



SANACON

FOR HEALTHY CONCRETE STRUCTURES

ONDERGRONDSE GARAGE TENNIS PARK MIDDELKERKE

VERSLAG PLAATSBEZOEK EN ANALYSE VAN BESTAANDE (REKEN)NOTA'S



DATUM VERSLAG

13/3/2024

PROJECT

SC23189

LOCATIE

Ondergrondse garage
Rauschenbergplein
B-8434 Middelkerke-Westende

VOOR REKENING VAN

VME Tennis Park garagecomplex
Priorijlaan 35,
B-8434 Middelkerke

OP AANVRAAG VAN

Dhr. Frank Rouseré (ERA Laplage)

OPGEMAAKT DOOR

SANACON bv

HISTORIEK VERSLAG

Versie	Omschrijving	Auteur	Datum
V1	Nota n.a.v. plaatsbezoek d.d. 11/01/2024	LV	13/03/2024

INHOUDSTAFEL

1. Inleiding	3
2. Visuele inspectie	4
2.1. Schade t.g.v. duurzaamheidsproblemen.....	4
2.2. Schade t.g.v. verhoogde contactspanningen	5
2.3. Schade t.g.v. stabiliteitstechnische problemen	6
2.4. Besluit.....	7
3. Analyse van bestaande (reken)nota's	8
3.1. Materiaalkarakteristieken	9
3.2. Nazicht van de (totale) wapeningsconfiguratie	12
3.3. Doorbuiging van balken en vloerplaten.....	14
3.4. Besluit.....	14
4. Voorstel voor bijkomend onderzoek	15
5. Besluit	16

1. INLEIDING

Op donderdag 11/01/2024 is door SANACON een rondgang met (beperkte) visuele inspectie uitgevoerd aan de betonstructuur van het ondergronds garagecomplex van het tennispark Middelkerke. Deze inspectie kadert in de afsluiting van de parking en het bovenliggende Rauschenbergplein omwille van zogenaamde (stabiliteitstechnische) problemen.

De visuele inspectie dient als 'beperkt' aanzien te worden, daar slechts enkele (een viertal) van de garageboxen konden betreden worden. Het merendeel van de boxen zijn niet bezocht.



Figuur 1 - Situering van de ondergrondse garage Tennis Park Middelkerke (Bron: Google maps 7/03/2024)

Het onderzoek is aangevraagd door Frank Rouseré (Syndicus ERA Laplage) met als doel een plan van aanpak op te stellen aangaande een eventueel herstel / renovatie van de betonnen draagstructuur van de ondergrondse garage.

Als leidraad voor de visuele inspectie, alsook voor het opstellen van het plan van aanpak m.b.t. bijkomend onderzoek wordt gebruik gemaakt van volgende (reken)nota's opgemaakt door het studie bureau S.C.E.S.:

- ⊗ **RN-2296-02** Nazicht draagkracht voorgespannen welfsels en dakplaat in gewapend beton- Noordelijk gelegen Parking - Rauschenbergplein (d.d. 27/03/2017)
- ⊗ **2546-01** Verslag Plaatsbezoek Stabiliteitscontrole parking onder Rauschenbergplein (d.d. 20/10/2023).

2. VISUELE INSPECTIE

Tijdens de (beperkte) visuele inspectie worden op meerdere locaties schade aan de betonstructuur opgemerkt. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen volgende types schade:

- ⊗ Schade t.g.v. duurzaamheidsproblemen (~gerelateerd aan wapeningscorrosie)
- ⊗ Schade t.g.v. verhoogde contactspanningen
- ⊗ Schade t.g.v. stabiliteitstechnische problemen

In onderstaande worden de verschillende types schade besproken.

2.1. Schade t.g.v. duurzaamheidsproblemen

Op meerdere locaties wordt schade opgemerkt dat een rechtsreeks gevolg is van een mogelijks aanwezige duurzaamheidsproblematiek (zie bijv. Figuur 2).

Zo worden ook op meerdere locaties **langse scheuren opgemerkt ter plaatse van de neuzen van de betonbalken** (zie Figuur 3). In deze zones treedt met grote waarschijnlijkheid **depassivatie op (door carbonatatie en/of chloriden) waardoor de inwendige wapening niet meer voldoende beschermd wordt tegen ontwikkeling van corrosie**. Als een gevolg kan de wapening corroderen (bijv.: bij contact met vocht/water) hetgeen een expansieve reactie betreft en/of een reductie van de wapeningssectie in het geval van putcorrosie. Hierdoor kan de betondekking scheuren en/of afgeduwd worden. Er wordt opgemerkt dat dergelijke schade slechts (sporadisch) wordt vastgesteld t.p.v. de ondergrondse structuur.

Schade t.g.v. duurzaamheidsproblemen (zoals hierboven omschreven) resulteert in eerste instantie niet onmiddellijk in een structureel probleem. De schade kan op eenvoudige wijze d.m.v. een traditioneel betonherstel (met specifieke aanvullende maatregelen indien chloriden aanwezig zijn) aangepakt worden. Geadviseerd wordt om dergelijk betonherstel niet uit te stellen. Bij een eindeloos uitstellen kunnen immers alsnog structurele problemen ontstaan, bijv.: in geval van een significant verlies van wapening- en/of betonsecties.



