



West-Friese Archeologische Rapporten 80

Wormspijkers in het Medemblikker havenhoofd

Archeologisch en historisch onderzoek naar de maatregelen tegen de paalworm in het noordelijk havenhoofd van Medemblik, West-Friesland



M.H. Bartels, P. Swart & H. de Weerd

Wormspijkers in het Medemblikker havenhoofd

Archeologisch en historisch onderzoek naar de maatregelen tegen de paalworm in het noordelijk havenhoofd van Medemblik, West-Friesland

M.H. Bartels, P. Swart & H. de Weerd

Colofon

West-Friese Archeologische Rapporten 80

Titel:	Wormspijkers in het Medemblicker havenhoofd. Archeologisch en historisch onderzoek naar de maatregelen tegen de paalworm in het noordelijk havenhoofd van Medemblik, West-Friesland.	
Onderzoekslocatie:	Havenhoofd, Medemblik, gemeente Medemblik	
Vondstmeldingsnummer:	425184	
Projectnummer:	403	
Centrumcoördinaat:	x: 136.500 y: 531.900	
Opdrachtgever:	Afdeling Ontwikkeling & Nieuwe Werken Gemeente Medemblik Dick Ketlaan 21, 1687 CD Wognum	
Uitvoerder:	Archeologie West-Friesland	
Auteur:	M.H. Bartels (senior archeoloog, Archeologie West-Friesland) P. Swart (historicus, Westfries Archief) H. de Weerd (archeoloog/GIS-specialist, Archeologie West-Friesland)	
Redactie:	M.H. Bartels	
Veldwerk:	M.H. Bartels P. Swart H. de Weerd	
Determinatie	Metaal:	M.H. Bartels
	Hout:	S. van Daalen (Van Daalen Dendrochronologie)
Dataverwerking:	H. de Weerd	
Fotografie objecten:	F.C. Schinning (Archeologie West-Friesland) M.H. Bartels	
Bewerking afbeeldingen:	F.C. Schinning J. van Leeuwen (archeoloog, Archeologie West-Friesland)	
GIS/kaartmateriaal:	H. de Weerd	
Opmaak:	J. van Leeuwen	

Trefwoorden: archeologie, geschiedenis, Medemblik, waterbouwkunde, paalworm

© Archeologie West-Friesland 2015

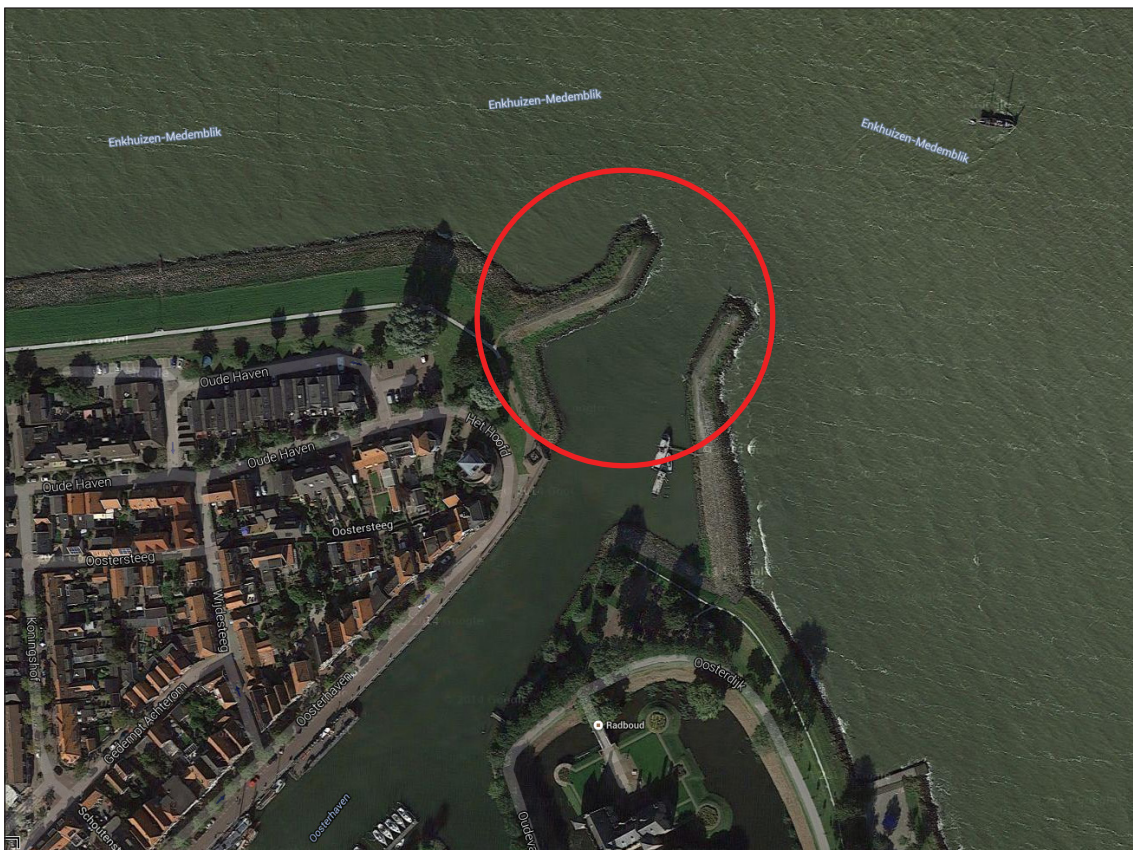
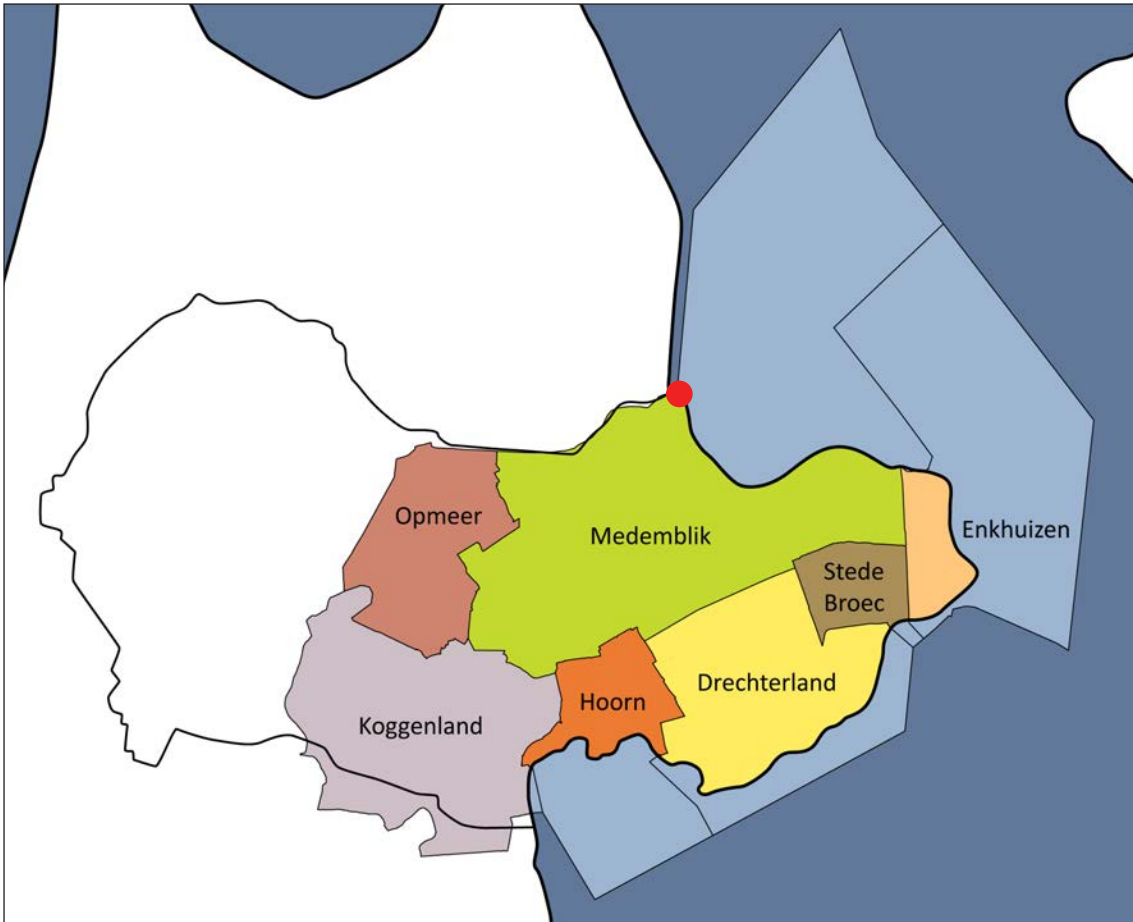
Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, film, fotokopie, digitaal of geautomatiseerd systeem zonder voorafgaande toestemming van de copyrighthouders en de auteur.

De uitgever heeft de inhoud met de grootst mogelijke zorgvuldigheid samengesteld. Ondanks deze zorgvuldigheid kunnen gegevens zijn veranderd of onjuist zijn weergegeven.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	9
2. De onderzoekslocatie	10
2.1 Kader	10
2.2 Historische ontwikkeling plangebied	10
3. Doel en methode van het onderzoek	12
3.1 Onderzoeksopdracht	12
3.2 Methode	12
4. Resultaten	13
4.1 Het onderzoek van de wormspijkerpalen	13
4.2 Beschrijving van de wormspijkerpalen	16
4.3 Methodiek van het meten van de palen en de interpretatie van de meetgegevens	21
4.4 Het dendrochronologisch onderzoek	24
4.5 Wormspijkers	24
4.6 Historisch onderzoek naar wormspijkerpalen in Medemblik	26
4.6.1 Maatregelen voor de zeewering	27
4.6.2 De Medemblikker havenhoofden aangetast	29
4.6.3 1776: nieuwe havenhoofden met bespijkerde palen	29
4.6.4 Spijkers en 'palenspijkerders'	30
4.6.5 Vervolgproject en schade	31
4.7 Het biologisch en historisch onderzoek naar de paalworm en de schade door de paalworm	33
4.7.1 Het leven van de paalworm	33
4.7.2 De komst van de paalworm	34
4.7.3 Paalwormcrisis in West-Friesland	35
4.7.4 Maatregelen tegen de paalworm	36
5. Iconografische bronnen	38
6. Conclusie	42
7. Beantwoording onderzoeksvragen	43
8. Wat is er met de wormspijkerpalen gebeurd?	45
9. Synthese	46
Eindnoten	46
10. English summary	49
11. Literatuur	51
12. Verantwoording afbeeldingen	53
Kaartbijlagen	
Locatie plangebied	54
Tabellen	
Bijlage 1: Bijblad van de Nederlandsche Staats-Courant	55
Bijlage 2: Tekstfragment uit 'Handboek Officieren 1838'	56
Bijlage 3: Meetgegevens	57
Bijlage 4: Bronnen Oude Archief Medemblik (OAM)	59
Index 1776	59

Bestelde palen 1776	60
Nagels 1776	61
Spijkerders 1776	63
Spijkerders 1778	64
Specialistisch onderzoek	
Bijlage 5: Dendrochronologisch onderzoek	65



Afb. 1 Ligging van het plangebied noordelijk Havenhoofd binnen West-Friesland (boven) en op een luchtfoto (Google Maps).

1 Inleiding

Tijdens de archeologische monitoring van de vernieuwing van het havenhoofd van Medemblik werd in de ochtend van vrijdag 29 augustus 2014 een bijzondere ontdekking gedaan (afb. 1). Achter de zojuist geslagen damwand waren door de aannemer een 41-tal eiken dijkpalen getrokken en neergelegd. Opvallend aan deze dijkpalen was de aanwezigheid van vele duizenden rechthoekige spijkergaten. Op enkele van de palen kleefden nog rode roestige ijzeren plaatjes, zogenaamde wormspijkers. Een vondst van wormspijkerpalen was nog niet eerder in archeologische omgeving langs de Westfriese Omringdijk gedaan. Voor het eerste kon dit waterbouwkundig boeiende fenomeen in het Zuiderzeegebied worden bestudeerd. De betimmering met wormspijkers is een direct gevolg van de 'paalwormcrisis' van 1730-34.



Afb. 2 De Oude Haven, de Westfriese Omringdijk en rechts aan het einde het havenhoofd in het IJsselmeer. Foto vanaf de toren van de Bonifaciuskerk rond 1978.

Dank gaat uit naar allen die in korte tijd het onderzoek mogelijk maakten; van de gemeente Medemblik: Marc Meendering, Remco Wint en Miranda Steltenpool. De hulp van Etienne van Paridon, Bert Balk en Enrico Kors bij het meten, tekenen en bemonsteren was zeer welkom. Door goed overleg met de firma Oosterhof-Holman, Jos Peerdeman, en de Medemblicker havendienst, kon het werk zonder vertragingen wederzijds worden afgerond. Voor de discussie tijdens de uitwerking willen wij danken Jan-Albert Bakker, Diederik Aten, en Josje van Leeuwen. Anita Weel (Centrum Varend Erfgoed, Hoorn) zorgde dat een aantal palen weer terugkwam naar West-Friesland.

2 De onderzoekslocatie

2.1 Kader

Basis voor het onderzoek vormde de archeologische *quick scan*.¹ Hiervan is de laat-middeleeuwse ontwikkeling van de oorspronkelijk Karolingische handelsnederzetting relevant.

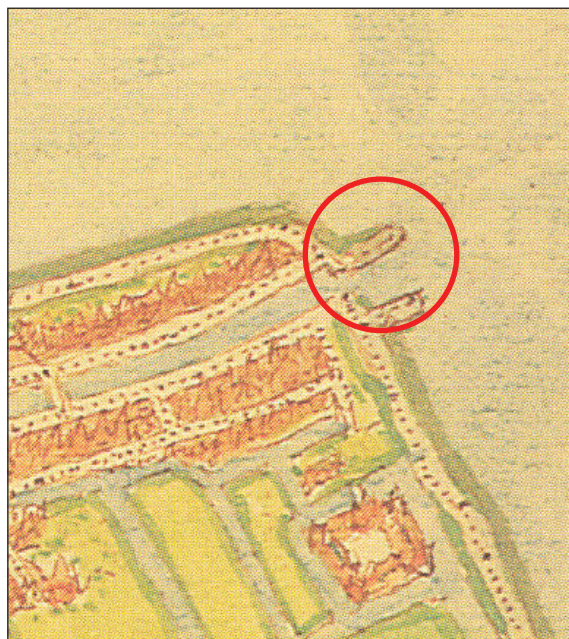
In West-Friesland moeten vanaf de 13^{de} eeuw de vrije boeren gemeenschappen zich steeds meer schikken in de feodale machtspolitiek van de Hollandse graven. Als militair bruggenhoofd laat Graaf Floris V rond 1282 het Huis te Medemblik (nu Kasteel Radboud) bouwen. In 1289 verkrijgt de nederzetting stadsrechten, vanaf dat moment is Medemblik een Hollandse stad. De stad voerde een permanent gevecht tegen de zee- en het binnenwater. Tussen de Oude Haven en de Vliet, de waterweg die nu de Nieuwstraat vormt, wordt een dam aangelegd. De Westfriese Omringdijk, mogelijk hier al aangelegd in de late 12^{de} eeuw, bevindt zich ten noorden van de Oude Haven. Deze dijk is nu een Provinciaal Monument (afb. 2).

In de 16^{de} eeuw brandde de stad tweemaal bijna helemaal af. De eerste keer in 1517 was het gevolg van een rooftocht van de bende De Zwarte Hoop, onder leiding van Grutte Pier, de legendarische Friese krijger. In 1555, toen de stad net grotendeels hersteld was, brandde deze opnieuw bijna helemaal af. Het is onduidelijk in hoeverre deze verwoestingen de structuur, dat wil zeggen de locatie van gebouwen, straten en grachten, van de stad hebben veranderd. Het is goed mogelijk dat oude percelen en wegen opnieuw werden ingedeeld.

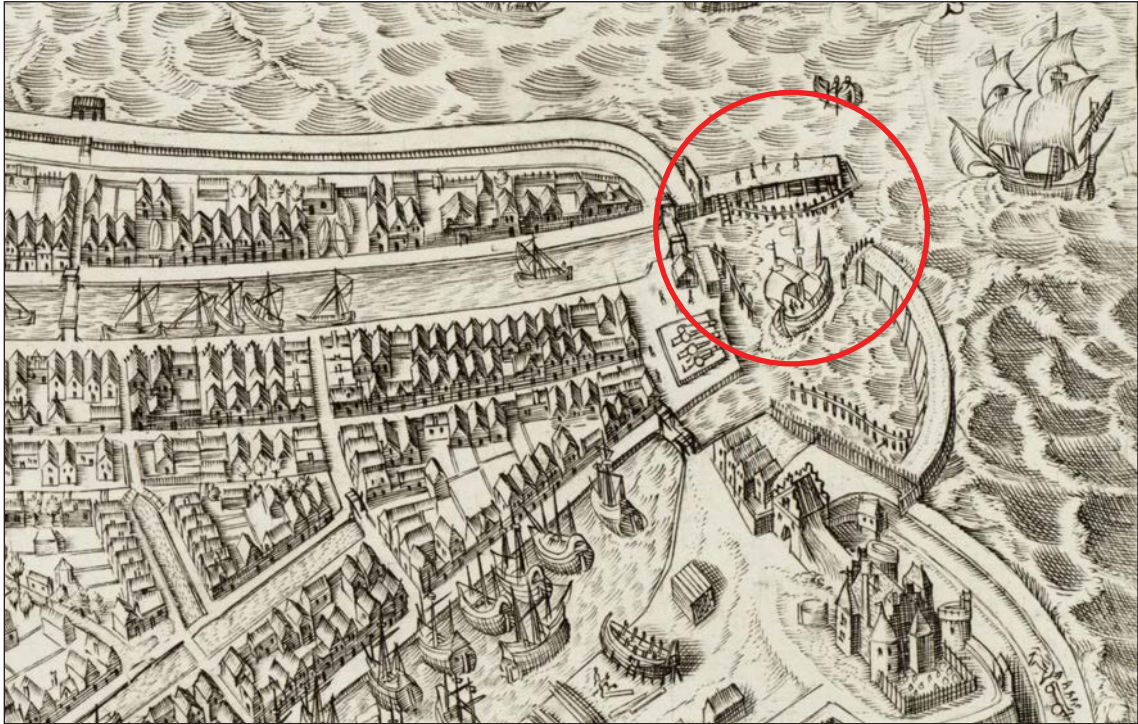
In de Tachtigjarige Oorlog werd Medemblik twee keer belegerd, eerst door de Geuzen in 1572 en daarna door Prins Maurits in 1588. In 1589 werd de Oosterhaven voltooid om een grotere, veilige aanmeerplaats voor schepen te creëren. In 1631-1632 volgden de Westerhaven en Eilandshaven/Pekelharinghaven. Vanaf 1650 gaat het economisch slechter met de Westfriese stad. De Oude Haven verlandt en wordt afgedempt. In de late 18^{de} en vroege 19^{de} eeuw doen de havens nog enige tijd dienst voor de marine. In 1828 verhuisde de marinewerf naar Den Helder. Tot 1850 was het Koninklijk Instituut voor de marine (KIM) in Medemblik gevestigd.²

2.3 Historische ontwikkeling plangebied

Het havenhoofd ligt aan de punt van de oudste bewoningsas van Medemblik. Resten van deze bewoning in het westen van de stad dateren tot in de 7^{de} en 8^{ste} eeuw. Het is onbekend hoe ver de vroegmiddeleeuwse bewoning in deze en de daaropvolgende eeuwen naar het oosten reikte. De meest oostelijke vroegmiddeleeuwse vondsten zijn aan de Oostersteeg gedaan. Op de oudste kaart van Medemblik, getekend door Jacob van Deventer rond 1560, is het havenhoofd al zichtbaar als ingang voor de Oude Haven (afb. 3). Ook in de daaropvolgende eeuwen blijft het havenhoofd zichtbaar als belangrijkste toegang tot de havens



Afb. 3 Het havenhoofd van Medemblik op de kaart van Jacob van Deventer 1560. Het vierkante gebouw rechtsonder is Kasteel Radboud.



Afb. 4 Het Medemblikker havenhoofd op de kaart van Paulus Utenwaal uit 1599.

van Medemblik (afb. 4 en 5). Met de aanleg van de nieuwe havens in de jaren 1589-1632 is het havenhoofd verschillende keren aangepast. Uit de resoluties van het Medemblikker stadsbestuur blijkt dat de bevaarbaarheid van de Oude Haven in 1673 zelfs met schuiten al een groot probleem vormde. Vanwege deze slechte bevaarbaarheid verplaatste men in dat jaar de vismarkt. Op basis van de kaart van Tirion uit 1743 blijkt dat een deel van de Oude Haven al in de 18^{de} eeuw gesloten werd voor de scheepvaart. De laatste restanten van de oostzijde van de haven zijn pas na 1945 gedempt. De Oosterhaven blijft daarna de enige overgebleven doorvaart naar de zee.



