

DE SPAANSE OMWALLING BASTION HUIDEVETTERSTOREN



Rapporten van het
Stedelijk informatiecentrum
archeologie & monumentenzorg

COLOFON

Tekst

Karen Minsaer
Frans Caignie
Femke Martens
Leo De Schutter

Layout & eindredactie

Frans Caignie

Illustratieverantwoording

stad Antwerpen dienst archeologie, tenzij anders vermeld.

Wettelijk depot

D|2016|0306|117

copyright stad Antwerpen dienst archeologie

Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van de stad Antwerpen dienst archeologie mag geen enkel onderdeel of uittreksel van deze tekst worden weergegeven of in een elektronische databank worden gevoegd, noch gefotokopieerd of op een andere manier vermenigvuldigd.

December 2017

Foto omslag: situering van bastion Huidevetterstoren in het midden van de Leien, nog niet volledig uitgegraven

<http://www.antwerpen.be/archeologie>

INHOUDSTAFEL

Inleiding	3
------------------	----------

I. De Spaanse Omwalling en het bronnenonderzoek naar de bouwmaterialen

Karen Minsaer, Frans Caignie

1.	De bouw van de Spaanse Omwalling en van bastion Huidevetterstoren	4
2.	Aanloop en kader van het bronnenonderzoek	7
3.	Bronnenstudie	8
3.1.	De rijkdom van het bronnenmateriaal	8
3.2.	Terminologie	10
3.3.	De organisatie van de werken en kwaliteitscontrole	11
3.4.	De bouw van bastion Huidevetterstoren	14
3.5.	Verder onderzoek	24

II. Heraanleg Noorderleien (2015-2019) - het archeologisch onderzoek van bastion Huidevetterstoren

Femke Martens

1.	Noorderlijn en het archeologisch onderzoek van bastion Huidevetterstoren	25
2.	Het archeologisch onderzoek fase 1: open helling	28
3.	Het archeologisch onderzoek fase 2: onder het tunneldak	32
4.	Het archeologisch onderzoek fase 3: onderzoek van de bastionpunt	37
5.	Gerecupereerde steen als bouw materiaal	40
6.	Ontsluiting en publiekswerking	42
	Bibliografie deel II	44

III. Microscopisch en petrografisch onderzoek van de bouwmaterialen van bastion Huidevetterstoren

Leo De Schutter

Inleiding	45
1. Methodologie voor het microscopisch en petrografisch onderzoek	46
2. Geologie – Geografie – Paleontologie	47
3. Beschrijving en onderzoek van de bouwstenen	53
3.1. Krijtsteen	53
3.2. Baksteen	59
Bouwstenen van het parement	63
3.3. Ledesteen	64
3.4. Brusseliaanse steen	70
3.5. Brusseliaanse steen, Gobertange variant	73
4. Verwerking en bewerking van het parement	77
4.1. Verwerking	77
4.2. Bewerking	79
5. Beschrijving van de mortels	80
5.1. Luchthardende kalkmortel	81
5.2. Hydraulische kalkmortel	82
Lexicon	85
Bibliografie deel III	86
Besluit	88



INLEIDING

Met de heraanleg van de Zuiderleien in 2002 startte groot-schalig archeologisch onderzoek naar de gebastioneerde versterking die Karel V in het midden van de zestiende eeuw in Antwerpen liet bouwen. De blikvangers van het toenmalige onderzoek waren de restanten van de Keizerspoort of Sint-Jorispoort onder de Leopoldplaats, het Keizersbastion op de Frankrijklei ter hoogte van de Nationale Bank en bastion Toledo van de citadel op de Amerikalei. De Antwerpse leien zijn immers aangelegd op het tracé van deze omwalling, die in 1864-1865 werd afgebroken. Bij deze afbraak werden enkel de boven-grondse delen geslecht en de grachten gedempt; de volledige blauwdruk van de omwalling bleef daardoor ondergronds bewaard.

Bij al deze graafwerken kregen de archeologen veelvuldig zicht op de stadsmuren, de bastions en de poorten, én hun bouwwijze. Door de afbraakwerken in functie van riolering- en afwateringkokers en de bouw van een ondergronds parkingcomplex met meerdere tunnels, konden bovendien veel doorsnedes en horizontale afbraakvlakken worden onderzocht. Zo werd op grote schaal inzicht verkregen in de originele bouwstenen en mortels en in de verschillende renovaties.

Deze ervaring kwam goed van pas in het voorbereidings-traject van de heraanleg van het noordelijke deel van de leien, dat in maart 2016 van start ging onder de projectnaam *Noorderlijn*.

Tijdens deze werken komen nieuwe belangrijke schakels van de omwalling in beeld, zoals het bastion Huidevetterstoren, de stadsmuur aan de Kipdorppoort, bastion en brug van de Kipdorppoort, de zone van de Kipdorppoort zelf, én de brug en bastions aan de Rode Poort.

In dit rapport wordt ingezoomd op de bouw van het bastion Huidevetterstoren, dat in 2016 als eerste van de opgravingen van de Noorderlijn terug zichtbaar werd.

In het eerste deel wordt, na een kadering van de bouw van de Spaanse Omwalling en het bastion Huidevetterstoren, dieper ingegaan op de historische bronnen over de bouw-materialen van de omwalling. Een eerste focus bij archeo-logisch onderzoek is de bouwhistoriek te kennen, met beschrijving van de originele constructie en de latere bouwfasen.

Het bronnenmateriaal vormt hierin een belangrijk onderdeel. In het kader van het boek *Antwerpen Versterkt. De Spaanse omwalling vanaf haar bouw in 1545 tot haar afbraak in 1870* (red. Piet Lombaerde, Antwerpen, 2009) werd door Katelijne Geerts in het Stadsarchief Antwerpen, grondig onderzoek gedaan naar de historische bronnen. Naast heel wat kaderende documenten, bleek specifiek over de bouw van het bastion Huidevetterstoren uniek bronnen-materiaal bewaard te zijn dat behoort tot het archief van de *Insolvente Boedelskamer* en gelieerd is aan het proces tegen Gilbert van Schoonbeke.

In deel twee wordt de lezer meegenomen naar het midden van de leien, waar in 2016 de grootschalige opgraving van het bastion aan de Huidevetterstoren plaats vond en de grachtmuren van het bastion tot op funderingsniveau werden bloot gelegd. Evenaren de muurresten van het bastion - dat als laatste van de omwalling werd afgewerkt - de kwaliteit van de voorgaande bastions?

In het derde deel staat het materiaal zelf centraal. De bouwstenen van de omwalling - natuursteen, baksteen en mortels - worden grondig geanalyseerd. Macroscopisch en microscopisch onderzoek leggen de eigenschappen van de stenen bloot en verklaren deels ook hun plaats in het bouwwerk. Daarnaast worden parallellen getrokken met het onderzoek van andere onderdelen van de omwalling. In de context van het omvangrijke bouwwerk dat de omwalling was, kan dit het startsein geven tot een bredere inventari-serende registratie van de Spaanse Omwalling.

I. DE SPAANSE OMWALLING EN HET BRONNENONDERZOEK NAAR DE BOUWMATERIALEN

Karen Minsaer, Frans Caignie¹

1. De bouw van de Spaanse Omwalling en van bastion Huidevetterstoren

De Spaanse Omwalling werd gebouwd tussen 1542 en 1553 in opdracht van keizer Karel. De start van de werken volgt tien dagen na de belegering van de stad door Gelderse troepen onder leiding van Maarten van Rossum. Zowel de stadsbewoners als de vele buitenlandse zakenlieden voelden zich niet langer beschermd door de verouderde middeleeuwse stadsmuur en eisten maatregelen. Antwerpen werd nu ingeschakeld in de oorlogsstrategie die Karel V in zijn rijk met het gebastioneerd stelsel invoert. Hij laat het plan uitvoeren dat de Italiaanse ingenieur Donato di Boni² in 1540 had ontworpen voor de stad. Dit ontwerp bestond uit een bijna vijf km lange omwalling met vier monumentale stadspoorten met toegangsbruggen, negen bastions, acht fronten (rechte stukken stadsmuur), een natte gracht en een gemetste buitengrachtboord. De poorten in noord-Italiaanse renaissancestijl waren majestueus. In de afwerking van de façade verschenen gecanneleerde Dorische zuilen, leeuwen(koppen), friezen en frontons. De bastions waren volgens het oud-Italiaans stelsel gebouwd, met lange facen (voorzijden), korte teruggetrokken flanken met lage geschutsplatformen³ toegankelijk via poternes (gemetste doorgangen) en oreillons (oor of ronde overgang) tussen face en flank. De bastionhoeken kregen ter hoogte van de gracht en net boven het fundament een piramidale afwerking, bovenaan versierd met een bol. Voor de buitenbekleding of het parement werd natuursteen gebruikt.

Een nieuwigheid was verder de grote aarden wal achter de stadsmuur en de bastions. Deze was aan de binnenzijde toegankelijk via aarden hellingen en had een breedte van 34 meter. Enkel de grachtzijde van de wal was voorzien van een bakstenen massief met parement in witte natuursteen.

De beslissing om voor de stad Antwerpen een nieuwe gebastioneerde omwalling te bouwen, leidde tot een uitzonderlijke bouwkundige prestatie met maatschappelijke implicaties voor de inwoners. De volledige middeleeuwse stadsmuur werd hiervoor afgebroken, alsook alle panden aan de voet van de nieuwe omwalling.

Het bevelschrift van Maria van Hongarije van 16 augustus 1542 maakte een zone 'non aedificandi' (bouwvrije zone) van 500 voet aan de buitenzijde van de omwalling⁴. Hierbij golden de volgende bepalingen:

- alle huizen, gebouwen en bomen moeten gesloopt worden binnen een straal van 500 voet van de vesten,
- in de stad mag geen enkel nieuw gebouw opgericht worden binnen de zone van 100 voet van de wal,
- metsers en timmerlui zijn verplicht te komen werken (aan een redelijk salaris),
- niemand mag zonder toestemming aan een ander gebouw werken,
- van plaatsen en hoven dichtbij de vesten mag men zoveel aarde wegnemen als nodig, met zo min mogelijk schade voor de eigenaars.

Bastion Huidevetterstoren werd tussen 1551 en 1552 gebouwd als laatste bolwerk van de omwalling. Het verdedigde de stad tussen de Keizerspoort en de Kipdorppoort. De naam verwees naar de nabijgelegen Huidevetterstoren uit de veertiende eeuw, een van de weinige middeleeuwse torens die bewaard bleef in de nieuwe versterking.

¹ Met dank aan Katelijne Geerts. Voor dit artikel werd beroep gedaan op het archiefonderzoek van Katelijne Geerts, uitgevoerd tussen 2008 en 2009 in het kader van het onderzoeksproject (BOF). Geerts Katelijne, Fortificatiebouwers in Antwerpen in de zestiende eeuw, in: Lombaerde P. (red.), *Antwerpen Versterkt. De Spaanse omwalling van haar bouw in 1542 tot en met haar afbraak in 1870*, Antwerpen, 2009, deel 1, 62-91.

² Di Bergamo (Pellizuole); mogelijk leerling van de grote renaissance bouwmeester Michele San Michele.

³ Ter hoogte van het Kipdorpbastion waren deze platformen nog archeologisch vast te stellen. Het negentiende-eeuwse afbraakniveau bevindt zich hier ter hoogte van het voormalige loopniveau en toont daarom de intacte geschutsvloeren. Bij het Keizersbastion daarentegen reikte de afbraak tot minstens een halve meter onder het toenmalige vloerniveau.

⁴ Stadsarchief Antwerpen (SAA), PK # 2242 5 bis.

Bij de voltooiing van het bastion Huidevetterstoren werd op de muur een herdenkingsplaat aangebracht van de landvoogdes Maria van Hongarije. Het bastion werd daarom ook 'bolwerk Maria' genoemd⁵ (Fig. 2). Net als het Keizersbastion had bastion Huidevetterstoren lange voorzijden, korte teruggetrokken verlaagde flanken

en afgeronde hoeken (oreillons). Het geschut stond zowel bovenop het bastion, als op de lage flanken opgesteld.

In de tweede helft van de negentiende eeuw verloor de Spaanse Omwalling haar functie en vanaf 1864 begon de afbraak (Fig. 16).



Fig. 1. Zestiende-eeuwse stadsplattegrond van Pauwels Van Overbeke (SAA, 12 # 4117)

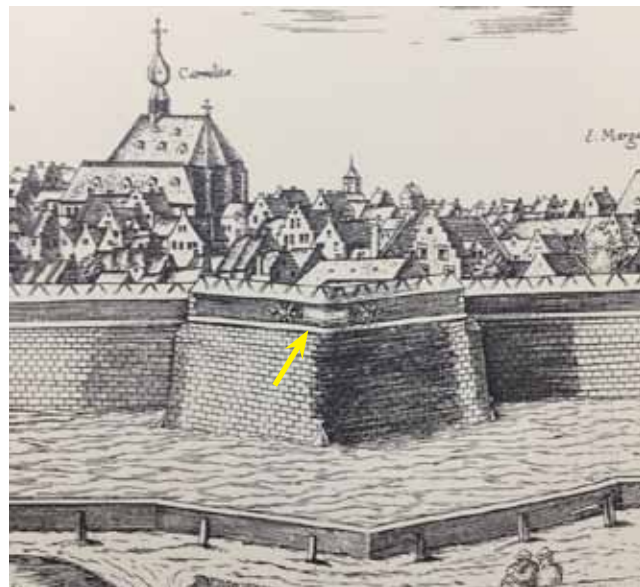


Fig. 2. Bastion Huidevetterstoren (bolwerk Maria), gravure Frans Huys, 1557 (Bibliothèque Nationale de Paris).

In de herdenkingsplaat stond volgende tekst⁶:

DIVAE MARIAE HVNG. REG. DIVI CAROLI V CAESARIS SORORI, PATRIAE EX FRATRIS AVCTORITATE TVTRICI, S. P. Q. A. HANC MOLEM EX EIVS NOMINE MARIANAM NVNCPANTES, PIIS VOTIS DD. QVOD SOLLICITO ILLIVS HORTATV TANTAE HAEC VASTITATIS MOENIA GRAVISS. REIPVB. IMPENSIS VEL QVADRIMESTRI SPATIO, AD MILLE PASSVVM LONGITVDINEM IN SVPERIOREM VSQVE LIMBVM EXCITATA SINT, VNIVERSVMQVE VRBIS AMBITVM HAC PARTE COMPLEMENT, MENSE AVGVSTO. M. D. LII.

⁵ Mertens F. H. en Torfs K.L., *Geschiedenis van Antwerpen sedert de stichting van de stad tot onze tyden*, Antwerpen, dl. 4, 1975-1977, 88 - 89.

⁶ *ibid.*, 89, voetnoot 1.

2. Aanloop en kader van het bronnenonderzoek

De grootschalige infrastructuurwerken van de Zuiderleien boden een unieke kans om verschillende type onderdelen van de omwalling - zoals de Keizerspoort met bastion en brug - naar bouwwijze en materiaal te vergelijken.

In eerste instantie werd tijdens de opgravingen een optische determinatie uitgevoerd van de gebruikte natuursteen⁷. In functie van petrochemisch onderzoek werden vervolgens van verschillende onderdelen van de omwalling stalen genomen van telkens baksteen, mortels, natuursteen en van de natuurlijke bodem.

Om meer inzicht te verkrijgen in de gebruikte materialen (type, kwaliteit en herkomst), de eventuele standaardisering (regelmaat) en de chronologische evolutie bij latere uitbreidingen of restauraties, werd daarnaast ingezet op doorgedreven archiefonderzoek. Het systematisch onderzoek van de bronnen vormde een essentiële bijdrage om het archeologisch materiaalonderzoek correct te kunnen plaatsen.

De bouw van de omwalling en de sociaaleconomische gevolgen ervan waren reeds uitvoerig beschreven door Hugo Soly, met daarbij de rol van privéondernemer Gilbert

van Schoonbeke, de sleutelfiguur voor de tweede fase van de bouw van de omwalling⁸. De materiaal-technische aspecten van het bouwproject werden hierbij echter niet als geheel bestudeerd.

Onder impuls van de Artesis Hogeschool Antwerpen/ Architectuurinstituut Henri van de Velde werd daarom interdisciplinair onderzoek opgestart naar de archieven van de omwalling, zowel uit de bouw- als de afbraakperiode, naar het vestingbouwkundig en iconografisch aspect en de opgravingen. Dit studiewerk leidde in 2009 tot de eerste overzichtspublicatie van de omwalling⁹.

Er kunnen drie bouwfases worden onderscheiden: de eerste bouwfase tussen 1542 en 1548; een tweede tussen 1549 en 1551 onder contract van Gilbert van Schoonbeke en na de oprichting van de Fortificatiekas. De derde fase omvat de voltooiing en afwerking van de helft van de stadsomwalling. Deze wordt gegund aan Gilbert van Schoonbeke, wat hij op korte tijd (grotendeels tussen 1551-1553) en aan een lage vaste prijs uitvoerde. Een cruciale vraag hierbij is of naast de verschillende typeonderdelen van de omwalling, er ook verschillen zijn in afwerking tussen de verschillende bouwfases zelf.

⁷ Determinatie door Roger Nys (Universiteit Gent).

⁸ Soly H., *Urbanisme en kapitalisme te Antwerpen in de 16de eeuw. De stedenbouwkundige en industriële ondernemingen van Gilbert van Schoonbeke*, Brussel, 1977.

⁹ Lombaerde P. (red.), *Antwerpen Versterkt. De Spaanse omwalling van haar bouw in 1542 tot en met haar afbraak in 1870*, Antwerpen, 2009.



Fig. 3. Detail Huidevetterstorenbastion (Virgilius Bononiensis, 1565)
(Museum Plantin-Moretus/Prentenkabinet - UNESCO Werelderfgoed)

3. Bronnenstudie

3.1. De rijkdom van het bronnenmateriaal

Iconografische bronnen van de zestiende eeuw geven over de constructie heel wat prijs, zowel in ontwerpplattegronden, detailsneden, stadskarten¹⁰ of als achtergrond van historische gebeurtenissen¹¹. Ook de negentiende-eeuwse kaarten en foto's zijn een belangrijke bron van informatie. De militaire plannen uit 1835¹² zijn opmetingsplannen met grote meetkundige precisie. De fotoreeksen gemaakt naar aanleiding van de afbraak geven unieke informatie over het karakter en uitzicht van de omwalling rond 1860 en zijn daardoor een waar tijdsdocument. Op basis van de afbraakplannen van de firma Jourdan kan precies berekend worden welke de volumes metselwerk en grond waren van de hogere partijen van de omwalling. We krijgen tevens inzicht in de kazematten, een van de grote renovaties onder Napoleon. Ook de hoogtes van de onderdelen van de stadsmuur en de opbouw van de bastions kunnen worden afgeleid, namelijk 12 respectievelijk 14 meter inclusief de aarden wal.

De documenten van het Stadsarchief Antwerpen, informeren over de bouwtechnieken, de organisatie van de werf, steenbakkerijen, kalkindustrie, transport en logistiek. Ze tonen hoe de constructie van de nieuwe omwalling voor de stad financieel en organisatorisch een zware opgave was. Massale hoeveelheden bouwmaterialen moesten worden aangevoerd, duizenden werklieden ingezet voor het uitgraven van aarde, het metsen van muren en bolwerken en het aanleggen van bruggen, poorten en vesten. De vele archiefstukken bevatten rekeningen (met werkliedenlijsten en materiaalijsten), contracten, schadeclaims en een schat aan informatie over de aangewende grondstoffen (baksteen, natuursteen, kalk en herbruikte steen), met herkomst en toepassing.

Naast de bouwtechnische aspecten (de grond- en funderingswerken, de waterproblemen, het metselwerk, bekleding en afwerking) vernemen we ook meer over de organisatie van

de bouw (bestekken en aanbesteding) en de rol van de fortificatiemeesters, de aannemers, de metsers en de toezieners.

De stad was bouwheer voor de planning en uitvoering van de werken en nam het financiële beheer waar. Al na enkele jaren keek de stad - mede door de corruptie van enkele vooraanstaande ambtenaren - tegen een gigantische schuldenberg aan.

Voor de jaren 1542-1546 zijn de archiefdocumenten eerder schaars. De bewaarde rekeningen uit deze periode zijn weinig gedetailleerd en slordig opgemaakt. De werken worden door de stad aanbesteed aan verschillende aannemers, maar door de hoogoplopende kosten liggen ze regelmatig stil. Vanaf de oprichting van de Fortificatiekas in 1546 (bijkas van de stadskas met eigen schulden en baten) komt er meer financiële controle en zijn meer archiefbronnen bewaard.

In de jaren 1551-1553 heeft aannemer en grondspeculant Gilbert van Schoonbeke het monopolie over de werken en de grondstoffenvoorziening. Door een efficiënte organisatie slaagt hij erin om de omwalling in recordtempo af te werken¹³. Deze periode laat een zeer volledig, goed gedateerd en zorgvuldig archief na.

Gilbert van Schoonbeke slaagde er ondermeer ook in om bastion Huidevetterstoren af te werken voor bijna de helft van de prijs. Volgens de bouwvoorschriften opgelegd door de stad moest de aannemer voor de helft nieuwe stenen aanleveren en mocht hij voor de andere helft oude materialen gebruiken voor het binnenmetselwerk van de omwalling¹⁴. Volgens de fortificatiemeesters van de stad was het door de aannemer aangeleverde materiaal echter van zo'n minderwaardige kwaliteit dat met name de stadswallen tussen de Keizerspoort en bastion Huidevetterstoren 'caduyck' waren en beter afgebroken zouden worden¹⁵.

¹⁰. De kaart van Virgilius Bononiensis (1565) geeft de bastions, bruggen en poorten van de omwalling accuraat weer, in tegenstelling tot andere zestiende- tot achttiende-eeuwse kaarten.

¹¹. Bijvoorbeeld bij de Franse furie in 1583.

¹². Collectie 'Lode de Barsée' (Architectuurarchief van de provincie Antwerpen).

¹³. Soly 1977, op. cit., 219-230.

¹⁴. Soly 1977, op. cit., 220.

¹⁵. Soly 1977, op. cit., 240.

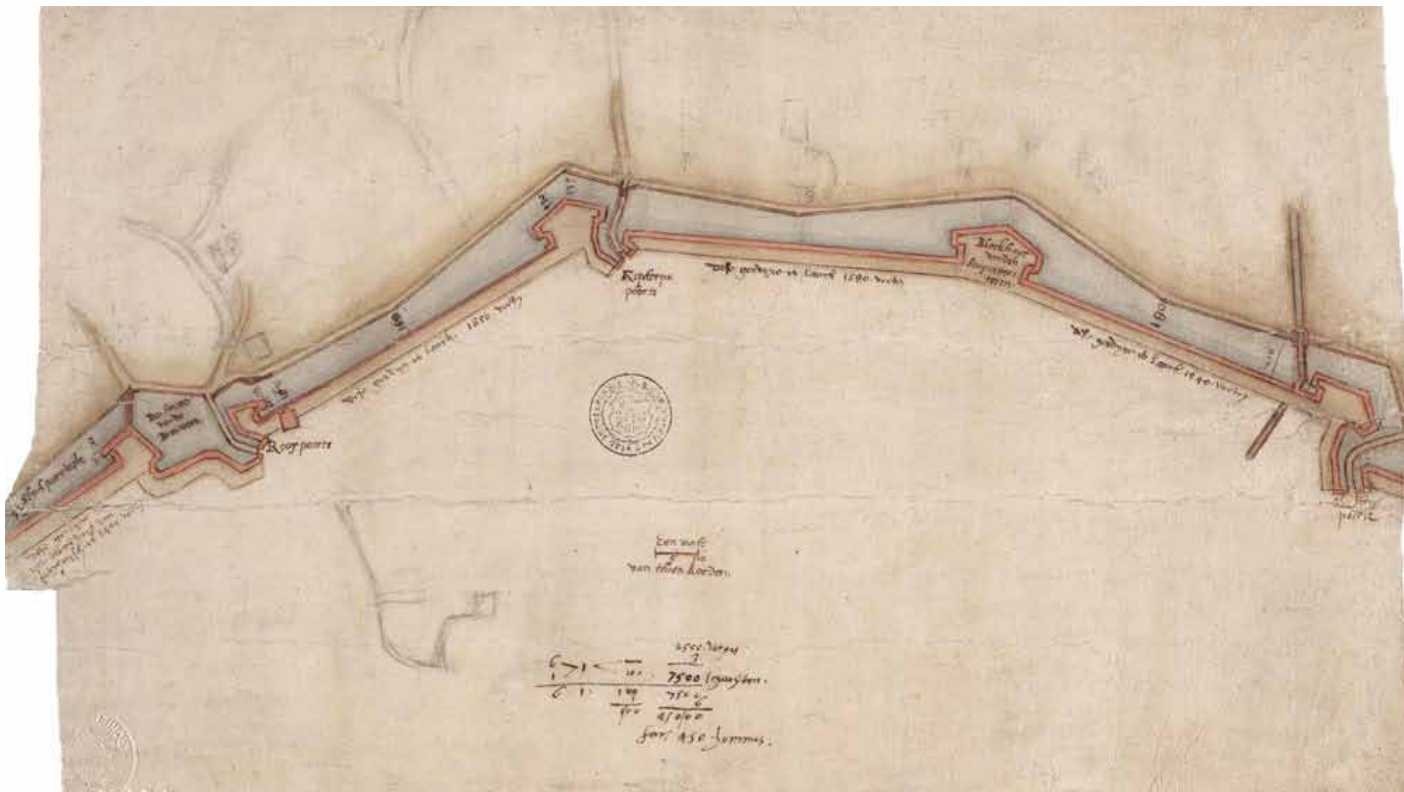


Fig. 4. Zestiende-eeuwse plattegrond met maten en afstand (SAA, 12 # 10792)

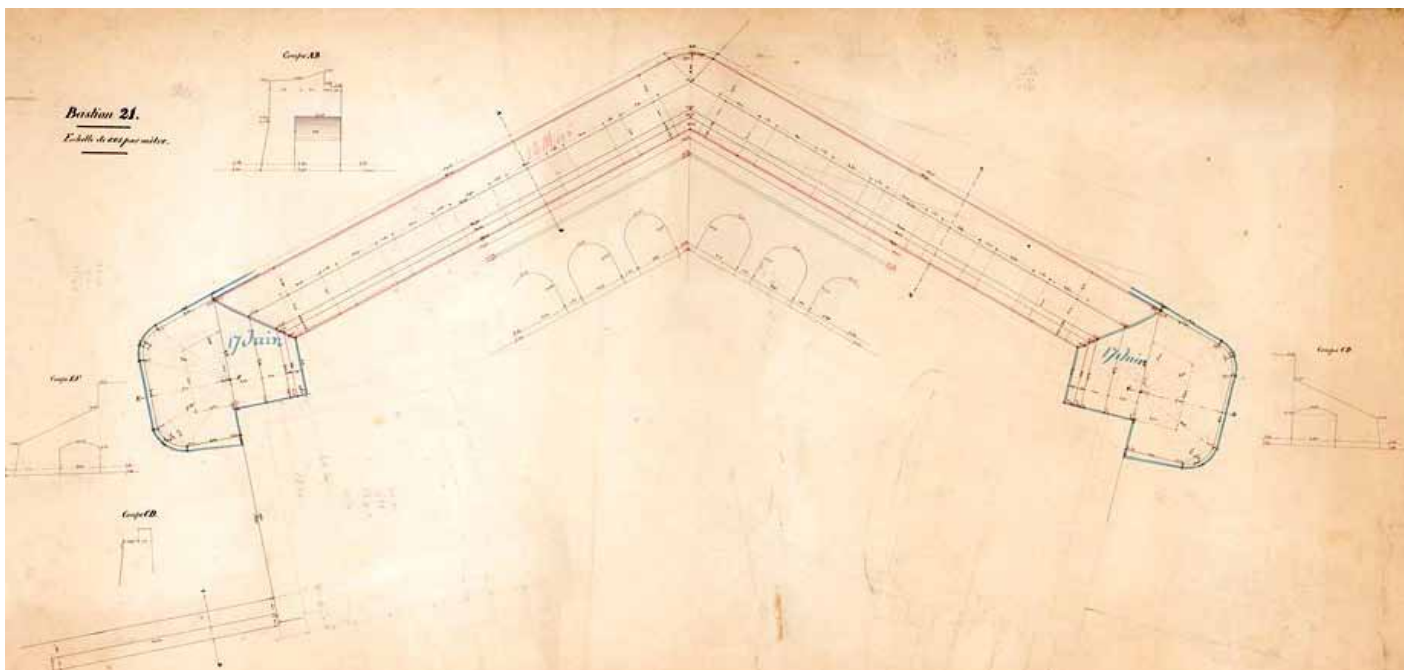


Fig. 5. Negentiende-eeuwse plattegrond bastion Huidevetterstoren (SAA, 12 # 484)

3.2. Terminologie

We krijgen primaire informatie over de toen gebruikte benaming van steensoorten en vestingbouwkundige termen.

