

Gedragen door water

Drijvende kelders in Amsterdam en omstreken

Dik de Roon¹

Er moet ondanks de wet van Archimedes (287-212 v.C.) lange tijd een barrière zijn geweest om grote drijvende constructies te maken van materialen die zwaarder zijn dan water, want dit gebeurde in de Lage Landen voor zover bekend niet eerder dan de zeventiende eeuw.² Hoewel men anders zou verwachten van een zeevarend volk als de Hollanders, was niet de scheepvaart de eerste sector voor experimenten op dit gebied, maar uitgerekend het woonhuis. Dezelfde opwaartse waterdruk – die menig keldervloer deed barsten – werd benut om problemen met een fluctuerend huiselijk grondwaterpeil op te lossen. Het besluit om gemetselde, drijvende kelders van enkele tonnen zwaar in de ruimten onder woonhuizen te maken werd min of meer uit nood geboren.

Maar wat is nu precies een drijvende kelder? Een drijvende kelder is een met het grondwaterpeil op en neer beweegbare, gemetselde bak (afb.1). Het is een relatief onbekend verschijnsel met een geschiedenis, waarin allerlei boeiende kwesties zich met elkaar vermengen. Naast de Amsterdamse problematiek van de waterhuishouding raakt de drijvende kelder aan andere technische zaken, zoals de productie van hoogwaardige mortel, metseltechniek en hydraulica. Deze enkele andere aspecten worden in dit artikel onder de loep genomen.

Water in huis

In de zestiende en zeventiende eeuw kende Amsterdam enkele indrukwekkende groeistuipe, die onder andere leidden tot het streven om de beschikbare ruimte in de koopmanshuizen in de stad maximaal te benutten. De verdichting die het gevolg was van de grote bevolkingstoename leverde een zeer compacte stadsbebouwing op en iedereen die goederen wilde opslaan, had buiten zijn bebouwde perceel doorgaans nauwelijks ruimte. Daarom werd iedere vierkante meter binnen het perceel aangewend voor bewoning en opslag.³ De weinige beschikbare grond was duur en de verhoging van de reeds bestaande bebouwing met een extra verdieping bood een goede oplossing. Behalve van verhogingen met één of meer verdiepingen, werden vele huizen voorzien van souterrains en kelders. Ondanks ongunstige omstandigheden, zoals de lage ligging van de stad, de drassige ondergrond en de constante dreiging van wateroverlast, bleven de Amsterdammers eeu-

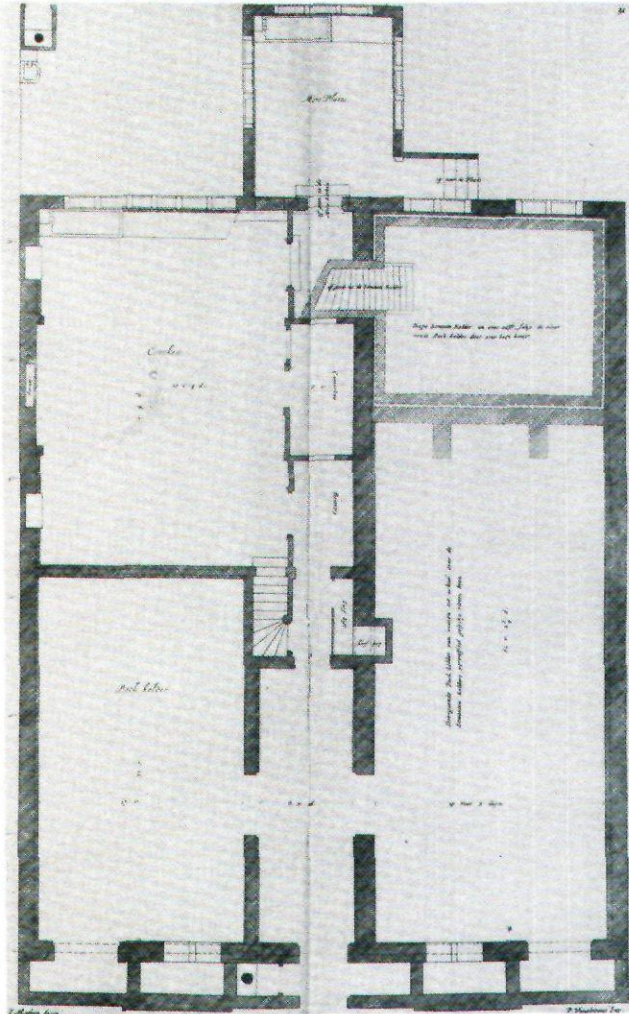
wenlang hardnekkig kelders onder het heersende stadswaterpeil bouwen. Een steeds terugkerend probleem was dat keldervloeren telkens weer openbarstten door te sterke opwaartse waterdruk. Maar in plaats van het bouwen van diepe kelders te staken, werd enerzijds gezocht naar een oplossing om het stadswaterpeil te stabiliseren en zeeweringen te verbeteren, terwijl men anderzijds probeerde een constructie te ontwikkelen om de waterproblematiek het hoofd te bieden.

Wanneer de eerste gemetselde drijvende kelder in Amsterdam werd toegepast is niet helemaal duidelijk. Waarschijnlijk was dit rond of kort na het midden van de zeventiende eeuw, maar al in het begin van de zeventiende eeuw lijkt men pogingen te hebben ondernomen om het waterprobleem in kelders op te lossen. In zijn onvoltooide tractaat *De Huysbou*, noemt Simon Stevin (1548-1620) drie manieren om kelders te bouwen. Ten eerste “datmense maect van clynckaert en trast, doch heeft dit sijn ongeval, dattet splytende of eenige ondichticheyt crygende, ’t water daer deur comt en somwylen quaet om stoppen is, voornamelick als den vloer diep int water licht met stercke perssingh: ’t Gebeurt wel als men sulcken leck niet stoppen en can, datmender een traste buyse rontsom metselt, soo hooch als genouch is, om het hoochste water te vervangen, maer ’t is al onbequaem werck”.⁴ Slechts in zijn tweede punt rept Stevin over iets wat op een drijvende kelder lijkt: “is onlanx t’Amsterdam int gebruyck gerocht alwaer seer leech lant zijnde, maken het deel onder water commende, van hout stoppen dat met mos en teer, en onderhouden gelijkmen de Schepen doet”.⁵ Er werd dus volgens Stevin niets anders dan een grote houten tobbe onder het huis aangebracht, die werd onderhouden als een schip. De derde manier die Stevin voorstelt is ophogingen uit te voeren en de kelder stomweg boven de waterlijn te bouwen.

De vroegste historische bron waarin een drijvende kelder is te vinden, stamt van na Stevins bevindingen. In deel twee van Philips Vingboons’ *Afbeeldsels der voornaemste gebouwen*, uit 1674 (afb. 2), is op de gravure van de plattegrond van Herengracht 386 aan de achterzijde een drijvende kelder ingetekend.⁶ Het is de enige drijvende kelder die in beide delen van Vingboons’ boeken voorkomt. Of Vingboons de eerste was die de drijvende kelder toepaste, kan niet worden vastgesteld. Wel dat hij naast esthetische belangstelling ook



Afb. 1. Schematische doorsnede van een vastgezette (l) en een nog drijvende kelder (r). 1 en 2 klamplagen binnenzijde kelderbak, 3 halfsteens buitenwand kelderbak, 4 bouwmuur van het huis, 5 later aangebrachte betonmantel, 6 puinvulling, 7 afdekplavuizen, 8 stijl waarmee de kelderbak is vastgezet, 9 kelderbalklaag, 10 grondwater, 11 basisrooster, 12 paalfundering.



Afb. 2. Plattegrond Herengracht 386, circa 1674 (Philips Vingboons)

geïnteresseerd was in technische innovaties. Zo paste hij bijvoorbeeld al de spouwmuur toe.⁷

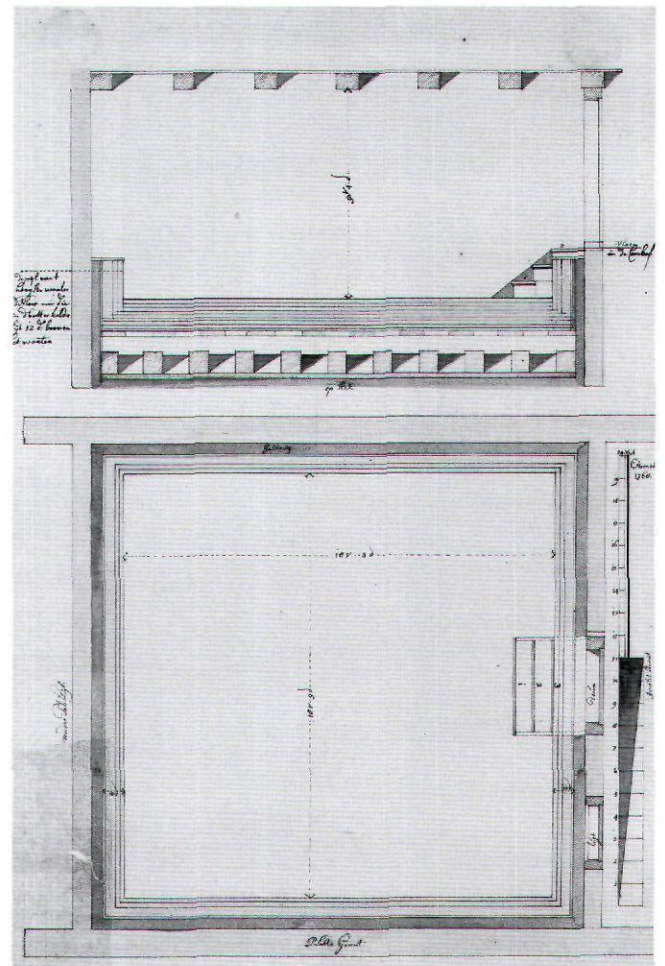
Dat de afbeelding van Vingboons tot nog toe de enige bekende zeventiende-eeuwse tekening van een drijvende kelder is, kan erop wijzen dat in die periode de drijvende kelder nog geen brede toepassing kende. Toch moet kort hierna verandering in deze situatie zijn gekomen, omdat het met name in Amsterdam een oplossing bood voor een veel voorkomend probleem. Opengearsten keldervloeren leidden tot schade aan opgeslagen goederen, die weer tot conflicten en claims leidden. In 1701 besloot het stadsbestuur “t’ordonneren en te statueren dat [...] geen kelders binnen den omtrek van de Ysluysen lager zullen mogen worden gelegd als uyerlijck tot op een duym boven de Stads peil; en buyten gemelde Sluysen dog binnen de Waterkeeringen niet lager dan tot op twee voeten boven de zelve Stadspeyl”. Bovendien moesten bestaande huizen, waarin zich al een diepere kelder bevond, na een verbouwing ook aan deze norm voldoen. Er werden flinke boetes gezet op overtredingen en het niet melden van zulke verbou-

wingen. Uit de toevoeging, “...waarschouwende daar en boven dat zo omtrent het intappen van ’t Water als andre gelegenheden geen regard altoos op Kelders contrarie desen aangelegt of gelaten zal werden genomen...” lijkt af te leiden dat er voordien onduidelijkheid had bestaan omtrent de eisen die een diepe kelder aan het waterpeil stelde.⁸

