

5

TNO Bouw en Ondergrond

Civiele Infrastructuur
Van Mourik Broekmanweg 6
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T 015 276 30 00
F 015 276 30 18

TNO-rapport

2006-D-R0226

Parkeergarage Bos en Lommerplein Amsterdam

Datum	26 april 2006
Auteur(s)	ir. F.B.J. Gijsbers dr. ir. A.H.J.M. Vervuurt ir. H. Borsje
Aantal pagina's	28
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Fortis Vastgoed Beleggingen ing N.G. Spinhoven Postbus 2008 3500 GA Utrecht
Projectnaam	Parkeergarage Bos en Lommerplein
Projectnummer	034.67116/01.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2006 TNO

1 Inleiding

In opdracht van Fortis Vastgoed is door TNO Bouw en Ondergrond een onderzoek uitgevoerd aan de parkeergarage van het complex Bos en Lommerplein te Amsterdam. De aanleiding tot dit onderzoek was dat op 1 februari 2006 een verzakking werd geconstateerd van een deel van het marktplein, dat het dak van de parkeergarage vormt. Deze verzakking bleek veroorzaakt doordat enkele opleggingen van het dak van de parkeergarage, ter plaatse van as 11, bezweken waren. De schade werd waargenomen kort nadat op het plein een vrachtwagen langs de betreffende aansluitingen reed.

Het doel van het onderzoek is om na te gaan wat de oorzaak is van het bezwijken van die opleggingen. In vervolg hierop heeft Fortis Vastgoed verzocht om ook een onderzoek uit te voeren naar de toestand van de overige onderdelen van de onderhavige parkeergarage.

De resultaten van het totale onderzoek zijn vastgelegd in twee separate rapportages. TNO-rapport 2006-D-R0167 bevat de resultaten van het uitgevoerde veldonderzoek. Het voorliggende rapport bevat de resultaten van de beoordeling van het constructieve ontwerp van de bezweken opleggingen. Tevens worden in dit rapport de bevindingen van het veldonderzoek behandeld.

In hoofdstuk 2 van dit rapport is de aan TNO voorgelegde vraagstelling weergegeven. Hoofdstuk 3 bevat een overzicht van de ontvangen informatie. Hoofdstuk 4 betreft algemene informatie over het project, met name over de opbouw van de constructie. Hoofdstuk 5 betreft de beoordeling van het constructieve ontwerp van de bezweken aansluitingen op as 11 en van de aansluitingen op as 3. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de resultaten van het uitgevoerde veldonderzoek. Hoofdstuk 7 betreft de oorzaak van het bezwijken van de nokken op as 11. Ten slotte worden in hoofdstuk 8 de door Fortis Vastgoed gestelde deelvragen beantwoord.

3 Overzicht van ontvangen informatie

Onderstaand is een overzicht gegeven van de ontvangen informatie. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen tekeningen (A), berekeningen (B) en overige documenten (C).

Nr.	Van	Document	Datum
A1	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein te Amsterdam, werknr. 2000-086, tekeningen b-09: plattegrond nivo 1 (+4050) overzicht	31-11-2001
A2	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein te Amsterdam, werknr. 2000-086, tekeningen m-20: plattegrond nivo 0 (P=0); overzicht	21-12-2001
A3	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein te Amsterdam, werknr. 2000-086, tekeningen m-86: plattegrond nivo +1 (+4050); deel A+C 3; wapening balken en wandstekken	01-03-2002
A4	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H02: dek parkeerkelder as C-G / 3-6	18-07-2002 (B)
A5	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H03: dek parkeerkelder as C-G / 6-9	18-07-2002 (B)
A6	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H04: dek parkeerkelder as C-G / 9-12	18-07-2002 (B)
A7	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H05: dek parkeerkelder as G-L / 3-6	18-07-2002 (B)
A8	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H06: dek parkeerkelder as G-L / 6-9	18-07-2002 (B)
A9	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H07: dek parkeerkelder as G-L / 9-12	18-07-2002 (B)
A10	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H02: dek parkeerkelder as C-G / 3-6 DRUKLAAGWAPENING	18-07-2002 (B)
A11	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H03: dek parkeerkelder as C-G / 6-9 DRUKLAAGWAPENING	18-07-2002 (B)
A12	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H04: dek parkeerkelder as C-G / 9-12 DRUKLAAGWAPENING	18-07-2002 (B)
A13	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H05: dek parkeerkelder as G-L / 3-6 DRUKLAAGWAPENING	18-07-2002 (B)
A14	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H06: dek parkeerkelder as G-L / 6-9 DRUKLAAGWAPENING	18-07-2002 (B)

