

# Hand-out

## Destructief onderzoek carports Kelbergen te Amsterdam-Zuidoost

Van : Eigen Haard  
Aan : Eigenaren van de carports in Kelbergen  
Onderwerp : Hand-out destructief onderzoek  
Datum : 16 februari 2023



## **Inhoudsopgave**

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Uitgangspunten .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Belastingaannamen .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Beoordeling beschikbare archiefstukken .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Bevindingen visuele inspectie .....</b>	<b>8</b>
<b>6. Rekenwaarde van het wapeningsstaal en het beton .....</b>	<b>9</b>
<b>7. Samenvatting berekening .....</b>	<b>11</b>
<b>8. Conclusie en aanbeveling .....</b>	<b>12</b>
<b>Bijlage A: Fotorapportage globale visuele inspectie.....</b>	<b>14</b>
<b>Bijlage B: Indicatie kosten renoveren en slopen.....</b>	<b>18</b>

# 1. Inleiding

## **Projectomschrijving**

Constructeur Strackee is in september 2021 door Eigen Haard gevraagd om onderzoek te verrichten naar de huidige conditie van het casco van de 22 betonnen carports aan de Kelbergen 2-409 te Amsterdam, omdat de staat van de casco's volgens Eigen Haard momenteel in matige conditie verkeren.

Voor het onderzoek naar het functioneren van het casco, hebben wij de volgende werkzaamheden verricht:

- I. Globale visuele inspectie van 4 van de 22 betonnen carports, voor een eerste indruk (tezamen met Eigen Haard verricht);
- II. Archiefonderzoek m.b.t. de constructie van de carports (fysiek verkregen van Eigen Haard);
- III. Begeleiding van werkzaamheden, uitgevoerd door Nebest;
- IV. Interpretatie van resultaten van het destructieve onderzoek;
- V. Constructieve controleberekeningen op basis van de resultaten van het destructieve onderzoek;
- VI. Formuleren van bevindingen, conclusie en het advies.

Naast het non-destructieve onderzoek, heeft Strackee (door o.a. het ontbreken van relevante archiefstukken) Nebest gevraagd om aanvullend onderzoek te verrichten naar de conditie van het beton, middels destructief onderzoek naar de wapeningsstaven, het uitvoeren van een laboratoriumonderzoek en een 100% visuele inspectie van de casco's. Dit betreffen de volgende onderdelen:

1. Betonnen consoles
  - A. Drie keer uitname van een wapeningsstaaf ten behoeve van trekproef, bij verschillende carports uitgevoerd en vervolgens herstellen van console.
  - B. Vier keer destructief onderzoek naar wapeningsconfiguratie in betonnen console beugels, diagonalen, en bovenwapening, bij verschillende carports uitgevoerd en vervolgens herstellen van console.
  - C. Eén keer opmeten van dimensies betonnen console ter plaatse van kritische doorsnede.
2. Betonnen dakplaten
  - A. Drie keer uitname van een wapeningstaaf ten behoeve van trekproef, bij verschillende carports uitgevoerd en vervolgens herstellen van dakplaat.
  - B. Twee keer destructief onderzoek naar wapeningsconfiguratie in betonnen rib, bij verschillende carports uitgevoerd en vervolgens herstellen van dakplaat.
  - C. Eén keer destructief onderzoek naar wapeningsconfiguratie en vervolgens herstellen van dakplaat.
  - D. Drie keer non-destructief onderzoek naar wapeningsconfiguratie, bij verschillende carports uitgevoerd.
3. 100% visuele inspectie en metingen
  - A. Het visueel inspecteren en opnemen van gebreken en betonschades bij alle 22 carports van het complex aan de Kelbergen in Amsterdam. De bevindingen worden digitaal gerapporteerd conform de NEN 2767 methodiek en beschreven in een managementsamenvatting.

# 2. Uitgangspunten

## **Gebruikte gegevens**

*Rapportages derden*

BAC2017297RAP, BAC  
220318 P51211-43901 r01v01, Nebest

d.d. 25-10-2017

d.d. 18-03-2021

*Bouwdossier*

Oprichting

jaar 1970

### Constructieve uitgangspunten

#### Toegepaste voorschriften

De volgende normen worden gehanteerd inclusief de Nederlandse Nationale Bijlagen (NB);

NEN-EN 1990 : Grondslagen van het constructief ontwerp

NEN-EN 1991 : Belastingen op constructies

NEN-EN 1992 : Ontwerp en berekening van betonconstructies

NEN 8700 : Beoordeling van de constructieve veiligheid bestaande bouw

Van de bovenstaande normen zal de meest recente versie worden gehanteerd.

De constructie wordt ingedeeld in gevolklasse CC2a

#### Toegepaste materialen

beton, varieert volgens BAC tussen de : C12/15 <-> C30/37  
Wapeningsstaal betonnen spanten : B500B  
Wapeningsstaal betonnen dakplaten : FeB400

## 3. Belastingaannamen

### Algemene gegevens

soort gebouwfunctie 1:

3	CC2a	G
3	CC2a	

maatgevend:

toegepaste norm = NEN 8700 verbouw (oorspr. omg.verg. t/m BB2003, wind niet do  
gevolgklasse = CC2a (Consequence Class = gevolgklasse)  
ontwerplevensduurklasse = 3 => ontwerplevensduur : 10 jaar  
huidige ouderdom gebouw = jaar => restlevensduur = 10 jaar  
referentieperiode = 15 jaar  
correctiefactor  $x = 0,89$  correctiefactor eigen gewicht voor formule 6.10.b  
Keuze voor 6.10b: combinatie met: 2 vloeren extreem in de gebouwfunctie A t/m G of H (NEN-EN 1991-1-1+C1/Nl)

