

BUREAU



BOUWTECHNIEK

TETRA PRO<sup>3</sup> - WP 5 : Opmeting, planning en kostprijs

Sebastiaan Schelfaut | 22 november 2017

# Inhoudstafel

1. Onderzoeksvraag
2. Methode
3. Algemene bevindingen
4. Invloedsfactoren
5. Besluit

# 1. Initiële Onderzoeksvraag

Er wordt een **volledige en gedetailleerde kostencalculatie** uitgewerkt van een 5-tal prefab renovatieoplossingen in samenspraak met de gebruikersgroep. Er zal een onderzoek worden gevoerd naar de impact van de **prefabricatiegraad** en het aantal en type nabewerkingen, als ook van dimensies, transportwijze en plaatsingssnelheid op de kostprijs. De richtprijzen zullen in overleg met de gebruikersgroep bestaande uit producenten en aannemers worden opgesteld. Ook de **onderhoudskost** van de renovatie-oplossing zal worden bepaald.

Voor elk van de prefab renovatieoplossingen zal worden geëvalueerd wat de hinder is voor de gebruiker. Hoe lang duurt de werf? Is er stof- en/of geluidshinder? Beperking van het zicht door ramen? Kan de hinder worden geminimaliseerd? Kan er gefaseerd gewerkt worden? Kan het bestaande schrijnwerk behouden blijven? Kunnen de afbraakwerken worden geminimaliseerd? Kan bestaande parement behouden blijven?

# Uiteindelijke vertaling

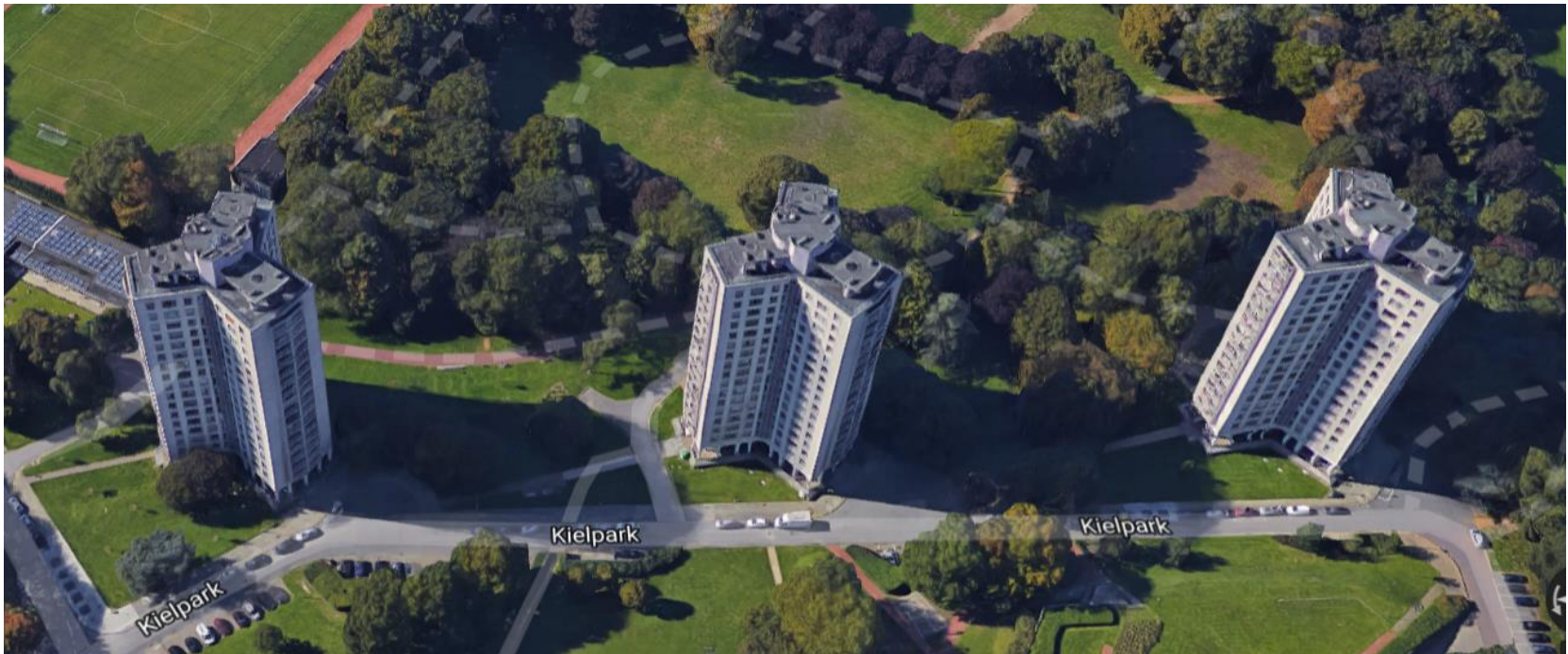
- Vergelijking “**prefab versus in situ**” met een globale blik, rekening houdend met 7 grote categorieën:
  1. Afbraak
  2. Voorbereiding: opmeting, engineering, ...
  3. Prefabricatie: prefabricatie en transport
  4. In situ: montage, werfinrichting, in situ plaatsing
  5. Hinder: “tijdelijk verlies van waarde” tijdens de werken
  6. Onderhoud: kost voor onderhoud gedurende referentieperiode
  7. Vervanging: kost voor vervanging gedurende referentieperiode
- Aan de hand van 4 renovatieoplossingen:
  - **2 prefab**: “beton=gevel” en “HSB+gevel”
  - **2 in situ**: “etics” en “voorhanggevel”

