

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	FortisVastgoed 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-hebbers is toegestaan.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Vraagstelling	4
3	Overzicht van ontvangen informatie.....	5
4	Algemene informatie over het project.....	10
4.1	Opbouw van de constructie.....	10
5	Beoordeling constructief ontwerp	14
5.1	Inleiding.....	14
5.2	Ontwerputgangspunten	14
5.3	Belasting op en sterkte van de verbindingen op as 11	17
5.4	Belasting op en sterkte van de verbindingen op as 3	18
6	Resultaten veldonderzoek	20
6.1	Inleiding.....	20
6.2	As 11 – niveau +1	20
6.3	As 3 – niveau +1	21
6.4	Niveau +1.....	22
6.5	Niveau 0.....	23
7	Oorzaak van het bezwijken van de nokken op as 11	25
8	Beantwoording van de deelvragen	26

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.

2 Vraagstelling

Door Fortis Vastgoed is aan TNO gevraagd de oorzaak van de opgetreden schade vast te stellen. Daarbij zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

- a. Voldoet het ontwerp van de aansluitingen op as 11 en as 3 aan de vigerende regelgeving (Bouwbesluit, de daardoor aangewezen normen en eventuele andere normen en richtlijnen)?
- b. In hoeverre zijn de aanwezige belastingen op de parkeergarage en het marktplein in overeenstemming met de uitgangspunten voor het ontwerp?
- c. In hoeverre is de gerealiseerde constructie op as 11 en as 3 in overeenstemming met de constructietekeningen?
- d. In hoeverre zijn er tekortkomingen in het restant van de parkeergarage?
- e. Welke mogelijkheden zijn er om de schade te herstellen?

In bovenstaande vraagstelling wordt behalve aan as 11 ook gerefereerd aan as 3, die is gesitueerd aan de tegenoverliggende zijde van het marktplein. Op as 3 zijn namelijk enkele aansluitingen aanwezig, die vergelijkbaar zijn met de aansluitingen op as 11.

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)

A15	Betonson Productgroep vloeren	Amsterdam, Gulden winkelplantsoen. Bos & Lommer, projectnr. 27107, tekeningnr. H07: dek parkeerkelder as G-L / 9-12 DRUKLAAGWAPENING	18-07-2002 (B)
A16	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein te Amsterdam, werknr. 2000-086, tekeningen m-199/103d: drsn 103, 103a, 103b	24-01-2003 (D)
A17	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein te Amsterdam, werknr. 2000-086, tekeningen m-88c: plattegrond nivo +1 (+4050); deel A+C 5	27-03-2003 (C)
A18	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winkelplein A'dam, werknr. 2000-086, tekeningnr. W-97: deelplattegrond nivo 1 (+4050) deel D2	08-01-2003 (A)
A19	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. S02: Nivo 1 as L - R / 5 - 1	05-11-2002 (B)
A20	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. S03: Nivo 1 as L - R / 8 - 5	01-11-2002 (B)
A21	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. S04: Nivo 1 as L - R / 11 - 8	01-11-2002 (B)
A22	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. S05: Nivo 1 as G-L / 5-1	11-12-2002 (C)
A23	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. S06: Nivo 1 as G -L / 8 - 5	11-12-2002 (B)
A24	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. S07: Nivo 1 as G -L / 11 - 8	11-12-2002 (B)
A25	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. S08: Nivo 1 as A-L / 5-1	11-12-2002 (C)
A26	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. S09: Nivo 1 as C - G / 8 - 5	11-12-2002 (B)
A27	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winkelplantsoen te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. S10: Nivo 1 as C - G / 11 - 8	11-12-2002 (B)
A28	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 02 WO: Nivo 1 as L - R / 5 - 1; onderwapening	06-11-2002 (A)
A29	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 02 WB: Nivo 1 as L - R / 5 - 1; bovenwapening	06-11-2002 (A)
A30	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 03 WO: Nivo 1 as L - R / 8 - 5; onderwapening	06-11-2002 (A)
A31	Betonson Productgroep vloeren	Gulden winkelplantsoen Bos & Lommer te Amsterdam, projectnr. 27132, tekeningnr. 03 WB: Nivo 1 as L - R / 8 - 5; bovenwapening	06-11-2002 (A)

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 winckelplein 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 winckelplein 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 winckelplein 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 winckelplein 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)