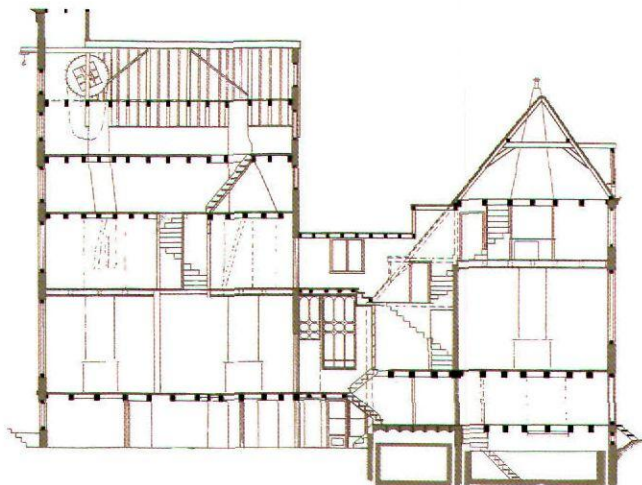
Vanaf 1701 was duidelijk dat de verantwoordelijkheid in het vervolg bij de burgers lag. De drijvende kelder ontsnapte aan de nieuwe regelgeving. Deze bood de mogelijkheid om toch ruim onder het stadspoil een opslagvloer te realiseren zonder constructief verband met het onroerende goed. Het is dan ook goed mogelijk dat pas vanaf deze verordening de drijvende kelder een bredere toepassing vond.

Drijvende kelders in Amsterdam

Tegenwoordig zijn drijvende kelders in de Amsterdamse binnenstad met enige moeite als zodanig te herkennen, als gevolg van ingrepen sinds ze werden vastgezet. Na de bouw volgden door de jaren heen ingrepen om lekken te dicht en funderingen te repareren. De verordening van 1701 speelde

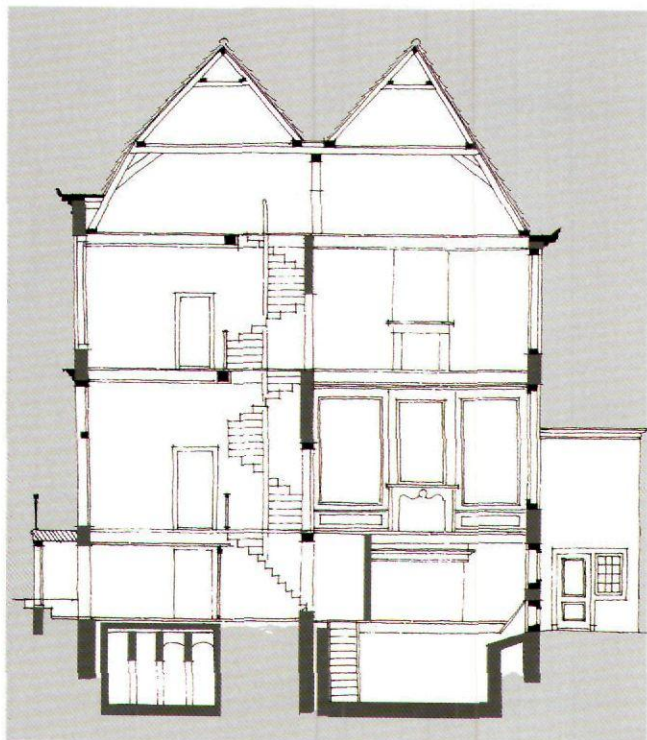


Afb. 3. Tekening drijvende kelder, 1768 (C. Hoemaker/SAA)



Afb. 4. Lengtedoorsnede Keizersgracht 576 Amsterdam (tek. Dik de Roon 2000)

geen directe rol in het ontstaan van de drijvende kelder, maar stimuleerde vermoedelijk wel de keuze voor een drijvende kelder in plaats van de ondiepere, vaste kelder. Een inventarisatie van gedrukte bronnen en archiefinventarissen heeft vooralsnog geen uitgebreide bestekken of werkbeschrijvingen van drijvende kelders opgeleverd. Ook de tot nog toe enige achttiende-eeuwse bouwtekening van een dergelijke kelder gaat niet vergezeld van een beschrijving. De tekening uit 1768 (afb. 3), gemaakt door de bekende metselaarsbaas Coenraad Hoeneker († 1769), was bestemd voor een pakhuis aan



Afb. 5. Doorsneden van Herengracht 580 Amsterdam (naar H.J. Zantkuijl)

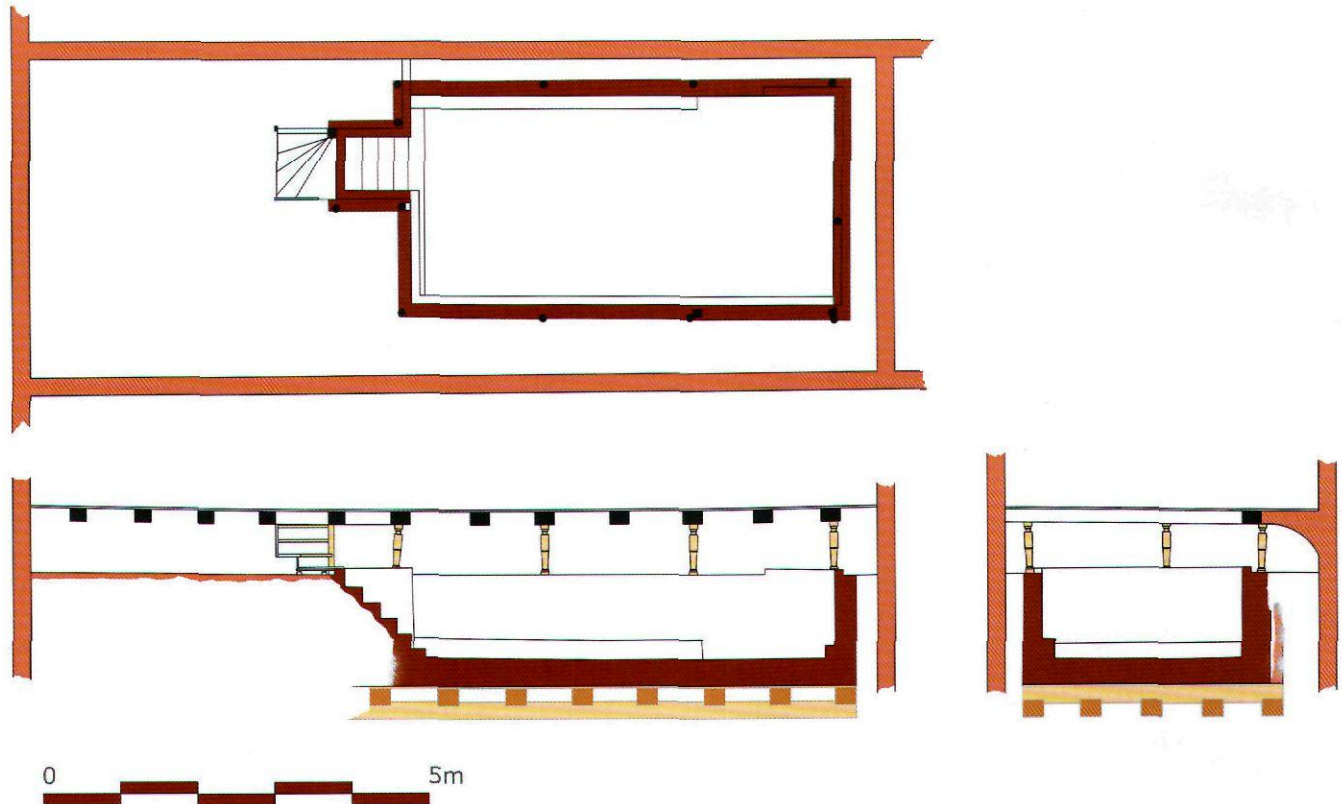
de toenmalige Amstelstraat (thans Nieuwe Amstelstraat).⁹ Hoenekers doorsnede geeft nauwkeurig de opbouw van het metselwerk weer.

Behalve voor de opslag van goederen – vooral levensmiddelen – werden drijvende kelders voor de opslag van water gemaakt.¹⁰ In Amsterdam werden van de zeventiende tot in negentiende eeuw veel waterkelders gebouwd voor de opslag van drinkwater dat bestond uit opgevangen hemelwater, later ook uit met schuiten vanaf de Vecht aangevoerd water. In Keizersgracht 576 werd onder het achterhuis zowel een ‘gewone’ drijvende kelder als een (deels gesloopte, of ooit uit elkaar gespatte) drijvende waterkelder aangetroffen (afb. 4). Vier compartimenten, afgesloten door zijdelings aaneengeschakelde tongewelven, stonden met elkaar in verbinding door openingen in de tussenwanden. De wanden en de gewelven bestonden slechts uit twee klamplagen. Een reconstructietekening van Zantkuijl suggereert dat in Herengracht 580 restanten zijn aangetroffen van een soortgelijke drijvende waterkelder (afb. 5).¹¹ De meeste exemplaren in woonhuizen waren vaste kelders, maar sporadisch wordt nog een drijvende waterkelder in woonhuizen aangetroffen.

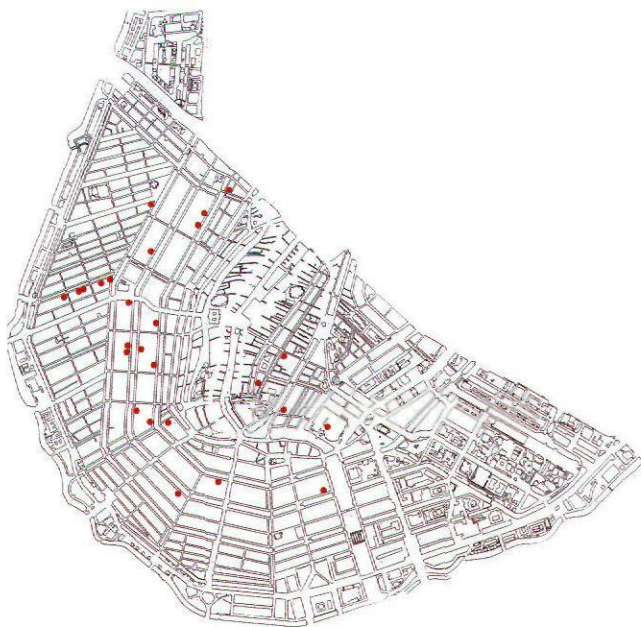
Plattegrond en toegang

De toegang tot de bak die op het grondwater drijft kon uiteraard niet worden gerealiseerd met een keldertrap die verbonden was met de bouwmuren van het huis. Fluctuatie van het grondwaterpeil maakte dat onmogelijk. Daarom hadden de drijvende kelders doorgaans een trap die geheel in de bak werd geplaatst. De rand van de bak fungeerde vaak als eerste trede. Meestal bestond het grondvlak van een drijvende kelder uit een rechthoek, maar er zijn meerdere exemplaren aangetroffen waarbij een gemetselde trap als uitstulping in de plattegrond van de kelderbak lijkt te zijn opgenomen. Een voorbeeld hiervan bevindt zich in het huis Herengracht 354 (afb. 6).¹² Door de trap buiten de rechthoek van de bak te plaatsen kon opslagruimte worden gewonnen. Wellicht speelde de indeling van een huis een rol bij de keuze voor een dergelijke kelderplattegrond.

