

Resten van Romeinse bruggen in de Maas te Maastricht

A.D. Vos



Colofon

ROB Rapportage Archeologische Monumentenzorg 100

Resten van Romeinse bruggen in de Maas te Maastricht

Auteur: A.D. Vos

Illustraties en foto's: ROB/NISA, tenzij anders vermeld

Basisontwerp omslag: M. Broeksma

Vormgeving en opmaak: E. van As

Druk binnenwerk: Print X-Press, Amersfoort

© ROB Amersfoort, 2004

ISBN 90-5799-057-1



Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek

Postbus 1600

3800 BP Amersfoort

www.archis.nl

Inhoud

Summary	5
Samenvatting	7
Inleiding	9
1 Strategie, methoden en technieken, seizoen 1999	13
1.1 Keuze van de werkplek, hoe en waarom?	13
1.2 Werken met wrakkenbak en ponton van RWS, beveiliging duikers door begeleiding van scheepvaartverkeer door RWS	13
1.3 Werken met een oriëntatiegrid	15
1.4 Exacte lokalisatie van de gekozen werkplek	16
1.5 Fixeren en beboeien van oriëntatiegrid	16
1.6 Opschonen werkgebied	18
1.7 Snelle, schetsmatige inventarisatie per vak	18
1.8 Plaatsen datum-points voor WEBIT	18
1.9 WEB-meten	18
1.10 Archeologische veldtekening onder water	19
1.11 Videodocumentatie	19
1.12 Inventarisatie rondom oriëntatiegrid	20
1.13 Opzoeken 'stenengebied'	20
1.14 Kiezen en nemen van dendromonsters	21
1.15 Terrestrische positiebepaling: drie datum-points en ligging oriëntatiegrid	22
1.16 Akoestisch meten met SHARPS	23
1.17 Vondstmateriaal	24
1.18 Samenvatting van het uitgevoerde veldwerk inclusief tijdspad	24
1.19 Vertragende omstandigheden	25
1.20 Verdere uitwerking van de veldgegevens.	26
1.21 Het maken van de overzichtstekening.	26
1.22 Het maken van een videoverslag	27
2 Resultaten, seizoen 1999	29
3 Strategie, methoden en technieken, seizoen 2000	33
3.1 Keuze van de werkplek(ken)	33
3.1.1 Oude en nieuwe grid	33
3.1.2 Stengebied, rand van de vaargeul	33
3.1.3 Palengebied, extra werkgebied met inzet van stagiaires	33
3.2 Werken met wrakkenbak en ponton van RWS, beveiliging duikers door begeleiding van scheepvaartverkeer door RWS	34
3.3 Werken met oriëntatiegrid	34
3.4 Exacte lokalisatie van de gekozen werkplek	35
3.5 Fixeren en beboeien van oriëntatiegrid	35
3.6 Opschonen werkgebied	35
3.7 Snelle, schetsmatige inventarisatie per vak	35
3.8 Plaatsen datum-points voor WEBIT	37
3.9 WEB-meten	37
3.10 Akoestisch meten met HPASS	38
3.11 Archeologische veldtekening onder water	38
3.12 Videodocumentatie	39
3.13 Kiezen en nemen dendromonsters	39
3.14 Terrestrische positiebepaling: drie datum-points en tien boeien (oriëntatiegrids)	43

3.15	Vondstmateriaal	42
3.16	Samenvatting van het uitgevoerde werk inclusief tijdspad	46
3.17	Vertragende omstandigheden	48
3.18	Verdere uitwerking van de veldgegevens	49
3.19	Het maken van de overzichtstekening	49
3.20	Het maken van een videoverslag	49
4	Resultaten, seizoen 1999 en 2000	
4.1	Stand van zaken	51
4.2	Bereikte inzichten	55
4.3	Conclusie	68
5	Aantasting en bedreiging	69
5.1	Aantasting tot nu toe	69
5.2	Effect van de aantasting en erosie tot nu toe, een evaluatie	72
5.3	Huidige en toekomstige bedreigingen	73
5.3.1	Stroomopwaarts	73
5.3.2	Lokaal	74
5.3.3	Stroomafwaarts	76
5.3.4	Algemeen	76
5.4	Bedreigingen, samenvatting en conclusie	76
6	Opties voor verdere voortgang en een advies	79
6.1	Voortgang mogelijke beheerskeuzes	79
6.1.1	Bescherming in situ	79
6.1.2	Opgraving en ontmanteling	80
6.2	Advies	83
	Literatuur	85
	Bijlage 1 Getallen en medewerkers van seizoen 1999	87
	Bijlage 2 Getallen en medewerkers van seizoen 2000	89
	Bijlage 3 Vondstenlijsten	93
	Bijlage 4 RING-rapporten dendrochronologisch onderzoek	95
	Bijlage 5 Afbeeldingen in kleur	101

Summary

In a collaborative project involving Maastricht local authority, the National Department of Public Works and Water Management's Limburg Directorate, and ROB/NISA (the Netherlands Institute for Ship and Underwater Archaeology), NISA's archaeological diving team spent 19 days in 1999 and 2000 diving in the Maas river, just to the south of the city's St. Servaas Bridge, investigating the remains of 'the' Roman bridge. The primary aim was to establish the precise location of the remains, what exactly they consist of, and how old they are. Their state of preservation would also be examined, to establish how 'safe' the monument is. This report gives a detailed account of the investigation and its results.

Chapters 1 to 3 take the reader through the project, explaining the methods and techniques used in this underwater environment, where visibility is poor. They explain how, using relatively simple equipment, divers are able to keep track of where they are, and to ensure that they systematically search the entire river bed. The WEBIT program was used in this project to comprehensively map the site. These first three chapters also report on a number of experiments that were carried out, including one using new acoustic monitoring technology. This part of the report is fairly detailed, to give readers an impression of the difficulties that have to be overcome in studies of this kind, and to allow them to form their own opinion as to the accuracy of the work and the measurements produced. It contains a wealth of practical information and key figures, which could be very useful in planning any follow-up.

Chapter 4 presents the findings. Approximately 1500 m² has now been explored: roughly 1000 m² with exposed remains and another 500 m² where no remains of any significance have been found. Although the interpretation of the findings cannot be presented as final conclusions, the project would appear to have demonstrated that at least three or four (and possibly more) phases of Roman bridge-building lie in the Maas at this site, distributed over a wide area. The bridges will have been used over a period spanning at least the first to the fourth century. Both foundation posts and actual bridge remains are preserved here. The material suggests both wooden pillars and at least one stone pillar. Compared with Roman pillar remains found elsewhere in the Netherlands and the rest of Europe, the elements found in Maastricht are rare, and are not known to have been preserved or documented anywhere else. The site offers great potential for research, particularly given the fact that the bridge remains are likely to be spread over an area of more than 3000 m².

We must therefore conclude that an exceptionally significant monument lies here, important not only locally, but also nationally and internationally, in terms of the knowledge about Roman bridge-building.

Chapter 5 vividly depicts the erosive processes to which the bridge remains have been exposed in the recent past, and to which they are still exposed today. It is clear that dredging and digging operations in the 1960s caused major direct and indirect damage, the latter as a result of the removal of protective sediments. Since then, the main factor in the erosion of the remains has probably been the rapid flows that occur during periods of highwater (when water flows at a rate of up to 3000 m³ per second!). This has been taking its toll on the exposed parts for the past four decades. Although most of the monument is still present, one cannot conclude that there has been no damage. Indeed the impact of the local buoying created by the currents can clearly be seen in the form of damaged stonework and displaced foundation poles.

The problem of occasional highwater events is set to continue. Indeed, it is only likely to grow in the future, with more frequent, longer and heavier periods of rainfall as a result of global warming; larger locks and a hydroelectric power station upstream that will cause bigger peaks in the amount of water flowing down river; the widening of the Maas in the border area, which will increase the flow; the passing of ships with ever greater engine power etc. The insidious effects of water pollution will also have an impact, and of course normal biological degradation processes, which have now been going on for centuries, have also had an effect, causing the wood effectively to rot away in places.

We cannot assume that the monument is safe in its current situation. There is therefore every reason to consider how it can best be protected, or how the information it represents can best be safeguarded. Chapter 6 sketches a number of options, and their main pros and cons. It is national policy to consider first of all the possibility of protection *in situ*. In this case, some heavy form of cover would be needed to protect the monument from strong currents during periods of highwater. However, there are a number of major practical drawbacks to this option. At the other end of the spectrum, one might consider a complete excavation. However, this 'solution' also has a number of significant drawbacks, not least the cost. Chapter 6 also presents three other scenarios involving gradually smaller campaigns, comprising a partial excavation and the preservation and covering of a large and representative portion of the monument. Finally, the author chooses his preferred solution, based on his estimation of the political and practical possibilities. It would involve working in stages, with short campaigns in which those involved would be required to invest only relatively few resources each time.

It will be clear the author believes that to do nothing is not an option. It is now up to Maastricht local authority to make the next move.

Samenvatting

In een samenwerkingsverband van de Gemeente Maastricht met Rijkswaterstaat Directie Limburg en ROB/NISA is in 1999 en 2000 door het archeologisch duikteam van het NISA negentien dagen gedoken in de Maas, vlak ten zuiden van de Sint Servaasbrug, waar zich de resten bevinden van 'de' Romeinse brug. Het doel was in de eerste plaats vast te stellen wat er nou eigenlijk precies ligt, waar en in welk onderling verband het ligt en wat de datering is. Daarnaast moest bekeken worden wat de conserveringstoestand is en hoe 'veilig' het monument er bij ligt. In dit verslag wordt uitgebreid verslag gedaan van het duikonderzoek en de resultaten.

De hoofdstukken 1 t/m 3 nemen de lezer mee in het werk en verhalen van de gebruikte methoden en technieken in dit water met zijn slechte zicht. Zo wordt duidelijk hoe de duikers met relatief eenvoudige hulpmiddelen steeds weten, waar ze zich bevinden en er tevens zeker van zijn, dat ze systematisch de hele bodem afzoeken. Het meetsysteem WEBIT is een hulpmiddel om het terrein vervolgens maat-vast in kaart te brengen. Daarnaast wordt verslag gedaan van enkele experimenten, onder andere met nieuwe akoestische meettechnieken. Dit deel van het verslag is betrekkelijk uitgebreid, opdat de lezer een inschatting kan maken van de moeilijkheden die een onderzoeker op dit gebied moet overwinnen. Tevens kan men zo zelf een oordeel vormen over de nauwkeurigheid, waarmee gewerkt en gemeten is. Bij elkaar zijn in deze hoofdstukken en in enkele bijlagen veel praktische gegevens en kengetallen vastgelegd. Dit kan van groot nut zijn bij de planning van een eventueel vervolg op het nu verrichte onderzoek.

In hoofdstuk 4 worden de bereikte inzichten gepresenteerd. Bij elkaar is thans ongeveer 1 500 m² verkend: ruwweg 1 000 m² met dagzomende resten en nog eens 500 m² waar geen resten van betekenis zijn aangetroffen. Ofschoon op basis van dit verkennende onderzoek niet alle interpretaties als definitief gepresenteerd mogen worden, lijkt aangetoond dat hier zeker drie à vier (en mogelijk zelfs meer) fases van Romeinse bruggenbouw in de Maas liggen, over een groot oppervlak verspreid. De periode van gebruik omvat een tijdspanne van in ieder geval de 1e-4e eeuw. Er liggen niet alleen de funderingspalen, maar ook hoger uit de opbouw zijn resten bewaard gebleven. Het materiaal duidt op zowel houten als (tenminste één) stenen pijlers. In vergelijking met elders in Nederland of Europa gevonden Romeinse pijlerresten, is in Maastricht sprake van zeldzame onderdelen, elementen die elders niet zijn bewaard of gedocumenteerd. Het onderzoekspotentieel is groot, temeer daar het totale gebied, waar brugresten verwacht mogen worden, naar schatting meer dan 3 000 m² omvat!

De conclusie kan niet anders zijn, dan dat hier een uitzonderlijk belangrijk monument ligt, dat niet alleen van groot lokaal belang is, maar ook nationaal en internationaal van betekenis is voor de kennis van de Romeinse bruggenbouw.

In hoofdstuk 5 worden de erosieve processen, waaraan de brugresten in het recente verleden hebben blootgestaan (en thans nog blootstaan), alsmede de in de nabije toekomst verwachte bedreigingen, op indringende wijze gepresenteerd. Duidelijk wordt, dat de bagger- en graafwerkzaamheden in de jaren zestig grote directe schade hebben aangericht, maar ook indirecte schade, doordat de beschermende sedimenten toen deels zijn verwijderd. De waarschijnlijk grootste eroderende factor sindsdien is de periodiek optredende harde stroming tijdens hoogwaterperiodes (met afvoeren tot 3000 m³ per seconde!). Die heeft inmiddels vier decennia lang op de vrijliggende delen kunnen inwerken. Ofschoon het monument zeker nog niet massaal wegspoelt, kan niet worden gesteld, dat geen

schade optreedt, of is opgetreden. Alleen al de effecten van de lokale betonning als gevolg van de stroming zijn zeer duidelijk aanwijsbaar: beschadigde bouwstenen en omgetrokken funderingspalen.

Dit probleem van de hoogwaters zal niet verdwijnen. Eerder zijn in de toekomst factoren te voorzien, die dit probleem nog zullen vergroten: vaker, langduriger en heftiger als gevolg van klimaatveranderingen met meer regen; grote(re) sluizen en een waterkrachtcentrale stroomopwaarts, die grote(re) pieken in de aanvoer veroorzaken; een aanzuigende werking als mogelijk gevolg van de verbreding van de Grensmaas met eveneens een stromingverhogend effect; scheepvaart met steeds grotere motorvermogens; etc. De sluipende effecten van verontreiniging in het water kunnen evenmin worden weggecijferd en uiteraard hebben de normale biologische degradatieprocessen, die inmiddels vele eeuwen hebben kunnen inwerken, ook zo hun effect gehad: het hout is hier en daar feitelijk verrot.

Het blijkt niet vol te houden, dat het monument er veilig bij ligt. Er is alle reden na te denken hoe dit monument te beschermen, of anderszins de informatie veilig te stellen. In hoofdstuk 6 wordt in hoofdlijnen een aantal mogelijke oplossingsrichtingen op een rij gezet, met de belangrijkste voor- en nadelen. In het rijksbeleid worden steeds allereerst de mogelijkheden van bescherming *in situ* overwogen. In dit geval dient absoluut een zeer zware fysieke afdekking deel uit te maken van het plan, als bescherming tegen het woest stromende water tijdens de hoogwaterperiodes. Er kleeft echter een aantal zwaarwegende praktische bezwaren aan deze optie. Aan het andere uiteinde van het spectrum bestaat de mogelijkheid direct te besluiten tot volledige opgraving van het monument. Ook deze 'oplossing' kent een aantal grote bezwaren, niet in de laatste plaats het kostenplaatje. Daarnaast worden drie scenario's gepresenteerd, waarbij in afnemend grote campagnes meer of minder grote delen van het monument worden opgegraven, terwijl steeds een fors en representatief deel kan worden bewaard en afgedekt. Ten slotte spreekt de auteur, op basis van zijn inschatting van de politieke en praktische mogelijkheden en onmogelijkheden, een voorkeur uit voor één van de gepresenteerde oplossingsrichtingen. Deze kenmerkt zich door een getrapte wijze van werken in korte campagnes met telkens een relatief kleine inzet van middelen van de betrokken partners.

Het moge duidelijk zijn, dat in de opinie van de auteur 'niets doen' een hele slechte optie is. Het woord is nu aan de gemeente Maastricht.

Inleiding¹

Al lang is bekend, dat in de Maas in Maastricht, iets stroomopwaarts van de Sint Servaasbrug en ‘ergens’ rond kilometerraai 13.050, resten van een Romeinse brug liggen. Het onderzoek kent enkele hoogtepunten waarin dit inzicht is ontstaan.

In 1923 publiceerde Maastrichts stadsarchivaris W. Goossens zijn gedachten over het voorkomen van een brug in de Romeinse tijd. Hij positioneerde deze tegenover de Eksterstraat waar men, volgens verklaring van een ingenieur De Ronde, bij baggerwerken zeven of acht jaar daarvoor een soort dam had aangetroffen, bestaande uit palen en zware stenen ertussen. Goossens interpreteerde dit als de overblijfselen van een brugpijler. Hij was er echter van overtuigd dat er in de twee of drie eerste eeuwen van de Romeinse overheersing geen permanente vaste brug over de Maas is geweest en bestempelde de brug daarmee als laat-Romeins.²

In juli en augustus 1963 werden weer baggerwerkzaamheden verricht ter hoogte van deze dam, waarbij men zich bewust was, dat hier ‘een of ander uit de oudheid stammend bouwwerk’ aanwezig was. De dam strekte echter zover richting vaargeul en lag zo ondiep, dat men het voor de scheepvaart niet veilig achtte.³ Tijdens het baggeren werden veel stenen en palen boven water gebracht. Ca. 20 m van de dam is toen verdwenen waarbij tenminste één brugpijler moet zijn vernietigd.⁴

De eerste stenen kwamen op 18 juli boven water. Direct daarna is de vondst door G. Dorenbos, hoofd van de Dienstkring Maastricht van Rijkswaterstaat, gemeld bij de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB). J.E. Bogaers nam het onderzoek op zich. Het baggerwerk was nog maar net begonnen, toen op 20 en 21 juli al de eerste duiken werden gemaakt door de Stichting Onder Water Onderzoek (SOWO) onder leiding van E.A. Rietzschel. Deze groep dook in augustus nog enige malen. Hierbij zijn ‘gegevens verzameld, metingen verricht en een aantal bewerkte stenen geborgen’. Uit het verslag blijkt dat uitsluitend is gedoken in het deel waar daadwerkelijk is gebaggerd. Men heeft hierbij enkele zaken nog in verband kunnen zien voordat ze werden beschadigd.⁵ Bogaers concludeerde dat ‘de brug wel gebouwd moet zijn in de laat-Romeinse tijd, tegen het einde van de 3e of in de 4e eeuw.’⁶

In december 1963 en januari 1964 werd opnieuw gedoken in opdracht van de ROB, ditmaal door een duikbedrijf, de firma Van der Hidde. Nu werd gekeken in het niet aangetaste deel van de dam, vlak naast de nieuwe vaargeul, op een afstand van 70 tot 80 m uit de westelijke oever. Hier werd met een grijpkraan en een spuitpomp de hele toplaag van zand en grind verwijderd. Het belangrijkste resultaat was de vondst van een raamwerk van zware eiken balken met ten westen daarnaast enige grote, naast elkaar liggende balken. Verder zijn tal van palen en stenen ontdekt. Er zijn geen dateringen van de constructie(s).⁷

In de periode van 30 november 1964 tot en met 23 januari 1965 zijn door hetzelfde duikbedrijf aanvullende onderzoeken verricht. Het doel was vooral ligging, begrenzing en diepte van de overblijfselen nauwkeuriger te bepalen. Daartoe zijn door middel van een grijper drie sleuven gegraven van noord naar zuid op een afstand van 15, 35 en 63 m uit de westelijke oever. Deze sleuven waren 45 m lang en overwegend 1 tot 1,5 m diep. Hierbij werden palen, balken en bouwstenen aangetroffen.⁸ Wat dit aan antwoorden of nieuwe inzichten heeft opgeleverd vermeldt Bogaers niet in zijn verslag van de werkzaamheden.⁹

1 Voorliggend verslag is eerder in beperkte oplage uitgebracht als eerste verkenningrapportage. In die eerste rapportage is vooral het veldwerk meer uitgebreid geïllustreerd met veel (kleuren)afbeeldingen van veldtekeningen en dergelijke. Tevens bevat de eerdere uitgave meer bijlagen waaronder ook de WEB- en HPASS-gegevens. Tekstueel zijn de wijzigingen minimaal. Bedoelde rapportage is te raadplegen bij de gemeentelijk archeologische dienst van Maastricht, in de bibliotheek van Rijkswaterstaat Directie Limburg te Maastricht en in de bibliotheken van ROB/NISA in Amersfoort en te Lelystad. De zoekgegevens zijn: Arent D. Vos, Resten van Romeinse bruggen in de Maas, (Verkenningrapport; Lelystad, 2002).

2 Goossens 1923.

3 G. Dorenbos 1965.

4 Panhuysen 1996, 22-3.

5 Rietzschel z.j. (a).

6 Bogaers 1963.

7 Van der Hidde 1964; Bogaers 1964.

8 Van der Hidde 1965.

9 Bogaers 1965.

Ofschoon veel vragen onbeantwoord bleven, onder andere wat betreft de nauwkeurigheid van de verrichte metingen, werd niet meer getwijfeld aan de interpretatie als (laat-)Romeinse brug. Ondanks diverse aanbevelingen kwam het niet tot verdergaand veldonderzoek.

Wel was in deze fase de jonge Titus Panhuysen in aanraking gekomen met Bogaers en het onderzoek van de Romeinse brug. Tijdens zijn studie Kunstgeschiedenis en Archeologie (1968-1974) ving hij aan met zijn speurtocht naar de betekenis van de geborgen stenen. Dit vond zijn vervolg in een promotieonderzoek over de Romeinse grafmonumenten van Maastricht (1974-1978), waarbij ook de stenen uit de Maas de aandacht kregen. Het was namelijk gebleken dat delen van Romeinse grafmonumenten uit Maastricht secundair waren gebruikt voor de Romeinse brug, waarschijnlijk als stortsteen. Dit onderzoek kwam in 1979 op een laag pitje te staan, toen Panhuysen een aanstelling kreeg als stadsarcheoloog van Maastricht, maar in 1996 kon de promotie worden afgerond. Een van de stellingen van het proefschrift luidde: 'Te Maastricht ligt op de bodem van de rivier de Maas, op een afstand van ongeveer 100 m ten zuiden van de Sint Servaasbrug, een van de meest bedreigde cultuurhistorische schatten van Nederland. Uitstel van archeologisch onderzoek en conserverende maatregelen zal op korte termijn leiden tot het verlies van talrijke epigrafische en kunsthistorische documenten en van de overblijfselen van de oudste brug van Nederland.'¹⁰

Voor zijn onderzoek had Panhuysen een aantal palen uit de Maas, geborgen in de jaren 1963-1965, maar zonder verder bekende context, dendrochronologisch laten dateren. Waar Goossens en Bogaers de brug dateerden in de laat-Romeinse tijd, concludeerde Panhuysen dat rekening moest worden gehouden met minstens twee eerdere bouwfasen, in de 1e en 3e eeuw.¹¹

Intussen was na een lange periode van 'stilte' ook het duikwerk weer op gang gekomen. In 1992-93 was een duikteam van de Afdeling Archeologie Onderwater (thans deel van ROB/NISA) actief in de Maas bij Cuyk op resten van een andere Romeinse brug. Op verzoek van gemeentearcheoloog Panhuysen werd een tweedaagse duikverkenning uitgevoerd onder leiding van B. Goudswaard. Er werd vastgesteld dat er inderdaad nog steeds palen en stenen lagen en ook een balkenframe werd aangetroffen. Als geheel deed de site 'zeer verrommeld' aan en de toestand van de vindplaats werd 'zorgwekkend' genoemd. Geografische ligging en verbanden konden in de korte beschikbare tijd alleen grof worden vastgesteld.¹²

In 1998 werd door een groep van de Landelijke Werkgroep Archeologie Onderwater, onder leiding van J. van den Besselaar, een anderhalve dag durende duikverkenning uitgevoerd. Nogmaals werd vastgesteld dat er palen en stenen lagen en dat er erosie plaats vond. Ook nu weer kon slechts grof worden bepaald waar de resten lagen en wat het onderlinge verband was.¹³

De verkenningen in de jaren negentig hebben niet geleid tot nieuwe inzichten of tot een nadere datering. Wel bevestigden ze het inmiddels groeiende idee, dat er 'iets' diende te gebeuren. Het onderzoek van Panhuysen had van de brug in Maastricht opnieuw een politiek item gemaakt, dat tevens kon rekenen op grote interesse onder de bevolking. Die interesse leidde zelfs tot de oprichting van een Stichting Romeinse Brug met als doel 'de in 1275 ingestorte Romeinse brug uit het Maaswater te halen'.

Dat er inderdaad resten van een brug liggen, zeer waarschijnlijk Romeins, lijkt duidelijk. Echter, waar precies en in welke onderlinge samenhang? Gaat het om één balkenframe of zijn er meer? Is er sprake van één brug met een aantal

10 Panhuysen 1996, stellingen.

11 Panhuysen 1996, 25.

Panhuysen maakt hier ook melding van een ¹⁴C-datering in de eerste eeuw van houten constructies op de (west)wal, die mogelijk deel uitmaakten van een brug.

12 Goudswaard 1993.

13 Van den Besselaar 1998.

reparaties, of zijn meer bouwfasen te onderscheiden? Over deze en andere zaken, waaronder – zeer belangrijk – datering van de constructies, bestonden allerlei feiten en ideeën, maar geen grote verbanden en zekerheden.

Resten van een Romeinse brug op deze plek zijn van groot belang om diverse redenen. Rijkswaterstaat Directie Limburg (RWS-Limburg) heeft als beheerder van dit vaarwater belang te weten waar obstakels liggen en welke problemen men bijvoorbeeld zou hebben bij verbreden en/of verdiepen van de vaargeul. Voor de gemeente Maastricht, maar zeker ook nationaal en internationaal is wetenschappelijke kennis van deze oversteekplaats in de Maas op een toenmalig knooppunt van wegen noord-zuid en west-oost uitermate belangrijk. Uit het oogpunt van de archeologische monumentenzorg (AMZ) is kennis van de conserveringstoestand en de bedreiging (door erosie, vervuiling, scheepvaart, vaarwaterbeheer) van het archeologische monument van cruciaal belang voor de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, i.c. de sector Nederlands Instituut voor Scheeps- en onderwaterArcheologie (ROB/NISA).

Initiatief van de gemeente Maastricht leidde in 1998 tot instelling van een ambtelijke werkgroep met als doel te bezien in hoeverre aandacht besteed kon worden aan de vindplaats, zodat vervolgens besloten kon worden of een nadere beheersbeslissing noodzakelijk was. De werkgroep bestond uit vertegenwoordigers van de drie belanghebbende partijen onder voorzitterschap van de gemeente-archeoloog Panhuysen. Voor RWS-Limburg hadden zitting H. Eman, hoofd Dienstkring Maastricht-Maas en W. Hendrix (Afdeling Waterbeleid). Voor ROB/NISA namen Th. Maarleveld (hoofd Afdeling Maritiem Erfgoed) en in een later stadium ook A. Vos (hoofd Archeologisch Duikteam) deel aan het overleg.

De besprekingen leidden tot de beslissing een deel van de capaciteit van het archeologisch duikteam van het NISA vrij te maken voor een intensieve duikverkenning van (in eerste instantie) ca. twee weken, waarbij het NISA een wetenschappelijke basisrapportage zou verzorgen en Panhuysen voor eventueel noodzakelijke verdere verwerking van gegevens en vondstmateriaal zorg zou dragen. Als projectleider en opdrachtgever namens de gemeente trad Panhuysen op, namens RWS-Limburg was Hendrix deelprojectleider en voor het NISA was dat Vos. Vos zou het archeologische duikwerk operationeel en inhoudelijk leiden, Hendrix coördineerde de belangrijke bijdrage van RWS wat betreft de inzet van varend materieel en mensen.

Als uitgangspunt van het veldwerk werden de volgende vragen geformuleerd:

- Wat is precies de geografische ligging van de resten en hoe liggen eventueel verschillende elementen onderling? Waar precies ligt bijvoorbeeld het balkenframe (getekend in 1964, en vermeld in 1993 en 1998) of het zogenaamde stenengebied (vermeld in 1993 en 1998, maar nadrukkelijk ook al in 1963 en 1964), of de vermoede concentratie van palen?
- Is er sprake van één stenengebied, palengebied en balkenraam, of zijn er meer?
- Zijn er meer (pijler-)gebieden te onderscheiden en wat is de onderlinge samenhang? Kan men op grond van de onderlinge ligging een fasering in bouwfasen aanwijzen?
- Wat is de datering van de verschillende resten en is op grond van deze datering een fasering in bouwfasen aan te wijzen?
- In welke mate is sprake van bedreigingen en welke zijn dat?
- Wat moet er verder met het monument gebeuren?

In hoofdstuk 1 wordt de in 1999 gevolgde werkwijze beschreven. In hoofdstuk 2 worden de eerste resultaten vermeld, maar gelijk al kan hier worden gezegd, dat het totale gebied waar resten kunnen worden aangetroffen zeer groot is gebleken. Daarom werd direct een tweede duikcampagne gepland, die in 2000 heeft

plaatsgevonden. In hoofdstuk 3 wordt het werk van 2000 beschreven. In hoofdstuk 4 zijn de verzamelde inzichten gepresenteerd – voor zover ze op dit moment gelden – met de bijbehorende overzichtstekening. Ten slotte worden in hoofdstuk 5 de bedreigingen bekeken en in hoofdstuk 6 suggesties gedaan voor een mogelijke voortgang.

1 Strategie, methoden en technieken, seizoen 1999

1.1 Keuze van de werkplek, hoe en waarom?

Op basis van de waarnemingen uit 1963-64 kon gereconstrueerd worden waar ongeveer zich het balkenframe onder water moest bevinden. Ook de verslagen van de duikverkenningen in 1993 en 1998 bieden enig houvast, waar ongeveer men zich de resten moet denken. De gegeven posities zijn weliswaar steeds schattingen van de kilometerraai en van de afstand uit de (linker) rivieroever, maar de resten lijken zich voornamelijk te bevinden tussen kilometerraai 13.030 en 13.070 en tot ca. 90 m uit de kant. Op basis van dit gegeven zou het al mogelijk zijn een te karteren gebied te kiezen.

Daarnaast stond een op 16 juli 1998 in opdracht van RWS gemaakte multi-beam sonaropname van de Maasbodem ter beschikking (afb. 1-2). Hierbij is een gebied van ca. 150 x 150 m ten zuiden van de Sint Servaasbrug driedimensionaal in beeld gebracht.¹⁴ Deze nieuwe techniek biedt een krachtig instrument om de keuze te maken voor een werkgebied voor een tweeweekse waardestellende verkenning. De driedimensionale weergave van de rivierbodem toont onder andere waar de 5-6 m diepe vaargeul ligt. Tevens is te zien dat ongeveer ter hoogte van 'het ornament', een half rond kunstwerk op de linkeroever (ter hoogte van kilometerraai 13.050) haaks op de kant een drietal opeenvolgende bulten van ca. 30 x 20 m uit de rivierbodem omhoog steken. Op de bovenkant van deze bulten staat slechts 3-4 m water. Omdat de GPS-posities van de sonargegevens in grote lijnen overeen leken te komen met de ruw geschatte posities van de vroegere duikverkenningen, werd aangenomen dat in deze bulten de resten van de Romeinse brug moesten liggen.

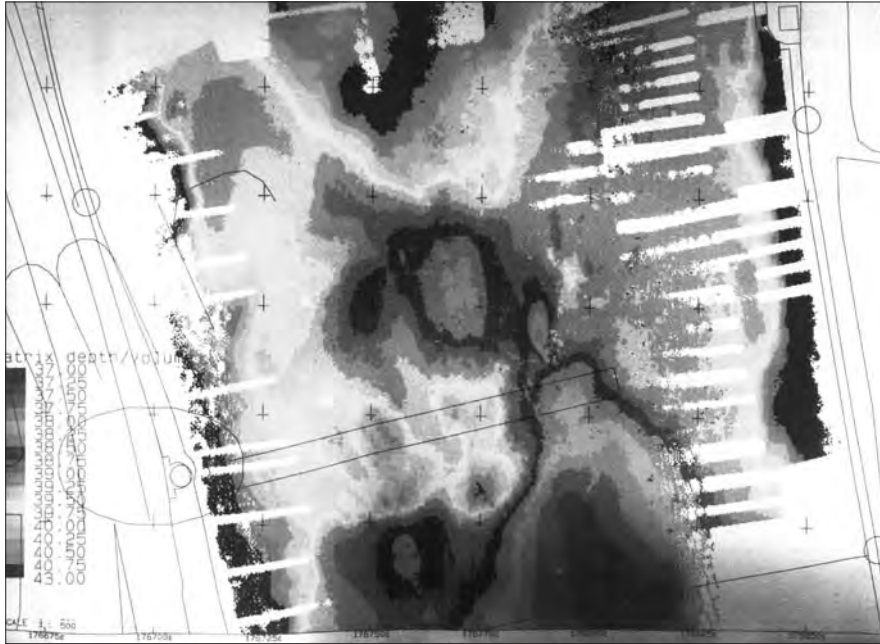
Op basis van deze gegevens is ervoor gekozen te beginnen met de meest naar de rand van de vaargeul liggende bult. Hierbinnen werden het balkenframe en de gesignaleerde palen verwacht. Door de ligging direct langs de vaargeul is hier ook de kans op erosie het grootst.

1.2 Werken met wrakkenbak en ponton van RWS, beveiliging duikers door begeleiding van scheepvaartverkeer door RWS

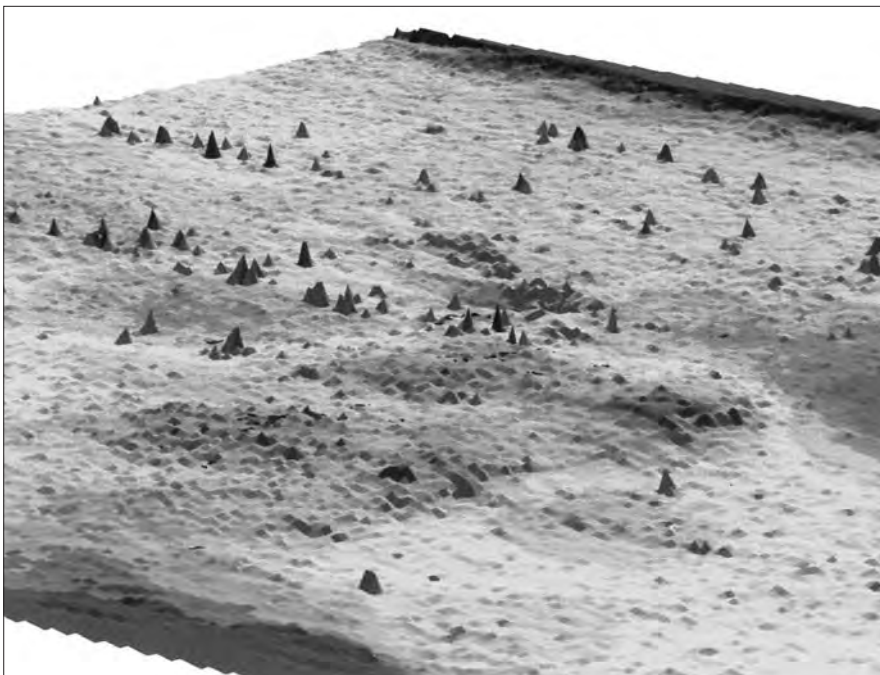
Voor het duikwerk zijn door RWS twee pontons ter beschikking gesteld. Eén ponton diende om de werkplaatscontainer en de materiaalcontainer van de duikers op te plaatsen, terwijl de tweede ponton, de zogenaamde wrakkenbak, diende als duikplatform. Dit is het ponton dat ook door de duikers van RWS normaliter wordt gebruikt. Beide pontons zijn, nadat de uitrusting erop was gezet, door RWS (ms Maastricht en ms Limburg) naar de werkplek gesleept en met spudpalen op de door het NISA aangewezen locatie midden in de rivier verankerd (afb. 3).

Op de locatie was de werkplek door RWS ruimschoots afgezet met boeien en middels verkeersborden werd de scheepvaart gevraagd vaart te minderen om zo hinderlijke waterbeweging te vermijden. Tijdens het eigenlijke duikwerk was altijd een vaartuig van RWS (ms Limburg) in de buurt om het scheepvaartverkeer zodanig te begeleiden, dat het duiken veilig en ongehinderd kon plaatsvinden. Dat dit nodig was moge blijken uit het feit dat menig recreatievaartuig het afgezette werkgebied invoer en teruggestuurd moest worden en dat een enkele maal de beroepsvaart de waarschuwborden over het hoofd zag en door te grote vaart veel golven dreigde te veroorzaken.

