

MEMO

Opsteller: College
Team:
Kenmerk: D/22/061084
Datum: 12 mei 2022
Vertrouwelijkheid: Openbaar

Onderwerp:

Openbaarmaking onderzoek technische oorzaak sloopongeval gemeentehuis Woerden

Aanleiding:

Nu het strafrechtelijk onderzoek naar het sloopongeval is afgerond kan de gemeente het onderzoek naar de technische oorzaak van het ongeval openbaar maken.

Memo:

Geachte raadsleden,

Op 12 mei 2017 vond bij de sloop van het gemeentehuis in Woerden een ongeval plaats. Een deel van het gebouw stortte in, waarbij een medewerker van het sloopbedrijf om het leven kwam. De gemeente heeft destijds technisch onderzoek laten doen naar de oorzaak van het ongeluk. Dit om er zeker van te zijn dat de bestaande constructie geen gebreken vertoonde. Deze constructie zou namelijk de basis vormen voor het nieuwe gemeentehuis.

Uit het onderzoek bleek dat het ongeluk kon gebeuren doordat tijdens de sloop onvoldoende stempels werden gebruikt om de constructie te ondersteunen. Het ongeluk had niets te maken met de kwaliteit van de constructie.

De uitkomst van het technisch onderzoek werd op verzoek van de Nederlandse Arbeidsinspectie en het Openbaar Ministerie tot nu toe geheim gehouden. Beide organisaties deden namelijk ook een strafrechtelijk onderzoek naar het ongeval. Nu de zaak door beide organisaties is afgerond mag het technisch onderzoek openbaar worden. Daarom sturen we het u toe.

Het is fijn dat er duidelijkheid is over de juridische afhandeling van het ongeluk. We beseffen dat dit het leed niet wegneemt en de familie opnieuw confronteert met hun verlies. Wel komt er hiermee een eind aan een onzekere en intensieve periode voor alle betrokkenen.

Hoogachtend,
burgemeester en wethouders van Woerden



drs. M.H. Brander
secretaris



V.J.H. Molkenboer
burgemeester



Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.

Dossier 9651

**Gedeeltelijke instorting van de betonconstructie van
het stadhuis Woerden tijdens sloopwerkzaamheden**

Rapport 9651-1-3

Onderzoek naar de oorzaak

28 juni 2017

INHOUD

1	Inleiding.....	2
1.1	Opdracht	2
1.2	Betrokken partijen	2
1.3	Beschikbare gegevens.....	2
1.4	Opzet van het rapport.....	3
2	Beschrijving van de constructie.....	4
3	Informatie met betrekking tot de sloop	10
3.1	Algemeen.....	10
3.2	Beschikbare informatie voorafgaand aan de sloop	11
3.2.1	Aanbestedingsdocumenten	11
3.2.2	Documenten van Lek-Sloopwerken	14
3.3	Informatie over de uitvoering van de sloop	15
3.3.1	Toelichting van de Gemeente Woerden	15
3.3.2	Informatie uit ontvangen documenten.....	16
3.4	Situatie direct na de instorting	18
4	Inspecties	21
4.1	Algemeen.....	21
4.2	Zaagsneden	22
4.2.1	Overzicht	22
4.2.2	1 ^e verdiepingsvloer	24
4.2.3	2 ^e verdiepingsvloer	26
4.2.4	3 ^e verdiepingsvloer	27
4.3	Zaagmachine.....	30
4.4	Stempels.....	31
4.5	Begane grondvloer.....	33
4.6	Overige bevindingen.....	34
5	Beoordeling van het sloopplan.....	35
6	Analyse van de oorzaak.....	38
6.1	Algemeen.....	38
6.2	Analyse van webcam beelden.....	39
6.3	Beschouwing van afwijkingen van het sloopplan.....	45
6.4	Beoordeling van de toegepaste onderstempeling.....	45
6.5	Verklaring van het schadebeeld.....	47
7	Conclusie.....	49

1 Inleiding

1.1 Opdracht

In opdracht van de Gemeente Woerden is door Adviesbureau Hageman een onderzoek uitgevoerd naar de technische oorzaak van het instorten van een deel van de betonconstructie van het stadhuis aan de Blekerijlaan 14 te Woerden. Het stadhuis wordt momenteel gerenoveerd, waarbij delen van het stadhuis worden gestript en andere delen volledig worden gesloopt. De instorting heeft plaatsgevonden op vrijdag 12 mei 2017, tijdens de gedeeltelijke sloop van bouwdeel C van het stadhuis. Bij de instorting is een (ingehuurde) werknemer van het sloopbedrijf om het leven gekomen.

Het onderzoek door Adviesbureau Hageman is gestart op 17 mei 2017. Op deze dag heeft in de ochtend een gesprek plaatsgevonden tussen ondergetekenden en de heer B. Atema en mevrouw A. van der Werf van de Gemeente Woerden. In dit gesprek is de situatie door de gemeente toegelicht en zijn diverse documenten voor het onderzoek verstrekt. Aansluitend is een eerste bezoek gebracht aan de locatie waar de instorting heeft plaatsgevonden.

In het voorliggende rapport zijn de resultaten van het onderzoek opgenomen.

1.2 Betrokken partijen

In het voorliggende rapport zijn de volgende betrokken partijen genoemd:

Gemeente Woerden	Opdrachtgever en directievoerder
Lek-Sloopwerken	Aannemer van de sloopwerkzaamheden
SAM-advies	Adviseur met betrekking tot de sloop in opdracht van de gemeente (o.a. directievoerder, opsteller bestek en toezichthouder)
Cepezed	Architect voor de renovatie in opdracht van de gemeente
Aronsohn	Constructeur voor de renovatie in opdracht van de gemeente

1.3 Beschikbare gegevens

Door de Gemeente Woerden zijn diverse gegevens digitaal verstrekt. In het navolgende overzicht zijn de documenten opgenomen, waarnaar in het voorliggende rapport is verwezen.

Aanbestedingsdocumenten:

1. Bestek, Renovatiesloop Stadhuis Woerden, v2.1 definitief, SAM-advies;
2. Sloopveiligheidsplan, v1.0 definitief, SAM-advies, d.d. 30-6-2016;
3. V&G plan, v1.0 definitief, SAM-advies, d.d. 20-9-2016;
4. Notitie sloop constructie, Rapport N01, Aronsohn, d.d. 13-7-2016;
5. Slooptekeningen S_0-200 t/m S_3-200 met aanvullingen Cepezed, Aronsohn, d.d. 15-7-2016;
6. Slooptekeningen S_4-200, S_5-200, S_400 en S_401, Aronsohn, d.d. 15-7-2016;
7. Nota van Inlichtingen, Gemeente Woerden, d.d. 13-10-2016.

Documenten van Lek-Sloopwerken:

8. Sloop stadhuis Woerden, Plan van Aanpak, datum onbekend (onderdeel inschrijving);
9. Sloopveiligheidsplan, Renovatiesloop Stadhuis Woerden, v1.0 concept, d.d. 24-10-2016;
10. Sloopveiligheidsplan, Renovatiesloop Stadhuis Woerden, v1.0, d.d. 24-10-2016;

Documenten van de bestaande constructie:

11. Archieftekeningen van de bestaande constructie.

Overige documenten:

12. Beelden van camera op het dak van De Bleek 6 (periode 8 t/m 12-5-2017);
13. 20 Foto's gemaakt door SAM-advies op 9, 10 en 11-5-2017;
14. 7 Foto's en 6 video's gemaakt door SAM-advies op 12 en 13-5-2017 (na de instorting);
15. Notulen van tweewekelijkse sloopvergaderingen vanaf 12-1-2017 t/m 3-5-2017;
16. Weekrapporten nrs. 1 t/m 14 (weken 2 t/m 18) van toezichthouder SAM-advies.

Verder is in het rapport verwezen naar de volgende norm:

17. DIN-EN 1065: Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung - Produktfestlegung, Bemessung und Nachweis durch Berechnung und Versuche; Deutsche Fassung EN 1065:1998

1.4 Opzet van het rapport

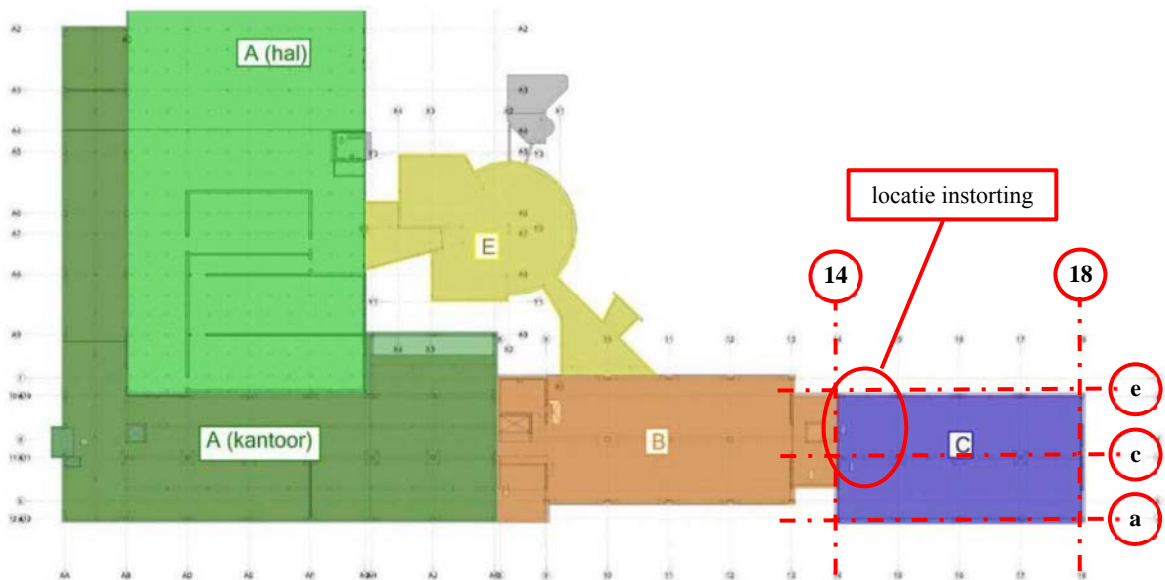
In hoofdstuk 2 is een beschrijving van de constructie, met name van het gedeelte waar de instorting heeft plaatsgevonden, opgenomen. In hoofdstuk 3 is alle beschikbare informatie met betrekking tot de sloop opgenomen, voor zover dit naar de mening van ondergetekenden relevant is voor het onderzoek. De bevindingen van de inspecties door Adviesbureau Hageman zijn opgenomen in hoofdstuk 4. De hoofdstukken 2 t/m 4 betreffen alleen feitelijke informatie. Er is in deze hoofdstukken geen oordeel gegeven over deze informatie.

In hoofdstuk 5 is een beoordeling van het sloopplan gegeven. Deze beoordeling is uitgevoerd, omdat de instorting heeft plaatsgevonden tijdens sloopwerkzaamheden. In dit hoofdstuk is nog niet ingegaan op de oorzaak van de instorting. De analyse van de oorzaak is opgenomen in hoofdstuk 6. Tot slot is de conclusie van het onderzoek opgenomen in hoofdstuk 7.

2 Beschrijving van de constructie

In dit hoofdstuk is de constructie beschreven op basis van de beschikbare gegevens uit het bouwarchief van de Gemeente Woerden [11].

Het stadhuis is begin jaren '80 van de vorige eeuw gebouwd. Een plattegrond van het stadhuis en de aanduiding van de verschillende bouwdelen A, B, C en E is opgenomen in figuur 1. De instorting heeft plaatsgevonden in bouwdeel C, direct naast de aansluiting met bouwdeel B. In de figuur zijn enkele assen van bouwdeel C aangegeven.

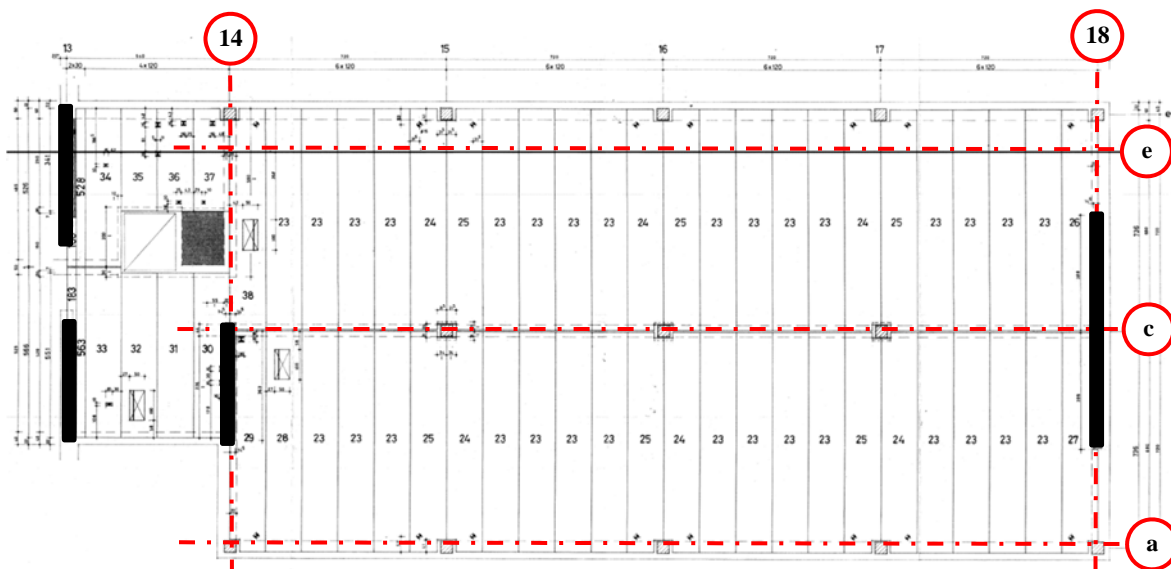


Figuur 1: Plattegrond van het stadhuis met de aanduiding van de bouwdelen [1].

De navolgende beschrijving beperkt zich tot de constructie van de bouwdelen A (kantoor), B en C, die allen volgens dezelfde constructiemethode zijn gebouwd. De constructie van deze bouwdelen bestaat uit een betonnen raamwerk van vloeren en kolommen, waarbij de stabiliteit wordt ontleend aan betonnen stabiliteitswanden en -kernen. De bovenste bouwlaag is uitgevoerd als een staalconstructie. De verschillende bouwdelen bestaan uit het volgende aantal bouwlagen:

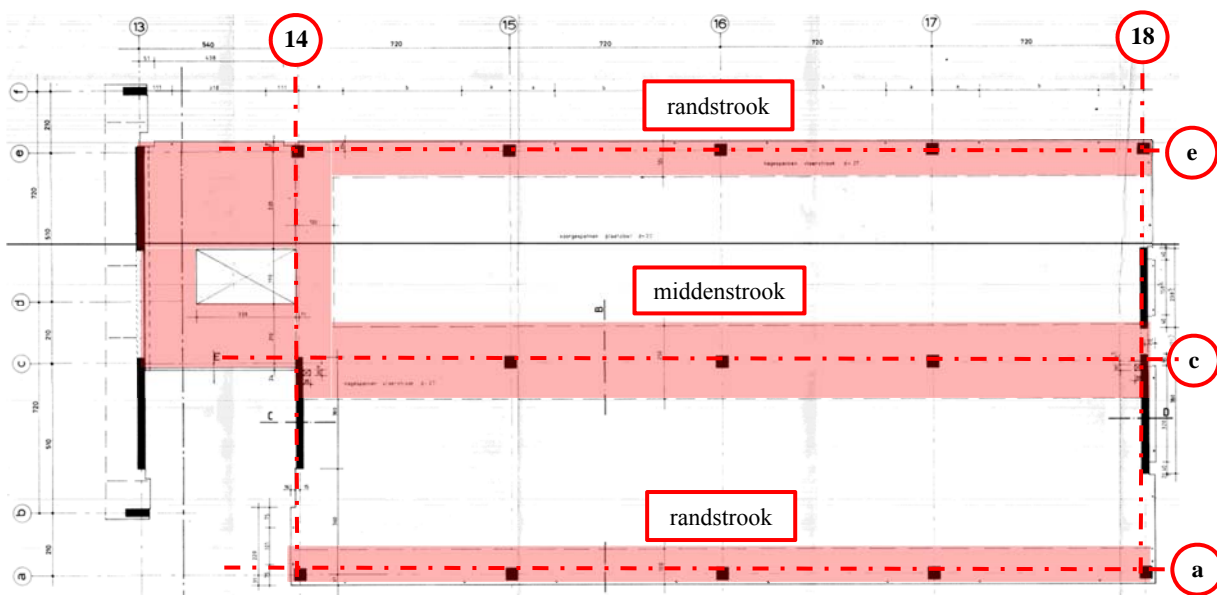
bouwdeel A (kantoor)	3/4 bouwlagen
bouwdeel B	6 bouwlagen
bouwdeel C	4 bouwlagen (begane grond en 3 verdiepingen)

Bouwdeel C heeft een breedte van circa 15 m en een lengte van circa 30 m. De begane grondvloer is uitgevoerd als kanaalplaatvloer. Een plattegrond van de begane grond van bouwdeel C en het direct aangrenzende trappenhuis in bouwdeel B is opgenomen in figuur 2. De stabiliteitswanden zijn voor de duidelijkheid extra met zwart aangezet in de figuur. De gebouwen B en C vormen constructief één geheel. Er zijn geen dilatatieën aanwezig.



