

# 2009 Staats-Spaanse Linies

Bieke Hillewaert en Elisabeth Van Besien



INTERGEMEENTELIJKE DIENST ARCHEOLOGIE  
BRUGGE & OMMELAND

Komvest 45  
8000 Brugge  
T +32 [0]50 44 50 44  
F +32 [0]50 61 63 67  
E info@raakvlak.be  
www.raakvlak.be

## **2009 Staats-Spaanse Linies: Rapport Archeologisch vooronderzoek op het Fort van Beieren, Verbrand Fort en het Fort Sint-Donaas**

Bieke Hillewaert  
Elisabeth Van Besien  
Archeologen  
Raakvlak

Vergunningsnummer 2009/382

In het kader van het Interreg IVA-project "FORTEN EN LINIES IN GRENSBREED PERSPECTIEF"



Inleiding .....	2
1. Situering van het project .....	2
2. Methodiek .....	6
3. Bronnen .....	9
Resultaten .....	12
A.    Het landschap .....	12
B.    Fort van Beieren .....	14
1. Algemeen .....	14
2. Uitgevoerd onderzoek .....	17
3. Resultaten .....	23
C.    Verbrand Fort .....	37
1. Algemeen .....	37
2. Uitgevoerd onderzoek .....	43
3. Resultaten .....	45
D.    Fort Sint-Donaas .....	58
1. Algemeen .....	58
2. Uitgevoerd onderzoek .....	64
3. Resultaten .....	71
Algemene conclusie .....	80
Bibliografie .....	82

# Inleiding

## 1. Situering van het project

Naar aanleiding van het Interreg IVA-project "Forten en Linies in Grensbreed Perspectief" heeft de provincie West-Vlaanderen aan Raakvlak, Intergemeentelijke Dienst voor Archeologie in Brugge en Ommeland, de opdracht toegewezen om drie verdedigingswerken in de Zwinstreek te onderzoeken namelijk het Fort van Beieren, het Verbrand Fort en (de zwaluwstaart van) het Fort Sint-Donaas. De drie verdedigingswerken maken deel uit van de Staats-Spaanse Linies. Dit zijn de verdedigingswerken uit de Tachtigjarige Oorlog (1568-1648) tot en met de Spaanse Successieoorlog (1701-1714). De verdedigingswerken beslaan de grensstreek van de provincies West-Vlaanderen, Oost-Vlaanderen en Zeeland en een aantal forten in de provincie Antwerpen.



Figuur 1 Luchtfoto van het gebied (Google)

In het kader van het Interreg IVA- project wil de provincie West-Vlaanderen de drie bovengenoemde verdedigingswerken of forten door herinrichting beter ontsluiten. Centraal in de herinrichting staan het herstel van het erfgoed, de ontwikkeling van nieuwe natuurwaarden en de toeristisch-recreatieve netwerkvorming. Om die ingreep goed voor te bereiden is het noodzakelijk om de nog aanwezige archeologische waarden in kaart te brengen.

De resultaten van het archeologisch vooronderzoek zullen door de provincie West-Vlaanderen gebruikt worden voor het opstellen en/of bijwerken van de inrichtingsplannen die dit moeten bewerkstelligen.

De te onderzoeken forten situeren zich tussen Brugge en Sluis langs de Damse Vaart.

- **Fort van Beieren (FvB), Koolkerke (Brugge)**

Het Fort is in 1976 beschermd als landschap, staat op het gewestplan ingekleurd als parkgebied en is momenteel in gebruik als provinciedomein door de provincie West-Vlaanderen.

Kadastrale gegevens: Brugge Afdeling 17, Sectie A, percelen nrs. 79d, 80h, 81a, 82a, 84/2, 84/3, 84/5, 84a, 85a, 85a/3, 86a, 87a/4, 87d, 87h, 87m, 88a/6, 88C/11, 88q/2, 88q/6, 89a, 89/11, 90/2, 94a/2, 108d/2, 127f, 129g.

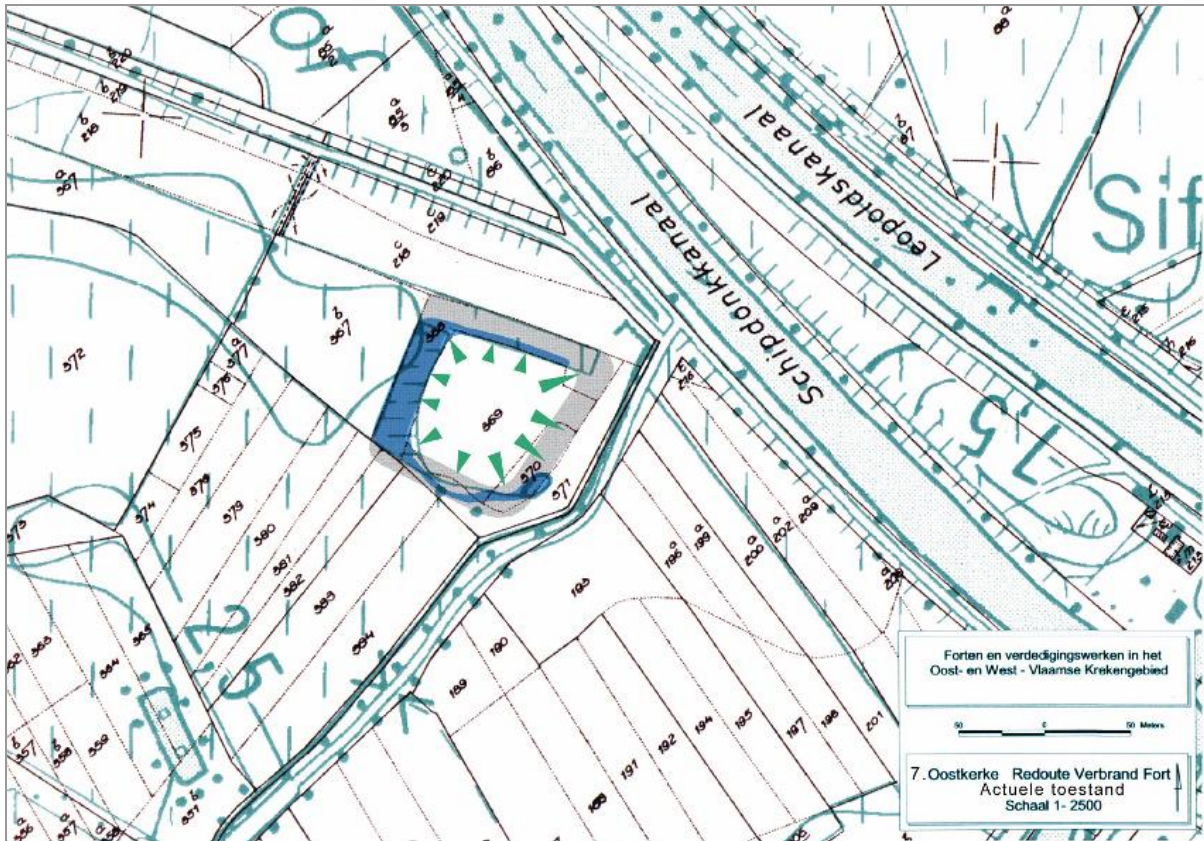


Figuur 2 Het Fort Van Beieren (Termote J. & Zwaenepoel A. 2004)

- **Verbrand Fort (VF), Oostkerke (Damme)**

Het terrein van het fort is een erkend natuurreservaat in eigendom van Natuurpunt vzw, op het gewestplan staat het ingekleurd als agrarisch gebied. Het is een vogelrichtlijng gebied en VEN-gebied.

Kadastrale gegevens: Sectie C, blad 1, percelen nrs. 369, 368, 370.



Figuur 3 Het Verbrand Fort (Termote J. & Zwaenepoel A. 2004)

- **Fort Sint-Donaas (FSD), Westkapelle (Knokke-Heist)**

Het terrein is een erkend natuureservaat 'de Sint-Donaaspolder', op het gewestplan staat het ingekleurd als agrarisch gebied. Het is Ramsargebied<sup>1</sup>, en grote eenheid natuur in ontwikkeling<sup>2</sup>.

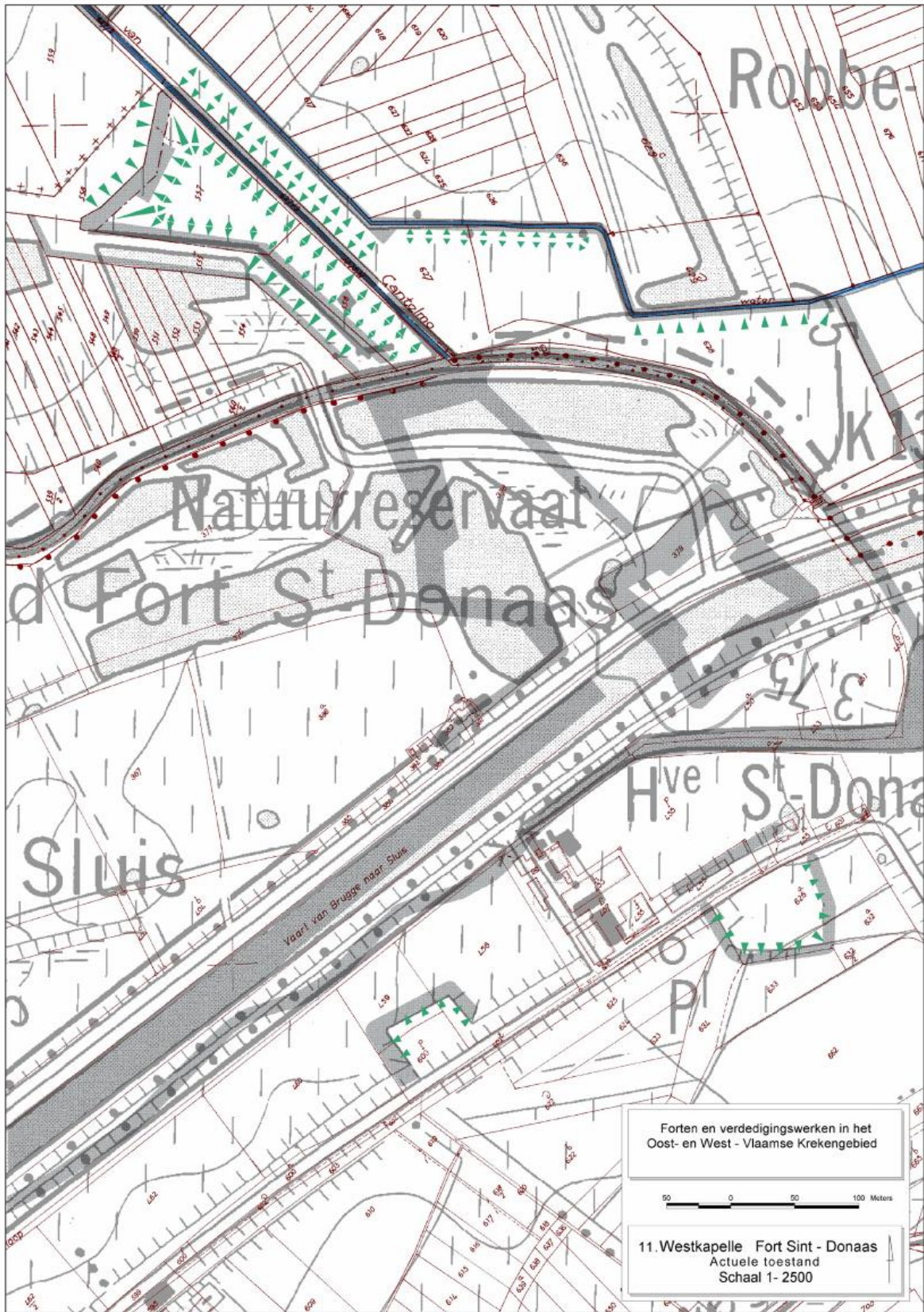
Kadastrale gegevens Afdeling 10, sectie D, percelen nrs. 0557, 0558, 0556.

<sup>1</sup> De Ramsar-conventie is een internationale overeenkomst inzake watergebieden (draslanden) die van internationale betekenis zijn, in het bijzonder als woongebied voor watervogels. (<http://nl.wikipedia.org>)

<sup>2</sup> Een grote eenheid natuur in ontwikkeling is een aaneengesloten gebied:

- waar de natuurfunctie bovengeschied is aan de andere functies en waar de natuur als hoofdgebruiker voorkomt;
- waar momenteel een geringe biologische waarde of een sterk versnipperde natuur met hoge biologische waarde en een hoge toekomstwaarde bestaat;
- waar op basis van de kenmerken van het fysisch systeem de potentie bestaat om te evolueren naar een grote eenheid natuur;
- waar de biologische waarde kan toenemen door middel van duidelijke veranderingen in het grondgebruik en/ of het beheer waarbij natuurtechnische milieubouw noodzakelijk kan zijn;
- waar op termijn een secundaire kern kan gevormd worden of een bestaande kern kan versterkt worden die de duurzame instandhouding van ecotopen kan garanderen.

Een grote eenheid natuur in ontwikkeling is aldus een beleidsmatig begrip. (<http://www.west-vlaanderen.be>)



Figuur 4 Het Fort Sint-Donaas met Zwaluwstaart (Termote J. & Zwaenepoel A. 2004)

## 2. Methodiek

De hoofdbedoeling van dit project is om de nog aanwezige archeologische resten van de drie forten in kaart te brengen en zicht te krijgen op de oorspronkelijke profielen van grachten en aarden wallen, opdat deze informatie in het uiteindelijke inrichtingsproject kan meegenomen worden. De resultaten van het vooronderzoek moeten bruikbaar zijn voor het zo correct mogelijk opstellen en/of bijwerken van de inrichtingsplannen door de provincie West-Vlaanderen

Vanuit de provincie West-Vlaanderen werden een aantal algemene onderzoeksvragen naar voor geschoven:

1. Welke onderdelen van de verdedigingswerken kunnen nog herkend worden?
2. Kan de vorm en de exacte locatie van het verdedigingswerk duidelijk in beeld gebracht worden?
3. Wat is de breedte, diepte/hoogte, profielverloop van de aangetroffen wallen en grachten?
4. Is er nog muurwerk of houtwerk in situ aanwezig?
5. Zijn er nog nadere sporen uit de gebruiksfase van het fort aanwezig? Wat is de aard, gaafheid en conservering van deze sporen?
6. Kan worden aangetoond of de oorspronkelijke grachten oorspronkelijk watervoerend waren of niet?
7. Zijn er aanwijzingen voor de aanleg van de versterking in meer dan één fase?
8. Kan de aanleg en sloop van het verdedigingswerk worden gedateerd aan de hand van dateerbaar archeologisch vondstmateriaal?
9. Zijn er speciale maatregelen op archeologisch vlak vereist bij de uitvoering van de werken? Zijn er beperkingen? In welke mate worden de aanwezige resten bedreigd door de voorgenomen inrichtingsplannen? Is er een kritische grens aan de maximaal toelaatbare diepte van bodemverstoring?
10. Welke onverwachte vondsten zijn er?

Bij een eerste verkennend bezoek werd al snel duidelijk dat de drie forten niet in dezelfde mate nog visueel aanwezig zijn in het landschap. Toch heeft elke fortsite wel zijn eigen betekenis en waarde, zowel op cultuurhistorisch als landschappelijk vlak. Raakvlak streeft er naar deze waarden zo min mogelijk aan te tasten in het kader van het naleven van de conventie van La Valetta betreffende de bescherming van het archeologisch erfgoed, waarin behoud in situ wordt vooropgesteld. In deze context heeft Raakvlak in het plan van aanpak, dat aan de provincie West-Vlaanderen werd voorgesteld duidelijk geopteerd voor non-destructieve archeologische en bodemkundige prospectiemethoden. Op die manier wordt zoveel mogelijk informatie verkregen zonder in te grijpen in het nog aanwezige archeologisch erfgoed van de drie forten. De provincie West-Vlaanderen heeft uiteindelijk besloten om mee te gaan in deze werkmethode en heeft Raakvlak begin augustus 2009 de opdracht toevertrouwd.

Dergelijk specifiek vooronderzoek kan Raakvlak niet alleen en daarom werd een samenwerking aangegaan met enerzijds Alterra-Baac voor het bodemkundig onderzoek en anderzijds de Onderzoekseenheid Ruimtelijke Bodeminventarisatietechnieken van de UGent (ORBIT) voor het geofysisch onderzoek. Tijdens vijf overlegmomenten kwamen de projectcoördinator en de verschillende partners samen om een stand van zaken van het onderzoek te geven en de verder te volgen werkwijze te bespreken. Hierbij werd ook beroep gedaan op de expertise van externen, zoals Alexander Lehouck<sup>3</sup> en Willy Wintein<sup>4</sup>, die reeds heel wat ervaring hebben in gecombineerde prospectiemethodes in de polders en/of de ontstaansgeschiedenis van het landschap waar de drie forten deel van uitmaken. Op die manier ontstond er een grensoverschrijdende samenwerking passend in het

---

<sup>3</sup> Gemeentearcheoloog Koksijde

<sup>4</sup> Geograaf, Brugge

Europees project, maar met een sterk lokaal draagvlak (digitale nieuwsbrief, contact met de verschillende gemeentes).

Ter voorbereiding van het vooronderzoek werd op 31 juli 2009 een eerste overlegmoment gehouden met de verschillende partners: de provincie West-Vlaanderen, ORBIT, Baac-Alterra en Raakvlak. De te volgen werkwijze werd kort besproken en de verschillende forten werden ter kennismaking bezocht.

In eerste instantie werd een bureauonderzoek uitgevoerd. Per fort werd alle beschikbare informatie verzameld zoals historisch kaartmateriaal, de luchtfoto's uit 1944, de luchtfoto's van de Vakgroep Archeologie en Oude Geschiedenis van Europa, UGent<sup>5</sup>, de beschikbare DHM's (digitale hoogtemodellen) de LIDAR-gegevens, de resultaten van de reeds uitgevoerde technische boringen<sup>6</sup>, de digitale opmetingsplannen van de forten, de informatie uit heemkundige tijdschriften zoals 'Rond de Poldertorens' en uit de inventarisstudie 'Forten en verdedingswerken in het West- en Oost-Vlaamse Krekengebied'<sup>7</sup>. Een groot deel van deze informatie werd ons aangeleverd door de projectcoördinator van de provincie West-Vlaanderen. Hiervoor werd een overleg ingepland op 4 augustus 2009. Waar mogelijk werden deze gegevens aangevuld.

Het eigenlijke veldwerk startte, in samenspraak met en uitgevoerd door ORBIT, met een dubbele elektromagnetische geofysische prospectie. Deze prospectie van de drie forten werd op drie werkdagen afgerond (25-27 augustus 2009). Op het tweede overlegmoment (30 september 2009) werden de eerste beelden getoond en mondeling toegelicht. Op basis hiervan en in samenspraak met de verschillende partners werd per fort de meest wenselijke positie van een aantal boorraaien bepaald. De boorraaien die achteraf werden uitgevoerd sluiten hier dicht bij aan en werden slechts omwille van plaatselijke omstandigheden aangepast. De boringen en interpretatie gebeurden onder begeleiding van John Mulder van Alterra-Baac en werden hoofdzakelijk uitgevoerd door medewerkers van Raakvlak (5-6, 8-9 en 19-22 oktober 2009). Bij de bespreking van de eerste voorlopige resultaten van de boringen op het derde overlegmoment (27 oktober 2009) bleek dat het niet mogelijk was om op alle – door de provincie gestelde – vragen een antwoord te geven binnen het kader van dit non-destructief vooronderzoek. In samenspraak met de verschillende partners werd beslist om nog een aantal extra boringen (4-5 november 2009) uit te voeren en ook een bijkomend geofysisch onderzoek met een resistiviteitssensor (18-19 november 2009). Het was niet mogelijk om tegen het vierde overlegmoment (10 december 2009) de resultaten van dit bijkomend onderzoek volledig te verwerken. Rond één bepaalde plek in het Fort van Beieren bleef er onduidelijkheid. In laatste instantie werd beslist om hier een proefsleuf te trekken. Dit proefonderzoek gebeurde op 5 januari 2010 op de percelen NIS-afdeling 31014 percelen nrs. A81A, A85A en A86/04A. Er werd vooral aandacht besteed aan de registratie van de aangetroffen lagen en sporen, maar daarnaast werd er ook een staal genomen voor pollenanalyse. Tijdens de verwerking van de resultaten werd tenslotte beslist om nog een aantal boringen te plaatsen om bepaalde onduidelijkheden of problemen op te lossen (16 maart en 7-8 april 2010).

Na het veldwerk werden alle gegevens samengebracht. In overleg met de opdrachtgever werden de bekomen resultaten van de verschillende deelonderzoeken met elkaar gecombineerd. In eerste instantie werd uitgegaan van het geofysisch onderzoek, waaruit de vorm en locatie van het verdedigingswerk kon afgeleid worden. Deze gegevens werden vergeleken met recente en oude luchtfoto's en met historisch kaartmateriaal. Om zicht te krijgen op het profielverloop van grachten en wallen werden de boorgegevens op de geofysische kaarten geplaatst. De uit het booronderzoek verkregen plaatselijke doorsneden werden geïnterpreteerd en tot volledige bodemprofielen uitgebreid. De

---

<sup>7</sup> Termote J. en Zwaenepoel A. 2004

verbinding van de afzonderlijke gegevens gebeurde op basis van stratigrafische logica en werd ondersteund door de beschikbare externe informatie. De reconstructie van de grachtprofielen – in het bijzonder het bovenste gedeelte - is in de meeste gevallen grotendeels hypothetisch, gezien de aanwezigheid van een bovenliggende laag die in verband te brengen is met een nivellering van de terreinen. Om dezelfde reden was het ook bijzonder moeilijk – zometert onmogelijk – om de wallen te reconstrueren. Bij de reconstructie werd gebruik gemaakt van de gracht- en walprofielen die bekend zijn uit de historische kaarten, indien mogelijk en voorhanden. Tenslotte werden ook de resultaten van het de Elektrische Weerstandstomografie in de interpretatie meegenomen.

### 3. Bronnen

- Kartografische bronnen
  - ✓ *Kaart van het Brugse Vrije door Pieter Pourbus (1571)*  
Van de oorspronkelijke kaart van de kasselrij van het Brugse Vrije die door P. Pourbus werd gemaakt, blijft alleen nog het noordoostelijk deel over. De schaal is ongeveer 1/12.100. Het bewaarde fragment geeft een beeld van de laatmiddeleeuwse toestand van het Zwin en het dijkensysteem er rond. De kaart is nauwkeurig en gedetailleerd betreffende wegen en waterlopen.
  - ✓ *Kabinetskaart van de Oostenrijkse Nederlanden en het Prinsbisdom Luik door Ferraris, Sluys 23 (B3) en Damme 24 (C3) (1771-1778)*  
Hoewel de kaart een aantal meetkundige onjuistheden vertoont, geeft ze het beste van wat in die periode te bereiken was. Als kaart voor militaire doeleinden werd er veel aandacht geschonken aan de hydrografie, hagen en andere begroeiing. In verband met de functie van dit document als militaire kaart, is ze voor fort en verwante aspecten meestal wel betrouwbaar, hoewel er soms opmerkelijke vervormingen kunnen optreden (zie Fort van Beieren).
  - ✓ *17<sup>de</sup>- 19<sup>de</sup>-eeuwse handschriftelijke kaarten*  
De meeste kaarten zijn gedetailleerd en geven een zeer nauwkeurig beeld van het terrein. De schaal is niet aangeduid. Bij een aantal kaarten wordt echter een nooit uitgevoerd plan weergegeven (zie Fort van Beieren).
  - ✓ *Carte topographique de la Belgique door Ph. Vandermaelen (1846-1854)*  
Deze vroege topografische kaart op schaal 1/20.000 is een bijzonder interessant document, als voorloper van de kaarten van het Krijgsdepot, vandaag het NGI.
- Fotomateriaal
  - ✓ *Oude Luchtfoto's*  
Er werd vooral bij het Verbrand Fort en het Fort Sint-Donaas gebruik gemaakt van de foto's die tijdens Wereldoorlog II door de Royal Air Force van het Zwingebied werden gemaakt. De foto's dateren van 20/10/1944 en geven een beeld van een gebied met een uitzonderlijk hoge grondwaterstand. Hierdoor zijn alle waterpartijen zeer duidelijk te zien. In bepaalde gevallen (Fort Sint-Donaas) kan de foto ook als historische bron gebruikt worden.  
Bij het Fort van Beieren werd gebruik gemaakt van een Engelse luchtfoto uit 1918 (08/08/1918). Ook hier heeft de foto de waarde van een historisch document.
  - ✓ *Recente luchtfoto's*  
De luchtfoto's die door J. Semey sinds de jaren '80 van vorige eeuw in opdracht van de Vakgroep Archeologie en Oude Geschiedenis van Europa, UGent werden gemaakt, werden slechts in beperkte mate meegenomen in het onderzoek<sup>8</sup>. Alleen de foto van het Verbrand Fort, waarbij zwarte vlekken te zien zijn, verschaftte bijkomende informatie.
- Hoogtemetingen
  - ✓ *DHM*  
Een digitaal hoogtemodel (DHM) is een driedimensionale, digitale beschrijving van het aardoppervlak. Omwille van de hoge puntendichtheid van het DHM-Vlaanderen leent dit bestand zich tot uiteenlopende toepassingen waarbij het

---

<sup>8</sup> Met dank aan dr. Birger Stichelbaut. Bij nazicht van deze foto's bleken ze nauwelijks relevant te zijn voor de studie en werd er verder slechts in één geval (Verbrand Fort) gebruik van gemaakt.

microreliëf belangrijk is. Er werd bij het onderzoek gebruik gemaakt van het 5m-raster.