omschrijving = CC2a: Middelmatige gevolgen t.a.v. verlies van mensenlevens, of aanzienlijke economische of sociale gevolgen of voor  
toepassing = gebouwen en andere gewone constructies  
voorbeelden = woon- en kantoorgebouwen max 4 lagen, openbare gebouwen < 2000m<sup>2</sup> per laag, onderwijsgebouwen met 1 laag, een-  
betrouwbaarheidsklasse = RC2 (Reliability Class = betrouwbaarheidsklasse)  
betrouwbaarheidsfactor  $b = 3,10$  (tabel B2 blz 37 NEN 8700 minimum referentieduur 15 jaar)  
 $K_{F1}$ -factor = 1 (tabel B3 blz 87 NEN-EN 1990)  
sneeuwbelasting op de grond (incl. f)  $s_n = 0,53$  kN/m<sup>2</sup>

y -waarden voor gebouwen

gebruikscategorie =	A	B	C	D	E	F	G	H	
factor combinatie-waarde van de veranderlijke belasting: $y_0 =$	0,4	0,5	0,4	0,4	1	0,7	0,7	0	(gelijktijdigheid belastingen tbv uiterste grenstoestand)
factor frequent aanwezige veranderlijke belasting: $y_1 =$	0,5	0,5	0,7	0,7	0,9	0,7	0,5	0	(bijv. schok, brand, noodherstel, scheunwijdte)
factor quasi-blijvende veranderlijke belasting: $y_2 =$	0,3	0,3	0,6	0,6	0,8	0,6	0,3	0	(ange termijn effect, bijv. kruip)
correctiefactor voor levensduur $F_d/F_{t0}$ $y_t =$	0,92	0,93	0,92	0,92	1	0,96	0,9599		$\{(1+(1-y_0)/9)^n\}$ (niet voor wind-, sneeuw-, thermische belasting)

belastingfactoren g (NEN 8700)	blijvende belasting		overheersend variabele belasting	gelijktijdig optredende variabele belasting		
	ongunstig	gunstig		belangrijk	andere ongunstig	andere gunstig
formules van belastingcombinaties	$g * G_{k1,sup}$	$g * G_{k1,inf}$	g	$g * Q_{k,i}$	g	g
tabel A1.2(A) (EQU) (groep A) formule 6.10	1,10	0,9	1,50 $Q_{k,1}$	0	1,50 $y_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10a	1,20	0,9		0	1,30 $y_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10b	1,15	0,9	1,30 $Q_{k,1}$	0	1,30 $y_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.11b (brand,schok,herste	1	1	1 $A_d$	1 $y_{1,1} Q_{k,1}$	1 $y_{2,1} Q_{k,i}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.12b (aardbeving)	1	1	1 $A_{ek}$	0	1 $y_{2,1} Q_{k,i}$	0
tabel A1.4 bruikbaarheidsgrenstoestand form. 6.14b	1	1	1 $Q_{k,1}$	0	1 $y_{0,1} Q_{k,i}$	0
tabel A1.4 frequente waarde formule 6.15b	1	1	1 $y_{1,1} Q_{k,1}$	0	1 $y_{2,1} Q_{k,i}$	0
tabel A1.4 quasi blijvend formule 6.16b	1	1	1 $y_{2,1} Q_{k,1}$	0	1 $y_{2,1} Q_{k,i}$	0

## Belastingen per m<sup>2</sup> (vloer)oppervlakte

### 1. belastingen

#### 1.1 belastingaannamen vloeren e.d. kN/m<sup>2</sup>

		G	Q	y <sub>0</sub>
		[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	<b>Dak</b>			
	beton (gewapend)		h/d = 170 mm	4,25
	Overlappende U's afm. 1000*240*100 (2*240mm overlap netto beton = 1000-480=0,52*0,1mm + 1*(0,24*0,35-0,04 0,052+0,078=0,208m <sup>3</sup> / (1-0,24) = 0,17m			
	H1 t/m H3: dakhelling 0<=a<20 onderhoud of sneeuw	categorie: H	y <sub>1</sub> = 1,00	v.b. = 1,00
			Totaal Dak :	<b>4,25 1,00</b>

H

### Windbelastingen

De veranderlijke belasting "dakbelasting onderhoud" is maatgevend. Daarmee is de belastingcombinatie met wind niet beschouwd.

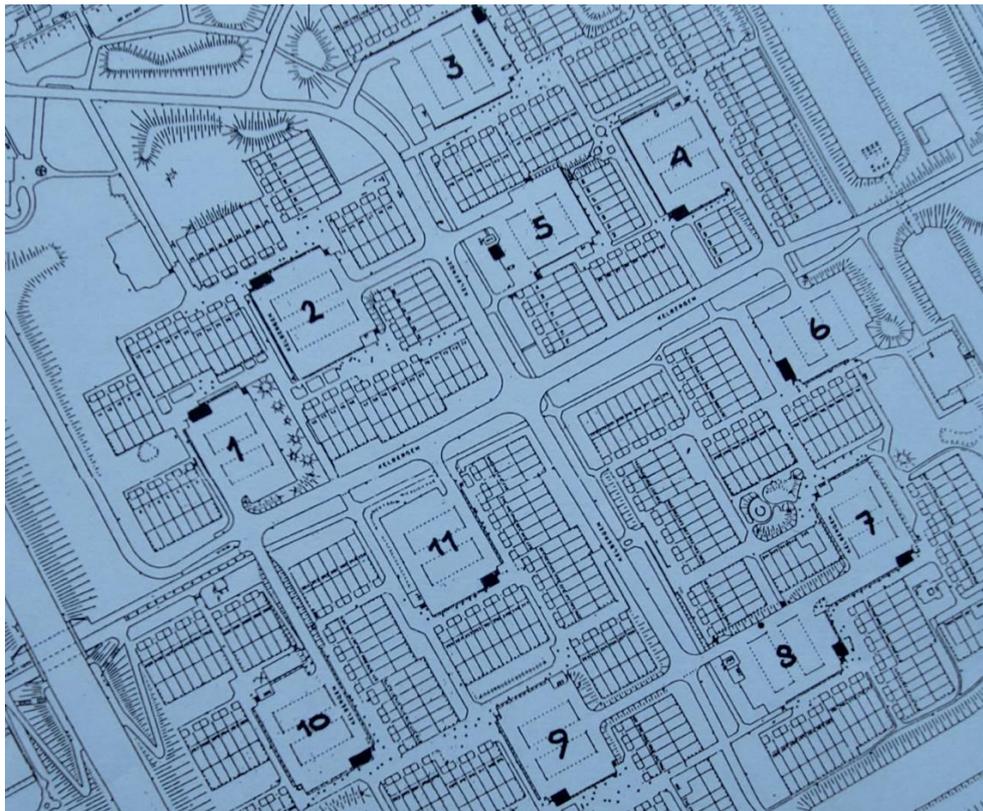
### Sneeuwbelastingen

De veranderlijke belasting "dakbelasting onderhoud" is maatgevend. Daarmee is de belastingcombinatie met wind niet beschouwd.