Figuur 2 – Afschilfering van betondekking t.g.v. betonrot (foto uit verslag van S.C.E.S. nv)



Figuur 3 – Scheurvorming van betondekking t.g.v. betonrot (foto uit verslag van S.C.E.S. nv)

2.2. Schade t.g.v. verhoogde contactspanningen

Bij de beperkte visuele inspectie van de structuur wordt eveneens schade opgemerkt ter plaatse van de **opleggingen van de balken op de tussenwanden**. Op deze locaties is ofwel scheurvorming/afbrokkeling op te merken in de wand net onder het oplegvlak (zie als voorbeeld Figuur 4) ofwel wordt scheurvorming opgemerkt ter plaatse van de balkeindes (zie Figuur 5).



Figuur 4 – Scheurvorming in steunpunt t.p.v opleg



Figuur 5 – Scheurvorming in balk ter plaatse van opleg

Tijdens de visuele inspectie wordt op het eerste zicht slechts bij 7 van de 90 locaties een dergelijke schade vastgesteld (met 'locatie' wordt bedoeld: oplegging van balk t.p.v. (tussen)wand). Gezien dergelijke schade slechts in beperkte mate voorkomt, is het voorbarig dit fenomeen als een algemeen stabiliteitstechnisch probleem te bestempelen. Moest blijken dat hier effectief een algemeen stabiliteitsprobleem zich voordoet (bijvoorbeeld als gevolg van een overbelasting OF als gevolg van een onder-dimensionering van de structuur zou op beduidend meer locaties eenzelfde schadebeeld verwacht worden.

De schade is volgens onze inschatting eerder te wijten aan lokaal verhoogde spanningen t.g.v. oneffenheden in het contactvlak tussen balk en wand. Dergelijke verhoogde contactspanningen kunnen veroorzaakt worden door bijvoorbeeld het ontbreken van een neopreen (en/of staalplaat) op deze locaties. Het ontbreken van een neopreen (en/of staalplaat) wordt dan ook op vele van de locaties met schade vastgesteld.

Naast het afbrokkelen/scheuren van de opleggingen van de balken op de tussenwanden worden eveneens locaties opgemerkt waarbij het dagvlak van de neus van de betonbalken afschilferen, dit betreft de **opleggingen van de welfsels op de balken** (zie Figuur 6 en Figuur 7). Opnieuw wordt deze schade slechts op een beperkt aantal locaties opgemerkt waardoor het voorbarig is dit fenomeen als een algemene stabiliteitstechnisch probleem te bestempelen.

Ook hier dient ons inziens enerzijds eerder gekeken te worden in de richting van verhoogde spanningen t.g.v. oneffenheden in het contactvlak. Anderzijds kan het afschilferen eveneens veroorzaakt worden door een rotatie van de welfsels t.p.v. de opleg (= t.p.v. de neus van de console). Dergelijke rotatie kan optreden een gevolg van het doorbuigen van de welfsels. In beide gevallen zou de aanwezigheid van een neopreen t.p.v. de opleg de schade kunnen verhinderen/beperken.



Figuur 6 – Afschilferen t.p.v. van dagvlak betonbalk
(foto uit verslag van S.C.E.S. nv)



Figuur 7 – Afschilferen t.p.v. van dagvlak betonbalk
(foto uit verslag van S.C.E.S. nv)

2.3. *Schade t.g.v. stabiliteitstechnische problemen*

Op het moment van de (beperkte) visuele inspectie wordt op 2 locaties een effectief structureel probleem opgemerkt.

Eenzijds wordt **ter plaatse van de balk boven de garagepoort van BOX 72 aan één uiteinde van de balk een belangrijke verzakking** vastgesteld, zie Figuur 8 en Figuur 9. Deze verzakking wordt opgemerkt ter plaatse van de opleg van de balk op de tussenwand (= wand die de garagebox afscheidt van de (dwarse) doorgang in de garage). Als rechtsreeks gevolg wordt eveneens een verzakking t.p.v. de aansluitende welfsels opgemerkt. Deze schade resulteert in een preciaire toestand en dient (dringend) aangepakt te worden (of dient minstens geschoord te worden).



Figuur 8 – Verzakking van balk aan binnenzijde garagebox bij BOX 72



Figuur 9 – Verzakking van balk en welfsels aan buitenzijde garagebox bij BOX 72

Anderzijds wordt **ter plaatse van BOX 40 een doorbuiging van de balk boven de poort** opgemerkt, dit **in combinatie met een verzakking ter plaats van de opleg**, zie Figuur 10 en Figuur 11. Met grote waarschijnlijkheid is ook deze schade te wijten aan een (lokaal) structureel probleem. De specifieke oorzaak van deze schade, alsook de reden waarom dergelijk schade enkel op deze locaties opgemerkt wordt is tot op heden niet gekend. Een bijkomend specifiek (destructief) onderzoek ter bepaling van de oorzaak van de schade wordt hierbij noodzakelijk geacht.