- ✓ *LIDAR*  
De LIDAR hoogtepunten – brondata hebben een veel hogere punt dichtheid (1 punt per 4m<sup>2</sup>). Het zijn de ruwe, niet uitgedunde puntensets, met zowel grond- als vegetatiepunten. Deze punten werden door ORBIT meegenomen in het onderzoek en leidden tot gedetailleerde hoogtekaarten.
- Publicaties  
Bij het onderzoek werd vooral gebruik gemaakt van de heemkundige publicaties, meestal in het tijdschrift 'Rond de Poldertorens' en de inventaris van 'Forten en verdedigingswerken in het Oost- en West-Vlaamse Krekengebied' die door J. Termote en A. Zwaenepoel in 2004, in opdracht van Westtoer, werd gemaakt.
- Geofysisch onderzoek
  - ✓ *Elektrische Geleidbaarheid (EGs)*  
De EGs is sterk gerelateerd aan bepaalde fysische bodemparameters, zoals het kleigehalte, het vochtgehalte en in minder mate het organische materiaalgehalte en de schijnbare dichtheid. De meting reageert ook op alle verstoringen, zoals stenen muren, afvalputten en andere archeologische sporen. Metalen voorwerpen hebben een zeer sterke invloed op de meting en kunnen dus gemakkelijk geïdentificeerd worden (bijlage 1). Problematisch is de aanwezigheid van prikkeldraad en sterke begroeiing.
  - ✓ *Magnetische Susceptibiliteit (MSs)*  
De MSs reageert vooral sterk op verstoringen van de organische toplaag van de bodem, door bijvoorbeeld het graven van een put. Er is ook een sterke afwijking bij verhitte materialen, bijvoorbeeld boven vuurplaatsen en baksteenconcentraties, en bij metalen voorwerpen (bijlage 1). Ook hier is de aanwezigheid van prikkeldraad en sterke begroeiing problematisch.
  - ✓ *Elektrische Weerstandstomografie (EWT)*  
Bij EWT wordt de schijnbare elektrische weerstand bepaald langsheen een transect door middel van elektroden. Daaruit wordt de werkelijke weerstand berekend. Het systeem is gevoelig voor kleine structuren dichtbij het bodemoppervlak. Grotere structuren, die voldoende volume innemen t.o.v. het gemeten volume, zijn wel zichtbaar op een grotere diepte (bijlage 1). De hoge geleidbaarheid duidt op fijner sediment, de lage waarden op grover (vb. zandig) materiaal.
- Boringen
  - ✓ *Technische boringen*  
In het kader van een voorstudie van het Fort van Beieren werden door gespecialiseerde firma's boringen (Universoil, Saneco, BVMO nv) uitgevoerd. De technische boringen werden nagekeken, maar bleken weinig aanvullende informatie te verschaffen.
  - ✓ *Boringen*  
Een belangrijke bron van informatie in het kader van de opdracht, zijn de vele boringen die werden uitgevoerd (bijlage 2). De boringen door J. Mulder van Alterra-Baac vormen over het algemeen boorraaien (bijlagen 3, 7, 11); de bekomen informatie is weergegeven in de boorstaten waarbij de resultaten van het booronderzoek in detail vermeld worden (bijlagen 5, 9, 13). De interpretatie

van de boorresultaten is telkens meegenomen in een dwarsdoorsnede (bijlagen 6, 10, 14).

De bijkomende boringen door Raakvlak werden uitgevoerd in functie van een concrete vraagstelling (zie ook verder) zijn meestal niet in een boorraai geplaatst (bijlagen 3, 7, 11). De boorstaten zijn iets minder gedetailleerd en meer gericht op de aanwezigheid van bijvoorbeeld een gracht. De gegevens werden achteraan aan de boorstaten toegevoegd (bijlagen 5, 9, 13). De interpretatie werd meestal in de dwarsdoorsneden gevoegd (waardoor de nummers niet steeds op elkaar volgen).

- Proefsleuf
  - ✓ Slechts op het Fort van Beieren werd een proefsleuf getrokken om een onduidelijkheid te kunnen natrekken.

# Resultaten

## A. Het landschap<sup>9</sup>

Om de (op)bouw van de forten op hun specifieke plaats in het landschap ten volle te kunnen begrijpen, was het noodzakelijk om de restanten in hun omgeving te bestuderen. De forten zijn immers op zeer specifieke plaatsen gebouwd als spelers in de woelige periode van de Tachtigjarige oorlog (1586-1648) tot en met de Spaanse Successieoorlog (1702-1713). Hierbij werd gebruik gemaakt van de landschappelijke kenmerken eigen aan de Zwinstreek. Het Zwin lag in de frontzone tussen de Staatse (noordelijke) en de Spaanse (zuidelijke) Nederlanden. Aan beide kanten van het Zwin werden versterkingen opgericht, vaak met elkaar verbonden door linies. Het aanwezige water werd gebruikt als transportmiddel maar ook als verdediging in de vorm van inundaties van bepaalde zones.

Het landschap in de Zwinstreek, ruwweg tussen Brugge en Sluis, bestond in de laatste ijstijd, uit dekzand met ruggen en een aantal ondiepe dalen. Een dergelijke zandrug liep van Meetkerke over Koolkerke naar Aardenburg/Sint-Kruis. Rond Brugge vond de Reie een doorgang door de zandrug naar de kustvlakte toe.

Aan het begin van het Holoceen werd het klimaat warmer en steeg de zeespiegel waardoor ook het grondwater in het dekzandgebied steeg. Ter hoogte van de huidige kustlijn ontwikkelde zich een wadzone met getijdenwerking. De toendra's werden natter en evolueerden naar een boslandschap, eerst met naaldbossen, die later overgingen in loofbossen. In de dalen stroomden beken, die in en direct naast hun bedding beekleem afzetten.

Op de hoge delen van het dekzandlandschap ontwikkelden zich podzolgronden door uit- en inspoeling van humus. Geleidelijk aan kwam een eind aan dit proces door de stijging van het grondwater. Rond 5000 B.P. ontstonden strandwallen met lage (oude) duinen, waarachter een veengroei op gang kwam. Door de nabijheid van beken, die herhaaldelijk buiten hun oevers traden, ontstonden broekbossen, waarin zich mesotroof tot eutroof broekveen vormde.

Omstreeks het begin van de jaartelling werden de duinen bij Blankenberge door de zee doorbroken. Er ontstonden getijdengeulen die zich tot ver naar het oosten uitstrekten. In en direct naast de geulen kwamen kalkrijke, slibrijke zanden tot afzetting. Door infiltratie van regenwater en door latere begroeiing is de top van deze afzettingen ontkalkt. Het Fort van Beieren ligt deels op de opgevulde geulafzettingen en deels op het pleistoceen dekzand.

Het Verbrand Fort bevindt zich in een gebied met een grote afwisseling aan pleistocene donken en mariene geulen. Op hoger gelegen donken was bewoning mogelijk tijdens de prehistorie en de Romeinse tijd. Bij prospectie van het gebied in 1983 kwam vlakbij het Verbrand Fort een scherp Romeinse terra sigillata aan het licht<sup>10</sup>. Hoewel het hier maar één fragment betreft, is het niet onmogelijk dat er in de omgeving ook bewoningssporen te vinden zijn.

In de Vroege Middeleeuwen brak de zee door de strandwallen van Zeeuws-Vlaanderen door en ontstond een uitgestrekt zeegat. Via dit uitgestrekte zeegat drongen diverse getijdengeulen de Zwinstreek binnen. Er ontstonden kreekruigen en poelen. In de volle Middeleeuwen werden grote delen van het getijdengebied bedijkt. In dit 'Oude land' werd het Verbrand Fort even ten noorden van Damme gebouwd.

---

<sup>9</sup> Mulder J. (bijlage 2) en Wintein W. 2009

<sup>10</sup> Hillewaert B. 1984: 602-605

Met de bedijking namen de overstromingsvlakten in de Zwinstreek drastisch af en nam de stroomsnelheid van de getijden en daarmee het zandtransport in de geulen toe. Een laatste inbraak was het Zwin, dat uiteindelijk ook verzandde. Het Fort Sint-Donaas ligt op de forse, kalkrijke kreekrug van het Zwin.

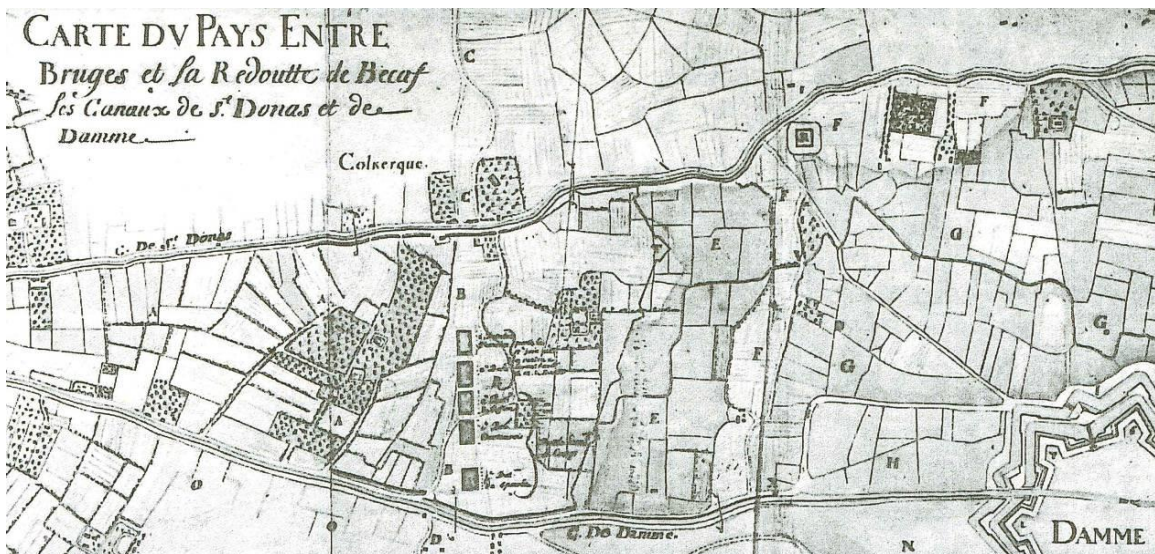


Figuur 5 De Zwinstreek op de Kaart van het Brugse Vrije, Pieter Pourbus, 1571, Stedelijke Musea Brugge

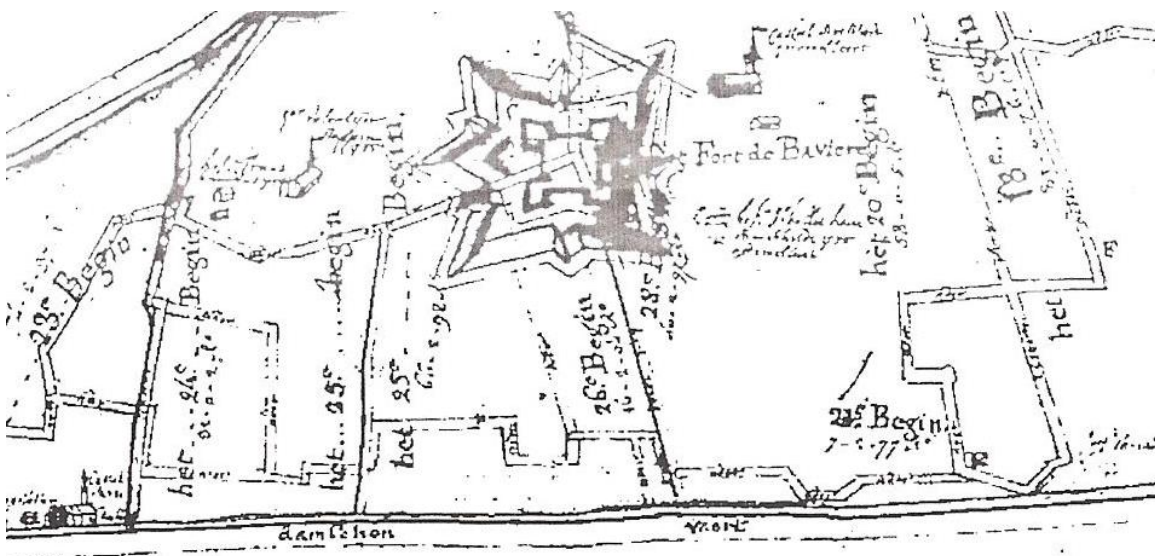
## B. Fort van Beieren

### 1. Algemeen

Het Fort van Beieren werd in 1705 opgericht ter verdediging van Brugge onder de Spaanse gouverneur-generaal Maximiliaan van Beieren tegen de Nederlandse Staten die de Cantelmolinie op Hoeke en Sint-Anna bezet hadden.<sup>11</sup> In een vroegere fase was volgens overgeleverde plannen, ter hoogte van het fort een legerkamp bestaande uit 5 bataljons gevestigd. Er zijn ook plannen overgeleverd van een ouder versterkt legerkamp dat op dezelfde plaats wordt gelokaliseerd, maar er bestaat grote onzekerheid of dit kamp ooit werkelijk werd gerealiseerd.<sup>12</sup> Op onderstaande kaart door Chermont uit 1703 is het gebied te zien voor de aanleg van het fort, op de volgende kaart is het fort ingetekend.



Figuur 6 De streek tussen Brugge en Damme in 1703 (ARAB, Kaarten en Plans, manuscript nr. 543)



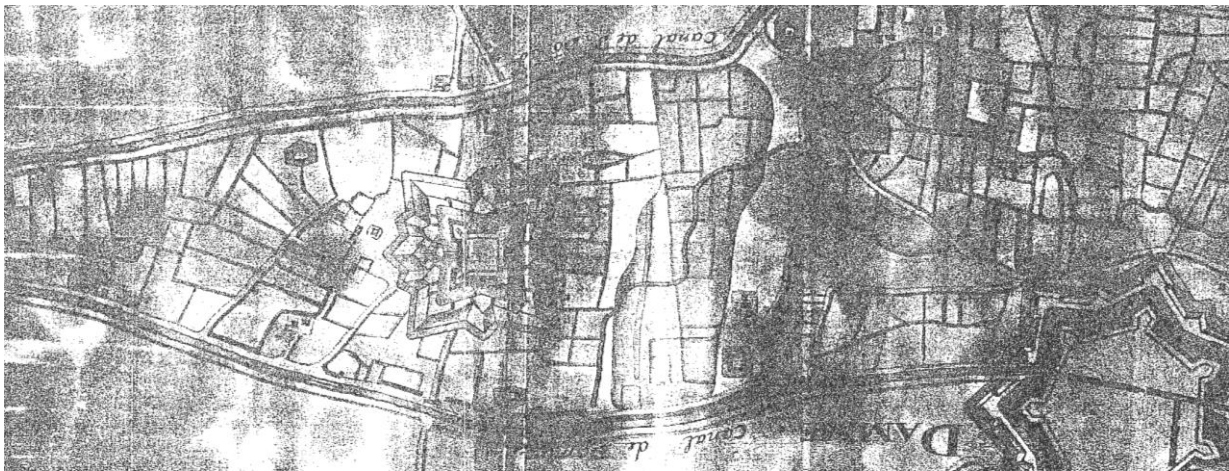
Figuur 7 Het Fort van Beieren zoals het gesitueerd wordt in Brugge-Damme\_1\_C\_RAB

<sup>11</sup> De Keyser R. 1964: 16.

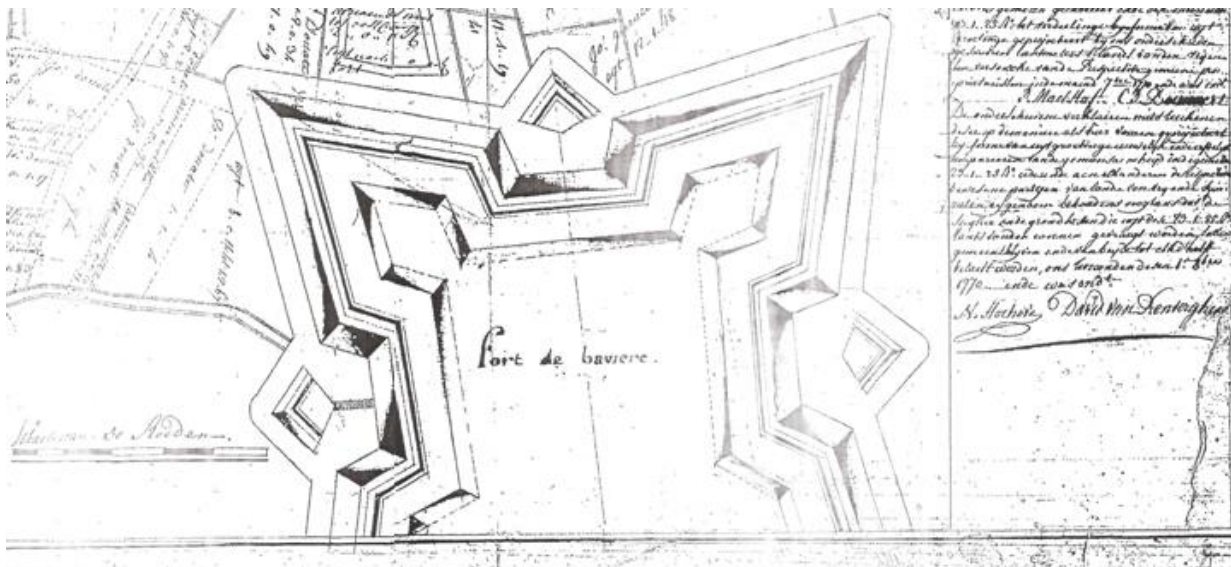
<sup>12</sup> Crois R. 1974: 50-51.

Voor de aanleg van het fort moest het kasteel van Stockhove gelegen ten noorden van het fort gesloopt worden.<sup>13</sup> Dit kan ook worden afgeleid uit de vergelijking van de twee bovenstaande figuren. Het kasteel van Stockhove wordt net buiten het eigenlijke onderzoeksgebied gesitueerd.

Het Fort van Beieren werd aangelegd met een vierkant terreplein waarrond een eerste omwalling die op de hoeken uitgerust werd met holle bastions. Enkel op de zuidzijde – richting Brugge – was voor de courtine een ravelijn aangebracht. Een drietal batterijen zorgde voor de bescherming van de overige zijden. Tenslotte was er een tweede aarden omwalling volgens de overgeleverde plannen met een bedekte weg en een glacis met redans, dit alles was afgeboord door de nu nog bestaande Fortbeek. De toegang van het fort lag aan de oostelijke zijde, richting Brugge.<sup>14</sup> Na de Spaanse Successieoorlog kwam het fort onder toezicht van de gouverneur van Damme en werd het van 1711 tot 1717 verpacht aan de landbouwer Frans Maes. Deze kon het fort niet helemaal in gebruik nemen door de aanwezigheid van “de wallen ende rampaarden”.<sup>15</sup>



Figuur 8 Kaart Fort van Beieren, Fotokopie Archief Zwinpolder<sup>16</sup>



Figuur 9 Het Fort van Beieren volgens een plan uit 1705. SHAT, art. 14, Bruges (de Damse Vaart bevindt zich rechts)

<sup>13</sup> Termote J. en Zwaenepoel A. 2004:12.

<sup>14</sup> Termote J. en Zwaenepoel A. 2004:11-12.

<sup>15</sup> De Keyser R. 1964:16.

<sup>16</sup> Met dank aan D. Vanraeynest



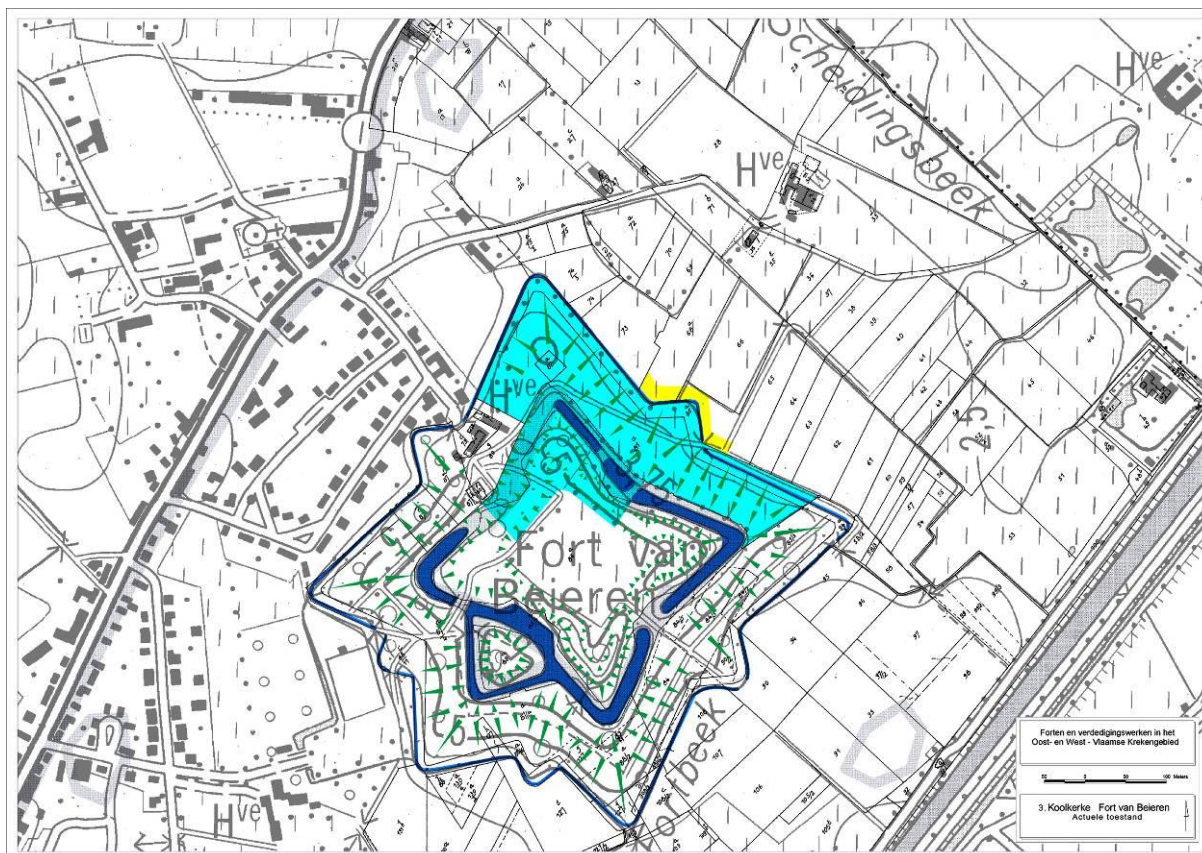
Figuur 10 Luchtfoto gedateerd 08/08/1918 (onderaan bevindt zich de Damse Vaart) (Royal Air Force, 211.FE.923/13.8.19.20/8.8.18.09.30/(L)f8)

Net voor het einde van Wereldoorlog I werd op het Fort van Beieren door de Duitsers een batterij ingericht.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Wintein W. 1966: 30

## 2. Uitgevoerd onderzoek

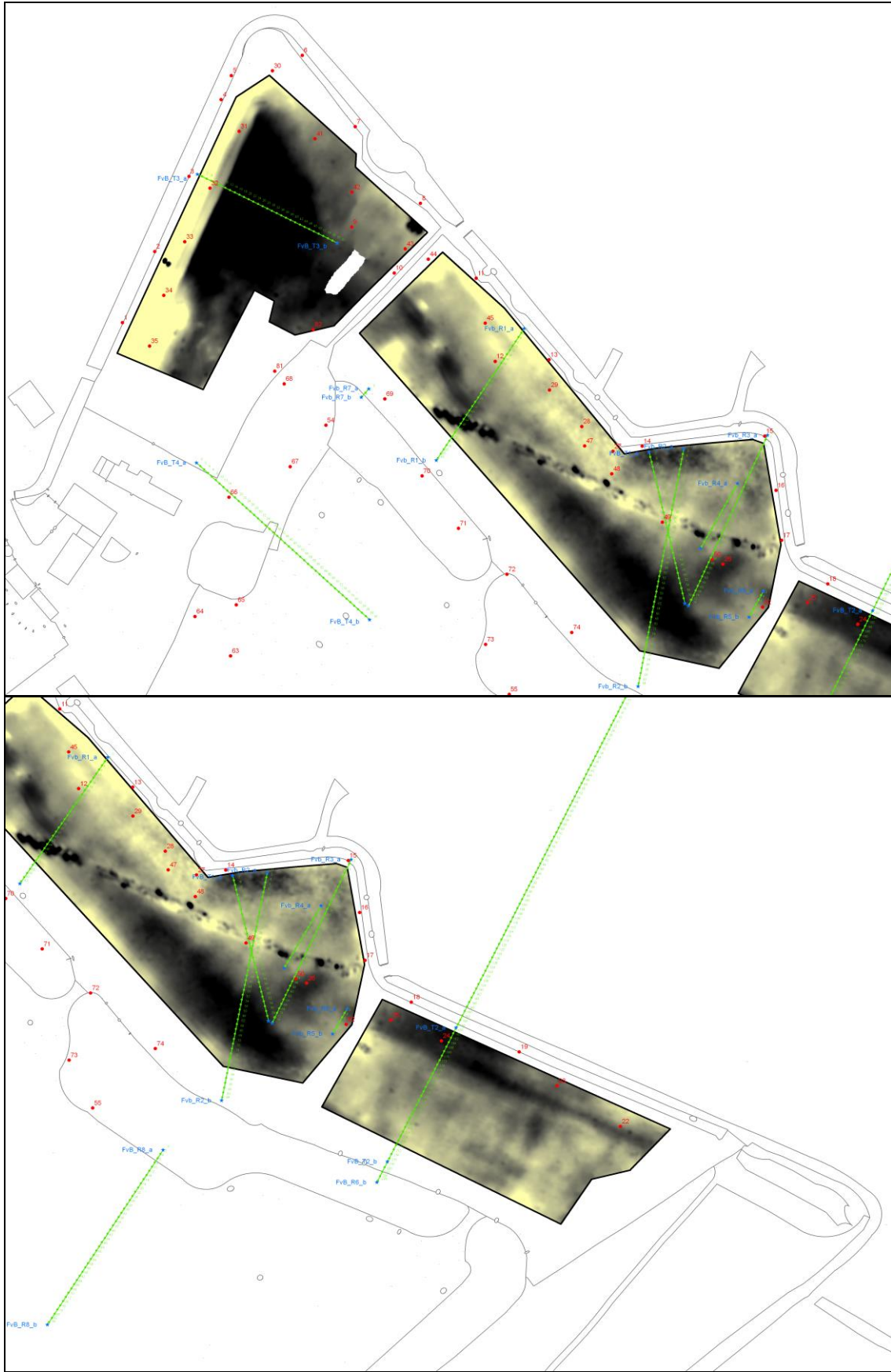


Figuur 11 Het Fort van Beieren met het onderzoeksgebied binnen het fort in het blauw en buiten het fort in het geel aangeduid.