14 Hendrix 1999.



Afb. 1 Multi-beam sonarbeeld van de Maasbodem met de Romeinse brugresten, bovenaanzicht (RWS). Afbeelding in kleur; zie bijlage 5.



Afb. 2 De Maasbodem met de Romeinse brugresten, gezien schuin van boven vanaf de linkeroever (RWS). Afbeelding in kleur; zie bijlage 5.



Afb. 3 De situatie bovenwater met het NISA-duikteam op locatie, mei/juni 1999 (RWS).

1.3 Werken met een oriëntatiegrid

Een van de grote problemen tijdens het duiken met slecht zicht is altijd de oriëntatie. Met een zicht van 10-20 m zou het werkgebied al niet te overzien zijn, maar met het onderhavige zicht, variërend van minder dan 0,4 tot hooguit 1,4 m, is dat nog veel lastiger. Duikers kunnen niet zien waar ze zitten en wat de richtingen en afstanden precies zijn. Toch is dit voor een nauwkeurige kartering (en de snelheid van werken) van essentieel belang. Daarom wordt onder water altijd op de een of andere manier gewerkt met hulpmiddelen voor de oriëntatie. Vaak kan pas na de eerste oriënterende duiken worden begonnen met het opbouwen van een infrastructuur. Hier echter kon met behulp van de multi-beam sonarkartering van de rivierbodem van tevoren met een grote mate van waarschijnlijkheid bepaald worden hoe groot het werkgebied was en waar het lag.

Omdat het opbouwen van een oriëntatiesysteem onder water tijd kost en in eerste instantie slechts negen duikdagen ter beschikking stonden, is iets nieuws geprobeerd. Van tevoren is van touw een flexibel oriëntatiegrid geknoopt met een afmeting van 28 x 14 m. Het feit dat het grid van touw en daardoor maximaal flexibel was moest het mogelijk maken het touw goed plat op de rivierbodem te kunnen leggen, ongeacht de geaccidenteerdheid van het terrein. Ook zouden de lijnen om eventueel uit de bodem stekende palen heen kunnen worden gelegd.

Het grid bestaat uit 49 vakken van 4 x 2 m: zeven in de lengterichting en zeven in de breedte (afb. 4). De lijnen in de lengterichting zijn dikke, witte, geslagen



lijnen en zo eenvoudig te onderscheiden van de dwarslijnen die dun, blauw en gevlochten zijn. Een duiker kan zo zelfs op de tast uitmaken of hij in de lengte- of de dwarsrichting over de vindplaats zwemt. In de zuidwesthoek van elk vak is bovendien een label met het nummer van het vak aangebracht. De 49 vakken zijn genummerd van A-1 tot en met G-7. In de lengterichting is de identificatie met letters (A-G) en in de breedte met cijfers (1-7).

Afb. 4 Het oriëntatiegrid: 49 vlakken van 4 x 2 m.

1.4 Exacte lokalisatie van de gekozen werkplek

Nadat de pontons op locatie waren gebracht door de schepen van RWS (ms Limburg en ms Maastricht) hebben de NISA-duikers een verkennende duik gemaakt om te zien of de positie goed was. Daarbij is de zuidgrens van de meest naar de vaargeul gelegen bult opgezocht en met twee boeien aan de oppervlakte zichtbaar gemaakt. Met die twee boeien als visueel hulpmiddel is het oriëntatiegrid op locatie afgezonken, zodanig dat in ieder geval de zuidgrens en de oostgrens van de bult geheel binnen het grid waren gevat.

1.5 Fixeren en beboeien van oriëntatiegrid

Voor de veiligheid van de scheepvaart was het van het grootste belang dat het touw van het oriëntatiegrid niet kan opdrijven en in een scheepsschroef terecht kan komen. Daartoe is gekozen voor gebruik van uitsluitend zinkende lijnen om het grid van te knopen. Daarnaast zijn de lijnen die de omtrek van het grid vormen verzwaaard door de erop bevestigde langs- en dwarslijnen met zware metalen klemmen op elkaar vast te zetten. Nadat zo de hele omtrek van het grid was verzwaaard, zijn de vier hoeken nog extra verzwaaard met gewichten van elk dertig kilo en zijn de buitenste lengtelijnen om de vier meter met roestvrijstalen pennen aan de bodem vastgezet.

Afb. 5 In vak F4 delen van het balkenframe en kiezels. Let op de dieptematen.

$\overline{F}_4$

Afdeling

EIRENLAAN 239
2464 BP ALPHEN A/D RIJN
NIJDERLAND
TELEFOON
01728-39888
FAX
01728-34050

TRÖJ3

RIKSDIENST VOOR HET OUDHEIDKUNDIG BODEMONDERZOEK



De vier hoekpunten van het oriëntatiegrid zijn voor de duur van het duikwerk beboeid met kleine drijvers om zo aan de oppervlakte visueel te maken waar de kern van het werkterrein onder water lag. De positie van deze boeien is later ingemeten.

1.6 Opschonen werkgebied

De Maas is een regenrivier. Wanneer de afvoer in winter en voorjaar groot is, voert het sterk stromende water allerlei materiaal mee. Dat kan variëren van natuurlijk drijfhout – met zelfs complete boomstammen en takkenbossen – tot allerlei door mensen vervaardigd materiaal: fietsen, winkelwagens, autoresten, vuilniszakken, textiel etc. De mate van vervuiling is na elke hoogwaterperiode dusdanig, dat niet gewerkt kan worden zonder eerst al dat materiaal te verwijderen.

1.7 Snelle, schetsmatige inventarisatie per vak

Terwijl sommige duikers nog bezig waren met het verwijderen van rommel, begonnen andere al met een eerste schetsmatige kartering van de 49 afzonderlijke vakken van het grid. De bedoeling was elk vak van 4 x 2 m te bekijken en te schetsen wat in die vakken te zien was: funderingspalen, bouwstenen, complete houtconstructies, of alleen kale rivierbodem (afb. 5). Door de schetsen van alle vakken bij elkaar te leggen ontstond een eerste overzicht waar structuren uit de grond staken en hoe de onderlinge verhoudingen waren.

1.8 Plaatsen datum-points voor WEBIT

Op basis van de eerste schetsmatige kartering ontstond al snel inzicht in de lay-out van de vindplaats en kon bepaald worden waar verder gewerkt moest worden en hoe. Het oriëntatiegrid voldeed uitstekend waardoor elke duiker in het troebele water steeds goed wist waar hij zat of waar hij heen moest. Voor de gewenste kartering was echter een nauwkeuriger meetsysteem nodig. Daarom werden in alle vakken met hout en/of kalkstenen blokken WEB-datum-points aangebracht. Op het liggende hout werden daartoe op strategische plaatsen grote roestvrijstalen spijkers (6,0 x 200 mm) geslagen, waarbij elk datum-point een eigen nummer kreeg. De onderlinge afstand is daarbij idealiter ca. 3 m, maar waar dat niet lukt naar bevind van zaken. De verticaal uit de bodem stekende funderingspalen kregen alle een eigen meetpunt. De nummers werden met watervaste viltstift op stevige plastic kaartjes gezet en naast de grote spijkers op het hout genageld. De kalkstenen blokken kregen ook alle een eigen datum-point met label. Voor de stenen werden koeienlabels gebruikt, gemaakt van dik, stevig plastic met grote ingegoten nummers. Deze zijn met behulp van slagpluggen (5 mm) vastgezet in voorgeboorde gaten. De slagplug gold hier als aan te meten punt.

Reden om de funderingspalen en de stenen alle te voorzien van een eigen datum-point is dat dat de beste mogelijkheid biedt om van dat soort individuele objecten de plaats in het geheel te bepalen. Bovendien zijn ze dan na een eventuele berging uit elkaar te houden.

1.9 WEB-meten

Vervolgens ging een meetploeg aan de slag om de onderlinge afstanden tussen de datum-points in te meten. Van elk punt werd de afstand naar zoveel mogelijk van

de omringende punten ingemeten. Naarmate de te meten afstand groter wordt, is de kans op fouten groter, onder andere doordat het meetlint achter obstakels kan blijven haken. Men kan dat bij het geringe zicht niet zien. Om dat tegen te gaan zwemmen de duikers voor elke meting het meetlint af om te zien of het vrij loopt. Sowieso wordt bij voorkeur over niet al te grote afstanden gemeten om dit soort fouten tegen te gaan. Idealiter wordt ook elke afstand drie keer gemeten om direct een beeld te hebben van de nauwkeurigheid van elke meting. Afwijkingen van vele centimeters vallen direct op en metingen kunnen dan worden overgedaan.

Na de duik worden de metingen ingevoerd in een computerprogramma WEBIT dat in de onderwaterarcheologie veel wordt gebruikt. Het berekent op basis van al de gemeten afstanden de onderlinge positie van de ingemeten datum-points. Overigens worden hiervoor ook de onderlinge hoogteverschillen van de punten meegenomen.

In 1999 werden 125 datums geplaatst, zijn 448 directe afstanden gemeten en 422 relatieve dieptes.

1.10 Archeologische veldtekening onder water

Zodra de datum-points zijn aangebracht kunnen andere duikers beginnen met het archeologisch tekenen onder water. Hierbij is het niet meer zozeer de bedoeling per vak van 4 x 2 m te werken, maar meer per structuur, waarbij de constructies met watervaste potloden op plastic tekenborden worden getekend. In deze fase moet ook meer zorg besteed worden aan de onderlinge verhoudingen. Steeds moeten afmetingen en afstanden op de tekening gezet worden, alsmede kompasrichtingen. Belangrijk is dat in deze fase de datum-points zorgvuldig worden meegenomen in de tekeningen.

De onder water gemaakte tekeningen worden 's avonds uitgewerkt en in het net getekend. Al deze deeltekeningen kunnen in een volgend stadium in een overzichtstekening worden verwerkt op basis van de met WEBIT zeer precies berekende ligging van alle datum-points.

Wat betreft de ligging van de datum-points wordt gestreefd naar een nauwkeurigheid van 2 cm of beter. Wat betreft de tekening van de structuren rond de datum-points is in deze fase van het werk een nauwkeurigheid van 1-2 dm bevredigend. Indien de afstand tussen de datum-points niet te groot is, zal de nauwkeurigheid meestal (ruim) binnen dit bereik liggen. Een grotere nauwkeurigheid is alleen haalbaar door een nog veel grotere tijdsinvestering.

Deze fase van het werk, die toch ook al redelijk arbeidsintensief is, kon binnen de beschikbare tijd slechts voor een deel van de talrijke structuren worden voltooid. Hier lag duidelijk werk voor een vervolgcampagne.

1.11 Videodocumentatie

Als visuele ondersteuning van de tekeningen zijn alle constructieresten en kalkstenen blokken gefilmd met een lichtgevoelige digitale videocamera. Hierbij is speciale aandacht gevestigd op constructiedetails, bewerkingssporen, etc. Ook op de videobeelden zijn de datum-points steeds meegefilmd ter oriëntatie.

Tevens zijn alle werkzaamheden gefilmd, zowel boven als onder water, onder andere ten behoeve van een videoverslag van het project.

1.12 Inventarisatie rondom oriëntatiegrid

Niet alleen binnen het oriëntatiegrid is verkend en getekend, maar ook in de direct aansluitende gebieden. Dat er west van het grid meer brugresten liggen, was van tevoren te verwachten op basis van de multi-beam sonarbeelden. Dit vermoeden werd tijdens de verkenning bevestigd en tot enkele meters ten westen van het grid zijn de aangetroffen concentraties kalkstenen blokken en funderingspalen geschetst. Dit naar de linkeroever gelegen gebied zou in een latere campagne preciezer verkend moeten worden.

Heel belangrijk was het vast te stellen of ten zuiden en ten oosten van het oriëntatiegrid, wel of niet nog brugresten aanwezig waren. Daar is tot 3 m buiten het grid nauwkeurig (en daarbuiten iets ruimer) gezocht en behoudens een enkele losse blok kalksteen, enkele omgetrokken funderingspalen of een heel enkele versplinterde stomp hout in de bodem, blijkt hier alles weggebaggerd. Men bevindt zich hier dan ook al in de diepte van de gebaggerde geul. In het noordelijk werkgebied bleek de constructie nog ruim buiten het oriëntatiegrid door te lopen. Ook hier is getracht reeds alles schetsmatig in beeld te brengen, maar door de afwezigheid van een oriëntatiegrid is het moeilijker met zekerheid te zeggen dat elke vierkante meter bodem is gezien. Ook hier zou toekomstige verkenning meer zekerheid moeten brengen.

1.13 Opzoeken ‘stenengebied’

Reeds het SOWO-verslag van het onderzoek in 1963 meldde concentraties grote stenen.¹⁵ Men maakte nadrukkelijk onderscheid tussen ‘bewerkte stenen’ en ‘bouwstenen’. Met bewerkte stenen bedoelde men relatief kleine stenen in allerlei vormen en maten, maar voorzien van inscripties en/of versiering en geïnterpreteerd als stortsteen. Deze werden aangetroffen in een palengebied in het zuidwesten van het toen bedoken gebied. Dit palenstortsteengebied lag ongeveer op de 13.050 kilometerraai en ca. 85-100 m uit de linkeroever. Ongeveer 10 m noordelijker en ca. 95-100 m uit de linkeroever begon een bouwstenengebied. Met bouwstenen bedoelde men rechthoekige stenen van groot formaat (bijvoorbeeld 100 x 70 x 50 cm). Zelfs werden hier twee haaks op elkaar staande muurfragmenten gezien (van 50 cm hoge stenen). De beschrijving is enigszins summier en de plaatsbepaling vrij ruw. Feit is dat werd gedoken in het gebied waar daadwerkelijk nog (verder) moest worden gebaggerd en waar (veel) materiaal is geborgen. Het is daarom op voorhand aannemelijk dat het gebied op zijn minst grondig is verstoord.

Desondanks ontdekte duikbedrijf Van der Hidde tijdens hun tweede campagne een rij duidelijk in verband geplaatste kalkstenen blokken met reliëfversiering. Dit stenengebied situeerde men 95-99,5 m uit de westelijke oever en in het verlengde van het raamwerk.¹⁶

Bij de tweedaagse verkenning in 1993 is ca. 100 m uit de linkeroever over een gebied van 10 x 20 m in de lengterichting van de rivier een concentratie bouwstenen gevonden. Er wordt een aantal van tenminste veertig bouwsteenblokken genoemd, van grote afmetingen (170 x 70 x 45 cm) en voorzien van anker- en doorgaten.¹⁷

Het verslag van de verkenning in 1998 noemt een stenengebied op 95 m uit de linkeroever tussen kilometerraai 13.060 en 13.070. Men telde hier ditmaal ongeveer zestien bouwstenen van 60 x 80 x 80 cm of groter.¹⁸

15 Rietzschel z.j.

16 Van der Hidde 1965, 10; Bogaers 1965, 44.

17 Goudswaard 1993.

18 Van den Besselaar 1998.

Campagnedoelen met betrekking tot dit steeds weer vermelde stenengebied waren onder andere vast te stellen waar het eigenlijk precies ligt, hoe groot het is en of misschien sprake is van meer stenenconcentraties. Eventueel, indien de tijd het zou toelaten, zou al een begin gemaakt kunnen worden met de kartering.

Voor het opzoeken kon goed gebruik gemaakt worden van de multi-beam sonar kartering. Op het multi-beam sonarplaatje is in het vermoede werkgebied van de SOWO een diep gat te zien: de in 1963 gebaggerde vaargeul. Ca. 25 m noordelijker echter ligt duidelijk een iets ondieper gebiedje op de rand van de vaargeul. Het ligt 95-105 m uit de linkeroever en ca. 20 m in noordoostelijke richting vanuit de noordoosthoek van het oriëntatiegrid. Zo werd het ook onderwater aangezwommen tijdens de campagne.

Het was al snel duidelijk dat het een groot gebied betrof waar allerlei maten en soorten stenen kris kras door elkaar lagen. In verband zittende muurfragmenten werden bij deze eerste zoekacties niet aangetroffen. Het werd eveneens snel duidelijk dat het zo'n groot oppervlak besloeg met zulke grote hoogteverschillen, dat het als apart werkgebied beschouwd diende te worden, waar aanzienlijk meer tijd voor nodig zou zijn om een enigszins betrouwbare schets te kunnen maken. In 1999 werd hier dan ook verder geen werk verricht.

1.14 Kiezen en nemen van dendromonsters

Het vele aangetroffen eikenhout biedt een uitgelezen mogelijkheid de constructies te dateren middels jaarringonderzoek. Hiervoor moesten op strategische plaatsen houtmonsters gezaagd worden.¹⁹ Op basis van de onderlinge ligging van de aangetroffen structuren (zie hoofdstuk 2) werd al snel vermoed dat er sprake was van tenminste drie verschillende bouwfases. Om dit dendrochronologisch te onderbouwen werd in elk van de drie structuren één houtmonster gezocht dat voldoende jaarringen zou bevatten en bij voorkeur ook spinthout. De monsters zijn onder water afgezaagd en vervolgens door RING onderzocht. De RING-rapportage is als bijlage bijgevoegd (bijlage 4).

In het palengebied ten westen van het grid werd de kop van paal 238 afgezaagd. Er is een nieuw label met nummer 238 aangebracht om de paal later weer te herkennen, maar hij is nu ca. 20 cm korter. Dit monster met dendronaam mmb 02.0 bevatte 108 jaarringen zonder spint, maar kon niet worden gedateerd. Er kon op dat moment geen match worden gevonden met een bestaande referentiecurve. Hierdoor ontstond de wens tot een aanvullende bemonstering van dit palengebied.

In vak A4, bij de zuidkant van de bult, is het uiteinde van de bovenste van de drie (dagzomende) gestapelde balken afgezaagd, vlak voor punt 206, dat zo in principe als herkenningspunt nog aanwezig is. Dit monster met dendronaam mmb 03.1 bevatte 147 jaarringen, gedateerd van 139 BC tot 8 AD. Omdat spinthout volledig ontbrak moet de kapdatum worden gesteld op $NA\ 28\ AD \pm 6$.

Van het balkenframe is aan de oostkant het uiteinde van de tweede dwarsbalk (geteld vanaf het noorden) afgezaagd, vlak voor punt 219, dat zo eveneens als herkenningspunt aanwezig bleef. Dit monster met dendronaam mmb 01.0 bevatte 175 jaarringen, gedateerd van 51 BC tot 124 AD. Het monster bevatte tien ringen spinthout. De kapdatum kan daarom worden bepaald op $134\ AD \pm 6$.

De interpretatie van het onderzoek wordt later (in hoofdstuk 2) besproken.

19 Bij voorkeur zaagt het NISA onder water de monsters, omdat de ervaring heeft geleerd, dat dat meer kans op een succesvolle dendro-datering oplevert dan bij boren.



Afb. 6 Het statief voor de terrestrische metingen.

1.15 Terrestrische positiebepaling: drie datum-points en ligging oriëntatiegrid

Heel belangrijk was het tijdens het werk precies vast te leggen waar de structuren onder water liggen. Het gebruikte meet- en tekensysteem van registratie rondom met WEBIT vastgelegde datum-points levert echter uitsluitend een relatieve positiebepaling. Dat wil zeggen dat de ligging van gedocumenteerde objecten alleen onderling wordt vastgelegd. Voor scheepswrakken is dat in combinatie met één geografische positie meestal voldoende. Het gaat in dat geval immers vrijwel altijd om constructie met inhoud die op een toevallige plaats is terechtgekomen.

In dit geval is echter sprake van een monument waarvan de bouwplaats waarschijnlijk zorgvuldig is gekozen en daarom van groot belang is. Bovendien zijn de ondiepste plekken slechts 3-4 m onder het wateroppervlak. Het is dan relatief eenvoudig een punt 'boven water te brengen'. Met oevers aan weerszijden en midden in de stad is het met enige inspanning mogelijk er een 'gewone' landmeetklus van te maken. Het is echter nadrukkelijk een voorwaarde dat het paspunt met een bekende afstand loodrecht bovenwater kan worden gebracht.

Om te kunnen voldoen aan deze voorwaarde is van stellingmateriaal (43 mm $\varnothing$ buizen en verbindingstukken) een soort statief gemaakt dat onderwater over een niet al te hobbelig terrein steeds perfect waterpas kon worden afgesteld (afb. 6). Dit statief werd dan zo gepositioneerd dat het precies centraal boven een aan te meten punt stond opgesteld, zodat de positie van dat punt met een pijp van bekende lengte (= bekende correctiefactor voor de hoogte) boven water kon worden opgemeten (afb. 7).

Op deze manier zijn drie stabiele punten, die tezamen een groot driehoek vormen, met maximaal haalbare nauwkeurigheid opgemeten. Voor elk meetpunt moest het statief worden gepositioneerd en waterpas gesteld. Omdat tijdens de metingen de afvoer van de rivier zeer gering was, mag worden aangenomen dat het meetpunt zo verticaal als maar mogelijk boven water kon worden gebracht. De punten werden door landmeters van de gemeente vanaf beide oevers aangemeten, waarbij de meetverschillen minder dan 2 cm waren.

Afb. 7 De paal met meetspiegel steekt loodrecht boven het water uit.



Omdat er noodzakelijk (alleen al vanwege de diameter van de buis: binnenmaat is 34 mm $\varnothing$) toch enige marge zit in de opstelling van het statief, is de positie van deze drie meetpunten met een zekerheid van 5-10 cm nauwkeurig terrestrisch vastgelegd. De totale relatieve tekening kan op deze driehoek in de rivier worden gepositioneerd. De ingemeten datum-points zijn punt 1 op een blok kalksteen in vak E2 en de punten 221 en 224 op de centrale lengtebalk van het raamwerk (zie afb. 12 en 18).

Als tweede hulpmiddel om de positie van het vondstcomplex op de bodem te kunnen aanwijzen zijn de vier hoeken van het oriëntatiegrids aangemeten. Dat is gebeurd door boeien te plaatsen op de verzwaring van die hoekpunten en de boeilijnen zo strak mogelijk te trekken. Een kleine marge zit hier altijd in vanwege de stroming, maar ook hier geldt dat de stroming van het moment gering was en dat aangenomen mag worden, dat deze metingen redelijk nauwkeurig zijn. Door de omvang van de boeien (ca. 30 cm) is het echter veel lastiger een punt eenduidig aan te meten. Er is dan ook maar vanaf één rivieroever aangemeten en de nauwkeurigheid van deze metingen wordt geschat op ca. 0,5 m of beter.

De resultaten van de metingen zijn verwerkt door de Afdeling Geo-informatie van de gemeente en geplot op hun plaats in de Maas (zie afb. 12).²⁰

1.16 Akoestisch meten met SHARPS

Plaatsbepalen en meten onder water (met de voor archeologisch onderzoek gewenste nauwkeurigheid!) is uiterst lastig. Dat probleem wordt nog vergroot door het dikwijls slechte zicht, dat in Nederlandse condities voorkomt. Daarom is er steeds een open oog voor nieuwe meettechnieken. Een van bestaande 'nieuwe' technieken is gebaseerd op akoestiek.

In 1994 had het duikteam in het Oostvoornse Meer al eens geëxperimenteerd met één zo'n systeem: SHARPS (Sonic High Accuracy Ranging and Positioning System). Het NISA was toen onder de indruk geraakt van het potentieel wat betreft de principiële meetnauwkeurigheid. In de praktijk van het werk bleek het

²⁰ De ploeg landmeters bestond uit Paul Mullens (projectleider), Jan Boyens en Jan Masotte. De gegevens zijn verwerkt en opgestuurd door Jos Cremers (brief van 11 juni 1999 met kenmerk NISA 991140).

echter uiterst moeilijk deze nauwkeurigheid daadwerkelijk te halen. Bovendien zijn de omgevingscondities op de meeste van onze werkplekken, zoals de Waddenzee, te zwaar om het systeem efficiënt in te zetten. Omstandigheden zoals in de Maas zouden echter een uitgelezen kans kunnen bieden te profiteren van de sterke kanten van dit apparaat en nog eens een poging te wagen het systeem in te zetten voor archeologisch onderzoek. Een belangrijke voorwaarde om zo'n test te laten slagen is de aanwezigheid van een ervaren operator. Ofschoon daar alles voor is gedaan, bleek het niet mogelijk een beschikbare operator te vinden binnen Europa [*sic!*]. Toen tenslotte bleek dat het apparaat dat het NISA had laten overkomen uit Frankrijk, een essentieel onderdeel miste, is besloten het experiment te laten varen. Het feit dat het apparaat in Frankrijk als mislukt experiment beschouwd werd en al jaren niet gebruikt op de plank lag, versterkt de mening dat de introductie van dit soort hoogwaardige, nieuwe techniek begeleid moet worden door iemand die het systeem door en door kent.

1.17 Vondstmateriaal

Tijdens het werk was het nadrukkelijk niet de bedoeling op te graven of vondsten te bergen. In deze fase van het werk is het de bedoeling in kaart te brengen wat aan het bodemoppervlak vrij zichtbaar is, wat op deze site veel is en over een groot oppervlak. Toch zijn 34 losse vondsten aangetroffen en omhoog gebracht, ofschoon ze niet noodzakelijk alle in tijd bij de brug horen. Het betreft onder andere fragmenten aardewerk, metalen voorwerpen zoals een sleuteltje, een kram, spijkers, breekijzers, verschillende types paalschoenen, hout, bot en enkele stenen. Ook twee fragmenten cement of kalkmortel, die doen denken aan de door de Romeinse architect-schrijver Vitruvius in zijn *De Architectura* beschreven mortel, zijn als monster geborgen en geadministreerd onder vondstnummers RBM 810 en 811. Het vondstcomplex is overgedragen aan de gemeentearcheoloog.

Speciale vermelding verdient een blok kalksteen gevonden in vak E2, met datum-point 5. Op de bovenliggende zijde is een sculptuur te zien. De afbeelding is enigszins geërodeerd, maar het betreft duidelijk het bovenlijf en hoofd van een man naast een paardenhoofd en -hals. Deze steen is niet geborgen. Hij ligt temidden van vijf andere stenen en tussen de grote houten structuren. Aparte berging van deze steen, die (tot 80 cm) dieper ligt dan alle nabije stenen en het hout, zou onherroepelijk leiden tot verstoring van de samenhang en waarschijnlijk versnelde erosie van de omgeving tot gevolg hebben. Helaas is de sculptuur nu zelf wel nog langer onderhevig aan erosie.

1.18 Samenvatting van het uitgevoerde veldwerk inclusief tijdspad

In het voorgaande staan de veldwerkstrategie en de ingezette methoden en technieken beschreven. Al deze werkzaamheden hebben plaatsgevonden volgens onderstaand tijdspad.

Dag 0 (maandag 24 mei)

Maandag 24 mei was tweede pinksterdag en kon niet gewerkt worden.

Aankomst van de duikers in Maastricht. Motorboot en ander klein materiaal achter het hek geplaatst op RWS-terrein Sluis Bosscherveld. Dit complex, waar het kantoor voor RWS-rayon Maastricht zetelt, diende als basis voor het NISA.

Dag 1 (dinsdag 25 mei)

Aankomst vrachtwagen met container met duikapparatuur en werkplaatscontainer. Kraan op vrachtwagen te licht dus grotere kraan geregeld. Containers op pontons geplaatst. Transport pontons naar werkplek zuid van Sint Servaasbrug. Lokaliseren site, positioneren wrakkenbak en ponton. Afzinken oriëntatiegrid.

Dag 2 (woensdag 26 mei)

Fixeren grid, opschonen werkgebied. Aanvang schetsmatig karteren per vak.

Dag 3 (donderdag 27 mei)

Vervolg opschonen werkgebied, vervolg schetsmatig karteren per vak en nu ook verkennen rondom grid.

Dag 4 (vrijdag 28 mei)

Beboeien hoekpunten grid. Aanvang plaatsen datum-points. Schetsmatig karteren per vak voltooid: helder beeld van wat er dagzoomt binnen oriëntatiegrid, helder beeld van noodzakelijke voortgang.

Dag 0 (zondag 30 mei)

Aankomst duikers in Maastricht.

Dag 5 (maandag 31 mei)

Voortgang aanbrengen datum-points. Aanvang WEB-meten en hoogtemeten. Voortgang verkennen buiten grid. Noodzakelijke inzet waterspuit in verband met zware regenval en afzetting van sliblaag.

Dag 6 (dinsdag 1 juni)

Vervolg inzet waterspuit. Vervolg WEB-meten en hoogtemeten. Verkennen en schetsen van palengebied west van grid. Verkennen en schetsen constructie noord van grid. Aanvang filmen onder water

Dag 7 (woensdag 2 juni)

Vervolg WEB-meten en hoogtemeten. Aanvang archeologisch tekenen. Labelen en schetsen palengebied west. Vervolg filmen onder water

Dag 8 (donderdag 3 juni)

Vervolg WEB-meten. Voortgang labelen. Voortgang schetsen en tekenen. Computerverwerking meetgegevens. Oud RWS-anker uit werkgebied bergen. Persontvangst op open middag.

Dag 9 (vrijdag 4 juni)

Terrestrisch inmeten. Dendromonsters zagen. Vervolg WEB-meten en verwerken. Opruimen en afsluiten site. Pontons met containers verslepen naar Sluis Bosscherveld. Containers op vrachtwagen plaatsen. Retourreis Lelystad.

1.19 Verdragende omstandigheden

In het algemeen is het werk verlopen volgens planning. Het zicht was overwegend goed genoeg om te werken (variërend tussen 0,4 en 1,4 m) en de stroomsnelheid was steeds laag (meestal rond de 100-150 m³ en nooit boven de 200 m³ per seconde). Slechts enkele factoren hebben verdragend gewerkt.

Dag 1

De transporteur van de containers bleek met een andere vrachtwagen te zijn gekomen dan afgesproken. Deze kon niet dicht genoeg aan de waterkant komen

en had een te lichte kraan om de containers over de grote(re) afstand aan boord van de ponton te tillen. Eerst moest daarom een grotere kraan worden gezocht en gehuurd.

Dag 2

Helaas brak een medewerker van RWS (bemanning van ms Limburg) zijn arm en moest naar het ziekenhuis. De begeleiding van het scheepvaartverkeer ter beveiliging van de duikers kon op dat moment niet worden voortgezet. Deze dag moest daarom vervroegd worden afgebroken.

Dag 5 en 6

In het weekend had het hard geregend. Daardoor kwam veel grond van de hellingen rond Maastricht via de Jeker een kleine 300 m stroomopwaarts van onze werkplek in de Maas terecht. Maandag loosde de Jeker nog veel water met sediment en was het zicht vrijwel nul. Dinsdag begon het al weer wat op te klaren. Deze beide dagen was het nu juist wat minder gunstig dat er bijna geen stroming in de rivier stond, want zo kon zich een 10 tot 20 cm dikke laag slib afzetten over het hele werkgebied. Niet alleen was het doorzicht in het water dus slecht, maar tevens waren de structuren en de aangebrachte labels onzichtbaar vanwege een dikke laag slib. Maandag en dinsdag moest de waterspuit worden ingezet om de lagen slib weg te blazen.

1.20 Verdere uitwerking van de veldgegevens.

Het NISA heeft geen speciale kennis op het gebied van de Romeinse bruggenbouw. Bovendien is de formatieruimte te klein om daar zwaar op in te zetten. Daarom is afgesproken dat het NISA een basisrapportage inclusief overzichtsplattegrond levert en dat een eventueel gewenste verdere analyse, inclusief CAD-verwerking, door de gemeente en/of RWS-Limburg zal worden verzorgd.

1.21 Het maken van de overzichtstekening.

Allereerst moest een betrouwbaar overzicht worden gemaakt van de onderlinge posities van alle datum-points, opdat deze konden dienen als maatvast basis voor de verdere uitwerking. Er waren 125 datums geplaatst, waarvan 448 directe afstanden zijn gemeten en 422 relatieve dieptes. Bij de uitwerking werd de vrees bewaarheid dat er eigenlijk nog te weinig metingen (vooral van directe afstanden) waren gedaan om tot een probleemloos resultaat te komen. In de evaluatie van de gevolgde werkwijze is overwogen, of er misschien teveel datum-points over het gebied waren geplaatst, waardoor te weinig metingen zijn gedaan. De conclusie is echter, dat minder datum-points ook niet overal tot tevredenheid zou hebben geleid; bovendien dat het programma ambitieus was en dat het gebied gewoon te groot en te rijk aan dagzomende delen is gebleken om in de beschikbare tijd op ideale wijze in kaart te brengen. Hoe dan ook, via een proces van gezamenlijk redeneren en proberen, waarbij de computer het vele rekenwerk kon verrichten, is zeker tot een voor het moment acceptabel resultaat gekomen.²¹

Vervolgens (en gedeeltelijk overlapt dit proces met de vorige stap) moesten alle (deel)tekeningen van de brugresten op basis van het overzicht van meetpunten aan elkaar gepuzzeld worden. Een probleem hierbij was dat nog lang niet van alle ontdekte constructies naar tevredenheid een archeologische tekening met gedetailleerde boven- en zijaanzichten was gemaakt; sommige tekeningen waren nog in het stadium van de eerste schetsmatige inventarisatie. In onderlinge

21 Roel Mulkens, logistiek en operationeel medewerker van het duikteam en de verantwoordelijke voor het meetsysteem en het meten en verwerken van de meetgegevens, heeft dit proces getrokken.

discussie, waarbij gebruik gemaakt kon worden van de duikrapportages en de onderwatervideobeelden, werd een zo goed mogelijke weergave gemaakt van de dagzomende brugresten.²²

1.22 Het maken van een videoverslag

Om het verhaal van het werk en de resultaten visueel te ondersteunen is een videoverslag vervaardigd. Door koppeling van de onderwaterbeelden aan de tekeningen is het de kijker mogelijk een kijkje onderwater te nemen en ondanks het slechte zicht toch overzicht van de samenhang te behouden.²³

22 Martijn Manders, wetenschappelijk medewerker van het duikteam, heeft dit proces getrokken en de overzichtstekening vervaardigd.

23 Peter Leensen, archeologisch assistent en cameraman van het duikteam, heeft gefilmd en de videomontage verzorgd.

2 Resultaten, seizoen 1999

Alles wat na de duikcampagne van 1999 kan worden vermeld is inmiddels slechts een tussenstand. Alleen voor zover het nuttig is voor begrip van de vraagstellingen en de strategie voor de duikcampagne van 2000 worden hier zaken kort naar voren gehaald.

Bij de beschrijving van het veldwerk in hoofdstuk 1 werd al aangestipt dat nog niet overal binnen het verkende gebied de hele cyclus van nodige stappen kon worden voltooid. Een overzicht van de stand van zaken:

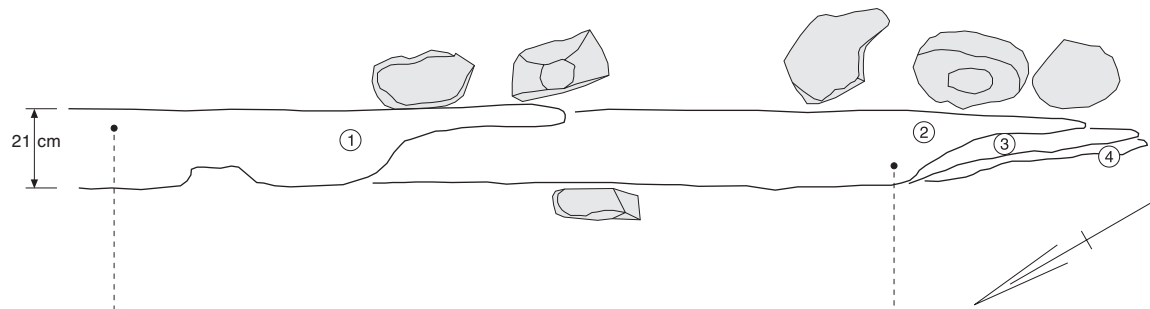
- Binnen het oriëntatiegrid zijn voldoende datum-points uitgezet, maar er waren nog een paar extra metingen nodig geweest. Een behoorlijk deel van de ontdekte structuren is nog niet gedetailleerd getekend, waardoor interpretatie en inpassing in het geheel minder makkelijk is.
- Zuid en oost van het grid begint direct de gebaggerde geul. Hier is tot op enige afstand buiten de lijnen (ca. 10 m) voldoende verkend om te zeggen dat daar de bijbehorende structuren zijn verdwenen. Hooguit een enkele paalstomp of eenzame bouwsteen is aangetroffen.
- Direct west van het grid is een palengebied aangetroffen dat bestaat uit heel veel heipalen en wat grote bouwstenen. Deze zijn nog lang niet allemaal gezien, laat staan gelabeld, ingemeten en getekend. Hier ligt op zich al een grote klus.
- Noord van het grid liepen de constructies die binnen het grid begonnen nog een eind door. Het meeste daarvan is geschetst en binnen het meetweb opgenomen. Het balkenframe is bijvoorbeeld in zijn totale omvang (voor zover zichtbaar) gedocumenteerd, maar er is geen enkele zekerheid dat er een stukje verderop geen nieuwe constructies of bouwstenen liggen.
- Het stenengebied is opgezocht en gevonden. Dat bleek zo groot en met zulke grote hoogteverschillen (wat het meten ingewikkeld maakt), dat er in deze campagne verder geen aandacht aan is besteed.