A32	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 04 WO: Nivo 1 as L - R / 11 - 8; onderwapening	06-11-2002 (A)
A33	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 04 WB: Nivo 1 as L - R / 11 - 8; bovenwapening	06-11-2002 (A)
A34	Steenhuis beton bv	Kant. Gulden Winckel Plein Amsterdam, werknr. 11551, tekeningnr. 9-1: prefab trap merk KT9-1	31-10-2002 (A)
A35	Betonson voorgespan-nen bekistingvloerplaat	projectnr. 27132, tekeningnr. S02: Beugels, Principe doorsnede versterkte strook	nov.2002
A36	Betonson voorgespan-nen bekistingvloerplaat	projectnr. 27132, tekeningnr. S03: Beugels, Principe doorsnede versterkte strook	nov.2002
A37	Betonson voorgespan-nen bekistingvloerplaat	projectnr. 27132, tekeningnr. S04: Beugels, Principe doorsnede versterkte strook	nov.2002
A38	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein A'dam, werknr. 2000-086, tekeningnr. W-96I: deelplattegrond nivo +1, deel D1; wapening strook op as L/8-11	19-11-2002
A39	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 11 WAP: Nivo 1 as J-M / 1-3; Boven en onderwapening	09-12-2002 (A)
A40	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein A'dam, werknr. 2000-086, tekeningnr. W-96IIa: deelplattegrond nivo +1, deel D1; wapening balk as 9	21-11-2002 (A)
A41	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein A'dam, werknr. 2000-086, tekeningnr. W-97II: deelplattegrond nivo 1 (+4050), deel D; wapening balk op as M en wapening balk tussen as K-L	20-11-2002
A42	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein A'dam, werknr. 2000-086, tekeningnr. W-94: deelplattegrond nivo +1 deel B6; wapening opstorten as 3; wapening balk en vloer as 2 / J-L	21-11-2002
A43	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 12 WAP: Nivo 1 as A-Fa / 1-3; Boven en onderwapening	09-12-2002 (A)
A44	Betonson voorgespan-nen bekistingvloerplaat	projectnr. 27132, tekeningnr. S05 t/m S10: Beugels, Principe doorsnede versterkte strook	
A45	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 05 WO: Nivo 1 as C - K / 1 - 6a; onderwapening	07-01-2003 (A)
A46	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 05 WB: Nivo 1 as C - K / 1 - 6a; bovenwapening	07-01-2003 (A)
A47	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 06 WO: Nivo 1 as C - K / 6a - 11; onderwapening	07-01-2003 (A)
A48	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 06 WB: Nivo 1 as C - K / 6a - 11; bovenwapening	07-01-2003 (A)

B10	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen, Amsterdam, productnr. 27132, berekeningen breedplaatvloer nr. 005a: Nivo 1 as C-K / 1-11 (uitvoer stroken)	09-12-2002
B11	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein te Amsterdam, werknr. 2000-086, Berekeningen nr. St9: Uitbreiding vloer t.b.v. Kentucky Fried Chicken	08-01-2003
B12	Steenhuis beton bv	Kantoren Gulden Winkelplantsoen Amsterdam, werkno. 11551, Statische berekeningen prefab elementen, Trappenhuis T9 (as: L/2)	febr.2003
B13	Steenhuis beton bv	Kantoren Gulden Winkelplantsoen Amsterdam, werkno. 11551, Statische berekeningen prefab elementen, Trappenhuis T11 (as: Z/20)	febr.2003
B14	Steenhuis beton bv	Kantoren Gulden Winkelplantsoen Amsterdam, werkno. 11551, Statische berekeningen prefab elementen, Trappenhuis T14 (as: X-28)	febr.2003
B15	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden Winkelplein, Amsterdam, productnr. 27679, berekeningen kanaalplaatvloer nr. HVP01: K1 en K2 laag +1 (P+4050)	20-02-2003
B16	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein te Amsterdam, werknr. 2006-035, Berekeningen en tekeningen A11, as I, J en K van nivo 1	06-02-2006
C1	?	Programma van eisen voor de markt op het nieuwe Gulden Winkelplantsoen	?
C2	Aboma/Keboma	V&G Plan	nov. 2001
C3	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Notitie MD/rab/003 betreffende schade Bos & Lommer te Amsterdam	27-02-2006
C4	Hillen en Roosen	Fax JIT betreffende toegepaste glijplaten	01-03-2006
C5	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Notitie betreffende belastingsuitgangspunten markplein	01-03-2006
C6	Lommaert/Montan	Buigstaten as 3 en as 11	23-07-2002 14-03-2003
C7	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Notitie betreffende overzicht belastingen	06-03-2006
C8	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Notitie betreffende belastingen PvE	06-03-2006
C9	Hillen en Roosen	Fax JIT betreffende toegepaste glijplaten	10-03-2006

- Het marktplein vormt het dak van de parkeergarage. De vloer die dit dak vormt is de vloer op het niveau +1. Deze vloer loopt door onder de hoogbouw.
- De tussenvloer in de parkeergarage is de vloer op het niveau 0.
- De vloer van de onderste parkeerlaag, de parkeerkelder, is de vloer op het niveau -1.