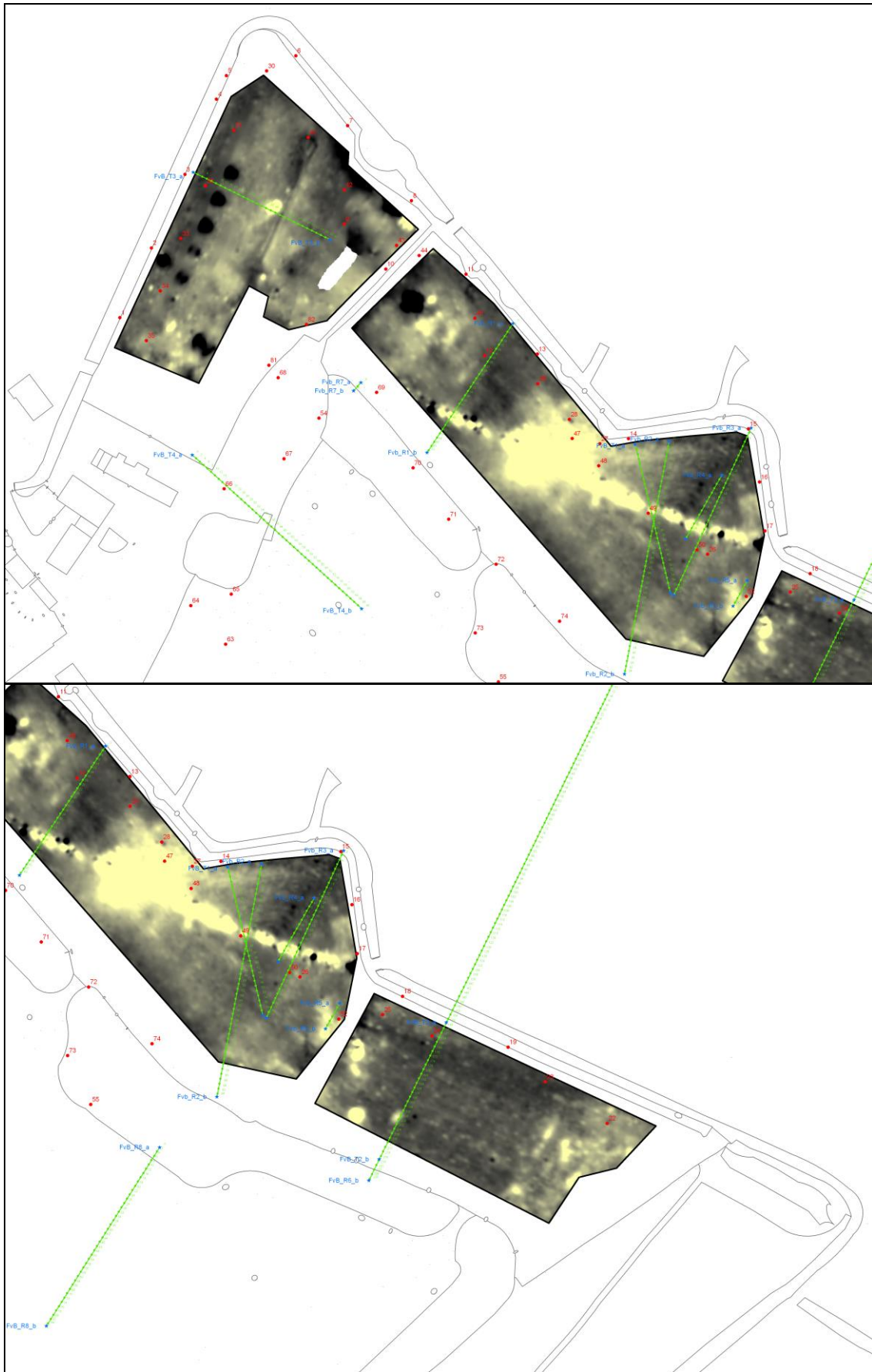
Het archeologisch onderzoek was toegespitst op het gebied waar de provincie West-Vlaanderen een herinrichting plant, zoals afgebakend op bovenstaande kaart. Het noordelijke, niet beboste gedeelte van het Fort van Beieren werd onderworpen aan een eerste geofysisch onderzoek (Elektrische Geleidbaarheid – EGs en Magnetische Susceptibiliteit – MSs), waarvan de resultaten besproken worden in bijlage 1 (de geprospecteerde zone is in het roze afgebakend op de overzichtskaart, fig 16). Bepaalde zones konden niet worden meegenomen in het onderzoek omdat ze te nat waren (o.a. de binnengracht) of omdat de aanwezige begroeiing (bomen) of prikkeldraad dit verhinderde.

Na het geofysisch onderzoek werden een aantal booraaian over het terrein geplaatst (groene lijnen op de overzichtskaart, fig 16) en ook diverse losse boringen uitgevoerd (fig 16). De meeste booraaian dwarsen het glacis en snijden de noordelijke buitengracht. Binnen de zone waarin een ravelijn verondersteld werd, werden verscheidene booraaian geplaatst. Eén booraaian doorsneed de binnenwal, een andere werd doorgetrokken tot op het terrein ten noorden van het fort. Heel wat losse boringen werden uitgezet om zicht te krijgen op het verloop van de gedeeltelijk opgevulde westelijke gracht. Ook de huidige toegangen over de noordelijke buitengracht werden door middel van boringen onderzocht. De resultaten van het booronderzoek worden besproken in bijlage 2.

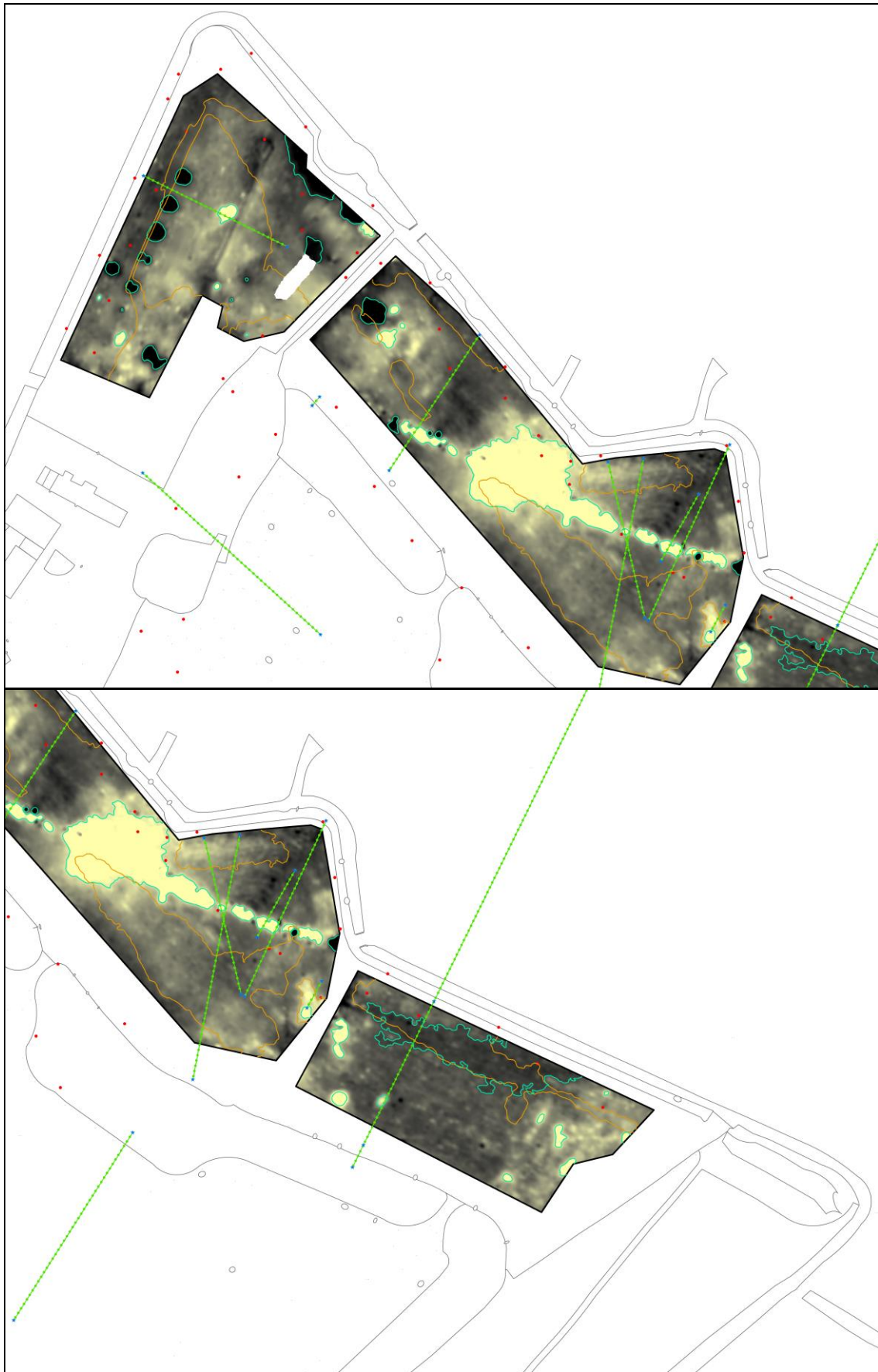
Een tweede geofysisch onderzoek bestond uit het toepassen van een Elektrische Weerstandtomografie (EWT) op vier plaatsen, dit vooral om zicht te krijgen op het profiel van de grachten. (parse lijnen op de overzichtskaart, fig 16). Om een idee te hebben van de opbouw van de gracht-wal structuur werd een EWT-profiel uitgevoerd die over beide heen ging (FvB T4). De resultaten worden besproken in bijlage 1.



Figuur 12 EGS- kaart (Elektrische Geleidbaarheid)



Figuur 13 MSs-kaart (Magnetische Susceptibiliteit)



Figuur 14 Gecombineerde resultaten van het onderzoek naar de Elektrische Geleidbaarheid (EGs)(oranje) en de Magnetische Susceptibiliteit (MSs)(blauw) op een MSs-onderlaag

Op de plaats waar, op basis van enkele historische kaarten, een ravelijn werd verondersteld, werd uiteindelijk een proefsleuf getrokken, omdat noch het geofysisch onderzoek noch het booronderzoek duidelijkheid schiep.



Figuur 15 Terreinopname van het proefsleufonderzoek

De boorresultaten en de resultaten van de proefsleuf werden tenslotte gekoppeld aan de resultaten van het geofysisch onderzoek. Een reconstructie van de elementen van het fort werd voorgesteld, die dan weer vergeleken werd met de historische kaarten<sup>18</sup> en de andere gegevens.

---

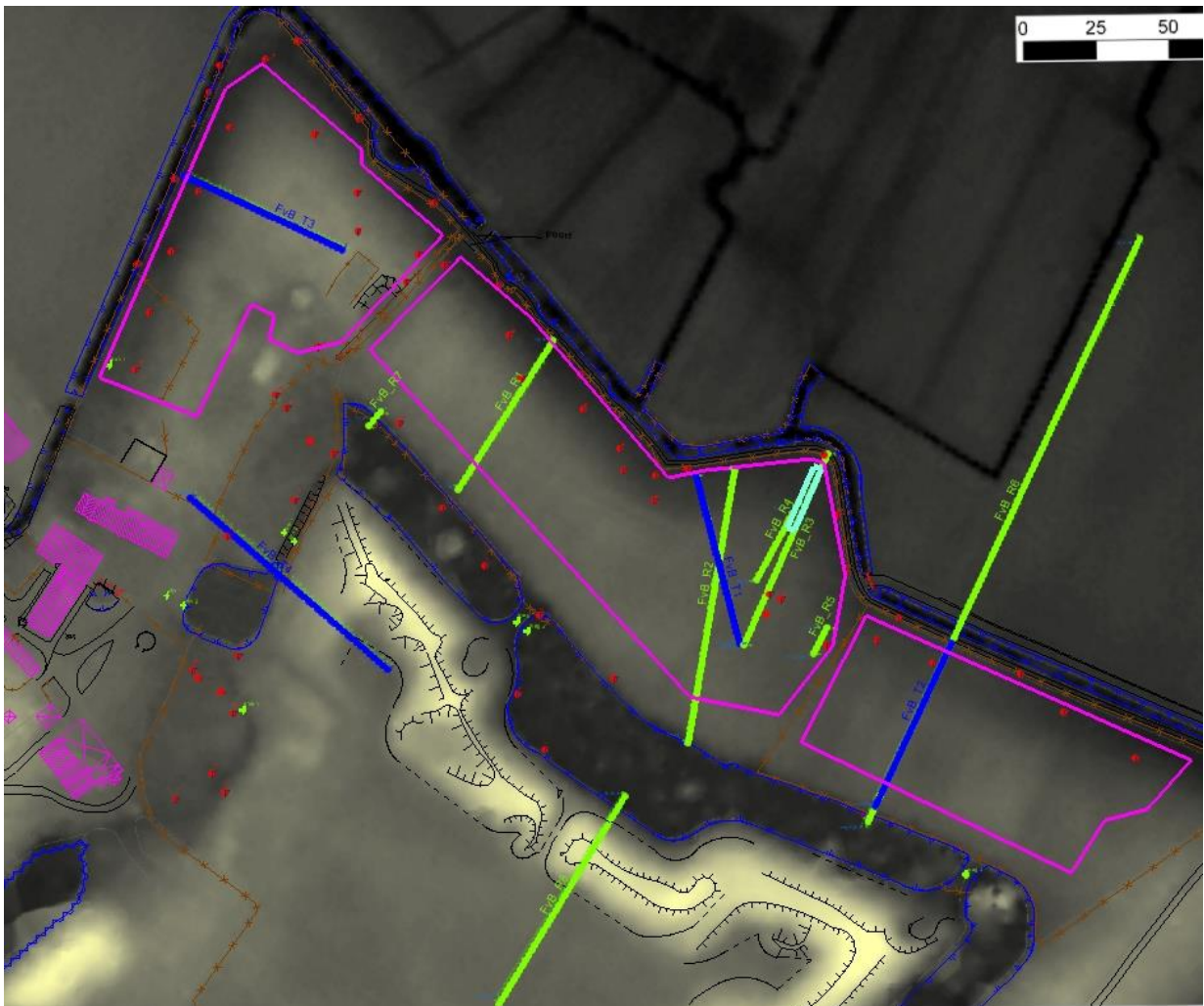
<sup>18</sup> De kaart van Ferraris werd bij het onderzoek niet gebruikt omwille van de grote vervormingen die het Fort van Beieren op deze kaart vertoont.



### 3. Resultaten

#### 1. Welke onderdelen van de verdedigingswerken kunnen nog herkend worden?

In opzet was het Fort van Beieren een vierkant gebastioneerd aarden fort met aan de oostelijke zijde een toegang. De basiselementen van het fort, de **binnenwal**, de **binnengracht**, het **glacis** en de **buitengracht** zijn nog steeds herkenbaar aanwezig, weliswaar is het grootste deel van het fort nu bebost. Ter hoogte van de boerderij aan de noordwestkant hebben enkele ingrepen zoals het dempen van de binnengracht met huisafval, ervoor gezorgd dat het fort hier minder herkenbaar is geworden. Toch geeft het digitale hoogtemodel nog een vrij duidelijk beeld van de verdedigingswerken van het fort.



Figuur 17 Detail uit het digitaal hoogtemodel van het Fort van Beieren (de groene lijnen zijn de boorraaien, de paarse de EWT's en de lichtblauwe zone geeft de lokalisatie van de proefsleuf weer)

Het **vierkante middenplein** of terreplein is in gebruik als grasweide en wordt nog omgeven door een aarden **binnenwal**. Enkel aan de noordwestelijke zijde was de binnenwal volledig verdwenen maar recent is die aangevuld met grond afkomstig van de stadswallen van Damme. Aangezien op de binnenwal bomen staan, was geofysisch onderzoek op basis van Elektrische Geleidbaarheid (EGs) en Magnetische Susceptibiliteit (MSs) niet mogelijk. Eén van de boorraaien (FvB\_R8) werd uitgezet op de noordelijke binnenwal. De boorraai FvB\_R8 loopt van in de binnengracht over de binnenwal naar het terreplein. De wal is opgebouwd uit kleiig, kalkloos tot kalkrijk, fijn zand (verzet

kreeksand) en is meer dan 5 m hoog. Het ophogingsmateriaal bestaat uit kalkrijk tot kalkloos, kleiig, fijn zand. Ter hoogte van de – verdwenen, maar recent opnieuw opgehoogde – westelijke binnenwal werd een Elektrische Weerstandstomografie (EWT) uitgevoerd. Om een idee te hebben van de opbouw van de gracht-wal structuur werd een EWT-profiel uitgevoerd die over beide heen ging. In het profiel is duidelijk te zien waar de wal werd opgehoogd met materiaal met een hoge EG. Het oorspronkelijke walmateriaal heeft een zeer lage waarde, wat op hoofdzakelijk zandig materiaal duidt. Een deel van het walmateriaal is in de oostzijde van de huidige gracht ten westen van de wal terechtgekomen (vanaf 39 m).

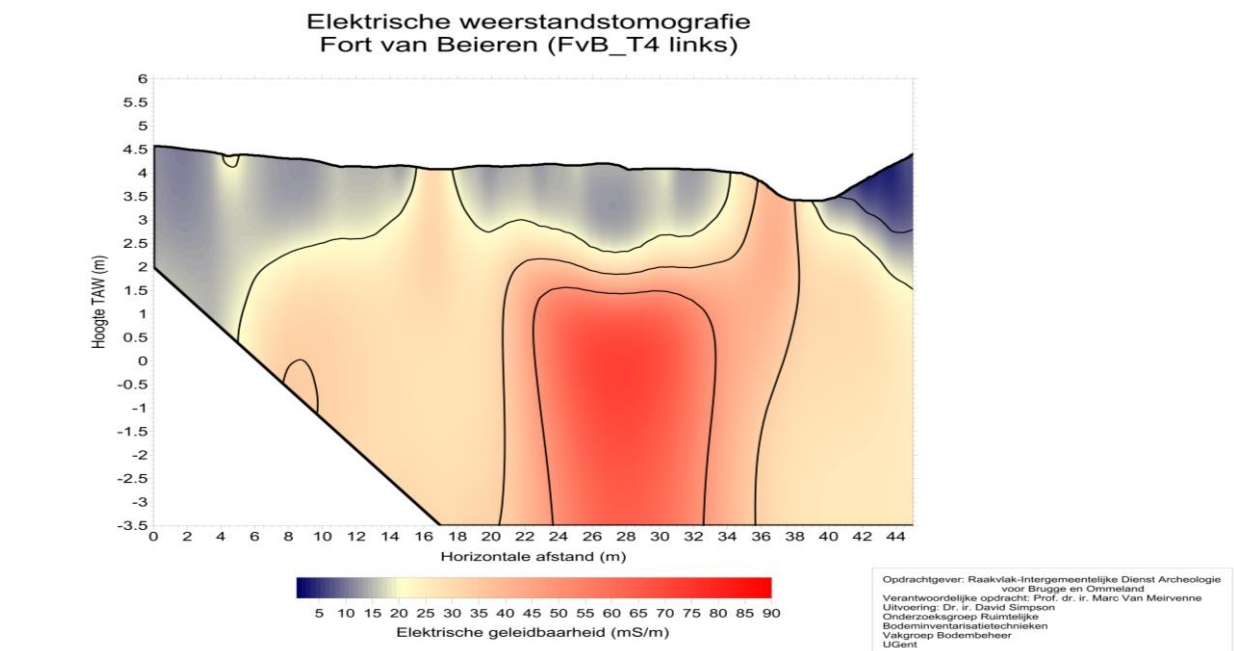
De noordelijke **binnengracht** is ingenomen door vegetatie en op bepaalde plekken herleid tot een moerasbos. Hierdoor was geofysisch onderzoek door middel van Elektrische Geleidbaarheid (EGs) en Magnetische Susceptibiliteit (MSs) niet mogelijk. De zompige gracht was niet of nauwelijks toegankelijk, waardoor boren alleen op de rand mogelijk was, zoals in boorraai 2 (bijlage 6a, FvB\_R2) en boorraai 7 (FvB\_R7). De binnengracht is deels ingegraven in dekzand en deels in de kreekrug. De gracht is in de loop der tijd verland met een 60 cm dikke laag rietbagger. Het talud van de gracht lijkt hier niet zo steil te zijn geweest. De bovengrond bestaat uit een 60 cm dikke laag kleiig fijn zand (verzet kreeksand). Dit materiaal zal door menselijk toedoen (dempen) in de gracht zijn terechtgekomen. Ook in boorraai 6 (FvB\_R6) werd de rand van de binnengracht aangesneden. Ook hier is de binnengracht ingegraven in de kreekrug. De gracht is in de loop der tijd verland met een laag rietbagger. Boring 20 geeft een dikte van 70 cm. Daarboven komt een laag kleiig fijn zand voor (verzet kreeksand) van wisselende dikte. Dit materiaal zal opnieuw door menselijk toedoen (dempen) in de gracht zijn terechtgekomen. De zompige gracht was verderop niet of nauwelijks toegankelijk. Voor zover boren mogelijk was in de zompige bodem van de gracht, blijkt onderaan in de gracht nog de oorspronkelijke grachtvulling in de vorm van een laag rietbagger aanwezig te zijn.

Er is weinig informatie over de binnenrand van de binnengracht, behalve in boorraai 8 (FvB\_R8), waar aansluitend bij de binnenwal ook de rand van de binnengracht werd aangesneden. De grachtvulling bestaat uit rietbagger (60-80 cm dik), afgedekt met een laag fijn zand. Het talud is vrij steil.

Een Elektrische Weerstandstomografie (EWT) kon evenwel bijkomende informatie verschaffen. Aan de noordwestelijke en een gedeelte van de noordoostelijke zijde is de binnengracht opgevuld met huisvuil en niet langer aanwezig op een poel ter hoogte van de boerderij na. Op deze plaats werd een EWT geplaatst FvB\_T4). We bemerken de wal (zie hoger), met daarnaast de huidige gracht, ten westen van de wal. Een deel van het walmateriaal is in de oostzijde van de huidige gracht terechtgekomen (vanaf 39 m). Ten westen van de huidige gracht is op de topografie nog duidelijk de vroeger bredere gracht te zien. In het EWT-profiel ligt daar juist onder het bodemoppervlak een laag met een lagere EG tot ongeveer 1,7 m diepte. Dit kan overeenkomen met de stortvulling van de oorspronkelijke gracht. Daaronder bevindt zich een zone met een hoge waarde, hoogstwaarschijnlijk waar de bodem van de oorspronkelijke gracht zich bevindt. Enkele bijkomende boringen leverden geen verdere informatie op over de lokalisatie van de westelijke binnengracht.



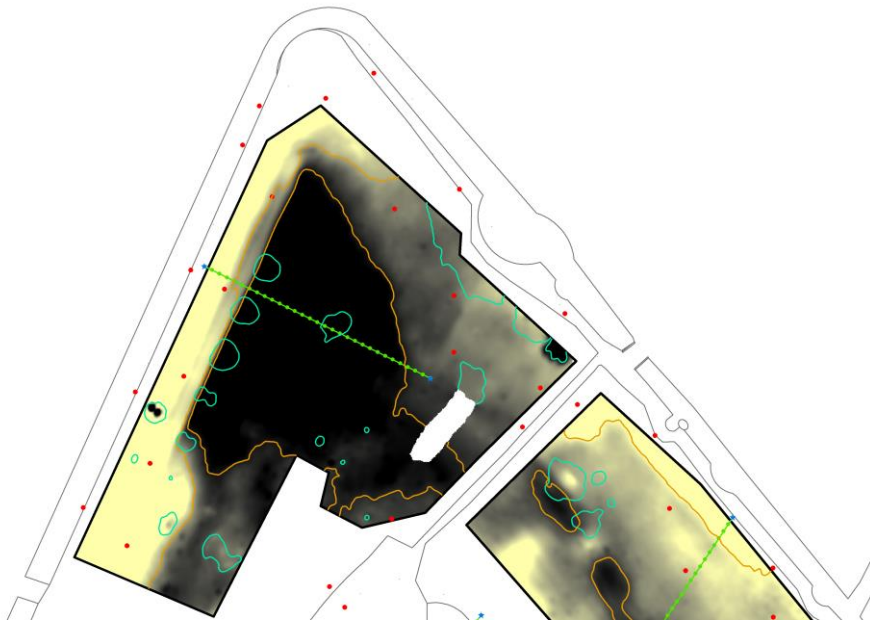
Figuur 18 Reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek, gecombineerd met de Elektrische Weerstandstomografie 4 (FvB\_T4)



Figuur 19 Elektrische Weerstandstomografie (FvB\_T4) met weergave van de westelijke binnengracht van 16 m tot 34 m.

Ook de resultaten van de bodemonderzoeken in het kader van de verontreiniging van de grachten bieden informatie in verband met de westelijke gracht. Twee boringen (101 en 103) op het tracé van de gracht worden als 'puinhoudend' tot 1,80 m (101) en 2,00 m (103) omschreven<sup>19</sup>.

Het **glacis** is vooral herkenbaar daar waar het als grasweide in gebruik is, namelijk aan de noordoostelijke zijde. Ook in het bos is het glacis nog goed herkenbaar. In de noordwestelijke hoek is het glacis zwaar aangetast doordat het terrein als huisvuilstort werd gebruikt. Het geofysisch onderzoek wijst zonder enige twijfel op de aanwezigheid van vreemd bodemmateriaal, bijvoorbeeld huisvuilstort dat volgens de huidige grondgebruiker door zijn vader werd gestort. De horizontale omvang kan afgeleid worden van de kaart met de Elektrische Geleidbaarheid (EGs) (oranje lijn). Op het diepste punt is de structuur ongeveer 3 m dik en de diepte (tussen 1,5 en 4,5 m TAW), op basis van de Elektrische Weerstandstomografie (EWT). Op de Magnetische Susceptibiliteitkaart (MSs) (blauwe lijnen) vallen enkele sterke, negatieve anomalieën op, ten gevolge van de metalen omheining rond fruitbomen. In het algemeen kunnen we stellen dat dit perceel veel lokale verstoringen heeft, die hoogstwaarschijnlijk relatief recent zijn veroorzaakt en het glacis zwaar hebben verstoord.



