



Projectnaam:	Pons Mosae
Locatie:	Maastricht
Periode:	15 oktober 2016
Werkgebied:	Rond de Romeinse brugresten
Coördinaten:	Topokaart 69W / Centraal coördinaten: XRD 176749.5 m YRD 317645.5 m
Auteur:	Peter Seinen
Rapportnaam:	MiM-Rapport-PMM-2016-12
Rapportdatum:	20-2-2017

Verkenning rond het nieuw ontdekte pijlgebied Deel I

Afbeelding 1 Een wijds gezicht over het Romeinse brug traject. Een overpeinzing waard...

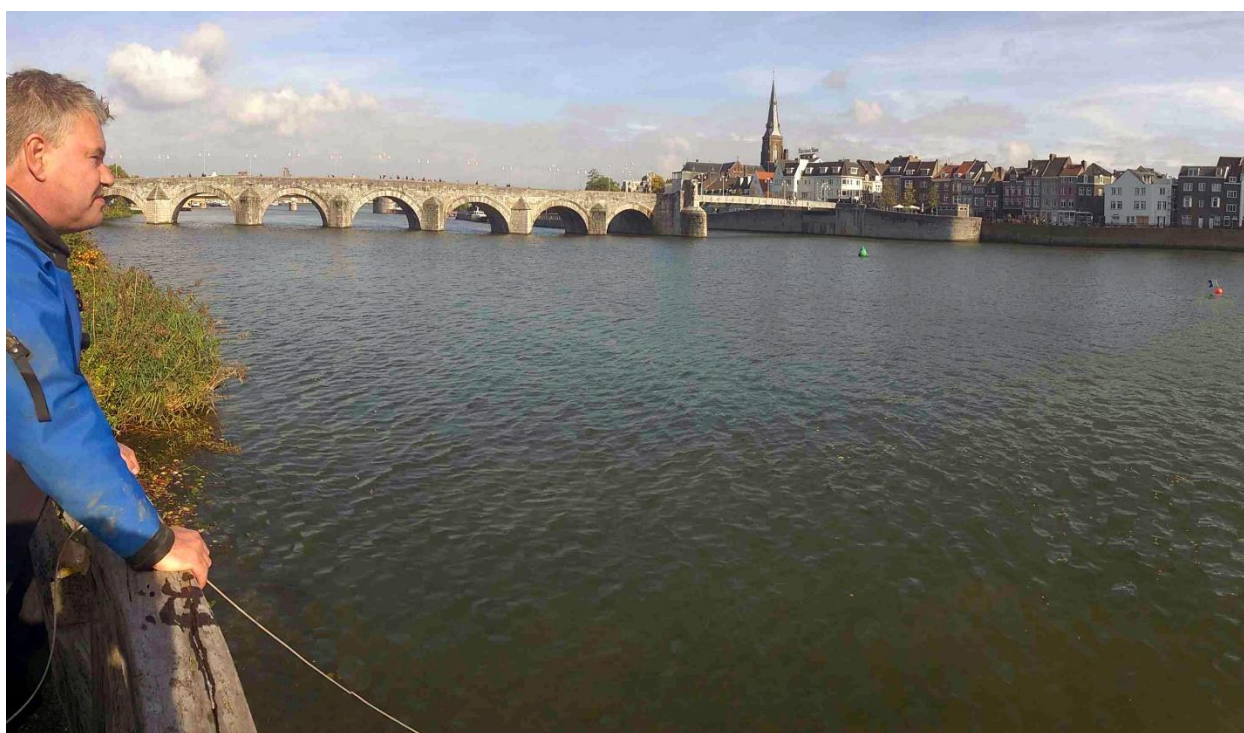


Foto: Hans Brinkhof

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	4
2. Doelstellingen verkenning	4
3. Beschrijving van de site	4
4. Methodes en technieken	4
5. Resultaten en discussie	5
6. Conclusies	15
7. Aanbevelingen	15
Appendices	16
Literatuurlijst	25
Referenties	25

Verzendlijst:

Gemeente Maastricht: Archeologie Team Ontwerp
Gilbert Soeters

Gemeente Maastricht: Beleid en ontwikkeling
Jos Cremers

Mergor in Mosam

Bestuur: Joost van den Besselaar, Noud Cornelissen, Marc Pennings en Martien Verrijt
Contactgroep: Diana Derks, Eric van Hoof, Wilco van Lanen, Rob en Brigitte Maassen, en
Mans Naber

Landelijke Werkgroep Archeologie Onderwater

Ilse-Marieke Molenaar, Geert van der Velde en Wim de Beest

Rijkswaterstaat:

Hans Brinkhof

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed:

Samenvatting

Sinds 2012 heeft de stichting Mergor in Mosam (onderwaterarcheologie) de verkenningen van het trace van de Romeinse resten van brugpijlers in de Maas bij Maastricht weer hervat. Op de meest westelijke ondiepte in het trace, waar in 2012 nog slechts een zand en grind-hoop met een enkel blok natuursteen waargenomen werd, kwam in 2015 een eikenhouten balkenframe omringd door grote blokken natuursteen tevoorschijn. In dit jaar (2016) was het balkenframe nog verder vrij-gespoeld. Door het bepalen van de exacte locatie (in het Rijks Driehoeks coördinaten en NAP systeem) met behulp van trilateratie ten opzichte van nauwkeurige GPS referentiepunten, kon een eerste schatting van de pijlerafstanden berekend worden.

X-RD = 176750.1 (+/-0.1) m

Y-RD = 317647.5 (+/-0.1) m

NAP = + 40.5 (+/-0.2) m

Afstand tussen de veronderstelde centrale balken: 26.75 m

Deze afstanden zouden kunnen corresponderen met een Romeinse maat van:

Pes Monetalis: 90 PM

Pes Drusianus: 80 PD

Voorgesteld wordt om het verloop van het vrij-spoelen en eroderen van de structuren in het gebied een paar maal per jaar te monitoren alsmede gebieden te verkennen waar op basis van de berekende pijlerafstanden pijlerresten in de bodem te verwachten zijn.

1. Inleiding

De stichting Mergor in Mosam¹ organiseert onderwater verkenningen van potentieel belangrijke maar soms verwaarloosde archeologische en paleontologische locaties. In 1993 en 1998 was de voorloper van de stichting, de WOOR² reeds betrokken bij de verkenning van de resten van Romeinse brugpijlerresten in de Maas bij Maastricht. Na deze verkenning voerde het NISA³ in 2000 een groot onderzoeksproject uit (NISA-2000, Vos⁴). Ruim 12 jaar later pakte de stichting de draad weer op met een grote verkenning. Aanleiding van deze verkenning in 2012 was de toenemende zorg over de conservering van de pijlerresten, naar aanleiding van recente sonar-multibeam metingen (meting-2011-RWS⁵) waaruit de voortschrijdende bodemerrosie bleek. Bovendien werd serieus overwogen om voor het gebied de status van Rijksmonument aan te vragen.

Samen met Gilbert Soeters (stadsarcheologie), de voorzitter van de voormalige Stichting Romeinse Brug Maastricht Hans Brinkhof (Rijkswaterstaat) en de lokale sportduikvereniging MOC⁶ werd een grote verkenning georganiseerd, gericht op een groot gebied dat ook de voormalige Jeker monding en het gebied ten noorden van het NISA-2000 onderzoeksgebied omvatte. Ondanks het zeer slechte zicht in het Maaswater werd een aantal interessante waarnemingen gedaan, waaronder die van bewerkte natuursteenblokken op plaatsen waar die tot 2000 nog niet waargenomen waren⁷. Afsproken werd om meer regelmatige basis het gebied te blijven monitoren.

In 2015 werd opnieuw in samenwerking met Gilbert Soeters en Hans Brinkhof een verkenning op het pijlergebied en rond de voormalige Jeker monding uitgevoerd. Hierbij werden diverse nieuwe waarnemingen gedaan, waaronder diverse bewerkte natuursteen blokken rond de voormalige Jeker monding en een nog niet eerder waargenomen eikenhouten balkenframe in Gebied-E alsmede een enkele eikenhouten balk mogelijk in Gebied-F van het pijlergebied⁸.

In 2016 werd opnieuw in samenwerking met Gilbert Soeters en Hans Brinkhof een vervolg verkenning op de Gebieden-E en -F van het pijlergebied uitgevoerd. Dit rapport beschrijft de resultaten van deze verkenning.

2. Doelstellingen verkenning

Doelen van de verkenning waren:

- Het nauwkeurig georefereren van de eerder waargenomen structuren.
- Het nauwkeurig beschrijven en opmeten van deze structuren.

3. Beschrijving van de site

De geologische, geografische, historische en archeologische aspecten van de site worden gegeven in Appendix 1.