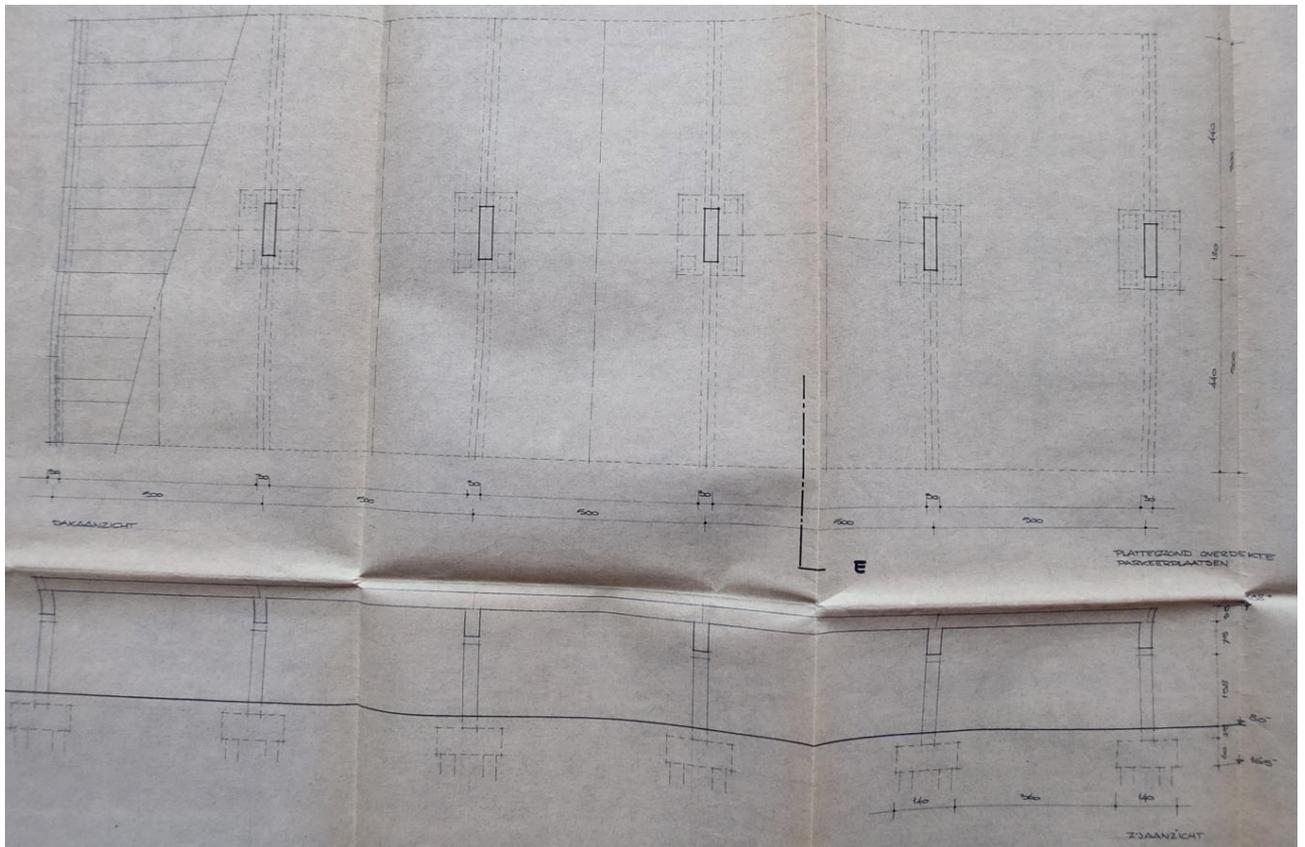
## 4. Beoordeling beschikbare archiefstukken

### Omschrijving van het bouwwerk en draagstructuur

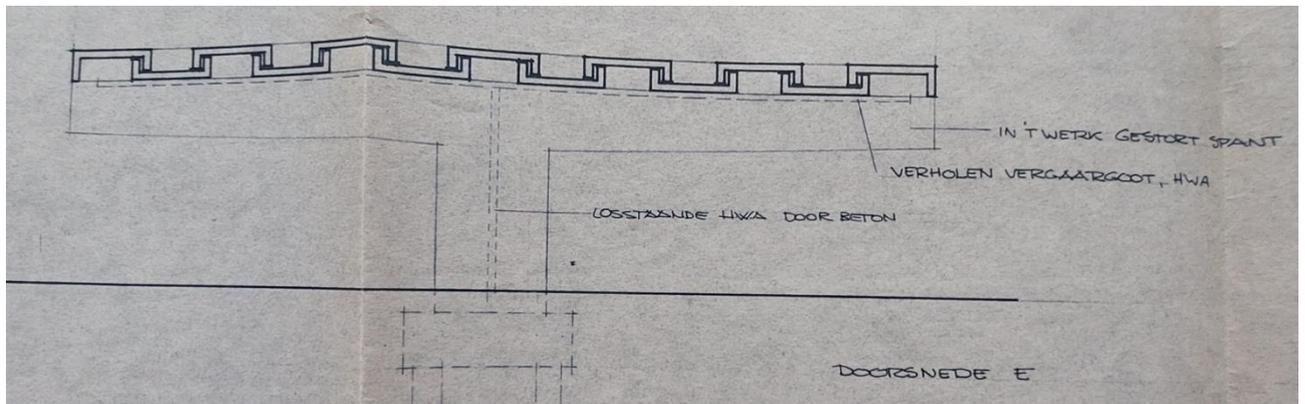
Volgens het bouwdoos zijn de carports opgebouwd uit betonnen spanten, welke zijn gefundeerd op betonnen 4 paalspoeren. Op de betonnen spanten zijn betonnen U-vormige dakplaten gemonteerd, welke overspannen van spant naar spant. De betonnen U-dakplaten zijn om en om in elkaar gelegd. De dakplaten van het eindveld, zijn op het eindstramien opgelegd op een betonnen balk, welke in het midden is voorzien van een dilatatie, en wordt (behoudens ter plaatse van een deuropening) ondersteund door gemetselde betonblokken. Deze is (vermoedelijk) gefundeerd door een betonnen sloven fundering op palen. De bovenzijde van de betonnen dakplaten zijn niet voorzien van een extra (bitumineuze of EPDM) waterkerende laag. Het hemelwater verloopt van de betonnen dakplaten in een goot welke is opgenomen aan de bovenzijde van de betonnen spanten. De HWA is opgenomen in de betonnen spanten.