Afb. 5 Het Medemblikker havenhoofd op de kaart van Blaeu, 1649. De Oude Haven zelf is nog steeds open water.

3 Doel en methode van het onderzoek

Omdat de trefkans op archeologische gegevens bij de verbetering van de havenhoofden van Medemblik laag was, is beleidsmatig ingezet op de lichtste vorm van archeologie: de archeologische monitoring. Dit komt er in de praktijk op neer dat een archeologisch medewerker tijdens 'een rondje langs de projecten' incidenteel poolshoogte komt nemen hoe het met de voortgang staat en of er nog relevante zaken zijn aangetroffen. Andersom is de aannemer gehouden om Archeologie West-Friesland te informeren als er bijzondere zaken worden gevonden. Omdat het vaak binnen de uitvoering van een werk voor diegenen die het dagelijks werk doen niet duidelijk is wat nu wel en niet van belang is, blijkt het langsgaan van de archeologisch medewerker het juiste instrument.

Voorafgaand bestond er dan ook geen gespecificeerde verwachting en daarmee ook geen vraagstelling voor eventuele vondsten aan het Medemblikker havenhoofd.

Na de inspectieronde van vrijdag 29 augustus veranderde dat. Omdat al eerder kennis was gemaakt met dijkwerken en paalweringen in het project Zuiderdijk van Drechterland (2008-2012) was de kennis van de dijkbouw aanwezig en konden vrijwel direct de onderzoeksvragen worden geformuleerd. Het doel van de vraagstellingen is om de kennis over de totstandkoming van een paalscherm met wormspijkers en de historische en biologische achtergrond hiervan te doorgronden.

3.1 Onderzoeksopdracht

De geformuleerde vragen zijn:

1. Tot welke bouwfase(s) behoren de bespijkerde palen in het Medemblikker havenhoofd? Was dit de eerste crisis van 1730-34 of daarna?
2. Bevinden zich ook wormspijkerpalen in het zuidelijk havenhoofd?
3. Waarom zijn op deze plaats wormspijkerpalen gebruikt?
4. Hoe, waar en wanneer zijn de wormspijkers gefabriceerd, de palen betimmerd en geplaatst?
5. Hoe zag de constructie van de paalwering er precies uit?
6. Welk gedeelte van de palen stond in het zoute water?
7. Wat was de invloed van de paalworm in het Zuiderzeegebied?

3.2 Methode

Voor de bestudering van de wormspijkerpalen zijn drie onderzoekslijnen toegepast:

1. Archeologisch-bouwhistorisch; het meten en fotograferen van de palen gecombineerd met de statistische analyse van de gegevens. Tevens is bouw materiaal in de vorm van smeedijzeren (trek)ankers verzameld.
2. Dendrochronologisch onderzoek.
3. Historisch (secundaire bronnen), archivalisch (primaire bronnen), biologisch (secundaire bronnen) onderzoek.

4 Resultaten

4.1 Het onderzoek van de wormspijkerpalen

De palen zijn alle *ex-situ*, liggend op de basalten binnenglooiing van het noordelijk havenhoofd aangetroffen. Zij lagen als het ware als mikado-stokjes over elkaar (afb. 6). Vanwege de omvang en het gewicht van de palen konden deze niet of met grote moeite handmatig worden verplaatst en is het onderzoek verricht aan de bereikbare palen.

Het onderzoek vond plaats in drie fases. Archeologisch medewerker Aad Weel was belast met de archeologische monitoring van het werk. Op zijn ronde op 29 augustus 2014 constateerde hij dat op de basalten glooiing een groot aantal palen lag. De palen waren in de voorafgaande week uit het water pal ten zuiden van het noordelijk havenhoofd getrokken. Deze vertoonden niet zoals eerder gezien alleen resten van mosselen, teer en creosoot, maar ook een grote hoeveelheid kleine vierkante ondiepe gaten (afb. 7). Bij de eerste melding bleek het om zeer veel gaten over een deel de oppervlakte van nagenoeg alle aangetroffen palen te gaan, voorkomend in diverse patronen en dichtheden. De doorgestuurde foto's waren overtuigend voor de archeologen in Hoorn: het ging hier vrijwel zeker om de vondst van wormspijkerpalen. De vondst was van belang omdat de wormspijkerpalen historisch wel bekend waren en veelvuldig in de waterbouwkundige literatuur worden genoemd, maar nog niet eerder, voor zover de kennis reikte, in detail konden worden bestudeerd.

Dezelfde middag werd het werk opgeschaald met een ervaren stagiair (Etienne van Paridon) en een senior-archeoloog (Michiel Bartels). Omdat de vrees bestond dat dezelfde middag de palen zouden worden afgevoerd, werd direct een onderzoek gestart (afb. 8). Later in de middag bleek dat de palen nog enige tijd zouden blijven liggen zodat ook in de week daarna mogelijkheid voor documentatie bestond.

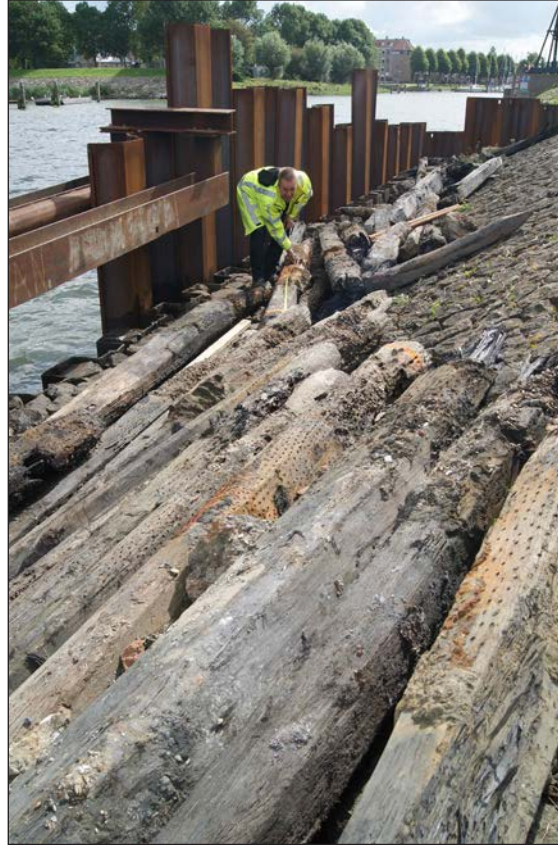
De vondstlocatie lag aan het uiteinde van het noordelijke havenhoofd aan de binnenzijde van de havenpier over een lengte van ongeveer 20 m. Dit is een dijklichaam met een wering van basaltkernen en enkele dukdalven. De kop en de noordzijde van de pier bestaan uit los gestort natuursteen en puin. Aan de voet van de basaltkernen is in het verleden al een stalen damwandprofiel geslagen. Het nieuwe stalen damwandprofiel is hier 20-30 cm voor geslagen. Bij het slaan werd de rij palen aangetroffen. De nieuwe damwand zou hier op stuiten, hetgeen de oorzaak was om deze te trekken. De wormspijkerpalen werden onder water getrokken door middel van een strop. Sommige bleken diep en stevig vast te zitten. Voor deze palen is een stalen buis over de paal geduwd en de paal



Afb. 6 De palen zoals gevonden op het havenhoofd.



Afb. 7 Detail van een wormspijkerpaal met vierkante en rechthoekige spijkergaten.



Afb. 8 Meetwerk aan de palen. Links de nieuwe stalen damwand, met tussen damwand en basaltglooiing de oude stalen damwand.

vervolgens losgewrikt (afb. 9). Alleen aan de kop van het havenhoofd staken op de bewuste vrijdag nog een paar oude palen uit het water.

Op zondag 31 augustus 2014 heeft het tweede deel van het veldonderzoek plaatsgevonden. Michiel Bartels en historicus Peter Swart hebben op het Hoofd metingen en opnames verricht. Hierbij zijn de eerste 20 palen opgemeten. Dit waren de palen met de minste schade, die in elk geval van kop tot voet gaaf waren. Door het trekken van de palen waren namelijk verschillende soorten schade ontstaan. De koppen waren door het knijpen met de knijperbak beschadigd, of door het laten landen van een stalen damwandprofiel. Door het duwen van de buis over de palen was aan de oppervlakte schade ontstaan of door het uitrekken waren de palen geknakt. Omdat alle palen van eikenhout waren, viel de schade voor het onderzoek mee. Op woensdag 3 september zijn nog 9 palen opgemeten. Van deze ontbrak de kop of de voet. Zodoende zijn van de 41 aangetroffen palen er 29 bestudeerd. De overige 12 waren dermate beschadigd dat deze niet konden dienen voor het onderzoek.

Tussen de uitgetrokken palen van het zuidelijk havenhoofd zijn geen wormspijkerpalen gevonden. Deze bleken inmiddels alle van tropisch hout te zijn. Daarom is de aandacht uitsluitend naar het noordelijk havenhoofd gegaan.

Voorafgaand aan het meten zijn de palen genummerd. Van de palen zijn de volgende kenmerken genoteerd:

A:

De totale aangetroffen lengte van de paal. De palen zijn, vermoedelijk, op of net onder het huidige waterpeil weggerot. Een aantal exemplaren is duidelijk korter. Hiervan is de paalkop mogelijk afgebroken tijdens het trekken of deze zijn eerder al tot een lager niveau weggerot.

B:

De afstand tussen de paalvoet en het laagst voorkomende spijkergat. De palen zijn in de bodem geslagen tot het niveau van de beschermende spijkerlaag. Deze afstand kan aangeven hoe diep de paal oorspronkelijk in de bodem is geheid.

C:

Als afgeleide van de totale lengte en de afstand tussen paalvoet en onderste spijkergat is de hoogte van het natte oppervlak (het bespijkerde deel) geregistreerd. Dit is een minimumwaarde, aangezien de palen tot maximaal het huidige waterniveau zijn weggerot.

D:

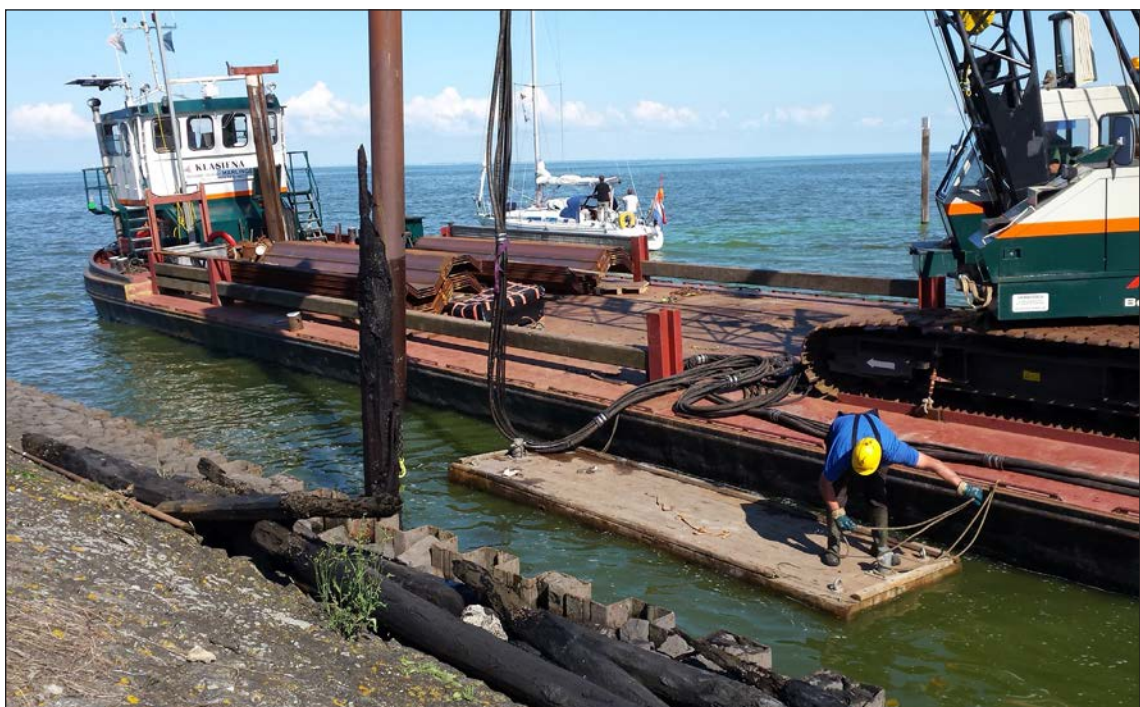
De afstand tussen de paalvoet en het laagste voorkomen van zoetwatermosselen en andere schelpdiertjes. Deze waarde geeft aan wat de laagst voorkomende laagwaterstand is geweest.

E:

Als afgeleide van de totale lengte en de maat voor de laagst voorkomende schelpdieren is geregistreerd welk deel van de paal aan getijden onderhevig was. Dit deel was afwisselend droog en nat. Het gaat hier weer om een minimale waarde, gezien het wegrotten van de paal.

F:

De breedte van de palen. Op het dikste deel van de paal is de breedtemaat van een van de vlakken gemeten.



Afb. 9 De aannemer trekt de palen door middel van een stalen buis.



Afb. 10 De palen worden gemeten met het stalen meetraam van 100 cm².

G:

Berekende waarde; de oppervlakte van het bespijkerde deel. Aan de hand van waarde C, het 'natte (bespijkerde) oppervlakte' en de breedte van de paal is het totale bespijkerde oppervlak per paal berekend.

H:

Aantal spijkergaten per 100 cm². Hiervoor is een speciaal ontwikkeld metalen meetraam van 10 x 10 cm in het vierkant toegepast (afb. 10). Het maximale aantal gaten binnen dit meetraam is geteld.

I:

Berekende waarde: aantal spijkers per bespijkerde deel per paal. Deze waarde is het product van waarde G en waarde H. $G * H = n$ wormspijkers per paal

J:

De diameter van vijf wormspijkers of duidelijk waarneembare indrukken die de spijkerkoppen hebben achtergelaten in het hout. Aan de hand hiervan wordt een schatting gemaakt van de gemiddelde diameter van de kop van de wormspijkers. Soms waren er niet genoeg diameters van wormspijkers om te meten, in dat geval zijn de afdrukken van de spijkerkoppen gemeten.

4.2 Beschrijving van de wormspijkerpalen

Bij het uitvoeren van de metingen viel op dat het om twee lengtes palen ging, korte dunnere van rond de 3 m en lange dikkere van ongeveer 5 m. Slechts weinig palen weken hiervan af. De palen waren allen vierkant gezaagd op een industriële maar niet machinale wijze. Uit de



Afb. 11 Een collectie wormspijkerpalen met afgekapte koppen, aangroei van zoetwatermosselen en aangesmeerde pek.

zaagsneden kan worden afgeleid dat dit met de zaagmolen is gebeurd. Vervolgens zijn de palen achtkantig gemaakt door elke hoek en de vlakken met de dissel te bewerken. De voeten van de palen zijn in platte punten gedisseld. Dus niet netjes in vier gelijke vlakken, maar in twee langere vlakken.

De palen lopen licht taps toe. Aan de kop zijn de palen in latere instantie afgezaagd. Dit is niet in een directe zaagsnede gegaan maar van diverse kanten ingezaagd. Dit moet lang geleden zijn gebeurd omdat veel al uitgesleten was door het water, niet door de paalworm. De paal heeft geen speciale behandeling gekregen met een of andere coating. Wel zijn twee palen van de langere soort (nr. 6 en 7) voor een deel gesmeerd met pek (afb. 11).

Bijzonder aan deze 41 palen is dat deze voorzien zijn van rechthoekige of vierkante gaten van de angel van gesmede spijkers met platte koppen, de wormspijkers.³ Alle aangetroffen spijkers zijn van ijzer, hetgeen valt af te leiden uit de rode roestvorming en de blauwe werking van arseen verbonden aan het ijzer (afb. 12). Groene corrosie van koperen spijkers komt niet voor, waardoor kan worden gezegd dat koperen kopspijkers niet hier werden toegepast. Ook beplating of andere wijze van bescherming ontbrak.

De wormspijkers zijn veelal in lange parallelle rijen ingeslagen tot diep in het hout. De koppen van de spijkers liggen geschubd over elkaar, dus niet systematisch dakpansgewijs maar op diverse manieren zoals het uitkwam. Ze oversluiten elkaar zodat geen hout meer zichtbaar was. De lengte van de angels is niet gemeten, wel de breedte van de koppen (afb. 13). De smalste zijn 30 mm de breedste 40 mm. De tussenmaat is 35 mm. Van de parallelle rijen spijkergaten is vaak afgeweken om tussenstukken te vullen.

De afstand waar vanaf de eerste spijkergaten vanaf de voet van de paal beginnen, varieert van 104 cm tot 360 cm. De bespijking loopt in alle gevallen door tot aan de paalkop. Gezien



Afb. 12 Detail van een paal met verroestte en verkitte koppen en verdwenen angels.



Afb. 13 Een voorbeeld van een wormspijker.

de slijtage aan de kop, lijkt het wel alsof de palen niet boven het hoogwater uitkwamen maar dat het deel met spijkers het gedeelte was dat ook bij vloed water pakte (afb. 14). De spijkers zijn als een soort pantser om de palen heen gaan roesten, waardoor de platen van de spijkers verkit raakten en een ondoordringbare laag vormden tegen de paalworm. Gezien de volgorde zijn de palen eerst gezaagd, toen gekantrecht, vervolgens bespijkerd en daarna ter plaatse in de grond geslagen. Losse reparaties zijn niet waargenomen.

Om een aantal palen is een pakking van pek met fijn puin te zien, deze pakking is in pek vast gegoten aan de paal. Het gaat om fijn baksteenpuin in brokjes rode en gele baksteen. Dit zijn de palen waar de aan elkaar geroeste spijkers nog in grote hoeveelheden in zitten. De meeste palen hebben wel spijkergaatjes maar geen spijkers meer en de mogelijke pek-en-puin pakking is ook verdwenen. Alleen de gaatjes zijn nog overgebleven. Het pek en puin kan alleen maar nadat de paal is ingeheld langs de paal zijn gegoten. Het zit meestal vanaf de onderste rij spijkers tot 70 cm daarboven. Meestal zijn op ongeveer 70 cm vanaf de eerste rij spijkers de eerste mosselen te zien. De aangroei van de zoetwatermosselen loopt door tot aan de kop van de paal (afb. 15). Vermoedelijk is de afstand van de voet tot aan de eerste mosselen de lengte tot waar de paal in de grond was geslagen, respectievelijk boven de bodem uit stak. Onder de bodem groeien geen mosselen omdat er te weinig zuurstof is.

In geen van de palen is de paalworm geconstateerd. De typische boorgaten en de witte hulsjes van de koker van de paalworm zouden zeker zijn opgevallen.

Sporen van heien met een heiblok, meestal te zien door een beschadigde kop waar de



Afb. 14 Een van de wormspijkerpalen direct onder de waterlijn.



Afb. 15 Een paalkop met aangroei van zoetwatermosselen.



Afb. 16 Paalkop met gezaagd merk.

houtvezels los uitsteken, ontbraken. Vermoedelijk hebben de palen in een of andere orde gestaan. Deze viel niet meer te herleiden.

In een van de niet nader onderzochte palen is in het bovenste stuk een merkteken aangebracht met een zaag, dus niet gesneden, geritst of gebeiteld. Het is een rechte lijn met daarover een X, dus 3 kruislingse lijnen (afb. 16). Het is niet duidelijk wat dit merk voorstelt, wel dat het voorafgaand aan het bespijkeren is gebeurd.

Op de palen zijn geen aanwijzingen gevonden voor vastgetimmerde planken, grote spijkers hiervoor of opvallend grote spijkergaten.

Losse vondsten: metaal, baksteen en kauwenschedels

Diverse stukken constructie ijzer zijn aangetroffen. Het gaat hier om vijf lange pennen van 42 – 67 cm lang (afb. 17). Deze zijn afkomstig uit het gebied waar het havenlicht stond. De smeedijzeren pennen hebben een vierkante pen en een rond of hoekige platte kop. Alle pennen zijn zwaar gecorrodeerd en twee ervan laten resten van schelpen in de verkitte roest zien. Vermoedelijk gaat het hier op de pennen gebruikt in de constructie die te zien valt op de foto van 1910 en behoren ze daarmee tot de fase na het houten havenhoofd, toen hier een vlonder langs de keienbestorting werd aangebracht. Naast de vijf pennen is ook een 35 cm lang trekijzer met handgreep gevonden. De functie hiervan is onduidelijk.

De pennen wijken af van de trekankers om de palen van de krebberingen van een wierriem bijeen te houden. Deze werden in 2010 aangetroffen in de Zuiderdijk bij Oosterleek. Deze ankers zijn 40-60 cm lange staven met ronde platte koppen als uiteinden of kleine plaatvormige ankertjes.