4. Methodes, technieken en veiligheid

De gebruikte technieken ten aanzien van het aansturen van de duikers, het opmeten van posities, afmetingen & oriëntaties, het vastleggen van metingen, worden uiteengezet in Appendix 2.

5. Resultaten en discussie

5.1 Algemene gegevens

Gegevens over weerscondities, zichtcondities, stroomsnelheid en waterstanden worden gegeven in Appendix 3.

5.2 Duikgegevens

Duikgegevens worden gegeven in Tabel 1 in Appendix 4.

5.3 Waarnemingen

Tijdens de verkenningen werden twee gescheiden gebieden onderzocht, aangeduid met Gebied-E en -F. Beide gebieden zijn op een multibeam-bodemprofiel van een sonar-meting uit 2011 te zien als de twee westelijke relatieve ondieptes van een serie van vier. De twee oostelijke relatieve ondieptes bestaan uit de reeds onderzochte resten van de Romeinse brugpijlers. Afbeelding 2 geeft deze gebieden in een geogereferereerd overzicht weer, geprojecteerd op het multibeam bodemprofiel. De kleurvolgorde zwart-grijs-blauw-wit-geel-groen-bruin-paars geeft een afnemende diepte weer. Afbeelding 3 laat ter verduidelijking een panoramazicht van de 4 ondieptes in noord-zuid richting zien. Afbeelding 4 geeft op dezelfde wijze alle waargenomen structuren (reeds onderzocht en recent ontdekt) weer. Afbeelding 5 geeft voor de helderheid, de structuren in Afbeelding 4 op een neutrale ondergrond weer.

- Gebied-E, de noordelijke locatie.

De in 2015 voor het eerst aangetroffen structuren van houten balken en palen met enkele losliggende grote natuursteen blokken waren niet zichtbaar veranderd.

De structuren waren weer bedekt met een dunne laag zeer dunne slib, die met een enkele slag van de zwemvinnen met de stromende rivier wegspoelde. Het oppervlak waarover structuren te zien waren gaf de indruk groter te zijn. De juistheid van deze indruk bleek uit de resultaten van de metingen van het balkenframe (zie 5.4 Metingen).

Ook zijn nu duidelijk de inkepingen voor de oost-west gerichte balken waargenomen, waar kennelijk een nu verdwenen noord-zuid gerichte balk in gelegen heeft. Mogelijk is ook een nog niet eerder waargenomen funderingspaal gezien. De posities van deze sporen en paal worden in Afbeelding 7 weergegeven met stippellijnen.

Tenslotte kon nu ook het verloop van de stalen ketting, die aan het moderne anker bevestigd zat, gevolgd worden (Afbeelding 8).

- Gebied-F, de zuidelijke locatie.

De in 2015 waargenomen meterslange zware eikenhouten balk (Afbeelding 6, WN14), die mogelijk in gebied F schuin uit de bodem stak, werd niet meer waargenomen. De gebruikte zoektechniek, door op de bekende afstand tot de markeringspen P388 over het gebied te cirkelen, leverde problemen op door het voortdurend blijven haken van het meetlint.

5.4 Metingen

- Gebied-E, de noordelijke locatie.
 - Afmetingen van het eikenhouten balkenframe.

Afbeelding 7 laat de metingen uit 2015, uitgebreid met metingen uit 2016 zien. De 3 oost-west georiënteerde balken wijzen vanaf het hart van de noord-zuid georiënteerde balk respectievelijk (van noord naar zuid) 215, 345 en 390 cm richting westen. De meest noordelijke balk verdwijnt in de bodem en loopt mogelijk nog verder.

- Positie van het eikenhouten balkenframe.
Met behulp van trilateratie (Appendix 2) ten opzichte van twee GPS referentiepunten, werd de exacte positie van de markeringspen P388 in het RD-stelsel bepaald. Daarnaast werd een schatting gemaakt van de onnauwkeurigheid van het berekende resultaat.

De berekening leverde het volgende resultaat:

X-RD = 176750.1 (+/-0.1) m

Y-RD = 317647.5 (+/-0.1) m

NAP = + 40.5 (+/-0.2) m

Deze waarden zijn aanzienlijk verschillend van de in 2015 geschatte waarden:

X-RD = 176752 m

Y-RD = 317636 m

NAP = + 40.5 (+/-0.2) m

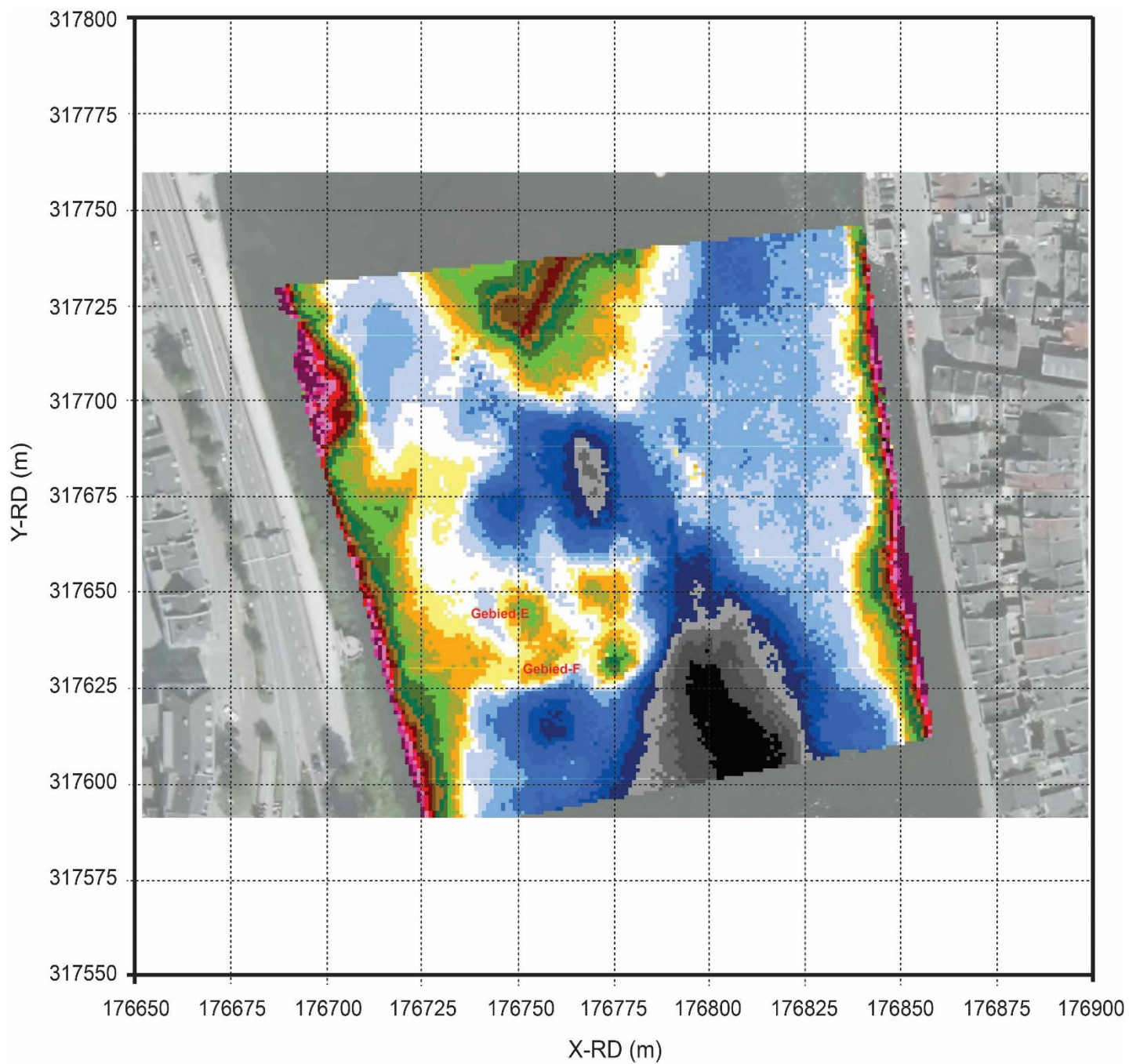
Hoewel nog niet bekend is welk deel van het balkenframe vastgelegd is, kan op basis van een paar veronderstellingen, een schatting van de afstand van de brugpijlers worden gemaakt:

- De pijlers bestonden uit 3 noord-zuid georiënteerde lange balken, zoals het meer oostelijke gelegen balkenframe suggereert. Met een westelijke, een oostelijke en een centrale balk.
- De noord-zuid georiënteerde lange balk van de in 2015 ontdekte pijler zou dan de oostelijke balk of de centrale balk kunnen zijn, waarschijnlijk de oostelijke balk (NB: westelijk van deze balk zijn inkepingen in de noord-zuid georiënteerde balken waargenomen en de balken steken voldoende ver naar het westen om nog ruimte te bieden voor een extra balk in noord-zuid oriëntatie).