A49	Betonson Productgroep vloeren	Bovenbouw kantoor K1 t/m K3 GWP Amsterdam, projectnr. 27679, tekeningnr. H01: Verdiepingsvloer K1, str. J-27 / X-C	17-02-2003 (B)
A50	Betonson Productgroep vloeren	Bovenbouw kantoor K1 t/m K3 GWP Amsterdam, projectnr. 27679, tekeningnr. H02: Verdiepingsvloer K2, str. 27-38 / Z-X	17-02-2003 (B)
A51	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winckelplein A'dam, werknr. 2000-086, tekeningnr. W-87I: deelplattegrond nivo +1 deel A+C4; wapening balk op as 11 - C/H en balk tussen as G/H - 11/13	15-01-2003
A52	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winckelplein A'dam, werknr. 2000-086, tekeningnr. W-88I: deelplattegrond nivo +1 deel A+C5; wapening balken op as 11 - G / M	15-01-2003
A53	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winckelplein A'dam, werknr. 2000-086, tekeningnr. W-84IV: deelplattegrond nivo +1 deel A+C1; wapening balken tussen as F-G/14-16	17-01-2003
A54	Steenhuis beton bv	Kant. Gulden Winckelplantsoen Amsterdam, werknr. 11551, tekeningnr. 11-1: prefab trap merk KT11-1	10-02-2003 (A)
A55	Steenhuis beton bv	Kant. Gulden Winckelplantsoen Amsterdam, werknr. 11551, tekeningnr. 14-1: prefab trap merk KT14-1	10-02-2003 (A)
A56	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winckelplein A'dam, werknr. 2000-086, tekeningnr. W-92II: deelplattegrond nivo +1 deel B4; wapening vloer tussen as 5-6 / B-Z en links van as A / 3-4 en balk op as J / Z-A	31-01-2003
B1	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winckelplein te Amsterdam, werknr. 2000-086, Berekeningen nr. B1: Balken nivo 1, bouwdeel A + C	04-03-2002
B2	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden Winckelplein, Amsterdam, productnr. 27.107, berekeningen kanaalplaatvloer nr. H02: Begane grond (nivo 0) parkeergarage Tek. H02 t/m H07	17-07-2002 (gew.)
B3	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden Winckelplein te Amsterdam, werknr. 2000-086, Berekeningnr. V3: Berekening druklaagwapening Parkeerkelder	23-09-2002
B4	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer winckelplantsoen, Amsterdam, productnr, 27132, berekeningen breedplaatvloer nr. 002: Nivo 1 as L-R / 1-11	30-10-2002
B5	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer winckelplantsoen, Amsterdam, productnr, 27132, berekeningen breedplaatvloer nr. 002a: Nivo 1 as L-R / 1-11 (uitvoer stroken)	30-10-2002
B6	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winckelplantsoen, Amsterdam, productnr, 27132, berekeningen breedplaatvloer nr. 003: Nivo 1 as J-M / 1-3	28-11-2002
B7	Ingenieursbureau Zonneveld b.v.	Bos & Lommer Gulden winckelplein te Amsterdam, werknr. 2000-086, Berekeningen nr. V4: Balken nivo 1 deel D	13-11-2002
B8	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winckelplantsoen, Amsterdam, productnr, 27132, berekeningen breedplaatvloer nr. 004: Nivo 1 as A-Fa / 1-3	28-11-2002
B9	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden winckelplantsoen, Amsterdam, productnr, 27132, berekeningen breedplaatvloer nr. 005: Nivo 1 as C-K / 1-11 (Marktplein)	09-12-2002

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 Winckelplatsoen Amsterdam, werkno. 11551, Statische berekeningen prefab elementen, Trappenhuis T9 (as: L/2)	febr.2003
B13	Steenhuis beton bv	Kantoren Gulden Winckelplatsoen Amsterdam, werkno. 11551, Statische berekeningen prefab elementen, Trappenhuis T11 (as: Z/20)	febr.2003
B14	Steenhuis beton bv	Kantoren Gulden Winckelplatsoen Amsterdam, werkno. 11551, Statische berekeningen prefab elementen, Trappenhuis T14 (as: X-28)	febr.2003
B15	Betonson Productgroep vloeren	Bos & Lommer Gulden Winckelplein, 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 Winckelplantsoen	?
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

4 Algemene informatie over het project

4.1 Opbouw van de constructie

Het complex Bos en Lommerplein is gebouwd in de periode 2001/2004 en is begin 2004 in gebruik genomen. Het complex is onderverdeeld in enkele blokken hoogbouw, die gezamenlijk een marktplein omsluiten, en een eronder gesitueerde parkeergarage (foto 2.1 en 2.2).



Foto 2.1: Overzicht noordelijk deel van het marktplein ter plaatse van as 11.



Foto 2.2: Overzicht zuidelijk deel van het marktplein.

Het uitgevoerde onderzoek heeft betrekking op de parkeergarage onder het complex, die twee parkeerlagen heeft (foto 2.3 en 2.4). In de onderhavige rapportage worden de verschillende onderdelen van de parkeergarage als volgt benoemd:

- 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.



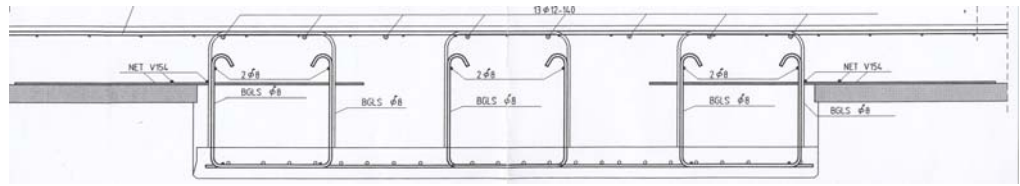
Foto 2.3: Overzicht bovenste parkeerlaag.