Bij het lostrekken van de palen is omliggende grond vrijgekomen, dit betrof vooral klei. Aan enkele palen zit nog samengeperst zee gras vast. Dit kan een indicatie zijn dat achter de paalwering een wierpakket werd vastgestampt. Resten van planken ontbraken. Tevens werd los puin aangetroffen in alle soorten en maten, variërend van kloostermoppen tot Friese



Afb. 17 Trekankers van staafijzer en een beugel met handgreep.



Afb. 18 Schedels van kauftjes (*Corvus monedula*).

boerengeeltjes, appelbloesemstenen en industriële steen. Deze komen van de havenbodem en mogelijk van het oude havenhoofd. Het voorkomen van kloostermoppen wekt geen verbazing gezien de nabijheid van het Huis te Medemblik uit 1288.

Uit een holte van de stalen damwand kwamen de botten en schedels van 19 volwassen kauftjes (*Corvus monedula*). Dertien schedels waren compleet, de overige gefragmenteerd (afb. 18).⁴ Alhoewel de vogels vrijwel geheel zijn vergaan, is het niet waarschijnlijk dat het een archeologische vondst betreft. Het is niet duidelijk hoe de kauftjes in de holte terecht zijn gekomen.

4.3 Methodiek van het meten van de palen en de interpretatie van de meetgegevens

Van de aanwezige 41 eiken palen werden 29 stuks geadministreerd. Het trekken van de palen heeft ervoor gezorgd dat van enkele exemplaren met name de paalkop beschadigd is waardoor geen volledige lengte aanwezig was en deze voor statistisch onderzoek ongeschikt bleken. De beschadigde palen waarvan het bespijkerde oppervlakte niet meer zichtbaar was, zijn om deze reden buiten beschouwing gelaten. Wegens het gewicht van de massieve eiken palen bleek verplaatsen van onderliggende palen om deze te meten niet mogelijk zonder hijsinstallatie, ook deze zijn niet opgenomen in de statistiek. De rest van de niet-geadministreerde palen was dermate vergaan of uiteen gevallen dat geen metingen mogelijk waren.

Van de 29 palen is één een buitenbeentje. Deze is met een totale lengte van 6,36 m ruim 2,5 m langer dan het gemiddelde van de 28 palen. Paal #25 is bovendien van een andere houtsoort. Hoewel in deze paal wel wormspijkers waren geslagen, is de vorm met vier rechte zijden duidelijk anders dan de achthoekig bekapte eiken palen die verder zijn gebruikt. Mogelijk gaat

het hier om een hergebruikt stuk hout, of wellicht een latere -provisorische?- reparatie aan het havenhoofd.

Het onderzoek wordt bemoeilijkt doordat de palen niet *in situ* zijn waargenomen. Daardoor valt niets te zeggen over de onderlinge volgorde in de rij, mogelijke dubbele paalstellingen bij reparaties of de onderlinge afstand tussen de palen. Ook over de werkelijke diepte van het inslaan van de paal in de waterbodem valt uit eerste hand niets te zeggen.

Van vier palen is een monster genomen voor dendrochronologisch onderzoek. Het gaat hier om paalnummers 15, 19, 23 en 29.

Meetgegevens

In bijlage 3 is de tabel met meetgegevens opgenomen. In figuur 19 zijn de gegevens schematisch weergegeven per paal.

De gemiddelde lengte van de palen is 379 cm, de mediaan ('middelste waarde') 329 cm. In de lentes is een vrij grote afwijking waar te nemen, waarbij de kortste bijna 30 % afwijkt van het gemiddelde en de langste iets meer dan 32 %.

De ingeslagen diepte varieert nog meer. Gemiddeld zijn de palen 219 cm in de bodem geheid, met uitschieters van 104 en 360 cm. Dat is een afwijking van 64% ten opzichte van het gemiddelde. De mediaan is 185 cm. Deze berekening is gebaseerd op het uitgangspunt dat de palen in de bodem zijn geslagen tot dat de onderste laag paalspijkers gelijk stond met de waterbodem.

De hoogte van het bespijkerde deel is niet meer goed te achterhalen, aangezien de palen op verschillende hoogte zijn weggerot. Ook is bij het trekken van de paal het bovenste gedeelte in een aantal gevallen losgeraakt. De gemiddelde hoogte vanaf de waterbodem bedraagt 160 cm, met uitschieters van 69 cm tot 210 cm. Aangenomen kan worden dat de totale lengte van alle palen hoger was dan de historische hoogwaterstand bij springvloed. Ook de iconografische bronnen wijzen hier op.

De aanwezigheid van de laagste zoetwatermosselen of andere schelpdieren op de paal begint gemiddeld op 62 cm boven de waterbodem. Het is opmerkelijk dat er grote uitschieters te zien zijn in deze waarde, namelijk 32 en 119 cm. Dit zijn afwijkingen van 48% en 93%. Mogelijke verklaringen zijn dat de schelpdieren deels van enkele palen zijn verdwenen, of zich niet hebben kunnen hechten door de manier van het stellen van de palen. Het is ook mogelijk dat enkele palen dieper waren ingeslagen, dus met het bespijkerde deel in de grond zijn geslagen. Ook kan de bodem plaatselijk sterk hebben afgelopen.

De afstand van het voorkomen van de onderste mosselen tot de paalkop is niet relevant, gezien de slechte conservering van de paalkoppen.

In de breedte van de palen bestaat minder variatie. Gemiddeld zijn de vierkant gezaagde palen tot achthoekig bekapt tot een breedte van het vlak van 21 cm. Dit is tevens de mediaan. Afwijkingen variëren van 16 tot 26 cm, maar 80% van de palen wijkt maximaal 3 cm af ten opzichte van het gemiddelde.

Gemiddeld zijn er 15,5 spijkergaten per 100 cm² gemeten, maar dit varieert sterk van 10 tot 21 gaten. De meest voorkomende waarden zijn 13 (3x), 14 (3x), 15 (3x) en 16 (4x). Van 70% van de palen wijkt het aantal gaten niet meer dan 3 af van het gemiddelde. Voor verdere berekeningen wordt de waarde van 15,5 spijkers / 100 cm² aangehouden.

De diameter van de koppen bedraagt gemiddeld 3,23 cm. Een normale spreiding van grotere en kleinere spijkers per paal viel af te lezen.

Op basis van de meetgegevens valt een schatting maken van het aantal spijkers per paal en het aantal spijkers per strekkende meter in de palenrij. De paal met het grootste bespijkerde oppervlak, nummer 13, geeft aan wat de *minimale* te bepantseren hoogte is. De overige palen zijn dieper onder het huidige waterpeil weggerot. Paal 13 heeft een lengte van 210 cm aan bespijkerd oppervlak. De gemiddelde breedte van de palen is 20,8 cm, dat leidt tot een *minimum* te bespijkeren oppervlak van 17.472 cm². Met een dichtheid van 15,5 spijkers per 100 cm² worden 2.620 stuks paalwormspijker per paal gebruikt.

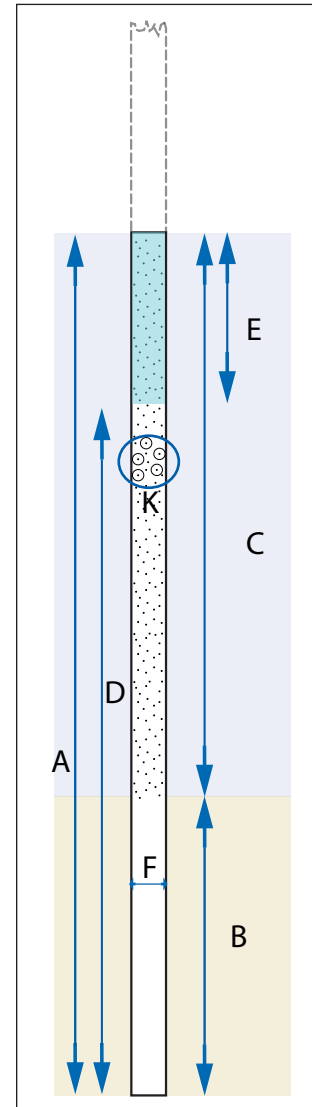
Het viel helaas niet te achterhalen of de palen 'man aan man' of op een andere wijze ingeslagen waren. In dat geval zijn er vijf per strekkende meter nodig, wat neerkomt op meer dan 13.000 spijkers voor iedere meter van het havenhoofd. Aanwijzingen voor dwarsverbindingen tussen de palen ontbreken, maar tussenruimte kan niet worden uitgesloten.

Het huidige waterpeil van het IJsselmeer ligt op 0,2 m - NAP (zomerpeil) of 0,4 m - NAP (winterpeil).⁵ Het uitgangspunt is dat de palen bij het verwijderen minimaal waren afgerot tot op de hoogte van het winterpeil.

De oorspronkelijke bespijkerde hoogte kan worden afgeleid aan de historische waterstanden. Uit de 18^{de} eeuw zijn geen waterstandgegevens beschikbaar. Wel bestaan metingen uit de 19^{de} en 20^{ste} eeuw van voorafgaand de aanleg van de Afsluitdijk. Hieruit blijkt dat de vloed bij Medemblik gemiddeld 0,26 m + NAP lag.⁶ Stormvloeden zijn ook gedocumenteerd, waarbij voor Medemblik waarden zijn vastgelegd met een maximum van 2,77 m + NAP in 1825.⁷

Aangezien de paalworm kort zonder zout water kan overleven, zal de bepantsering van de palen niet ver boven het gemiddelde vloedpeil hebben gelegen.⁸ De minimale bespijkerde hoogte kan zodoende op ongeveer 0,5 m + NAP worden bepaald (afb. 20W).

Uitgaand van het weggroten van de palen op het winterpeil (0,4 m - NAP) moet nog 90 cm aan



Afb. 19 De zonerings van de wormspijkerpalen.
A. Totale lengte (nog aanwezig)
B. Paalvoet tot onderste spijkergat
C. Hoogte van het natte oppervlak/bespijkerde deel
D. Afstand paalvoet tot laagste voorkomen van schelpdieren
E. Gebied met aangroei schelpdieren
F. Breedte paal
K. Diameter van de spijkers, als indruk in het hout zichtbaar

bespijkende lengte bij de palen worden opgeteld. In het geval van de bovengenoemde paal 13 komt de lengte neer op 300 cm lengte aan bespijkend oppervlak, en komt de som uit op 3.869 spijkers per paal. Per strekkende meter paalwering zijn dan ruim 19.000 wormspijkers benodigd.

4.4 Het dendrochronologisch onderzoek

Houtmonsters van de palen werden met een tweeledig doel genomen; het bepalen van de kapdatum van het hout om daarmee inzicht te krijgen in het moment van plaatsen van de palen en herkomst van het eikenhout, om zo de handelsroute en inkoopstroom te onderzoeken. In totaal werden vier monsters gezaagd (afb. 21).

Geen enkele teruggevonden paal bevatte spinhout. De eiken palen vielen globaal te verdelen in twee klassen wat betreft dikte. De palen 19 (M1), 25 (M2), 19 (M3), en 23 (M4) zijn bemonsterd. Deze vier palen zijn uitgezocht omdat ze de minste schade bevatten, en er zeker geen resten van angels van wormspijkers in achter waren gebleven. Deze metalen resten konden de ketting van de zaag doen breken. De palen waren alle dik van omvang en op het talud goed bereikbaar voor de monstername. Bij het zagen bleek het eikenhout zeer hard te zijn. Het zagen, zelfs met een vlijmscherpe kettingzaag, verliep met grote moeite.

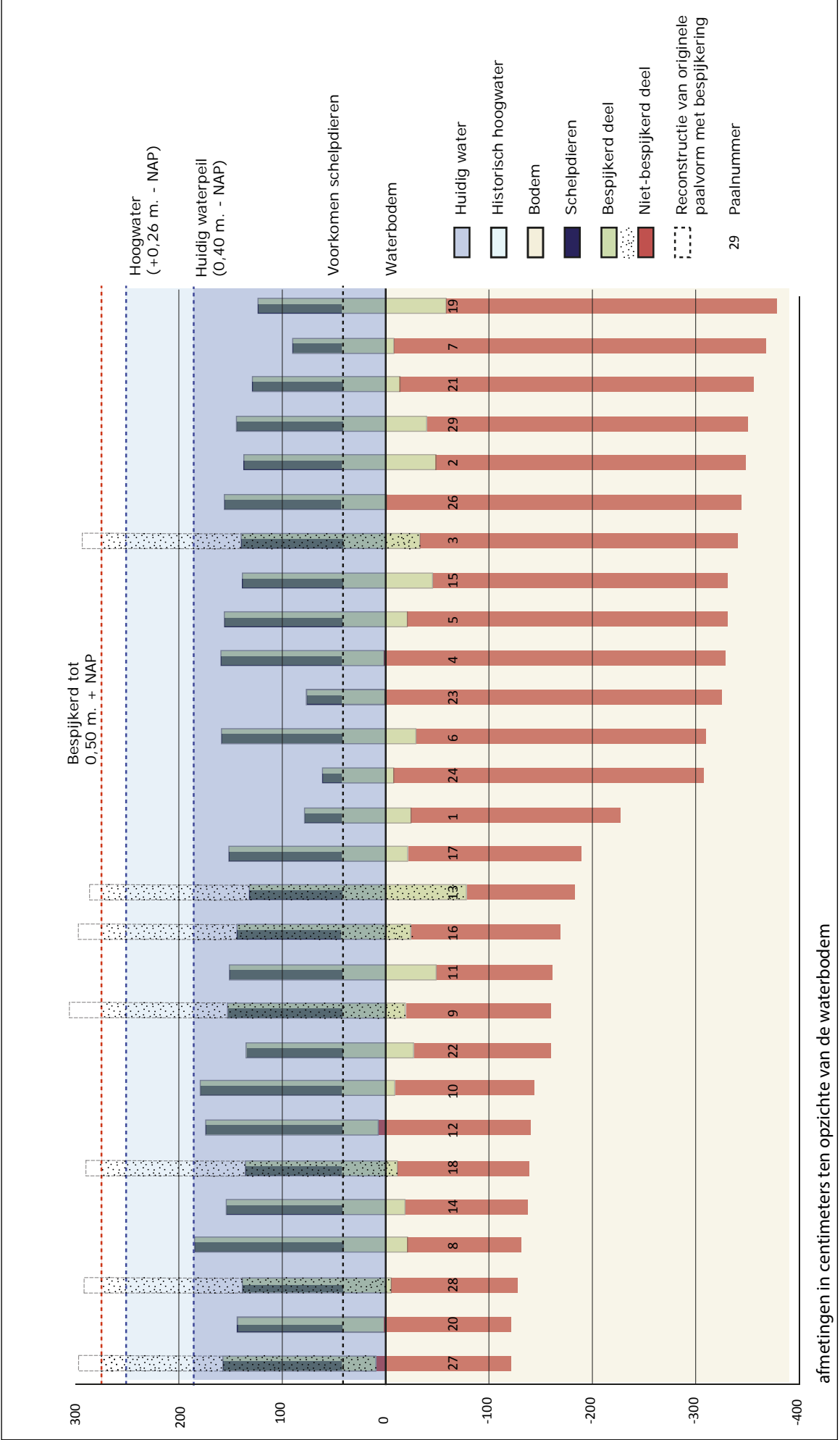
Alhoewel gezien de hoeveelheid van 60 tot 82 meetbare ringen van de monsters, werd gehoopt op een heldere uitslag van de mogelijke kapdatum, leverde het onderzoek geen sluitende gegevens op.

Uit het dateringsonderzoek bleek dat ook met behulp van onderlinge synchronisatie van de metingen geen resultaat te boeken viel. Omdat het om palen uit dezelfde structuur ging, kon worden verondersteld dat deze ook (bij benadering) dezelfde datering zouden hebben. Echter door middel van visuele vergelijking van de metingen konden geen acceptabele onderlinge posities worden gevonden. Het vergelijken van de individuele metingen met referentiecurven leverde eveneens geen datering op. De monsters konden zodoende niet worden gedateerd waardoor de exacte ouderdom van de zeewering en de herkomst van het eikenhout niet vastgesteld kan worden. De relatie met de paalwormcrisis kan eveneens niet worden bepaald.⁹

In West-Friesland wordt veel Scandinavisch eiken gebruikt. Vooral hout uit zuidelijk Noorwegen wordt regelmatig toegepast. Het Noorse eikenhout uit de 18^{de} eeuw levert eigenlijk dendrochronologisch altijd een goede jaarringdatering op. In de 19^{de} en 20^{ste} eeuw werd eikenhout van uiteenlopende herkomst toegepast, dat tevens van mindere kwaliteit was. Dit levert dendrochronologisch vaak geen of een slechtere datering op. Het in het noordelijk havenhoofd verwerkte hout kan daarmee waarschijnlijk in de 19^{de} of vroege 20^{ste} eeuw worden gedateerd.¹⁰

4.5 Wormspijkers

Langs de Westfriese Omringdijk is tijdens de werkzaamheden in de jaren rond 1980 een groot aantal palen aangetroffen in de Noorddijk tussen Medemblik en de Proefpolder. Een aantal van deze palen is gedoneerd aan het Zuiderzeemuseum.¹¹ Toch moeten in de dijk ten zuiden van het gemaal Lely nog spijkerpalen in de dijk aanwezig zijn. Deze zijn rond 1990 nog waargenomen door een amateurarcheoloog.¹² Voor de Broekerhaven ten zuiden van Bovenkarspel zijn



Afb. 20 Schematisch zijaanzicht van de palen.



Afb. 21 Palen zagen ten behoeve van het dendrochronologisch onderzoek.

eveneens een aantal wormspijkerpalen waargenomen.¹³ Ook buiten de haven van Edam, voor het Oorgat, zijn deze gezien.¹⁴ Geen van deze palen is systematisch onderzocht. In de collectie van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier bevinden zich twee originele wormspijkers in gecorrodeerde toestand (afb. 22). De gegevens hiervan zijn:

Spijker 1: 13,57 gram, kop 31 mm, angel 30 mm
 Spijker 2: 13,94 gram, kop 29 mm, angel 28 mm.

Verder zijn geen fysieke meldingen van wormspijkers bekend bij de onderzoekers.

4.6 Historisch onderzoek naar wormspijkerpalen in Medemblik

In september 1731 bereikten Medemblik verontrustende berichten over 'een sekere noijt vernomen worm' die houten zeeeringen bij Texel en Den Helder in korte tijd totaal had vernield (afb. 23). Dijkgraaf en regenten van het waterschap De Vier Noorder Koggen, verantwoordelijk voor de zeekering rondom Medemblik, vreesden eenzelfde lot. Tijdens een schouw op 17 september 1731 langs de kust te Aartswoud zagen de waterschapbestuurders de vernietigende werking van de paalworm met eigen ogen. Daar waren eerder enkele zware eikenhouten palen aangespoeld en op



Afb. 22 Twee originele wormspijkers uit de collectie van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.



Afb. 23 Abraham Zeeman 1731-1733: Paalwormen die de zeedijk aantasten.

de dijk getrokken. Met een bijl werd één van de palen gekloofd waarna de heren constateerden dat deze paal 'geheel en al doorboort met gaten' was. De gaten in de paal waren zo dik als een tabakspijp en gevuld met 'een menigte sommige nog levend gedierte'. De schade aan de onderzochte paal was zo groot dat deze met blote handen kon worden gebroken. Het tafereel maakte op alle aanwezigen een diepe indruk. Want een ieder besepte dat de bescherming van het land tegen overstroming van dergelijke palen afhing. Toch zagen dijkgraaf Dirk Houttuin en de regenten van de Vier Noorder Koggen de paalworm nog direct niet als hun probleem. De aangespoelde palen bij Aartswoud waren immers van zeeweringen bij Texel en Den Helder afkomstig.