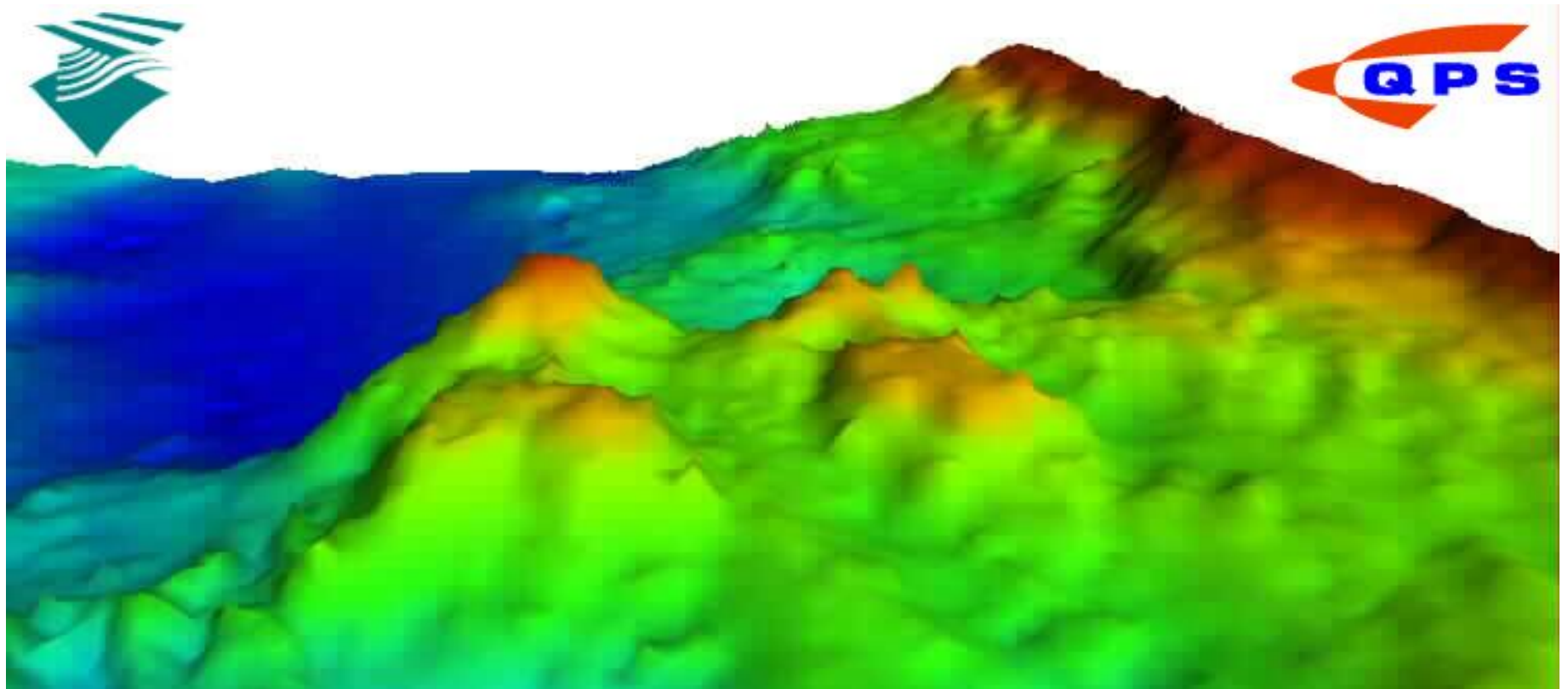
De afstand tussen de centrale balk van het oostelijk gelegen balkenframe en de noord-zuid georiënteerde balk van het in 2015 ontdekte balkenframe is 25 m. Als de noord-zuid georiënteerde balk die ooit in de inkepingen gezeten heeft inderdaad de centrale balk was, wordt de afstand tussen de pijlers 26.75 m. Vergeleken met twee Romeinse standaardafmetingen de Pes Monetalis (0.296 m) en de Pes Drusianus (0.333 m)⁹ geeft alleen voor beiden een enigszins zinvolle relatie. De pijlerafstand (90.4 PM of 80.3 PD) zit voor beide maateenheden dichtbij een rond getal, voor wat het waard is natuurlijk...

De afstand tussen de pijlers geeft in ieder geval een leidraad voor een gerichte zoektocht naar de overige pijlers, waarvan de resten nog dieper in de bodem kunnen zitten.

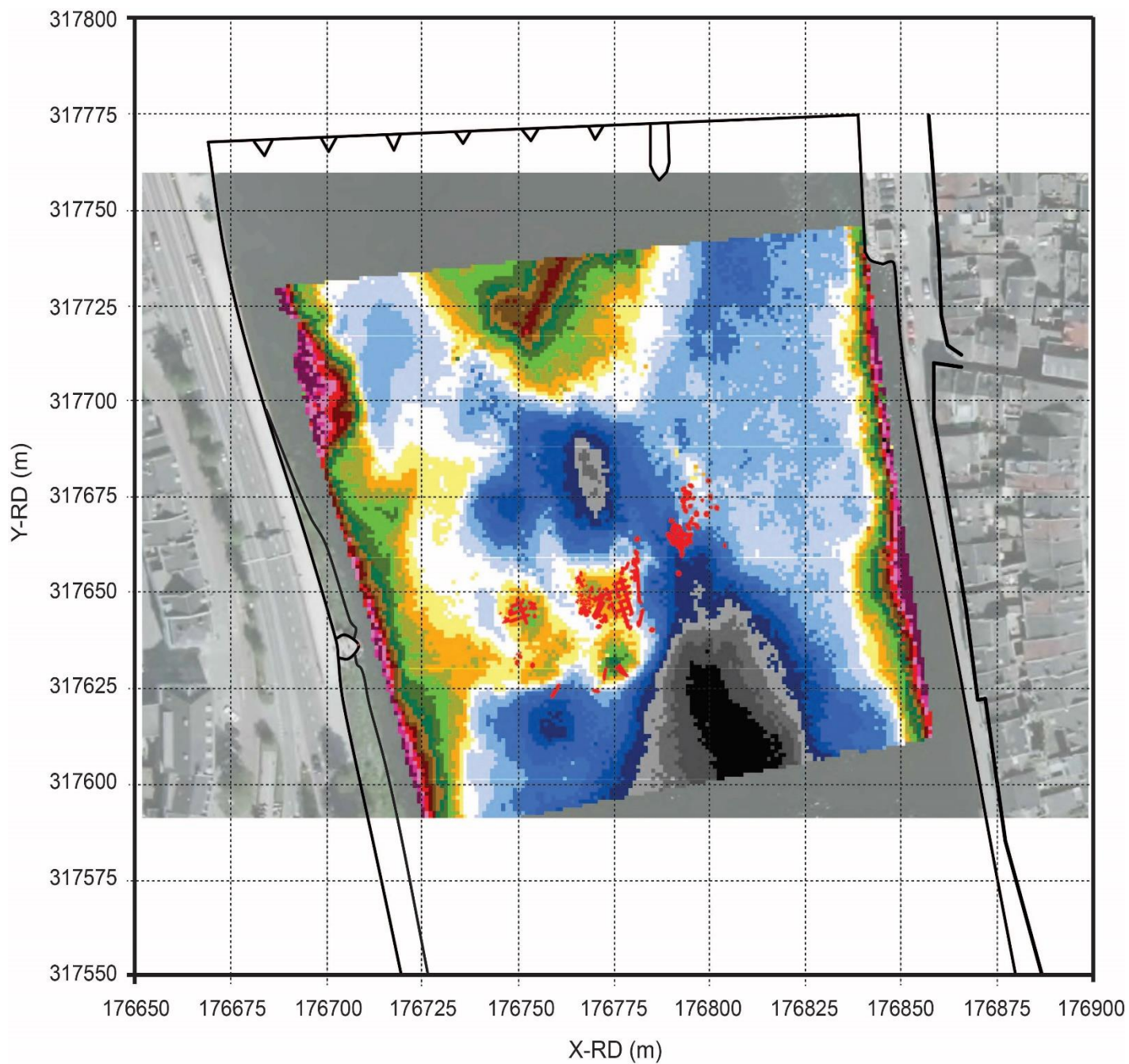
Afbeelding 2 De Gebieden E en F geprojecteerd op een sonar multi-beam van 2011.