Figuur 10 – Doorbuiging van balk boven poort bij BOX 40
(foto uit verslag van S.C.E.S. nv)



Figuur 11 – Verzakking van balk t.p.v. opleg bij BOX 40

2.4. Besluit

Tijdens de (beperkte) visuele inspectie van de betonstructuur t.p.v. de ondergrondse garage wordt op meerdere locaties schade opgemerkt:

- ⊙ In eerste instantie wordt schade opgemerkt hetgeen een duidelijk gevolg is van een traditionele duurzaamheidsproblematiek (gerelateerd aan wapeningscorrosie, ook gekend onder de term 'betonrot' in de volksmond). Dergelijke schade resulteert in eerste instantie niet onmiddellijk in een structureel probleem en kan op eenvoudige wijze d.m.v. traditioneel betonherstel aangepakt worden (al dan niet met specifieke aanvullende maatregelen indien chloriden aanwezig zijn). Geadviseerd wordt om dergelijk herstel niet uit te stellen. Bij een eindeloos uitstellen kunnen immers na verloop van tijd alsnog structurele problemen optreden.
- ⊙ Anderzijds wordt schade opgemerkt die het gevolg is van een structurele werking van de structuur. Zo wordt sporadisch scheurvorming/afbrokkeling/afschilfering opgemerkt t.p.v. randen van de betonnen balken en/of wanden. Gezien dergelijke schade slechts in beperkte mate voorkomt, is het voorbarig dit fenomeen als een algemene stabiliteitstechnisch te bestempelen. Ons inziens wordt deze schade eerder veroorzaakt door verhoogde contactspanningen tussen twee geprefabriceerde betonnen elementen die (indertijd) koud op elkaar gemonteerd zijn. Als rechtsreeks gevolg van de afbrokkeling treedt een herverdeling van de spanningen op en kan verondersteld worden dat de verhoogde contactspanningen uitgemiddeld zijn (of met andere woorden: het probleem heeft zich voorlopig opgelost). Weliswaar dringt ook op deze locaties een degelijk betonherstel zich op.
- ⊙ Tot slot wordt op 2 locaties een duidelijk structureel probleem opgemerkt. Dit betreft telkens een verzakking van de betonbalk, m.n. boven de poorten van BOX 72 en BOX 40. Op deze locaties is ontegensprekelijk een structureel probleem aanwezig hetgeen (dringend) dient aangepakt te worden of minstens geschoord te worden. Een bijkomend specifiek (destructief) onderzoek, waarbij de oorzaak van deze lokale structurele problemen achterhaald wordt, is noodzakelijk.

3. ANALYSE VAN BESTAANDE (REKEN)NOTA'S

Parallel met de visuele inspectie, worden de ontvangen reken-/controlenota's kritisch nagezien. Hierbij wordt verwezen naar volgende nota's:

- ⊙ **RN-2296-02** Nazicht draagkracht van voorgespannen welfsels en dakplaat in gewapend beton-Noordelijk gelegen Parking - Rauschenbergplein (d.d. 27/03/2017)
- ⊙ **2546-01** Verslag Plaatsbezoek Stabiliteitscontrole parking onder Rauschenbergplein (d.d. 20/10/2023)

Bij nazicht van de nota's komen volgende kritische bedenkingen naar boven:

- ⊙ Met betrekking tot de materiaalkarakteristieken kan opgemerkt worden dat in de rekennota steeds gebruik gemaakt wordt van een veilige (lees: nadelige) aanname. Gezien de structuur opgebouwd werd in het jaar '1982' lijken ons inziens sommige veronderstelde materiaalkarakteristieken een té nadelige inschatting te zijn ten opzichte van de werkelijkheid.
Geadviseerd wordt om op experimentele wijze de exacte materiaalkarakteristieken te bepalen, teneinde uiteindelijk een correcte inschatting van de draagcapaciteiten te bekomen.
- ⊙ Het reeds voorziene (destructief) betononderzoek is eerder beperkt, zeker wat betreft het in kaart brengen van de bestaande wapeningsconfiguraties. Dit onderzoek dient bijgevolg aanzien te worden als een verkennend onderzoek.
Teneinde een correcte inschatting van de draagcapaciteiten te bekomen dient minstens bijkomend (destructief) onderzoek voorzien te worden:
 - Is een bovenwapening aanwezig in balken?
 - Is een bovenwapening aanwezig in vloerplaten?
 - Is een 2^e wapeningslaag (t.p.v. de onderwapening) aanwezig in de balken?
- ⊙ Tot op heden werden noch doorbuigingen noch scheurvorming van de structurele elementen in kaart gebracht. Dergelijke parameters geven nochtans een duidelijk (niet te misverstaan) beeld van mogelijks aanwezige stabiliteitstechnische problemen.
Als voorbeeld wordt verwezen naar de rekennota RN-2296-02, waarbij voor sommige structurele elementen (bijv. betonbalken in gewapend beton) een significant tekort aan draagcapaciteit wordt bekomen. Dergelijke tekorten vertalen zich ongetwijfeld in een overdreven doorbuiging en scheurvorming. Echter wordt ter plaatse van deze elementen dergelijke doorbuiging- en/of scheurpatroon niet opgemerkt.
Samengevat: Door middel van het opmeten van de doorbuiging (eventueel gecombineerd met opmeting van de scheurvorming) kan een meer realistische inschatting bekomen worden van mogelijke probleemzones. Onrechtstreeks kunnen zodoende ook onzekerheden m.b.t. materiaalkarakteristieken en/of wapeningsconfiguraties beter ingeschat worden. Zodoende wordt een realistischere en correctere inschatting m.b.t. draagcapaciteit van de structuur bekomen.

Enkel op basis van bijkomende onderzoeksresultaten kan een correcte uitspraak aangaande de huidige toestand van de (rest)draagcapaciteit van de structuur bekomen worden. In onderstaande worden de hierboven gemaakte opmerkingen dan ook verder in detail toegelicht.