Bij elkaar is ca. 650-700 m² (oriëntatiegrid plus strook van 3 m rondom) nauwkeurig bekeken en zeker nog eens zo'n oppervlakte is al zwemmend in de wat ruimere omgeving wel alvast een keertje gezien. Ook al is daarbij niet alles al maatvast gekarteerd, een duidelijk beeld tekent zich wel af. Op de overzichtstekening is het verzamelde inzicht (inclusief dat van seizoen 2000) te zien (zie afb. 18)

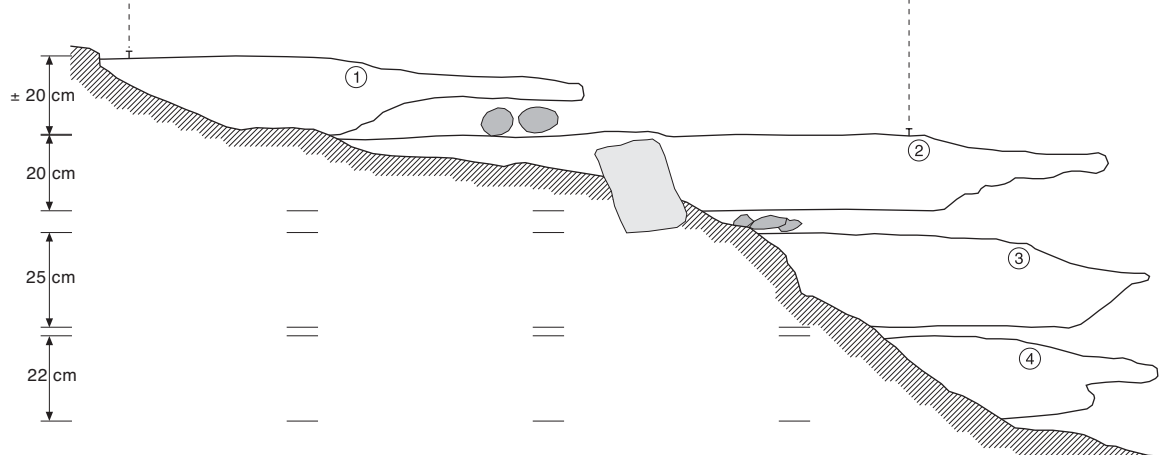
Er zijn in het nauwkeurig onderzochte gebied duidelijk drie afzonderlijke structuren te onderscheiden, die allemaal duiden op een brugpijler:

- In het zuiden van de bult, in de vakken A1 (datum-points 201 en 202) en A4 (datum-points 205 en 206) zijn twee constructies van op elkaar gestapelde balken gevonden. Deze constructie is getekend (afb. 8-9). De 20-23 cm brede balken verdwijnen aan de noordzijde in het talud, maar zijn zo georiënteerd, dat ze naar elkaar toelopen en samen een punt vormen. In zuidelijke richting is de constructie weggebaggerd. De balk met datum-points 203 en 204 bleek geheel los te liggen en het is onzeker of hij oorspronkelijk bij deze constructie hoorde. Het dwarsbalkje bij punt 206 hoort er waarschijnlijk wel bij en kan in de sponning in de zijkant van een van de balken gerust hebben. Mogelijk is hier sprake van de resten van een kofferdam, die gebruikt was bij de bouw van een pijler, die nu zelf echter geheel verdwenen is.
- Prominent in het gebied ligt een raamwerk van meer lagen langs- en dwarsbalken; drie lagen waren (deels) zichtbaar. Het balkenframe is in zijn totaliteit nog niet gedetailleerd gedocumenteerd, maar het lijkt geen twijfel dat dit (de tweede laag van) de fundering van een brugpijler was.

bovenaanzicht



zijaanzicht - west



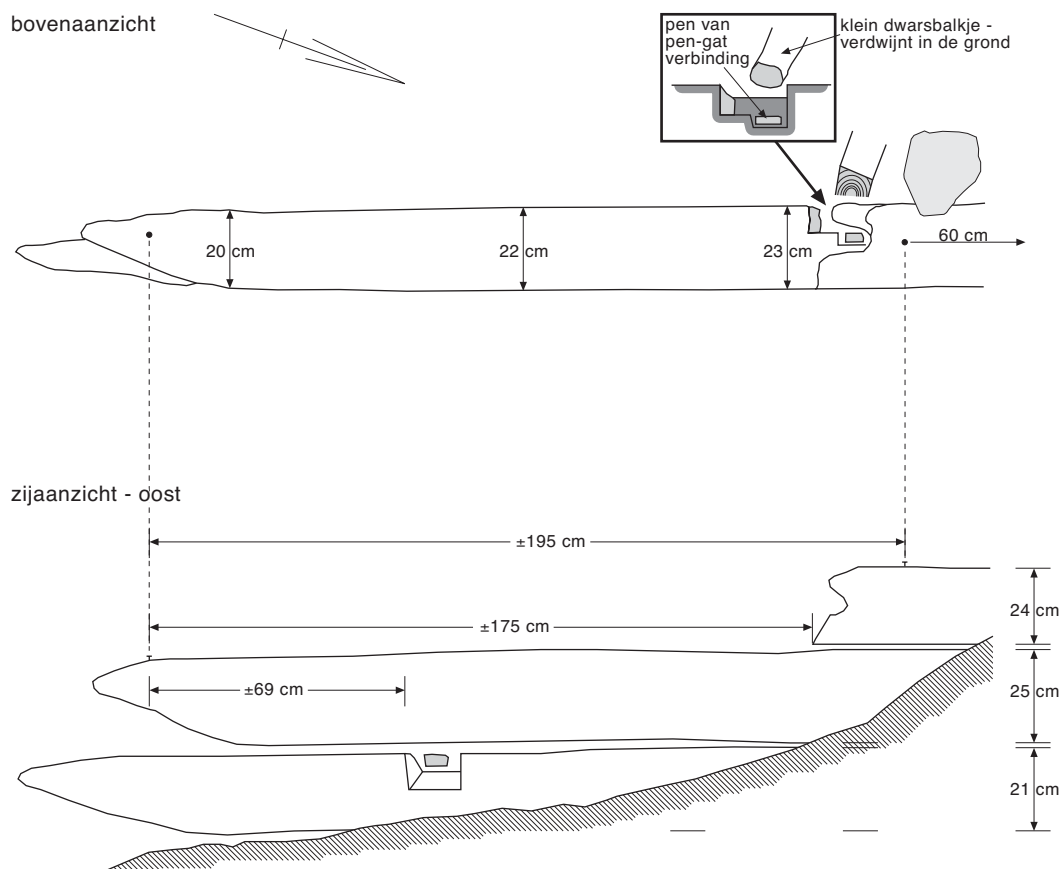
- Slechts een paar meter west van het balkenframe begint een grote concentratie palen, waarvan slechts een klein deel tijdens de eerste campagne al is gelabeld en ingemeten. Het betreft echter zeker enkele tientallen. Ook hier bestaat daarom weinig twijfel dat het (de onderste laag van) de fundering van een brugpijler betrof.

Afb. 8 Constructie van vier gestapelde balken in vak A1.

Rondom de twee noordelijke, als zodanig duidelijk identificeerbare pijlerresten liggen nog meer constructies, waarvan echter nog niet te zeggen is, hoe het allemaal bij elkaar hoort:

- Tussen balkenframe en palengebied ligt een soort balkenvloer. Van deze balken lag slechts weinig bloot. De balken lopen in zuidwestelijke richting dieper weg en liggen in de vakken E1 en F1 al snel onder 20-30 cm sediment. De wel zichtbare delen bevatten veel sponningen. Mogelijk was ook dit een kofferdam, vergelijkbaar met wat in A1 en A4 staat, maar hier kan hij omgevallen zijn.
- Oost van het balkenframe, maar er duidelijk los van, dagzomen nog heel wat balken. Ze zijn lang en lopen deels min of meer evenwijdig aan de zijden van het balkenframe. Zijn het uit de grond stekende resten van een kofferdam? De constructies zijn nog niet in voldoende detail gedocumenteerd om veel meer over te zeggen.

Indien de interpretatie van de drie afzonderlijke structuren als drie verschillende brugpijlers juist is, moet al direct geconcludeerd worden, dat dan sprake moet zijn van drie verschillende bouwfasen en mogelijk zelfs drie compleet verschil-



Afb. 9 Constructie van drie gestapelde balken in vak A4. Let op de sponningen, de deuvel in de sponning en het dwarsbalkje.

lende bruggen. Het balkenframe en de palenconcentratie liggen veel te dicht bij elkaar om deel uit te maken van een en dezelfde brug en de pijler zuid in de bult ligt veel te ver uit de lijn om bij een van beide te kunnen horen.

Om deze hypothese van drie [!] verschillende bruggen te testen is gekozen voor een gericht, maar in eerste instantie beperkt dendrochronologisch onderzoek. Van elk van de drie structuren is gezocht naar een stuk hout dat geschikt leek voor dergelijk onderzoek (zie paragraaf 1.14):

- Van het balkenframe werd bij punt 219 het uiteinde van een dwarsbalk afgezaagd. Dit dendromonster mmb 01.0 had 175 jaarringen, waarvan 10 ringen spint (51 BC-124 AD). De kapdatum is bepaald op 134 AD $\pm$ 6. Daarmee lijkt deze pijler te dateren op kort voor het midden van de 2e eeuw.
- Van de gestapelde balkenconstructie in zuid is bij punt 206 een stuk afgezaagd. Dit dendromonster mmb 03.1 telde 147 jaarringen, echter zonder spint (139 BC-8 AD). De kapdatum ligt daarmee op een onbekend aantal jaren NA 28 AD $\pm$ 6. Het monster telt echter zoveel jaarringen, dat mag worden aangenomen, dat de balk nog in de 1e eeuw verwerkt is, mogelijk rond of kort na het midden. Het is onwaarschijnlijk dat dit bouwsel in tijd hoort bij het balkenframe.
- In het pijlergebied is van paal 238 het bovenste stuk afgezaagd. Dit dendromonster mmb 02.0 had 108 jaarringen, maar geen spint. Van dit monster kon geen goede match worden gevonden op een van de bestaande referentiechronologieën. Hierdoor is er vooralsnog geen indicatie voor een datering van deze fundering.

Zowel de onderlinge ligging van de structuren, als de aanwijzingen uit het dendrochronologisch onderzoek wijzen op drie compleet verschillende bruggen, die hier de oversteekplaats in de Maas vormden. De eerste fase zou al uit de 1e eeuw (midden of tweede helft) kunnen dateren en de datering van het balkenframe op midden 2e eeuw lijkt vrij stevig. De ideeën van Goossens en Bogaers, dat er vóór de laat-Romeinse tijd geen (vaste) brug is geweest, lijken hiermee definitief weerlegd. Het is wenselijk dit idee verder te onderbouwen door nader dendrochronologisch onderzoek. Mogelijk dat dan ook het op zich goede monster mmb 02.0 alsnog gedateerd kan worden.

3 Strategie, methoden en technieken, seizoen 2000

De gevolgde strategie en gebruikte methoden en technieken zijn in grote lijnen dezelfde als tijdens de voorgaande campagne. Voor de duidelijkheid zullen ze hier kort worden herhaald, waar nodig aangepast aan de situatie van dit jaar. Daar waar werkelijke veranderingen zijn doorgevoerd, wordt uitgebreider op het punt ingegaan. De vraagstellingen zoals verwoord in de inleiding golden onverkort voor dit jaar, alleen is de aandacht uitgebreid naar nieuwe werkgebieden.

3.1 Keuze van de werkplek(ken)

3.1.1 Oude en nieuwe grid

Het centrale werkgebied van vorig jaar, waar toen het 28 x 14 m grote oriëntatiegrid (vakken A1-G7) was gelegd, stond ook deze keer centraal in de belangstelling, met name om het bestaande beeld (ofwel de overzichtstekening van vorig jaar) te verbeteren door aanvullende, gerichte waarnemingen. Het wordt verder aangeduid als het 'oude gebied' en het 'oude grid'.

Op basis van de waarnemingen van het voorgaande jaar, was bekend dat diverse houten constructies aan de noordkant van het oude grid nog verder noordwaarts doorlopen. De multi-beam sonarkartering laat ook zien dat de bult nog verder noordwaarts doorloopt dan waar ons oude grid eindigt. Dit noordelijke deel van de bult is bij het werkgebied gevoegd om ook helemaal te worden verkend en schetsmatig gekarteerd. Het wordt verder aangeduid met 'noordelijk werkgebied' of 'nieuwe grid'.

3.1.2 Stenengebied, rand van de vaargeul

Bij de eerste aanvang van de verkenningen, in 1999, was het de bedoeling het meest naar de vaargeul gelegen pijlgebied in kaart te brengen. Dat pijlgebied was op dat moment gedefinieerd als de meest oostelijke van de drie op de multi-beam scan zichtbare 'bulten', met een omtrek van ca. 35 x 20 m. De keuze moest wel op dit gebied vallen, omdat het, zo gelegen aan de rand van de vaar- en tevens stroomgeul, het meest bedreigd is door erosie tijdens de hoogwaterperioden, die hier gepaard gaan met zeer hoge stroomsnelheden. Tevens is deze bult het eerst in gevaar in geval ooit weer gekozen zou worden voor verbreden en/of verdiepen van de vaargeul. In dat licht bezien ligt het voor de hand de aandacht vervolgens te richten op het stenengebied. Dat ligt namelijk zelfs iets in de vaar- c.q. stroomgeul en staat daarmee in nog grotere mate bloot aan de genoemde risico's. Vorig jaar was het reeds opgezocht en vluchtig verkend. Het bleek toen te groot om direct al mee te nemen in de verkenning, maar dit jaar moest ook dit gebied nader in kaart worden gebracht. Het wordt verder aangeduid als het 'stenengebied'.

3.1.3 Palengebied, extra werkgebied met inzet van stagiaires

Aan de noordwestzijde van het oude werkgebied, beginnend in de vakken E1, F1 en G1, was vorig jaar de ligging van een groot palengebied met enkele grote blokken kalksteen vastgesteld. Het vermoeden bestaat dat het hier gaat om de pijler van een aparte bouwfase. Dit gebied, verder aan te duiden als 'het palengebied', zou geheel moeten worden verkend en schetsmatig gekarteerd. Met drie grote werkgebieden 'open', namelijk het oude grid (400 m²), het nieuwe grid

(225 m²) en het stenengebied (300 m²), waren de grenzen van de capaciteit van het zes man tellende duikteam echter al flink opgerekt.

Het was daarom een buitenkans twee stagiaires de gelegenheid te kunnen bieden om gedurende deze twee weken mee te werken en zelfs om twee redenen. Allereerst kon zo het zeer interessante palengebied, dat vanwege zijn ligging ver van de vaar-/stroomgeul nu eenmaal een lagere prioriteit had, toch ook in deze campagne al worden aangepakt.

De stagiaires, studentes archeologie en ervaren sportduiksters, hadden al meermalen met het NISA-duikteam meegewerkt, bijna altijd alleen boven water en één keer ook onder water. Met de huidige ARBO-wetgeving, die het niet toestaat zonder speciaal (en voor studenten onbetaalbaar) beroepsduikcertificaat onderwater te werken, is het veel lastiger dan vroeger studenten in de gelegenheid te stellen ervaring op te doen met het specialisme 'archeologie onderwater'.²⁴ Voor wetenschappelijke stages zijn echter soms uitzonderingen mogelijk. Hier in de Maas waren de omstandigheden ideaal om inderdaad zo'n uitzondering te maken: betrekkelijk eenvoudige duikomstandigheden, een duidelijke en bekende infrastructuur onder water en ruime duikervaring van de kandidaten.

De stagiaires zouden het palengebied aanpakken en daar alle stadia van het werk ervaren en grotendeels zelf uitvoeren: opschonen, schetsmatig verkennen en tegelijkertijd datum-points aanbrengen en labelen, vervolgens meten en archeologisch tekenen.

Er zijn dit jaar dus vier grote aandachtsgebieden: het oude grid, het nieuwe grid, het stenengebied en het palengebied, in totaal meer dan 1 000 m². Bovendien is ruim rondom deze gebieden verkend, vooral aan de kant van de vaar-/stroomgeul.

3.2 Werken met wrakkenbak en ponton van RWS, beveiliging duikers door begeleiding van scheepvaartverkeer door RWS

Door eenzelfde inzet van RWS als het voorgaande jaar kon het werk op dezelfde manier vanaf pontons worden uitgevoerd en beveiligd. De afzetting met boeien werd nu echter iets verder de vaargeul in uitgebreid, opdat ook in het stenengebied veilig kon worden gedoken.

3.3 Werken met oriëntatiegrid

Het werken met een tevoren vervaardigd, flexibel oriëntatiegrid was in 1999 uitstekend bevallen. Daarom werd ook voor het noordelijk werkgebied een oriëntatiegrid van touwen geprepareerd, volgens de beproefde techniek. Dit grid kon in de lengterichting iets korter worden uitgevoerd om toch de hele bult gedekt te hebben. Het nieuwe grid bestaat uit 28 vakken van 4 x 2 m: vier in de lengterichting en zeven in de breedte (totale afmeting: 16 x 14 m). De vakken zijn genummerd van H1 tot en met K7.

Van het oude grid waren enkele lijnen gebroken en de meeste oriëntatie-labels waren verdwenen. De lijnen zijn grotendeels hersteld, maar labels waren in dit gebied voor de oriëntatie niet meer nodig en zijn daarom niet opnieuw aangebracht.

Van het stenengebied was niet goed te voorspellen hoe langgerekt en hoe breed het zou zijn. Derhalve was niet duidelijk welke afmetingen een te prepareren

24 Voordat het 'Besluit arbeid onder overdruk' in december 1994 van kracht werd, konden jaarlijks vijftien tot twintig binnen- en buitenlandse studenten met een gevorderd sportduikbrevet en voldoende duikervaring in vierweekse stages bij het NISA-duikteam veldwerkervaring opdoen. Voor de continuïteit van het vak is het wegvallen van deze mogelijkheid zeer nadelig.

oriëntatiegrid zou moeten hebben om het complete gebied te bestrijken. Bovendien zou het afzinken ervan, ver verwijderd van het (op spudpalen) gefixeerde werkpunt en half in het drukbevaren vaarwater bepaald lastig zijn. Daarom is gekozen hier te werken met de flexibiliteit van een onderwater uit te leggen, zeer eenvoudig gids- en oriëntatiesysteem. Na een korte verkenning werd de zuidgrens van het stenengebied vastgesteld, alsmede de westelijke en oostelijke uiteinden daarvan, waar twee 30 kg zware gewichten werden neergelaten, ca. 6,3 m uit elkaar. Vandaaruit werden langs de oppervlakte evenwijdig aan elkaar twee ruim 30 m lange lijnen uitgebracht in noordelijke richting en tenslotte afgezonken. De noordelijke uiteinden werden weer verzwaard met 30 kg gewichten. Onder water werden langs de aldus uitgelegde touwen meetlinten gespannen met het nulpunt in zuid. Met deze evenwijdig lopende meetlinten heeft de duiker voldoende oriëntatie voor een eerste schetsmatige kartering (en labeling van de stenen).

Het palengebied begint dicht tegen en zelfs binnen de noordwestrand van het oude grid en bestaat uit veel palen op telkens (hele) korte onderlinge afstanden. Een extra hulpmiddel voor de oriëntatie werd binnen dit woud van palen niet nodig (en zelfs lastig) geacht om een eerste schetsmatige kartering en labeling voor elkaar te krijgen.

3.4 Exacte lokalisatie van de gekozen werkplek

De werkplekken konden worden gelokaliseerd op basis van het oude grid, dat eenvoudig was op te sporen. Het nieuwe grid werd geplaatst direct noord van het oude grid, aansluitend op de meest noordelijke lijn (=H-lijn) ervan. Het stenengebied en het palengebied werden vanuit het oude grid aangezwommen.

3.5 Fixeren en beboeien van oriëntatiegrid

Alle lijnen werden zo verzwaard en vastgezet, dat ze geen risico kunnen vormen voor de scheepvaart. Alle hoekpunten werden beboeid met gekleurde blazen, opdat de werkgebieden aan de oppervlakte goed te herkennen waren: twee boeien op de zuidhoeken van het oude grid; twee boeien op de noordhoeken van het nieuwe grid en twee boeien daartussenin, waar noordhoeken van het oude grid zuidhoeken van het nieuwe grid waren. Tevens vier stuks op de gewichten die onder water de hoekpunten van het stenengebied vormden. Deze tien blazen zijn te herkennen op de video en de foto's (afb. 10).

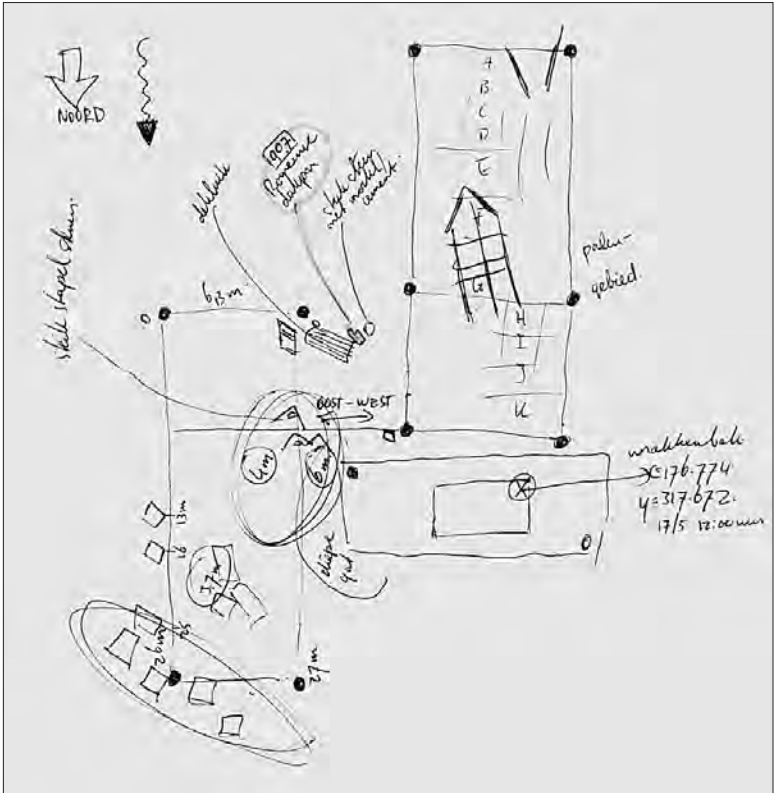
3.6 Opschonen werkgebied

Nu het totale werkgebied zo groot was, kostte de noodzakelijke opschoning veel tijd. Zelfs het oude grid was na de winter weer volledig bedekt met allerlei drijfhout, takkenbossen en rotzooi. Het weghalen ervan is echter voorwaarde om zo goed mogelijk 'zicht' te hebben op de te bestuderen constructies.

3.7 Snelle, schetsmatige inventarisatie per vak

Het nieuwe grid is op de vertrouwde wijze vak voor vak schetsmatig gekarteerd, waardoor ook van iets grotere vlaktes modder, zand of keien met zekerheid gesteld kan worden dat er niets ligt (juister: dat er niets dagzoomt).

In het palengebied werd de overzichtsschets opgebouwd door van paal naar paal te werken door steeds dezelfde twee duikers, die dit gebied zo goed konden leren kennen.



36

In het stenengebied werden met hulp van een kompas raaien gezwommen haaks op de twee meetlinten en tot ver eromheen. Aangetroffen stenen en palen werden geschetst op een tekenbord en de ligging werd ruwweg bepaald door de afstand haaks op een van beide meetlinten te noteren alsmede de afstand tot het zuidelijke nulpunt van dat meetlint (offset methode). Ook hier werd gewerkt door twee steeds dezelfde duikers om het gebied zo goed mogelijk te leren kennen.

3.8 Plaatsen datum-points voor WEBIT

De eerste schetsmatige kartering moet in een volgend stadium steeds preciezer gemaakt worden. Daarvoor wordt het voor werken onder water met slecht zicht zeer geschikte WEBIT-systeem gebruikt. Daartoe worden over de hele site datum-points aangebracht, nu ook in de nieuwe werkgebieden.

Op horizontale structuren kan worden volstaan met telkens een punt op een onderlinge afstand van ca. 3 m. De verticaal uit de bodem stekende individuele funderingspalen krijgen echter elk een eigen spijker met label, opdat van elke paal achteraf de positie precies bepaald kan worden. Ook alle bouwstenen krijgen een eigen datum-point. Op hout worden grote roestvrijstalen spijkers gebruikt, in de stenen worden gaten geboord en worden met slagpluggen koeienlabels daarin bevestigd. De beschikbare, speciale onderwaterboor bleek niet sterk genoeg om gaten te boren in de harde soorten kalksteen (kolenkalksteen of Naamse hardsteen). Daarom konden alleen de blokken van de zachtere soorten kalksteen gelabeld worden.

De koeienlabels die vorig jaar waren geplaatst konden met hun cijfers in reliëf nog steeds goed worden gelezen. De met watervaste stift beschreven plastic labels van vorig jaar waren echter nog maar nauwelijks te lezen. Dat is een opmerkelijk feit, want dezelfde labels, met dezelfde watervaste stiften beschreven, blijven op zee vaak jarenlang goed leesbaar. Daarom werden alle labels nu extra dik en aan twee kanten beschreven, in de hoop dat de tegen het hout gedrukte opschriften niet zullen vervagen. Ook de oude labels werden vervangen met de op deze manier geprepareerde plastic kaartjes.

3.9 WEB-meten

Om alle WEB-datum-points in een maatvast meetsysteem verwerkt te krijgen moesten weer in de benodigde systematiek zoveel mogelijk onderlinge afstanden en hoogteverschillen worden gemeten. In het oude gebied waren nog heel wat aanvullende metingen nodig om de eerder niet opgeloste (en niet definitief oplosbare) probleempjes nu wel op te lossen. De bedoeling was bovendien om het stelsel van WEB-punten in het oude grid zeer betrouwbaar te krijgen, opdat het goed vergeleken zou kunnen worden met de resultaten van de als proef uit te voeren akoestische metingen (volgende paragraaf). Ook in het nieuwe grid en het palengebied is gewerkt met WEBIT en de daarvoor nodige traditionele afstandmetingen (met meetlint) en hoogteverschilmetingen (met speciaal onderwaterhoogtemeetinstrument en/of met de duikcomputers die onder andere ook diepte aangegeven).

Voor het stenengebied werd ervoor gekozen niet te werken met WEBIT. Binnen de beschikbare tijd zou dit gebied te groot zijn om erbij te doen, temeer daar er door de grote hoogteverschillen (tot wel 2,5 m) op soms zeer korte afstanden (maximaal ca. 2 m hoogteverschil op 2-3 m afstand) enorm veel afstand- en hoogtemetingen nodig zouden zijn. Dit is een uitgelezen plek om de potentiële voordelen van een akoestisch meetsysteem te benutten.

In 1999 en 2000 samen werden voor WEBIT 177 datums geplaatst (er zijn derhalve in 2000 52 punten bijgeplaatst, het stenengebied hierin niet meegeteld); er zijn 820 directe afstanden gemeten en 532 relatieve dieptes. Vooral in het palengebied, letterlijk een woud van palen, zijn er toch nog onvoldoende metingen (er missen vooral enkele belangrijke onderlinge afstanden, die in het geheel nog niet gemeten blijken) om te komen tot een werkelijk goed totaalresultaat. Dat komt naar voren in de statistiek: er is nog sprake van een gemiddelde restmeetfout van 15,2 cm. Deze foutmarge geldt als gemiddelde voor het gehele gebied. De fouten zijn kleiner binnen het oude en het nieuwe grid, maar groter in het palengebied. De fouten zijn, indien gewenst, op te lossen door gerichte aanvullende metingen bij een eventuele volgende duikcampagne.

3.10 Akoestisch meten met HPASS

Vorig jaar moest een experiment met het akoestisch meetsysteem SHARPS worden afgeblazen, vooral omdat er binnen Europa geen ervaren operator te vinden was voor de bediening. De techniek heeft echter potentie en op hetzelfde moment werd door het *Australian National Centre of Excellence in Maritime Archaeology* te Fremantle gewerkt aan de ontwikkeling van een vergelijkbaar systeem: HPASS (High Precision Acoustic Surveying System).²⁵ Jeremy Green, hoofd van het *Centre*, was zo vriendelijk hun apparaat voor een proef ter beschikking te stellen, samen met een operator, de Australische maritiem archeologe Corioli Souter. Zij was ruim twee weken de welkome gast van het NISA-duikteam en zou het meetwerk onder water voor haar rekening nemen, evenals de uitwerking van de meetgegevens. Het systeem was pas één keer eerder operationeel ingezet (op het wrak van de in 1791 bij het Great Barrier Reef gezonken HMS Pandora) en deze keer in de Maas zou de eerste test zijn met slecht zicht.

HPASS werkt met zes losse (draadloze) transponders en een losse, allesomvattende duikerbedieningseenheid inclusief meetsensor (afb. 11). Dit is een voordeel ten opzichte van SHARPS, dat met slechts vier transponders werkt en waarbij de duiker alleen een meetsensor bedient, die met een draad naar de oppervlakte aan een computer verbonden is. Ook de transponders zijn met een draad aan de computer boven water verbonden. De voordelen van (de flexibiliteit van) een draadloos systeem spreken voor zich, en met zes transponders zit men op een niet vlakke site minder snel in een akoestische schaduw dan met vier.

De transponders hebben een bereik van slechts enkele tientallen meters. Ze moeten daarom dicht rondom het object worden opgesteld en bij een grote site, zoals deze, moeten ze tussendoor worden verplaatst. Om de transponders goed te fixeren op de bodem – bewegingloosheid is een voorwaarde voor goed functioneren van het systeem – waren speciale statieven gemaakt, die ‘muurvast’ aan de bodem konden worden vastgezet. Daarnaast bestond de mogelijkheid de hoogte van de transponders in de statieven te regelen. Ze mogen niet te laag staan, want dan zijn er sneller akoestische schaduwen. Ze mogen ook niet te dicht onder het wateroppervlak staan, want dan zou te snel reflectie ten opzichte van het oppervlak kunnen optreden met als gevolg daarvan onjuiste (te lange) afstandsmetingen. In ondiep water als de Maas is het daarom even zoeken naar de meest optimale instelling.

De duikerbedieningseenheid bestaat uit een complete meet- en regelkast met aan een 2 m lange kabel de meetsensor, die op de te meten positie moet worden gehouden. Omdat men bij de eerste proefneming (op HMS Pandora) te veel last had van akoestische schaduwen, is de meetsensor nu bevestigd op een

²⁵ Green & Duncan 1999.



Afb. 11 Drie transponders en de duikersbedieningseenheid.

50 cm lange stok die met een waterpasje loodrecht moet worden gehouden. Dat kost wat tijd en is bij slecht zicht en stroming best lastig. Hier ontstaat zeker een (kleine) foutmarge.

Een meet sessie begint met het aanzetten van de transponders, die reeds in de gewenste positie zijn gefixeerd. Daartoe moeten van alle transponders de pvc-beschermkappen worden losgenomen en omgekeerd weer worden vastgeschroefd. Vervolgens wordt op iedere transponder het kontakt aanzet door een koperen schroef uit de OFF-positie te draaien en naar het ON-gat te verplaatsen. Een meet sessie wordt uitgevoerd door twee duikers; één bedient de meet- en regelkast en de ander houdt de meetsensor op het gewenste punt.²⁶ Als eerste wordt een calibratieprogramma afgewerkt, waarbij de positie van alle transponders onderling driedimensionaal wordt vastgesteld. Dan kan het operationele meten beginnen. De ene duiker houdt de meetsensor op het te meten punt en meldt aan de operator dat gemeten kan worden. De meetsensor moet tijdens het meten onbewegelijk worden gehouden. In korte tijd wordt een hele reeks geluidssignalen op en neer gezonden tussen de sensor en de transponders. De tijd dat een signaal onderweg is, kan zeer precies worden omgerekend in een afstand. Bij verwerking wordt rekening gehouden met onder andere soortelijke massa en temperatuur van het water, factoren die de snelheid van het geluid door water beïnvloeden.

Op deze manier zijn eerst de datum-points in het oude en het nieuwe gebied ingemeten. Daar deze ook met WEBIT zijn gemeten, is hier een vergelijking van resultaten mogelijk. Vervolgens is het stenengebied met HPASS gemeten. Hier is niet met WEBIT gemeten, omdat dat daar door de hoogteverschillen veel te tijdrovend zou zijn.

Om het stenengebied in te meten, zijn tussendoor drie transponders verplaatst naar het stenengebied (T3, T4 en T5, respectievelijk omgedoopt tot T7, T8 en T9). Om de resultaten wel in één file met het oude en nieuwe gebied te kunnen koppelen, bleven drie transponders op hun oude plaats gefixeerd (T1, T2 en T6). Er resteerde geen tijd om het palengebied ook met HPASS na te lopen.

²⁶ Bij SHARPS bedient één duiker onder water de meetsensor, terwijl boven water een operator aan de computer zit.

De in de meet- en regelkast opgenomen data werden elke avond door Souter gedownload in een laptopcomputer en verwerkt. Zo werden resultaten direct zichtbaar, maar konden ook potentiële problemen snel worden gesignaleerd en opgelost. De eerste dagen waren er inderdaad nogal wat problemen met de transponders, wat zich uitte in duidelijke meetfouten. Uiteindelijk bleek transponder T6 kapot en werd geborgen. Na reparatie kon deze weer worden teruggeplaatst. Nadat ook de hoogte van de transponders ten opzichte van het wateroppervlak was bijgesteld – ze werden allemaal iets dieper geplaatst – ging in de tweede week het meten beter. In het stenengebied werd zelfs in één duik de positie van zestig punten ingemeten, van enkele stenen niet alleen het datum-point, maar ook de hoekpunten en zelfs details, waarbij ingewikkelde vormen herkenbaar zijn.

Het geheel van data (afstanden in tijd) werd later (in Australië) uitgewerkt met *Site Surveyor 2.1.2* (tot afstanden in centimeters). Deze moesten door het NISA weer worden omgezet in WEB-format, omdat voor de rest van de site ook WEBIT wordt gebruikt. Vervolgens konden met WEBIT de posities van de datum-points in X-, Y- en Z-coördinaten worden berekend, zoals dat met de meetlinten gemeten punten ook gedaan wordt. In de uitwerking werd tegen wat onduidelijkheden aangelopen en was de afstand tot Australië onpraktisch.