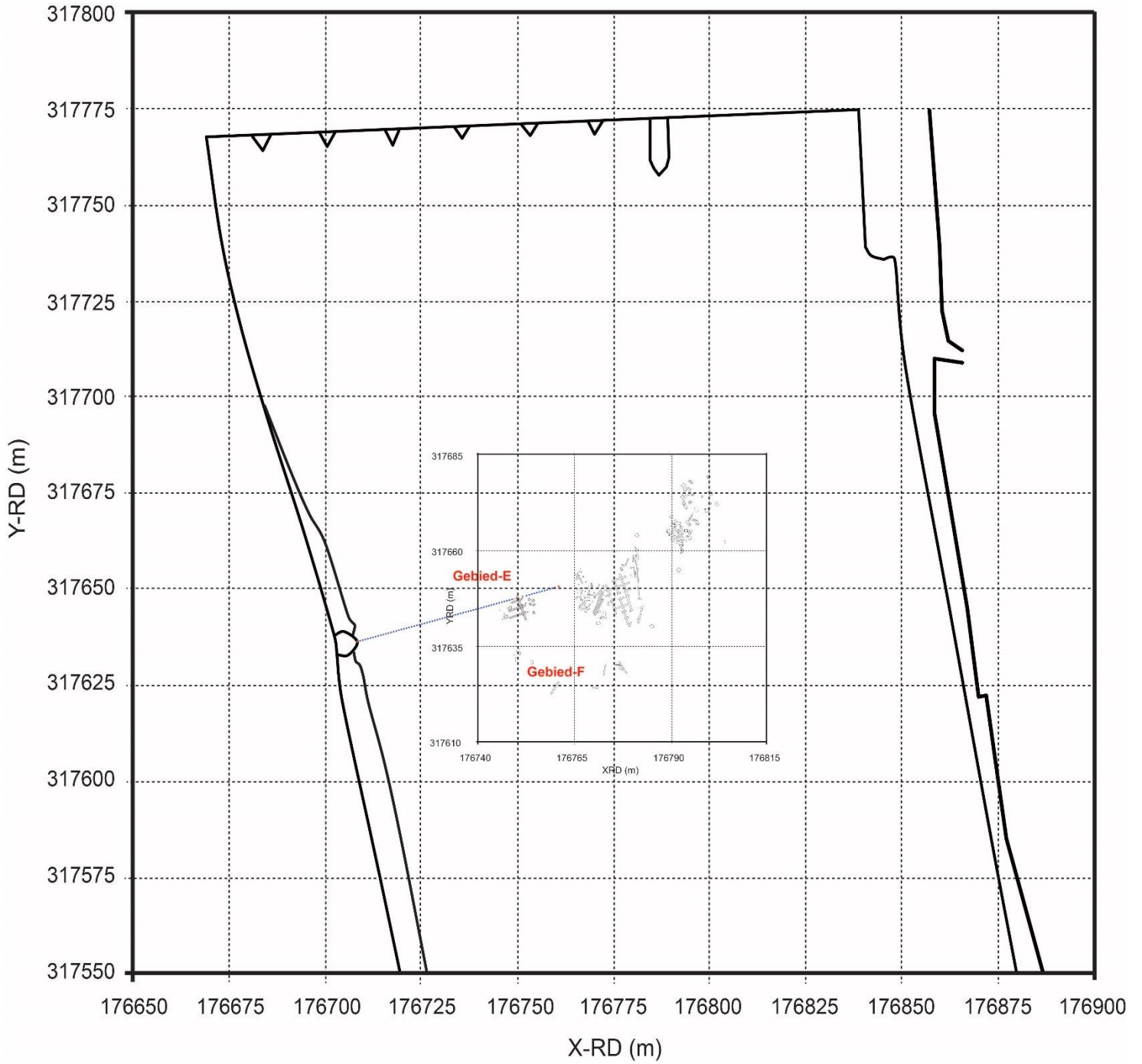
Afbeelding 3 Ondieptes in het profiel langs de noord-zuid richting in 1998 (RWS en QPS).



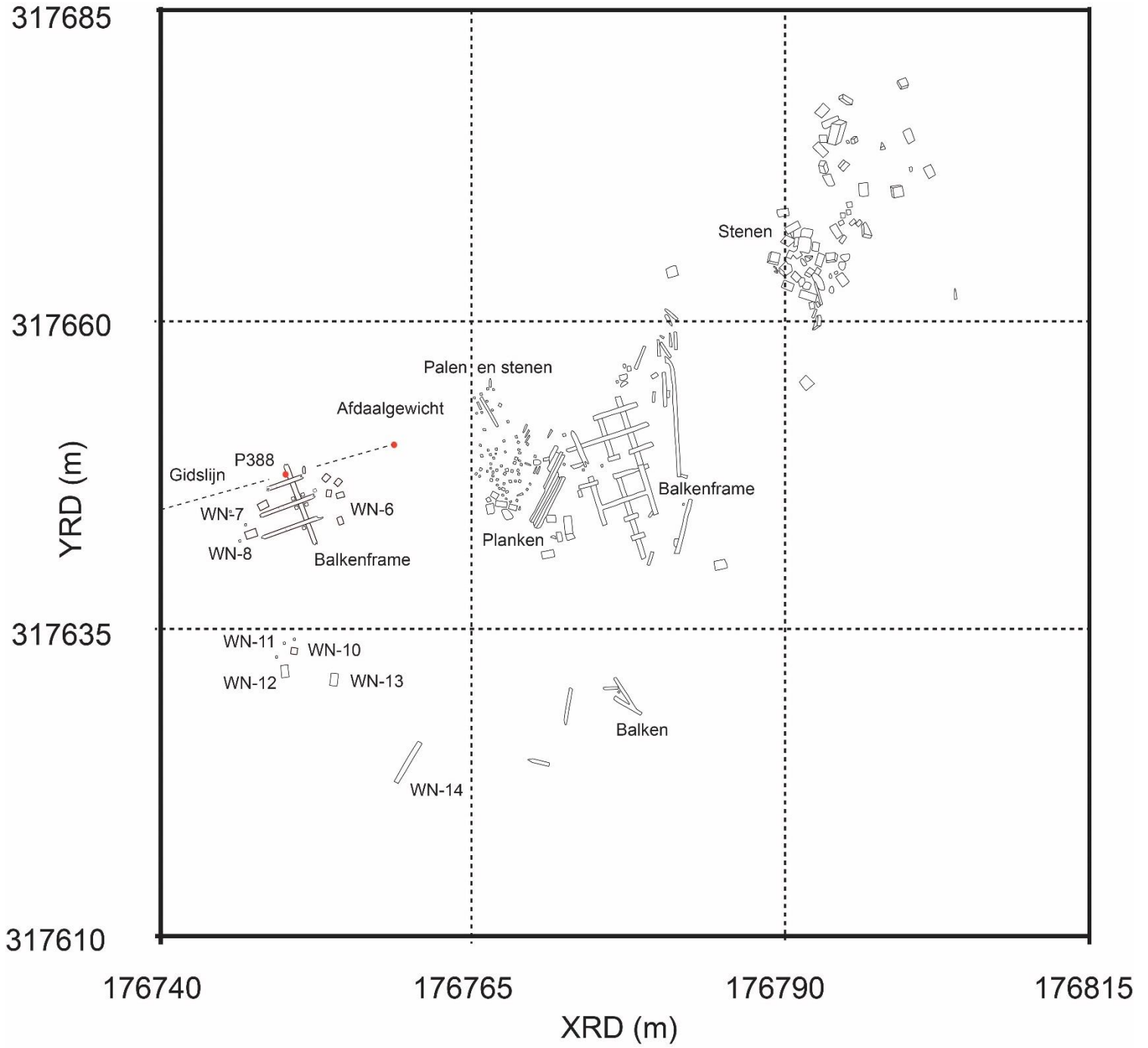
Afbeelding 4 Alle waargenomen structuren geprojecteerd op de sonar multi-beam van 2011.