Volgende materialen duiken op in de teksten:

- oude stoffe¹⁶: herbruikte steen/recuperatiesteen (zoals uit de middeleeuwse stadsmuur)
- (careel-, cariel)steen: baksteen
- (Vlaamse¹⁷, grote) orduyn: kalkzandsteen
- metselrei: metselwerk
- perpeyn, perpain: krijtsteen
- terras: trasmortel

Ook de bastions en stadsmuren worden omschreven:

- streckmuur: stadsmuur
- bolwerck, blockhuys: bastion
- vlogelen: de schouders (oreillons) van het bastion, tussen face en flank
- freyten: steunberen
- recolaten: teruggetrokken flank
- fond de cuve: langse diepte in de gracht

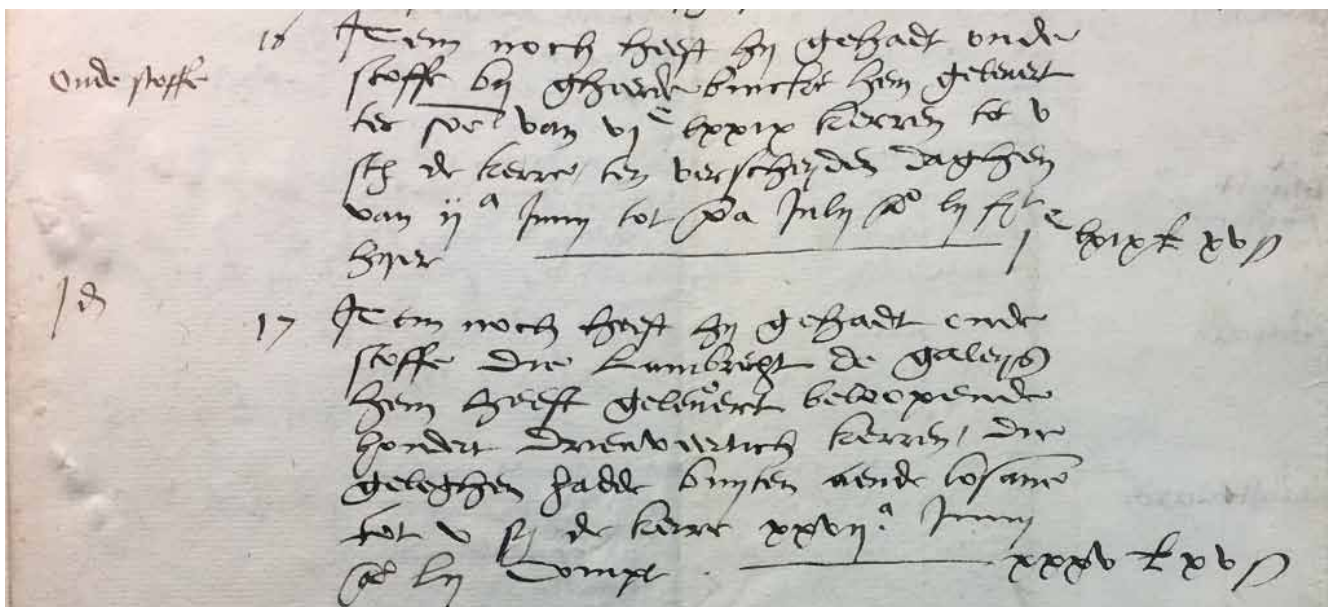


Fig. 6. Levering van recuperatiemateriaal 'oude stoffe' aan Gilbert van Schoonbeke (SAA, IB # 2990 7, al. 16 en 17)

Oude stoffe

[16] Item noch heeft hy [Gilbert van Schoonbeke] gehadt oude stoffe by Gheerde Bincke hem geleverd ter somme van vi^c lxxix [679] kerren tot v stuiver de kerre ten verscheyden daghen van ii^o juny tot x^o july a^o lii [1552] [compt] 1^c lxix pond xv stuiver

[17] Item noch heeft hij gehadt oude stoffe die Lambrecht de Galeys hem heeft geleverd beloopende hondert drienviertich kerren, die geleghen hadde buyten aende Losane tot v stuiver de kerre, xxvii^o juny, a^o lii [1552] compt xxxv pond xv stuiver

¹⁶ Zie ook SAA, IB # 2990 betreffende het contract van de gecommitteerden met Gilbert van Schoonbeke, waar de herkomst van afgebroken materialen wordt beschreven, namelijk afkomstig van de verdrongen kerken en huizen in Zeeland, van het afgebroken Begijnhof ('inde losane buyten croonenborch'), de oude stadsmuren, de watermolen van de nieuwstad, e.a.

¹⁷ SAA, IB # 2990 7. Hierin wordt de 'vlemschen' steen beschreven als afkomstig uit de steengroeve 'den Belsbergh, van 3 voeten gestaart en een halve voet gestootvoegd'. Dit kunnen mogelijk de cordonstenen zijn, de stenen gebruikt in de muurband tussen het hellende deel van de stadsmuren en de hogere borstwering.

3.3. De organisatie van de werken en kwaliteitscontrole

Het plakkaat van Maria van Hongarije van 30 april 1543 regelt de tolvrije invoer voor steen, kalk en alle andere materialen voor de omwalling¹⁸.

Alsoe de burgmeesteren, scepenen ende raidt der stede van Antwerpen duer onse expresse ordonnancie ende bevel onlanx sekere wercken begonst hebben tot versekertheyt ende fortifficacie der selver stadt, ende om die te volmakene heml. alnoch van noode es te hebbene groote merckelicke quantiteyt ende provisie van perpeye oft crysteen, kareelen, calck ende meer andere materialen die welcke zyluyden van diversche quartieren moeten doen commen zoe te lande als te watere thuert. meesten gerieve, soe eest dat wy desen aengesien begeerende dat de voerscreven wercken mit aller nersticheyt gevoerdert worden, u ontbieden ende van wegen zynder key. ma. lasten, bevelen ende ordonneren ende elck van u besundere dat alle alsulcke voirs. materialen als u luyden blycken sal tot dien eynde op Antwerpen geladen te zyn geweest ende noch geladen zullen worden ..., ghij alle de selve materialen laet vryelick varen ende passeran duer die limiten van uwen bewinde, zonder eenigen tol oft andere recht dairaff te nemen, ..., want wy dese sake voer geprevilegeert houden als wesende voer den gemeynen welvaren ende beschermenisse der voirs. stede... Gegeven te Bruessele den lesten dach van april int jaer 1543, onderteekent Marie, noch stont aldus ondergescreven, ter ordonantie van hare ma., ende geteekent Verreyken

Aangezien de burgemeester, schepenen en de raad van de stad Antwerpen, op ons uitdrukkelijk bevel onlangs begonnen zijn met werken voor het beveiligen en versterken van deze stad en men daarvoor aanzienlijke hoeveelheden perpijn of krijtsteen, baksteen, kalk en veel andere materialen nodig heeft, welke men van verschillende plaatsen moet laten komen, zowel over land als langs het water zoals hen het best uitkomt, en omdat wij willen dat genoemde werken goed opschieten, verzoeken wij u en lastens zijne keizerlijke hoogheid bevelen dat alle materialen die hiervoor naar Antwerpen worden vervoerd en nog vervoerd zullen worden, ... tolvrij en zonder andere lasten mogen varen en passeran, ook al gelden binnen uw gebied andere afspraken of regels, ... want dit privilege dient de algemene welvaart en de bescherming van voornoemde stad. Opgemaakt te Brussel de laatste dag van april in't jaar 1543, ondertekend Marie, nog bijgeschreven, in opdracht van hare majesteit, en getekend Verreyken.

Heel wat materialen die klaar staan voor de bouw van het nieuwe stadhuis (baksteen, kalk, ouder materiaal en timmerhout) worden aangewend voor de omwalling, alsook afbraakmateriaal van de gesloopte gebouwen in het schootsveld van de omwalling, zoals het Victorinnenklooster.

Van bij de start van de werken worden nieuwe accijnzen ingevoerd en de belastingen verhoogd. Voor het financiële beheer van de versterking worden leden van het stadsbestuur als gecommitteerden aangesteld. Zij moeten zorgen voor de betaling van de materialen en de lonen. Gezworen erfscheiders meten de prestaties op en geven mankementen door.

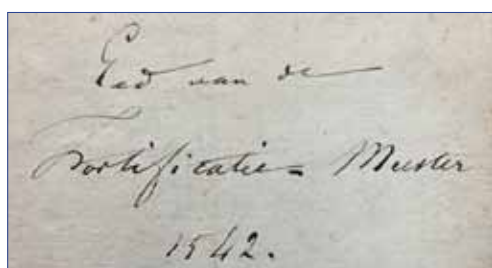
¹⁸ SAA, PK # 2242 stuk 6.

De uitvoering van de werken vereiste grote technische bekwaamheid. De aannemers dienden naast duizenden ongeschoolde werklui ook duurbetaalde vaklui te engageren.

De algemene leiding ligt bij de Italiaanse vestingbouwkundige Donato di Boni (meester Donaat), die als ordonnantiemeester advies geeft en inspecteert. De technische leiding wordt waargenomen door Peter Frans. De fortificatiemeesters leggen een eed af¹⁹ (Fig. 7).

Ende zal myn uuyterste doen om in alle zaken der fortificatien aengaende het prouffyt vander stadt te voirderen ende de schade te verhueden, ende bezunder zal alle neersticheyt doen ende seer scherpelick toesien dat de bestedinge vanden wercken der fortificatien aengaende, gedaen worden te minsten pryse ende ten meesten oirboir ende prouffyte vander stadt, ende dat int betalen vanden dachhuer vanden werckluyden, leveringen van stoffen ende materialen ende allen andere zaken der fortificatien aengaende deser stadt egheen onglyck frauulde oft bedroch gedaen en worde
...

En ik zal mijn uiterste best doen om met betrekking tot de versterkingswerken het belang van de stad te dienen en voor schade te behoeden, en in het bijzonder ervoor ijveren en zeer streng erop toezien dat de aanbesteding van de fortificatiewerken zo billijk en voordelig mogelijk uitvalt voor de stad, en dat voor wat betreft het dagloon van de werklieden, de levering van grondstoffen en materialen en alle andere zaken die de fortificatiewerken aangaan aan deze stad er geen onrecht, fraude of bedrog gedaan worde ...



Om greep te krijgen op de financiën wordt op 24 mei 1546 de Fortificatiekas opgericht. Drie jaar later komt deze kas omwille van wanbeleid in slechte papieren. Gilbert van Schoonbeke zal in 1551 de resterende werken onder vaste voorwaarden en aan de helft van de prijs mogen uitvoeren. Op 19 juni 1551 krijgt hij de uitvoering toegewezen van het bastion Huidevetterstoren, *het bolwerck met zynen vlogelen ende toebehoorten geconcipteert ende geordonneert aende huydevetterstoren tusschen skeysers ende kypdorp poorte*²⁰.

Aanvankelijk worden de werken in kleine hoeveelheden volgens het ambachtelijk reglement uitbesteed. In een latere fase komen grote bouwondernemers en vennootschappen mee in de uitvoering van grote werken. Op kritieke momenten en in oorlogstijd is het werken aan de omwalling een zaak van iedereen.

Fig. 7. De 'eed van de fortificatiemeesters' van 1542 (SAA, PK # 2244 Doc 1)

¹⁹. SAA, PK # 2244 doc 1.

²⁰. SAA, IB # 2992 28.

Kwaliteit van de materialen

De kwaliteit van de materialen wordt gekeurd door keurmeesters; zij reiken een certificaat uit, opgemaakt door een notaris. Een certificaat van de keurmeesters uit 1549 op verzoek van Gilbert van Schoonbeke geeft zicht op de procedure²¹.

...warachtich te zijne hoe dat de usantie vanden steen te keuren nu tegenwoerdelyck hier tAntwerpen sulcx is, inden iersten dat arriverende tAntwerpen een schip steens den zelve steen moet gemaect zyn in een vorme gebrant metten teecken der selver stadt van Antwerpen ten eynde den zelve steen zyn grootte mach houden.

Ende voerts steken zy uuyte alle den eertsteen, vervrosen steen, ongetemperde steen ende dersselere ende wie een van desen vier steenen merct onder den anderen steen dat die breuckachtich is achtervolgende de leste ordonnantie byde heeren vander stadt daerop gemaect, item zoe wanneer egeen van dese voers. vier soorten van steen onder de goede soorte gemenct en is ende dat den steen zyn grootte houdt achtervolgende der voers. vormen zoe laetene dien steen passeren voer goet ende gekeurt.

Voor wat betreft het keuren van de steen is het momenteel in Antwerpen de gewoonte dat wanneer een schip met steen in Antwerpen aankomt, deze steen gemaakt moet zijn in een vorm met een merkteken van de stad Antwerpen, zodat de steen de juiste grootte heeft.

Minderwaardige stenen zoals eertsteen, bevroren steen en niet gemagerde steen worden eruit gehaald, in navolging van de laatste stedelijke ordonnantie. En wanneer geen van de vier genoemde steensoorten onder de goede gemengd zijn en de steen de juiste grootte heeft, laat men de steen passeren voor goed en gekeurd.

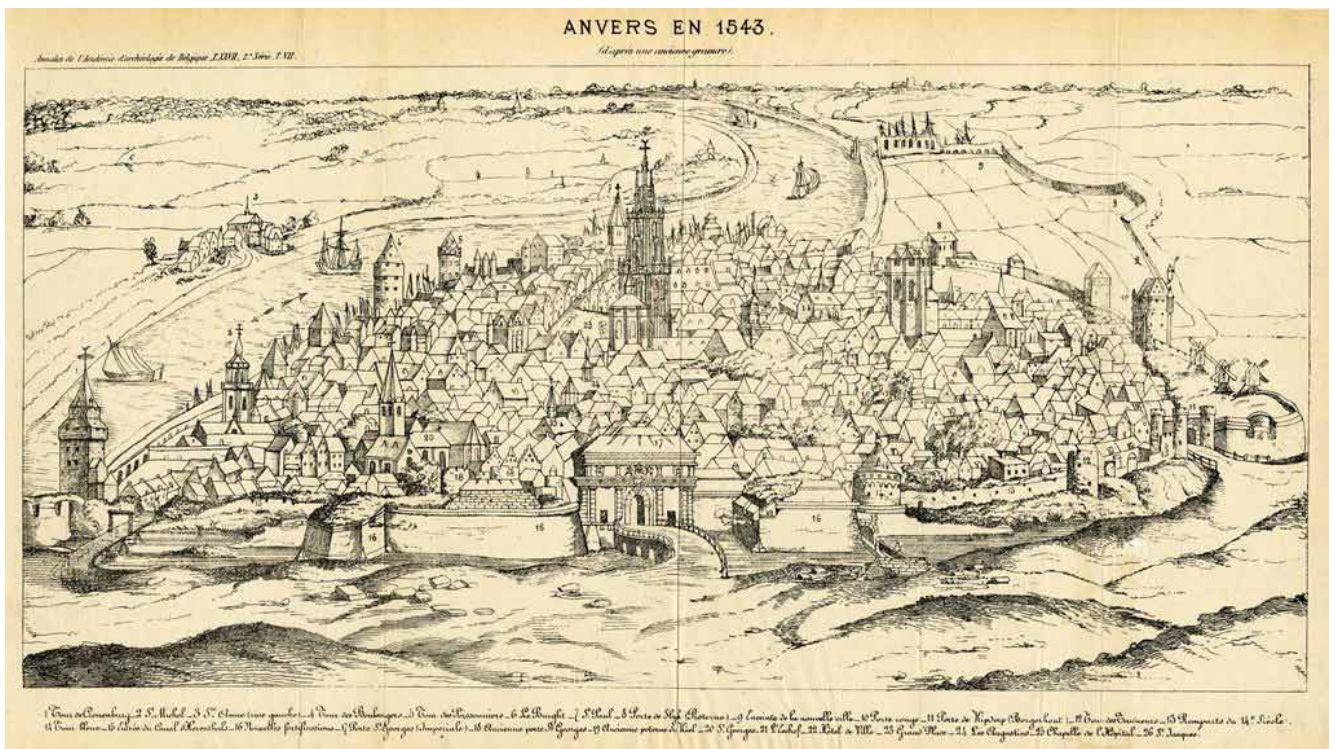


Fig. 8. Bouw van de Spaanse Omwalling met centraal de Keizerspoort, de stadsmuur en twee bastions die zijn afgewerkt. De laatmiddeleeuwse omwalling staat hier nog grotendeels overeind, 1543. Lithografie, blad 220 x 410 mm²².

²¹ SAA, IB # 2992 24.

²² Torfs L. & Casterman A., *Les agrandissements et les fortifications d'Anvers depuis l'origine de cette ville*, Brussel, 1871, tussen pag. 78-79.

3.4. De bouw van bastion Huidevetterstoren

Bestek en contract

Er is een bijzonder gedetailleerd archiefstuk bewaard waarin de voorwaarden van het bestek staan en hoe de metsers het bolwerk bij de Huidevetterstoren moeten opbouwen (Fig.9). Het wordt hier opgenomen om de geest van de tijd en nuances in de bestekken te illustreren²³.

Inden iersten zal de aennemer gehouden zyn te ruymen ende te graven alomme daer hy metsen zal ende het water keeren op zynen cost alomme daert hem hinderlyck soude mogen zyn int metsen van zynen aengenomen wercke.

Item de zelve aennemer zal oijck gehouden zyn tvoers. werck te gravene eenentwintich voeten diepe onder het meylant daermen het voers. bolwerck zal stellen ende op dezelve diepte van 21 voeten daerop zalmen leggen den iersten perpeyn, ende soe voert vervolgende op de zelve diepte ten eynde toe vanden zelve bolwercke. Ende aengaende de freyten ende de recolaten die zalmen fonderen op eenen goeden vasten ongeruerden gront, gelyck men bevinden zal behoorende naeden heysch vanden wercke.

Item de aennemer zal noch gehouden zyn allen den orduyn die hij ant voers. bolwerck vermetsen zal wel ende werckelijck te stellen te verbande, boven malcanderen te wetene als hij gemetst zal hebben een lage van anderhalve voet gesteert soe zal hij gehouden zyn een lage van voets wederomme daer boven te metsen ende alzoet totten eynde toe continuerende ende voerts alle dandere metselrie wel ende werckelycken te metsen gelyck dat behoort naden heysch vanden wercke.

Item de zelve aennemer zal oyck gehouden zyn te leveren op zynen cost alle de gereetschap die hy int graven ende metsen vanden voers. bolwercke behoeven zal als scuppen, oosvaten, oosbacken, gangen, sperren bert, tonnen, tobben, manden ende berijen ende diergelycke.

Item de aennemer zal dit bolwerck volmaect moeten hebben van bamisse nu naestcomende in eenen jaere te wetene in der hoochden gelyck het dblockhuys is aende kipdorppoorte ende salt desen somere moeten maken ende brengen acht voeten hooge boven den gront.

Opten 20^{en} dach in junio a° 1551 heeft Jan van Beeringen metsere opte voer ende naegen. vorwaerden aengenomen van Gillebert van Schoonbeke tvoers. bolwerck voer sesthiene guldenen ende thien stuvers eens elcke roede muers, leveren ende maken op noch andere dese navolgende conditien.

De aannemer staat in voor het ruimen en graven op de plaatsen waar hij metsen zal en hij zal op zijn kosten het water keren daar waar het hinderlijk is voor het metsen van zijn aangenomen werk.

De aannemer moet eenentwintig voeten diep onder het maailand graven en op die diepte van 21 voeten zal men de eerste krijtsteen leggen en zo verder door op dezelfde diepte, tot het einde van het bolwerk.

De steunberen en de teruggetrokken flanken zal men funderen op een goede vaste onbewerkte grond zoals dat behoort volgens de vereisten van het werk.

De aannemer is er ook toe gehouden al de kalkzandsteen die hij in het genoemde bolwerk zal inmetsen, goed in verband op te bouwen, boven elkaar, te weten wanneer hij een laag van anderhalve voet gestaart gemetst heeft moet hij daarboven wederom een laag van een voet metsen, en zo tot het einde toe verder doen, en verder al het andere metselwerk goed en wel metsen zoals dat behoort volgens de vereisten van het werk.

Zo is de aannemer er ook toe gehouden op zijn kosten al het gereedschap te leveren dat hij bij het graven en metsen van voornoemd bolwerk nodig heeft, zoals schoppen, hoosvaten, hoosbakken, planken, afsluitingen, afsluitplanken, tonnen, tobben, manden, rijtuigen en dergelijke.

De aannemer zal het bolwerk voltooiën vanaf bamis [1 oktober, feest van S. Bavo] eerstkommend, in één jaar, te weten even hoog als het bastion aan de kipdorppoort, en deze zomer zal hij het acht voeten boven de grond brengen.

Op 20 juni 1551 heeft Jan van Beringen, metser, op de voorgaande voorwaarden het metsen van het bolwerk aangenomen van Gilbert van Schoonbeke, voor 16 gulden en 10 stuivers voor elke roede muur, op de volgende bijkomende voorwaarden.

²³. SAA, IB # 2992 68 8

Ierst dat de voers. Gillebert den voers. Janne van Beeringen sal moeten leveren allen den callebecxschen careelsteen totten voers. aengenomen wercke behoevende voer oft ten pryse van twintich guldenen eens elck schip te Callebeke aen schips boort geleverd.

Item de voers. Gillebert zal allen den orduyn ende andere witwercke totten zelve wercke behoevende moeten zelve leveren zonder Jans cost daer aff Jan van Beeringen hebben zal vander hant ende de stoffe eenen voet dicke metende, acht guldenen eens van elcker roeden, ende aengaende den perpeyn totten wercke behoevende zal Jan van Beeringen zelve moeten leveren sonder Gilleberts cost.

Item is noch vorwaerde dat de vs Jan van Beeringen int voers. zijn aengenomen werck zal mogen vermetsen vijftich scepen oude stoffe ende daer over nyet, behoudelick dat de selve zy goet ende vander besten ende datter gheen clachte aff en come.

Item de zelve Jan van Beeringen zal zijnen mortel van desen zynen aengenomen wercke moeten maken zoe goet als de fortificatiemeesters alhier bynnen twee jaren herwaerts vermetst hebben, ende vercleren de heeren vander stadt of fortificatie dat den zelve moet wesen van twee vaerden calcx ende twee kerren savels zoe sal hy tselve sulcx oyck moeten doen.

Den zelve dage heeft de voirs. Gillebert den voirs. Janne van Beeringen vercocht dinbegrepen drientnegentich of vierentnegentich roeden erven gelegen in doude schutters hoven alhier ter plaetsen ende gelyck sy die malcanderen naerdert gedesigneert ende bewesen hebben voer negen guldenen erflic ter quitingen staende den peninck seshien elcke roede innegaende de rente daer aff te bamisse a^o xv^e ende tweenvyftich ende die te bewysen ende t'assigneren binnen twee jaren nu naestcomende in percheelen / zoe hy de zelve erve zal geraken oft meynen te vercoopene ende zal oick bynnen den zelve twee jaren tot versekerheyte van des voers. Gilleberts rente opte selve erve moeten vermetsen oft vertimmeren oft doen vermetsen ende vertymmeren die weerde van sesse duysent guldenen eens

Finalick omme te veldoene ende te volvueren wel ende volcomen alle tgene die voers. is / soe is oyck vorwaerde dat de voirs. Jan van Beeringen stellen ende opdragen zal in handen des voirs. Gilleberts zekere gronden van erven weerdte zynde vier duysent guldenen eens

Ten eerste dat Gilbert aan Jan van Beringen alle Kallebeekse baksteen levert die nodig is voor het aangenomen werk, voor de prijs van 20 gulden voor elk schip te Kallebeek aan boord geleverd.

Gilbert zal alle kalkzandsteen en ander witwerk nodig voor het werk leveren, zonder kost voor Jan, en Jan van Beringen zal de ktijtsteen leveren, zonder kost voor Gilbert.

Jan van Beringen mag in het aangenomen werk vijftig schepen oude materialen vermetsen maar niet meer, op voorwaarde dat het goede materialen zijn en dat er geen klachten komen.

Jan van Beringen zal zijn mortel even goed maken als de fortificatiemeesters hier sedert twee jaar vermetst hebben, en de fortificatiemeesters verklaren dat de mortel moet bestaan uit 2 vrachten kalk en 2 karren zavel.

Dezelfde dag heeft Gilbert van Schoonbeke 93 of 94 roeden grond, gelegen in de oude Schuttershof, verkocht aan Jan van Beringen, voor 9 gulden erfelijk te betalen met rente van 16 penning per roede, ingaande met bamis 1552. Indien hij deze gronden zal verzaken of denken te verkopen, zal hij ook als waarborg voor Gilberts rente op deze gronden, metselwerk en timmerwerk moeten uitvoeren of doen uitvoeren voor een bedrag van zes duizend gulden.

Tot slot, en teneinde aan al wat voorafgaat te voldoen, is ook overeengekomen dat Jan van Beringen aan Gilbert van Schoonbeke een aantal gronden met een waarde van 4.000 gulden zal overdragen.

Geruime tijd later, op 1 februari 1553, wordt ten huize van Gilbert van Schoonbeke een apostille toegevoegd aan dit contract ter bekrachtiging ervan.

Verschenen op heden, 1 februari 1553, in aanwezigheid van openbaar notaris Petrus van Lare en de nagenoemde getuigen, de eersame personen Peter Frans (beëdigd erfscheider), Jacob Schofs (timmerman), Peter de Hase (Gilbert van Schoonbekes klerk), verklaren op eed dat zij op 20 juni 1551 aanwezig waren bij het sluiten van de overeenkomst tussen Gilbert van Schoonbeke en Jan van Beringen (metser) zoals hiervoor beschreven staat, welk contract door mij voorgelezen werd, want het werd in hun aanwezigheid door Peter de Hase beschreven met akkoord van beide partijen, van welke verklaring Gilbert van Schoonbeke een openbare akte wenste te laten maken door mij notaris.

Op 17 mei 1553 wordt een tweede apostille toegevoegd aan dit contract.

Door tussenkomst van Jacob Hertssen, binnen-burgemeester van Antwerpen hebben Gilbert van Schoonbeke en metser Jan van Beringen een minnelijke schikking afgesloten betreffende hun onderling geschil omtrent het metselwerk van het bolwerk bij de Huidevetterstoren dat door genoemde Jan van Beringen werd uitgevoerd op de condities en voorwaarden en het contract daarvan gemaakt, met inbegrip de 93 of 94 roeden grond gelegen in het oude Schuttershof, die van Beringen van Gilbert van Schoonbeke uit hoofde van bovenvermeld contract heeft gekocht.

Jan van Beringen zal zijn aangenomen bolwerk onmiddellijk en volledig moeten afwerken, wat hij hierbij trouwens belooft, volgens de voorwaarden en de bedragen vermeld in het contract, met dien verstande dat, indien Jan van Beringen binnen dit en drie weken kan aantonen dat Gilbert hem toegezegd had voor elke roede werk méér te zullen geven dan de 16 gulden en 10 stuivers, zoals hiervoor in het contract verklaard is, dat Gilbert dit aan van Beringen zal moeten betalen.

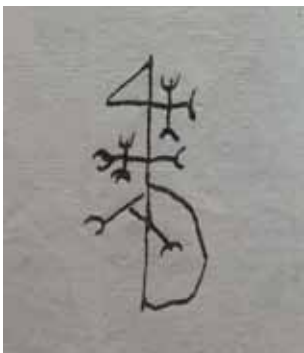


Fig. 10. Handtekening van Jan van Beringen, metser, waarmee hij alle voor hem geschreven documenten ondertekende. (SAA, IB # 2990 104)

Wat de 72 schepen baksteen betreft die van Schoonbeke nog aan van Beringen moet leveren, wordt overeengekomen dat van Schoonbeke onmiddellijk 50 schepen steen zal leveren zodat van Beringen geen tekort zal hebben om zijn werk af te maken. De 22 resterende schepen zal hij in geld uitbetalen aan 24 gulden voor elk schip. De betaling zal uitgevoerd worden à rato van 60 gulden elke zaterdag, tot alle schepen betaald zijn, zodat van Beringen zijn werkmannen kan betalen. Voorwaarde is wel dat van Beringen elke dag 24 goede metsers aan het werk zal houden en dat zijn bolwerk zal klaar zijn ten laatste op O.L.V. Omgang in augustus [1553]

Betreffende de 93 of 94 roeden grond gelegen in de oude Schuttershof die van Beringen bij van Schoonbeke had gekocht, werd ook een akkoord bereikt. Vooreerst dat van Beringen genoeg zal nemen met slechts 20 roeden grond die hem daar ter plaatse zullen toegewezen worden, aan 8 karolusgulden en 16 penning erfelijk per roede.

Van de andere gronden die van Schoonbeke aan de zuidzijde van het nieuwe Tappissierspand liggen heeft en van de aankoop van de resterende gronden zal van Beringen voor altijd ontlast zijn.

Anderzijds is overeengekomen dat van Beringen de 40 ponden brabantse erfelijk betreffende de 20 roeden grond zal hypothekeren, met name op elke 10 roeden grond de helft van vermelde 40 pond brabantse erfelijk en vergoed met goede rente, ingaande op Sint Jansmis eerstkomend.

Ter uitvoering van al hetgene overeengekomen is en tot zekerheid van Gilberts vernoemde erfrenten heeft Jan van Beringen zich verbonden aan Gilbert van Schoonbeke in pand te geven: vooreerst zijn huis met grond en toebehoren genaamd Huis van Basel gelegen op het Schelleken, verder nog twee nieuwe huizen met grond en toebehoren naast elkaar gelegen op den hoek van Schelleken bij de Hooipoort, alsook al zijn andere goederen, roerende en onroerende, tegenwoordige en toekomstige.

Instructies voor het uitgraven

Ook zijn er technische gegevens hoe de vest tussen het bolwerk aan de Huidevetterstoren en de Kipdorppoort moet uitgraven worden, namelijk honderd voet of vijf roeden (breed) en de eerste laag orduyn (natuursteen van de muur) komt op vijf voet (1,5 meter van het fundament). Op dit plan is ook de regelmatigheid in het plattegrond-schema van de omwalling duidelijk afleesbaar (Fig. 11). De hoofdmuur heeft overal een gelijkmatige breedte, zowel in het bastion als in de stadsmuur. De achterliggende steunberen hebben dezelfde lengte, breedte en tussenruimte.