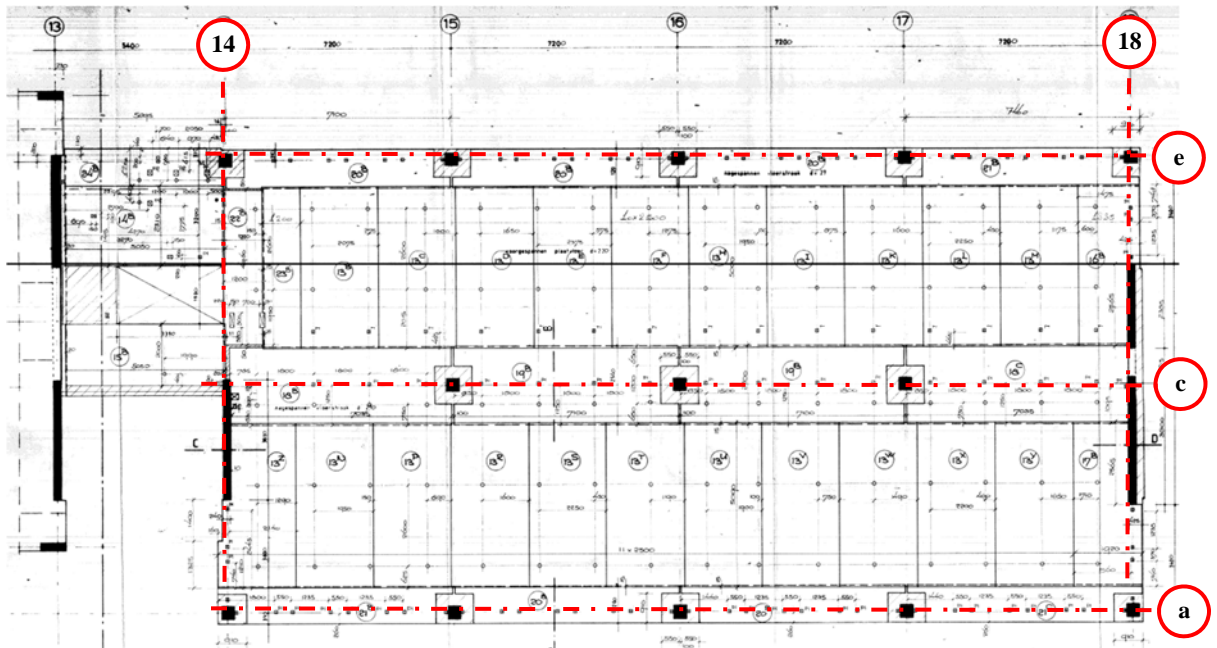
Figuur 2: Begane grond bouwdeel C + trappenhuis bouwdeel B [11].

De verdiepingvloeren zijn breedplaatvloeren met versterkte stroken. De vloer heeft een dikte van 220 mm (breedplaat 50 mm en opstort 170. mm) en de versterkte stroken hebben een dikte van 270 mm (breedplaat 50 mm en opstort 220 mm). In het trappenhuis is de vloer uitgevoerd in dezelfde dikte als de versterkte stroken (270 mm). Een plattegrond van de 1^e verdiepingvloer is opgenomen in figuur 3, met daarin een markering van de versterkte (dikkere) stroken/vloerdelen. De 1^e, 2^e en 3^e verdiepingvloer zijn hetzelfde uitgevoerd.



Figuur 3: Plattegrond 1^e verdieping met in roze de versterkte (dikkere) stroken/vloerdelen aangegeven [11].

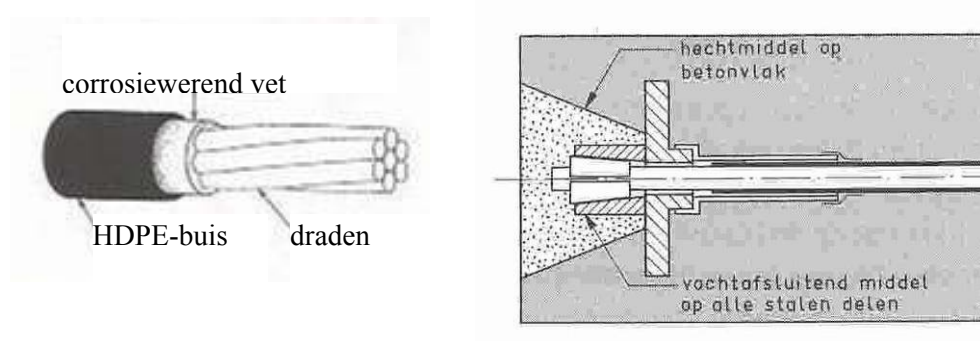
Zowel de vloer als de versterkte stroken zijn vervaardigd met voorgespannen breedplaten. Een legplan van de breedplaten van de 1^e verdiepingvloer is opgenomen in figuur 4. Het legplan van de overige vloeren is gelijk aan die van de 1^e verdieping. De breedplaten hebben een dikte van 50 mm en zijn voorgespannen met 16 strengen. Dit betreft voorspanning met aanhechting (VMA), dat wil zeggen dat de strengen zijn ingebetonneerd in de breedplaten. Het type streng is niet op de beschikbare tekeningen aangegeven. In de breedplaten is dwarswapening Ø5-150 mm toegepast.



Figuur 4: Legplan breedplaten 1^e verdieping [11].

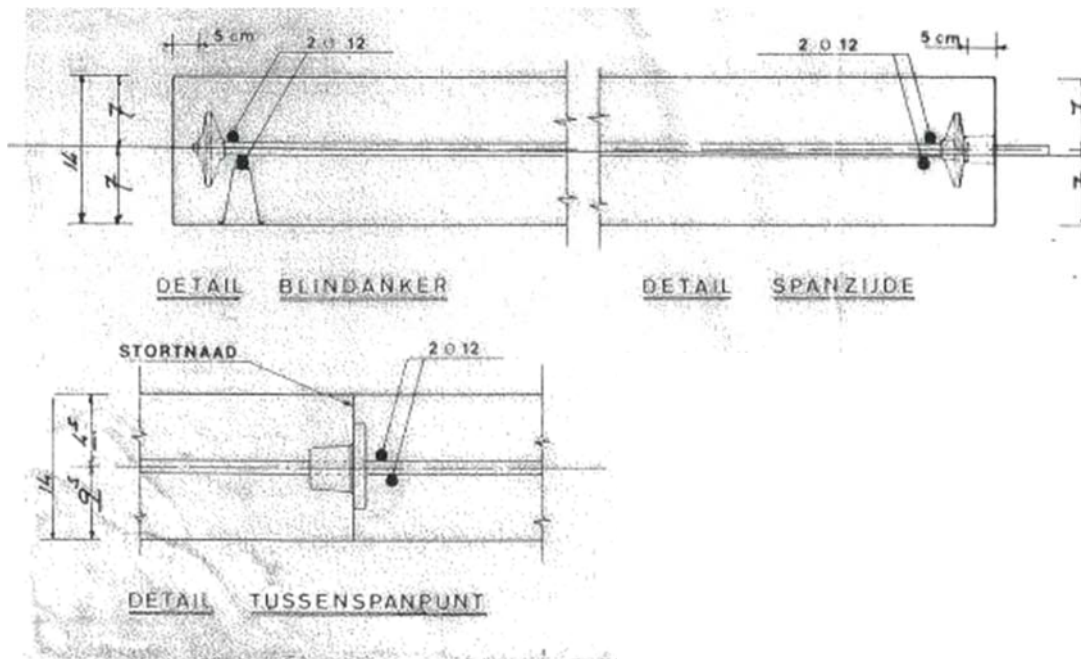
In de versterkte stroken zijn VZA-kabels toegepast (VZA: Voorspanning Zonder Aanhechting). In bouwdeel C zijn per verdiepingvloer drie stroken met VZA-kabels toegepast evenwijdig aan de letterassen, namelijk twee randstroken en een middenstrook, zie figuur 3. Op as 14 is over de lengte van het trappenhuis (tussen as c en e) ook een strook met VZA-kabels aanwezig.

Navolgend is enige algemene informatie opgenomen over voorspanning zonder aanhechting. VZA-kabels liggen in een kunststofomhulling in het beton en zijn ter bescherming tegen corrosie ingesmeerd met vet. Nadat de voorspankabels met omhullingsbuizen in de bekisting zijn gepositioneerd, wordt het beton gestort. Als het beton is verhard, wordt met een vijzel de voorspankabel op spanning gebracht, waarna de kabel met wiggen wordt verankerd. In figuur 5 is een schematische weergave van de kabelopbouw en een verankering te zien. De VZA-kabels zijn meestal opgebouwd uit zeven draden, waarbij zes draden rond een centrale draad zijn gedraaid.



Figuur 5: Opbouw VZA-kabel en verankering

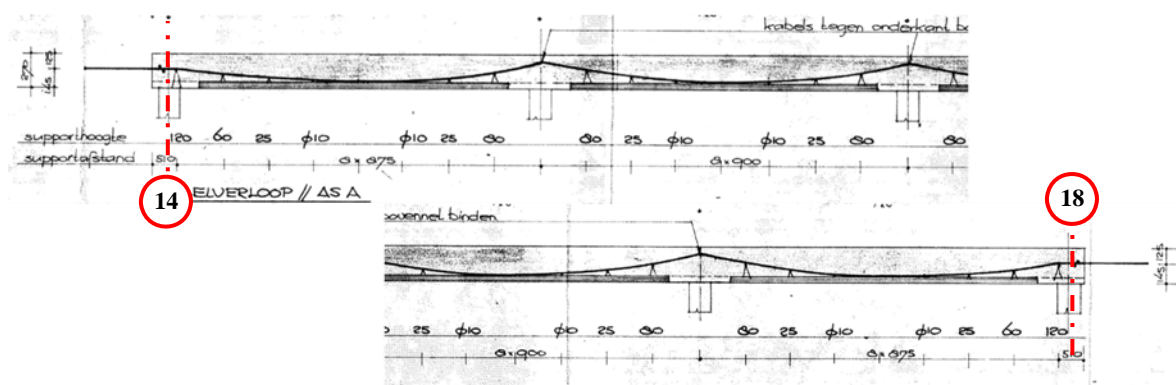
Afhankelijk van de lengte van de voorspankabels, wordt aan één uiteinde voorgespannen of aan beide uiteinden. Bij een kortere kabel en voorspannen aan één zijde, is aan het andere uiteinde een zogenaamd blindanker toegepast (figuur 6). Bij lange kabels is in de beginjaren ook gewerkt met tussenspanpunten (figuur 6).



Figuur 6: Voorbeelden van blindanker (linksboven), anker spanzijde (rechtsboven) en tussenspanpunt (linksonder)

De versterkte stroken in bouwdeel C zijn voorzien van 7-draads VZA-kabels. In de randstroken zijn 9 kabels en in de middenstrook 14 kabels toegepast. Een langsdoorsnede van de randstrook op as a met het verloop van de voorspanning is opgenomen in figuur 7. De spanverankeringen bevinden zich op as 18. Op as 14 bij het trappenhuis zijn blindankers toegepast. Er zijn geen tussenspanpunten aanwezig.

In de strook op as 14 bij het trappenhuis zijn 5 VZA-kabels toegepast. De spanverankeringen bevinden zich op as e. Aan het andere uiteinde nabij as c zijn blindankers toegepast.

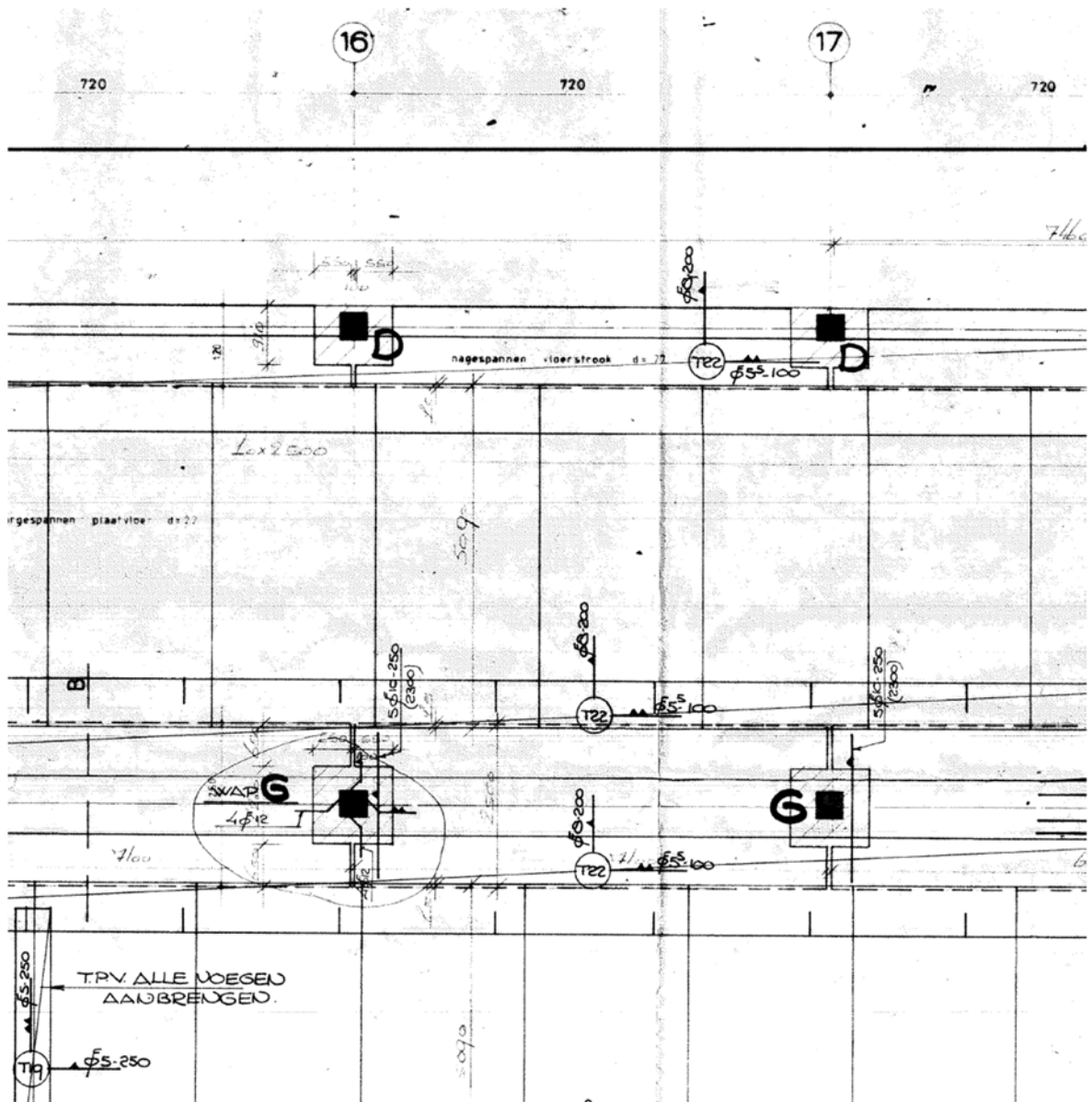


Figuur 7: Verloop voorspanning in randstrook op as a [11].