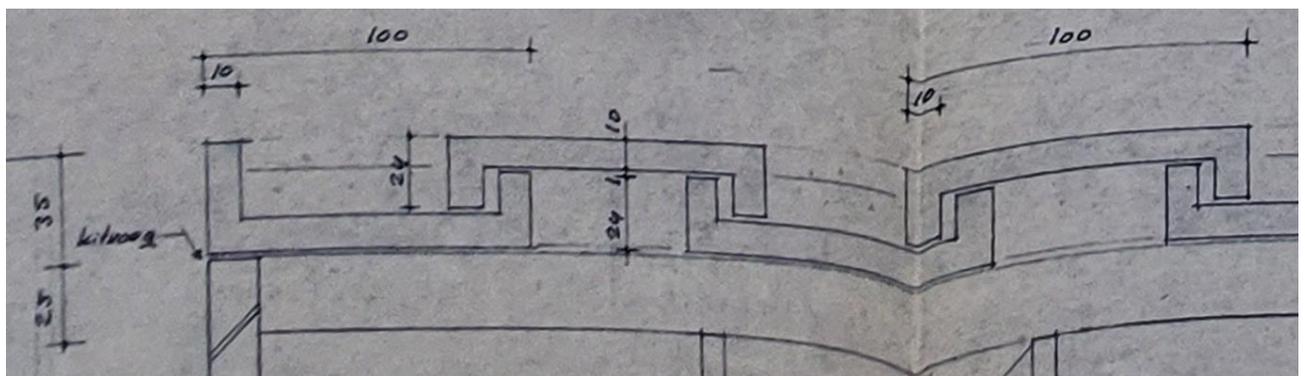
Afbeelding 1: situatie carports



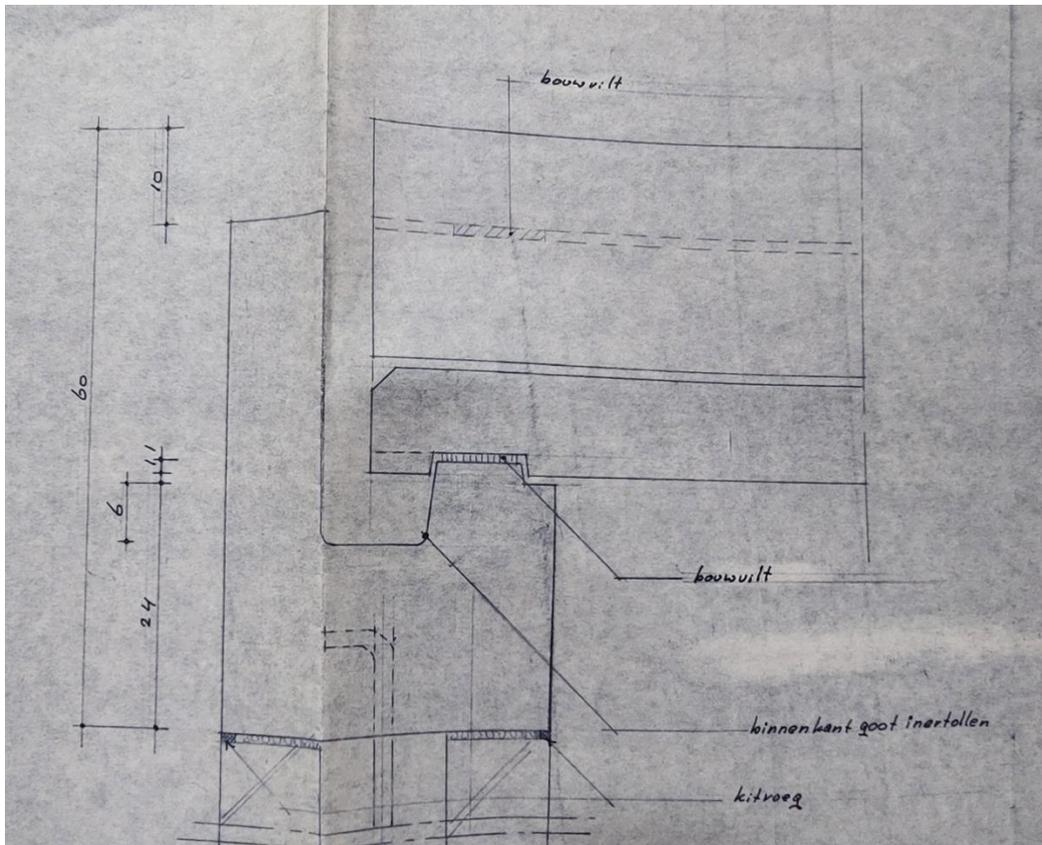
Afbeelding 2: plattegrond en zijaanzicht van de vorm van de constructie