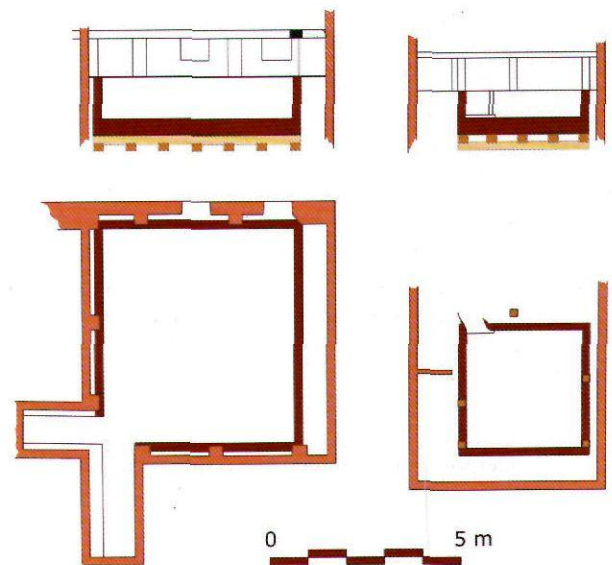
Het al genoemde, door Vingboons ontworpen Herengracht 386 lijkt ook een dergelijke constructie te hebben gehad. De gravure van Vingboons, waarop de bak van de drijvende kelder zich goed laat onderscheiden is echter onduidelijk omtrent de aansluiting van de trap. Vingboons tekent geen ruimte tussen de bouwmuur en de trap in zijn plattegrond. Bovendien doorsnijdt in de tekening de gemetselde omranding van de trap een bouwmuur. Er bestaat geen dwarsdoorsnede van deze kelder en de vastgezette kelderbak is zodanig afgewerkt dat we slechts kunnen gissen naar de oorspronkelijke toestand. Er zijn in het zeventiende-eeuwse Amsterdam vermoedelijk ook exemplaren geweest met een trap in meerdere delen, waarbij de kelderhoogte werd overbrugd met een inwendige trap en enkele treden direct buiten de kelderbak. De verticale marge die een kelder had om te bewegen was vaak meer dan een halve meter. Het huis Herengracht 476, op twee percelen gebouwd voor de medicus Francois de Vicq in 1670, lijkt



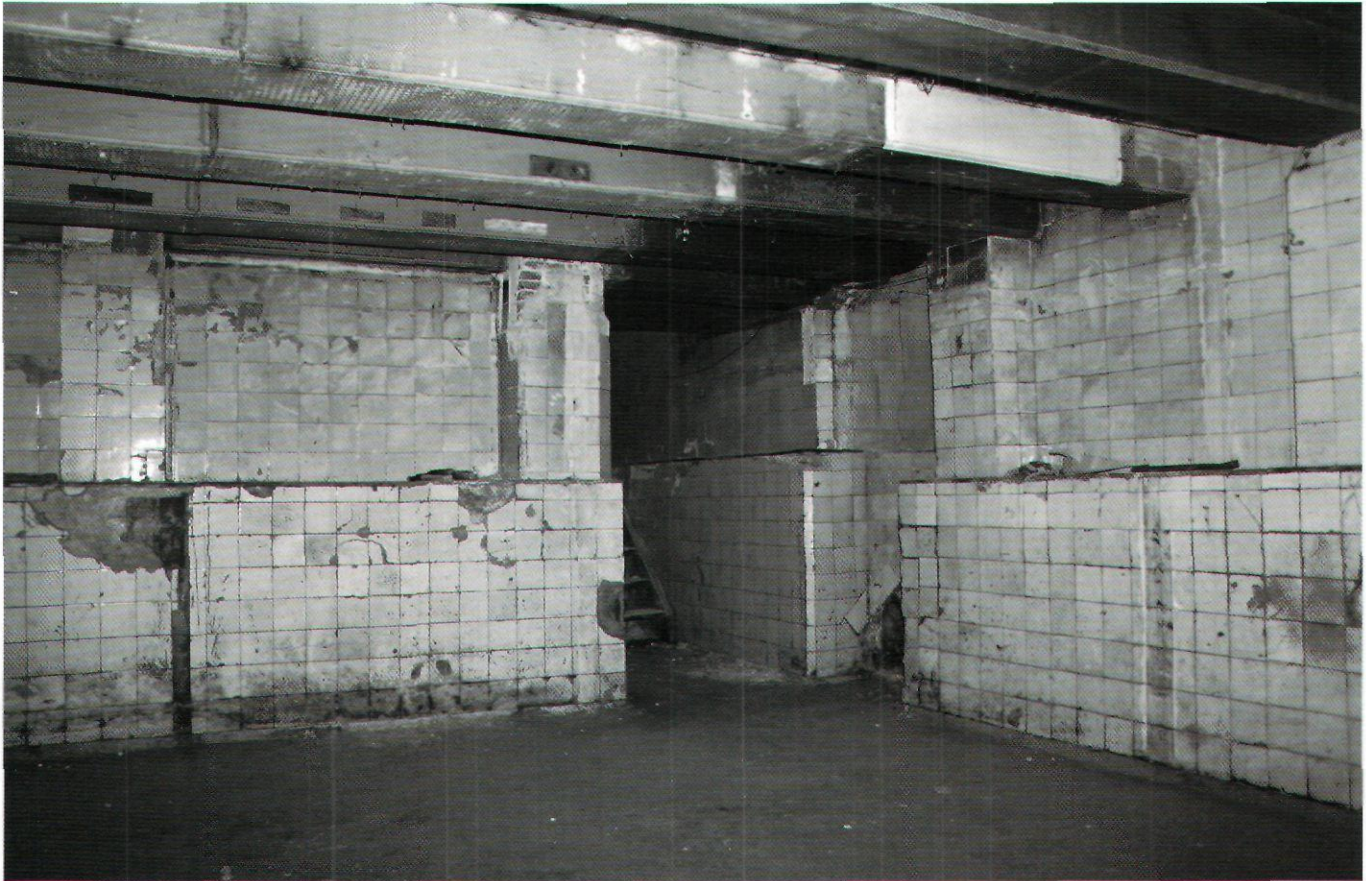
Afb. 6. Doorsneden drijvende kelder Herengracht 354 Amsterdam (tek. Dik de Roon 2006)



Afb. 7. Tot op heden aangetroffen drijvende kelders en enkele voormalige drijvende kelders in de Amsterdamse binnenstad (tek. Dik de Roon 2006)



Afb. 8a. Doorsneden drijvende kelders Herengracht 60 en Beulingstraat 19 Amsterdam (tek. Dik de Roon 2006)



Afb. 8b. Drijvende kelder Herengracht 60 Amsterdam (foto Dik de Roon 2006)

hiervan een voorbeeld te zijn (geweest).¹³ Dit huis bevatte zelfs twee drijvende kelders.

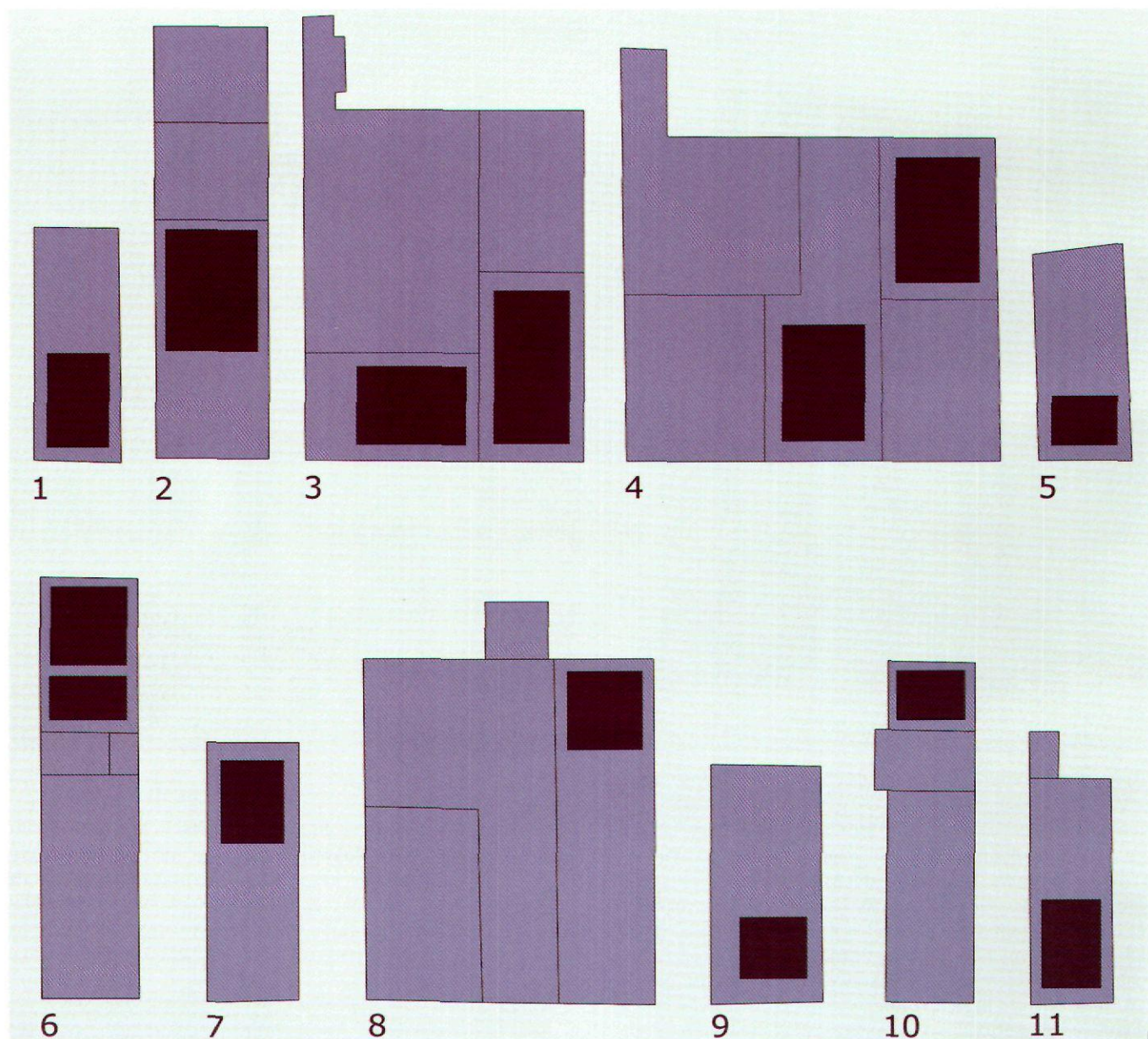
Drijvende kelders werden in de Amsterdamse binnenstad voornamelijk gerealiseerd in grote huizen. De ruime meerderheid van de tot nu toe aangetroffen drijvende kelders bevindt zich in de zeventiende-eeuwse grachtengordel (afb. 7). Er zijn echter ook enkele exemplaren in wat kleinere huizen gevonden, maar ook die huizen vertonen kenmerken van een zekere welstand van de toenmalige eigenaren of bewoners, zodat voorzichtig kan worden geconcludeerd dat drijvende kelders in de zeventiende en achttiende eeuw een luxeartikel waren. De inmetingstekeningen van Beulingstraat 19 en Herengracht 60 geven een indruk van de formaatverschillen (afb. 8a,b,c). De drijvende kelders in beide huizen zijn excentrisch in de huisplattegrond geplaatst. Dergelijke exemplaren worden vaak geflankeerd door een afvoer naar een in de achtertuin gelegen beerput. In Beulingstraat 19 is dat niet de verklaring voor de kelderpositie uit de middenas van het huis. Hier werd ter rechterzijde van het huis in de negentiende eeuw een gedeelte van de toenmalige steeg bij het huis getrokken.