Foto 2.3: Overzicht bovenste parkeerlaag.

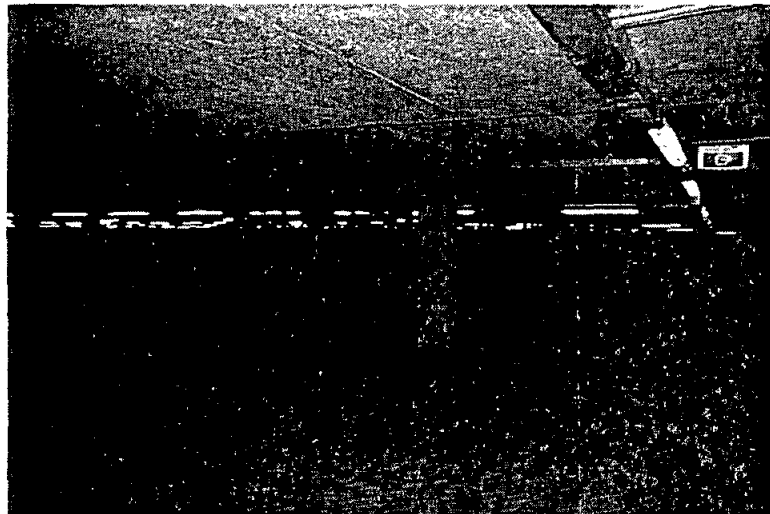


Foto 2.4: Overzicht parkeerkelder.

Het dak van de parkeergarage, de vloer op niveau +1, is opgebouwd uit geprefabriceerde breedplaten met daarop een laag ter plaatse gestort beton. In de vloer bevinden zich verzwaarde stroken (figuur 2.1) die worden ondersteund door kolommen. Deze verzwaarde stroken hebben een breedte van 1,8 m en steken circa 0,2 m onder de vloer uit.

In het dak van de parkeergarage is een dilatatievoeg aangebracht. Deze dilatatievoeg is in hoofdzaak gesitueerd ter plaatse van de begrenzing van het marktplein langs de hoogbouw (zie figuur in bijlage A).

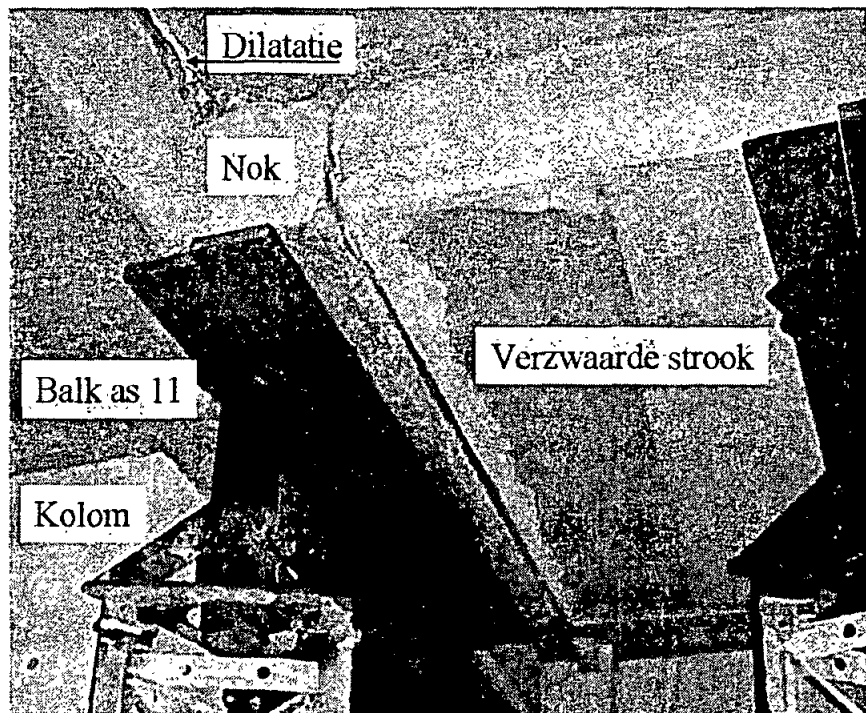


Foto 2.5: Overzicht nok aan balk op as 11.