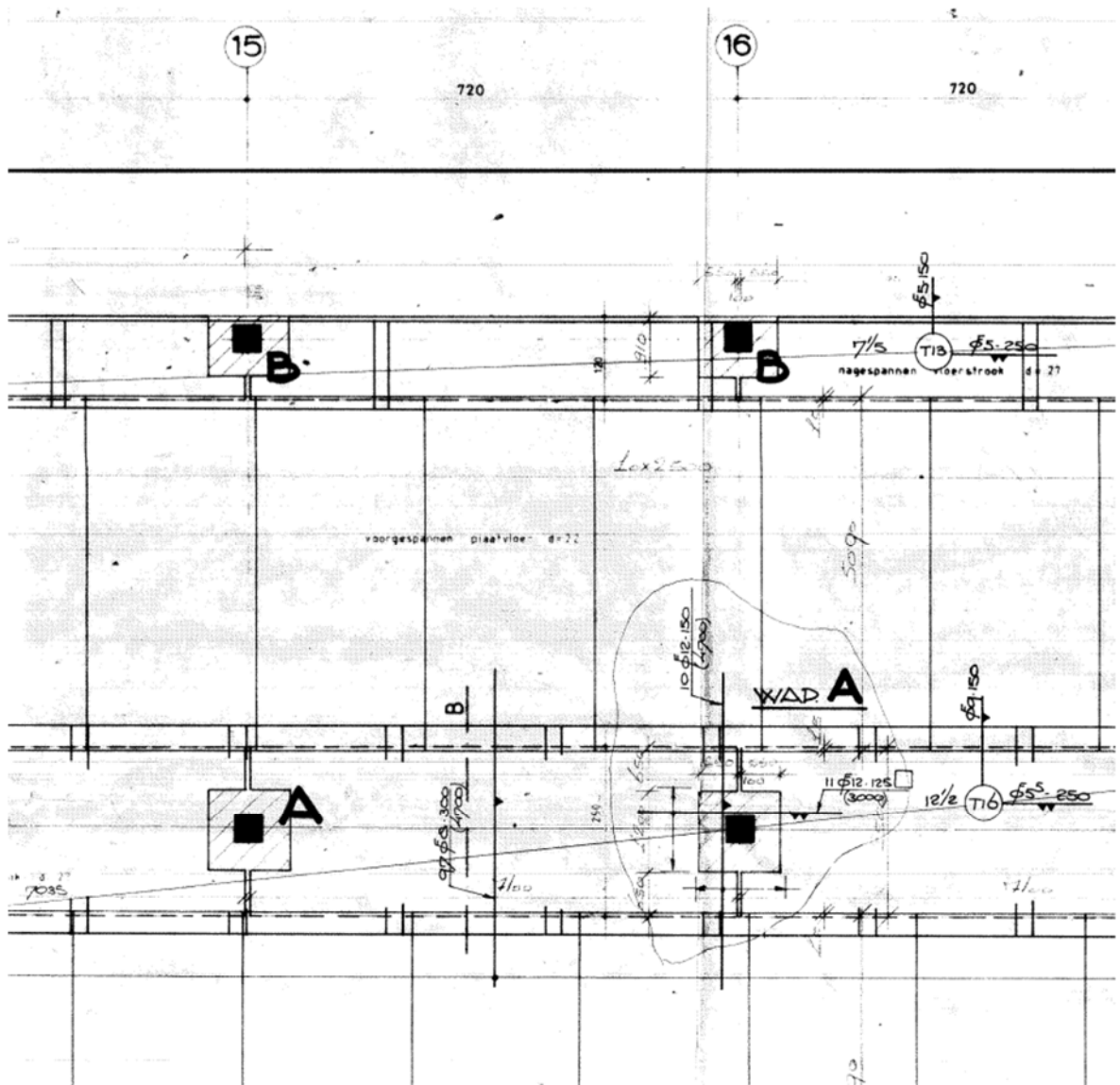
Aanvullend op de beschreven VZA-kabels in de versterkte stroken en de voorspanstrengen en dwarswapening in de breedplaten, is traditionele wapening FeB500 in de vloeren toegepast. Dit betreft zowel onderwapening (direct op de breedplaten) als bovenwapening. Tevens is ter plaatse van kolommen ponswapening toegepast. Navolgend is een overzicht gegeven van de veld- en steunpuntwapening in de versterkte stroken en van de wapening buiten de stroken.

Verstekte stroken	middenstrook veld	$\text{Ø}5,5\text{-}100$ mm over $b = 2 \cdot 1,6 = 3,2$ m
	middenstrook steunpunt	$\text{Ø}5,5\text{-}100$ mm over $b = 3,0$ m bijlegwap. $11\text{Ø}12\text{-}125$ mm
	randstrook veld	$\text{Ø}5,5\text{-}100$ mm over $b = 1,6$ m
	randstrook steunpunt	$\text{Ø}5\text{-}250$ mm over $b = 1,2$ m bijlegwap. $8\text{Ø}12\text{-}125$ mm
Buiten stroken	onderwapening op voegen	netten T19 (# $\text{Ø}5\text{-}250$ mm)

Een fragment van de tekening met onderwapening en ponswapening is opgenomen in figuur 8 en een fragment van de tekening met bovenwapening in figuur 9. De vloer in het trappenhuis is voorzien van traditionele wapening. Aangezien deze wapening niet relevant is voor het onderzoek, is hiervan geen overzicht gegeven.



Figuur 8: Fragment onderwapening en ponswapening 1^e verdiepingvloer (op de plaat) [11]



Figuur 9: Fragment tekening bovenwapening 1^e verdiepingvloer [11]

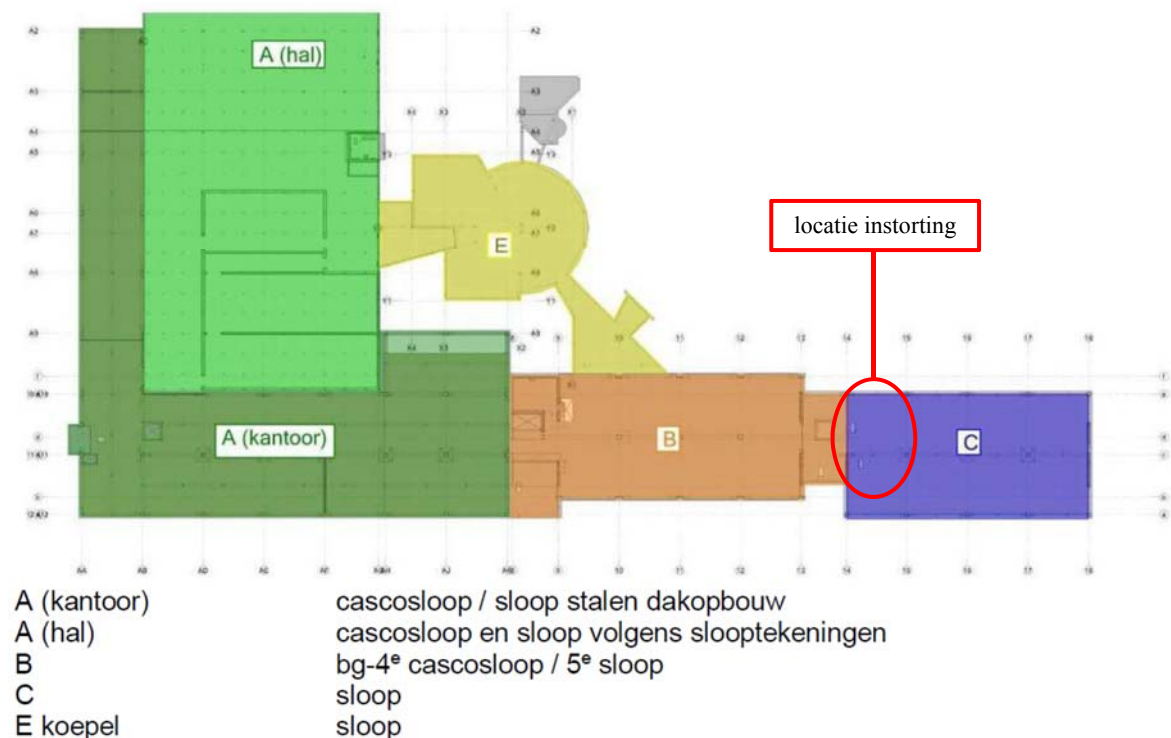
3 Informatie met betrekking tot de sloop

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk is alle beschikbare informatie met betrekking tot de sloop samengevat, voor zover dit relevant wordt geacht voor het onderzoek naar de oorzaak van de instorting. Daarbij is de informatie in chronologische volgorde behandeld, namelijk:

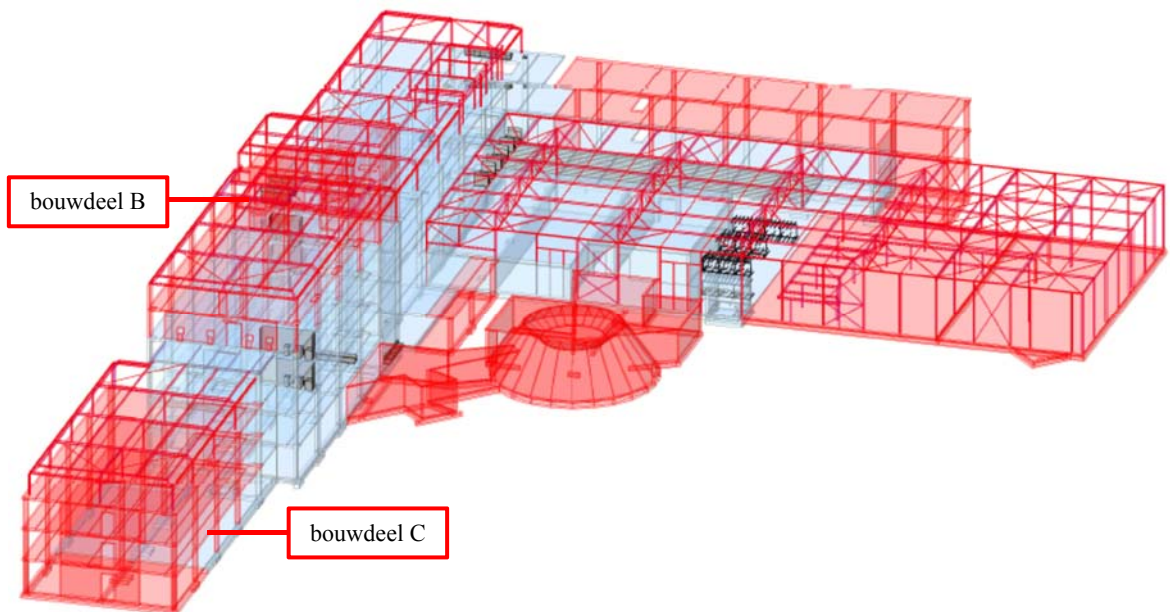
1. Par. 3.2: Beschikbare informatie voorafgaand aan de sloop
2. Par. 3.3: Informatie over de uitvoering van de sloop
3. Par. 3.4: Situatie direct na de instorting

Voorafgaande aan de behandeling van deze onderdelen, is navolgend eerst een algemene beschrijving van de sloop gegeven. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen gebouwdelen die worden gestript, waarbij de betonconstructie blijft staan, en gebouwdelen die volledig worden gesloopt. In figuur 10, die is overgenomen uit het bestek [1], is dit onderscheid voor de verschillende gebouwdelen aangegeven. Het strippen tot op het casco is aangeduid met “cascosloop”. De locatie van de instorting is in deze figuur indicatief aangegeven.



Figuur 10: Plattegrond met aanduiding sloopwerkzaamheden per bouwdeel [1].

Een isometrische projectie, waarin volledig te slopen delen in rood zijn weergegeven, is opgenomen in figuur 11. Voor bouwdeel C, waar de instorting heeft plaatsgevonden, is volledige sloop vanaf de begane grondvloer voorzien. De fundering en een gedeelte van de begane grondvloer moeten volgens de tekeningen worden gehandhaafd. Van bouwdeel B worden alleen de bovenste twee bouwlagen gesloopt.



Figuur 11: 3D model van de sloop [6].

3.2 Beschikbare informatie voorafgaand aan de sloop

3.2.1 Aanbestedingsdocumenten

Het bestek met de bijbehorende bijlagen zijn doorgenomen om na te gaan welke informatie, die verband houdt met de wijze van (volledig) slopen, daarin is opgenomen

In het bestek [1] is in artikel 4.2.1 ingegaan op de sloopmethode en is gewezen op het feit dat VZA-wapening in het gebouw is toegepast. Hierna is het deel overgenomen dat betrekking heeft op het volledig slopen.

Sloopmethode
<u>Volledige sloop</u>
Er dient een uitgebreide selectieve voorsloop plaats te vinden t.b.v. de voorbereiding op de machinale sloop en ter beperking van de hoeveelheid (gemengde) restproducten.
Na de voorsloop kunnen de opgegeven delen van het gebouw machinaal worden gesloopt.
Algemeen geldt dat daar waar mechanisch slopen met een hydraulische sloophamer of een hydraulische crusher of slopen met een pneumatische sloophamer naar oordeel van de directie bezwaar oplevert, van welke aard dan ook, volledig handmatig moet worden gesloopt of moet worden gesloopt met behulp van hijswerktuigen.
Algemeen geldt dit bij:
- hergebruik van elementen;
- het willen voorkomen van (overmatige) geluid-, trilling- en stofoverlast;
- overwegingen vanuit veiligheid en het voorkomen van schade, bij casco en belendingen en/of gevels, of bij andere onderdelen die intact moeten blijven.
Het slopen van het gebouw met behulp van een beul is niet toegestaan. Het verkleinen van de afkomende materialen met behulp van een beul is niet toegestaan.
Het omtrekken en omduwen van de gebouwen en gebouwonderdelen is niet toegestaan.
Het gebouw heeft een VZA-wapening (voorgespannen wapening zonder aanhechting).
De maximale vloerbelasting (voor alle vloeren) is 400 kg per m ² .

In artikel 4.2.9 is ingegaan op de standzekerheid tijdens de sloop (fragment):

4.2.9	Standzekerheid
	De aannemer dient zorg te dragen en is tevens aansprakelijk voor de standzekerheid (stabiliteit) van de constructies en de veiligheid hieromtrent gedurende alle stadia van de uitvoering van de sloopwerkzaamheden. Indien nodig plaatst hij hiervoor tijdelijk stut- en/of stempelwerken. De toe te passen stut- en/of stempelwerken voor aanvang gebruik ter goedkeuring aan de gemeente voor te leggen.
	VZA-wapening Extra preventieve veiligheidsmaatregelen moeten worden genomen op die plaatsen waar de VZA wapening wordt of kan worden aangetast. Deze extra preventieve veiligheidsmaatregelen dienen nauwkeurig te zijn omschreven in het werkplan en dienen mede te worden beoordeeld door de directie en (eventueel) de bouwinspecteur.

Volgens dit artikel moet de aannemer eventueel benodigde tijdelijke stut- en/of stempelwerken plaatsen om de standzekerheid te waarborgen en (stempel)plannen daarvoor vooraf ter goedkeuring aan de gemeente voorleggen. In het kader van de standzekerheid tijdens de sloop is specifiek geweten op de VZA-wapening in de vloeren.