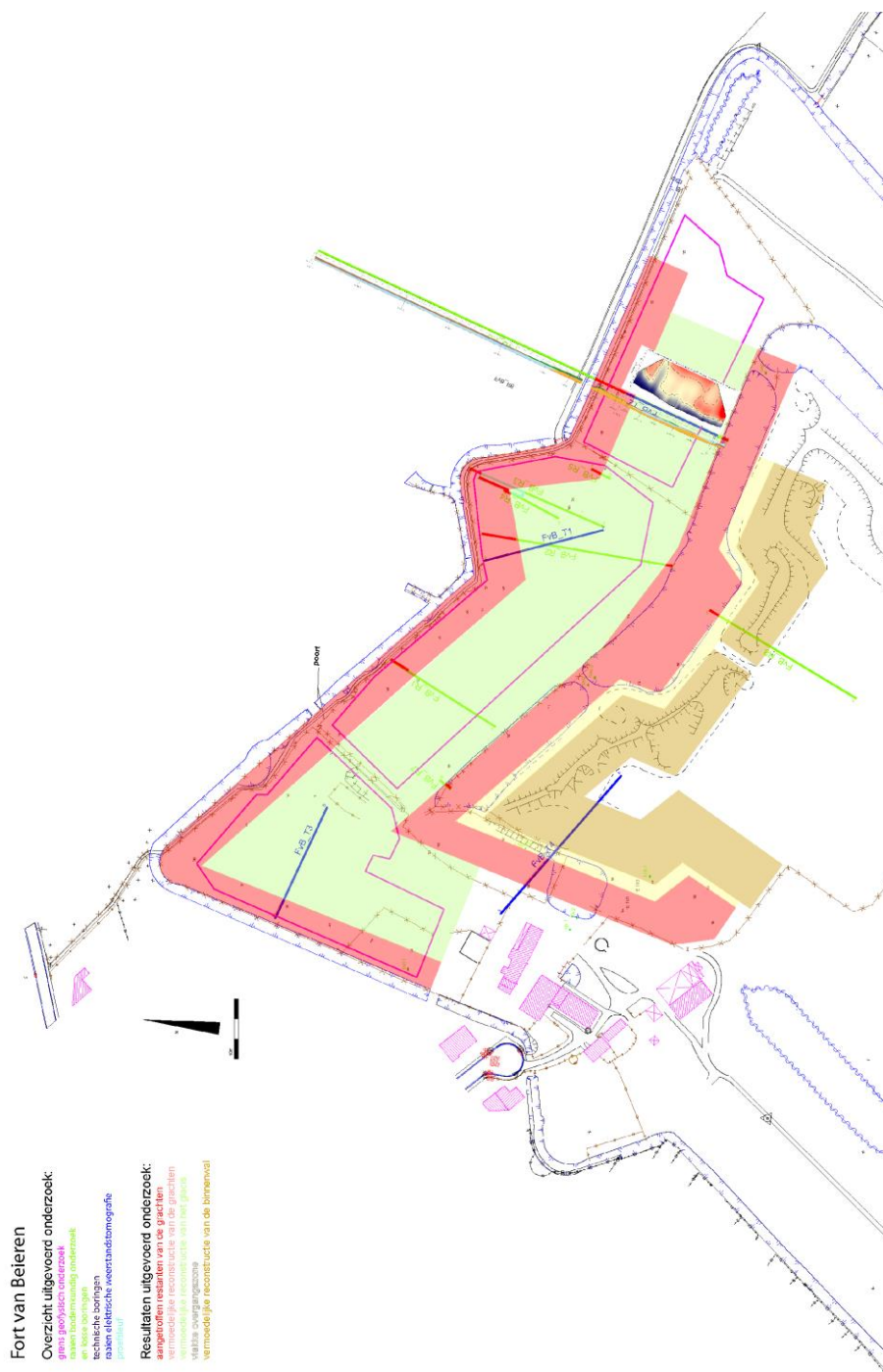
Figuur 20 Kaart met weergave van de Elektrische Geleidbaarheid (EGs)(oranje lijnen), met daarop ook de resultaten van de Magnetische Susceptibiliteit (MSs) geprojecteerd (blauwe lijnen)

In het centrale en oostelijke perceel valt de bestaande weg, die het glacis dwarst, sterk op bij de geofysische resultaten. Het voorkomen van anomalieën duidt op een recente vulling met onder andere baksteenpuin. Het glacis zelf komt niet overtuigend uit het geofysisch onderzoek. Mogelijk is dit te wijten aan het feit dat het glacis vergraven en/of geërodeerd is en dat de toplaag niet overal even dik is. Verschillende boorraaien (FvB\_R1, FvB\_R2, FvB\_R3, FvB\_R4, FvB\_R5, FvB\_R6) dwarsen het glacis. Het glacis is opgebouwd uit een laag verstoord kleiig zand, waarin zowel kalkloze als kalkrijke plekken voorkomen. Aangezien zowel de binnengracht als vooral ook de buitengracht met grote hoeveelheden kleiig fijn zand (verzet kreekzand) zijn gedempt, lijkt de conclusie, dat dit materiaal grotendeels van het glacis afkomstig is, gerechtvaardigd. De ondergrond van het glacis

<sup>19</sup> Resultaten van het Beschrijvend onderzoek i.v.m. bodemverontreiniging uitgevoerd door Bureau voor Milieu-Onderzoek nv (zie rapport, bijlage 15, 40).

bestaat uit een laag ongestoorde kreekafzettingen (kreekzand), die uit kleiig fijn zand bestaan.

Het fort wordt nog volledig omgeven door een gracht die teruggaat op de **buitengracht** en overgaat in de Fortbeek. Bij het geofysisch onderzoek komt de buitengracht niet sterk naar voor. Plaatselijk zijn er anomalieën die een langgerekte zone vormen, maar die kunnen zowel een hoge als een lagere waarde hebben. De Elektrische Weerstandstomografie (EWT) vult deze informatie aan. Op het EWT-profiel FvB\_T2 is er een duidelijke verdikking tussen 0 en 10 m van de toplaag met een lage waarde, tot ongeveer 1,5 m dik. Op boorraai FvB\_R2 is de dikte van de toplaag hetzelfde en de aard van het materiaal werd geïdentificeerd als een verstoorde laag, op een laag grachtvulling, op een natuurlijke kreekafzetting. Wellicht stemmen de verstoorde laag en de grachtvulling overeen met de toplaag met geringe waarde op het EWT-profiel.



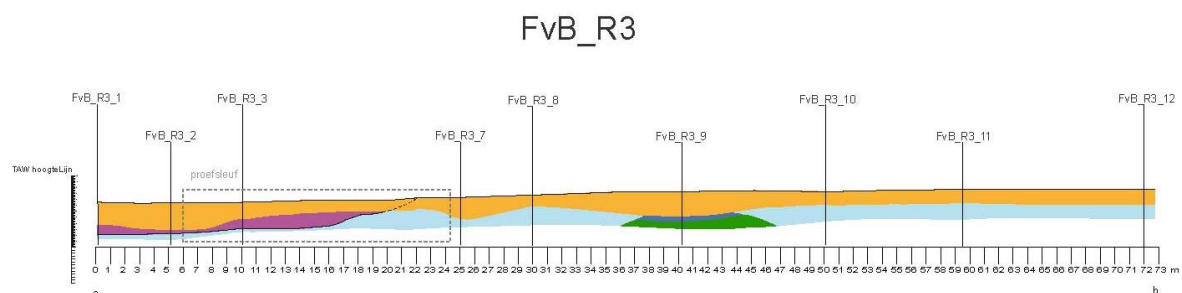
Figuur 21 Reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek, gecombineerd met boorraai FvB\_R2 en Elektrische Weerstandstomografie FvB\_T2

Uit het booronderzoek komt de buitengracht overtuigender naar voren. Algemeen blijkt dat de buitengracht verland is, waardoor een 10-20, plaatselijk 5-35 cm dunne laag rietbagger met resten van zoetwater slakjes is gevormd (boring 10 en 11). De laag rietbagger is oorspronkelijk dikker geweest, maar is door het gewicht van het pakket zand, wat in de gracht is gestort, samengedrukt. Het talud lijkt aan beide kanten erg glooiend te zijn geweest. De buitengracht is gedempt met kleiig, fijn zand (verzet kreekzand), dat mogelijk afkomstig is van de voormalige binnenwal en van het glacis. In boorraai 3 (FvB\_R3) en 4 (FvB\_R4) lijkt het talud aan de zuidzijde eerder vrij steil te zijn. Mogelijk heeft dit te maken met het feit dat beide laatste raaien net de plaats aansnijden waar de gracht aan de redan een hoek maakt.

In de proefsleuf kwam de gracht overduidelijk aan het licht. De vulling bestond uit een donkerbruin compact pakket dat overging naar rietbagger. Uit de onderste vulling van de gracht werden stalen genomen voor pollenanalyse<sup>20</sup>.

In het kader van de vraag naar de **toegangen** over de noordoostelijke binnengracht, werden een aantal losse boringen uitgezet rond en op de huidige twee onderbrekingen van de gracht. In beide gevallen werd er geen grachtvulling aangetroffen. Het is echter militair-technisch weinig waarschijnlijk dat de binnengracht op twee plaatsen onderbroken zou geweest zijn. Er kan dan ook verondersteld worden dat er oorspronkelijk geen onderbrekingen waren, maar dat, gezien de korte gebruiksfase van het fort, de gracht al vrij snel onderbroken werd, waardoor de grachtvulling niet tot stand kon komen, of slechts minimaal en niet te herkennen was.

Zoals uit voorgaande tekst is gebleken bleef er na het geofysisch onderzoek en de boringen onduidelijkheid bestaan rond de al of niet aanwezigheid van een **ravelijn(tje)** in de meest noordelijke redan. In samenspraak met de verschillende partners is beslist om op deze plaats een beperkt proefonderzoek uit te voeren. Op 5/01/2010 werd één proefsleuf getrokken namelijk tussen FvB\_R4 en FvB\_R3. De proefsleuf start op 6 m van het fietspad en loopt door tot aan 25 m op FvB\_R3. Het was niet mogelijk, door instortingsgevaar, om de profielen ter plaatse goed in te tekenen maar met behulp van notities, opmetingen en fotomateriaal is een profiel gereconstrueerd. Al snel was duidelijk dat er geen sprake was van een ravelijntje maar dat de gracht gewoon doorliep om ter hoogte van FvB\_R3 19,50 m te eindigen. De proefsleuf situeerde zich net in de punt van de redan. In het vlak was duidelijk te zien dat de gracht de punt van het redan volgde. De gracht had een zeer glooiend profiel en was op zijn diepst 1,90 m.



Figuur 22 Dwarsdoorsnede van boorraai 3 (FvB\_R3), met daarop de gegevens van de proefsleuf in een kader met streepjeslijn. Voor de legende van de figuur zie bijlage 6a.

<sup>20</sup> Deze stalen zijn nog niet geanalyseerd.

Uit de combinatie van een plan uit 1705 en de oudst beschikbare luchtfoto, blijkt dat de verdedigingselementen die op dit plan zijn aangeduid, bruikbaar zijn in functie van de herinrichting en reconstructie. Alleen het ravelijn(tje) (rode pijl) blijkt er niet te zijn.



Figuur 23 Montage van een plan uit 1705 (SHAT, art. 14, Bruges) op de luchtfoto uit 1918 (Royal Air Force, 211.FE.923/13.8.19.20/8.8.18.09.30/(L)f8) (de Damse vaart bevindt zich bovenaan).

2. Kan de vorm en de exacte locatie van het verdedigingswerk duidelijk in beeld gebracht worden?

Hierboven werd uitvoerig ingegaan op de verschillende elementen van het verdedigings-systeem met hun vorm en voorkomen. Er kan geen discussie zijn over het vierkante gebastioneerde aarden fort met een binnenwal, binnengracht, glacis en buitengracht. Alle bronnen, gecombineerd met het nieuwe onderzoek wijzen ontegensprekelijk in deze richting. Uit de voorgaande beschouwingen blijkt ook dat grote delen van het fort nog vrij goed bewaard zijn, waardoor heel wat elementen van het verdedigingswerk vrij exact te lokaliseren zijn. Alleen de westelijke zone, die zwaar verstoord is en opgevuld werd met huisvuil, blijkt wat problematisch. Naar analogie met de beter bewaarde delen, kan ook hier een lokalisatie en hypothetische reconstructie voorgesteld worden. Het nauwkeurig situeren van de nu verdwenen of versmalde grachten gebeurde door plaatselijke controles in de bodem aan de hand van boringen en het graven van een proefsleuf. Het geofysisch onderzoek kwam hier minder aan bod door het feit dat allerlei omstandigheden (natte grachten, prikkeldraad en bomen) de toegankelijkheid beperkten.

Het ravelijn(tje) dat op de kaart uit 1705 staat afgebeeld, werd niet teruggevonden, noch bij het booronderzoek, noch in de proefsleuf. Ook het geofysisch onderzoek geeft geen enkele aanwijzing in verband hiermee. Er dient ook opgemerkt te worden dat geen van de bestudeerde historische kaarten en plans een eenvormig beeld geeft van de vorm van het Fort van Beieren. We bemerken allerlei variaties, waarvan die met het ravelijn(tje) er slechts één is.

De combinatie van de drie deelonderzoeken maakt het mogelijk om de opbouw van het fort te reconstrueren. Er zijn vier grote elementen herkenbaar namelijk een binnenwal (bruin op fig. 22), een binnengracht (roze), een glacis (groen) en een buitengracht (roze). Tussen wal en binnengracht bevindt zich nog een horizontaal vlak gedeelte dat bij de wal hoort (geel).



Figuur 24 Reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek van het Fort van Beieren



3. Wat is de breedte, diepte/hogte, profielverloop van de aangetroffen wallen en grachten?

Het Fort van Beieren ligt deels op een opgevlude kreek en deels op het pleistocene dekzand. De buiten- en binnengracht werden in dit kleiige, fijn zand uitgegraven en met dit materiaal werd de binnenwal opgehoogd. Gezien de afmetingen van de **binnenwal** (min. 5 m hoog), is het waarschijnlijk dat er bijkomend zand voor de ophoging is aangevoerd. Gezien de sterke erosie kon geen informatie bekomen worden over het profiel van de binnenwal.

Het huidige fietspad loopt parallel met de voormalige buitengracht van het fort. De **buitengracht** was oorspronkelijk veel breder. Vanaf het fietspad liep de gracht nog 10 m verder naar het terreplein toe. Inclusief het gedeelte aan de noordzijde van het fietspad, zal de gracht 20 m breed zijn geweest en op zijn diepst 2,50 m. Het talud is aan beide kanten erg glooiend. Alleen aan de binnenknik van de redan, is de gracht steiler. Na verloop van tijd is de buitengracht verland, waardoor een 10-20 cm dunne laag rietbagger met resten van zoetwater slakjes is gevormd. Uiteindelijk is de gracht deels gedempt met kleiig, fijn zand (kreekzand), dat mogelijk afkomstig is van de voormalige binnenwal. De laag rietbagger is oorspronkelijk dikker geweest, maar is door het gewicht van het pakket zand, wat in de gracht is gestort, samengedrukt. Een proefsleuf heeft duidelijk aangetoond dat er ter hoogte van de redan geen ravelijn(tje) in de gracht lag.

De noordelijke **binnengracht** bestaat nog grotendeels en is een natte gracht omgeven door begroeiing, terwijl de westelijke gracht zwaar verstoord is. Beide elementen hadden voor gevold dat er weinig onderzoek kon worden uitgevoerd. De afmetingen op de reconstructiekaart steunen dan ook grotendeels op de historische kaart van 1705. De diepte van de gracht kon niet worden nagegaan; indirecte informatie, geleverd door de technische boringen wijst op een diepte van 1,80 m tot 2,00 m, terwijl het EWT-onderzoek 1,70 m aangeeft. De noordelijke helling was glooiend, terwijl de zuidelijke helling eerder steil was.

Gezien het **glacis** grotendeels geërodeerd is en in de grachten is terechtgekomen, kon geen informatie bekomen worden over de oorspronkelijke hoogte en/of het profielverloop.

4. Is er nog muurwerk of houtwerk in situ aanwezig?

Tijdens het vooronderzoek zijn dergelijke sporen niet aangetroffen.

5. Zijn er nog nadere sporen uit de gebruiksfase van het fort aanwezig? Wat is de aard, gaafheid en conservering van deze sporen?

Bij boringen in het terreplein werd een oude vegetatiehorizont aangeboord. Die vegetatiehorizont kan overeenkomen met het oude maaiveld van voor de aanleg van het fort. Vergelijken we echter de hoogteligging van het dit oude maaiveld met het huidige maaiveld op de akkers ten noorden van het fort dan ligt het eerstgenoemde 1 meter lager. Het verschil in hoogte tussen de akkers en het terreplein is goed te verklaren. Het maaiveld ter hoogte van de akkers is als gevolg van klink en zetting van het veen dat daar in de ondergrond voorkomt, in de loop der eeuwen gezakt. Het terreplein is aangelegd op een kreekkrug. Daar is het veen destijds opgeruimd en heeft plaats gemaakt voor een dik geulzandlichaam dat niet zakt. De begraven vegetatiehorizont, heeft zich ergens tijdens de middeleeuwen tijdens een rustige periode in de sedimentatie van de kreek ontwikkeld.

6. Kan worden aangetoond of de oorspronkelijke grachten oorspronkelijk watervoerend waren of niet?

De buitengracht is voor een deel verland met een 15 tot 20 cm dikke laag rietbagger met resten van zoetwaterslakjes. Dit wijst allemaal in de richting van watervoerende grachten. Bovendien lijkt het erop dat de fortbouwers bij de aanleg van de gracht rond het fort gebruik hebben gemaakt van aanwezige kreekjes. De binnengracht is nog steeds watervoerend.

7. Zijn er aanwijzingen voor de aanleg van de versterking in meer dan één fase?

Tijdens het vooronderzoek zijn hier geen aanwijzingen voor gevonden. Één van de onderzoeksvragen voor het Fort van Beieren was de aanwezigheid van een ouder militair kamp. Noch uit het geofysisch onderzoek, noch bij de boringen zijn sporen aangetroffen van een oudere constructie.

8. Kan de aanleg en sloop van het verdedigingswerk worden gedateerd aan de hand van dateerbaar archeologisch vondstmateriaal?

Tijdens het vooronderzoek is geen dateerbaar archeologisch vondstmateriaal aangetroffen dat kan helpen bij de datering van de aanleg of de sloop van het fort.

9. Zijn er speciale maatregelen op archeologisch vlak vereist bij de uitvoering van de werken? Zijn er beperkingen? In welke mate worden de aanwezige resten bedreigd door de voorgenomen inrichtingsplannen? Is er een kritische grens aan de maximaal toelaatbare diepte van bodemverstoring?

Bij het vooronderzoek is gebleken dat er van het voormalige Fort van Beieren nog heel wat resten bewaard zijn. De basiselementen van het fort, de binnenwal, de binnengracht, het glacis en de buitengracht zijn nog steeds herkenbaar aanwezig, weliswaar is het grootste deel van het fort nu bebost. Ter hoogte van de boerderij aan de noordwestkant hebben enkele ingrepen zoals het dempen van de binnengracht met huisafval, ervoor gezorgd dat het fort hier minder herkenbaar is geworden. Toch geven het digitale hoogtemodel en de oude luchtfoto nog een vrij duidelijk beeld van de verdedigingswerken van het fort.

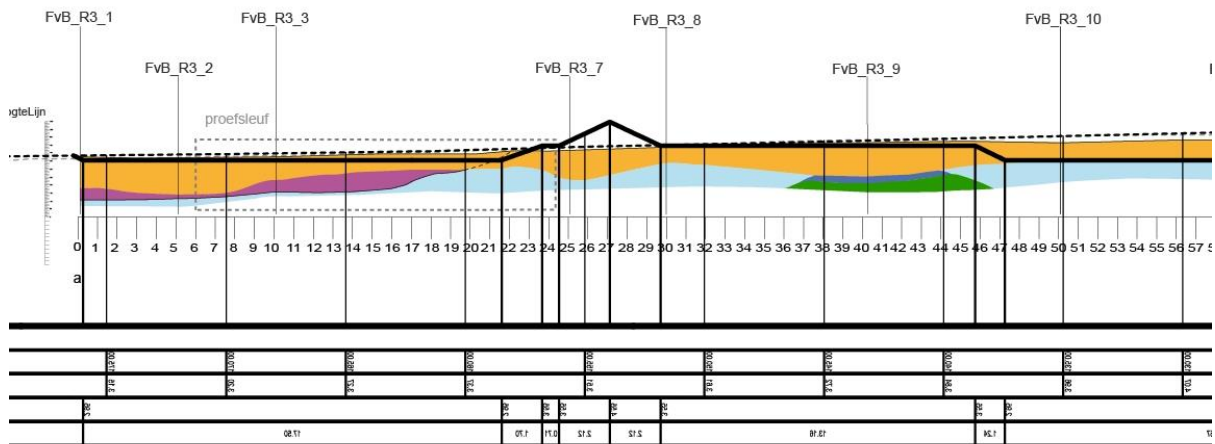
Ook van belang is het landschap voor en tijdens de periode van het fort. Het Fort van Beieren bevindt zich in een zone met een rijke afwisseling aan mariene geulen en pleistocene opduikingen. Zowel de boringen als de elektrische weerstandtomografie tonen dit aan.

Deze elementen pleiten er voor om het aanwezige landschap, de natuurlijke en antropogene bodem en de oorspronkelijke topografie van het fort en zijn omgeving zo veel mogelijk te respecteren en enigszins te versterken.

Het door de provincie voorgestelde inrichtingsplan gaat sterk terug op een overgeleverd plan van het fort uit 1705. Aangezien hierboven reeds werd aangetoond dat er sterke overeenkomsten zijn tussen de onderzoeksresultaten en het historische plan, zijn ook de aangegeven elementen op het inrichtingsplan aanvaardbaar (fig 23). Er moet alleen voorbehoud gemaakt worden voor het ravelijn(tje) dat bij het archeologisch onderzoek niet werd aangetroffen. Raakvlak adviseert dan ook om dit ravelijn(tje) niet te reconstrueren. Ook de noordelijke gracht van de redan is in werkelijkheid breder dan op het inrichtingsplan is aangegeven.



## FvB\_R3



Figuur 28 Montage van boorraai 3 (FvB\_R3) en het voorgestelde profiel van het inrichtingsplan (as 2)(zwarte lijn) op dezelfde plaats

Gezien de zware verstoring in de westelijke en noordwestelijke zone adviseert Raakvlak om de opvullingslagen van de buiten- en binnengracht, met name vooral de vuilnis te verwijderen tot op de oorspronkelijke grachtvulling. Aangezien geen beeld kon gevormd worden van de dikte van het afvalpakket, dient deze uitgraving met de nodige omzichtigheid en onder begeleiding van een archeoloog te gebeuren. Raakvlak adviseert om alleen de egalisatielagen en opvullingslagen die vermoedelijk uit de post-fortperiode dateren, te verstoren door graafwerken. Op deze manier blijven de natuurlijke bodem, het onderste deel van de oorspronkelijke profilering van de grachten van het Fort van Beieren en de grachtvulling, die mogelijk te koppelen is aan de gebruiksfase, bewaard. Er kan gestreefd worden naar de herprofilering van het bovenste deel van de grachten, naar voorbeeld van wat gekend is uit de historische bronnen. De niet-vervuilde uitgegraven specie kan gebruikt worden om de wal op te werpen om zo de indruk van het fort te verstrekken.

In de niet-vervuilde zones adviseert Raakvlak om alleen de egalisatielagen en opvullingslagen, die vermoedelijk uit de post-redoute periode dateren, te verstoren door graafwerken en dit onder begeleiding van een archeoloog. Op deze manier blijven de natuurlijke bodem met onder andere pleistocene opduikingen en eventuele resten van vroegere bewoning, het onderste deel van de oorspronkelijke profilering van de grachten van het fort en de grachtvulling, die mogelijk te koppelen is aan de gebruiksfase, bewaard. Raakvlak adviseert dan ook om de nieuw uit te graven grachten slechts van 70 cm tot maximaal 1 m onder maaiveld uit te graven, afhankelijk van het bewaarde niveau van de grachtvulling en binnen het voorgestelde profiel. De uitgegraven specie kan gebruikt worden om de binnenwal op te werpen om zo de indruk van het fort te verstrekken.

10. Welke onverwachte vondsten zijn er?

Tijdens het vooronderzoek zijn geen onverwachte vondsten gedaan.

## C. Verbrand Fort

### 1. Algemeen

Het Verbrand Fort gaat terug op een vierkante redoute die door de Franse troepen is aangelegd tijdens de 2<sup>de</sup> helft van 1703. De redoute ligt net ten westen van de Romboutswervedijk op de plaats waar een hevel onder de dijk stak. Op die manier was het mogelijk om het gebied ten westen van de dijk en ten noorden van de Zoete vaart te inunderen. De weg op de Romboutswervedijk diende voor de aanleg van het fort verlegd te worden en werd vervangen door de *Nieuwe Wegh*. Vermoedelijk werden hierbij ook de resten van een laatmiddeleeuwse watermolen verstoord. De molen wordt vermeld op de kaart van Pourbus uit 1571 en staat afgebeeld op een kaart van Visscher uit 1627.<sup>21</sup> De Romboutswervedijk zelf gaat terug op de Evendijk die rond 1100 werd aangelegd om een groot schorregebied ten noorden van Brugge in de dijken.<sup>22</sup>



Figuur 29 Detail uit de Kaart van het Brugse Vrije, Pieter Pourbus, 1571, Stedelijke Musea Brugge

<sup>21</sup> Termote J. en Zwaenepoel A. 2004: 20-21.

<sup>22</sup> Wintein W. 2009: 21.

