



SLUIZEN IN DE 'DERRIE'

SLUISBOUW IN ZESTIENDE-EEUWS HOLLAND ALS
PROEFTUIN VOOR BOUWEN OP SLAPPE BODEM

MERLIJN HURX

Deze herfst, op 11 oktober, openden de Belgische en Nederlandse koningen, Filip en Willem-Alexander, na zeven jaar bouwen een van de grootste zeesluizen ter wereld in Terneuzen. Door de enorme afmetingen van 427 bij 55 meter van deze Nieuwe Sluis kunnen grote zeeschepen voortaan doorvaren naar de haven van Gent. Alleen de in 2022 geopende zeesluis in IJmuiden is met 500 bij 70 meter groter. Beide projecten werden trots gepresenteerd als staaltjes Hollands glorie op het gebied van ingenieurskunst.¹ Nederland kent dan ook een lange traditie in het bouwen van sluisen. Al sinds de Middeleeuwen zijn ze essentieel voor vaarroutes en het beheer van polders. Ook de vermaardheid van Hollandse waterbouwkundigen gaat ver terug. Zo preeste de Franse ingenieur Bernard de Forest de Bélidor in zijn voorwoord van *Architecture hydraulique* uit 1750, de eerste gepubliceerde verhandeling over waterbouwkunde, de Hollanders voor het ontwikkelen van grote sluisen ('les grandes Ecluses') zo'n tweehonderd jaar eerder; een belangrijke uitvinding die volgens hem zelfs in de klassieke Oudheid niet voorkwam.²

Historische bronnen bevestigen dat het midden van de zestiende eeuw een overgangperiode was waarin het ontwerp van sluisen verschillende innovaties onderging. De belangrijkste daarvan zijn de introductie van nieuwe sluisdeuren en de toepassing van steen. Eerder waren sluisen voornamelijk van hout, maar met dit meer bestendige bouw materiaal was het mogelijk om veel grotere sluisen te bouwen. Door de verbetering van de infrastructuur voor de handel en het waterbeheer leverden de nieuwe sluisen een belangrijke bijdrage aan de opkomst en bloei van de Republiek.

Naar de functie en werking van sluisen, specifiek het ontwerp van sluisdeuren, is behoorlijk wat onderzoek gedaan, maar bouwtechnische aspecten zijn nog onderbelicht. Sluisbouw vormt een niche die nauwelijks op aandacht van architectuurhistorici kan rekenen.³ Dat is onterecht, want sluisbouw ontwikkelde zich niet in een vacuüm; het was een belangrijke opdracht voor stadsbouwmeesters en aannemers in de Hollandse steden. Ook zijn er aanwijzingen dat de constructieve uitdagingen van het aanleggen van zware stenen sluisen in de slappe Hollandse bodem belangrijk zijn geweest voor een wetenschappelijke benadering van het bouwen in veengebieden. Deze nieuwe waterbouwkundige werken waren veel zwaarder dan hun houten voorgangers en moesten goed gefundeerd worden in de moerassige ondergrond bestaande uit klei en veen.

Het is nog onduidelijk hoe het ontwerpproces van funderingen in de zestiende eeuw eruitzag.

Dit artikel richt zich op de praktijk van het funderen van sluisen met de methoden en de afwegingen die keuzes bepaalden bij uitwerking en uitvoering. De eigentijdse discussies over de beste funderingstechnieken voor sluisen laten zien dat er geen standaardoplossingen bestonden en dat experts met uiteenlopende achtergronden bij de bouw betrokken waren.⁴

Een bepalende rol voor de ontwikkelingen in de sluisbouw was weggelegd voor de hoogheemraad- en waterschappen. Dit waren bovenstedelijke overheden die zowel een opdrachtgevende als een controlerende taak hadden over alle zaken gerelateerd aan waterbeheer. Ze bouwden zelf sluisen, maar beoordeelden ook bouwplannen voor sluisen van de steden in hun gebied. Door hun betrokkenheid bij alle belangrijke waterwerken waren het niet alleen sterke bestuurlijke organen, maar vormden ze uiteindelijk ook beduidende kennisorganisaties. Ondanks het belang van deze instellingen voor het bouwen, zijn ze nog onvoldoende betrokken in het onderzoek naar ontwikkelingen in de ontwerp- en bouwpraktijk in de vroegmoderne tijd in Nederland.

Aan de hand van het uitzonderlijk goed bewaarde archief van het Hoogheemraadschap van Rijnland is het mogelijk om een gedetailleerd beeld te krijgen van de voorbereidende onderzoeken en discussies over de beste funderingstechnieken voor slappe bodem. Het Hoogheemraadschap van Rijnland was belast met de waterhuishouding in een groot deel van wat nu het Groene Hart is. Het gebied bestond vooral uit veenweidegebied en omvatte het grote Haarlemmermeer (afb. 1). Het archief is eerder geraadpleegd voor onderzoek naar sluisen,⁵ maar de technische uitdagingen die met de bouw gemoeid gingen, zijn nog onvoldoende belicht.⁶

Op basis van gegevens uit recent onderzoek naar de bouw van grote stenen sluisen in de Zuidelijke Nederlanden is het mogelijk een kennisnetwerk te onderscheiden dat laat zien dat de nieuwe stenen sluisen kort op elkaar werden aangelegd en hoe nauw deze bouwplaatsen met elkaar in verbinding stonden.⁷

In aanvulling op het Rijnlandse bronnenmateriaal afkomstig uit de praktijk vormt de zestiende-eeuwse verhandeling *Tractaet van dyckagie* van Andries Vierlingh een belangrijke bron bij het onderzoek. Hij schreef dit theoretische werk aan het einde van een lange carrière als waterbouwkundige omstreeks 1576-1579 met als doel om zijn kennis en ervaring samen te brengen en vast te leggen voor het nageslacht. Vierlinghs traktaat bleef echter onvoltooid en werd pas in het begin van de twintigste eeuw herontdekt en in 1920 gepubliceerd.⁸ Het geschrift biedt context bij de discussies over bouwtechnische uitdagingen in het Rijnland, aangezien het de inzichten van een eigen-

◀ 1. Joan Blaeu, kaart van het Rijn- en Amstelland, detail, uit: *Atlas Maior*, Amsterdam 1664-1665, deel 3, band 2, p. 41. De drie locaties in Rijnland waar stenen sluisen werden gebouwd in de jaren 1550 en 1560 zijn hier omcirkeld: Spaarndam, Halfweg en Alphen aan den Rijn (Wikimedia Commons, bewerking door auteur)

tijdse ervaringsdeskundige vertolkt. Als rentmeester van de prins van Oranje van het Brabantse stadje Steenberg en later ook dijkgraaf van de Graaf Hendrikpolder was hij betrokken bij de overgang naar steen: hij had niet alleen een bestuurlijke verantwoordelijkheid voor vele waterwerken, maar leverde ook zelf ontwerpen. In Brabant was de bodemgesteldheid weliswaar stabiel dan in Holland, maar in wezen had men te doen met soortgelijke problemen. Niettemin had Vierlingh regelmatig een geheel eigen kijk op de zaak en had hij commentaar op de aanpak in Holland.

VERNIEUWINGEN IN SLUISBOUW

De vernieuwingen in de sluisbouw in de zestiende eeuw waren verbonden met de toename van het vaarverkeer en de komst van grotere schepen, evenals met de noodzaak om een ecologische crisis veroorzaakt door de bodemdaling van veengebieden aan te pakken en om het dichtslibben van havens tegen te gaan.⁹ Schutsluizen zorgden ervoor dat schepen gemakkelijk verschillen in waterpeil konden overbruggen. Ze bestonden uit twee sluishoofden met sluisdeuren waartussen zich een kolk bevond waarvan het waterniveau kon worden gereguleerd door te schutten; het peil werd aangepast door het openen van een van de sluisdeuren om water toe te laten of af te voeren.

Er bestonden ook uitwaterings- of spuisluizen die voor de waterhuishouding werden gebruikt. Ze waren noodzakelijk om overtollig binnenwater af te voeren en buitenwater tegen te houden, maar konden ook worden ingezet om water met kracht te spuien om slib weg te spoelen. Een specifiek type was de duikersluis, die een koker had waar het water doorheen liep. Het onderscheid tussen schutsluizen en uitwateringssluizen is niet altijd even duidelijk, omdat sluisen ook een gemengde functie konden hebben.

Hoewel de eerste stenen sluisen al in de veertiende eeuw in Vlaanderen werden gebouwd, waren middeleeuwse sluisen meestal van hout en hadden ze gewoonlijk een hef- of valdeur, die op en neer kon bewegen.¹⁰ De introductie van puntdeuren in de zestiende eeuw betekende een belangrijke verbetering, omdat schepen schutsluizen voortaan konden passeren zonder de mast te strijken, terwijl de deuren van uitwateringssluizen vanzelf open en dicht gingen door verandering van de waterstand: water kon zo worden afgevoerd maar niet terugstromen. Bij zeesluizen was dit belangrijk, omdat bij eb de deuren vanzelf opengingen, terwijl ze bij vloed automatisch sloten.

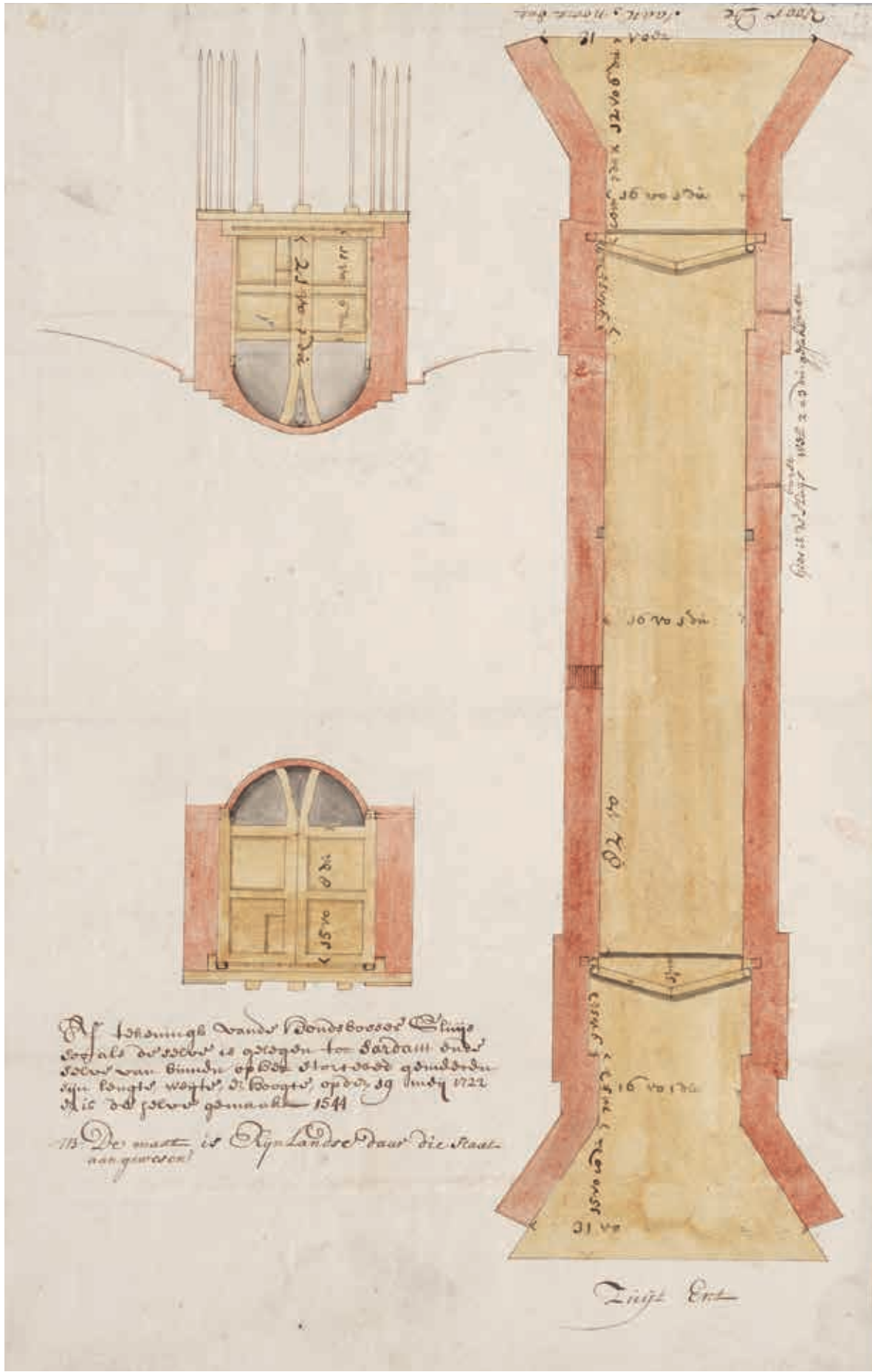
Het toenemend gebruik van natuursteen, meestal Naamse hardsteen of Bentheimer zandsteen, in combinatie met baksteen in de zestiende eeuw, betekende een andere belangrijke innovatie, omdat het de bouw van grote open schutsluizen vergemakkelijkte zonder overkluizing in de vorm van een vaste brug of een balkenconstructie over de kolk. Voor duikersluizen lever-

de een stenen overwelling een stevigere koker op met een veel grotere overspanning.

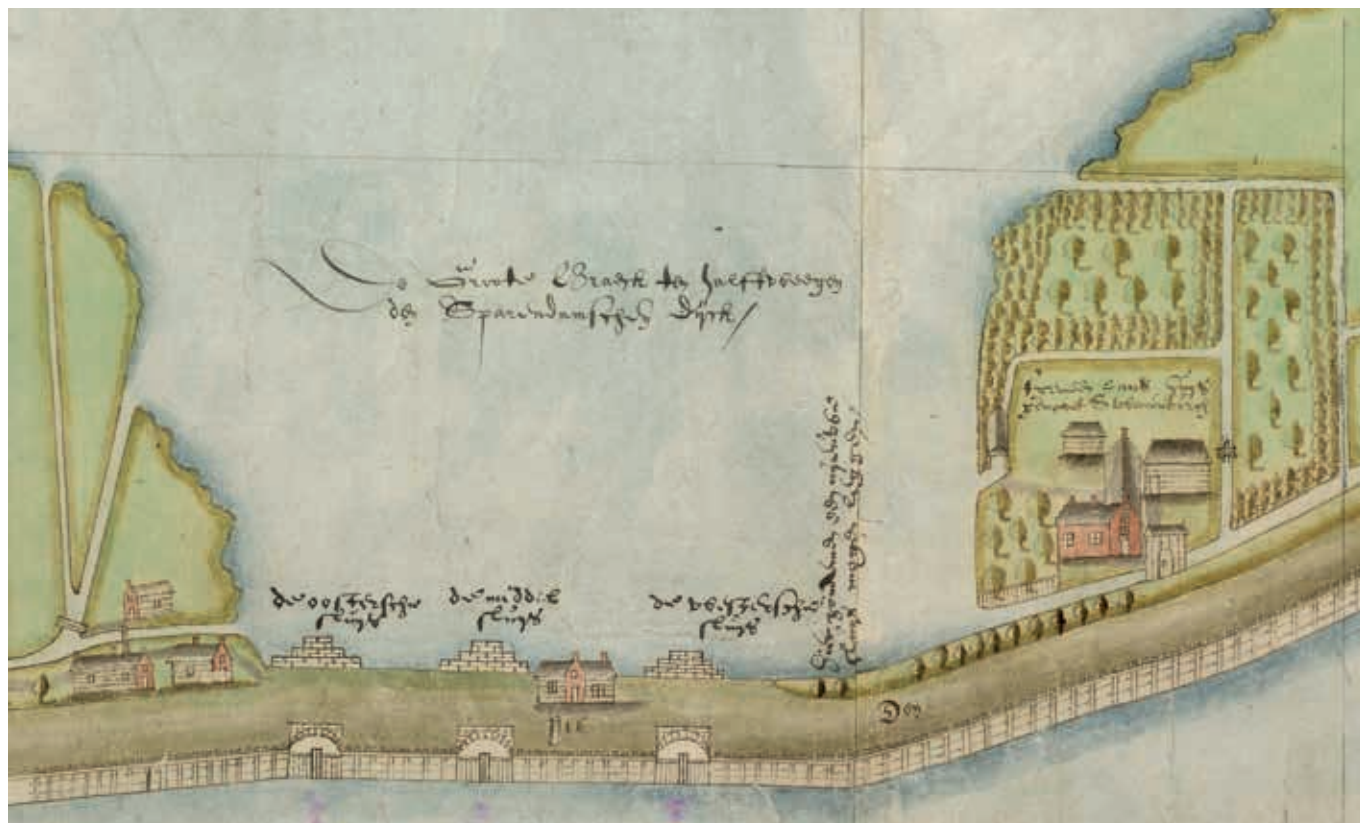
ONTWIKKELINGEN IN NOORD EN ZUID

In de zestiende eeuw werd in Holland een aanzienlijk aantal nieuwe stenen sluisen gebouwd, geregeld als vervanging van een houten exemplaar. De vroegste voorbeelden stammen uit de jaren 1540. Het Hoogheemraadschap van Delfland gaf opdracht tot de bouw van enkele stenen sluisen, waaronder de Monstersche Sluis in Maassluis. Mogelijk begon de bouw ervan al 1536, maar die duurde lang en pas zes jaar later werd het gewelf aanbesteed.¹¹ Deze sluis had met een lengte van tien meter nog maar bescheiden afmetingen. Voor de Boonervliet bij Maassluis werden in 1547 en 1548 twee andere sluisen in Naamse steen gebouwd.¹² De uitvoering van de Maaslandse Sluis verliep niet zonder problemen en de werkmeester van de Sint-Janskerk in Gouda, Cornelis Fredericxz vander Goude, en de stadsbouwmeester van Utrecht, Willem van Noort, werden om advies gevraagd.¹³