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).



Figuur 2.1: Doorsnede verzwaarde stroken in het dak van de parkeergarage, met links en rechts van de verzwaarde strook de breedplaatvloer.

De tussenvloer in de parkeergarage, de vloer op niveau 0, is over het gedeelte waaronder zich de parkeerkelder bevindt opgebouwd uit kanaalplaten met daarop een laag ter plaatse gestort beton. In deze vloer bevinden zich dezelfde verzwaarde stroken als in het dak van de parkeergarage. Deze verzwaarde stroken worden ondersteund door kolommen.

Over het gedeelte van deze vloer waaronder zich geen parkeerkelder bevindt is de vloer opgebouwd uit straatklinkers die direct op de ondergrond zijn gesitueerd. Ook de vloer van de parkeerkelder is vervaardigd van straatklinkers.

Ten behoeve van de plaatsbepaling in het complex is tijdens de bouw gebruik gemaakt van stramienlijnen (zie figuur in bijlage A). Deze codering is ten behoeve van het onderhouds onderzoek overgenomen. Ten aanzien van deze codering geldt het volgende:

- De assen die oost-west zijn georiënteerd zijn gecodeerd met een cijfer; de zuidelijke as is as 1 en de noordelijke as is as 18.
- De assen die noord-zuid zijn georiënteerd zijn gecodeerd met een letter; de westelijke as is as A en de oostelijke as is as R.
- De zuidelijke begrenzing van het marktplein is gesitueerd ter plaatse van as 3 en de noordelijke begrenzing ter plaatse van as 11.

De bezwaken aansluitingen bevinden zich op niveau +1, dat wil zeggen het dak van de parkeergarage, en wel op as 11 ter plaatse van stramien I, J en K. De aansluitingen bestaan uit een tand, die onderdeel uitmaakt van de verzwaarde strook, die is opgelegd op een nok, die één geheel vormt met de balk op as 11 (zie foto 2.5). Op foto 2.6 is de afgebroken nok ter plaatse van stramienas J te zien.



Foto 2.5: Overzicht nok aan balk op as 11.



Foto 2.6: Afgebroken nok op as 11, stramien J

5 Beoordeling constructief ontwerp

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het constructieve ontwerp van de bezweken aansluitingen op as 11 en as 3 van niveau +1. Het constructieve ontwerp van de verbindingen op as 11 is gemaakt door Ingenieursbureau Zonneveld te Rotterdam. Het constructieve ontwerp van de verbindingen op as 3 is gemaakt door BetonSon.

Hierna worden in paragraaf 5.2 de door Ingenieursbureau Zonneveld gehanteerde uitgangspunten voor het ontwerp besproken. Vervolgens wordt in paragraaf 5.3 ingegaan op de berekening van de belastingen op en de sterkte van de bezweken verbindingen op as 11. Paragraaf 5.4 betreft de overeenkomstige beoordeling van de verbindingen op as 3.

5.2 Ontwerpuitgangspunten

De belastingen op de onderhavige verbindingen op niveau +1 worden bepaald door:

- permanente belasting door het eigen gewicht van de constructie;
- permanente belasting door het gewicht van de zandlaag en de bestrating op het dak van de parkeergarage;
- de veranderlijke belastingen op het marktplein.

Het oorspronkelijke constructieve ontwerp van de verbindingen op as 11 door Ingenieursbureau Zonneveld is van 4 maart 2002 (werknr. 2000-086, bereknr. B1).

De permanente belastingen zijn op de juiste wijze in rekening gebracht.

Voor de veranderlijke belastingen op het plein is uitgegaan van:

Gebruikssituatie:
Gelijkmatig verdeelde belasting: 5 kN/m^2

Verkeersbelasting: één laststelsel met drie assen van 100 kN elk (voertuig volgens verkeersklasse 30), in combinatie met een gelijkmatig verdeelde belasting van 2 kN/m^2 .

Belastingsfactor veranderlijke belastingen: 1,5

Incidentele situatie (brandweervoertuig):
Laststelsel: één laststelsel met drie assen van 150 kN elk (voertuig volgens verkeersklasse 45), geen gelijkmatig verdeelde veranderlijke belasting.

Gelijkmatig verdeelde belasting: 0 kN/m^2

Belastingsfactor veranderlijke belasting: 1,2

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 specificiert. 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:

Klasse 60: drie assen van 200 kN elk, in combinatie met 4 kN/m^2
Klasse 45: drie assen van 150 kN elk, in combinatie met 3 kN/m^2
Klasse 30: drie assen van 100 kN elk, in combinatie met 2 kN/m^2

De combinatie behorend bij klasse 30 correspondeert met de verkeersbelasting die door Ingenieursbureau Zonneveld in het ontwerp is aangehouden voor de gebruikssituatie, waarbij door Ingenieursbureau Zonneveld één voertuig in rekening is gebracht in combinatie met een gelijkmatig verdeelde veranderlijke belasting van 2 kN/m^2 .