In de navolgende bijlagen van het bestek is nader ingegaan op de wijze van slopen:

- bijlage 2 Sloopveiligheidsplan [2]
- bijlage 3 V&G plan ontwerpfasen [3]
- bijlage 10 Demarcaties sloop-casosloop met daarin een notitie van Aronsohn [4]

Enkele relevante tekst delen uit deze bijlagen zijn hierna overgenomen.

Bijlage 2 (Sloopveiligheidsplan), blz. 6 (fragment):

➤ Een belangrijk aandachtspunt is de aanwezige vza-wapening (voorspanning zonder aanhechting) i.v.m. de algemene constructieve veiligheid en de gevaren m.b.t. het uitbreken van staalkabels.

Bijlage 3 (V&G plan ontwerpfasen), risico's die zijn benoemd op blz. 33 en 34 (fragment):

Activiteit:	slopen / deelsloop / bij (tijdelijk) te behouden delen
Arbo-risico:	beklemd raken, bedelving door instorting, gewond raken door weg spattende delen
Risico-oorzaak:	niet voldoende borgen / stempelen / stutten Geen voldoende vooronderzoek en geen goed plan
Suggesties:	goede voorbereiding, doordacht plan, constructie tijdelijke stempelen, beheerst slopen, niet trekkend en duwend slopen maar snijden, knippen en crushen

Activiteit:	Binnensloop (voorsloop, renovatiesloop)
Arbo-risico:	instorten vloer/constructie, doorvallen, in aanraking komen met losschietende kabels van VZA wapening
Risico-oorzaak:	Door machinaal slopen raakt de VZA vloer beschadigd Door te zware belasting (machines en puin) raakt de VZA vloer beschadigd
Suggesties:	vloeren niet te zwaar belasten met machines en puin Vloeren niet beschadigen bij sloop met bobcat (met beleid slopen) Sloopvolgorde goed bepalen (voorkomen dat VZA wapening loskomt waardoor de draagkrach van de vloer veel minder wordt) Obstakels verwijderen, puin niet te hoog en/of te veelg, puin etc direct afvoeren Regelmatig ronde door uitvoerder en directietoezicht (toezicht op de sloopmethode en inventarisatie beschadigingen)

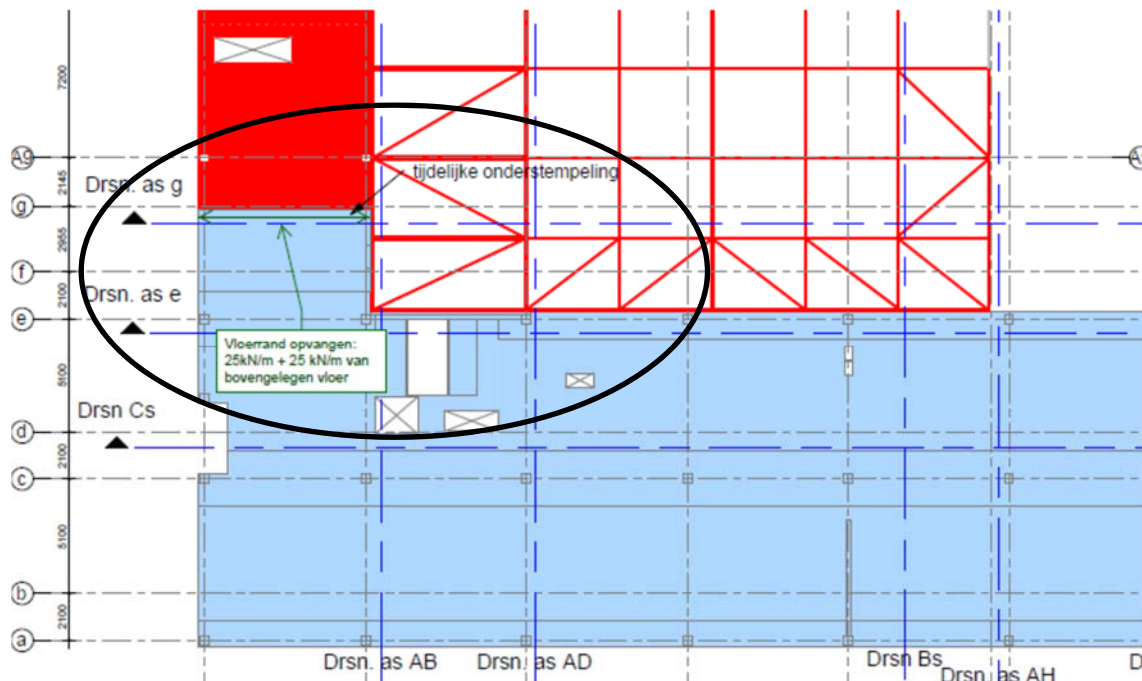
Bijlage 10, blz. 2 van notitie Aronsohn [4] (fragment):

<p>Slopen voorgespannen betonnen verdiepingsvloeren.</p> <p>De te slopen betonvloeren van de kantoorgebouw zijn voorzien van voorspanning. De vloeren zijn opgebouwd uit vloervelden die afdragen naar versterkte stroken met een grotere vloerdikte. Zowel de vloervelden als de versterkte stroken zijn voorzien van voorspanning. Na het doorzagen van de voorspanstrengen is de resterende draagkracht van de vloer zeer beperkt. Tijdens het slopen van de vloer dienen tenminste de versterkte stroken te worden ondersteunt en dient er over de sloopvolgorde te worden nagedacht. Het is bijvoorbeeld verstandig eerst de dunnere vloervelden te slopen en pas daarna de versterkte stroken. De laatste worden tijdens het slopen dan niet meer belast door het gewicht van de vloervelden. Vanwege de samenhang die de vloeren verzorgen en de zijdelingse steun die deze vloeren aan de kolommen geven dienen de verdiepingen na elkaar te worden gesloopt. De na het slopen blootliggende wapening van de resterende constructie behandelen met bijv. Betochem plamuur 50/50.</p>

In de notitie van Aronsohn is ook nog het volgende aangegeven op blz. 2 (fragment):

<p>Tijdelijke ondersteuning</p> <p>Op een aantal posities dient een tijdelijke ondersteuning te worden aangebracht onder de constructie. De op te vangen belastingen op deze posities zijn extra ingetekend op de slooptekeningen, zie bijlage A. De tijdelijke ondersteuning dienen te worden aangebracht alvorens de sloopwerkzaamheden het betreffende bouwdeel aanvangen.</p>
--

Uit de slooptekeningen waarnaar in het fragment wordt verwezen, kan worden afgeleid dat het laatste fragment gaat over tijdelijke ondersteuning onder vloeren die behouden moeten worden. Een voorbeeld daarvan is opgenomen in figuur 12 voor bouwdeel A. Voor eventueel benodigde tijdelijke ondersteuning onder vloeren die niet behouden worden en dus worden gesloopt, geeft Aronsohn geen posities en stempelbelastingen aan. Dit aspect hoort namelijk volgens het bestek, art. 4.2.9 (standzekerheid) bij het sloopbedrijf (zie eerdere fragment).



Figuur 12: Fragment van slooptekening bestek, bijlage 10 (blauw = behouden, rood = sloop)

3.2.2 Documenten van Lek-Sloopwerken

Door Lek-Sloopwerken is in het aanbestedingstraject een Plan van Aanpak opgesteld. Hierin is het volgende vermeld in paragraaf 1.3 (bijzondere aspecten) met betrekking tot de wijze van slopen in relatie tot de VZA vloeren (fragment):

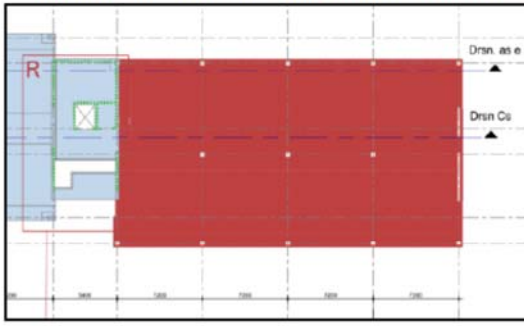
VZA-vloeren		
Uitdaging	Oplossing	Meerwaarde
In de VZA-vloeren zitten gespannen staalkabels. Bij onbeheerste sloop van de vloer verdwijnt de spanning en verliest de vloer draagkracht. Hierdoor kunnen (te behouden) constructies bezwijken. Daarnaast kan een staalkabel losschieten en schade of letsel veroorzaken.	We beschermen onderliggende verdiepingen met schotten en rijplaten tegen vallend puin. We ondersteunen VZA-vloeren met stempels, zodat ze niet op onderliggende constructies vallen en verstevigen kolommen met schoren. We schermen openliggende kanten van VZA-vloeren af met houten balken ter bescherming tegen wegschietende staalkabels. Wij starten met bouwdeel C (totaalsloop), zodat we onze werkwijze kunnen evalueren en optimaliseren voor de andere bouwdelen, die deels behouden moeten blijven.	Wij voorkomen gevaarlijke situaties en schade aan de te behouden constructies.

Na gunning is door Lek-Sloopwerken een sloopveiligheidsplan opgesteld. In de beschikbare stukken zijn hiervan 2 versies beschikbaar [9,10]. De voorbladen zijn hetzelfde en in het rapport is dezelfde datum 24-10-2016 vermeld. In de bestandsnaam van [9] is "concept" aangegeven. Mede vanwege toevoegingen in [10] ten opzichte van [9], mag worden verondersteld dat [10] later is opgesteld. Dit kan ook worden afgeleid uit de bestandsdatum van 22-3-2017 en uit de volgende vermelding in de notulen van de sloopvergadering op 22-3-2017 [15] (fragment):

- Het V&G plan uitvoeringsfase en het werkplan is door LEK verwoord in het sloopveiligheidsplan. BvdH zal controleren of dit sloopveiligheidsplan volledig en bijgewerkt is en zal deze op docstream plaatsen. In elke geval dient de aanpak van het slopen van de voorgespannen vloeren in het plan te worden verwerkt, deze sloopmethodiek behoeft de goedkeuring van de directie.

In [10] is het volgende opgenomen over de sloop van bouwdeel C (fragment):

Bouwdeel C – Bestaand bouwdeel bestaat uit betonelementen met een stalen dakopbouw



- Met schotten en rijplaten wordt de te behouden begane grondvloer beschermd tijdens de sloopwerkzaamheden;
- Bestaande betonvloeren worden op de sloopleijn (as 14 en tussen as 16 en 17) doorgezaagd. Deze vloervelden hebben een dikte van maximaal 40 cm¹;
- Door handslopers met handgereedschap en klein materieel, wordt het bestaande bouwdeel volledig leeg gestript. De te behouden belendingen worden los gesloopt en opgeslagen;

- Nadat het bouwdeel is gestript, begint de sloopkraan met het slopen hiervan. Met behulp van de sloopschaar en sorteergrijper wordt vanaf boven naar beneden gesloopt en wordt er tijdens deze werkzaamheden de afvalstoffen al gescheiden door de machinist en raper;
- Wanneer de te slopen vloerdelen en fundering tot 0,5m¹ onder maaiveld van bestaand bouwdeel zijn gesloopt en verwijderd, worden de palen ingemeten en wordt het werkgebied geëgaliseerd met het aanwezige grond tot maaiveld;

Verder is de volgende toevoeging met betrekking tot VZA-vloeren opgenomen ten opzichte van de eerdere versie (fragment):

VZA-vloeren

- De onderliggende verdiepingen worden beschermd met schotten en rijplaten tegen vallend puin;
- VZA-vloeren worden ondersteund met stempels zodat ze niet op onderliggende constructies vallen, tevens verstevigen wij de kolommen met schoren;
- Openliggende kanten van de VZA-vloeren betimmeren wij met houten balken ter bescherming voor eventuele wegschietende kabels;
- We starten met de vloeren van bouwdeel C, zodat we onze werkwijze kunnen evalueren en optimaliseren voor de andere bouwdelen.

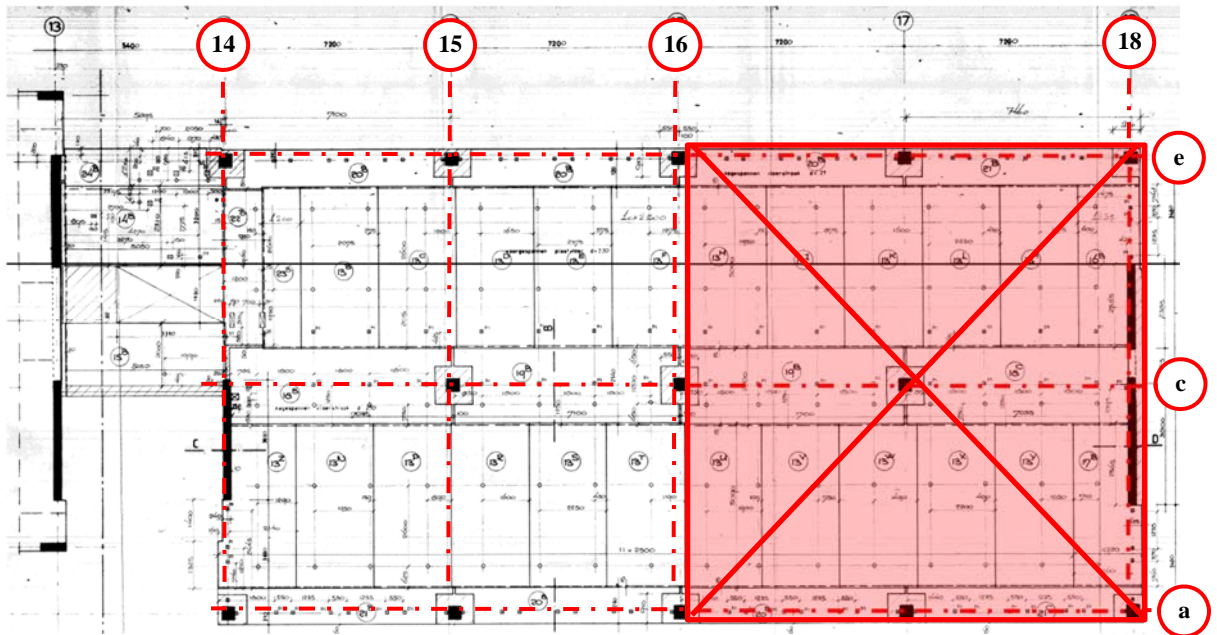
3.3 Informatie over de uitvoering van de sloop

3.3.1 Toelichting van de Gemeente Woerden

In het gesprek dat op 17 mei 2017 heeft plaatsgevonden tussen de Gemeente Woerden en Adviesbureau Hageman, heeft de Gemeente Woerden een toelichting gegeven op de wijze waarop bouwdeel C is gesloopt en de gebeurtenissen rondom de instorting. Navolgend is deze informatie weergegeven. Opgemerkt wordt dat relevante zaken voor het onderzoek in het voorliggende rapport zijn geverifieerd aan de hand van feitelijke informatie uit de beschikbare gegevens en de inspecties die door Adviesbureau Hageman zijn uitgevoerd.

Volgens opgave van de gemeente is eerst de stalen dakopbouw van bouwdeel C gesloopt. Vervolgens zijn de overige bouwlagen gesloopt vanaf het uiteinde van bouwdeel C op as 18 tot aan as 16. Met andere woorden, er waren twee van de vier stramien van bouwdeel C gesloopt. Deze stramien zijn gemarkeerd in figuur 13. Daarbij zijn als eerste de aanwezige verankeringen van de

VZA-kabels op as 18 gesloopt. Er is bij het slopen geen onderstempeling onder de VZA vloeren toegepast, anders dan de stempels ten behoeve van de zaagwerkzaamheden bij as 14.



Figuur 13: Gesloopte stramien van bouwdeel C in eerste fase.

Na het slopen van de twee stramien tussen assen 16 en 18, zijn op as 14 achtereenvolgens de 3^e, 2^e en 1^e verdiepingvloer doorgezaagd. De vloeren waren naast de zaagsneden ondersteund door een rij stempels op elke bouwlaag (doorgestempeld over de 3 bouwlagen). De afstand van de wand van het trappenhuis tot aan de rij schroefstempels wordt door de gemeente geschat op 2 meter. Op de onderste bouwlaag waren de schroefstempels op rijplaten op de begane grondvloer geplaatst.