Notities op dit plan

- A. Deze bestedinghe is lanck XII roeden (deze aanbesteding is 12 roeden lang)
- B. brugghe (brug)
- C. V roeden (5 roeden [breed])
- D. brugghe van claes noblet (brug van Claes Noblet)
- E. Dit is het werck van claes noblet (Dit is het werk van Claes Noblet)
- F. Niclaus noblet ende jan vermoelen desen pande voer dierste bestedinghe (Niclaus [Claes] Noblet en Jan Vermoelen: deze panden voor de eerste aanbesteding)
- G. Dierste Eewout van den steene (de eerste [voor] Eewout van den Steene)
- H. De tweede [de selve Eewout] (de tweede [voor dezelfde Eewout])

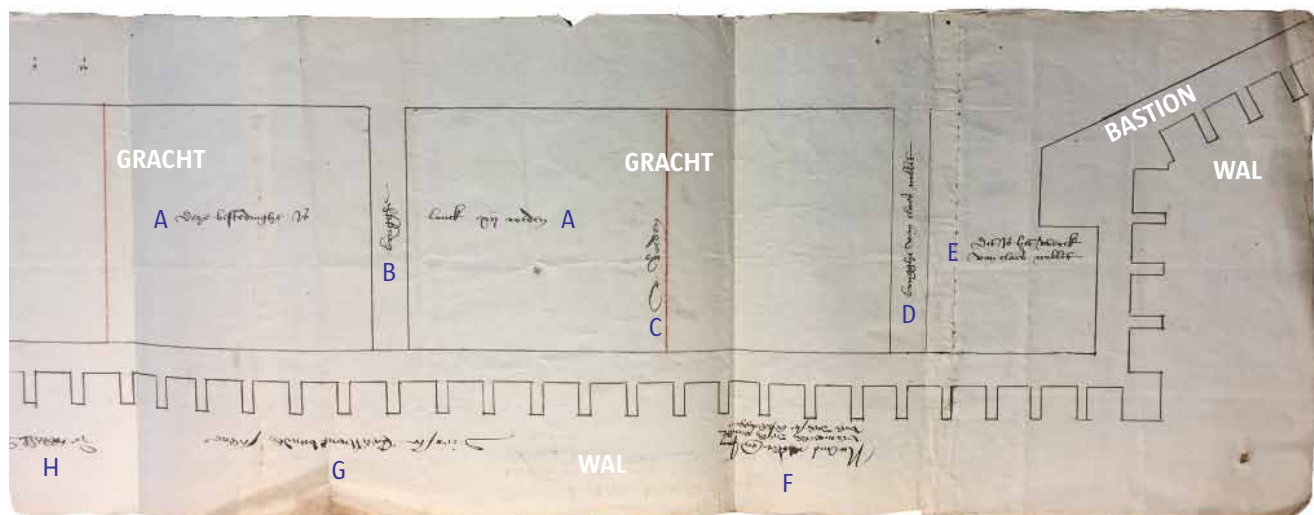


Fig. 11. Zestiende-eeuws plan bij de aanbesteding van het uitgraven van de vesten tussen Kipdorppoort en het bolwerk aan de Huidevetterstoren (SAA, PK # 2242, stuk 96)



Fig. 12. Foto van de laatmiddeleeuwse Huidevetterstoren geïntegreerd in de Spaanse Omwalling, 1860 (SAA, PB # 1228)

Memorie voor de toezieners

In de memorie van toezieners op het metselwerk wordt uiteengezet hoe de kwaliteit van het metselwerk er moet uitzien, met parallellen naar de voorwaarden van het bestek van het metselwerk van het bastion Huidevetterstoren²⁴ (Fig. 13).

- [1] *Inden eersten dat zy zullen gade slaen als men fondeert dat de perpeynen geleyt worden op alzulcken diepte als men ordineren zal, ende in gevalle dat de zelve diepte die geordineert wort gheen goeden gront en ware, zoo en zalmen opten zelve gront nyet laten fonderen ten sy op eenen goeden gront, ende oock datmen de perpeynen al wel by een gevoecht te passe even diep zal legghen.*
- [9] *Item zal oock toesicht hebben als datmen goeden moortel make, te weten half calck ende half zavel.*
- [11] *Item zal oock toesicht hebben datmen geen steen oft stucken van steen in de manden zal laden met schuppen, maer metten handen, opdat sy geen eerde inde metselrye en zouden verwercken.*
- [15] *Item steen oft stucken van steen geladen zynde en zalmen nyet toelaten datmen die teenemael metter manden inden moortel zal worpen, maer zalmen den selven steen oft stucken wel ende werckeliken inden moortel moeten legghen deen voor dander na.*
- [19] *Item datmen geen orduyn en zal laten verwercken hy en sy goet ende leverbaer al ten herden cante sonder eenich mergel oft mergelgaten int voorhoofd vanden zelve, te weten half van voets gesteert ende half van anderhalve voet gesteert, al wel te verbande gewrocht, te weten den orduyn van voets gestert moet acht duymen verre ten winckelhake gelegelt zyn ende ten minsten drye duymen gestootvoecht ende den orduyn van anderhalven voet gestert eenen voet ten winckelhake gelegelt ende ten minsten iii duymen gestootvoecht.*
- [28] *Item dat men oock anders geen steen en zal laten verwercken dan goed bruikbare steen ende in gevalle dat men eenige oude stoffe aen de voors. metselrije verwrochte, zo zalmen gade slaen dat de selve stoffe verwrocht worde wel ende werckelick zo als behoort naer eysch vanden wercke.*
- [33] *Item in gevalle de zelfde aennemer ter contrarien dede van des voors. is / ende gewaerschout zijnde vande toesienders ende nyet af en liete tegen de ordinantie voers. te wercken / zoo zullen dezelve toesienders dat laten weten mijn heeren de gecommiteerde vande fortificatien / die selve dan zullen doen / na gelegenheit vander zake*

Ten eerste zal men erop toezien dat bij het funderen de krijtstenen op de voorgeschreven diepte gelegd worden, en als op de voorgeschreven diepte geen goede grond blijkt te zijn, zal men daarop niet funderen, en ook dat men de krijtstenen waterpas (?) even diep zal leggen.

Men zal erop toezien dat er goede mortel gemaakt wordt, te weten half kalk en half zavel.

Men zal erop toezien dat de stenen of stukken steen niet met schoppen, maar met de handen in de manden worden geladen, zodat er geen aarde in het metselwerk terecht komt.

Men zal niet toelaten dat de stenen of stukken steen vanuit de manden in een keer in de mortel worden gegooid, maar men zal de stenen of stukken steen één voor één in de mortel leggen.

Men zal geen kalkzandsteen laten verwerken tenzij hij goed is en leverbaar met harde kant zonder enige mergel of mergelgaten aan de voorkant, namelijk half van voets gestaart en half van anderhalve voet gestaart, goed in verband gelegd, met name de kalkzandsteen van voet gestaart moet acht duim inwaarts gelegd worden met voegen van ten minste drie duim en kalkzandsteen van anderhalve voet gestaart een voet inwaarts gelegd met voegen van ten minste drie duim.

Men zal ook geen andere steen laten verwerken dan goed bruikbare steen en in geval dat men recuperatiemateriaal in het metselwerk zal verwerken, zal men erop toezien dat deze materialen goed en wel verwerkt worden zoals het hoort volgens de vereisten van het werk.

Ingeval de aannemer in gebreke is met het voorgaande en door de toezieners gewaarschuwd werd en niet ophoudt tegen de voorschriften te werken, dan moeten de toezieners dit laten weten aan de heren gecommiteerden van de fortificatie, die dit zullen verhelpen in de mate van de mogelijkheden

²⁴ SAA, IB # 2990 104.

104

Memorie voor de toesienders vander
metzelrye van de bolwercken ende streckmueren

- [1] Inden vesting dat zy zullen gade slaten alsmyen sonder
dat de ptepten gelyt worden op alzulken dypt
alsmyen ordineren zal / En in ydelle dat de gelyt dypte
die geadmestel vout / ghyten goden gont en vout
zo en zalmen open gelyt gont met laten senden
ten sy op stien goden gont / En oock datmen de
ptepten al vout by ten ydelle / te gaste vout dyp
zal ligghe /
- [9] It zal oock toeficht hebben als datmen goden moestel
make / te vouten half calt en half zant
- [11] It zal oock toeficht hebben datmen genty stien off stien
van stien inde mander zal liden met schuppen / maer
mitten hande / op dz se ghy vout met metzelrye en
zenden vouten /
- [15] It stien off stien van stien gelyt zynde / en zalmen met
tollaten datmen die teemant metten mander inden moestel
zal vouten / maer zalmen de stien stien off stien vout ende
vouten inden moestel metten ligghe vout van dany na
- [19] It datmen genty ording en zal laten vouten by en sy
gelyt vouten al ten hande vout sonder stien metten off
mitten gaten / ut vouten vout vout / te vouten half
van vout gelyt en half van anderhalve vout gelyt / al
vout te vouten gelyt / te vouten ten ording van vout
gelyt met ast dany vout ten vouten gelyt zyn
en ten mander dany dany gelyt / en ten ording
van anderhalve vout gelyt / vout vout ten vouten
gelyt en ten mander dany gelyt
- [28] It datmen oock andere gelyt en zal laten vouten / dan
gelyt vouten stien / En in ydelle datmen vout ende
en de vout metten vouten / zo zalmen gade slaten
dz de stien stien vouten vout vout en vouten so dz
tehort na dany vout vout
- [33] It in ydelle dz de aemant ten vouten dede van die vout
vout / En gelyt vout zynde vout toeficht en met af en liden
tegen de ording vout te vouten / zo zulle de stien tot
vouten dat laten vouten mander dany de gelyt vout vout
vouten / In stien dany zullen vout vouten / ma

Fig. 13. 'Memorie voor de toesienders vander metzelrye van de bolwercken ende streckmueren' (SAA, IB # 2990 104)

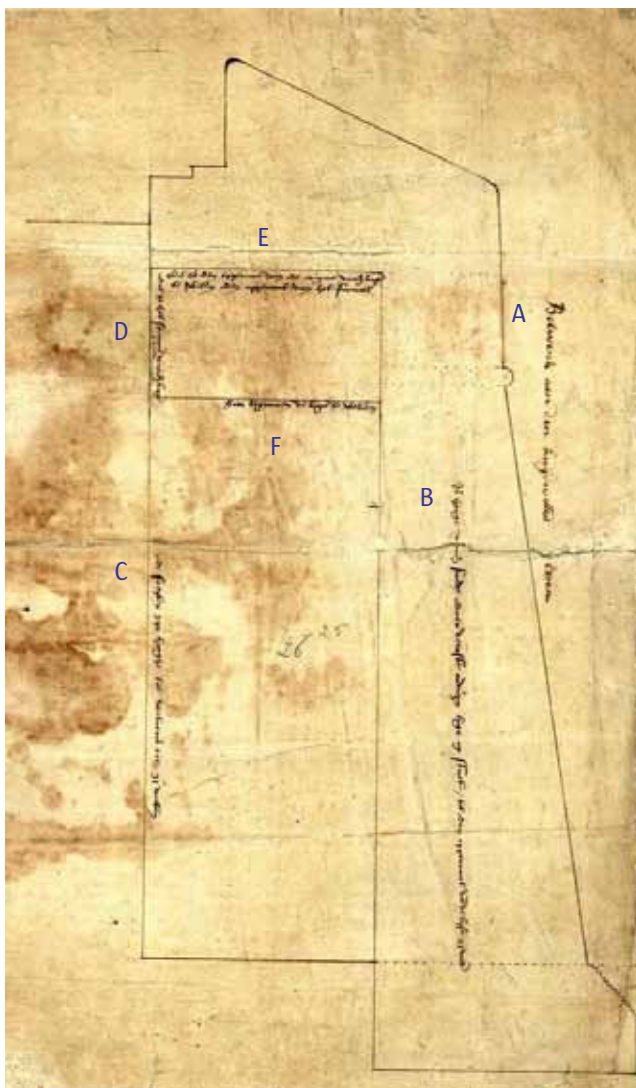
Bouwmaterialen

Tevens leveren de archiefteksten belangrijke omschrijvingen over de herkomst van de bouwmaterialen. Deze informatie is uitermate belangrijk om inzicht te krijgen in de gebruikte steen voor het bastion Huidevetterstoren. In de documenten over de laatste fase van de omwalling (1551-1553) wordt vermeld dat Gilbert van Schoonbeke grondstoffen van de fortificatiemeesters overneemt. De archiefbronnen leren dat het recuperatiemateriaal, de *oude stoffe*, van overal afkomstig kan zijn. Zo wordt afbraakmateriaal vermeld afkomstig van een oude kerk in Zeeland, een klooster, een watermolen en de 'oude muur' (de middeleeuwse stadsmuur).

Naar organisatie toe van het materiaal weten we dat scheepsladingen met kalk en steen worden gelost aan het bargiehuis (nu Zeeuwsekoornmarkt) en opgeslagen in het stadsmagazijn en de Eeckhoven. Grote hoeveelheden krijtsteenblokken worden geleverd (24 schepen met 14.491 perpeynen). In 1548 is er een contract voor 400 schepen baksteen per jaar. In 1549-1550 worden 15 steenovens langs de Hemiksemse Scheldeoever opgericht, wat een jarenlange monopolie op de baksteenmarkt veroorzaakt²⁵.

In 1544 wordt een samenwerking opgezet met Thibaut de Coterau, heer van Glabbeek, voor de levering van Glabbeekse steen, die getest wordt op weerstand tegen kanonkogels²⁶.

Tevens worden kwaliteitseisen voor het materiaal vastgelegd, alsook technische vereisten over dikte en diepte van de muren²⁷.



Notities op dit plan

- A. Bolwerck aen den huijdevetters toren
- B. Is hoogte vande snede daer deerste orduyn lage op staet / tot den oppercant vande lyst 33 voeten
- C. De freyten [steunberen] zyn hooghe tot welvens toe 31 voeten
- D. Dit is het spanne vande boge / 7 voet
- E. Dit is den oppercant van de cruyne vande. boge / te weten den oppercant van het formeel [houten constructie waarop een boog of gewelf gemetseld wordt]
- F. Hier beginnen de bogen te welven

Fig. 14. Zestiende-eeuwse doorsnede van de bastionmuur ter hoogte van de Huidevetterstoren (SAA, 12 # 10794)

²⁵ SAA, R # 1773 36.

²⁶ Soly 1977, op. cit.

²⁷ SAA, PK # 2242

Levering van steen

Op 12 maart 1551 tekent Jan van Beringen, metser, een ontvangstbewijs voor 302 schepen steen, hem geleverd door Gilbert van Schoonbeke (Fig. 15).

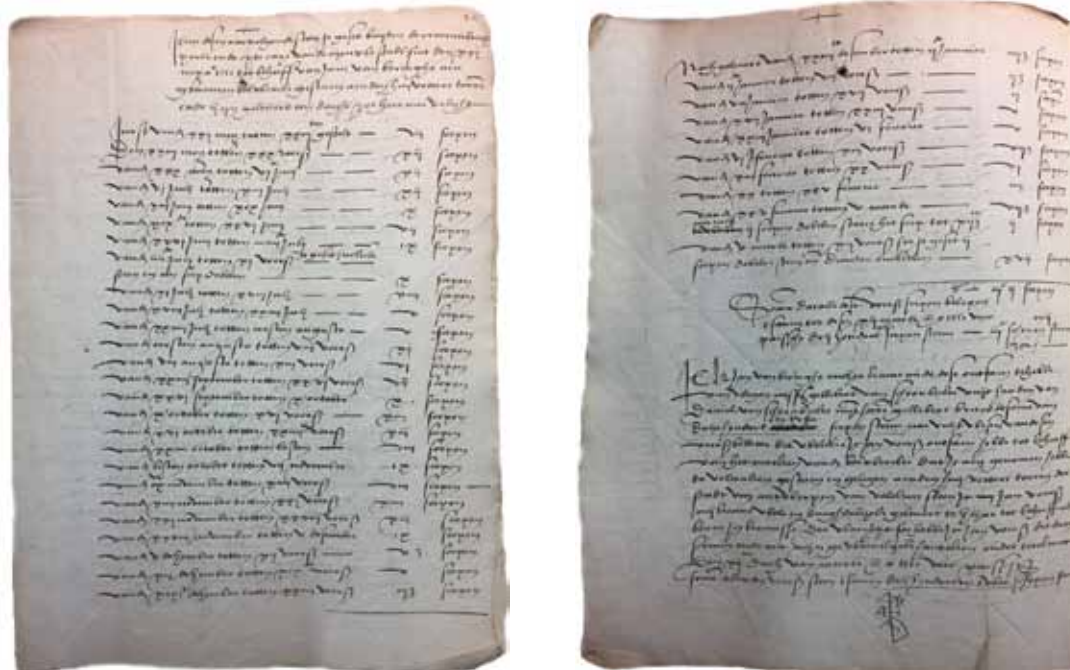


Fig. 15. Jan van Beringen erkent 302 schepen steen ontvangen te hebben van Gilbert van Schoonbeke (SAA, IB # 2992 69 24)

Item desen naevolgende steen is geset buyten de croonenborg porte en de opte caye van de nyeuwe stadt sint den xxi mey a^o 1551²⁸ tot behoef van Jans van beringhe aen genomen bolwerck gestaen aen den huyvetters torren ende zyn geleverd ten daghe zoe hier nae volght

Eerst vanden xxi mey totten xxiii^{ten} gestelt vii scepē

Den xxiii mey totten xxx voers. xii scepē

Vanden xxx mey totten vi juny xii scepē

...

Noch gelevet vanden xxiiii^{te} desember totten ii^{de} janvier iiiih scepē

...

Vanden v meerte totten xii voers. soe is geset ii scepē dubelen steen ende dander enckelen xvii scepē
Somma iii^c ii scepē

Somma dat alle dese voers. scepē belopen tsamen tot desen xii meerte a^o 1551 voer paessche drij hondert en ii scepē steens

Op de hiernavolgende dagen zijn, sinds 21 mei 1551²⁸, de volgende stenen geleverd op de kaai van de Nieuwstad buiten Kronenburgpoort voor Jan van Beringen voor het bolwerk aan de Huidevetterstoren:

vooreerst van 21 mei tot de 23^{ste}:
7 scepē

van 23 tot 30 mei:
12 scepē

van 30 mei tot 6 juni:
12 scepē

...

nog geleverd van 24 december tot 2 januari
4,5 scepē

...

van 5 tot 12 maart 2 scepē dubbele steen, de overige enkele steen: 17 scepē

In totaal 302 scepē

Tesamen belopen al deze scepē tot op vandaag 12 maart 1551 voor Pasen, 302 scepē steen

²⁸. zie voetnoot 29.

Ick Jan van Beringhe metzer kinne mids dese ontfaen tehebbe van wegen M^r Gillebert van Schoonbecke vuyt handen van Daniel van Schoonbecke myns heeren Gillebert bruer de some van drie hondert en twee scepen steens nae vuyt wisen van dese voers. billette

die welcke ic Jan voers. ontfaen hebbe tot behoef van het macken vanden bolwercke dat ic aen genomen hebbe te volmaken gestaen en gelegen aen den huijvetters torren der stadt van antwerpen

van welcken steen ic Jan voers. mij kenne wel en dueghdelijck geleverd te zijne tot behoef als boven

in kennesse der waerhijs soe hebbe ic Jan voers. dit doen scriven ende mit mijn gewoenelyck hanteken onder teeckent den xii^{den} dach van meerte a^o 1551 voer paessche²⁹

Soma allen den voers. steen tsamen drij hondert en twee scepen steene

Ik Jan van Beringen erken hiermede ontvangen te hebben van Gilbert van Schoonbeke, uit handen van Daniël van Schoonbeke, Gilberts broer, 302 schepen steen zoals opgegeven in bovenvermelde lijst

ik Jan van Beringen heb die stenen ontvangen voor het maken van het bolwerk aan de Huidevetterstoren van de stad Antwerpen dat ik zal afwerken

ik erken dat de stenen mij goed en correct geleverd zijn voor het werk zoals hierboven beschreven

met deze kennis heb ik dit doen schrijven en met mijn gebruikelijke handtekening ondertekend, den 12^{den} dag van maart 1551 vóór Pasen²⁹

alle voornoemde steen tesamen 302 schepen steen

In een overzichtelijke maar toch gedetailleerde kwitantie, verklaart Jan van Beringen ontvangen te hebben van Gilbert van Schoonbeke diverse *materiaele stoffe* voor het bouwen van het *bollewercke gestaen aan de huyvetters torren buyten de stadt van antwerpen*.

Het betreft leveringen gespreid over de periode juli 1550 tot september 1552, telkens nauwkeurig met begin- en einddatum aangegeven.

Voor bepaalde materialen bestrijken de leveringen meerdere maanden of zelfs meer dan een jaar. Het soort materiaal is gespecificeerd alsook de hoeveelheden en de prijs.

De totaalsom van de in dit document opgesomde goederen bedraagt 30.341 gulden en 6 stuiver, gerekend aan 20 stuiver de gulden.³⁰ Het betreft:

- 540 schepen *Kallebeekse baksteen* voor de som van 12.432 gulden [baksteen uit Kallebeek, omgeving Hemiksem]
- nogmaals 3.000 stuks van dezelfde *baksteen*, 12.363 gulden
- 4.119 *perpainen*, 259 gulden
- 41 lasten *scorren*, 327 gulden
- 7.672 vrachten kalk, 4.570 gulden
- 4.551 karren *oude stoffe*, 1.349 gulden
- 22 1/2 tonnen *terras*, 10 gulden en
- 13.313 gulden in contant geld

²⁹ De leveringen lopen van 21 mei 1551, over december en januari, tot 12 maart 1551 (oude stijl), de datum van ondertekening van dit document.

³⁰ SAA, IB # 2992 69 18.

3.5. Verder onderzoek

Bij de start van de werken was de stad welvarend en werd de leiding gelegd bij stad-meestermetselaars die elke week de voortgang van de werken rapporteerden aan de rentmeesters. De vraag stelt zich of deze kwaliteit van de werken tot en met de afwerking van de omwalling behouden blijft?

Een volgende belangrijke vraag is of er verschillen kunnen vastgesteld worden tussen de drie grote bouwcampagnes van de omwalling: die van 1542-1549, die van 1549-1551 en die van 1551-1553, deze laatste onder vastgoed-speculant en ondernemer Gilbert van Schoonbeke. Het bastion Huidevetterstoren werd als laatste van de bastions opgericht. Een grondig onderzoek van de gebruikte materialen kan dan ook een belangrijke bijdrage leveren tot de studie van de omwalling en het vergelijkend onderzoek van de verschillende bouwcampagnes (zie deel III.).

Niet alle bouw informatie is terug te vinden in de archieven. Elk opgegraven stuk omwalling vergroot de archeologische kennis en ons inzicht over dit enorme bouwwerk. Toch moet steeds de relatie gelegd worden met het archiefmateriaal. Van de eerste bouw fase van de omwalling ontbreken voor het Keizersbastion en het Kipdorpbastion de archiefbronnen

van de Rekenkamer. De brand in het stadhuis ten gevolge van de Spaanse furie (1576) is hier mogelijk de oorzaak. De rekeningen van de latere bouwfasen (na 1546) zijn beter bewaard. Net van de werken onder Gilbert van Schoonbeke is er een groot archief bewaard gebleven, zowel over de uitgevoerde werken als door de latere processen ten gevolge van slecht uitgevoerde werken.

In het archief van de Insolvente Boedelskamer worden het relaas van conflicten en heel wat processtukken rond Gilbert van Schoonbeke bewaard. Zijn vernieuwende aanpak staat haaks op het oude ambachtelijke reglement. Doordat Gilbert Van Schoonbeke het monopolie heeft op de bouwmaterialen kan hij de prijs fors drukken.

De Antwerpse meester-metselaar Jan van Beringen nam de bouw van ondermeer het bastion Huidevetterstoren aan. Gilbert van Schoonbeke levert alle baksteen, kalk en kalkzandsteen aan en een beperkte hoeveelheid recuperatiemateriaal.

De grootschalige opgraving van het bastion leent zich dus uitstekend om in detail beide bronnen, de historische en de archeologische, met elkaar te vergelijken.



Fig. 16. Afbraak van het bolwerk aan de Huidevetterstoren met op de achtergrond de Kipdorppoort, aquarel van Jozef Linnig, 1866 (SAA, 12 # 2967)

II. HERAANLEG NOORDERLEIEN (2015-2019)

het archeologisch onderzoek van bastion Huidevetterstoren in 2016

Femke Martens

1. Noorderlijn en het archeologisch onderzoek van bastion Huidevetterstoren

Met de aanleg van de Noorderlijn (www.noorderlijn.be) wordt het noorden van Antwerpen met de tram bereikbaar gemaakt en worden ook een aantal belangrijke verkeersassen - waaronder de Noorderleien - opnieuw aangelegd. Het project gaat uit van de Vlaamse Vervoermaatschappij De Lijn, het Vlaams Agentschap Wegen en Verkeer en de stad Antwerpen. De werken werden gegund aan het consortium TramContractors (BAM PPP, PGGM, Cofely Fabricom (ENGIE)). De bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd binnen een uitvoeringstermijn van 40 maanden (maart 2016-2019).

Binnen dit project worden de Noorderleien vernieuwd en krijgen ze hetzelfde wegprofiel als de Zuiderleien. Bij deze nieuwe aanleg komen resten van de zestiende-eeuwse Spaanse Omwalling opnieuw aan het licht (Fig. 1).

Op basis van de ervaring uit de heraanleg van de Zuiderleien werd daarom een archeologisch bestek voorbereid voor de aannemer, waarin verduidelijkt werd welke vestingresten men bij de werken zou aantreffen en hoe ermee om te gaan. Daarnaast werd ook bepaald hoeveel tijd per onderdeel en per ingreep voorzien moest worden voor archeologisch onderzoek. Van zuid naar noord worden bij de werken resten van de omwalling bloot gelegd ter hoogte van de Maria-Theresialei (bastion Huidevetterstoren), het Operaplein (Kipdorppbrug en Kipdorpbastion), de Paardenmarkt (halfbastion en brug van de Rode Poort), de Tunnelplaats (bastion Rode Poort), de Italiëlei tussen de Tunnelplaats en de Noorderplaats (stadsmuur), de Noorderplaats zelf (bastion Schijn), de zone van de Londenbrug (bastion Slijk) en de zone Rijnkaai (stadsmuur).

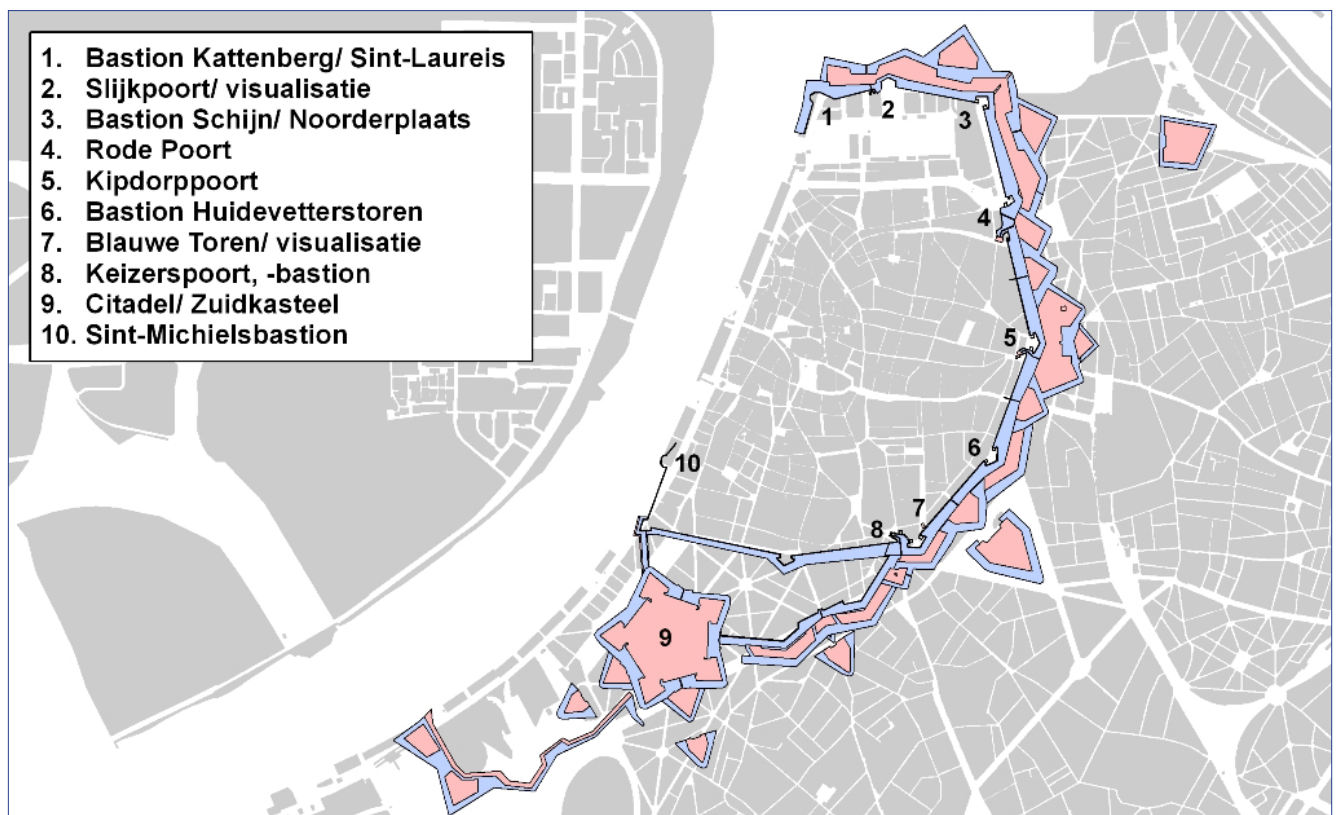


Fig. 1. GIS Projectie van het verloop van de Spaanse Omwalling op het huidige stadsplan

De impact van deze werken is het grootst ter hoogte van bastion Huidevetterstoren en ter hoogte van de Kipdorpsite (brug, bastion en stadsmuur).

De werken ter hoogte van de Kipdorpsite houden verband met de realisatie van een nieuw autoluw plein op het gedeelte van de leien tussen de De Keyserlei en de Franklin Rooseveltplaats. Ondergronds wordt het bestaande premetrostation vernieuwd en komt er een ondergrondse parking en twee autotunnels die het verkeer onder het Operaplein leiden. Bovengronds zal enkel nog beperkt lokaal verkeer en de tram rijden. De autotunnels onder het plein doorsnijden de historische Kipdorpsite en het Kipdorpbastion.

Archeologisch vooronderzoek in 2012 (en eerder ook al in 2006 en 2010) liet toe om de opbouw, bewaringstoestand en exacte ligging van de Kipdorpsite, het Kipdorpbastion en de stadsmuur in kaart te brengen¹. Bij de aanleg van het nieuwe plein worden deze monumentale resten geïntegreerd als een openluchtsite (Fig. 2). Via een trambrug zal de tram over de archeologische site rijden en ook vanuit de autotunnel zullen delen van de brug, het bastion en de stadsmuur zichtbaar zijn.