## 2. Methode

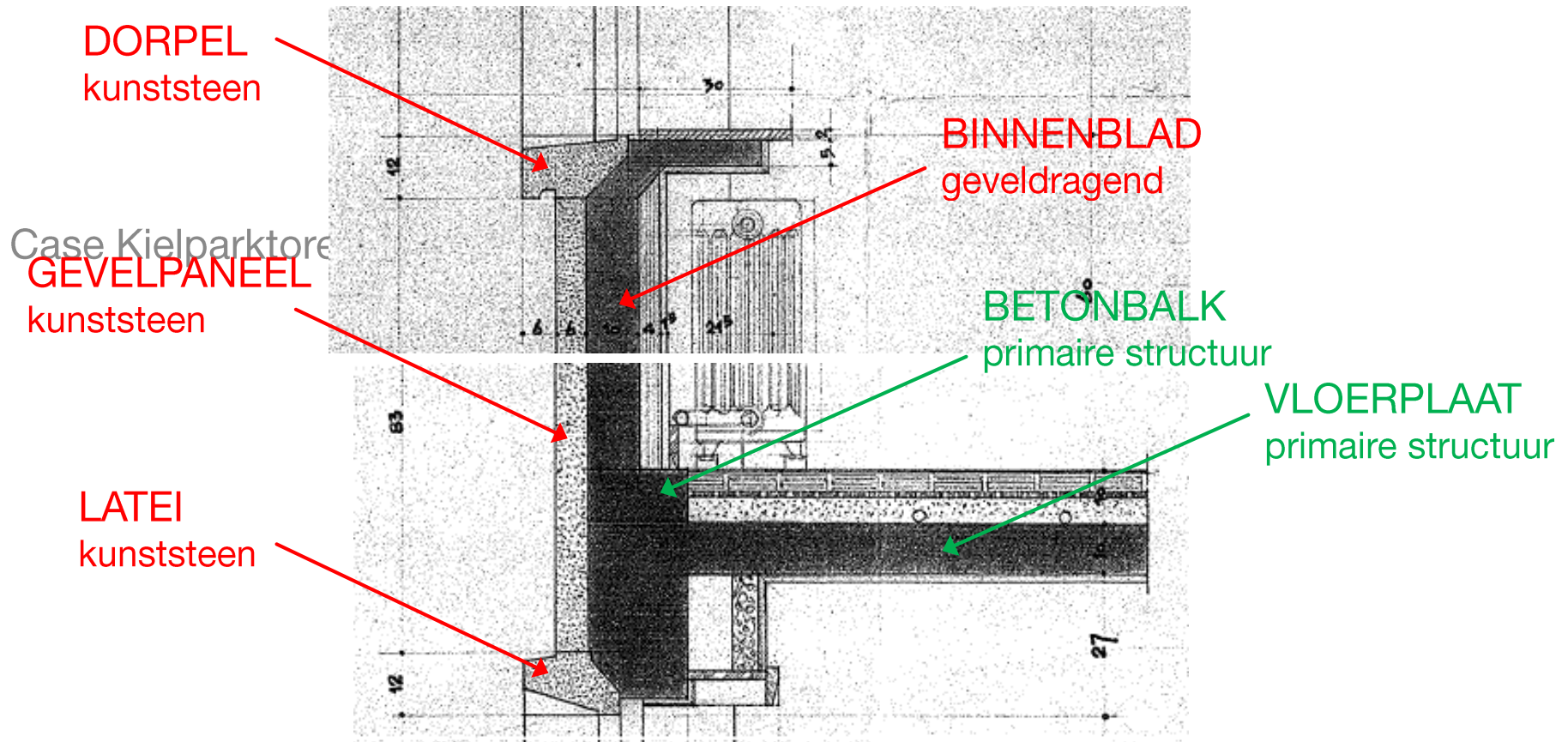
- Verzameling en begroting van de parameters:
  - Een aantal gesprekken: Verheyen Beton, Renotec, Loveld
  - Referentiegebouwen: Kielparktoren, Go! Oostakker
  - Documentatie
  - Eigen inschattingen en interne kennis Bureau Bouwtechniek
- Resultaat: **meer dan honderd parameters**
  - Geometrische en systeemp parameters
  - Eenheidsprijzen en rendementen
  - Terugkeerperiodes onderhoud en vervanging
  - Regietarieven arbeiders, kraan, ...
- Verwerking van de gegevens: rekenblad (excel)

## 2. Methode

Case Kielparktorens van Woonhaven Antwerpen  
arch. Jos Smolderen



## 2. Case Kielparktorens

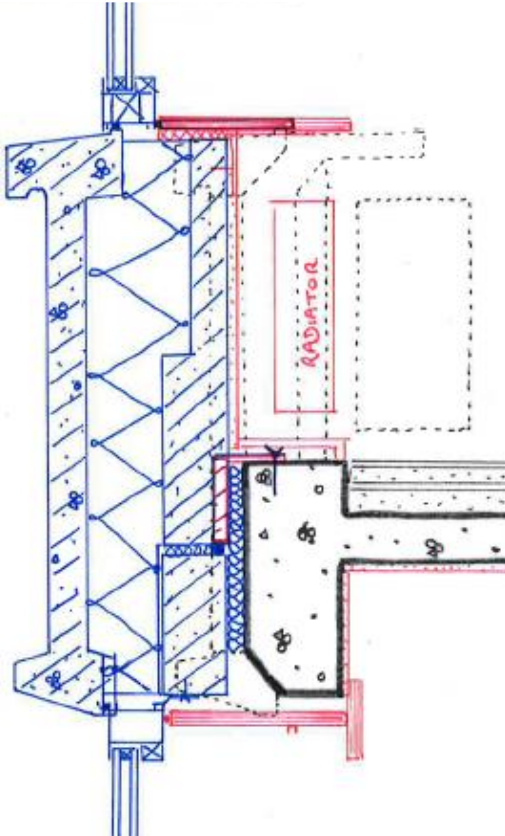


max. 375 kg/m<sup>2</sup>



## 2. Case Kielparktorens

- prefab beton=gevel



samenstelling:

- binnenpleister; 1 cm
- beton; 7 cm à 2,5 T/m<sup>3</sup>
- PIR-iso; 20 cm à 30 kg/m<sup>3</sup>
- beton; 7 cm à 2,5 T/m<sup>3</sup>

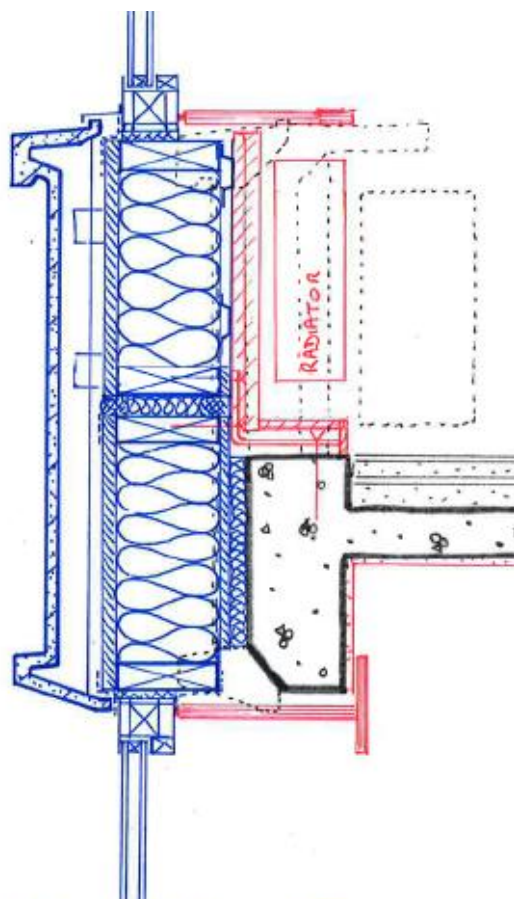
totale dikte: +/- 35 cm

totaal gewicht: +/- 363 kg/m<sup>2</sup>



## 2. Case Kielparktorens

- prefab HSB+gevel



samenstelling:

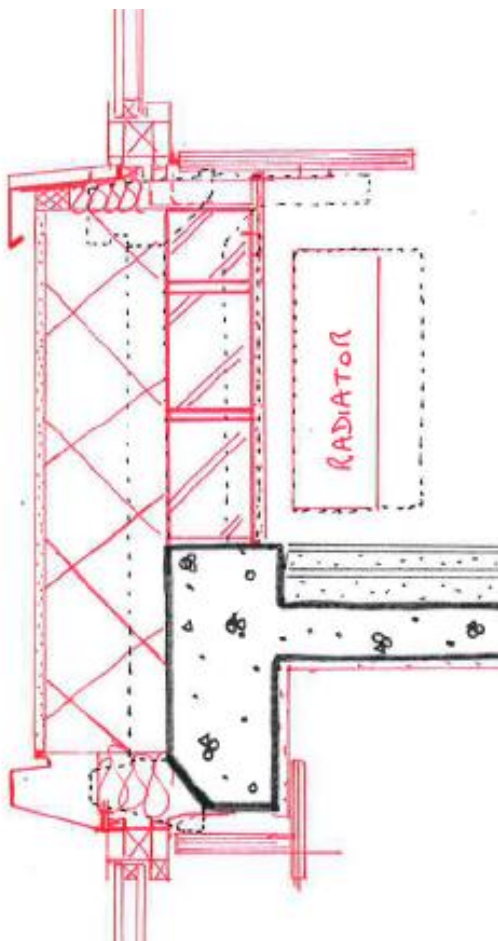
- voorzetwand 2x gipskarton
- iso-HSB; 30 cm
- luchtsouw; 5 cm
- licht beton; 2 cm à 2,5 T/m<sup>3</sup>

totale dikte: +/- 50 cm

totaal gewicht: +/- 113 kg/m<sup>2</sup>

## 2. Case Kielparktorens

- in situ ETICS



samenstelling:

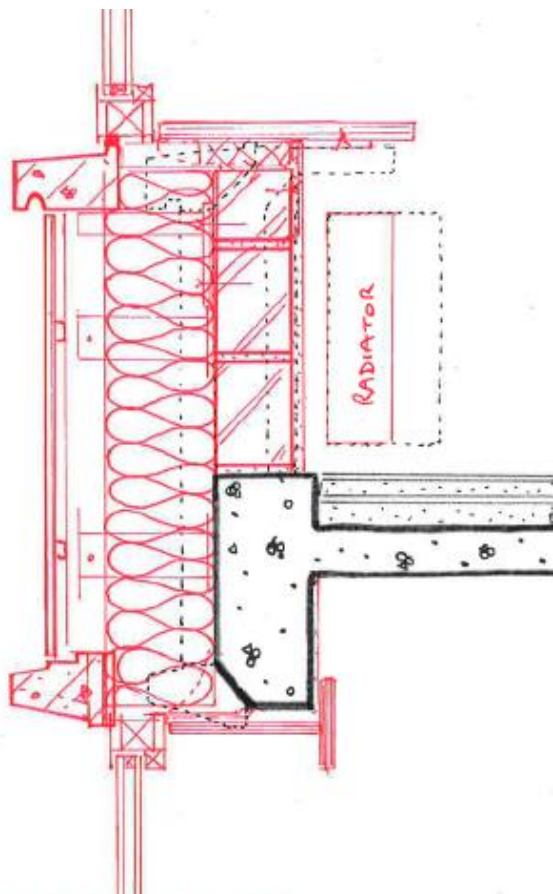
- binnenpleister; 1 cm
- snelbouw; 14 cm à 1,4 T/m<sup>3</sup>
- EPS-iso; 20 cm
- buitenpleister; 1 cm

totale dikte: +/- 37 cm

totaal gewicht: +/- 224 kg/m<sup>2</sup>

## 2. Case Kielparktorens

- in situ voorhanggevel



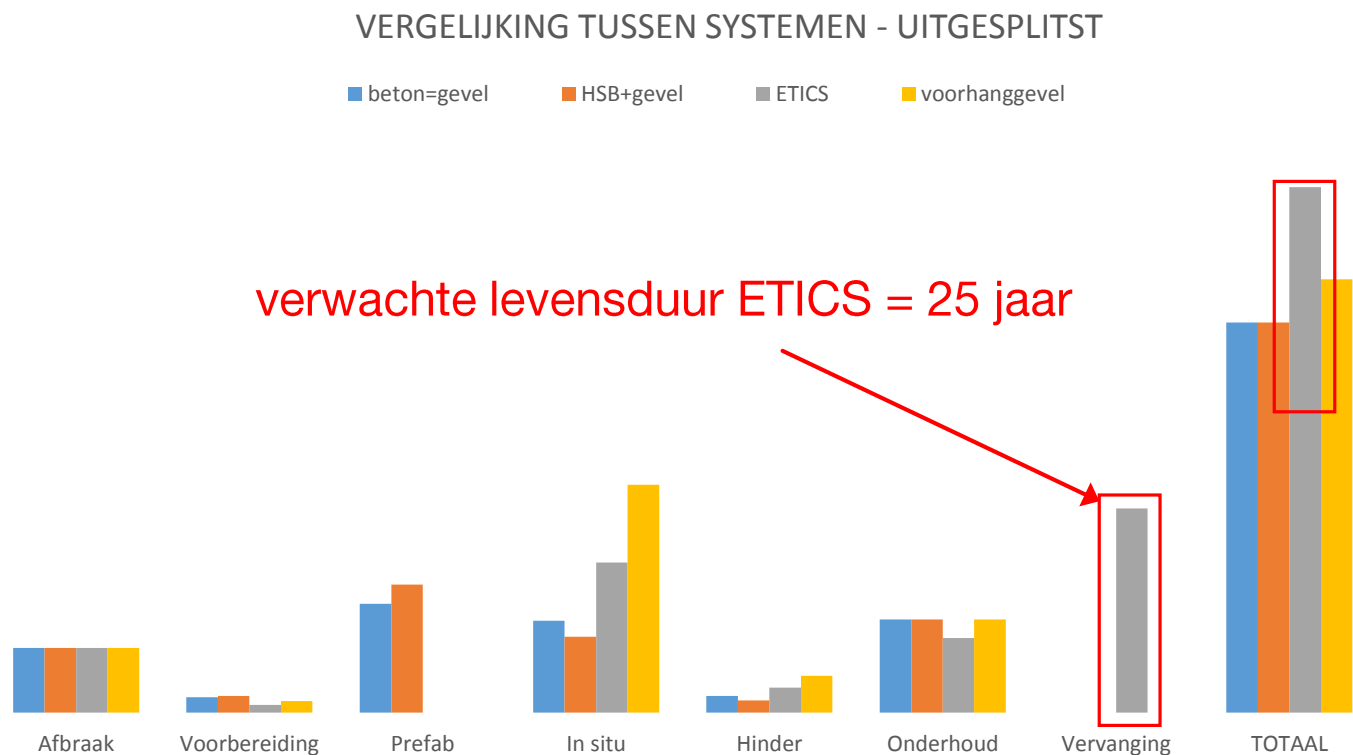
samenstelling:

- binnenpleister; 1 cm
- snelbouw; 14 cm à 1,4 T/m<sup>3</sup>
- MW-iso; 20 cm
- luchtsouw; 5 cm
- gevelbeplating; 2 cm

totale dikte: 41 cm

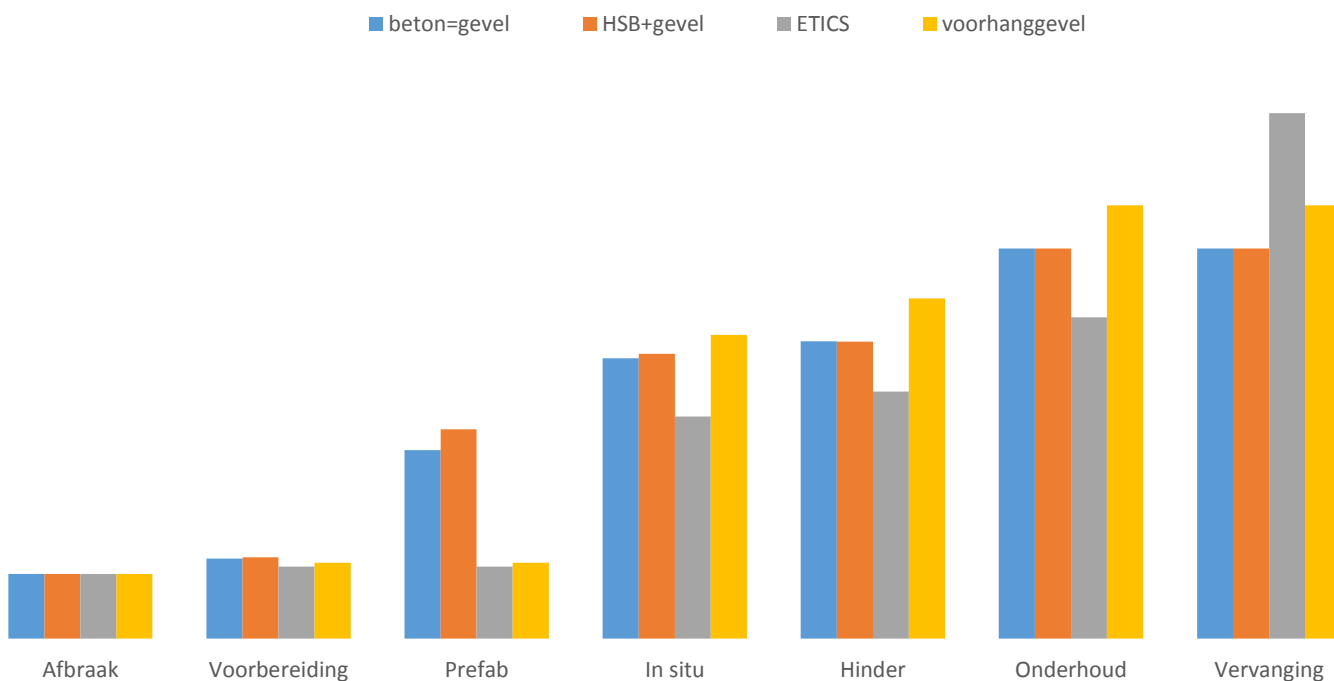
totaal gewicht: +/- 245 kg/m<sup>2</sup>

## 2. Resultaat Case Kielparktorens



## 2. Resultaat Case Kielparktorens

### VERGELIJKING TUSSEN SYSTEMEN - CUMULATIEF



# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : paneelafmetingen – impact werfkost

	Oppervlakte gevel	50 werkdagen	100 werkdagen	150 werkdagen	300 werkdagen
	[ m2 ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]
fictief gebouw 1	2000	25,00	50,00	75,00	150,00
<b>Kielparktoeren(s) Antwerpen</b>	4813	10,39	20,78	31,17	62,33
fictief gebouw 2	5000	10,00	20,00	30,00	60,00

Tabel 1 – Simulatie werfkost i.f.v. de duurtijd van de werf, de afmeting van de gevel en een kost voor de werfinstallatie van 1.000,00 € per werkdag.

# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : paneelafmetingen – impact hinder

	Vloer/gevel	50 werkdagen	100 werkdagen	150 werkdagen	300 werkdagen
	[ - ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]
fictief gebouw 1	1,3	6,50	13,00	19,50	39,00
<b>Kielparktoeren(s) Antwerpen</b>	1,56	7,80	15,60	<del>23,40</del>	46,80
fictief gebouw 2	2	10,00	20,00	30,00	60,00

- 31,20 €/m<sup>2</sup>

Tabel 2 – Simulatie hinderkost i.f.v. verhouding vloer/gevel en duur van de werken en uitgaande van een minwaarde van 2 € per m<sup>2</sup> vloeroppervlakte per maand.



# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : paneelafmetingen – montage- en hinderkost

	<b>Gemiddelde oppervlakte paneel</b>	<b>Rendement</b>	<b>Duurtijd montage</b>	<b>Kostprijs montage</b>	<b>Kostprijs hinder</b>	<b>TOTAAL</b>
	[ m2/st ]	[ m2/dag ]	[ dagen ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]
<b>beton=gevel</b>	12,54	87,78	55	25,52	8,59	34,11
<b>HSB+gevel</b>	16,70	116,90	42	19,17	6,56	25,72

Tabel 3 – Simulatie kostprijs montage en hinder voor Kielparktoren

<sup>1</sup> Uitgaande van 4 arbeiders per montageploeg aan 50,00 €/uur en een kraan met kraanman aan 80,00 €/uur, en 8 werkuren per werkdag.

<sup>2</sup> Uitgaande van 20 werkdagen per maand en een verlies van 2,00 €/m2 vloeroppervlakte per maand gedurende de volledige duurtijd van de montage.

# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : paneelafmetingen – voegkosten

	Gemiddelde oppervlakte paneel	Totale voeglengte	Voeglengte per geveleppervlakte	Kostprijs voegwerk
	[ m2/st ]	[ m ]	[ m/m2 ]	[ €/m2 ]
<b>beton=gevel</b>	12,54	2.732,80	0,57	17,10
<b>HSB+gevel</b>	16,71	2.425,60	0,50	15,00

Tabel 4 – Simulatie van kostprijs voegafwerking bij Kielparktorens Antwerpen

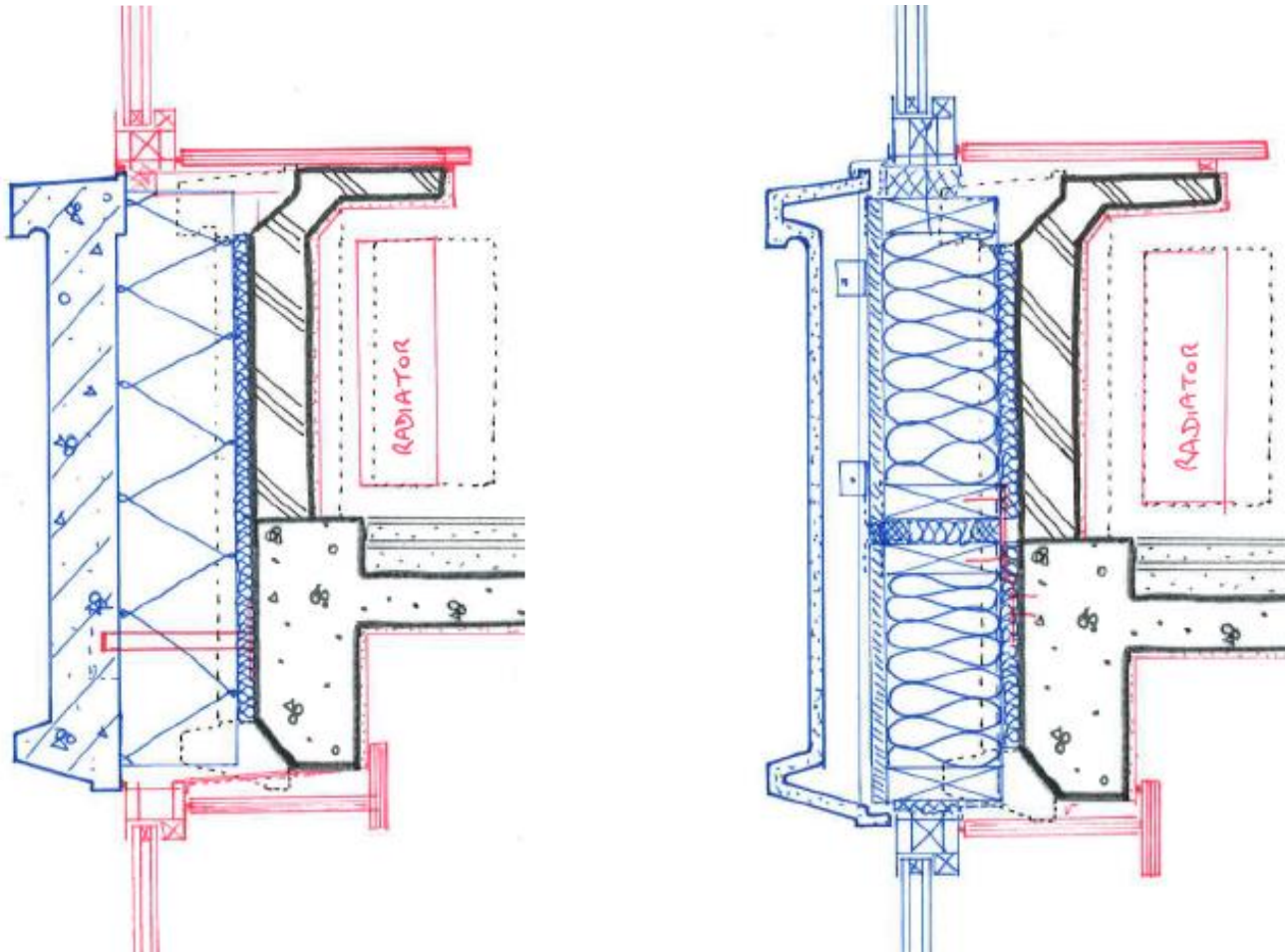
$$x * A_{paneel} \approx \frac{1}{\sqrt{x}} * V_{paneel}$$

---

[\[1\]](#) Uitgaande van een kostprijs van 30,00 € per meter voegwerk.

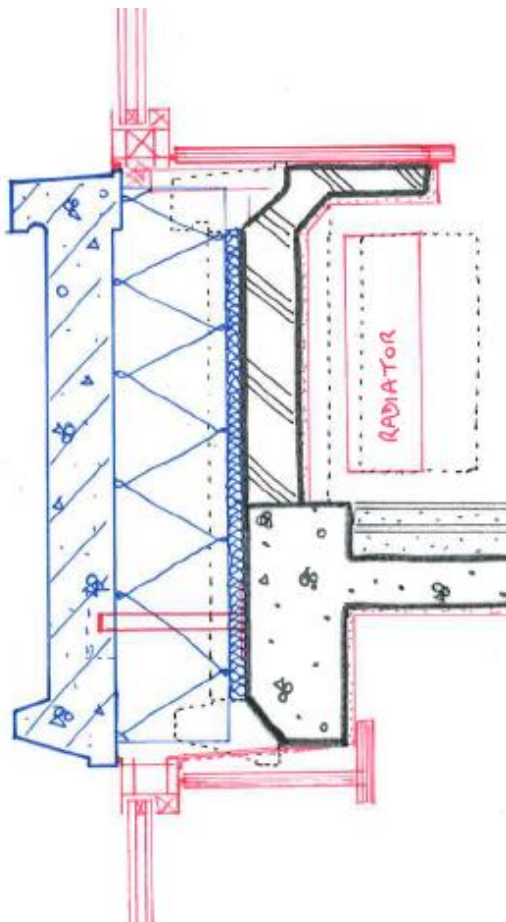
# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : #prefab schildelen – behoud binnenblad



# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : #prefab schildelen – behoud binnenblad



## BESPARINGEN

- Geen afbraak binnenblad
- Kortere werfduur
- Geen nieuw binnenblad
- Aantal mallen / 2
- Grotere afmetingen panelen

## MEERKOSTEN

- Buitenblad dikker
- Zachte isolatie voor aansluiting prefab paneel op bestaand binnenblad
- Montage via gevelzijde
- (Niet mogelijk om schrijnwerk prefab te plaatsen)