Op donderdag 11 mei 2017 zijn achtereenvolgens de 3^e en 2^e verdiepingvloer doorgezaagd. Bij de zaagwerkzaamheden aan de 2^e verdiepingvloer is het zaagblad op enig moment vastgelopen. Ook heeft er op donderdagochtend volgens opgave van de gemeente een grote oliekkage plaatsgevonden in de hydrauliek van een grote kraan. Op vrijdagochtend 12 mei is de 1^e verdiepingvloer doorgezaagd. Tijdens of na de zaagwerkzaamheden aan de 1^e verdiepingvloer zijn de 1^e en 2^e verdiepingvloer deels ingestort. De 3^e verdiepingvloer is niet ingestort. De medewerker die bezig was met zagen, is onder het puin terecht gekomen en heeft dit niet overleefd. Op de dag van de instorting is het bouwdeel tussen as 14 en 15 verder gesloopt om het puin veilig te kunnen verwijderen en het lichaam te kunnen bergen. Vrijdagavond is het lichaam geborgen. Zaterdag is het restant van bouwdeel C gesloopt.

3.3.2 Informatie uit ontvangen documenten

Uit de door de gemeente beschikbaar gestelde bestanden kan informatie over de uitvoering van de sloop worden afgeleid. Dit betreft onder meer webcam beelden [12], foto's die SAM-advies als toezichthouder heeft gemaakt [13] en notulen van sloopvergaderingen [15]. In deze paragraaf zijn de zaken uit de beschikbare informatie beschreven, voor zover dit naar de mening van ondergetekenden betrekking heeft op de wijze van slopen.

De webcam beelden [12] zijn nader beschouwd in hoofdstuk 6 bij de analyse van de oorzaak van de schade. Hier wordt volstaan met de vermelding dat uit deze beelden de wijze van slopen kan worden afgeleid, zoals is beschreven in de voorgaande paragraaf.

In weekrapport 12 [16] is aangegeven dat in week 16 (17-21 april) is gestart met het slopen van de betonconstructie (bovenste laag) van bouwdeel A (kantoor). Dit betreft de eerste sloopwerkzaamheden waarbij VZA-vloeren werden gesloopt. In dit weekrapport is een wijziging met betrekking tot het slopen van VZA-vloeren beschreven (fragment):

Sloop A kantoor, constructie. Sloop van de bovenste laag met 2 kranen. MF en NS bespreken de andere techniek bij de sloop van de vza wapening die door NS is aangegeven. De vza is maar aan 1 zijde zichtbaar. De andere zijde zit volledig in het beton. Bij de zichtzijde wordt de bak van de kraan tegen de wapening aangehouden. De grotere kraan knipt dan het beton door waarbij de spanning wegvalt. Dit is goed gegaan en deze techniek wordt vanaf nu aangehouden (mits de vza wapening overal hetzelfde is aangebracht, bij andere toepassing > andere methode). Bij het slopen van de bovenste laag zijn de vloerranden op enkele plaatsen beschadigd.

Als de tweede kraan niet nodig is voor het afdekken van de vza wapening wordt het vrijgekomen puin kleiner gemaakt. Daarbij is een medewerker aanwezig die nevelt tegen overmatige stofverspreiding.

In dit fragment is ingegaan op het risico van wegschietende kabels, dat ook is genoemd in het sloopveiligheidsplan van Lek-Sloopwerken [10]. Om dit risico te beheersen wordt, in plaats van het aanbrengen van een betimmering tegen de vloerranden volgens het sloopveiligheidsplan, als alternatief de bak van een kraan gebruikt. In de beschikbare informatie zijn, afgezien van de wijziging met betrekking tot de betimmering, geen andere wijzigingen ten opzichte van het sloopveiligheidsplan van Lek-Sloopwerken beschreven.

In de notulen van de sloopvergadering op 3-5-2017 [15] is vermeld dat vanaf week 19 (8 t/m 12 mei) zaagwerk zal worden uitgevoerd, waarbij onder andere bouwdeel C van bouwdeel B wordt losgezaagd. Deze laatste zaagwerkzaamheden betreffen het zaagwerk dat ten tijde van de instorting werd uitgevoerd. In de notulen is vermeld dat SAM-advies aan Lek-Sloopwerken heeft gevraagd om een werkomschrijving aan te leveren alvorens wordt begonnen met zagen. In de actielijst van de betreffende notulen is hierover het volgende vermeld (fragment):

37	Werkomschrijving aanleveren van de zaagwerkzaamheden aan het betonnen casco. Het daadwerkelijke zaagwerk dient te worden uitgevoerd na controle van de constructeur.	z.s.m.	NS
----	--	--------	----

Behalve de werkomschrijving, is in deze actie ook een controle door de constructeur genoemd. Het is bij Adviesbureau Hageman niet bekend welke partij wordt bedoeld met de constructeur. Door Adviesbureau Hageman is aan de Gemeente Woerden gevraagd of voor bouwdeel C de betreffende werkomschrijving en een eventuele beoordeling door de constructeur beschikbaar is. De Gemeente Woerden heeft aangegeven hiervan geen documenten te bezitten en dat Lek-Sloopwerken geen werkomschrijving heeft ingediend.

De aanwezige stempeling bij as 14, waar de instorting heeft plaatsgevonden, is te zien op foto's die door SAM-advies zijn gemaakt in de periode voorafgaande aan de instorting. Twee foto's zijn hierna opgenomen. Uit de foto's kan worden afgeleid dat per bouwlaag één rij schroefstempels is toegepast. Uit foto 1 volgt dat op de onderste bouwlaag 9 stempels zijn toegepast. Op foto 2 is te zien dat ook op de 1^e en 2^e verdiepingsvloer een rij stempels is toegepast. Bij de analyse van de

oorzaak in hoofdstuk 6 is nader ingegaan op de aanwezige onderstempeling en zijn de beschikbare foto's nader beschouwd.



Foto 1: Rij stempels naast as 14 op de onderste bouwlaag (foto 9-5-2017) [13].



Foto 2: Rij stempels op iedere bouwlaag aanwezig (foto 11-5-2017) [13].

3.4 Situatie direct na de instorting

Op het moment dat Adviesbureau Hageman is ingeschakeld voor het onderzoek naar de oorzaak van de instorting, was bouwdeel C reeds volledig gesloopt. Om een beeld te krijgen van de situatie

direct na de instorting, zijn foto's uit de media geraadpleegd en foto's die door SAM-advies zijn gemaakt. Hierna zijn enkele foto's uit de media opgenomen.

Op de foto's is te zien dat de 1^e en de 2^e verdiepingvloer deels zijn bezweken en dat de 3^e verdiepingvloer niet naar beneden is gekomen. Bij de analyse van de oorzaak van de schade in hoofdstuk 6 is nader ingegaan op het bezwijkbeeld.



Foto 3: Twee vloeren deels ingestort (foto: AD).



Foto 4: Vloerranden aan zijde Blekerijlaan niet bezweken (foto: RPL/Anno Visser).



Foto 5: Bezwijkbeeld van bezweken vloergedeelten (foto: Woerden TV).

4 Inspecties

4.1 Algemeen

Op 17 mei 2017 is door ondergetekenden van Adviesbureau Hageman een eerste inspectie uitgevoerd. Daarbij was tevens de heer B. Atema van de Gemeente Woerden aanwezig. Op 18 mei is door ondergetekende Van der Vossen en collega De Vos van Adviesbureau Hageman een vervolgininspectie uitgevoerd met een hoogwerker, zodat de zaagsneden bij as 14 van dichtbij konden worden beoordeeld. Op deze dag zijn tevens de schroefstempels beoordeeld, die reeds eerder door derden uit het puin waren gehaald en op het terrein van Lek-Sloopwerken aan de Barwoutswaarder 89A waren opgeslagen. Als laatste is op 19 mei een inspectie uitgevoerd van de begane grondvloer van bouwdeel C, nadat vrijwel al het puin was verwijderd.

Bouwdeel C was ten tijde van de observaties reeds volledig gesloopt. Ten tijde van de inspecties werd het nog aanwezige puin afgevoerd door Lek-Sloopwerken, zie foto 6.



Foto 6: Situatie op 18 mei 2017.

Om een indruk te krijgen van de constructie van bouwdeel C, is het vergelijkbare bouwdeel B bekeken, zie foto 7. Daarbij zijn geen verschillen waargenomen met de constructie zoals die is aangegeven op de tekeningen (zie hoofdstuk 2).



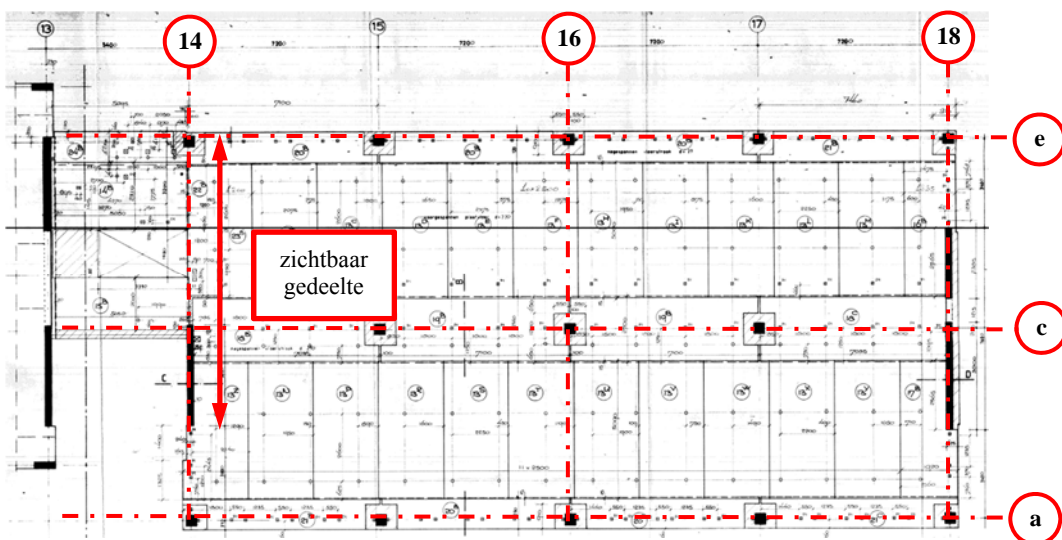
Foto 7: Begane grond bouwdeel B.

De inspectie van bouwdeel C heeft zich gericht op de zaagsneden direct naast as 14, de schroefstempels, de zaagmachine en de begane grondvloer. De bevindingen met betrekking tot deze aspecten zijn in de navolgende paragrafen beschreven. Tot slot zijn overige bevindingen gerapporteerd.

4.2 Zaagsneden

4.2.1 Overzicht

De zaagsneden die zijn beoordeeld, zijn omkaderd op foto 8. Aangezien bouwdeel C reeds volledig was gesloopt, betreft dit niet de gehele breedte van bouwdeel C. In figuur 14 is in een plattegrond aangegeven welk gebied zichtbaar was ten tijde van de inspectie. De randstrook op as a en een klein gedeelte van de naastgelegen vloer was reeds gesloopt en niet meer te zien.



Figuur 14: Zichtbaar gedeelte op foto 8.

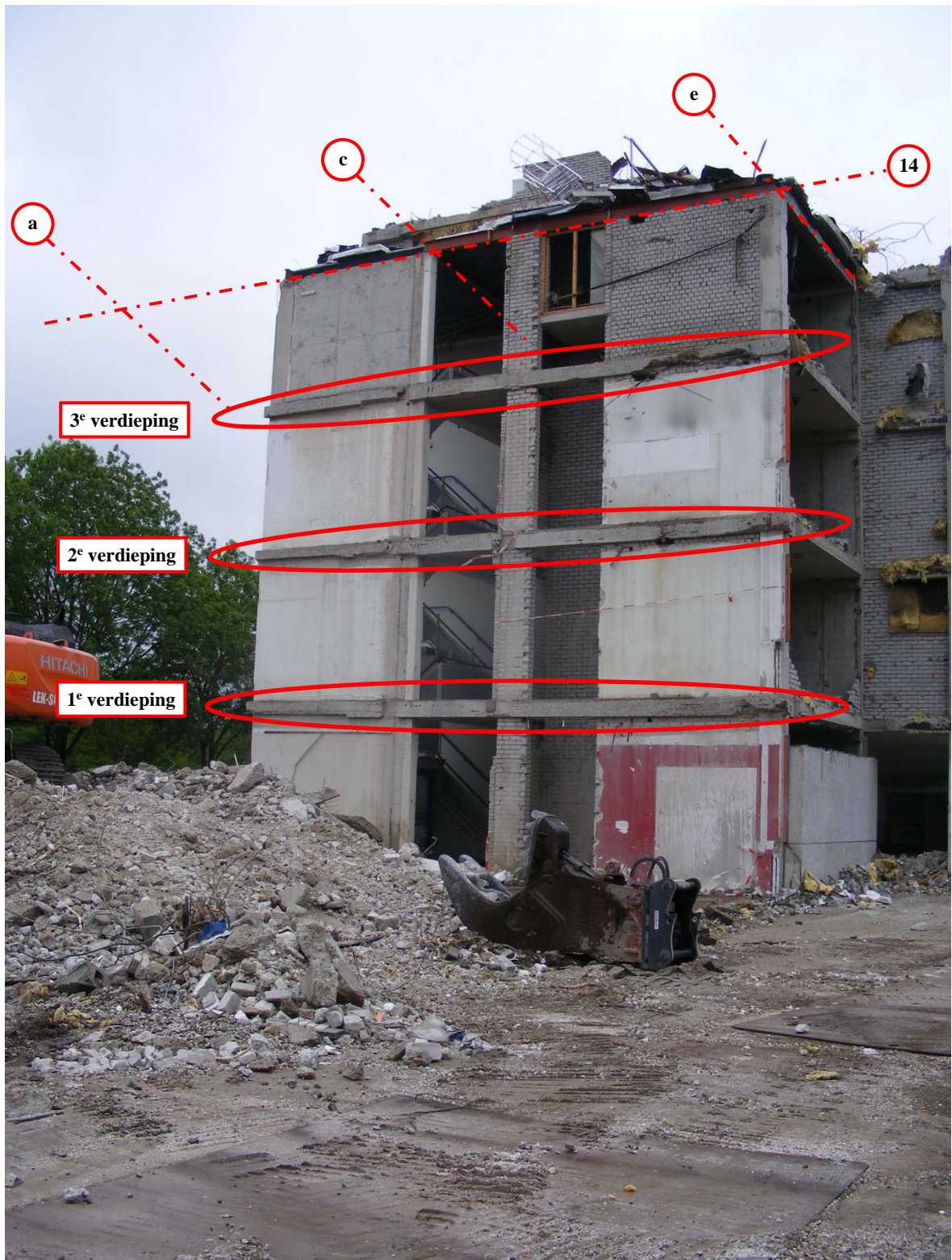


Foto 8: Zaagsneden bij as 14.

Bij het beoordelen van de zaagsneden is nagegaan of onregelmatigheden in het zaagvlak, zoals scheurvorming of duidelijk afgebroken beton in plaats van glad zaagoppervlak, aanwezig zijn. Deze onregelmatigheden zijn in de navolgende paragrafen per verdiepingvloer beschreven.

Bij alle zaagsneden is de aanwezige voorspanning beoordeeld. Het aantal VZA-kabels in de versterkte stroken komt overeen met de beschikbare tekeningen. Er is geen corrosie van voorspanning of traditionele wapening geconstateerd, afgezien van wat lichte vliegroest op de wapening. Verondersteld kan worden dat die is ontstaan in de periode dat het zaagvlak bloot heeft gelegen. De dikte van de vloer (220 mm), de versterkte stroken (270 mm) en de dikte van de breedplaten (50 mm) komen overeen met de dikten volgens de beschikbare tekeningen.