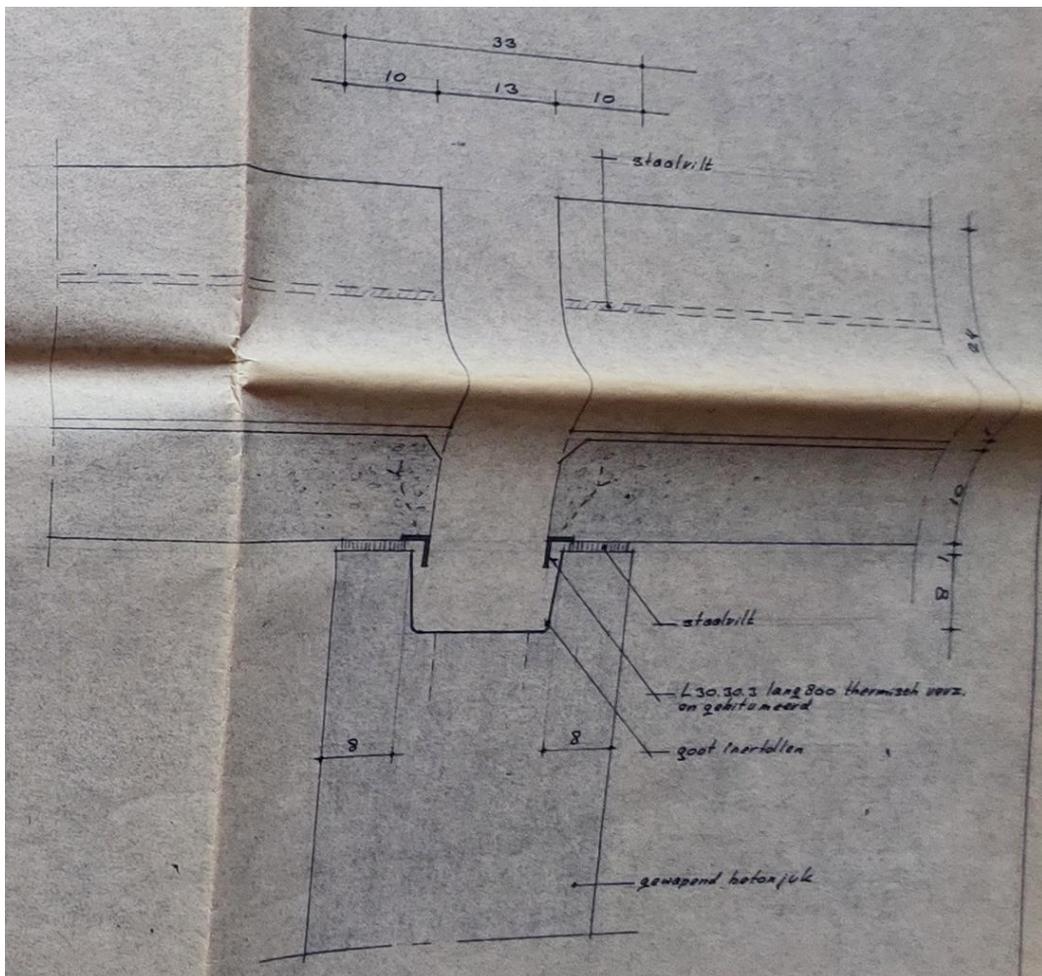
Afbeelding 3: aanzicht van één van de betonnen spanten



Afbeelding 4: maatvoering van betonnen dakplaten



Afbeelding 5: aansluiting dakplaat op eindspant



Afbeelding 6: aansluiting van dakplaten op middenspanen

## 5. Bevindingen visuele inspectie

### Globale inspectie 4 van de 22 carports, uitgevoerd door Strackee

Bij onze globale visuele inspectie hebben wij het volgende waargenomen:

- Veelvuldig scheurvorming aan de onderzijde van de betonnen dakplaten, haaks op de overspanningsrichting;
- Op vele posities is waterschade langs en aan de kop van de betonnen spanten aanwezig;
- Op diverse posities aan de onderzijde van de betonnen dakplaten zijn wapeningsstaven bloot komen te liggen, door toedoen van corrosie aan de wapeningsstaven, met het afspatten van het beton tot gevolg;
- Er zijn reparaties uitgevoerd aan de onderzijde van de betonnen dakplaten;
- Vochtophoping aan de onderzijde van de betonnen dakplaten;
- Scheurvorming aan de bovenzijde van de betonnen spanten, waarbij eveneens waterschade wordt opgemerkt;
- Er vindt vuilophoping en daarmee begroeiing plaats boven de betonnen dakplaten en in de goten boven de betonnen spanten;
- Schade aan bovenzijde van de betonnen balk ter plaatse van de oplegging van de dakplaten en eindstramien;
- De omgekeerde betonnen U-dakplaten (hierna te noemen Π-platen) rusten in het hart van de overspanning op de ondergelegen betonnen dakplaten, met extra doorbuiging (en daarmee scheurvorming) van de onderste dakplaat tot gevolg.

### Samenvatting van de 100% visuele inspectie Nebest

Tabel 3.1: Toelichting conditiescores

Score	Omschrijving	Toelichting
1	Uitstekende conditie	Incidenteel geringe gebreken
2	Goede conditie	Incidenteel beginnende veroudering
3	Redelijke conditie	Plaatselijk zichtbare veroudering. Functievervulling van bouw- en installatiedelen niet in gevaar
4	Matige conditie	Functievervulling van bouw- en installatiedelen incidenteel in gevaar
5	Slechte conditie	De veroudering is onomkeerbaar
6	Zeer slechte conditie	Technisch rijp voor de sloop

NEN2767 score	Carport 1	Carport 2	Carport 3	Carport 4	Carport 5	Carport 6	Carport 7	Carport 8	Carport 9	Carport 10	Carport 11	Gemiddeld
B.1 B.1 Casco, constructies en	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	3,7
2810 2810 Hoofddraagconstructie,	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	3,7
B.2 B.2 Buitenwanden	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3,8
2110 2110 Buitenwanden, niet	5	5	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1,8
2120 2120 Buitenwanden,	1	3	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4,3
B.5 B.5 Daken constructief en vulling	5	5	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3,6
2710 2710 Daken, niet	5	5	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3,6
B.8 B.8 Buitenwand- en binnenwandafwerkingen	1		2	1	1	2	1	1	1	1	1	1,2
Buitenwandafwerkingen algemeen,	1		2	1	1	2	1	1	1	1	1	1,2

## 6. Rekenwaarde van het wapeningsstaal en het beton

### Onderzoek naar de wapening van de dakplaten

Het vaststellen van wapeningsconfiguratie is elektromagnetisch en middels destructief onderzoek door Nebest verricht.