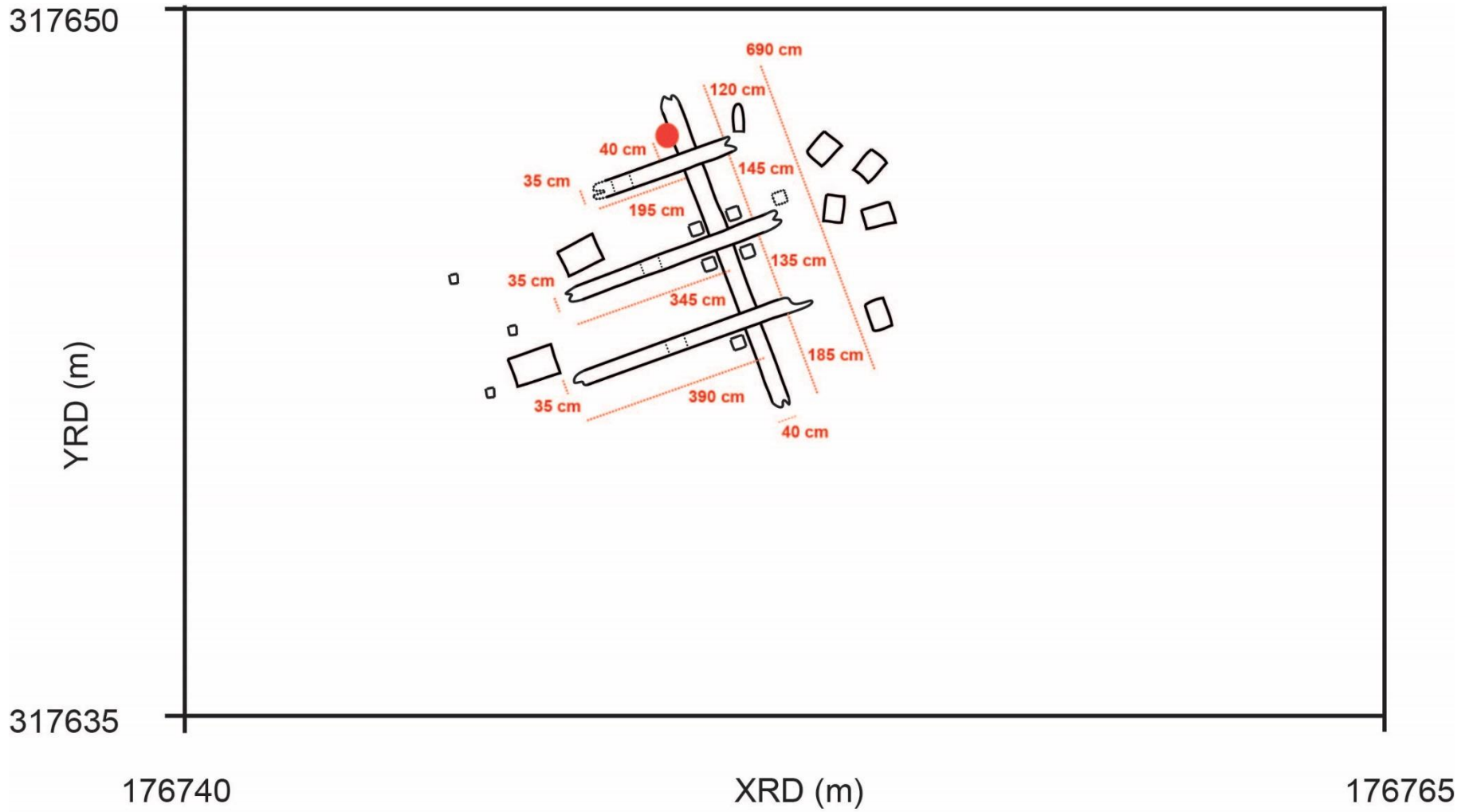
Afbeelding 5 Alle waargenomen structuren op een neutrale ondergrond.



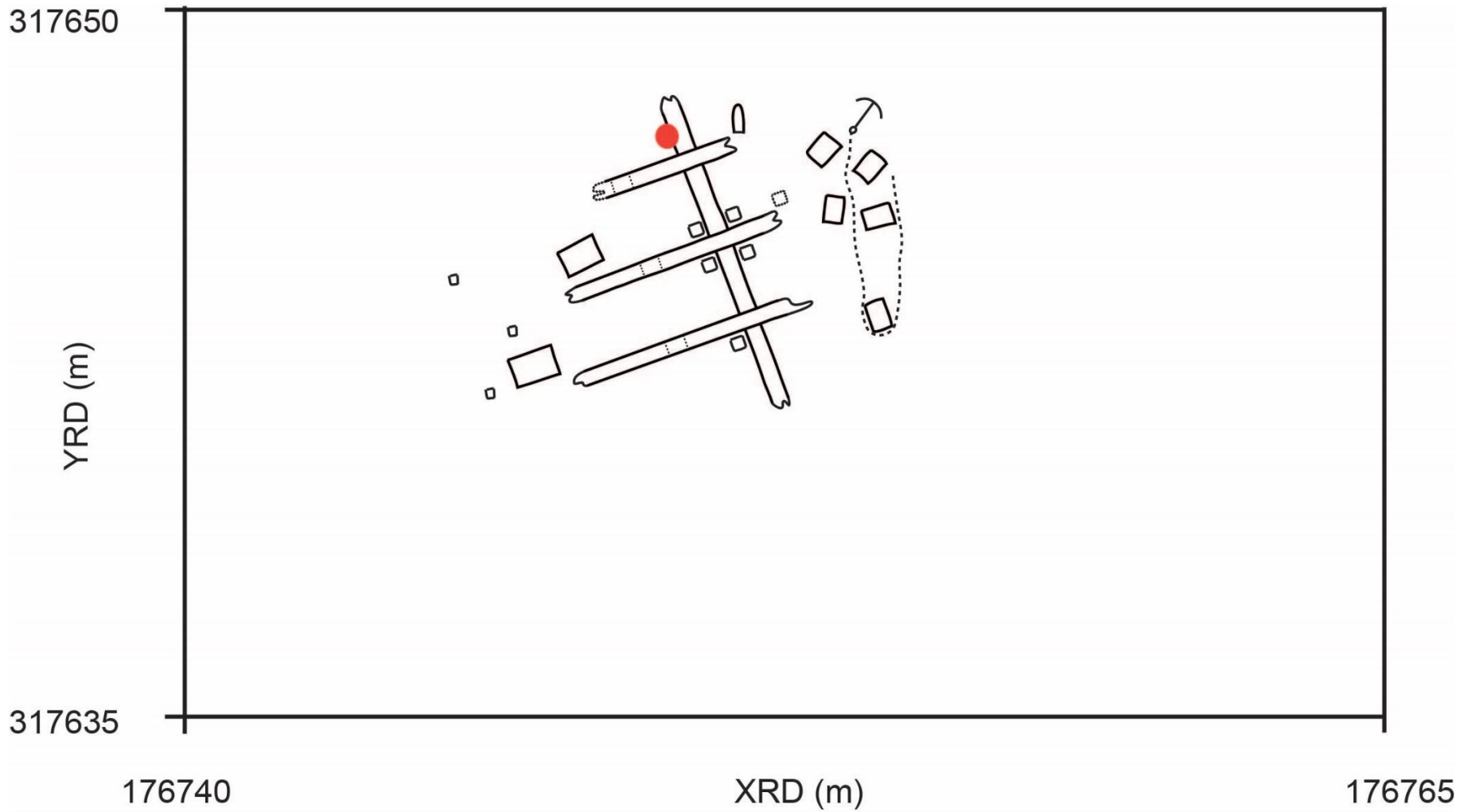
Afbeelding 6 Een vierkante uitsnede uit Afbeelding 4. De rode stip is de markeringspen P388



Afbeelding 7 Vorm, afmetingen, oriëntatie en positie van het balkenframe in Gebied-E.



Afbeelding 8 De positie van het moderne anker met ankerketting ten opzichte van de natuursteen blokken.



Afbeelding 9 Onderwater Video-stil-opname van de lange middelste balk.
In het midden is een diepe brede sleuf te zien.



Foto: Hans Brinkhof

Afbeelding 10 Onderwater Video-stil-opname van het uiteinde van de lange middelste balk.
Ook hier is in het midden de diepe brede sleuf te zien.