Foto 2.6: Afgebroken nok op as 11, stramien J

Ingenieursbureau Zonneveld heeft uiteindelijk alleen met de veranderlijke belastingen behorende bij de incidentele situatie gerekend, omdat dat het maatgevende belastingsgeval is. Daarbij is één voertuig op een zodanige positie op het plein geplaatst dat de verbinding maximaal wordt belast. De motivatie voor de keuze van de gebruikte veranderlijke belastingen is niet gegeven in de berekeningsdocumenten van Ingenieursbureau Zonneveld.

In een notitie van 6 februari 2006 noemt Ingenieursbureau Zonneveld als uitgangspunt voor de veranderlijke belasting in de gebruiksfase "Verkeersklasse 30 (3 x 100 kN + 2 kN/m²)" en voor de veranderlijke belasting in de incidentele situatie "Verkeersklasse 45 (brandweerauto) geen VB, $\gamma=1,2$ ". De motivatie voor deze uitgangspunten is niet gegeven in de notitie.

In een notitie van 1 maart 2006 van Ingenieursbureau Zonneveld wordt voor de aangehouden gelijkmatig verdeelde belasting van 5 kN/m² in de gebruikssituatie verwezen naar NEN 6702. In een notitie van Ingenieursbureau Zonneveld d.d. 6 maart 2006 wordt gerefereerd aan het Programma van Eisen voor de markt, waarin het volgende is aangegeven:

"Verharding dimensioneren op zwaar verkeer. Concreet betekent dit, dat het marktdek geschikt moet zijn voor een RAVO veegwagen, leeggewicht 6 ton en beladen 12 ton, en een bedrijfsvuilwagen, die beladen 19,2 ton weegt."

Ingenieursbureau Zonneveld stelt in de notitie van 6 maart 2006 dat aan dit PvE voldaan wordt omdat de in het ontwerp aangehouden belastingen hoger zijn dan genoemd in het PvE.

De omschrijving in het PvE voor de markt lijkt echter bedoeld voor het ontwerp van de verharding op het marktplein en lijkt niet geschreven vanuit het perspectief van de onder het marktplein gelegen dakconstructie van de parkeergarage.

Behalve belasting door de schoonmaakwagens als genoemd in het PvE voor de markt wordt het plein tevens gebruikt voor het houden van markt en voor de bevoorrading van winkels rondom het plein. Voor de bevoorrading van winkels worden volgens de informatie van de opdrachtgever onder andere voertuigen gebruikt van het type truck met oplegger.

In verband met calamiteiten, zoals brand, moet tevens rekening worden gehouden met belasting door brandweervoertuigen. In dit verband wordt opgemerkt dat in het bovengenoemde PvE verwezen wordt naar het PvE Brandweer. Het PvE Brandweer is echter niet beschikbaar.

In de door het Bouwbesluit aangewezen norm NEN 6702 voor belastingen op bouwconstructies is in artikel 8.5.1 aangegeven dat de norm geen belastingen door voertuigen op bouwconstructies onder de openbare weg specificeert. Indien het marktplein wordt beschouwd als onderdeel van de openbare weg, dan is NEN 6702 dus niet van toepassing voor de specificatie van de belastingen. In dat geval kan gebruik worden gemaakt van NEN 6723 waarin verkeersbelastingsklassen 60, 45 en 30 worden gespecificeerd. Daarbij is aangegeven met welke gelijkmatig verdeelde veranderlijke belasting in de verschillende klassen rekening moet worden gehouden:

5.3 Belasting op en sterkte van de verbindingen op as 11

De verbindingen op as 11, niveau +1, bestaan uit een tand aan de verzwaaarde strook in de vloer en een nok aan de balk op as 11. Deze paragraaf betreft de sterkte van de bezweken nokken op de assen I, J en K.

In het in paragraaf 5.2 genoemde berekeningsdocument van 4 maart 2002 van Ingenieursbureau Zonneveld is de belasting op de genoemde nokken berekend, waarbij is uitgegaan van de uitgangspunten als genoemd en besproken in paragraaf 5.2.

De berekening geeft aanleiding tot de volgende opmerkingen.

De nokken zijn in de berekening geschematiseerd als puntvormige ondersteuning, die dientengevolge uitsluitend centrisch worden belast. Aangenomen is dat de berekende belasting op de nok gelijkmatig is verdeeld over de nokbreedte van 1,8 m. Met name voor belastingen door voertuigen is de gekozen schematisering en de aanname dat de belasting op de nok gelijkmatig is verdeeld te gunstig. Door de voertuigbelastingen kan de nok namelijk excentrisch worden belast, waardoor het uiteinde van de nok zwaarder wordt belast dan berekend. De mate waarin het uiteinde van de nok zwaarder wordt belast is afhankelijk van de stijfheid van het oplegmateriaal tussen tand en nok in relatie tot de stijfheid van de betonconstructie. Uitgaande van een rubberachtig oplegmateriaal met een dikte van 10 mm, zoals toegepast, is door TNO een belastingsverhoging op het uiteinde van de nok berekend van circa 50%. Deze verhoging geldt overigens alleen voor het deel van de belasting tengevolge van de veranderlijke voertuigbelasting.