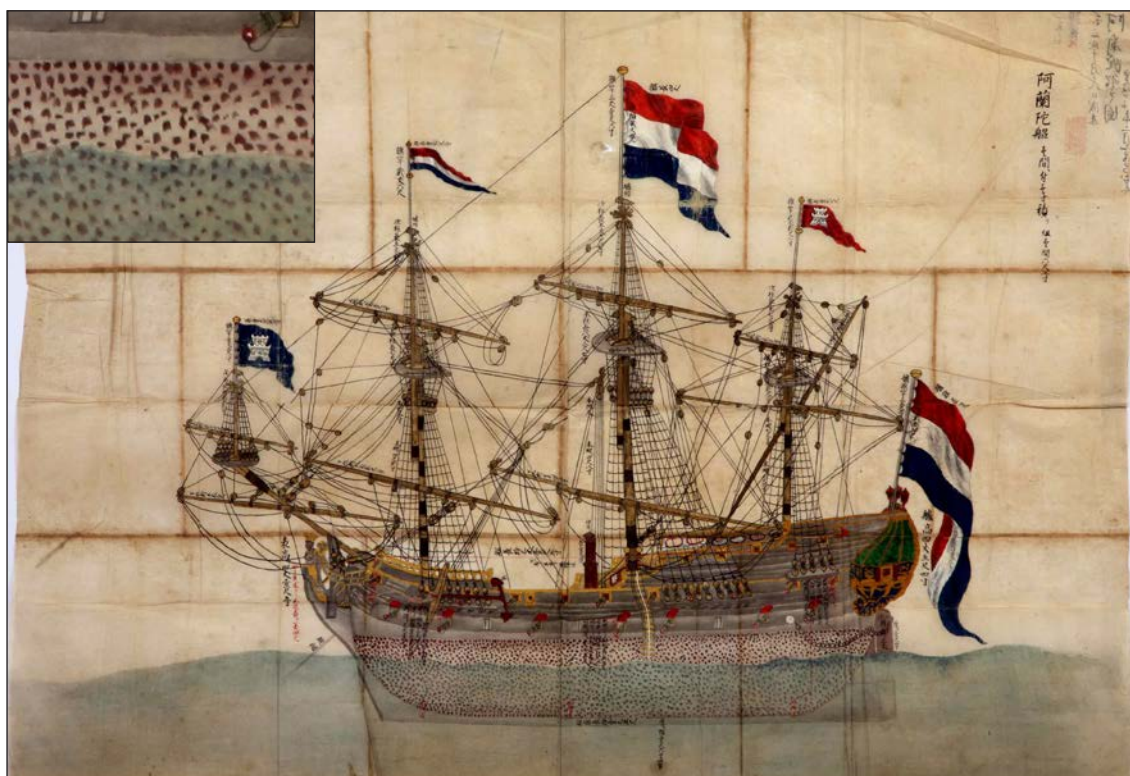
4.6.1 Maatregelen voor de zeewering

De eerste maatregelen in Medemblik tegen de paalwormplag volgden na een inspectie van de gehele zeewering van de Vier Noorder Koggen op 21 november 1731. Bij deze inspectie bleek het paalwerk door de worm te zijn aangetast over een lengte van 3.700 Rijnlandse roede, omgerekend 14 kilometer.¹⁵ De waterschapbestuurders in Medemblik konden er niet meer omheen, de paalworm was nu ook hun probleem. De aantasting van de krebbering vormde de grootste zorg. De krebbering, een rij palen voor het dijklichaam, was essentieel voor het vasthouden van het wier in de dijk. Zonder de krebbering zou het wier in zee vallen en de dijk van zijn belangrijkste beschermlaag worden ontdaan.

Op 29 november 1731 werd besloten om de dijkmagazijnen van extra palen te voorzien. Mocht de krebbering bezwijken, zou met behulp van deze palen de wierpakketten in de dijk worden

verankerd. De voorzorgsmaatregel was een maand later volstrekt achterhaald. Op kerstdag 1731 liet een sterke noordwestenwind weinig over van de rij palen voor de dijk. De krebbering was op 60 verschillende plaatsen langs de dijk geheel verdwenen en een grote hoeveelheid afgebroken palen dreef de volgende dag op de bedaarde Zuiderzee. Het was duidelijk dat meer ingrijpende maatregelen nodig waren om het land voor een overstroming te behoeden. Er moest een nieuwe wijze van 'dijkagie' worden bedacht.

In de eerste helft van 1732 werden verschillende proeven gedaan met de behandeling van houten palen tegen de worm. Zo lezen we in de 's Gravenhaegse Courant een advertentie van Paul Antione Varet die een soort pek zou hebben uitgevonden ter bescherming van de palen. Volgens de advertentie was met het pek een proef gedaan 'aen het paelwerk van Medemblik', in het bijzijn van de burgemeesters van die stad.¹⁶ Echter, de resultaten van de proeven waren weinig bemoedigend. De wormen lieten zich niet door allerlei smeersels tegenhouden en binnen een tiental weken waren nieuwe behandelde palen al weer aangetast. Een plan van Pieter Straat en Pieter van den Deure, om de zeezijde van de dijk van een stenen glooiing te voorzien, had meer succes. In de jaren 1733-1734 bewees deze oplossing zich tijdens enkele najaarsstormen. Het begin van de verstening van de gehele West-Friese zeedijk was een feit.¹⁷ Het toepassen van steen was geen oplossing voor de bescherming van sluisdeuren, dukdalven en andere specifieke houten kunstwerken te water. Daarvoor waren andere maatregelen nodig. In oktober 1732 bogen de koggen- en molenmeesters van de Vier Noorder Koggen zich over de houten sluisen in hun werkgebied. Ze besloten een proef te doen op twee schotstijlen van een sluis ten oosten van Medemblik.¹⁸ Eén stijl liet men met koper bekleden. De andere stijl van de sluis werd geteerd, met koehaar bedekt en van een houten buitenhuid voorzien ('bekleedsels van hout daar om gedaan'). Deze twee beschermingstechnieken tegen de paalworm waren bekend vanuit de scheepsbouw (afb. 24). Ogenschijnlijk hadden de koggen- en molenmeesters



Afb. 24 Japanse prent met Alkmaars VOC retourschip. De scheepshuis is bespijkerd. Inzet: detail van de bespijkerde scheepshuid.

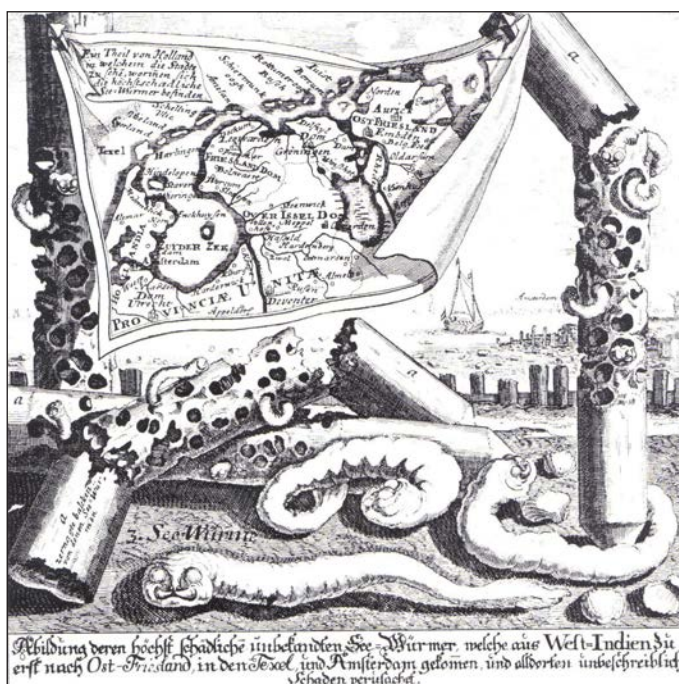
meer vertrouwen in het gebruik van koper, want gelijktijdig besloten zij om nieuwe schotdeuren van de sluis bij Lambertschaag met koper te beslaan. Dit werk werd gegund aan Pieter Twisk, koperslager te Medemblik. Hij ontving 20 stuivers per pond koper, inclusief arbeidsloon.¹⁹

4.6.2 De Medemblikker havenhoofden aangetast

Net als het paalwerk aan de Westfrieze zeedijk ontkwamen ook de twee havenhoofden van Medemblik niet aan de vraatzucht van de paalworm (afb. 25). Voor het beheer en onderhoud van het Noorder- en Zuiderhoofd, dat wil zeggen de uiteinden ervan, was het stadsbestuur verantwoordelijk. Op 20 augustus 1732 bespraken de burgemeesters en vroedschappen van Medemblik de slechte toestand van de havenhoofden als gevolg van paalworm. Men besloot een plan te maken voor een provisorische reparatie zodat de havenhoofden bestand zouden zijn tegen 'wegspoelinge' en stormwinden.²⁰ Maar onstuimig

weer in de daaropvolgende maand verergerde de toestand. Ruim een maand later, op 27 september, was het Zuiderhoofd dusdanig aangetast dat een deel was losgeslagen en met touwen weer was vastgemaakt.²¹ In 1734 ging het stadsbestuur over tot een grondige renovatie. 'Het maken en met wier insetten' van de twee havenhoofden werd toen door middel van een openbare aanbesteding gegund aan Pieter Entsen en Dirk Best.²² Aankondigingen van de aanbesteding waren verspreid in onder andere de dorpen Winkel, Aartswoud en Kolhorn, plaatsen waar wiertvisserij werd bedreven.²³

Het project nam de nodige tijd in beslag want de laatste deelbetalingen aan de twee aannemers vonden in januari 1737 plaats. In de loop van dat jaar werden ook nog 15 roede paalwerk in de mond van de haven geheid, verdeeld over de noord- en zuidzijde.²⁴ Of deze houten palen op enigerlei wijze tegen de paalworm waren beschermd, blijkt niet uit de geraadpleegde bronnen. Dat is wel het geval bij een later herstelproject van de havenhoofden in 1776.



Afb. 25 "Abbildung derer höchst schädlichen unbekandten See-Wurmer, welche aus West-Indien zu erst nach Ost-Friesland, in den Texel und Amsterdam gewomen, und alldorten unbeschreibliche Schaden verursacht."

4.6.3 1776: nieuwe havenhoofden met bespijkerde palen

De toestand van de twee Medemblikker havenhoofden was in 1776 nog slechter dan in 1732.²⁵ Het begon met de zware storm van 14 november 1775 die ervoor had gezorgd dat het Noorderhoofd ter hoogte van het havenlicht was afgebroken en bij de Oosterbrug dreef. Volgens de Leeuwarder Courant beleefde Medemblik tijdens die storm hachelijke momenten.

Onder het geluid van de noodklok liep het zeewater de huizen langs de havens binnen en stond de dijk achter het stadhuis op doorbreken.²⁶ Van een doorbraak kwam het gelukkig niet.

Net als in 1732 werden kort na de storm de havenhoofden provisorisch gerepareerd. Maar in de daaropvolgende wintermaanden werden deze reparaties volledig teniet gedaan door zware ijsgang. Het kruierende ijs had bovendien het havenlicht op het Noorderhoofd vernield. De constructie, bestaande uit een pilaar, balken en een trap, was in de havenmond gestort.

In 1776 werd een herstelplan opgesteld en uitgevoerd.²⁷ Het plan bestond uit vier onderdelen:

- herstel van het noordelijk en zuidelijk havenhoofd
- verdieping van de havenmond
- een tijdelijke voorziening voor het vernielde havenlicht
- de wijze van financiering.

Voor de financiering vonden de stadsbestuurders een creatieve oplossing. Er werden 20 obligaties van elk 1.000 gulden uitgegeven. Omdat de bodem van de stadskas al jaren in zicht was, bracht men de aflossingen en rentekosten van de obligaties ten laste van het Oude Weeshuis van Medemblik.

Ten aanzien van het herstel van de havenhoofden besloot men de uiteinden zo kort mogelijk te houden. Korte havenhoofden hielden de havenmond beter op diepte en waren minder kwetsbaar voor het geweld van golven en ijs. Het Noorderhoofd in stadsbeheer kreeg een lengte van twee roede, omgerekend 7,5 meter. Het Zuiderhoofd werd tweemaal zo lang. Als constructie koos men voor een zogeheten kistdam: een omsluiting van houten palen die met bladriet en steen werd gevuld.

De financiële verantwoording van het project bewijst dat de houten palen werden bespijkerd tegen de paalworm.²⁸ Meer dan 50% van de totale uitgaven werd hieraan besteed. Ter vergelijking: de inkoop van de benodigde 189 eikenhouten palen bedroeg inclusief het transport van Zaandam naar Medemblik minder dan 25% van de totale uitgaven. De palen werden ingekocht bij Jan Ouwejan en Anna Houttuin in Zaandam.

4.6.4 Spijkers en 'palenspijkerders'

Voor het bespijken van de houten palen gebruikte men zogeheten drieponders, spijkers waarvan er 1.000 stuks in drie pond gaan. Een Nederlands pond was in het oude Nederlandse stelsel van voor 1874 1000 gram. Na 1874 ging het pond een kilo heten en bleef even zwaar. De spijkers werden geleverd door vier leveranciers, allen kooplieden uit Medemblik. Een ervan is Lijsbet Bakker, de weduwe van Cornelis de Zee. Eerder leverde zij onder andere spijkers en teer aan de Westfriese admiraliteit.²⁹ De weduwe van Claas Ham, Jacob Vroom en de firma Swemmer en Colff waren de andere spijkerleveranciers. Zij brachten het stadsbestuur een bedrag van 6.081 gulden in rekening voor 26.000 pond plus 2.900 'pakjes' drieponders.

Doordat het aantal ponden en pakjes bekend is, kan een berekening van het aantal ingekochte spijkers worden gemaakt. Het gewicht van 26.000 pond staat gelijk aan 8,67 miljoen spijkers. De prijs van 300 pakjes komt overeen met de prijs van 1.000 pond spijkers. De 2.900 pakjes wegen samen 9.667 pond, een gewicht dat neerkomt op een aantal van 3,22 miljoen spijkers. Het totaal aantal ingekocht drieponders bedraagt daarmee 11,89 miljoen stuks.

Het is onwaarschijnlijk dat de drieponders werden gebruikt voor andere doeleinden dan het bekleden van de palen. Voor het verbinden van houten onderdelen van de kistdam was zwaarder ijzerwerk nodig. Zo werden bij de eerdergenoemde spijkerleveranciers ook ijzeren bouten, spijlen en grotere spijkers ingekocht.

Om 11,89 miljoen spijkers in de eikenhouten palen te slaan, waren vele handen nodig. In april 1776 startte een groep van 24 'palenspijkerders' met de klus (afb. 26). De mannen verrichtten hun werkzaamheden onder directie van stadsfabrieksmeester Cornelis Jansz Slicker die van de ingehuurde 'palenspijkerders' nauwgezet een administratie bijhield. Zijn administratie laat zien dat de grootste productie in juni werd bereikt; hij had toen 50 arbeiders aan het werk. De laatste spijkers werden eind augustus 1776 in de palen geslagen.

In totaal werden 2.529,5 mandagen aan het bespijkeren van palen besteed. De verdiensten voor het werk waren laag. De meeste 'palenspijkerders' ontvingen maar 12 stuivers per dag. Voor zwaarder werk zoals sjouwen en heien ontving men een hoger dagloon.

4.6.5. Vervolgproject en schade

In 1778 kreeg de vernieuwing van het havenhoofd een vervolg. Het stadsbestuur van Medemblik besloot toen het Zuiderhoofd met nog eens vier roede te verlengen. In tegenstelling tot het project in 1776 werd het werk aan een aannemer overgelaten. De opdracht werd gegund aan Aarjen Claasz van de Noordijk voor een bedrag 1.300 gulden. Wel werd het benodigde materiaal door de opdrachtgever geleverd. Uit het bestek voor de aanbesteding blijkt dat niet alle palen werden bespijkerd.³⁰ Alleen de noordelijke rij palen met schorren en de acht palen aan het uiteinde werden door middel van spijkers tegen de paalworm beschermd. Van de zuidelijke rij palen werden slechts twee van de 30 palen bespijkerd. Als opdrachtgever en leverancier van het materiaal was het stadsbestuur beducht voor schade aan de palen tijdens het heien. Gezien de kosten gold dit in het bijzonder voor de gespijkerde exemplaren. Wanneer tijdens de heiwerkzaamheden een paal zou scheuren, diende de aannemer een beugel om de paal te leggen. En indien onverhoopt een paal stuk zou worden geheid, stond de aannemer een boete van tien gulden te wachten.

Schade na oplevering bleef de nieuwe havenhoofden niet bespaard. In 1782 zeilde het oorlogsfregat Enkhuizen de haven van Medemblik binnen en beschadigde daarbij de 'eiken en bespijkerde paalen in de mond van de haven'. Als schadevergoeding betaalde de Westfriese admiraliteit een bedrag van 166 gulden en tien stuivers aan de stad Medemblik.³¹

Omschrijving	Kosten in fl-st-p	%	Omgerekend in €*
Hout	2973-17-0	22,3	342.010
Transportkosten hout (uit Zaandam)	89-16-0	0,7	10.350
IJzerwerk (bouten en spijkers)	6530-17-0	49	751.065
Arbeidskosten bespijkeren	1502-8-0	11,3	172.730
Arbeidskosten heien	554-3-0	4,2	63.710
Hoofden vullen met riet en beleggen met steen	1085-0-0	8,1	124.775
Arbeidsloon timmerlieden	466-0-0	3,5	53.590
Huren van hei-installatie voor 40 dagen	120-0-0	0,9	13.800
Totaal	13322-1-0	100	1.532.030

In hetzelfde jaar passeerde ook het oorlogsfregat Hoorn de nieuwe havenhoofden. Dit schip werd in Medemblik 'gekalefatert en van een nieuwe spijkerhuilt voorzien'.³² Met 'spijkeren' tegen de paalworm had men in Medemblik ruime ervaring.

*Voor de omrekening is een factor 115 gehanteerd. Het modaal inkomen in 2014 is € 34.500. In de 18^e eeuw verdiende een werkman circa 300 gulden.

1776

No 30

2 Stadt Medemblick debit

aan de paale spijckerders

van d 10 Alty	Jan roofoot	0 2	4 16 0
tot d 24 dito	Jan kulcon	0 2	4 16 0
	Jan pieters	0 2	4 16 0
gefin	Konsten pieters	1 2	0 10 0
C. J. Slicker	Kaarel Junst	7 2	4 4 0
	vlindt	6 2	4 1 0
	Siroch Proos	5 2	4 4 0
	Antoni	5 2	3 6 0
	Clas smit	6 2	2 14 0
	Coes Rob	4 2	3 16 0
	Arjen willems	6 2	2 12 0
	Peter Jellest	4 2	0 9 0
	henderich kullt	0 2	4 16 0
	Jan wiggen	5 2	3 9 0
	Cornelie beurb	0 2	4 16 0
	henderich wincker	5 2	0 12 0
	frans bucker	1 2	0 3 0
	herman bron	4 2	2 0 0
	Peteris	1 2	0 15 0
	Clas smak	2 2	1 4 0
	binnen bruch	5 2	0 12 0
	font		57 7 0

Wij B. ingenommen, en geordert ter stad
Medemblick, d. 24^{ten} Augustus 1776
Dese rekening ter Lom van Leven, en rijtigh guldent,
en Loven Stuyvers te voldoen, het zal valideren.

Actum Medemblick den 24^{ten} Augustus 1776.

(Handwritten signature)

Ontvangen wijt handen, en Lom intijp
C. J. Slicker

Afb. 26 Een factuur uit 1776 "aan de paale spijckerders".

Het totale project kostte 13.322 gulden. Hiervan ging de helft op aan het bespijkeren van de palen (arbeid + spijkers). Elke individuele factuur voor dit project is bewaard gebleven. De facturen maken onderdeel uit van het stadsarchief van Medemblik dat in het Westfries Archief wordt bewaard.

4.7 Het biologisch en historisch onderzoek naar de paalworm en de schade door de paalworm

De paalworm heeft als geen ander dier invloed gehad op de historische dijkbouw. De allesvernietigende werking van deze mossel was de oorzaak van een volledig andere aanpak van de dijkwerken. Hout kon niet zomaar meer gebruikt worden in een dijk als deze direct met zout of zeer brak water in aanraking kwam. De paalworm at van binnenuit in korte tijd de paal volledig op. Ook de invloed van de mossel op Westfrie Omringdijk tussen Hoorn en Enkhuizen is nog steeds te zien, de kenmerkende steenglooiingen zijn de dure maar praktische maatregel geweest om de desastreuze effecten van de mossel te keren.

4.7.1 Het leven van de paalworm

Van de paalworm bestaan vele soorten waarvan de *Teredo navalis* de bekendste is. Naast de paalworm komt ook de scheepsworm voor, de *Psilotedero megotara*, ook deze boort gaten in hout.