Een van de vroegst bekende stenen sluisen in Noord-Holland is de Kolksluis, die werd gebouwd in opdracht van de stad Haarlem Spaarndam in 1542. Vanwege de nieuwigheid had Haarlem tijdens de voorbereiding een delegatie naar de Vlaamse stad Sluis gestuurd om daar een stenen sluis te inspecteren.¹⁴ Een ander vroeg voorbeeld is de zogenaamde Grote of Hondsbossche Sluis in Zaandam. Deze werd in 1546-1547 gebouwd in opdracht van het hoogheemraadschap Hondsbossche en Duinen tot Petten. De sluis was bedoeld voor de scheepvaart en had een lengte van bijna 26 meter en een breedte van vijf meter (afb. 2).¹⁵ De Hondsbossche Sluis was een innovatief bouwwerk met stenen overwelling en twee paar puntdeuren, en maakte een flinke sprong in schaal ten opzichte van de Monstersche Sluis van tien jaar eerder. De sluis zou een decennium later model staan voor de bouw van de Westsluis in Halfweg en in 1549 nam een delegatie van de landsheer Karel V een bestek en een tekening van de Zaan-damse sluis mee naar Gent tijdens een inspectiereis van sluisen en zeekeringen in de Lage Landen.¹⁶ Interessant is dat het octrooi uit 1544 waarin toestemming werd gegeven voor de bouw van de Hondsbossche Sluis door Karel V de keuze voor het materiaal nog vrijliet. In het geval van een houten sluis was de doorvaartbreedte wel bijna de helft smaller, namelijk 2,4 tot 3,3 meter.¹⁷ De reden wordt niet genoemd, maar stenen sluisen hadden het voordeel dat ze grotere afmetingen toelieten, omdat ze steviger waren en waarschijnlijk minder snel bezweken onder waterdruk. Zo vermeldt een gedenksteen voor een nieuwe grote stenen sluis bij Vlaardingen uit 1588 met trots dat het nieuwe bouwwerk vijf oude houten uitwateringssluizen verving; een flinke verbetering in capaciteit dus.¹⁸ Niettemin laat de opgraving in 2021 van de schutsluis, de Grote



2. Anoniem, opmetingstekening met plattegrond en opstand van de sluisdeuren van de Grote of Hondsbossche Sluis in Zaandam, 1722. De tekening vermeldt abusievelijk 1544 als bouwjaar, in werkelijkheid bouwde Cornelis Fredericxz van der Goude de sluis in 1546-1547 (Noord-Hollands Archief, Haarlem)



3. Adriaen de Bruijn, kaart met de sluisen in de Spaarndammerdijk in Halfweg, detail, 1609. Van links naar rechts: Oostsluis (1566), Middensluis (1583), Westsluis (1557-1558); uiterst rechts het oude Gemeenlandshuis. Boven: het Spieringmeer; onder: het IJ in het noorden, Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie Kaarten, A-0611 (Hoogheemraadschap van Rijnland, Leiden: NL-LdnHHR)

Sluis of ‘de Spoey’ genoemd, in de Nieuwendam bij Monnickendam zien dat er in de tweede helft van de zestiende eeuw ook grote houten sluisen werden aangelegd. De sluis was weliswaar overkluisd, maar met afmetingen van 36 bij 6,5 meter deed deze sluis uit 1565-1567 niet onder voor contemporaine grote stenen sluisen.¹⁹

Volgend op de Haarlemse Kolksluis uit 1542 werden er verschillende grote stenen sluisen gebouwd in het Rijnland. De Westsluis, die in 1557-1558 bij de Spaarndammerdijk bij Halfweg tot stand kwam, was bedoeld voor de uitwatering van het Spieringmeer (deel van het grote Haarlemmermeer). Om voldoende capaciteit te hebben werd een aanzienlijke duikersluis, dat wil zeggen een overdekte tunnel die dwars door de dijk heen liep, aangelegd, met een lengte en breedte van 22 bij 6,3 meter (70 × 20 Rijnlandse voeten). De Westsluis bleek toch onvoldoende te zijn voor de afwatering en in de volgende decennia werden de stenen Oostsluis (1566) en de stenen Middensluis (1583) bij Halfweg bijgebouwd (afb. 3).²⁰

In de jaren 1560 werden in Rijnland ook grote stenen schutsluisen aangelegd, waaronder de Gouwsluis bij Alphen in 1563, die de Oude Rijn met de Gouwe verbond, een van de belangrijkste knooppunten voor de scheepvaart in Holland. De bouw van de Grote Sluis in Spaarndam, ter vervanging van een houten exemplaar,

volgde in 1568 (afb. 4). De eerste plannen stamden al van 1543, maar een slepend conflict over de verdeling van de financiële lasten tussen Haarlem en het hoogheemraadschap zorgde voor flinke vertraging.²¹ Het was een open schutsluis met puntdeuren, die als voordeel had dat schepen er zonder het strijken van de mast doorheen konden varen. Het bestek laat zien dat deze sluis een voor die tijd enorme omvang had van 38 bij 7,5 meter.²²

Holland stond niet alleen in de ontwikkeling van forse stenen sluisen.²³ In de Zuidelijke Nederlanden had men al langer ervaring met sluisen van steen, maar die waren wel van een ander type. Een voorbeeld is het Grote Spui in de stadsmuren van Leuven in de Dijle, met als vroegste vermelding 1365, maar waarvan de huidige vorm waarschijnlijk van een eeuw later dateert.²⁴ Twee andere voorbeelden zijn het Rabot in Gent uit 1491 en het Grote Spui in Lier uit het begin van de zestiende eeuw (afb. 5).²⁵ Deze spuien waren ontlustsluisen, die als waterpoort deel uitmaakten van de stadsverdediging. Het zijn in feite bruggen over het water, bestaande uit een of meer gemetselde bogen (stuwgaten) die elk gesloten konden worden door een schuif. Zo kon worden voorkomen dat bij hoge waterstand in de rivier de lagere delen van de stad met wateroverlast te maken kregen of kon men juist water in de stadsgracht stuwten.²⁶



4. Adriaen de Bruijn en Pieter Henricxsoon van Bilderbeek, 'Caerte van de dorpe van Sparendamme alsoe hetselve jegenwoordigh gelegen is ende met sijne huijsen betimmert staet', detail, 1627. Van links naar rechts: Grote Sluis, aangeduid met de letter 'c' uit 1568, Woerdersluis (f) uit 1610 en Kolksluis (g), Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie Kaarten, A-0678 (NL-LdnHHR)

5. Anthonis I Keldermans en Anthonis II Keldermans, het Grote Spui, Lier, 1508-1516 (foto auteur)



Vroege vermeldingen van schutsluizen van steen stammen uit het begin van de vijftiende eeuw: in de Lieve, het kanaal dat van Gent naar Damme liep, werden houten rabotten vervangen door exemplaren van Doornikse steen. Een bestek uit 1414 voor de sluizen van Damme, Raverschoot en Balgerhoeke maakt duidelijk dat het nog om betrekkelijk kleine constructies ging: ze hadden een lengte van 7,7 meter met een doorvaartbreedte van 2,7 meter.²⁷

Ongeveer gelijktijdig met Holland werd in de Zuidelijke Nederlanden een nieuw type stenen schutsluis met puntdeuren geïntroduceerd.²⁸ In het midden van de jaren 1550 werden vier stenen schutsluizen gebouwd in het Kanaal van Willebroek, dat Brussel met de Rupel en de Schelde verbond. Dit uitzonderlijke kanaal werd gegraven tussen 1550 en 1561 en is een van de oudste bevaarbare kanalen in Europa met een aanzienlijk hoogteverschil: de vier sluizen maakten een overbrugging van veertien meter mogelijk in de 28 kilometer lange vaart.²⁹ Ze hadden een flinke breedte van minstens zes meter, bedoeld om de doorvaart op deze drukke route te bevorderen (afb. 6).³⁰ In dezelfde periode werden in twee nieuwe waterwegen in het Graafschap Vlaanderen ook stenen schutsluizen aangelegd: tussen 1560 en 1564 twee stenen schutsluizen in de Verse Vaart, die Brugge met Sluis verbond, en twee sluizen in de Sassevaart, die Gent met de Honte (Westerschelde) verbond.³¹

BOVENREGIONAAL KENNISNETWERK

Het is geen toeval dat de kennis voor het bouwen van grote stenen sluizen met puntdeuren zich gelijktijdig in het noorden en zuiden ontwikkelde. Hoogheemraden beoordeelden voortdurend projecten in hun waterschap en wisselden onderling kennis uit alsook met stadsbesturen. Maar ook hogere overheden als de Raad van Financiën, Rekenkamers en gewestelijke Raden waren vaak bij de aanleg van sluizen betrokken, omdat toestemming nodig was van de landsheer en er geregeld geschillen waren over de financiering van de hoge bouwkosten. Opdrachtgevers en werklieden waren goed op de hoogte van de nieuwste ontwerpen in de Lage Landen. Bij de voorbereiding van de bouw van een sluis, of wanneer er iets misging tijdens de bouw, werd meestal een adviescommissie gevormd met experts uit verschillende streken. En voor veel bouwprojecten werden studiereizen ondernomen naar de recentste bouwwerken (afb. 7).

Behalve op bouwtechniek richtte de aandacht zich vooral op het type sluisdeuren, de vorm van de kolk en de precieze positie van de sluisdeuren. Geregeld werden daarbij tekeningen en bestekken gekopieerd en mee naar huis genomen om tot voorbeeld te dienen voor het nieuwe project. Een goed voorbeeld is de Westsluis in Halfweg, waar de timmerman die de fundering en de bodem van de sluis zou aanleggen de plattegronden van de stenen sluis in Zaandam ('patroonen

6. Anoniem, detail van de houtsnede van de Willebroekse Vaart met de nieuwe sluis van Humbeek (iets ten noorden van Vilvoorde), ca. 1565. De uitsnede onderaan laat zien dat de sluis twee paar puntdeuren had en suggereert dat in de kolk verschillende schepen tegelijk pasten (Universiteit Antwerpen)





7. Kennisnetwerk in de sluisbouw tussen 1540 en 1570. Aangegeven zijn de locaties waar stenen sluisen werden aangelegd of waar specifieke expertise aanwezig was. De pijlen geven de uitvraag van kennis weer in de vorm van studiereizen, uitgenodigde experts of correspondentie, ze geven niet noodzakelijk een reisrichting weer (tekening auteur)

vande grondt vande Zanerdammer sluis') uit 1546 te zien kreeg.³²

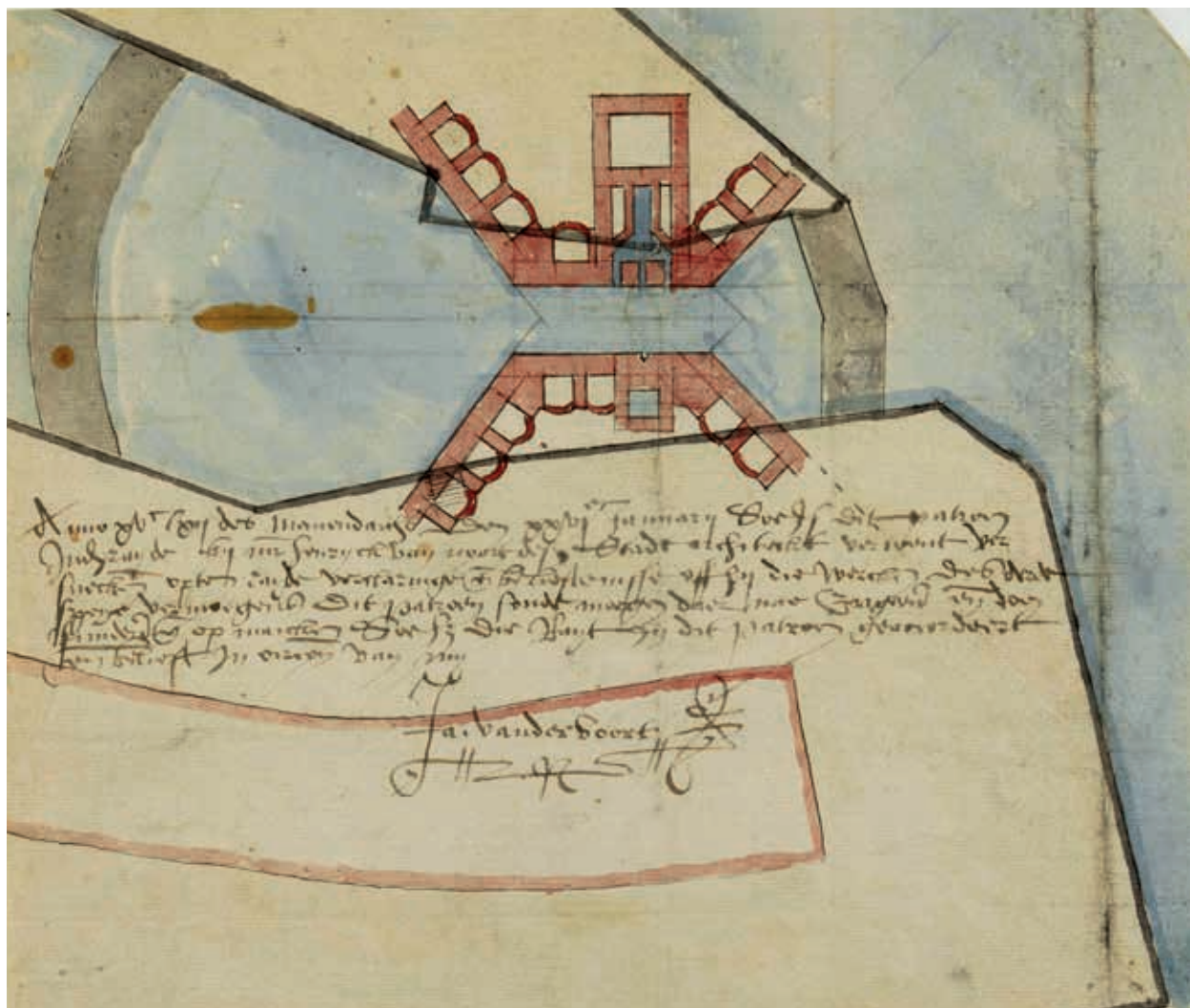
Er werden ook driedimensionale modellen gemaakt. Het maken van maquettes was in de zestiende eeuw nog ongewoon en de planning van sluisen heeft mogelijk zelfs het gebruik ervan in de architectuurpraktijk bevorderd.³³ Een van de vroegste voorbeelden is een houten model dat in 1549 door de stadstimmerman van Zierikzee, Lievin Jacobsz de Ballemakere, geleverd werd aan de schepenen van Gent voor een sluis in de Sassevaart bij Sas van Gent ('patroon van houte in cleen bestec').³⁴ Voor de nieuwe stenen schutsluis bij Vreeswijk (ten zuiden van Utrecht), die de Vaartse Rijn met de Lek verbond, maakten in 1560 de stadsmetselaar Heinric van Noort (zoon van Willem van Noort) en de stadstimmerman studiereizen naar Amsterdam, Antwerpen, Gouda, Leerdam, Sluis en Damme. In 1562 bezochten zij de nieuwe sluisen in de Willebroekse Vaart bij Vilvoorde en Brussel; zij namen tekeningen en maquettes mee terug naar Utrecht om die met de stadsraad te bespreken. Op basis van hun bezoeken

pasten zij hun ontwerp aan en leverden ze een nieuwe tekening (afb. 8).³⁵

Voor de Sassevaart werd in 1549 door keizer Karel v een bijzonder uitgebreid onderzoek naar het functioneren van zeesluisen ingesteld. Een onderzoekscmissie bestaande uit Nicasius Claesz, raadsheer van de keizer en lid van de Raad van Financiën in Brussel, een Gentse stadspensionaris en de Gentse timmerman Anthonis Lambroeck, bezocht de waterpoorten en sluisen van Duinkerken, Damme, Rotterdam, Delfshaven, Spaarndam, Zaandam, Enkhuizen, Edam en Stavoren.³⁶ Op reis werden lokale meesters geconsulteerd en werd opdracht gegeven tot het maken van afbeeldingen van de sluisen. Zo schilderde de befaamde Brugse schilder Lancelot Blondeel de sluisen in Damme en voor de sluisen in Holland en Friesland reisde de onbekende schilder Frans van de Velde mee om tekeningen te maken.³⁷ Tijdens de reis werden nog meer tekeningen en bestekken verzameld, onder andere van de sluis in Zaandam.³⁸