De rekenwaarde voor de belasting op de nok is in de ontwerpberekening door Ingenieursbureau Zonneveld bepaald op 788 kN.

De vertaling van de voertuigbelasting naar de belasting op de nok is echter in de berekening van 4 maart 2002 niet geheel correct uitgevoerd. In het document van Ingenieursbureau Zonneveld van 6 februari 2006 is dit gecorrigeerd hetgeen leidt tot een rekenwaarde van 869,4 kN. Door TNO is door middel van een controleberekening geconcludeerd dat – afgezien van het genoemde effect van excentrische belasting – de laatstgenoemde waarde correct is.

Ten aanzien van de sterkte van de nok op buiging is in het ontwerp bepaald dat een hoeveelheid van 1.032 mm²/m momentwapening vereist is, hetgeen in de berekening is vertaald in wapening Ø12-100, overeenkomend met 1.130 mm²/m. Deze wapening is tevens op de werktekening (tekeningnr. W-88I, deelgoedkeuring nr. 9 d.d. 4 april 2003) aangegeven in de vorm van haarspelden in de nok.

Voor wat betreft de sterkte van de nok op dwarskracht is in de ontwerpberekening bepaald:

Rekenwaarde optredende schuifspanning: $\tau_d = 1,61 \text{ N/mm}^2$
Rekenwaarde schuifsterkte: $\tau_1 = 4,13 \text{ N/mm}^2$

Correctie van de hiervoor genoemde onjuistheid in de berekening van de belasting op de nok (869,4 kN in plaats van 788 kN) leidt tot een rekenwaarde van de optredende schuifspanning van 1,78 N/mm².

- De berekende wapening is vergeleken met de wapening op de tekeningen van BetonSon. Het resultaat is als volgt:

$$F_d = 1.269 \text{ kN:}$$

Ophangwapening: berekend 2.917 mm^2 , tekening 12 WAP: 3.820 mm^2 (19 Ø16)

Momentwapening: berekend 3.646 mm^2 , tekening 12 WAP: 3.820 mm^2 (19 Ø16)

$$F_d = 1.084,2 \text{ kN:}$$

Ophangwapening: berekend 2.493 mm^2 , tekening 12 WAP: 3.820 mm^2 (19 Ø16)

Momentwapening: berekend 3.116 mm^2 , tekening 12 WAP: 3.820 mm^2 (19 Ø16)

De op de tekening aangegeven hoeveelheid wapening correspondeert dus met de berekening. De locatie van de ophangwapening in de balk, die in de tekening is aangegeven, wijkt echter af van de aanname in de berekening. In de tekening is namelijk aangegeven dat de onderzijde van de balk wordt gevormd door een breedplaat. De in het werk bij te leggen ophangwapening moet worden geplaatst op de breedplaat en is daardoor niet tot onderin de balk aanwezig. De ophangwapening zoals aangegeven in de tekening functioneert daardoor niet zoals bedoeld in de berekening.

Conclusie 5

De achtergrond van de door BetonSon aangehouden waarden voor de belasting op de nokken op as 3 is vooralsnog niet duidelijk.

Conclusie 6

De ligging van de ophangwapening in de balk op as 3 volgens de werktekening wijkt af van de aannames in de ontwerpberekening. De ophangwapening zoals aangegeven in de werktekening functioneert daardoor niet zoals bedoeld in de berekening.

geen scheurvorming waargenomen. Er is dus aan de bovenzijde geen zichtbare schade aanwezig als gevolg van het bezwijken van de drie nokken op as 11.

Het afgebroken beton ter plaatse van de nokken op as I en as J is verwijderd zodat de wapening in kaart kon worden gebracht (foto 3.14 tot en met 3.16). Geconstateerd is dat in de oplegnokken haarspelden $\text{Ø}12\text{--}150$ mm aanwezig zijn. Volgens de werktekening zou dit $\text{Ø}12\text{--}100$ mm moeten zijn.

Conclusie 8

De hoeveelheid wapening in de nokken op as 11 ter plaatse van as I en as J is 2/3 van de hoeveelheid die op de werktekening is aangegeven.