Korte evaluatie HPASS

De ruwe data zijn uitgewerkt op grote afstand (in Australië) waardoor nauwelijks samenwerking mogelijk was in de uitwerkingsfase en het systeem als geheel moeilijk precies is te evalueren. Zeker is dat er toch ook wel sprake is van een aantal (meestal kleine) foutjes in de positionering van enkele datum-points en enkele vooralsnog onverklaarbare dubbelposities. Afgezet tegen de potentiële snelheid van werken kan men ze, zeker in deze verkennende fase van het werk, beschouwen als verwaarloosbaar in die zin, dat het met een ander systeem bij gelijke snelheid als geheel zeker niet beter zou gaan.

In praktische zin biedt het akoestisch meten met HPASS duidelijke voordelen ten opzichte van het werken met meetlinten en hoogtemeter en het systeem is flexibeler en krachtiger dan SHARPS. Indien de transponders eenmaal goed werken, werkt dit systeem vlot en heeft men snel en redelijk accuraat een reeks posities ingemeten. In principe kan met dit soort systemen op de millimeter nauwkeurig worden gemeten, maar een op te lossen probleem blijft een specifiek punt zeer nauwkeurig aan te wijzen (zonder in een akoestische schaduw terecht te komen). Voor een eerste verkenning is dat geen punt, maar voor het precies meten tijdens een opgraving kan dit wel belangrijk zijn. Of het systeem inzetbaar is in ruwe omstandigheden als de Nederlandse getijdenwateren blijft ook nog een vraag, maar al met al heeft HPASS zeker potentie.

3.11 Archeologische veldtekening onder water

Net als vorig jaar was het de bedoeling om, na het maken van de eerste inventariserende overzichtsschetsen en na het aanbrengen van de WEB-punten, per structuur gedetailleerder te meten en te tekenen wat er dagzoomt. De nadruk blijft in deze fase liggen op zo groot mogelijk overzicht en daarom op snelheid. Er kan daarom steeds sprake zijn van enige concessie aan maatvastheid! Bij dit tekenen worden altijd de datum-points meegenomen, want op basis daarvan worden later alle deeltekeningen in een overzichtstekening geplaatst.

Indien mogelijk wordt daarna ook in de derde dimensie getekend, met zij-aanzichten en/of doorsneden. Binnen alle werkgebieden – het oude grid, het nieuwe grid, het stenengebied en het palengebied – zijn diverse details inmiddels driedimensionaal getekend: individuele stenen, funderingspalen en houten constructies. Echter, niet bij benadering is alles nu al zo gedocumenteerd. Daarvoor is het gebied te groot en dagzoomt er te veel. Waar keuzes gemaakt moesten worden, is, zoals gezegd, steeds prioriteit gegeven aan het verkrijgen van zo veel mogelijk overzicht. Nadeel is, dat niet nu al van alle geziene constructies een ‘definitieve’ interpretatie is te geven.

Aparte vermelding verdient het feit dat de overzichtstekening van 1999 (in delen) op plastic is gezet, zodat hij meegenomen kon worden onder water. Daarmee kon dat eerste overzicht worden gecontroleerd en verbeterd.

3.12 Videodocumentatie

Ook nu weer zijn de werkzaamheden boven en onder water gefilmd en is getracht met de video beelden vast te leggen van de dagzomende brugresten. Samen met de tekeningen moet dit een indruk geven van wat er ligt.

3.13 Kiezen en nemen dendromonsters

Na het werk van vorig jaar was duidelijk dat sprake is van (tenminste) drie verschillende constructies, behorend bij drie in tijd onderscheiden fasen van een Romeinse brug in Maastricht. Er is toen van elke constructie één monster genomen, waarvan twee een datering hebben opgeleverd. Dat is weinig en bovendien liggen er rondom de drie duidelijk te onderscheiden structuren nog meer constructies, waarvan op geen enkele wijze duidelijk is bij welke pijler en welke fase ze horen. Om meer licht te werpen op deze zaak zijn nu veertien monsters (code **A** t/m **N**) boven water gebracht en voor analyse naar RING gebracht (zie bijlage 4).

De taps toelopende constructie gestapelde balken in zuid is vorig jaar gedateerd op NA 28 AD $\pm$ 6. In een poging deze datering strakker te krijgen werd hier nogmaals bemonsterd:

- In vak A1, bij de zuidkant van de bult, is het uiteinde van de derde balk van boven afgezaagd, onder datum-point 201. Dit monster **G** met dendronaam mmb 11.1 bevatte 119 jaarringen, gedateerd 78 BC-41 AD. Omdat spinthout volledig ontbrak moet de kapdatum worden gesteld op NA 61 AD $\pm$ 6.
- Om monster **G** te kunnen nemen moest het afgesloten uiteinde van de balk erboven worden afgezaagd. Ofschoon dit duidelijk geen complete balk was en spint sowieso ontbrak, is het toch als monster **H** aangeboden aan RING. Dit dendromonster mmb 15.1 bevatte zestig jaarringen, gedateerd 131-72 BC. Het speelt verder geen rol van betekenis bij de datering van deze pijler.

Van het balkenframe hadden we vorig jaar al een goede datering, gebaseerd op 175 jaarringen, inclusief tien jaar spint: 134 AD $\pm$ 6. Uit dit gebied zijn nu drie monsters genomen van rondom liggende structuren om te kijken of die (in tijd) bij het balkenframe kunnen horen:

- Middenin het balkenframe staat paal 284, waarvan monster **C** genomen is. Dit monster met dendronaam mmb 09.0, bevatte 56 jaarringen, waarvan zes ringen spint. Het kon helaas niet gedateerd worden, doordat het erg onregelmatig gegroeid was en vrij weinig ringen had.
- Ten zuidoosten van het raamwerk dagzoomt een structuur van drie gestapelde balken met de nummers 209, 210 en 211. Van balk 209 is monster **J** gezaagd.

Dit dendromonster mmb 07.1 bevatte 109 jaarringen zonder spint, gedateerd 134-26 BC. Omdat spint volledig ontbreekt moet de kapdatum worden bepaald op $NA\ 6\ BC \pm 6$.

- Ten oosten van het raamwerk ligt een lange balk met de punten 212, 226 en 227. Het noordelijke uiteinde van deze balk, bij 227, is als monster **L** afgezaagd. Dit dendromonster mmb 06.1 bevatte 75 jaarringen, gedateerd 47 BC-28 AD. Spint ontbreekt volledig. Omdat het een jonge boom was, wordt daarvoor slechts 16 ± 5 jaar bijgeteld en moet de kapdatum liggen $NA\ 44\ AD \pm 5$.

Datering van het palengebied was vorig jaar niet gelukt. Ditmaal zijn twee zeer goede monsters gevonden en is het monster van vorig jaar nogmaals bekeken:

- Van paal 418, noordelijk in het palengebied, is monster **E** genomen. Dit dendromonster mmb 05.0 bevatte 95 jaarringen, gedateerd 268-362 AD.
- Het monster is compleet met twintig ringen spint en de wankant, waardoor de kapdatum zeer precies kan worden bepaald op najaar-winter van 362-363 AD.
- Van paal 256, ongeveer in het midden van het palengebied, is monster **N** gezaagd. Dit monster mmb 08.1 bevatte 111 jaarringen, gedateerd 233-343 AD. Zeventien ringen waren spint, waardoor de kapdatum vrij nauwkeurig kan worden bepaald op tussen 344 en 352 AD.
- Het monster van paal 238 met dendronaam mmb 02.0, dat vorig jaar niet paste op een bekende referentiecurve, kon nu, na vergelijking met mmb 08.1, alsnog wel gedateerd worden. Het bevatte 108 jaarringen zonder spint. De ringen dateren van 210-317 AD en vanwege het compleet ontbreken van spint, moet de kapdatum liggen $NA\ 337\ AD \pm 6$.

In het stenengebied is van de schuin uit de bodem stekende balk boven steen 17 monster **F** genomen. Dit monster bevatte geen spint en had minder dan dertig ringen. Het kon niet gedateerd worden.

Van de 'balkenvloer' tussen het raamwerk en het palengebied zijn twee monsters genomen. Monster **A** is afkomstig van de vierde balk vanuit het oosten, waar de noordkant van de balk is afgezaagd. Monster **B** is genomen van een balk die onder **A** tevoorschijn kwam. Monster **A** bleek ongeschikt door een te gering aantal ringen (ca. 35) en monster **B** had eveneens te weinig ringen en was bovendien teveel uit elkaar gevallen.

Dan resteert een aantal min of meer losse houtmonsters, die zijn meegenomen, omdat ze loskwamen tijdens het werk.

- Monster **D** is een losse plank die bij het vrijleggen van (de onderkant van) paal 418 tevoorschijn kwam. Dit dendromonster mmb 12.1 bevatte 43 jaarringen zonder spint, maar bleek niet te passen op een referentiecurve.
- Monster **I** is afkomstig van balk 303 ten noordoosten van het balkenframe. Dit dendromonster mmb 10.1 bevatte 46 jaarringen zonder spint, gedateerd 55-10 BC. De kapdatum moet liggen $NA\ 7\ AD \pm 5$.
- Monsters **K** en **M** zijn afkomstig van een balk die los zat en in twee delen omhoog is gehaald. Op **K** zat datum-point 460, die in de plaats was gekomen van het verdwenen nummer 288. Op **M** zat punt 289. Balk 460/288/289 lag vlak ten oosten naast het raamwerk. Monster **K** met dendronaam 13.1 bevatte 67 jaarringen zonder spint, gedateerd 15-81 AD. Monster **M** met dendronaam 14.1 bevatte 64 ringen zonder spint, gedateerd 15-78 AD. Deze balk is afkomstig van een boom gekapt $NA\ 97\ AD \pm 5$.

De interpretatie van het onderzoek wordt later (hoofdstuk 4) besproken.

3.14 Terrestrische positiebepaling: drie datum-points en tien boeien (oriëntatiegrids)

Net als vorig jaar is van een aantal punten (dertien in totaal) de positie terrestrisch ingemeten door landmeters van de gemeente. Dit is gebeurd op donderdag 25 mei.

Deze keer zijn drie punten in het stenengebied gemeten, waarbij gestreefd werd naar een zo groot mogelijke nauwkeurigheid. Het betreft de datum-points op de stenen 27, 47 en 62, waarvan de X-, Y- en Z-coördinaten zijn vastgelegd. Dit is weer gebeurd met behulp van het grote statief dat hiervoor vorig jaar speciaal was vervaardigd van stellingmateriaal. De omstandigheden waren helaas niet ideaal voor het behalen van optimale resultaten. Omdat het water hier iets dieper was, moest met een langere verticale paal gewerkt worden dan vorig jaar (621,5 cm). Tijdens het meten stond er redelijk wat stroming (en golven aan de oppervlakte) waardoor de lange paal waarschijnlijk wel iets met de stroom meeboog en bovenaan enigszins uit het lood stond. Een kleine afwijking in noordelijke richting is niet uit te sluiten. Door de grote hoogteverschillen in het stenengebied was het bovendien niet mogelijk een ideale driehoek van punten te vinden om in te meten. De gekozen punten liggen nu eerder min of meer op lijn. Zicht was tijdens het werk nagenoeg afwezig, wat het kiezen van een plek om het statief goed waterpas te stellen bemoeilijkte. Zoekende naar een geschikt punt, is daarbij gekozen voor punt 47, maar deze blijkt niet bij het schetsen te zijn teruggevonden en ingetekend en kan derhalve niet in de overzichtstekening worden aangewezen. Kortom, deze meetreeks is niet optimaal, maar het is niet waarschijnlijk dat de afwijkingen veel groter zijn dan 10-15 cm.

Daarnaast werden ook alle tien blazen op de hoekpunten van de oriëntatiesystemen ingemeten, maar hiervan alleen de X- en Y-coördinaten. Door de stroming, maar ook door de in de regenbuien optredende harde wind was het vanuit de rubberboot lastig deze metingen zeer precies te kunnen doen en wordt uitgegaan van een (maximale) afwijking van ca. 0,5 m.

De resultaten van de metingen zijn verwerkt door de Afdeling Geo-informatie van de gemeente en geplot op hun plaats in de Maas (afb. 12).²⁷

3.15 Vondstmateriaal

Er zijn 34 losse vondsten omhoog gebracht, waaronder enkele metalen voorwerpen als spijkers, krammen en paalschoenen. Verder werden fragmenten Romeinse dakpan geborgen, wat botmateriaal, hout en wat steen en kalkmortel (RBM 908; Vitruvius beschrijft het gebruik van kalkmortel). Al het vondstmateriaal is direct aan gemeentearcheoloog Panhuysen overgedragen, die voor verdere verwerking zal zorgdragen. Drie zaken verdienen speciale vermelding:

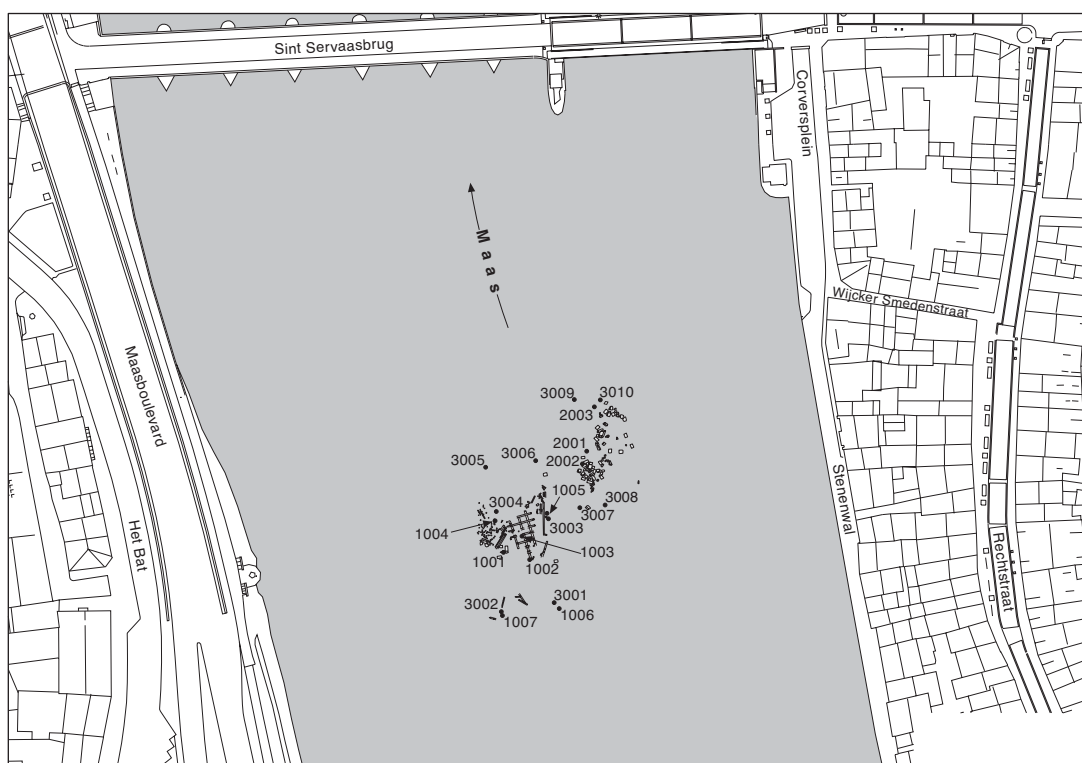
Vondstnummer RBM 907 is een fragment Romeinse dakpan met stempel **:LCS:** (afb. 13). Dakpannen met dit stempel zijn vaker gevonden, met name in België. Panhuysen meent dat het de stempel van een producent betreft. Deze producent is echter nog niet geïdentificeerd.²⁸

Vondstnummer RBM 916 is een fragment Romeinse dakpan met een cirkelvormige stempel **♦VEX♦EX♦GER♦** (afb. 14-15). Dit staat voor *Vexillatio Exercitus Germanici inferioris*, volgens Panhuysen een 2e-eeuwse legereenheid, vergelijkbaar met hedendaagse genietroepen, met als taak bouw en onderhoud van bruggen. Ook van dit stempel zijn meer voorbeelden bekend.²⁹

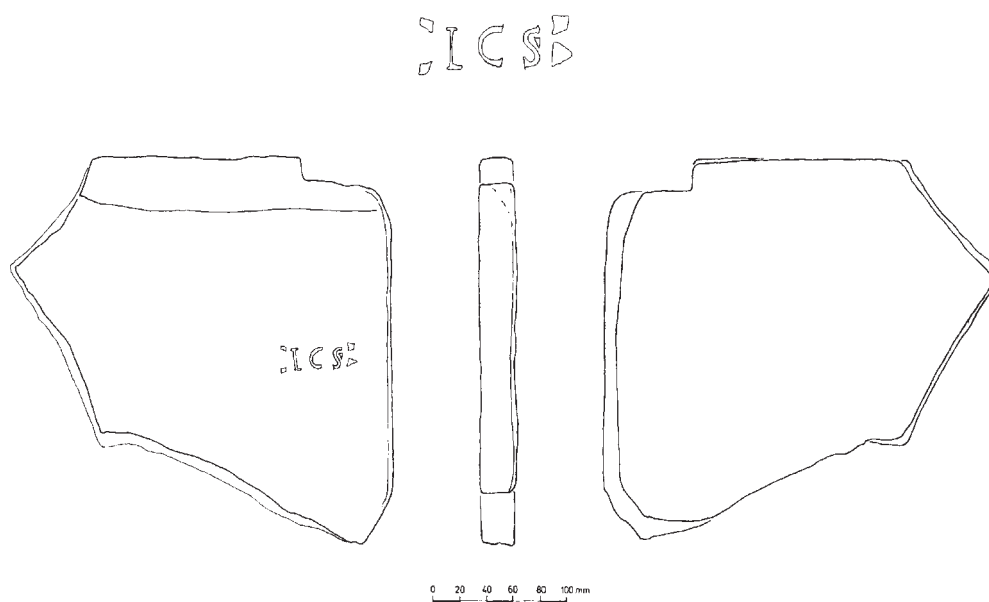
²⁷ De ploeg landmeters bestond uit Jan Boyens en René Minnaerts. De gegevens zijn verwerkt en opgestuurd door Jos Cremers (brief van 26 mei 2000 met kenmerk NISA 419/2000).

²⁸ De Poorter & Claeys 1989, 108-11. Panhuysen, mondelinge mededeling.

²⁹ Zie bijvoorbeeld Van Es 1981, 111; Hokwerda & Braat 1946, plaat XXXI. Panhuysen, mondelinge mededeling.



Afb. 12 De terrestrische metingen van 1999 en 2000 geplot op de rivierkaart.

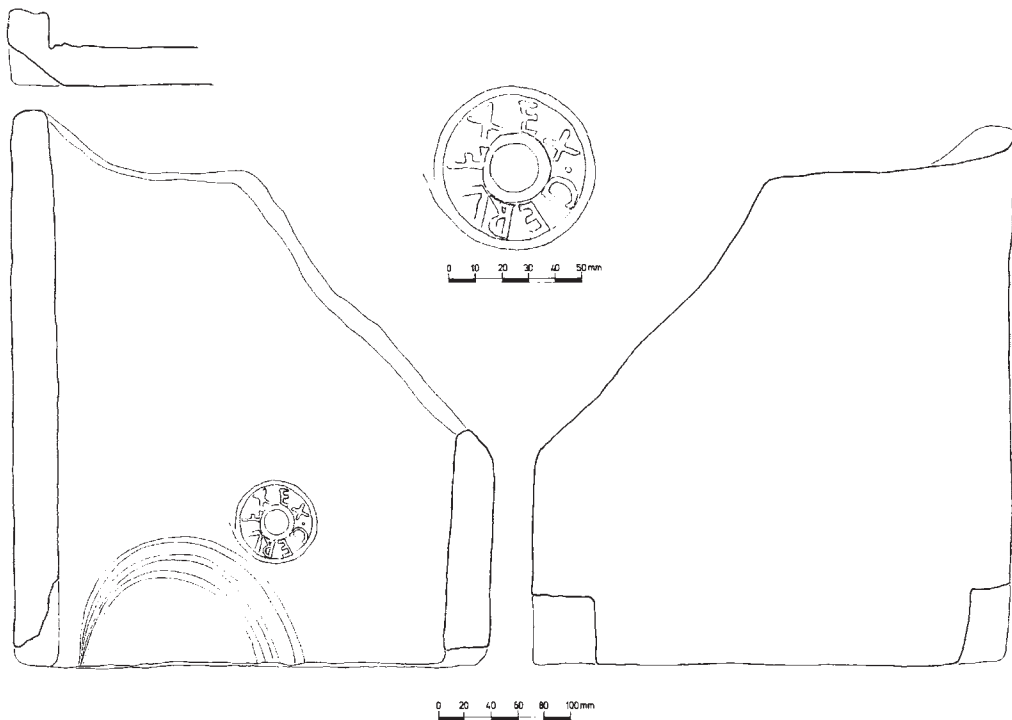


Afb. 13 Vondst RBM 907: fragment dakpan met stempel (tekening: gemeente Maastricht, dienst Stadsontwikkeling en grondzaken, M.J.H. Bastings).



Afb. 14 Vondst RBM 916:
dakpan met Romeins stempel.
Het deel dat boven de bodem
uitstak, is zwaar geërodeerd door
het periodiek snel stromende water
met drijfvuil.

Afb. 15 Vondst RBM 916
(tekening: gemeente Maastricht,
dienst Stadsontwikkeling en
grondzaken, M.J.H. Bastings).





Afb. 16 De steen hangt in de strop. De cartouche is goed herkenbaar.

Vondstnummer RBM 931 is een kolenkalksteen of Naamse hardsteen, 180 x 75 x 52 cm, met een grote, achtregelige inscriptie in een vierkant cartouche van 53 x 53 cm, aan weerszijden geflankeerd door een zogenaamd amazoneschild. Deze steen lag geheel vrij met de inscriptie naar boven.³⁰ Gezien de kwetsbaarheid en de informatiewaarde van een tekst is besloten deze steen te bergen (afb. 16-17).³¹ Hij is naderhand naar de Wiebengahal in Maastricht getransporteerd. Helaas bleken delen van het opschrift enigszins beschadigd, maar Panhuysen heeft de vermoedelijke tekst gereconstrueerd: D(is) M(anibus) / M(arcus) Modestini / u(s) Serotinus / [IIIIII]vir sibi et / Serv[a]ndae [s?]I / VE M (. .) con / iugi s[uae?] vi / vos fecit. Het betreft een grafschrift, gericht aan de goden en nog bij leven gemaakt door Marcus Modestinius Serotinus, voor zichzelf en zijn echtgenote Servanda.³²

3.16 Samenvatting van het uitgevoerde werk inclusief tijdspad

In het voorgaande staan de veldwerkstrategie en de ingezette methoden en technieken beschreven. Al deze werkzaamheden hebben plaatsgevonden volgens onderstaand tijdspad.

Dag 0 (zondag 14 mei)

Aankomst duikers in Maastricht. Motorboot en ander klein materiaal achter het hek geplaatst op RWS-terrein Sluis Bosscherveld.

Dag 1 (maandag 15 mei)

Pontons met containers naar werkplek gevaren, oude grid gelocaliseerd, nieuwe grid uitgebracht en wrakkenbak op definitieve plek geplaatst. Verkennen toestand van het oude grid, introductieduiken drie gastmedewerkers. Aanvang opschonen werkgebieden.

Dag 2 (dinsdag 16 mei)

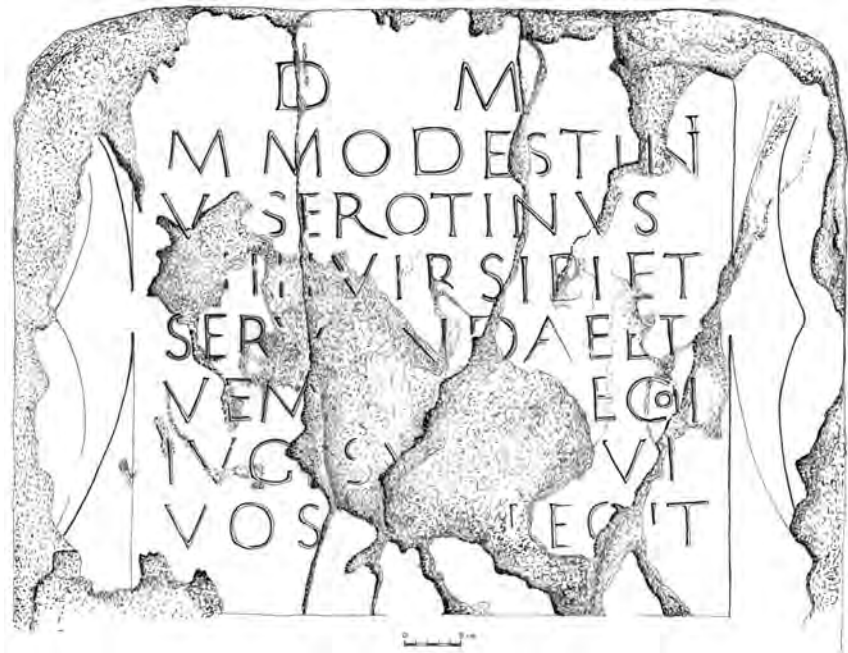
Beboeien oud en nieuw grid, opschonen werkgebieden. Oud gebied: aanvang aanvullen en verbeteren tekening 1999. Nieuw grid: aanvang schetsmatig

30 De steen is op 7 mei 1999 voor het eerst gezien en op video gezet door duikers van RWS, Toine de Waard en Berry Leenders. Zij doken om te controleren of de reeksen pieken op het multi-beam sonarbeeld van 1998 rijen palen of 'spikes' waren (zie N.N. 1999). Deze steen is gericht gezocht en teruggevonden (duikverslag AVos 22/5/00).

31 De ca. 1500 kg zware steen is geborgen met medewerking van de Firma Conetra B.V. te Wessem met Mark van der Loo als uitvoerder.

Zij waren verderop in de stad aan het werk en bereid op korte termijn hun kraanschip in te zetten voor dit doel.

32 Panhuysen 2001, 28, noot 18.



Afb. 17 Een deel van de tekst is direct leesbaar.

karteren. Stenengebied: opzoeken en verkennen. Palengebied: inspectie, vervangen oude en aanbrengen nieuwe labels, aanvang schetsen. HPASS oud gebied: plaatsen en calibreren transponders.

Dag 3 (woensdag 17 mei)

Voortgang opschonen. Oud gebied: aanvullen en verbeteren tekening 1999. Stenengebied: beboeien. Palengebied: voortgang schetsmatig karteren en labelen. HPASS oud gebied: problemen met transponders oplossen, hoogte aanpassen, twee rondes calibreren.

Dag 4 (donderdag 18 mei)

Voortgang opschonen. Oud gebied: aanvullen en verbeteren tekening 1999. Nieuw grid: schetsmatig karteren. Stenengebied: oriëntatiesysteem opbouwen,

verkennen. Palengebied: voortgang labelen en WEB-meten. HPASS oud gebied: opsporen problemen met transponders, kapotte transponder 6 verwijderd en gerepareerd, na succesvolle calibratie 25 punten gemeten.

Dag 5 (vrijdag 19 mei)

Oud gebied: aanvullen en verbeteren tekening 1999. Nieuw grid: afronding opschonen en afronding schetsmatig karteren. Stengebied: boren en labelen stenen, aanvang schetsmatig karteren, zoeken naar steen met inscriptie. Palengebied: WEB-meten. HPASS oud gebied: voortdurende storing oplossen, vijftien punten gemeten.

Dag 0 (zondag 21 mei)

Aankomst duikers in Maastricht.

Dag 6 (maandag 22 mei)

Oud gebied: aanvullen en verbeteren tekening 1999. Nieuw grid: archeologisch tekenen van stenen. Stengebied: labelen, schetsmatig karteren, steen met inscriptie gevonden, archeologisch tekenen van stenen. Palengebied: voortgang WEB-meten, UHM-hoogtemeten. HPASS: meten.

Dag 7 (dinsdag 23 mei)

UHM-hoogtemeten. Oud gebied: afronding aanvullen en verbeteren tekening 1999. Nieuw grid: HPASS-meten. Stengebied: voortgang produceren overzichtsschets, archeologisch tekenen van stenen. Palengebied: WEB-meten afgerond. HPASS: metingen in oud en nieuw gebied afgerond, transponders 3, 4 en 5 verplaatst naar stengebied.

Dag 8 (woensdag 24 mei)

Open middag voor de pers. Aanvang zoeken dendromonsters. Onderwater filmen, onder andere de steen met inscriptie. Oud gebied: WEB-meten. Stengebied: HPASS-meten. Palengebied: archeologisch tekenen van palen.

Dag 9 (donderdag 25 mei)

Terrestrische metingen. Voortgang zoeken en zagen dendromonsters. Onderwater filmen. Berging steen met inscriptie. Persbezoek. Stengebied: HPASS-meten. Palengebied: voortgang archeologisch tekenen.

Dag 10 (vrijdag 26 mei)

Zoeken en zagen van dendromonsters. Aanvullende WEB-metingen. Aanvullende waarnemingen en schetsen. Aanvullende verkenning vaargeul met positiebepaling twee grote palen. Infrastructuur opgeruimd (m.u.v. oude en nieuwe oriëntatiegrid). RWS-anker uit palengebied verwijderd en stroomopwaarts verplaatst.

3.17 Verdragende omstandigheden

In het algemeen is het werk verlopen volgens planning. Het zicht was gemiddeld iets minder dan vorig jaar, maar meestal wel werkbaar (overwegend tussen 0,4 en 0,8 m met een enkel moment tot zelfs iets meer dan 1,0 m). Overwegend was de stroomsnelheid laag met slechts enkele uitschieters naar 200 m³/sec. Enkele factoren hebben vertragend gewerkt.

Gedurende meerdere dagen regende het zo nu en dan, waardoor de Jeker slib toevoerde en het zicht afnam tot minder dan 0,4 m of zelfs nihil. Dag 5 lag er zelfs een sliblaag van enkele centimeters over de site. Onder deze condities gaat het werken erg langzaam.

Het opstarten van HPASS ging gepaard met wat technische problemen, waardoor van dag 2 tot en met dag 5 (duik)tijd besteed moest worden aan het zoeken naar oorzaken en oplossingen. Van dag 6 tot en met dag 9 kon echter vlot productie worden gedraaid.

Dag 5 troffen we 's ochtends de ponton met containers volledig scheefgezakt in het water aan en de containers waren over het hele dek verschoven. Om de afschuifweerstand van de containers op het dek te overwinnen moet het behoorlijk tekeer zijn gegaan op het water. Dat is alleen mogelijk wanneer een schip de navigatietekens (vaart minderen en hinderlijke waterbeweging vermijden) volledig heeft genegeerd en in volle vaart voorbij is gevaren. Daarbij zijn zoveel en zo krachtige golven veroorzaakt, dat de pontons over het dek zijn gaan schuiven. De wrakkenbak is zelfs, ondanks zijn verankering op spudpalen, iets over de bodem gestuiterd en ongeveer een meter verplaatst. De containers moesten eerst met lieren weer op hun plaats worden getrokken.

3.18 Verdere uitwerking van de veldgegevens

Het NISA verzorgt een basisrapportage inclusief een overzichtstekening. Nadere analyse van de gegevens wordt, indien gewenst, uitgevoerd door de gemeentearcheoloog. Al het vondstmateriaal is aan de gemeentearcheoloog overgedragen.

3.19 Het maken van de overzichtstekening

Op basis van de met WEBIT en HPASS verkregen gegevens zijn de deelschetsen samengevoegd tot een overzichtstekening.³³

3.20 Het maken van een videoverslag

De werkzaamheden boven water zijn op (digitale) video vastgelegd. Door het wat mindere zicht is weinig onderwater gefilmd. Er is een kort videoverslag gemaakt in aanvulling op de film van 1999.³⁴

33 Roel Mulkens heeft de web-gegevens verwerkt tot een overzicht van datum-points en de door Corioli Souter aangeleverde gegevens in Site Surveyor format verwerkt tot WEB-format om ze in het geheel te kunnen opnemen. Martijn Manders heeft op basis van deze gegevens de deeltekeningen van alle duikers verwerkt tot één overzicht.

34 Camera en montage door Peter Leensen.

4 Resultaten, seizoen 1999 en 2000

Bij elkaar is thans ongeveer 1 500 m² goed verkend: ruwweg 1 000 m² met dagzomende resten en nog eens ruim 500 m² waar geen resten van betekenis zijn aangetroffen. Op de overzichtstekening (afb. 18) is met grijs (de omvang van) het verkende gebied aangegeven. Niet overal binnen het verkende gebied kon de hele cyclus worden afgerond tot en met het driedimensionaal archeologisch tekenen van de dagzomende resten. Eerst volgt daarom een overzicht van de stand van zaken met betrekking tot de verrichte werkzaamheden.

4.1 Stand van zaken

Oud en nieuw gebied (600 m²)

Binnen het oude en het nieuwe gebied zijn voldoende datum-points uitgezet. Deze zijn voldoende ingemeten om met WEBIT verwerkt te worden tot een maatvast overzicht van datum-points in deze gebieden. De punten zijn bovendien met HPASS ingemeten, zodat bij elkaar een voldoende maatvast kaart van (de ligging van de) datum-points beschikbaar is als uitgangspunt om de archeologische schetsen aan elkaar te koppelen.

Het bovenaanzicht van het oude en nieuwe gebied is nu voldoende betrouwbaar voor deze fase van het werk. De tekening van 1999 (het oude gebied) is onder water gecontroleerd en aangevuld. Met name het bovenaanzicht van het raamwerk, een vrij ingewikkelde constructie met diverse lagen langs- en dwarsbalken, kon daardoor aanzienlijk worden verbeterd. De positie van de balken en constructies langs de hele oostzijde van het balkenframe is goed vastgelegd en de tekening in bovenaanzicht is betrouwbaar. Naar schatting is de interne foutmarge in het hele gebied nergens groter dan 15 cm.

De gewenste laatste fase van de verkenning, een meer gedetailleerde tekening van de constructies inclusief inzicht in de opbouw, is nog niet overal voorhanden. De kalkstenen blokken binnen dit gebied zijn alle gedetailleerd getekend, evenals de constructie van gestapelde balken in het zuiden van de bult. Sommige andere structuren zijn nog niet in de derde dimensie getekend. Van de drie gestapelde balken met nummers 209-210-211 bestaat geen zijaanzicht en zodoende is een goede mogelijkheid tot interpretatie (nog) niet voorhanden. Hetzelfde geldt voor de lange balk 212-226-227, of de balken rondom het noordelijke uiteinde daarvan. Van het balkenframe zijn op twee punten schetsen van de opbouw van de constructie gemaakt, maar als geheel is ook dit nog zeker niet af.

Stenengebied (300 m²)

De meeste stenen (ongeveer vijftig van de zeventig stuks) zijn gelabeld en met HPASS is de positie van deze datum-points vastgelegd. Van enkele stenen zijn bovendien de hoekpunten met HPASS vastgelegd.

De meeste stenen zijn juist op hun onderlinge positie ingeschetst. Helaas is het gebied niet echt volkomen klaar. Niet alle stenen konden worden gelabeld, omdat sommige te hard waren om te boren en in het troebele water is identificatie van ongelabelde stenen wel eens lastig voor de duiker. Mede daarom is niet van alle stenen de positie ondubbelzinnig vastgelegd. Sommige stenen zijn zelfs na labeling niet teruggevonden of in ieder geval niet terug herkend. Een enkele steen is per ongeluk twee maal gelabeld. Het zicht was hier in de

vaargeul dan ook meestal erg slecht (<40 cm). Slechts enkele stenen zijn al gedetailleerd geschetst inclusief bewerkingssporen (hijs-, stel- en ankergraten) of zelfs inscriptie. Toch bestaat van het stenengebied een goed beeld met een redelijk betrouwbaar bovenaanzicht. De tekening behoeft zeker controle en aanvulling, maar van het grootste deel kan gezegd worden dat de interne foutmarge binnen de 0,5 m zal liggen.

Palengebied (100 m²)

In het palengebied zijn ongeveer tachtig palen geteld en voorzien van een eigen datum-point. Vervolgens is een enorm aantal metingen verricht, maar de verwerking ('s avonds) van het geheel van meetgegevens uit alle werkgebieden kon geen gelijke tred houden. Daarom bleek te laat dat een aantal essentiële metingen nog niet is gedaan om een perfect web te krijgen. Door aanvullende metingen tijdens een eventuele vervolgactie kan dit worden rechtgetrokken.