#### Vrijmaken van wapening voor bepalen van de diameter

Uit het onderzoek blijkt dat er in de prefab dakplaten wapeningsstaven van geprofileerd staal zijn toegepast. De staafdiameter ligt in de orde van Ø5 mm. Wapeningstaven in de ribben zijn uitgevoerd in Ø11 mm.

#### Onderzoek naar materiaaleigenschappen

Nebest B.V. heeft onderzoek gedaan naar de staalkwaliteit van de wapeningstaven. Het onderzoek bevestigt dat staalkwaliteit FeB500 in de dakplaten is toegepast. De rekenwaarden van FeB500 worden in het vervolg van deze rapportage gehanteerd. De resultaten staan in de losse bijlage 220318 P51211-43901\_r01.v01, rapportage Nebest

Onderstaande de resultaten van het onderzoek:

Merk	Diameter [mm]	Vloei-/0,2- rekgrens (R <sub>e</sub> ) [N/mm <sup>2</sup> ]	Treksterkte (R <sub>m</sub> ) [N/mm <sup>2</sup> ]	Rek A <sub>5</sub> [%]	Rek A <sub>gt</sub> [%]
P2 D45	5,4	602	628	14,8	2,0
P3 D139	5,2	603	684	8,6	2,2
P7 D247	5,4	568	588	11,2 <sup>2)</sup>	1,5

Tabel 1: Meetresultaten trekproeven staven hoofdwapening door Nebest.

Deze resultaten dienen middels de rekenregels uit de NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 bijlage D te worden omgezet naar rekenwaarden staalspanning.

Hieruit volgt:

### D7.2 Bepaling via de karakteristieke waarde

#### Staalspanning t.b.v. Ø5 wapeningstaven van de dakplaten:

Tabel D1 — Waarden van  $k_n$  voor de 5 % karakteristieke waarde

$n$	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	$\infty$
$V_x$ bekend	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
$V_x$ niet bekend	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

OPMERKING 1 Deze tabel is gebaseerd op de normale verdeling.

OPMERKING 2 Met een lognormale verdeling luidt uitdrukking (D.1) :

$$X_d = \frac{\eta_d}{\gamma_m} \exp[m_y - k_n s_y]$$

waarbij:

$$m_y = \frac{1}{n} \sum \ln(x_i)$$

$$\text{Indien } V_x \text{ bekend is uit voorkennis, } s_y = \sqrt{\ln(V_x^2 + 1)} \approx V_x$$

$$\text{Indien } V_x \text{ niet bekend is uit voorkennis, } s_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (\ln x_i - m_y)^2}$$

$$m_y = 6,38; \quad S_y = 0,03; \quad K_n = 1,89; \quad \eta_d = 1,00; \quad g_m = 1,15$$

$$f_{yk} = 554 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / g_m = 480 \text{ N/mm}^2 > 435 \text{ N/mm}^2 \text{ (FeB500)}$$

### Onderzoek naar de wapening van de betonnen spanten (consoles)

Vrijmaken van wapening voor bepalen van de diameter

Uit het onderzoek blijkt dat er in de in het werk gestorte betonnen spanten wapeningsstaven van geprofileerd staal zijn toegepast. De onderzochte wapeningstaven in de console bedragen Ø12 en Ø14 mm.

### Onderzoek naar materiaaleigenschappen

Nebest B.V. heeft onderzoek gedaan naar de staalkwaliteit van de wapeningstaven. Het onderzoek bevestigt dat staalkwaliteit FeB400 in de platen is toegepast. De rekenwaarden van FeB400 worden in het vervolg van deze rapportage gehanteerd. De resultaten staan in de losse bijlage 220318 P51211-43901\_r01.v01, rapportage Nebest

Onderstaande de resultaten van het onderzoek:

Merk	Diameter [mm]	Vloei-/0,2- rekgrens ( $R_e$ ) [N/mm <sup>2</sup> ]	Treksterkte ( $R_m$ ) [N/mm <sup>2</sup> ]	Rek $A_5$ [%]	Rek $A_{gt}$ [%]
P2 C44-45	11,6	448	560	16,7	4,6
P3 C138-139	11,6	455	559	14,2 <sup>1)</sup>	4,1
P7 C245-246	13,6	451	581	17,1	5,4

Tabel 2: Meetresultaten trekproeven staven wapening in console door Nebest.

Deze resultaten dienen middels de rekenregels uit de NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 bijlage D te worden omgezet naar rekenwaarden staalspanning.

Hieruit volgt:

### D7.2 Bepaling via de karakteristieke waarde

### Staalspanning t.b.v. Ø12 en Ø14 wapeningstaven van de betonnen spanten:

Tabel D1 — Waarden van  $k_n$  voor de 5 % karakteristieke waarde

$n$	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	$\infty$
$V_x$ bekend	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
$V_x$ niet bekend	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

OPMERKING 1 Deze tabel is gebaseerd op de normale verdeling.