De ophangwapening in de balk, die volgens de werktekening zou moeten bestaan uit haarspelden $\text{Ø}12\text{--}100$ mm, is niet aanwezig. In plaats daarvan zijn beugels $\text{Ø}8\text{--}300$ mm aangetroffen. Deze wapening is wel vermeld op de werktekening, maar dan in de balk naast de nokken en dus niet ter plaatse van de nokken. De totale doorsnede van de beugels $\text{Ø}8\text{--}300$ mm bedraagt ongeveer 15 % van de op de werktekening aangegeven ophangwapening $\text{Ø}12\text{--}100$ mm.

Over de afwijkingen in de wapening is navraag gedaan bij DVP. Dit bureau voerde directie en hield toezicht tijdens de bouw. De procedure voor toetsing van de wapening door DVP in het werk was dat wijzigingen in de bouw (nieuwe/andere onderdelen en detail, nieuwe ploegen) nauwkeurig werden begeleid. Daarna was de toetsing steekproefsgewijs.

De redenen van de geconstateerde afwijkingen zijn niet bekend.

Conclusie 9

De doorsnede van de ophangwapening in de balk op as 11 ter plaatse van de nokken I en J is 15% van de hoeveelheid ophangwapening die op de werktekening is aangegeven.

De druksterkte van het beton op as 11 is indicatief bepaald met behulp van een Schmidthamer. De resultaten geven aan dat de sterkteklasse B35, die is gehanteerd in de ontwerpberekening en is vermeld op de werktekening, aanwezig is.

Conclusie 10

De betonsterkteklasse B35, die is gehanteerd in de ontwerpberekening en is vermeld op de werktekening, is aanwezig.

6.3 As 3 – niveau +1

Bij verschillende nokken op as 3, namelijk ter plaatse van de assen C, D, F en J is eveneens scheurvorming aangetroffen die een aanwijzing vormt dat een begin van bezwijken, zoals aangetroffen op as 11 ter plaatse van as I, J en K, aanwezig kan zijn. Het betreft hier steeds scheurvorming in de balk aan één dan wel beide zijden van de nok (foto's 4.3 tot en met 4.8).

De opbouw van de nokconstructie op as 3 wijkt af van de werktekeningen. Op as D is geconstateerd dat in de nok geen haarspelden, zoals vermeld op de werktekening (tekeningnummer 12WAP), maar rechte staven $\text{Ø}16$ mm aanwezig zijn. Volgens de

ad 2: Scheurvorming en afbrokkeling bij tandoplegging op as 14 / I

De scheurvorming en afbrokkeling ter plaatse van deze tandoplegging is veroorzaakt doordat reparaties aan deze tandoplegging zijn doorgezet tot in de dilatatie. Als gevolg van bewegingen van het dak is de reparatiemortel gescheurd en afgebrokkeld.

Geadviseerd wordt om alle losse betondelen te verwijderen en het beton vervolgens te repareren met een cementgebonden reparatiemortel, conform CUR Aanbeveling 54. Hierbij dient ervoor gezorgd te worden dat de dilaterende werking van de voeg gewaarborgd blijft.

ad 3: Lekkage ter plaatse van de verzwaarde strook op as C tussen de assen 5 en 6

Omdat de lekkage ter plaatse van deze tandoplegging een negatieve invloed kan hebben op de duurzaamheid van het beton en op de bruikbaarheid van de parkeergarage, wordt geadviseerd om deze lekkage te verhelpen. Hiertoe dient, indien mogelijk, op deze locatie de afwerking op het dak van de parkeergarage tot aan de waterdichte laag verwijderd te worden, waarna de waterdichtheid van deze laag hersteld kan worden.

6.5 Niveau 0

De tussenvloer van de parkeergarage (niveau 0) is vanaf de onderzijde en de bovenzijde visueel geïnspecteerd. Het doel daarvan was eventueel aanwezige zichtbare tekortkomingen in kaart te brengen (zie rapportage veldonderzoek, hoofdstuk 6).

Op vijf locaties zijn tekortkomingen aangetroffen (foto's 6.1 tot en met 6.4):

1. Scheurvorming in de vloer ter plaatse van de tandoplegging van de verzwaarde stroken op as 11.
2. Losgedrukte schol in de onderzijde van de vloer tussen de assen H en I nabij as 6.
3. Scheurvorming in de balk op as 3/J ter plaatse van de tandoplegging van de verzwaarde strook.
4. Scheurvorming in de onderzijde van de verzwaarde stroken.
5. Scheurvorming en scholvorming in de bovenzijde van de vloer.