Zowel in enkelvoudige huizen als in huizen bestaande uit een voor- en een achterhuis werd de drijvende kelder op uiteenlopende plaatsen in de plattegrond gesitueerd (afb. 9) Diverse drijvende kelders zijn aangebracht toen het betreffende huis

er al geruime tijd stond. In dergelijke gevallen moest de funderingsbasis van de bouwmuren diep genoeg liggen om een vrije beweging van de kelderbak mogelijk te maken. Als de paalkoppen van het heiwerk onder de bouwmuur vochtig bleven was de fundering in principe diep genoeg. In de stad was opslagruimte een belangrijk argument om kelders zo diep



Afb. 8c. Drijvende kelder Beulingstraat 19 Amsterdam (foto Dik de Roon 2006)



Afb. 9. Schematische weergave van enkele plattegronden van Amsterdamse woonhuizen. Hoewel vooral in de grotere huizen drijvende kelders meestal in het achterhuis zijn gesitueerd, worden ze op veel uiteenlopende plaatsen in de plattegrond aangetroffen. 1 Bloemgracht 108, 2 Herengracht 387, 3 Herengracht 476, 4 Keizersgracht 743, 5 Oudezijds Achterburgwal 155, 6 Keizersgracht 576, 7 Herengracht 354, 8 Herengracht 386, 9 Beulingstraat 19 (tek. Dik de Roon 2006)

mogelijk te maken. Bij de aanleg van een drijvende kelder in een al bestaand huis met een funderingsvoet die niet zo diep lag als de beoogde drijvende keldervloer, was het passeren van de enigszins uitstekende funderingsvoet ongetwijfeld een aspect om op te letten.

Een voordeel van de Amsterdamse paalfunderingen was dat de funderingsvoet vaak bijzonder smal werd uitgevoerd. Enkele aangetroffen drijvende kelders hebben een relatief grote afstand tussen de rand van de kelderbak en de bouwmuur, die waarschijnlijk verband houdt met de breedte van de fundering.

Aanleg en bouw

De aanleg van een drijvende kelder was geen sinecure. Er moest een bouwput tot ruim onder het grondwaterpeil worden gegraven om de drijvende bak voldoende bewegingsruimte te verschaffen en daadwerkelijk ruimtewinst te boeken. Omdat het relatief grote gewicht van de dikke bodem al snel het drijfvermogen van het houten basisrooster zou overschrijden ging de bouw van de kelderbak gepaard met pompen. Eenvoudige houten zuigerpompen werden al in de middeleeu-



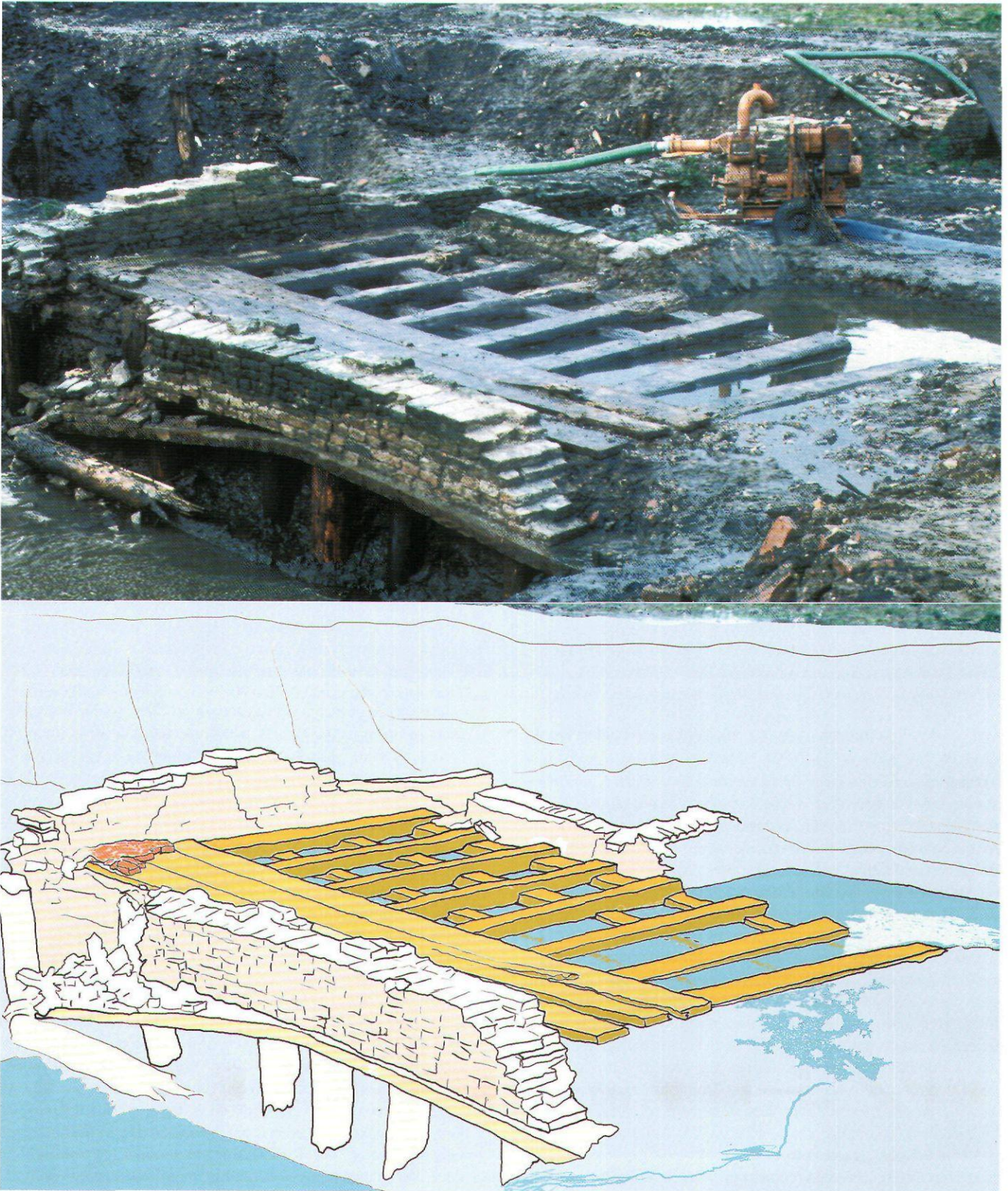
Afb. 10. Nog functionerende drijvende kelder Dorpsstraat 116 te Nieuwkoop (foto Dik de Roon 2005)

wen in de Lage Landen gebruikt, maar waren traag.¹⁴ De uitvinding van Simon Stevin in 1584 van een instrument om “Water te verheffen ende op te trekken door andere middelen als tot ter tydt gebruykt werden”, vormt de opmaat voor een reeks verbeteringen in de zeventiende eeuw. Dit was vermoedelijk een pomp met zuiger zonder klep, waaronder zich een zuig- en persruimte bevond, voorzien van een zijdelingse in- en uitlaat.¹⁵ In de zeventiende eeuw verwierf een aantal uitvinders octrooien op (verbeteringen van) pompen. In 1605 bedacht de Delftshavenaar Jacob Bastiaenss. “een pompwerck” waarmee een man “soo veel waters conde op werpen ende loosen, ende soo langdurich wercken als vier ofte sess man met twee andere pompen”.¹⁶ In 1633 kwam Jan David uit Leiden met een “pompwerck waarvan de herten oft sluytleeren [...] connen afslaan ende haer selven verbreeden soo dat sy door t versleyten hoe langer hoe dichter worden”.¹⁷ In 1674 bedacht Nicolaes Dromers een pomp die niet alleen met minder moeite meer water kon verzetten, maar bovendien “zynde dese pompen oock seeckerder, dan alle andere Pompen, die tot noch toe in gebruyk syn geweest”. Kapitein Thomas Togoodt kwam in 1675 met een “Inventie die met cleyne costen in t werck gesteld conde werden, omme met de Arbeyt van twee man, en den tyt van en uyr uyt te halen veertigh ton

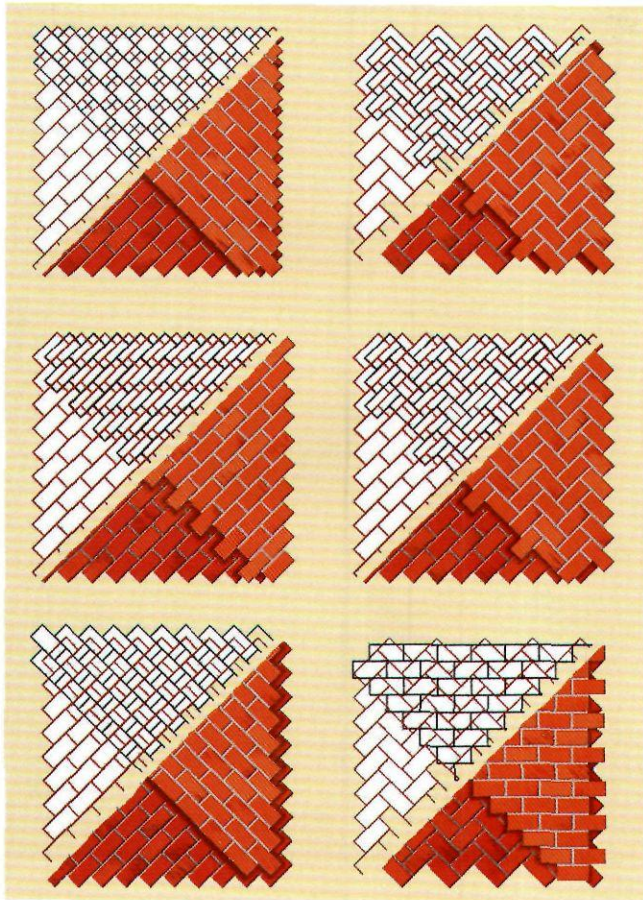
water”!¹⁸ Ondertussen (1671-1677) sleutelden de gebroeders Van der Heyden aan een verbeterde pomp ten behoeve van de brandspuit en introduceerden zij de leren waterslang.¹⁹ Men was dus goed in staat om met door menskracht aangedreven pompen gedurende langere tijd een bouwput zodanig droog te houden dat graven en bouwen onder de grondwaterlijn mogelijk waren. Houten beschoeiingen, bekleed met leer, werden gebruik als remming van in de bouwput terugstromend grondwater.²⁰ Aangezien er werd gewerkt met hydraulische tras-mortel kon men in geval van nood het werk onderbreken, omdat uitharding in water geen probleem was.