Ten aanzien van het aantal voertuigen, dat in rekening moet worden gebracht, moet in het constructieve ontwerp rekening worden gehouden met het feit dat verschillende voertuigen naast elkaar op het plein kunnen staan. Ook hiervoor geeft NEN 6723 rekenregels. Deze regels leiden voor de gebruikssituatie, uitgaande van verkeersklasse 30, tot een aanzienlijke hogere belasting op de nokken dan waarmee in het oorspronkelijke ontwerp rekening is gehouden.

Voor de incidentele situatie (belasting door één brandweervoertuig) is door Ingenieursbureau Zonneveld geen rekening gehouden met gelijkmatig verdeelde belasting. Dit is discutabel, omdat er sprake kan zijn van belastingen door bijvoorbeeld marktactiviteiten op het ogenblik dat er brand uitbreekt en één of meer brandweervoertuigen het plein op rijden. In het ontwerp is er ook van uitgegaan dat er niet meer dan één brandweervoertuig op het beschouwde gedeelte van het plein staat. Denkbaar is echter dat meer voertuigen aanwezig zijn. Verder is in het ontwerp voor de incidentele situatie gerekend met een gereduceerde belastingsfactor voor de veranderlijke belasting, namelijk 1,2 in plaats van 1,5. Niet duidelijk is waarop deze reductie is gebaseerd.

Of het marktplein te beschouwen is als onderdeel van de openbare weg is overigens discutabel. Enerzijds is er sprake van een slagboom bij de toegang, anderzijds zijn er ter plaatse van de toegang geen aslastbepalende maatregelen, zoals een aanduiding van maximaal toelaatbare aslasten. Volgens Fortis zijn aan haar geen beperkingen opgelegd voor de belastingen op het plein.

Conclusie 1:

De uitgangspunten in het constructieve ontwerp voor de veranderlijke belasting op het plein zijn discutabel. Dit betreft de aangehouden belastingsklasse voor belastingen door voertuigen, het aantal in rekening gebrachte voertuigen, de gelijkmatig verdeelde belasting en de toegepaste belastingsfactoren. Indien wordt uitgegaan van een lagere belasting dan het maximum behorend bij verkeersklasse 60, dan zijn in combinatie daarmee lastbepalende maatregelen nodig, die echter niet aanwezig waren in de periode voorafgaand aan het bezwijken van de verbindingen op as 11.

Conclusie 2:

De omschrijving in het PvE voor de markt lijkt 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. Het is daarom discutabel of de aan te houden belastingen voor het ontwerp van de constructie van de parkeergarage aan dit PvE kunnen worden ontleend.

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 verzwaarde 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.

Bij de berekening van de rekenwaarde van de schuifsterkte van de nok is impliciet verondersteld dat de nok ter plaatse van de rand van de balk aan de onderzijde direct wordt ondersteund. Dit is in werkelijkheid echter niet het geval. De belasting moet namelijk worden afgedragen naar de meer naar binnen gelegen ophangwapening in de balk, waardoor de schuifsterkte van de nok lager zal zijn dan berekend. Vanwege de ruime marge tussen de vereiste sterkte ($1,78 \text{ N/mm}^2$) en de berekende sterkte ($4,13 \text{ N/mm}^2$) wordt verwacht dat de schuifsterkte desalniettemin voldoende is.

In het ontwerp is de benodigde ophangwapening in de balk bepaald $1.005 \text{ mm}^2/\text{m}$. Op de werktekening (tekeningnr. W-88I) is als ophangwapening aangegeven haarspelden $\text{Ø}12\text{--}100$ overeenkomend met $1.130 \text{ mm}^2/\text{m}$, hetgeen voldoende is voor de in het ontwerp aangehouden belasting.

Fortis heeft tevens buigstaten van de wapening aan TNO beschikbaar gesteld. Zowel de haarspelden in de nok als de haarspelden voor de ophangwapening in de balk zijn in de buigstaten qua vorm aangegeven. De wapening in de tekeningen is voorzien van een lettercodering terwijl in de buigstaten een cijfercodering is gebruikt. De vertaalslag van de letter- naar de cijfercodering is echter niet bekend, zodat niet kon worden nagegaan of de aangegeven hoeveelheden in de buigstaten overeenkomen met wat was vereist. Voor de goede orde wordt opgemerkt dat de buigstaten zijn gemaakt onder verantwoordelijkheid van de aannemer.

Conclusie 3

In de ontwerpberekening voor de nokken op as 11 is uitgegaan van een centrisc belaste nok. Door voertuigbelastingen kan de nok excentrisch worden belast, waardoor het uiteinde van de nok zwaarder wordt belast dan berekend. Daarnaast is in de ontwerpberekening de nokbelasting ongeveer 10% te laag berekend.

Conclusie 4

De wapening op de werktekening voor de nokken op as 11 (nokwapening en ophangwapening) stemt overeen met de in de ontwerpberekening bepaalde wapening.