3.1. Materiaalkarakteristieken

3.1.1. Druksterkte van beton

Bij de controle van de draagkracht van de voorgespannen welfsels (zie H.2 van de rekennota 'RN-2296-02') wordt volgende opmerking gelezen:

Voor de druklaag wordt 1 cm minder dikte gerekend dan opgemeten, ter compensatie van de wellicht lagere betonkwaliteit van de druklaag.

In hetzelfde hoofdstuk wordt volgende toegelicht:

Ook indien slechts C30/37 zou uitgevoerd zijn, zullen de sterktekaracteristieken in de periode na 28 dagen na de betonstort nog toegenomen zijn tot deze van C35/45.

In één en hetzelfde hoofdstuk wordt zodoende verondersteld dat enerzijds een extra veiligheid dient in rekening gebracht te worden omwille van de mogelijke aanwezigheid van een lagere betonklasse. Anderzijds wordt er aangenomen dat een lagere betonklasse niet verwacht wordt. Namelijk: gezien de ouderdom van de structuur zal sowieso een voldoende hoge betonklasse aanwezig zijn. Met andere woorden: Het gebruik van gereduceerde dikte van de druklaag als gevolg van de 'mogelijke' aanwezigheid van een lagere betonklasse lijkt ons overbodig.

Als daarenboven de maximaal optredende betonspanningen (zie BIJLAGE 2 van de rekennota 'RN-2296-02') gecontroleerd worden, worden dermate lage waardes opgemerkt waardoor de aanwezigheid van een lager betonklasse (bijv. C30/37) zelfs geen probleem zou mogen vormen. Immers worden volgende beperkte drukspanning in de bovenvezel hierbij bekomen:

- ⊙ pag. 3 van Bijlage 2 - 'RN-2296-02' $\sigma_{\text{tot}} = 7,3 \text{ N/mm}^2 (< f_{\text{ck}(C30/37)})$
- ⊙ pag. 6 van Bijlage 2 - 'RN-2296-02' $\sigma_{\text{tot}} = 7,1 \text{ N/mm}^2 (< f_{\text{ck}(C30/37)})$
- ⊙ pag. 9 van Bijlage 2 - 'RN-2296-02' $\sigma_{\text{tot}} = 7,0 \text{ N/mm}^2 (< f_{\text{ck}(C30/37)})$
- ⊙ pag. 12 van Bijlage 2 - 'RN-2296-02' $\sigma_{\text{tot}} = 6,7 \text{ N/mm}^2 (< f_{\text{ck}(C30/37)})$

Dergelijke drukspanningen kunnen zonder probleem opgenomen worden door een betonklasse C30/37, zelfs voor een lager betonklassen vormt dit geen probleem.

CONCLUSIE

Het reduceren van de dikte van druklaag van de welfsels (omwille van de 'mogelijke' aanwezigheid van een lagere betonkwaliteit, zoals beschreven in de rekennota 'RN-2296-02') lijkt ons overbodig. Door de welfsels na te rekenen met de werkelijk dikte van de druklaag kan de totale draagcapaciteit verhoogd worden met ~5%, dit in vergelijking met huidig bekomen draagcapaciteiten. Met totale draagcapaciteit wordt bedoeld: de som van het eigengewicht, de vaste belasting en de mobiele overlasten.

3.1.2. Treksterkte van beton

Bij de controle van de draagkracht van de voorgespannen welfsels (zie H.2 van de rekennota 'RN-2296-02') wordt volgende opmerking gemaakt:

Voor welfsels uitgevoerd volgens de hedendaagse normen en kwaliteitscontroles is dit in principe de gemiddelde treksterkte f_{ctm} voor de zeldzame belastingscombinaties. Voor welfsels uit begin jaren '80 is aannahme van de karakteristieke treksterkte $f_{ctk0,05}$ wellicht meer aangewezen, toen werd zelfs vaak gerekend zonder decompressie van de ondervezel.

Uit bovenstaande wordt begrepen dat de studie van de welfsels volgens één van onderstaande rekenwijzen dient voorzien te worden (hetgeen ons inziens correct lijkt):

⊗ OPTIE 1

Ofwel wordt er gerekend met de gemiddelde treksterkte f_{ctm} (= voordelige uitgangspositie); dit gecombineerd met tijdsafhankelijke verliezen (= nadelige uitgangspositie). Dergelijke tijdsafhankelijke verliezen (krimp, kruip en relaxatie) resulteren immers in een decompressie van de ondervezel.

⊗ OPTIE 2

Ofwel wordt er gerekend met de karakteristieke treksterkte $f_{ctk0,05}$ (= nadelige uitgangspositie), waarbij geen tijdsafhankelijke verliezen worden in rekening gebracht (= voordelige uitgangspositie). Een decompressie van de ondervezel wordt bijgevolg niet in rekening gebracht, zoals ook vermeld in de rekennota van S.C.E.S..

Bij nazicht van BIJLAGE 2 van de rekennota 'RN-2296-02' wordt opgemerkt dat in tegenstelling tot bovenstaande, de welfsels op volgende twee wijzen berekend worden:

⊗ Enerzijds worden de welfsels volgens OPTIE 1, hetgeen correct lijkt en eveneens een afdoend resultaat oplevert.