Een andere manier van kennisverspreiding was het

8. Heinric van Noort, tweede ontwerp voor het grondwerk van het derde sluis(hoofd) in de Vaartse Rijn bij Vreeswijk, 1562, Het Utrechts Archief, Topografische Atlas, collectie Muller 1013, 5 (Het Utrechts Archief)



publiceren van bestekken voor openbare aanbestedingen voor de bouw van sluizen. Dergelijke bestekken werden wijd aangekondigd om voldoende geschikte aannemers aan te trekken. Zulke bekendmakingen droegen bij aan het circuleren van kopieën van bestekken onder overheden en experts. Het is interessant dat ook Vierlingh in zijn traktaat enkele bestekken van elders opnam, waaronder voor een sluis in Doel bij Antwerpen uit 1567 en een voor het houtwerk en natuursteen voor de Grote Sluis in Spaarndam uit 1567.³⁹

DE VOORDELEN VAN STEEN

Stenen sluizen hadden drie belangrijke voordelen: ze waren groter, vergden minder onderhoud en daarom waren ze ook veiliger. Vierlingh toonde zich een fervent voorstander van stenen sluizen en in zijn tweede boek over sluizen vatte hij het toenmalige debat over de overstap van hout op steen goed samen. Uit Vierlinghs opmerkingen valt op te maken dat ze in zijn tijd nog een relatieve noviteit waren. Hij schreef dat hij al meer dan twintig jaar de voorkeur gaf aan steen, maar dat zijn advies vaak werd overstemd door andere experts. Zij droegen de hogere kosten aan als belangrijkste reden om toch de voorkeur aan hout te geven. Echter volgens Vierlingh waren het vooral timmerlieden en in zijn ogen onkundige dijkgraven die dit adviseerden, vaak uit eigenbelang: timmerlieden beschermden hun eigen nering, terwijl bestuurders zich gretig de houtresten toe-eigenden die bij het timmerwerk vrijkwamen.⁴⁰

Vierlingh stelde dat het wel meeviel met de extra kosten, bovendien was de keuze voor steen op de lange termijn economisch veel interessanter, aangezien er minder onderhoud nodig was. Volgens hem was een houten sluis na dertig tot vijftig jaar meestal geheel aan vervanging toe, terwijl er tussentijds vaak ook nog grootschalige reparatiewerken nodig waren.⁴¹ Vierlingh schreef met gevoel voor dramatiek dat het verval van een houten sluis begint bij de bouw zoals een pasgeboren kind begon aan het sterfproces, terwijl een sluis van Naamse hardsteen met goede trasmortel volgens hem eeuwen goed bleef.⁴² Hoewel hout, zolang het geheel onder water staat, ook goed geconserveerd blijft, wordt zijn bewering over de korte levensduur van houten sluizen herhaald door contemporaine bronnen uit de praktijk: bij de bouw van de Oostsluis in de Spaarndammerdijk in Halfweg rechtvaardigde het Hoogheemraadschap van Rijnland de keuze voor steen met het argument dat houten sluizen slechts een levensduur hadden van 25 jaar.⁴³ Ook bij de plannen voor de aanleg van de Grote Sluis in 1567 in Spaarndam argumenteerde de stad Haarlem dat de bestaande houten constructie met 28 jaar aan het einde van haar levensduur was.⁴⁴

Vierlingh becijferde te optimistisch dat door de stijgende houtprijzen een stenen sluis vrijwel even duur

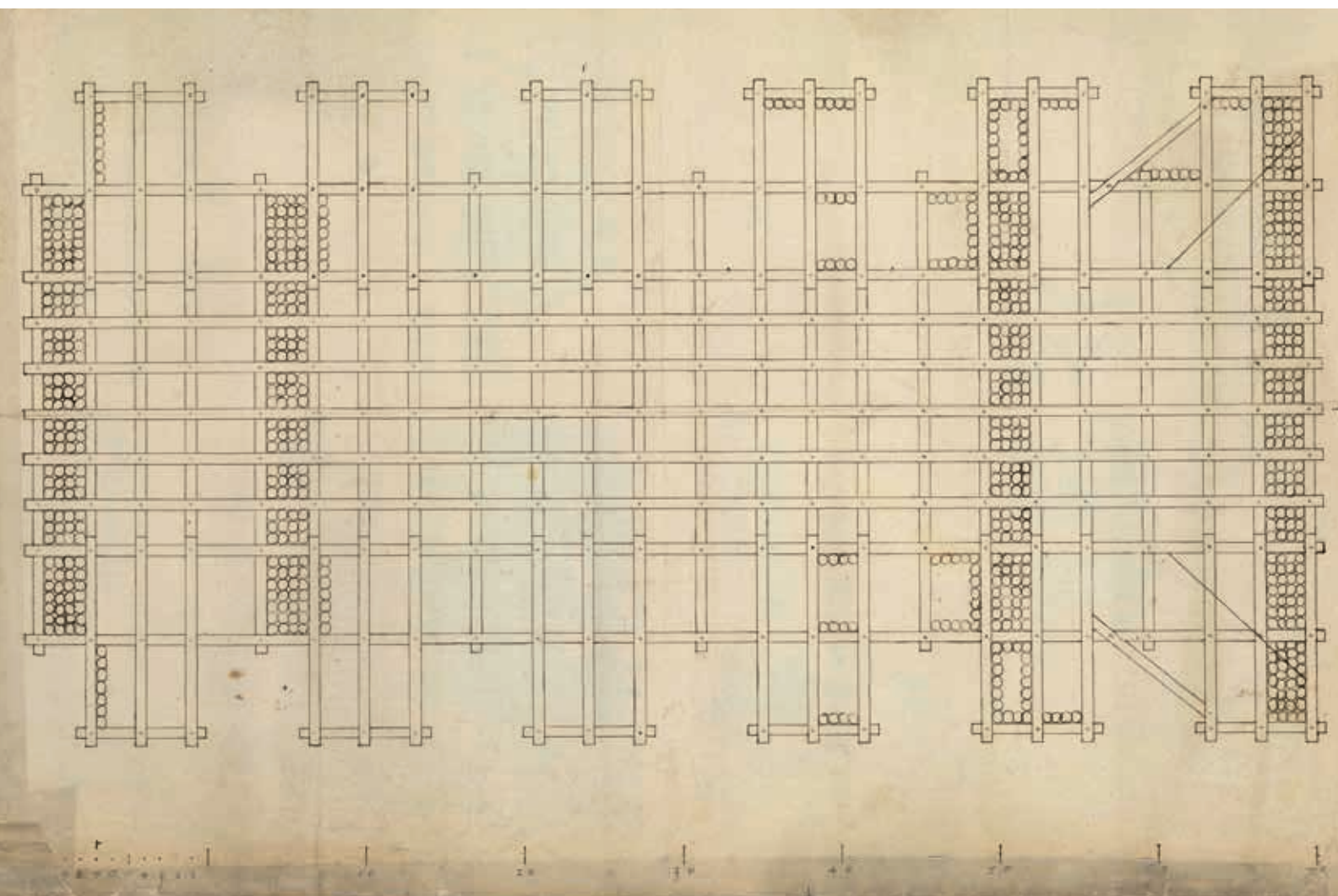
was als een van hout. Dat maakte de keuze voor steen een *no-brainer*, omdat een stenen sluis veel minder onderhoud vereiste. Echter, in de praktijk liepen de meerkosten wel flink op. Bij de aanleg van de stenen Westsluis wilde het Hoogheemraadschap van Rijnland niet meer dan 6.000 ponden (van 40 Vlaamse groten) uitgeven. De stenen uitvoering werd geraamd op anderhalve keer de kostprijs van een houten sluis, wat experts beaamden als een redelijke schatting.⁴⁵ Ook bij de voorbereiding van de Grote Sluis in Spaarndam in 1543 schatte het hoogheemraadschap de kostprijs van een stenen sluis anderhalf keer hoger dan van een houten sluis.⁴⁶

De praktijk bleek weerbarstig en uiteindelijk zouden de kosten voor beide sluizen aanzienlijk hoger komen te liggen. Een overzicht van de uitgaven voor Halfweg uit 1558 toont dat de kosten van de sluis tussen de 7.500 en 8.000 ponden lagen, een overschrijding van de raming met 30 procent en dus niet anderhalf, maar tweemaal de geraamde kosten van een houten sluis.⁴⁷ De bouwrekeningen van de Grote Sluis in Spaarndam geven een vergelijkbaar beeld van onrealistische verwachtingen: de kosten zouden uiteindelijk oplopen tot ongeveer 20.000 ponden, dus ook een derde meer dan begroot en twee keer de prijs van een houten exemplaar.⁴⁸

Behalve duurzaamheid en kostenoverwegingen was ook veiligheid onderdeel van het debat over de keuze voor hout of steen. In de discussie over de aanleg van de Grote Sluis in Spaarndam voerde het stadsbestuur van Haarlem in 1567 meerdere argumenten aan om het Hoogheemraadschap van Rijnland te overtuigen om voor steen te kiezen. De stad stelde dat hout onopgemerkt kon rotten, wat de stabiliteit van zowel de sluis als de dijk in gevaar zou kunnen brengen, met alle gevolgen van dien. Men wees erop dat daarom stenen sluizen elders steeds vaker de voorkeur kregen als zeewering: '[...] alzomen nu dagelicxs ziet dat oick sulcke open wercken van steen gemaect worden teghen dopenbaere zee'.⁴⁹

FUNDERINGSTECHNIEKEN

Een specifiek probleem bij de nieuwe stenen sluizen was dat ze zwaarder waren dan de houten voorgangers. De geringe draagkracht van de bodem in Holland (en elders) bracht aanzienlijke uitdagingen met zich mee in het ontwikkelen van stevige funderingen. Natuurlijk konden de bouwers bij het zoeken naar oplossingen putten uit ervaringen met de technieken die werden toegepast bij andere grote bouwwerken. In de literatuur worden meestal drie funderingsmethoden onderscheiden, namelijk op staal, op kleef en op stuit.⁵⁰ Bij de eerste methode werd het metselwerk aangelegd op de vaste ondergrond. Meestal gebeurde dat bij zandgronden met voldoende draagkracht. Bij slappere ondergrond werden vaak palen geheid: de oudste



9. Cornelis Fredericxz vander Goude, plattegrond van de roosterfundering van de Westsluis, 1556-557, Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie Kaarten, A 598 (NL-LdnHHR)

methode, op kleef, bestond uit het in de grond slaan van palen op zeer korte afstanden. Deze palen hadden doorgaans een beperkte lengte van enkele meters, waardoor ze geen vaste zandlaag bereikten. Door het heien werd de draagkracht van de bodem verbeterd door verdichting, terwijl de wrijvingsweerstand langs de lengte van de palen de funderingen extra stevigheid gaf (vandaar de term kleef). Verschillende voorbeelden van funderingen die grote en zware bouwwerken ondersteunden, zijn bekend uit opgravingen, zoals van de veertiende-eeuwse funderingen van de Oude Kerk in Amsterdam.⁵¹

Voor de derde methode werden palen gebruikt van soms meer dan tien meter lengte die tot de vaste zandlagen reikten, wat stevigere fundamenten opleverde. Bij deze methode waren minder heipalen nodig: de palen werden met houten planken verbonden, waarop het metselwerk rustte. Niettemin, voor zware werken nam men het zekere voor het onzekere en werd een groot aantal palen geheid in een raster, net als bij de methode op kleef.⁵² De vroegst bekende voorbeelden

van heipalen langer dan tien meter stammen uit de vijftiende eeuw, maar vanaf de tweede helft van de zestiende eeuw werd funderen op stuit gebruikelijker.⁵³

Er wordt aangenomen dat deze drie verschillende manieren elkaar in tijd opvolgden en dat in de zeventiende eeuw funderen op stuit de eerste twee methoden grotendeels had vervangen. Echter, in het midden van de zestiende eeuw werden alle drie de methoden naast elkaar gebruikt en bestonden er verschillende inzichten over het nut van diepe paalfunderingen. Ook blijkt dat er veel variaties op deze drie methoden bestonden, met als belangrijkste alternatief een vlot van hout of een mat van wilgentenen dat dreef op de onstabiele ondergrond.