5.4 Belasting op en sterkte van de verbindingen op as 3

Er zijn twee berekeningsdocumenten en vier tekeningen van BetonSon betreffende as 3 beschikbaar gesteld. De berekeningsbladen zijn gedateerd op 7 en 12 november 2002. De bevindingen ten aanzien van deze berekeningen en tekeningen zijn:

- Op welke nokken de berekeningen precies betrekking hebben is vooralsnog niet duidelijk.
- De herkomst van de genoemde rekenwaarden van nokbelastingen (1.269 kN en $1.084,2 \text{ kN}$) is vooralsnog niet duidelijk.
- In de berekening van de rekenwaarde van de schuifsterkte van de nok is impliciet verondersteld dat de nok ter plaatse van de rand van de balk aan de onderzijde direct wordt ondersteund. Dit is in werkelijkheid echter niet het geval. De belasting moet namelijk worden afgedragen naar de meer naar binnen gelegen ophangwapening in de balk, waardoor de schuifsterkte van de nok lager zal zijn berekend.

- 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.

6 Resultaten veldonderzoek

6.1 Inleiding

Als onderdeel van het in opdracht van Fortis Vastgoed door TNO uitgevoerde onderzoek is een veldonderzoek uitgevoerd. Het veldonderzoek was voornamelijk gericht op de aansluitingen op as 11 en de aansluitingen op as 3. Tevens is als onderdeel van het veldonderzoek een visuele inspectie uitgevoerd aan het dak (niveau +1) en de tussenvloer (niveau 0) van de parkeergarage. Het veldonderzoek is separaat gerapporteerd in TNO-rapport 2006-D-R0167. In dat rapport zijn uitsluitend de waarnemingen ten tijde van het veldonderzoek weergegeven.

In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op de resultaten van het veldonderzoek. De paragrafen 6.2 en 6.3 bevatten de resultaten van het veldonderzoek dat is uitgevoerd ter plaatse van as 11 en as 3. De paragrafen 6.4 en 6.5 bevatten de resultaten van de visuele inspecties van de dakvloer (niveau +1) en de tussenvloer (niveau 0). Waar in dit hoofdstuk wordt verwezen naar foto's zijn dit foto's in TNO-rapport 2006-D-R0167.

6.2 As 11 – niveau +1

De nokken op de assen I, J en K zijn nagenoeg geheel van de balk op as 11 afgedrukt, waarbij een deel van van de balk is meegenomen (foto's 3.2 tot en met 3.4).

Ter plaatse van as J is een loszittende schol beton verwijderd. Uit het kleurverschil (foto 3.5) blijkt dat het breukvlak gedeeltelijk vers is en gedeeltelijk al ouder. Ook de mate van corrosie van de wapening ter plaatse van het breukvlak duidt op het al langer aanwezig zijn van het betreffende gedeelte van het breukvlak. Hieruit wordt geconcludeerd dat het ontstaan van het breukvlak gedurende een langere periode heeft plaats gevonden. Alleen het verse deel van het breukvlak is mogelijk veroorzaakt door de passage van de vrachtwagen op 1 februari 2006. Het oudere deel van de breukvlakken is dus al ontstaan vóór 1 februari 2006.

Op het oplegvlak van de nokken is oplegmateriaal aanwezig (foto 3.6). Volgens door de aannemer verstrekte informatie is dit Vilton glijfolie, type GBB, samengesteld uit vier lagen, namelijk twee lagen elastomeer met daartussen twee lagen glijfolie.

Bij de nok ter plaatse van as H, de nok tussen de assen K en L, en de nok ter plaatse van as M is scheurvorming aangetroffen die een aanwijzing vormt dat een begin van bezwijken, zoals aangetroffen op as I, J en K, aanwezig kan zijn (foto's 3.7, 3.8, 3.10 en 3.11).

Conclusie 7

Bij verschillende niet bezwijken nokken op as 11 is scheurvorming aangetroffen, die een aanwijzing vormen dat een begin van bezwijken aanwezig kan zijn.

De bovenzijde van de dakvloer is op as 11 vrijgemaakt ter plaatse van as I, J en K. Waargenomen werd dat de dakvloer was gezakt ten opzichte van de balk op as 11. De mate van zakking bedroeg bij as I 35 - 40 mm, bij as J 45 mm en bij as K 20-25 mm. Op as 10 is de dakvloer vrij gemaakt ter plaatse van as J. Er is daar aan de bovenzijde

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 Ø12–150 mm aanwezig zijn. Volgens de werktekening zou dit Ø12–100 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 Ø12–100 mm, is niet aanwezig. In plaats daarvan zijn beugels Ø8–300 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 Ø8–300 mm bedraagt ongeveer 15 % van de op de werktekening aangegeven ophangwapening Ø12–100 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 Ø16 mm aanwezig zijn. Volgens de

werktekening is de daarin vermelde ophangwapening op de breedplaat onderin de balk geplaatst. Volgens de werktekening is de ophangwapening dus niet tot onderin de balk aanwezig zoals aangenomen in de berekening van BetonSon (zie ook conclusie 6). Of de ophangwapening feitelijk aanwezig is, kon niet worden vastgesteld aan de hand van het niet-destructieve onderzoek.