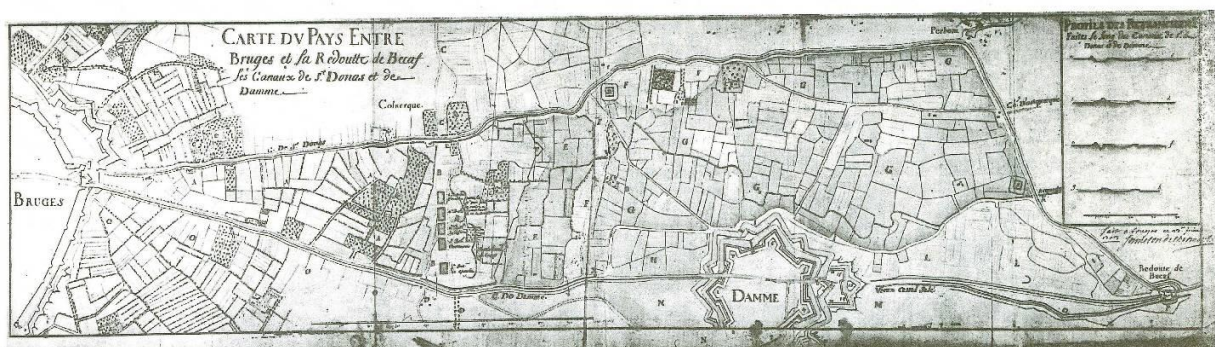


Figuur 30 Voormalige molen op kaart van de Zwinmond met de versterkingswerken, Visscher 1627

De redoute van het Verbrand Fort vertoonde oorspronkelijk een klassiek vierkante vorm en was voorzien van een gracht en een verdedigingswal. De resten van de verdedigingswal bleven tot het eind van de 18<sup>de</sup> eeuw zichtbaar.

Traditioneel wordt ook een houten toren aan de uitrusting van het fort toegevoegd. Die zou vrij snel tijdens de vijandigheden van 1703 of het midden van de 18<sup>de</sup> eeuw in brand gestoken zijn.<sup>23</sup> Vòòr het inzaaien van het terrein waren twee langwerpige zwarte vlekken zichtbaar, parallel met de westelijke en de oostelijke zijde, die hiermee in verband worden gebracht.<sup>24</sup> Ook op een luchtfoto, gemaakt door J. Semey in opdracht van de UGent, zijn de zwarte vlekken merkbaar. Het toponiem "verbrant fort" wijst eveneens naar een door brand verwoest verdedigingselement.

Bij prospectie van het terrein in 1983, toen het nog als akker in gebruik was, werden er aan de rand van het omgrachte vierkant ook baksteenfragmenten, waaronder zelfs enkele volledige exemplaren van 18x7x2,5 cm en 20x9x3 cm, gevonden. De meeste fragmenten vertonen mortelsporen. Afgaande op de afmetingen kunnen de baksteenresten in de 18<sup>de</sup> eeuw geplaatst worden.



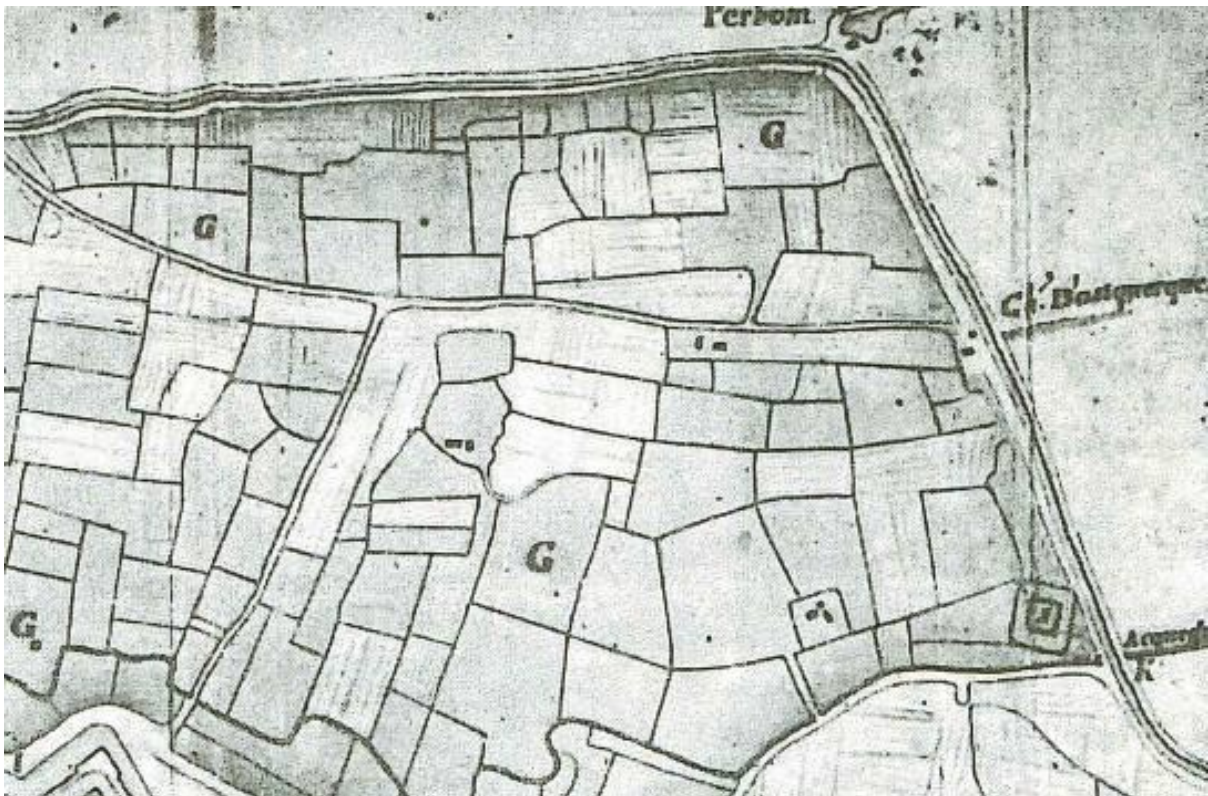
Figuur 31 De streek tussen Brugge en Damme, Chermont 1703 (ARAB, Kaarten en Plans, manuscript nr. 543)

<sup>23</sup> Termote J. en Zwaenepoel A. 2004: 20.

<sup>24</sup> Hillewaert B. 1984: 607-608.



Figuur 32 Luchtfoto (J. Semey UGent) met zwarte vlekken (dia 1927, Plaats 2, Beeld 91)



Figuur 33 Detail uit de kaart van Chermont 1703 (ARAB, Kaarten en Plans, manuscript nr. 543)



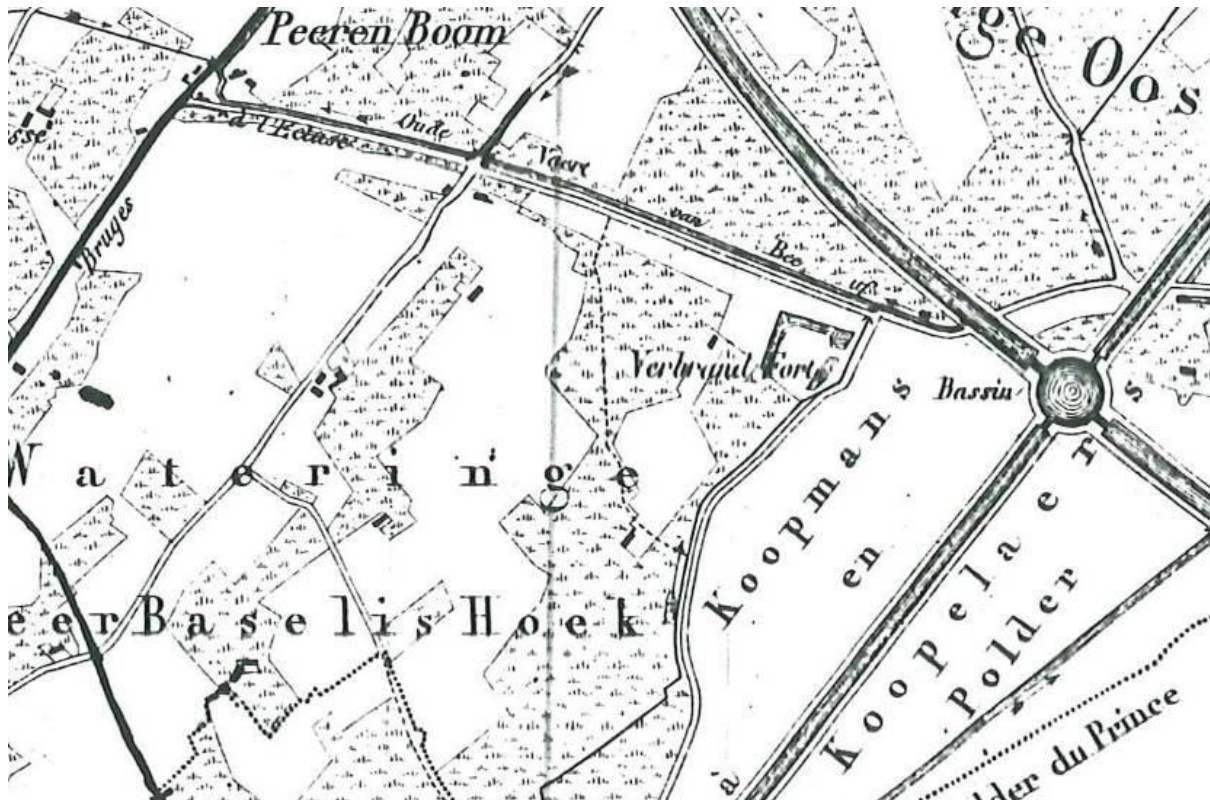
Figuur 34 Kabinetskaart van de Oostenrijkse Nederlanden en het Prinsbisdom Luik door Ferraris, Sluys 23 (B3) en Damme 24 (C3) (1771-1778)

Op de kaart van Ferraris staat het fort afgebeeld met een vierkante omwalling en een gracht die in het midden van de zuidwestelijke zijde onderbroken wordt door een toegang. Op het binnenterrein is geen bebouwing aangeduid. Rondom het fort is een glacijs weergegeven.

Vanaf het midden van de 19<sup>de</sup> eeuw wordt het fort op kaarten weergegeven als een vierkant met aan drie zijden een met water gevulde gracht. De zuidwestelijke gracht is verdwenen. In de oostelijke hoek is de gracht onderbroken. Dezelfde situatie kan men vandaag nog altijd herkennen. Het fort ligt net in de hoek van de Romboutswervedijk en het Schipdonkkanaal en is te herkennen aan de depressies in het terrein die de contouren van de grachten volgen en een lichte ophoging van het middenplein.



Figuur 35 Atlas der buurtwegen 1841 – 1850

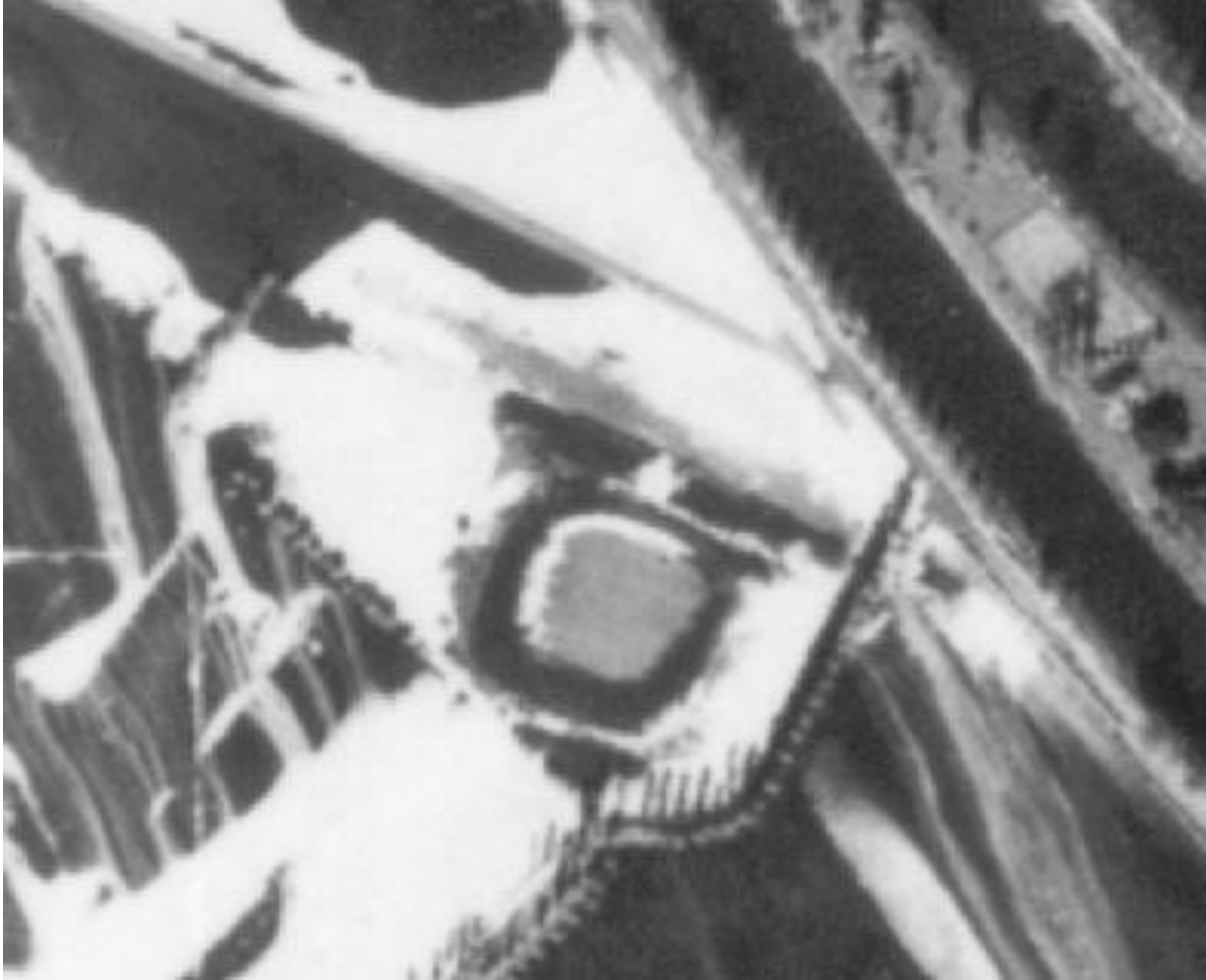


Figuur 36 Carte topographique de la Belgique door Ph. Vandermaelen (1846-1854)

De luchtfoto die op 20/10/1944 werd gemaakt door de Royal Air Force toont de toestand van het terrein bij een uitzonderlijk hoge waterstand. Alle laaggelegen gebieden zijn overstroomd. Ook wat het Verbrand Fort betreft, zijn de grachten met water gevuld en duidelijk merkbaar. Er is geen aanwijzing voor een toegang.

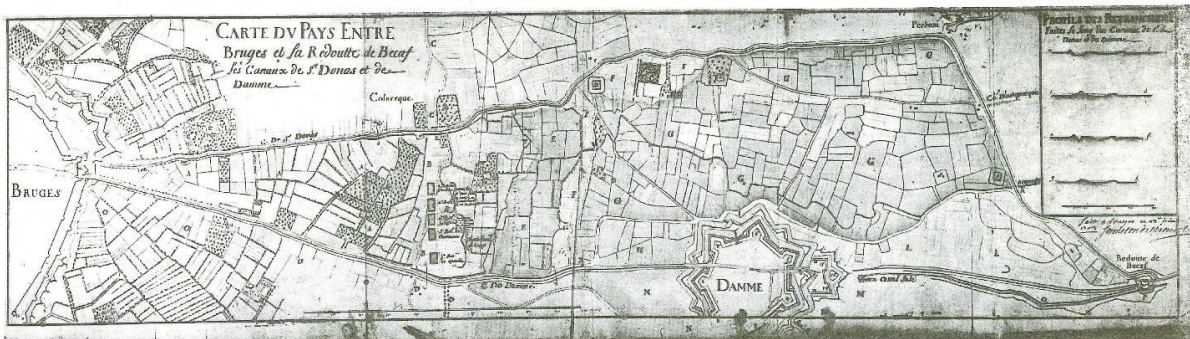


Figuur 37 luchtfoto 20/10/1944 (Royal Air Force) detail



Figuur 38 luchtfoto 20/10/1944 (Royal Air Force) detail

Behalve het Verbrand Fort hoort ook de zgn. Verse Vaart bij de onderzoeksobjecten. Omstreeks het midden van de 16<sup>de</sup> eeuw werd de Verse (= zoetwater) Vaart gegraven als alternatief voor het verzande Zwin (de Zoute Vaart). Het kanaal had oorspronkelijk een diepte van 12 voet. In de eerste jaren van zijn bestaan konden zeeschepen tot Brugge doorvaren, maar al spoedig bleek dat dit peil niet kon gehandhaafd worden. Reeds in 1571 werden de dijken gedeeltelijk weggespoeld. Tot het einde van de 18<sup>de</sup> eeuw speelde de Verse Vaart de rol van eenvoudig kanaal voor binnenscheepvaart <sup>25</sup>.



Figuur 39 De streek tussen Brugge en Damme, met weergave van de Verse Vaart, Chermont 1703 (ARAB, Kaarten en Plans, manuscript nr. 543)

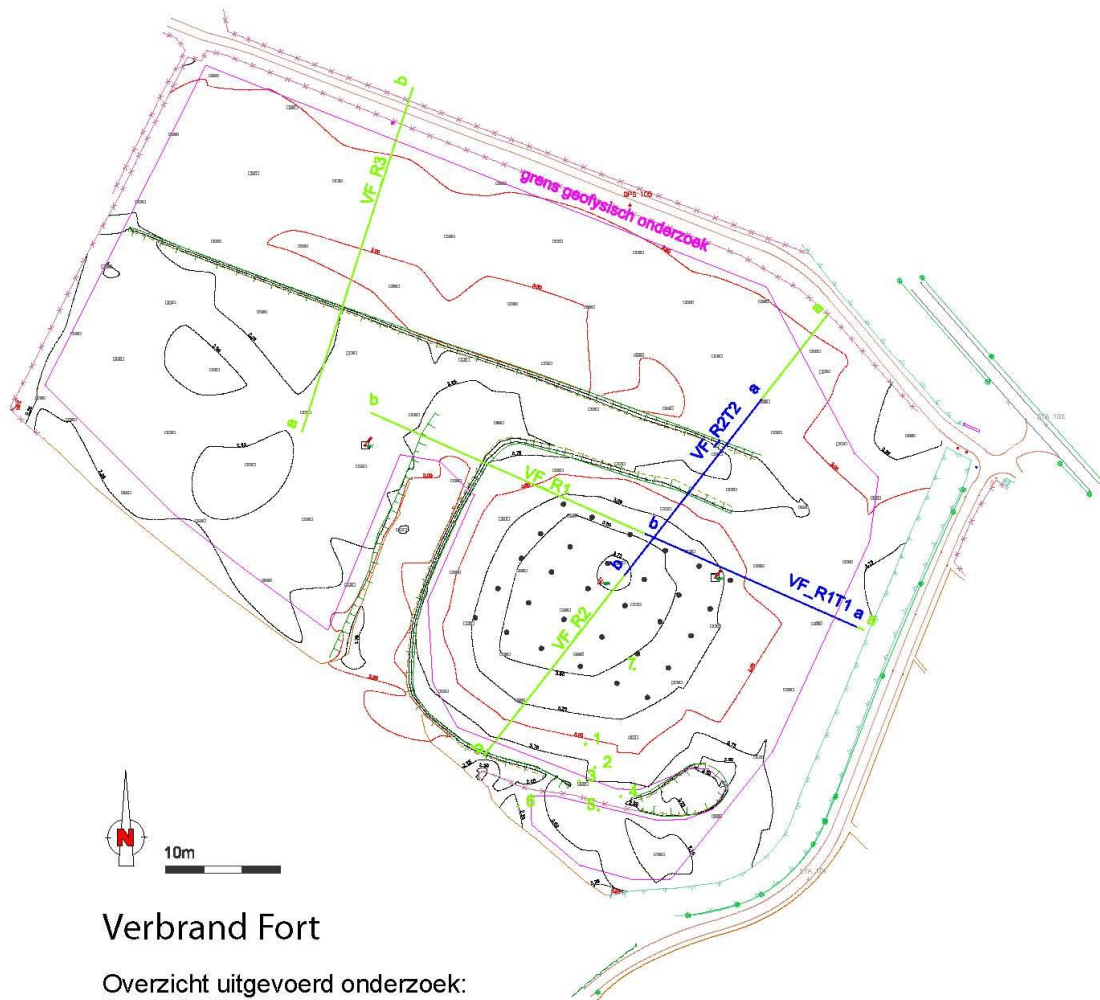
<sup>25</sup> Ryckaert M. & Vandewalle A. 1982: 61-62.

## 2. Uitgevoerd onderzoek

Het volledige terrein werd onderworpen aan een geofysisch onderzoek waarvan de resultaten besproken worden in bijlage 1 (de geprospecteerde zone is in het roze afgebakend op de overzichtskaart). Bepaalde zones konden niet worden meegenomen in dit onderzoek omdat ze te nat waren (o.a. westgracht) of omdat de aanwezige begroeiing dit verhinderde. Een opvallend resultaat van het geofysisch onderzoek was een sterk negatief, lineaire anomalie aan de noordoostzijde van het perceel, navraag wees uit dat hier een oude pijplijn van Texaco loopt.

Na het geofysisch onderzoek werden drie boorraaien over het terrein geplaatst (groene lijnen op de overzichtskaart). Twee raaien kruisen elkaar over het eigenlijke fort, waarbij één raai ook de resten van de Verse Vaart dwarst. Een derde raai is meer naar het oosten geplaatst en oversnijdt eveneens de resten van de Verse Vaart. Ter hoogte van de grachten werden meerdere boringen geplaatst om de begrenzing van de grachten zo correct mogelijk te bepalen. Ook ter hoogte van de vermoedelijke toegangsweg werden meerdere boringen (groene punten, genummerd van 1-7) geplaatst, net zoals over het volledige binnenplein van het eigenlijke fort (raster met zwarte punten op de overzichtskaart) in de hoop een concentratie van houtskool aan te treffen. In bijlage 2 zijn alle boringen afzonderlijk beschreven en worden de resultaten besproken.

De boorresultaten werden gekoppeld aan de resultaten van het geofysisch onderzoek maar het is niet altijd even duidelijk in welke mate een verschil in EGs- en MSs-waarde werkelijk teruggaat op bijvoorbeeld restanten van de grachten. De resultaten van de eigenlijke boringen zijn hierin veel duidelijker, de aanwezigheid van een laag rietbagger duidt duidelijk op een gracht. Op dezelfde lijn als de boorraaien VF\_R1 en R2 zijn twee elektrische weerstandstomografieën opgemeten om de verkregen gegevens aan te vullen (paarse lijnen op de overzichtskaart).



## Verbrand Fort

Overzicht uitgevoerd onderzoek:  
 grens geofysisch onderzoek  
 raaien bodemkundig onderzoek  
 en losse boringen: 1-6 ifv de gracht en 7 als referentie  
 losse boringen ifv de mogelijke houtskoolconcentratie  
 raaien elektrische weerstandstomografie

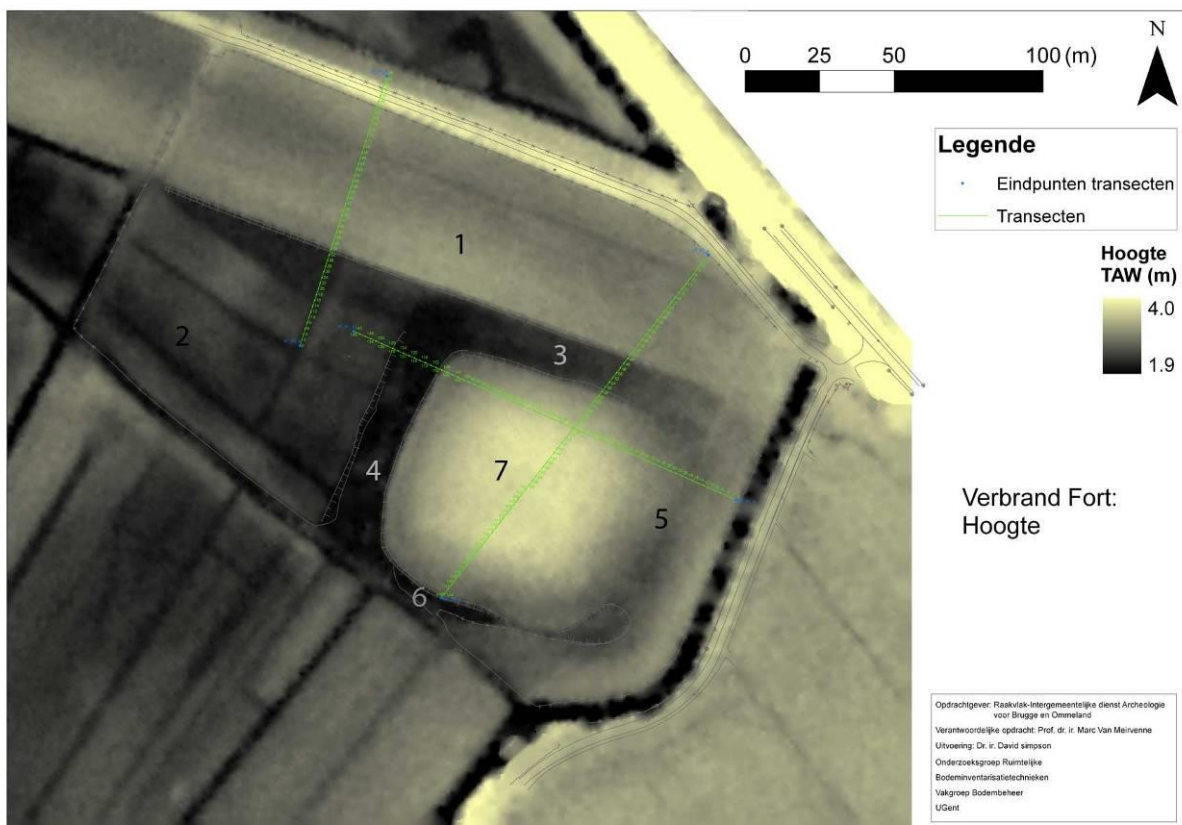
Figuur 40 Overzichtskaart met aanduiding van het uitgevoerde onderzoek

### 3. Resultaten

#### 1. Welke onderdelen van de verdedigingswerken kunnen nog herkend worden?

Oorspronkelijk zou het fort bestaan hebben uit een **vierkant middenplein** afgeboord met een **binnenwal**, een **gracht** en mogelijk ook een **glacis**. Zo staat het fort ook afgebeeld op historisch kaartmateriaal zoals de kaart van Chermont. Het geheel zou omringd geweest zijn door een glacis zoals bij een klassieke redoute. De vierkante vorm van de redoute is nog duidelijk herkenbaar in het landschap. Rondom loopt een depressie die grotendeels teruggaat op de oorspronkelijke gracht rond het fort.