Onderstaand volgt voor de bovengenoemde tekortkomingen een analyse van de oorzaak en, indien relevant, een herstelvoorstel.

ad 1: Scheurvorming in tussenvloer ter plaatse van de tandoplegging op as 11

Deze scheurvorming in de onderzijde van de kanaalplaten is vermoedelijk ontstaan als gevolg van onvoldoende dilaterende werking van de dilatatievoeg, mogelijk in combinatie met onvoldoende vlakheid van het oplegvlak. De scheurvorming is gesitueerd ter plaatse van het eerste kanaal in de kanaalplaten en kruist daardoor geen constructieve wapening. Om deze reden wordt herstel van deze scheurvorming niet noodzakelijk geacht.

7 Oorzaak van het bezwijken van de nokken op as 11

De nokken op as 11 ter plaatse van de assen I, J en K zijn bezweken omdat op die plaatsen de belasting op de nokken groter is geweest dan de sterkte van de nokken.

Ten aanzien van de sterkte van de nokken is het niet aanwezig zijn van de ophangwapening $\text{Ø}12\text{--}100$ mm, zoals op de werktekening is aangegeven, bepalend. De wel aanwezige wapening, $\text{Ø}8\text{--}300$ mm, heeft een doorsnede die slechts 15% bedraagt van de op de werktekening aangegeven ophangwapening. Omdat de staalsoort voor beide gelijk is, geldt dezelfde reductie ook voor de sterkte. De sterkte van de aanwezige ophangwapening is dus slechts 15% van de sterkte van de ophangwapening die op de werktekening is aangegeven.

De sterkte van de aanwezige ophangwapening $\text{Ø}8\text{--}300$ mm bedraagt circa 190 kN, uitgaande van de werkelijke treksterkte van het betonstaal, zijnde ongeveer 550 N/mm^2 , behorende bij het toegepaste betonstaal FeB 500. De belasting op de nok door het eigen gewicht van de constructie bedraagt ongeveer 430 kN, hetgeen aanzienlijk meer is dan de sterkte van de aanwezige ophangwapening. Dat het volledig bezwijken niet eerder is opgetreden is te wijten aan de reserves in de krachtoverdracht, waarmee voor het dimensioneren van de ophangwapening normaliter geen rekening wordt gehouden. Te denken valt hierbij aan de overdracht van belasting door middel van wrijving in de scheuren van het beton, de zogenaamde 'aggregate interlock', en de deuwelwerking van de haarspelden $\text{Ø}12\text{--}150$ mm in de nok.

Aan de breukvlakken en de corrosie van de wapening is te zien dat de breukvlakken voor een deel al aanwezig waren vóór 1 februari 2006. Kennelijk hebben belastingen op de constructie al eerder geleid tot het ontstaan van een deel van de breukvlakken. De belasting door de passerende vrachtwagen op 1 februari 2006 heeft geleid tot het volledig bezwijken van de drie nokken.

Over de grootte van de veranderlijke belastingen op het plein, die feitelijk aanwezig zijn geweest, is voornamelijk geen informatie beschikbaar.

Conclusie 12

De hoofdoorzaak voor het bezwijken van de nokken is het ontbreken van de op de werktekening aangegeven ophangwapening in de balk op as 11.

- De permanente belastingen zijn in overeenstemming met de uitgangspunten voor het ontwerp.
- Over de grootte van de veranderlijke belastingen op het plein is vooralsnog geen informatie beschikbaar.

Vraag 3:

In hoeverre is de gerealiseerde constructie op as 11 en as 3 in overeenstemming met de constructietekeningen?

Antwoord:

De volgende afwijkingen tussen de werktekening en de gerealiseerde constructie op as 11 zijn aangetroffen:

- De hoeveelheid wapening in de nokken op as 11 ter plaatse van as I en as J is 2/3 van de hoeveelheid die op de werktekening is aangegeven.
- De doorsnede van de ophangwapening in de balk op as 11 ter plaatse van de nokken I en J is 15% van de hoeveelheid ophangwapening die op de werktekening is aangegeven.

De volgende afwijkingen tussen de werktekening en de gerealiseerde constructie op as 3 zijn aangetroffen:

- Op as 3 ter plaatse van as D is geconstateerd dat in de nok geen haarspelden Ø16 mm, zoals vermeld op de werktekening, maar rechte staven Ø16 mm aanwezig zijn.

Vraag 4:

In hoeverre zijn er tekortkomingen in het restant van de van de garage?

Antwoord:

Op niveau +1 (de dakvloer) zijn op drie locaties onvolkomenheden aangetroffen:

- Lekkage, scheurvorming en afgedrukte betonschol bij tandoplegging op as 13/G-H.
- Scheurvorming en afbrokkeling bij tandoplegging op as 14 / I.
- Lekkage ter plaatse van de verzwaarde strook op as C tussen de assen 5 en 6.