In Nieuwkoop circuleert een verhaal over een drijvende kelder die buiten zijn uiteindelijke bestemming, het huis Dorpsstraat 116 (afb. 10), zou zijn gemaakt.²¹ De overlevering wil dat de kelderbak in de Voorwetering werd gemetseld en vervolgens via de opengelegde kade (!) het huis zou zijn binnengevaren. Metselen op het water is vrijwel onmogelijk. Een pakket van maar drie lagen massief metselwerk (niet genoeg voor een drijvende keldervloer) overschrijdt al ruimschoots het drijfvermogen van de houten basisvloer van de kelderbak.²² De gemetselde vloer zinkt dus al lang voor begonnen kan worden met het optrekken van de zijwanden.

De basis van de bak zelf bestond doorgaans uit een rooster-



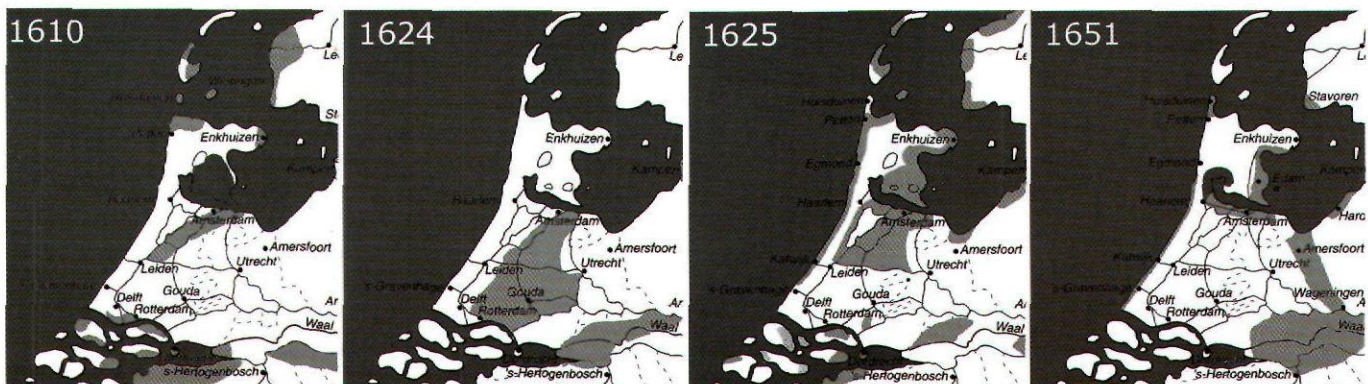
Afb. 11. Basisrooster voormalige Lange Houtstraat 28 Amsterdam (foto ca. 1982, Wiard Krook, Bureau Monumenten & Archeologie Amsterdam)



Afb. 12. Varianten van klamplaagmetselverbanden (tek. Dik de Roon 2004)

werk (dergelijke roosters werden ook voor vaste keldervloeren gebruikt). Twee lagen stevige houten balken werden kruislings met een overkeping op elkaar bevestigd. Soms werd er ook een plankenlaag tussen de twee balklagen aangebracht.²³ Op die constructie werd een dikke planken vloer gelegd die als basis diende voor de gemetselde bak en zo stijf mogelijk was, zodat eventueel ongelijk verdeelde druk niet tot vervorming en dus scheurvorming in het metselwerk zou leiden (afb. 11).

De gemetselde bak kreeg een zeer dikke bodem van soms wel acht lagen van bakstenen.²⁴ De zijwanden waren soms tot anderhalve meter hoog. De tekening van Coenraad Hoemaker uit 1768 toont zijwanden van maar zestig centimeter hoog, zodat de waterlijn maar tien centimeter onder de rand van de bak zou staan! De drijvende kelder in het huis Oudezijds Achterburgwal 155, gebouwd in 1644 (kelder mogelijk later) in opdracht van de kerkmeesters van de Waals Hervormde Gemeente suggereert dat dergelijke lage zijwanden daadwerkelijk werden uitgevoerd.²⁵ De zijwanden waren doorgaans uit drie lagen metselwerk opgebouwd: aan de buitenzijde een muur van een halve steen dik in halfsteens verband, waartegen aan de binnenzijde twee zogenaamde klamplagen van stenen op-hun-plat werden aangebracht. Om scheurvorming dwars door de dikte van het metselwerk te voorkomen, werd het patroon van het metselverband per laag zodanig gewijzigd of verschoven dat voegen in verschillende lagen metselwerk niet met elkaar samenvielen. De toepassing van specifieke metselverbanden in de op elkaar aangebrachte platte lagen van de zijwanden vormt een karakteristiek kenmerk van drijvende kelders (afb. 12).²⁶ Veel vloeren van vaste kelders, waarin men grondwaterproblematiek kon voorzien, werden met een dergelijk dik pakket van gemetselde lagen aangelegd. De aansluiting van de bodem en het opgaande metselwerk, die de kim wordt genoemd, vormde een kwetsbaar punt. In meerdere kelders is de kim later opgedikt met een gemetseld trasraam of – nog later – een betonnen plint.²⁷ Met de toepassing van veel lagen metselwerk in de bodem ontstond een dikke vloer met voldoende gewicht tegen het drijfvermogen, zodat de bak diep genoeg in het water kwam te liggen. Van achttiende- en negentiende-eeuwse kelders is bekend dat men in het metselverband van de kelderbodem een gat uitspaarde waardoor men het grondwater in de kelder liet opkomen, zodra het metselwerk was voltooid. Dat deed men ten behoeve van een goede uitharding van de toegepaste hydraulische mortel. Daarna werd dit zogenaamde lokgat weer met een houten stop gedicht en pompte men de kelderbak leeg.²⁸ Die stop hoefde niet boven de onderste laag metselwerk uit te komen en vormde dus nauwelijks een verzwakking van de bodem, omdat er zoveel lagen metselwerk op konden worden aangebracht als de bodem dik was. Ze werden zo keurig in



Afb. 13. Impressie wateroverlast eerste helft zeventiende eeuw (naar Buisman 2000)



Afb. 14. Dijkdoorbraak St. Anthonisdijk bij Houtwaël in 1651. Schilderij Willem Schellinks (Amsterdams Historisch Museum)

het bestaande verband van de vloer dicht gemetseld. Mogelijk pasten ook de zeventiende-eeuwers het lokgat al toe. Veel drijvende kelders werden bekleed met transparant geglazuurde rode plavuizen van ongeveer 21 x 21 cm of wit geglazuurde tegels van ongeveer 13 x 13 cm. Een aantal werd slechts voorzien van een laag stucwerk of bleven onafgewerkt. Op de rand werd doorgaans een vlakke afdekking tot bijna aan de bouwmuur aangebracht, vermoedelijk om te voorkomen dat kleine spullen tussen de bouwmuur en de rand van de bak konden vallen of om waterdamp uit de tussenruimte te remmen.

Watervast metselwerk

De aanleg van drijvende kelders stelde de nodige technische eisen aan het metselwerk. Ongeveer acht eeuwen na de aftocht van de Romeinen rond 400 na Chr. uit de Nederlanden beleefde de kunst van uit klei gebakken steen hier een wedergeboorte. De voordelen van trastoelag in de kalkmortel waren (al) aan het eind van de vijftiende eeuw bekend.²⁹ Aan het werk van de metselaar werden in die periode, toen de 'houten stad' geleidelijk 'versteende', steeds hogere eisen gesteld, net als aan de samenstelling van metselmortels. Waar de Romeinen puzzolaan-aarde van vulkanische oorsprong in hun mortel toepasten, voegden de Hollandse metselaars tras toe om hun mortel in water te kunnen laten uithar-

den. Tras is niets anders dan fijngemalen tufsteen (van vulkanische oorsprong), die ondermeer in het Brohl- en Nettetdal in de Eifel werd aangetroffen.³⁰ De hydraulische eigenschap – uitharding in water – die de mortel door de trastoelag kreeg, maakte metselwerk van hoge kwaliteit onder de waterlijn mogelijk.

Trasmortel bestond uit een mengsel van gebrande en gebluste schelp- of steenkalk en tras. Tegen het einde van de zeventiende eeuw werd Dordrecht het middelpunt van de internationale trashandel. Dordts Cement werd een kwaliteitsstandaard en zou dat blijven tot men in de laatste decennia van de achttiende eeuw begon te experimenteren met inheemse toelagen. Het door Adriaan de Booy (1721-1804) in 1783 uitgevonden Amsterdams Cement met gemalen roodgebrande zeeleij als toelag, later voortgezet als Utrechts Cement of Cazijs-cement, vormde de eerste inheemse concurrentie.³¹ Met de uitvinding van Portlandcement door de Engelse metselaar Joseph Aspdin (1788-1855) in 1824 werd de basis voor het moderne portlandcement gelegd en verdwenen de vroege hydraulische mortels naar de achtergrond.³²

Naast een goede mortel was een goede steen en een uitgekend metselverband nodig om de bouw van een drijvende kelder tot een goed einde te brengen. Een op regelmaat gesorteerde harde steen, ook wel trasklinker genoemd, was vereist voor de bak van een drijvende kelder.