⊗ Anderzijds worden de welfsels berekend volgens een ALTERNATIEVE REKENWIJZE verschillend van OPTIE 1 en OPTIE 2, waarbij gerekend wordt met én de karakteristieke treksterkte $f_{ctk0,05}$ (= nadelige uitgangspositie) én de tijdsafhankelijke verliezen (= nadelige uitgangspositie). In deze alternatieve rekenwijze wordt dus gebruik gemaakt van een dubbele nadelige uitgangspositie. Bijgevolg is het niet te verwonderen dat dergelijke alternatieve rekenwijze resulteert in een (beduidend) lagere draagcapaciteit. Echter strookt deze ALTERNATIEVE REKENWIJZE noch met de realiteit noch met één van de eerder vooropgestelde rekenwijzen zoals vermeld in de rekennota. Het uiteindelijk hanteren van deze zeer nadelige draagcapaciteiten zoals op plan is terug te vinden (zie BIJLAGE 4 van de rekennota 'RN-2296-02') lijkt ons dan ook niet te verantwoorden.

CONCLUSIE

De rekenwijze die gehanteerd wordt in de rekennota 'RN-2296-02' voor de controle van de welfsels strookt ons inziens niet met de werkelijkheid. Hierbij wordt immers gebruik gemaakt van EN de karakteristieke treksterkte $f_{ctk0,05}$ (= nadelige aannahme) EN tijdsafhankelijke verliezen (= nadelige aannahme)). Dergelijke ALTERNATIEVE REKENWIJZE resulteert immers in een nadelige en onrealistische draagcapaciteit van de welfsels. Het gebruik van deze resultaten ter bepaling van de 'toelaatbare mobiele overlasten' zoals aangegeven op plan cfr. BIJLAGE 4 van de rekennota 'RN-2296-02' is bijgevolg zeer conservatief en betreft met geen weerspiegeling van de realiteit.

3.1.3. Treksterkte van voorspanstrengen

Bij de controle van de draagkracht van de voorgespannen welfsels (zie H.2 van de rekennota 'RN-2296-02') wordt volgende opmerking gelezen:

De staalkwaliteit is onbekend, voor voorspandraden met de hier toegepaste diameters geldt in principe $f_{pk} = 1.570$ à 1.770 N/mm², we rekenen veiligheidshalve met $f_{pk} = 1.570$ N/mm².

Opnieuw wordt opgemerkt dat in de uiteindelijke rekennota gebruik gemaakt wordt van de veiligste (= meest nadelige) veronderstelling, dit zonder enige verificatie a.d.h.v. experimenteel onderzoek. Daar de structuur opgebouwd werd in het jaar '1982', is het niet onwaarschijnlijk dat dergelijke veilige aanname een onderschatting betreft.

CONCLUSIE

Op moment dat de uitkomst van een studie (Cf. de rekennota 'RN-2296-02') een dermate impact heeft op het al dan niet in dienst houden van de structuur, is het bepalen van correcte materiaalkarakteristieken a.d.h.v. experimenteel onderzoek een minimale vereiste.

3.1.4. Treksterkte van wapeningstaal

Bij de controle van de draagkracht van de plaat en balken in gewapend beton (zie H.3 & 4 van de rekennota 'RN-2296-02') wordt volgende opmerking gelezen:

De staalkwaliteit is onbekend. Voor het gekartelde betonstaal is dit BE 400 of BE 500, we rekenen veiligheidshalve met $f_{yk} = 400$ N/mm².

Opnieuw wordt opgemerkt dat uitgegaan wordt van een veilige (= nadelige) veronderstelling. Daar de structuur opgebouwd werd in het jaar '1982', is het niet onwaarschijnlijk dat dergelijke veilige aanname opnieuw een onderschatting betreft.

CONCLUSIE

Op moment dat de uitkomst van een studie (Cf. de rekennota 'RN-2296-02') een dermate impact heeft op het al dan niet in dienst houden van de structuur, is het bepalen van correcte materiaalkarakteristieken a.d.h.v. experimenteel onderzoek een minimale vereiste.

Informatief wordt meegegeven: Indien blijkt dat de staalkwaliteit effectief BE500 betreft (i.p.v. huidig veronderstelde BE400) kan de totale draagcapaciteit verhogen met ~25 % in vergelijking met huidig bekomen draagcapaciteit. Met totale draagcapaciteit wordt bedoeld: de som van het eigengewicht, de vaste belasting en de mobiele overlasten.

3.2. Nazicht van de (totale) wapeningsconfiguratie

3.2.1. Aanwezigheid van bovenwapening

Met betrekking tot het in kaart brengen van de wapeningsconfiguratie van balken en vloerplaten is op geen enkele wijze de (eventuele) bovenwapening in kaart gebracht. Niettemin is in dit geval (met grote waarschijnlijkheid) een bovenwapening te verwachten zoals ook wordt aangegeven in de rekennota van S.C.E.S. (zie H.4 van de rekennota 'RN-2296-02'):

De gegeven mobiele overlasten cfr. plan 11 van de platen is onder voorbehoud van een volledig destructief onderzoek van de betonbalken boven de steunpunten (betonwanden) om alle wapening van de balken te kunnen opmeten/bepalen - Vaststellen indien de balken statisch of hyperstatisch opgebouwd zijn, e.a..