Bij het plannen van funderingen voor sluisen kwam het geregeld voor dat experts van mening verschilden en met alternatieve voorstellen kwamen. Men ging vaak bedachtzaam te werk, want dat stevige funderingen niet vanzelfsprekend waren, blijkt uit het instorten van de sluis bij Tisselt in de Willebroekse Vaart in 1554. De aannemers werden beschuldigd van onkunde

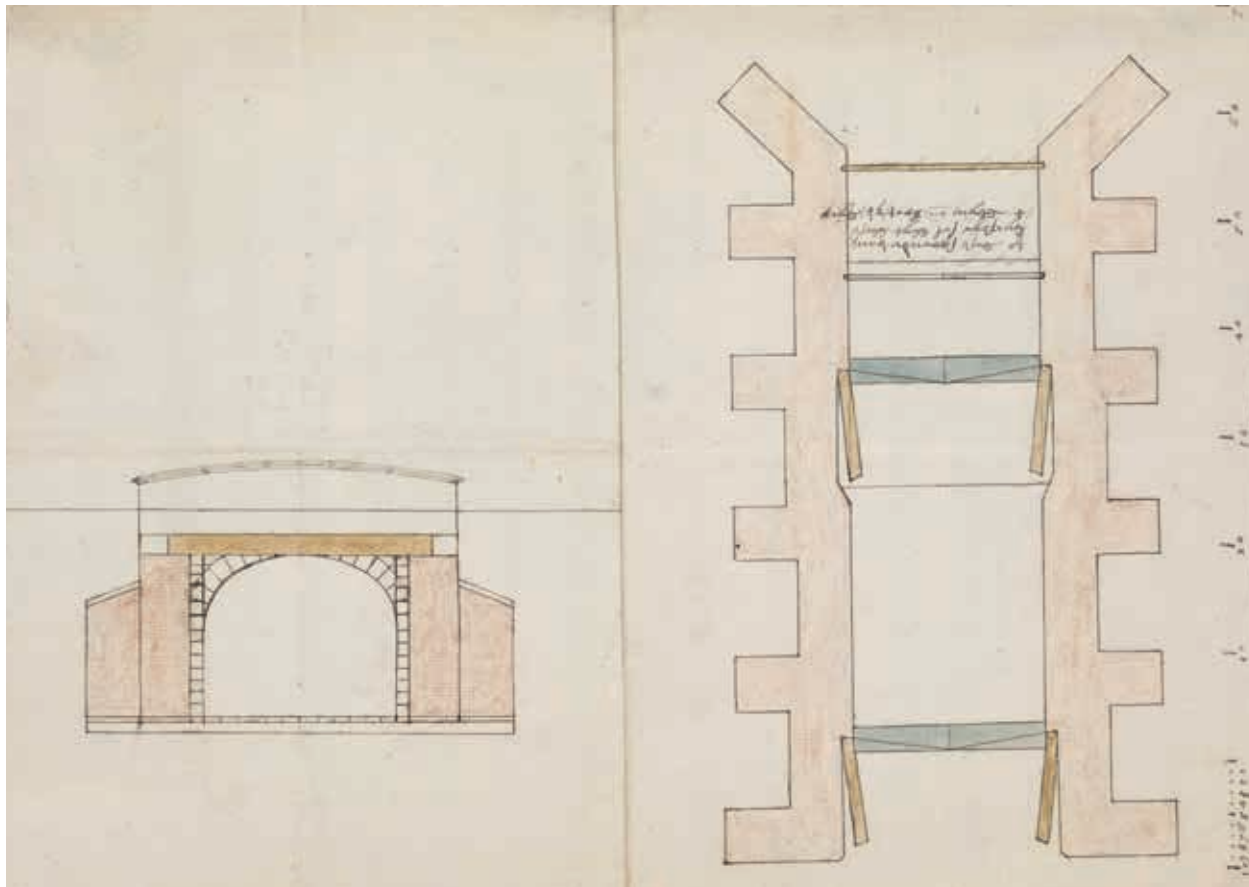
en vervolgens werden experts uit Antwerpen, Gent en Bergen (Henegouwen) erbij gehaald om de situatie te beoordelen. Zij adviseerden de bestaande sluis geheel af te breken en uit te graven tot de stabiele bodem. Daarop moest een mat van gevlochten wilgentenen, rijshout genaamd, worden gelegd met daarop gebakken tegels.⁵⁴

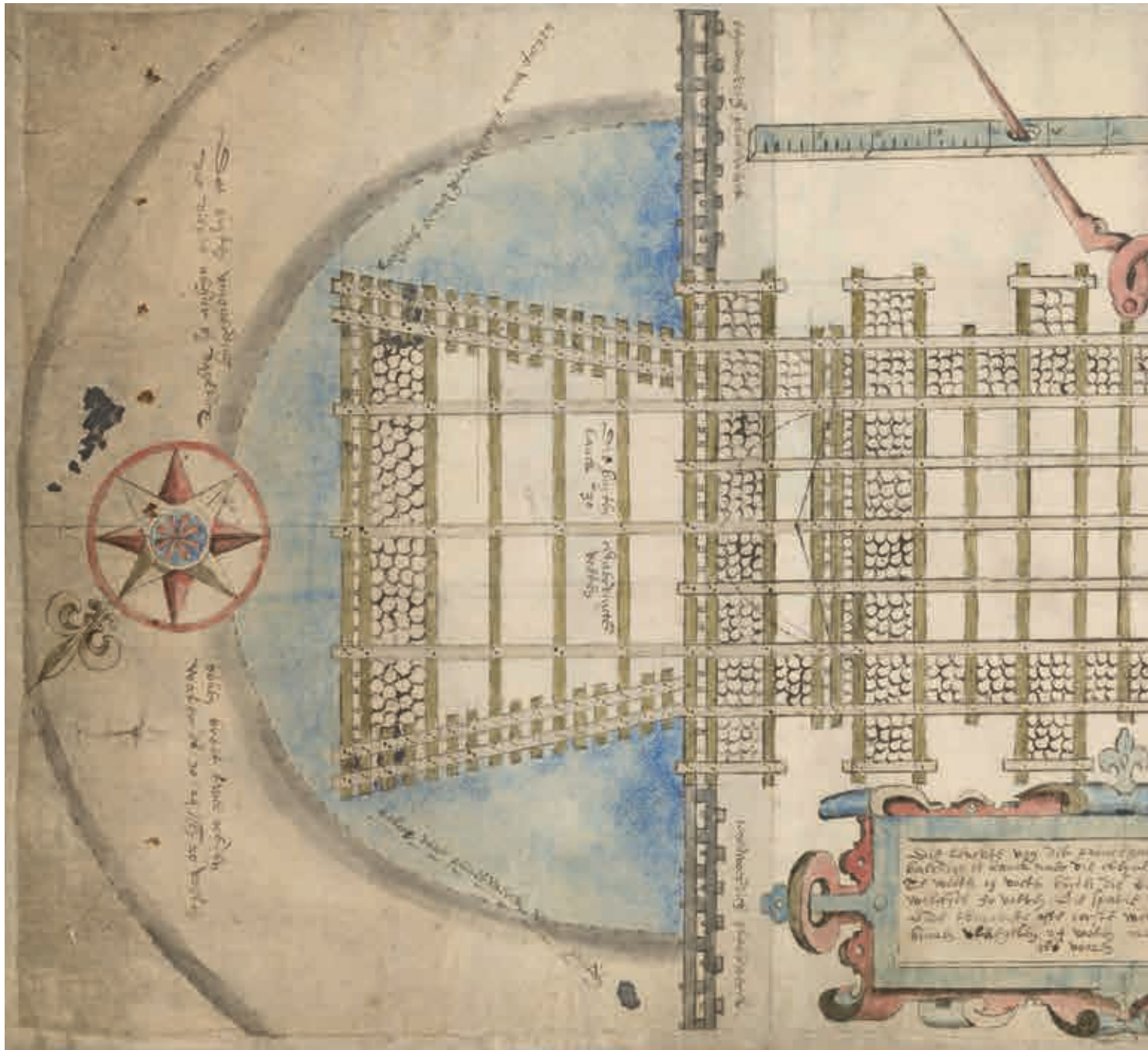
Dat er discussie was over de juiste funderingsmethode voor sluisen blijkt ook uit Vierlinghs traktaat: volgens de waterbouwkundige gaven sommige bouwers de voorkeur aan diepe gemetselde funderingen al dan niet ondersteund door palen.⁵⁵ Echter, hij ontraadde paalfunderingen, die gebruikelijk waren voor torens, kastelen en stadsmuren, vanwege water dat tegen de waterwerken aan slaat. Volgens hem zouden zelfs de stevigste funderingen, zoals die van de Sint-Romboutstoren in Mechelen of die van de toren van de Onze-Lieve-Vrouwekerk in Antwerpen, ongeschikt zijn voor waterwerken, omdat insijpelend water de fundering kon eroderen en zelfs de beste waterdichte beschutting was daar naar zijn zeggen niet tegen bestand.⁵⁶ Ook bestond volgens hem het gevaar dat de palen loskwamen door de trillingen van het stromende water dat door de sluis heen liep.⁵⁷ Hij was daarom van mening dat sluisen beter op staal konden worden gefundeerd, dat wil zeggen dat de bodem van de sluis

op aangestampte ondergrond werd aangebracht. Wel maakte hij een voorbehoud dat deze methode alleen geschikt was voor sluisen die in een oude dijk werden aangelegd, omdat het gewicht van de dijk de ondergrond had samengedrukt tot een stevige basis voor de fundering. Hij illustreerde deze methode met een voorbeeld uit eigen ervaring: in 1570 had hij een stenen sluis in Kruisland (bij Roosendaal) op staal ontworpen. Kennelijk werd er wel getwijfeld aan zijn methode, want Vierlingh schreef dat hij niet begreep waarom men zo bezorgd was.⁵⁸

Voor slappere ondergrond met opwellend water ('drijffsandige wellende gront') raadde Vierlingh aan om eerst een dikke laag van een voet aangestampte 'darrije' aan te brengen waarin het hout kon worden gelegd.⁵⁹ Het is niet helemaal duidelijk wat hij bedoelde met derrie, maar waarschijnlijk ging het om een mengsel van klei en veen. Een dergelijke funderingslaag is verwant aan de fundering op veenturf, zoals elders in dit nummer door Van Dam en Kok wordt beschreven. Dit waterafstotende materiaal was goed bestand tegen opwellend grondwater. Volgens Vierlingh zoog het hout van de fundering zich erin vast, waardoor deze niet meer verschoof. Toch erkende hij dat in de veenachtige ondergrond in Holland ('sachte gronden van bruijsderrie oft moeck') andere metho-

10. Cornelis Fredericxz vander Goude, plattegrond en doorsnede van de Westsluis, 1556, Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie Kaarten, A 601 (NL-LdnHHR)



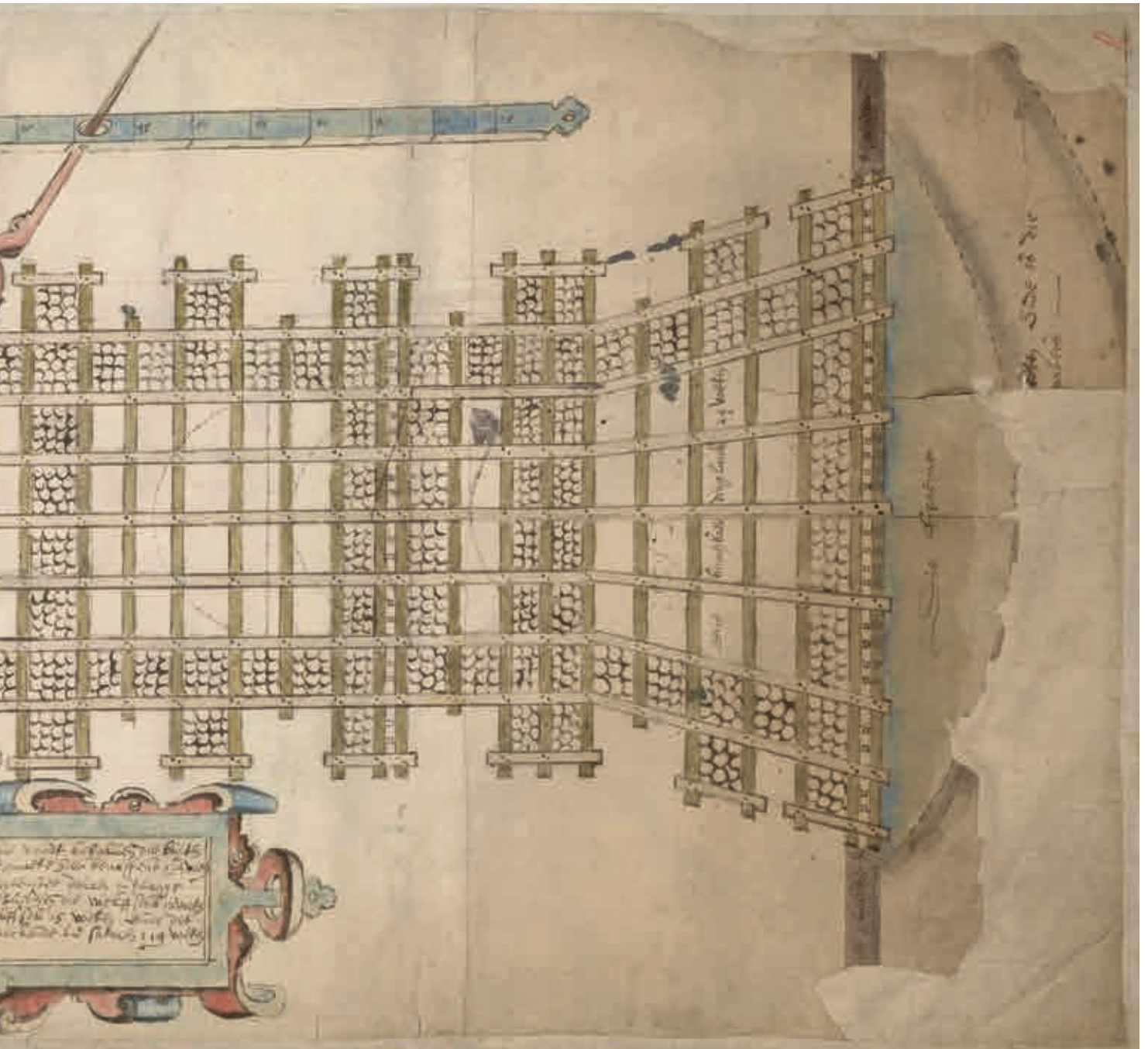


11. Anoniem, tekening van de fundering met links en rechts de damwanden van de bouwput van de Woerdersluis bij Spaarndam, 1610, Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie Kaarten, A-0674 (NL-LdnHHR)

den meer geschikt waren. Hij adviseerde in zulke moeilijke omstandigheden een houten vlot ('bedde van houte') te maken, omdat het gewicht ervan de bodem aandrukte, wat de draagkracht verbeterde zoals het gewicht van een zware dijk deed. Aangestampte derrie kon ervoor zorgen dat het vlot zich goed hechtte aan de ondergrond.⁶⁰

Vierlingh hield er een eigenzinnige zienswijze op na die zeker niet door alle andere experts werd gedeeld. Paalfunderingen waren in de zestiende eeuw gebruikelijk in Holland voor zowel houten als stenen sluisen. Vaak werd een rooster aangelegd waarbij elzenhouten

palen in de vakken in de bodem werden geslagen. Van de Westsluis zijn twee vrijwel identieke plattegronden van een dergelijk funderingsrooster bewaard gebleven van de Goudse werkmeester Cornelis Fredericxz vander Goude uit 1557 (zie afb. 9 voor één hiervan). Cornelis Fredericxz was ervaren in het aanleggen van sluisen op slappe bodem.⁶¹ Hij had zo'n tien jaar eerder advies gegeven voor de Maaslandse Sluis en bouwde tegelijkertijd ook de Hondsbossche Sluis in Zaandam. Hij werd toen al door het Hof van Holland gekwalificeerd als een van de beste meesters in Holland in deze kunst, dat wil zeggen in het bouwen van sluisen.⁶² Zelf was



Cornelis Fredericxz ook overtuigd van zijn eigen kunnen, want tijdens het bezoek van de Gentse delegatie aan Zaandam in 1549 pochte hij dat indien men voldoende geld had, hij in staat was overal goede funderingen aan te leggen, hoe diep men die ook wilde hebben en hoe slecht de ondergrond ook was.⁶³ Het ontwerp van de sluis in Halfweg is duidelijk op zijn ontwerp voor Zaandam gebaseerd (afb. 2, 10): het had twee paar puntdeuren en had een stenen overwelfing.

Op de plattegrond van de Westsluis geven kleine cirkeltjes in de vakken van het funderingsrooster de heipalen weer. Merkwaardig genoeg zijn ze op de tekening

alleen te zien aan de uiteinden van het raster en onder de plek waar de slagdrempels moesten komen. Het bestek vermeldt dat alle vakken gevuld moesten worden met extra zorg voor de vierkanten aan de buitenranden van het raster en aan de vierkanten die de dorpen van blauwe hardsteen ondersteunden. In deze vakken moesten de palen extra strak naast elkaar worden geslagen.⁶⁴ Niet altijd werden alle vakken met heipalen gevuld, zoals een plattegrond van een onbekende maker voor de Woerdersluis in Spaarndam uit 1610 laat zien (afb. 11). Deze sluis leek sterk op de Westsluis met een overwelfde doorgang die door de dijk heen liep, zo-

12. Anoniem,
perspectief-
tekening van de
Woordersluis in
Sparndam,
1610, Oud Archief
van Rijnland,
Leiden, Collectie
Kaarten, A-0673
(NL-LdnHHR)





13. Resten van de Grote Sluis (Spoey) bij Monnickendam uit 1565-1567 met een deel van de blootgelegde fundering tijdens de archeologische opgravingen in 2021: 1) heipalen, 2) funderingsrooster, 3) balken die de sluisvloer ondersteunen, 4) planken van de sluisvloer, 5) slagdrempel (foto auteur)

als de fraaie perspectieftekening toont die bij de plattegrond hoort (afb. 12). Voor de Woerdersluis werden heipalen helemaal rondom aangebracht inclusief de steunberen die in het dijklichaam staken. Stroken van heipalen verbonden beide zijden op regelmatige afstanden.

Een vergelijkbare roosterfundering is aan het licht gekomen tijdens de opgravingen van de resten van de Grote Sluis bij Monnickendam. De goed bewaarde fundering bevestigt dat niet alle vakken werden gevuld: de heipalen bevinden zich onder de zware slagdrempel en aan de uiteinden van de fundering, maar ook onder de steunberen die met stroken van palen over de gehele breedte met elkaar zijn verbonden (afb. 13).