Over de afwijkingen in de opbouw van as 3 is eveneens navraag gedaan bij DVP. De redenen van de afwijkingen zijn echter onbekend.

Conclusie 11

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.

6.4 Niveau +1

De dakvloer van de parkeergarage (niveau +1) is vanaf de onderzijde visueel geïnspecteerd. Het doel daarvan was eventueel aanwezige zichtbare tekortkomingen in kaart te brengen (zie rapportage veldonderzoek, hoofdstuk 5).

Op drie locaties zijn tekortkomingen aangetroffen (foto's 5.1 tot en met 5.4):

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

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

ad 1: Lekkage, scheurvorming en afgedrukte betonschol bij tandoplegging as 13/G-H

Omdat de lekkage ter plaatse van deze tandoplegging een negatieve invloed kan hebben op de duurzaamheid van het beton, 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.

De scheurvorming in de tandconstructie is vermoedelijk ontstaan als gevolg van de oplegkrachten op de tandoplegging. Geadviseerd wordt om te controleren of de constructieve veiligheid van deze oplegging in het geding kan zijn. Indien dit niet het geval is, wordt het niet noodzakelijk geacht om herstelmaatregelen uit te voeren. De breedte van de scheur is namelijk maximaal 0,3 mm, waardoor deze scheur geen negatieve invloed heeft op de duurzaamheid van het beton. Voorwaarde hiervoor is echter wel dat de lekkage gestopt wordt.

Het afdrukken van de hoek van de balk is vermoedelijk ontstaan als gevolg van beweging van het dak ten opzichte van de balk. Ter plaatse van de hoek is het oplegmateriaal tussen het dak en de balk namelijk niet doorgezet. Omdat als gevolg van het afdrukken van deze hoek de balkwapening onvoldoende wordt beschermd tegen wapeningscorrosie, wordt geadviseerd deze schade te herstellen. Dit kan door middel van handmatig repareren met een cementgebonden reparatiemortel, conform CUR Aanbeveling 54. Hierbij dient er voor gezorgd te worden dat de reparatie vrij wordt gehouden van het dak.

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.

ad 2: Losgedrukte schol in de onderzijde van de tussenvloer tussen de assen H en I nabij as 6

De losgedrukte schol in deze kanaalplaat is vrijwel zeker ontstaan als gevolg van bevriezing van water in het betreffende kanaal. Dit betekent dat er geen gevaar is voor vervolgschade. Omdat er ook geen gevaar is voor het loskomen van de betonschol, worden herstelmaatregelen niet noodzakelijk geacht.

ad 3: Scheurvorming in balk van de tussenvloer op as 3/J ter plaatse van de tandoplegging

De scheurvorming ter plaatse van deze tandoplegging heeft een verloop dat vergelijkbaar is met de scheurvorming in de tandoplegging van de balken in de dakvloer op de assen 3 en 11. Daarom wordt geadviseerd om te onderzoeken of de constructieve veiligheid van deze oplegging in het geding is. Opgemerkt wordt dat op deze locatie onderstempeling aanwezig is.

ad 4: Scheurvorming in onderzijde verzwaarde stroken in tussenvloer

De scheurvorming in de onderzijde van de verzwaarde stroken is vermoedelijk ontstaan als gevolg van uitdrogingskrimp van het beton. Er is namelijk geen relatie tussen de krachtswerking in de verzwaarde stroken en de locaties van de scheuren. De breedte van de scheuren is maximaal 0,2 mm en daarom hebben deze scheuren geen negatieve invloed op de duurzaamheid. Herstel wordt daarom niet noodzakelijk geacht.

ad 5: Scheurvorming en scholvorming in de bovenzijde van de tussenvloer

Op diverse plaatsen is sprake van scheurvorming en scholvorming in de bovenzijde van de tussenvloer. Deze scheur- en scholvorming is niet gedetailleerd in kaart gebracht, zodat niet per geval kan worden aangegeven wat de oorzaak is. In het algemeen kan gesteld worden dat de scheurvorming hoofdzakelijk veroorzaakt zal zijn door uitdrogingskrimp van het beton, temperatuurseffecten in de vloer en piekspanningen in het ter plaatse gestorte beton ter plaatse van de randen van de geprefabriceerde elementen.

Voor de onderhavige vloer geldt dat deze in de winter wordt belast door water met dooizouten. Dit betekent dat scheuren wijder dan 0,2 mm een negatieve invloed hebben op de duurzaamheid van het beton, met name ten aanzien van het ontstaan van wapeningscorrosie. Om deze reden wordt geadviseerd om de scheuren met een breedte groter dan 0,2 mm af te dichten. Dit kan – afhankelijk van het scheurtype – door middel van het uitslijpen van de scheuren en het aanbrengen van een kitvoeg, het injecteren van de scheuren (conform CUR Aanbeveling 56) en/of het aanbrengen van een scheuroverbruggende afwerklaag. Geadviseerd wordt om eerst een gedetailleerde opname te maken van de scheurvorming in de vloer, alvorens een definitief herstelplan op te stellen.