De paalworm (*Teredo navalis*) is een mossel. Deze mossel kent mannelijke en vrouwelijke exemplaren. De mannelijke paalworm lost zijn zaadcellen in het water. De vrouwelijke exemplaren produceren drie maal per jaar elk miljoenen eitjes. Door het rondpompen van zeewater raken de eitjes bevrucht met het rondrijvend zaad. De eitjes ontwikkelen zich in de warme maanden juni tot augustus tot planktonachtige larven. Deze bevinden zich in broedzakken bij de kieuwen (sypho's). De eitjes vallen in het water en worden larven. De larven doorlopen verschillende stadia, de metamorfose. De larve is zeer klein en drijft na het verlaten van de moeder met behulp van de trilharen drie tot vier weken vrij rond in het water. De larve hecht zich aan hout en groeit in twee maanden groot en dik. Vindt de larve geen hout, dan sterft deze. De hechting kan tientallen kilometers van de broedplek af liggen. Volwassen exemplaren worden 6-8 mm dik en 20-25 cm en incidenteel 30 cm lang. Na drie maanden zijn de paalwormen geslachtsrijp. Het dier heeft aan weerszijde van de kop twee harde delen, de paletten, dit zijn de mosselschelpen die het boorwerktuig van het dier vormen. Tevens heeft het twee buisjes als lucht-waterkanalen dienen, de sypho's. Deze worden maximaal 25 cm lang. De paalworm pompt van buiten af door ingaande sypho water naar binnen en pompt het via andere sypho weer naar buiten. Deze watercirculatie is ademhaling. De paalworm voedt zich zowel met hout maar met kleine organismen uit de zee.³³

De jonge paalworm maakt zeer klein gaatje in het hout en graaft zich in (afb. 27). De aanvankelijke boorgang is 0,3 mm dik. Uitwendig valt daar weinig van te zien. Het dier graaft in de lengterichting van het hout, dus met de nerf mee, zowel naar boven als naar beneden om knoesten en spijkers heen. Naar mate de worm groeit, wordt gat groter en wijder.

De boortechiek van de paalworm verloopt als volgt: de paletten worden vastgedrukt tegen het hout, lichaam zuigt zich vol water, zet zich schrap en duwt mosselkop in het hout. De spier houdt de schelpen bijeen en beweegt deze langzaam. De spier heeft een soort voet



Afb. 27 Een grenen paal met resten van de paalworm, onderzoek 2010 Westfriese Omringdijk nabij Wijdenes. De witte buisjes zijn de kalhulsjes waar de worm in leefde.

die als zuignap dient om zich aan hout vast te zuigen. Deze steekt vooruit tussen schelpen en zet zich op het verse stuk hout aan einde boorkanaal. De kleppen worden dan met kracht gesloten. Door het herhalen van deze beweging en constant roteren van de kop gaat het vreten gelijkmatig door. De paalworm is daarmee een combinatie van boor, vijl en rasp. De schelp heeft op de rand kleine groefjes, kartels, waardoor het kan boren. De groefjes op de platte zijde van de schelp raspen het gat verder uit en vergroten het. De opgeboorde houtmoolm wordt door sypho naar buiten gewerkt. De wanden worden bekleed met kalk, de kokers. Deze kokers, de septa, zijn tussen flinterdun en eierschaal-dik, zeer broos en kunnen 60 cm lang worden.³⁴ De kokers kunnen door de worm worden afgesloten zodat deze enige tijd bij droogte kan overleven. De paalworm kan een aantal jaren oud worden.

De paalworm neemt tussendoor veel rust om afgesleten mosselschelpen weer te laten aangroeien. De schelpen worden naar mate de worm leeft steeds groter, waardoor gaten steeds wijder worden. Naar mate de mossel

zich meer ingraaft en het dier langer leeft, neemt deze in omvang toe terwijl eerste deel van gat waar de mossel ooit begon met boren smal blijft. Het beest kan er zodoende nooit meer uit. Omdat de sypho's moeten in het water moeten blijven hangen, kan de worm op een geven moment niet meer verder groeien en sterft deze in de boorgang. De dode mossel vergaet, de paal blijft voorzien van broze gangen van kalk en zonder interne structuur kapot achter. De mossel kan nooit dieper boren dan de lengte van de sypho onder het laagste waterpeil omdat anders de mossel verdrinkt. De paalworm prefereert helder water, bij veel slib komen minder paalwormen voor. Een zoutgehalte van 10 tot 20 gram zout per liter en een watertemperatuur tussen de 15 en 25 graden is de beste omstandigheid. Bij zeer koud water sterft de paalworm. Het dier heeft nauwelijks natuurlijke vijanden.³⁵ Wanneer de larve niet direct via zeewater bij hout kan komen, bijvoorbeeld omdat opalen zijn ingepakt in klei, stenen of metaal, is het niet levensvatbaar bij gebrek aan huisvesting.

4.7.2 De komst van de paalworm

De aanname dat de paalworm geïmporteerd is door de VOC blijkt uit historisch en archeologisch onderzoek een punt van discussie. Door archeoloog Jan Albert Bakker is uitvoering onderzoek gedaan naar de rol van de zeewormen in de archeologie. De worm bleek niet alleen de oorzaak te zijn voor veel waterbouwkundige problemen, maar vormde ook de aanleiding voor de invoering van de eerste Monumentenwet in Nederland.³⁶ De paalworm was al millennia aanwezig in alle wereldzeeën en langs de zoutwaterkusten van Noordwest Europa. Voor de

koude Atlantische wateren wordt de paalworm voor het eerst genoemd in Erik's Saga over de ontdekking van Groenland waarin een Vikingschip tussen IJsland en Groenland of nabij Ierland rond 1010 in de Wormenzee ten onder gaat. Bij de opgravingen van Temple Bar, de zuidoever van de door Dublin stromende rivier de Liffey, zijn in een scheepshuid van een overnaads gebouwd 11^{de} tot 12^{de}-eeuws schip van fijnspar gangen van de paalworm gevonden.³⁷

Marien bioloog Wolff laat in zijn betoog zien dat in Europa diverse soorten paalwormen en andere houtetende zeewormen aanwezig zijn. Aan de boorgaten in hout is niet af te lezen of het hier bijvoorbeeld om de paalworm *Tedero navalis* of de scheepsworm *Psilotedero megotara* gaat. Hij veronderstelt dat de paalwormen voor 1729 eerder van een inheemse soort zijn.

In De Nederlanden wordt al voor 1580 door P. C. Hooft in het midden van de 17^{de} eeuw melding gemaakt van schade aan de Zeeuwse dijken door de paalworm. De eerste massale aanwezigheid paalworm op een retourschip wordt vermeld voor het schip 'Moone' van de England East India Company die in 1625 nagenoeg opgegeten voor de Engelse kust verschijnt en zinkt.³⁸ In Oostfriesland komt de eerste schademelding uit de periode 1651-1663. Het nieuwe droogdok in Vlissingen kende kort na 1706 al schade. Van Urk wordt de eerste schade in 1721 gemeld, en rond 1725 uit Friesland. Gezegd kan worden dat langs de gehele Atlantische kust, in de Middellandse Zee, de Adriatische Zee (Venetië) en de Zwarte Zee de paalworm al huisde voordat de crisis in het Noordzeebekken uitbrak. Dat de paalworm ook in de Aziatische wateren aanwezig was behoeft geen betoog. Marco Polo nam al waar dat de Chinese schepen dubbele scheepshuiden kenden om de paalworm buiten hun schip te houden. De Retourschepen van de VOC en WIC legden eveneens een dubbele huidgang aan of betimmerden de scheepswand met beplating of wormspijkers. Bij aankomst in het vaderland of andere veilige haven werd de huid verwijderd en opnieuw aangebracht.

De thuiskomst van VOC schepen uit de Oost vond al meer dan 130 jaar plaats en kan daarom geen aanleiding zijn voor deze plotselinge verandering. Ook de later aangewezen zondenbok, het promiscue en homoseksuele gedrag (sodomie) van leden van de Nederlandse elite, kan geen oorzaak voor de uitbraak zijn geweest. Bidden hielp niet.³⁹

De langzame stijging van het zoutgehalte in de Zuiderzee werd veroorzaakt door de uitslijting van het Marsdiep tussen Den Helder en Texel en het Vlie in de 15^{de}-16^{de} eeuw. Steeds meer zout water stroomde steeds verder de Zuiderzee in. Ook de hoeveelheid zoet water uit de IJssel nam in deze periode af door meer afwatering via de Rijn. Het zoutgehalte steeg tevens door een aantal droge warme zomers, waarbij vooral in 1731 slechts 176 mm regen in plaats van de gemiddelde 342 mm regen neerkwam.⁴⁰ Deze omstandigheden zorgen voor een optimaal milieu voor de paalworm.

De paalworm was voor de crisis van 1729 alom aanwezig, zei het in beperkte gebieden met geringe schade. Volgens Wolff zorgde deze inheemse soort samen met de scheepsworm voor relatief weinig schade. De komst van de exotische *Tedero navalis*, het gebrek aan natuurlijke vijanden van deze soort in combinatie met de toegenomen voedingsbodemp van veel in zout water staand houtwerk en een aantal milde winters en warme zomers op een rij waardoor de voeding in de vorm van plankton toenam zorgden ervoor dat de wormen zich beter dan anders voortplantten.⁴¹ Dit veroorzaakte een epidemische uitbraak in de periode 1729-1734.

4.7.3 De paalwormcrisis in West-Friesland

De voortschrijding van de uitbraak is door de toenmalige schrijvers uitvoerig behandeld. De gehele kust van Zeeuws Vlaanderen tot Hamburg had zwaar te lijden onder de vretende worm.

De nood in het Zuiderzeebekken was het hoogst, de Westfriese Omringdijk werd het zwaarst getroffen en kende het hoogste risico.⁴² De houten paalwering, ofwel de brandingsschermen, die de grond van de dijk en delen van de wierdijk beschermden tegen golfoploop werden over grote lengtes aangevreten en braken als lucifers af. West-Friesland was in acute nood. Ook havens, sluizen en schepen werden opgegeten in de catastrofe. Alleen doordat in de jaren 1729-1734 zeer zware stormen uitbleven brak de dijk niet, maar kalfde langzaam af.

De ramp die zich in 1729 aandient is in 1732 op zijn hevigst. Het land is in nood een weloverwogen aanpak is nodig. Een commissie voor de dijkinspectie wordt aangesteld en gaat de Westfriese Omringdijk schouwen. In hun rapport van 10 mei 1732 constateren zij dat zowel de grenen als de eiken palen van de Drechterlandse Zuiderdijk 'alle seer van Wormen zijn besmet'. Alleen de sluis en de kom van de Broekerhaven heeft geen schade.⁴³ Vooral de hoeken als de Appelhoek en de Fluithoek, de uitstekende plekken van de dijk aan diep water, zijn zwaar getroffen. De krabhoofden, de palen voor de dijk, de steek en schoorpalen die de wierriemen bijeenhouden, zijn verdwenen of hangen los aan de gording. Provisorisch is een katwerk gemaakt, een noodreparatie van grond en steen vastgezet met touw, zeilen weehaken en ankers. Dat de nood hoog is blijkt ook uit het relaas van de schippers van enkele schepen uit Kolhorn die de leden van de commissie langs de dijk varen. Zij melden de inspecteurs dat de paalworm ook hun pas twee jaar oude schepen heeft opgegeten.⁴⁴ Aan het eind van mei 1732 komt de commissie met een advies.⁴⁵ Dit behelst allereerst een gedetailleerde inventarisatie van de schade aan de gehele Westfriese Omringdijk. Hieruit blijkt dat ongeveer 95% van het hout is aangetast of geheel is opgegeten. Zij komen met een voorstel tot een technische oplossing waarbij zij vooropgesteld krijgen deze niet te duur mag worden en de dijken niet mogen breken. De aangeleverde oplossing is om de wierriemen te handhaven maar nu de palen geheel in te pakken in wier zodat de paalworm er niet bij kan. De nieuwe wierdijk moet 8,5 m breed en maar liefst 8-9 m hoog worden met een vlakke kruin van 7 m. Hiervoor is veel wier nodig en vooral weer heel veel palen, een kwetsbaar bouw materiaal met miljoenen paalwormen in de buurt.

4.7.4 Maatregelen tegen de paalworm

De oplossing voor dit probleem was de aanleg van een forse steenglooiing op het buitenbeloop van de dijk, onder en boven de waterspiegel. Deze beschermde de dijk en soms ook het houtwerk. Het bleek tot ver in de 19^{de} eeuw een afdoende middel.

De steenglooiing kon langs de dijk goed worden uitgevoerd. Bij havenhoofden, sluizen en spuien lag dit anders (afb. 28). Omdat hier direct diep water nodig was om aan te kunnen meren en de havenbodem op diepte te houden, moest wel met paalwerk worden gewerkt. Hier werd naar oplossingen gezocht. Hier bleek het aanbrengen van een roestpantser om de paal een manier om de worm buiten te houden.

Sluizen en sluisdeuren werden vanwege het stoten van de schepen ook met koperplaat betimmerd, een dure maar robuustere oplossing.

De beste aanpak bleek de toepassing van tropisch hout. Dit hout, dat vooral uit Suriname kwam, bleek bestand tegen de paalworm. Ook het creosoteren van palen werkte goed. Voor grenenhout was 300 liter creosoot per kuub nodig, voor eiken 125 liter per kuub hout.⁴⁶

Een verslag van een bezoek aan het havenhoofd in vermoedelijk 1942 geeft inzicht in de



Afb. 28 Historicus Peter Swart op het havenhoofd in Medemblik, waar zowel een steenglooiing als een palenrij met paalwormspijkers was aangebracht. Daarachter is de nieuwe stalen damwand zichtbaar.

problematiek. "Meer succes hadden wij, wederom dank zij den Rijkswaterstaat te Hoorn, in de haven van Medemblik. Daar is namelijk op het einde van 1941 het houten hoofd aan de Zuidzijde van den havenmond opgeruimd. Nu stond langs de havenzijde van dat hoofd een palenrij, aangebracht in 1911 en volgens de archiefstukken opgebouwd uit manbarklak en eiken. Destijds, toen de Zuiderzee nog open was, werd dat gedeelte ervan tot het paalwormgebied gerekend, zodat tot gebruik van manbarklak uit Suriname (*Eschweilera sp. div.*), waarvan de bestendigheid tegen paalworm al bekend was, besloten werd. Zeven vierkant bekapte palen, elk ter lengte van circa 5 m bij een doorsnede van 30 x 30 cm, werden geplaatst. De overige palen waren van eiken (*Quercus sp. div.*); zij werden met het oog op den paalworm op de bekende wijze over een groot gedeelte van de lengte beslagen met spijkers met zeer brede koppen (gem. diameter 2,5 cm), die als het ware een pantser om het hout vormden. Bij de opruiming in 1941 konden 6 manbarklak palen gaaf worden getrokken, de zevende paal brak juist boven den grondslag af en bleek op die plaats volledig door den paalworm vernield. Ook de eiken palen bleken beneden de benageling zodanig verwoest, dat zij bij het trekken afbraken."⁴⁷

Na de crisis van 1729-1734 komen nog andere grote uitbraken voor. In 1770, 1827, 1858 en vooral 1859 nam de hoeveelheid paalwormen enorm toe en richtte grote verwoestingen de houten werken rond de Zuiderzee aan.⁴⁸

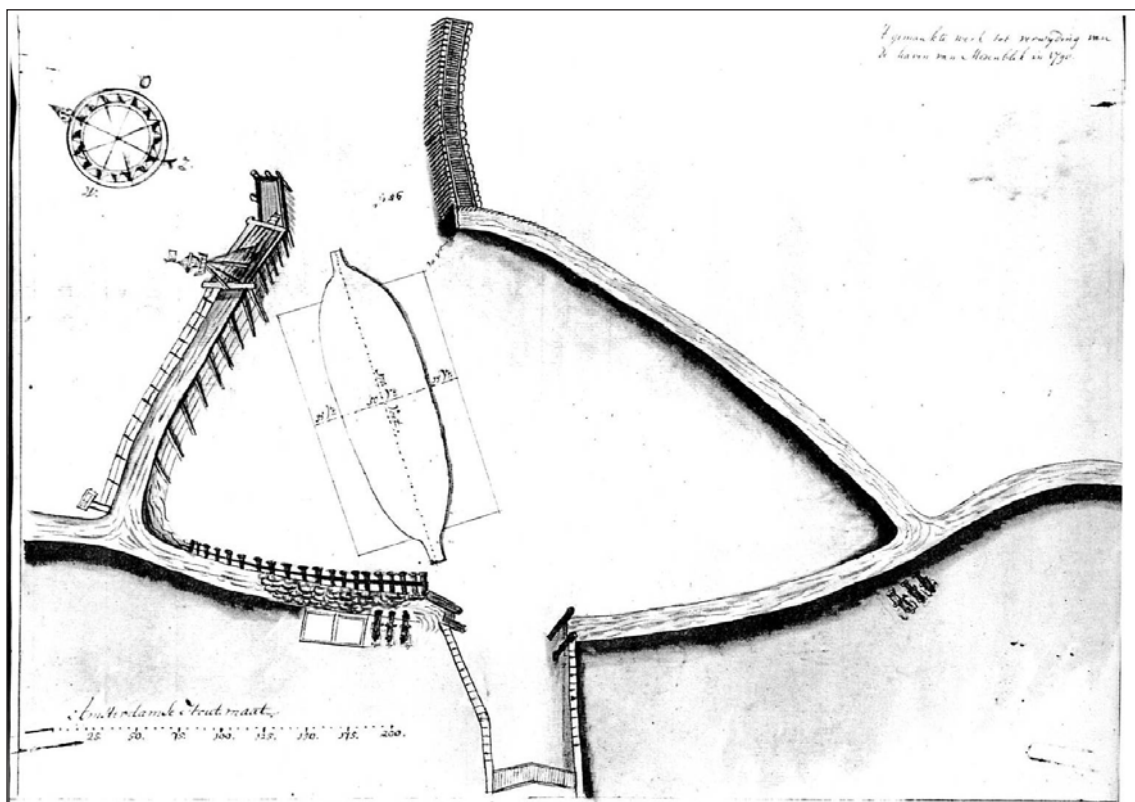
Pas de afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk in 1932 betekende het definitieve einde van de paalworm. In het zoete water van het IJsselmeer en het Markermeer zijn de paalwormen uitgestorven.

5 Iconografische bronnen

Omdat de wormspijkerpalen *ex situ* zijn onderzocht, is niet uit eerste hand aan te geven hoe de paalwering aan de binnenzijde van het havenhoofd was gebouwd. De rekeningen van het werk uit 1776-77 zijn bewaard gebleven (zie afb. 26). Zij geven echter geen inzicht in hoe de constructie er uit zag. De beschikbare stadsplattegronden van Medemblik ontberen het detail dat nodig is om tot een exacte reconstructie te komen. De kaart van 1599 laat zien dat het havenhoofd geheel van hout is, over een vlakke kade beschikt en aan de binnenzijde uit een constructie met uiteenstaande palen met daar achter planken bestaat (zie afb. 3). Vermoedelijk is dit een soort houten kistwerk met onbekende opvulling. Aan de zijde van de monding van de haven staat een palenketting, onderling verbonden door een gording, een liggende balk. Op de kaart van 1649 is de palenketting verdwenen.

De plattegrond van 1790 van 'Het gemaekte werk tot verwijding van de haven van Medemblik' laat een helder beeld van de havenmond zien (afb. 29). Linksonder op de plattegrond staat een wat onnauwkeurige maatbalk in vermoedelijk Amsterdamse voeten, waarvan 1 voet 0,285 m is. De plattegrond is perspectivisch niet correct, maar alle elementen zijn duidelijk te zien. Het zuidelijk havenhoofd is geheel van hout met aan beide zijden een rij aaneengeschakelde palen met daarop een houten kade.

Het noordelijk havenhoofd toont een ander beeld. Vanaf de Oosterbrug, waar de kade wordt gevormd door een gemetselde muur, is de bekleding van de zwaairom van de haven gemaakt van keien en een vermoedelijk kleidijk. Vlak hiervoor staat in het water een palenketting verbonden door een dwars liggende balk. Op de kade staan aan weerszijde van de Oosterbrug drie kanons.



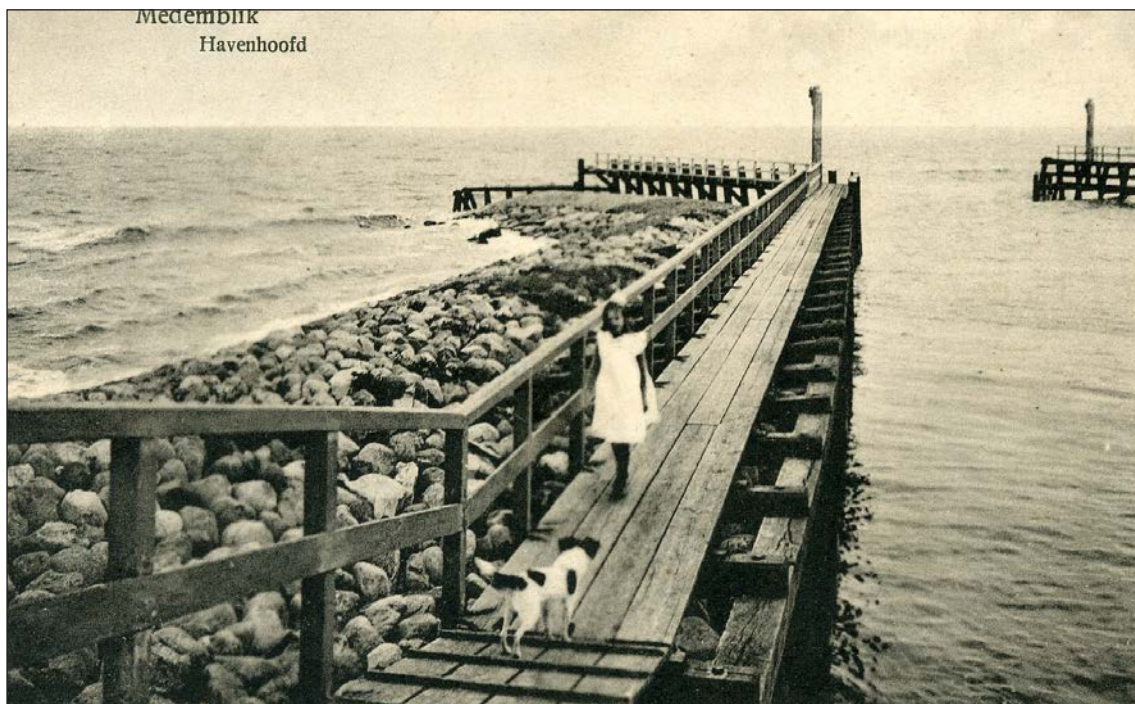
Afb. 29 De tekening van de haveningang in 1790. De Oude Haven bestaat niet meer, alleen een doorvaart naar de Oosterhaven.

