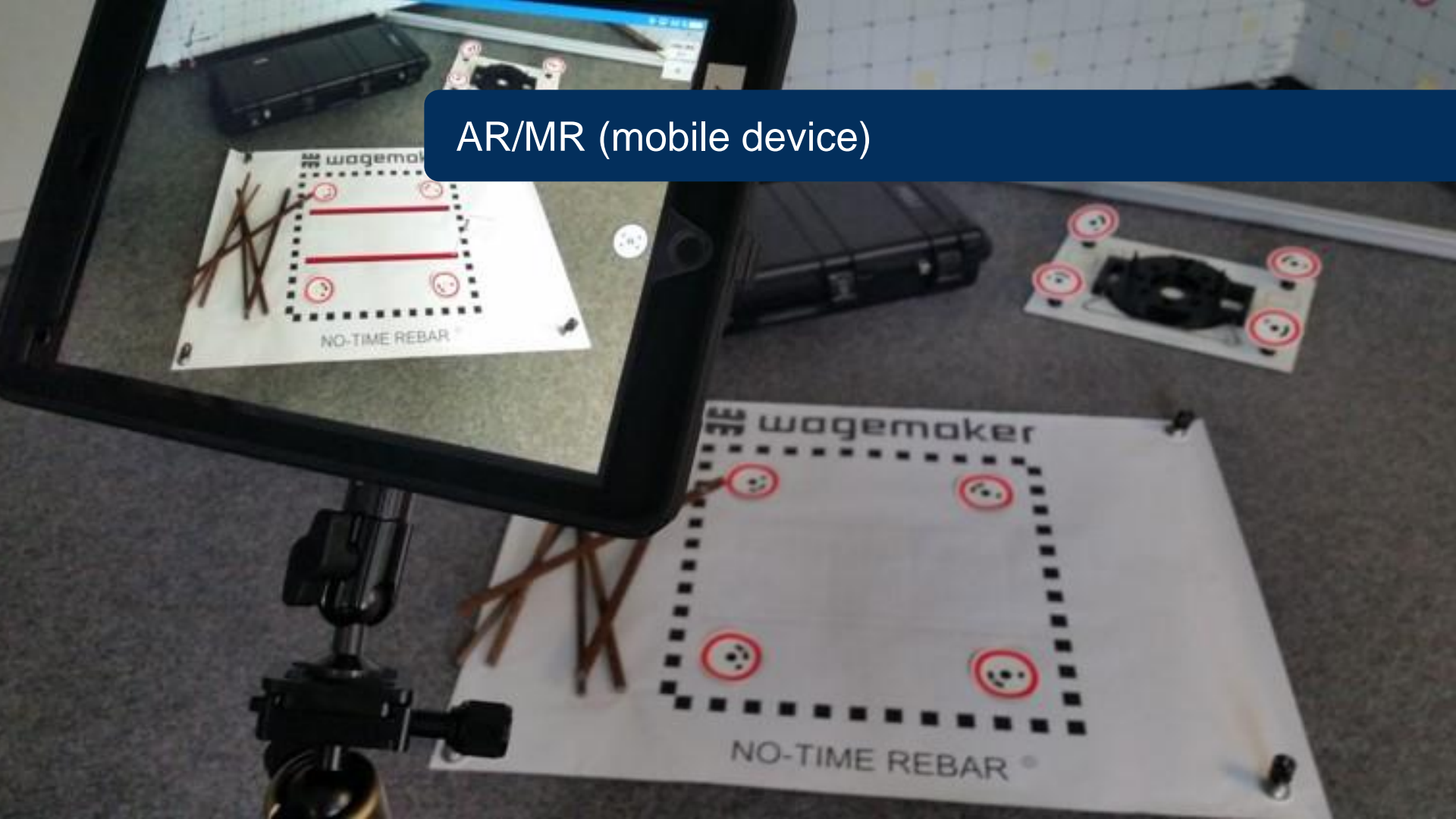
Model: Pompput bo...

Layer: ConcreteCo...

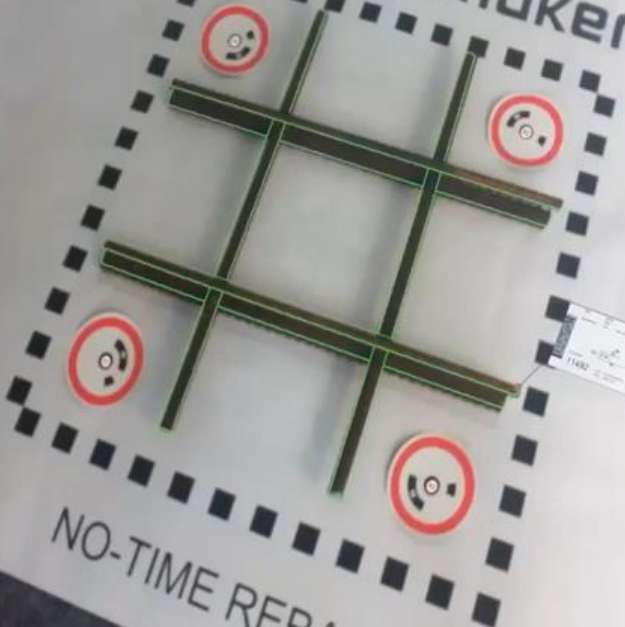
General (default Property set)

Others

AR/MR (mobile device)



Freitag wagemaker



NO-TIME REBAR ©

70%
ONLINE
RT
●

FREY



Freitag wagemaker



REBAR ©

AR/MR (wearable)



A blue and white robotic construction platform is positioned on a grid of rebar. The platform has a white panel with a blue stripe and the text 'By Advanced Construction ROBOTICS'. The rebar grid is laid out on a concrete surface, with red lines marking specific areas. The background shows a construction site with a green safety net.

Robotising

By



Advanced Construction
ROBOTICS