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 krachtsoverdracht, 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 deuvolverwerking 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 vooralsnog 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.

8 Beantwoording van de deelvragen

Vraag 1:

Voldoet het ontwerp van de aansluitingen op as 11 en as 3 aan de vigerende regelgeving (Bouwbesluit, de daardoor aangewezen normen en eventuele andere normen en richtlijnen)?

Antwoord:

Omdat de uitgangspunten voor het ontwerp, met name ten aanzien van de aan te houden veranderlijke belastingen op het plein, discutabel zijn, is het antwoord op deze vraag niet eenduidig te geven. De conclusies naar aanleiding van de beoordeling van het ontwerp van de aansluitingen op as 11 en as 3 zijn als volgt:

- De door Ingenieursbureau Zonneveld aangehouden uitgangspunten in het constructieve ontwerp voor de veranderlijke belasting op het plein zijn discutabel. Dit betreft de aangehouden belastingsklasse voor belastingen door voertuigen, het aantal in rekening gebrachte voertuigen, de gelijkmatig verdeelde belasting en de toegepaste belastingsfactoren. Indien wordt uitgegaan van een lagere belasting dan het maximum behorend bij verkeersklasse 60, dan zijn in combinatie daarmee lastbeperkende maatregelen nodig, die echter niet aanwezig waren in de periode voorafgaand aan het bezwijken van de verbindingen op as 11.
- De omschrijving in het PvE voor de markt lijkt 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. Het is daarom discutabel of de aan te houden belastingen voor het ontwerp van de constructie van de parkeergarage aan dit PvE kunnen worden ontleend.
- In de ontwerpberekening voor de nokken op as 11 is door Ingenieursbureau Zonneveld uitgegaan van een centrisch belaste nok. Door voertuigbelastingen kan de nok excentrisch worden belast, waardoor het uiteinde van de nok zwaarder wordt belast dan berekend. Daarnaast is in de ontwerpberekening de nokbelasting ongeveer 10% te laag berekend.
- De wapening op de werktekening voor de nokken op as 11 (nokwapening en ophangwapening) stemt overeen met de in de ontwerpberekening bepaalde wapening.
- De achtergrond van de door BetonSon aangehouden waarden voor de belasting op de nokken op as 3 is vooralsnog niet duidelijk.
- 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.

Vraag 2:

In hoeverre zijn de aanwezige belastingen op de garage en het marktplein in overeenstemming met de uitgangspunten voor het ontwerp?

Antwoord:

- De belastingen op de nokken worden veroorzaakt door enerzijds de permanente belastingen door het eigen gewicht van de dakconstructie, de laag zand en de bestrating van het marktplein, en anderzijds door de veranderlijke belasting op het marktplein.

- 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. Bezweken nokken op as 11

De constructie ter plaatse van de bezweken nokken in de dakvloer kan worden hersteld door het aanbrengen van een nieuwe ondersteuning onder de tand van de versterkte strook. Dit kan worden gerealiseerd door het aanbrengen van extra kolommen naast de aanwezige kolommen in combinatie met een ligger met een breedte gelijk aan de breedte van de tandconstructie, namelijk 1,8 m. Deze nieuwe draagconstructie dient via de tussenvloer te worden doorgezet naar de fundering op niveau -1. De nieuw aan te brengen constructie dient op spanning gebracht te worden door middel van vjzels, zodat de permanente belastingen door de nieuwe constructie gedragen worden.

Het aanbrengen van ophangwapening in de vorm van voorgespannen, ingeboorde en ingelijmde staven wordt niet als een haalbare oplossing gezien. Enerzijds is het permanent aanwezig blijven van de gewenste voorspanning niet zeker, anderzijds is het risico van het doorboren van de in de constructie aanwezige wapening niet acceptabel.

Alvorens een definitieve oplossing uit te werken zal duidelijkheid moeten worden verkregen omtrent de aan te houden veranderlijke belastingen op het plein boven de parkeergarage. Aanbevolen wordt de sterkte van de ondersteuning tenminste zodanig groot te kiezen dat de ondersteuning niet maatgevend zijn voor de sterkte van de constructie als geheel.

b. Overige nokken op as 11

Door TNO is niet onderzocht of in deze nokken de op de werktekening aangegeven wapening aanwezig is. Gelet op het feit dat het voor een belangrijk gedeelte dezelfde stort betreft, wordt verwacht dat de wapening op deze plaatsen evenmin conform de werktekening is aangebracht. Desgewenst kan dit worden geverifieerd door een combinatie van destructief en niet-destructief onderzoek.