OPMERKING 2 Met een lognormale verdeling luidt uitdrukking (D.1) :

$$X_d = \frac{\eta_d}{\gamma_m} \exp[m_y - k_n s_y]$$

waarbij:

$$m_y = \frac{1}{n} \sum \ln(x_i)$$

$$\text{Indien } V_x \text{ bekend is uit voorkennis, } s_y = \sqrt{\ln(V_x^2 + 1)} \approx V_x$$

$$\text{Indien } V_x \text{ niet bekend is uit voorkennis, } s_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (\ln x_i - m_y)^2}$$

$$m_y = 6,11; \quad S_y = 0,01; \quad K_n = 1,89; \quad \eta_d = 1,00; \quad g_m = 1,15$$

$$f_{yk} = 445 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / g_m = 387 \text{ N/mm}^2 > 348 \text{ N/mm}^2 \text{ (FeB400)}$$

### Nadere constructieve beoordeling

Toets van het draagvermogen met een theoretische reductie wapeningsdoorsnede

Doordat het beton in de kritische doorsnede is gescheurd en er ter plaatse van de scheuren waterschade is geconstateerd, heeft er corrosie heeft opgetreden aan de wapening, daar waar deze het meest noodzakelijk is voor het draagvermogen.

Omdat de mate van aantasting aan het wapeningsstaal niet overal is gemeten, wordt er volgens de CUR248 en schatting gemaakt van de mate van aantasting. Als gemiddelde waarde van de aantastingsnelheid wordt 0,05 mm/jaar aangenomen en dat betekent een afname van de doorsnede van een staaf van 0,1 mm/jaar. In deze gevoeligheidsbeschouwing wordt aangenomen dat de corrosie 25 jaar na realisatie van het bouwwerk begint en dat na deze periode de helft van de staven wordt aangetast door corrosie.

Met deze aannamen kan een relatieve wapeningsdoorsnede berekend worden, als functie van de ouderdom. Dit gebouw is gerealiseerd in jaar 1970 en heeft dus een ouderdom van 52 jaar.

Een afname van 0,1 mm/jaar over een periode van 52 jaar en de helft van de staven geeft een afname van de wapeningsdoorsnede van 2,7mm.

In de onderstaande tabel worden vervolgens een aantal mogelijke wapeningsconfiguraties met aantasting gecontroleerd.

type	Configuratie	$A_s$ mm <sup>2</sup>	s aantal	$\emptyset$ mm	$\emptyset_d$ mm	$\emptyset_{gem}$ mm	$A_{s,d}$ mm <sup>2</sup>
ok dakplaat	10 $\emptyset$ 5	196	10	5	2,3	3,65	105
rib dakplaat	2 $\emptyset$ 11	190	2	11	8,3	9,65	146
1e laag spant	4 $\emptyset$ 24	1810	4	24	21,3	22,65	1612
2e laag spant	4 $\emptyset$ 24	1810	4	24	21,3	22,65	1612

Aan de hand van de gegevens uit de tabel kan worden bepaald of er wel voldaan wordt aan verbouwniveau. Deze berekening is opgenomen in hoofdstuk 7.

## 7. Samenvatting berekening

In bijlage B hebben wij de controle berekeningen van de constructieve elementen uitgevoerd. De resultaten van de berekeningen hebben wij in dit hoofdstuk samengevat, en daarnaast een samenvatting gemaakt van de theoretische staalafname (welke overigens daadwerkelijk heeft plaatsgevonden en volgens de CUR 248 is bepaald) aan de wapeningsstaven door toedoen van de aanwezige scheurvorming en de geconstateerde waterschade ter plaatse van deze scheuren waardoor de wapeningsstaven worden aangetast.

Omschrijving	UC op sterkte	UC op aanbevolen doorbuiging
1. Betonnen $\Pi$ -plaat	0,46	0,39
2. Betonnen U-plaat (op verbouwniveau bedraagt de UC 1,08, en op afkeurniveau bedraagt de UC 0,98)	1,08	0,20
3. Betonnen spant	2,30 (op dwarskracht) Volgens berekening kunnen de scheurwijdtes niet worden bepaald	1,15
4. Betonnen spant alternatief met houten dak	0,60	0,60
1a. Betonnen $\Pi$ -plaat met theoretische staalafname	$0,46 * (196/105) = 0,86$	0,39
2a. Betonnen U-plaat met theoretische staalafname	$1,08 * (190/146) = 1,40$	0,20

3a. Betonnen spant met theoretische staalafname	2,30 * (1810/1612) = 2,58	1,15
4a. Betonnen spant alternatief met houten dak met theoretische staalafname	0,6 * (1810/1612) = 0,67	0,60

#### A: Dakplaten

Uit de controle berekeningen blijkt dat de U-betonnen dakplaten net voldoen op afkeurniveau, echter als er een geringe afname is in het wapeningsstaal van de platen, voldoet de betonnen U-dakplaat rekenkundig niet aan de gestelde eisen. De П-plaat voldoet wel aan de eisen, gesteld in het bouwbesluit. Uit de controle berekening van de betonnen spant (volgens de toegepaste wapeningsconfiguratie ingemeten door Nebest) blijkt dat deze rekenkundig niet voldoen aan de gestelde eisen.

#### B: Spanten

Uit de controle berekening van de betonnen spant (volgens de toegepaste wapeningsconfiguratie ingemeten door Nebest) blijkt dat deze rekenkundig niet voldoen aan de gestelde eisen. Met name de toegepaste beugels zijn te kort toegepast om de noodzakelijke te dragen belasting. Tevens is de langs(boven)wapening in de kritische doorsnede erg diep in het beton ontworpen, waardoor er veel scheurvorming in het beton optreedt. De rekenprogrammatuur kan op de ingemeten wapeningsconfiguratie geen betrouwbare scheurwijdte berekenen.

## 8. Conclusie en aanbeveling

### Conclusie

Op basis van het uitgevoerde onderzoek, waarbij er een dossieronderzoek, een visuele inspectie, een destructief onderzoek naar de wapeningsstaven van de constructie, een laboratoriumonderzoek naar de kwaliteit van de wapeningsstaven en een rekenkundige controle berekening van de constructie is verricht, concludeert constructeur Strackee dat niet alle constructieve elementen voldoen aan de gestelde eisen uit het bouwbesluit.