De opgravingen laten zien dat de palen dicht tegen elkaar aan werden geheid. Het lijkt op een fundering op kleef, maar de palen zijn van naaldhout waarvan sommige stammen een diameter van meer dan dertig centimeter hebben.⁶⁵ Ze moeten daarom een flinke lengte hebben, waardoor ze mogelijk vastere grond bereikten. De variatie in dikte van de palen komt doordat eerst de langste palen werden geheid en daarna de overgebleven ruimte werd opgevuld met kortere palen, stoppalen genaamd, om alles stevig vast te zetten (zie afb. 13).⁶⁶

De opgravingen in Monnickendam wijzen erop dat er geen wezenlijk verschil bestond in fundering tussen stenen sluisen en deze, voor de tijd extreem grote, houten sluis. In andere gevallen echter lijkt het erop dat voor stenen sluisen langere palen werden gebruikt. Voor de Westsluis in Halfweg werden bijvoorbeeld palen met een lengte van minstens 24,5 voet (7,5 meter) gebruikt, terwijl de naastgelegen houten sluis, die een jaar eerder werd aangelegd, palen had van slechts 3,5 tot vijf meter.⁶⁷ Het is onduidelijk of de lange palen van de stenen sluis de vaste ondergrond bereikten, maar het is interessant dat de aannemer van de houten sluis het hoogheemraadschap vroeg of hij kortere palen mocht gebruiken dan in het contract was overeengekomen.⁶⁸ Vanwege de stevigheid van de bodem, mogelijk het gevolg van het gewicht van de dijk, bleek het bijzonder lastig om de palen in de grond te slaan. Algemeen gold dat de lengte van de palen afhankelijk was van de samenstelling van de bodem en het gewicht dat de fundering moest dragen.

Hoewel paalfunderingen in Holland de voorkeur genoten, werden ook alternatieve methoden toegepast voor sluisen. Naast eventuele twijfel over de bestendigheid van paalfunderingen speelden ook kosten een belangrijke rol in de keuze van het type fundering. Een

overgebleven overzicht van de gemaakte kosten voor de Westsluis in 1557 en 1558 bevestigt dat paalfunderingen inderdaad kostbaar waren.⁶⁹ Al het houtwerk werd bij één aannemer aanbesteed voor 2.350 Vlaamse ponden. Daarvoor maakte hij de fundering maar ook de bodem van de sluis en hij leverde de sluisdeuren en de slagbalken. Dit bedrag was bijna dertig procent van het totaalbedrag van ongeveer 7.500-8.000 ponden. In vergelijking met de prijs van 703 ponden voor alle Bentheimer zandsteen (materiaal inclusief levering) zijn de kosten voor het houtwerk fors. Ook Vierlingh beweerde dat het heiwerk veel opleverde voor timmerlieden, wat voor hem een belangrijk argument was om geen paalfundering te kiezen.⁷⁰

KOSTEN EN BODEMGESTELDHEID:

DE GOUWSLUIS BIJ ALPHEN AAN DEN RIJN

De hoge kosten voor een paalfundering leidden bij het plannen van de nieuwe stenen Gouwsluit bij Alphen aan den Rijn tot een stevige discussie tussen de betrokken partijen.⁷¹ Het goed gedocumenteerde ontwerpproces biedt inzicht in de complexiteit van en keuzemogelijkheden bij de aanleg van funderingen voor sluisen. In 1562 wilde het Hoogheemraadschap van Rijnland de bestaande houten sluis vervangen door een bredere van steen om de scheepvaart te bevorderen op dit belangrijke knooppunt voor de binnenvaart in Holland.⁷² De sluis combineerde de functie van uitwateringssluit met die van een schutsluis, maar had geen kolk. Opvallend is dat er twee openingen waren gescheiden door een pijler, een smalle van 7 voet (2,2 meter) en een brede van 18 voet (5,7 meter). Waarschijnlijk was de kleine sluis voornamelijk bedoeld voor uitwatering, terwijl de grote sluis voldoende breedte had om grote schepen door te laten.

Op zoek naar een bouwmeester wendde het Hoogheemraadschap van Rijnland zich in april 1562 tot de Amsterdamse stadsbouwmeester Reynier Cornelisz met het verzoek om ontwerpen ('grondt, bestek, ende patroen') voor de Gouwsluit te leveren.⁷³ Zijn taken lieten hem weinig gelegenheid om Amsterdam te verlaten en de locatie van de sluis te inspecteren. Daarom stuurde het hoogheemraadschap hem ter voorbereiding twee tekeningen met informatie over de nieuw te bouwen sluis.⁷⁴ Een bezoek aan de plek waar de nieuwe sluis zou komen, was echter essentieel. Reynier vroeg het hoogheemraadschap toestemming om een inspectie uit te voeren samen met de stadsmeester-timmerman van Amsterdam, Pieter Janszn, omdat deze beter in staat was de ondergrond te analyseren. In zijn brief aan het bestuur legde Reynier uit dat de sluis waarschijnlijk paalfunderingen nodig had, omdat zelfs in Utrecht, waar de bodemgesteldheid volgens hem veel stabiel was, palen nodig waren om bruggen en sluisen te ondersteunen.⁷⁵

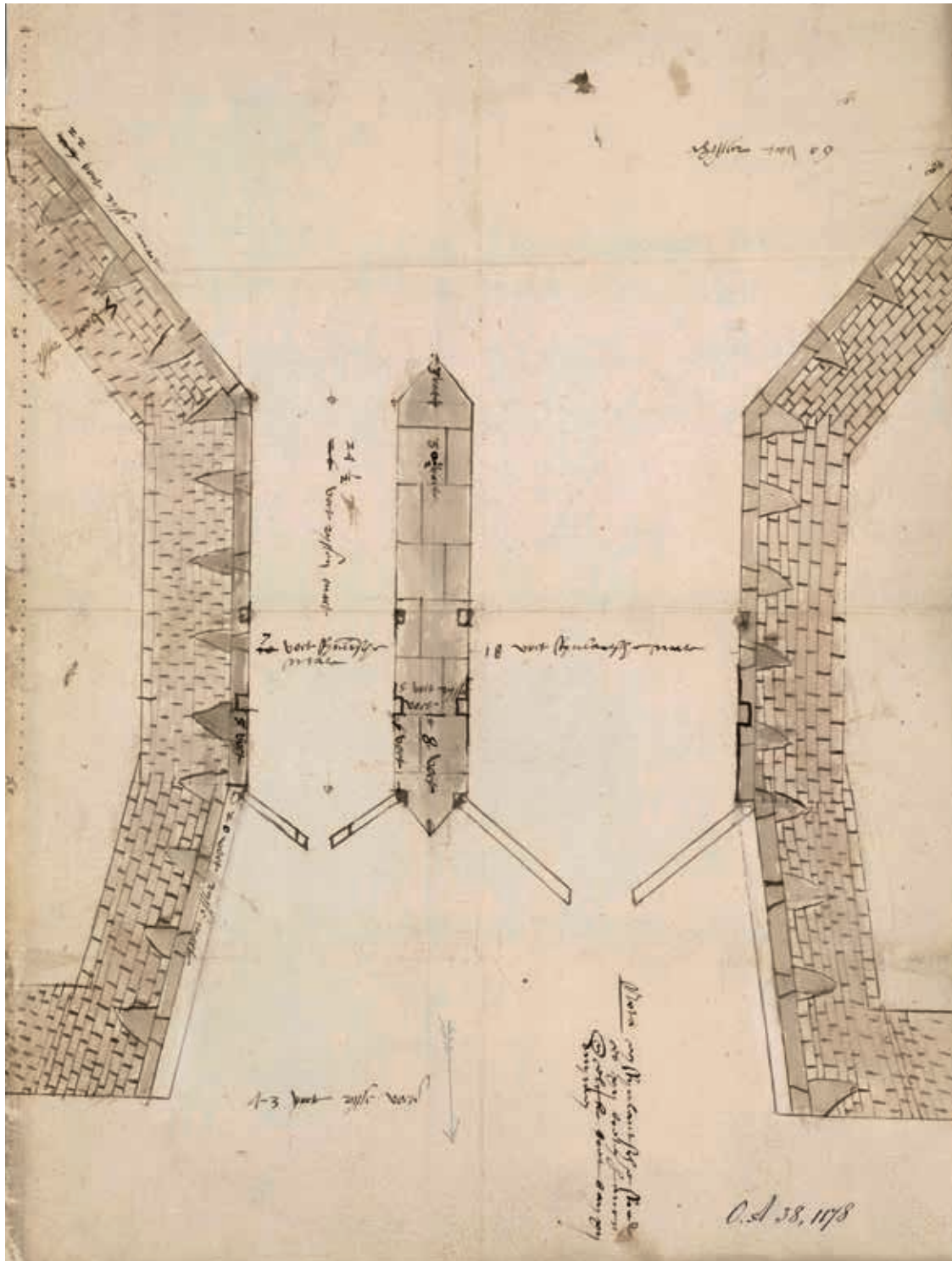
Bodemonderzoeken waren gebruikelijk in de zes-

tiende eeuw. De meest basale methode was om een lange paal met de hand in de bodem te slaan en te zien hoe makkelijk en hoe diep die de grond inging. Een eigentijdse beschrijving van deze methode is opgenomen in een rapport uit 1559 over een bodemonderzoek voor de aanleg van een duikeldam, een lage dam buitendijks de Spaarndammerdijk bij Halfweg om aanslibbing van voorland te bevorderen. Het rapport vermeldt dat men daar een stok van meer dan vijf meter lang zonder moeite in de modder kon duwen.⁷⁶ Ook voor de Woordersluit in Spaarndam werd een vergelijkbare methode gehanteerd. Nadat er problemen waren ontstaan met het aanleggen van de fundering, door het opwellend grondwater, liet meester Cornelis Fredericxz in 1557 vier tot vijf palen de grond inslaan om de timmerman die het heiwerk had aangenomen de lengte te tonen van de heipalen die nodig waren.⁷⁷

Een meer geavanceerde methode was het inspecteren van de samenstelling van de bodem met behulp van een grondboor. Vierlingh wees in zijn traktaat deze onderzoeksmethode stellig af; hij vond het maar sufferds die een boor nodig hadden om te begrijpen of de ondergrond van een dijk wel sterk genoeg was.⁷⁸ Deze vorm van bodemanalyse werd in Holland wel vaak toegepast en Vierlingh lijkt hierin dus erg behoudend. In 1566, bijvoorbeeld, onderzochten de stadsmeester-timmerman en enkele andere bouwlieden uit Delft de plek waar de Grote Sluis in Spaarndam zou komen te liggen: uit de documenten blijkt dat zij de grondboringen 'vlijtig' hadden uitgevoerd.⁷⁹

Ook de twee Amsterdamse stadsmeesters togen naar Alphen voor de nieuwe Gouwsluit om de grond te boren. Hun eerste onderzoek op 1 mei 1562 was niet succesvol, omdat de boor niet lang genoeg was om diepere bodemlagen te bereiken. De meesters schreven op 14 mei aan de ontvanger van het hoogheemraadschap dat ze graag de ijzeren boor van het hoogheemraadschap wilden gebruiken, omdat zij zelf alleen een houten boor bezaten en er in Amsterdam geen ijzeren boor te koop was.⁸⁰ Omdat de ijzeren boor van het hoogheemraadschap ook te kort bleek, stelden ze daarna voor om deze met een houten stok twee keer zo lang te maken. Voor hun uitgebreide onderzoek op 18 mei werden de twee meesters bijgestaan door verschillende assistenten en dit keer kregen ze voldoende inzicht in de samenstelling van de bodem. De meesters rapporteerden dat de bodem redelijk geschikt was, met een kleilaag van 4,5 Rijnlandse voet dik (1,4 meter) boven op het veen ('darye').⁸¹

Kort na het onderzoek in Alphen leverde Reynier een ontwerp voor de sluis gemaakt van Naamse steen en met een paalfundering (afb. 14). De stad Gouda, die een deel van de bouwkosten moest dragen, maakte al snel bezwaar tegen het Amsterdamse ontwerp en stelde een goedkoper alternatief voor, gemaakt door de meester-timmerman van de Sint-Jan in Gouda, Corne-



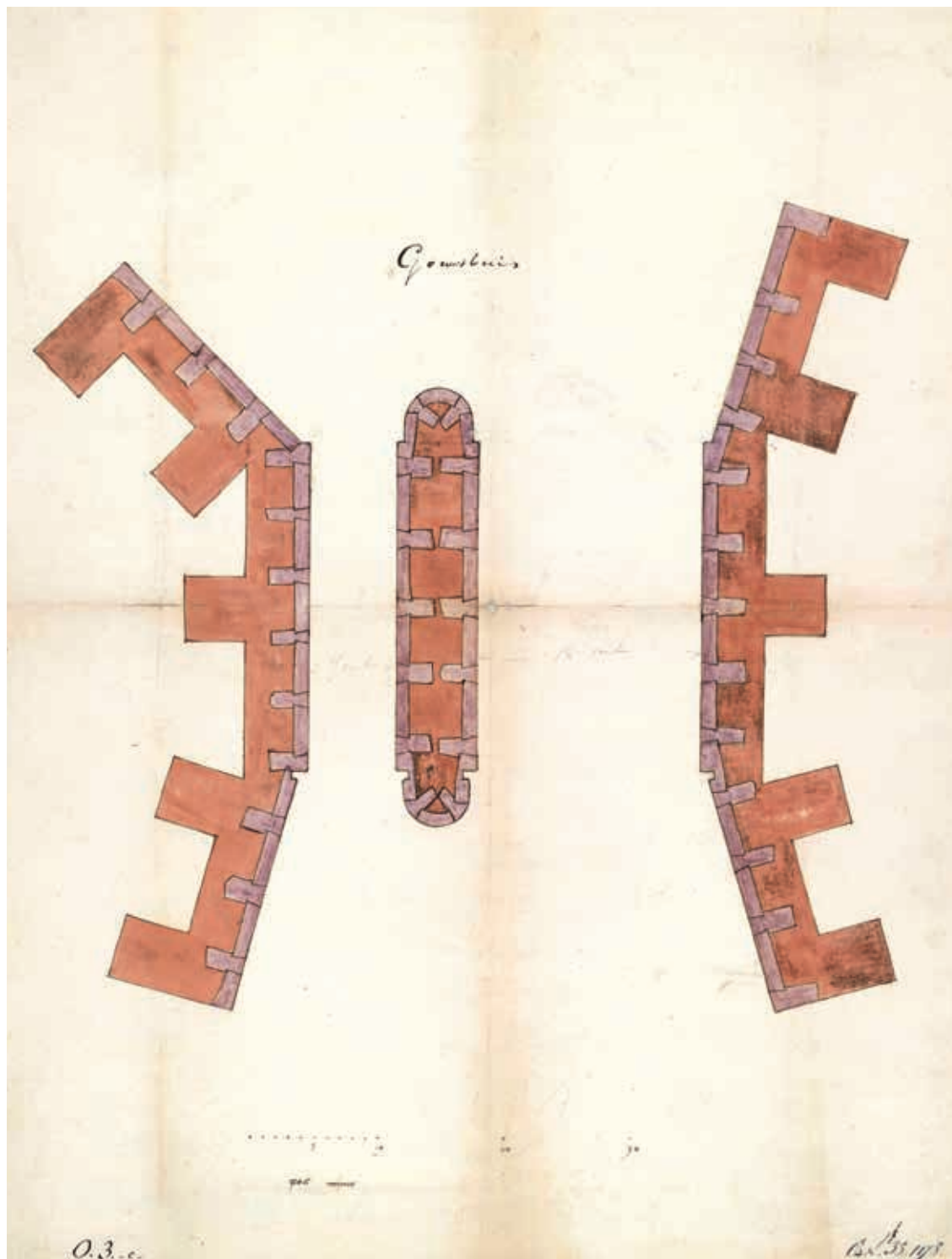
14. Reynier Cornelisz, plan van de Gouwsluis bij Alphen aan den Rijn, 1562. Het ontwerp laat zien dat de pijler tussen de grote en kleine sluis van massief blauwe hardsteen moest worden, terwijl de bakstenen sluishoofden werden bekleed met hardsteen. Boven: de Gouwe; onder: de Oude Rijn in het noorden. Opschrift verso: 'Mr. Reyer stads-metselaer tot Aemstelledam', Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie Kaarten, A 564 (NL-LdnHHR)

lis Frederickszn van Montfoort (niet te verwarren met meester-metselaar Cornelis Fredericxz vander Goude). Hij was duidelijk ervaren met de uitdagingen van het aanleggen van sluizen in moeilijke omstandigheden, want in 1562 werd hij aangenomen in Vreeswijk om de bouwplaats leeg te pompen toen daar de bouwput van de sluis dreigde in te storten door opwellend water.⁸²

Kennelijk was een vlotte doorvaart voor het stadsbestuur van Gouda niet zo van belang en werden de puntdeuren uit Reyniers ontwerp ingeruild voor valdeuren.