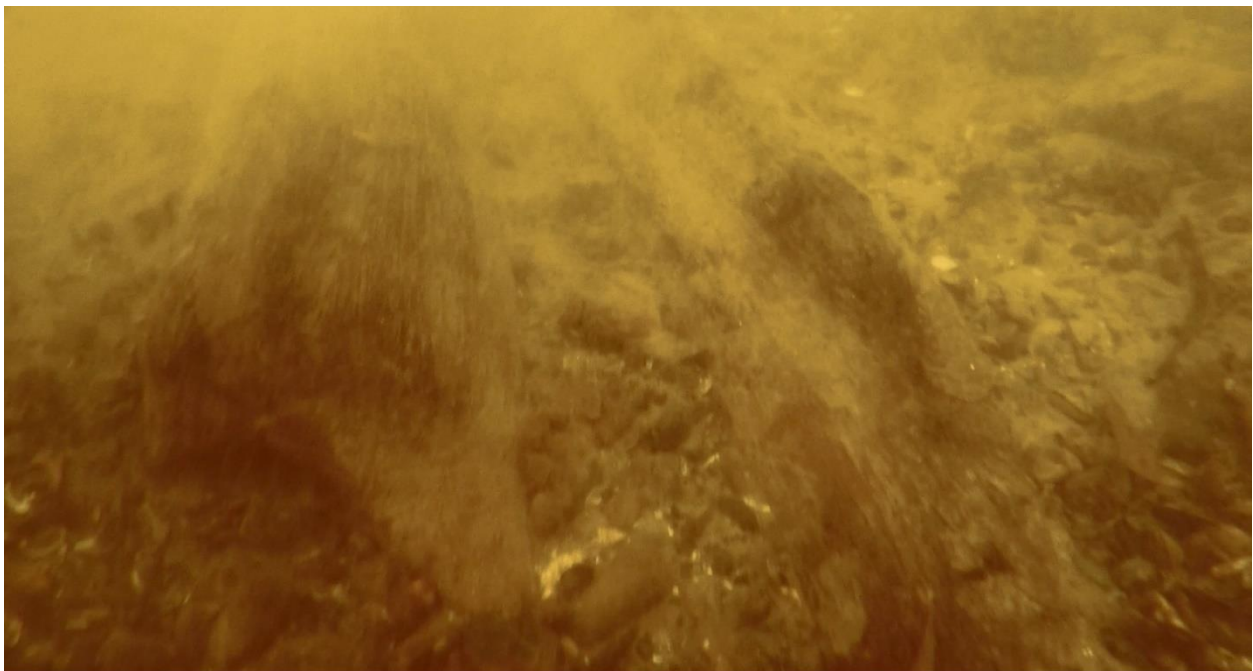


Foto: Hans Brinkhof

6. Conclusies

- Het in 2015 ontdekte eikenhouten balkenframe is niet zichtbaar verder aangetast, maar is wel voor een groter deel vrijgespoeld.
- De oost-west georiënteerde balken blijken veel verder in westelijke richting door te lopen.
- De positie van het noordelijkste punt van de noord-zuid georiënteerde balk is:
X-RD = 176752 (+/- 0.1) m
Y-RD = 317636 (+/- 0.1) m
NAP = + 40.5 (0.2) m
- De veronderstelde afstanden tussen de pijlers (26.75 m) zouden kunnen corresponderen met de Romeinse maten Pes Monelalis (90) of de Pes Drusianus (80).

7. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

- Regelmatig (paar maal per jaar) een verkenning uitvoeren om het vrij-spoelen en de erosie van het balkenframe in de tijd te volgen.
- Het waarnemen en inmeten van nieuw zichtbare structuren (houten structuren en natuursteen blokken).
- Verkenning van de andere gebieden ten zuiden en oosten van gebied E.
- Verkennen van nieuwe gebieden, waar op basis van de schatting van de pijlerafstanden pijlerresten in de bodem verwacht kunnen worden.
- Terugvinden van gegevens over het archeologische onderzoek naar de meest westelijke pijlerresten / bruggenhoofd op de oever en nagaan hoe deze resten geografisch passen in de nu bekende lijn van de brug.

Appendix 1 Beschrijving van de site.

- **Geografie en Geologie**

De site ligt volledig in de Maasbedding zuidelijk van de Sint Servaes brug en maakt deel uit van de Maasterrassen, waar zand- en grind-afzettingen een dikke mergel laag afdekken. In de Romeinse tijd (50- 400 AD) was de loop van de Maas circa 50m westelijker. De rand van het diepe gedeelte van de huidige vaargeul valt ruwweg samen met de Romeinse oostelijke Maasoever. Resten van een bruggenhoofd op de westelijke Maasoever zijn teruggevonden ter hoogte van de rand van de huidige bebouwing.

- **Historie**

De laatste stenen (?) brug van mogelijk Romeinse oorsprong wordt vanaf de vroege Middeleeuwen genoemd en zou nog tot in de Middeleeuwen als brug gefunctioneerd hebben, tot deze tijdens een processie in 1275 instortte. Tot dusver is nog geen archeologisch bewijs gevonden voor reparaties aan de brug na de Romeinse tijd. Dat zou betekenen dat de brug ruim 800 jaar gefunctioneerd zou hebben zonder reparaties, wat zeer onwaarschijnlijk is. Deze ongerijmdheid wacht nog op een verklaring. Het is ook maar de vraag of de Middeleeuwse brug wel op dezelfde positie als de Romeinse bruggen lag. De Romeinse brugresten zijn overigens, tot de waternormalisatie van de Maas, nooit helemaal uit het zicht verdwenen geweest. De resten maakten deel uit van de “dam”, een ondiepte die kennelijk regelmatig droog viel tijdens laagwater.

- **Archeologie**

Archeologische beschrijvingen en onderzoeken aan de brugresten (de “dam” in de volksmond) zijn van 1923 tot 1999 met grote tussenpozen uitgevoerd. Een overzicht:

- In 1923 werd voor de eerste keer melding gemaakt van de vondst van zware houten palen en stenen tijdens de uitvoering van baggerwerkzaamheden 8 jaar daarvoor. Hierbij wordt voor het eerst een verband tussen de resten en een laat-Romeinse brug gesuggereerd.
- In 1963 werden weer baggerwerkzaamheden uitgevoerd waarbij wederom houten palen en stenen werden geborgen. Deze werkzaamheden werden archeologisch begeleid door de ROB¹⁰ in samenwerking met de SOWO¹¹
- In 1963- 64 werd het eerste archeologische onderzoek uitgevoerd door duikbedrijf Van der Hidde, in opdracht van de ROB. Hierbij wordt melding gemaakt van het houten raamwerk, alsmede losse balken, palen en stenen, waarvan een deel nog in verband. Intrigerend waren meldingen van delen van natuurstenen boogresten.
- In 1964- 65 werd door van der Hidde aanvullend onderzoek gedaan, dat niet meer gerapporteerd is. Later laat Panhuysen¹² het in de zestiger jaren verzamelde hout dateren. Dit geeft de eerste indicatie voor resten van 2 bruggen, gebouwd in de 1^{ste} en 3^{de} eeuw.
- In 1992- 93 werd door de AAO¹³ een snelle verkenning uitgevoerd waarbij een zorgwekkende conditie werd geconstateerd.
- In 1998 werd door de WOOR¹⁴, ondersteund door de LWAOW¹⁵ een verkenning uitgevoerd die de conclusies van de verkenning van 5 jaar eerder bevestigde.
- In 1999 en 2000 werden door RWS en de ROB-NISA¹⁶ 2 opgravingprojecten uitgevoerd met als doel het gedetailleerd in kaart brengen van alle zichtbare archeologische resten.

Deze projecten hebben uiteindelijk een deels geogerefereerd overzicht opgeleverd, waarin 6 verschillende gebieden worden onderscheiden met dateringen die wijzen op tenminste 3 periodes, de 1^{ste}, 2^{de} en 4^{de} eeuw (het eindrapport (2013) van de verkenning van 2012 geeft een korte beschrijving van de sites, almede een overzicht van de dendrochronologische houtdateringen¹⁷). Materiaal uit de 3^{de} eeuw werd niet meer aangetroffen

Naast de resten van natuursteen en hout werden nog ongeveer 70 deels Romeinse artefacten¹⁸ geborgen.

De resultaten, inclusief een complete bibliografie, zijn samengevat door Vos.

Detailinformatie is terug te vinden in het projectarchief¹⁹

- In 2012 werd door de stichting Mergor in Mosam, in samenwerking met de lokale vereniging van sportduikers Maastrichtse Onderwatersport Club, een verkenning uitgevoerd boven verschillende gebieden: de oude Jekermonding, het brugpijlergebied, en diverse gebieden waar, volgens sonar multibeam metingen (RWS-2011), grote veranderingen (verdiepen van de rivierbodem) opgetreden waren. Ondanks het zeer slechte zicht werden belangrijke waarnemingen van bewerkte natuursteen blokken gedaan op plaatsen waar nog niet eerder dergelijk materiaal aangetroffen was.
- In 2015 werd door de stichting Mergor in Mosam een verkenning uitgevoerd boven verschillende gebieden: de oude Jekermonding en de 2 ondieptes die op de sonar multibeam metingen (RWS-2011) te zien waren. Het doel van de verkenning was het terugvinden en nauwkeuriger inmeten van de de in 2012 waargenomen objecten (natuursteen blokken en houten palen).

Voor de oude Jekermonding werden de natuursteen blokken ingemeten. De houten paal werd niet meer waargenomen.

Op de meest noordelijke ondiepte werd een houten balkenframe aangetroffen, dat sterk lijkt op de pijler resten meer noordwestelijk. Van het frame werden afmetingen en positie (globaal) bepaald.

Appendix 2 Methodes, technieken en veiligheid

- Aansturen van de duikers

Duikers werden aan een seinlijn door de seinmeester aangestuurd vanaf de oever met behulp van een lijnsignalen of doken in buddy verband met twee- of drietallen. Behalve bij het positioneren van de gidslijn van staaldraad, werden de gebieden E en F in buddy verband verkend (zie duiktabel Appendix 3).