4.2.2 1^e verdiepingsvloer

- Aan de onderzijde van de vloer ter plaatse van de randstrook op as e ontbreekt beton, zie foto 9. Er is op deze locatie een sprong in het zaagvlak aanwezig van circa 10 cm;
- In het gebied ernaast is een grillig verlopende scheur aanwezig over 2 m, zie foto 10;
- Tussen as a en c is een horizontale scheur aanwezig op het aansluitvlak tussen de breedplaat en het beton dat daarop is gestort, zie foto 11.



Foto 9: 1^e verdieping, randstrook op as e.



Foto 10: 1^e verdieping tussen as c en e.



Foto 11: 1^e verdieping tussen as a en c.

4.2.3 2^e verdiepingvloer

- Net als bij de 1^e verdiepingvloer, ontbreekt beton aan de onderzijde van de vloer ter plaatse van de randstrook op as e over een lengte van circa 1 m, zie foto 12;
- In het gebied daarnaast is tussen as c en e een grillig verlopende scheur aanwezig, zie foto 13;
- Ter plaatse van de middenstrook op as c is een horizontale scheur aanwezig tussen de breedplaat en het beton dat daarop is gestort, zie foto 14;
- Aan de onderzijde van de vloer tussen as a en c ontbreekt beton, zie foto 15.



Foto 12: 2^e verdieping, randstrook op as e.



Foto 13: 2^e verdieping, tussen as c en e.



Foto 14: 2^e verdieping, middenstrook op as c.



Foto 15: 2^e verdieping, tussen as a en c.

4.2.4 3^e verdiepingvloer

- Aan de onderzijde van de vloer ontbreekt beton naast de randstrook op as e over een lengte van enkele meters, zie foto 16;

- Binnen dit gedeelte steekt beton uit voorbij het zaagvlak over een lengte van circa 0,6 m, zie foto 17. Op deze locatie steekt voorbij het zaagvlak ook wapening uit;
- Ter plaatse van de middenstrook op as c is een horizontale scheur aanwezig ter plaatse van het aansluitvlak tussen de breedplaat en het beton dat daarop is gestort, zie foto 18;
- Tussen as a en c is net boven het genoemde aansluitvlak een horizontale scheur aanwezig, zie foto 19. In dit gebied ontbreekt beton van de breedplaat over een lengte van 0,8 m, zie foto 20.



Foto 16: 3^e verdieping, naast randstrook op as e.



Foto 17: 3^e verdieping, naast randstrook op as e.



Foto 18: 3^e verdieping, middenstrook op as c.



Foto 19: 3^e verdieping, tussen as a en c.



Foto 20: 3^e verdieping, tussen as a en c.

4.3 Zaagmachine

De zaagmachine was beschikbaar op het terrein van Lek-Sloopwerken en is daar bekeken. Naast de zaagmachine was een zaagblad met een diameter van circa 80 cm aanwezig, zie foto 21. Het wiel van de as waarop het zaagblad wordt gemonteerd heeft een diameter van ongeveer 14 cm, zie foto 22. Op de bouwplaats is bij het puin van bouwdeel C nog een iets kleiner zaagblad gevonden met een diameter van circa 60 cm.



Foto 21: Diameter zaagblad 80 cm.



Foto 22: Diameter wiel circa 14 cm.

4.4 Stempels

Op de stempels die zijn gebruikt voor de ondersteuning van de vloeren, is een productsticker aanwezig met type aanduiding A30, zie foto 23. Dit is een type aanduiding volgens de norm DIN-EN 1065 [17], die ook op de sticker is vermeld. Dit betreft de Duitse versie van de Europese productnorm voor bouwstempels. De letter “A” staat voor stempels klasse A (de lichtste klasse) en getal “30” slaat op de maximale lengte (30 decimeter). Op de sticker is een variabele lengte van 180 tot 300 cm aangegeven en een tabel met toelaatbare stempelkracht, die varieert van 10,00 kN bij 300 cm tot 25,88 kN bij 180 cm.



Foto 23: Sticker op schroefstempels.

De schroefstempels bestaan uit een binnenbuis en een buitenbuis, die over elkaar heen schuiven. De buitenbuis is voorzien van een kopplaat en de binnenbuis van een “vork” waar een houten bad-ding in geplaatst kan worden. De lengte van de stempels wordt ingesteld met een draagpen in een gat en de stempels kunnen vervolgens worden klemgezet met een schroefmof.

De schroefstempels zijn bij de inspectie gesorteerd in 3 groepen, zie foto 24:

- rechte, complete stempels: 11 stuks;
- verbogen, complete stempels: 8 stuks;
- losse binnen- en buitenbuizen.

In de laatstgenoemde groep zijn diverse binnen- en buitenbuizen verbogen, maar niet allemaal. In deze groep zijn 14 schroefmoffen aanwezig. Dit betekent dat in totaal $11 + 8 + 14 = 33$ stempels zijn beoordeeld.

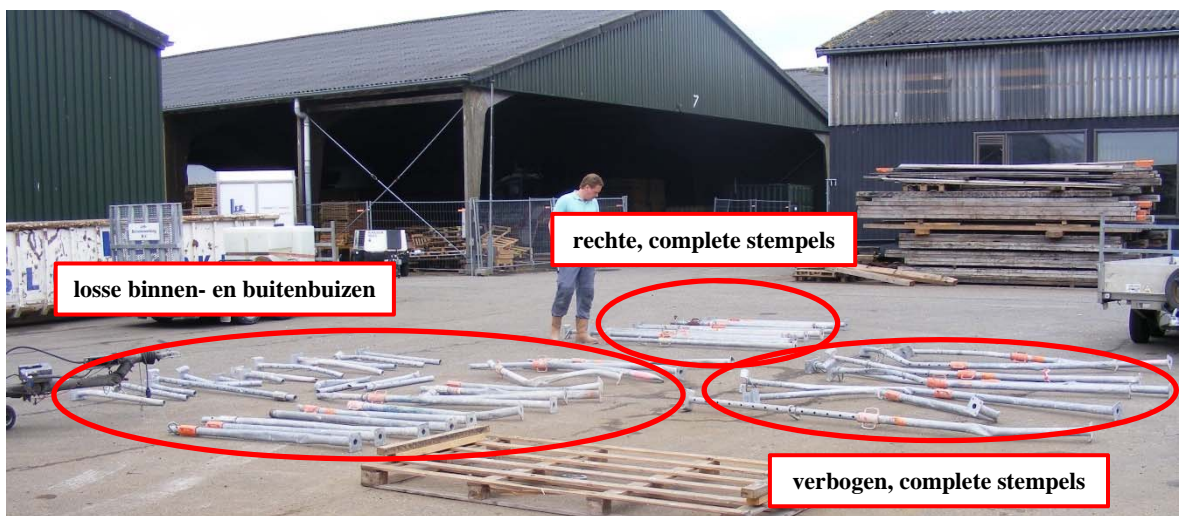


Foto 24: Schroefstempels gesorteerd.

De maximale lengte van de stempels is gecontroleerd door bij één van de rechte stempels de draagpen in het laatste gat te steken en vervolgens de schroefmof te draaien tot de draad op de buis net niet zichtbaar is. Daarbij is een lengte van 298 cm vastgesteld van onderzijde voetplaat tot aan de bodem van de vork, zie foto 25. Dit komt vrijwel overeen met de opgave van 300 cm op de sticker.



Foto 25: Maximaal uitschuifbare lengte.

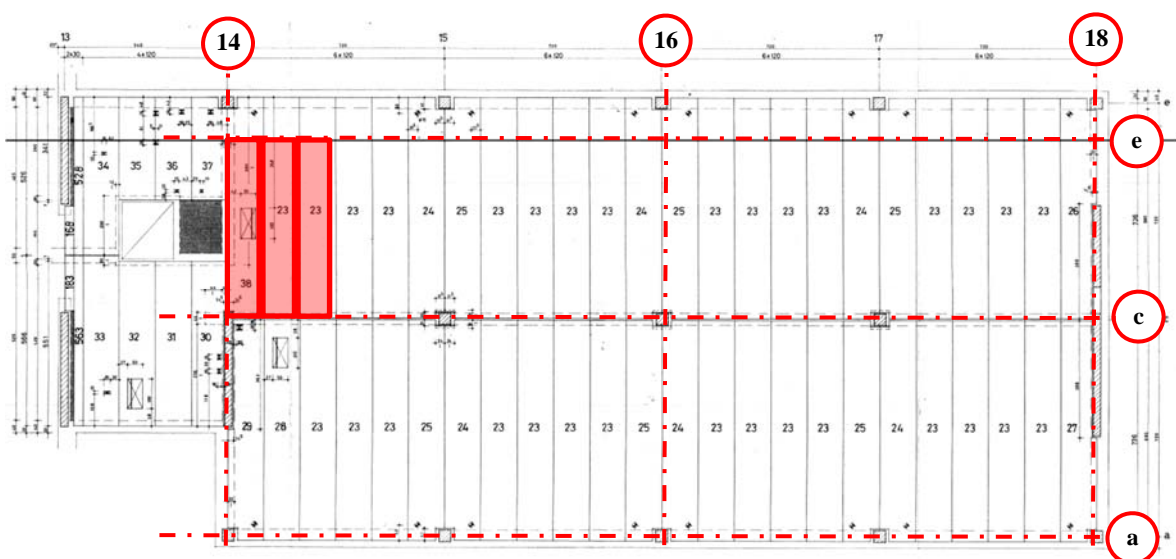
De baddingen waren eveneens opgeslagen bij de schroefstempels. De baddingen hebben een breedte van 70 mm en een hoogte 220 mm.

4.5 Begane grondvloer

Nadat het meeste puin en de rijplaten waren verwijderd, is de begane grondvloer geïnspecteerd. Een drietal kanaalplaten in het gebied waar de stempels hebben gestaan, zijn niet bezweken, zie foto 26. In figuur 15 is in een plattegrond van de begane grond aangegeven welke kanaalplaten dit zijn. Door een gat aan de zijkant kon worden waargenomen dat zich onder deze platen nog een kruipruimte bevindt, zie foto 27. De rest van de kanaalplaten van bouwdeel C zijn bezweken of waren reeds verwijderd.



Foto 26: Begane grondvloer na verwijdering van puin en rijplaten.



Figuur 15: Kanaalplaten die nog intact waren na verwijdering van puin.



Foto 27: Kruipruimte onder begane grondvloer

4.6 Overige bevindingen

In het puin is gezocht naar VZA-kabels om na te gaan of sprake is van corrosie, zie foto 28. Er is geen doorsnedevermindering door corrosie waargenomen. Ook bij de verankeringen die aan het uiteinde van de versterkte stroken op as 14 zichtbaar waren, is geen corrosie waargenomen.



Foto 28: VZA-kabel in puin

In het puin is een stuk breedplaat opgezocht om de dikte en de aanwezige voorspanning en wapening vast te stellen. Van dit stuk breedplaat komen de dikte en de wapening overeen met de beschikbare tekeningen. Er zijn 3-draads strengen in de breedplaten toegepast. Met een digitale schuifmaat is de diameter van de draden vastgesteld op 4,2 mm.

5 Beoordeling van het sloopplan

Er zijn drie documenten van Lek-Sloopwerken beschikbaar, waarin is ingegaan op de wijze van slopen, namelijk:

1. Plan van Aanpak, dat is opgesteld tijdens de aanbestedingsprocedure [8];
2. Sloopveiligheidsplan concept, 24-10-2017 [9], dat is opgesteld na gunning en voor aanvang van de uitvoering door Lek-Sloopwerken;
3. Sloopveiligheidsplan herzien, 22-3-2017 [10], uit de periode dat de uitvoering al wel was begonnen, maar nog voordat de sloop van de betonconstructie was gestart. Voor bouwdeel A (kantoor) was de start in week 16 (17-21 april) en voor bouwdeel C in week 19 (8-12 mei).

Alle drie de documenten zijn doorgenomen en beoordeeld. Navolgend is alleen ingegaan op de laatste versie van het sloopveiligheidsplan, omdat dit de laatst beschikbare informatie betreft over de wijze waarop Lek-Sloopwerken van plan was om bouwdeel C te slopen. Relevante tekstdelen uit het plan zijn eerder opgenomen in paragraaf 3.2.2.

Voor de wijze van slopen houdt het plan op hoofdlijnen het volgende in voor bouwdeel C:

- VZA vloeren worden (tijdelijk) ondersteund om te voorkomen dat vloeren ongecontroleerd op onderliggende constructies vallen op het moment dat VZA-kabels tijdens het slopen breken.
- Uiteinden van vloeren worden (bij verankeringen) voorzien van een betimmering om te voorkomen dat VZA-kabels wegschieten bij kabelbreuk.
- Vloeren worden doorgezaagd ter plaatse van as 14 en tussen as 16 en 17.
- Er wordt vanaf boven naar beneden gesloopt.

Er zijn enkele onduidelijkheden aanwezig in het sloopveiligheidsplan. Het is voor Adviesbureau Hageman niet duidelijk wat precies wordt bedoeld met vanaf boven naar beneden slopen. Dit zou opgevat kunnen worden als slopen per verdieping, maar het plan zou ook kunnen zijn dat per stramien van boven naar beneden wordt gesloopt. Ook is niet duidelijk op welk moment vloeren worden doorgezaagd in relatie tot het slopen van de constructie. Het plan kan bijvoorbeeld zijn om alle vloeren eerst door te zagen en daarna van boven naar beneden te slopen of om eerst de bovenste vloer door te zagen en pas de volgende vloer door te zagen na het slopen van de bovenste bouwlaag en zo verder. Het sloopveiligheidsplan geeft hierover geen duidelijkheid. Duidelijkheid over de precieze wijze van slopen is met name van belang voor de uitwerking van de tijdelijke ondersteuning onder VZA vloeren, die in het sloopveiligheidsplan zijn genoemd, en op locaties waar vloeren worden doorgezaagd.

Ten aanzien van de tijdelijke ondersteuning geldt dat in het sloopveiligheidsplan:

1. Geen uitwerking is opgenomen van de tijdelijke ondersteuning onder de VZA-vloeren;
2. Niets is aangegeven over tijdelijke ondersteuning waar vloeren worden doorgezaagd.

Volgens het besteksartikel 4.2.9 moeten plannen voor stut- en/of stempelwerken “voor aanvang gebruik” ter goedkeuring aan de gemeente worden voorgelegd. Hieruit kan worden afgeleid dat deze plannen niet in het sloopveiligheidsplan hoefden te worden opgenomen, maar ook later mochten worden ingediend. In de beschikbare stukken zijn echter geen stempelplannen gevonden en de gemeente heeft aangegeven geen stempelplannen van Lek-Sloopwerken te hebben ontvangen.

Navolgend is nader ingegaan op beide hiervoor genoemde typen tijdelijke ondersteuning.

Ad. 1, Tijdelijke ondersteuning onder de VZA-vloeren

Eerder is in hoofdstuk 2 het principe van VZA (Voorspanning Zonder Aanhechting) beschreven. Bij de sloop van VZA-vloeren moet rekening worden gehouden met het feit dat door het breken van voorspankabels tijdens het slopen, de voorspanning over de volledige lengte wegvalt. Dit heeft tot gevolg dat het draagvermogen van de vloer fors afneemt. In het sloopveiligheidsplan is aangegeven dat VZA-vloeren tijdelijk worden ondersteund door stempels om te voorkomen dat de vloeren bezwijken en op onderliggende constructies vallen. De wijze van onderstempeling is echter niet uitgewerkt.

Om een indruk te krijgen van de stempels die nodig zouden zijn onder de versterkte stroken, waar de VZA-kabels zich in bevinden, zijn door Adviesbureau Hageman verkennende berekeningen uitgevoerd en navolgend gerapporteerd. Daarbij is het aandeel van de VZA-kabels niet in rekening gebracht vanwege de kabeluitval tijdens het slopen. Het draagvermogen moet in die situatie worden ontleend aan de voorspanning met aanhechting in de breedplaten en de traditionele wapening in de vloer. De aanwezige hoeveelheden daarvan zijn eerder beschreven in hoofdstuk 2. De navolgende berekening heeft betrekking op de zwaarst belaste middenstrook. Een berekening van de randstroken zou een vergelijkbaar resultaat geven, omdat de belasting ongeveer de helft is en de aanwezige voorspanning en wapening eveneens de helft.