Van Montfoorts ontwerp voorzag ook in het vervangen van de massieve blokken blauwe hardsteen voor de pijler door een combinatie van dunnere blokken, bakstenen en trasmortel (afb. 15).⁸³ De alternatieve bouwmaterialen waren niet alleen een bezuiniging, maar verminderden ook aanzienlijk het gewicht van de sluis, waardoor een lichtere fundering mogelijk was (afb. 16). De massieve blokken Naamse steen vond Gouda veel te zwaar: 'ende die blaeuwe stucken veel te zwaer'.⁸⁴ In het bezwaar stelde het stadsbestuur van

15. Toegeschreven aan Cornelis Fredericksz van Montfoort, plattegrond van de Gouwsluit, 1562. Dit alternatieve ontwerp bespaarde op materiaal met een middenpijler van baksteen en bekleding van blauwe hardsteen. De bakstenen muren van de sluishoofden lijken dunner dan in het ontwerp van Reynier Cornelisz, maar hebben wel steunberen die de sluis verankeren in het dijklichaam. Een belangrijke andere besparing is de vervanging van puntdeuren voor valdeuren. Boven: de Gouwe; onder: de Oude Rijn in het noorden. Opschrift verso: 'Die Ichnographie of platten grondt van de Sluyse in den Rijndijck leggende tot Alphen', Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie kaarten, A 567 (NL-LdnHHR)

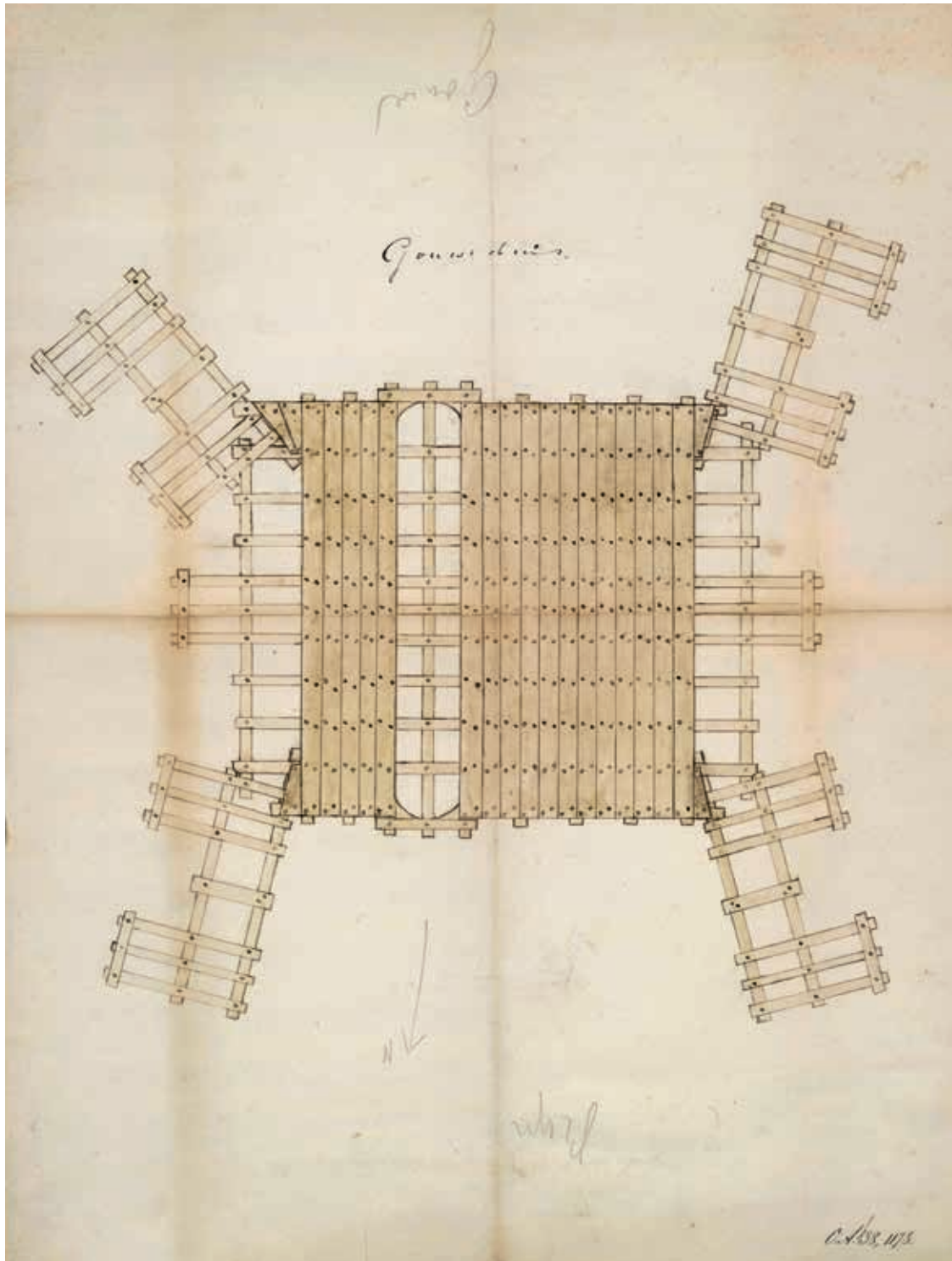


Gouda ook dat de middenpijler te zwaar was geproportioneerde, die mocht wel twee voet smaller zijn. De valdeuren waren eveneens een verdere kostenbesparing (afb. 17).⁸⁵

Er werd op 18 november 1562 een nieuw bestek gemaakt waarin de paalfundering was vervangen door een houten vlot ('vlothout'). Het bestek van 18 november bepaalde dat de onderste laag van de fundering bestond uit vier slijkhouten (lange balken in de lengterichting) voor de sluishoofden en middelpijler. Daarop

kwamen aan elkaar bevestigde dwarsbalken van beuken of eikenhout (Luiks hout). De bovenste laag van de fundering bestond uit planken van anderhalf of twee duim dik (circa 4-5 cm), waarop het metselwerk rustte.

Deze fundering lijkt op de methode zoals Vierlingh die in zijn traktaat beschreef, behalve dat de dikke balken tussen de slijkhouten en planken voor de sluisvloer een extra laag vormden. Om eventuele twijfels over de degelijkheid van deze methode weg te nemen, werd in het document verwezen naar de ervaring met



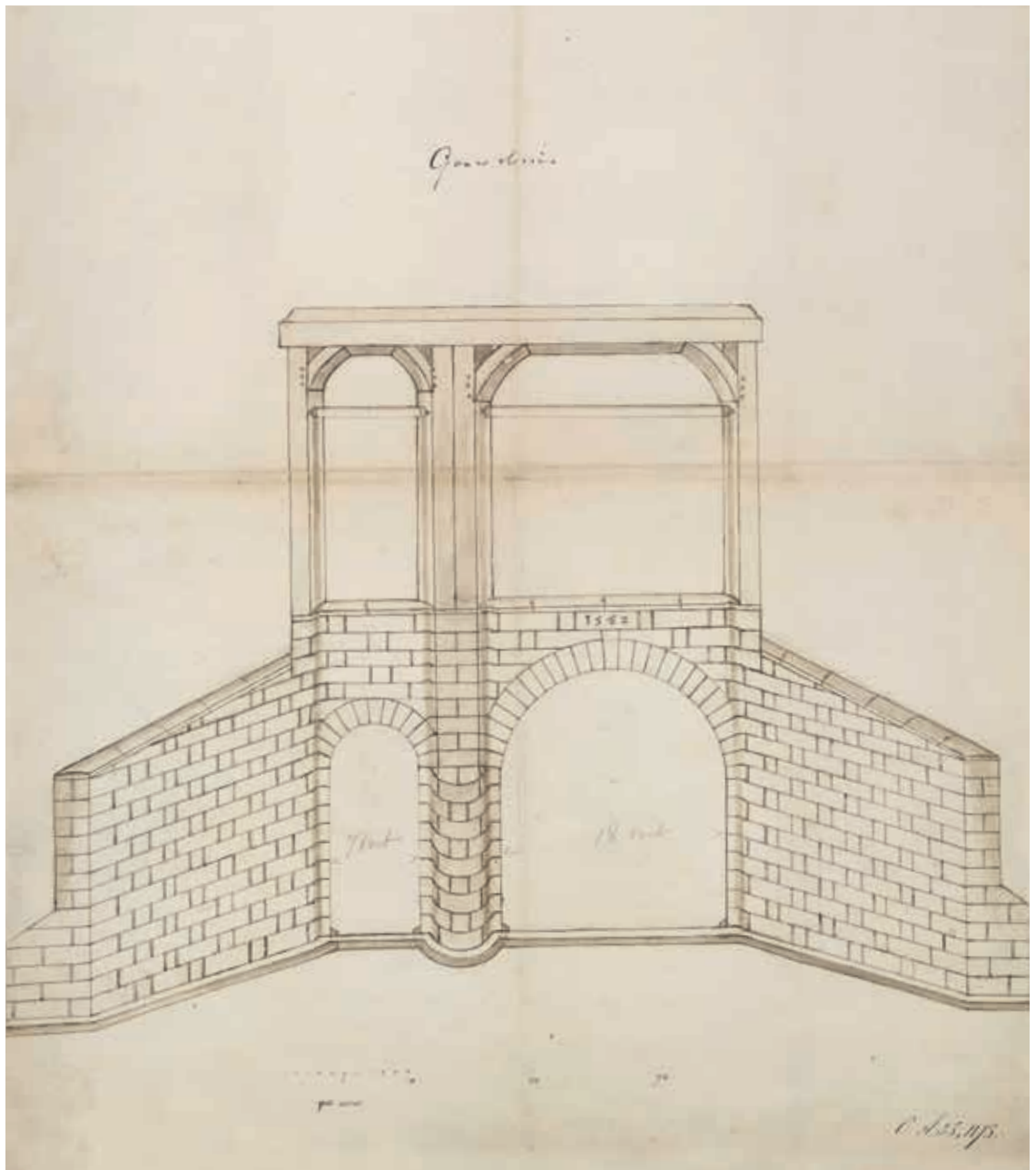
16. Toegeschreven aan Cornelis Fredericksz van Montfoort, plan van de roosterfundering en sluisvloer van de Gouwsluys, 1562. Opschrift verso: 'Den Boedem of den Tweeden grondt van de Goutsche Zluyse leggende tot Alphen in den Rijndijck', Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie Kaarten, A 565 (NL-LdnHHR)

vier andere bouwwerken in Gouda, waaronder het nieuwe verlaat en de Visbrug, die een vergelijkbare fundering hadden.⁸⁶ Een tekening van de Gouwsluys lijkt een variant op dit goedkopere alternatief weer te geven (afb. 18).⁸⁷ Het laat een raster zien waarop strak aaneengesloten planken werden geplaatst om het platform te vormen. De slikhouten komen overeen met de stroken in de lengterichting, alleen zijn er op de plattegrond vijf voor de sluishoofden en zes voor de middenpijler ingetekend. Daarop kwamen dwarsbalken

die over de gehele breedte van de sluis liepen met daarop de brede planken voor de sluisvloer.

Tussen november en de daaropvolgende lente reisde Cornelis Fredericksz van Montfoort heen en weer tussen Gouda, Leiden en Alphen om zijn plannen met het hoogheemraadschap te bespreken en de draagkracht van de ondergrond van de locatie te inspecteren, de 'swaericheyt van tsant'.⁸⁸ Op 24 april 1563 sloot hij een contract met het hoogheemraadschap voor het leggen van de fundering.⁸⁹ Het bepaalde dat, als het

17. Toegeschreven aan Cornelis Fredericksz van Montfoort, opstand van de Gouwsluis gezien vanaf de Oude Rijn, 1562. Opschrift verso: 'Die Orthographie ofte Recht opstaende beschrijvinghe ende toninghe van de Sluyze tot Alphen', Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie Kaarten, A 568 (NL-LdnHHR)



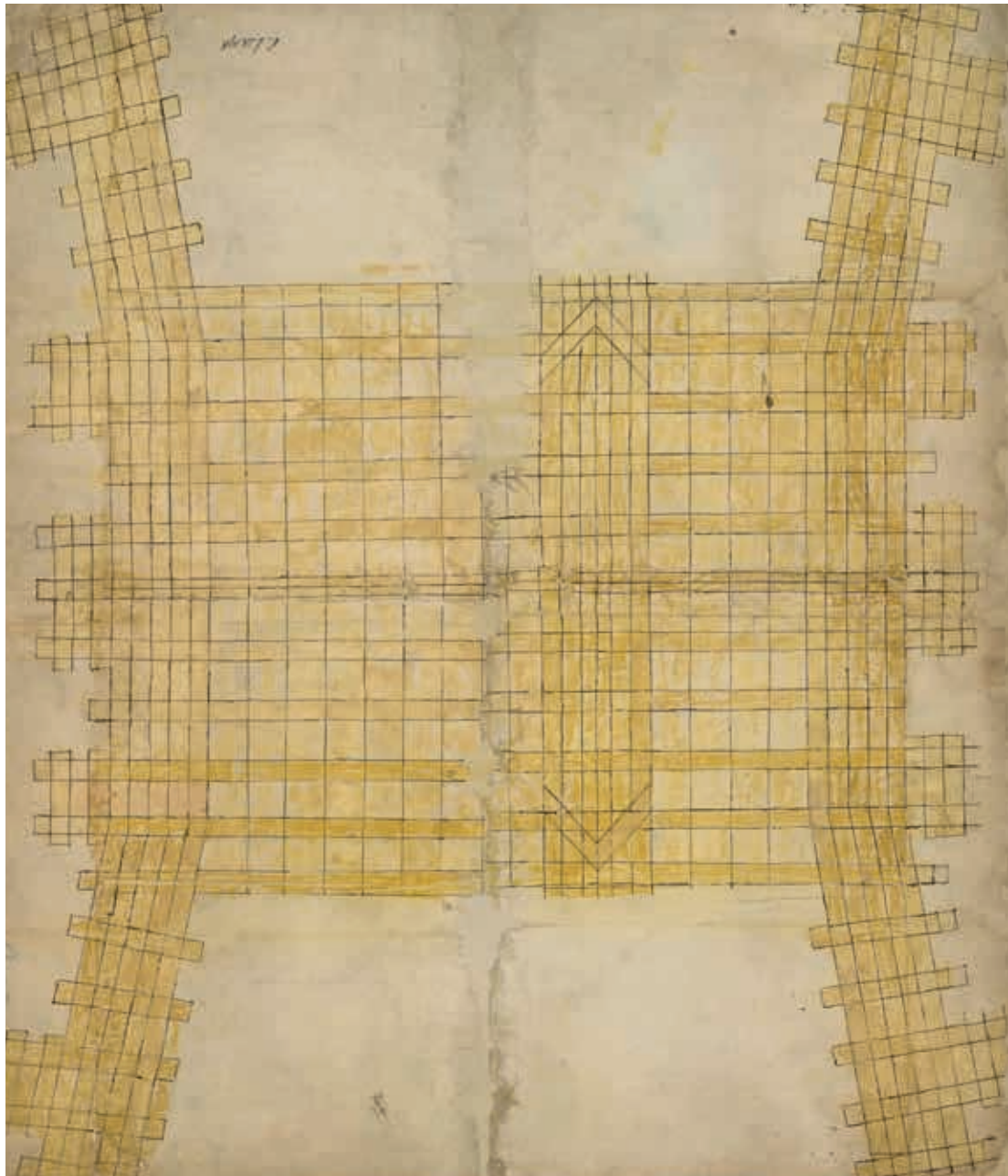
heien van palen nodig zou zijn, hij zijn eigen heistelling moest meenemen. Daarnaast was hij verplicht een lier mee te brengen om de bestaande palen van de oude sluis te verwijderen.