Vanaf Het Hoofd bestaat het noordelijk havenhoofd uit drie delen. Het eerste hoge deel is ongeveer 30-35 m lang. Dit gedeelte heeft aan de zeezijde een hek. Aan de binnenzijde van de haven zijn lange staande palen te zien die de strijkbalk van het havenhoofd dragen. Daar achter zijn horizontale planken getekend. De negen palen staan ongeveer 3,5 m uiteen. Het tweede deel is ongeveer 13-18 m lang, hierop staat het havenlicht. De bovenzijde van de kade is gemaakt van planken, langs de binnenzijde van de havenmond wordt de kade door vijf palen met een onderlinge afstand van 1- 1,5 m gedragen. Achter de palen zijn planken getekend. Vanaf dit tweede deel valt via een trapje het derde nog lagere deel van de kade te bereiken. Dit deel is tussen de 10 en 13 m lang en geheel van hout gemaakt. Op de hoeken van dit uiterste deel staan grotere palen. De strijkbalk van de kade wordt ondersteund door kleine palen.

Het olieverfschilderij van Petrus Johannes Schotel (1808-1865) uit 1830 laat de haven van Medemblik zien (afb. 30).⁴⁹ De schilder kijkt vanuit de Oosterhaven. Gezien de waterlijn en de verkleuring van de onderkant van de havenhoofden is het eb. Het zuidelijk havenhoofd is tot de kop van te zien, het noordelijk havenhoofd alleen tot het havenlicht. De knik die het havenhoofd vervolgens zeewaarts maakt, viel buiten het blikveld van de schilder. Het onderzoeksgebied is zodoende niet geschilderd. Het noordelijk havenhoofd geeft duidelijk twee hoogtes te zien. Aan de landzijde ligt het landhoofd, vermoedelijk het meest oostelijke deel van de kade van de Oosterhaven, 1,5 m hoger dan het zeehoofd. De kade bestaat uit vierkante palen die ongeveer 1 tot 1,25 m uiteen staan. Achter deze palen zijn horizontale planken te



Afb. 30 'Gezicht op de haven van Medemblik, naar het leven getekend'. Olieverfschilderij van Petrus Johannes Schotel van de havenkom van Medemblik in 1830.



Afb. 31 Ansichtkaart van meisje met hond op het vlonder van het noordelijk havenhoofd van Medemblik, rond 1910.

zien. Voor de palen is nog een restant van een baksteen kademuur, vermoedelijk van Friese boerengeeltjes, aanwezig. Dit restant is ongeveer 5 m lang en steekt 2 m boven water uit.

Het zeehoofd waar het havenlicht op staat, steekt ongeveer 2,5 tot 3 m boven de waterlijn uit. Hier zijn de palen op een andere wijze gesteld. De lange palen waarop de strijk balk van de kade rust staan ongeveer 1,25 tot 1,5 m uit elkaar. Hier tussen zijn steeds twee kortere vierkante palen geslagen die 1 tot 1,5 m boven water uit steken. De meeste staan recht in de rij, een enkele scheef. Achter de lange en korte palen zijn horizontale planken geschilderd.

Het zuidelijk havenhoofd is minder gedetailleerd in beeld gebracht omdat het op het schilderij verder weg ligt. Aan het uiteinde van het hoofd zijn her wel enkele losstaande palen te zien en twee losse meerpalen of dukdalven.

Wanneer de gegevens uit het schilderij van Schotel van het lage deel van het noordelijk havenhoofd worden gecombineerd met de lengtes van de palen uit het onderzoek, kan worden gesteld dat de twee lengtes overeenkomen met de lange palen voor de dragers van de strijk balk van de kade en de korte voor de tussenpalen in de wering. Opmerkelijk is wel dat in het schilderij de verhouding kort –lang 2:1 is maar in het onderzoek de verhouding ongeveer 1:1. Hiervoor is geen verklaring. Achter de palen zijn planken of balken bevestigd.

Samenvattend kan worden gezegd dat, alhoewel het schilderij duidelijk de romantische stroming spreekt, het voldoende detail bevat om voor een realistisch beeld van het havenkom in de eerste helft van de 19^{de} eeuw te gelden. Dit was de tijd dat de wormspijkerpalen waren verwerkt in het Medemblikker havenhoofd. Daarentegen klopt de informatie uit de plattegrond van de havenmonding klopt in detail niet. Echter door een combinatie van het schilderij en de plattegrond valt te stellen dat voor het derde en laagste deel van het havenhoofd zowel

langere als kortere palen zijn gebruikt. Het valt niet te zeggen of voor het derde deel van het havenhoofd om beurten een lange en dan weer een korte paal is toegepast. Gezien de vondsten lijkt dit echter wel zo. Was het tweede deel, dat van het vuurbaken, getrokken dan hadden de verhoudingen lang : kort vermoedelijk op 1:2 geweest. In het derde deel is dezelfde techniek toegepast alleen met meer langere palen, mogelijk omdat dit uiterste deel zwaarder moest worden verankerd in de waterbodem.

Een ansichtkaart van omstreeks 1910 geeft een fotografische indruk van het havenhoofd (afb. 31). Het havenhoofd maakt, net zoals nu, op de kop een knik. Het gehele houten hoofd is verdwenen en vervangen door een strekdam van los gestorte zwerfstenen. Basalt is nog niet toegepast. Aan de binnenzijde van het havenhoofd loopt over de hele lengte een houten vlonder over vierkante dwarsbalken die door middel van een ijzeren pen zijn verboden aan de strijkbalk. De strijkbalk rust op ronde in het zoute water staande palen. De ongeveer 30-35 cm dikke ronde palen staan ongeveer 1,5 -1,8 m uiteen. Op de kop van het havenhoofd staan enkele dukdalven.

Mogelijk zijn de staande ronde palen de resten van de wormspijkerpalen. Deze zijn dan afgezaagd en hergebruikt in het vlonder. Omdat in 1910 de zee nog zout was en vrijwel zeker het risico op paalwormen bracht, was enige maatregel noodzaak.

6 Conclusie

Op basis van de vondst van wormspijkerpalen kan worden gesteld dat ook in Medemblik op de plaats waar functioneel geen steenglooiing mogelijk was na 1731 maatregelen tegen de paalworm werden genomen. Deze maatregel bestond uit het aanbrengen van kopspijkers, de zogenaamde paalwormspijkers in de staande palen van de havenhoofden. Per paal is het deel dat 90 cm boven de vloedlijn uitstak tot het deel dat net in de waterbodem verdween, bespijkerd. Berekend is op basis van de vondsten, gereconstrueerde dichtheden van het bespijkerde oppervlak, omvang van de palen, diepte van het inslaan dat per paal gemiddeld 3869 spijkers nodig zijn. Dit komt voor het havenhoofd van Medemblik neer op enige miljoenen wormspijkers. Dat het om grote aantallen gaat blijkt uit de nota's van 1776 van de stad Medemblik. Voor het bespijkeren van de palen van de havenhoofden zijn ongeveer 11,8 miljoen wormnagels besteld, het was in 1776 ongeveer 2.530 mandagen werk om deze vast te timmeren. In 1778 was dit 1885 mandagen werk. Gemiddeld werd per werkdag 4.700 spijkers per arbeider weggetimmerd, hetgeen bij een werkdag van 10 uur neerkomt 470 spijkers per uur.

Omdat het dendrochronologisch onderzoek geen uitsluitsel bracht over de kapdatum van de palen, valt niet te zeggen of de aangetroffen palen bij de maatregelen van 1731-1735 horen, tot die van 1776-1778 of zelfs later. Een datering in de 19^{de} of wellicht vroege 20^{ste} eeuw is plausibel. De gepresenteerde gegevens stammen daardoor vrijwel zeker uit verschillende perioden. Voor de zeggingskracht van de data doet dit echter weinig ter zake, het gaat om forse en kostbare maatregelen binnen dezelfde problematiek.

De reconstructie van het havenhoofd op basis van iconografische bronnen gekoppeld aan de archeologische en historische data laat zien dat de palen vermoedelijk alleen afkomstig zijn uit het derde, uiterste, deel van het havenhoofd. Hier stonden lange en korte palen om en om in de paalstelling. De palen stonden niet aan een maar los van elkaar achter de palen stonden horizontaal planken. Mogelijk zijn deze niet vastgetimmerd maar met teer 'vastgeplakt' aan de wormspijkerpalen.

Het Medemblikker noordelijk havenhoofd kan voor de nieuwe tijd worden opgedeeld in een aantal ontwikkelingsfasen. Voor 1731 lag hier een eenvoudige kade gemaakt van hout, waarbij een constructie van palen en planken was gevuld met vermoedelijk zeegras en hard bouw materiaal als puin en natuursteen. Na 1731 werd het havenhoofd veranderd in een strekdam waarvan de buitenzijde uit met wormspijkers bespijkerde palen bestond en vermoedelijk geteerde planken. Deze vormden een houten 'kist' voor de kern van het hoofd. Waar deze kern uit bestond is niet duidelijk. Het hoofd bestond uit drie delen, waarvan op het middelste deel het havenlicht stond. Dit havenhoofd raakt een aantal malen beschadigd. Na de storm van november 1776 wordt gedurende een aantal jaren het havenhoofd vrijwel opnieuw gebouwd. Na 1830 en voor 1910 wordt het houten havenhoofd vervangen door een dam van zwerfsteen. In 1911 werd tropisch hout in combinatie met eiken toegepast. Delen van de bespijkerde paalwering blijven achter of worden opgenomen in de nieuwe constructie. Na 1911 wordt het havenhoofd opnieuw verbouwd en krijgt een basaltglooiing, dat later aan de binnenzijde wordt voorzien van een stalen damwand. In 2014 wordt een tweede stalen damwand aangebracht waarbij restanten van het havenhoofd uit de 18^{de} en 19^{de} eeuw worden aangetroffen (afb. 33).

7 Beantwoording van de onderzoeksvragen

1. Tot welke bouwfase(s) behoren de bespijkerde palen in het Medemblicker havenhoofd. Was dit de eerste crisis van 1730-34 of daarna?

Dit is op basis van de gecombineerde gegevens niet vast te stellen.

2. Bevinden zich ook wormspijkerpalen in het zuidelijk havenhoofd?

Ja, maar deze zijn in het midden van de 20ste eeuw verwijderd voor een hardhouten paalstelling.

3. Waarom zijn op deze plaats wormspijkerpalen gebruikt?

Omdat bij het havenhoofd diep water nodig was. Indien een steenglooing was toegepast, konden schepen onder water lek slaan.

4. Hoe, waar en wanneer zijn de wormspijkers gefabriceerd, de palen betimmerd en geplaatst?

In 1776 geschiedde de inkoop van wormspijkers via Medemblicker kooplieden. De meeste palen werden betrokken van een houthandelaar uit Zaandam. Mogelijk waren ze wel op een werf in Medemblick op maat gezaagd en gedisseld. De achtkantige vorm is vermoedelijk gekozen omdat zo de koppen van de wormspijkers beter in elkaar overliefen. Het bespijkeren van de palen gebeurde in Medemblick was een significante financiële en arbeidsmatige inspanning. De palen zijn in verschillende fases geplaatst, uit de periode 1776-1778 zijn veel detailgegevens hierover bekend.

5. Hoe zag de constructie van de paalwering er precies uit?

Vermoedelijk stonden in het derde uiterste deel van het havenhoofd de lange en korte palen om en om in de waterbodem. De lange palen droegen de strijk balk van het planken loopgedeelte van het hoofd. Achter de palen waren planken gemaakt mogelijk vastgeplakt met pek.

6. Welk gedeelte van de palen stond in het zoute water?

Dat is afhankelijk van de waterstand. Het bespijkerde deel stak ongeveer 90 cm boven NAP uit, het onderste bespijkerde deel stak een klein stuk in de waterbodem. Dit voorkwam dat de larve van de paalworm binnendrong.

7. Wat was de invloed van de paalworm in het Zuiderzeegebied?

De invloed van de paalworm in het Zuiderzeegebied was desastreus en leidde tot een metamorfose in de dijkbouw. De wierdijken werden vervangen door steendijken. De havens werden bepantserd met wormspijkers. Uit de onderzochte Medemblicker palen blijkt dat

deze aanpak succesvol is geweest. Boorgaten van de paalworm zijn op geen enkele paal waargenomen. Pas bij het sluiten van de Afsluitdijk in 1932 verdween de paalworm uit het IJsselmeer.

8 Wat is er met de wormspijkerpalen gebeurd?

Twee palen zijn gedoneerd aan de Oudheidkundige Vereniging 'Medenblick', een kleine en een grote paal zijn meegenomen door Archeologie West-Friesland. Hiervan is alleen de grote paal in goede conditie gebleven. De overige palen zijn in Friesland afgestort door de aannemer. Enkele palen uit Friesland zijn teruggehaald door Anita Weel om voor de HBO-school InHolland in Alkmaar te dienen als uitgangsmateriaal voor een kunstproject.



Afb. 32 Het noordelijk havenhoofd op 31 augustus 2014.

9 Synthese

Tijdens de vernieuwing van het havenhoofd van de Zuiderzeestad Medemblik is een waterbouwkundige ontdekking gedaan. Bij het trekken van een rij oude palen van het havenhoofd, bleken deze beslagen met tienduizenden wormspijkers. Na bijna 300 jaar kwam deze wonderlijke wijze van verdediging tegen de zee weer boven water. De kopspijkers vormden elk de enige bescherming tegen de gevaarlijke paalworm. Deze mossel vrat na 1730 in korte tijd vele palen van de zeewering in het Zuiderzeegebied aan. Dit betekende een acuut gevaar, de dijken stonden op instorten. De vondst van deze wormspijkerpalen geeft aan welke kapitale inspanningen de Zuiderzeestad in korte moest leveren om te voorkomen dat de dijken en dammen wegspoelden. Niet eerder werden dergelijke palen in zulke hoeveelheden teruggevonden.

Door een samenloop van omstandigheden nam het aantal paalwormen in de Zuiderzee explosief toe. De paalworm vrat nagenoeg al het houtwerk van de zeeweringen, sluizen en molens grenzend aan het zeewater op. Na beraadslaging en het nemen van proeven, bleek het betimmeren van de palen met miljoenen gesmede wormspijkers de snelste maar ook dure oplossing. De spijkers zijn door Medemblicker handelaren elders ingekocht en in Medemblik vastgespijkerd. Nadat de palen gereed waren, werden deze in de bodem langs het havenhoofd geheid.

Tijdens archeologisch onderzoek geconstateerd dat de historische rij palen was getrokken om plaats te maken voor een stalen damwand. De palen bevatten elk duizenden spijkergaten en soms ook nog hele plakken met elkaar overlappende wormspijkers. De maakwijze van deze arbeidsintensieve oplossing kon goed worden bestudeerd. De maatregel heeft effectief gewerkt omdat geen wormgaten zijn gezien. In de periode na de crisis bleef de paalworm actief in de Zuiderzee. De oplossing voor de dijken lag in het aanbrengen van een borstwering van natuursteen, de paalworm lustte geen steen. Bij havenhoofden en andere delen aan open zee bleef de wormspijkerpaal tot in het begin van de 20^{ste} eeuw in gebruik.⁵⁰ Daarna werden tropische houtsoorten, vooral uit Suriname, toegepast. Dit hout was te hard voor de paalworm.

Eindnoten

- 1 Van Leeuwen & Soonius 2014.
- 2 Van Leeuwen 2014. Voor de stedelijke en topografische ontwikkeling van Medemblik tot 1700, zie: Van Leeuwen 2014. Voor de geschiedenis van de admiraliteit en de ontwikkeling van de havenwerken, zie: Swart 2009.
- 3 Janse 2004, 31.
- 4 Determinatie Josje van Leeuwen, AWF.
- 5 Peilbesluit Rijkswateren IJsselmeergebied 1992, 3. Zie voor de totstandkoming van het NAP: Dibbits 1950, 17-18.
- 6 Meetperiode 1901 tot 1920, NN, Verslag van de Staatscommissie Zuiderzee 1926, 290.

- 7 NN, Verslag van de Staatscommissie Zuiderzee 1926, 69.
- 8 De *Teredo navalis* kan tot 6 weken op het droge overleven, mits ingegraven in hout. Elam 2009,W 6.
- 9 Van Daalen 2014, 3.
- 10 Mededeling Dieuwertje Duijn, AWF.
- 11 Mondelinge mededeling Kris Callens, Zuiderzeemuseum Enkhuizen.
- 12 Mondelinge mededeling dhr. B. Van der Zwaag, Bergen NH, tijdens een interview met Josje van Leeuwen (AWF) in oktober 2014.
- 13 Schriftelijke mededeling Dick de Waal, Venhuizen.
- 14 Mondelinge mededeling Vereniging Oud Edam, 19-2-2015.
- 15 Een Rijnlandse roede is gelijk aan 3,767358 meter.
- 16 's Gravenhaegse Courant, 11 augustus 1732.
- 17 Straat & Van der Deure, 1733.
- 18 Schotstijlen zijn de verticale palen waartussen men de schuif of deuren van de sluis bevestigt.
- 19 Westfries Archief, Hoorn (WFA), Archief Vier Noorder Koggen 32 (14 oktober 1732).
- 20 WFA, Oud Archief Medemblik (OAM) 17.
- 21 WFA, OAM 17.
- 22 WFA, OAM 36 (27 en 29 mei 1734).
- 23 WFA, OAM 1698D.
- 24 WFA, OAM 1698D.
- 25 Vermoedelijk zijn de havenhoofden tussentijds ook nog een keer vernieuwd. Burger van Schoorl (1767, 458) meldt in zijn kroniek dat in 1763: het ijs door het Zuiderhoofd geheel door gedrongen' is en het Noorderhoofd door het ijs 'ten eenemale opgeligt' is.
- 26 Leeuwarder Courant, 29 november 1775.
- 27 WFA, OAM 25 (9 maart, 23 maart en 30 december 1776).
- 28 Voor de gedetailleerde financiële verantwoording zie WFA, OAM 1713A.

- 29 Nationaal Archief, Den Haag (NA), Generaliteitsrekenkamer (GR) 804.
- 30 WFA, OAM 1065 (13 juni 1778).
- 31 NA, GR 821 (folio 118).
- 32 Oprechte Haerlemsche Courant, 3 december 1782.
- 33 Wolff 2012, 339. Schagen & Dwars, 1950, 180-183. Bakker, 2001, 284-285.
- 34 Didziulis 2011, 3.
- 35 Schagen & Dwars 1950, 180-183. Zie ook: Website Waddenacademie. Bakker 2001, 284-285.
- 36 Bakker 2011.
- 37 Bakker 2011, 283-289 op cit.
- 38 Vos 2012, 66.
- 39 Van der Schans 2014, 5-8. Bakker 2011, 292-293.
- 40 Baars 1988, 809-811. Bakker, 2011, 289-293.
- 41 Wolff 2012, 339-340.
- 42 Bakker 2011, 289-293.
- 43 Van Hemsch *et al.* 1732, 4-5.
- 44 Van Hemsch *et al.* 1732, 8.
- 45 Velsen *et al.* 1732.
- 46 Schagen & Dwars 1950, 183.
- 47 NN 1943.
- 48 Wolff 2012, 340.
- 49 Collectie Maritiem Museum Rotterdam. Inv. Nr. P 953.
- 50 Tijdschrift De Ingenieur, 17, 1902, no. 16, woensdag 23 april.

11 English summary

Medemblik, West-Frisia, The Netherlands

Worm nail posts in the Medemblik harbor jetty

During the renovation of the Medemblik harbor jetty, rotten wooden poles had to be replaced by new steel bulkheads. By pulling out the old row of poles from the former seabed of the northern jetty in September 2014, a discovery was made. Thousands of nails or nail holes were found on almost every post. This was the first time that this surprising manner of defense against the shipworm (*Teredo navalis*) was archaeologically seen in West-Friesland. It therefore offered interesting information on the region's water management, environmental history and archaeology.