Van 75 palen is een archeologische schets gemaakt, waarbij vorm en afmetingen van het uit de bodem stekende deel is vastgelegd. Meestal is hierbij ook een ruwe oriëntatie ten opzichte van het noorden genoteerd, ofschoon dat met de beschikbare kompassen niet heel nauwkeurig gaat.

Van het palengebied bestaat een redelijk beeld en is veel informatie al vastgelegd. Door het ontbreken van een maatvast web is juist het bovenaanzicht nog wat minder betrouwbaar. De werkelijke plaatsing en onderlinge ligging kan iets afwijken van de presentatie op de tekening. Een enkele foutmarge tot 0,5 m is mogelijk, maar in het algemeen zullen de palen redelijk op de goede onderlinge plek staan afgebeeld.

Inventarisatie rondom (>500 m²)

Naast de vier strak gedefinieerde gebieden is ook daarbuiten rondgezwommen op zoek naar overige resten. De zuidgrens van de bult was vorig jaar al grondig verkend. Alles is hier weggebaggerd en er ligt alleen wat los hout.

De noordgrens van de bult was nu binnen het nieuwe grid gekomen. Ten noorden daarvan is nauwelijks gekeken; de bevindingen binnen het grid gaven daartoe geen aanleiding.

Naar het westen toe is wel een enkele keer wat gedwaald. Daarbij werden zeker houtwerk en stenen aangetroffen, maar voor systematische waarnemingen hier moet, indien gewenst, een volgende campagne worden georganiseerd.

De meeste aandacht buiten de hoofdwerkgebieden is gericht op het stuk ten oosten van het oude en het nieuwe grid, zuid en oost rondom het stenengebied; dat is volledig in de vaargeul dus en vol in het gebied waar in 1963 was gebaggerd. Ook vorig jaar was al een stuk de geul in 'gescharreld'. Bij elkaar kan worden gesteld, dat daar geen intacte structuren meer dagzomen en dat er geen bouwstenen liggen. Er zijn wat afgebroken stompen hout in de bodem aangetroffen, maar die zijn op een hand te tellen. Alleen midden in de vaargeul zijn op het laatste moment nog twee palen gevonden, die bijna 2 m de bodem uitsteken, waarbij overigens de bovenkant nog altijd dieper ligt dan 4 m. Het is onduidelijk of deze palen bij de Romeinse constructies hoorden.

Al het gebied dat in de overzichtstekening grijs is gekleurd (afb. 18) is dan ook echt leeg van (dazomende) bouwresten!

Afb. 18 Detail van de overzichtstekening van 1999 en 2000. Volledige afbeelding in kleur; zie bijlage 5.



4.2 Bereikte inzichten

Wat heeft dit alles inmiddels aan inzichten opgeleverd? Dit kan bekeken worden aan de hand van de overzichtstekening met de resultaten van 1999 en 2000 (afb. 18).

Dubbele balkenstructuur in zuid, brugpijler uit de 1e eeuw

In het zuiden van de bult, in de vakken A1 (datum-points 201 en 202) en A4 (datum-points 205 en 206) zijn twee constructies van op elkaar gestapelde balken gevonden. Deze constructie is in 1999 al archeologisch getekend (tekeningen AVo1/6/99 en AVo2/6/99, zie afb. 8-9).

De 20-23 cm brede en 20-25 cm hoge balken verdwijnen aan de noordzijde in het talud, maar ze zijn zo georiënteerd, dat ze naar elkaar toelopen en samen een punt vormen. Deze punt is gelegen aan de stroomafwaartse kant. Dit is een zeldzaam verschijnsel: vrijwel alle bekende Romeinse brugfundamenten hebben alleen stroomopwaarts een punt als stroombreker.

In zuidelijke richting is de constructie weggebaggerd. De balk met datum-points 203 en 204 bleek geheel los te liggen, zoals daar wel meer balken los zijn aangetroffen. Het is onzeker of ze oorspronkelijk bij deze constructie hoorden. Ze voegen in ieder geval nu niets toe aan het inzicht. Het dwarsbalkje bij punt 206 hoort er zeer waarschijnlijk wel bij en kan in de sponning in de zijkant van een van de balken gerust hebben. Waarschijnlijk vormde dit een trekverbinding tussen de twee stapels balken. In deze zelfde sponning is te zien dat de balken onderling verbonden waren met deuvelverbindingen: de zichtbare deuvel meet op de kopse kant 8 x 2 cm. Behalve deze sponning aan de binnenzijde is er nog één gevonden aan de buitenzijde, maar men mag aannemen dat er in de hele constructie veel meer zaten (vergelijk met de 'balkenvloer' hierna).

Na het werk van vorig jaar werd hier de gedachte gepresenteerd (hoofdstuk 2), dat het zou kunnen gaan om de resten van een kofferdam, die gebruikt was bij de bouw van een pijler, die nu zelf geheel weg is. Uiteraard is dat nog steeds een mogelijkheid, maar er dringt zich een andere gedachte op. In de literatuur worden kofferdammen beschreven, die bij andere Romeinse bruggen zijn aangetroffen. Het betreft dan dubbele stapels evenwijdig naast elkaar lopende balken, of een dubbele rij staande balken met planken ertussen. Belangrijk is, dat de ruimte tussen die twee houten palissades is opgevuld met klei. Het is de klei tussen de houten structuren, die de kofferdam waterdicht maakt. Vitruvius beschrijft deze constructies in zijn *De Architectura*.³⁵ Hier is echter geen sprake van dubbele palissades.

Een tweede vraagteken dat opdoemt bij het denken in termen van een kofferdam is wat in dat geval toch de functie kon zijn van dwarsbalken aan de binnenkant van de constructie? Die balken zitten dan immers in de weg, daar waar men de pijler wil bouwen. Een mogelijkheid die dan zeker ook genoemd moet worden, is dat het hier zou kunnen gaan om een houten brugpijler, opgebouwd met wanden van gestapelde balken. In dat geval is het niet meer dan logisch dat men (heel veel) dwarsverbanden aanbrengt voordat de pijler wordt gevuld met grond en/of stenen. Waarvoor de sponning aan de buitenkant diende is hiermee nog niet verklaard en evenmin is duidelijk hoe die constructie onder water kon worden opgebouwd. Het lijkt niet waarschijnlijk, dat hier sprake is van een caisson in de zin van naar de plek 'gevaren' en daar afgezonken structuur, zoals aangetroffen in Sebastos, de haven van Caesarea.³⁶ Mogelijk werd gebruik gemaakt van periodes met lage waterstand.

³⁵ Vitruvius, een Romeinse architect, schreef zijn *De Architectura libri decem in de tijd van keizer Augustus (27 BC-14 AD)*. Ofschoon hij nergens specifiek de bruggenbouw behandelt, komen bij zijn beschrijving van de bouw van havenwerken aspecten aan bod, die ook in de archeologische resten van Romeinse bruggen zijn aangetroffen.

³⁶ Brandon 1996.

Vorig jaar was het uiteinde van balk met punt 206 afgezaagd voor een dendro-datering. Dit monster mmb 03.1 telde 147 jaarringen, maar geen spint (139 BC-8 AD). De kapdatum werd derhalve bepaald op een onbekend aantal jaren NA 28 AD $\pm$ 6. Omdat dit monster al zoveel jaarringen heeft, werd hier geconcludeerd dat de bouw vrijwel zeker in de 1e eeuw moet hebben plaatsgevonden. Om dit te controleren is deze structuur nogmaals bemonsterd. Hiervoor is het sterk afgesleten uiteinde van balk 201 afgezaagd en die van de beter geschikte balk daaronder. Het eerste monster leverde zoals verwacht geen nuttige datering op (mmb 15.1).

Het goede monster mmb 11.1 bevatte 119 jaarringen, gedateerd 78 BC-41 AD. Omdat spinthout ook ditmaal volledig ontbrak, moet de kapdatum worden gesteld op NA 61 AD $\pm$ 6. Het is derhalve waarschijnlijk, dat dit bouwwerk werd opgericht in de tweede helft van de 1e eeuw.

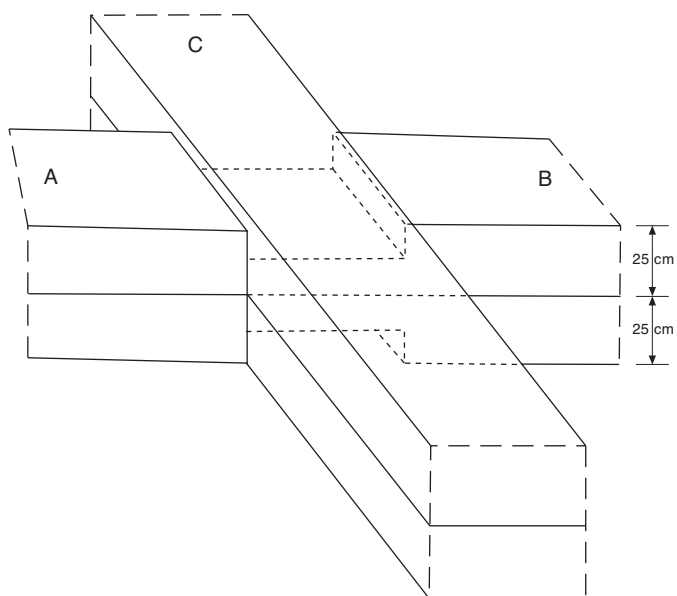
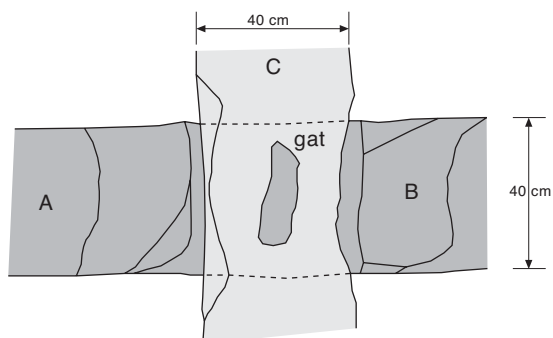
Het balkenframe, brugpijler uit de 2e eeuw

Het balkenframe bestaat in bovenaanzicht uit drie langsleggers en zeven dwarsleggers. De middelste langslegger is langer dan de aan weerszijden gelegen langsleggers, waardoor aan de stroomopwaartse kant een puntige constructie ontstaat. De uiterste maten zijn bijna 14 m lang en 7,5 m breed. Het valt niet uit te sluiten dat de originele maten nog iets groter waren. Niet overal zijn de uiteinden helemaal vrij en wat in 1963, 1964 en 1965 bij het vrijknippen van de constructie is afgebroken of opzettelijk geborgen, is niet duidelijk. Er zijn flinke beschadigingen te zien, met name de grote breuk in de westelijke langslegger. Vél groter dan 14 x 7,5 m zal de constructie niet zijn geweest, gezien de nabijheid van de omliggende structuren, die er in tijd echt niet bijhoren (zie hierna). De breedte van de individuele balken is overwegend 40 cm, ofschoon bovenkanten en uiteinden plaatselijk smaller kunnen zijn.

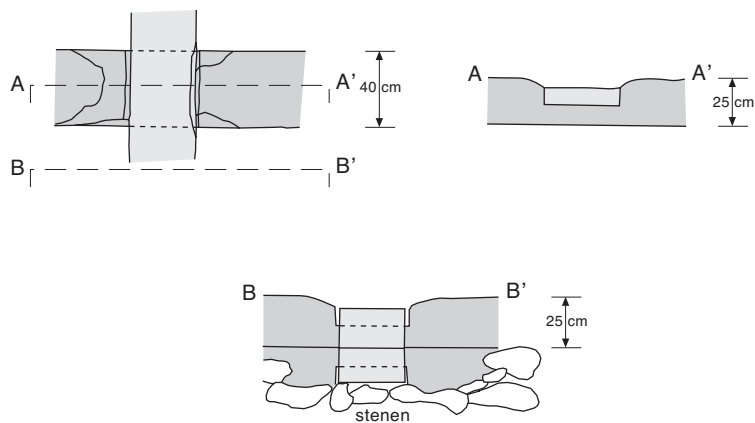
Er zijn een paar details opgevallen (op de enkele plaats waar iets dieper is gekeken): de balken zijn met halfhoutsverbindingen over elkaar ingelaten op de volgende manier: de langs- en dwarsleggers bestaan elk uit twee 25 cm dikke balken, waarbij de twee langsleggers halfhouts worden omsloten door de onder- en bovenliggende dwarsleggerdelen (tekeningen HSc23/5/00 en HSc24/5/00, afb. 19-20). Ofschoon het hele oppervlak enigszins rommelig aandoet, lijkt het toch alsof de vierkante vakken binnen het frame doelbewust waren opgevuld met stenen. In de literatuur kan men de term vlijstenen tegenkomen voor de door de Romeinen doelbewust aangebrachte opvulling van deze vakken. In de literatuur kan men eveneens lezen over het gebruik van klei als opvulmateriaal. Inderdaad wordt ook hier klei onder de vlijstenen aangetroffen.

Er is zeker sprake van meer lagen langs- en dwarsbalken boven elkaar. Door de duikers zijn drie duidelijk te onderscheiden lagen herkend, zonder dat daarbij reeds de onderliggende funderingspalen werden gezien of gevoeld. Indien men het bovenaanzicht (afb. 18) bestudeert, dan lijken zelfs vijf niveau's van langs- en dwarsbalken te onderscheiden:

- De oost- en middenlangslegger vormen niveau 2.
- De twee voorste dwarsleggers *onder* de middelste langslegger zijn niveau 1.
- De vijf achterste dwarsleggers *op* de middenlangslegger zijn niveau 3.
- De westelijke langslegger loopt over de tweede en vijfde dwarslegger van achter en is niveau 4.
- Over de westelijke langslegger lopen nog dwarsleggers en waar die ontbreken zijn de sponningen daarvoor zichtbaar. Dit vertegenwoordigt niveau 5.



Afb. 19 Constructiedetails van het balkenframe bij punt 216.



Afb. 20 Constructiedetails van het balkenframe bij punt 219.

De vijf niveau's in de tekening zijn niet noodzakelijk strijdig met de duikerwaarneming van drie lagen. De twee dwarsleggers, die niveau 1 vertegenwoordigen, kunnen goed de onderste van de twee halfhouts omsluitende delen van een dwarslegger zijn, waarbij niveau 3 daarvan de bovenste zou kunnen zijn. Zonder verdere, gerichte en gedetailleerde observaties onder water kan dit punt niet worden opgelost.

Een ding dat wel zeker is, is dat op weinig andere plaatsen in Europa een vergelijkbare constructie (zo hoog) bewaard is gebleven (of is gedocumenteerd). Het enige voorbeeld, dat de auteur bekend is, is Mainz en daar is het balkensysteem toch net weer anders. Hier ligt derhalve zeer zeldzame informatie.

Een van de duikers noteerde dat het hout, dat vlak bij punt 216 onder de stenen en klei zit, totaal verrot is (duikrapport HSc23/5/00). Dat is een zorgelijk feit, maar ook opmerkelijk, want normaliter is juist het dieper gelegen hout van betere kwaliteit. In hoeverre deze waarneming representatief is voor al het dieper gelegen hout is niet zeker, want een andere duiker voelde ook bij punt 216 'dieper in de klei een puntgave balk' (duikrapport MMa16/5/00). Toch lijkt het een tamelijk algemeen verschijnsel dat dieper gelegen hout hier slecht van kwaliteit is, want de eerste duiker meldde na zijn werkzaamheden rond punt 215 nogmaals, dat het hout dat in de klei en stenen zit veel erger is aangetast, dan dat wat vrij ligt (duikrapport HSc24/5/00).

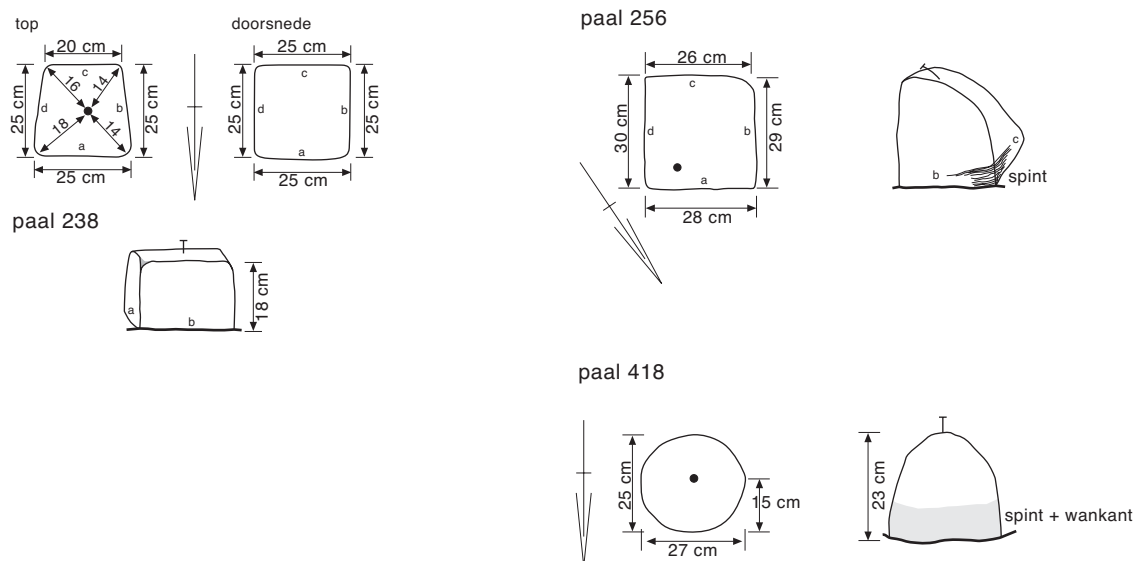
De lengte-as van het frame wijkt iets af ten opzichte van de huidige rivieras. Waarschijnlijk is de rivier sinds de bouw van deze pijler iets om de oost afgebogen.

Het balkenframe wordt gedateerd op (kort voor) het midden van de 2e eeuw op basis van slechts één dendromonster mmb 01.0. Dit monster was van goede kwaliteit met 175 jaarringen en tien jaar spint; de veldatum is bepaald op $134 \text{ AD} \pm 6$. De dendromonsters die in 2000 in dit gebied zijn genomen waren gericht op de vraag of omliggende structuren bij deze bouwphase zouden kunnen horen.

Palengebied, brugpijler uit de 4e eeuw

Circa tachtig palen zijn tot nu toe gedocumenteerd. Het bovenaanzicht is nog niet zo maatvast als gewenst, vooral doordat enkele belangrijke WEB-maten missen, maar in het algemeen zal de afwijking meevallen. De oriëntatie van de palen ten opzichte van het noorden is nog niet helemaal goed verwerkt, maar dat heeft ook pas echt zin wanneer de positionering van die palen op een paar centimeter nauwkeurig is. Echter, knijpt men voor het precieze detail een oogje dicht en beschouwt men het beeld als geheel (afb. 18), dan lijkt toch weer het begin van een patroon zichtbaar!

- De enorme concentratie palen aan de noordkant vormt als geheel onmiskenbaar een punt aan de stroomopwaartse zijde. Zo'n verdichting onder de punt wordt ook bij andere Romeinse brugplattegronden veel gezien.
- Meer naar achter lijkt langs de oostzijde bovendien een patroon van balken op drie tot vier lengtelijnen zichtbaar. Langs twee van die lijnen dagzomen zelfs (fragmenten van) horizontaal liggende langsleggers.
- Vlak ten oosten daarvan is de op lijn liggende rij balken zelfs heel duidelijk.
- Naar achter vormen de laatste balken van de langslijnen 'voorzichtig' een patroon van dwarslijnen.
- Vanaf het midden westwaarts ontbreken de palen vrijwel geheel. Dagzomen ze wel, maar zijn ze (nog) niet gezien? Zijn ze er wel, maar dagzomen ze niet?



Is de bodem hier inderdaad iets hoger? Of zijn ze door een of ander geweld gewoon verdwenen? Dat laatste lijkt op deze plek minder waarschijnlijk al kunnen de toppen wel door de ankerketting zijn afgeschuurd. Er mag waarschijnlijk van uit worden gegaan, dat de tachtig getekende palen nauwelijks de helft van de oorspronkelijk geplaatste palen vertegenwoordigen.

- Enkele palen, met name langs de oostrand van het palengebied, steken wat verder de bodem uit. Bijvoorbeeld het groepje van drie, de palen 407, 408 en 409, steken tot respectievelijk 57, 50 en 75 cm boven de grond, terwijl de meeste andere palen tussen de 15 en 35 cm uit de bodem steken (tekeningen AOv24-25/5/00 en EvG24-25/5/00, afb. 21). Het is op dit moment niet mogelijk te zeggen, of sommige palen oorspronkelijk inderdaad hoger stonden dan anderen. Daarmee is het nog te vroeg om een analyse te maken van de functie van de verschillende palen, om bijvoorbeeld draagpalen te kunnen onderscheiden van verdichtingspalen.³⁷

Afb. 21 Enkele voorbeelden van uit de bodem stekende palen: paal 238 (dendro-monster mmb 02.0), paal 256 (dendro-monster mmb 08.1) en paal 418 (dendro-monster mmb 05.0).

In het palengebied zijn nu drie dendromonsters goed gedateerd.

- Paal 418 met dendronaam mmb 05.0 had 95 jaarringen met twintig ringen spinthout plus de wankant. Dit hout is gegroeid 268-362 AD en gekapt in najaar/winter 362-363 AD.
- Paal 256 met dendronaam mmb 08.1 had 111 jaarringen en zeventien ringen spint. Het hout is gegroeid 233-343 AD en is gekapt tussen 344-352 AD.
- Monster mmb 02.0, in 1999 al gezaagd van paal 238, kon nu ook gedateerd worden. Het hout is gegroeid tussen 210-317 AD. Omdat spint volledig ontbreekt moet de kapdatum liggen NA 337 AD $\pm$ 6.

Deze pijler is gebouwd rond het midden of in het derde kwart van de 4e eeuw. In 363 AD of kort daarna is paal 418 hier de bodem ingeheid, mogelijk als reparatie, mogelijk bij de eerste bouw. In dat laatste geval is paal 256 een paar jaar onderweg geweest.

³⁷ Welie 1966, 98.

Stenengebied, nog een brugpijler?

Het stenengebied, zoals het er nu bijligt, is ongeveer 28 m lang en ruim 10 m breed (afb. 18). Er dagzomen ca. zeventig bouwstenen. Er liggen er met vrij grote zekerheid meer, maar die bevinden zich geheel of grotendeels in de bodem. De steensoorten zijn niet bemonsterd en gedetermineerd, maar op het oog is sprake van witachtige of gelige soorten kalksteen en de donkere kolenkalksteen (Naamse hardsteen).³⁸ Ze zijn allemaal min of meer rechthoekig, maar er zijn duidelijke verschillen in afmeting. Enkele voorbeelden (in centimeters):

180 x 75 x 52	85 x 75 x 45
100 x 67 x 35	75 x 75 x 42
100 x 47 x 32	74 x 45 x 35
89 x 65 x 48	56 x 40 x 25

In sommige stenen zijn bewerkingssporen te zien: hijs-, stel- en/of ankergraten. Eenmaal is sprake van een inscriptie (geborg, vondstnummer RBM 931). Enkele stenen zijn niet volledig rechthoekig maar hebben een keurig uitgekapte, rechte of schuine ril. Ronde of zeer grillige vormen lijken niet aanwezig. Op de enkele plaats op de overzichtstekening waar die indruk misschien wel bestaat, stak niet de hele bovenkant van de steen boven de bodem uit, maar ging het om een min of meer vlak en rechthoekig oppervlak. Beeldhouwwerk of andere inscripties zijn niet gezien. Dat wil niet zeggen dat ze er niet kunnen zijn, want de meeste stenen liggen voor meer dan de helft in de bodem of op andere stenen en de wel zichtbare delen zijn enigszins begroeid. Ook de steen met de inscriptie werd door de aangroeiing eerst niet herkend, ofschoon er gericht naar werd gezocht. Toch, het beeld is hier eerder dat van een hoeveelheid echte bouwstenen, dan dat hier sprake is van een bijeengeraapte massa stortsteen.

Er zijn geen stenen gezien, die echt in verband zaten. In 1964-65 heeft Van der Hidde echter wel nog ergens in dit gebied en zeer waarschijnlijk langs de zuidgrens ervan 'een rij grote bewerkte stenen waargenomen, in een duidelijk onderling verband daar geplaatst'.³⁹ Het waren er vijf; vier waren 70 x 40 cm, de vijfde ten minste 125 x 50 cm en de hoogte van de stenen boven de bodem (fijn zand en grind) varieerde van 30 tot 90 cm.

Dit verhaal doet denken aan de waarneming van de SOWO in 1963 van een bouwwerk van stenen. SOWO noemde ze: 'zonder twijfel gestapeld, terwijl de meeste stenen passingen vertonen [...] De gestapelde stenen, elk ongeveer 50 cm hoog [...] stonden op sommige plaatsen driesteens hoog [...] De stenen zijn zowel in als dwars op de stroomrichting waargenomen'.⁴⁰ SOWO beschouwde deze stenen als bouwstenen, nadrukkelijk te onderscheiden van vaak ook bewerkte stortstenen, die een paar meter stroomopwaarts waren gevonden.

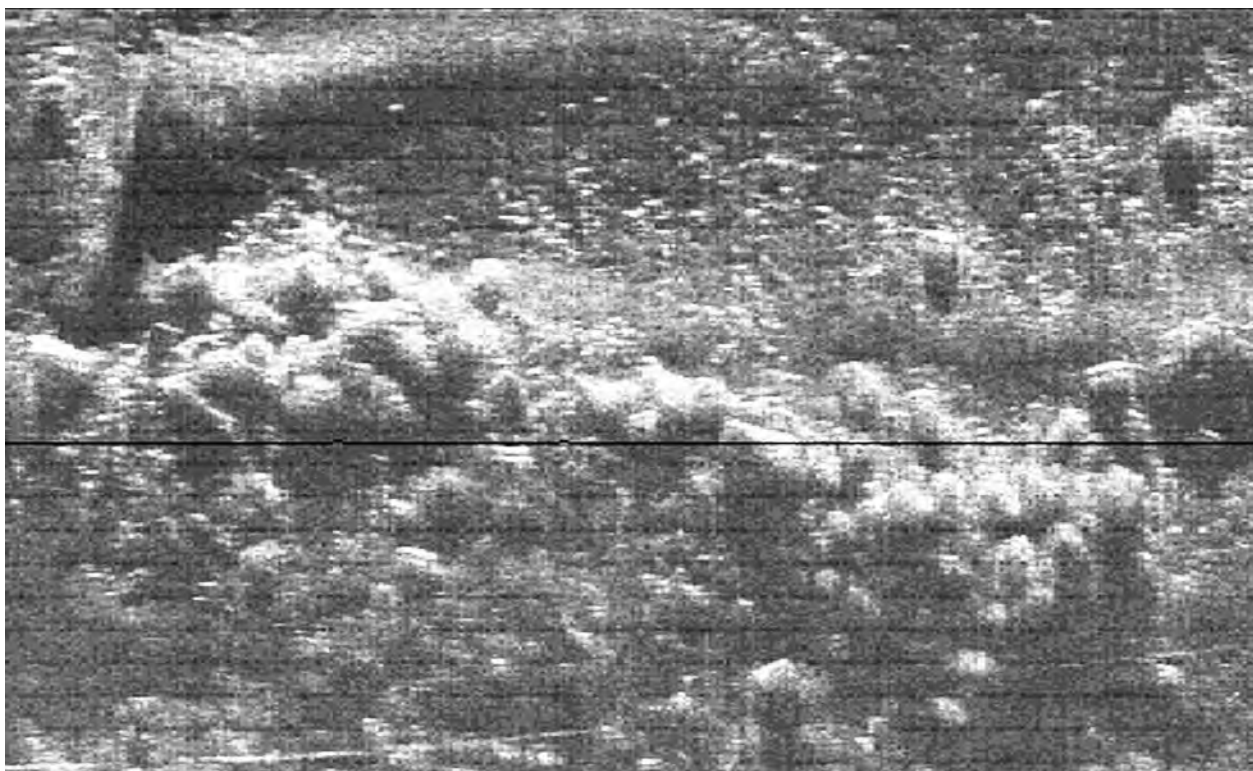
Na de duiken van SOWO werd nog gebaggerd, maar omdat de waarneming van Van der Hidde van ná de voltooiing van het baggerwerk is, zouden die vijf gestapelde stenen er nu nog moeten zijn. Indien ze inderdaad nog steeds in verband liggen, liggen ze afgedekt in het sediment. Het is onwaarschijnlijk, dat ze anders door het NISA over het hoofd zouden zijn gezien. Daarvoor is te systematisch gezocht.

In het stenengebied steken drie balken vlak bij elkaar uit de bodem. Een ervan steekt zelfs 2 m uit de bodem en staat volledig schuin boven steen 17. Van deze is een dendromonster (code F) genomen, maar het monster bleek met slechts dertig jaarringen niet dateerbaar. Andere mogelijk dateerbare elementen in dit gebied zijn de steen met inscriptie (RBM 931) en de dakpan met stempel (RBM 916). Datering is echter afhankelijk van verder onderzoek.

³⁸ Voor een petrografische beschrijving van mogelijk aanwezige steensoorten, zie Panhuysen 1996, 89-103.

³⁹ Van der Hidde 1965, 10.

⁴⁰ Drie bladzijden tellend, los rapport van de SOWO-secretaris A.G. Beijne; bestaande uit één vel tekst en twee met tekeningen. Kopie in ROB-archief, dossier RBM, met stempel voor ontvangst 30 augustus 1963. Zie ook Rietzschel z.j. (a).



Interpretatie van dit stenengebied is speculatief, maar verdient toch een poging. Het is nuttig hierbij de side-scan sonar beelden te betrekken, waarop het stenengebied uitstekend in beeld is. Deze sonaropnamen zijn in februari 2002 als tif-files door RWS ter beschikking gesteld (afb. 22).

Afb. 22 Beeld van de side-scan sonar van het stenengebied, westzijde (RWS).

De meest noordelijke concentratie bouwstenen is een duidelijk west-oost lopende rij stenen. Er is geen direct verband meer tussen de stenen, maar ze liggen wel naast en deels over elkaar. De minimale diepte op de stenen is 3,6 m bij een bodemdiepte van 4,5 m. Maximaal is de diepte op de stenen 4,4 m bij een bodemdiepte van 4,8 m. Hier zou goed sprake kunnen zijn van de noordelijke muur van een constructie. Het dagzomende deel van die muur heeft een lengte van ca. 8 m.

Langs de oostlijn van het stenengebied zijn veel minder stenen zichtbaar: in het noordelijke traject twee stuks met een diepte van 4,1 en 4,3 m bij een omliggende bodemdiepte van 4,5 m. (Overigens, de meest oostelijk getekende steen op de overzichtstekening is zeer waarschijnlijk niet bestaand, maar gebaseerd op een foutmeting van HPASS en toch ingetekend, opdat later gecontroleerd kan worden.) In het zuidoostelijke traject van de oostlijn zijn helemaal geen stenen aan het bodemoppervlak zichtbaar.

Langs de westlijn ligt het traject van noord naar zuid vol met stenen. Door een duidelijk uitgeslepen stroomgeul langs die westzijde is hier een opbouw van maximaal 2 m hoog en twee à drie steenlagen dik zichtbaar. Onderin de geul is het maximaal 6 m diep, terwijl op de stenen bovenop 4-4,5 m water staat. De bodem rondom de stenen bovenop is noordelijk in het stenengebied ruwweg 4,4-4,5 m diep, in het midden ligt dat op ca. 4,5-4,7 m en naar het zuiden helt de bodem verder af naar ongeveer 5,5 m. Op het eerste gezicht ligt alles hier kriskras door elkaar en in feite is dat ook zo: geen steen ligt in een intacte constructie. Echter, laat men het hele beeld op zich inwerken (en het sonarbeeld

van de westzijde van het stenengebied draagt daar enorm toe bij), dan valt op dat sprake is van een vrijwel rechte noordoost-zuidwestlijn van bouwstenen tot aan het aluminium dekluk (blauw op de overzichtstekening). Men mag verwachten dat een vergelijkbare bult stenen bewaard is gebleven in de bodem langs de oostzijde.

De zuidzijde van het stenengebied schijnt minder geprononceerd. Vier meter ten zuiden van de zuidelijke steenconcentratie ligt nog een eenzame steen. Deze is interessant bewerkt met een brede ril. Hij leidt echter sterk af van het beeld dat zowel op de overzichtsschets als de op basis van de HPASS-gegevens gemaakte 'definitieve' overzichtstekening zichtbaar wordt. Het (westelijke) side-scan sonarbeeld toont dit bedoelde beeld wel heel duidelijk: de lijn, die de zuidelijke concentratie stenen maakt, vertoont een hoek van ongeveer 45 ° ten opzichte van de lijn langs het noordelijke traject van de westgrens. Zo bezien eindigt de bult stenen in een punt, ongeveer waar de drie houten palen uit de bodem steken. Het feit dat het bodemniveau hiervoor dieper is en er toch geen stenen zichtbaar zijn versterkt dit beeld. De lengte van de punt tot de noordelijke grens van het stenengebied is 20-22 m.

Is het denkbaar dat hier de onderste resten van de opbouw van een stenen brug liggen, zelfs nog met de stroomwaarts gerichte puntige vorm herkenbaar? Is het mogelijk dat hier sprake is van een vierde brugfase (al dan niet) uit de Romeinse tijd? Deze interpretatie zou in ieder geval recht doen aan de destijds hier ergens aangetroffen muurresten haaks op de stroom. Deze interpretatie zou eveneens recht doen aan de vóór het bouwstenengebied gevonden concentratie stortstenen (Op funderingspalen en binnen een paalomheining. De drie palen zouden hiervan een restant kunnen zijn). Deze pijler had dan een iets andere oriëntatie dan het balkenframe en zou meer in de huidige as van de rivier liggen.

Een andere interpretatie, die in discussies wel eens is genoemd, is dat de stenen overblijfselen zouden zijn van een stenen bruggehoofd uit de Romeinse tijd, toen de rivier enkele tientallen meters westelijker lag dan tegenwoordig.⁴¹ Het is inderdaad een mogelijkheid, die moet worden meegewogen, maar wel doemt dan een aantal vragen op:

- Hoe moet worden verklaard, dat dit bruggehoofd noordelijker ligt dan de drie brugfases waarvoor nu de bewijzen op tafel liggen en geheel uit de breedte-as ervan?
- Hoe moet de muur van stenen verklaard worden die in 1963 en 1965 gezien is door SOWO en Van der Hidde en waarvan beiden constateerden dat die haaks op de stroom stond, met een in de stroomrichting staande muurrest daar nog weer noordelijk van?
- Hoe moet de grote hoeveelheid stortsteen verklaard worden, zo direct zuidelijk van het stenen bouwwerk?

Denkend aan de mogelijkheid van een stenen brug(pijler), iets noordelijker dan de overige (vroegere?) pijlerresten, zijn twee zaken interessant om op te wijzen. Ten eerste ziet men op de multi-beam kaart in de breedte-as van het thans verkende stenengebied vlak tegen de linkeroever duidelijk een ondiepte van grote omvang. Met andere woorden, nog een bult, ditmaal noordelijk van de drie eerder genoemde bulten, ongeveer op de 13.100 km raai. Het kan interessant zijn ook dit gebied wat aandachtiger te bekijken.

Ten tweede is het veelbetekenend dat Van der Hidde op 4 december 1963 de vondst meldde van 'enige gebogen stenen (kwart bogen), afmetingen 50 x 50 x 50 cm op 35 m uit de westoever en in het uiterste noorden van het toenmalige onderzoeksgebied.⁴² Op zijn overzichtstekening staan ze 12,5-15 m noordelijker dan het balkenframe. Dat is zo ongeveer op de as tussen het stenengebied en de

⁴¹ Panhuysen 1996, 19, 24, 31. Panhuysen schrijft hier dat de (linker-)oever van de Maas bij de aanvang van de Romeinse tijd zeker 80 m westelijker lag dan nu. Voor de linkeroever is dat inderdaad in opgravingen vastgesteld, maar de 'Romeinse' rechteroever is geërodeerd, waardoor de exacte lokatie niet kan worden vastgesteld.