Het digitale hoogtemodel illustreert deze waarnemingen. Duidelijk merkbaar zijn het afgebakende binnenplein (fig 41/7) en de resten van de gracht (fig 41/3-6). Verder is de loop van de Verse Vaart herkenbaar als een recht kanaal (fig 41/1) aan de noordzijde, ten westen van het fort ligt een zone verdeeld door kleine perceelsgrachten (fig 41/2).



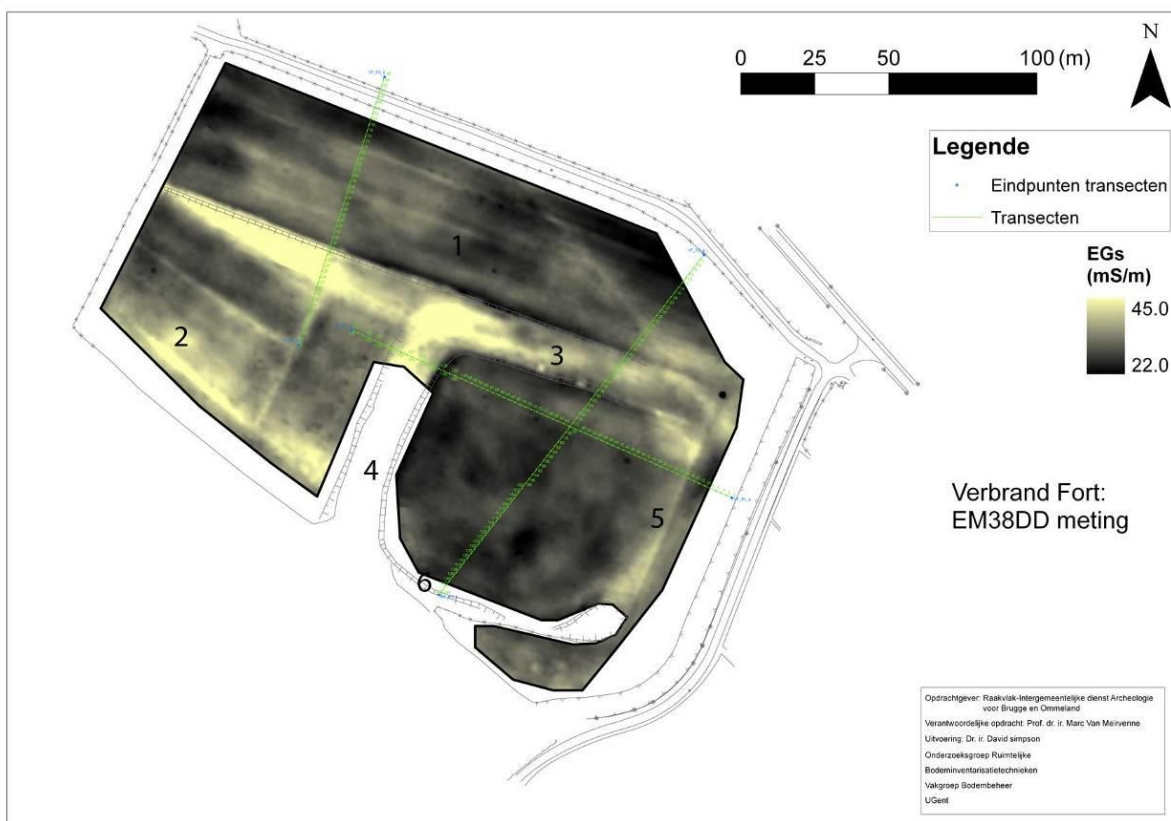
Figuur 41 Detail uit het digitaal hoogtemodel met het Verbrand Fort

Van de oorspronkelijke **binnenwal** is niets teruggevonden. Oorspronkelijk zal de specie uit de gracht vermoedelijk gebruikt zijn voor het opwerpen van de binnenwal. De moeilijkheid is dat het opgebrachte materiaal in de gracht en dat op de plaats van de vermoedelijke voormalige binnenwal in elkaar overlopen, waardoor geen onderscheid kan gemaakt worden in deze antropogene afzettingen (zie bijlage 2). Opvallend is dat het middenterrein nu naar het midden toe opgehoogd is met een heterogeen pakket van 1 m tot 2 m dik (zie boorprofielen). Logischerwijze zal de binnenwal rond het middenterrein oorspronkelijk het hoogste deel van het fort geweest zijn. Dit neemt niet weg dat het middenterrein toen vermoedelijk al opgehoogd was en hoger lag dan het omringende landschap. De zwarte vlekken op de luchtfoto van de UGent, evenals de prospectiegegevens uit 1983 lijken de aanwezigheid te suggereren van een 15-20 m brede

zone op de rand van het binnenplein waar geen verkleuringen optreden. Mogelijk kan dit overeenstemmen met de plaats van de (weggegraven) binnenwal. Sporen van een bedekte weg<sup>26</sup>, achter de binnenwal werden niet aangetroffen.

De aanwezigheid van een **gracht** blijkt duidelijk uit het onderzoek. Het meest uitgesproken is de vierkante gracht op de luchtfoto uit 1944, bij uitzonderlijk hoge grondwaterstand. Uit het geofysisch onderzoek komt eenzelfde beeld naar voor; vooral op de kaart met de Elektrische Geleidbaarheid zijn de brede grachten aan de noord- (fig 42/3) en westzijde (fig 42/4) van het fort zijn duidelijk herkenbaar. De noordwestelijke hoek valt op en lijkt duidelijk geplaatst op een oudere structuur (zie verder). Ook bij de boringen is de westelijke gracht zeer duidelijk (fig 42)<sup>27</sup>. De noordelijke gracht is dan weer duidelijk aanwezig bij de elektrische weerstandstomografie (EWT).

De grachten aan de oost- (fig 42/5) en zuidzijde (fig 42/6) tekenen zich bij het geofysisch onderzoek minder duidelijk af, maar komen wel naar voor in de boorraaiën (VF\_R1: tussen 12,50 m en 27,80 m en R2: vanaf 143 m). De oostgracht wordt ook herkend op de elektrische weerstandstomografie (EWT VF\_R1T1) weliswaar pas vanaf 15 m en tot 25 m wat niet volledig overeenkomt met de boorresultaten. Een verklaring hiervoor is op het eerste zicht moeilijk te vinden. Er dient wel opgemerkt dat de grachtvulling op deze plaats opvallend dun en slecht bewaard is; mogelijk werd de meting op deze plaats sterk beïnvloed door de onderliggende natuurlijke bodem.



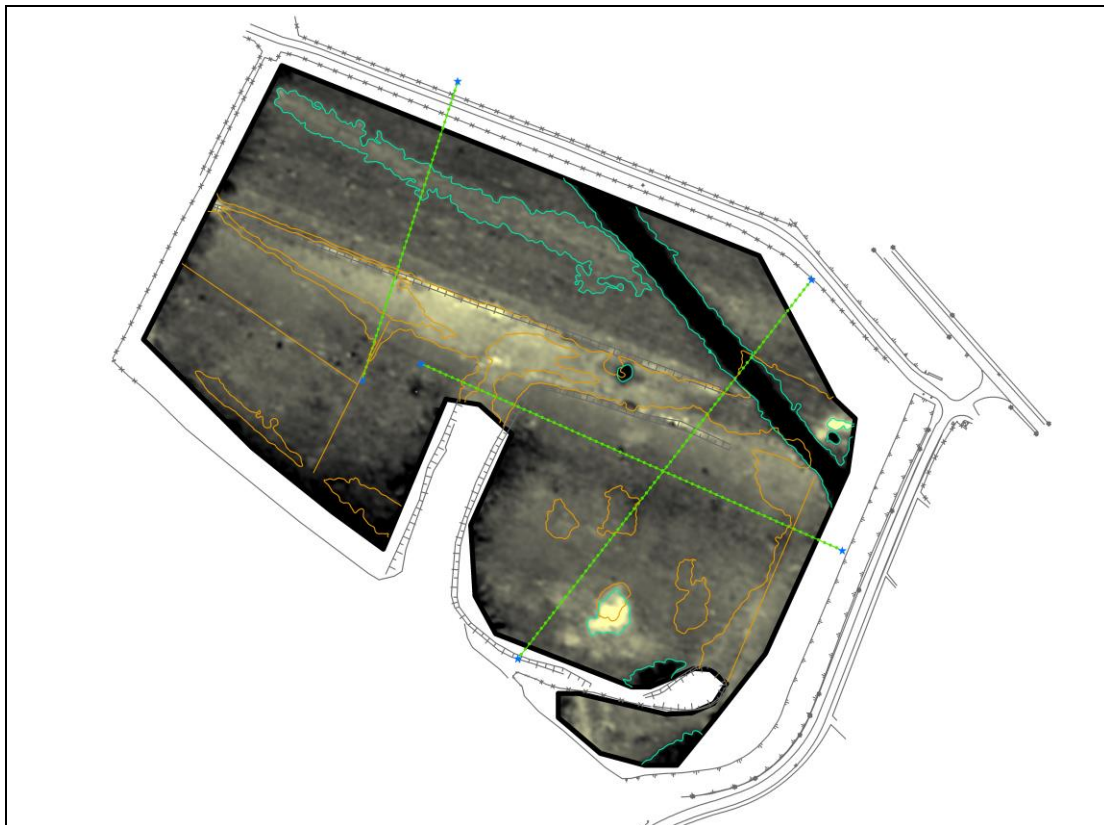
Figuur 42 EGs- kaart (Elektrische Geleidbaarheid)

<sup>26</sup> De sporen die in eerste instantie als de resten van een bedekte weg werden gezien, bleken bij nader onderzoek en meer gedetailleerde boringen tot de ophoging van de site te behoren.

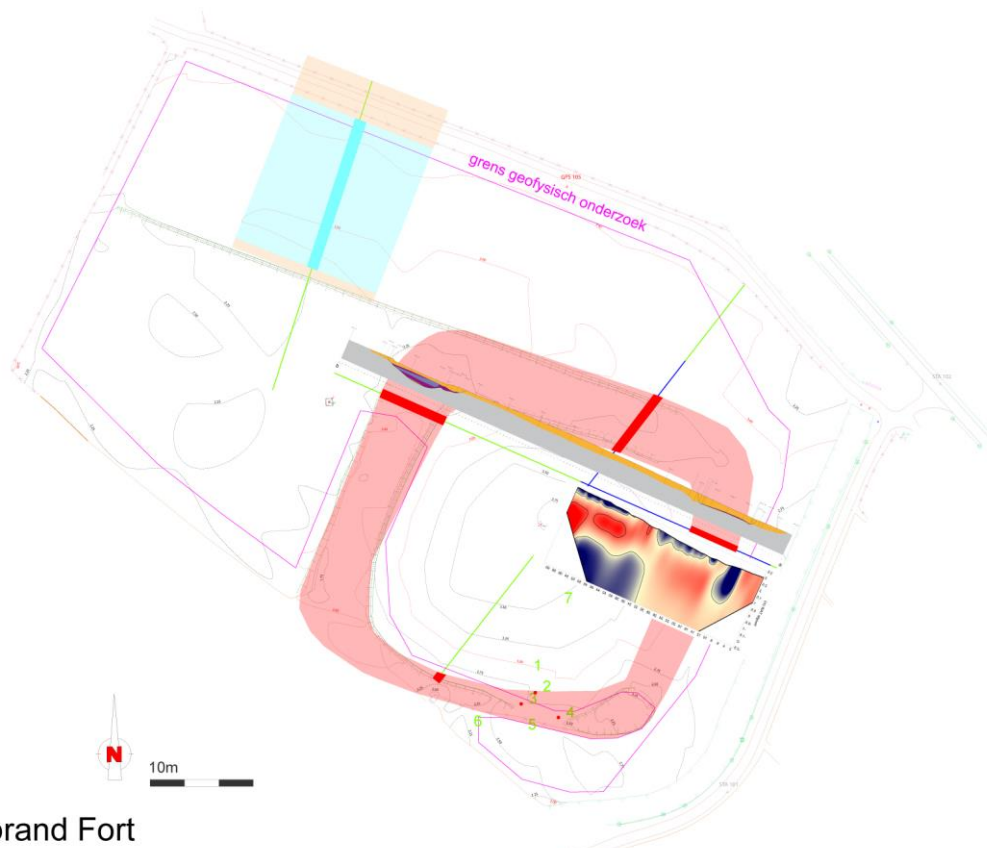
<sup>27</sup> De sporen die aanvankelijk als een ravelijntje in de westelijke gracht werden aanzien (VF\_R1 boorpunt 18), konden achteraf geïnterpreteerd worden als een blauwgrijze opvullingslaag in de gracht, overeenkomstig met de laag die ook in de volgende boring werd aangetroffen (VF\_R1 boorpunt 15).



Figuur 43 MSs- kaart (Magnetische Susceptibiliteit)



Figuur 44 Gecombineerde resultaten van het onderzoek naar de Elektrische Geleidbaarheid (EGs)(oranje) en de Magnetische Susceptibiliteit (MSs)(blauw) op een MSs-onderlaag



### Verbrand Fort

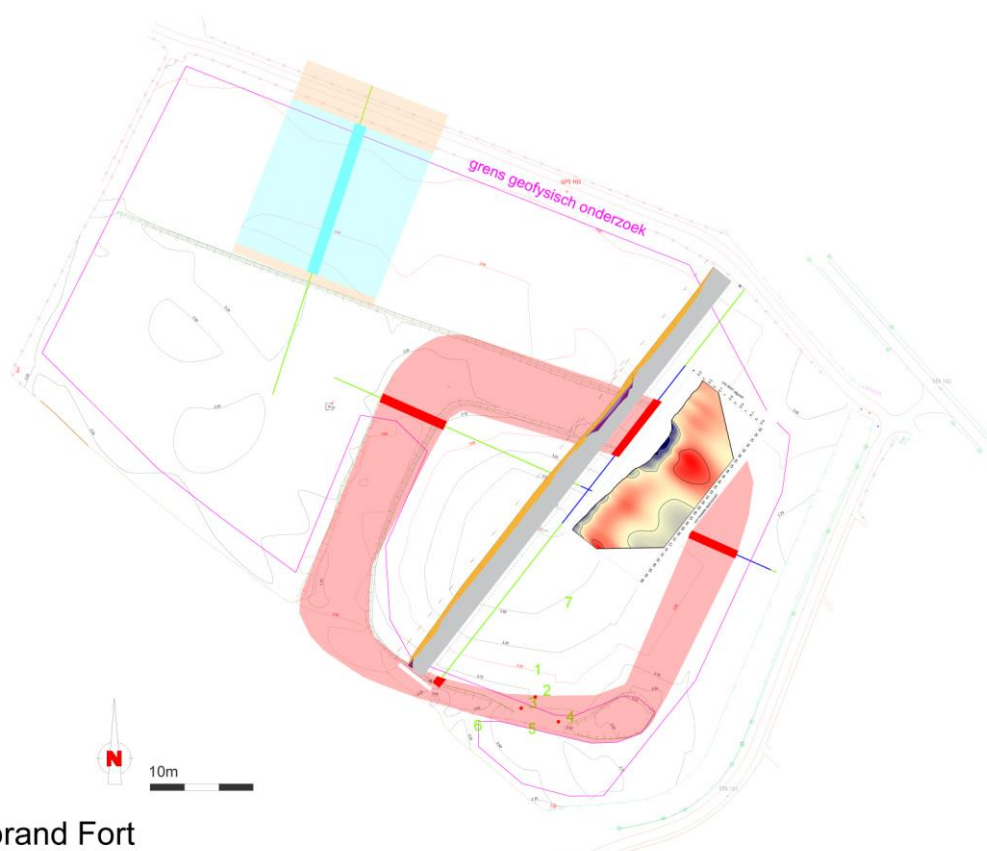
Overzicht uitgevoerd onderzoek:

- grens geofysisch onderzoek
- raaien bodemkundig onderzoek
- en losse boringen: 1-6 ifv de gracht en 7 als referentie
- losse boringen ifv de mogelijke houtskoolconcentratie
- raaien elektrische weerstandstomografie

Resultaten uitgevoerd onderzoek:

- aangetroffen restanten van de gracht
- vermoedelijke reconstructie van de gracht
- oude loop van de Verse Vaart
- vermoedelijke reconstructie van de dijk langs de Verse Vaart

Figuur 45 Combinatie boorprofiel R1 en Weerstandstomografie T1 op de reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek



### Verbrand Fort

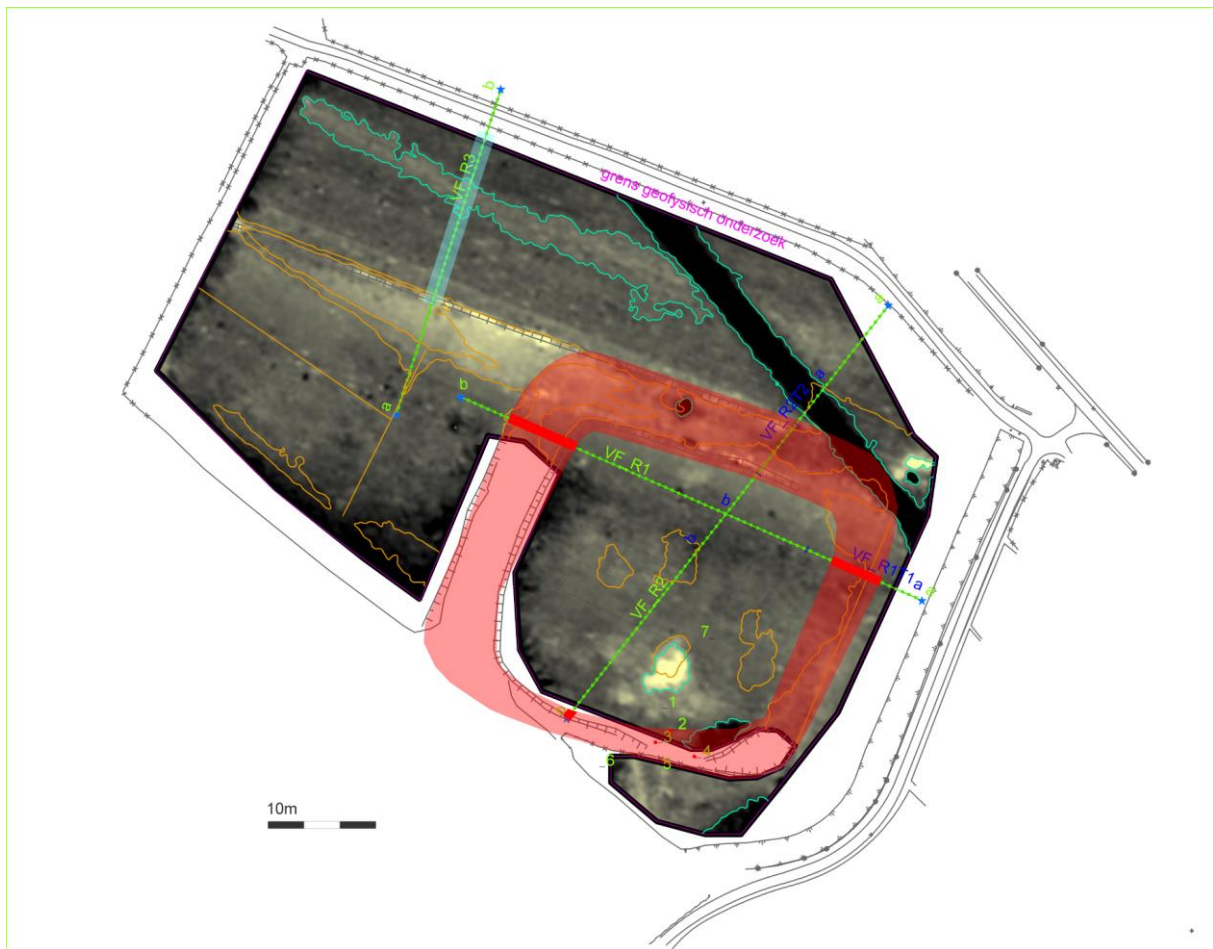
Overzicht uitgevoerd onderzoek:

- grens geofysisch onderzoek
- raaien bodemkundig onderzoek
- en losse boringen: 1-6 ifv de gracht en 7 als referentie
- losse boringen ifv de mogelijke houtskoolconcentratie
- raaien elektrische weerstandstomografie

Resultaten uitgevoerd onderzoek:

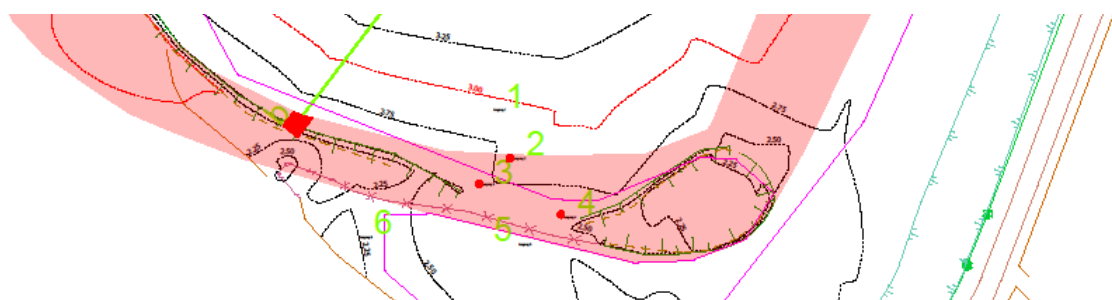
- aangetroffen restanten van de gracht
- vermoedelijke reconstructie van de gracht
- oude loop van de Verse Vaart
- vermoedelijke reconstructie van de dijk langs de Verse Vaart

Figuur 46 Combinatie boorprofiel R2 en Weerstandstomografie T2 op de reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek



Figuur 47 Combinatie van de boorresultaten en de geofysische metingen (met uitzondering van de Elektrische Weerstandstomografie (de Elektrische Geleidbaarheid (EGs)(oranje) en de Magnetische Susceptibiliteit (MSs)(blauw))

Het verloop van de zuidelijke gracht is minder duidelijk, de gracht versmalt hier tot 6 à 8 m. Vermoedelijk is hier de oorspronkelijke **toegang** tot het fort te situeren. Extra boringen op deze plaats hebben echter geen sporen van een toegangsweg of brug opgeleverd. De bijkomende boringen, in combinatie met de lokalisatie van de rand van de zuidelijke gracht in boorraai 2, konden wel de versmalling lokaliseren. Op onderstaande figuur duiden de rode punten (2, 3 en 4) op aanwezige grachtsedimenten, terwijl de gracht op de boorpunten 1, 5 en 6 afwezig was. De aanwezige grachtsedimenten tonen evenwel aan dat er geen onderbreking in de gracht was. Een brug op een vernauwing van de zuidelijke gracht lijkt bijgevolg de meest aannemelijke toegang.

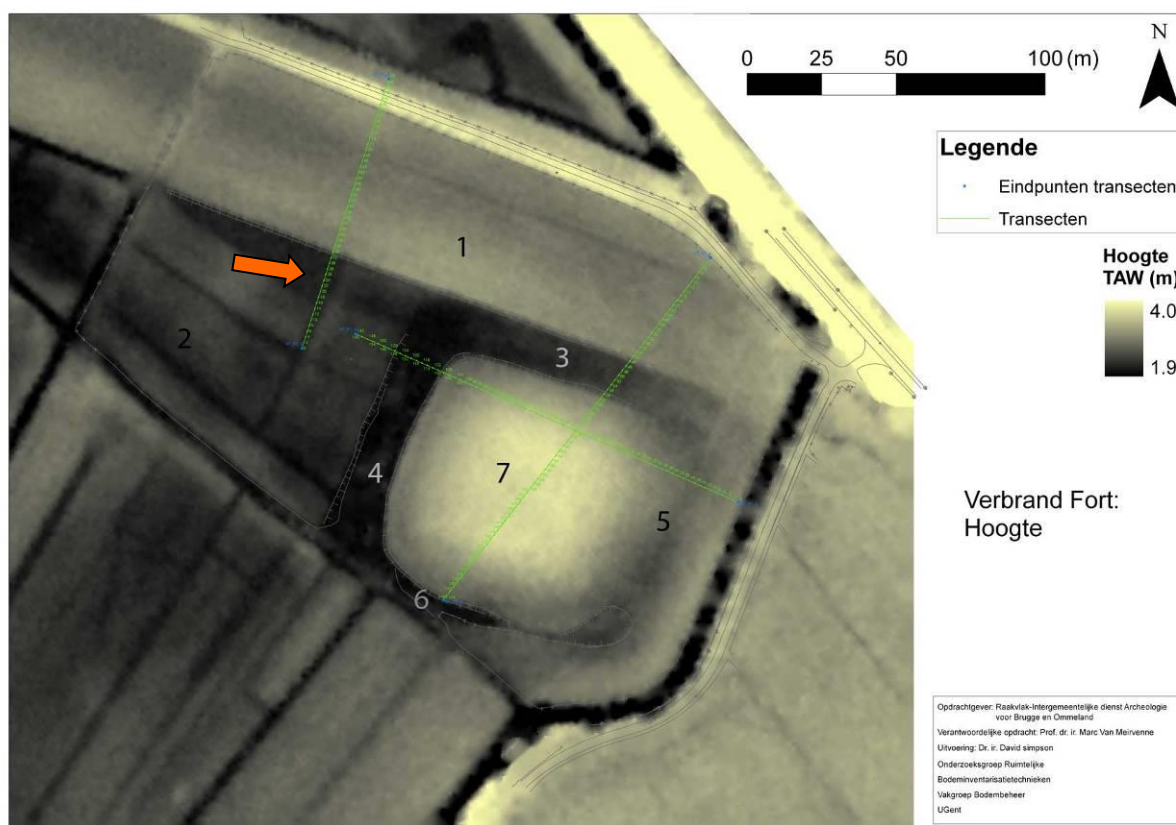


Figuur 48 Overzichtskaart met aanduiding van de extra boringen ter hoogte van de toegang (legende zie figuur 50)

De aanwezigheid van een **glacis** rondom het fort kon niet overtuigend aangetoond worden. De enige sporen die hier mogelijk op zouden kunnen wijzen, zijn te vinden ten westen van de westelijke gracht. Het feit dat de heterogene bovengrond door loopt zou een aanwijzing kunnen zijn voor de aanwezigheid van een glacis aldaar (VF R2, boring 16).