De rekenkundige controle berekening (met de ingemeten wapeningsconfiguratie van Nebest) bevestigen dat de betonnen spanten in de huidige situatie niet voldoen op sterkte. Daarnaast wordt de eis van de maximale scheurwijdte niet gehaald, waardoor het beton zijn beschermende functie is verloren. De wapeningsstaven worden door toedoen van zuurstof en water aangetast.

De rekenkundige controle berekening (met de ingemeten wapeningsconfiguratie van Nebest) bevestigen dat de betonnen dakplaten in de huidige situatie (zonder aantasting van de wapeningstaven voldoen op sterkte (op afkeurniveau). De П-dakplaat is in eerste instantie vrijgehouden van de U-plaat waar deze in is ingehaakt en zijn enkel bij de betonnen spant opgelegd. Echter doordat de П-dakplaat door kruip meer doorbuigt dan de U-dakplaat, zijn deze platen op diverse posities in het midden op de U-plaat komen te liggen, waardoor de belasting van de П-dakplaat deels wordt opgenomen door de U-plaat. Hierdoor zijn er extra scheuren aan de onderzijde van de U-dakplaat ontstaan. Doordat de verdeelwapening in de eerste laag van het beton is gelegen, wordt de doorbuiging en daarmee scheurvorming in de plaat vergroot. De U-dakplaat voldoet niet aan de rekenkundige controle toets, waarbij er een staalafname aan de wapening (volgens de CUR 248) heeft plaatsgevonden. Doordat de drukzone van de U-dakplaat boven in de ribbe optreedt, zal de scheurvorming in de plaat door en door zijn, waardoor er water door de gescheurde doorsnede kan verlopen en een rekenkundige controle van het element met een staalafname van de wapeningsstaven onder het veiligheidsniveau is. Op basis van de controle berekeningen kunnen wij geen handhavingstermijn van 5 jaar voor het casco afgeven.

Uit de NEN2767 score (uit de visueel inspectie van Nebest) blijkt dat de betonnen spanten en betonnen dakplaten beide afgerond gemiddeld een 4 scoren. Dit betekent dat een functievervulling van bouwdelen incidenteel in gevaar zijn. De betonnen balken op het metselwerk op de eindstramien scoren zelfs een 5. Dit betekent dat de veroudering onomkeerbaar is. De gemetselde betonblokken scoren hoger, gemiddeld een 2, een incidenteel beginnende veroudering. Verder blijkt uit de visueel inspectie dat het beton onderhevig is aan scheurvorming, welke de maximale scheurwijdte gesteld in de eurocode overschrijden. Aan de betonnen spanten en dakplaten wordt tevens veel schade, blootgelegde wapening en reparaties (vaak onjuist en/of onvolledig uitgevoerd) waargenomen. Bij de reparaties is het corrosieproces van de wapening is niet stopgezet en zal in de nabije toekomst nieuwe schades aan het beton ontstaan. Daarnaast is de waterhuishouding van de carports niet op orde. Er vindt plasvorming plaats, waardoor er begroeiing op het dak is ontstaan. De afwatering van de goot is niet altijd afdoende. Hierdoor stroomt er water langs de kop van de betonnen spanten. De doorgeroeste hemelwaterafvoeren dienen te worden vervangen door thermisch stalen onderdelen.

De betonnen schades aan de betonnen dakplaten en betonnen spanten is ontstaan door een combinatie van een lage betonkwaliteit, grindnesten, slecht verdicht beton, door een plaatselijk geringe wapeningsdekking, het natuurlijke carbonatatieproces (daardoor is het alkalische milieu verstoord), het aanwezige chloridengehalte in het beton (vermoedelijk door een toeslagstof in de vorm van een "versneller" bij het aanmaken aan het beton toegevoegd), kruip van het beton en doordat de scheurwijdte te groot worden t.o.v. maximaal toelaatbare volgens de regelgeving. Door deze factoren zal het betonstaal op diverse posities in het beton corroderen en ontstaan er door volumetoename van het staal spanningen in het beton die leidt tot extra scheurvorming en afgedrukte betondelen.

***Résumé:***

De aanwezige constructie voldoet niet aan het veiligheidsniveau zoals dat in het Bouwbesluit wordt voorgeschreven. Als de constructie nog vijf jaar moet blijven staan, zullen de betonnen onderdelen gerenoveerd moeten worden. Alternatief is het verwijderen van de betonnen dakplaten en deze te vervangen door een constructie die veel minder weegt.

***Aanbeveling***

Uit de resultaten van het onderzoek maken wij op, dat het casco van de betonnen carports zijn einde levensduur heeft bereikt (de constructie is voor maximaal 50 jaar ontworpen en heeft dit inmiddels bereikt).

Gezien de geconstateerde gebreken aan het casco en de controle berekeningen van de constructieve elementen van de carports, welke niet voldoen aan het absolute minimum volgens het bouwbesluit en daarmee aangestuurde normen, dienen er per omgaande maatregelen te worden getroffen.

Wij adviseren om de betonnen dakplaten te verwijderen om de veiligheid te garanderen.

Alternatief is het renoveren van de betonnen onderdelen.

## Bijlage A: Fotorapportage globale visuele inspectie



*Afbeelding 7: schade en scheurvorming aan onderzijde van de betonnen dakplaten*



*Afbeelding 8: Scheurvorming aan de bovenzijde van het betonnen spant*



*Afbeelding 9: waterschade aan de kopzijde van de betonnen spanten*



*Afbeelding 10: begroeiing in de goot (en aan bovenzijde) van de carports*



*Afbeelding 11: HWA deesl opgenomen in betonnen spanten*



*Afbeelding 12: waterschade langs de betonnen spanten*



Afbeelding 13: reparaties uitgevoerd aan de onderzijde van de betonnen dakplaten



Afbeelding 14: betonnen balken op het eindstramien van de carports

## **Bijlage B: Indicatie kosten renoveren en slopen**