Het voorzien van een bijkomend (destructief) onderzoek is dan ook een absolute noodzaak teneinde het voorziene 'voorbehoud' te kunnen uitsluiten en zodoende een correcte inschatting van de draagcapaciteit te bekomen. Indien immers blijkt dat effectief een structurele bovenwapening aanwezig is, kunnen de betonbalken als doorlopend aanzien worden en dient de bestaande studie aangaande balken en vloerplaten zo goed als volledig hernomen te worden. In dergelijk geval dienen volgende onderdelen van de studie als volgt gewijzigd worden:

⊗ Rekenwijze m.b.t. de draagcapaciteit van de balken en vloerplaten

Balken worden momenteel nagerekend in de veronderstelling dat deze isostatisch zijn. Dit betreft een veilige (= mogelijks nadelige) uitgangspositie. Indien blijkt dat een structurele bovenwapening effectief aanwezig is, kunnen de balken als hyperstatisch (doorlopend) aanzien worden. Hierdoor zal ongetwijfeld een significant hogere draagcapaciteit van balken en vloerplaten bekomen worden. Aansluitend op bovenstaande wordt volgende informatief meegegeven:

Op moment dat er in een rekennota de conclusie bekomen wordt '... *het draagvermogen is reeds ontoereikend voor de vaste overlast*' (zie H.4 van de rekennota 'RN-2296-02') dient onmiddellijk de logische conclusie gemaakt worden dat de bekomen draagcapaciteit in geen geval realistisch en/of correct kan zijn. Zodoende dient de link gelegd te worden dat sommige uitgangsposities (bijv. de veronderstelde wapeningsconfiguratie) niet volledig en/of correct zijn. Het veronderstellen van (en op zoek gaan naar) de aanwezigheid van een bovenwapening is in dergelijk geval een minimale vereiste teneinde een correcte uitspraak te kunnen doen aangaande de draagcapaciteit..

⊗ Rekenwijze m.b.t. de verankeringslengte van de eindverankering van de prefab balken

Momenteel wordt voor de studie van de verankeringslengte gebruik gemaakt van de paragraaf 9.2.1.4 (2) van NBN EN 1992-1-1. Deze paragraaf is van toepassing voor de verankering van de 'onderwapening bij een eindoplegging'. Indien blijkt dat de balken effectief doorlopend gewapend zijn (bijv.: door de aanwezigheid van een bovenwapening), kan het merendeel van de steunpunten aanzien te worden als een tussensteunpunt (en dus niet als een eindsteunpunt) waarbij een andere rekenwijze dient gehanteerd te worden. Daarenboven wordt volgende nog meegegeven:

Zoals gemeld is de in de rekennota gehanteerde berekeningswijze (9.2.1.4 (2) van NBN EN 1992-1-1) enkel van toepassing voor de eindsteunpunten. Bij doorlopende balken komen dergelijk eindsteunpunten slechts in 12 van de 90 gevallen voor. Op de locatie waar effectief een eindsteunpunt voorkomt, zijn praktisch alle balken over de volledige breedte van het steunpunt (= 10 cm) ondersteund. Een oplegbreedte gelijk aan 5 cm (= halve breedte van de opleg) zoals momenteel verondersteld in de rekennota van S.C.E.S. is op deze locaties dan ook niet van toepassing.

Als opmerking wordt volgende meegegeven: Aansluitend op voorgaande wordt meegegeven dat een doorlopende balk enerzijds dient te beschikken over een doorlopende trekzone (= doorlopende wapening) overheen de tussensteunpunten, alsook dient deze te beschikken over een doorlopende drukzone. Op het eerste zicht lijkt een doorlopende drukzone t.p.v. de tussensteunpunten niet overal aanwezig te zijn. Als voorbeeld wordt de aanwezigheid van openstaande voegen tussen 2 naast elkaar liggende balken gegeven (zie Figuur 12 en Figuur 13). Echter is het niet uitgesloten dat in het achterliggend deel van de betonbalk de drukzone wel doorloopt. Teneinde hierover uitsluitsel te bekomen is een bijkomend (destructief) onderzoek op deze locaties noodzakelijk.



Figuur 12 – Openstaande voeg tussen balken t.p.v. drukzone (in veronderstelling van een doorlopende balk)



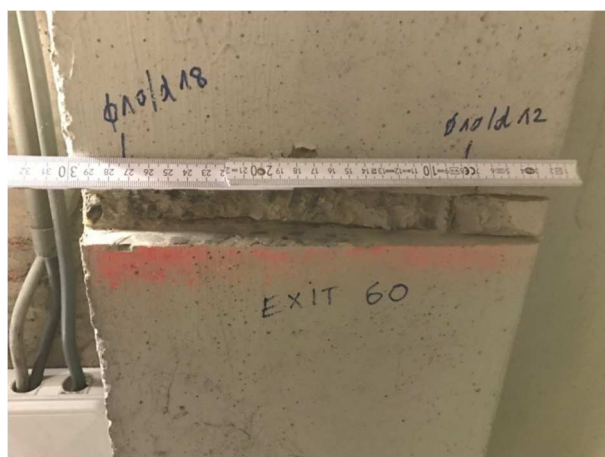
Figuur 13 – Openstaande voeg tussen balken t.p.v. drukzone (in veronderstelling van een doorlopende balk)

3.2.2. Aanwezigheid van 2^e wapeningslaag

Tot slot wordt opgemerkt dat bij het uitgevoerde destructief onderzoek de betondekking slechts weggekapt is tot op (enkel) de eerste wapeningslaag (zie Figuur 14 en Figuur 15). Niettegenstaande er een significant tekort m.b.t. de aanwezige wapeningssectie opgemerkt wordt, dient de logische link gelegd te worden dat sommige uitgangsposities (bijv. de veronderstelde wapeningsconfiguratie) niet volledig en/of correct zijn. Het veronderstellen van (en op zoek gaan naar) de aanwezigheid van een 2^e wapeningslaag is in dergelijk geval een logisch gevolg en een minimale vereiste teneinde een correcte uitspraak te kunnen doen over de draagcapaciteit van de structuur.