Naast het Verbrand Fort werden ook een aantal andere sporen aangetroffen. In de eerste plaats zijn er de resten van de **Verse Vaart**. Zowel de huidige topografie (fig 49/1), de kadastrale toestand, de oude en recente luchtfoto's, het geofysisch onderzoek en de boringen sluiten alle aan bij de informatie die door de historische bronnen verschaft wordt. Uit geschreven bronnen kan worden afgeleid dat de Verse Vaart oorspronkelijk ongeveer 3 m diep was. De huidige opvullingpakketten gaan tot een diepte van 1,5 m. Wellicht maakten de nu afgegraven dijken een grotere diepgang mogelijk.

In de hoek ten zuiden van de Verse Vaart en ten westen van het Verbrand Fort werden ook de sporen van een laagliggend, maar ondiep terrein aangetroffen, dat gedeeltelijk opgevuld was met slootbagger. Ook op de kaart met de elektrische geleidbaarheid kon dit spoor duidelijk vastgesteld worden. Dit terrein werd aanvankelijk als een wetering, of afwateringsgracht geïnterpreteerd. Wellicht gaat het echter om een laaggelegen perceel dat hoort bij een perceelsstructuur die duidelijk ouder is dan zowel de Verse Vaart als het Verbrand Fort (de perceelsstructuur wordt er door gesneden). Waarom het terrein lager gelegen lag en opgevuld werd, kon niet vastgesteld worden.

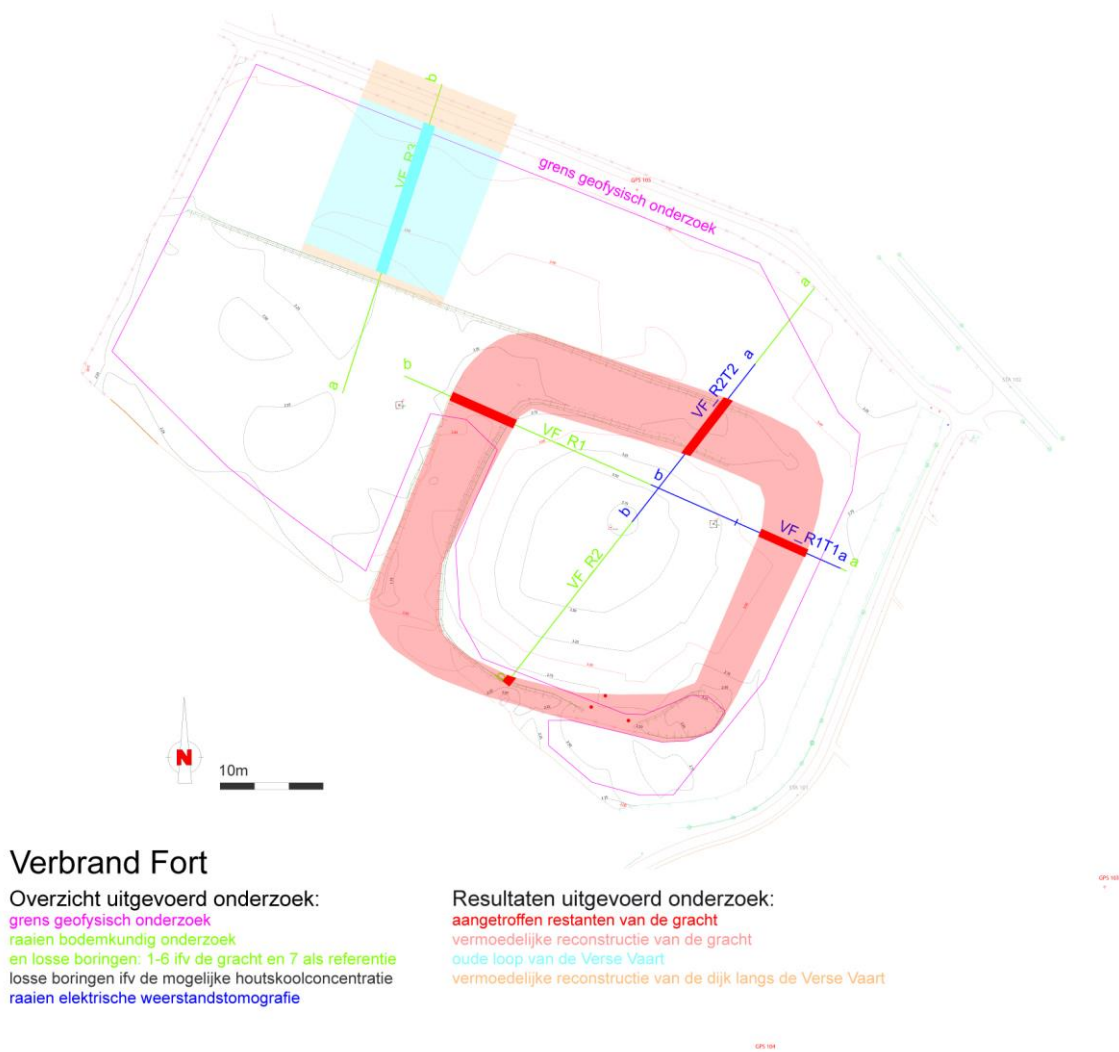


Figuur 49 Detail uit het digitaal hoogtemodel met het Verbrand Fort, waarop ten zuiden van de Verse Vaart (1) en ten westen van de gracht van het Verbrand Fort (4) een driehoekige donkere zone is te zien (rode pijl)

2. Kan de vorm en de exacte locatie van het verdedigingswerk duidelijk in beeld gebracht worden?

Hierboven werd uitvoerig ingegaan op de verschillende elementen van het verdedigingssysteem met hun vorm en voorkomen. Er kan geen discussie zijn over het vierkante middenplein, omringd door een binnenwal, vierkante gracht met afgeronde hoeken, met daarrond mogelijk een glacis. Alle bronnen, gecombineerd met het nieuwe onderzoek, wijzen ontegensprekelijk in deze richting. Uit de voorgaande beschouwingen blijkt ook dat alleen nog de gracht grotendeels is bewaard, waardoor dit het enige element is dat met een zekere mate van exactheid kan gelokaliseerd worden. Het nauwkeurig situeren van de **grachten** gebeurde door plaatselijke controles in de bodem aan de hand van boringen en geofysisch onderzoek (onderzoek van elektrische geleidbaarheid (EGs), magnetische susceptibiliteit (MSs) en elektrische weerstandstomografie). In de meeste gevallen versterkten de gegevens elkaar (zie hoger). Behalve de situering van de gracht kon ook een aanwijzing voor de **toegang** worden voorgesteld. Tenslotte werd ook heel wat informatie aangeleverd voor de lokalisatie van de Verse Vaart en een oudere laaggelegen perceelsstructuur.

Door vergelijking van de verschillende bronnen kon een hypothetische reconstructie van de redoute en de Verse Vaart voorgesteld worden. Onderstaande figuur geeft een interpretatie van de gracht weer.



Figuur 50 Reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek

3. Wat is de breedte, diepte/hogte, profielverloop van de aangetroffen wallen en grachten?

De noordelijke **gracht** is op de plaats waar de boorraai de gracht snijdt, 19 m (geattesteerde grachtvulling) of 22 m (reconstructie) breed en tot 2,75 m diep, de oostelijke gracht is 16 m (geattesteerde grachtvulling) of 19 m (reconstructie) breed en 2,30 m diep en de westelijke gracht is 21,5 m (geattesteerde grachtvulling) of 25 m (reconstructie) breed en 2,60 m diep. Het verloop van de zuidelijke gracht is minder duidelijk. Op haar smalste plaats, halverwege tussen de twee afgeronde hoeken, is de gracht 9 m (reconstructie) breed. Op deze plaats was de toegang tot de redoute gelegen. De vernauwing doet zich aan de binnenzijde van de gracht voor.

Het talud van de gracht is moeilijk te herkennen. Op de profieltekeningen is voor elke gracht een talud weergegeven maar gezien de grachtvulling alleen onder in de gracht was bewaard, kan het verdere verloop naar het oppervlak toe slechts een reconstructie zijn. De taluds van het oostelijk grachtgedeelte lijken wat steiler te zijn dan het westelijke grachtgedeelte. Het talud aan de noordzijde van de noordelijke gracht is veel steiler dan dat aan de zuidzijde.

Op basis van het vooronderzoek was het niet mogelijk om het verloop van de bodem van de gracht te reconstrueren.

Wat de **binnenwal** betreft, werden alleen indirecte aanwijzingen aangetroffen (zie hoger), waardoor het niet mogelijk is om uitspraken te doen over de hoogte en/of hellingsgraad. Uit de lokalisatie van de brandvlekken werd afgeleid de wal onderaan 20 m (reconstructie) breed kan geweest zijn.

De **Verse Vaart** blijkt te bestaan uit een langgerekte zone die oorspronkelijk aan beide zijden bedijkt was. De noordelijke dijk is nog vrij goed bewaard, hoewel de structuur oorspronkelijk heel wat hoger moet geweest zijn. Hoe hoog, is niet meer te achterhalen. Deze dijk is ten minste 13 m breed. De zuidelijke dijk is veel slechter bewaard en kon slechts over een hypothetische breedte van 5 m worden vastgesteld. De taluds zijn dusdanig vergraven dat het oorspronkelijke profiel niet meer is vast te stellen. Het aangetroffen spoor van het kanaal zelf was 43 m (onderaan vastgesteld) of 46 m (reconstructie bovenaan) breed en 1,5 m diep. Het bodemverloop is uitermate vlak.

4. Is er nog muurwerk of houtwerk in situ aanwezig?

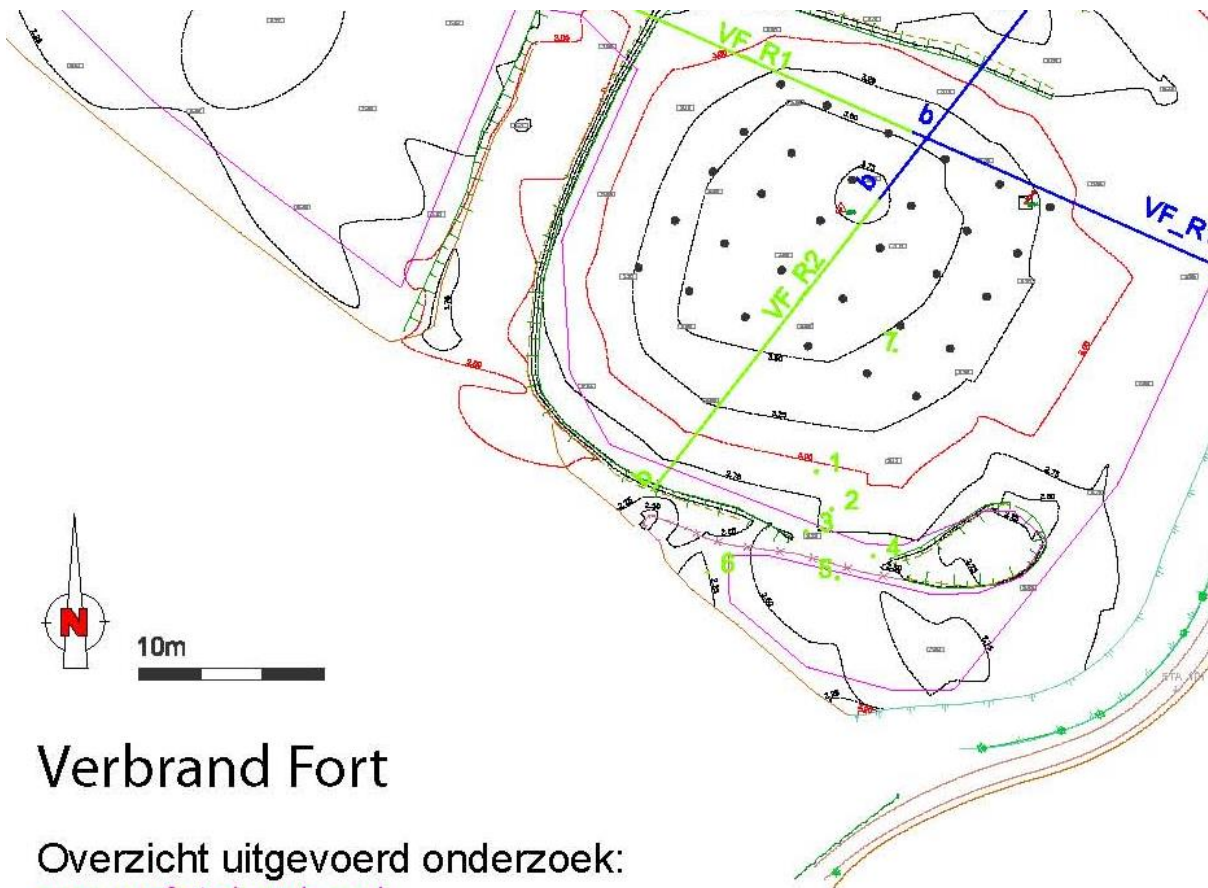
Tijdens het vooronderzoek zijn geen sporen van muurwerk of houtwerk in situ aangetroffen. In de bovenste laag van het middenterrein is wel opvallend veel houtskool aangetroffen. Met behulp van een raster van boringen werd nagegaan of er een concentratie terug te vinden was die eventueel zou kunnen terug gaan op een (toren)constructie. Dergelijke concentratie is echter niet teruggevonden. De concentraties van houtskool parallel met de westelijke en oostelijke gracht die op de luchtfoto van UGent en bij het prospectieonderzoek van 1983 werden gedocumenteerd<sup>28</sup>, konden niet bevestigd worden, evenmin als de concentratie van baksteen, aangetroffen bij hetzelfde onderzoek. Nu het voormalige fort als weiland in gebruik is genomen is hier niets meer van terug te vinden. Ook de controle van bepaalde vlekken op de MSs-kaart door bijkomende boringen leverde niets op. Tijdens het vooronderzoek zijn dus geen aanwijzingen voor (sporen van) een uitkijktoren of andere constructie aangetroffen.

---

<sup>28</sup> Hillewaert B. 1984: 607-608



Figuur 51 Luchtfoto (J. Semey UGent) met houtskoolresten (dia 1927, Plaats 2, Beeld 91)



## Verbrand Fort

Overzicht uitgevoerd onderzoek:

grens geofysisch onderzoek

raaien bodemkundig onderzoek

en losse boringen: 1-6 ifv de gracht en 7 als referentie

losse boringen ifv de mogelijke houtskoolconcentratie

raaien elektrische weerstandstomografie

Figuur 52 Overzichtskarta met aanduiding van het uitgevoerde onderzoek, waaronder het grid van boringen op het middenterrein

5. Zijn er nog nadere sporen uit de gebruiksfase van het fort aanwezig? Wat is de aard, gaafheid en conservering van deze sporen?

Tijdens het vooronderzoek zijn dergelijke sporen niet aangetroffen.

6. Kan worden aangetoond of de oorspronkelijke grachten oorspronkelijk watervoerend waren of niet?

De gracht is voor een deel verland met een 15 tot 20 cm dikke laag rietbagger met resten van zoetwaterslakjes. Dit wijst allemaal in de richting van watervoerende grachten. Bovendien lijkt het erop dat de fortbouwers bij de aanleg van de gracht rond het fort gebruik hebben gemaakt van een aanwezige natuurlijke depressie waarin het water zich van nature verzamelt.

7. Zijn er aanwijzingen voor de aanleg van de versterking in meer dan één fase?

Tijdens het vooronderzoek zijn hier geen aanwijzingen voor gevonden.

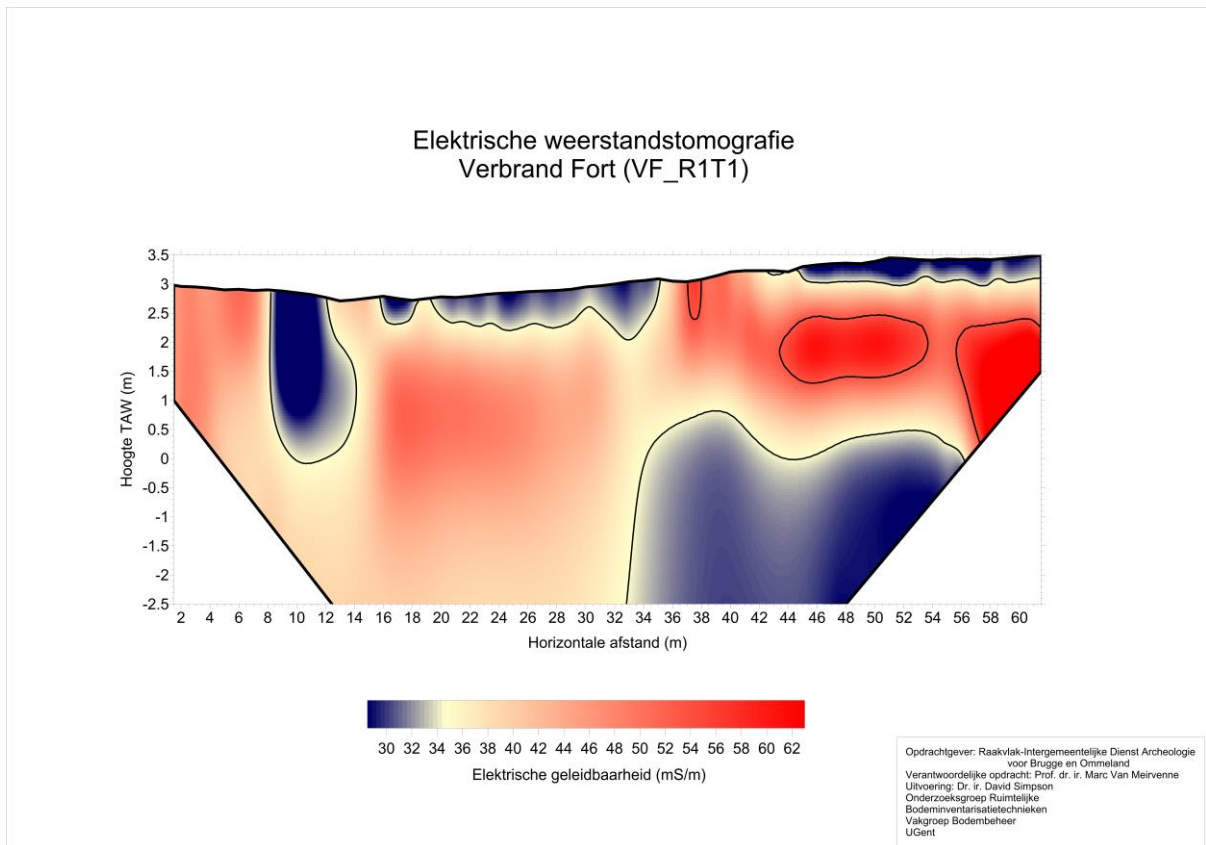
8. Kan de aanleg en sloop van het verdedigingswerk worden gedateerd aan de hand van dateerbaar archeologisch vondstmateriaal?

Tijdens het vooronderzoek is geen dateerbaar archeologisch vondstmateriaal aangetroffen dat kan helpen bij de datering van de aanleg of de sloop van het fort.

9. Zijn er speciale maatregelen op archeologisch vlak vereist bij de uitvoering van de werken? Zijn er beperkingen? In welke mate worden de aanwezige resten bedreigd door de voorgenomen inrichtingsplannen? Is er een kritische grens aan de maximaal toelaatbare diepte van bodemverstoring?

Bij het archeologisch vooronderzoek is gebleken dat er van de vroegere redoute en de aanpalende Verse Vaart nog weinig is overgebleven. Sporen van de binnenwal van het fort zijn alleen nog indirect terug te vinden, terwijl van een houten of stenen constructie helemaal niets meer bewaard is. Vermoedelijk doet het fort als "Verbrand Fort" haar naam eer aan. De enige bewaarde resten zijn de onderste vullingspakketten van de grachten. Daarentegen is het oorspronkelijke patroon wel bewaard in de huidige topografie en blijft de redoute op deze manier betekenisvol.

Ook van belang is het landschap voor en tijdens de periode van het fort. Het Verbrand Fort bevindt zich in een zone met een rijke afwisseling aan mariene geulen en pleistocene opduikingen. Zowel de bodemkaart als de elektrische weerstandtomografie tonen dit aan. De resultaten van dit laatste geofysisch onderzoek brachten zelfs onder de redoute een duidelijke overgang tussen een pleistocene opduiking en een kreek aan het licht (zie fig 53). Dergelijke plaatsen kenden mogelijk reeds vanaf de prehistorie bewoning. In dit verband valt de vondst van een fragment Romeins aardewerk in de onmiddellijke omgeving van het fort (zie hoger) aan te stippen. Dit gegeven kan wijzen op vroege bewoning ter plaatse of in de omgeving.



Figuur 53 Elektrische weerstandstomografie op het Verbrand Fort (VF\_R1T1) gezien vanuit het noorden. De blauwe zone vanaf 33 m wijst vermoedelijk op een pleistocene opduiking, bestaande uit grover zand.

Deze elementen pleiten er voor om het aanwezige landschap, de natuurlijke en antropogene bodem en de oorspronkelijke topografie van redoute en omgeving zo veel mogelijk te respecteren en maximaal licht te versterken.

Aansluitend bij het streefdoel om in de grachten slechts ondiep water te creëren ten behoeve van de aanwezige fauna en flora, adviseert Raakvlak om alleen de egalisatielagen en opvullingslagen die vermoedelijk uit de post-redoute periode dateren, te verstoren door graafwerken. Op deze manier blijven de natuurlijke bodem met onder andere pleistocene opduikingen en eventuele resten van vroegere bewoning, het onderste deel van de oorspronkelijke profilering van de grachten van de redoute en de grachtvulling, die mogelijk te koppelen is aan de gebruiksfase, bewaard. Raakvlak adviseert dan ook om de nieuw uit te graven grachten slechts van 70 cm tot maximaal 1 m onder maaiveld uit te graven, afhankelijk van het bewaarde niveau van de grachtvulling en binnen het voorgestelde profiel. De uitgegraven specie kan gebruikt worden om een bescheiden binnenwal op te werpen om zo de indruk van een redoute te verstreken.

Gezien het feit dat de toegang tot de redoute ter hoogte van de zuidelijke gracht nooit een onderbreking kende, lijkt het ons niet aangewezen om daar nu een onderbreking te voorzien. Een bescheiden brug zou wellicht meer aangewezen zijn.

Wat de Verse Vaart betreft, adviseert Raakvlak eveneens om binnen de kanaalzone slechts geringe uitgravingen uit te voeren. Een diepere, watervoerende strook in het midden kan, maar niet dieper dan de antropogene opvulling (1,5 m).

Tot slot wenst Raakvlak op te merken dat de verdieping van de grachten bij voorkeur onder archeologische begeleiding zou moeten gebeuren. Het is immers mogelijk dat bij het

uitgraven van de grachten archeologisch relevante informatie wordt aangetroffen. Bovendien kan op die manier verzekerd worden dat de nieuw uitgegraven grachtprofielen binnen de oorspronkelijke blijven. Indien het uitgraven van de gracht onder archeologische begeleiding gebeurt, zou dit geen problemen mogen opleveren.

10. Welke onverwachte vondsten zijn er?

Tijdens het vooronderzoek zijn geen onverwachte vondsten gedaan.

## D. Fort Sint-Donaas

### 1. Algemeen

In opdracht van het Brugse Vrije werd in 1605 het Fort Sint-Donaas opgericht dwars op de aanvoerlijn van de Zoete Vaart. Samen met de kleinere forten van Sint-Frederik en Sint-Job deed het dienst als versterking na de verovering van Sluis door de Staatsen. In 1632 werd het fort door de Cantelmolinie met het Isabellafort verbonden. Pas in 1705, na inname door de Nederlandse troepen ten nadele van de Fransen, wordt het fort naar plannen van Menno Coehoorn uitgebreid en aangepast met de aanleg van een hoornwerk met een zwaluwstaart. Het fort was nu gericht tegen de Zuidelijke Nederlanden en bewaakte de sluis van Sint-Donaas aan de oostzijde van het fort. Door de complexe uitbouw werd de volledige benedenloop van de Hoekevaart en de monding in de Zoute Vaart omsloten (zie onderstaande figuur).



Figuur 54 Plan van het fort Sint-Donaas en onmiddellijke omgeving (ARAH, OPV, S85)

Na de inname van het fort in 1783 door de Oostenrijkse troepen vanuit Brugge, startte men onmiddellijk met de afbraak. Door het graven van de Damse Vaart in 1813 werd wat er nog restte van het fort grotendeels vernield, de buitenwerken bleven wel bewaard. Over het vernielde fort en buitenwerken werd in de Eerste Wereldoorlog een bunkerlinie als onderdeel van de *Hollandstelling* aangelegd. Tijdens de Tweede Wereldoorlog werden de loopgraven hergebruikt. Na de Tweede Wereldoorlog werden de restanten van het fort opgenomen in een kleiwinning, dit betekende het definitieve einde van het fort.