**!! Gewicht !!**

# 3. Bevindingen en invloedfactoren

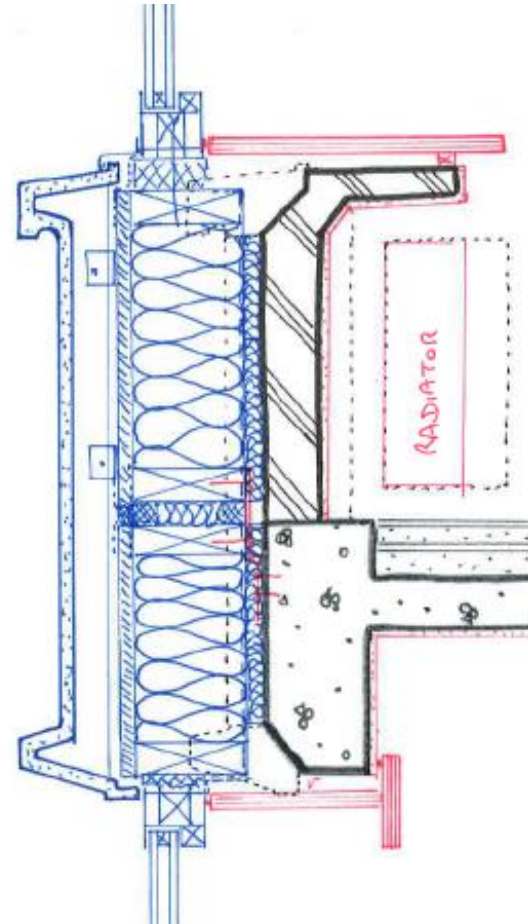
Prefabricatiegraad : #prefab schildelen – behoud binnenblad

## BESPARINGEN

- Geen afbraak binnenblad
- Kortere werfduur
- Geen binnenaafwerking

## MEERKOSTEN

- Montage via gevelzijde
- Zachte isolatie voor aansluiting prefab paneel op bestaand binnenblad



# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : #prefab schildelen – behoud binnenblad

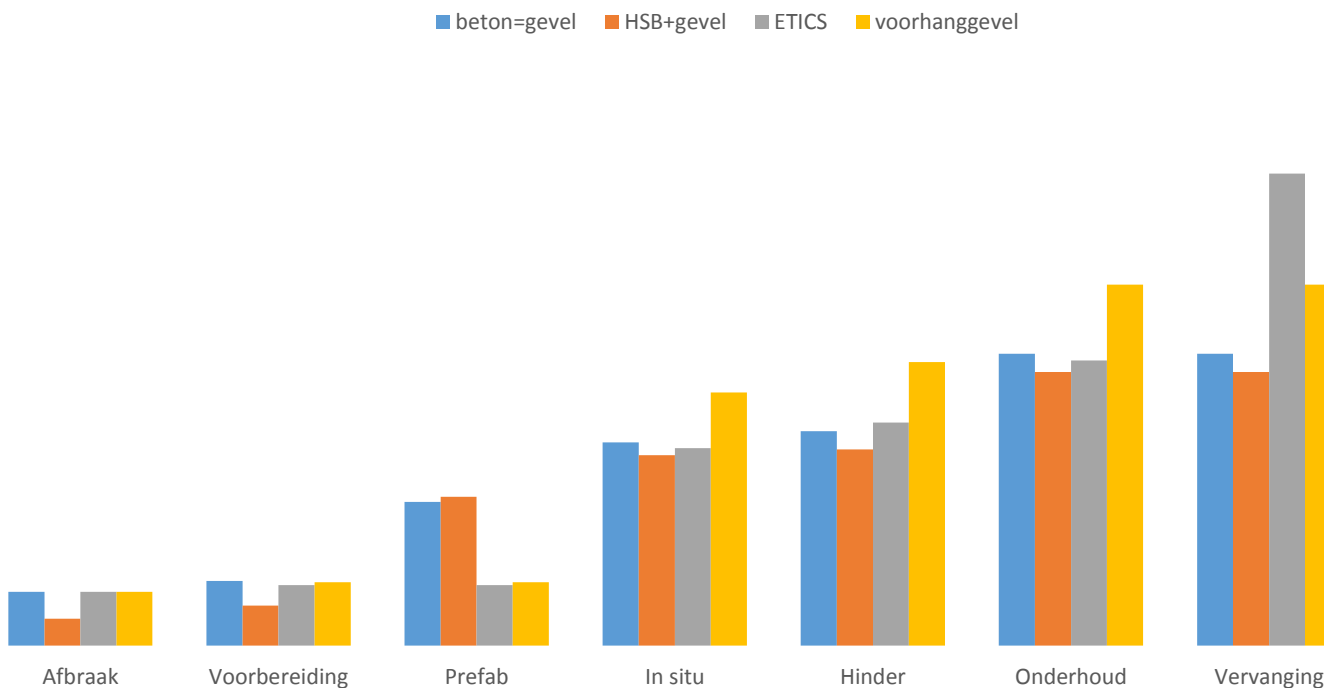
VERGELIJKING TUSSEN SYSTEMEN - CUMULATIEF



# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : #prefab schildelen – behoud binnenblad bij HSB+gevel