Gelet op de gemaakte opmerkingen op het ontwerp van de nokken (vraag 1) is een versterking van de nokken waarschijnlijk noodzakelijk. Ook indien wordt besloten dat voor de toekomstige situatie de aan te houden veranderlijke belastingen groter moeten zijn dan aangehouden in het ontwerp, is dit het geval.

Voor het aanpassen van de ondersteuning van de versterkte stroken kan hetzelfde principe worden aangehouden als beschreven onder a.

c. Nokken op as 3

Gelet op de onduidelijkheden in het ontwerp van de nokconstructie en de geconstateerde afwijkingen tijdens de uitvoering, wordt aanbevolen ook de nokken op as 3 van een nieuwe ondersteuningsconstructie te voorzien. Hiervoor kan hetzelfde principe worden aangehouden als beschreven onder a.

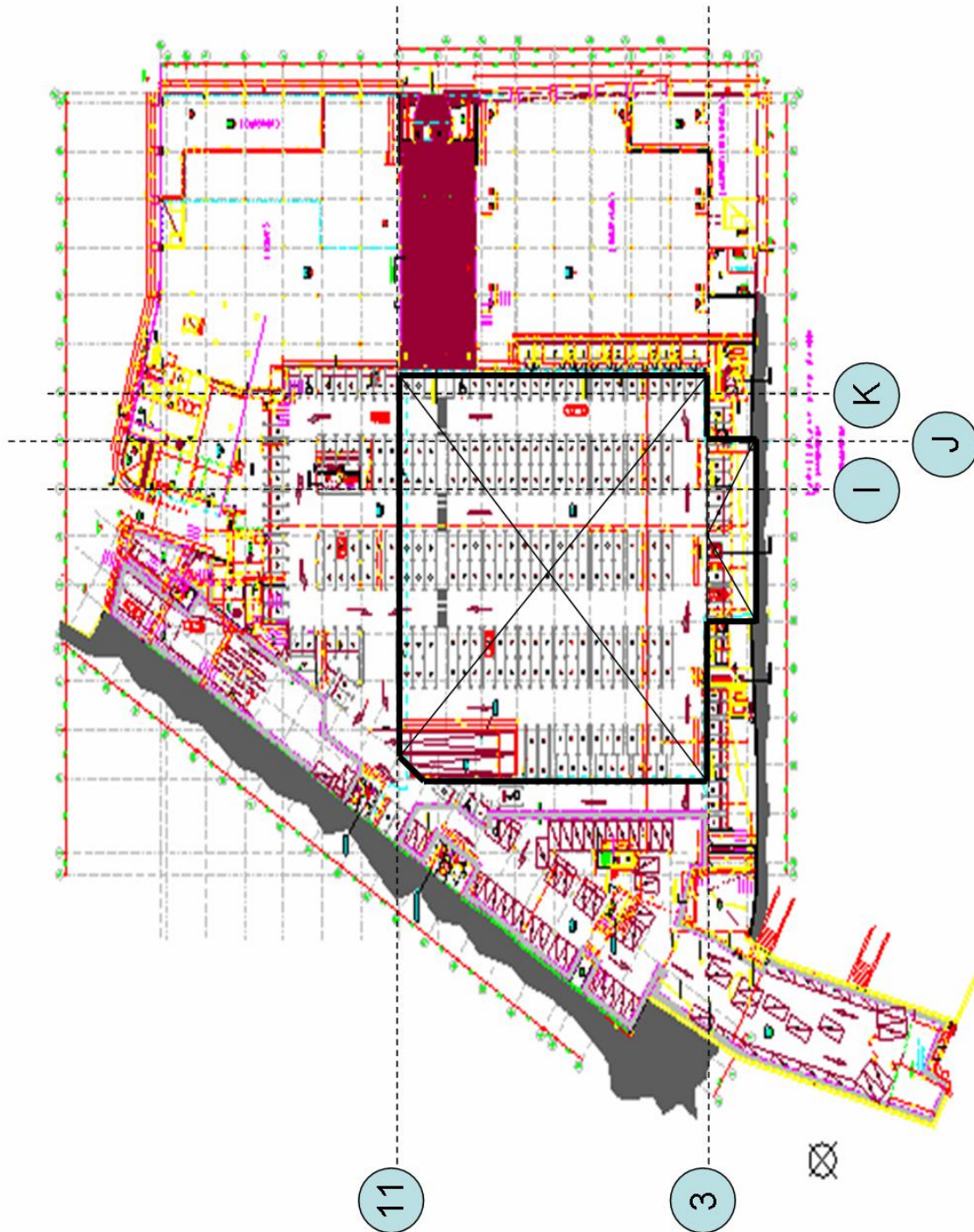
d. Tekortkomingen in de dakvloer (niveau+1)

Zie paragraaf 6.4 voor een beschrijving van de herstel mogelijkheden.

e. Tekortkomingen in de tussenvloer (niveau 0)

Zie paragraaf 6.5 voor een beschrijving van de herstel mogelijkheden.

A Plattegrond van het complex



Niveau 0 met daarin aangegeven het marktplein op niveau +1