Waar voor de Kipdorpsite in het voorbereidingstraject ingezet werd op het maximale behoud van de historische resten, bleek dit niet in dezelfde mate mogelijk voor het bastion Huidevetterstoren. De nieuwe premetrostation op de Frankrijklei doorkruist de goed bewaarde resten van dit bastion (Fig. 3).

Tussen midden april en midden mei 2016 werd door de dienst archeologie van de stad Antwerpen een eerste fase van het archeologisch onderzoek van het bastion uitgevoerd. Het onderzoek van de delen van het Huidevetterstorenbastion (site A421) die afgebroken dienden te worden voor de bouw van de nieuwe tunnel was vooraf mee opgenomen in de planning van de aannemer. Dit veldwerk werd uitgevoerd in 21 werkdagen. In het open gedeelte van de nieuwe tunnel werd de zuidelijke voorzijde van het bastion in verschillende niveaus vrij gelegd tot een diepte van meer dan 7 meter onder het maaiveld (Fig. 5, Fig. 7) en kwamen er ook delen van de steunberen aan de binnenzijde van het bolwerk (Fig. 8, Fig. 10), de contouren van de bastionpunt en een deel van de noordelijke voorzijde in beeld (Fig. 6). Na het archeologisch onderzoek werden de muurresten op het tunneltracé afgebroken (Fig. 26) en werd het dak van de tunnel gerealiseerd.



Fig. 2. Visualisatie van de Kipdorpsite

¹. Minsaer en Martens 2013.

Het tweede deel van het onderzoek werd gefaseerd uitgevoerd in vier werkdagen tijdens de maanden juli en augustus 2016. Bij de uitgraving vanuit twee richtingen werd eerst het vervolg van de zuidelijke bastionmuur tot op de basis onderzocht over een lengte van 7 meter en daarna het fundament van steunbeer 8 en de achterzijde van de noordelijk bastionmuur. Na deze registratie werd de muur dwars doorbroken zodat een doorsnede doorheen het metselwerk zichtbaar werd.

Vanuit de andere richting werd de noordelijke flank van het bastion vrij gelegd met een grondprofiel dwars op het grachtniveau. Na de registratie hiervan kwamen de uitgravingen in twee richtingen elkaar tegen en werd ook de vloerplaat van de tunnel aangelegd.

In een derde fase - oktober 2016 - werd ook een diepere sondering uitgevoerd ter hoogte van de bastionpunt. Dit deel werd weliswaar niet bedreigd door de werken. Omwille van het unieke karakter van de halve piramide - bekroond met bol waarmee de bastionpunt werd afgewerkt en die typisch is voor de Antwerpse stadsversterking - werd dit element toch vrij gelegd.

Als laatste fase van het onderzoek is er de registratie van onder meer delen van de kazematten van het bastion. Deze worden vrij gelegd bij de heraanleg van de westelijke rijvakken. De eerder oppervlakkige ingrepen voor deze aanleg hebben echter een beperkte impact op het metselwerk van het bastion.

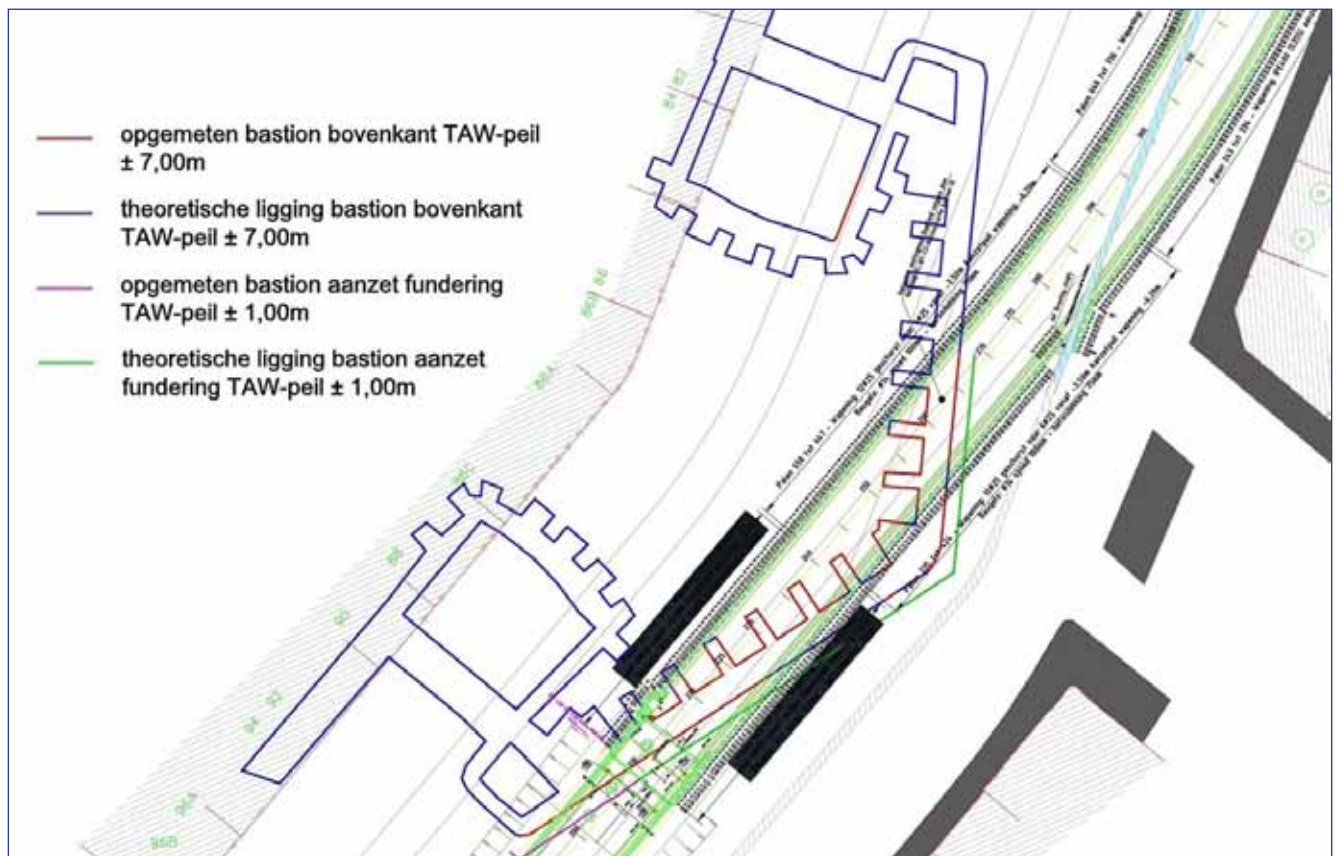


Fig. 3. Grondplan met het bastion op het tunneltracé

2. Het archeologisch onderzoek fase 1: open helling

De voorbereidende graafwerken voor het maken van de tunnelwanden toonden hoe de muurresten van het bastion zich op 80cm onder het maaiveld bevonden en lieten toe om de projectie van het grondplan verder bij te stellen. Het muurwerk werd vervolgens vrijgegraven in drie niveaus zodat alle delen van de muur goed bereikbaar waren voor registratie. De vrijgelegde structuren werden landmeetkundig ingemeten en daarnaast werden ook enkele representatieve stroken muurwerk getekend op schaal. Om zoveel mogelijk informatie te verzamelen werd het geheel fotogrammetrisch opgenomen (orthofoto's), ook in functie van de opmaak van een 3D model.

Van de zuidelijke voorzijde (face) werd in de eerste fase ca. 35m van de geschatte 56m vrijgelegd; een bijkomende 7m in de tweede fase (Fig. 7). De licht hellende muur met een kern uit baksteenmetselwerk was aan de grachtzijde bekleed met een parement uit kalkzandsteen, bewaard over een hoogte van ongeveer 4,80m. Ter hoogte van het afbraakniveau werd een muurbreedte tussen 2,90m en 3m gemeten. De muur steunde op een uitspringend fundament van in totaal 1,62m hoog (baksteenbasis en onderliggende krijtvoet) (Fig. 5). Deze fundering bestond uit baksteenmetselwerk (23 steenlagen; hoogte: 1,18m) waarvan de bovenste 13 treden met kopse lagen en in vertanding gemetst waren met gelige zandmortel. Het rechte deel van het metselwerk was opgebouwd uit afwisselend kopse en strekse lagen (formaat bakstenen: 18cm x 8,5cm x 4cm). Deze opbouw verschilde enigszins van het profiel van de funderingsvoet van het Keizersbastion (Minsaer 2009, 161) alsook van de fundering van de stadsmuur aan de Kipdorpsite (Minsaer en Martens 2013, fig. 9, fig. 18). De baksteenbasis steunde op een niveau van twee lagen witte krijtsteenblokken (hoogte: 44cm). Onderaan het funderingsniveau, ter hoogte van de tweede krijtlaag, werden bij de opgraving ook enkele houten planken aangetroffen. Deze werden mogelijk gebruikt om de bouwsleuf uit te zetten. De totale bewaarde hoogte van muurwerk en funderingsvoet bedroeg dus 6,40m.

Een zestiende-eeuwse bouwtekening van het bastion (zie deel I, Fig. 14) toont hoe de oorspronkelijke muurhoogte van de aanzet van de funderingsvoet tot de onderzijde van de borstwering ca. 9,46m bedroeg. Rekening houdend met de bewaarde hoogte van 4,80m kan dus gesteld worden dat het opgaand muurwerk oorspronkelijk minstens 4,65m hoger was.

De studie van het natuurstenen parement leverde heel wat inzichten op over de opbouw en renovatie van de muur (Fig. 9). De parementstenen van de muur volgden de

hellingsgraad van het bolwerk (ongeveer 9 graden²) en de ronding van de bastiondraai (oreillon). In vergelijking met de bouwstenen van het Keizersbastion of Kipdorpbastion waren de gebruikte blokken kalkzandsteen eerder klein van formaat (hoogte steenlagen: tussen 8cm en 12cm; breedte stenen: 12cm-52cm; diepte stenen: 15cm-33cm). Bij scherp licht vertoonden de gereinigde stenen duidelijke verticale, maar ook schuine kasporen. Het kleinere steenformaat en het feit dat sommige blokken opnieuw gekapt waren, lijkt te verwijzen naar het feit dat voor de bouw van dit bastion ook blokken uit andere bouwwerken - mogelijk ook van de middeleeuwse muur - werden aangewend. In tegenstelling tot de Keizerspoort en het Keizersbastion of ook het Kipdorpbastion werden op het parement geen steenhoudersmerken vastgesteld.

Ter hoogte van het oreillon van de zuidelijke bastionflank was de aanzet van een halve piramide zichtbaar. Dit was typisch voor vestingbouw in Antwerpen in deze periode. Deze halve piramide was zichtbaar boven het niveau van het grachtwater, waarvan het oorspronkelijke niveau afgelezen kon worden van de verwerking van de horizontale voegen in het parement (absolute hoogte waterlijn: 3,50m TAW) (Fig. 5, Fig. 7). De zestiende-eeuwse kaart van Virgilius Bononiensis toont hoe deze piramide bekrond werd door een halve bol, kenmerkend voor de renaissance³. Door de plaats van de berlinerwand voor de nieuwe tunnel kon echter niet vastgesteld worden of deze stenen bol ook hier tot in de laatste fase van het bastion bewaard bleef.

In het parement werden duidelijk renovaties met herbruikblokken of hele partijen regelmatig gekapte stenen waargenomen (Fig. 9). Naast de beige-grijze kalkmortel gebruikt voor de hoofdmuur, werden de renovaties uitgevoerd met een donkergrijze mortel met zwarte spikkels (tras of houtskool). Dagstrepen - indrukken in de horizontale, maar ook in de verticale voegen - gaven het muurwerk na de renovatie een regelmatigere uitzicht. Onder de waterlijn werd een afstrijklaag in roze mortel met chamotte opgemerkt. Naast reparaties van het parement, moet het oreillon op zich in een zekere fase ook grondig gerenoveerd geweest zijn. Dit kan onder meer afgeleid worden uit de onregelmatige opbouw van de baksteenbasis. Hierin werden massieven van metselwerk verwerkt, met onderling verschillende baksteenformaten, alsof ze opnieuw gebruikt waren. Daarnaast was er geen metsersafval op de vertanding van de baksteenbasis aan de zuidelijke bastionhoek, in tegenstelling tot het overige deel van de basis van de zuidelijke face waar dit wel voorkwam (Fig. 7). Dit lijkt ook te wijzen op een andere bouwphase (latere herstelling).

² De hellingshoek van het opgegraven deel varieerde tussen 9,03° en 9,51° of gemiddeld 9,26°.

³ Minsaer 2009, 162, 165.



Fig. 4. Bastion Huidevetterstoren in het midden van de negentiende eeuw (SAA, 76 # 12)



*Fig. 5. De zuidelijke voorzijde met typische piramidale hoek op de bastiondraai.
De muur steunde op een uitspringend fundament van in totaal 1,62 m hoog (baksteenbasis en onderliggende krijtvoet).
De parementstenen van de muur volgden een hellingsgraad van het bolwerk (ongeveer 9°)
en de ronding van de bastiondraai (oreillon). (foto Frederik Beyens)*

De bastionmuren waren aan de binnenzijde verankerd door middel van steunberen uit baksteenmetselwerk (baksteen-formaat: 17,5cm x 8cm x 4cm) gevat in een aarden massa. Deze muren waren ca. 1,58m breed en 4m lang, met een onderlinge tussenafstand van ongeveer 4m. Door de grondvlakken tussen de steunberen op te schaven werden de donker gekleurde bouwsleuven van de hoofdmuren en de steunberen duidelijk zichtbaar (Fig. 8). Algemeen waren de steunberen minder diep gefundeerd dan de hoofdmuur van het bastion. De centrale steunbeer 7 werd volledig vrij gelegd tot op het funderingsniveau (Fig. 10). Het geheel was bewaard over een hoogte van 4,43m. De onregelmatige fundering, opgebouwd met natuursteen, baksteen en mortel, zette 1,70m hoger aan dan de onderzijde van de krijtbasis van de hoofdmuur van het bastion.

Bij het vrijleggen van de noordelijke voorzijde kwam de sterke verwerking van de parementstenen opnieuw duidelijk tot uiting. Veel stenen hadden een geschilferd oppervlak en op verschillende plaatsen waren er sporen van grote reparaties, mogelijk na inslagen door projectielen. Bij het ontmantelen van deze muur na de archeologische registratie bleken heel wat stenen erg broos te zijn, wat mogelijk ook duidde op een slechtere kwaliteit van de gebruikte bouwmaterialen. Samen met de algemeen kleinere formaten van de stenen lijken deze vaststellingen ook te verwijzen naar de moeilijke financiële situatie ten tijde van de afwerking van de omwalling. Door het gebruik van kleinere goedkopere stenen, of mogelijk ook bouw-materiaal van oudere constructies, zal de muur minder sterk geweest zijn met meer nood aan reparaties als gevolg.

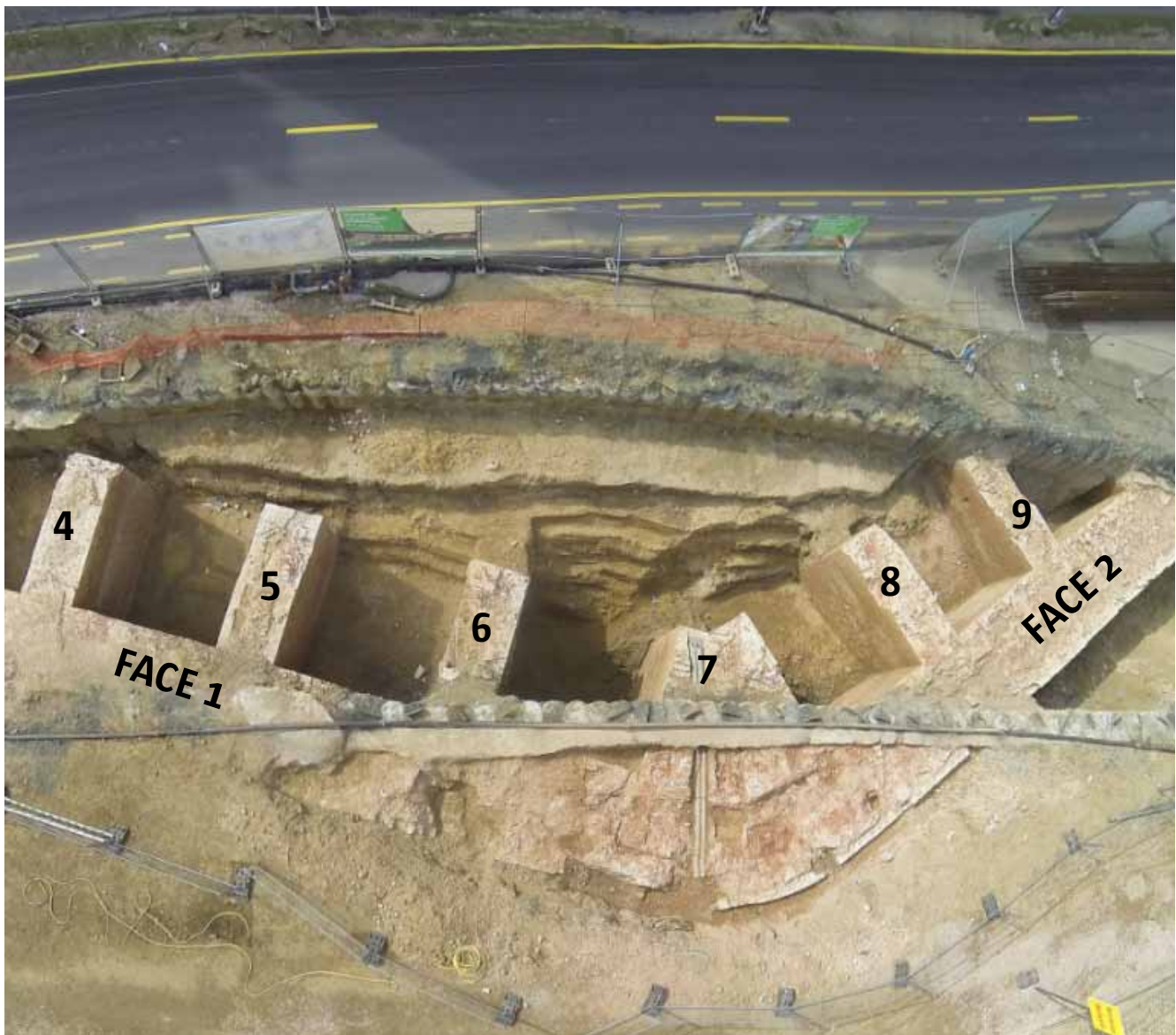


Fig. 6. Luchtfoto van bastion Huidevetterstoren ter hoogte van het tunneltracé

Daar de grachten na het opgeven van de stadsmuur gesaneerd werden en gedempt met afbraakmateriaal, werden over het algemeen eerder weinig vondsten aangetroffen bij de opgraving. Naast scherven en beendermateriaal werden door middel van metaaldetectie - uitgevoerd door metaaldetectorist Dirk Van Hoyer - wel enkele mooie metaalvondsten gedaan. Het ging hierbij onder meer om kogeltjes uit een musketgeweer, metalen

gespen en verschillende munten, waaronder een koperen oord uit de zestiende eeuw (Filips II, 1580-1586). In de dempingslaag werden verder ook architecturale elementen van de bovenste niveaus van het bolwerk gevonden, net als grote metalen muurankers (lengtes tot 72,5cm). Verder bouwkundig onderzoek moet toelaten om deze elementen te situeren in het geheel van de constructie.



Fig. 7. Van de zuidelijke voorzijde (face) werd in de eerste fase ca. 35m van de geschatte 56m vrij gelegd. Deze voorzijde met baksteenbasis en krijtstenen voet werd opgekuist.



Fig. 8. Steunberen uit baksteenmetselwerk (17,5 x 8 x 4cm) verstevigen de binnenzijde van het bastion dat gevuld was met aarde.

3. Het archeologisch onderzoek fase 2: onder het tunneldak

Bij fase 2 van de uitgraving onder het dak van de nieuwe tunnel, werd na het vervolg van de zuidelijke bastionface, ook het fundament van de centrale steunbeer 7 vrij gelegd en die van steunberen 8 en 9. Hierbij werd een variatie in de bouwwijze van elk fundament duidelijk. Het onregelmatige fundament van steunbeer 8 was opgebouwd uit kalksteenblokken, brokken baksteen, een laag kalkmortel (4cm) en daarboven een laag baksteengruis (5cm) (Fig. 11), terwijl het fundament van steunbeer 9 slecht bewaard was, maar ook niet meer dan een mortelbed leek te zijn.

Van het deel van de noordface dat bewaard was onder het tunneldak (resterende hoogte: 2,28m; zichtbare lengte 7,80m) werden zowel de achterzijde, de doorsnede alsook de voorzijde geregistreerd. Het baksteenmetselwerk (baksteenformaat: 17cm x 7cm x 4cm) was gevoegd met grijs-beige kalkmortel. Het fundament (hoogte: 72cm) aan de achterzijde van de muur was zeer onregelmatig opgebouwd met blokken kalksteen, krijt en grote brokken hergebruikt baksteenmetselwerk en daarboven een dunne schelpenlaag in een mortelbed (ca. 15cm).

In de dwarsdoorsnede doorheen deze muur werden naast het muurfundament ook de bouwsleuven van de muur zichtbaar (binnenzijde en buitenzijde bastion) en de aanzet van de gracht (buitenzijde bastion) (Fig. 12). Op het fundament van verspreide blokken kalksteen (hoogte ca. 20cm) was een laag mortel (20 tot 30cm) aangebracht om te stabiliseren. De doorsnede toonde verder duidelijk hoe voor het binnenmetselwerk van de muur, naast concentraties van grijs-beige kalkmortel, ook oude materialen gebruikt werden (brokken natuursteen en baksteenmetselwerk). Het fundament steunde op de natuurlijke tertiaire lagen van bruin-grijs, fijn tot middelfijn glauconiethoudend zand met daarin fossiele schelpen.

Waar het fundament van de noordelijke face onregelmatig was aan de achterzijde, was de voorzijde (vrij gelegde lengte: 8,70m) wel regelmatig opgebouwd met een basis van twee lagen krijtblokken (ca. 42cm) en een baksteenvoet (hoogte: 1,18m), vergelijkbaar in opbouw met de voet van de zuidelijke face. Het aantal baksteenlagen varieerde (in recht vlak: 13 lagen, maar plaatselijk ook 15, afwisselend kops-streks geplaatst; vertanding: 11

lagen kops geplaatst; formaat bakstenen: 17,5cm x 8cm x 4cm) (Fig. 13). Het vertande gedeelte werd opgebouwd met harde beige-grijze kalkmortel.

Van het zandprofiel dwars op de voorzijde van het bastion kon duidelijk afgelezen worden hoe de gracht grondig gereinigd werd voor de afbraak van het bastion. Daarna werd deze in verschillende stappen volgestort met puin van de afbraak (Fig. 14).

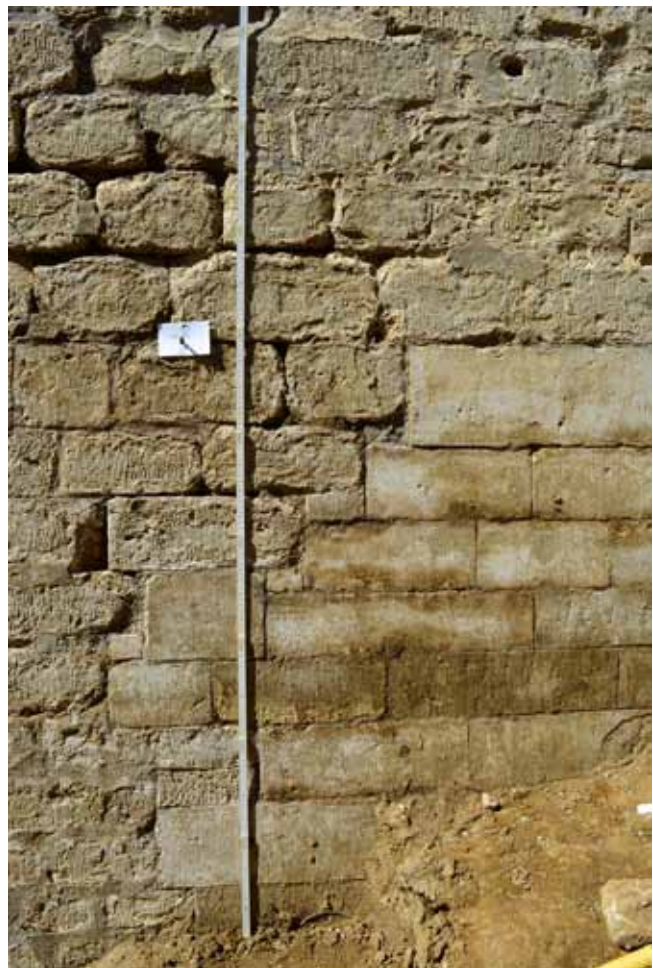


Fig. 9. De sterk verweerde parementzijde met duidelijke sporen van renovatie.



Fig. 10. De centrale steunbeer 7 met fundering en doorsnede van de bouwsleuf. Deze werd volledig vrij gelegd tot op het funderingsniveau. Het geheel was bewaard over een hoogte van 4,43m. De onregelmatige fundering, opgebouwd met natuursteen, baksteen en mortel, zette 1,70m hoger aan dan de onderzijde van de krijtbasis van de hoofdmuur van het bastion (cf. ook Minsaer 2009, 162 voor een vergelijkbare situatie bij het Keizersbastion).



Fig. 11. Het funderingsniveau van steunbeer 8 in de tunnel



Fig. 12. Doorsnede doorheen de noordelijke face



Fig. 13. De noordelijke voorzijde (face) in de tunnel



Fig. 14. Het dwarsprofiel op de voorzijde van het bastion toont de demping van de gracht

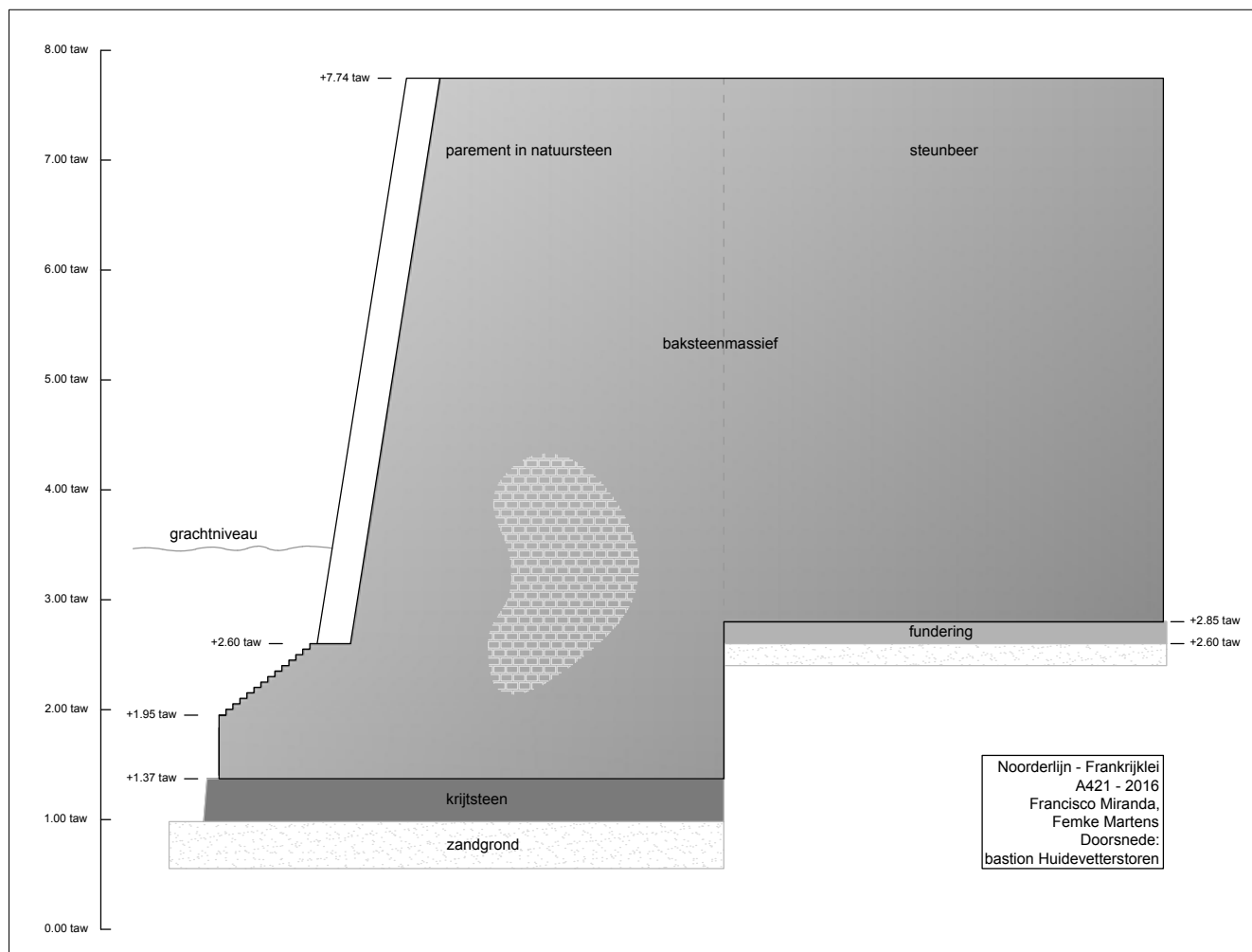


Fig. 15. Profieldoorsnede van bastion Huidevetterstoren, tekening samengesteld op basis van verschillende opmetingen

4. Het archeologisch onderzoek fase 3: onderzoek van de bastionpunt

De voorzijde van het bastion werd vrijgelegd over een afstand van ca. 11m (Fig. 16). Ter hoogte van de bastionpunt bedroeg de beschikbare breedte tussen het parement en een bestaande nutsleidingenkoker slechts 2m. Deze situatie beperkte de ruimte en diepte tot waar de piramide ter hoogte van de bastionpunt vrijgelegd kon worden. Door middel van een beschoeide sleuf (3m x 1,10m) kon lokaal nog 2,40m verdiept worden zodat in totaal 4,70m van de bewaarde muurhoogte in beeld kwam (Fig. 17). Van de halve piramide werd de volledige zuidelijke parementzijde vrijgelegd, uitgezonderd het bakstenen fundament.