VERGELIJKING TUSSEN SYSTEMEN - CUMULATIEF

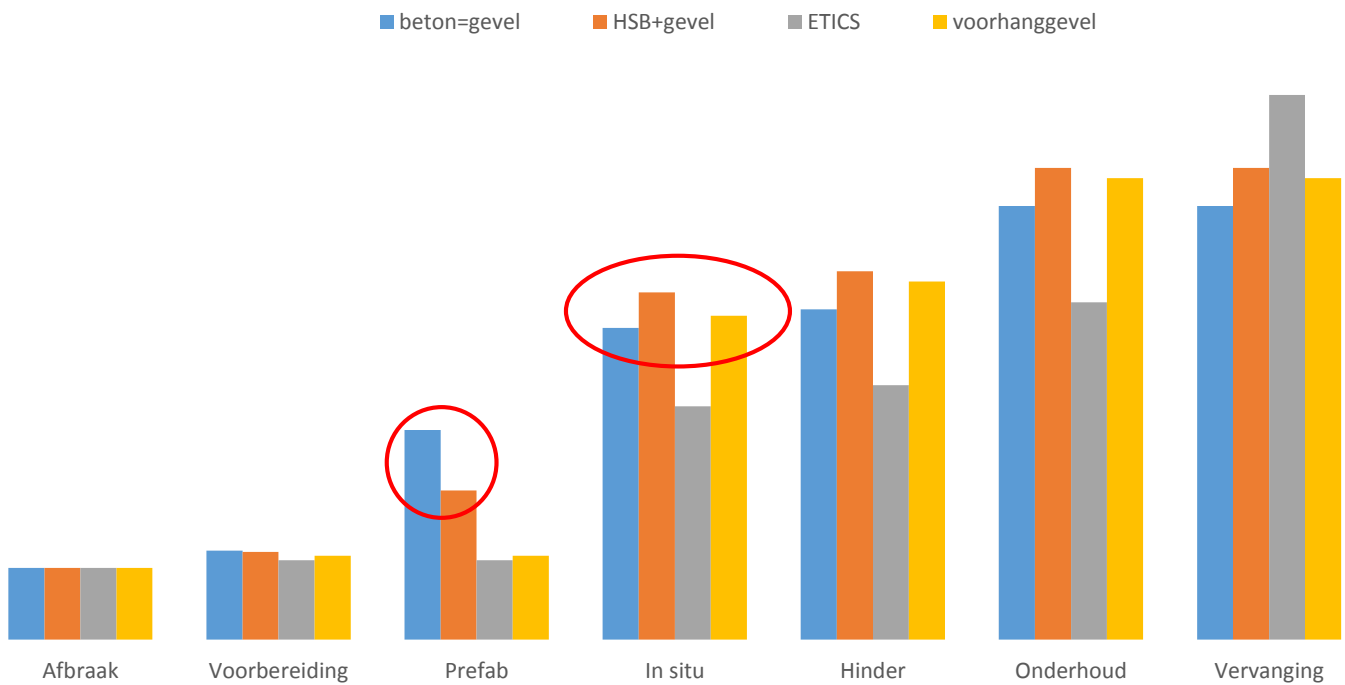




# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : #prefab schildelen – in situ voorhanggevel

VERGELIJKING TUSSEN SYSTEMEN - CUMULATIEF



# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : #prefab schildelen – prefab vs in situ voegwerk

	<b>Voeglengte per geveloppervlakte</b>	<b>TOTAAL Prefab</b>	<i>In situ</i>	<i>Huur hoogtewerker</i>	<b>TOTAAL In situ</b>
	[ m/m <sup>2</sup> ]	[ €/m <sup>2</sup> ]	[ €/m <sup>2</sup> ]	[ €/m <sup>2</sup> ]	[ €/m <sup>2</sup> ]
<b>Beton=gevel</b>	0,57	17,10	14,20	9,19	23,39
<b>HSB+gevel</b>	0,50	15,12	12,60	4,36	16,96

Tabel 5 – Simulatie van kostprijs prefab versus in situ voegafwerking bij Kielparktoren

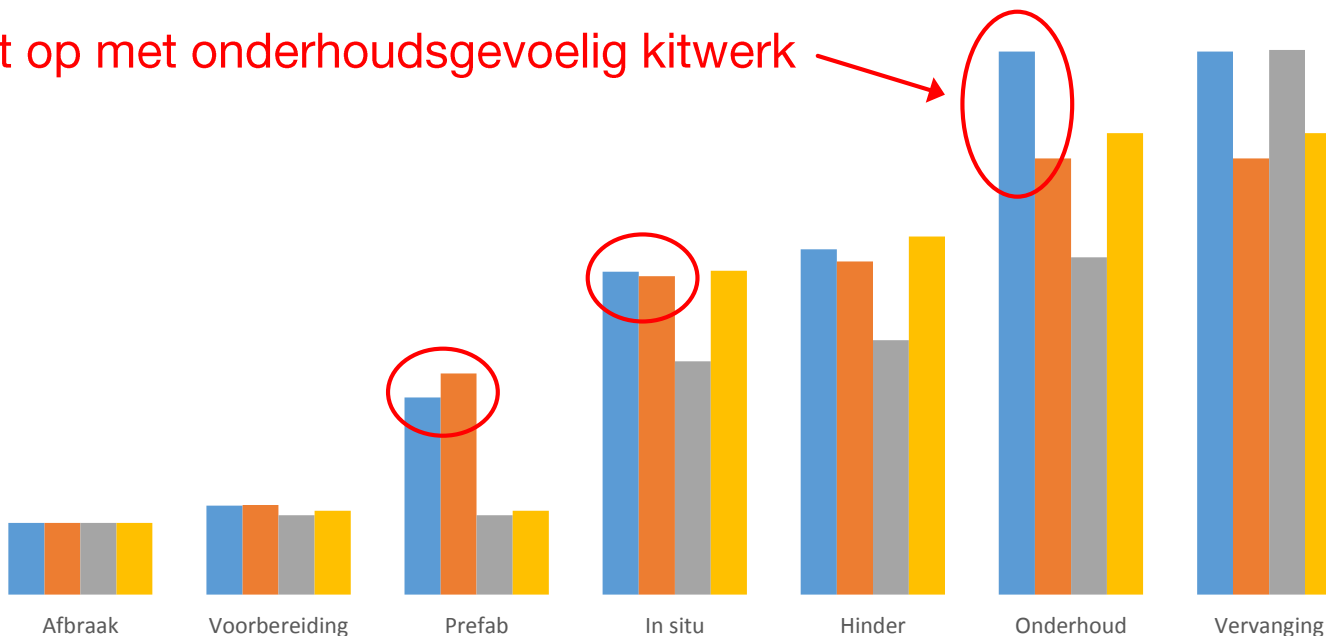
# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : #prefab schildelen – prefab vs in situ voegwerk

VERGELIJKING TUSSEN SYSTEMEN - CUMULATIEF

■ beton=gevel   ■ HSB+gevel   ■ ETICS   ■ voorhanggevel

Let op met onderhoudsgevoelig kitwerk



# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Prefabricatiegraad : #prefab schildelen – onderhoudskost kitwerk

	<b>Voeglengte per geveloppervlakte</b>	<b>Controle: elke 3 jaar Te vervangen: 20%</b>	<b>Controle: elke 10 jaar Te vervangen: 100%</b>	<b>Controle: elke 20 jaar Te vervangen: 100%</b>
	[ m/m <sup>2</sup> ]	[ €/m <sup>2</sup> ]	[ €/m <sup>2</sup> ]	[ €/m <sup>2</sup> ]
<b>Kielparktorens Antwerpen</b>	0,57	145,69	198,98	79,59

Tabel 6 – Simulatie van onderhoudskost kitwerk bij “beton=gevel” (excl. herstelkosten gevolgschade)

---

<sup>[1]</sup> Uitgaande van een vervangkost van 35,00 €/m kitwerk en een rendement van 15 m/uur.

# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Schaal : hergebruik betonmal

	5 identieke panelen	10 identieke panelen	20 identieke panelen	40 identieke panelen
	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]	[ €/m2 ]
<b>Productie mal</b>	80,52	40,26	20,82	11,11
<b>Onderhoud mal</b>	0	0	10,41	16,66
<b>Totale kostprijs mal</b>	80,52	40,26	31,23	27,77

Tabel 7 – Simulatie afschrijving mal bij enkelschalige “beton=gevel”

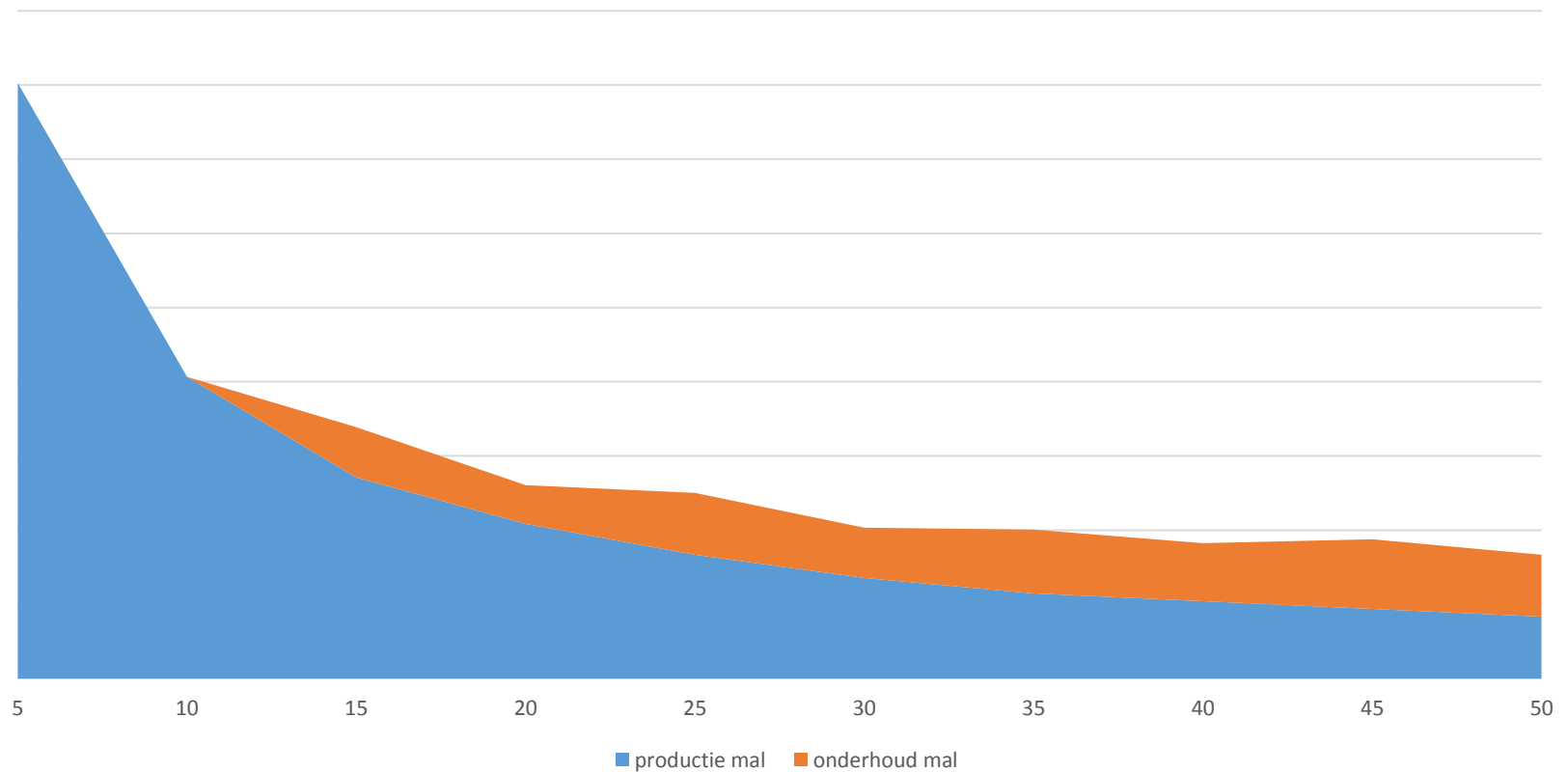
<sup>[1]</sup> Uitgaande van een kostprijs van 400 €/m2 voor de productie van een mal en maximaal hergebruik van 50 stortbeurten.

<sup>[2]</sup> Uitgaande van een kostprijs van 100 €/m2 per onderhoudsbeurt en een onderhoudsbeurt om de tien stortbeurten.

# 3. Bevindingen en invloedfactoren

Schaal : hergebruik betonmal

AFSCHRIJVING + ONDERHOUD MAL



# 3. Bevindingen en invloedfactoren

- Schaal : afschrijven indirecte kosten over grotere oppervlakte
  - geometrische complexiteit  $\approx$  kostprijs engineering
    - elk uniek detail uitwerken + tekenen
    - elk uniek paneel uitwerken + tekenen
  - reproduceerbaarheid project  $\approx$  afschrijven engineering
    - elk gebouw opmeten en toleranties in kaart brengen ( vaste kost )
    - hergebruik identieke details en panelen



# 3. Bevindingen en invloedfactoren

## Onvoorziene omstandigheden

	<b>Voorziene duurtijd</b>	<b>Kost werfinrichting</b>	<b>Duurtijd incl. onvoorzien (+ 48 dagen)</b>	<b>Kost werfinrichting</b>	<b>Relatieve toename werfinrichting</b>
	[ dagen ]	[ €/m <sup>2</sup> ]	[ dagen ]	[ €/m <sup>2</sup> ]	[ - ]
<b>beton=gevel</b>	156	32,31	204	42,28	+ 30%
<b>HSB+gevel</b>	122	25,25	170	35,22	+ 39%
<b>ETICS</b>	400	83,17	448	93,14	+ 12%
<b>voorhanggevel</b>	446	92,63	494	102,61	+ 11%

Tabel 8 – Simulatie onvoorziene omstandigheden bij Kielparktoren

# 4. Besluit

- Winst door tijdwinst  $\approx f(\text{prefabricatiegraad})$ 
  - extra investering terugwinnen door tijdwinst op de werf
  - winstmarges zijn delicaat
  - hinderkost kan beslissende factor zijn
- Indirecte kosten  $\approx 1/\text{schaal}$ 
  - extra kosten reduceren door schaalvergroting loont
- Eigenschappen bestaand gebouw
  - Behoud binnenblad? Extra gewicht mogelijk?
- Voegdichting : aandacht voor onderhoud

Vragen, opmerkingen en suggesties?

E - [Sebastiaan.Schelfaut@b-b.be](mailto:Sebastiaan.Schelfaut@b-b.be)

T – 03/231.53.95