⁴² Van der Hidde 1964, 4.

bult langs de oever. Van der Hidde kon de kwartbogen in januari 1965 niet weer vinden.⁴³

Constructies oost van balkenframe

Eén tot vier meter ten oosten van het balkenframe en direct op de rand van het talud naar de vaar/stroomgeul liggen diverse balkenstructuren. De ligging in bovenaanzicht is betrouwbaar, maar de opbouw ervan en de verbanden zijn nog niet in detail getekend. Precieze interpretatie is dan ook onmogelijk, maar een paar dingen kunnen er wel al van worden gezegd. Door dendro-onderzoek is getracht onderlinge relaties en een eventueel verband met het balkenframe vast te stellen.

- Balkenconstructie 209-210-211 bestaat uit drie balken boven elkaar met nog wat hout eromheen. Aan de noordwestzijde steekt een paal een stukje uit de grond. De balkenconstructie loopt schuin en evenwijdig aan de schuine oostzijde van de punt van het balkenframe. Men zou hierdoor een verband vermoeden, maar de dendrodatering wijst anders uit. Het uiteinde van de onderste balk, waarop punt 209 staat, is afgezaagd als monster **J**. Dit monster met dendronaam mmb 07.1 bevat 109 jaarringen en is gegroeid 134-26 BC. Vanwege het volledig ontbreken van spint moet 20 ± 6 jaar worden bijgeteld om een kapdatum post quem te vinden: de veldatum komt daarmee op NA 6 BC ± 6 . Zo ligt er een gat in de tijd van bijna anderhalve eeuw met het balkenframe.
- Lange balk 212-226-227 ligt enigszins gekanteld, alsof dit niet helemaal zijn oorspronkelijke positie was. Hij meet op doorsnee 15 x 27 cm. Er is één sponning in uitgekapt, andere zijn niet gedocumenteerd. Er ligt wat hout omheen en er steken wat palen uit de bodem. Eventuele relaties met al die palen zijn niet duidelijk. Drie ervan steken ver uit de bodem en zijn helemaal scheef getrokken. Hier in de buurt werd ook een verspeeld stokanker aangetroffen (zie paragraaf 5.1). Bij punt 227 is het uiteinde van de lange balk afgezaagd als monster **L**. Dit monster met dendronaam mmb 06.1 telt 75 jaarringen zonder spint. Het is gegroeid 47 BC-28 AD. De kapdatum ligt NA 44 AD ± 5 .
- Ter hoogte van de sponning in balk 212-226-227 steken twee palen uit de bodem, waartussen twee (fragmenten van) vermoedelijke leggers liggen opgesloten. De westelijke legger met punten 261-262 lijkt enigszins gekanteld. Hier is geen dendromonster genomen.
- Bij 266 en 267 liggen twee balken boven elkaar. De balk met punt 264 lijkt daar nog weer boven te horen. Er is geen dendromonster genomen.
- Balk 302-303 ligt min of meer in het verlengde van balk 212-226-227, waarmee niet zij gezegd dat ze bij elkaar horen. Bij 303 is dendromonster **I** gezaagd. Dit monster met dendronaam 10.1 bevat 46 jaarringen zonder spint. Het is gegroeid 55-10 BC. Kapdatum ligt NA 7 AD ± 5 .
- Balk 288(460)-289 lag vlak naast de noordoostzijde van het balkenframe. Omdat hij los lag en sinds vorig jaar gebroken was, is hij omhoog gebracht. De twee delen van dezelfde balk zijn bemonsterd als monsters **K** en **M**. Deze monsters met dendronamen mmb 13.1 en mmb 14.1 bevatten respectievelijk 67 en 64 jaarringen zonder spint. Het hout is gegroeid 15-81 respectievelijk 78 AD. Kapdatum ligt NA 97 AD ± 5 .

Drie van deze dendro-dateringen duiden op een mogelijke constructie in de eerste helft of het midden van de 1e eeuw (na 6 BC ± 6 , na 7 AD ± 5 en na 44 AD ± 5). Ze lijken eerder bij elkaar te horen dan bij het balkenframe. De vierde datering ligt zo veel later in de 1e eeuw, dat hij in tijd dichterbij de fase van het balkenframe (na 97 AD ± 5 versus 134 AD ± 6). Nadere conclusies zijn momenteel niet te trekken.

43 Van der Hidde 1965, 18.

Balkenvloer

Ingeklemd tussen het balkenframe en het palengebied ligt een aaneengesloten ‘vloer’ van balken. Alleen de noordelijke uiteinden lagen vrij, in zuidelijke richting verdwijnen ze steeds dieper in de grond en is het uiteinde niet opgezocht. De meest oostelijke balk loopt pal langs kalksteen 2, waar er al 30 cm sediment met grote kiezels op lag. Over een afstand van ca. 6 m zijn zeven van de balken deels vrijgelegd om in te schetsen. Dat is in een tweede ronde nog eens nauwkeuriger gebeurd, echter zonder dat elk detail volledig en driedimensionaal is vastgelegd (duikverslag MMA23/5/00). In de richting van het palengebied duiken de balken ook naar beneden toe weg en het is goed mogelijk dat er (iets) meer dan zeven liggen.

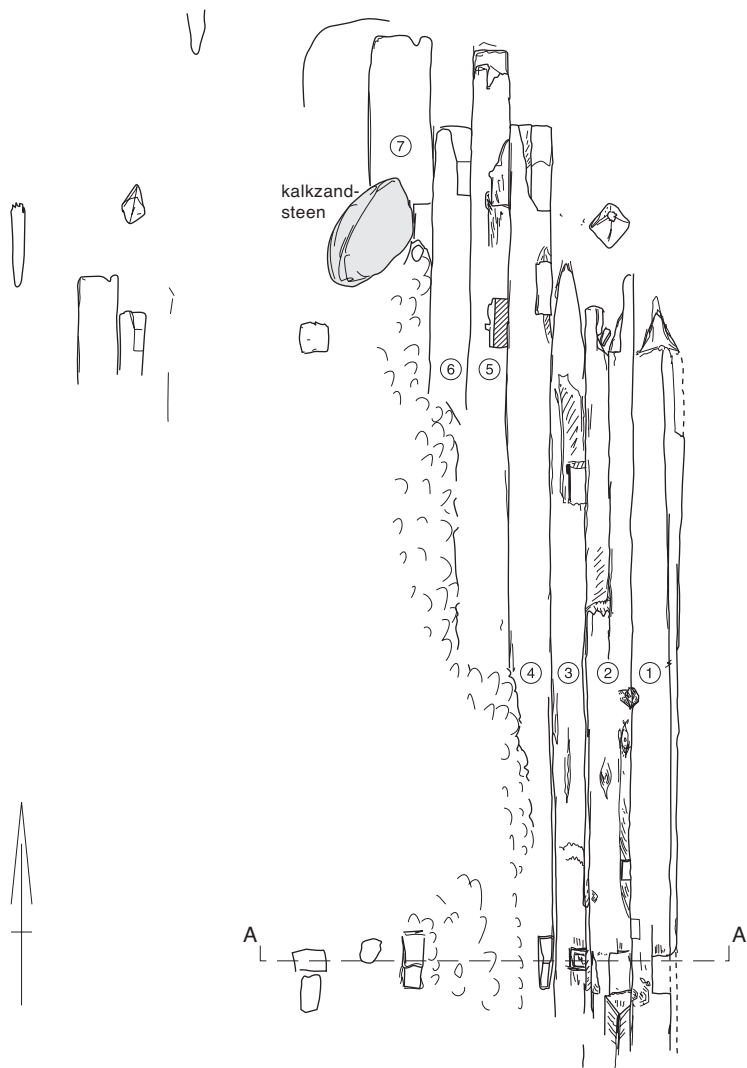
De balken variëren in breedte van 20 tot zelfs 36 cm, de dikte kon slechts langs de oostelijke balk gemeten worden en was 28 cm. In de naar boven gerichte zijden zitten vele sponningen, vergelijkbaar met die in de constructie gestapelde balken in zuid. In enkele van die sponningen zit nog hout. Meestal is dat volledig rond afgesleten tot op het niveau van de balk zelf, zoals de klos in de sponning naast steen 2. Deze is geborgen en geadmistreerd onder vondstnummer RBM 834 (duikverslag AVo2/6/99). Op dezelfde hoogte zit in de derde balk nog een rest hout in de sponning en vlak daarnaast steekt in de vierde balk zelfs nog een stuk dwarsbalk omhoog, de paal met datum-point 452 (schetsen MMA23/5/00, afb. 23-24). Deze paal 452 was met een wigje vastgezet. Dit wigje is geborgen en geadmistreerd onder nummer RBM 920 (schets in vondstregistratie). Waarschijnlijk is de paal met datum-point 228 net zo een dwarsbalk, maar dan in de zesde of zevende balk van het ‘vloertje’. Paal 228 is getekend (tekening AOv24/5/00, hier niet afgebeeld) en de doorsnede van 10 x 25 lijkt goed te passen bij voorkomende maten van de sponningen.

Na het werk van vorig jaar werd de gedachte geopperd (hoofdstuk 2), dat het mogelijk zou kunnen gaan om de resten van een kofferdam, vergelijkbaar met de constructie gestapelde balken in zuid. Die vergelijking met de constructie in zuid moet worden vastgehouden, maar net als daar doemen twee belangrijke vragen op. Hoe werd de constructie dan waterdicht gehouden als er geen sprake is van een dubbele palissade met klei ertussen? Dat is immers juist de essentie van een kofferdam: een waterdichte, droge bouwput creëren. En als tweede, waarom zitten er zoveel dwarsverbindingen aan de binnenzijde (*sic!*⁴⁴) van deze ‘kofferdam’, juist door de ruimte waar de pijler(fundering) moet worden opgericht? Dit is alles hoogst onwaarschijnlijk en daarom moet hier, net als voor de constructie in zuid, een andere mogelijkheid worden overwogen, namelijk dat het hier de (omgevallen) wand van een houten pijler betreft! In dat geval is het niet meer dan logisch dat men heel veel trekverbanden aanlegt tussen beide stapels balken.

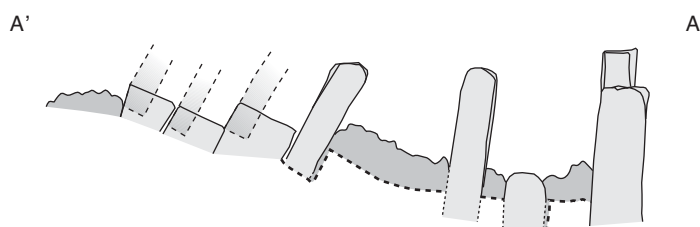
De vraag is of deze pijlerwand hoort bij het 2e-eeuwse balkenframe of bij het 4e-eeuwse palengebied. Er zijn twee dendromonsters genomen (A en B), maar beide bleken volkomen ongeschikt. Dendrochronologie kan daarom nu geen uitkomst bieden. Op dit punt is het nuttig de plattegrond van Van der Hidde van 21 februari 1964 te introduceren. De lezer kan hiervan een kleine reproductie vinden in *Romeins Maastricht en zijn beelden*.⁴⁵ Op dit plaatje ziet men links van het balkenframe (inderdaad, het is hetzelfde gebied) de balkenvloer. Die telt daar nog tien balken, maar de drie oostelijke zijn daarna geborgen. De zeven nu door het NISA aangetroffen balken zijn derhalve compleet in vergelijking met de tekening uit 1964. Het palengebied met stenen 6, 7, 8, 9, 10 en 14 is niet door Van der Hidde getekend, maar links daarvan liggen nog eens vier vergelijkbare balken (met sponningen). Deze balken zijn nu door het NISA niet gezien, wat diverse oorzaken kan hebben. Waar het nu om

44 De bovenliggende kant is inderdaad de binnenzijde van de constructie; in de volgende alinea wordt dit duidelijk.

45 Panhuysen 1996, 23. Een kopie van het origineel bevindt zich in het ROB-archief in dossier RBM en in het archief van de gemeentelijk archeologische dienst van Maastricht. De bergplaats van het origineel is de auteur onbekend.

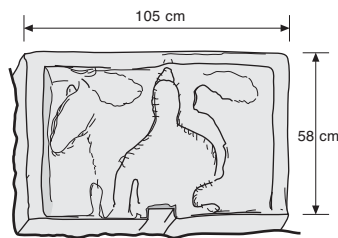


Afb. 23 Bovenaanzicht van de balkenvloer. Let op de vele sponningen en de resten van dwarsbalken in de sponningen.

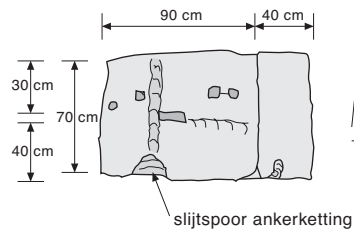


Afb. 24 Doorsnede van de balkenvloer met dwarsbalken.

steen 5



steen 11



Afb. 25 Steen 5 met sculptuur in vak E2 en steen 11 met slijtage door ankerketting oost van oude grid.

gaat is dat deze informatie de mogelijkheid inhoudt, dat beide wanden deel uitmaakten van één constructie, die het palengebied omsloot. Het is nodig deze bewering ook dendrochronologisch nog te onderbouwen, maar voorlopig wordt hier gesteld, dat het palengebied, de 4e-eeuwse pijler, een houten pijler was. De pijlerwanden liggen er omgevallen deels nog naast. Dit is nog maar zelden teruggevonden bij Romeinse pijlerfunderingen elders (en dat geldt ook voor de constructie in zuid).

Eventuele andere verklaringen voor de balkenvloer, bijvoorbeeld dat het deel uitmaakte van het brugdek⁴⁶ of dat het de volgende laag opbouw op het balkenframe was,⁴⁷ moeten worden verworpen als te onwaarschijnlijk en niet passend in het geheel van aanwijzingen.

Overige concentraties kalkstenen blokken

Ten westen van het balkenframe en eigenlijk zo'n beetje rond of op de punt van het palengebied ligt een concentratie kalkstenen in twee kleine groepjes van elk zes stuks. Het is onduidelijk of de stenen bij elkaar horen en of ze bij de 2e- of de 4e-eeuwse fase horen (of zelfs nog een andere herkomst hebben). De indruk is stellig dat het bouwstenen betreft en niet stortstenen. Het zijn allemaal rechthoekige stenen met hijs-, stel- en/of anker-gaten (tekening AVo 2/6/99). In steen 4 zit zelfs nog de rest van een ijzeren kram. Steen 5 is de bouwsteen met het uitgehouwen reliëf (een mensfiguur naast een paardenhoofd; tekening AVo 1/6/99, afb. 25). Elders in het verkende terrein ligt zo nu en dan een enkele 'verdwaalde' kalksteen. Steen 11 vertoont aan de bovenzijde duidelijk de slijtsponen van een ankerketting (tekening AVo 1/6/99, afb. 25) en voor steen 15/16 geldt hetzelfde. Hiervan werd aanvankelijk zelfs gedacht dat het twee naast elkaar gelegen stenen betrof.

Twee grote palen midden in de rivier

Ten oosten van het stenengebied staat een eenzame paal afgebeeld. Deze staat niet helemaal op de juiste plaats en het zijn er in werkelijkheid twee vlak naast elkaar. De eerste paal werd de voorlaatste duikdag nog ontdekt, al zwemmend op zoek naar andere brugresten. Bij het opnieuw opzoeken de volgende dag bleken er twee grote palen te staan. De bodem is ter plekke 6,0-6,1 m diep, terwijl het ondiepste punt van deze palen op 4,1 m ligt (duikrapporten AVo25-26/5/00). Ze zijn niet met WEBIT ingemeten, maar alleen met een los meetlint.

⁴⁶ Timmers 1964. Professor Timmers opperde zelfs dat het balkenframe tot het brugdek hoorde (p. 38).

⁴⁷ Bogaers 1964, 103.

De werkelijke plaats moet ongeveer 10 m zuidelijker worden gedacht en ca. 20 m oostelijk van het oude grid. De vondst is verrassend en het is maar de vraag of dit Romeins is. Volgens Panhuysen lag hier immers in de Romeinse tijd de rechteroever. Dendrochronologie moet hier te zijner tijd uitkomst bieden.

Vergelijking met de tekening van Van der Hidde.

Hierboven werd al even gerefereerd aan de tekening van Van der Hidde uit 1964. Het staat wel vast, dat het balkenframe dat toen is getekend, hetzelfde is als dat wat nu door het NISA nader is vastgelegd en preciezer is gepositioneerd. Ook de balkenvloer op de oude tekening is in de huidige situatie zeer herkenbaar. Daarnaast staan enkele constructieelementen ingetekend, die direct daarna zijn geborgen en mogelijk is een deel later ook weggespoeld. Het is niet de bedoeling de tekeningen hier punt voor punt te gaan vergelijken. Twee dingen moeten echter worden gezegd. Ten eerste is de situatie als geheel zo vergelijkbaar, dat niet kan worden gesteld, dat de brugresten in vliegende vaart wegspoelen. Daarmee zij nadrukkelijk niet gezegd dat er, inmiddels bijna veertig jaar later, absoluut geen delen (en mogelijk zelfs substantiële) zijn weggespoeld en al helemaal niet dat dat niet kan gebeuren. Ten tweede: Van der Hidde heeft zijn tekening van 1964 na hun tweede campagne van 1964-65 nog in belangrijke mate aangevuld. Onder andere zijn de proefsleuven er bijgetekend. Eerder al had de SOWO een kort, maar interessant inhoudelijk verslag geproduceerd met enkele belangrijke schetsen en opmerking over hun bevindingen van vóór (de afronding van) de baggerklus en er ligt nog een schat aan aantekeningen en schetsen van diverse betrokkenen, met name van Bogaers en A. Pernis, toenmalig opgravingstechnicus bij de ROB. Het zou goed zijn als nu iemand de draad zou oppakken en al die oude gegevens nog eens grondig zou evalueren op basis van de in 1999 en 2000 bereikte inzichten. Waar mogelijk kunnen dan destijds verwijderde constructiedelen op de juiste plaats in het huidige overzicht worden bijgetekend. De auteur voorspelt interessante resultaten. Wat bijvoorbeeld te denken van zijn stelling dat de huidige pijler met een balkenframe niet de enige is. Hij meent dat in de sleuf op 35 m uit de westoever aanwijzingen zijn gevonden voor een tweede balkenframe. Ook de melding van een (totaal?) weggebaggerde concentratie van twintig tot dertig palen op kilometeraai 12.980-13.000, vlak voor de (toenmalige) monding van de Jeker, verdient zeker aandacht in de analyses.⁴⁸

Vergelijking van de nieuwe dendrodateringen met reeds bestaande.

Van de Romeinse brug bestaan reeds enkele oudere dendrodateringen, destijds gedaan op verzoek van Panhuysen. Het betreft zes monsters die bij het baggerwerk van 1963 (of mogelijk bij het onderzoek daarna) boven water zijn gebracht. Het is onbekend waar de palen precies vandaan komen of uit welke constructie(s). Het dendrochronologisch onderzoek is uitgevoerd door het *Rheinisches Landesmuseum Trier*.⁴⁹ Ook zonder verder een diepgaande bespreking is het wel interessant de gevonden dateringen op een rijtje te zetten (NB. de gebruikte spintstatistiek lijkt anders dan bij RING).

- 114 jaarringen zonder spint, jongste groeiring 20 AD, kap na 38 AD
- 114 jaarringen zonder spint, jongste groeiring 28 AD, kap na 38 AD
- 188 jaarringen, 27 spint, geen wankant, jongste groeiring 73 AD, kap omstreeks of na 85 AD
- 75 jaarringen zonder spint, jongste groeiring 218 AD, kap na 226 AD
- 63 jaarringen, 1 spint, jongste groeiring 222 AD, kap omstreeks 239 AD ± 6
- 115 jaarringen zonder spint, jongste groeiring 263 AD, kap na 273 AD

48 Rietzschel z.j. (a), 9; Dorenbos 1965, 113; Bogaers 1965, 44; Van der Hidde 1965, 2.

49 Brief van het Rheinisches Landesmuseum Trier aan Panhuysen, gedateerd 06-01-1986. Twee van deze dateringen zijn eerder al gepubliceerd in Hollstein 1980, 86.

Deze dateringen wijzen op een bouwphase rond het midden of (vroeg) in de tweede helft van de 1e eeuw. Mogelijk dat tegen het eind van de 1e eeuw weer bouwactiviteit of onderhoudswerk plaatsvindt. Het is ook mogelijk dat het allemaal één bouwphase betreft, die dan tegen het eind van de 1e eeuw plaats heeft. Dit is hetzelfde beeld (met dezelfde onzekerheden) als de dateringen op de balkenconstructie in zuid en de diverse constructies oost van het balkenframe hebben opgeleverd.⁵⁰

De dateringen wijzen op een volgende bouwphase rond of kort na het midden van de 3e eeuw en ook hier mogelijk weer bouwactiviteit of onderhoudswerk in het vierde kwart van die eeuw. Een bouwwerk in de 3e eeuw is tot nu toe in het onderzoek van het NISA niet herkend. De wel door het NISA aangetroffen bouwfasen in het midden van de 2e eeuw (balkenframe) en het derde of vierde kwart van de 4e eeuw (palengebied) zijn in deze oude dateringen weer niet te herkennen.

Duidelijk blijkt wel hoe lastig het is een constructie te dateren aan de hand van één of slechts enkele dendromonsters. Het beeld kan enorm worden vertroebeld door onderhoud of (ingrijpende) reparaties. Dat geldt uiteraard ook voor de dateringen door het NISA. Met name de datering van het balkenframe berust nu op slechts één monster, zij het een zeer goede. Om te komen tot een echt betrouwbare datering moet per structuur intensief en zeer bewust worden bemonsterd.

4.3 Conclusie

Het onderzoek heeft aangetoond, dat hier zeker drie à vier (en mogelijk zelfs meer) fases van Romeinse bruggenbouw in de Maas liggen, over een groot oppervlak verspreid. De periode van gebruik omvat een tijdspanne van in ieder geval de eerste tot en met de 4e eeuw. Er liggen niet alleen de funderingspalen, maar ook hoger uit de opbouw zijn resten bewaard gebleven. Het materiaal duidt op zowel houten (meer) als stenen (tenminste één) pijler(s). In vergelijking met elders in Nederland of Europa gevonden Romeinse pijlerresten is in Maastricht sprake van zeldzame onderdelen, elementen die elders niet zijn bewaard of gedocumenteerd. Het onderzoekspotentieel is groot en vast staat dat pas ongeveer de helft van het totale oppervlak met (dagzomende) resten is gekarteerd.

De conclusie kan niet anders zijn dan dat hier een uitzonderlijk belangrijk monument ligt, dat van groot lokaal belang is, maar ook nationaal en internationaal van betekenis is voor de kennis van de Romeinse bruggenbouw.

50 Het is verleidelijk hier een bouwphase te zien vóór de door Tacitus (Historiae IV, 66) vermelde gevechten bij een pons Mosae gedurende de opstand van de Bataven in 69-70 AD en vervolgens een herstel ná die gevechten, aangenomen dat de pons Mosae passage van Tacitus inderdaad slaat op een brug bij Maastricht.

5 Aantasting en bedreiging

Voordat kan worden overgegaan tot een discussie hoe nu verder om te gaan met dit belangrijke monument, moeten zeker ook de bedreigingen in het verhaal worden betrokken. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen processen zoals die tot nu toe hebben gespeeld, inclusief een inschatting van het effect daarvan tot nu toe. Alleen de afgelopen eeuw wordt hier in het verhaal betrokken. Vervolgens worden de bedreigingen, die mogelijk in de toekomst een rol zouden kunnen gaan spelen, op een rij gezet. Een probleem hierbij is, dat van een heel aantal factoren de precieze impact niet kan worden gekwantificeerd en het inderdaad in letterlijke zin een inschatting is.

5.1 Aantasting tot nu toe

Baggerwerkzaamheden van 1963

Reeds in het begin van de afgelopen eeuw werd lokaal gebaggerd, maar waarschijnlijk de grootste, directe aantasting van de afgelopen honderd jaar zijn de baggerwerkzaamheden van 1963. Zeker is dat daarbij grote hoeveelheden hout en stenen uit verband zijn genomen, zonder dat de context was gedocumenteerd. Waarschijnlijk is zelfs meer dan één pijler geheel of gedeeltelijk vernield.

Onderzoeksmethoden 1963-1965

Nadat de eerste palen en stenen in 1963 boven water waren gebracht, werd de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB) erbij betrokken in de persoon van Bogaers. Na eerste verkennende duiken door de Stichting Onder Water Onderzoek (SOWO) werd het professionele duikbedrijf Van der Hidde erbij gehaald, die in opdracht van Bogaers onderzoek moest doen. In twee grote campagnes, 1963-64 en 1964-65, zijn daarbij enorme hoeveelheden sediment en stenen op en rond de brugresten verwijderd om zicht te krijgen op de constructies. Tevens is een drietal 45 m lange sleuven, ca. 1,5-2 m breed en 1-1,5 m diep gegraven. De methodes waarmee dat gebeurde, knippen met een grote grindgrijper en spuiten met een hogedruk waterspuit, zijn niet subtiel. Ze gaan gepaard met grote krachten, die niet zeer precies te richten zijn.⁵¹ Ofschoon het werk heeft geleid tot een grote vermeerdering van kennis, is derhalve de keerzijde, dat zeer waarschijnlijk tijdens dit werk flinke directe schade is aangericht. De breuken in de zware leggers van het balkenframe zijn mogelijk toe te schrijven aan dit geweld. Bovendien zijn wederom redelijk veel houten delen en stenen uit verband gekomen zonder dat goed gedocumenteerd was wat de verbanden waren.

Verwijdering van beschermende sedimenten

Zowel het baggeren als het graafwerk voor het onderzoek hebben nog een effect gehad. Zelfs indien de archeologische resten onaangetast in de bodem waren achtergebleven, was op sommige plaatsen de bovenste steen- en sedimentlaag, die eeuwenlang een zekere bescherming had geboden, nu verdwenen. Een indirect gevolg van bovenstaande werkzaamheden was dus dat de brugresten voortaan direct waren blootgesteld aan allerlei eroderende krachten, bijvoorbeeld de harde stroming tijdens hoogwaterperioden.

⁵¹ Vanuit ons huidige standpunt is het onbegrijpelijk, dat P. Glazema, toenmalig directeur der ROB, aan burgemeester en wethouders van Maastricht schreef overtuigd te zijn 'dat het naar boven brengen door middel van de baggermolen niet alleen de meest efficiënte, doch ook een voor de vondsten weinig bezwaarlijke methode is' (brief van 2 augustus 1963, archief ROB, dossier RBM). Deze mening leidde tot de nodige commotie in de Maastrichtse gemeenteraad en naar aanleiding daarvan werd gekozen voor de boven beschreven werkwijze, die aanzienlijk minder destructief werd geacht. De keuze voor een grootschalig professioneel duikonderzoek kan voor die tijd als vooruitstrevend worden bestempeld, tegenwoordig zouden echter andere technieken worden gebruikt voor het opgraven.

Hoogwaterperioden

De Maas is een regenrivier. In perioden van grote regenval moet de rivier grote hoeveelheden water verwerken en dat kan gepaard gaan met hoge stroomsnelheden (afb. 26-27). De laatste jaren hebben dat meermalen indringend duidelijk gemaakt met de hoogwaterpieken van 1993 en 1995 als voorlopige hoogtepunten. Ernstige overstromingen dreigden en de stroomsnelheden waren enorm. In 1993 stroomde op het hoogtepunt 3 000 m³ water per seconde over en langs de Romeinse brug en in 1995 was de hoeveelheid vergelijkbaar. Ter vergelijking: toen het NISA-duikteam hier werkte was de afvoer nooit hoger dan 200 m³. Met een afvoer van 300-400 m³ wordt het uitvoeren van duikwerk moeilijk tot onmogelijk. De mechanische krachten op de bodem en de uit de bodem stekende brugresten worden dan snel groter, waarbij het feit dat er allerlei drijfvuil en hout meedrijft de krachten nog kan vergroten. Botsingen kunnen leiden tot afbreken van constructie en drijfvuil kan blijven hangen in de pijlerresten, waardoor via het aldus vergrootte oppervlak nog meer druk op de brugresten kan ontstaan. Het kan niet anders of hier schuilt een aanzienlijk gevaar voor duurzaam behoud van het monument en hierdoor moet een zekere mate van beschadiging zijn opgetreden.

Een bijzonder voorbeeld hiervan is kalksteen blok 5, de bouwsteen met een sculptuur op de bovenliggende zijde (zie afb. 25). Deze ligt zo diep ten opzichte van de bouwstenen en houten structuren rondom, dat hij niet kon worden geborgen. Hij ligt ook zo dat er bij weinig stroom redelijk wat sediment op ligt, maar hoe is dat met toenemende stroomsnelheid? Het beeldhouwwerk is duidelijk gesleten en het is eenvoudig voor te stellen hoe in een harde stroom zand en kiezels het oppervlak 'zandstralen'.⁵²

Een ander illustratief voorbeeld van dat zandstralen is dakpan RBM 916 (zie afb. 14-15). Goed is te zien dat het deel dat in de grond heeft gezeten puntgaaf is, met hoekige randen, maar dat het deel dat boven de bodem uitstak volledig is afgesleten!

Ankers en kettingen van de betonning

Rond het gebied van de Romeinse brug ligt al jaar en dag betonning voor de scheepvaart. Er is sprake van twee groene tonnen om de linkerzijde van het vaarwater aan te duiden en deze liggen dicht bij of zelfs op de Romeinse brug. Ze worden met vrij lichte ankers op hun plek gehouden en zijn met lange kettingen verbonden aan de ankers. Wanneer tijdens hoogwaterperiodes de stroomsnelheid toeneemt, zijn de ankers veel te licht om de boeien op hun plek te houden. De stroming trekt er zo hard aan, dat ze met ketting en anker aan de wandel gaan, totdat het geheel ergens blijft haken. De kettingen liggen dan soms (of meestal!) midden door het monument en kunnen daar een heftig eroderende werking krijgen. De boei ligt aan de oppervlak van links naar rechts te 'gieren' in de stroom. Door die heen en weer gaande beweging kan de ketting zelfs grote bouwstenen, zeker die van de zachte kalksteensoorten, helemaal doorsnijden. Daarvan zijn hier meer voorbeelden gedocumenteerd (kalkstenen blokken 15/16 en 11, zie afb. 25).⁵³ Uiteraard kunnen ook houten constructiedelen hierdoor zwaar worden beschadigd. Ter illustratie: in de commerciële berging worden met stalen kettingen complete stalen schepen doorgezaagd!

Na de hoogwaterperiode, of eerder als het anker nergens haakt en helemaal is weggespoeld, trekt RWS de boei weer naar een goede plaats, meestal iets stroomopwaarts van de brugresten.⁵⁴ Met een kraan neemt men de boei op en sleept het geheel de gewenste kant op. Nota bene: ketting en anker worden over

52 Ook in Panhuysen 1996 zijn legio voorbeelden voorhanden met foto's van bouwstenen en beeldhouwwerk uit de Maas, waarvan de oppervlakte duidelijk is geërodeerd.

53 Dit zou ook de verklaring kunnen zijn voor de gleuf die Panhuysen beschrijft in steen nr. 46 van de collectie in het Bonnefantenmuseum; Panhuysen 1996, 319-21.

54 Persoonlijke communicatie met medewerkers van RWS, die deze klus al vele malen, uiteraard volkomen te goeder trouw, hebben uitgevoerd.

Afb. 26 De Maas in maart 1999
bij een normale hoogwaterafvoer.



Afb. 27 Boven de Romeinse brug
is een grillig patroon van stroming
en wervelingen zichtbaar. Het
anker en de ketting liggen hier
midden door het palengebied.



de bodem gesleept. Elke keer kan hierbij schade worden aangericht, maar echt ernstig wordt het wanneer anker en/of ketting vast blijken te zitten. Men trekt dan net zo lang en net zo hard tot het anker los komt, maar soms breekt er iets. Dat kan de ketting zijn. Het NISA heeft voor RWS een verspeeld anker geborgen. Dit lag tussen scheefgetrokken palen en was bij de verkenningen van 1993 en 1998 ook al gesignaleerd. Een ander gezien voorbeeld was de lange ketting, die kriskras door het palengebied lag met het anker klem tussen palen en bouwstenen. Als in een dergelijk geval de ketting niet breekt, moet het zo zijn dat er een funderingspaal breekt, of helemaal scheef getrokken wordt. Ook hiervan zijn vermoedelijke gevallen gezien.

Biologische en chemische aantasting

Het is een vaststaand feit dat organisch materiaal normaliter na verloop van tijd is verteerd door biologische processen. Het is waarschijnlijk dat daarvan ook in de Maas sprake is, maar de factoren zijn blijkbaar onvergelykbaar met die in zee. Daar kan bijvoorbeeld de paalworm (*Teredo navalis*) grote eiken palen, die

uit de bodem steken, in verloop van vijf tot tien jaar volledig opvreten. Echter, hier is sprake van bijna 2 000 jaar oud hout en in paragraaf 4.2 is er op gewezen dat bij het balkenframe inderdaad totaal verrot hout werd gesignaleerd. Het kan onderwerp van verder onderzoek zijn welke organismes in de Maas een rol spelen en aan welke tijdschaders hier moet worden gedacht.

Ook chemische factoren kunnen een rol spelen. Chemische reacties spelen sowieso altijd een rol, ook in een schoon milieu (denk bijvoorbeeld aan galvanische corrosie), maar hier moet vooral ook worden gedacht aan chemische verontreinigingen en de schadelijke effecten daarvan. Zoals alle grote rivieren in Noordwest Europa is ook de Maas belast met chemicaliën. In hoeverre hierdoor hout, (kalk)stenen, metalen of andere archeologische materialen de laatste decennia extra zijn aangetast? Het behoort niet tot de expertise van het NISA, maar zou een punt van aandacht kunnen zijn, ook voor de waterbeheerder.

Alarmerend voor eventueel een zekere mate van biologische of chemische verontreiniging is het feit, dat zowel in 1999 als in 2000 een ongewoon groot aantal duikers na twee weken duiken last kreeg van buitenoraandoeningen of zelfs algemene ziekteverschijnselen.

Thermische verontreiniging van de Maas

De Maas wordt door vele bedrijfstakken gebruikt voor koelwater. Een van de vele mogelijke voorbeelden is de kerncentrale van Tihange. Het effect van dit gebruik als koelwater is duidelijk voelbaar: het Maaswater in Maastricht is ongewoon warm. In mei werden, tijdens het duiken, temperaturen van wel 24 graden Celsius genoteerd. De invloed van dergelijke ongewoon hoge watertemperaturen op het verloop van de degradatieprocessen van archeologische resten is onbekend, maar verdient enige aandacht.

5.2 Effect van de aantasting en erosie tot nu toe, een evaluatie

Gezien het feit dat Van der Hiddes plattegrond uit 1964 in grote lijnen overeenkomt met nu ook aangetroffen resten, kan niet gezegd worden dat het hele monument op het punt staat weg te spoelen of zelfs al is weggespoeld. Het overgrote deel lijkt bovendien nog veilig opgesloten in de bodem. Die veiligheid is echter deels misschien bedrieglijk: In onze duikcampagnes van 1999 en 2000 is wel degelijk iets meer vrij aangetroffen dan in 1963-65 is gedocumenteerd. Is dat omdat het destijds nog niet was vrijgespoeld, of heeft men gewoon zaken over het hoofd gezien? Anderzijds was de hele 'balkenvloer', die toen is getekend, nu afgedekt met 10-30 cm sediment. Echt massaal kan de bodemerosie dus (nog) niet zijn. De chemische inwerking van het vervuilde Maaswater op archeologische resten, meer of minder diep in de bodem, is niet in te schatten en hetzelfde geldt voor biologische processen. Wel is op een enkele plaats vastgesteld dat het dieper gelegen hout van het balkenframe in slechte conditie is. Bovendien steken op een heel aantal plaatsen pijlerresten wel degelijk uit de bodem en richting gebaggerde vaargeul tot zelfs meer dan 1 m. Bij elkaar betreft het dan toch wel veel hout en bewerkte stenen. Die uit de bodem stekende delen staan niet alleen bloot aan biologische en/of chemische inwerking, maar ook aan mechanische aantasting door het periodiek snel stromende water met alles wat daarin wordt meegevoerd. Een duidelijk eroderende factor zijn de ankers en ankerkettingen van midden in het monument gelegde betonning voor de scheepvaart.