Figuur 14 – Uitgevoerd destructief onderzoek t.p.v. de onderwapening (foto uit verslag van S.C.E.S. nv)



Figuur 15 – Uitgevoerd destructief onderzoek t.p.v. de onderwapening (foto uit verslag van S.C.E.S. nv)

3.3. Doorbuiging van balken en vloerplaten

Bij het betononderzoek worden noch doorbuigingen noch scheurvorming van de structurele elementen in kaart gebracht. Dergelijke parameters geven nochtans een duidelijk beeld van mogelijk aanwezige stabiliteitstechnische problemen. Moest blijken dat er effectief een significant tekort aan draagcapaciteit (zoals in de rekennota 'RN-2296-02' verondersteld wordt) aanwezig is, dan vertaalt zich dit ongetwijfeld in overdreven doorbuigingen en scheurvormingen.

Tijdens de (beperkte) visuele inspectie werden enkel bij de betonbalken boven BOX 40 en boven BOX 72 een overdreven doorbuiging/verzakking opgemerkt. Met grote waarschijnlijkheid zijn deze fenomenen een gevolg van lokale calamiteiten. Bij de andere structurele elementen daarentegen (welfsels, balken en vloerplaten) worden bij visuele controle op het eerste zicht geen overdreven doorbuigingen opgemerkt. Bijgevolg kan moeilijk verondersteld worden dat in de ondergrondse structuur een algemeen stabiliteitstechnisch problematiek aanwezig is.

Door het opmeten van de doorbuiging kunnen onrechtstreeks ook onzekerheden m.b.t. materiaalkarakteristieken en/of wapeningsconfiguraties beter ingeschat worden. Zodoende wordt uiteindelijk een realistischere en correctere inschatting m.b.t. draagcapaciteit van de structuur bekomen.

3.4. Besluit

Het reeds voorziene (destructief) onderzoek dient aanzien te worden als een BEPERKT VOORONDERZOEK. Bijkomend (destructief) onderzoek is noodzakelijk teneinde het aanwezige voorbehoud en onduidelijkheden in huidige rekennota uit te sluiten. Het is opmerkelijk dat bovenstaande ook vermeld wordt in de rekennota van S.C.E.S. (zie H.4 van de rekennota 'RN-2296-02'), doch wordt hieraan geen verder gevolg gegeven:

De gegeven mobiele overlasten cfr. plan 11 van de platen is onder voorbehoud van een volledig destructief onderzoek van de betonbalken boven de steunpunten (betonwanden) om alle wapening van de balken te kunnen opmeten/bepalen - Vaststellen indien de balken statisch of hyperstatisch opgebouwd zijn, e.a.

Het reeds beschikbare destructief (voor)onderzoek vertoont daarbij volgende hiaten:

- ⊗ Er is geen enkele bepaling van materiaalkarakteristieken voorzien. Als gevolg wordt in de studie steeds gerekend met een veilige (lees: nadelige) aanname.
- ⊗ De eventuele aanwezigheid van bovenwapening is niet gecontroleerd.
- ⊗ De eventuele aanwezigheid van 2^e wapeningslaag is niet gecontroleerd.
- ⊗ Doorbuigingen (scheurvorming) van structurele elementen zijn niet opgemeten. Nochtans geeft dergelijke (heel eenvoudig te bekomen) info een duidelijk beeld van de eventuele aanwezigheid van algemene stabiliteitstechnische problemen.

Gezien tijdens de visuele inspectie op het eerste zicht geen overdreven doorbuigingen opgemerkt worden (met uitzondering van 2 locaties), kan een algemene stabiliteitstechnische problematiek met grote waarschijnlijkheid uitgesloten worden. Het blindelings overnemen van de resultaten gebaseerd op enkel een beperkt vooronderzoek strookt dan ook in geen geval met de werkelijkheid. De bekomen resultaten (uit bestaande studie van S.C.E.S.) kunnen dan ook enkel aanzien worden als een ondergrens van de toelaatbare draagcapaciteit. De resultaten kunnen in geen geval aanzien worden als de exacte draagcapaciteit van de structurele elementen, teneinde een uitspraak te kunnen doen over het al dan niet in gebruik houden van de constructie.