After 1730, the shipworm infested almost 95% of the woodwork used in the sea walls, sluices and mills bordering the salt waters of the Southern Sea (Zuiderzee). Shipworms were, thus, a direct threat to coastal water management and the dikes were on the brink of collapse. Water managers adapted by protecting the dikes with a strong layer of boulders, preserving the dike body at huge costs. This was not possible in harbors and sluices because of the water depth. In these locations, poles driven into the waterside of dikes protected against waves, but they remained susceptible to shipworm infestation. After deliberation and testing, managers decided upon the fast (but also costly) solution of spiking the posts with millions of broad-headed "worm nails."

The discovery of spiked posts shows the effort that the admiralty town of Medemblik put into the maintenance and security of the harbor breakwaters. Based on this finding, it appears that spiked poles could be used if the preferred measure of layering the sea side of the dike with boulders was not possible. Spiked posts prevented the breakwaters from washing away and kept the harbor accessible. Each nail was forged by hand. The nails have broad, flat, round heads averaging 3 cm in diameter and shanks averaging 1.5 cm in length. They were hammered into the wood of the post in an orderly, overlapping (or scale-like) manner up to the maximum height of the water level. The nails were not produced in Medemblik but bought by contractors who then spiked the posts at the carpenter's yard before transporting them to the harbor. In the harbor, they were driven into the seabed by a manual pile driver. Spiked poles were used after 1731.

Poles were spiked with worm nails from just below the seabed to 90 cm above the high water line. An average of 3,869 nails were used per pole based on the density of nails and surface area. This means that around 11.8 million shipworm nails were ordered for the Medemblik harbor jetties. In 1776, it took about 2.530 days of work by 'spijkeraars' (nailers) to hammer these nails in. In 1778, it took 1.885 days of work. Based on a 10 hour working day, six days a week, a 'spijkeraar' could hammer 470 nails per hour, or 4.700 per day.

The dendrochronological research did not offer any conclusive evidence regarding the felling date of the oak trees used for the jetty. This is surprising because the felling date is often very clear for the majority of Scandinavian oak and pine wood used in dikes and houses.

For that reason, it cannot be determined if the spiked poles belong to the initial phase of installation from 1731-1735 or to dates when the historical sources offer greater information, 1776-1778 or even later. Following the eighteenth century, indigenous oak called 'Zwols hout' was frequently used. This wood from Zwolle or elsewhere in The Netherlands often fails to produce a dendrochronological felling date. Therefore the worm nail poles can be dated to the nineteenth century.

Spiked poles proved to be an effective deterrent to the shipworm. No evidence of shipworm holes appeared on the poles in the Medemblik harbor jetty. This technique was used until the beginning of the twentieth century. Afterwards, tropical hardwoods resistant to the shipworm were employed and largely imported from the Dutch colony of Suriname (South America).

Michiel Bartels
Archeologie West-Friesland

11 Literatuur

Baars, C., 1988. De paalwormfurie van 1731/32 en de schade aan de West-Friese zeedijk, in: *Waterschapsbelangen 73*, 809-815.

Bakker, J. A., 2011. Paalwormen, dijken, hunebedden en onze eerste monumentenwet, in: H.M. van der Velde, N.L. Jaspers, E. Drenth & H.B.G. Scholte Lubberink (red.), *Van graven in de prehistorie en dingen die voorbij gaan. Studies aangeboden aan Eric Lohof bij zijn pensionering in de archeologie*. Leiden, 281-324.

Bartels, M.H., 2014. *Archeologische waardestelling Edam Oortgat kade NZ en ZZ, Gemeente Edam-Volendam*. (AQS nr. 14240).

Burger van Schoorl, D., 1767. *Chronijk van de stad Medemblik*, Hoorn.

Daalen, S. van, 2014. *Medemblik, havenhoofd, dendrochronologisch onderzoek*. (P 14.097). Deventer.

Dibbits, H.A.M.C., 1950. *Nederland-Waterland, een historisch-technisch overzicht*. Utrecht.

Didzulis, V., 2011. NOBANIS – Invasive alien species fact sheet – *Tedero navalis* (www.nobanis.org).

Elam, M.L., 2009. *Great naval shipworm, Tedero Navalis*. Zp.

Hempesch, V.W., van, J. van Teylingen, J. Druyff, J. Gilles Jr., H.H. Van de Poll & J. Benningbroek, 1732. *Verbaal van de inspectie van de Westvriese Zeedijken gehouden door de Heeren Commissarissen van haar Edele Groot Mog. In de maanden April en Mey 1732*, Amsterdam.

Janse, H. (red.), 2004. Spijkers & draadnagels, in: *Ambacht & Gereedschap, historische cahiers 1*, Leiden.

Leeuwen, J. van, 2014. Medemblik een centrum in de periferie. *Westfriese Archeologische Rapporten 61*.

Leeuwen, J. van & C.M. Soonius, 2014. *Archeologisch advies Havenhoofd, Medemblik-stad, Gemeente Medemblik* (AQS nr. 14160).

Schans, T. van der, 2014. Als een straf van God, weekdiertje bedreigde onze dijken in de achttiende eeuw, in: *Kleio 2014-4*, 5-8.

Schagen, C. & A.W.C. Dwars, 1950. *Waterbouwkunde 5, Zeewerken, rivierwerken, droogmakerijen, afwatering en ontwateringkanalen*. Amsterdam.

Straat P. & P. van der Deure, 1733. *Ontwerp tot een mist kostbaare en zeekerste en schielijkste herstelling van de zorgelyke toestand der Westfriesche Zeeykken; zonder dat het voortknagend*

Zeegewormte daar enige hindernisse kan veroorsaaken. Na rype overweeginge te zaamen gestelt door Pieter Straat en Pieter van der Deure, t' Amsterdam by Johannes Oosterwyk, Boekverkooper op den Dam, Amsterdam.

Swart, P., 2009. Medemblik en de Westfrieze Admiraliteit, in: *Westfrieslands Oud & Nieuw* 76. 28-56,

Velsen, C., C. Ibo, M. Walraven & A. de Mutsert, 1733. *Consideratien over de opgegeeven voorslaagen en begroottinge van kosten, tot het herstellen der Westvriese Zeedijken op de wyse van Heeren Dijkgraaf, Heemraaden, Hoofdingelanden en Waardschappen van Dregterland.* Amsterdam.

Vos, A.D., 2012. *Onderwaterarcheologie op de Rede van Texel, waardestellende onderzoeken in de westelijke Waddenzee (Burgzand).* (Nederlandse Archeologische rapporten 41). Amersfoort.

Weijdt, L.J., 2008. Oude en nieuwe dijken, in: Stam, R. (red.) *Texel en de zee, een strijd van eeuwen* (deel 9), 1-15.

Wit, J. de, 1948. Wieringen en de wier, in: *De Speelwagen* 1948-6, 168-175.

Wolff, W.J., 2012. Paalwormen en andere hout-etende dieren in de westelijke Waddenzee, in: A. D. Vos (red.). *Onderwaterarcheologie op de Rede van Texel, waardestellende onderzoeken in de westelijke Waddenzee (Burgzand).* (= Nederlandse Archeologische rapporten 41). Amersfoort. 339-341.

NN, 1926. Verslag van de Staatscommissie Zuiderzee. Zp.

NN, 1943. *Tropisch hout in het IJsselmeer*, in: Mededeeling / Afdeling handelsmuseum, Koloniaal Instituut te Amsterdam, Jaargang 0, Aflevering 26, 1 Januari 1943.

Websites:

Staatscourant: <http://www.statengeneraaldigitaal.nl/document/tekst?id=sgd%3A18731874%3A0000201&pagina=9>

www.waddenacademie.nl/wetenschap/wadweten/wadweten-2014/termieten-van-de-zee/

12 Verantwoording afbeeldingen

Alle afbeeldingen zijn afkomstig van Archeologie West-Friesland, met uitzondering van:

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier: 22

Maritiem Museum Rotterdam: 30

Rijksmuseum Amsterdam, Rijksstudio: 23, 25

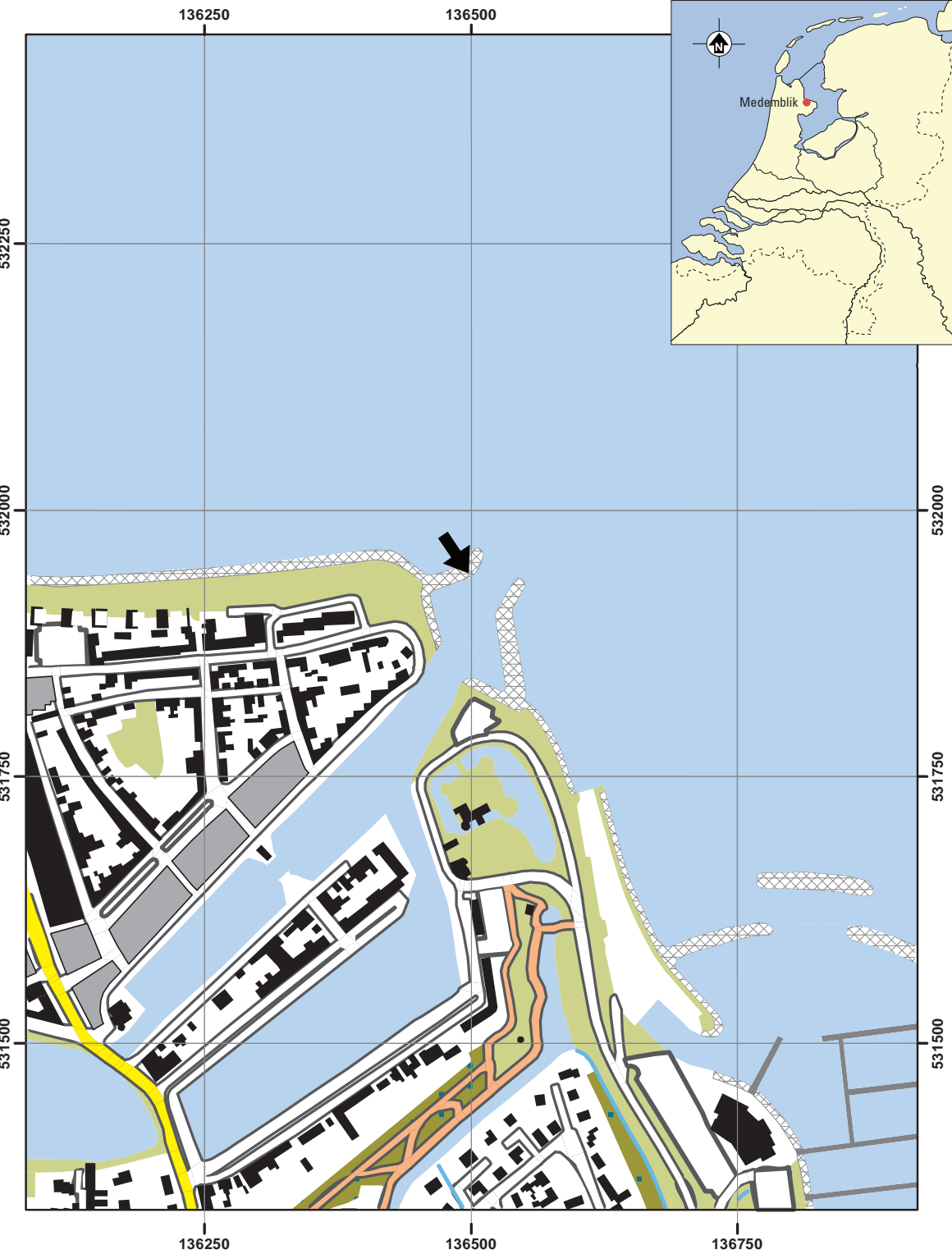
Universiteit van Amsterdam: 2

Westfries Archief: 3, 4, 5, 26, 29, 31

Gemeente Medemblik: 9, 14

Onbekend: 24

Locatie plangebied



Bijlage 1 Bijblad van de Nederlandsche Staats-Courant

Tweede Kamer. 45STE ZITTING. 11 DECEMBER 1873.

...20 schepen, die nu op de kusten van ^Atchin zijn, nog drijven of niet. Met genoeg vernam ik van den geachte spreker dat hij ook van oordeel is dat de magazijn voorraad niet zo buitengewoon groot moet zijn, maar dat hij wenste dat hetgeen voor de schepen nodig was om zo in dienst te stellen aanwezig is. Het is volkomen mijn stelsel. Ik heb ook nooit iets anders gevolgd. Ik heb te veel ondervinding omtrent de bovenmatige hoeveelheden die men voor de magazijnen aanvraagt, om niet genegen te zijn de hoeveelheden tot een minimum te beperken. Het is zolang nog niet geleden dat ik bijvoorbeeld een aanvraag kreeg om op te ruimen aan overtollige zaken, die niet meer gebruikt worden: 22 000 kilo compositie-spijkers, 25 000 kilo timmer-spijkers, 10 000 kilo wormspijkers. Bij de vorige begroting heeft de geachte spreker beweerd dat de voorraad ijzer, dien men nodig had voor de tegenwoordige schepen, onvoldoende was. Ik heb toen met cijfers de geachte afgevaardigde tot een ander denkbeeld trachten te brengen. In de loop van dit jaar moest de magazijnmeester te Amsterdam vervangen worden. Bij die gelegenheid is het noodzakelijk om de hoeveelheden die in de magazijnen zijn te constateren, ten einde die te kunnen overgeven, want de magazijnmeester is daarvoor verantwoordelijk. Beide magazijnmeesters hebben mij evenwel verzocht om de bepalingen die omtrent de absolute overgave in werking....

Bijblad van de Nederlandsche Staats-Courant. 1873-1874. II , Vel 182, 675.

<http://www.statengeneraaldigitaal.nl/document/tekst?id=sgd%3A18731874%3A0000201&pagina=9>

Bijlage 2 Tekstfragment uit ' Handboek Officieren 1838'

(...) Men heeft eene bijzondere soort van spijkers, welke gebruikt worden, om palen, sluisdeuren en alle houtwerk, dat men tegen vernieling door den zeeworm wil beveiligen, te benagelen. Dezelve bestaan uit 2 soorten, van 3 ½ duim lengte en 30 in een pond, en 2 ½ duim lengte en 40 in een pond. Beide hebben zeer groote koppen, en er worden er 600 a 700 vereischt, om eene oppervlakte van eene vierkante el daarmede te voorzien. (...)

Bijlage 3 Meetgegevens

paalnr	totale lengte	voet-1 ^{ste} spijker-gat	inter- val 1	voet-1 ^{ste} mossel	interval 2	breedte balk	tot opp wspg	gaten per 100m ²	n. Spijk-ers	diam kop	diam kop	diam kop	diam kop	diam kop	diam kop	diam kop	opmerkingen
							x 4 vlak-ken		H/ 100 cm	1	2	3	4	5			
1	306	203	103	270	36	20	8240	14	1153,6	3	3,1	3,2	3,2	3			3,1
2	486	300	186	390	96	20	14880	20	2976	3	3,2	3,2	3,2	3,1			3,14
3	480	307	173	380	100	25	17300	17	2941	3,5	3,2						3,35
4	488	330	158	370	118	24	15168	17	2578,56								0
5	487	310	177	372	115	24	16992	15	2548,8								0
6	468	280	188	350	118	24	18048	10	1804,8	4	4	4				pek	4
7	458	360	98	410	48	20	7840	13	1019,2	3						pek	3
8	316	110	206	170	146	18	14832	20	2966,4	3	3						3
9	312	140	172	200	112	18	12384	19	2352,96								0
10	322	134	188	184	138	18	13536	21	2842,56								0
11	312	112	200	202	110	19	15200		0								0
12	314	147	167	180	134	18	12024		0								0
13	314	104	210	223	91	24	20160	10	2016	3,5	4	4	4	4			3,9
14	291	118	173	178	113	20	13840	16	2214,4	3,5	3,5	3,3					3,45
15	469	285	184	370	99	20	14720	13	1913,6	3,2	4	4				m2 dendro	3,8
16	312	144	168	210	102	18	12096	16	1935,36	2,3	2,5	2,5	2,5	2,6			2,48
17	340	167	173	230	110	16	11072	11	1217,92	3,5	3,5	3,5	x	x			3,5
18	274	127	147	180	94	20	11760	18	2116,8	x	x	x	x	x			0
19	502	320	182	420	82	24	17472	11	1921,92	3,5	3,8	3	3	3		m3 dendro	3,26
20	266	123	143	163	103	18	10296	21	2162,16	3	x	x	x	x		kop verrot	3
21	486	343	143	397	89	23	13156	15	1973,4	3,1	3,6	3,3	3,8	3,2			3,4
22	294	132	162	200	94	20	12960	13	1684,8	3,2	3	2,8	3	3,2			3,04
23	402	326	76	368	34	22	6688	14	936,32	3	3,2	x	x	x		kop verrot/m4 dendro	3,1
24	369	300	69	350	19	22	6072	14	850,08	x	x	x	x	x			0
25	636	486	150	x	x	23	13800	14	1932	x	x	x	x	x			afwijkende paal, geen eiken en vier-kant oipv 8-zijdig
26	500	343	157	386	114	26	16328	15	2449,2	x	x	x	x	x			0
27	278	130	148	162	116	19	11248	16	1799,68	2,3	2,4	2,7	2,5	x			2,475
28	266	122	144	168	98	18	10368	18	1866,24	3,5	3	3	3,5	3,5			3,3
29	494	310	184	390	104	25	18400	16	2944	3,1	3,2	3,4	3,3	3,1		m1 dendro	3,22

Bijlage 4 Bronnen Oud Archief Medemblik (OAM)

Index 1776

Nr	
1	Spijkerders
2	Vracht van Zaandam
3	Vracht van Zaandam
4	Spijkerders
5	Spijkerders
6	Nagels
7	Nagels
8	Nagels
9	Palen
10	Spijkerders
11	Nagels
12	Spijkerders
13	Spijkerders
14	Nagels
15	Zegels voor obligaties
16	Nagels
17	Nagels
18	Nagels
19	Spijkerders
20	Heiers
21	Palen
22	Spijkerders
23	Heiers
24	Vracht van Zaandam
25	Nagels
26	Nagels
27	Spijkerders
28	Sjouwers
29	Heiers
30	Spijkerders
31	Nagels
32	Nagels
33	Heiers
34	Spijkerders
35	Spijkers
36	Palen
37	Hout
38	Besteding
39	Sjouwers
40	Besteding
41	Bouten en spijlen
42	Besteding
43	Sjouwers
44	Sjouwers
45	Vlotwerkers
46	Sjouwers
47	Sjouwers
48	Vlot

Bestelde palen 1776						
Nota	Aantal	Lengte in voeten	Houtsoort	Prijs per stuk Guldens	Leverancier	
	9	74	20-40	onbekend	15,5	Jan Ouwejan, Zaandam
	9	30	32-40	eiken	15,5	Jan Ouwejan, Zaandam
	21	45	30-40	eiken	15,25	Anna Houttuin
	36	40	onbekend	eiken	15	Jan Ouwejan, Zaandam
Totaal aantal palen	189					

Nagels 1776

Nota	Aantal	Eenheid	Omrekening in kg	Soort nagels	Gulden	Stuiver	Schatting aantal	Leveranciers	
6	100	Pakje	333	3 ponds	NLG 55		111.111	Weduwe Claas Ham	111111
6	100	Pakje	333	3 ponds	NLG 55		111.111	Weduwe Claas Ham	111111
6	200	Pakje	667	3 ponds	NLG 110		222.222	Weduwe Claas Ham	222222
6	300	Pakje	1.000	3 ponds	NLG 165		333.333	Weduwe Claas Ham	333333
6	300	Pakje	1.000	3 ponds	NLG 172	10	333.333	Weduwe Claas Ham	333333
7	600	Pakje	2.000	3 ponds	NLG 330		666.666	Jacob Vroom	666666
8	100	Pakje	333	3 ponds	NLG 55		111.111	Weduwe Cornelis de Zee (Lijsbet Bakker)	111111
8	100	Pakje	333	3 ponds	NLG 55		111.111	Swemmer en Colff	111111
11	100	Pakje	333	3 ponds	NLG 55		111.111	Swemmer en Colff	111111
11	200	Pakje	667	3 ponds	NLG 110		222.222	Swemmer en Colff	222222
11	200	Pakje	667	3 ponds	NLG 110		222.222	Swemmer en Colff	222222
11	300	Pakje	1.000	3 ponds	NLG 165		333.333	Swemmer en Colff	333333
11	300	Pakje	1.000	3 ponds	NLG 172	10	333.333	Swemmer en Colff	333333
14	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Claas Ham	333333,333
14	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Claas Ham	333333,333
14	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Claas Ham	333333,333
14	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Claas Ham	333333,333
16	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Swemmer en Colff	333333,333
16	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Swemmer en Colff	333333,333
16	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Swemmer en Colff	333333,333
16	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Swemmer en Colff	333333,333
17	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Jacob Vroom	333333,333
17	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Jacob Vroom	333333,333
17	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Jacob Vroom	333333,333
18	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Cornelis de Zee (Lijsbet Bakker)	333333,333
18	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Cornelis de Zee (Lijsbet Bakker)	333333,333
18	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Cornelis de Zee (Lijsbet Bakker)	333333,333
25	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Swemmer en Colff	333333,333
25	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Swemmer en Colff	333333,333
25	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Swemmer en Colff	333333,333
26	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Claas Ham	333333,333
26	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Claas Ham	333333,333
26	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Claas Ham	333333,333
31	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Jacob Vroom	333333,333
31	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Jacob Vroom	333333,333
31	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Jacob Vroom	333333,333
32	1000	Pond	1.000	3 ponds	NLG 172		333.333	Weduwe Cornelis de Zee (Lijsbet Bakker)	333333,333
32	2000	Pond	2.000	3 ponds	NLG 344		666.667	Weduwe Cornelis de Zee (Lijsbet Bakker)	666666,667