- Zelfstandig cirkelen

Door het uiteinde van een meetlint in de bodem vast te leggen en met de rol op gepaste afstanden met een strakgespannen lint over de bodem heen en weer te cirkelen, kan zeer efficiënt een groot oppervlak verkend worden. Nadeel van de techniek is het voortdurend blijven steken van het lint achter objecten op de bodem.

- Opmeten van posities, afmetingen & oriëntaties

Metingen onderwater werden uitgevoerd met een oprolbaar meetlint. De oriëntatie werd bepaald met behulp van een onderwater kompas. Metingen van de referentiepunten (RD-NAP) bovenwater (punt rondeel en piketpaal op het oever-talud) werden uitgevoerd door Jos Cremers (Beleid en ontwikkeling) met behulp van D-GPS.

- Vastleggen van metingen

Metingen en waarnemingen werden vastgelegd door de duiker zelf op een onderwater schrijfleitje of door de seinmeester via de draadloze communicatie.

- Verwerking meetgegevens (trilateratie)

- Principe

Bij trilateratie wordt de positie van een punt bepaald door het meten van de afstanden van dat punt vanuit twee of meer punten met een bekende positie. De bekende posities (gemeten met GPS) en berekende positie worden in Rijks-Driehoek-coördinaten en NAP uitgedrukt. Om het wiskundig wat eenvoudiger te houden worden de posities eerst geprojecteerd op een enkel NAP vlak. De gemeten (en geprojecteerde) afstanden vormen de stralen van twee cirkels met middelpunten op de bekende posities. Het snijpunt van de twee cirkels levert de RD-coördinaten van de gezochte positie op. De NAP waarde wordt berekend uit de gemeten diepte onder de waterspiegel (gemeten met een dieptemeter van de duiker) en gegevens van het waterniveau (ook een NAP waarde) gemeten door Rijkswaterstaat.

- Meetgegevens en correcties

Afbeelding 9 geeft een schema van het overzicht van de meetwaarden en correcties, alsmede de parameters die de overschatting van de gemeten afstanden corrigeren. Die overschattingen bestaan uit het niveau verschil (NAP) tussen de verschillende posities en het doorhangen van het meetlint.

- Berekening

Afbeelding 10 geeft een schema van de berekening van de RD-coördinaten weer, waarbij op basis van de beschouwing een resultaat foutief wordt beoordeeld (deze positie ligt op het land).

- Foutenbeschouwing

Afbeelding 11 geeft een schema van de foutenbeschouwing weer, waarmee de onzekerheid van de berekende coördinaten wordt gegeven. De voornaamste fouten zijn de meetnauwkeurigheden van de bekende posities (D-GPS en NAP), de afleesnauwkeurigheid van het meetlint (ijking en rek), de afschatting van het doorhangen van het meetlint en de onnauwkeurigheid van de waterdieptemeting. De samengestelde fout bedraagt +/- 0.10m. Voor onze doelstelling ruimschoots voldoende nauwkeurig.

- Veiligheid

De verantwoordelijkheid voor de veiligheid van alle deelnemende duikers ligt, zoals tijdens de briefing duidelijk werd aangegeven, bij de duikers zelf. Van hen wordt gedrag verwacht dat hun veiligheid niet in gevaar brengt. Uiteraard neemt de stichting ook organisatorische maatregelen om aan de veiligheid van de deelnemers bij te dragen:

- Voorafgaand aan het evenement werd informatie over de omgevingscondities verzameld en beoordeeld, met betrekking tot de weersverwachting (buienradar.nl), stroomsnelheidsverwachting en watertemperatuur (Rijkswaterstaat) (Appendix 4). Er werd geen vorst, sterke wind of onweer verwacht. De buitenluchttemperatuur schommelde rond 16°C (watertemperatuur rond 14.5°C), De windsterkte bedroeg 2-3 Bft. De stroomsnelheid bleef tussen 5- 15 cm/s (50- 120 m³/s). Prima condities voor een veilige duik.
- Voorafgaand aan het duiken werden tijdens een uitgebreide briefing (check-de-stek) de kenmerken van het onderzoeksgebied beschreven.
- Duiken werden slechts uitgevoerd in het buddy-systeem of doormiddel van lijnduiken met een lijnverbinding met een seinmeester op de oever.
- Als hulpmiddel voor de oriëntatie van duikers werd een gidslijn van staaldraad gespannen tussen het onderzoeksgebied en de oever (het Rondeel).
- De duiken werden volgens de regels der kunst op een duikformulier bijgehouden door de duikleider van dienst.
- Hoewel buiten (ten westen van) de vaargeul werd gedoken werd op een afstand van 15 m ten oosten het onderzoeksgebied, richting vaargeul, een boei met duikbord (blauw witte duikvlag) geplaatst. In overleg met Rijkswaterstaat werd een verdere signalering niet noodzakelijk geacht.
- Als medische noodvoorziening waren een EHBDO-koffer en zuurstofkoffer aanwezig.
- De Maasoever vanaf waar gedoken werd heeft een goede toegankelijkheid voor hulpdiensten. Bovendien waren auto's permanent beschikbaar voor het vervoer van mogelijke slachtoffers naar een spoedeisende hulpafdeling.
- In de map van het duikformulier is een lijst opgenomen waarin de noodnummers van het Duik-Medisch-Centrum (Den Helder) staan.

Abbeelding 9 Het schema met meetwaarden en correcties.

Metingen en Correcties					
Geometing-Maastricht	2015- 2016	Eenheid	Bron		Eenheid
Jos Cremers					
	Punt Rondeel / basis			Paaltje Oever-Talud	
RD-X	176708.606	m	Cremers	176712.924	m
RD-Y	317636.358	m	Cremers	317608.259	m
NAP	47.111	m	Cremers	45.34	m
Hoogte tot waterspiegel	3	m	Seinen	3	m
Waterdiepte	3.6	m	Velden	3.6	m
Waterstand (15-10-2016)	44.15	m	RWS	44.15	m
Meetlintmetingen Seinen	Waarde				
=Rondeel	23.7	m	Besselaar		
=Talud	34.55	m	Seinen		
Correcties:	Grondslag			Verlenging	
+Staaldraad-extensie	20	m		19.90	m
+Oeverprofiel					
-Vanaf Rondeel	6.6	m		-0.50	m
-Vanaf Talud	4.79	m		-0.21	m
+Uitzakking					
-Vanaf Rondeel	7.5%	%		-0.12	m
-Vanaf Talud	7.5%	%		-0.15	m
Totaal-Rondeel				19.27	m
Totaal-Oever-Talud				19.54	m
=Rondeel gecorrigeerd				42.97	m
=Talud gecorrigeerd				54.09	m

Abbeelding 10 De trilateratie-berekening, met het correcte resultaat groen gemarkeerd.

Trilateratie berekening						
	Invoer	Waarde	Eenheid	Betekenis	Soort meting	Stelsel
$(X-X1)^2 + (Y-Y1)^2 = R1^2$						
Rondeel	X1	176708.606	m	Meetpositie oever	GPS	X-RD
	Y1	317636.358	m	Meetpositie oever	GPS	Y-RD
	R1	42.97	m	Gemeten afstand	Meetlint	Lokaal
Oever-Talud	X2	176712.924	m	Meetpositie oever	GPS	X-RD
	Y2	317608.259	m	Meetpositie oever	GPS	Y-RD
	R2	54.09	m	Gemeten afstand	Meetlint	Lokaal
X = aY + b	a	6.51		Snijlijn circels		
	b	-1890312.96		Snijlijn circels		
AY ² + BY + C = 0	A	43.35		A-B-C-factoren		
	B	-27537189.83		A-B-C-factoren		
	C	4373471017775.39		A-B-C-factoren		
	Discriminant	316297.75				
	Oplossing-I	Oplossing-II				
X =	176750.10	176665.67		Invullen in Snijlijn circels		P388
Y =	317647.54	317634.57		A-B-C-formule		
Juiste oplossing						
Foute oplossing						

Abbeelding 11 De foutenbeschouwing voor de onnauwkeurigheid van de berekende coördinaten.