Drijvende kelders vormen niet de eerste gemetselde constructies waar andere dan de bekende gestrekte patronen van metselverbanden werden toegepast. Er werd al ver voor de zeventiende eeuw gemetseld in gekruist op elkaar geplaatste lagen. Voorbeelden hiervan gaan terug tot vroeg in de veertiende eeuw. De kruislagen werden toegepast in bouwwerken als stadsmuren, kastelen, kloosters en kerken: zonder uitzondering zeer dikke muren.³³

Mogelijk werd met de toepassing van kruislagen beoogd een *constructieve versterking te realiseren*. Er lijkt een verband te bestaan tussen het verschijnen van vuurwapens in deze streken in de tweede helft van de veertiende eeuw en de toename van de toepassing van kruislagen. Verdere overwegingen kunnen zijn geweest: optimaal hergebruik van restanten baksteen en versnellen van het drogen van de mortel door voegen niet boven elkaar te plaatsen.³⁴ Hoe het ook zij, duidelijk is dat er al in de middeleeuwen ook in Hollandse steden werd geëxperimenteerd met elkaar kruisende metsellagen en dat hierbij vrijwel zeker de overweging van constructieve versterking een rol speelde.

Die overweging werd ongetwijfeld ook bij de ontwikkeling van drijvende kelders gemaakt, want behalve waterdichtheid waren samenhang en sterkte van de gemetselde kelderbakken zeker van belang. Vooral wanneer de kelderbak onevenwichtig werd belast (door bijvoorbeeld in een van de hoeken meer goederen op te slaan) moesten de schrankende krachten (of torsie) worden opgevangen. Door het aanbrengen van diagonale, elkaar kruisende metsellagen worden de lijnen waarlangs lastafdracht plaatsvindt in de zijwanden aanzienlijk verlengd.³⁵ Gezien dit verband tussen kruislagen in dikke muren en de kruisende lagen in drijvende kelders is het mogelijk dat de ervaringen met kruislagen hebben bijgedragen tot het ontstaan van het metselprincipe van drijvende kelderbakken.

Fluctuerend grondwaterpeil

Amsterdam lag laag in een waterrijke omgeving en stond in open verbinding met de zee. De stad had eeuwenlang te maken met een continu fluctuerend stadswaterpeil als gevolg van eb en vloed. Te laag water veroorzaakte het rotten van paalkoppen die boven de grondwaterspiegel kwamen. Te hoog water vormde een bedreiging voor de keldervloeren. Bovendien veroorzaakten stormrampen regelmatig extra wateroverlast. Vooral wanneer aanhoudende storm leidde tot langere periodes van extreem hoog water, was het stadspeil niet te handhaven en steeg het grondwaterpeil zodanig dat te diep gelegen keldervloeren door de opwaartse waterdruk, ook wel Archimedeskracht genoemd, open spatten en lekgedrukt werden. Het was een moeilijke opgave om de marges waarbinnen de grondwaterspiegel fluctueerde te minimaliseren.

Stormrampen teisterden Amsterdam al in het prille begin van de stad. In 1170 rukte de Zuiderzee als gevolg van een stormvloed zover in zuidwestelijke richting op, dat de open verbinding met de zee een heel directe en permanente dreiging voor overstromingen van de Amstel en de Vecht via het IJ ging vormen.³⁶ Enkele decennia later werd de Amstel afgedamd.

Daarna ontvouwde zich een lange ontwikkelingsgeschiedenis van dijken, dammen, sluizen en andere waterbouwkundige werken, zoals windgemalen.³⁷

Als een van de hoogtepunten in de Amsterdamse watergeschiedenis staat de aanleg van de Amstelsluizen te boek. Deze werden gebouwd op initiatief van burgemeester Johannes Hudde (1628-1704) en kwamen gereed in 1674. De stadsboezems werden van de Amstelboezem gescheiden. Het steeds complexer geworden stelsel van boezems met verschillende waterpeilen binnen de stadsmuren was nauwelijks onder controle te houden. Voordien had Hudde, die wis- en natuurkundige was, zich als schepen van Amsterdam al ingezet om waterbouwkundige aanpassingen ter beheersing van het stadspeil te realiseren.³⁸ Vaak wordt aangenomen dat de Amstelsluizen een succesvolle aanwinst in de beheersing van dat peil vormden, maar dat moet worden gerelativeerd. De ambitie om de functies van schutten bij hoog water, doorspoelen van vervuild grachtenwater en vloedkering te combineren bleek hoog gegrepen.³⁹ Bovendien: al wist men een deel van het niveauverschil als gevolg van eb en vloed in de stad terug te brengen, incidenteel natuurgeweld bleef een factor van belang.

Vele verslagen van dergelijke rampen zijn bewaard gebleven. Een greep van vier decennia uit eeuwen wateroverlast (afb. 13). In 1610 teisterde een zware noordwesterstorm de Noordzeekust van Vlaanderen, Zeeland en Holland gedurende drie weken, die de zogenaamde Emerentiafloed tot gevolg had. In Amsterdam sloeg het door de stormvloed opgestuwde IJ-water een gat in de toenmalige Sint Anthonisdijk. Het water stroomde nabij de Stormsteeg, die toen zijn naam kreeg, de stad in. Het feit dat het welwater een directe bedreiging voor het huis van burgemeester Boom vormde, zal ertoe hebben bijgedragen dat na de vloed de straten met dijkfunctie op last van de magistraat werden opgehoogd. Zelfs de relatief hoog gelegen Warmoesstraat stond onder water.⁴⁰

In 1624 kwam het gevaar uit een andere hoek. Nadat in januari de Lekdijk bij Vreeswijk bezweek onder de druk van kruiend ijs en een groot deel van het land overstromde, volgde in maart een doorbraak van de Maasdijk. Een enorme watermassa bewoog zich naar het noorden. Bij Woerden wierp men een dam op om het water naar het Amstelland en de veengebieden te leiden. De extreem hoge waterstand die dit tot gevolg had, maakte zelfs de stadsluizen onbruikbaar, zodat in Amsterdam de straten overstromden en het water de huizen inliep.⁴¹ In 1625 berichtte een ooggetuige: "dat het water in de Zuyderzee, en binnen Amsterdam so hoogh liep, als op Alderheylighen vloet in den Jare 1570 tot op anderhalf duym getekent aen den Dam sluys... 's Nachts te een twee ueren [...] stont het water bynaest op het midden van den Dam." Onder andere aan het Rokin stroomden de kelders vol.⁴²

In 1627 overstromde alweer een groot deel van Amsterdam als gevolg van een stormvloed.⁴³ In 1637 werd de Zuiderzee hoog opgestuwd door noordwesterstorm. Een plaatselijke vloed overstromde Amsterdam zodanig dat men met schuitjes door de straten voer, aldus Tobias van Domselaer.⁴⁴ In 1651 stelde dezelfde Van Domselaer een beeldend verslag

van de vloed als gevolg van een noordwesterstorm op: "Omtrent den middagh was het water op zijn hoogst, en wel drie duymen hooger, als d' Allerheyiligen Vloedt geweest was, 't welck oock aan d'Achtb: Magistraat wiert aangedient. Zulks datmen het Water over den Nieuwen Dijk en Warmoestraat zaghe heen vloeyen, en de Kapelsteegh en veel andere met schuytjens bevaren wierden. Dies al wat in Kelders, Packhuysen, en Loysen etc. op geslooten stondt, van 't water overvallen wierdt: veel Koopmanschappen bedorven, goederen, half verdrongen, wierden met yver, opwaardts gehaaldt".⁴⁵ Ook de Sint Anthonisdijk (afb. 14) bezweek, waardoor de hele lage binnenstad overstroomde, inclusief de Anthonismarkt (de huidige Nieuwmarkt). Die doorbraak van de stadsdijken waren het directe gevolg van een doorbraak van de Diemerzeedijk.⁴⁶

Het minimaliseren van niveauverschillen door eb en vloed in het stadsspeil vormde geen permanente oplossing. Incidenteel natuurgeweld bleef een niet in te dammen risico. In 1675, een jaar na de aanleg van de Amstelsluizen, joeg een zware novemberstorm het water alweer over de Nieuwendijk en de Warmoesstraat. Zelfs de daarna door Hudde geïnitieerde aanleg van een stelsel van hoogwaterkeringen bleek niet afdoende.⁴⁷ Weliswaar kon met succes de watervloed als gevolg van storm en opstuwung van het zeewater worden gekeerd, maar de keldervloeren vrijwaren van te hoog stijgende opwaartse waterdruk was er nog steeds niet bij. Tussen 1682 en 1691 werden de keringen 194 (!) keer gesloten. Daartoe werd besloten wanneer het zeewater minstens 18 duim (ruim 46 cm) steeg boven het nagestreefde stadsspeil.⁴⁸ Die hoogte kon oplopen tot meer dan anderhalve meter en hield soms meer dan een week aan, zodat het nagestreefde stadsspeil, het grondwaterpeil dus, onder grote druk kwam.

Tot hier en niet verder

Door de verordening uit 1701 had het stadbestuur zich in een lastige positie gemanoeuvreed. Het naar de burgers verplaatsten van de verantwoordelijkheid om keldervloeren minimaal een duim boven het grondwaterpeil aan te leggen schiep de verplichting om dat peil op een veilige hoogte te handhaven. De natuur bleek Amsterdam na 1701 even ongunstig gunstig gezind als daarvoor en voor degenen die geen drijvende kelder aanlegden was het leed nog lang niet geleden. De achttiende eeuw ontvouwde zich met stormen, aardbevingen en watervloeden als een ware teistering voor de stad.⁴⁹ Het stabiliseren en handhaven van het stadsspeil was een te hoog gegrepen doel.

In de achttiende eeuw liep de 'Generale Opsigter van Stads Wateren en Sluysen' ongetwijfeld nog menig conflict tegen het lijf. Men bleef verwoed pogen doeltreffende maatregelen te vinden. De blik raakte steeds meer gefixeerd op de nog altijd nog niet afgesloten verbinding met zee. Pas in de tweede helft van de negentiende eeuw werd met de aanleg van de Oranjesluizen in 1871 de Zuiderzee, nog steeds in open verbinding met de Noordzee, afgesloten van het IJ. Deze sluizen leverden in combinatie met stoombemaling en een voldoende



Afb. 15. Drijvende kelder Herengracht 354 Amsterdam, vastgezet met gedraaide stijlen (foto Dik de Roon 2004)

hoge zeewering uiteindelijk het vurig gewenste stabiele waterpeil in de stad op.⁵⁰ De Zuiderzee werd nu definitief uit de stad gekeerd. Zowel het neutraliseren van de marge tussen eb en vloed, als het elimineren van de extra overlast van incidenteel extreem hoge waterstanden waren nu een feit. Daarmee was de rol van de drijvende kelder in de stad uitgespeeld. Men begon de drijvende kelders te koppelen aan de vaste bouwmassa van het huis.