De bovenzijde van de massieve kern van de bastionpunt uit baksteenmetselwerk kwam al bij de eerste fase van het onderzoek in beeld. Het vrijleggen van de bastionpunt maakte duidelijk dat het parement van de bastionhoek, net als bij het oreillon van de zuidelijke voorzijde, zorgvuldig gerenoveerd werd. Dit kon afgeleid worden uit de steenmaterialen (zowel Ledesteen als Brusseliaanse kalkzandsteen) alsook uit de mortels.

In totaal werden drie verschillende mortels onderscheiden. Voor de renovatie van het centrale deel werd witte voegmortel met fijne matrix gebruikt, maar daarnaast kwamen ook licht- en donkergrijze trasmortel voor. Het parement van oudere muurpartijen was sterk verweerd en de uitgeloopte voegen werden bij een negentiende-eeuwse renovatiefase ingevuld met grijze trasmortel.

Bij scherend licht kon duidelijk vastgesteld worden hoe heel wat stenen opnieuw gekapt (en dus hier hergebruikt) waren. Bij het kappen diende voor elke steen rekening

gehouden te worden met zowel de hellingsgraad, alsook met de gebogen vorm van de bastionpunt.

Als algemene vaststelling gold opnieuw, zoals ook voor de eerder vrijgelegde zijdes, dat het parement door de kleinere steenformaten en sterke verwerking van het steenmateriaal minder kwalitatief hoogstaand oogde dan met name de punt van het Keizersbastion (ter hoogte van de Nationale Bank).

De piramide (hoogte 2,21m; lengte zijvlak 2,33m; 16 steenlagen) in origineel steenmateriaal bleek nog goed bewaard te zijn. Op basis van de fysische verwerking van de steenlagen door wortels van planten of mossen kon afgelezen worden hoeveel van de piramide boven het grachtniveau zichtbaar was. Anderzijds toonden de uitgeloopte voegen van de steenlagen erboven ook in welke mate het waterpeil fluctueerde. De aanwezigheid van de stenen bol bovenop de piramide kon enkel afgeleid worden uit de negatieve aftekening in het parement. Deze bol, die een kwetsbaar bouwelement was, bleef niet behouden tot in de laatste fase van het bastion (Fig. 18).

Het vrijgelegde muurwerk werd getekend, gefotografeerd en in 3D opgenomen door het bedrijf Ubi3D, zoals ook voor het ontmantelde deel van het bastion in de tunnel toegepast werd.

Na het onderzoek werd de structuur afgedekt met geotextiel en de put opnieuw opgevuld in functie van de heraanleg van de riolering en wegenis.



Fig. 16. Overzicht van de vrijgelegde bastionpunt



Fig. 17. De beschoeide sleuf met de vrijgelegde piramide

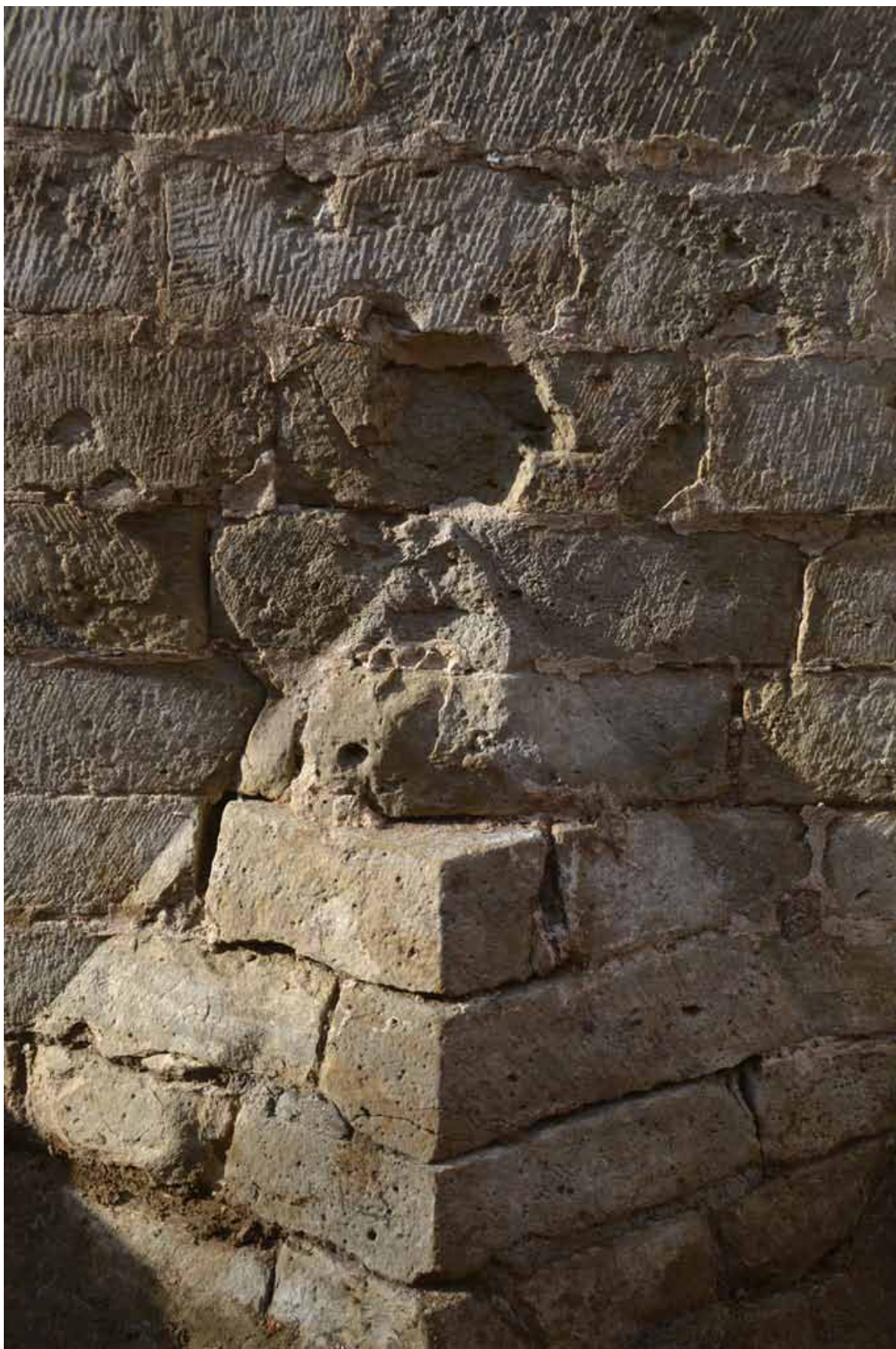


Fig. 18. De bol op de piramide bleef niet bewaard

5. Gerekupereerde steen als bouw materiaal

Tijdens de opgravingen kon op meerdere plaatsen het gebruik van minderwaardig bouw- en recuperatiemateriaal worden vastgesteld. Het bouwen van de omwalling vergde een enorme financiële inspanning en zorgde vrij snel voor chronische tekorten in de Antwerpse stadskas. Voor de bouw van het bolwerk aan de Huidevetterstoren mocht de aannemer een beperkte hoeveelheid recuperatiemateriaal gebruiken (zie deel I.3.2, pagina 10). Vernielde of gesloopte gebouwen uit de omgeving zorgden voor de aanvoer ervan.

Tussen de parementstenen aan de voorzijde van de omwalling werden ook Doornikse kalksteen, kasseisteen en met de beitel bewerkte arduinen dorpels aangetroffen (Fig. 19 t/m 22)⁴.

In de fundering aan de binnenzijde van de omwalling, werd afbraakmateriaal van gemetste muren mee verwerkt (Fig. 23).

Deze voorbeelden wijzen duidelijk naar een toename van het gebruik van recuperatiemateriaal in de afwerkingsfase van de omwalling onder Gilbert van Schoonbeke.



Fig. 19. Een onderdorpel of latei in blauwe hardsteen werd mee verwerkt in het parement en is voorzien van frijnslag en randslag, aangebracht met een ceseel.

Bemerk ook de overhoeks geplaatste vierkante uitsparingen voor het plaatsen van smeedijzeren staven (geerden).



Fig. 20. Geprofileerde bouwelementen herbruikt tussen de parementstenen

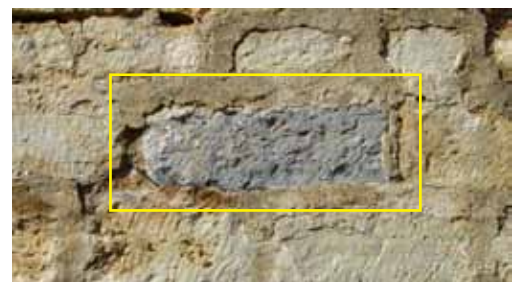
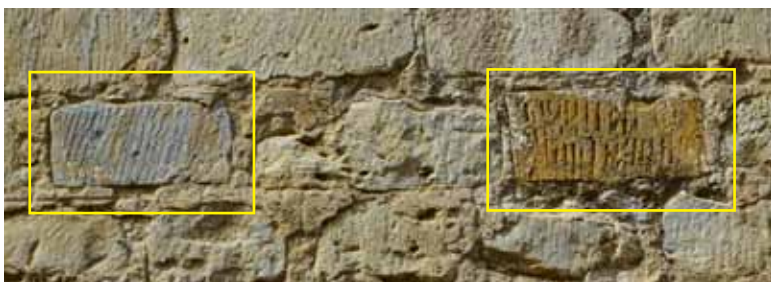


Fig. 21. Blauwe hardsteen voorzien van een schuine frijnslag en een leemkleurige gegroefde bouwsteen

Fig. 22. Ruw gekapte Doornikse kalksteen

⁴ Identificatie en beschrijving door Leo De Schutter.



Fig. 23. Fundering uit ruwe blokken zandsteen, kalksteen en voornamelijk sloopafval, tunnelzone

6. Ontsluiting en publiekswerking

Na afloop van de eerste onderzoeksfase werd op 8 mei 2016 een bezoekdag georganiseerd op de site aan de Frankrijklei en kon het publiek de archeologische vondst bezichtigen (Fig. 24). Met 2600 belangstellenden was deze dag een groot succes. Kort daarna werden de werken voor de tunnel hervat en de onderzochte bastionmuren afgebroken (Fig. 26).

Het archeologisch onderzoek aan bastion Huidevetterstoren bood een goed beeld van de constructiewijze en latere renovaties van het bolwerk. Hieruit bleek dat, hoewel de basisprincipes van de structuur gelijkaardig waren, er toch ook een aantal metrische, bouwtechnische en vormelijke aspecten waren, die specifiek waren voor dit bastion⁵. Naast de algemeen goede bewaringstoestand van de bastionmuren, vielen vooral de kleinere afmetingen en schijnbaar ook minder goede kwaliteit van de parementstenen op.

Bij de afbraak na afloop van het onderzoek werden de beste stenen bijgehouden voor verder onderzoek en voor de restauratie van de Kipdorpsite.

Naast de gewone archeologische registratie (tekenen, fotograferen, digitale opmeting) werd het gedeelte van de bastionfacen ook volledig gefotografeerd voor de opmaak van een 3D model. Dit werd uitgevoerd door de Antwerpse startup Ubi3D (www.ubi3d.com) (Fig.25). Met dit resultaat kunnen de opgegraven bastionmuren toch nog vanuit verschillende oogpunten bekeken worden, zodat men ook na de afbraak nog virtueel kan rondwandelen in en langs het bastion. De hoge resolutie van de beelden toont bovendien nog heel wat extra details van het gebouw. Op deze manier is het 3D model niet alleen interessant voor allerlei publieksdoeleinden, maar ook een goede aanvulling op de archeologische documentatie.



Fig. 24. 2600 bezoekers bezochten het bastion op de publieksdag. (foto Frederik Beyens)

⁵ De vergelijking van de resultaten van de opgravingen ter hoogte van het Keizersbastion, Huidevetterstorenbastion en het Kipdorpbastion moet toelaten om de eigenheden van elk van deze bolwerken te duiden.

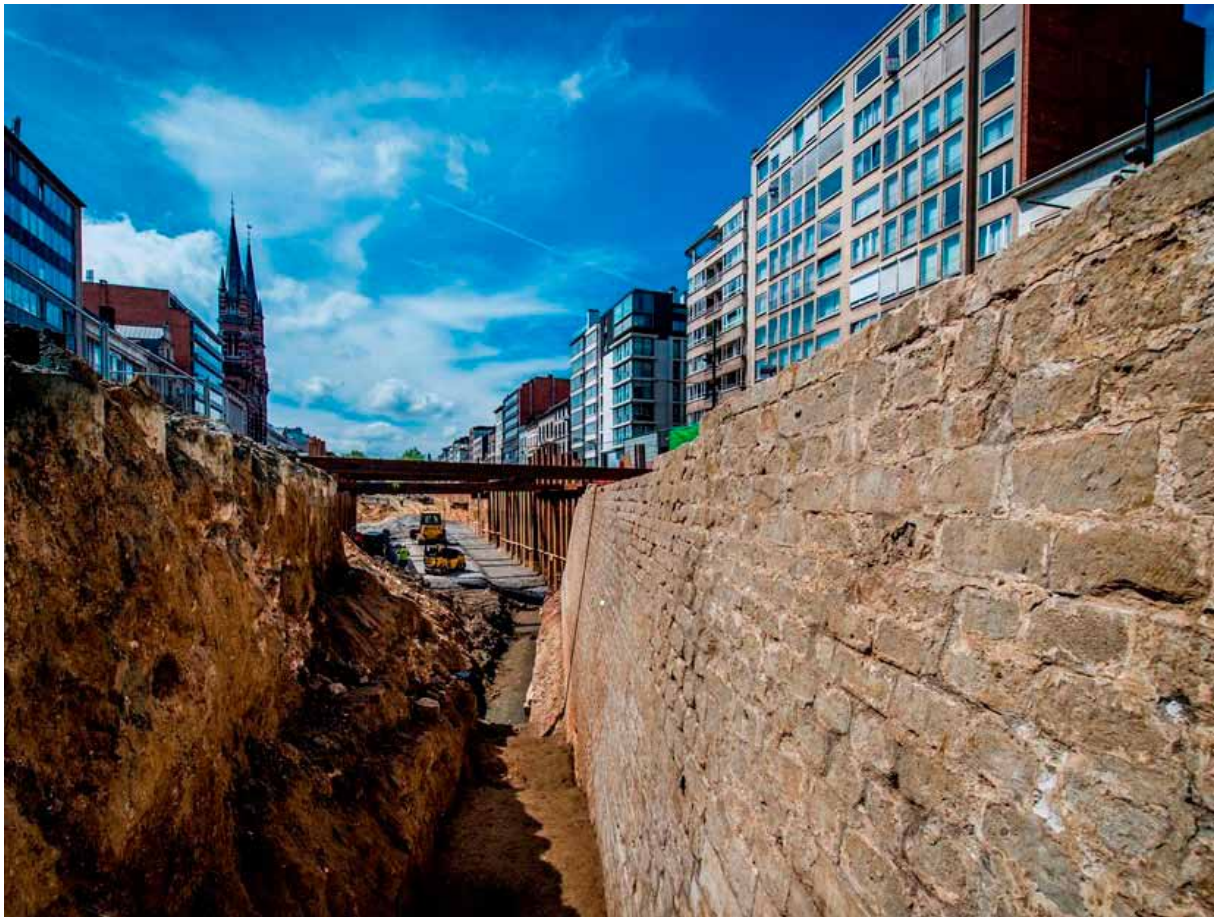


Fig. 25. De onderzochte bastionmuur daags voor de afbraak (Foto Frederik Beyens) .



Fig. 26. Een deel van het bastion Huidevetterstoren verdwijnt voor de nieuwe metrotunnel.

Bibliografie (deel II)

Lombaerde P. (red.), 2009, *Antwerpen versterkt. De Spaanse omwalling vanaf haar bouw in 1542 tot haar afbraak in 1870*, Brussel-Antwerpen.

Mertens F. H. en Torfs K.L., 1846, *Geschiedenis van Antwerpen 4*, Antwerpen.

Minsaer K., 2009, Archeologisch onderzoek van de Spaanse omwalling. In het bijzonder de site van de Keizerspoort, in: Lombaerde P. (red.), *Antwerpen Versterkt. De Spaanse omwalling vanaf haar bouw in 1542 tot haar afbraak in 1870*, Brussel-Antwerpen, 146-181.

Minsaer K. en Martens F., 2013, *Brabo 2 - Leien Fase 2. Archeologische sonderingen op het Operaplein (Frankrijklei/Italiëlei)*. A312 Eindrapport, Antwerpen.

Soly H., 1977, *Urbanisme en kapitalisme in Antwerpen in de 16de eeuw* (Gemeentekrediet van België. Historische uitgaven Pro Civitate, reeks in-8°, 47), Brussel.

III. MICROSCOPISCH EN PETROGRAFISCH ONDERZOEK VAN DE BOUWMATERIALEN VAN BASTION HUIDEVETTERSTOREN

Leo De Schutter

Inleiding

Tijdens de opgraving van het bastion Huidevetterstoren werden monsters genomen van de gebruikte natuursteen, van de baksteen, van de mortels en van het zwarte zand, teneinde een uitgebreid onderzoek op deze materialen te kunnen uitvoeren.

Zo was ook bij de heraanleg van de Zuiderleien in Antwerpen (fase 1, 2002-2015), bij het blootleggen van het Keizersbastion (Minsaer 2009), op de bouwstenen en de mortels een petrografisch onderzoek uitgevoerd (Degryse 2006).

Natuurstenen identificeren, hun oorsprong achterhalen en eventuele bewerkingssporen die op de steen werden aangebracht interpreteren, zijn zaken die voor de archeoloog niet altijd evident zijn.

Een studie van het bouw materiaal door middel van macroscopisch en microscopisch onderzoek levert dan ook informatie op die een toegevoegde waarde kan geven aan een archeologisch rapport en die bovendien bevestiging geeft over de herkenning en de oorsprong van de gebruikte bouwstenen. Eventuele handelsrelaties kunnen hierbij achterhaald worden.

Technische eigenschappen van de natuursteen worden niet behandeld in deze studie, maar zijn terug te vinden

in de publicaties van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB).

In het eerste hoofdstuk wordt de methodologie beschreven die gevolgd werd bij het microscopisch en petrografisch onderzoek van de bouwstenen.

De zandige bodem waarop de Spaanse Omwalling werd gebouwd levert belangrijke geologische en paleontologische informatie op die behandeld wordt in het tweede hoofdstuk.

Het bolwerk werd gebouwd met baksteen en witte natuursteen en is gefundeerd op krijtsteen; deze elementen worden uitvoerig beschreven in hoofdstuk drie.

Dat de tand des tijds en mogelijk ook verschillende veldslagen invloed hebben gehad op de omwalling wordt aangetoond in hoofdstuk vier.

Door de eeuwen heen werden verschillende mortelsamenstellingen gebruikt. De Romeinen hadden reeds de kennis om een sterke en waterdichte mortel aan te maken. Ook in de middeleeuwen en in de nieuwe tijd werd deze techniek verder gebruikt. In hoofdstuk vijf worden twee belangrijke mortelsamenstellingen van het bastion behandeld.

1. Methodologie voor het microscopisch en petrografisch onderzoek

De aangeleverde monsters van de kalksteen werden grondig gereinigd met water en borstel. De krijtsteen werd met een zachte borstel schoongemaakt. Het zwarte zand werd gewassen en vervolgens door meerdere zeven, met verschillende maaswijdtes gezeefd. Gegevens zoals naam van de site, plaats en datum van monstername werden genoteerd.

Een eerste macroscopisch^{*1} onderzoek op de monsters bestond uit het observeren en beoordelen van kleur, vorm, breukvlak, hardheid, verwerking, macroporiën en eventuele aanwezigheid van bioturbatiepatronen*.

Van elk monster werd nadien een klein representatief stukje afgeslagen zodat verder onderzoek onder het binoculair* kon uitgevoerd worden.

Bij het microscopisch onderzoek van de gesteenten werd de textuur* van de verse breuk onderzocht waarbij korrelgrootte, aard van de zandkorrels, verspreiding, dichtheid en eventuele macrofossielen of bioklasten werden beoordeeld.

De monsters werden vervolgens voorbereid teneinde een dunne doorsnede (slijpplaatje) aan te maken. Hiervoor

werd één zijde handmatig volledig vlak geschuurd op een glasplaat met systematisch gebruik van carborundum schuurpoeder met verschillende hardheid. Het zeer fijne vlakgeschuurde oppervlak werd daarna met Entellan® lijm op een gestandaardiseerd glasplaatje (48 x 28 x 1,35 mm) gekleefd. Na het uitharden van de lijm werd de andere zijde van het monster op dezelfde wijze vlakgeschuurd tot een dikte van het gesteente bereikt werd van ongeveer 30 µm.

Eens de slijpplaatjes klaar, kon een petrografisch onderzoek worden uitgevoerd waarbij de hoofdcomponenten van de matrix* onderzocht werden, zoals grootte en vorm van de kwarts- en glauconietkorrels, bioklasten, porositeit, cementering van de korrels en eventuele aanwezigheid van accessorische mineralen*.

Bij een petrografisch onderzoek kunnen kenmerkende eigenschappen van Ledesteen, Brusseliaanse steen of varianten hierdoor herkend worden, hoewel dit niet altijd even duidelijk is omdat Ledesteen en Brusseliaanse steen soms uit dezelfde laag ontgonnen werden.

Alle microscopische opnames werden met een digitale HD-camera gemaakt.

¹. Termen aangeduid met een sterretje worden toegelicht in het Lexicon.

2. Geologie – Geografie – Paleontologie

Miocene* en Pliocene* afzettingen in Vlaanderen bestaan integraal uit zandige formaties. Het Mioceen begon met een mariene transgressie, die de jongste afzettingen van de onderliggende Boomse klei ten dele weg erodeerde. Op de klei van Boom werden vervolgens zandpakketten afgezet, soms vermengd met wat klei, die in de *Formatie van Berchem* en de *Formatie van Diest* verdeeld worden. (Tertiair/Mioceen) (mededeling K. Hoedemakers)

Series	Lithostratigraphy
Upper Miocene	Diest Formation Deurne Sands
Middle	Berchem Formation Antwerpen Sands
Lower Miocene	Kiel Sands Edegem Sands

Fig. 1. Lithostratigrafie van het Neogeen in de omgeving van Antwerpen, volgens De Meuter & Laga (1976) en Louwye & Laga (2008)

De Berchem Formatie is onderverdeeld in de *Zanden van Antwerpen*, de *Zanden van Kiel* en de *Zanden van Edegem*.

Ontsluitingen van Miocene zanden werden ten zuiden van de stad en in het stadscentrum zelf ontdekt tijdens de aanleg van de Ring rond Antwerpen en tijdens de pre-metrowerken in het stadscentrum. Hierbij werd vastgesteld dat de zwarte Zanden van Antwerpen een enorme rijkdom aan fossielen bevatten (Backeljou 1984).

De omwalling van het bastion Huidevetterstoren is gebouwd op de Zanden van Antwerpen; grondbemonstering van het Miocene zand onder de krijtsteenblokken was hier dus aangewezen.

De bovenste zone van het *Antwerpiaan* wordt gevormd door de Zanden van Antwerpen waarvan de topzone gekenmerkt wordt door een schelpenbank. De onderste zone wordt ingenomen door de Zanden van Edegem. Dieper zit de afzetting van de klei van Boom (*Rupeliaan*).

Stratigrafische indeling van de Miocene zanden (mededeling K. Hoedemakers):

- *Zand van Antwerpen*. Onderkant: zwart (vers), donkergroen (verweerd), zand met veel glauconiet en kwarts en een kleine hoeveelheid klei. Bovenkant: veel en matig fijn glauconiet met kwarts.
- *Zand van Kiel*: fijn blauw zand, met kwarts; bovenkant met typische 'kielknolletjes'; onderkant zonder die knolletjes, ca. 1% klei, groen zand bij verwerking.
- *Zand van Edegem*: fijn, kleiig, glauconiethoudend en grinthoudend zwart zand, met kwarts die de aanzet geven voor de fundering van de omwalling; groen bij verwerking.

De blokken krijtsteen rusten boven op het Zand van Antwerpen. Deze laag bestaat voornamelijk uit fijn glauconiet (zowel vers als verweerd) en fijne afgeronde tot subafgeronde kwarts; het kleiaandeel is echter zeer miniem. Granulometrisch* gezien hebben de glauconietkorrels dezelfde grootte als de kwartskorrels.

Onderaan de laag Zand van Antwerpen zit de bovenkant van het Zand van Kiel, een zwarte laag met ongelijke, grotere glauconiet- en kwartskorrels die tegen elkaar kleven door het kleiig-lemige zand. In deze laag zitten veel microfossielen die met het blote oog niet zichtbaar zijn; het bevat ook zeer fijn schelpengruis.

Fossielen die voorkomen in het Miocene zand zijn o.a. bivalven, gastropoden, foraminifera, ostracoden, bryozoa, echinodermen en nannofossielen*.

De meest voor het oog herkenbare gidsfossielen zijn *Glycymeris obovata baldii*, *Glossus lunulata crassus*, *Turitella*, fragmenten van zeepokken en zee-egelstekels.

De microfossielen zijn enkel microscopisch waarneembaar; zij leveren belangrijke gegevens voor de paleontoloog. Aan de hand van de aanwezige fossielen in het zwarte zand kan men besluiten dat de temperatuur van het zeewater miljoenen jaren geleden veel hoger lag dan nu.



Fig. 2. Grondmonster onder de krijtsteenblokken. Het zwarte Zand van Antwerpen is zeer glauconietrijk (> 60%), bevat veel kwartskorrels, kleimineralen en kenmerkende gidsfossielen (schelpen), A421-M66, face 1.



Fig. 3. Zeefstaal van het zwarte zand: groene en zwarte glauconietkorrels, doorschijnende kwartskorrels (helder); korrelgrootte 0,125 - 0,265 mm



Fig. 4. Afzetting van verschillende schelpenbanken in het zwarte zand onder de bastionmuur, een gevolg van stormafzettingen (tempestieten), tunnelzone



Fig. 5. Microscopische opnames fossielen

1. *Glycymeris obovata baldii*, groep van de tweekleppigen (bivalven), $\varnothing$ 6 cm (macroscopische opname)
2. *Naticidae* slak, groep van de mollusken, eveneens gastropode, $\varnothing$ 16 mm
3. *Cidaris belgica*, fragment van een zee-egelstekel, lengte 5,5 mm
4. Bryozoa, in zee levende kleine mosdiertjes, $\varnothing$ 5,5 mm
5. Fragmenten van kaken van *Gadidae* (kabeljauwachtigen), lengte 3 mm
6. *Cirripedia*, fragment van een rankpootkreeft, lengte 2 mm



Fig. 5. Microscopische opnames fossielen (vervolg)

7. *Colus curtus*, behoort tot de groep van de gastropoden, lengte 3 mm

8. *Turitella incrassata*, weekdier, behoort tot de groep van mollusken, eveneens gastropode, lengte 4,5 mm

9. Fragment van een benthische foraminifeer, ééncellig kalkskelet dat op de zeebodem leeft, lengte 6 mm

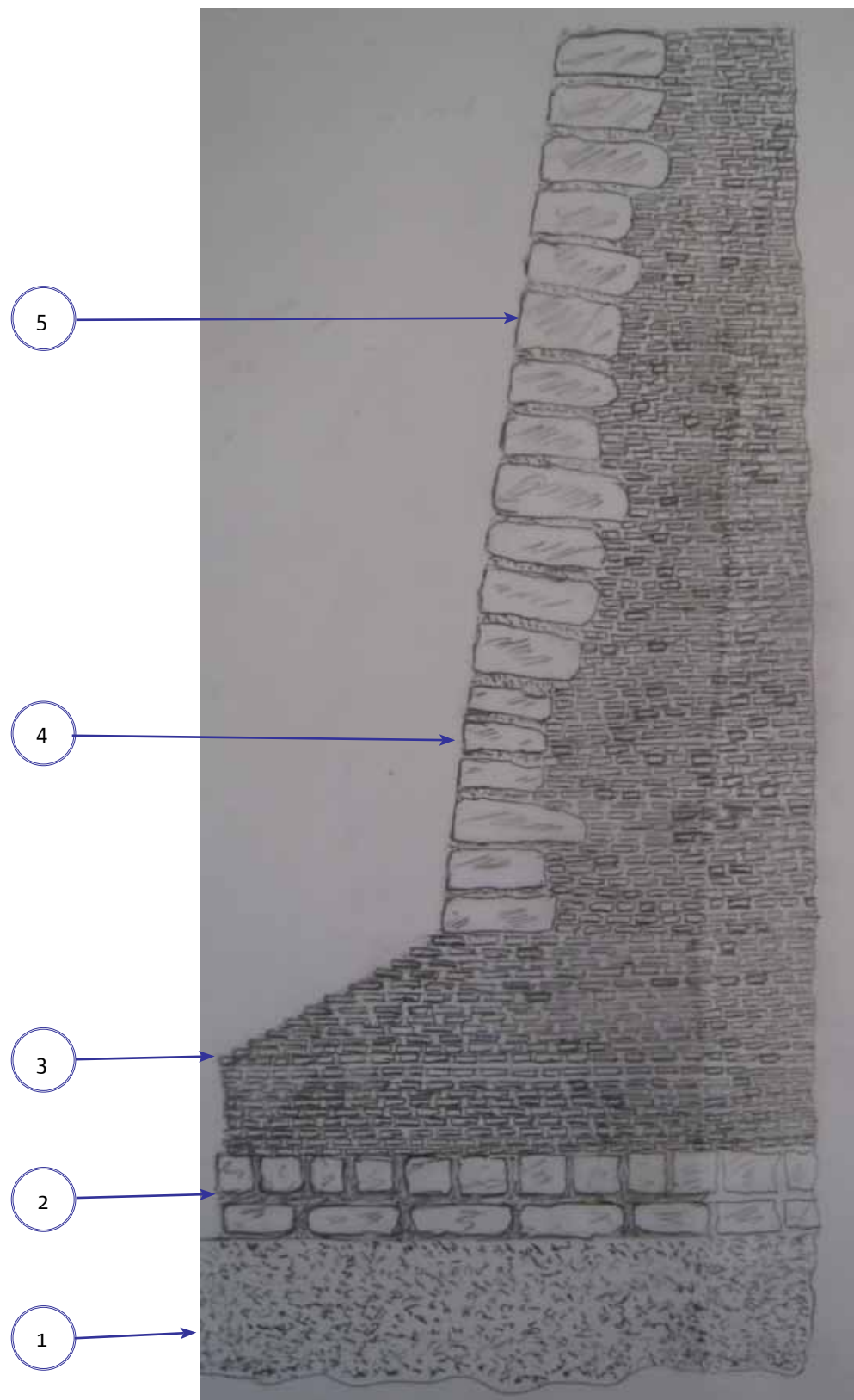
10. Centraal deel van een slakkenhuis, lengte 8 mm

11. Fragment van een zeepok; zeepokken zetten zich vast op schelpen, hout, enz., hoogte 6,5 mm

12. Botfragmenten, hoogte 1,5 mm

13. Vissentand, hoogte 2 mm

14. *Glossus lunulata crassus*, hoogte 4 cm



*Doorsnede face Huidevetterstorenbastion (schets door de auteur)
Zie eveneens de profieldoorsnede van bastion Huidevetterstoren in
deel II, Fig. 15*

1. Glauconiet- en fossielrijk zwart zand
2. Krijtsteenblokken
3. Bakstenen fundering
4. Kleinere parementsteen: Brusseliaanse steen
5. Grote parementsteen: Ledesteen

3. Beschrijving en onderzoek van de bouwstenen

3.1. Krijtsteen

Alle krijtachtige steensoorten uit de krijtlagen van het huidige Noord-Frankrijk vallen onder de algemene noemer *Avendersteen* die gewonnen werd in ondergrondse groeven.