4. VOORSTEL VOOR BIJKOMEND ONDERZOEK

Tot op heden is eerder een beperkt onderzoek voorzien ter bepaling van de bestaande wapeningsconfiguraties. Dit onderzoek dient aanzien te worden als een verkennend onderzoek (= BEPERKT VOORONDERZOEK). Bijkomend (destructief) onderzoek is noodzakelijk teneinde het aanwezige voorbehoud en onduidelijkheden uit te sluiten. Pas dan kan een correcte en realistische inschatting van de draagcapaciteit bekomen worden. Als bijkomend onderzoek wordt volgende noodzakelijk geacht:

- ⊗ Bepalen van de kwaliteit van het wapeningsstaal.
- ⊗ Bepalen van de kwaliteit van de voorspanstrengen.
- ⊗ Controleren op de aanwezigheid van een (eventuele) bovenwapening, dit t.p.v. de balken en de vloerplaten. Indien blijkt dat effectief een bovenwapening aanwezig is, dient enerzijds de wapeningssecties in deze trekzone bepaald worden, anderzijds dient de continuïteit van de drukzone gecontroleerd worden.
- ⊗ Controleren op aanwezigheid van een (eventuele) tweede wapeningslaag.
- ⊗ Opmeten van de doorbuigingen van de structurele elementen.
- ⊗ Bijkomend (destructief) onderzoek is noodzakelijk t.p.v. BOX 40 en BOX 72, teneinde de oorzaak van de effectief aanwezig structurele problemen te achterhalen.
- ⊗ Eventueel kan geopteerd worden voor een proefbelasting.

Daarenboven wordt eveneens geadviseerd om volgend bijkomend onderzoek te voorzien in functie van het opmaken van correcte hersteladviezen in verband met de duurzaamheid van de structuur:

- ⊗ Mogelijkse carbonatatie dient in kaart gebracht te worden.
- ⊗ De aanwezigheid van chlorides dienen in kaart gebracht te worden.

Enkel op basis van het hierboven omschreven extra onderzoek kan een degelijke en realistische inschatting van de draagcapaciteit van de structuur van de ondergrondse garage bekomen worden.

5. BESLUIT

5.1. Visuele inspectie

Tijdens een eerste (beperkte) visuele inspectie wordt op meerdere locaties schade aan de betonstructuur opgemerkt. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen volgende types schade:

- ⊗ Schade ten gevolge van duurzaamheidsproblemen (~gerelateerd aan wapeningscorrosie)
- ⊗ Schade ten gevolge van verhoogde contactspanningen
- ⊗ Schade ten gevolge van stabiliteitstechnische problemen

De eerste twee schadefenomenen resulteren in eerste instantie niet onmiddellijk in een structureel probleem en kunnen op eenvoudige wijze d.m.v. traditioneel betonherstel (al dan niet met lokaal aanvullende maatregelen indien chloride aanwezig zijn) hersteld worden. Geadviseerd wordt om dergelijk herstel niet uit te stellen. Bij een eindeloos uitstellen kunnen immers na verloop van tijd alsnog structurele problemen optreden.

Schade als gevolg van een effectief stabiliteitstechnische probleem wordt bij de (beperkte) visuele inspectie slechts op 2 locaties opgemerkt. Dit betreft telkens een verzakking van de betonbalken boven de poorten van BOX 72 en BOX 40. Op deze locaties is een structureel probleem aanwezig en lijkt ons een (dringend) aanpak of minstens het voorzien van een tijdelijke schoring noodzakelijk.

5.2. Analyse van bestaande (reken)nota

Met betrekking tot het (destructief) onderzoek wordt opgemerkt dat het reeds voorziene onderzoek eerder beperkt is, waardoor dit aanzien dient te worden als een BEPERKT VOORONDERZOEK. Dit wordt ook zo aangegeven in de nota van S.C.E.S. (zie H.4 van de rekennota 'RN-2296-02'). Conclusies die uit dit vooronderzoek voortvloeien zijn bijgevolg 'onder voorbehoud' en stroken vermoedelijk niet met de werkelijkheid. Gezien daarenboven tijdens de visuele inspectie geen overdreven doorbuigingen opgemerkt worden (met uitzondering van 2 locaties), kan een algemene stabiliteitstechnische problematiek dan ook met grote waarschijnlijkheid uitgesloten worden.

Het blindelings overnemen van de resultaten gebaseerd op enkel het vooronderzoek strookt dan ook niet met de werkelijkheid. De bekomen resultaten (uit bestaande studie van S.C.E.S.) kunnen dan ook enkel aanzien worden als een ondergrens van de toelaatbare draagcapaciteit. De resultaten kunnen in geen geval aanzien worden als de exacte draagcapaciteit van de structurele elementen, teneinde een uitspraak te kunnen doen over het al dan niet in gebruik houden van de constructie.

5.3. Voorstel voor bijkomend onderzoek

Teneinde het aanwezige voorbehoud en onduidelijkheden in huidige studie uit te sluiten, alsook teneinde een correcte uitspraak te kunnen doen over de exacte draagcapaciteit van de structurele elementen dient minstens volgend (destructief) onderzoek bijkomend uitgevoerd te worden:

- ⊗ Bepaling van materiaalkarakteristieken.
- ⊗ Controle en opmeting van de eventuele aanwezigheid van bovenwapening in balken en vloerplaat.
- ⊗ Controle en opmeting van de eventuele aanwezigheid van 2^e wapeningslaag in balken.

- ⊙ Bijkomend (destructief) onderzoek is noodzakelijk t.p.v. BOX 40 en BOX 72, teneinde de oorzaak van de effectief aanwezig structurele problemen te achterhalen.
- ⊙ Eventueel kan geopteerd worden voor een proefbelasting

Verder wordt eveneens geadviseerd om in het kader van de duurzaamheid van de structuur eveneens de aanwezigheid van carbonatatie en chlorides in kaart te brengen.

Auteur(s)

dr. ir. Lander Vasseur
Projectingenieur

Revisor

dr. ir. Matias Maes
Bestuurder