Het ontbreekt gewoon aan systematische waarnemingsreeksen (bijvoorbeeld lodingskaarten) om echt harde uitspraken te doen, maar blijkbaar – of is het schijnbaar? – vallen de eroderende effecten tot op dit moment nog enigszins mee. De sluipende effecten van biologische en/of chemische factoren zijn moeilijk hard te maken. Maar zijn misschien in de (nabije) toekomst nieuwe bedreigingen te voorzien, of effecten te verwachten van thans in uitvoering zijnde projecten?

5.3 Huidige en toekomstige bedreigingen⁵⁵

Men moet terdege rekening houden met het feit, dat bij ingrijpende veranderingen aan de Maasbedding het thans bestaande evenwicht ernstig kan worden verstoord. Het zal een ieder direct duidelijk zijn dat verbreden of verdiepen van het vaarwater ter plaatse zal leiden tot directe, ernstige aantasting van de brugresten. Naar de effecten van waterstaatkundige werken stroomopwaarts of stroomafwaarts kan men slechts gissen. Welke zijn de mogelijke bedreigingen die nu kunnen worden voorzien en hoe ernstig moeten die worden ingeschat?

5.3.1 Stroomopwaarts

Waterkrachtcentrale in Lixhe

In Lixhe, vlak over de meest zuidelijke grens met België en ca. 10,5 km bovenstrooms van de Romeinse brug, ligt een waterkrachtcentrale bij de stuw in de Maas. De centrale heeft vier turbines voor de opwekking van stroom. Als één turbine opengaat, stroomt 80 m³ water per seconde de Maas in. Sturing vindt plaats op basis van energiebehoefte. Bij meer vraag gaan er meer turbines open en bij alle turbines open is de extra instroom 320 m³/sec. Dit veroorzaakt schommelingen in de hoeveelheid water, die de rivier afkomt, met pieken vooral in de avonduren en de weekends. Het lijkt echter onwaarschijnlijk dat hierdoor op de bodem van het stuwpannd Borgharen, de officiële naam van het traject waar de brugresten liggen, sterk eroderende effecten optreden.

Sluizencomplex in Ternaaien

In Ternaaien, vlak over de zuidwestelijke grens met België en ca. 5,5 km bovenstrooms van de Romeinse brug, ligt een sluizencomplex tussen het Albertkanaal en het toeleidingskanaal tot de Maas. Het verval is hier ca. 14 m! Openen van de sluis laat aanzienlijke hoeveelheden water met grote snelheid de Maas instromen, hetgeen een vergelijkbaar effect teweeg brengt als de waterkrachtcentrale bij Lixhe. Ofschoon veel dichterbij Maastricht lijkt het nog steeds onwaarschijnlijk dat dit op zich sterk eroderende effecten heeft op de resten van de Romeinse brug.

Voornemen tot bouw van een grotere sluis

Men is van plan een nog grotere sluis te bouwen bij Ternaaien. Mogelijk is dit een goede aanleiding berekeningen te doen naar de (mechanische) effecten van de door de waterkrachtcentrale en de sluizen veroorzaakte schommelingen in de aanvoer van rivierwater. Om een idee te geven: De huidige grote sluis meet 136 x 16 x 14 m en bevat 30 464 m³ water. De nieuwe kolk moet 200 m lang worden, 25 m breed en het verval is 14 m. Hij bevat derhalve 70 000 m³ water, die in enkele minuten in de Maas worden geleeagd!

⁵⁵ Deze paragraaf is goeddeels gebaseerd op gesprekken met Wim Hendrix, die als beleidsmedewerker van de Afdeling Waterbeleid van RWS Directie Limburg goed op de hoogte is van huidige en toekomstige ontwikkelingen en van kwalitatieve en kwantitatieve gegevens over de Maas. Diverse feitelijke gegevens zijn afkomstig uit ANWB/VVV Watersport Almanak 2, Vaargegevens (gebruikte editie: 1996).

5.3.2 Lokaal

Beroepsscheepvaart en de Maasroute

De Maas in Maastricht maakt deel uit van de Maasroute voor de beroepsvaart, die voor Nederland begint bij de sluis van Ternaaien en bij Borgharen, direct ten noorden van Maastricht, verder gaat over het Julianakanaal. Steeds moet men rekening houden met het groter worden van de gebruikte schepen, maar op dit moment zijn geen maatregelen als verbreden en/of verdiepen voorzien in het gedeelte Maastricht (stuwpand Borgharen).

Beroepsvaart en toenemende motorvermogens

Een andere zaak, die in verband met het groter worden van de beroepsvaart dikwijls wordt genoemd, zijn de toegenomen motorvermogens en daardoor grotere, door de scheepsschroeven veroorzaakte waterturbulenties. Feitelijke gegevens over daadwerkelijk eroderende werking van dergelijke turbulenties zijn de auteur onbekend, maar dat de Maasbodem hier en daar flink wordt beroerd en opgewoeld door het schroefwater staat welhaast vast.⁵⁶ Het is de vraag of dit de effecten van de harde stroming, die tijdens de hoogwaterperiodes optreedt, evenaart, laat staan overtreft. In geval van de Romeinse brug is het bovendien zo dat de vaargeul grotendeels naast het gebied langs loopt, waar nog daadwerkelijk brugresten aanwezig zijn. Het stenengebied vormt wat dit betreft een uitzondering.

Tijdelijke afmeerplaats van rondvaartboten

Een specifieke vorm van beroepsscheepvaart zijn de rondvaartboten van Rederij Stiphout. Deze hadden tot eind 2000 hun ligplaats direct ten noorden van de Sint Servaasbrug. Daar vindt momenteel echter in het kader van het Maas-oeverplan (herinrichting westelijke Maasoever) ingrijpende vernieuwing plaats van de Maaspromenade. Oplevering wordt verwacht in 2004. Voor de duur van deze werkzaamheden is de afmeerplaats voor de rondvaartboten verplaatst naar een lokatie direct naast de Romeinse brug. De schepen manoeuvreren in dit geval recht boven de 2 tot maximaal 4 m diep gelegen bulten waarin de brugresten liggen opgesloten en deels dagzomen. Tijdens het hoogseizoen gebeurt dit vele malen per dag. Dergelijk manoeuvreren gaat onvermijdelijk gepaard met veel schroefgeweld en elke toeschouwer kan zien dat het opgewoelde water dik van sediment is. Hier is waarschijnlijk wel degelijk sprake van erosie!

Recreatievaart

Afgezien van de tijdelijke situatie van rondvaartboten, die manoeuvreren boven het monument, is het ongebruikelijk dat beroepsvaart boven de archeologische resten vaart. Recreatievaart daarentegen komt wel veel boven de locatie. De invloed hiervan zal echter meestal verwaarloosbaar zijn. Eventuele ankermanoeuvres zouden wel schade kunnen aanrichten.

Ceramiquebrug

Tussen de Sint Servaasbrug en de John F. Kennedybrug is de bouw voorzien van een nieuwe brug, de Hoge Brug of Hoegbrögg, ter hoogte van Plein 1992 en de monding van de Jeker. Het wordt een brug alleen voor voetgangers en

56 Wel is bekend wat een enorme krachten er op de oeverbeschoeiingen worden uitgeoefend door voorbijvarende schepen en de enorme golftop en golfdal die dat veroorzaakt.

fietzers, met volledige overspanning van de rivier. Aangezien hiervoor geen werk in de rivierbedding nodig is, hoeft van de bouw van deze brug geen bedreiging te worden verwacht.

Instroom Jeker

Een kleine 300 m stroomopwaarts van de Romeinse brug stroomt de Jeker in de Maas.⁵⁷ Bij regenval kan de instroom flinke vormen aannemen. Daarbij stroomt ook veel slib (dat van de hellingen rond Maastricht afspoelt) en verontreiniging, onder andere uit België, maar ook door riooloverstort in Maastricht (met menselijke faeces!), de rivier in. Het is lastig hard te maken dat dit een grote bedreiging vormt. De omvang van de instroom, de omvang en aard (verdunding) van de verontreinigingen en de effecten daarvan zijn niet een, twee, drie in te schatten. Echter, de Jeker is feitelijk een van de sterkst verontreinigde zijwateren, die in Nederland op de Maas lozen en dat kan niet zonder betekenis zijn. In het geval van de Wasa, gezonken in 1628 in Stockholm, worden de schadelijke lange termijn effecten van waterlozingen met (menselijke) verontreinigingen op oud hout thans pijnlijk duidelijk.⁵⁸

Inrichting en onderhoud van de Maasoever

Direct ten noorden van de Sint Servaasbrug werkt men nu en in de komende jaren aan het Maasoeverplan met onder andere een ingrijpende vernieuwing van de Maaspromenade. Is het denkbaar dat men ook stroomopwaarts iets wil om bijvoorbeeld uniformiteit te bewerkstelligen? Op dit moment is niet bekend dat er plannen bestaan om ook ten zuiden van de Sint Servaasbrug de Maasoever aan te pakken. Hier bestaat derhalve nu geen dreiging. Indien daartoe in een later stadium alsnog zou worden besloten, dan zou dat zeker gevolgen hebben voor de Romeinse brug. Het is goed hierop alert te zijn. Ook in meer algemene zin moet bij het onderhoud van de rivieroever(s) rekening worden gehouden met de cultuurhistorische waarden. Dit kan een rol zijn voor RWS als beheerder.

Hoogwaterafvoeren

Periodieke hoogwaterafvoeren met hun enorme stroomsnelheden ter plekke zullen ook in de toekomst voorkomen. Het kan niet anders of dit heeft een negatief effect op het behoud van het monument, is het niet op de zeer korte termijn dan toch zeker op iets langere termijn. Rekening houdend met het feit dat delen al sinds de jaren zestig open liggen voor deze erosie, kan worden gezegd dat die 'iets langere termijn' inmiddels wel is aangebroken (voorbeeld: duikverslag MMA19/5/00: balk met datum-points 274-275 is verdwenen tussen 1999 en 2000). Rekening houdend met enkele hiervoor genoemde en hierna nog te noemen factoren, die eerder stromingverhogend dan temperend zullen werken, dient geconcludeerd te worden, dat hier echt een reële bedreiging ligt.

Betonning en wijze van verankering

De soms verwoestende werking van de huidige wijze van verankeren is hierboven beschreven. Kettingen en ankers mogen niet in het gebied liggen, opslepen van anker met ketting door het gebied is uit den boze. Indien geen andere verankeringswijze wordt toegepast, zal hierdoor steeds opnieuw schade worden toegebracht. Het eenvoudigst is inzet van véél zwaardere ankers en

⁵⁷ *Tot de demping van het kanaal Maastricht-Luik loosde de Jeker bij kilometerraai 13.000, direct bovenstrooms van de Romeinse brug.*
⁵⁸ Sandström et al. 2002, 893-97. Zie ook Hendriks 2002.

zorgvuldige plaatsing buiten het monument. Het is sterk aan te raden over te gaan op het gebruik van klipankers en niet langer met stokankers te werken (en zeker niet met een blok beton).

5.3.3 *Stroomafwaarts*

Project Grensmaas

Het project Grensmaas heeft betrekking op het niet gekanaliseerde stukje Maas tussen Borgharen, vlak ten noorden van Maastricht, en Maaseik en evenwijdig aan het Julianakanaal. Over de Grensmaas vindt geen scheepvaart plaats; die gaat bij Borgharen verder over het Julianakanaal. Toch wil men hier verbreden. Het project is begonnen met het idee 'grind voor groen'. Dit wil zeggen dat men hier grind wilde winnen en daar natuurontwikkeling voor in de plaats wilde stellen. Na de bedreigende hoogwaters van 1993 en 1995 is daar als doelstelling 'veiligheid' bijgekomen. Men wil nu ook verbreden om bij hoge afvoeren een grotere capaciteit te hebben en daardoor betere afwatering te bewerkstelligen. Het is te verwachten dat hierdoor een soort zuigende werking kan ontstaan, waardoor stroomopwaarts hogere stroomsnelheden worden veroorzaakt. Wat het effect zal zijn op de Romeinse brug is moeilijk te voorspellen. In ieder geval is niet nu al hard te maken, dat dit direct en onmiddellijk tot verval van het monument zal leiden.

5.3.4 *Algemeen*

Klimaatswijziging

Denken aan de mogelijke gevolgen van een eventuele klimaatswijziging is in enige mate speculatief. Toch, wat zou het betekenen indien echt door een klimaatverandering bijvoorbeeld meer neerslag zou vallen? RWS rekent serieus met modellen waarbij de neerslag met 20 % toeneemt over een periode van ca. vijftig jaar.⁵⁹ Het is duidelijk dat dan meer en langere hoogwaterperiodes met hogere stroomsnelheden verwacht mogen worden. Het zou het behoud van de Romeinse brug niet ten goede komen.

Kwaliteit van de wateren (biologisch, chemisch en thermisch)

Het is een punt dat de aandacht heeft van RWS. Waarschijnlijk wordt het water schoner met minder chemicaliën. Maar nieuwe of andere vervuiling, die archeologische resten en artefacten kan aantasten, is nooit uit te sluiten. Het gebruik van de Maas als koelwater zal niet snel afnemen.

5.4 **Bedreigingen, samenvatting en conclusie**

De werkzaamheden in de jaren zestig hebben grote directe schade aangericht, maar ook indirecte schade, doordat de beschermende sedimenten toen deels zijn verwijderd. De waarschijnlijk grootste eroderende factor sindsdien is de periodiek optredende harde stroming tijdens hoogwaterperiodes. Die heeft inmiddels vier decennia lang op de vrijliggende delen kunnen inwerken.

Ofschoon het monument zeker nog niet massaal wegspoelt, kan niet worden gesteld, dat geen enkele schade optreedt, of is opgetreden. Alleen al de effecten van de lokale betonning als gevolg van de stroming zijn zeer duidelijk aanwijsbaar. Het probleem met de ankers en kettingen is eenvoudig op te lossen, maar

⁵⁹ Binnen het kader van het project *Integrale Verkenning van de Maas (IVM)*.

het probleem van de hoogwaters verdwijnt niet. Eerder zijn er in de toekomst factoren voorzien die dit probleem nog gaan vergroten: vaker, langduriger en heftiger als gevolg van klimaatveranderingen met meer regen; sluizen en een waterkrachtcentrale stroomopwaarts, die grote(re) pieken in de aanvoer veroorzaken; een aanzuigende werking als mogelijk gevolg van de verbreding van de Grensmaas; scheepvaart die eveneens pieken in waterbeweging veroorzaakt. Het is niet eenvoudig hard te maken in precies welke mate deze processen bijdragen aan de achteruitgang en duidelijke verstoorde zaken zijn wat dat betreft lastig aan te wijzen. Evenmin zijn bouwactiviteiten voorzien, die directe verstoring veroorzaken, noch is in letterlijke zin eenduidig een vervuiler aanwijsbaar.

Het is echter niet vol te houden, dat het monument er volkomen veilig bij ligt. Met name dus de eroderende kracht van hard stromend water – met zand én kiezels én drijfvuil – is een bedreiging, in enige mate met inbegrip van opwoeling van de bodem door passerende scheepvaart. De sluipende effecten van verontreiniging in het water kunnen evenmin worden weggecijferd en uiteraard hebben de normale biologische degradatieprocessen gedurende vele eeuwen kunnen inwerken: het hout is hier en daar gewoon verrot. Er is alle reden om na te denken hoe dit monument te beschermen, of anderszins de informatie veilig te stellen. Wat zijn de opties?

6 Opties voor verdere voortgang en een advies

Het is duidelijk: er ligt hier op de bodem van de Maas een groot monument, resten van een Romeinse brug, met meer bouwfases, of zelfs opeenvolgende complete bruggen. Dit monument is onbetwistbaar van lokaal, nationaal en zelfs belang. Het is niet vol te houden dat het daar op dit moment in deze toestand veilig ligt. Er zijn diverse eroderende factoren benoemd, waarbij tevens duidelijk is geworden dat die niet zullen verdwijnen. Integendeel, de processen zullen eerder in de toekomst nog worden versterkt. Een duidelijke verstoorder, iemand aan wie eenduidig de verantwoordelijkheid voor de verstoring is toe te schrijven, is niet aanwijsbaar. Van het totale gebied is nu ruim 1 500 m² in kaart gebracht, maar minstens zo'n groot gebied, waarvan uit diverse losse en ook eerdere waarnemingen zeker is dat daar ook resten liggen en dagzomen, is nog niet systematisch bekeken. Dat houdt het gevaar in, dat afwijkingen van het nu bestaande beeld zeer wel mogelijk zijn. De kans bestaat, dat meer naar de westelijke oever toe wel degelijk een deel van het monument op korte termijn dreigt weg te spoelen. Een beheersbeslissing is nodig en niets doen is geen goede optie!

6.1 Voortgang mogelijke beheerskeuzes

6.1.1 Bescherming *in situ*

Het archeologisch rijksbeleid is erop gericht waar mogelijk archeologische monumenten *in situ* te bewaren. Door belangrijke vindplaatsen te consolideren en te beschermen wordt gewaarborgd, dat komende generaties ook nog over een waardevol bodemarchief kunnen beschikken. Een bijkomend argument is dat zo de beschikbare (schaarse) middelen kunnen worden ingezet op plaatsen, waar bescherming *in situ* onmogelijk is. Een ander bijkomend voordeel is dat met toekomstige technieken betere resultaten haalbaar zullen zijn.

In dit geval moeten de mogelijkheden tot bescherming, juridisch en fysiek, in ieder geval worden onderzocht. Inhoudelijk zijn geen aanvullende waarnemingen nodig om tot een beschermingsbesluit te komen. Praktisch zijn aanvullende waarnemingen wel degelijk gewenst. Enerzijds zijn de grenzen van het enorme te beschermen oppervlak nog niet overal vastgesteld. Er is immers pas 1 500 m² gekarteerd, terwijl het totale areaal wordt geschat op het dubbele. Anderzijds om te kunnen kiezen voor een manier van (fysiek) beschermen, die nergens in het gebied met zijn uit de grond stekende constructiedelen juist extra beschadiging toebrengt.

Een besluit tot bescherming *in situ* moet namelijk noodzakelijk gepaard gaan met het fysiek afsluiten en toedekken van de vindplaats. Die afdekking zal over een oppervlak van ca. 3 000 m² moeten worden aangebracht en de bovenste laag zal zeer zwaar moeten zijn van kwaliteit en gewicht. Men kan denken aan betonnen funderingsmatten, zoals die zijn gebruikt voor de Oosterscheldkering, maar dan zijn vooraf enige reddende ingrepen op ver uit de bodem stekende resten nodig. De waterdiepte zal door eventuele maatregelen ca. 0,5-1 m afnemen en de capaciteit voor de waterafvoer navenant. De beheerder van het vaarwater zal over deze twee punten een duidelijke mening hebben. De kosten moeten hoog worden ingeschat. De 'belevingswaarde', die in Maastricht zeer hoog is – wat onder andere blijkt uit de activiteiten van de Stichting Romeinse Brug – zal afnemen. Wat zijn de alternatieven?

6.1.2 Opgraving en ontmanteling

Indien niet kan worden gekozen voor volledige bescherming en consolidatie, is het overblijvende alternatief de informatie veilig te stellen door onderzoek. Opgraving van het hele terrein heeft grote consequenties en het is de vraag of het noodzakelijk is. Er zijn verschillende opties voor schaal en werkwijze. Hieronder wordt een viertal mogelijke hoofdrichtingen benoemd. Voor elk van deze hoofdrichtingen zijn verschillende varianten denkbaar, die echter niet alle worden uitgewerkt. Het is onmogelijk en zinloos hier volledig en uitputtend te zijn.

(1) Grootschalige, volledige opgraving van het hele gebied; niets beschermen

In deze optie kiest men er nu onmiddellijk voor in één lange campagne het hele gebied volledig (dat wil zeggen tot en met de onderste fundering) op te graven. Men kiest zelfs niet deels voor bescherming *in situ*. Het motief zo ver te gaan zou eerder waterstaatkundig zijn (vergroting van de afvoercapaciteit) dan inhoudelijk. In zekere zin is dan een verstoorde aanwijsbaar.

Voordelen:

- maximale vergroting afvoercapaciteit;
- maximale vergroting kennis;
- geen kosten voor bescherming;
- minimale doorlooptijd.

Nadelen:

- zeer kostbaar;
- zeer arbeidsintensief;
- maximale mobilisatie van mensen en middelen nodig;
- geen erfgoed *in situ* bewaard voor nageslacht;
- waarschijnlijk afnemende meeropbrengst van kennis.

Opties werkwijze:

- *Droog* (kofferdam). Het betreft een oppervlak van ca. 75 x 40 m direct aansluitend op de linkeroever, plus ca. 15 x 35 op de rand van de vaargeul (in het verlengde van de pier). Om dit in één lange campagne (lees: in zo kort mogelijke tijd) te kunnen afwerken kan alleen maar gedacht worden aan 'droog' werken binnen een kofferdam (of twee kofferdammen: een aparte voor het stenengebied). Dat brengt problemen met zich mee. Een kofferdam op deze plek (met een harde ondergrond) is lastig waterdicht te krijgen en zal van zware kwaliteit moeten zijn. Het vormt een obstakel, maar dat ligt slechts tot (en met) de rand van de vaargeul. Beroepsscheepvaart hoeft er geen grote hinder van te ondervinden. De enorme inzet van mensen en materieel is nodig om het werk in één laagwaterseizoen geklaard te krijgen. Immers, een grote kofferdam heeft ingrijpende invloed op de afvoercapaciteit.
- *Nat* (duikend, eventueel binnen een kofferdam). Indien men dit project binnen één jaar wil afronden, is het geen reële optie dit duikend te doen. Naarmate de gewenste nauwkeurigheid groter is, neemt de benodigde tijd onder water met het slechte zicht exponentieel toe.

(2) Grootschalige, volledige opgraving van een deel van het gebied; rest beschermen en afdekken

In deze optie kiest men er nu onmiddellijk voor in één lange campagne een (belangrijk) deel van het gebied volledig (dat wil zeggen tot en met de onderste fundering) op te graven. De omvang van het op te graven gebied is nog nader

precies te definiëren. Er zijn varianten denkbaar, maar het betreft in totaal ongeveer het gebied dat nu is verkend en gekarteerd, het stenengebied inclusief. Dat lijkt immers momenteel het meest bedreigd (met het voorbehoud dat het naar de oever gelegen deelgebied nog niet is verkend/gekarteerd). Een gebied van naar inschatting ca. 40 x 60 m, aansluitend op de linkeroever, moet daarna worden afgedekt met een zware beschermingslaag. In deze variant doet men recht aan zowel het waterstaatkundige belang (netto zelfs vergroting van afvoercapaciteit) als aan het belang van de archeologische monumentenzorg (behoud van erfgoed, behoud van kennis).

Voordelen:

- minder kosten/tijd in vergelijking met een volledige opgraving;
- kennis veiliggesteld;
- erfgoed *in situ* voor nageslacht bewaard (waarschijnlijk representatief, maar niet verkend);
- te beschermen terrein gehalveerd;
- geen aantasting van huidige afvoercapaciteit, zelfs verbetering is mogelijk;
- niet het probleem van afnemende meeropbrengst van kennis;
- minste doorlooptijd;

Nadelen:

- nog steeds kostbaar;
- nog steeds arbeidsintensief;
- nog steeds grote mobilisatie van mensen en middelen nodig;
- bijkomende kosten voor zware kwaliteit bescherming.

Opties werkwijze:

- *Droog* (kofferdam). Het betreft een oppervlak van ca. 20 x 40 m, te weten de derde bult vanaf de linkeroever (multi-beam 1998), plus ca. 15 x 35 m op de rand van de vaargeul. Om dit in één lange campagne (lees: in zo kort mogelijke tijd) te kunnen afwerken moet in de eerste plaats gedacht worden aan 'droog' werken binnen een kofferdam. De overwegingen en bezwaren zijn vergelijkbaar met de situatie onder (1).
- *Nat* (duikend, eventueel binnen een kofferdam). Overweging als onder(1). In twee lange campagnes gedurende twee jaar (of meer) komen er wel mogelijkheden binnen het bereik.

(3) Gefaseerde, volledige opgraving van een deel van het gebied; rest (later) beschermen en afdekken

In deze optie kiest men ervoor een (belangrijk) deel van het gebied volledig (dat wil zeggen tot en met de onderste fundering) op te graven met dezelfde keuzes en doelen als onder (2), maar met als belangrijk(st) verschil dat het project wordt opgeknapt in delen en uitgevoerd in de loop van twee of meer jaren.

Voordelen:

- als onder (2), doch langere doorlooptijd; bovendien
- spreiding van kosten;
- kan minder arbeidsintensief worden georganiseerd;
- kan met minder grote mobilisatie van mensen en middelen worden uitgevoerd.

Nadelen:

- nog steeds kostbaar;
- bij gelijke doelen en strategie aan het eind van de rit waarschijnlijk duurder dan (2);

- telkens opnieuw mensen en middelen mobiliseren;
- bijkomende kosten voor zware kwaliteit bescherming.

Opties werkwijze:

- *Droog* (kofferdam, caisson). Het betreft een oppervlak van ca. 20 x 40 m plus ca. 15 x 35 m, hetzelfde als bij optie(2). Men kan nu wat flexibeler zijn in de keuze van technieken. Een bijkomend nadeel van het gebruik van kofferdammen, is dat het lastig kan zijn een veilige grens af te bakenen. Met andere woorden, mogelijk brengt men bij het inbrengen van de damwandprofielen schade toe aan (dieper gelegen delen van) het monument. Voor deelgebieden kan het gebruik van een overdruk caisson of duikerklok worden overwogen met als een nadeel, dat men daarbij onder dezelfde ARBO-regels valt als beroepsduikers (speciale opleiding, extra veiligheidsprocedures).
- *Nat* (duikend, eventueel binnen een kofferdam). Zeker indien gewerkt kan worden in kleinere gebieden en met wat meer tijd is het een reële optie delen (of zelfs het geheel) met duikers te doen. Indien men dat doet binnen een kofferdam is er de mogelijkheid maatregelen te treffen voor verbetering van het zicht. Anderzijds komt hier dan weer het nadeel in beeld, dat (dieper gelegen) delen van het monument kunnen worden beschadigd.

(4) Gefaseerd doorgaan met verkennen/karteren, eventueel in deelopgravingen veilig stellen van bedreigde constructies waar beschermen niet kan, (later) beschermen en afdekken waar mogelijk

In deze optie kiest men ervoor de verkenning en kartering voor het volledige gebied te voltooien, hetzij gedetailleerd (volgens de in 1999 en 2000 nagestreefde kwaliteit van maximaal enkele decimeters afwijking over het hele gebied en niet cumulatief), of eventueel minder nauwkeurig. Op basis van bereikte inzichten kan men weloverwogen kiezen bedreigde constructies deels of volledig op te graven. Men kan dit gefaseerd uitvoeren, of ervoor kiezen één of twee lange campagnes te organiseren. Zelfs kan men alsnog overgaan op variant (2) of (3), maar dan zeer weloverwogen en gebaseerd op precieze kennis van het hele terrein. In elke variant moet tenslotte het volledige resterende gebied worden afgedekt met een zware beschermingslaag. Dat gebied moet minimaal 40 x 60 m zijn, aansluitend op de linkeroever, en de twee westelijke ‘bulten’ bevatten, die op de multi-beam (1998) zichtbaar zijn.

In de onderstaande opsomming van voor- en nadelen wordt ervan uitgegaan, dat gefaseerd en in korte acties wordt verkend/gekarteerd en dat alleen de meest bedreigde gebieden met hoge informatiewaarden worden veiliggesteld door opgraving. In eerste instantie komen in aanmerking de 1e-eeuwse balkenconstructie in zuid, de 1e-eeuwse constructies op de rand van het talud oost, het 2e-eeuwse balkenframe tot het niveau van de funderingspalen en de balkenvloer, waarschijnlijk een houten pijlermuur, horend bij het 4e-eeuwse palengebied. Het stenengebied vereist een aparte afweging, onder andere door de ligging aan de rand van of zelfs in de vaar/stroomgeul. Sleutelbegrippen voor genoemde keuzes zijn: bedreiging, (on)mogelijkheid tot fysieke bescherming, hoge informatiewaarde en zeldzaamheid in vergelijking met Romeinse brugresten elders in Europa. Waar enigszins mogelijk moet daarna worden afgedekt (tenminste 40 x 60 m aansluitend aan de linkeroever).

Voordelen:

- flexibiliteit;
- grote spreiding van kosten;
- geen enorme mobilisatie van mensen en middelen vereist;
- maximale mogelijkheid tot bijstelling;

- belangrijke vergroting van kennis bij optimale kosten-baten verhouding;
- optimaal moment te kiezen voor consolidatie;
- hoge belevingswaarde in Maastricht;
- erfgoed *in situ* voor nageslacht bewaard (inhoud verkend, ‘bekend’ en representatief);
- netto minimale gevolgen voor afvoercapaciteit of lichte verbetering.

Nadelen:

- totale kosten op voorhand niet precies in te schatten (wel in diverse scenario’s aan te geven);
- telkens opnieuw mobiliseren van mensen en middelen;
- lange doorlooptijd eer het einddoel is bereikt (4-8 jaar in tweeweekse campagnes, afhankelijk van de keuzes en de middelen);
- bijkomende kosten voor zware kwaliteit bescherming.

Opties werkwijze:

- *Droog* (kofferdam, caisson). De inzet van een kofferdam is in optie (4) niet aantrekkelijk. Juist kan men de nadelen daarvan omzeilen. Inzet van een (overduk)caisson kan in sommige gevallen worden overwogen.
- *Nat* (duiken, zonder kofferdam). Gewoon duiken, zonder kofferdam, is in optie (4) de meest aantrekkelijke methode. Wel zijn steeds expliciet maatregelen nodig om de duiker te beschermen tegen scheepvaart. Voordelen zijn: maximale flexibiliteit bij een zo goedkoop mogelijke logistiek, waardoor relatief lage kosten.

6.2 Advies

Het monument is van uitzonderlijk belang (hoofdstuk 4). De bedreiging is groot en niets doen is geen goede optie (hoofdstuk 5). Nu onmiddellijk besluiten het volledige gebied te beschermen met de benodigde zware kwaliteit afdekking (zie paragraaf 6.1.1) heeft enkele bezwaren:

- De precieze grenzen waar afdekking nodig is en nut heeft zijn deels nog onbekend, wat kan leiden tot onnodig hoge kosten, of anderzijds tot het niet afdekken, waar dat wel noodzakelijk zou zijn.
- Van de wel bekende gebieden is duidelijk dat direct een zware afdekking aanbrengen zonder voorafgaande maatregelen leidt tot schade aan het monument. Het is nodig eerst de ver uit de bodem stekende delen te bergen en daarna de gebieden met enkele decimeters uit de bodem stekende delen uit te vlakken. De bodem komt dan over het hele gebied tenminste 0,5 m hoger te liggen (rekenend op inzet van genoemde, relatief dunne betonnen funderingsmatten).
- Het hele monument zoals het er nu bijligt volledig afsluiten zonder voorafgaand duik- en bergingswerk en toch zonder al te veel schade aan te brengen vraagt om opbrengen van veel grond voordat de benodigde zware kwaliteit afdekking kan worden aangebracht. De bodem komt dan ten minste 1 m hoger te liggen met alle gevolgen van dien voor bodemdiepte (scheepvaart dicht langs stenengebied) en afvoercapaciteit.

Volledige opgraving, als beschreven mogelijkheid(1), is niet nodig om het monument veilig te stellen en gezien de nadelen af te raden. De opties(2), (3) en (4) verdienen overweging. Gezien de ingrijpende gevolgen van de keuzes (2) en (3) wordt hier geadviseerd eerst het pad van optie (4) te bewandelen. Immers, ofschoon niets doen geen goede optie is, is er evenmin reden direct te besluiten tot verreгаande maatregelen. De bevindingen tot nu toe wijzen niet uit dat het monument binnen enkele jaren geheel zal wegspoelen. Nu, terwijl er (nog) geen grote tijdsdruk ligt, in korte duikcampagnes ook de rest van de aan

het bodemoppervlak zichtbare overblijfselen te karteren, heeft vergeleken met alle andere opties veel voordelen. Daarna kunnen concreter aanbevelingen worden gedaan welke palen en stenen individueel of als gebied dusdanig bedreigd zijn, dat besloten moet worden tot opgraving of fysieke bescherming. Door wie het duikwerk moet worden uitgevoerd, het ROB/NISA-duikteam, een speciaal op te richten projectorganisatie of een marktpartij, is van later zorg.

Wel moet direct aan Rijkswaterstaat worden gevraagd zich te verbinden de betonning voor de scheepvaart zo te organiseren, dat ankers en ankerkettingen nooit meer in het vondstgebied terecht kunnen komen. Bereidwillig als de medewerkers van RWS tijdens de duikcampagne steeds waren, hebben ze al tijdens het duiken de betonning anders gelegd. Het is echter belangrijk dat tot officieel beleid te maken. Inmiddels liggen de tonnen met hun ankers en kettingen allang weer dwars door het kwetsbare gebied, mede ingegeven door de noodzaak voor rondvaartboten te moeten kunnen manoeuvreren juist op de plek waar de tonnen beter zouden liggen.

Literatuur

ANWB/VVV Watersport Almanak 2, Vaargegevens

Besselaar, J. van den, 1998: *Verslag verkenning Maastricht, rivier de Maas, 1998* (intern LWAOW-verslag).

Bogaers, J.E., 1963: Archeologisch nieuws: Maastricht, *Bulletin en Nieuwsbulletin Koninklijke Nederlandse Oudheidkundige Bond* 16, 161-4 en 182-4.

Bogaers, J.E., 1964: Archeologisch nieuws: Maastricht, *Bulletin en Nieuwsbulletin Koninklijke Nederlandse Oudheidkundige Bond* 17, 102-4.

Bogaers, J.E., 1965: Archeologisch nieuws: Maastricht, *Bulletin en Nieuwsbulletin van de Koninklijke Nederlandse Oudheidkundige Bond*, 18, 44

Brandon, C., 1996: Cements, concrete, and settling barges at Sebastos: comparisons with other Roman harbor examples and the descriptions of Vitruvius, in: A. Raban & K.G. Holum, *Caesarea Maritima: a retrospective after two millennia*, Leiden, etc., 26-40.

Dorenbos, G., 1965: Oudheidkundige vondsten in de rivier de Maas te Maastricht, *OTAR, Orgaan van de vereniging van waterstaatkundige ambtenaren van de Rijkswaterstaat* 50, nummer 4.

Es, W.A. van, 1981: *De Romeinen in Nederland*, Bussum.

Goossens, W., 1923: Het Romeinse castellum te Maastricht, *Oudheidkundige Mededelingen uit het Rijksmuseum van Oudheden te Leiden* 4, 45-54.

Goudswaard, B., 1993: Verslag verkenning Maastricht. Maasvondsten, *Archeologie in Limburg* 56 (juli).

Goudswaard, B., R.A.C. Kroes & H.S.M. van der Beek 2001: The late Roman bridge at Cuijk, *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 44, 439-560.

Green, J., & A. Duncan 1999: Technical communication: report on the 1998 evaluation trials of the High Precision Acoustic Surveying System (HPASS), *International Journal of Nautical Archaeology*, 28.1, 85-93.

Hendriks, E., 2002: Een vlaggenschip op zwavelzuur, *Volkskrant*, zaterdag 23 februari 2002, 3w.

Hendrix, W.P.A.M., 1999: Opmetingen van de resten van de Romeinse brug te Maastricht in 1998 (interne rapportage van Rijkswaterstaat Directie Limburg, april 1999).