Enerzijds zijn er de gewone ondergrondse galerijen, ontgonnen volgens de *kamer en pijler methode* in de omgeving van Avesnes-le-Sec langs de Schelde, ten zuiden van Valenciennes, toenmalig graafschap Henegouwen van waaruit voornamelijk het hertogdom Brabant van krijtsteen werd voorzien; dit is de Avendersteen *sensu stricto*.

Anderzijds zijn er de flesvormige ondergrondse groeven, Catiches* genaamd, uit de omgeving van Lézennes, langs

de zuidkant van de agglomeratie Rijsel, van waaruit voornamelijk het graafschap Vlaanderen van krijtsteen werd voorzien; dit is de *steen van Lézennes* of Avendersteen *sensu lato*.

Dat er in het scala van krijtstenen een variatie in paleontologische en mineralogische samenstelling voorkomt, is te verklaren doordat de krijtstenen uit verschillende gebieden komen en van licht verschillende geologische ouderdom zijn. Op de geologische tijdschaal vindt men Avendersteen terug onder het Turoon* (Tolboom et al. 2009). Avendersteen werd tot ver buiten de grenzen uitgevoerd en gebruikt als parementsteen.



Fig. 6. Onderfundering face 1, krijtsteen boven op de zwarte laag

De krijtvoet aan de voorzijde van het parement, onderaan de baksteenbasis, bestaat uit twee lagen krijtsteenblokken, de eerste laag in een kops verband, de tweede laag in strekken. Meer noordwaarts in de tunnelzone werd een zone met enkel kopse lagen vastgesteld.

De gekapte blokken krijtsteen hebben een hoogte tussen 18 en 20 cm, een breedte tussen 20 en 25 cm en een lengte tussen 45 en 60 cm. De voegbreedte varieert tussen 3 en 6 cm.

Op sommige plaatsen werd over een tweetal lopende meter een laag krijtsteen vervangen door een laag zandige kalksteen met kleinere dikte. Waarschijnlijk houdt dit verband met de afmetingen van de krijtsteenblokken in relatie tot het aanzetpeil van het bakstenen metselwerk.

Meer noordwaarts, in de tunnelzone, werden voor de fundering van de omwalling grote partijen afbraakmateriaal

gebruikt (Fig. 8). Verwoeste of gesloopte gebouwen werden door de stad opgekocht en delen daarvan in de fundering verwerkt. (zie deel I.3.2, pagina 10).

Het zwarte zand waarop de krijtsteen rust, bevat een hoog percentage glauconiet (tot 60 % en meer)² waarbij onder invloed van de bovenbelasting (bakstenen fundering en parement) de glauconietkorrels worden verbrijzeld. Hierdoor bestaat het gevaar dat het gedragsspatroon van de zwarte grond overgaat van zandig naar kleilig. Dit levert een potentieel gevaar voor verzakking van het bouwwerk. (Maertens et al. 2012, 37)

In voorgaand onderzoek werd vastgesteld dat de volledige omwalling gefundeerd is op meerdere lagen krijtsteenblokken. Voor wat betreft het bastion Huidevetterstoren kan men zich de vraag stellen waarom er voor de zachte krijtsteen gekozen werd als aanzet voor de fundering?



Fig. 7. Onderfundering parementzijde van face 1: kalkzandstenen vervangen een laag krijtsteenblokken

² Bij de aanleg van de hogesnelheidslijn tussen Brussel en de Nederlandse grens werden twee tunnels geboord tussen het Koningin Astridplein en het Damplein, dwars door de glauconietrijke Zanden van Antwerpen. Voorafgaand aan deze werken werd een grondig geotechnisch onderzoek uitgevoerd. (Maertens et al. 2012, 34)



Fig. 8. Funderingsvoet binnenzijde bastionmuur: gemengd gebruik van afbraakmateriaal, krijtsteen en Brusseliaanse kalkzandsteen, tunnelzone. Bemerkt de grote schelpen die zorgen voor een egalisatie tussen natuursteen en baksteen.



Fig. 9. Zetting in onderliggend glauconietrijk zand, face 1. Het breken van de krijtsteen en het scheuren van het baksteenmetselwerk is hiervan het gevolg.

Macroscopische beschrijving

De krijtsteen heeft volgende specifieke kenmerken: de steen is heel wit van kleur, heeft een hoog gehalte aan krijtkalk (coccolieten), bevat talrijke microfossielen en heeft een fijnkorrelige textuur. Hij is zeer zacht en krasbaar met de vingernagel. Bovendien vertoont de krijtsteen een sterk hygroscopisch gedrag: een klein stukje krijtsteen blijft gemakkelijk aan de tong kleven. In tegenstelling tot de Avendersteen *sensu stricto* zijn hier geen zichtbare bioturbatiepatronen of glauconiet terug te vinden.

Bovenstaande verschillen tonen aan dat de gebruikte

krijtsteen niet als Avendersteen *sensu stricto* kan worden beschouwd (Debonne et al. 2010, 213).

Macroscopisch zijn in krijtsteen fragmentjes van bivalven en volledige foraminiferen waar te nemen. Gipsnaalden zijn tevens goed vertegenwoordigd en regelmatig verdeeld in de krijtmassa. Op een verse breuk van het monster is een duidelijke aflijning te zien tussen de krijtwitte buitenkant en een lichtbeige zone die naar de binnenkant toeloopt. Vroeger werd zuiver krijtsteen ook gebruikt om schoolkrijt van te maken.



Fig. 10. Zeer zachte, witte, fijnkorrelige, homogene krijtsteen, A421-M65, spoor 66, face 1; Bte: 21 cm

Microscopische beschrijving

Krijtsteen is een sedimentair gesteente dat hoofdzakelijk bestaat uit algen, ééncellige organismen zoals coccolieten - die zeer kleine plaatjes van calciëten nalaten, niet meer dan een honderdste van een millimeter groot - en foraminiferen.

Onder het binoculair zijn talrijke kleine foraminiferen alsook naaldvormige gipskristallen terug te vinden.

Onderzoek van de dunne doorsnede A421-3 levert karakteristieke gegevens die een vingerafdruk leveren van dit krijtgesteente. In het beeld door de microscoop zijn hoofdzakelijk microfossielen zoals foraminiferen te zien (125 tot 250 μm) die zeer dicht bijeen liggen in een micritische* carbonaatmatrix. Tevens zien we goed herkenbare volledige grote en kleinere dunwandige bivalven (ostracoden: dikte 20 μm) en sporadisch gefragmenteerde dikkere bivalven (inoceramus: tot 35 μm). Ook treffen we in de matrix kleine buisvormige doorsnedes aan (50 tot 85 μm) en driehoekige, rechthoekige en ruitvormige insluitels. Twee bijeengepakte selenietkristallen (450 μm) met kenmerkende habitus* tekenen zich mooi af in de carbonaatmatrix. De krijtsteen kent slechts een kleine macroporositeit. Kwarts- of glauconietkorrels zijn nergens terug te vinden.

In het slijpplaatje zijn twee verschillende zones te herkennen: een bioklastenrijke zone en een fijne carbonaatmatrix waar weinig bioklasten, onregelmatig verspreid in voorkomen. Mogelijk is deze verdeling het gevolg van bioturbatie. Het gesteente kan volgens de classificatie van Robert J. Dunham beschouwd worden als een bioklastische *wackestone-packstone*.

De aanwezigheid van ostracoden (kreeftachtigen), bivalven (tweekleppigen), crinoiden (zee-egels) maar vooral de uitgesproken aanwezigheid van foraminiferen (ééncelligen) wijzen op de krijtsteen van Lézennes, ook de Vlaamse Avendersteen genoemd. (Tolboom et al. 2009)

De krijtsteen in de onderzochte zone is afkomstig van Rijsel (Leie-Deule bekken) en is van Coniaciaan* ouderdom (89,3 - 86,3 Ma). Vermoedelijk werd de krijtsteen aangevoerd via de Deule-Leie-Schelde tot in Antwerpen.

Microscopische opname: Krijtsteen van Lézennes



Fig. 11. Macro opname: slijpplaatje krijtsteen van Lézennes, A421-3



Fig. 12. Detail krijtsteen: volledige foraminifeer, ø 1 mm

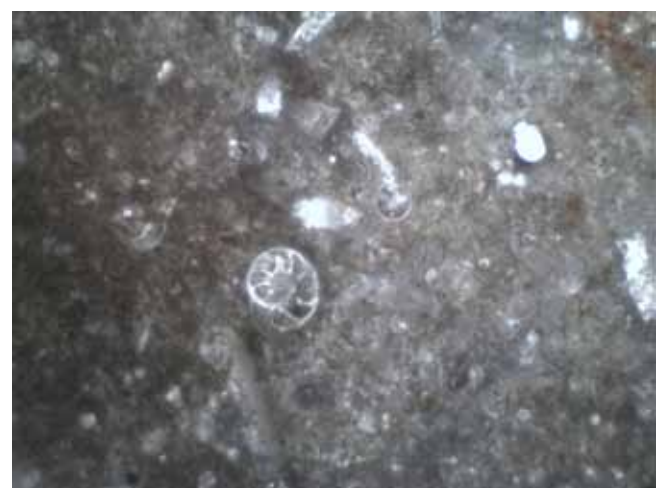


Fig. 13. Dwarsdoorsnede foraminifeer, ø 250 μm ; doorvallend licht

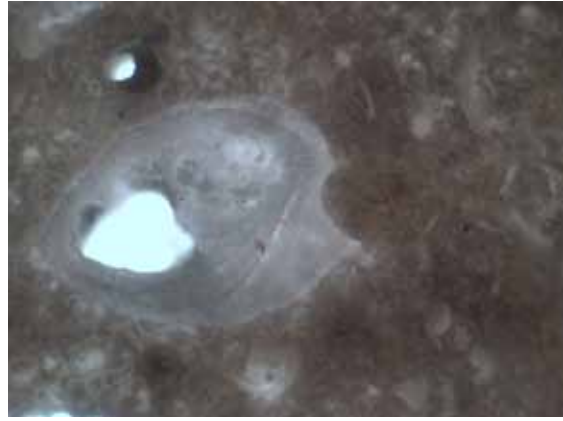
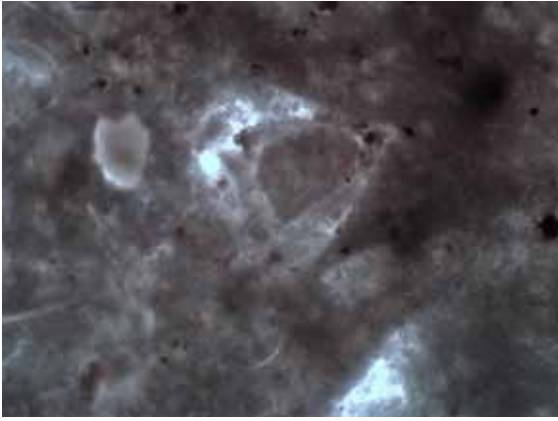


Fig. 14. Inoceramus als gidsfossiel. Bemerkt de duidelijke spits en de concentrische groeistrepen; doorvallend licht.

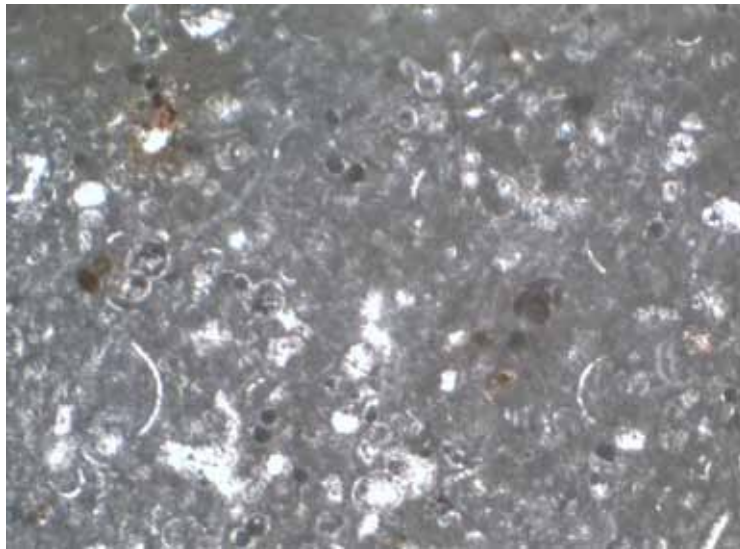


Fig. 15. Krijtsteen van Lézennes opgebouwd uit talrijke fragmenten van voornamelijk foraminiferen en bivalven dicht gestapeld in een micritische carbonaatmatrix. Verspreide opake sulfides (zwarte korrels); doorvallend licht



Fig. 16. Kleine vierkante holte mogelijk van een opgeloste bioklast; bruin hoekig fosfaatinsluitel (mogelijk visschub) en doorsnede van (spitvormige) inoceramus. Ook rechthoekige tot ruitvormige holtes komen voor in het slijpplaatje A421-3; doorvallend licht.

3.2. Baksteen

Boven op de twee rijen krijtsteen begint het baksteenmetselwerk dat zich hogerop ook achter het natuurstenen parement bevindt. Er werden voor de bouw van de bastionmuur verschillende soorten baksteen gebruikt.

In het baksteenmassief achter het parement stellen we op een verse breuk een kleurenvariatie vast van felrood tot bruinzwart. Deze kleuren worden grotendeels bepaald door het ijzer-, calcium- en organisch materiaalgehalte en door de atmosfeer in de bakoven.



Fig. 17. Variatie van baksteenkleuren in het metselwerk achter het natuurstenen parement



Fig. 18. Het hoge ijzergehalte in de klei en de hoge temperatuur tijdens het bakken, kleuren de baksteen felrood.

Macroscopisch onderzoek

De *Formatie van Boom* bevat de *Boom Klei*. Deze is te volgen van het Waasland tot in Limburg en komt ook in de diepe ondergrond van de Kempen voor.

In het ontsluitingsgebied langs de Rupel kan men als onderste lid de grijze, meer kalkhoudende *Terhagen Klei* onderscheiden van een bovenste donkerder, meer organische

Putte Klei. Langs de Schelde, in het Land van Waas, bevat de klei meer zand en minder silt* (Broothaers 1996, 5, 17).

Er werden stalen onderzocht uit het massief achter het parement links van het uitgegraven saillant (Fig. 21, Fig. 22). De baksteenkernel is ruw en hard gebakken en vertoont bovendien dunne witte kalkvlekken.



Fig. 19. Bakstenen met lichte kleurenvariatie (geel, rozig, oranje), gemetst met zandmortel. De lichte kleur duidt op een kalkhoudende klei.



Fig. 20. Macroscopische opname: kalkrijke vlekken in Terhagen klei

Onder het binoculair ziet men in de structuur van de bakstenen veelal krimp-scheuren en holtes die ontstaan zijn tijdens het bakken. Het monster A421-00 bestaat uit een rode ijzerrijke klei waarin kleine brokjes chamotte (gemalen keramiek), zwarte vlekken afkomstig van houtskoolresten, fijne zandkorrels en kalkpitten aanwezig zijn. Hieruit kan worden afgeleid dat de baksteenklei gemagerd* werd voorafgaand aan het bakproces, een techniek die ook gangbaar was bij de vervaardiging van huishoudelijk aardewerk tijdens de middeleeuwen.

In tegenstelling tot het voorgaande heeft monster A421-10 een roodbruine kleur, wat wijst op een verschillend ijzer- en koolstofgehalte van deze klei. Een onvolledige verbranding van de aanwezige koolstof in de ijzerrijke klei - veroorzaakt door een lagere baktemperatuur, kortere baktijd of variatie in zuurstoftoevoer in de oven - heeft invloed op de kleur van de baksteen. Er is weinig of geen bijmenging in de klei, behalve dat er houtskool werd toegevoegd. De afmetingen van de zandkorrels (kwarts) zijn groter.



Fig. 21. Macroscopische opnames.

Boven: A421-00, vlakgeschuurde dwarsdoorsnede van baksteen waarin kleimagering, houtskool (zwarte vlekken), chamotte (lichtrode, afgeronde lenzen), kalkpitten (witte stippen) en macroporiën (holtes).

Onder: aan de buitenzijde van A421-10 zit de grijze kalkmortel nog vast aan de baksteen; hier is weinig of geen duidelijke kleimagering toegepast en ontbreken zichtbare macroporiën.



Fig. 22. Macro opname dunne doorsnede van baksteen

Het slijpplaatje A421-01 is afkomstig uit monster A421-00. In de roodkleurige matrix van de zandfractie treft men voornamelijk fijne hoekige kwartskorrels aan die aan de buitenrand omgeven zijn door een zeer dunne film van ijzerhydroxide. De matrix bevat equigranulaire*, onregelmatig verspreide kwartskorrels waarvan de korrelgrootte begrepen ligt tussen 50 en 125 µm.

Opake* ronde insluitsels zijn goed en regelmatig verspreid. Ze zijn het gevolg van holtes van opgeloste organismen die vervolgens werden opgevuld met ijzersulfide (pyriet). De langgerekte poriën vertonen een evenwijdige voorkeursrichting wat veroorzaakt kan zijn door het samenpersen van de klei in de houten baksteenmal. De toegevoegde houtschool is duidelijk te herkennen en zit sporadisch mee verwerkt in de chamottebrokjes. Enkele bredere barstjes zijn opgevuld met zeer fijne, heldere kwartskorrels. In vergelijking met monster A421-10 hierna is deze baksteen veel fijner en uit een andere grondstof gemaakt.

Het slijpplaatje A421-11 is afkomstig uit monster A421-10. In de bruinrode matrix treft men grovere hoekige kwartskorrels aan waarvan de korrelgrootte begrepen ligt tussen 250 en 500 µm. De porositeit van de baksteen, het aantal en de diepte van de barsten zijn kleiner in vergelijking met het slijpplaatje A421-01. Ook hier werd aan de klei houtschool toegevoegd.

De diversiteit in samenstelling van de klei is te begrijpen doordat er gedurende de bouw van de omwalling (1542-1553) wegens financiële overwegingen, contracten voor levering van baksteen werden afgesloten met producenten afkomstig uit verschillende streken.

Baksteen of kareelsteen, het belangrijkste en duurste materiaal, wordt aanvankelijk nog uit Holland, Rupelmonde en Kallebeek aangevoerd (Geerts 2009, 71). Maar door zelf in de productie van baksteen, kalk en hout te voorzien, kan de aannemer de aanbestedingsprijs aanzienlijk drukken en de concurrentie uitschakelen. Hij heeft eigen steenbakkerijen en kalkovens langs de Hemiksemse Scheldeoever opgericht en is daardoor niet afhankelijk van de kooplui die de prijs van de grondstoffen opdrijven naargelang de vraag (Geerts 2009, 78).

In een archeometrische studie van de bouwmaterialen gebruikt in de Spaanse Omwalling, werden stalen van baksteen, mortel en natuursteen uit de Keizerspoort, het bijhorend bastion en de contrescarp (buitengrachtboord) microscopisch onderzocht door middel van slijpplaatjes (Degryse 2006). Uit de resultaten van dat onderzoek blijkt dat er voor de productie van de bakstenen eveneens verschillende grondstoffen werden gebruikt. De bakstenen met licht kleurengamma blijken met dezelfde klei geproduceerd te zijn.

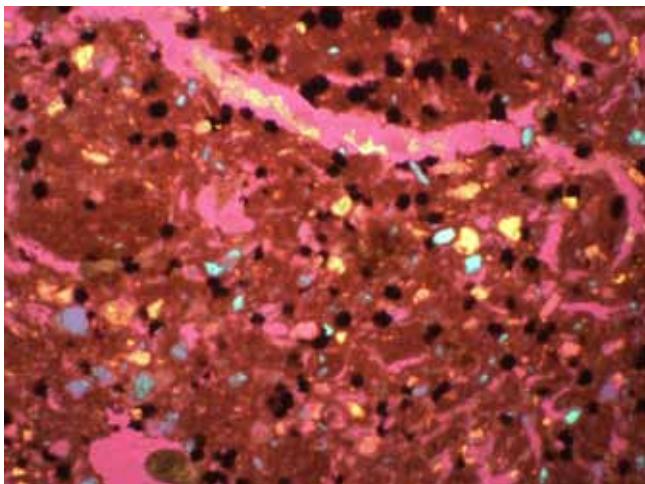


Fig. 23. Microscopische opname: slijpplaatje A421-01. In de roodkleurige matrix treft men een spreiding van zwarte kleine opake inclusies (ijzersulfides), fijne kwartskorrels (gele korrels) en langgerekte macroporiën (roze vlekken); doervallend gepolariseerd licht met gekruiste nicols.*

Bouwstenen van het parement

Het parement van de bastionmuur is uitgevoerd in witte kalkzandsteen die voorkomt in de *Formatie van Lede* en de *Formatie van Brussel*. Deze twee formaties zijn zandige afzettingen uit het Midden-Eoceen (48,6 - 33,9 Ma) die bij Brussel samenkomen en in elkaar grijpen.

De bouwstenen bestaan voornamelijk uit kalk en zand, maar de verhouding tussen beide kan per locatie en per steenbank verschillen. Men spreekt dan ook van een zandige kalksteen en van een kalkzandsteen.

In historische bouwconstructies komen Ledesteen, Brusseliaanse steen en Gobertange steen (variant van Brusseliaanse steen) in het parement zeer dikwijls tesamen voor. Een mooi voorbeeld is te zien in het parement van

de zijgevel van het Antwerps Vleeshuis dat gebouwd werd tussen 1501 en 1504 (Fig.24).

De fortificatierekeningen voor de bouw van de Spaanse Omwalling geven aan dat de muren, bolwerken en poorten worden bekleed met witte steen die bestand is tegen zware ijzeren kanonballen. Voor de levering van de steen sluit de stad een contract met Thibaut Cotereau, heer van Glabbeek bij Brussel en eigenaar van een aantal steengroeven aldaar. In 1544 wordt de *Glabbeekse steen* op zijn deugdelijkheid getest en goed bevonden zodat Thibaut Cotereau alle steen mag leveren (Geerts 2009, 73).

De kenmerken van de verschillende parementstenen worden in de volgende hoofdstukken afzonderlijk besproken.



Fig. 24. Poortdoorgang onder het Vleeshuis te Antwerpen, met detail Ledesteen (L) en Brusseliaanse steen (B)

3.3. Ledesteen

Ledesteen is afkomstig uit de Formatie van Lede, Midden-Eoceen, 46 miljoen jaar geleden. Ledesteen met kwarts-granule, typisch voor de streek tussen de Zenne en de Dijle, loopt tesamen met de Formatie van Brussel en de Formatie van Lede (Dusar et al. 2009, 376-377).

Vertrekkend vanop de bovenzijde van de bakstenen fundering begint de aanzet van het parement in Ledesteen. Het is een harde kalkzandsteen waarin vele kleine putjes van opgeloste fossielen en afdrucken van opgeloste schelpen (schelpgeesten).

De onderste rijen Ledesteen liggen onder de waterlijn van

de omwalde gracht en vertonen duidelijke sporen van botanische of biologische aantasting. Kalksteen vormt een perfecte hechtings- en voedingsbodem voor wortels en klimplanten die in het voegwerk en de steen binnendringen. Hierdoor krijgt de kalksteen een bioreceptief karakter (Dusar et al. 2009, 71)

De gemiddelde lengte van de Ledesteen in het parement is begrepen tussen 25 en 40 cm, de hoogte tussen 15 en 25 cm. Vanop afstand ziet men geen grote verschillen in de gebruikte bouwsteen, maar op een aantal plaatsen in het parement valt toch op dat grotere bouwstenen werden gebruikt.



Fig. 25. Ter hoogte van de bastionhoek, boven de bakstenen fundering, begint de opbouw van het parement in Ledesteen. De onderste rij vertoont opvallende schade veroorzaakt door botanische of biologische aantasting.



Fig. 26. Parement in Ledesteen (L), 33 x 15 cm, face 1

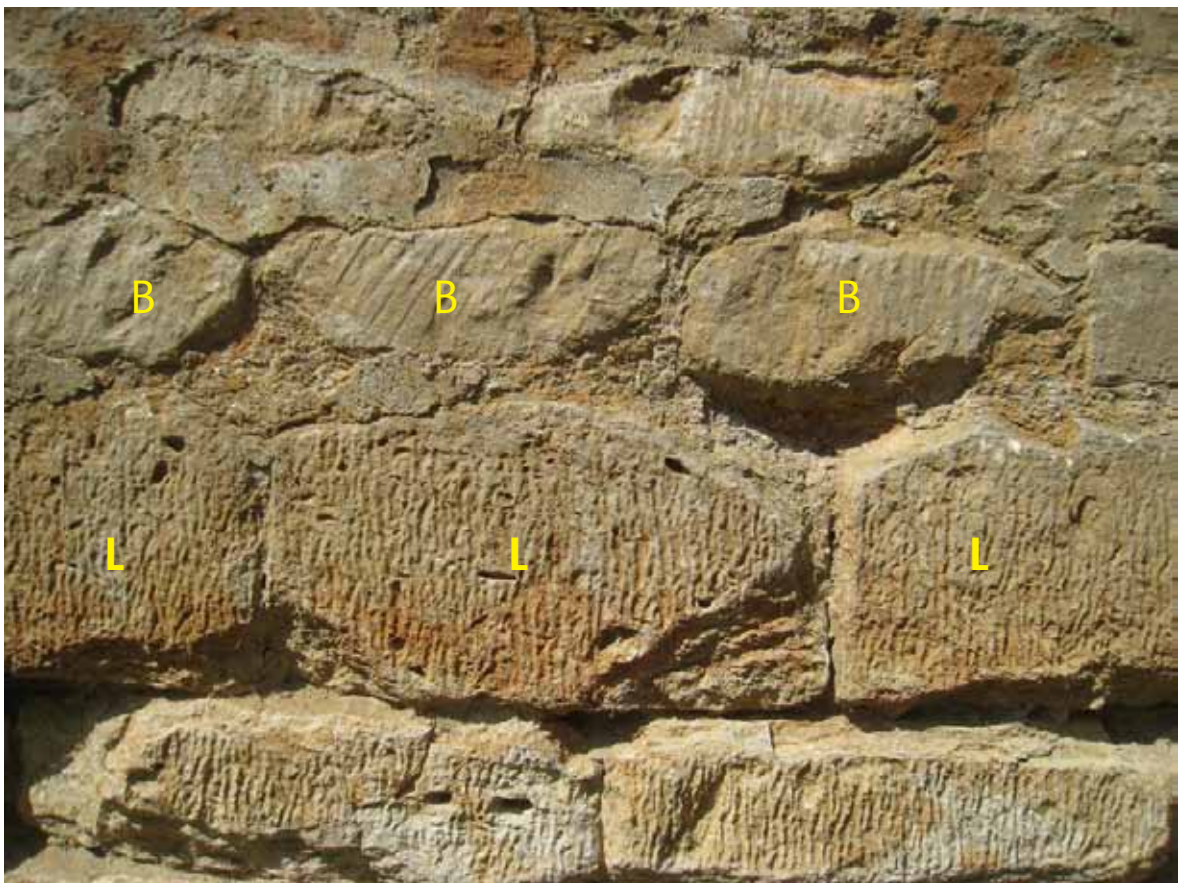


Fig. 27. De afmetingen van de Ledesteen (L) zijn duidelijk veel groter dan bij de Brusseliaanse steen (B) die mee verwerkt werd in het parement, face 1.

Macroscopische beschrijving

Ledesteen is een fijnkorrelige zandsteen. Aan de buitenzijde vertonen de monsters een roomwitte kleur; andere hebben een lichtgrijze kleur met okerbruine sporen afkomstig van ijzerhoudend glauconiet. Het breukvlak kleurt over het algemeen grijsgroen en op sommige plaatsen zijn lichtbeige lenzen aanwezig. Verscheidene poriën van opgeloste kalkbioklasten en schelpen tekenen het breukvlak.

Onder het binoculair ziet men in de structuur verschillende hele en gefragmenteerde kalkbioklasten. De hoekige

kwartskorrels zijn slecht gesorteerd en onregelmatig verspreid. Groene tot groenbruine fijnkorrelige glauconietkorrels maken deel uit van de zandige textuur.