In de berekening is een belastingsfactor $\gamma_G = 1,2$ gehanteerd (gevolgklasse 1). Voor de beoordeling is uitgegaan van de momentensom (veld + steunpunt) in het maatgevende eindveld. Daarbij is alleen de aanwezige voorspanning in de breedplaten en wapening in de strook beschouwd. Het aandeel van tralieliggers in de breedplaten en eventuele meewerkende wapening naast de strook is niet in rekening gebracht.

strookbreedte	$b = 2,5 \text{ m}$	
vloerdikte	$h_{\text{vloer}} = 220 \text{ mm}$	
strookdikte	$h_{\text{strook}} = 270 \text{ mm}$	
stramienbreedte	$a = 7,2 \text{ m}$	
overspanning	$L = 7,2 \text{ m}$	
lijnlast middenstrook	aandeel vloer	$1,25 \cdot 7,2 \cdot 0,22 \cdot 24 = 47,5 \text{ kN/m}$
	extra in strook	$2,5 \cdot (0,27 - 0,22) \cdot 24 = 3,0 \text{ kN}$
	totaal	$47,5 + 3,0 = 50,5 \text{ kN/m}$
som optredende momenten	$\Sigma M_d = 1,2 \cdot \frac{1}{8} \cdot 50,5 \cdot 7,2^2 = 393 \text{ kNm}$	
bezwijkmoment veld	voorspanning	16 stuks 3-draads strengen FeP1860 $A_p = 16 \cdot 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 4,2^2 = 665 \text{ mm}^2$ $N_p = A_p f_{pd} = 665 \cdot 1455 \cdot 10^{-3} = 968 \text{ kN}$ $d = 270 - \frac{1}{2} \cdot 50 = 245 \text{ mm}$
	wapening	$\text{Ø}5,5\text{-}250$ over $b = 3,2 \text{ m}$ $A_s = 3,2 \cdot 238 = 762 \text{ mm}^2$ $N_s = A_s f_{yf} = 762 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = 331 \text{ kN}$ $d = 270 - 50 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 5,5 = 209 \text{ mm}$
	bezwijkmoment	$M_{u,\text{veld}} = N_p z_p + N_s z_s$ $\approx 968 \cdot 0,9 \cdot 0,245 + 331 \cdot 0,9 \cdot 0,209$ $= 276 \text{ kNm}$
bezwijkmoment steunpunt	wapening	$\text{Ø}5,5\text{-}250 \text{ mm}$ over $b = 3,0 \text{ m}$ en $11\text{Ø}12 \text{ mm}$

$$A_s = 3,0 \cdot 238 + 11 \cdot 113 = 1957 \text{ mm}^2$$

$$N_s = A_s f_{yf} = 1957 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = 851 \text{ kN}$$

$$d = 270 - 20 - 12 - \frac{1}{2} \cdot 12 = 232 \text{ mm}$$

$$\text{bezwijkmoment } M_{u,\text{stp}} = N_s z_s \approx 851 \cdot 0,9 \cdot 0,232 = 178 \text{ kNm}$$

$$\text{som bezwijkmomenten } \Sigma M_u = \frac{1}{2} M_{u,\text{stp}} + M_{u,\text{veld}} = \frac{1}{2} \cdot 178 + 276 = 365 \text{ kNm}$$

$$\text{toetsing } \Sigma M_d = 393 \text{ kNm} > \Sigma M_u = 365 \text{ kNm} \quad \text{voldoet niet}$$

Uit de berekening volgt dat de rekenkundige sterkte van de middenstrook van het beschouwde, maatgevende eindveld zonder VZA-kabels net onvoldoende is om het eigen gewicht van de vloer te kunnen dragen bij de gehanteerde veiligheidsfactor van 1,2. In de middenvelden is de sterkte groter en verondersteld kan worden dat daar de sterkte wel voldoende is. De overschrijding in het eindveld is redelijk beperkt (circa 8%). Indien een beperkt deel van de wapening naast de stroken zou worden meegenomen en daarbij ook het aandeel van de tralieliggers in de breedplaten, kan worden gesteld dat de sterkte ook in de eindvelden voldoende is. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het rekenkundige draagvermogen van de vloer ook zonder VZA-voorspankabels voldoende zou zijn om het eigen gewicht te kunnen dragen. Dit betekent dat het wellicht verantwoord zou zijn geweest om de constructie zonder stempeling van de VZA-vloeren te slopen. Dit is mede afhankelijk van de wijze van slopen en de mogelijke trillingen die daarbij optreden. Als toch een stempeling onder de VZA-stroken wordt toegepast, zou een relatief lichte stempeling volstaan.

Hoewel uit de verkennende berekening volgt dat onderstempeling van de VZA-vloeren wellicht niet nodig zou zijn geweest, mag worden verwacht dat als in het sloopveiligheidsplan een stempeling wordt genoemd, dat deze ook wordt uitgewerkt in het sloopplan of in een later opgesteld document. Of als geen stempeling wordt toegepast, dat daarvan een onderbouwing is gegeven. Zoals echter eerder is aangegeven, is geen uitwerking of nadere beschouwing beschikbaar.

Ad. 2, Tijdelijke ondersteuning waar vloeren worden doorgezaagd

Op het moment dat vloeren worden doorgezaagd, moet een tijdelijke ondersteuning worden aangebracht om te voorkomen dat de vloeren tijdens of na het zagen instorten. De belasting op de ondersteuning is afhankelijk van de positie van de ondersteuning en de locatie van de zaagsnede. Bij doorzagen van meerdere vloeren boven elkaar moet worden doorgestempeld en daarbij moet er rekening mee worden gehouden dat de stempelbelastingen naar beneden toe toenemen. In het sloopveiligheidsplan is niets vermeld over tijdelijke ondersteuning op locaties waar vloeren worden doorgezaagd en is daarvan geen uitwerking opgenomen. Er zijn bij Adviesbureau Hageman ook geen andere documenten beschikbaar, waarin deze stempeling is uitgewerkt.

Resumerend geldt dat het sloopplan van Lek-Sloopwerken enkele onduidelijkheden bevat met betrekking tot de volgorde van slopen en het moment van zagen van vloeren in relatie tot het slopen. Duidelijkheid op deze aspecten is met name van belang bij de uitwerking door het sloopbedrijf van benodigde tijdelijke ondersteuning. Deze uitwerking is niet opgenomen in het sloopplan, maar uit het bestek kan worden afgeleid dat dit ook later mocht worden ingediend bij de gemeente. In de gegevens die aan Adviesbureau Hageman zijn verstrekt, zijn echter geen uitwerkingen van de tijdelijke ondersteuning (stempelplannen) aanwezig. De gemeente Woerden heeft aangegeven geen stempelplannen te hebben ontvangen.

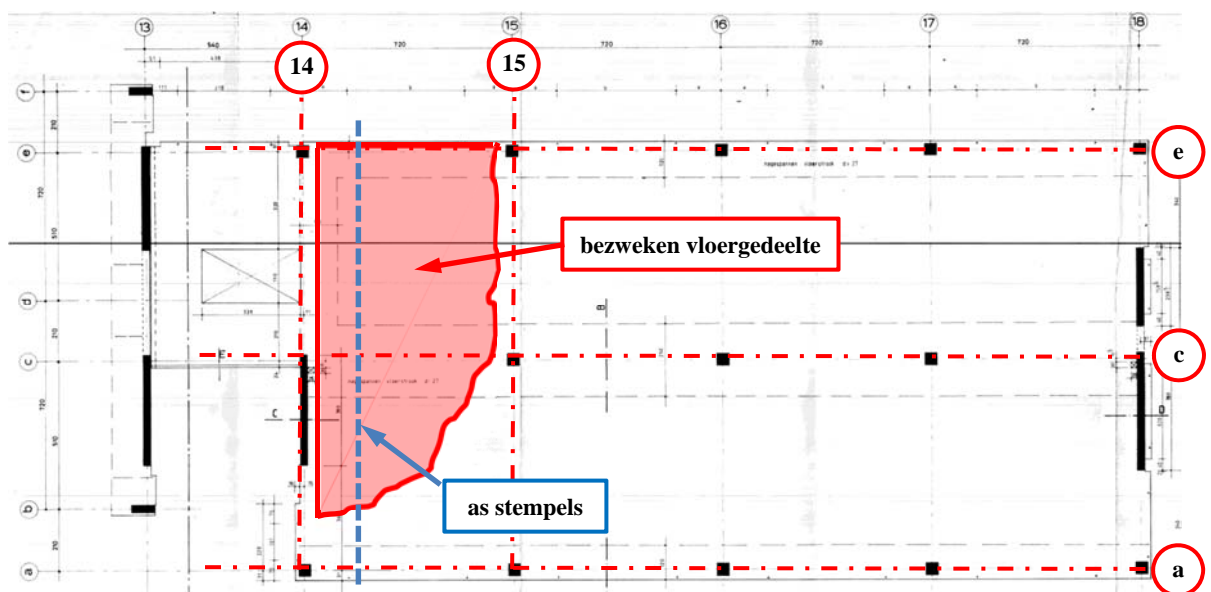
6 Analyse van de oorzaak

6.1 Algemeen

Bij de instorting zijn de 1^e en 2^e verdiepingvloer tussen de assen 14 en 15 deels bezweken. Het bezwijkbeeld is te zien op foto 29. In figuur 16 is het bezweken gedeelte van beide vloeren en de aslijn van de stempels aangegeven op een plattegrond.



Foto 29: Bezwijkbeeld van bezweken vloergedeelten (bron: internet).



Figuur 16: Bezwiken gedeelte van 1^e en 2^e verdiepingvloer (indicatief)

De 1^e verdiepingsvloer is gedeeltelijk blijven hangen, namelijk bij as 15 en bij de versterkte randstrook op as a. De randstrook op as a is niet bezweken. Bij as 14, waar de vloer is doorgezaagd, is de 1^e verdiepingsvloer naar beneden gekomen. Voor de 2^e verdiepingsvloer geldt dat het vloerdeel tussen as 14 en 15, met uitzondering van de randstrook op as a, volledig naar beneden is gevallen. De 3^e verdiepingsvloer is niet bezweken.

Het bezwijkbeeld, in combinatie met de informatie dat de vloeren op as 14 waren doorgezaagd, wijst erop dat de instorting mogelijk is veroorzaakt doordat de aanwezige stempels bij as 14 niet in staat zijn geweest om de vloeren te dragen. In de navolgende paragrafen is deze potentiële oorzaak nader onderzocht. Daarbij is achtereenvolgens ingegaan op:

- paragraaf 6.2: Analyse van webcam beelden. Wat is te zien op de beschikbare webcam beelden over de wijze van slopen van bouwdeel C?
- paragraaf 6.3: Beschouwing afwijkingen van het sloopplan. Is er afgeweken van het sloopplan en zo ja, heeft dat een rol gespeeld bij de instorting?
- paragraaf 6.4: Beoordeling van de stempeling. Welke ondersteuning was aanwezig ten tijde van de instorting? Wat is de capaciteit van de toegepaste ondersteuning en was dat voldoende?
- paragraaf 6.5: Verklaring van het schadebeeld. Waarom zijn de vloervelden deels wel en deels niet bezweken en waarom is de 3^e verdiepingsvloer niet bezweken?

Hoewel de direct beschikbare informatie wijst op een onvoldoende onderstempeling voor de toegepaste wijze van slopen als oorzaak van de instorting, wordt er voor alle duidelijkheid op gewezen dat zorgvuldig is nagegaan of er eventueel andere, nader te onderzoeken, oorzaken zijn. Zo is in het kader van het onderzoek naar de oorzaak van de instorting ook onderzocht of de constructie volgens de tekeningen is gebouwd en of in de loop der tijd sprake is geweest van een achteruitgang van het draagvermogen door aantasting. Voor zover kon worden nagegaan bij de inspecties, is de constructie gebouwd volgens de beschikbare tekeningen. Er zijn bij de inspecties geen afwijkingen geconstateerd. Ook zijn bij de inspecties geen sporen van aantasting van de constructie waargenomen, zowel niet in de restanten van het reeds gesloopte bouwdeel C als in het aangrenzende bouwdeel B. Daarbij is ook specifiek gelet op aantasting van de VZA-kabels door corrosie, omdat dit een bekend probleem is bij VZA vloeren uit de beginperiode dat deze techniek werd toegepast, waarbij de oorzaak is gelegen in het feit dat vocht tijdens de bouw in de aan de uiteinden niet beschermde omhullingsbuizen is gelopen. Corrosie van VZA-kabels is niet waargenomen. Dit komt overigens overeen met hetgeen kan worden verwacht, omdat deze problematiek met name speelt bij VZA vloeren uit de jaren '70 van de vorige eeuw. De beschouwde constructie is in een latere periode gebouwd, namelijk omstreeks 1984/1985. Voor nadere informatie omtrent deze problematiek wordt verwezen naar de "Handreiking onderzoek schade bij betonconstructies met voorspanning zonder aanhechting (VZA) van vòòr 1985", die is opgesteld door Adviesbureau Hageman in opdracht van VROM-Inspectie.

6.2 Analyse van webcam beelden

Er zijn webcam beelden beschikbaar gesteld, die zijn genomen vanaf maandag 8 tot en met vrijdag 12 mei 2017. De beelden zijn geanalyseerd, hetgeen tot de navolgende bevindingen heeft geleid. De getoonde webcam beelden in deze paragraaf betreffen alleen het gedeelte van de oorspronkelijke beelden waarop bouwdeel C is te zien.

Uit de beschikbare webcam beelden kan het volgende worden afgeleid:

- Op dinsdag 9 mei is de sloop van de betonnen draagconstructie gestart op as 18. foto 30 is genomen om 11:00 uur in de ochtend en foto 31 aan het einde van die dag;
- Anders dan wat in het sloopveiligheidsplan van Lek-Sloopwerken was aangegeven, is er geen stempeling onder de VZA-vloeren toegepast [10];
- De vloeren zijn niet doorgezaagd tussen de assen 16 en 17. Volgens het sloopveiligheidsplan van Lek-Sloopwerken, zou dit wel worden gedaan [10];
- Op donderdag 11 mei is om 12:40 uur een zaagmachine te zien op de 3^e verdieping ter plaatse van de randstrook op as e, zie foto 32. Op de foto's daarvoor is te zien dat zaagwater op de onderliggende vloeren ontstaat. Hieruit wordt afgeleid dat de 3^e verdiepingvloer is doorgezaagd, waarbij is begonnen aan de zijde van as a en het zagen is beëindigd bij as e;
- Op donderdag 11 mei is de zaagmachine op de foto's vanaf 16:20 uur tot 16:50 uur te zien op de 2^e verdieping ter plaatse van de randstrook op as e, zie foto 33. Op twee beelden in deze periode is een werknemer te zien die naar de zaagmachine kijkt. Vermoedelijk is op deze locatie het zaagblad vastgelopen. Dit zou de situatie van het vastgelopen zaagblad kunnen zijn, hetgeen was aangegeven door de gemeente. Op foto's uit de media is op deze locatie een zaagblad gezien, zie foto 37 en foto 38.
- In de ochtend van 12 mei is de zaagmachine op de 1^e verdiepingvloer bij as e gezet, zie foto 34. Op de beelden daarna is de zaagmachine niet te zien tot 11:00 uur. Op de foto van 11:00 uur is de zaagmachine te zien bij de randstrook op as e, zie foto 35. Op foto 36 van 11:20 uur is te zien dat de 1^e en 2^e verdiepingvloer zijn ingestort. Er zijn tussen de foto direct voor en na de instorting geen verschillen te zien in de 3^e verdiepingvloer. Hieruit wordt afgeleid dat er tijdens de instorting geen noemenswaardige verplaatsing in deze vloer is opgetreden.



Foto 30: Webcam beeld 9-5-2017, 11:00 uur.