Drijvende kelders na 1871

Als gevolg van het vastzetten van de kelderbak ondergingen de drijvende kelders in Amsterdam na 1871 ingrijpende bouwkundige veranderingen. Hoezeer de drijvende kelder zijn nut in de bestrijding van huiselijke wateroverlast ook had bewezen, de variabele toegankelijkheid en de beperking van noodzakelijke evenwichtige opslag werden na 1871 ervaren als onnodige nadelen. Op de rand van de kelderbak werden stijlen aangebracht die onder de balklaag erboven werden klemgezet. Die stijlen bestonden uit eenvoudige houten balken, ze konden ook worden opgetrokken uit metselwerk en in een aantal gevallen werden er zelfs fraai geprofileerde in hout gedraaide stijlen gebruikt, zoals in Herengracht 354 (afb. 15). Het stabiele stadsspeil dat na de aanleg van de Oranjesluizen werd vastgesteld was zodanig laag dat de meeste kelders onderin de kelderput konden worden vastgezet zonder een grote opwaartse waterdruk te hoeven weerstaan. De ondergrens vormden uiteraard de paalkoppen van funderingen. Horizontale stabilisering van de kelderbakken werd verkregen door de ruimte tussen de bouwmuren en het opgaande metselwerk van de kelderbak vol te storten met puin en zand. De rand werd vervolgens (opnieuw) afgedekt met plavuizen die nu tegen de bouwmuur werden geschoven en daarop aansloten met een voeg. Er werd vaak



Afb. 16. Fragment zijwand drijvende kelder Herengracht 269 Amsterdam. 1 en 2 klamlagen, 3 halfsteens buitenwand, 4 bouwmuur van het huis, 5 later aangebrachte betonnen mantel (tek. Dik de Roon 2004)

een vaste trap aangebracht als vervanger voor de los in de bak aangebrachte trap om de aansluiting op de kelderentree een gestabiliseerde positie te geven.

Tijdens en na het vastzetten bleef niet elke kelderbak waterdicht. Niet in elk huis was de ondergrond waarop de bak werd vastgezet even vlak. Vaak vertonen drijvende kelders daarom tekenen van maatregelen tegen lekkage, waardoor ze steeds moeilijker als drijvende kelders herkenbaar zijn. Sommige kregen alleen een extra dikke bodem, maar andere een lage gemetselde of betonnen bak onder in de kelderbak of zelfs een volledig bewapende, dikke betonnen binnenmantel die ook de rand van de bak bedekte, zoals in Herengracht 269 (afb. 16). In een aantal gevallen verschillen ze uiterlijk nauwelijks nog van vaste kelders die een zware funderingsverbetering ondergingen.

Buiten Amsterdam

Het verschijnsel drijvende kelder blijkt zich vooral te hebben beperkt tot Hollandse steden en dorpen, hetgeen gezien de frequent lage ligging van de bebouwing ten opzichte van plaatselijke grondwaterpeilen niet verwonderlijk is. Vooral stroomgebieden behorende tot getijdenrivieren, ontgonnen veengebieden in verbinding met polders die een functie in het opvangen van overtollig aangevoerd regenwater hebben en laaggelegen land achter een kustlijn, vormen steeds terugkerende 'biotopen' voor drijvende kelders. Deze geografische

kenmerken karakteriseren het Hollandse landschap. Hier is, zoals lange tijd in Amsterdam het geval was, het stabiliseren van het grondwaterpeil een heikele opgave, zodat opwaartse waterdruk als bedreiging voor keldervloeren een geduchte factor vormt.

De bekendste drijvende kelder buiten Amsterdam bevindt zich in Edam, dat evenals Amsterdam onder invloed stond van de grillen van de Zuiderzee. Deze kelder bevindt zich in het Edams Museum, op Damplein 8, een voormalig koopmanshuis uit omstreeks 1540. De kelder stamt vermoedelijk uit de zeventiende of achttiende eeuw en genoot enige tijd bekendheid als enige nog werkelijk drijvende kelder in Holland, maar inmiddels is duidelijk dat ook Nieuwkoop nog steeds functionerende exemplaren bezit.⁵¹ De bekendste daarvan bevindt zich in het huis Dorpsstraat 116 waar de Archimedeskracht zich in 2004 op bijzondere wijze manifesteerde. Het grondwaterpeil was zodanig gestegen dat een fles beknelde raakte tussen de rand van de kelderbak en de balklaag. Nadat de flessenhals een centimeter in de balk was gedrukt en de fles nota bene heel bleef, liep de kelderbak vol en zonk. De bak werd vervolgens leeggepompt en drijft inmiddels weer.⁵² Nieuwkoop ligt in het noordelijke stroomgebied van de Oude Rijn. Het waterrijke veengebied rondom de plaats heeft een belangrijke verdeelfunctie in de afwatering, wat een stabiel grondwaterpeil in de weg staat.

Ook Reeuwijk ligt in dit veengebied, maar dan ten zuiden van



Afb. 17. Drijvende kelder in de Zeehoeve aan de Diemerzeedijk (foto Dik de Roon 2004)

de Oude Rijn. Behalve die rivier speelde hier ook de Hollandse IJssel een rol. De relatief jonge Reeuwijkse drijvende kelder in de museumboerderij van Streekmuseum Oudheidkamer (Oudeweg 3) stamt uit 1907.⁵³ Blijkbaar was er zelfs na aanvang van de twintigste eeuw nog steeds aanleiding om drijvende kelders aan te leggen. De stad Leiden ondervond eveneens invloed van de Oude Rijn. Samen met de Nieuwe Rijn en de Mare had deze een zodanig destabiliserende invloed op het grondwaterpeil dat ook Leidenaren overgingen tot de aanleg van drijvende kelders. In het Leidsch Jaarboekje uit 1945 werd een exemplaar opgetekend. Deze heeft zich bevonden in een ambtswoning op het terrein van sanatorium Rhijngeest in Oegstgeest, achter het paviljoen der eerste klasse.⁵⁴ In de Vechtstreek kwamen drijvende kelders met een zekere regelmaat voor.⁵⁵ In de buitenplaats Vrede en Rust Straatweg 30 in de gemeente Breukelen bleef de drijvende kelder bewaard. Het huis stamt vermoedelijk uit het begin van de achttiende eeuw. Vooralsnog is niet duidelijk of ook de drijvende kelder die ouderdom heeft.

De drijvende kelders in de genoemde kleinere plaatsen in Holland zijn doorgaans negentiende-eeuws of jonger. Deze kelders zijn over het algemeen wat kleiner van stuk. Ze konden met het voortschrijden van de techniek makkelijker worden gerealiseerd, waardoor ze minder als luxeartikel golden dan in het zeventiende- en achttiende-eeuwse Amsterdam. Het enige bekende Amsterdamse negentiende-eeuwse exem-

plaar dateert van na 1871 en bevindt zich in de Zeehoeve aan de Diemerzeedijk. Dit perceel ligt buiten het waterbeheersingsgebied dat werd afgesloten door de Oranjesluizen waartoe de binnenstad behoort.⁵⁶ Deze drijvende kelder, die rond 1880 moet zijn aangelegd, werd nooit vastgezet, omdat de eb- en vloedverschillen en de invloed van stuwving door harde wind van de tot IJsselmeer getransformeerde Zuiderzee een minder stabiel grondwaterpeil bleven veroorzaken. Ook hier liet de Archimedeskracht zich van zijn grimmige kant zien. De kelder bevindt zich onder het gehele houten woonhuis aan de voorzijde van de hoeve (afb 17). Toen verzetstrijders de Diempolder, die bijna twee meter onder NAP ligt, in 1945 onder water zetten, kwam de drijvende kelder ver omhoog en begon tegen de kelderbalklaag te drukken. Het houten voorhuis dreigde door de enorme opwaartse kracht uit zijn positie gelicht te worden. De boer, die zich dit niet liet welgevalen, sloeg vervolgens de keldervloer lek waardoor de kelderbak zonk en het huis op zijn grondvesten behouden bleef.⁵⁷

Of in andere Hollandse steden, waar drijvende kelders zijn aangetroffen, zoals Leiden en Edam, ooit verordeningen van gelijke strekking als de Amsterdamse uit 1701 zijn uitgevaardigd, is vooralsnog niet duidelijk.⁵⁸ Niet overal heeft waterproblematiek tot dezelfde ontwikkeling geleid. Dordrecht lijkt op het eerste oog typisch een stad waar de drijvende kelder zich had kunnen bewijzen, maar ze zijn er tot op heden niet aangetroffen. Een deel van de binnenstad ligt buitendijks en

hoog rivierwater heeft er regelmatig vrijspel in de straten.⁵⁹ De verschillen zijn hier mogelijk te extreem om een drijvende kelder goed te laten functioneren. Wellicht daarom kozen de Dordtenaren veelal voor een op straatniveau gelegen 'kelder' of 'onderverdieping' en niet voor de veel dieper liggende drijvende kelders.

Jaarringen

Of de drijvende kelder daadwerkelijk een Amsterdamse uitvinding is, blijft vooralsnog onduidelijk. Het vroegst gedocumenteerde voorbeeld in Amsterdam is tot nu toe het genoemde Herengracht 386 door Philips Vingboons, daterend uit 1663. Manieren om de ouderdom van een drijvende kelder te achterhalen zijn archiefonderzoek (met name gedateerde bestekken) en daterend jaarringenonderzoek van de houten basisroosters waarop de kelderbakken werden gemetseld.⁶⁰ Veel kansen om dat zogenoemde dendrochronologische onderzoek te verrichten doen zich echter niet voor. De drijvende kelders die nog worden aangetroffen wil men graag behouden en beschermen als cultureel erfgoed; ook wanneer ze geen deel uitmaken van beschermde monumenten. Alleen vernietiging maakt onderzoek van het hout van de basisroosters mogelijk. Een enkele keer noodzaakt funderingsherstel tot het (gedeeltelijk) verwijderen van een kelderbak. Vanwege de meestal beperkte technische mogelijkheden is slechts in uitzonderingsgevallen onderzoek mogelijk, maar die gelegenheid zal het Bureau Monumenten & Archeologie met beide handen aangrijpen om het bijzondere fenomeen drijvende kelder verder te kunnen ontsluiten.

Noten

- 1 Dit artikel is een herziene en uitgebreide versie van het eerder verschenen artikel D. De Roon, 'Metselen in verband met natte voeten. Gemetselde drijvende kelders in Amsterdam' In: J. Gawronski, F. Schmidt en M.-Th. van Thoor (red.), *Amsterdam Monumenten & Archeologie 4*, Amsterdam 2005, 68-79. Dank aan G. van Tussenbroek voor zijn suggesties op het gebied van geschreven bronnen.
- 2 Een lichaam geheel of gedeeltelijk ondergedompeld in vloeistof ondervindt een opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van de verplaatste vloeistof. Hierdoor vermindert het gewicht van de verplaatste vloeistof. H. van Maanen, *Archimedes Newton Murphy*, Amsterdam 2004, 9.
- 3 D. de Roon, 'Dan maar de lucht in. Verhoging van Amsterdamse woonhuizen', in: J. Gawronski, F. Schmidt, M.-Th. van Thoor (red.), *Amsterdam Monumenten & Archeologie 3*, Amsterdam 2004, 34-43, 35.
- 4 Het bouwen van kelders in laaggelegen, leemachtige ondergrond veronderstelt waterdicht metselwerk. Om het binnenpersen van lekwater tegen te gaan werd een rechthoek van metselwerk met (waterdichte) trasmortel en trasklinkers toegepast, het z.g. trasraam.
- 5 Ch. van den Heuvel, 'De Huysbouw'. *A reconstruction of an unfinished treatise on architecture, town planning and civil engineering by Simon Stevin*, Amsterdam 2005, 252-256.