In de rand van het monster A421-22 is een grote, zeer dunne schelp duidelijk waar te nemen. Goed verspreid merkt men tussen de fijnzandige textuur een grote heldere, melkachtige kwartskorrel (1 - 3 mm) wat duidt op een slechte verdeling van de zandkorrels (bimodale korrelgrootteverdeling), een diagnostisch kenmerk van Ledesteen (Dusar et al. 2009).



Fig. 28. Monsters Ledesteen uit het parent, face 1, zuidelijke voorzijde

Microscopische beschrijving

Onder de microscoop ziet men slecht gesorteerde hoekige kwarts, fijne bioklasten, forams en serpula buisjes, ingebed in een micritische kalkmatrix die deels geherkristalliseerd is tot spriet*. De structuur wordt verstoord door een wisselende bioturbatiegraad waardoor de slechte sortering van de zandkorrels werd veroorzaakt (Dusar et al. 2009). Sporadisch zijn enkele accessorische mineralen te herkennen: een klein stukje glimmer (muscoviet) 0,5 x 0,5 mm en een volledig titaniet kristal met kenmerkende habitus en kleur.

Volgende groottes worden gemeten:

- kwartskorrels: gemiddeld 50 tot 300 μm ;
slijpplaatje A421-14 (Fig. 29) bevat uitzonderlijk een grote kwartskorrel van 680 μm
- glauconietkorrels: gemiddeld 50 tot 180 μm
- foraminiferen: max. 280 μm
- schelpen: 35 μm (licht gefosfatiseerd)

Het slijpplaatje bevestigt de kenmerken van Ledesteen, namelijk een hoog kwartsgehalte, talrijke forams, redelijke aanwezigheid van glauconiet, slechte sortering van de zandkorrels en serpula buisjes.

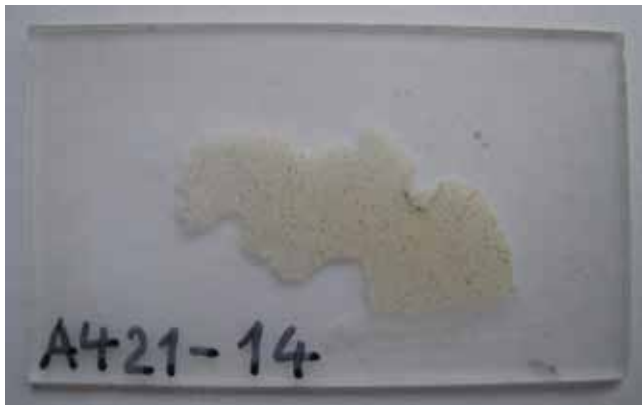


Fig. 29. Slijpplaatje van Ledesteen, monster uit het parent, face 1

Microscopische opnames



Fig. 30. Microscopische opname: fossielgruis, foram, opgeloste holte van schelp en glimmer

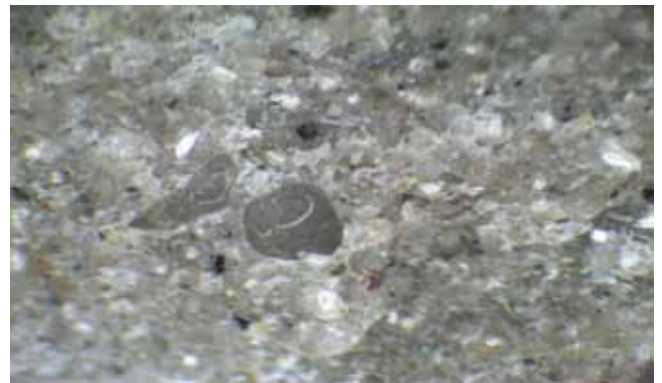


Fig. 31. Microscopische opname: slechte sortering van de zandkorrels; bemerk de grote afgeronde kwartskorrel



Fig. 32. Microscopische opname dunne doorsnede: kalkmatrix met hoekige kwartskorrels, groene glauconietkorrels, dunwandige schelpen en miliolide; doorvallend licht



Fig. 33. Microscopische opname dunne doorsnede: kalkmatrix met hoekige kwartskorrels, fragment van kalkkokerworm; doorvallend licht



Fig. 34. Microscopische opname dunne doorsnede: kalkmatrix met slecht gesorteerde hoekige kwartskorrels, bruingroen verweerde glauconietkorrels en kenmerkende foraminiferen



Fig. 35. Microscopische opname dunne doorsnede: kalkmatrix met donker spoor van graafgang (bioturbatie), waarin zeer weinig of bijna geen kwartskorrels en bioklasten; doorvallend licht

3.4. Brusseliaanse steen

Brusseliaanse steen komt uit de Formatie van Brussel, Midden-Eoceen (45 Ma). In Dilbeek en Laken lagen vroeger de belangrijkste groeven van de Brusseliaanse steen. Brusseliaanse steen komt vooral uit het gebied van Steenokkerzeel, Kortenberg tot Diegem en Woluwe (rechteroever van de Zenne) maar werd er meestal samen met de overliggende Ledesteen o.a. in Dilbeek ontgonnen. (mededeling M. Duser)

In vergelijking met Ledesteen bevat Brusseliaanse steen een veel hoger kalk- en calciëgehalte en is daardoor veel witter. Het formaat van deze bouwsteen is kleiner en meer afgeplat (gemiddelde hoogte 20 cm); de hoeken van de steen zijn duidelijk meer afgerond. Omwille van hun witte kleur en gelijke afmetingen worden ze meestal als parementsteen gebruikt.



Fig. 36. Witte Brusseliaanse steen onderaan het parement; daarboven volgen de dikkere bouwblokken Ledesteen, face 1, parement zuidelijke muur

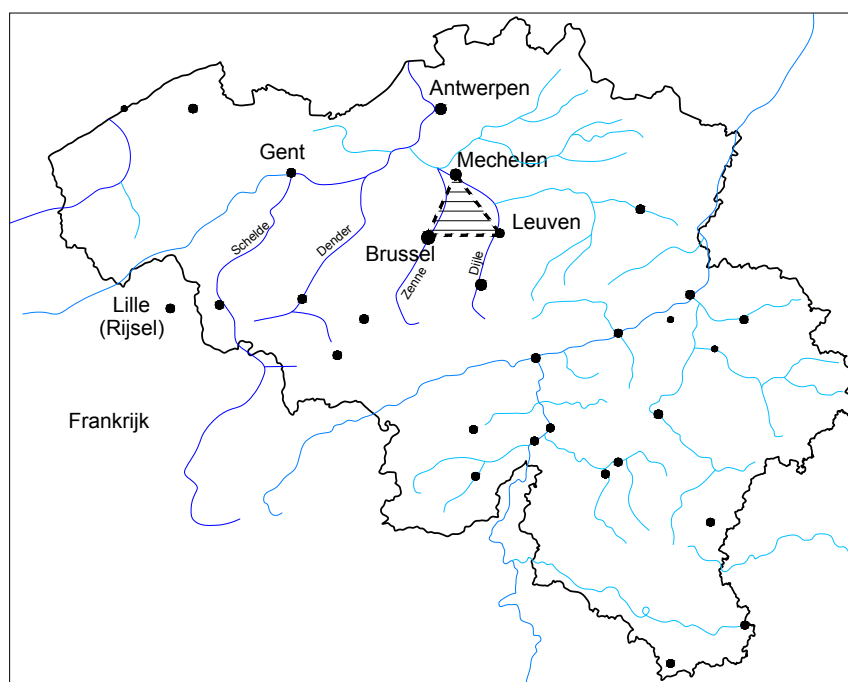


Fig. 37. Ontginning van Ledesteen en Brusseliaanse steen in de driehoek Brussel-Leuven-Mechelen (exportgebied richting Antwerpen) (kaart: Francisco Miranda)

Macroscopische beschrijving

Brusseliaanse steen is een zandige, roomkleurige kalksteen. In de verse breuk ziet men een dichte cementatie en weinig of geen uitgesproken aanwezigheid van bioklastengruis en kalkschalen.

Verdere kenmerken zijn:

- fijnkorrelige glauconietkorrels die ongelijkmatig verdeeld zijn
- verschillende kleine en grotere bioturbatiepatronen (doorsnede van ovale graafgang 1,5 x 1 cm, opgevuld met fijn zand)
- sporadisch enkele kleine glimmers (muscoviet)
- bleekbeige en okerkleurige zones in de kalkmatrix
- afwezigheid van macroporiën
- zandkorrels die overal ongeveer dezelfde afmetingen hebben



Fig. 38. Monsters Brusseliaanse steen uit het parement, face 1

Microscopische beschrijving

Onder de microscoop ziet men een carbonaatmatrix waarin goed gesorteerde, hoekige matig-fijne kwartskorrels. Er zijn weinig of geen bioklasten aanwezig.

Verdere kenmerken zijn:

- de glauconietkorrels hebben ongeveer dezelfde afmetingen als de kwartskorrels en zijn onregelmatig verspreid
- het glauconietgehalte is laag
- grote foraminiferen en milioliden
- sterke bioturbatiepatronen waarin weinig of geen zandkorrels of bioklasten voorkomen
- fragmenten van dikke, vezelige schelpen
- sporadisch kleine sponsachtige structuren

Volgende groottes worden gemeten:

- kwartskorrels: gemiddeld 150 tot 350 μm
- glauconietkorrels: gemiddeld 50 tot 170 μm
- foraminiferen: max. 300 μm
- schelpdikte: 85 μm

Het slijpplaatje bevestigt de kenmerken van een Brusseliaanse steen: een goede sorteringsgraad van de kwartskorrels, een laag gehalte aan glauconiet, grote foraminiferen (miliolidae) in een kalkmatrix.

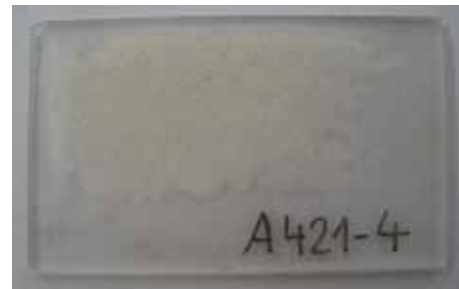


Fig. 39. Slijpplaatje van Brusseliaanse steen uit het parement, face 1

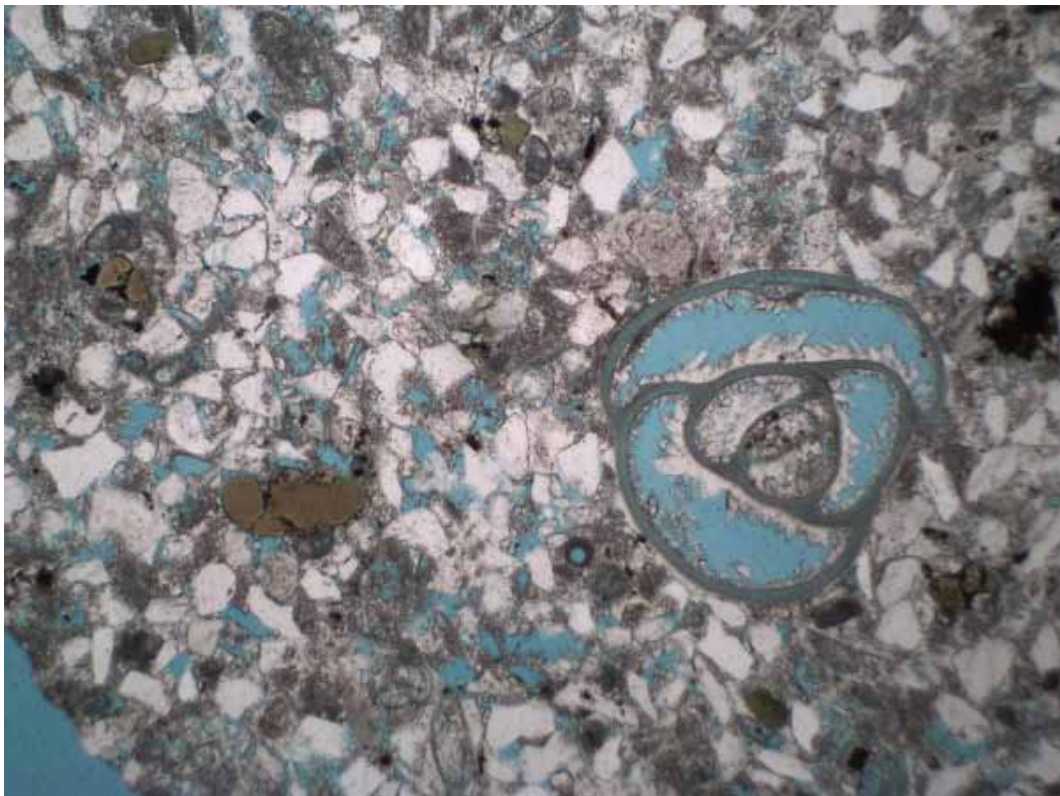


Fig. 40. Kalkmatrix waarin goed gesorteerde kwartskorrels en weinig glauconiet. De toevoeging van een blauwe kleurstof in het epoxyhars geeft de porositeit van het gesteente weer; doorvallend licht.

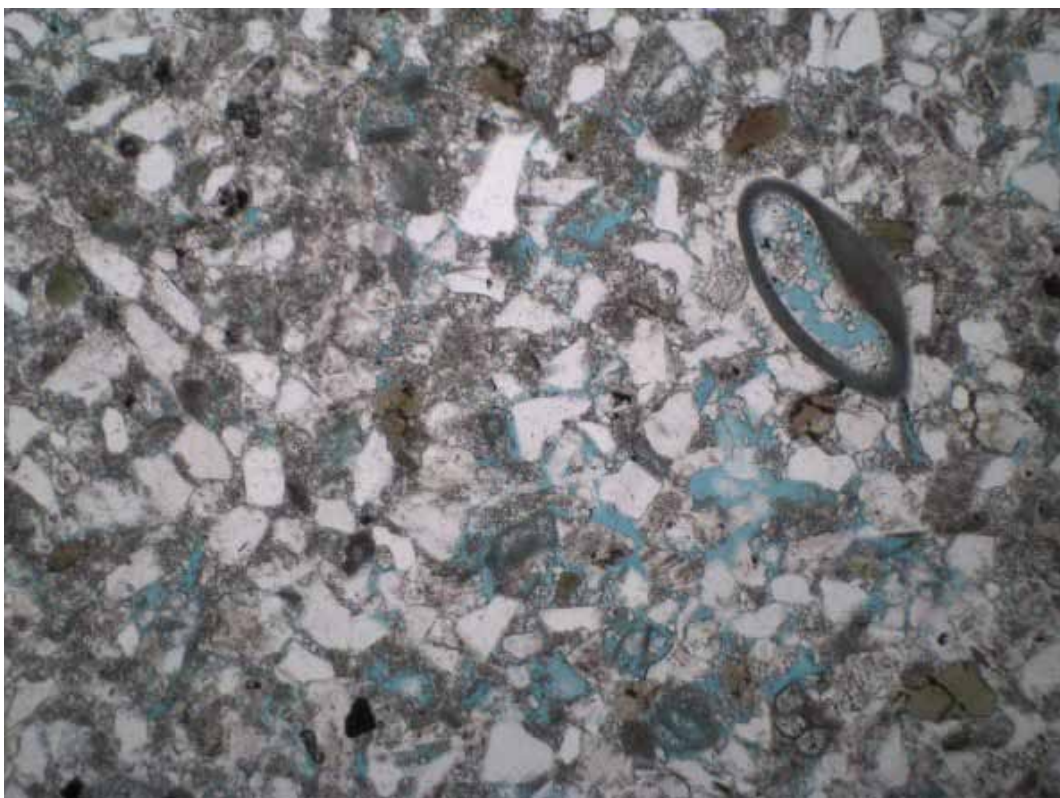


Fig. 41. Kalkmatrix waarin goed gesorteerde kwartskorrels, weinig glauconiet en volledige schelpen. De toevoeging van een blauwe kleurstof in het epoxyhars geeft de porositeit van het gesteente weer; doorvallend licht.

3.5. Brusseliaanse steen, Gobertange variant

In het parement zijn ook stenen verwerkt die gelijkenis vertonen met de *Gobertange steen*. De voornaamste karakteristieke eigenschappen van Gobertange steen zijn de eikenhouten structuur in fijn uitgeëtste witte kalklaminaties en grijze ronde graafgangen (bioturbaties) die opgevuld werden met een zandrijker sediment. (Dusar et al. 2009, 329-330).



Fig. 42. Brusseliaanse steen, Gobertange variant, waarin uitgeëtste kalklaminaties en met zand opgevulde graafgangen (23 x 10 cm)

Macroscopische beschrijving

Een monster afkomstig uit het parement toont in het breukvlak opgevulde graafgangen met donkergroen zand, die binnen okerkleurige, lichtgroene en mergelkleurige lenzen liggen (Fig. 43). De kleuren verschillen echter met die van een Gobertange steen *sensu stricto*, waarin fijne witte kalkbandjes en grijze tinten - veroorzaakt door de opgevulde graafgangen met zand - diagnostische kenmerken zijn. Deze kleurvariaties (mogelijk bodemvocht) en de afwezigheid van uitgesproken witte kalklaminaties wijzen op een Gobertange variant. Waarschijnlijk zijn deze bouwstenen afkomstig uit de streek van Hoegaarden (mededeling M. Dusar).

De fijne, goedgesorteerde kwartskorrels en glauconietkorrels (gemiddeld 125 tot 250 μm) zijn matrix ondersteund en gecementeerd met grofkorrelig calciement (spriet). De structuur bevat tevens fijnkorrelige bioklasten (schelpen, milioliden). In de beige-gele, mergelige stroken zijn geen zandkorrels of andere inclusies terug te vinden; enkel de aanwezigheid van een opgevulde graafgang valt hier op te merken. Secundaire porositeit is veroorzaakt door oplossing van fijne kalkbioklasten.



Fig. 43. Breukvlak Brusseliaanse steen, Gobertange variant, face 1, spoor 38; bemerk de mergelkleurige en bleekbeige lenzen waarin graafgangen opgevuld met donker glauconietrijk zand (13 x 8 cm).



Fig. 44. Vlakgeschuurd breukvlak Brusseliaanse steen, Gobertange variant, face 1; brede graafgang opgevuld met fijne kwartskorrels en groen tot bruingroen glauconiet; de kleinere graafgangen zijn opgevuld met een grovere zandfractie.

Microscopische beschrijving

Onder de microscoop ziet men een matrix waarin slecht gesorteerde mono- en polykristallijne hoekige kwartskorrels. Er is zeer weinig glauconiet aanwezig. In de graafgangen (bioturbaties) zitten enkele kleine hoekige kwartskorrels van ongelijke grootte en sporadisch kleine volledige schelpen, ook enkele gefragmenteerde dikkere schelpen. Het betreft redelijk grove kwartskorrels (125 - 250 μm), wat voor Brusseliaanse steen niet echt een gangbaar kenmerk is. Sporadisch komen kleine bioklasten (forams, milioliden) voor. Roestige vlekken doorheen de matrix zijn te wijten aan het aanwezige ijzeroxide.

Volgende groottes worden gemeten:

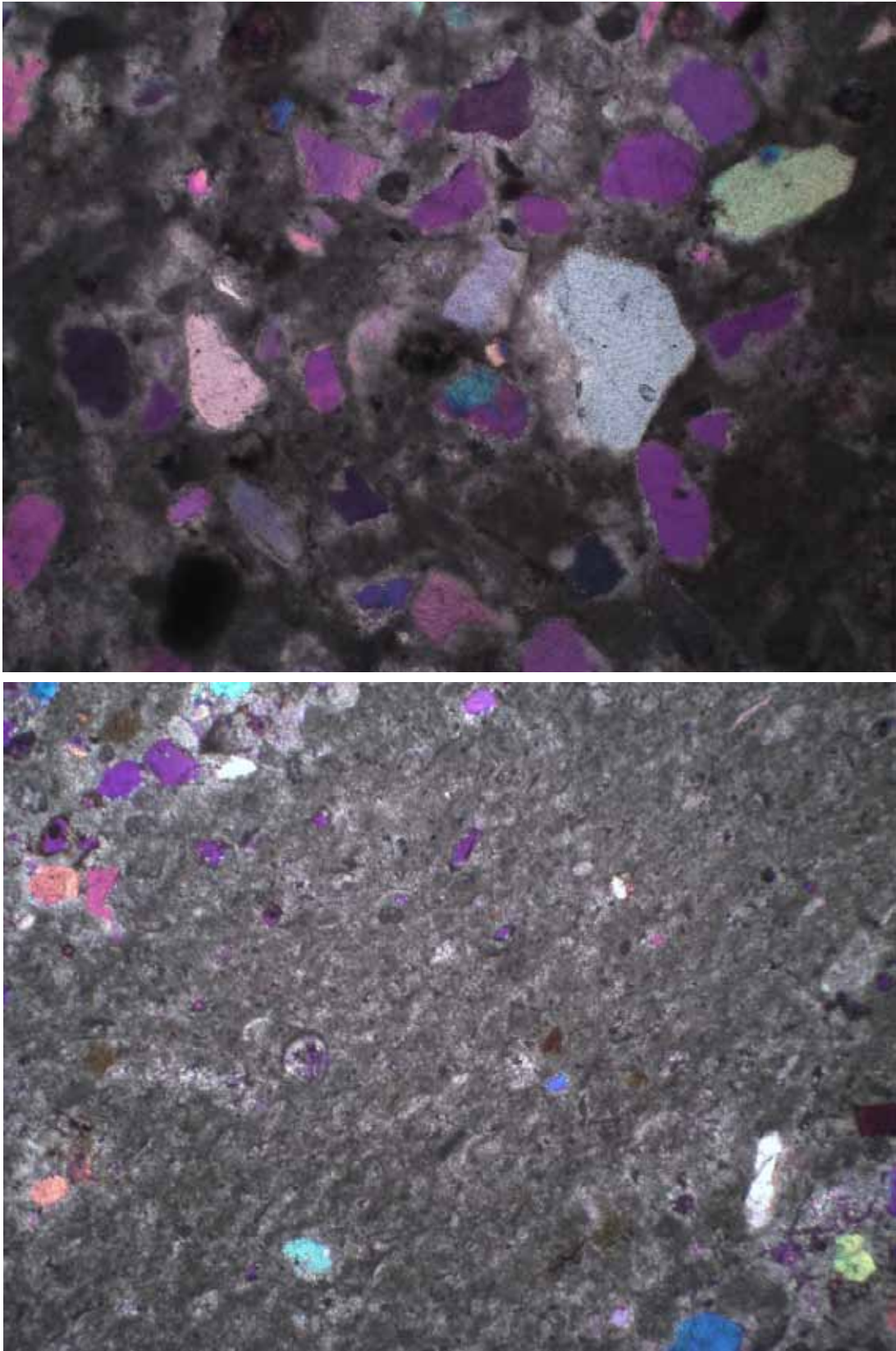
- kwartskorrels: 80 tot 350 μm , gemiddeld 175 μm
- glauconietkorrels: 50 tot 170 μm , gemiddeld 120 μm
- foraminiferen: max. 300 μm
- milioliden: 85 tot 475 μm
- schelpdikte: 20 tot 85 μm



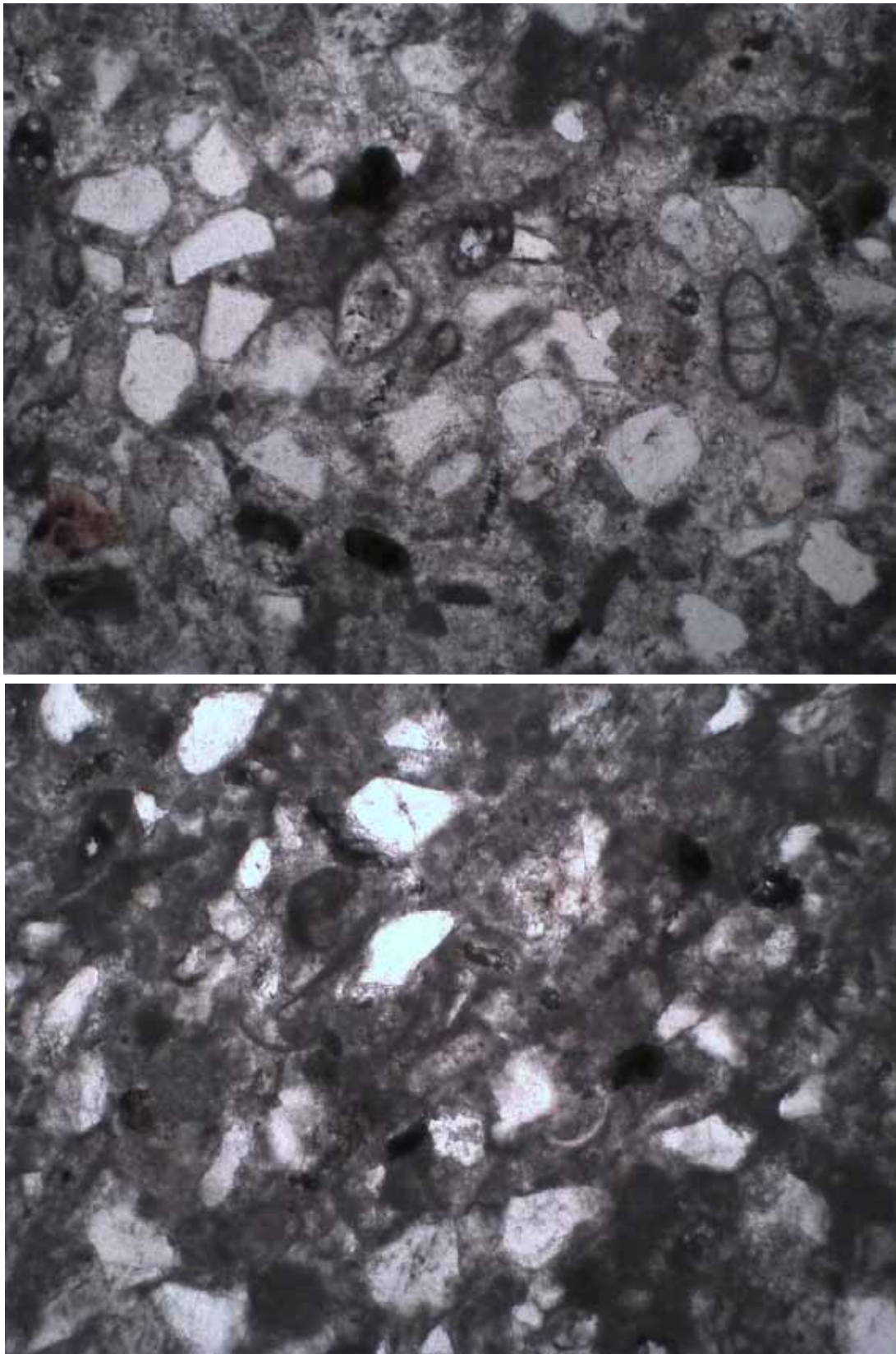
Fig. 45. Macro opname: dunne doorsnede Brusseliaanse steen, Gobertange variant



Fig. 46. Macro opname: vlakgeschuurd monster; bemerk de fijnzandige matrix waarin mergelige banden



*Fig. 47. Brusseliaanse steen, Gobertange variant.
Boven: slechte sortering van hoekige kwartskorrels, weinig glauconiet aanwezig.
Onder: mergelige graafgang waarin weinig of geen zandkorrels.
Doorvallend gepolariseerd licht met gekruiste nicols.*



*Fig. 48. Brusseliaanse steen, Gobertange variant.
 Boven: bioklasten in een matrix met grove kwartskorrels en groenbruine kleine glauconietkorrels.
 Onder: kleine volledige bivalven.
 Doorvallend gepolariseerd licht.*

4. Verwerking en bewerking van het parement

4.1. Verwerking

Zoals alles door de tijd wordt aangetast, zijn ook de natuurstenen van het parement onderhevig aan verwerking en veroudering.

Verschillende verweringsprocessen onder invloed van temperatuur (extreme warmte en vorst-dooi cycli), regen en wind, maar ook menselijke acties en interventies hebben ervoor gezorgd dat de tand des tijds zijn werk heeft gedaan.

Algemeen gezien kan men de oorzaken van verwerking indelen in fysische, chemische en botanische of biologische processen. Kwalitatief en kwantitatief onderzoek van het verweringsproduct en de studie van het zichtbare verweringspatroon geven heel wat nuttige informatie omtrent het aan gang zijnde aftakelingsproces. (Dusar et al. 2009, 65).

Onderstaande foto's tonen verweringspatronen op de verschillende soorten natuursteen uit het parement.



Fig. 49. Botanische verwerking van Ledesteen.

Poreuze kalkzandstenen vormen een perfecte hechtings- en voedingsbodem voor plantaardige organismen zoals klimplanten en mossen. Door hun wortelgroei dringen ze diep binnen in het voegwerk en in de steen zelf en zorgen op die wijze voor een fysische verwerking.



Fig. 50. Ledesteen; afschilfering en loskomen van het gefrijnde oppervlak



Fig. 51. Ledesteen; desintegratie door afbrokkelen van dunne steenschalen en steenbrokjes aan de buitenranden, veroorzaakt door bevroering



Fig. 52. Mogelijk stukgeschoten parementstenen



Fig. 53. De onderste rij witte Brusseliaanse steen heeft algemeen minder schade geleden door verwering of desintegratie, doordat die meer zand bevat dan de bovenste rij verweerde Ledesteen.

4.2. Bewerking

De ruwe blokken natuursteen werden ter plaatse in de steengroeven of in een loods op de bouwwerf manueel op formaat gekapt. (mededeling L. De Clercq) Men gebruikte hiervoor een steenbijl, gradeerijzer, steenzaag en diverse types steenbeitels. (Dusar et al. 2009, 23)

De bewerking op de parementstenen bestaat uit een doorlopende schuine ceseelslag* ten opzichte van de rand van de steen.