Op niveau 0 (de tussenvloer) zijn op vijf locaties onvolkomenheden aangetroffen:

- Scheurvorming in de vloer ter plaatse van de tandoplegging van de verzwaarde stroken op as 11.
- Losgedrukte schol in de onderzijde van de vloer tussen de assen H en I nabij as 6.
- Scheurvorming in de balk op as 3/J ter plaatse van de tandoplegging van de verzwaarde strook.
- Scheurvorming in de onderzijde van de verzwaarde stroken.
- Scheurvorming en scholvorming in de bovenzijde van de vloer.

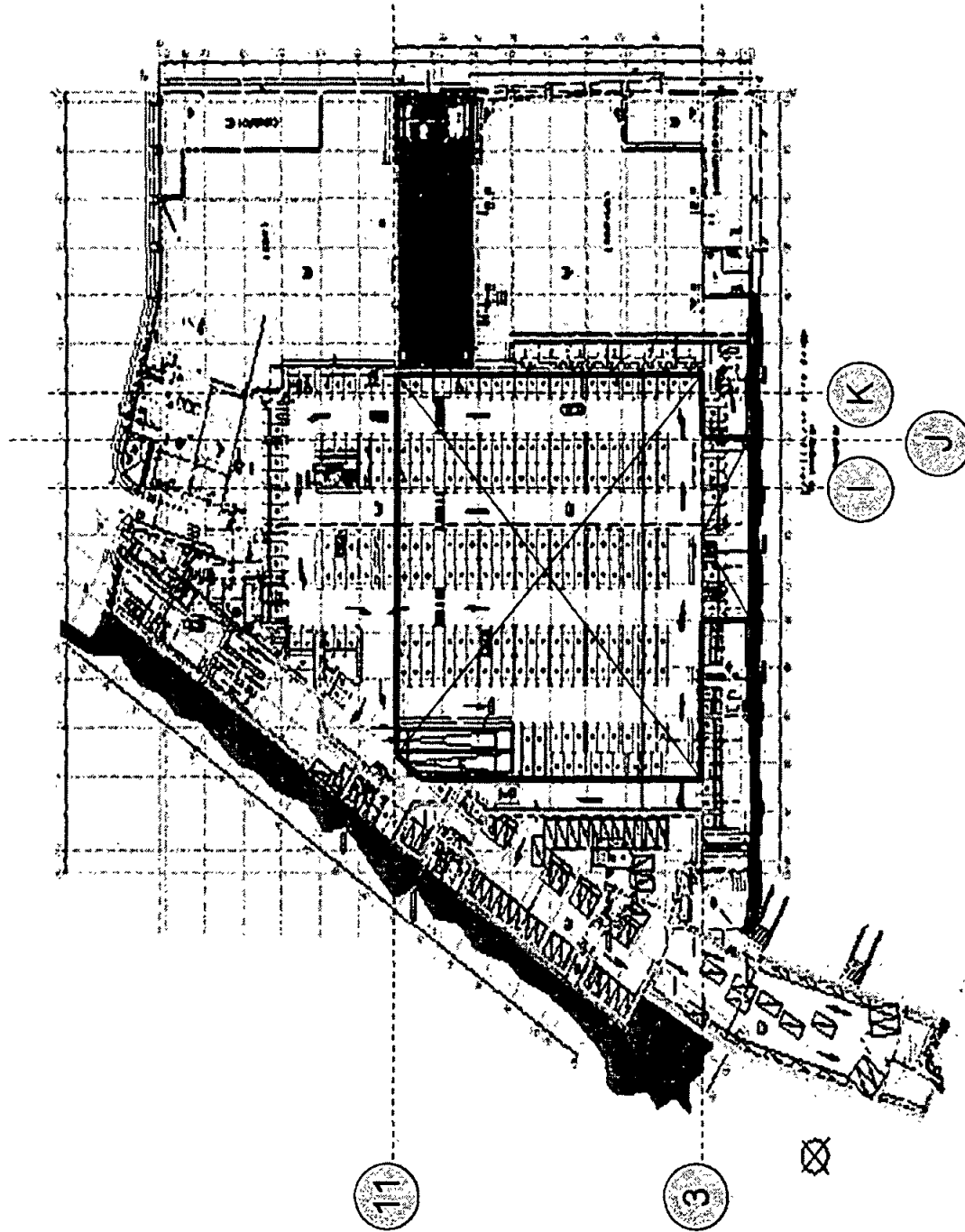
Vraag 5:

Welke mogelijkheden zijn er om de schade te herstellen?

Antwoord:

Bij de beantwoording van deze vraag worden de verschillende situaties afzonderlijk beschouwd. De genoemde herstelmogelijkheden zijn alleen op hoofdlijnen beschreven. Andere herstelmogelijkheden worden niet uitgesloten.

A Plattegrond van het complex



Niveau 0 met daarin aangegeven het marktplein op niveau +1