- 6 Het huis werd in 1663 gebouwd in opdracht van Karel Gerards. K. Ottenheim, *Philips Vingboons (1607-1678) architect*, Zutphen 1989, 250 en *Tweede deel van de Afbeeldsels der voornaemste gebouwen uyt alle die Philips Vingboons geordineert heeft*, Amsterdam 1674, 4 en plaat 31.
- 7 Bijvoorbeeld spouwmuren in het ontwerp van Vredenburg in de Beemster tussen 1639 en 1642 (niet uitgevoerd). Ottenheim 1989, 210. Zie ook Ben Kooij, 'De Spouwmuur in oude Nederlandse buitenhuizen: Een eerste verkenning van de oudste voorbeelden', in: *Monumenten en bouwhistorie, Jaarboek Monumentenzorg 1996*, Zwolle/Zeist 1996, 80-85.
- 8 *Handvesten; ofte privilegiën ende octroyen; mitsgaders willekeuren, costuimen, ordonnantiën en handeligen der stad Amstelredam etc.* Amsterdam, II dln. 1748. Dl 2, 726, 727.
- 9 De Lutherse metselaarsbaas en makelaar te Amsterdam Coenraad Hoeneker, wiens eerste bekende werk een tekening van de kap van het Amsterdamse Herenlogement in Den Haag was (1736). Hij was de metselaar van het Burgerweeshuis (1746-1756) en maakte tekeningen en bestek van de Evangelisch Lutherse Kerk in Den Haag (1757). In 1768 ontwierp hij het Evangelisch Lutherse Diaconiehuis aan de Nieuwe Keizersgracht, waarvan hij de bouw in 1769 niet meer beleefde. R. Meischke e.a., *Huizen in Nederland: Amsterdam. Architectuur-historische verkenningen aan de hand van het bezit van de Vereniging Hendrick de Keyser*, Zwolle 1995, 76, 92, 98, 113 (met dank aan G. van Nieuwstadt).
- 10 Stevin schreef over de functie het volgende: 'Kelders syn tot verscheyden saken der huyshouding seer dienstelick, want die swinters warm wesende, sonder vorst, soo syn Bier, Wijn, Broot, Asyn, en ander vochticheden die deur den vorst verderven, daer in versekert: 't Somers wort de spijs daer lange in verwaert sonder styncken, den drank coel sonder versuyren: Voort sijnt bequame plaetsen, om daer in te leggen coomschappen of goeden die vochticheyt lyden mogen of vereyschen, oock branding als turf en hout, wastobben, leedige vaten, en ander noodigen huysraet die haer bedeckte plaets behouven. Drooge diepe kelders, connen oock dienen om t'somers eenige uyren sdaechs daer in te vertrecken, geduerende de groote bange hitte: De vloeren der camers commende op de overwelfs syn drooch en gesont, daerse anders sonder kelders gemeenlick vochtich zijn.' Van den Heuvel 2005, 252-256.
- 11 Meischke e.a. 1995, 326-329. Een reconstructietekening van H.J. Zantkuijl vormt een hypothese omtrent de achttiende-eeuwse toestand van Herengracht 580 dat in 1672 werd gebouwd in opdracht van stadssecretaris Dirck Schaep. De atypische vorm van de gecompartmenteerde kelder aan de straatzijde lijkt niet zonder concrete restanten tot stand te kunnen zijn gekomen.
- 12 De drijvende kelder in Herengracht 354 zal sneuvelen, omdat een ingrijpend funderingsherstel handhaving onmogelijk maakt. Bureau Monumenten & Archeologie probeert om dendrochronologisch en ander onderzoek te verrichten tijdens de ontmanteling van de kelder, die helaas niet op tijd plaatsvindt om nog in dit artikel te kunnen beschrijven.
- 13 Een tekening van H.J. Zantkuijl geeft deze situatie weer. Meischke e.a. 1995, 314.
- 14 In de vroege vijftiende eeuw trad – voornamelijk in Italië – een aanmerkelijke verfijning van de zuigerpomp op. H. Straub, *Die Geschichte der Bauingenieurskunst. Ein Überblick von der Antike bis*

- in die *Neuzeit*, Basel 1949, 104, 105.
- 15 G. Doorman, *Octrooien voor uitvindingen in de Nederlanden uit de 16-18^e eeuw met bespreking van enkele onderwerpen uit de geschiedenis der techniek*, 's-Gravenhage 1940, 274.
- 16 Doorman 1940, 114.
- 17 Doorman 1940, 193.
- 18 Doorman 1940, 243.
- 19 Doorman 1940, 38, 39.
- 20 J.G. van Dillen, *Bronnen tot de geschiedenis van het bedrijfsleven en het gildewezen van Amsterdam*, derde deel 1633-1672, 's-Gravenhage 1974, 586.
- 21 Vriendelijke mededeling Hans Vrijmoed Leiden.
- 22 Het soortelijk gewicht van Noors grenen is 0,7 kilogram per dm³; het soortelijk gewicht metselwerk is 2 kilogram per dm³; de combinatie van 1 m³ metselwerk – 2 ton – geplaatst op 3 m³ Noors grenen – 2,1 – ton zinkt al in water. S.I. Wiselius, *Houtvadecum*, Almere 2005.
- 23 Vriendelijke mededeling A. Lagerweij, voormalig medewerker afdeling Archeologie BMA.
- 24 Als in de aanzichtzijde van metselwerk, zijmuur of vloer, het grootste vlak van de metselsteen zichtbaar is, is deze op-zijn-plat gebruikt.
- 25 Meischke e.a. 1995, 184.
- 26 De Roon 2004, 74-75.
- 27 De Roon 2004, 71.
- 28 Vijf delen waterdicht metselwerk wegen evenveel als negen delen water. J.C. Wattjes, *Constructies van gebouwen. Deel 1. Muren, schoorsteenen, kelders, funderingen en rioleeringen*, Amsterdam 1922, 418.
- 29 1525, platte dak Markiezenhof in Bergen op Zoom belegd met 'thyras' (tras) en 'tegelse stenen'. A. Heerding, *Cement in Nederland*, IJmuiden 1971, 20.
- 30 In de zeventiende eeuw namen de Hollanders zelf initiatieven om de trasproductie te verzekeren en trokken de internationale trashandel geheel naar zich toe. In 1682 bouwde de Hollander Bernhard van Santen zelfs een trasmolen in Brohl aan de Rijn om de tufsteen ter plaatse tot tras te vermalen. Heerding 1971, 17-24.
- 31 Heerding 1971, 29-49 en P.W. Scharroo, *Cement en beton oud en nieuw. Geschiedkundig overzicht van de ontwikkeling van de beton-techniek van de oudste tijden tot heden*, Amsterdam 1946, 59-61.
- 32 Heerding 1971, 54-55.
- 33 Veertiende-eeuwse voorbeelden zijn onder andere aangetroffen in 's-Hertogenbosch, Leiden, Dordrecht, Heemstede, Lisse en ook in Amsterdam. Ook in de eeuwen daarna werden de kruislagen veelvuldig toegepast. R.J.W.M. Gruben, 'Metselen in baksteen, de vroegste toepassingen van kruislagen; een aanzet tot inventarisatie', in: *Restauratievadecum RDMZ, RV, 37*, Zeist 1995, 75-81.
- 34 Gruben 1995, 75-81.
- 35 Gruben 1995, 75-81.
- 36 A. van Maaren, *Sluizen en gemalen in Amsterdam. Onderzoek naar de functie, geschiedenis, ontwikkeling en waardering van monumentale sluizen en gemalen 1850 – 1940*. Doctoraalscriptie Erasmus Universiteit Rotterdam, Rotterdam z.j., 20.
- 37 Windbemaling kwam in de vijftiende eeuw tot ontwikkeling. G.P. van de Ven (red.), *Leefbaar laagland. Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland*. Utrecht 1993, 104.
- 38 Van Maaren z.j., 30, 31.
- 39 De Roon 2004, 78.
- 40 J. Buisman, *Duizend jaar weer, wind en water in de lage landen. Deel 4: 1575-1675*, Franeker 2000, 267.
- 41 Buisman 2000, 355-358.
- 42 Buisman 2000, 375, 376.
- 43 Buisman 2000, 393.
- 44 Buisman 2000, 444.
- 45 Buisman 2000, 513.
- 46 Buisman 2000, 513.
- 47 Van Maaren z.j., 27.
- 48 J. Buisman, *Duizend jaar weer, wind en water in de lage landen. Deel 5: 1675-1750*, Franeker 2006, 879
- 49 Van Maaren z.j., 28 en K. Hogenes, *Costelick Stadswater. De geschiedenis van de waterhuishouding in vogelvlucht*, Amsterdam 1997, 57.
- 50 Hogenes 1997, 67.
- 51 Onder de aandacht gebracht door K. Vork.
- 52 Vriendelijke mededeling K. Vork en J. van der Lippe.
- 53 <http://www.struinenenvorsen.nl/site/mc/1/12/1874/200/over+ons/deelnemers/deelnemerslijst/streekmuseum+reeuwijk.html>
- 54 H. C. Jelgersma, 'Een drijvende kelder', in: *Leidsch Jaarboekje. Jaarboekje voor geschiedenis en oudheidkunde van Leiden en Rijnland* 37(1945), 166, met dank aan T. Hermans en E. Orsel.
- 55 <http://www.breukelen.nl/index.php?simaction>.
- 56 Met dank aan S. van Heezik.
- 57 Vriendelijke mededeling mevr. C. Bakker-Hennipman, dochter van Cornelis Hennipman, de boer die de Zeehoeve in 1945 met zijn gezin bewoonde; met dank aan S. van Heezik.
- 58 Ze worden niet genoemd in Meischke 1995. Wat Leiden betreft, is niet uit te sluiten dat er in latere aanvullingen op het laatste keurboek van 1658 verordeningen over de maximale diepte van keldervloeren voorkomen, maar dit specifieke thema is in het Leids archief, zover bekend, niet systematisch onderzocht. (Dank aan J. Dröge). Ook in Edam is dit onderwerp, zover bekend, niet systematisch onderzocht. (Dank aan H. Boonstra en C. Boschma).
- 59 Vriendelijke mededeling A. van Engelenhoven.
- 60 Bureau Monumenten & Archeologie is in 2006 gestart met het nemen van houtmonsters t.b.v. datering en vaststelling van de herkomst van het bemonsterde hout. Geschiede gelegenheden voor het nemen van monsters van funderingshout onder drijvende kelderbakken hebben zich nog niet voorgedaan (en komen sowieso weinig voor). In de toekomst hoopt BMA de kansen die zich aandienen te kunnen benutten.