De bewerking van Ledesteen bestaat vanaf 1430-1450 uitsluitend uit beitelsporen³. De Brusseliaanse steenbehouwing is identiek aan de Lediaanse bekapping en werd dikwijls samen uitgevoerd in hetzelfde atelier. (mededeling L. De Clercq)



Fig. 54. Schuine ceseelslag op parementsteen

³. Mededeling F. Doperé. Met deze informatie is het mogelijk om bouwdelen van gebouwen te dateren en ook de evolutie van een bouwwerf te volgen.

5. Beschrijving van de mortels

Wat de mortels betreft, dient een onderscheid gemaakt tussen de mortels die oorspronkelijk gebruikt waren bij de bouw van de omwalling en deze die later gebruikt werden voor herstellings- en restauratiewerken aan het parement.

Uit de archieven weten we dat de fortificatiemeesters aanvaardden dat de mortel voor het baksteenmetselwerk moest bestaan uit de helft kalk en de helft zavel. (zie deel I.3.4, pagina 16 en 'Memorie voor de toezieners' pagina 19)



Fig. 55. Baksteenmetselwerk met gelige zavel-kalk mortel, face 1

Voor de hoofdmuur werd doorgaans een witbeige kalkmortel gebruikt. We zien op verschillende plaatsen in het parement dat meerdere opvoegmortels werden gebruikt; mogelijk verwijzen die naar verschillende restauratiefasen van het bastion. Sommige parementstenen werden met de beitel gevlakt zodat hiervoor weinig opvoegmortel nodig was.



Fig. 56. Parementstenen met witbeige mortel, face 1

Bij latere herstellingen of renovaties van het parement werd een donkergrijze trasmortel gebruikt waarin we houtskoolinclusies aantreffen.



Fig. 57. Herstelling aan parementstenen met donkergrijze trasmortel; rechtsboven en linksonder is de oorspronkelijke witgrijze kalkmortel nog aanwezig, face 1.

Aan het bastionpunt werd dan weer gebruik gemaakt van een witte voegmortel met fijne matrix, tevens ook een licht- en donkergrijze trasmortel.



Fig. 58. Herstelling van het parement met witte opvoegmortel en grijze trasmortel, face bastionpunt



Fig. 59. Metselmortels met verschillende samenstelling: links witte kalkmortel en rechts grauwgrijze trasmortel, face 1

5.1. Luchthardende kalkmortel

De grondstof voor kalkmortel zijn schelpen die in flesvormige kalkovens worden gebrand op ca. 900°C.

Bij het branden van de schelpen wordt calciumcarbonaat (CaCO_3) omgezet in calciumoxide (CaO) en koolzuurgas (CO_2). Hierdoor verkrijgt men na het branden een zacht wit poeder van ongebluste kalk (CaO). Door dit te laten reageren met water ontstaat calciumhydroxide of gebluste kalk. Tijdens dit proces (carbonatatie) komt er veel warmte vrij.

Zuivere schelpkalk heeft luchthardende eigenschappen, maar wanneer het gemengd wordt met zand dat tijdens de winning van de schelpen is meegekomen kan het ook licht hydraulische eigenschappen vertonen.

De onderzochte mortels van het opgaand metselwerk bestaan in hoofdzaak uit luchthardende schelpkalk die gemagerd werd met fijn, licht glauconiethoudend zand. De korrelgrootte is begrepen tussen 0,125 en 0,50 mm, wat erop wijst dat het zand van fluviatiele oorsprong is. In de mortel zijn bovendien ook houtskoolresten, fragmenten van ongebrande schelpen, en talrijke kalkpitten aanwezig.

Op sommige plaatsen, vooral bij de grotere parementstenen, is de kern van de metselspecie niet volledig gecarbonateerd. In de textuur van de mortel treft men onregelmatig verdeelde kleine brokjes krijt aan, wat erop wijst dat uit ongebrande resten kalk tevens ook krijt werd gebruikt om te branden. Een eenvoudige test met verdund zoutzuur (HCl) toont het verschil aan tussen het krijt en de ongebluste kalk.

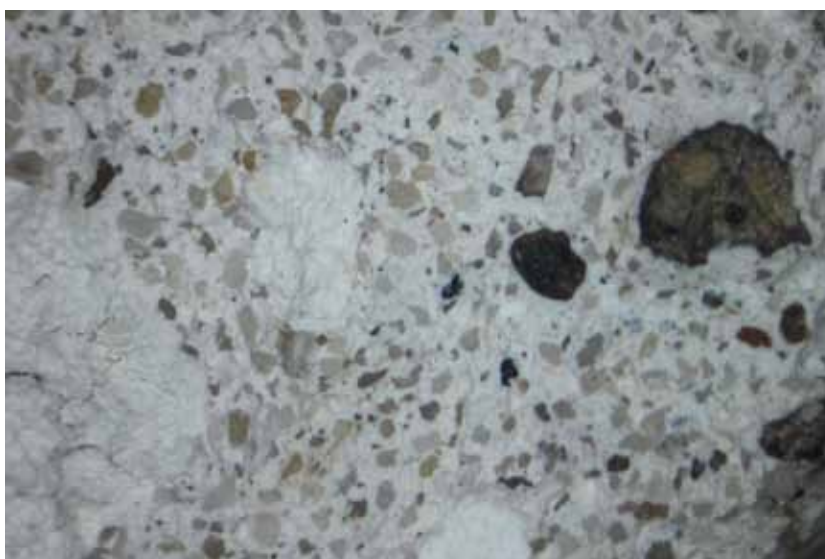


Fig. 60. Kalkmortel van het baksteenmetselwerk waarin houtskoolresten (bruinzwarte inclusie), fragmenten van ongebrande schelpen, glauconietkorrels (zwarte stippen) en heldere afgeronde kwartskorrels. De grote witte vlekken zijn sporen van ongebluste kalk.

5.2. Hydraulische kalkmortel

Voor de parementstenen die vermetst werden onder de waterspiegel van de gracht van het bastion werd een hydraulische kalkmortel gebruikt. Het principe om een hydraulische kalkmortel aan te maken, werd reeds door de Romeinen toegepast. De techniek bestaat erin om aan de luchthardende kalk een *puzzolaan* toe te voegen die de mortel sterk en waterdicht maakt. Dergelijke mortel staat bekend als *trasmortel*. Deze werd reeds vastgesteld in de originele mortel van de Keizerspoort.

Tufsteen, afkomstig uit de Duitse oostelijke Eifel, werd naar Deventer en Utrecht verscheept en daar vermalen tot tras. Vandaar werd de gemalen tufsteen dan verhandeld naar verschillende streken. De Rijn, de Maas en de Schelde vormden een dominante transportroute tot ver in de negentiende eeuw (Nijland en van Hees 2017, 4-5).

In de Eifel komen meerdere soorten tufsteen voor, afkomstig van verschillende erupties van verschillende vulkanen. De meest gebruikte tufsteen is de *Römer tuf*, uit de eruptie van de Laacher Seevulkaan, 11.900 jaar geleden. (Nijland et al. 2007, 35)

Römer tufsteen is een naar rose zwemende bruinbeige steen met witte of gele bims*, vulkanisch glas en Weense kalk met nauwelijks zichtbaar puin van nevangesteente (Berends et al. 1982, 33).

Tufsteen bevat verschillende harde mineralen zoals vulkanisch glas (obsidiaan), veldspaat, hoekige heldere kwarts met conchoidale breuk, en hoornblende. Net zoals tufsteen is gemalen basaltlava eveneens afkomstig uit dit gebied.

Luchtkalk vermengd met tras en water reageert met elkaar en levert een mortel die sterk is en tevens waterdicht.

De *trasmortel* van de negentiende-eeuwse restauratiefase heeft een grofkorrelige textuur, waarin scherpe kanten. De grauwgrijze kleur is afkomstig van uitgespuwde tefra (asdeeltjes) die de lucht werd ingeblazen bij een vulkanische uitbarsting en die nadien in dikke pakketten werd afgezet.



Fig. 61. Negentiende-eeuwse *trasmortel* tussen de parementstenen (restauratiefase)

Macroscopische beschrijving

Onder het binoculair ziet men de structuur van de negentiende-eeuwse trasmortel, die zeer poreus en grof is en zachte krijtinclusies en hardere kalkinclusies bevat. Verder nog een duidelijke aanwezigheid van houtskoolresten (tot 6 mm), grijze kleine hoekige gesteentefragmenten tot 2 mm, zandkleurige zeer poreuze stukjes puimsteen (bims) en zwarte basaltlava met kenmerkende holtes veroorzaakt door gasbellen in de hete lava. Sommige holtes van de basaltlava zijn deels opgevuld met zeer kleine heldere naaldvormige kristallen, die kriskras door elkaar zitten.

Gezien de aanwezigheid van leisteenfragmenten, basalt, kwarts en veldspaatvervangers kan men aannemen dat de tras gebruikt voor de mortel afkomstig is van *Etringer tufsteen* die gewonnen werd in groeven ten noorden van het dorp Etringen in de oostelijke Eifel (Berendset al. 1982, 33).



Fig. 62. Vlakgeschuurd stukje trasmortel waarin houtskool (grote zwarte inclusies), vulkanische mineralen (zwarte spikkels), hoekige kwartskorrels, krijtinclusies (witte vlekken), hoekige fragmenten van gesteenten en vulkanische tuf (asgrijze cement), 3,2 x 2,3 cm

Microscopische beschrijving

Het slijpplaatje A421-6 bevat goed afgeronde, heldere kwartskorrels met een bimodale korrelgrootteverdeling 0,25 - 0,50 mm en grotere korrels tot 1 mm. De kwartskorrels liggen in een matrix van vulkanische tuf waarin chamotte, fijne brokjes gemalen basaltlava, vulkanisch glas (obsidiaan) en pyroxeen.

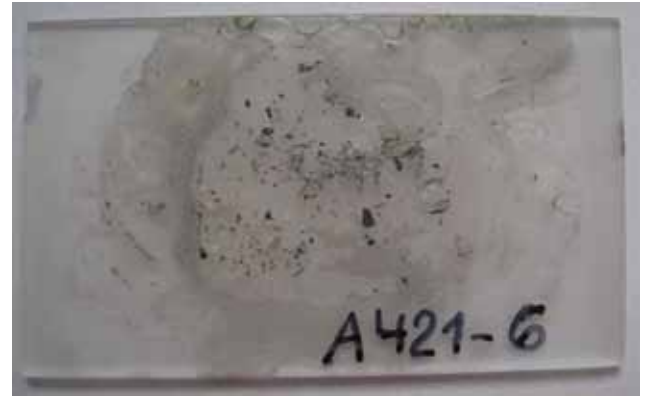


Fig. 63. Macro opname: dunne doorsnede trasmortel

In het onderzoeksrapport van de mortelstalen van de Keizerspoort, het bastion en de contrescarp werd een onderverdeling gemaakt in verschillende types. Het merendeel van de mortels bestond uit een grove kalkmortel met talrijke kalkpitten. Uit dit rapport blijkt dat uit ongebrande resten kalk er duidelijk krijt werd gebruikt om de ongebluste kalk te branden die dan verwerkt werd in de mortel. Resten van houtskool, gebruikt tijdens het branden van de kalk, zijn daar ook goed te herkennen. Ook aggregaten van glauconiethoudend hoekig zand en chamotte zijn aanwezig. (Degryse 2006)

In de Keizersspoort werd nog een andere soort kalkmortel aangetroffen waarin geen resten van krijt te herkennen zijn. Bovendien werd aan deze mortel, naast een zand dat schelpen bevatte, ook een aggregaat van vulkanische tuf toegevoegd. Hierdoor werd een sterke en hydraulische mortel bekomen. Ook verschillende soorten restauratiemortels, elk met een verschillende samenstelling en grondstoffen werden herkend. (Degryse 2006)

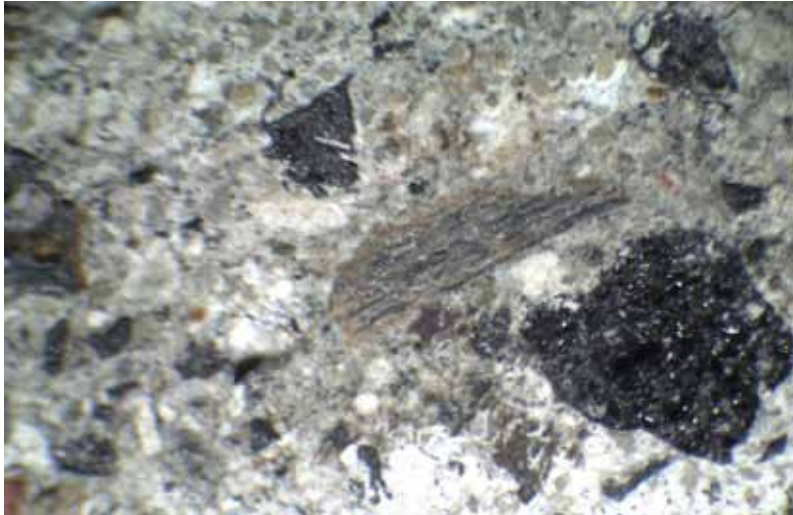


Fig. 64. Microscopische opname: trasmortel waarin klasten van vesiculaire basaltlava (grote donkere vlek), leisteel (groen) en kleine hoekige stukjes grijs gesteente, face 1*

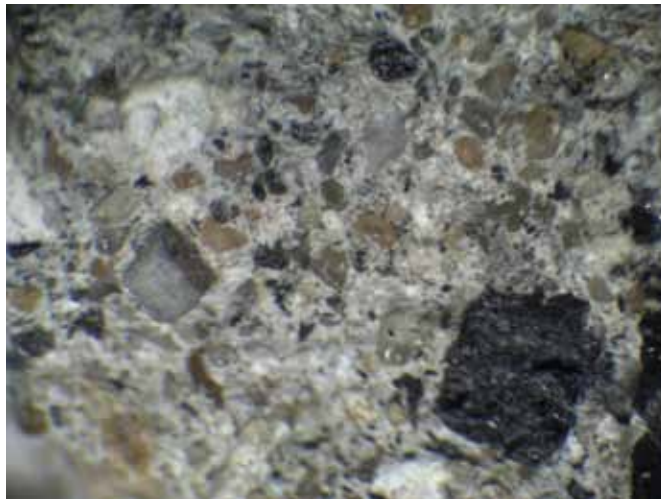


Fig. 65. Microscopische opname: trasmortel waarin fragmenten van lava (zwarte vlek), veldspaatvervanger Nefelien (hexagonaal mineraal) en toegevoegde afgeronde kwartskorrels

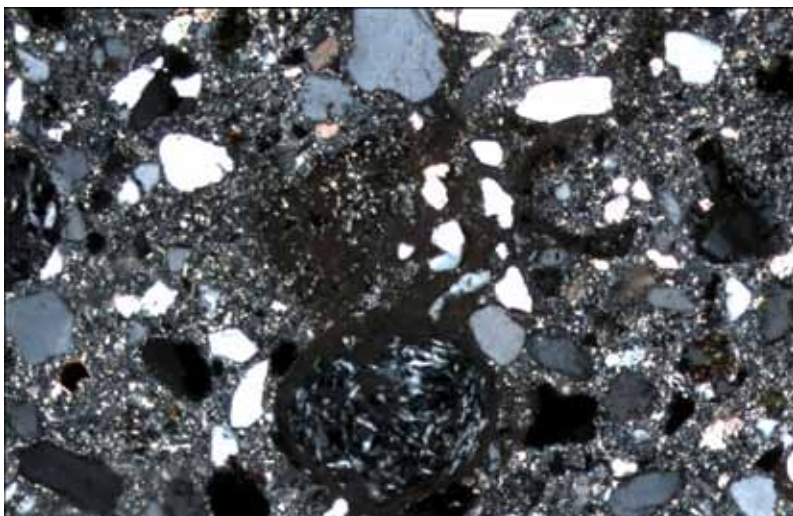


Fig. 66. Negentiende-eeuwse hydraulische kalkmortel met fragmenten van vulkanische tuf als aggregaat, Keizersspoort (A204/75/3). (foto P. Degryse)

Lexicon

Accessorische mineralen: dit zijn mineralen die in kleine hoeveelheden in gesteenten voorkomen. Voorbeelden hiervan zijn zirkoon, apatiet, titaniet, toermalijn, rutiel en glimmers

Bims: in tufsteen zitten veel kleine stukjes zeer poreuze puimsteenfragmenten die men bims noemt; meestal hebben deze een gele kleur

Binoculair: een microscoop met twee oculairen waarmee met beide ogen het object kan bekeken worden

Bioturbatie: dit is het door elkaar werken en verplaatsen van sediment door organismen zoals ringwormen, slakken, bivalven enz., maar planten kunnen ook oorzaak zijn van bioturbatie

Catiche: is een regionale term in het noorden van Frankrijk die bepaalde soorten ondergrondse holtes aanduidt, meer bepaald oude steengroeven van ondergrondse mijnbouw van krijt

Ceseelslag: slag met een vlakke brede beitel (ceseel) voor steenbewerking, waardoor schuine groeven in de steen worden aangebracht

Coniaciaan: een tijdsnede in het Laat-Krijt dat duurde van 89,8 tot 86,3 miljoen jaar geleden

Equigranulair: korrels hebben allemaal ongeveer dezelfde grootte

Gemagerd: om tijdens het bakken van de klei scheurtjes, vervorming en barsten te vermijden, voegt men vóór het bakken bepaalde bestanddelen toe zoals gemalen potgruis (chamotte), zand, gesteentefragmenten, houtskool en plantaardig of vezelig materiaal; deze werkwijze noemt men mageren of verschrallen van de klei

Gepolariseerd licht: lichtgolven vibreren maar in één richting (na doorgang van een polarisatiefilter)

Granulometrisch: hieronder verstaat men de meting van de grootte van de korrels in het zand

Habitus: onder habitus verstaat men het macroscopische uiterlijk en de vorm van een kristal; voorbeelden zijn kubusvormig, naaldvormig, prismatisch, oölitisch, enz.

Macroscopisch: met het blote oog waarneembaar

Matrix: hiermee bedoelt men de fijnkorrelige of kristallijne massa van een gesteente die de ruimte tussen de korrels opvult

Micriet: micriet bestaat uit zeer fijne kalkdeeltjes (tot 4 µm) die een bestanddeel vormen van kalksteen. Wanneer carbonaatmodder wordt geherkristalliseerd, bekomt men een zeer fijne micritische massa

Mioceen: een tijdperk op de geologische schaal die duurde van 23,03 tot 5,33 miljoen jaar geleden

Nannofossielen: kalkschalige fossielen kleiner dan 0,03 mm

Opaak: wanneer het licht niet doorheen een kristal of korrel geraakt; het tegenovergestelde van doorzichtig/transparant

Pliocene: een tijdperk in de geologische schaal die duurde van 5,33 tot 2,58 miljoen jaar geleden

Silt: is een sediment dat qua korrelgrootte tussen lutum en zand wordt geplaatst; een deeltje wordt als silt ingedeeld als het een grootte heeft tussen 2 en 63 micrometer

Spariet: In tegenstelling tot *micriet* bevat spariet grofkorrelige kalkhoudende deeltjes gesteente groter dan 4 µm

Textuur: heeft meestal te maken met de manier waarop iets is samengesteld en welke indruk het oppervlak er van weergeeft, zoals bijvoorbeeld hoe het materiaal aanvoelt, of hoe de structuur er uit ziet

Turoon: een tijdsnede in het Laat-Krijt dat duurde van 93,9 tot 89,3 miljoen jaar geleden; na het Turoon komt het Conaciaan

Vesiculair: een vesicle is een gasbel in een vulkanisch gesteente (meestal lava). Van gesteente waarin veel vesicles voorkomen wordt gezegd dat het een vesiculaire textuur bezit

Bijzondere dank aan M. Duser, M. De Ceukelaire en K. Hoedemakers (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen), H. Bender en H. Pelckmans (Mineralogische Kring Antwerpen) die steeds beschikbaar waren voor advies.

Bibliografie (deel III)

Gerefereerde werken

Backeljau T., Nannofossielen in het Mioceen van Antwerpen, in: *GEA*, vol. 17, nr. 2, 1984, 73-78.

Dusar Michiel, Dreesen Roland & De Naeyer André, *Renovatie & Restauratie Natuursteen in Vlaanderen, versteend verleden*, 2009, 239-246, 327-334, 371-382.

Berends G., Janse H. en Slinger A., Ettringer tufsteen, in: *Natuursteen in monumenten*, 1982, 33.

Broothaers L., Algemene inleidende begrippen, in: Gullentops F., Wouters L., *Delfstoffen in Vlaanderen*, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, dept. EWBL, 1996, 5, 17.

Debonne V., Lehouck A., Dewanckele J. & Cnudde V., Natuursteen, van bouwsteen tot bouwsculptuur: de abdij Ten Duinen vanuit regionaal, economisch en cultureel perspectief, in: *Jaarboek Novi Monasterii*, vol. 9 - 2010, 193-236.

Degryse P., *Petrografisch onderzoek van de mortels en bouwstenen van het Keizersbastion*, interne nota, 2006.

Geerts Katelijne, Fortificatiebouwers in Antwerpen in de zestiende eeuw, in: Lombaerde P. (red.), *Antwerpen versterkt. De Spaanse omwalling vanaf haar bouw in 1542 tot haar afbraak in 1870*, 2009, 62-89.

Louwye S., Marquet R., Bosselaers M. & Lambert O., Stratigraphy of an early-middle Miocene sequence near Antwerp in Northern Belgium (Southern North Sea Basin), in: *Geologica Belgica*, 2010, 13/3, 269-284.

Maertens K., Dupont H., Van Alboom G., Haelterma K., Glauconiethoudende zanden, in: *Geotechniek*, 32, april 2012, 32-37.

Minsaer K., Archeologisch onderzoek van de Spaanse omwalling. In het bijzonder de site van de Keizerspoort, in: Lombaerde P. (red.), *Antwerpen Versterkt. De Spaanse omwalling vanaf haar bouw in 1542 tot haar afbraak in 1870*, Antwerpen, 2009, 146-181.

Nijland Timo G., Dubelaar W. en Tolboom H.J., De historische bouwstenen van Utrecht, in: *Utrecht in steen, Historische bouwstenen in de binnenstad*, 2007, 31-109.

Nijland Timo G. & van Hees Rob P.J., Use of Rhenish tuff and trass in the Netherlands in the past two millenia, in: Nijland, T.G. (ed.), *Use and conservation of Rhenish tuff in the Netherlands, Germany, Flanders and Denmark*. Proceedings of the symposium in Amersfoort, March 20, 2017. TNO, Delft.

Tolboom H.J., Dusar M., Dubelaar W., Dreesen R., Elsen J., Groessens E. & Van der Star C., Avendersteen, in: *Geological Survey of Belgium Professional Paper*, 2009/1, N.305, 47-77.

Algemeen

Borremans Michael, *Geologie van Vlaanderen*, Gent, 2015.

Broothaers L. Dr., *Geologie van Vlaanderen, een schets*, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, afd. Natuurlijke Rijkdommen en Energie, z.j.

Broothaers L. Dr., *Zandboek Vlaanderen*, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, afd. Natuurlijke Rijkdommen en Energie, 2000.

Cnudde V., Dewanckele J., De Ceukelaire M., Everaert G., Jacobs P., Laleman M.C. (red.), *Gent ... Steengoed!*, Gent, Academia Press, 2009.

De Ceukelaire Marleen, Cnudde Veerle, Ledesteel en alternatieven, in: *Geological Survey of Belgium Professional Paper*, 2009/1, N.305, 149-154.

- Dreesen R., Duser M., Doperé F., *Atlas Natuursteen in Limburgse Monumenten*, September 2003, Prov. Limburg, Likona.
- Elsen J., De Ceukelaire M., Dreesen R., Duser M. et al., Keihard bedreigd erfgoed – De kassei: De geschiedenis van onze steden met de voeten getreden, in: *Geological Survey of Belgium Professional Paper*, 2014/1, N.316, 15-29.
- Fobe Bart, *Petrografisch onderzoek van de coherente gesteenten van het Eoceen in laag- en midden-België*. PhD-1986.
- Goossens Dirk, *Inleiding tot de geologie en geomorfologie van België*, Uitg. van de Berg, 1984.
- Houthuys Rik, *Een geologische beschrijving van Halle*, augustus-december, 2010.
- MacKenzie W.S., Adams A.E., *A Color Atlas of Rocks and Minerals in Thin Section*, Manson Publishing Ltd, 2011.
- Nijland Timo G. & Dubelaar Wim C., *Handleiding voor de herkenning van natuursteensoorten in Nederlands gebouwd erfgoed voor ca. 1840*, TNO.
- Nijland Timo G., *Mortels technisch en bouwhistorisch bekeken*. TNO Delft, NVMz studiedag 20 januari 2016.
- Perkins Dexter, Henke Kevin R., *Minerals in thin section*, 2nd ed., 2004, 2000 by Pearson Educations, Inc.
- Tolboom H.J., *Handleiding voor de herkenning van afwerkingen van natuursteen* - RCE.
- Tolboom H.J., Dubelaar C.W., *Avendersteen in Nederland*, Bulletin KNOB 108 (2009), 5-6.
- Vandenberghe Noël, *De Rupelstreek en de Boomse klei*.
- Viaene W. & Ottenburgs R., Klei en leem: Algemeen, in: Gullentops F., Wouters L., *Delfstoffen in Vlaanderen*, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, dept. EWBL, 1996, 35-36.
- Het gebruik van kalkmortel*. Info Restauratie en Beheer, Rijksdienst voor de Monumentenzorg – 37/2003.
- Natuursteen in gebouwen*. WTCB, tijdschrift 1993-1, 14.
- Verwerking van natuursteen in het exterieur*. Info Restauratie en Beheer, Rijksdienst voor de Monumentenzorg, 29/2002.
- Witte Natuursteen*, WTCB, Technische Voorlichting, Juli 1970, 24, 26.

BESLUIT

Met dit themanummer werd de bouw van bastion Huidevetterstoren in kaart gebracht, zowel vanuit de opgravingen en de archiefbronnen als door analyses op de bouwmaterialen.

De grootschalige opgraving maakte de ontleding en doorlichting van een groot deel van dit bolwerk mogelijk. De onderzoeken concentreerden zich op de grachtmuur bekleed met witte natuursteen, de opbouw van de baksteenmuren met onder meer ook recuperatiematerialen, de funderingen en de latere restauratiewerken. Hierdoor konden uitspraken geformuleerd worden over de algehele opbouw, de kwaliteit van het metselwerk en de kenmerken van de restauraties.

Door grondige natuursteenanalyse kon worden vastgesteld dat de grachtmuren afgewerkt zijn in Ledesteen en Brusseliaanse kalkzandsteen. Het materiaalonderzoek op de muurfaçade leverde zo een handleiding voor identificatie van de aangewende parementstenen. Deze handleiding, eens verder op punt gesteld, kan ook gebruikt worden om overzichtskaarten te maken van de parementzones van andere onderdelen van de omwalling. Uit de aanzet die werd gegeven tot baksteen- en mortelonderzoek, blijkt dat verder onderzoek nodig is naar de onderscheiden groepen van de baksteenproduktie en het gebruik van de hydraulische mortel in de zestiende eeuw.

In vergelijking met het Keizersbastion bestaat het parement van bastion Huidevetterstoren duidelijk uit

minder monumentale blokken kalkzandsteen en meer recuperatiesteen. Ook is de afwerking van de façade minder gelijkmatig en drongen grotere restauratiewerken zich op.

De archiefbronnen verschaffen mogelijke antwoorden op deze vaststellingen. Enerzijds kon de aannemer van de werken beschikken over grote loten recuperatiemateriaal (oude stoffe) waaronder natuursteen uit diverse afgebroken gebouwen en ook van de middeleeuwse stadsmuur. Daarnaast zal mogelijk door de lage aannemingskost van de werken en de gewijzigde uitvoering ook het metselwerk aan kwaliteit hebben ingeboet. De processtukken hieromtrent in het dossier tegen Gilbert Van Schoonbeke (Insolvente Boedelskamer) wijzen in die richting. Er kan voorzichtig worden besloten dat de hoge economische kost voor de stadsomwalling de bouwheer noopte om van koers te veranderen en de kosten te drukken in de afwerkingsfase ervan, waartoe het bastion Huidevetterstoren behoort.

Met het archeologisch onderzoek van de zuidelijke leien ter hoogte van de Keizerspoort (2003-2006) en dat van de de Noorderlijn, dat ter hoogte van de Kipdorppoort en de Rode Poort nog tot 2018 loopt, zal een groot vergelijkend onderzoek kunnen opgestart worden van de belangrijke bouwonderdelen van de zestiende-eeuwse omwalling. Het materiaalonderzoek van bastion Huidevetterstoren zal deel uitmaken van dit grotere onderzoek en heeft alvast een belangrijke tip van de sluier gelicht.

Rapporten van het Stedelijk informatiecentrum archeologie en monumentenzorg

Reeds verschenen:

1. Archeologisch onderzoek op de Hanzestedenplaats (2006, november 2009)
2. Archeologisch onderzoek op het Militair Hospitaal (2007, november 2009)
3. Majolicategels uit de Sint-Augustinuskerk (september 2008, november 2009)
4. Archeologisch tuinonderzoek in Museum Plantin-Moretus (oktober 2008, november 2009)
5. Archeologisch onderzoek naar het Falcontinnenklooster (december 2009)
6. Archeologisch vooronderzoek - A302 Scheldekaaien Sint-Andries / Zuid (juni 2011)
7. Antwerpse inlegtegels in een Europese context (augustus 2011)
8. Kachelovens. Alleen voor de 16de-eeuwse elite? Antwerpen vertelt een ander verhaal (maart 2013)
9. Fysisch antropologisch onderzoek en archeologische interpretatie van de skeletten uit de kerk van Oosterweel (augustus 2013)
10. Jaaroverzicht 2011-2012 (december 2013)
11. Archeologisch onderzoek Brialmontomwalling. Uitbreidingstraat, Antwerpen-Berchem (juni 2014)
12. Haardstenen uit Antwerpse bodem (januari 2015)
13. Majolicategels uit de Braderijstraat (september 2015)
14. Archeologisch onderzoek - A273 Bogaardestraat (Jeugdherberg) (december 2015)
15. Jaaroverzicht 2013-2014 (april 2016)
16. Jaaroverzicht 2015 (december 2016)