Zelfs in dit gevorderde stadium bestond nog twijfel of de sluis zonder de ondersteuning van paalfunderingen kon worden gebouwd. In overeenstemming met de specificaties van het project werden smalle en dikke planken als een vlot gebruikt om de muren en de pijler van de sluis te ondersteunen, terwijl bredere en dunnere planken voldoende waren voor de sluisvloer. Om risico's te vermijden, werd aanvullend bodemonderzoek uitgevoerd en op 8 juli 1563 werden verschillende experts geraadpleegd, waaronder Jan Jansz, meester-metselaar uit Haarlem, die op 16 maart van dat jaar was aangesteld als meester-metselaar van

de Gouwsluis. Volgens Jan Jansz durfde Cornelis Fredericksz van Montfoort niet verder te gaan zonder het aanbrengen van extra stevigheid door het heien van palen.⁹⁰ Drie meester-ambachtslieden uit de steden Vianen, Gouda en Delft die gespecialiseerd waren in de bouw van sluizen en dammen werden ingeschakeld om de locatie met grondboren te inspecteren. Ze rapporteerden op 12 juli dat de bodem voldoende stabiel was om de sluis zonder palen te bouwen.⁹¹ Uiteindelijk werd het vlot in de funderings sleuf geplaatst zonder het heien van palen, onder toezicht van Jan Jansz.

CONCLUSIE

In de jaren 1540-1570 maakte de sluisbouw in de Lage Landen een belangrijke transitie door. Naast de intro-



18. Anoniem, plan van de fundering met een houtvlot voor de Gouwsluis, 1562-1563. Boven: de Oude Rijn in het noorden; onder: de Gouwe, Oud Archief van Rijnland, Leiden, Collectie Kaarten, A 561 (NL-LdnHHR)

ductie van puntdeuren was het toenemend gebruik van steen een wezenlijke innovatie. Dit bouw materiaal had het voordeel dat de levensduur van sluisen aanzienlijk kon worden verlengd en ze ook groter gemaakt konden worden. Ook veiligheid werd als argument gebruikt, omdat steen minder snel erodeert en de stevigheid niet ongemerkt in het gedrang komt. Een van de eerst bekende voorbeelden van een grote stenen sluis is de Hondsbossche Sluis in Zaandam uit 1546-1547. In de twee daaropvolgende decennia werd in rap tempo een flink aantal stenen sluisen aangelegd. Dit gebeurde niet alleen in Holland, maar gelijktijdig ook in de zuidelijke Lage Landen.

Uit de bronnen komt een bovenregionaal kennisnetwerk naar voren dat laat zien dat opdrachtgevers en experts voor dergelijke complexe bouwwerken goed op

de hoogte waren van de laatste ontwikkelingen. Dit gebeurde via commissies van adviseurs uit verschillende steden, inspectiereizen en het verzamelen van tekeningen en bestekken, maar waarschijnlijk ook door de verspreiding van bestekken voor openbare aanbestedingen. In vergelijking met andere bouwprojecten is er van sluisen een uitzonderlijk aantal tekeningen overgebleven.⁹² Ook werden er maquettes gemaakt, die tot de vroegste voorbeelden van driedimensionale modellen behoren in de Lage Landen.

De zware stenen sluisen hadden een stevig fundament nodig. Alleen in ideale omstandigheden zoals zandige bodem of bij bodemverdichting onder het gewicht van een dijk was het mogelijk om een sluis op staal te bouwen. In Holland werd de voorkeur gegeven aan paalfunderingen, vaak op kleef, maar waarschijn-

lijk werden in het midden van de zestiende eeuw ook langere palen geheid die vaste ondergrond bereiken. Een andere, veelgebruikte methode was de aanleg van een houten vlot. Er bestonden verschillende alternatieven: zo'n vlot kon zijn gemaakt van wilgentenen met gebakken tegels of dicht aaneengesloten balken en planken. De meningen liepen uiteen over wat de beste funderingsmethode was. Vierlingh veronderstelde dat een paalfundering niet duurzaam was, doordat de palen los konden komen door bodemerosie of door trillingen veroorzaakt door het stromende water. Kosten en bodemgesteldheid vormden belangrijke factoren in het bepalen van de keuze: paalfunderingen waren het duurst, maar werden meestal het stevigst geacht. Stevige houten paalfunderingen werden niet alleen gebruikt voor stenen sluisen, maar ook voor grote houten sluisen. Het is nog onduidelijk of de ervaring met steen van invloed was op de bouw van houten sluisen, of dat beide ontwikkelingen gelijktijdig plaatsvonden.

Voordat de juiste methode kon worden gekozen, werden er vaak uitgebreide inspecties en bodemonderzoeken uitgevoerd door middel van grondboringen. Bij het plannen van funderingen speelden niet alleen stevigheid een rol, maar ook financiën. De kosten konden tot zeker 30 procent van het totaalbedrag oplopen; bestuurders zochten daarom naar de goedkoopste, maar betrouwbare optie.

De discussie over de beste funderingsmethoden laat zien dat de aanleg van sluisen experimenteel was: er waren geen standaardoplossingen beschikbaar. Zowel experts als hun opdrachtgevers zochten naar zoveel mogelijk zekerheid op een gebied waarvan de kennis nog in ontwikkeling was. Ze vertrouwden vooral op ervaring en minder op theoretische inzichten, wat vaak leidde tot tegenstrijdige adviezen. Bij twijfel pro-

beerden opdrachtgevers zo breed mogelijk uit te vragen. Het leren van andere voorbeelden was wezenlijk en om kennis vast te leggen, werden technische tekeningen en maquettes steeds belangrijker.

Vaak werden er experts met verschillende achtergronden geconsulteerd, waaronder meester-timmerlieden en meester-metselaars, maar ook ervaren dijkgraven en leden van hoogheemraad- en waterschappen. Onder de ontwerpers en bouwers waren vooraanstaande stadsbouwmeesters en werkmeesters van kerkelijke projecten, maar ook minder bekende meesters die zich specialiseerden in sluisbouw. Sommige experts, zoals Cornelis Fredericxz vander Goude, werden zelfs regionaal bekend om hun kunde in het bouwen van sluisen. De verwevenheid met stedelijke en kerkelijke bouwprojecten maakt dat de aanleg van stenen sluisen niet een niche was, maar bredere implicaties had. Door de experimentele aanpak van de funderingsmethoden, de uitwisseling van bouwtechnische kennis en nieuwe manieren van onderzoek naar de bodemgesteldheid vormde de sluisbouw een proeftuin voor het bouwen in het slappe veen.

The research for this paper is funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Research Council Executive Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them. Dit onderzoek is ondersteund door de ERC grant URBAN-DELTA DOI: doi.org/10.3030/101124701. Mijn dank gaat uit naar Christianne Apers voor het genereus delen van haar gegevens over inspectiereis voor de sluis in de Sassevaart. Ik ben de anonieme peers ook erkentelijk voor hun bruikbare opmerkingen en aanwijzingen.

NOTEN

- 1 Voor Terneuzen: www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/dammen-sluisen-en-stuwen/noordzeesluisen#:~:text=Het%20sluisen-complex%20in%20Terneuzen%20heeft,m%2C%20gerekend%20over%20100%20jaar en <https://nos.nl/artikel/2540347-koningen-willem-alexander-en-filip-openen-megasluis-in-terneuzen>. Voor IJmuiden: www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/dammen-sluisen-en-stuwen/sluisencomplex-ijmuiden en: nos.nl/artikel/2414620-grootste-zeesluis-ter-wereld-in-ijmuiden-geopend-een-stukje-hollands-glorie (geraadpleegd 22 oktober 2024).
- 2 'Les Hollandois, sont les premiers qui ont le plus contribué à perfection-

- ner les Ecluses, par l'application qu'ils en ont fait pour la défense de leur Pays, & aux Canaux navigables qu'ils y ont creusés; mais quoiqu'ils passent avec justice pour les peuples du monde qui entendent le mieux aujourd'hui la construction des ouvrages de cette nature...' B. Forest de Bélidor, *Architecture hydraulique ou l'art de conduire, d'élever et de ménager les eaux pour les différents besoins de la vie*, Parijs 1750, boek 2, deel 1., I, 55. Zie ook: vol. 2, 325.
- 3 Het standaardwerk is nog steeds G.J. Arends, *Sluisen en stuwen. De ontwikkeling van de sluis- en stuwbouw in Nederland tot 1940*, Utrecht 1994. Zie ook: S. Zeischka, *Minerva in de polder. Waterstaat en techniek in het Hoogheemraadschap van Rijnland (1500-1856)*, Hilversum 2007, 66-69.
 - 4 P. van Dam, 'Spuien en heien. Innovatie en de rol van de stedelijke elite bij

- sluisbouw te Spaarndam in de 15de eeuw', in: L. Giebels (red.), *Zeven eeuwen Rijnlandse uitwatering in Spaarndam en Halfweg. Van beveiliging naar beheersing*, Leiden 1994, 29-46.
- 5 Het archief van Rijnland bevat bouwplannen, zowel tekeningen als bestekken, bouwrekeningen met onderliggende administratieve documenten, maar ook notulen van vergaderingen waarin nieuwe ontwerpen voor sluisen werden besproken. Eerder onderzoek betreft: M. van Amstel-Horák, 'Nieuwbouw van twee sluisen in een benarde tijd. Halfweg 1556-1558', in: L. Giebels (red.), *Zeven eeuwen Rijnlandse uitwatering in Spaarndam en Halfweg. Van beveiliging naar beheersing*, Leiden 1994, 47-74; Van Dam 1994 (noot 4).
 - 6 Recent plaatste ik de aanleg van twee sluisen op de slappe bodem in Rijn-

- land in de ontwikkeling van funderingstechnieken in Holland: M. Hurx, 'Building on "Hollow Land". Skill and Expertise in Foundation-Laying Practices in the Low Countries in the Fifteenth to Seventeenth Centuries', in: E. Merrill (red.), *Creating Place in Early Modern European Architecture*, Amsterdam 2022, 269-304. In een ander artikel analyseer ik de omvangrijkheid van het tekenwerk en de ontwikkelingen in tekenmethoden voor deze sluizen in Rijnland: M. Hurx, 'Gothic Locks. Pioneering Drawings for Hydraulic Works in 16th-Century Holland', *Arts* 13 (2024), 5, 151, doi.org/10.3390/arts13050151. Zie over de tekeningen besproken in dit artikel ook: P.G.M. Diebels, *Hoogheemraadschap van Rijnland Archieven. Beschrijving van de oudste kaarten, 1457-1580*, Leiden 1986 (ongepubliceerde inventaris).
- 7 C. Apers, 'De aanleg van het kanaal Brussel-Willebroek. De sluizenbouw in de zestiende eeuw', *Jaarboek van de Koninklijke Kring voor Oudheidkunde, Letteren en Kunst in Mechelen* 126 (2022), 117-170.
 - 8 Van de beoogde vijf delen rondde Vierlingh alleen de eerste twee boeken af en het derde boek bleef onvoltooid. Het traktaat liep bijna twee eeuwen voor op Forest de Bédidors *Architecture hydraulique* (noot 2). Andries Vierlingh, *Tractaet van dyckgagie*, uitgegeven door J. de Hullu and A.G. Verhoeven, Den Haag 1920.
 - 9 P. van Dam, 'Ecological Challenges, Technological Innovations. The Modernization of Sluice Building in Holland, 1300-1600', *Technology and Culture* 43 (2002), 500-520. Een andere belangrijke impuls voor vernieuwing is het gebruik van sluizen voor militaire inundaties, wat in de zeventiende eeuw een typische verdedigingsstrategie werd in de Republiek der Nederlanden. Zie: W. Klinkert, 'Water in oorlog. De rol van het water in de militaire geschiedenis van Holland na 1550', in: E. Beukers (red.), *Hollanders en het water. Twintig eeuwen strijd en profijt*, Hilversum 2007, 451-504.
 - 10 Arends 1994 (noot 3).
 - 11 Er is echter een gedenksteen bewaard van deze sluis met het jaar 1559. Het is onaannemelijk dat de bouw zo lang heeft geduurd, mogelijk werd de eerste stenen sluis beschadigd bij de stormvloed van 1552 en was een gedeeltelijke herbouw nodig. C. Postma, *Het hoogheemraadschap van Delfland in de middeleeuwen 1289-1589*, Hilversum 1989, 263. Zie ook: Van Dam 2002 (noot 9), 515-516; Arends 1994 (noot 3), 17-18.
 - 12 In Brielle werd ook een stenen sluis gebouwd in 1567. Vierlingh 1920 (noot 8), 207.
 - 13 Postma 1989 (noot 11), 268. De naam van deze meester komt in verschillende spellingsvarianten voor.
 - 14 Van Dam 2002 (noot 9), 515.
 - 15 W.C. Thijssen, *De Hondsbosche steenen Schutsluis te Zaandam*, Edam 2001, 6.
 - 16 Apers 2022 (noot 7), 148 en 159.
 - 17 Thijssen 2001 (noot 15), 6; Apers 2022 (noot 7), 145.
 - 18 Postma 1989 (noot 11), 274.
 - 19 Mijn dank gaat uit naar Jeroen Flamman en de medewerkers van Vestigia B.V. voor de toegang tot en uitleg bij de archeologische opgravingen van de Grote Sluis in Monnickendam in 2021.
 - 20 Van Amstel-Horák 1994 (noot 5); Hurx 2022 (noot 6), 288-291.
 - 21 Hoogheemraadschap van Rijnland, Leiden (NL-LdnHHR), OAR, 1.1.1, inv.nr. 21, f. 4r. R. Dijk, 'De besluitvorming over de bouw van de Grote Haarlemmersluis te Spaarndam in 1566 en 1567' (1), *Dorpsorgaan Spaarndam* 31 (1997) nr. 158; (2) nr. 159, 9-13; (3), nr. 160, 12-16; (4) 32 (1998) nr. 161, 13-17.
 - 22 Arends 1994 (noot 3), 18. De bestekken voor het houtwerk en de natuursteen werden in Vierlinghs traktaat opgenomen, zie aldaar 240-248. In het oorspronkelijke voorstel van de Haarlemmers had de sluis een breedte van 27 tot 28 voet (8,5-8,7 m) moeten krijgen. NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 21, f. 53v.
 - 23 Van Dam 2002 (noot 9); Arends 1994 (noot 3), 17.
 - 24 M. Hurx, *Architect en aannemer. De opkomst van de bouwmarkt in de Nederlanden (1350-1530)*, Nijmegen 2021, 184.
 - 25 Voor Lier: C.G.M. van Wylick-Westermann, 'Het bouwmeestersgeslacht Keldermans', in: J. van Mosselveld e.a. (red.), *Keldermans, een architectonisch netwerk in de Nederlanden*, Den Haag 1987, 9-26, hier: 17-18.
 - 26 Vaak werden ze gecombineerd met een watermolen.
 - 27 F. Gelaude, *Getemde rivieren. Hoe het middeleeuwse Gent Schelde en Leie bedwong*, Brugge 2021, 45.
 - 28 Apers 2022 (noot 7).
 - 29 Voor de Gentse Lieve, gegraven tussen 1251 en 1269, werden op een traject van 46 kilometer ook enkele meters hoogteverschil overbrugd door maar liefst elf schutsluizen. Gelaude 2021 (noot 27), 45-50.
 - 30 Apers 2022 (noot 7), 129.
 - 31 Apers 2022 (noot 7), 148-151.
 - 32 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 9578, f. 466v. Van Amstel-Horák 1994 (noot 5), 63. Het betreft hoogstwaarschijnlijk een tekening die gemaakt was door Cornelis Fredericxz vander Goude, want hij leverde in 1545 een 'pourtraicture' van de fundering en het metselwerk van de Zaandamse sluis op basis van het bestek dat hij eerder had opgesteld. Stadsarchief Gent, Oud Archief-092bis-1, Vaartboek 1, f. 221r. Ik ben Christianne Apers zeer dankbaar voor het delen van deze archiefbronnen met mij.
 - 33 M. Hurx en K. Ottenheim, "'To See its Form Considerably Better". Architectural Models in the Low Countries, 1500-1700', in: S. Frommel en R. Tassin (red.), *Les maquettes d'architecture. Fonction et évolution d'un instrument de conception et de réalisation*, Parijs/Rome 2015, 197-207.
 - 34 Stadsarchief Gent, Stadsrekening AO400, 1549-1550, f. 177r-v.
 - 35 Hurx en Ottenheim 2015 (noot 33), 202-03; Hurx 2024 (noot 6).
 - 36 Apers 2022 (noot 7), 144.
 - 37 Stadsarchief Gent, Stadsrekening AO400, 1549-1550, f. 177r. Stadsarchief Gent, Oud Archief-092bis-1, Vaartboek 1, f. 205r-v., f. 206v.
 - 38 Bij aanvang van de bouw in 1561 werden vaklieden naar Damme, Sluis, Antwerpen en Willebroek gestuurd. Apers 2022 (noot 7), 150.
 - 39 Vierling 1920 (noot 8), 184-194 en 241-248.
 - 40 Vierlingh 1920 (noot 8), 210.
 - 41 'Een houtte sluijs moet binnen de 30 jaeren vernieuwt worden als voorseijt is sonder dat men noch midlertijt een halve sluijs daeraen verlappt.' Vierlingh 1920 (noot 8), 254. Elders in zijn traktaat geeft Vierlingh ook een levensduur van 25 jaar. Vierlingh 1920 (noot 8), 211. Zie ook Van Dam 1994 (noot 4), 31.
 - 42 Vierlingh 1920 (noot 8), 252.
 - 43 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 21, f. 49r.
 - 44 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 21, f. 58r.
 - 45 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 21, f. 18r. en f. 19v. Zie ook Van Amstel-Horák 1994 (noot 5), 62.
 - 46 Een houten sluis moest 9.935 ponden kosten en een stenen sluis werd geschat op 5.000 ponden extra. NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 21, f. 4r.
 - 47 Het exacte bedrag is niet bekend, omdat de prijs van 750 ponden voor het ijzerwerk het materiaal was inbegrepen dat in de dijk was verwerkt. NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 9578, f. 42r-43v; f. 55r-58r. Zie ook Van Dam 2002 (noot 9), 515.
 - 48 Hierbij moet wel aangetekend worden dat er 25 jaar tussen de raming en de realisatie zat en voor zo'n lange periode rekening moet worden gehouden met inflatie. Dijk 1997 (noot 21), nr. 158, 15.
 - 49 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 21, f. 49v.
 - 50 J. Gawronski en J. Veerkamp, 'Over staal, kleeft en stuit. Funderingen in Amsterdam', in: J. Gawronski, F. Schmidt en M.-T. van Thoor (red.), *Amsterdam. Monumenten & Archeologie* 2, Amsterdam 2003, 11-23; J. Gawronski en J. Veerkamp, 'Über staal, kleeft und stuit. Fundamente in Amsterdam', in: G. van Tussenbroek (red.), *Hausbau in Holland. Baugeschichte und Stadtentwicklung* (Jahrbuch für Hausforschung; 61), Marburg 2010, 45-62. Zie ook: M. De Voght en K. De Jonge, 'Foundation Techniques in the Early