Foto 31: Webcam beeld 9-5-2017: 16:00 uur.



Foto 32: Webcam beeld 11-5-2017, 12:40 uur.



Foto 33: Webcam beeld 11-5-2017, 16:30 uur.



Foto 34: Webcam beeld 12-5-2017, 7:20 uur.



Foto 35: Webcam beeld 12-5-2017, 11:00 uur.



Foto 36: Webcam beeld 12-5-2017, 11:20 uur.



Foto 37: Zaagblad ter hoogte van de 2^e verdiepingvloer (foto: AD)



Foto 38: Zaagblad gezien vanaf de zijde van de Blekerijlaan (foto: AD)

6.3 Beschouwing van afwijkingen van het sloopplan

Uit de beschikbare informatie over de uitvoering van de sloop, volgt dat op de volgende punten is afgeweken van het sloopplan:

1. Er is geen stempeling onder de VZA-vloeren toegepast, anders dan de stempels bij de te maken zaagsneden nabij as 14;
2. De vloerranden zijn niet voorzien van een betimmering;
3. De vloeren van bouwdeel C zijn niet doorgezaagd tussen de assen 16 en 17.

Ad. 1, Stempeling onder VZA-vloeren

Stempeling van de VZA-vloeren is bedoeld om instorting van de vloeren te voorkomen op het moment dat de VZA-kabels breken tijdens de sloop. Eerder is in hoofdstuk 5 met verkennende berekeningen aangetoond dat het draagvermogen van de vloer ook zonder VZA-kabels rekenkundig voldoende is om het eigen gewicht te dragen, omdat behalve VZA-kabels ook traditionele wapening een voorspanning met aanhechting (VMA) in de vloer aanwezig is. Dit is veelal anders bij oudere VZA-vloeren, waar meestal alleen VZA-kabels aanwezig zijn in beide richtingen van de vloer.

Het achterwege laten van de stempeling heeft dan ook geen rol gespeeld bij de instorting. Eerder tijdens de sloop van bouwdeel C is ook gebleken dat de versterkte stroken, die zijn voorzien van VZA-kabels, niet zijn bezweken op het moment dat de verankeringen op as 18 zijn gesloopt.

Ad. 2, Betimmering vloerranden

Betimmering van vloerranden is bedoeld om te voorkomen dat VZA-kabels wegschieten na breuk. In weekrapport 12 is aangegeven dat bij de gedeeltelijke sloop van bouwdeel A een andere aanpak is gekozen. Daar is de bak van een kraan gebruikt om eventueel wegschieten van VZA-kabels te voorkomen. Het is niet bekend of een dergelijke aanpak ook bij bouwdeel C is gehanteerd. Dit is niet nader onderzocht, omdat deze afwijking geen rol kan hebben gespeeld bij de instorting.

Ad. 3, Doorzagen vloeren tussen as 16 en 17

In plaats van het doorzagen van de vloeren tussen as 16 en 17, is bouwdeel C tussen as 16 en 18 gesloopt zonder de vloeren eerst door te zagen. Ook deze afwijking heeft geen rol gespeeld bij de instorting.

6.4 Beoordeling van de toegepaste onderstempeling

Uit beschikbare foto's uit de periode voorafgaand aan de instorting [13] volgt dat op de onderste bouwlaag een rij van 9 stempels is toegepast. Voor zover op de foto's is te zien, is op de bovengestelde bouwlagen hetzelfde aantal stempels toegepast, dus totaal zijn $3 \times 9 = 27$ stempels gebruikt nabij as 14 waar de zaagsneden zijn aangebracht. Het is niet bekend waarom bij de inspectie 33 stempels zijn geteld. Voor de beoordeling van de stempeling is dit verder niet onderzocht, omdat vooral het aantal stempels in de zwaarst belaste rij (de onderste bouwlaag) van belang is en dit aantal is bekend.

Navolgend is de aanwezige belasting op de onderste stempelrij bepaald en vergeleken met de toelaatbare belasting volgens de ontwerptabel op de productsticker, die op de stempels aanwezig is.

Bij het doorzagen van alle drie de vloeren, moet de onderste stempelrij worden ontworpen op het gewicht van drie vloeren. De totale belasting uit een verdiepingsvloer op een stempelrij is ongeveer gelijk aan de helft van het vloergewicht tussen as 13 en 14. Een nauwkeurigere beschouwing van

de belasting wordt, gezien de navolgend getoonde resultaten van de berekeningen, niet noodzakelijk geacht.

Vloergewicht tussen as 13 en 14 zonder extra dikte van versterkte stroken:

lengte vloerveld	7,2 m
breedte vloerveld	15,0 m
vloerdikte	0,22 m
soortelijk gewicht	24 kN/m ³
gewicht	$G_1 = 7,20 \times 15,0 \times 0,22 \times 24 = 570 \text{ kN}$

Extra gewicht door de versterkte stroken:

lengte stroken	7,20 m
breedte randstroken	1,20 m
breedte middenstrook	2,50 m
extra dikte	0,05 m
gewicht	$G_2 = 7,20 \times (2 \times 1,20 + 2,50) \times 0,05 \times 24 = 42 \text{ kN}$

De totale belasting op een stempelrij is per verdiepingsvloer:

$$G = 0,5 \times (G_1 + G_2) = 0,5 \times (570 + 42) = 306 \text{ kN}$$

De belasting op de onderste stempelrij door drie vloeren is $3 \times 306 = 918 \text{ kN}$.

Hoewel uit de beschikbare foto's volgt dat de randstroken niet zijn onderstempeld, zie foto 1, wordt voor de beoordeling verondersteld dat de belasting gelijkmatig over de 9 stempels wordt verdeeld. De betonvloeren zijn namelijk zelf in staat om de belasting enigszins over de stempels te verdelen. De belasting per stempel op de onderste bouwlaag is dan $918 / 9 = 102 \text{ kN}$.

De toelaatbare belasting is afhankelijk van de stempelhoogte. De vrije hoogte tussen de vloeren is afgeleid uit informatie op de beschikbare tekeningen. Om de stempelhoogte te verkrijgen, moet de vrije hoogte worden verminderd met de hoogte van de baddingen. Uit de beschikbare foto's volgt dat aan de bovenzijde een rechtop staande badding is toegepast en aan de onderzijde een badding op zijn kant. Dit betekent dat de vrije hoogte moet worden verminderd met $0,22 + 0,07 = 0,29 \text{ m}$

vrije hoogte	$h = 3,40 - 0,22 = 3,18 \text{ m}$ (3,13 m onder stroken)
stempelhoogte	$h = 3,18 - 0,29 = 2,89 \text{ m}$ (2,84 m onder stroken)

De toelaatbare belasting per stempel is bij de stempelhoogte van 2,84 m en 2,89 m ongeveer 11 kN. Dit betekent dat de toelaatbare belasting met een factor $102 / 11 \approx 9$ wordt overschreden. Het is duidelijk dat de capaciteit van de stempels ruim onvoldoende was voor het opvangen van het gewicht van de 3 vloeren.

In werkelijkheid is de belasting op de onderste stempels lager geweest dan de waarde van 102 kN per stempel, die hiervoor is berekend. Dit kan worden afgeleid uit het feit dat niet alle vloeren volledig zijn bezweken en dus waarschijnlijk niet volledig op de stempels hebben gesteund. Bij de instorting is de 3^e verdiepingsvloer blijven hangen en ook een deel van de 1^e en 2^e verdiepingsvloer zijn blijven hangen. Mede vanwege het feit dat in de webcam beelden geen verplaatsing is waargenomen van de 3^e verdiepingsvloer, zal de onderste stempelrij waarschijnlijk niet zijn belast door

deze vloer. Indien wordt uitgegaan van een belasting door twee in plaats van drie vloeren, is de belasting op een stempel op de onderste bouwlaag $2/3 \times 102 = 68$ kN. Bij deze belasting wordt de toelaatbare stempelbelasting met een factor $68 / 11 = 6$ overschreden. Bij een belasting door één vloer zou de toelaatbare stempelbelasting ook nog met een factor 3 worden overschreden.

Tevens geldt dat de werkelijke capaciteit van de stempels hoger zal zijn dan de toelaatbare stempelbelasting van 11 kN, die hiervoor is vermeld. In de toelaatbare stempelbelasting is namelijk een veiligheidsfactor van 1,7 verwerkt. Dit volgt uit het feit dat in de Duitse norm DIN-EN 1065, waarnaar is verwezen op de productsticker op de stempels, een karakteristieke stempelcapaciteit van 17,0 kN (5%-ondergrenswaarde) is vermeld voor stempeltype A30 bij een lengte van 3 m. Op de sticker is een toelaatbare belasting van 10,0 kN vermeld bij deze lengte, dus de veiligheidsfactor is $17,0 / 10,0 = 1,7$. Dit betekent dat de karakteristieke waarde van de capaciteit van een stempel op de onderste bouwlaag gelijk is aan $1,7 \times 11 = 18$ kN. Ook deze waarde is veel lager dan de hiervoor berekende belasting van 102 kN op een stempel door drie vloeren en 68 kN door twee vloeren.

De werkelijke capaciteit kan nog iets hoger liggen dan de karakteristieke waarde van 18 kN als aanwezige excentriciteiten kleiner zijn dan de excentriciteiten waarmee volgens de norm DIN-EN 1065 rekening moet worden gehouden. Het is echter duidelijk dat de aanwezige capaciteit veel lager is dan de benodigde capaciteit.

De werkelijke capaciteit zou ook iets lager kunnen liggen dan de karakteristieke waarde als sprake is van uitvoeringsfouten bij het aanbrengen van de stempels. Belangrijke punten daarbij zijn bijvoorbeeld dat de belasting vanuit de baddingen niet excentrisch in de stempels wordt ingeleid (doordat baddingen niet in het hart van de vork zijn geplaatst) en dat de schroefmof niet voorbij de draad wordt gedraaid. Op de beschikbare foto's [13] van de stempels uit de periode voorafgaande aan de instorting zijn geen uitvoeringsfouten waargenomen.

Geconcludeerd kan worden dat de capaciteit van de aanwezige stempels ruim onvoldoende was om het gewicht van de daarboven gelegen verdiepingen te dragen. Theoretisch kan bezwijken ook worden ingeleid door bezwijken van de begane grondvloer, maar uit het feit dat de begane grondvloer nog grotendeels intact is in het gebied waar de stempels hebben gestaan en de vloeren naar beneden zijn gekomen, wordt geconcludeerd dat dit niet het geval is geweest. De zwaarst belaste stempels op de onderste bouwlaag zijn uitgeknikt.

De bevindingen komen overeen met hetgeen is waargenomen aan de stempels bij de inspectie. Daarbij is vastgesteld dat 11 stempels nog recht zijn. Verondersteld kan worden dat dit de stempels op de bovenste bouwlaag zijn geweest en vermoedelijk nog twee stempels bij de niet bezwijken randstroken op as a. De overige stempels zijn verbogen. Dit betreft de stempels op de onderste bouwlaag die zijn uitgeknikt en de stempels op de tweede bouwlaag, die zijn bedolven onder het puin en daardoor zullen zijn verbogen.

6.5 Verklaring van het schadebeeld

In deze paragraaf is een verklaring gegeven voor de volgende waarnemingen:

1. De 1^e en 2^e verdiepingsvloer tussen de assen 14 en 15 zijn deels blijven hangen;
2. De 3^e verdiepingsvloer is niet bezwijken;
3. Er zijn onregelmatigheden in de zaagvlakken aanwezig (scheuren en ontbrekend beton).

Ad. 1, De 1^e en 2^e verdiepingvloer zijn deels blijven hangen

De vloeren zijn niet volledig bezwaken tussen de assen 14 en 15, omdat de randstroken op as a niet (of niet volledig) zijn doorgezaagd. Dit kan worden afgeleid uit een foto uit de media, zie foto 39. Opgemerkt wordt dat deze randstroken alleen kunnen worden doorgezaagd door het zaagblad naar de andere kant van de zaagmachine te verplaatsen. Schijnbaar is dit niet gebeurd.

Ad. 2, De 3^e verdiepingvloer is niet bezwaken

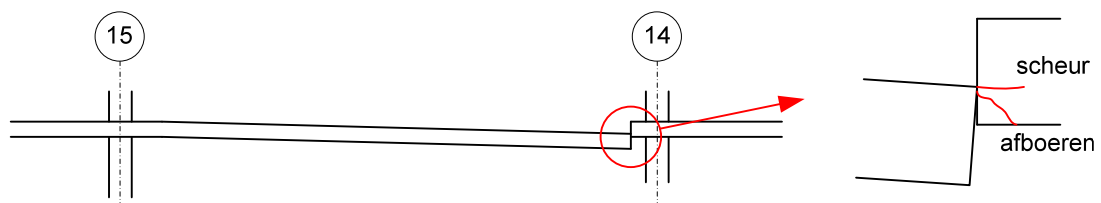
Voor de 3^e verdiepingvloer zal zeer waarschijnlijk ook de randstrook op as a niet zijn doorgezaagd. Verder is bij de inspectie vastgesteld dat ook aan de andere zijde nabij as e een gedeelte niet was doorgezaagd. Deze punten zijn sterk genoeg gebleken om de vloer nog te kunnen dragen.

Ad. 3, Onregelmatigheden in de zaagvlakken

Op diverse locaties is sprake van horizontale scheuren op het hechtvlak tussen breedplaat en het beton dat daarop is gestort, of net daarboven. Ook ontbreekt op diverse locaties beton aan de onderzijde. Deze schades zijn vermoedelijk ontstaan doordat de vloer klem loopt tijdens het naar beneden vallen, waarbij de vloer min of meer roteert om een lijn aan de andere zijde van de vloer (as 15). Het bedoelde mechanisme is indicatief aangegeven in figuur 17.



Foto 39: Randstrook 1^e verdiepingvloer niet doorgezaagd (foto: AD).



Figuur 17: Klemlopen van de vloer tijdens bezwijken.

7 Conclusie

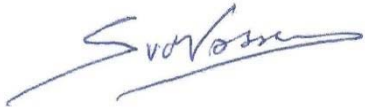
In opdracht van de Gemeente Woerden is door Adviesbureau Hageman een onderzoek uitgevoerd naar de oorzaak van het instorten van een deel van de betonconstructie van het stadhuis aan de Blekerijlaan 14 te Woerden. Het stadhuis wordt momenteel gerenoveerd, waarbij delen van het stadhuis worden gestript en andere delen volledig worden gesloopt.

De instorting heeft plaatsgevonden op 12 mei 2017 tijdens zaagwerkzaamheden aan de vloeren in bouwdeel C, vlak bij de aansluiting op bouwdeel B. Uit het onderzoek komt naar voren dat de tijdelijke ondersteuning (stempels), die waren aangebracht om deze vloeren te dragen na het doorzagen, ruim onvoldoende capaciteit bezaten. De instorting is opgetreden door een overbelasting van de stempels op de begane grond.

De beschreven wijze van slopen in het sloopveiligheidsplan van Lek-Sloopwerken bevat enkele onduidelijkheden met betrekking tot de volgorde van slopen en het moment van zagen van vloeren in relatie tot het slopen. Duidelijkheid op deze punten is met name van belang bij de uitwerking door het sloopbedrijf van benodigde tijdelijke ondersteuning (stempels). Deze uitwerking is niet opgenomen in het sloopveiligheidsplan, maar uit het bestek volgt dat dit ook later (“voor aanvang gebruik”) mocht worden ingediend bij de gemeente. In de gegevens die aan Adviesbureau Hageman zijn verstrekt, zijn echter geen uitwerkingen van de tijdelijke ondersteuning (stempelplannen) gevonden. De gemeente Woerden heeft aangegeven geen stempelplannen van Lek-Sloopwerken te hebben ontvangen.

In de uitvoering is op enkele punten afgeweken van het sloopveiligheidsplan. Deze afwijkingen hebben echter geen rol gespeeld bij de instorting.

Rijswijk, 28 juni 2017



ir. S. van der Vossen



prof.dr.ir. D.A. Hordijk