Foutenbeschouwing			
	Waarde	Eenheid	Effect
Afreesnauwkeurigheid lint	0.05	m	0.05 m
Onnauwkeurigheid GPS	0.02	m	0.02 m
Onnauwkeurigheid NAP	0.02	m	0.00 m
Schatting uitzakking meetlint	5	%	0.07 m
Schatting rek meetlint	0.02	m	0.02 m
Onnauwkeurigheid dieptemeting	0.2	m	0.05 m
Totaal (wortel som der kwadraten)			0.10 m

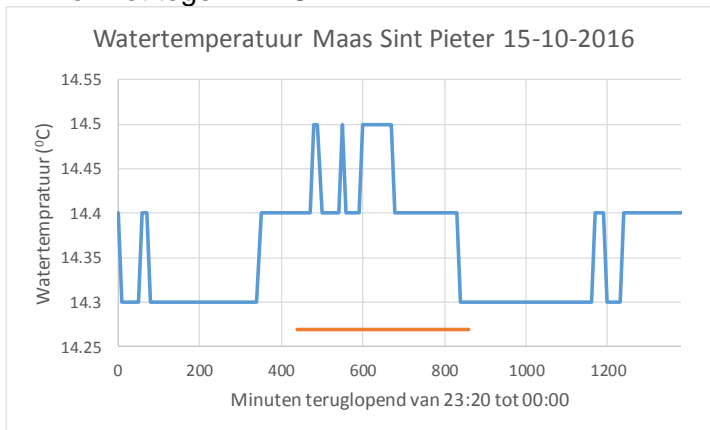
Appendix 3 Duikgegevens.

Tabel 1 Duikgegevens van verkenningsduiken in de Maas bij Maastricht op 15 oktober 2016.

Naam	Duik nummer	Gebied code	Duiktijd min
Martien Verrijt	1	Gebied-E	25
Joost van den Besselaar (seinmeester)	1	Gebied-E	
Geert van der Velden	1	Gebied-E	70
Ilse-Marieke Molenaar	1	Gebied-E	
Joost van den Besselaar	1	Gebied-E / Gebied-F	85
Wim	1	Gebied-E / Gebied-F	
Geert van der Velden	2	Gebied-E	55
Ilse-Marieke Molenaar	2	Gebied-E	
Wim	2	Gebied-E	
Totaal	9		235

Appendix 4 Gegevens over weerscondities, zichtcondities, stroomsnelheid en waterstanden.

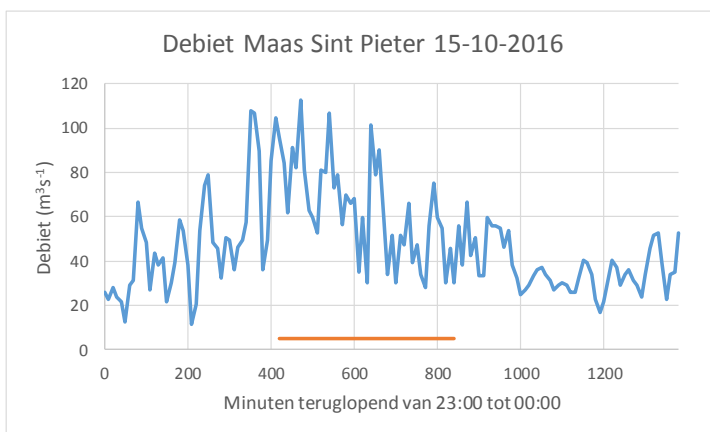
- Weerscondities
Lekker weer:
 - Temperatuur (top): 16°C
 - Na de middag zonnig.
 - Neerslag (totaal tussen 9:00- 16:00): 0.0mm
 - Windrichting: Zuid-zuid-west
 - Windsnelheid: 2-3Bft
- Zichtcondities onderwater:
 - Zonder beroering bodem erg goed: 2- 3m
- Watertemperatuur:
 - Viel niet tegen: 14°C



Bron: Website Rijkswaterstaat

Oranje lijn: periode verkenningen

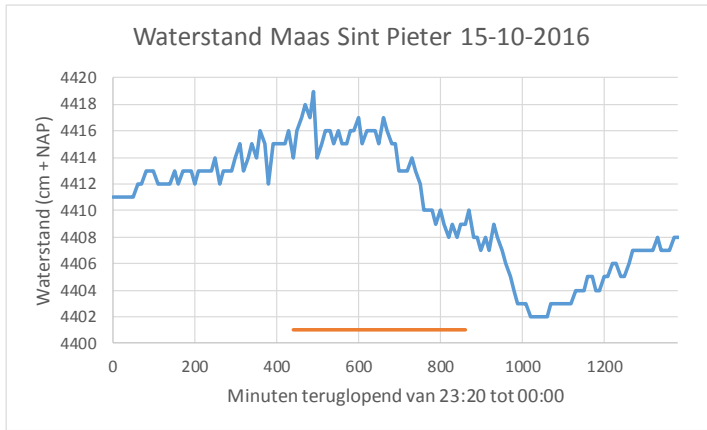
- Stroomsnelheden:
 - Laag: 50- 120 m³/s (ongeveer 5- 15 cm/s)



Bron: Website Rijkswaterstaat

Oranje lijn: periode verkenningen

- Waterstanden
 - Normaal gemiddeld: 44.08- 44.19m +NAP



Bron: Website Rijkswaterstaat
Oranje lijn: periode verkenningen

Appendix 5 Tabellen.

Tabel 2 Meetwaarden van afmetingen.

Gebied	Afmeting	Van	Tot	Waarde cm
Gebied E	Afstand:	Meest oostelijke punt Rondeel	- Meetpunt P388	4365
Gebied E	Afstand:	Piket-paaltje westelijk oever-talud	- Meetpunt P388	5455
Gebied E	Afstand:	Noordelijkste punt balkenframe	- Meetpunt P388	40
Gebied E	Afstand:	Noordelijkste punt balkenframe	- Zuidelijkste punt balkenframe	670- 690
Gebied E	Breedte:	Centrale balk		40
Gebied E	Breedte:	Zijbalken		35- 40
Gebied E	Afstand:	Noordelijkste punt balkenframe	- Noordelijkste rand noordelijkste zijbalk	120
Gebied E	Afstand:	Zuidelijkste rand noordelijkste zijbalk	- Noordelijkste rand middelste zijbalk	145
Gebied E	Afstand:	Zuidelijkste rand middelste zijbalk	- Noordelijkste rand zuidelijkste zijbalk	135
Gebied E	Afstand:	Zuidelijkste rand zuidelijkste zijbalk	- Zuidelijkste punt balkenframe	265
Gebied E	Afstand:	Westelijke deel noordelijkste zijbalk	- Zuid-westlijke hoek verbinding met centrale balk	> 195
Gebied E	Afstand:	Westelijke deel middelste zijbalk	- Hart verbinding met centrale balk	345
Gebied E	Afstand:	Westelijke deel zuidelijkste zijbalk	- Hart verbinding met centrale balk	390

Literatuurlijst

- Besselaar J.A., Rapportage verkenning Romeinse Maasbruggen, 1998.
- Duncan-Jones, R.P., Length-units in Roman town planning: the Pes Monetalis and the Pes Drusianus, Britannia 11 127-33, 1980.
- Seinen, P.A., Rapport Verkenning Romeinse brugresten in de Maas bij Maastricht, Stichting Mergor in Mosam 2013.
- Seinen, P.A., Rapport Meer Romeinse brugresten in de Maas bij Maastricht, de Maasbodem geeft steeds meer geheimen prijs, Stichting Mergor in Mosam, 2015
- Strijbos, H., Middeleeuwse bakstenen, Brabants Heem, 48, 12- 18, 1996.
- Vos, A.D., Resten van Romeinse Maasbruggen in de Maas bij Maastricht, Rapportage AM 100, ROB, 2004.

Referenties

- ¹ Stichting Mergor in Mosam, onderwaterarcheologie, website: www.mergorinmosam.nl
- ² Werkgroep Onderwaterarcheologie Oostelijk Rivierengebied.
- ³ Nederlands Instituut voor Scheeps- en onderwaterarcheologie, de voorloper van de Martieme afdeling van de RCE.
- ⁴ Vos, 2004, pagina 66.
- ⁵ Rijkswaterstaat scan in de periode 1998- 2011.
- ⁶ Maastrichtse Onderwatersport Club.
- ⁷ Seinen, rapportage verkenningen 2013.
- ⁸ Seinen, rapportage verkenningen 2015.
- ⁹ Duncan-Jones, 1980.
- ¹⁰ Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek, Jules Bogaers.
- ¹¹ Stichting Onder Water Onderzoek, E.A. Rietzschel.
- ¹² Titus Panhuysen, voormalig stadsarcheoloog van Maastricht.
- ¹³ Afdeling Archeologie Onderwater, onderdeel van de ROB, later Nederlands Instituut voor Scheepvaart Archeologie.
- ¹⁴ Werkgroep Onderwaterarcheologie Oostelijk Rivierengebied.
- ¹⁵ Landelijke Werkgroep Archeologie Onder Water (werkgroep van de Archeologische Werkgemeenschap Nederland).
- ¹⁶ Nederlands Instituut voor Scheepvaart Archeologie.
- ¹⁷ Seinen, appendix 1.
- ¹⁸ Vos, pagina 93.
- ¹⁹ Projectarchief ROB-project 1999-2000 digitaal te verkrijgen bij P.A. Seinen, seinen@onsbrabantnet.nl.