Hendrix, W., T. Panhuysen & A. Vos 2000: Duiken 1999: het onderzoeksproject van de Gemeente-NISA-RWS, *Nieuwsbrief Archeologisch centrum de Wiebengahal* 2 (mei), 20-2.

Hidde, M.W. van der, 1964: *Rapport onderwater onderzoek in de Maas te Maastricht over de periode van 3 december 1963 - 31 januari 1964*, Hoogvliet.

Hidde, M.W. van der, 1965: *Rapport van het onderwater onderzoek in de Maas te Maastricht; aanvang 30 november 1964*, Hoogvliet.

- Hollstein, E., 1980: *Mitteleuropäische Eichenchronologie: Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte*, Mainz (Trierer Grabungen und Forschungen, 11).
- Holwerda, J.H., & W.C. Braat 1946: *De Holdeurn bij Berg en Dal: centrum van pannenbakkerij en aardewerkindustrie in den Romeinschen tijd*, Leiden.
- Kroes, R., 1990: Woodwork in the foundations of stone-built Roman bridges, in: *Bulletin Antieke Beschaving: annual papers on Classical Archaeology* 65, 97-105.
- Mioulet, J., & C. Barten 1994: *De Romeinse brug tussen Cuijk en Middelaar: van ontdekking tot reconstructie*, Utrecht.
- Nieuwsbrief Archeologisch Centrum de Wiebengahal* nr. 2 (mei 2000).
- N.N., 1999: *Romeinse brug Maastricht: duikactiviteiten 7 mei 1999* (interne rapportage van Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, 10 mei 1999).
- Panhuysen, T.A.S.M., 1996: *Romeins Maastricht en zijn beelden*, Maastricht.
- Panhuysen, T.A.S.M., 2001: Mosae Traiectum / Maastricht: eine grabtypologische und ikonographische Fundgrube, in: T.A.S.M. Panhuysen (Hrsg.), *Die Maastrichter Akten des 5. Internationalen Kolloquiums über das provinzialrömische Kunstschaffen*, Maastricht, 17-29.
- Poorter, A. de, & P.-J. Claeys 1989: *Les sigles sur matériaux de construction Romains en terre cuite en Belgique*, Leuven (Acta Archaeologica Lovaniensia monographiae, I).
- Rietzschel, E.A., z.j. (a): *Rapport betreffende archeologische werkzaamheden in de Maas bij Maastricht ten behoeve van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* (SOWO), z.p.
- Rietzschel, E.A., z.j. (b): *Rapport archeologisch onderzoek in de Maas te Maastricht ten behoeve van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, deel II: oriëntatie voor verder onderzoek* (SOWO), z.p.
- Rietzschel, E.A., & O. Klooster z.j. (a): *Rapport archeologisch onderzoek in de Maas te Maastricht ten behoeve van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, deel III: advies voor verder onderzoek* (SOWO), z.p.
- Rietzschel, E.A., & O. Klooster z.j. (b), *Rapport archeologisch onderzoek in de Maas te Maastricht ten behoeve van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, deel IV: inmeetprocedure* (SOWO), z.p.
- Sandström, M., et al. 2002: Deterioration of the seventeenth-century warship Vasa by internal formation of sulphuric acid, *Nature* 415, 893-7.
- Timmers, J.J.M. 1964, Traiectum Romanum, *De Maasgouw* 83, 33-42.
- Vos, A.D., 2002: *Resten van Romeinse bruggen te Maastricht in de Maas*, Lelystad (verkenningrapport).
- Welie, G., 1966: *Romeinse brugfunderingen*, Nijmegen (doctoraalscriptie).

Bijlage 1 Getallen en medewerkers van seizoen 1999

Negen veldwerkdagen inclusief opstarten en afbreken: dinsdag 25 mei - vrijdag 28 mei en maandag 31 mei - vrijdag 4 juni.

150 uur en 25 minuten onder water gewerkt met in totaal 10 duikers/66 mandagen à 12 uur (=792 uur veldwerk, excl. reizen).

Naar schatting 800 uur voor- en nawerk (vooroverleg, planning, apparatuur onderhouden - ontwikkelen -aanpassen (oriëntatiegrid, statief), uitwerken meetgegevens, uitwerken overzichtsplattegrond, verwerking en montage videomateriaal, verslag, naoverleg).

Duikers

kernteam NISA/ROB

Peter Leensen
Martijn Manders
Roel Mulkens
Hans Schraal
Arent Vos (deelprojectleider)
Léon Vroom

gastduikers

Thijs Maarleveld (NISA/ROB)
Roeland Hilgers (NISA/ROB)
Toine de Waard (duiker bij RWS)
Berry Leenders (duiker bij RWS)

Vaartuigen (RWS, Directie Limburg)

ms Limburg

Theo de Meijer (RWS, vaste bemanning; na dag 2 uitgevallen)
Wim Bakker (RWS, vaste bemanning)
John Franssen (RWS, opstapper)
Michel Fouraschen (RWS, opstapper)
Piet Tijsen (RWS, opstapper)

ms Maastricht

Piet Tijsen (RWS, vaste bemanning)
Jozef Pluis (RWS, vaste bemanning)

wrakkenbak en naamloze ponton

motorboot van het duikteam

Sluis Bosscherveld (RWS, Directie Limburg, Dienstkring Maastricht-Maas; ligplaats van de vaartuigen en dagelijkse uitvalsbasis voor het veldwerk)

Leo Aarts (RWS, rayonopzichter)
John Franssen (RWS, nautisch opzichter)
Medewerkers Spronkmans, Wijnen, en bemanningen van ms Limburg en ms Maastricht

Overige betrokkenen

direct betrokkenen

Titus Panhuysen (Gemeentearcheoloog van Maastricht, projectleider)
Wim Hendrix (RWS, Directie Limburg, deelprojectleider)
Hans Eman (RWS, Directie Limburg, Hoofd Dienstkring Maastricht-Maas)

landmeters gemeente Maastricht

Paul Mullens
Jan Boyens
Jan Masotte
Jos Cremers (gegevensverwerking)

Bezoekers en pers

Vele belangstellenden, waaronder Theo Starmans (Landelijke Werkgroep Archeologie Onder Water), Ron Hulst (medewerker gemeentelijk archeologische dienst Maastricht), Richard Kroes (kenner van Romeinse bruggenbouw), Hans Brinkhof (Stichting Romeinse brug), Eric Wetzels (Stichting Romeinse Brug), Paul Vroomen (Stichting Romeinse Brug).

Bijlage 2 Getallen en medewerkers van seizoen 2000

Tien veldwerkdagen inclusief opstarten en afbreken: maandag 15 mei - vrijdag 19 mei en maandag 22 mei - vrijdag 26 mei.

248 uur en 45 minuten onder water gewerkt met in totaal 12 duikers/97 mandagen à 12 uur (=1164 uur veldwerk, excl. reizen).

Naar schatting 1400 uur voor- en nawerk (vooroverleg, planning, apparatuur onderhoud - ontwikkelen - aanpassen (oriëntatiegrid, statief, statieven voor 6 transponders), uitwerken meetgegevens, uitwerken overzichtsplattegrond, verwerken/opnemen HPASS-data, verwerking en montage videomateriaal, verslag, naoverleg).

P.M. uitwerkingstijd door operator HPASS (tijdsduur onbekend)

Duikers

kernteam NISA/ROB (afb. 28)

Peter Leensen

Martijn Manders

Roel Mulkens

Hans Schraal

Arent Vos (deelprojectleider)

Léon Vroom

+ toegevoegd:

Evelyne van Gent (stagiaire)

Alice Overmeer (stagiaire)

Corioli Souter (operator HPASS)

gastduikers

Thijs Maarleveld (NISA/ROB)

Roeland Hilgers (NISA/ROB)

Toine de Waard (duiker bij RWS)



Afb. 28 Het duikteam in 2000.
Van links naar rechts: Corioli Souter, Titus Panhuysen, Roel Mulkens, Léon Vroom, Peter Leensen, Hans Schraal, Arent Vos, Evelyne van Gent, Alice Overmeer en Martijn Manders.

Vaartuigen (RWS, Directie Limburg):

ms Limburg

Theo de Meijer (RWS, vaste bemanning)
Wim Bakker (RWS, vaste bemanning)
Jozef Pluis (RWS, opstapper)
Floor de Leeuw (RWS, opstapper)
Jan Tekstra (landmeter RWS, positionering wrakkenbak)

ms Maastricht

Piet Tijsen (RWS, vaste bemanning)
Jozef Pluis (RWS, vaste bemanning)

wrakkenbak en naamloze ponton

motorboot van het duikteam

Sluis Bosscherveld (RWS, Directie Limburg, Dienstkring Maastricht-Maas;
ligplaats van de vaartuigen en dagelijkse uitvalsbasis voor het veldwerk)

Marco Froyen (RWS, rayonopzichter, opvolger van Leo Aarts; tijdens het veldwerk met verlof)
John Franssen (RWS, nautisch opzichter; bij afwezigheid van M.Froyen waarnemer/contactpersoon)
Medewerkers Spronkmans, Wijnen, en bemanningen van ms Limburg en ms Maastricht

Overige betrokkenen

direct betrokkenen

Titus Panhuysen (Gemeentearcheoloog van Maastricht, projectleider)
Wim Hendrix (RWS, Directie Limburg, deelprojectleider)
Hans Eman (RWS, Directie Limburg, Hoofd Dienstkring Maastricht-Maas)
Huib Ruber (RWS, Directie Limburg, beoogde opvolger van Hans Eman)

landmeters gemeente Maastricht

Jan Boyens
René Minnaerts
Jos Cremers (gegevensverwerking)

Berging van grote steen met inscriptie

Firma Conetra B.V. te Wessem
Mark van der Loo (uitvoerder)

Bezoekers en pers

Vele belangstellenden, waaronder Vie van Steenberg (communicatie-medewerker NISA/ROB), Ron Hulst (medewerker gemeentelijk archeologische dienst Maastricht), Richard Kroes (kenner van Romeinse bruggenbouw), Hans Brinkhof (Stichting Romeinse brug), Eric Wetzels (Stichting Romeinse Brug), Paul Vroomen (Stichting Romeinse Brug).

Wiebengahal (tentoonstelling OVER.BRUGGEN)

Marjorie de Groot

Beatrice de Fraiture (PR-medewerker)

Paul Tieman (vormgeving tentoonstelling)

Bijlage 3 Vondstenlijsten

Vondstenlijst 1999

801	metaal (koper)	25 mei	schaaltje?	MMA
802	metaal (brons)	25 mei	kram	MMA
803	aardewerk	26 mei	wit aardewerk	MMA
804	plastic!!	26 mei	rand (van bord?), rood, versierd	MMA
805	aardewerk	26 mei	wit aardewerk, bodem + merk	HSC
806	aardewerk	27 mei	rood aardewerk, groffe magering	MMA
807	aardewerk	27 mei	wit aardewerk, bodemdeel	MMA
808	cement?	27 mei	plak cement/kalkmortel	MMA
809	bot	27 mei	bot	RMU
810	cement?	27 mei	plak cement/kalkmortel (in 3 stukken)	AVO
811	cement?	27 mei	plak cement/kalkmortel	AVO
812	hout	28 mei	vulhoutje, eik	MMA
813	hout	28 mei	vulhoutje, eik	MMA
814	hout	28 mei	stukje sierlijst	MMA
815	metaal (ijzer)	2 juni	paalschoen	AVO
816	metaal (brons)	2 juni	sleutel	MMA
817	metaal (ijzer?)	2 juni	bout	Berry
818	metaal (ijzer?)	2 juni	bout	MMA
819	metaal (ijzer?)	2 juni	bout	MMA
820	bot	2 juni	werveltje	MMA
821	bot	2 juni	deel wervel	MMA
822	bot	2 juni	bot	MMA
823	metaal (ijzer)	2 juni	spijker	MMA
824	metaal (ijzer)	2 juni	spijker	MMA
825	metaal (ijzer?)	2 juni	naald?	MMA
826	baksteen	2 juni	stuk rode tegel	MMA
827	metaal (ijzer)	3 juni	nagel/spijker	MMA
828	baksteen	3 juni	bouwsteen	MMA
829	steen	3 juni	natuurbouwsteen	MMA
830	metaal (ijzer)	3 juni	breekijzer/koevoet	PLE
831	metaal (ijzer)	3 juni	breekijzer/koevoet	PLE
832	metaal (ijzer)	4 juni	paalschoen	HSC
833	hout	4 juni	houten spie met gleuf	MMA
834	hout	2 juni	houten vulklos uit sponning	AVO

Vondstenlijst 2000

901	metaal	16 mei	metalen pen/spijkers/nagel	MMA
902	metaal	17 mei	kram of anker als verbindingstuk van stenen	AVO
903	hout	18 mei	houten pen	MMA
904	bot	18 mei	rugwervel van een rund (?)	MMA
905	metaal	18 mei	kleine spijker	MMA
906	bot	18 mei	stukje wervel van een rund (?)	MMA
907	aardewerk	18 mei	(Romeinse) dakpan met nummers LCS, LGS?	AVO
908	steen	18 mei	mortel/cementen brok	AVO
909	ijzer	19 mei	spijkertje	MMA
910	ijzer	19 mei	stukje van kram?	HSC
911	ijzer	19 mei	middeleeuwse bijl	HSC
912	aardewerk	19 mei	stuk dakpan	HSC

913	steen	19 mei	stuk Namense hardsteen bewerkt	MMA
914	kalk/steen	19 mei	stuk krijtsteen als opvulling van balkenframe	MMA
915	ijzer	18 mei	bout	HSC
916	aardewerk	22 mei	dakpan met rond stempel vexexger (vexillatio Exercitus Germaniae)	AVO
917	hout	22 mei	blok hout uit vloer, waarschijnlijk eindstuk balk	MMA
918	aardewerk	22 mei	scherfje	MMA
919	organisch	23 mei	monster uit sponning van vlonder bij 451	MMA
920	hout	23 mei	wigje bij paal 452	MMA
921	aardewerk	23 mei	oor van aardewerken pot 15-17e eeuw? grijs glazuur buitenzijde, bruin glazuur binnenzijde	HSC
922	aardewerk	24 mei	stuk dakpan?	EVG
923	aardewerk	24 mei	9 stukken dakpan	MMA
924	aardewerk	24 mei	scherf (rand)	MMA
925	metaal	24 mei	paalschoen	MMA
926	metaal	25 mei	paalschoen	AOV
927	metaal	25 mei	paalschoen met 2 vleugels/flappen	AOV
928	metaal	22 mei	metalen ring	LVR
929	bot	24 mei	stukje bot (tibia?)	MMA
930	bot	22 mei	2 stuks bot	LVR
931	steen	25 mei	Romeinse steen met inscriptie (grafsteen) ± 180 x 75 x 52 cm	AVO
932	metaal	23 mei	metalen punt/ spijker/tool	MMA
933	metaal	26 mei	paalschoen met vleugels/flappen	AVO
934	metaal	26 mei	paalschoen met vleugels/flappen	AVO

Bijlage 4 RING-rapporten dendrochronologisch onderzoek



ring

Nederlands Centrum voor Dendrochronologie/Stichting RING
Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB)
Kerkstraat 1, 3811 CV (Postbus 1600, 3800 BP) Amersfoort
Tel (033) 422 75 13, Fax (033) 422 77 99
E-mail RING@ARCHIS.NL

INGEKOMEN 11 JUNI 1999

1015A 991103

RAPPORTAGE DATEREND ONDERZOEK

Object: Maastricht; Romeinse brug

Aanvrager

Naam : De heer M. Manders
Instantie : NISA
Straat : Oostvaardersdijk 01-04
Postcode, stad : 8242 PA Lelystad
Telefoon : 0320-269 700

Onderzoekers

Naam : dr. E. Jansma, drs. E. Hanraets
Instantie : RING/ROB
Datum onderzoek : juni 1999

Resultaten van het onderzoek

Vondstno.	Dendro- naam	kern	spint	wankant	n	referentiecurve	datering	t	%PV	p
219	mmb 01.0	+1	10	-	175	C.Duitsland (<i>Hollstein</i>) Saar-Moesel (<i>Hollstein</i>) vdm55x *	51BC-124AD	6.1 5.2 6.7	61.8 62.4 61.2	0.005 0.005 0.005
238	mmb 02.0	+1	-	-	108	-	geen	-	-	-
206	mmb 03.1	+1	-	-	147	C.Duitsland Saar-Moesel	139BC-8AD	8.2 9.0	68.8 69.9	0.0001 0.0001

* vdm55x is een middelcurve van 55 monsters uit Vleuten de Meern

Toelichting op de resultaten

kern = (afstand tot) de eerstgevormde (oudste) jaarring in de stam
spint = aantal ringen spinthout
wankant = laatstgevormde jaarring (direkt onder de bast), nodig voor een absolute datering van de veldatum
n = totaal aantal jaarringen in het houtmonster
%PV = "Gleichlaufigkeit" (Duitse term) of "Percentage of Parallel Variation" (Engelse term); het percentage van de ringen in het onderzochte jaarringpatroon die aan de referentiechronologie identieke toe- en afnames van de breedte vertonen op de door de datering van het patroon aangegeven positie t.o.v. de referentiechronologie. De significantie van dit percentage is een functie van de lengte in jaren van het onderzochte jaarringpatroon.
t = De waarde die resulteert uit een Student's t-test op de kruiscorrelatie die behoort bij de beste "match" tussen het onderzochte jaarringpatroon en de referentiechronologie.
P = De kans (uitgedrukt als een fractie van 1) dat de gevonden waarde voor %PV per toeval optreedt, dus niet op een datering duidt.

Interpretatie van de datering

Object/code	Einddatering	Schatting ontbrekend spint	Veldatum
mmb 01.0	124 AD	+ 10 ± 6	134 AD ± 6

mmb 03.1 8 AD + $\geq 20 \pm 6$ NA 28 AD ± 6

Voor de berekening van het geschatte aantal ontbrekende spintringen gaan we uit van een gemiddeld aantal spintringen van 16 ± 5 bij een boom tot 100 jaar oud, 20 ± 6 bij een boom van 100-200 jaar oud en 26 ± 8 bij een boom ouder dan 200 jaar (Hollstein 1980). Als er helemaal geen spinhout meer op het monster aanwezig is, is het onbekend hoeveel ringen kernhout er ook nog ontbreken, en ligt de veldatum een onbekend aantal jaren na de datum laatste jaar + de schatting van het aantal ontbrekende spintringen.

Monster mmb 02.0 (vnr.238) heeft geen betrouwbare datering en evenmin een correlatie met een van de beide andere monsters.

Literatuur

Hollstein, E., 1980. *Mitteleuropäische Eichenchronologie*. Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein.

Jansma, E., 1995. *RememberRINGS: The development and application of local and regional tree-ring chronologies of oak for the purposes of archaeological and historical research in the Netherlands*. Dissertatie UvA (Nederlandse Archaeologische Rapporten 19), 150 pp.



Nederlands Centrum voor Dendrochronologie/Stichting RING
Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB)
Kerkstraat 1, 3811 CV (Postbus 1600, 3800 BP) Amersfoort
Tel (033) 422 75 13; Fax (033) 422 77 99

ROB / NISA	
Ingekomen dd	11-7-2000
Nummer	505-2000
Behandeld door	M. Manders
Dossier	cirkel

RAPPORTAGE DATEREND ONDERZOEK

Object: Maastricht; Romeinse brug (RBM).

Aanvrager

Naam : Drs M. Manders
Instantie : NISA
Postcode, Stad : Lelystad

Onderzoekers

Naam : drs A. E. M. Hanraets
Instantie : RING/ROB
Datum onderzoek : juli 2000

Resultaten van het onderzoek

Vondstno./ Object	Dendro- naam	kern	spint	wankant	n	referentiecurve	datering	t	%PV	p
E	mmb 05.0	+1	20	=wk,nj/w	95	EU 2 (EU project '96) mmb 08.1	268 - 362AD	4.6	66.5	0.005
L	mmb 06.1	+2	-	-	75	Z.Duitsl. (Huber & Becker) Saar-Mosel (Hollstein)	47BC- 28AD	5.4	65.5	0.01
J	mmb 07.1	+±10	-	-	109	EU 2 Saar-Mosel	134 - 26BC	7.0	74.1	0.0001
N	mmb 08.1	+1	17	-	111	EU 2 C.Duitsl. (Hollstein)	233 - 343AD	5.7	66.8	0.0005
C	mmb 09.0	+2	6	-	56	-	GEEN	-	-	-
I	mmb 10.1	+1	-	-	46	Saar-Mosel NIRomR9 (Jansma)	55 - 10BC	4.1	75.6	0.001
G	mmb 11.1	+5	-	-	119	C.Duitsl.	78BC- 41AD	6.8	72.9	0.0001
D	mmb 12.1	+2	-	-	43	-	GEEN	-	-	-
K	mmb 13.1	-	-	-	67	EU 2 C.Duitsl.	15 - 81AD	2.7	64.4	0.02
M	mmb 14.1	-	-	-	64	EU 2 C.Duitsl.	15 - 78AD	3.2	69.8	0.005
H	mmb 13+14	-	-	-	67	mmb 130(01.0+03.1)	-	4.6	68.9	0.005
	mmb 15.1	-	-	-	60	C.Duitsl.	131 - 72BC	5.9	77.1	0.0001

Monster mmb 13.1 (K) en monster mmb 14.1 (M) zijn van één boom afkomstig. De statistische datering van beide monsters is zwak maar past visueel goed bij de andere monsters.

Monster A is ongeschikt door een te gering aantal ringen (ca. 35).

Monster B heeft eveneens te weinig ringen en is bovendien teveel uit elkaar gevallen.

Monster F heeft minder dan 30 ringen.

Toelichting op de resultaten

kern = (afstand tot) de eerstgevormde (oudste) jaarring in de stam
spint = aantal ringen spinthout.
wankant = laatstgevormde jaarring (direct onder de bast), nodig voor een absolute datering van de veldatum
n = totaal aantal jaarringen in het houtmonster

%PV	=	“Gleichlaufigkeit” (Duitse term) of “Percentage of Parallel Variation” (Engelse term); het percentage van de ringen in het onderzochte jaarringpatroon die aan de referentiechronologie identieke toe- en afnames van de breedte vertonen op de door de datering van het patroon aangegeven positie t.a.v. de referentiechronologie. De significantie van dit percentage is een functie van de lengte in jaren van het onderzochte jaarringpatroon en de referentie chronologie.
t	=	De waarde die resulteert uit een Students t-test op de kruiscorrelatie die behoort bij de beste “match” tussen het onderzochte jaarringpatroon en de referentiechronologie.
P	=	De kans (uitgedrukt als een fractie van 1) dat de gevonden waarde voor %PV per toeval optreedt, dus niet op een datering duidt.

Interpretatie van de datering

Object/code	Einddatering	Schatting ontbrekend spint	Veldatum
mmb 05.0	362 AD	-	najaar/winter 362/363 AD
mmb 06.1	28 AD	$+ \geq 16 \pm 5$	NA 44 AD ± 5
mmb 07.1	26 BC	$+ \geq 20 \pm 6$	NA 6 BC ± 6
mmb 08.1	343 AD	$+ \text{max.} 9 (3 \pm 6)$	344 – 352 AD
mmb 10.1	10 BC	$+ \geq 16 \pm 5$	NA 7 AD ± 5
mmb 11.1	41 AD	$+ \geq 20 \pm 6$	NA 61 AD ± 6
mmb 13.1+14.1	81 AD	$+ \geq 16 \pm 5$	NA 97 AD ± 5
mmb 15.1	72 BC	$+ \geq 16 \pm 5$	NA 56 BC ± 5

Voor de berekening van het geschatte aantal ontbrekende spinthoutringen gaan we uit van een gemiddeld aantal spintringen van 16 ± 5 bij een boom tot 100 jaar oud, 20 ± 6 bij een boom van 100 – 200 jaar oud, 26 ± 8 bij een boom ouder dan 200 jaar (Hollstein, 1980). Als er helemaal geen spinthout meer op het monster aanwezig is, is het onbekend hoeveel ringen *kernhout* ook nog ontbreken, en ligt de veldatum een onbekend aantal jaren na de einddatering + de schatting van het aantal ontbrekende spintringen.

De meeste monsters hadden geen spinthout meer, waardoor alleen een postquem veldatum mogelijk was.

Monster mmb 09.0 (C), met 6 spintringen, is drie maal gemeten langs verschillende radii, maar kon helaas niet gedateerd worden. Dit kan verklaard worden doordat het erg onregelmatig was, en vrij weinig ringen had.

Literatuur

Hollstein, E., 1980. *Mitteleuropäische Eichenchronologie*. Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein.
Jansma, E., 1995. *RemembeRINGS: The development and application of local and regional tree-ring chronologies of oak for the purposes of archaeological and historical research in the Netherlands*. Diss. UvA (Nederlandse Archaeologischrapporten 19), 150 pp.



Nederlands Centrum voor Dendrochronologie/Stichting RING
Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB)
Kerkstraat 1, 3811 CV (Postbus 1800, 3800 BP) Amersfoort
Tel (033) 422 75 13; Fax (033) 422 77 99
E-mail RING@ARCHIS.NL

ROB / NISA	
Ingekomen dd	16 - 08 - 2000
Nummer	578/2000
Behandeld door	M. Manders
Dossier	

RAPPORTAGE DATEREND ONDERZOEK

Object: Maastricht, Romeinse brug

coörd.:

Aanvrager

Naam : Drs. M. Manders
Instantie : NISA
Stad : Lelystad

Onderzoekers

Naam : drs A. E. M. Hanraets
Instantie : RING/ROB
Datum onderzoek : augustus 2000

Resultaten van het onderzoek

Vondstno./ Object	Dendro- kern naam	spint	wankant	n	referentiecurve	datering	t	%PV	p
<i>Alsnog gedateerd monster uit juni 1999:</i>									
238	mmb 02.0 +1	-	-	108	EU 2	210-317	4.9	61.2	0.02
					mmb 08.1*		6.9	70.2	0.0002

* overlap is 85 ringen.

Toelichting op de resultaten

- kern = (afstand tot) de eerstgevormde (oudste) jaarring in de stam
spint = aantal ringen spinthout.
wankant = laatstgevormde jaarring (direct onder de bast), nodig voor een absolute datering van de veldatum
n = totaal aantal jaarringen in het houtmonster
%PV = "Gleichlaufigkeit" (Duitse term) of "Percentage of Parallel Variation" (Engelse term); het percentage van de ringen in het onderzochte jaarringpatroon die aan de referentiechronologie identieke toe- en afnames van de breedte vertonen op de door de datering van het patroon aangegeven positie t.a.v. de referentiechronologie. De significantie van dit percentage is een functie van de lengte in jaren van het onderzochte jaarringpatroon en de referentie chronologie.
t = De waarde die resulteert uit een Students t-test op de kruiscorrelatie die behoort bij de beste "match" tussen het onderzochte jaarringpatroon en de referentiechronologie.
P = De kans (uitgedrukt als een fractie van 1) dat de gevonden waarde voor %PV per toeval optreedt, dus niet op een datering duidt.

Interpretatie van de datering

Objectcode	Einddatering	Schatting ontbrekend spinthout	Veldatum
mmb 02.0	317 AD	+ $\pm 20 \pm 6$	NA 337 AD ± 6

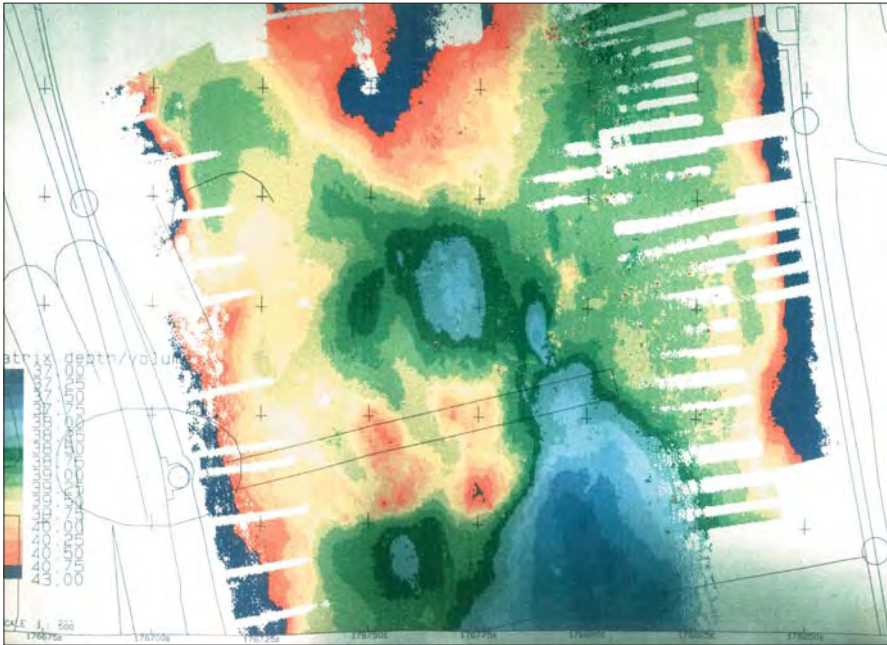
Voor de berekening van het geschatte aantal ontbrekende spintringen gaan we uit van een gemiddeld aantal spintringen van 16 ± 5 bij een boom tot 100 jaar oud, 20 ± 6 bij een boom van 100 tot 200 jaar oud, en 26 ± 8 bij een boom ouder dan 200 jaar (Hollstein, 1980). Als er helemaal geen spintringen meer op het monster aanwezig zijn, is het onbekend hoeveel kernhoutringen er ook nog ontbreken, en ligt de veldatum dus een onbekend aantal jaren na de einddatering + de schatting van het ontbrekende aantal spinthoutringen.

Literatuur

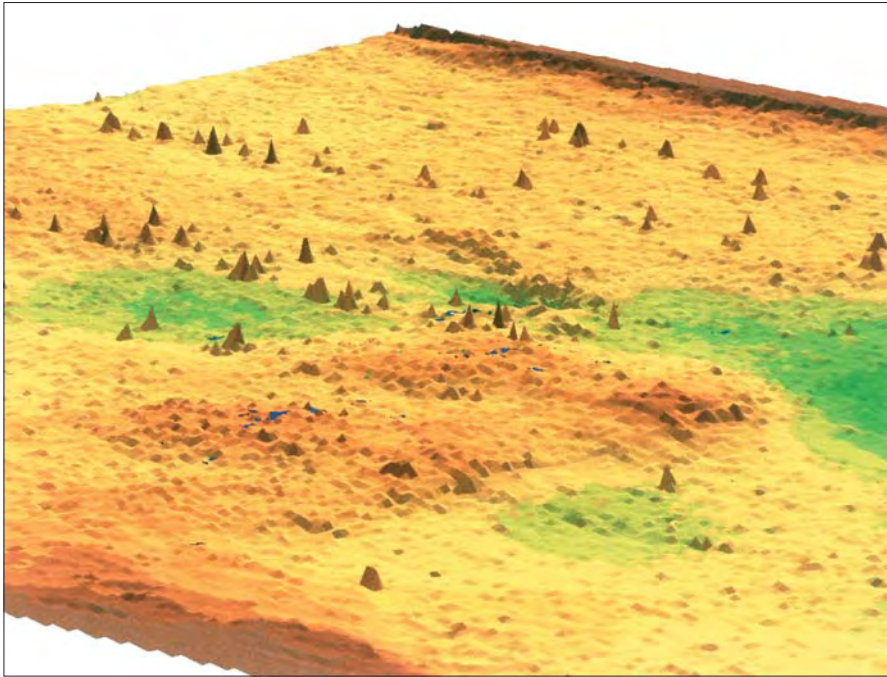
Hollstein, E., 1980. *Mitteleuropäische Eichenchronologie*. Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein.

Jansma, E., 1995. *RemembeRINGS: The development and application of local and regional tree-ring chronologies of oak for the purposes of archaeological and historical research in the Netherlands*. Diss. UvA (Nederlandse Archaeologischrapporten 19), 150 pp.

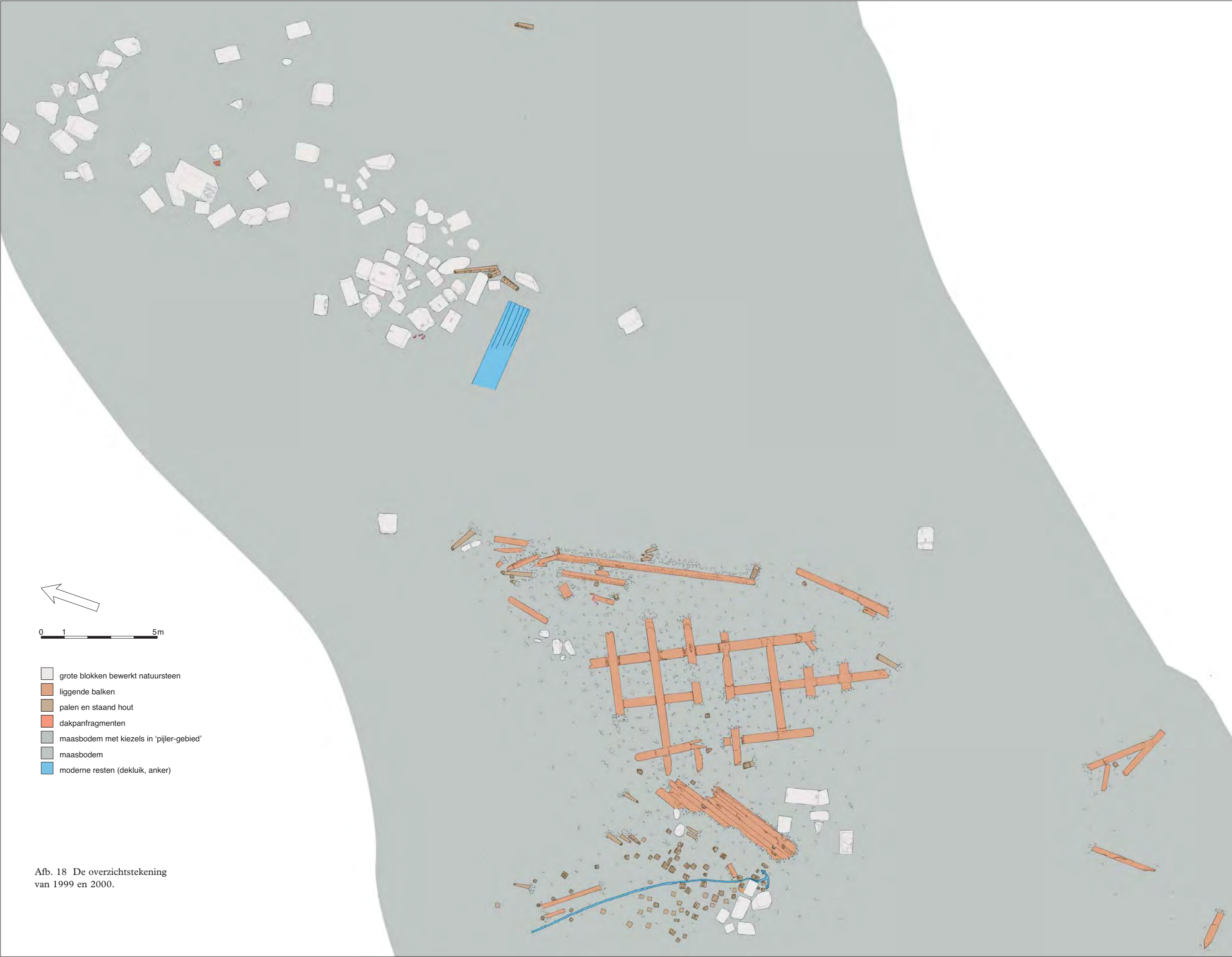
Bijlage 5 Afbeeldingen in kleur



Afb. 1 Multi-beam sonarbeeld van de Maasbodem met de Romeinse brugresten, boven-aanzicht (RWS).



Afb. 2 De Maasbodem met de Romeinse brugresten, gezien schuin van boven vanaf de linkeroever (RWS).



Afb. 18 De overzichtstekening van 1999 en 2000.