- Modern Low Countries (1600-1750)', in: R. Carvais, *Nuts & Bolts of Construction History. Culture, Technology and Society*, deel 3, Parijs 2012, 29-36.
- 51 Hurx 2022 (noot 6), 273-274. Petra van Dam stelt vast dat pas rond het midden van de vijftiende eeuw in het archief van Rijnland vermelding wordt gemaakt van heipalen, wat erop zou kunnen wijzen dat deze funderingsmethode niet eerder bij waterwerken werd toegepast. Dat lijkt echter onwaarschijnlijk, omdat bij stedelijke bouwprojecten deze methode wel veel eerder werd toegepast en de stedelijke elites ook betrokken waren bij de uitvoering van waterwerken zoals ze zelf ook stelt. Van Dam 1994 (noot 4), 36 en 38.
- 52 G. van Tussenbroek, 'The Foundations of the Nieuwe Kerk Tower in Amsterdam (1645-52)', in: I. Wouters e.a. (red.), *Building Knowledge, Construction Histories*, deel 2, Leiden 2018, 1313-1320.
- 53 Hurx 2022 (noot 6), 273-276.
- 54 Apers 2022 (noot 7), 130-131.
- 55 'Sommige sijn van den advijse ende willen den grondt van de steenen sluijsen met parpeijnen fonderen ende opmetsen', Vierlingh 1920 (noot 8), 211.
- 56 Vierlingh 1920 (noot 8), 211-212.
- 57 '[...] soo suldi merckelijck bevinden dat alle het werck hetzij van houtwerck, metselrije oft andere sal staen dreunen, soodat in sooverre sulcken werck boven staende druent ende verandert, soo moeten per consequens oock de pijlen in den gront, twelck het meeste fundament is, oock staen dreunen ende verroeren, in voegen ende maeten dat de gront ende d'eerde aen den pijl nimmermeer zijn saete (ende) dichticheijt hebben en mach, soodat met lanckheijt van tijde deselve gront mette pijlen zoo los worden dat het besloten ende bedwongen waeter, twelck listich is, zijnen loop onder begint te loopen ende int uuijteijnde den heelen hoop omverre worpt.' Vierlingh 1920 (noot 8), 205-06.
- 58 'Ick segge noch dat ick niet en can verstaen wat zij veur heur nemen ende waervoor sij besorcht zijn: een sluijs te leggen op het stael van eenen ouden dijck ende daer den dijck bij de tachtentich oft tnegentich jaeren geporst heeft, ten is niet mogelijk het moet een hardt ende goet fundament zijn.' Vierlingh 1920 (noot 8), 230-231.
- 59 Vierlingh 1920 (noot 8), 202 en 213. Zie ook het voorwoord van A.G. Verhoeven in Vierlingh 1920, xxxix.
- 60 'Maer omme spuijen te maecken tot schuijringe van eenige haven buitensdijcx, daer men den gront niet en kent (ende) noijt dijck gelegen en heeft, waerdeur den gront noch raeu, bol, sacht ende groen is, soude ick geraden vinden dat men die maeckte ep een goet hout bedde oft treffelijcke slijckhouten, wel werckelijcken gewrocht, om soo de zijdemueren eenpaerlijck te zittene ende zijn vasticheijt te nemen, onder gestampt met goeden droogende derrije die metten gront- ende houtwerck aen malcanderen heelen sal. Ende soo mach men oock de houtbedden maecken op holle, bolle ende bruijssige gronden gelijk in Hollandt vele zijn...' Vierlingh 1920 (noot 8), 214-215, 231.
- 61 Zie: B. van den Berg, *De Sint-Janskerk in Gouda. Een oude stadskerk volgens een nieuw ruimtelijk plan*, Hilversum 2008, 78-80.
- 62 '[...] een van de beste Meesters in Hollandt van deze Conste te wesen die gelijcke wercken wel gemaict heeft [...]' Thijssen 2001 (noot 15), 7.
- 63 '[...] ende verclaart dat alsmen den cost nyet sparen en willet hy in alle plaetsen hoe quaet van gronde die zyn funderen zal connen ende vloeren leghen alzo diepe alsmen die zoude moghen beheeren.' Stadsarchief Gent, Oud Archief-092bis-1, Vaartboek 1, f. 210r.
- 64 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 9579d. Hurx 2022 (noot 6), 291.
- 65 De balken waren van eikenhout, terwijl de palen van naaldhout zijn. Vriendelijke mededeling van Jeroen Flamman, Vestigia B.V. Ter vergelijking: het bestek voor de fundering van de Hondsbosche Sluis in Zaandam vermeldt dat de omtrek van de elzenhouten palen minstens acht tot tien palmen (een palm is ca. 9,5 cm) moest zijn, dus 76 tot 95 cm. Voor de Westsluis waren palen nodig van minstens vijf palmen (48 cm), gemeten op twee voet (ca. 63 cm) van de zaagsnede. Deze palen hadden dus een doorsnede in Zaandam van ongeveer 25 tot 30 cm en in Halfweg van ca. 15 cm. Stadsarchief Gent, Oud Archief-092bis-1, Vaartboek 1, f. 213r. en NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 9579d.
- 66 Het bestek van de Hondsbosche Sluis in Zaandam beschrijft dat eerst de dikke palen moesten worden geheid en wanneer er geen plek meer was, moest de overgebleven ruimte worden gevuld met iets dunner stoppalen van 15 tot 21 cm dik.
- 67 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 9579d; Hurx 2022 (noot 6), 291.
- 68 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 9578, f. 406v.-407r; Hurx 2022 (noot 6), 291.
- 69 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 9578, f. 42r.-43v; f. 55r.-58r.
- 70 'Ghij en behouft geen heijen oft pijlen, daer de timmerluijden groote dachgelden inne winnen.' Vierlingh 1920 (noot 8), 217.
- 71 Besproken in Hurx 2022 (noot 6), 291-297.
- 72 B.J. Ibelings, 'De route "binnendunen." De scheepvaartroute langs de Goudse sluis en tol, de Wassenaerse Gouwe-sluis en de Spaarndammertol (13e tot 16e eeuw)', in: D.E.H. de Boer, J.W. Marsilje en J.G. Smit (red.), *Vander Rekeninghe. Bijdragen aan het symposium over onderzoek en editieproblematiek van middeleeuws rekeningmate-riaal, gehouden in Utrecht op 27 en 28 februari 1997*, Den Haag 1998, 221-255, hier: 251-252.
- 73 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590a.
- 74 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590a.
- 75 Brief van Reynier Corneliszn aan het hoogheemraadschap, 18 april 1562: '[...] overmits dat ick een weijnich voerden grondt daer de sluyse leggen sal sorge, datse sal moeten geheijt sijn want die van Utrecht die oock een seer goeden gront hebben noch sommige bruggen ende oock haer sluyse ande vaert moeten heyen, aldus om te beter desen grondt te doersijen so begeerde ick wel onsen timmerman mede te hebben [...]' NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590a, nr. 53.
- 76 '[...] de selve bevonden hebben zoe weeck ende modderich dat zy een stock van xviii voeten lanck sonder groote moeyten metter hant tot xiiii, xv, xvj voeten toe inden slycke ofte modder duweden zonder harde ofte vaste grondt te vinden.' NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 21, f. 29v.
- 77 'Noch omme den annemer van de Woerdersluis te wijsen hoe langhe hij de palen in de voors. sluis heyen zoude by advys van meester Cornelis de steenhouder die mede aldaer ontboden was. Ende deden in haerlieden presentie vier ofte vyf paelen in heyen omme te bezien hoe hem de grondt in de put draghen wilde.' NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 9578, f. 446v., f. 610v.
- 78 'Nochtans zulcke suijselbollen moesten den gront behoort hebben omme te zienne wat eerde datter was onder in den grondt, sij mochten wel dincken dattet onder geen waeter en was.' Vierlingh 1920 (noot 8), 214.
- 79 '[...] met alder vlyticheyt geboort ende besichticht [...]' Dijk 1997 (noot 21) (2), 11.
- 80 Brief van Reynier Corneliszn aan het hoogheemraadschap, 14 mei 1562: '[...] met ons brengende tselfde gereetschap van een boor als wij connen crigen, hier tot Amsteldam en sijn niet dan houten boeren waer om wij op u eerwaerdicheit wel souden begeren dat [...] dat ijsere boer twelck laest tot Alphen was, de helft langer wilde laten maken van houten boven an, op dat wij versekert syn ende wij sullen altydt noch onse houten boer met ons nemen.' NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590a, nr. 54.
- 81 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590b.
- 82 J.J. Dodt van Flensburg, *Archief voor kerkelijke en wereldsche geschiedenissen, inzonderheid van Utrecht*, deel 3, Utrecht 1843, 236.
- 83 '[...] bevonden dat die ordonnantie by die van Amsterdam gemaect zo merkelyk groote penningen kosten zouden, datmen met die derde pennick min wel zal maecken. Te weten dat het heyen ende die blauewe steen, zeven ofte acht voet onder water gemetselt, te vergeets es [...] Datmen met clinkert ende tarras veel voederger

- en minder cost tzelfde zal mogen maecken [...]’ NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590a, nr. 60.
- 84 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590a, nr. 60. Op 18 november 1562 werd besloten door het hoogheemraadschap nog verder te besparen op blauwe hardsteen: alleen de hoekstenen, boogstukken en ronde uiteinden van de pijler werden uitgevoerd in steen, de rest moest van baksteen en tras worden gemaakt. NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590a, nr. 129.
- 85 Hurx 2024 (noot 6).
- 86 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590a, zonder nummer. Zie ook de kopie: NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590a, nr. 129.
- 87 Hurx 2024 (noot 6).
- 88 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590b.
- 89 NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590b.
- 90 ‘[...] meester Cornelis dat vlot soude inleggen ende wilde dat nijet doen sonder heyen.’ NL-LDNHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590c. Jan Jansz werd ook aangesteld door het hoogheemraadschap voor de Oostsluis in Halfweg in 1566. Van Amstel-Hvorák 1994 (noot 5), 74.
- 91 ‘Wy Leners Wouter zoen van Vijanen, Evert Jacop zoen vand Goude, Sebastyaen pyeler zoen van Delft als warckluden ende meesters van slusen ende

dammen bekennen mits desen geweest te hebben tot Goutsse sluijs op de XII july anno LXIII om de suaerychheit van de gront dije meester Cornelis met u bekondige [?] wilde de sluijs op te stellen sonder de gront te heijen. Alwelke gront by ons geboort is gewest ende bevonden de selfde alsulck goet ende hart genouch om de selfde sluyse daer op te moghen stellen sonder eenich perykel ende vreesse van dat warck te bederven.’ NL-LdnHHR, OAR, 1.1.1, inv.nr. 3590b.

92 Zie: Hurx 2024 (noot 6).

PROF. DR. M. HURX is hoogleraar architectuurgeschiedenis aan de KU Leuven bij het Departement Architectuur. Hij is onder meer specialist in middeleeuwse architectuur in de Lage Landen. Momenteel leidt hij **URBAN-DELTA**, een groot Europees onderzoeksproject naar de ontwikkeling van bouwtechnologieën in verstedelijkte delta’s in Europa en China tussen 1300 en 1800.

SLUICES IN THE ‘MUD’

SLUICE CONSTRUCTION IN SIXTEENTH-CENTURY HOLLAND AS TESTING GROUND FOR BUILDING ON SOFT SOILS

MERLIJN HURX

In the years 1540–1570, sluice construction in the Low Countries underwent an important transition. In addition to the introduction of mitre gates, the increasing use of stone was a vitally important innovation. The advantage of this building material was that it prolonged the lifespan of sluices and made it possible to build larger ones, with considerable benefits for shipping and water management. The improved sluices in turn contributed greatly to the rise and prosperity of the Dutch Republic. These new hydraulic works were much heavier than their wooden predecessors and needed to be securely anchored in the marshy clay and peat substratum. The structural aspects of sluice construction have been largely neglected to date. Sluice construction is regarded as a niche subject and as such cannot expect much attention from architectural historians. Unjustly so, because the construction of sluices did not evolve in a vacuum; it was a major task for municipal architects and contractors in the towns of the County of Holland. There are also indications that the structural challenges presented by building heavy stone sluices in the soft soils of Holland were crucial to the development of a scientific approach to building in peatland areas.

Contemporary discussions about the best foundation engineering solutions for sluices shows that there were no standard solutions and that experts with a wide range of backgrounds were involved in their construction. We still have few details about the design of foundations in the sixteenth century and the extent to which the transition from wood to stone sluices contributed to the development of engineering solutions for improved foundations in general. Both experts and clients sought maximum certainty in an arena where knowledge was still evolving. Learning by example was essential and technical drawings and models became increasingly important tools for recording such acquired knowledge. A new, supra-regional knowledge network that included the southern Low Countries as well as Holland promoted the dissemination of new knowledge and expertise.

The interconnection of sluice building with urban and church building projects means that rather than being a niche subject, the construction of stone sluices had wider implications. It provided a testing ground for building on soft soils whereby the exchange of knowledge, soil research, and concrete experiments during construction delivered vital knowledge and expertise for building in peat.