Totaal gewicht KG's		35.667
Totaal Prijs in Guldens		NLG 6.081
Totaal geschat aantal wormspijkers in stuks		11.888.886
Aantal/mandagen	= spijkers per dag	4.700
Per uur bij 10 uur werk per dag		470
Per minuut		8
Uitgangspunten		
3 ponds spijkers = 1000 spijkers in 3 pond		
300 pakjes spijkers is het equivalent van 1000 pond, gebaseerd op de prijs		

Inzet personeel Spijkerders 1776				
Nota	Periode	Aantal mannen	Mandagen	Gemiddeld
1	1 tot 20 april	24	183,5	7,646
4	20 april tot 4 mei	32	257,5	8,047
5	4 tot 18 mei	38	284,5	7,487
10	18 mei tot 1 juni	43	260,25	6,052
12	1 tot 15 juni	52	383	7,365
13	15 tot 29 juni	49	437	8,918
19	29 juni tot 13 juli	35	249	7,114
22	13 tot 27 juli	35	213,25	6,093
27	27 juli tot 10 augustus	24	77,25	3,219
30	10 tot 24 augustus	21	101,5	4,833
34	24 tot 29 augustus	27	82,75	3,065
Totaal dagen			2529,5	

Inzet personeel Spijkerders 1778				
Nota	Periode	Aantal mannen	Mandagen	Gemiddeld
1	21 maart tot 4 april	12	116,5	9,708
2	4 tot 18 april	12	93,5	7,792
3	16 tot 21 maart	11	55,5	5,045
4	18 mei tot 1 juni	27	159,25	5,898
5	2 tot 16 mei	26	249,5	9,596
6	16 tot 30 mei	28	267,75	9,563
7	30 mei tot 13 juni	33	251,5	7,621
8	13 tot 27 juni	34	296,25	8,713
9	27 juni tot 11 juli	26	204,5	7,865
10	11 tot 25 juli	19	191	10,053
			1885,25	



Medemblik, Havenhoofd

Dendrochronologisch onderzoek

Van Daalen Dendrochronologie

Projectnummer: 14.097

Uitgevoerd: Oktober 2014

Auteur: ir. S. van Daalen

Opdrachtgever: Archeologie West-Friesland

Contact:

H.G. Gooszenstraat 1, kamer 15, 7415 CL Deventer

vandaalen@dendro.nl

www.dendro.nl

tel: +31 (0)630114237

Copyright: Archeologie West-Friesland/Van Daalen Dendrochronologie

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Archeologie West-Friesland en/of Van Daalen Dendrochronologie.

INLEIDING

Bij de vernieuwing van het havenhoofd van Medemblik is een aantal palen aangetroffen die deel uitmaakten van de Zuiderzeewering. Op de palen zijn grote aantallen wormspijkers, of de sporen daarvan, aangetroffen. Deze wormspijkers zijn aangebracht als bescherming tegen de paalworm (*Teredo navalis* L.).

Alhoewel wormspijkers een bekend fenomeen zijn, worden ze zelden in deze hoeveelheden aangetroffen. Wormspijkers werden na de paalwormcrisis van 1730 – 1734 als bescherming tegen paalwormen aangebracht.¹

In totaal zijn circa 40 palen aangetroffen waarvan een selectie van 4 monsters is aangeleverd voor dendrochronologisch onderzoek om de exacte ouderdom van de palen vast te stellen. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht Archeologie West-Friesland en vond plaats in oktober 2014 op het laboratorium van Van Daalen Dendrochronologie te Deventer.

METHODE

Selectie en vooronderzoek

Voor ieder monster is nagegaan of het een dateerbare houtsoort betrof, of het voldoende jaarringen leek te hebben (minimaal 70) en of het jaarringpatroon vrij was van verstoringen. Waar mogelijk wordt voorkeur gegeven aan monsters met spinhout of wankant (zie hieronder). Voor monsters waarvan de houtsoort niet met het blote oog bepaald kon worden is aan de hand van microscopische coupes en een determinatiesleutel² de houtsoort bepaald.

Meting(en)

Geschikt bevonden monsters hebben elk een unieke metingcode toegekend gekregen en zijn volgens standaard methodes langs één of meerdere radiale trajecten geprepareerd.³ Langs ieder radiaal traject zijn de jaarringbreedtes ingemeten met een daartoe ingerichte meetopstelling.⁴ Waar meerdere metingen aan hetzelfde monster verricht zijn, zijn deze gemiddeld tot één meting zodat ieder individueel element altijd door één meting vertegenwoordigd wordt (zie tabel 2).

¹ *Vondstmelding paalwering met wormspijkers*: M. Bartels, e-mail correspondentie d.d. 1-10-2014.

² Schweingruber, 1990.

³ Pilcher 1990.

⁴ Een Velmex meetopstelling met Acu-Rite QV10-V lineaire codeerder met een nauwkeurigheid van 10 µm gekoppeld aan een Euromex binoculair microscoop met een vergroting van 10 en 30 maal.

Bij het inmeten is gelet op aanwezigheid van spinthout of wankant.⁵ Deze informatie wordt gebruikt voor het schatten van een kapjaar of kapinterval. Hierbij worden de volgende situaties onderscheiden (zie tabel 1). De codering is gebaseerd op Baillie (1982, p.61) en wordt toegelicht in bijlage 1.

Tabel 1. Verschillende schattingsmethoden voor kapintervallen voor een datering in het jaar x.

code	omschrijving	notatie
A	wankant aanwezig, kapinterval vastgesteld buiten groeiseizoen van laatste jaar.	herfst/winter x/x+1
A1	wankant aanwezig, kapinterval vastgesteld tijdens groeiseizoen van laatste jaar.	zomer x
A2	wankant aanwezig; kapinterval vastgesteld in aanvang van volgend groeiseizoen.	lente x+1
B	geen wankant, spinthout deels aanwezig; Bayesiaanse schatting van een kapinterval (alleen voor eik)	mediaan, (2• δ interval)
C	alleen spinthoutgrens aanwezig; schatting van een kapinterval (alleen voor eik)	mediaan, (2• δ interval)
D	geen spinthout aanwezig (alleen voor eik)	na x+min. aantal spinthout
E	geen spinthout aanwezig	na x

Dateringsonderzoek

De metingen zijn met behulp van dendrochronologische software⁶ met elkaar vergeleken. Voor iedere positie tussen de metingen zijn twee parameters berekend:

1. Student t-waarde. De t-waarde beschrijft de overeenkomst tussen twee getallenreeksen voor een gegeven positie. Hoe hoger deze waarde, hoe sterker de gelijkheid is; een t-waarde hoger dan 5 komt grofweg neer op een kans van 1 op 10.000 dat de gevonden uitslag op toeval berust en kan als een indicatie voor een datering beschouwd worden. Voorafgaand aan het berekenen van de t-waarde worden de jaarringbreedtes logaritmisch getransformeerd⁷ zodat deze een normale verdeling benaderen.
2. *Gleichläufigkeit* (GLK); het percentage van de intervallen tussen twee jaren waarin de meting en referentiecurve gelijktijdig een stijging of daling in het jaarringpatroon laten zien. In de praktijk wordt een GLK van minder dan 62 als zwak beschouwd.

Synchronisaties die aan de statistische vereisten voldoen zijn door de dendrochronoloog visueel beoordeeld. De synchronisatie is vervolgens geaccepteerd of verworpen. Onderlinge dateringen zijn uitgevoerd om metingen uit dezelfde boom te identificeren en/of één of meerdere middelcurven samen te stellen die het dateren faciliteren.

De individuele metingen en middelcurven zijn vervolgens op dezelfde wijze vergeleken met lokale en regionale referentiecurven.

⁵ De termen spinthout en wankant worden toegelicht in bijlage 1.

⁶ PAST4. Uitgegeven door SCIAM, Wenen (Oostenrijk). www.sciem.com

⁷ De zogeheten transformatie van Hollstein (Hollstein 1980).

RESULTATEN

Selectie en vooronderzoek

De 4 aangeleverde monsters zijn afkomstig van eiken (*Quercus sp.*) palen. Het gaat in alle gevallen om 4-zijdig gekantrechte palen waarbij het spinhout grotendeel of compleet bewaard is gebleven.

Metingen

Tabel 2. Overzicht van de meetgegevens. n : aantal jaarringen, $n_{(s)}$: aantal spintringen, type: schattingswijze voor het kapinterval conform tabel 1. Een grafische weergave staat in bijlage 2.

monster	omschrijving	houtsoort	meting	n	$n_{(s)}$	type
M1	paal	eik	14.097.001	63	17	A2
M2	paal	eik	14.097.001	82	15	B
M3	paal	eik	14.097.001	66	10	A
M4	paal	eik	14.097.001	60	8	A

Dateringsonderzoek

Onderlinge synchronisatie van de metingen levert geen resultaat op.

Omdat het om palen uit dezelfde structuur gaat kan veronderstelt worden dat deze ook (bij benadering) dezelfde datering hebben. Middels visuele vergelijking van de metingen kunnen echter geen acceptabele onderlinge posities gevonden die dit kunnen te bevestigen.

Het vergelijken van de individuele metingen met referentiecurven levert eveneens geen datering op.

INTERPRETATIE

De monsters kunnen niet gedateerd worden (zie tabel 3), waardoor de exacte ouderdom van de zeewering niet vastgesteld kan worden. De relatie met de paalwormcrisis kan eveneens niet bepaald worden.

Tabel 3. Schatting van de kapintervallen. Het type is de schatting volgens tabel 1.

monster	meting	eind	kapinterval	type
M1	14.097.001	-		A2
M2	14.097.001	-		B
M3	14.097.001	-		A
M4	14.097.001	-		A

LITERATUUR

Baillie, M.G.L., 1982: *Tree-ring dating and Archaeology*. ISBN 0-7099-0613-7. Croom Helm Ltd. London.

Bronk Ramsey, C., 2009: Bayesian analysis of radiocarbon dates. In: *Radiocarbon*, 51(1), pp. 337-360.

Hollstein, E., 1980: *Trierer Grabungen und Forschungen. Band XI*, Rheinisches Landesmuseum Trier. ISBN 3-8053-0096-4. Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein.

Pilcher, J.R., Sample preparation, Cross-dating, and Measurement. In: Cook, E.R., Kairiukstis, L.A., (eds) 1990: *Methods of Dendrochronology, Applications in the Environmental Sciences*. Kluwer Academic Publishers. ISBN 0-7923-0586-8.

Schweingruber, F.H., 1990: *Mikroskopische Holzanatomie. Formenspektren mitteleuropäischer Stamm- Und Zweigölzer zur Bestimmung von recentem und subfossilem Material*. 226 pp. Zürcher AG. ZugOxf.: 811.1 __ 016 : 810 : 814.7 (4). 3^e druk.

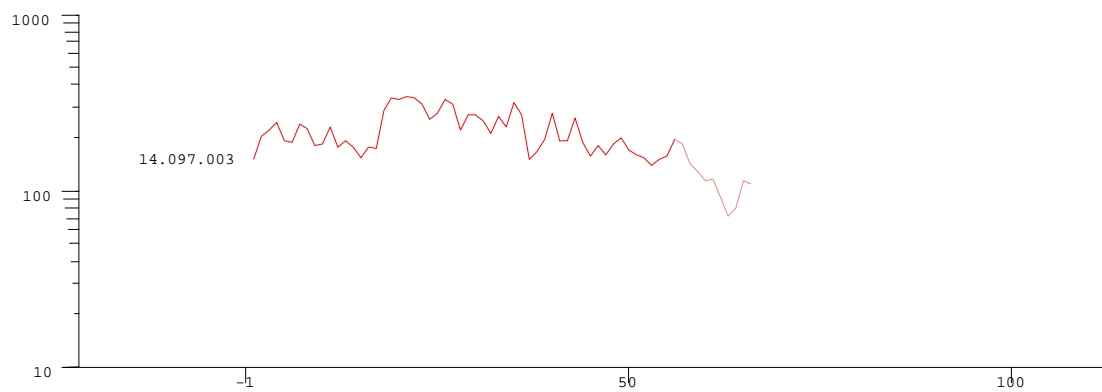
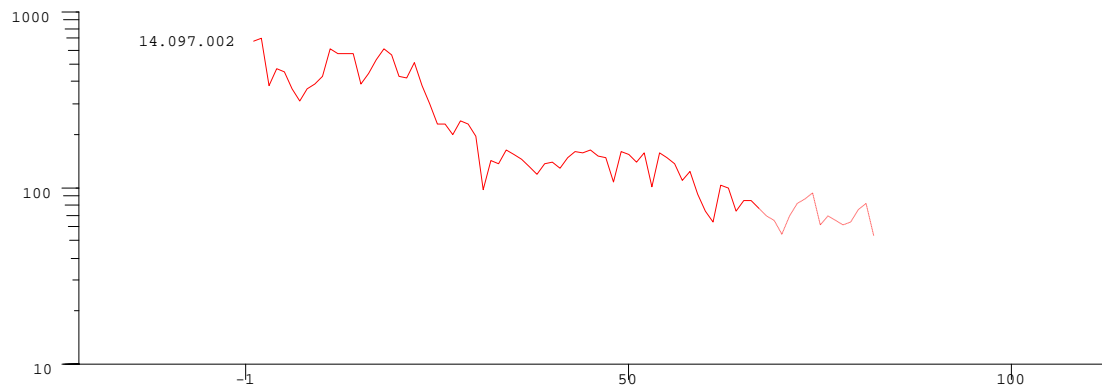
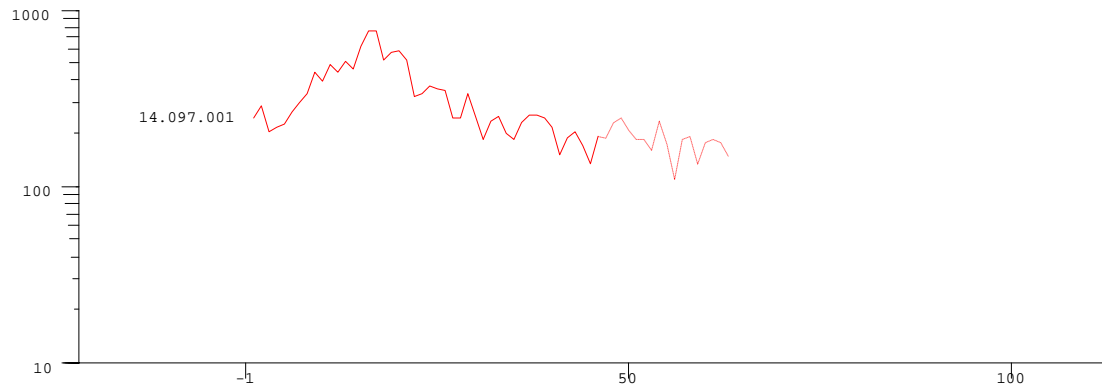
BIJLAGE 1

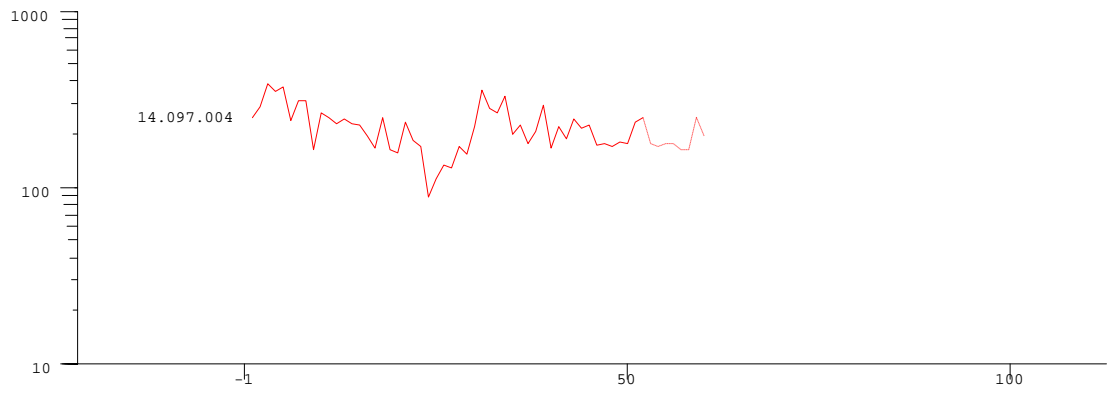
- A. Wankant aanwezig: De jaarringrens van de buitenste jaarring direct onder de bast maakt het mogelijk het seizoen te bepalen waarin de boom gekapt is. Aanwezigheid van de wankant betekent per definitie dat het spinhout volledig aanwezig is. Het seizoen waarin de boom gekapt is volgt uit de mate waarin de buitenste ring gevormd is:
1. A: De buitenste jaarring is volledig gevormd. Het kapinterval valt buiten het groeiseizoen van de laatste (gedateerde) jaarring.
 2. A1: De buitenste jaarring is niet volledig gevormd. Het kapinterval valt in het groeiseizoen van de laatste (gedateerde) jaarring.
 3. A2: Alleen de aanzet tot de buitenste jaarring is aanwezig. Deze jaarring wordt niet ingemeten. Het kapinterval valt aan het begin van het groeiseizoen volgend op de laatste (ingemeten) jaarring.
- B. Spinhout aanwezig: Het spinhout is de buitenste zone van de stam waar het hout nog niet is omgezet in kernhout. Niet alle houtsoorten vormen kernhout en alleen bij eik is het aantal jaarringen in het spinhout statistisch te omschrijven zodat een schatting gemaakt kan worden van het aantal ontbrekende jaarringen tot de wankant. Voor het berekenen van het kapinterval wordt OxCal⁸ gebruikt met door de auteur samengestelde spinhoutstatistieken. Hieruit volgt een jaartal dat het meest waarschijnlijk is (de mediaan), met daarom heen een $2 \cdot \delta$ (95,4%) betrouwbaarheidsinterval. Spinhoutstatistieken verschillen zijn niet voor alle herkomstgebieden hetzelfde, waardoor naar gelang de herkomst van het hout andere spinhoutstatistieken toegepast kunnen worden.
- C. Spinhoutgrens aanwezig: Als (een deel van) de contouren van een monster één en dezelfde jaarring volgen dan kan dit geïnterpreteerd worden als de overgang tussen het kernhout en het (niet meer aanwezige) spinhout. Hierbij wordt op dezelfde wijze als hierboven een kapinterval berekend. Hierbij moet de kanttekening geplaatst worden dat dit alleen met redelijke zekerheid vastgesteld kan worden als dit langs een voldoende groot deel van de contouren van het monster zichtbaar is.
- D. Geen spinhout aanwezig: Hierbij is het niet mogelijk een kapinterval te schatten en kan alleen gesteld worden dat in ieder geval een klein aantal spinhoutringen (6 stuks) volgt op het kernhout. De vroegst mogelijke datering wordt dan met een corresponderend aantal jaarringen gecorrigeerd. Dit geldt alleen voor eik.
- E. Geen spinhoutstatistieken beschikbaar of geen kernhoutvorming: Hierbij is het niet mogelijk een kapinterval te schatten en kan alleen gesteld worden dat het kapjaar ná de datering van de buitenste ring valt. Dit wordt zowel toegepast voor houtsoorten die geen kernhout vormen, of waarvoor het aantal spinhoutringen niet rekenkundig te omschrijven is.

⁸ Bronk Ramsey 2009.

BIJLAGE 2

Hier onder staan de metingen afgebeeld met op de x-as staan de jaartallen, op de y-as de ringbreedtes op een logaritmische schaal, uitgedrukt in 1/100 mm. Het spinthout is gestippeld aangegeven.







ISSN 2210-5364