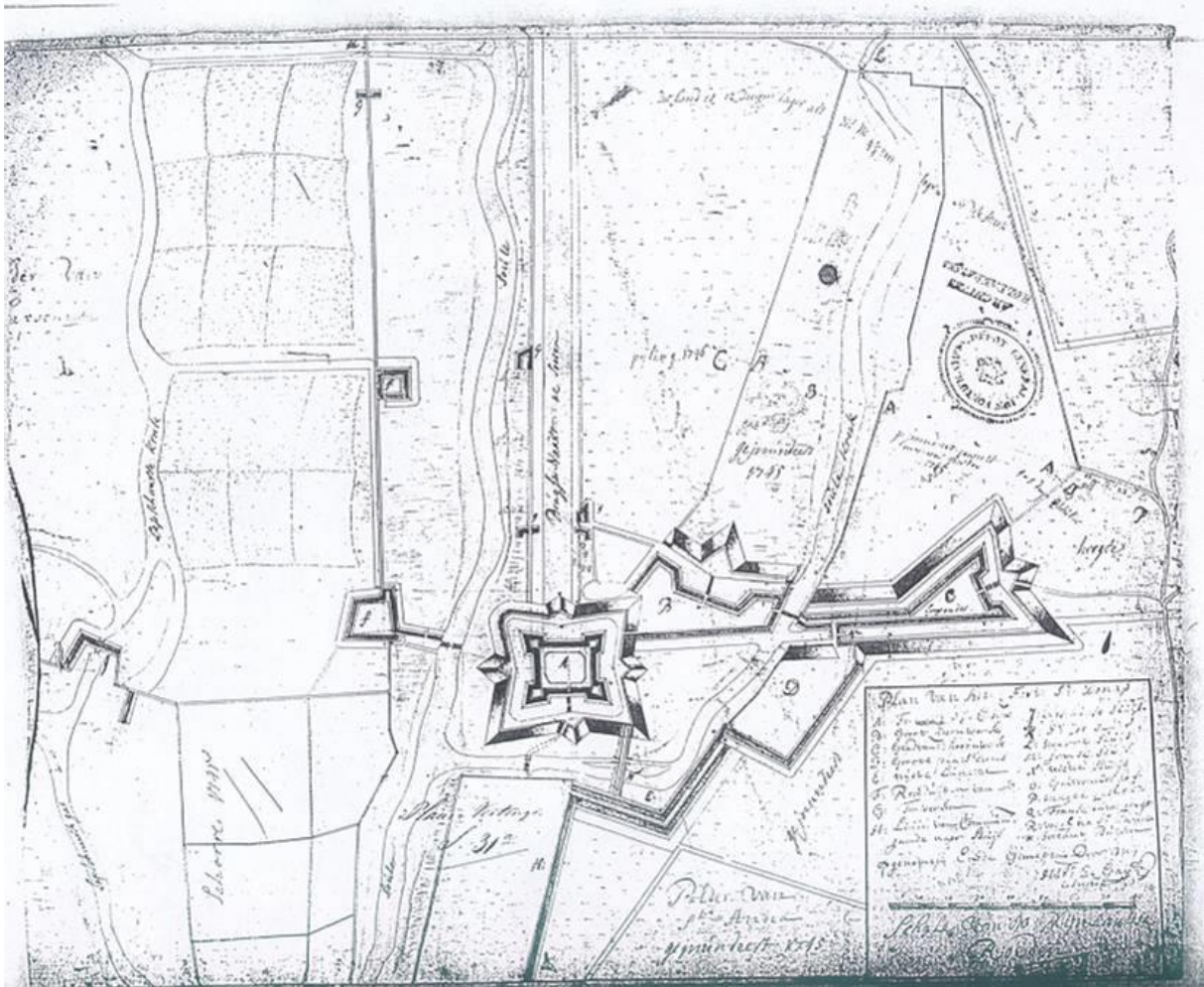


Figuur 55 Overzicht van het Fort Sint-Donaas met vooraan de vernieling door kleiwinning

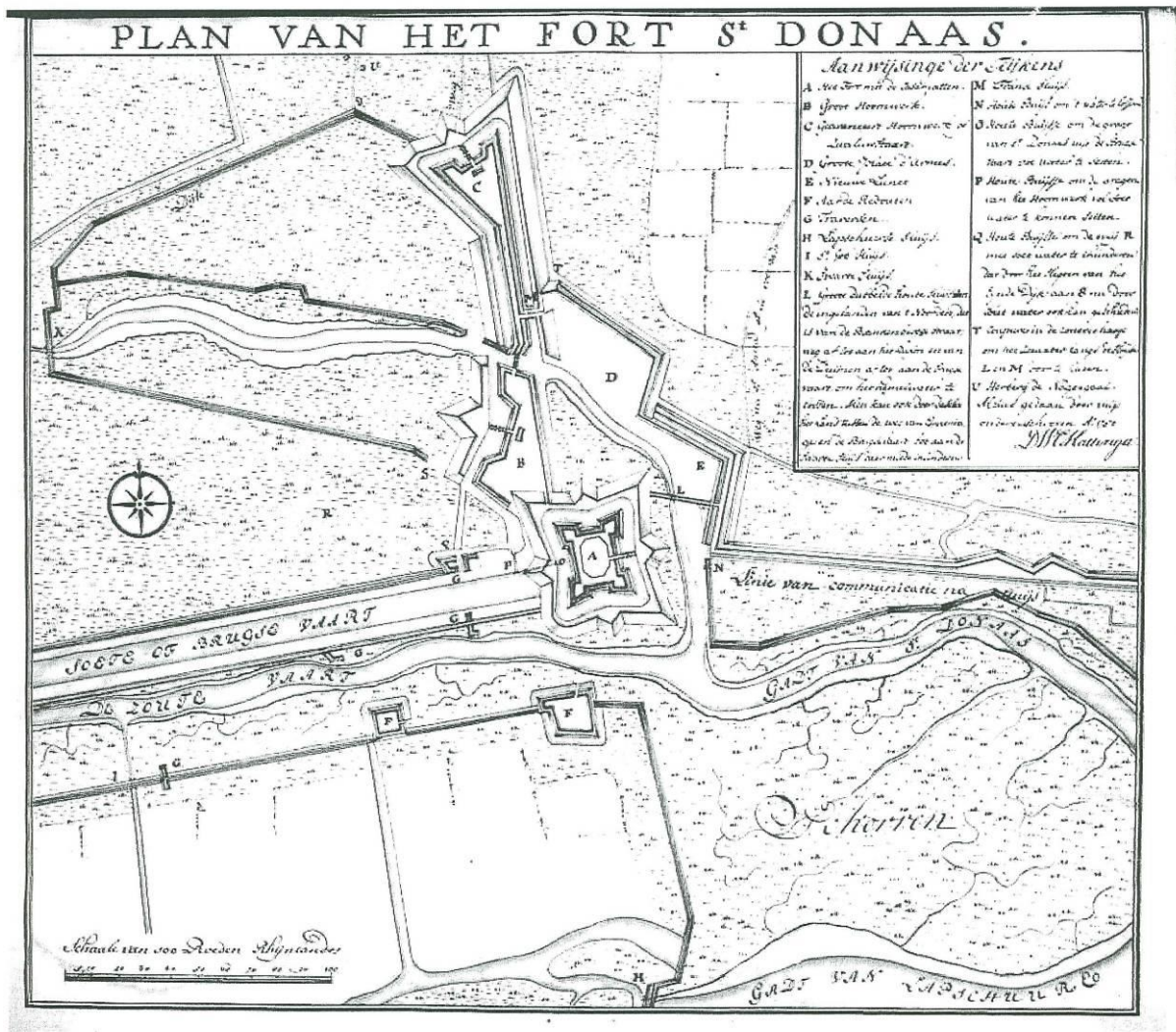
Tegenwoordig is nog enkel een hoornwerk in de vorm van een zwaluwstaart bewaard. Oorspronkelijk was dit hoornwerk gevat in een glacis waarvan nog sporen zijn te zien in het huidige terreinprofiel. Ook de vorm van het lunet en oefenterrein zijn nog uit de perceelsgrenzen af te lezen (vergelijk D en E op fig 57 met fig 58).<sup>29</sup> Volgens bepaalde auteurs was in 1966 de weg die oorspronkelijk leidde naar de toegang tot het hoornwerk nog zichtbaar in de weide.<sup>30</sup>

<sup>29</sup> Termote J.en Zwaenepoel A. 2004: 31-36.

<sup>30</sup> Gaëtan 1966: 95.

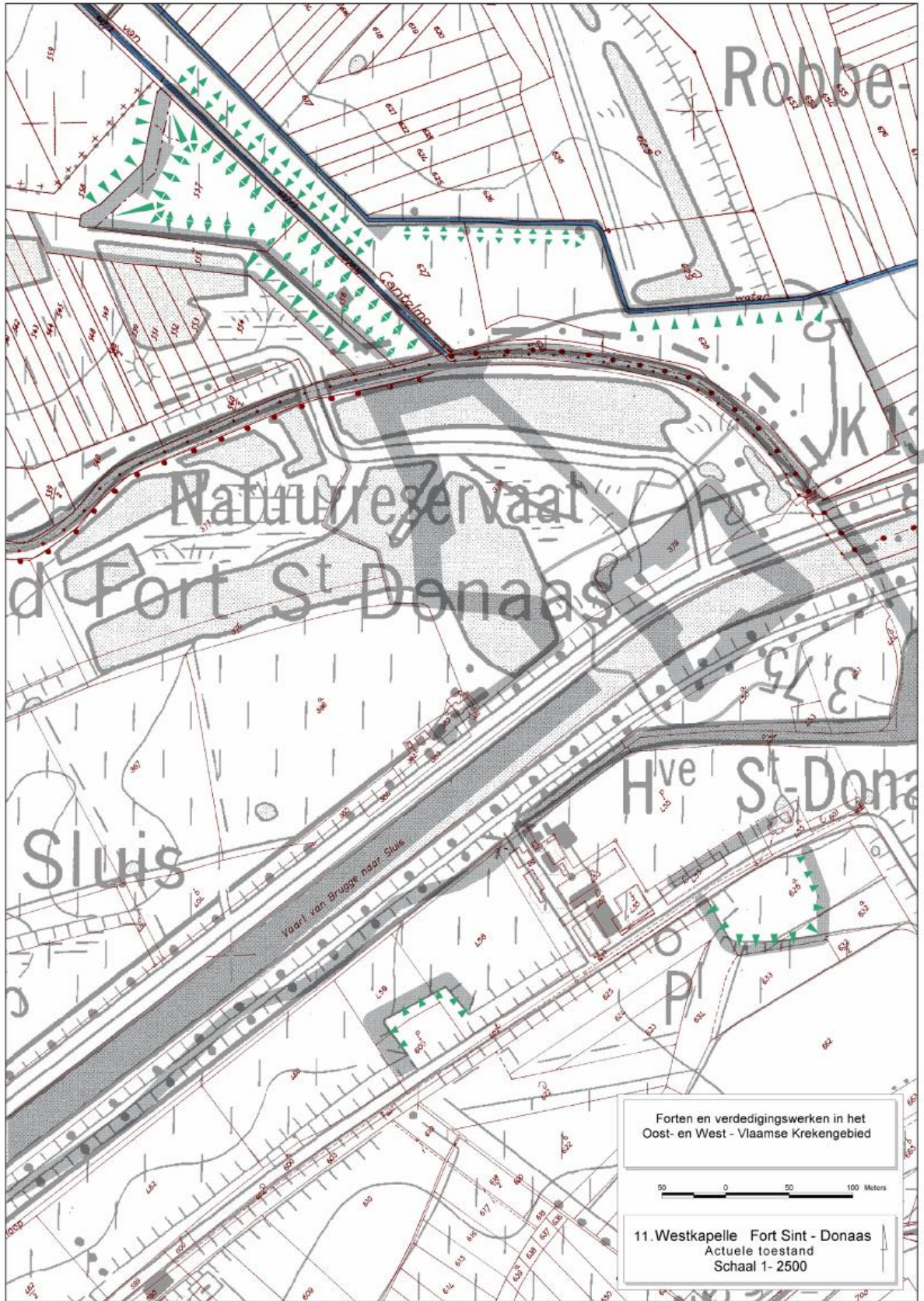


Figuur 56 Het fort Sint-Donaas vermoedelijke aan het begin van de 18<sup>de</sup> eeuw (ARAH, OPV, S31)



Figuur 57 D.M. Hattinga 1752 <sup>31</sup>

<sup>31</sup> Gaëtan 1966



Figuur 58 Het Fort Sint-Donaas met Zwaluwstart (Termote J. & Zwaenepoel A. 2004)



## 2. Uitgevoerd onderzoek

Het volledige terrein werd onderworpen aan een geofysisch onderzoek waarvan de resultaten besproken worden in bijlage 1 (de geprospecteerde zone is in het roze afgebakend op de overzichtskaart van het onderzoek fig 64). Bepaalde zones konden niet worden meegenomen in dit onderzoek omdat ze te nat waren zoals het oostelijke deel van de dwarsgracht. Bovendien bleek de dwarsgracht met huisvuil opgevuld te zijn. Dit was duidelijk te zien door lokale extreme waarden zowel bij de EGs- als de MSs-metingen (ter hoogte van 1 op fig 66). Niet alle resultaten van het geofysisch onderzoek kunnen eenvoudig verklaard worden, ook niet na aanvullend booronderzoek. Zo komt uit de MSs-kaart een verschil in bodem naar voor tussen de zone voor de dwarsgracht en het binnenterrein van het fort (zie verschil tussen A en B op de MSs-kaart, fig 67) maar dit wordt niet bevestigd in het booronderzoek<sup>33</sup>. Anderzijds konden enkele geïsoleerde structuren die bij het onderzoek van de Magnetische Susceptibiliteit (MSs) (blauwe lijn) bij de boringen herkend worden als een lichte verdieping (fig 68). Eén vlek met een opvallend lage meting kan misschien in verband gebracht worden met de resten van een gebouwtje dat zich vlak voor de courtine in de zwaluwstaart bevond. De bleke centrale vlek op de kaart met de Elektrische Geleidbaarheid (EGs) kon geïdentificeerd worden als een recente poel<sup>34</sup>.

Na het geofysisch onderzoek werden verschillende boorraaien over het terrein geplaatst (groene lijnen op de overzichtskaart). Het aanwezige huisvuil in de dwarsgracht maakte het onmogelijk om in de gracht te boren. Vandaar dat het profiel van FSD\_R2 ter hoogte van de gracht blanco is gelaten. Naast de vijf grote boorraaien werden ook nog een aantal losse boringen geplaatst o.a. in het weiland ten noorden van de zwaluwstaart en dit ter referentie. Ter hoogte van de grachten en op bepaalde cruciale plaatsen (bepaald in samenspraak met de projectverantwoordelijke) zijn extra boringen geplaatst. Een volledige beschrijving van het booronderzoek is in bijlage 2 terug te vinden.

Tenslotte is ook één elektrische weerstandstomografie uitgevoerd op de zwaluwstaart, gericht op de dwarsgracht (aangegeven in het paars op de overzichtskaart). De resultaten hiervan worden ook in bijlage 1 besproken. Er kan gesteld worden dat de gracht een geringere waarde geeft voor de elektrische geleidbaarheid (blauw en lichtgeel). De plaats van de oorspronkelijke halfbastions aan de binnenzijde van de gracht en het glacis vertonen een vergelijkbare geleidbaarheid (grijs). De uitgesproken lage en hoge geleidbaarheid op grotere diepte heeft ongetijfeld te maken met een natuurlijke toestand en kan slechts door diepere boringen gedocumenteerd worden.

Bij het vergelijken van het digitaal hoogtemodel (fig 62) met de luchtfoto uit 1944 (fig 60), bleken er duidelijke verschillen te zijn. De luchtfoto uit 1944 geeft een veel meer symmetrische gracht weer dan het huidige digitaal hoogtemodel. Vermoedelijk is dit te wijten aan het feit dat in de gracht heel wat huisvuil werd gestort, waardoor de vorm en het profiel vervaagden. Bij de verdere interpretatie werd de grachtvorm, gebaseerd op de luchtfoto (fig 60), dan ook uitgetest op een combinatie van alle beschikbare bronnen.

De resultaten van het nieuwe onderzoek werden tot slot vergeleken met de historische kaarten, onder andere het plan dat door D.M. Hatinga in 1752 werd ontworpen, in het kader van nieuwe belangrijke aanpassingen aan de noordelijke voorwerken (fig 57)<sup>35</sup>. Een onderlinge vergelijking van verschillende historische kaarten (fig 54, 56, 57 en 59) leerde dat de vorm van de zwaluwstaart op alle kaarten, op enkele kleine details na, gelijk is<sup>36</sup>.

---

<sup>33</sup> Bijlage 1: 6

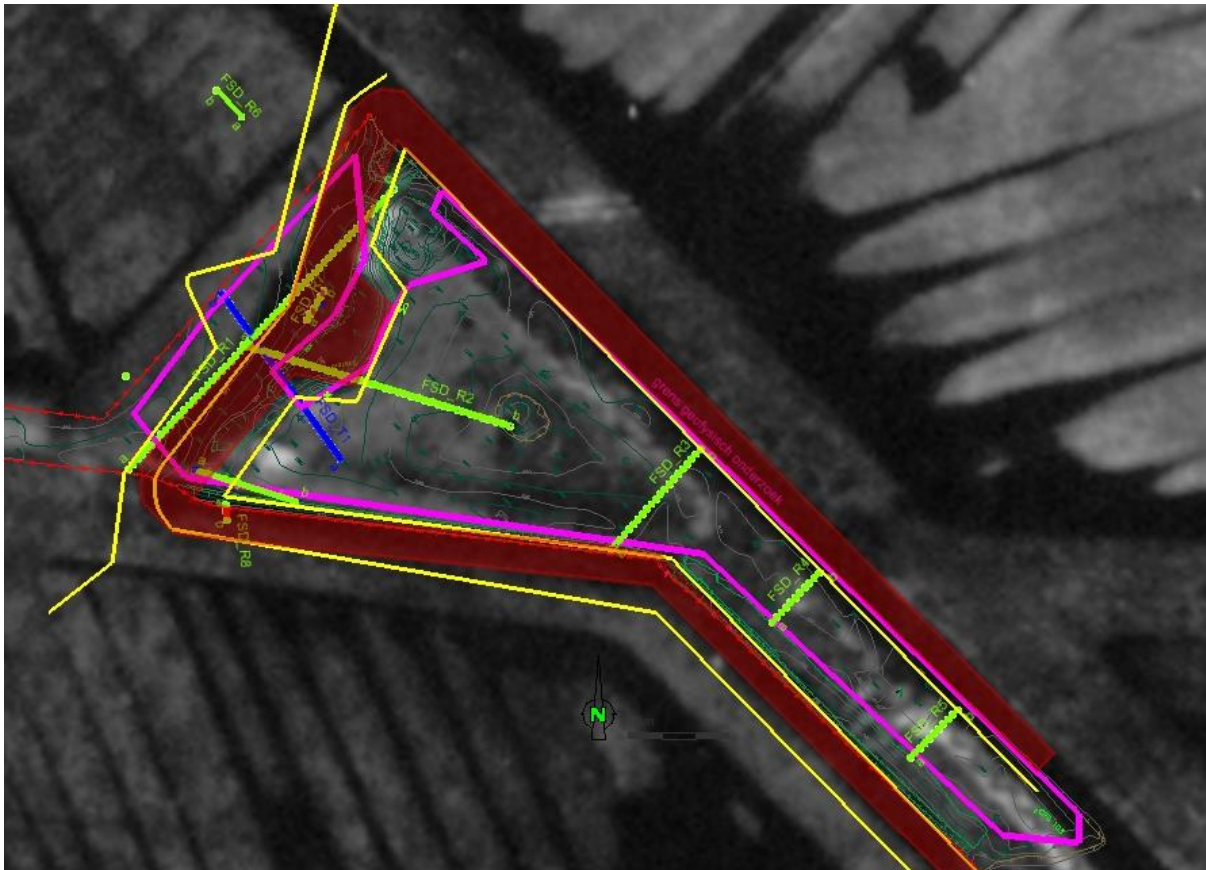
<sup>34</sup> Mondelinge mededeling J. Tilleman

<sup>35</sup> Gaëtan 1966

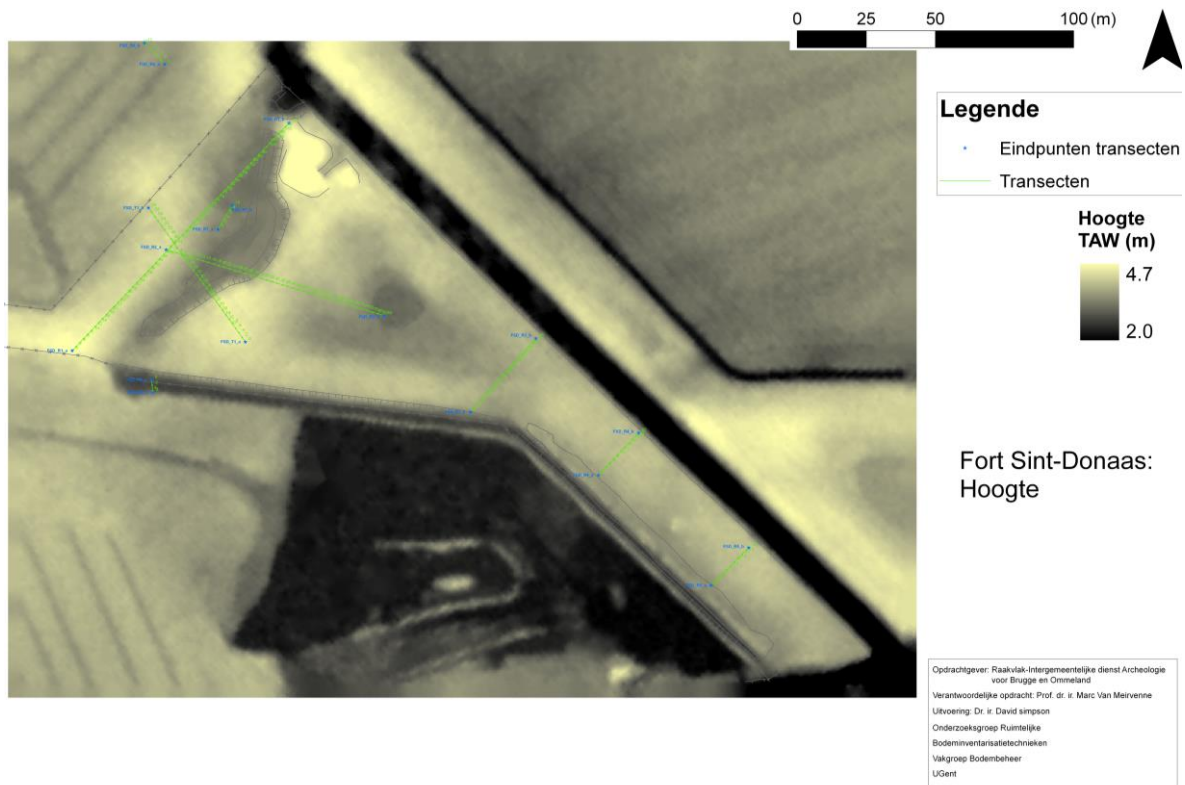
Het is niet onmogelijk dat de kaarten van één ouder exemplaar werden overgetekend. Bij de verdere combinatie werd dan ook gebruik gemaakt van alleen het plan van Hattinga.



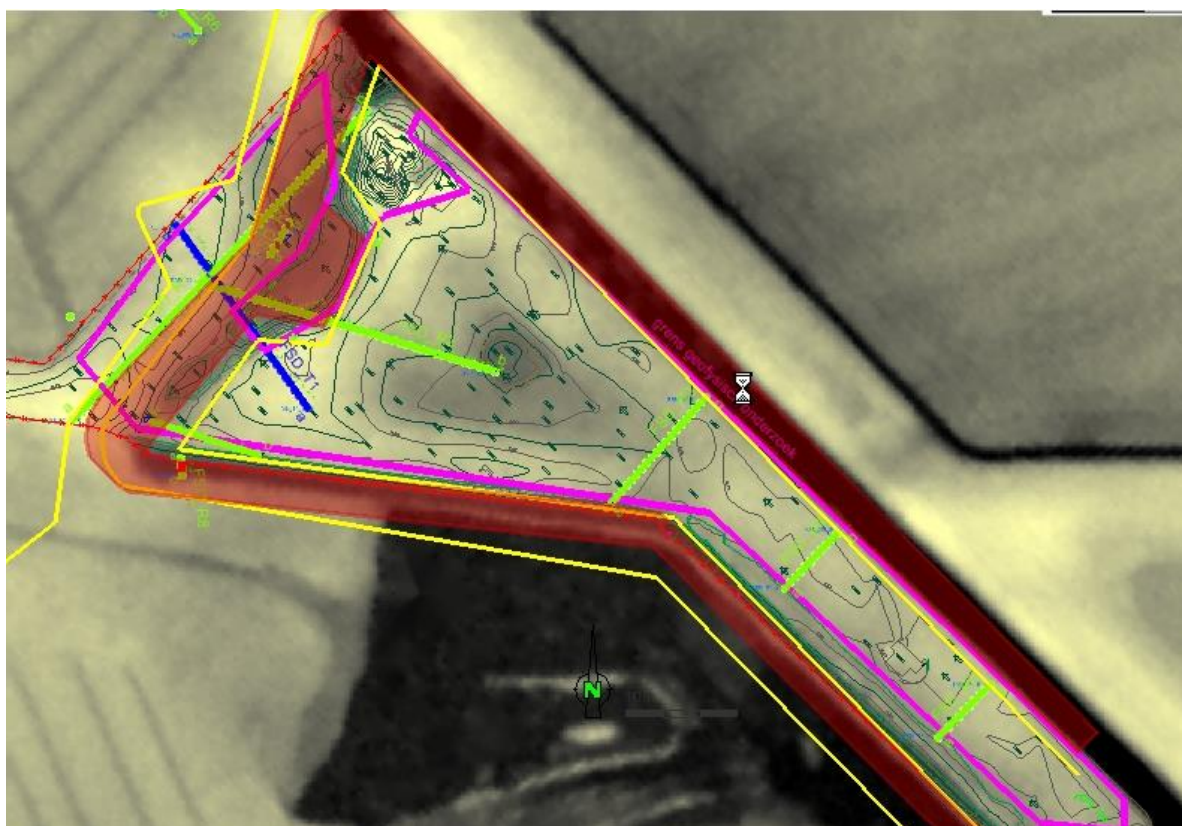
Figuur 60 Luchtfoto 20/10/1944 (Royal Air Force) detail



Figuur 61 Luchtfoto 20/10/1944 (Royal Air Force) detail, met reconstructie van de gracht (rood) en weergave van het recente onderzoek (paars: begrenzing geofysisch onderzoek, groen: boorraaien, blauw: Elektrische weerstandstomografie, geel: historische kaart)



Figuur 62 Digitaal hoogtemodel met weergave van de boorraaien en de Elektrische Weerstandstomografie in groen



Figuur 63 Digitaal hoogtemodel met hoogtelijnen, reconstructie van de gracht (rood) en weergave van het recente onderzoek (paars: begrenzing geofysisch onderzoek, groen: boorraaien, blauw: Elektrische Weerstandstomografie, geel: historische kaart)



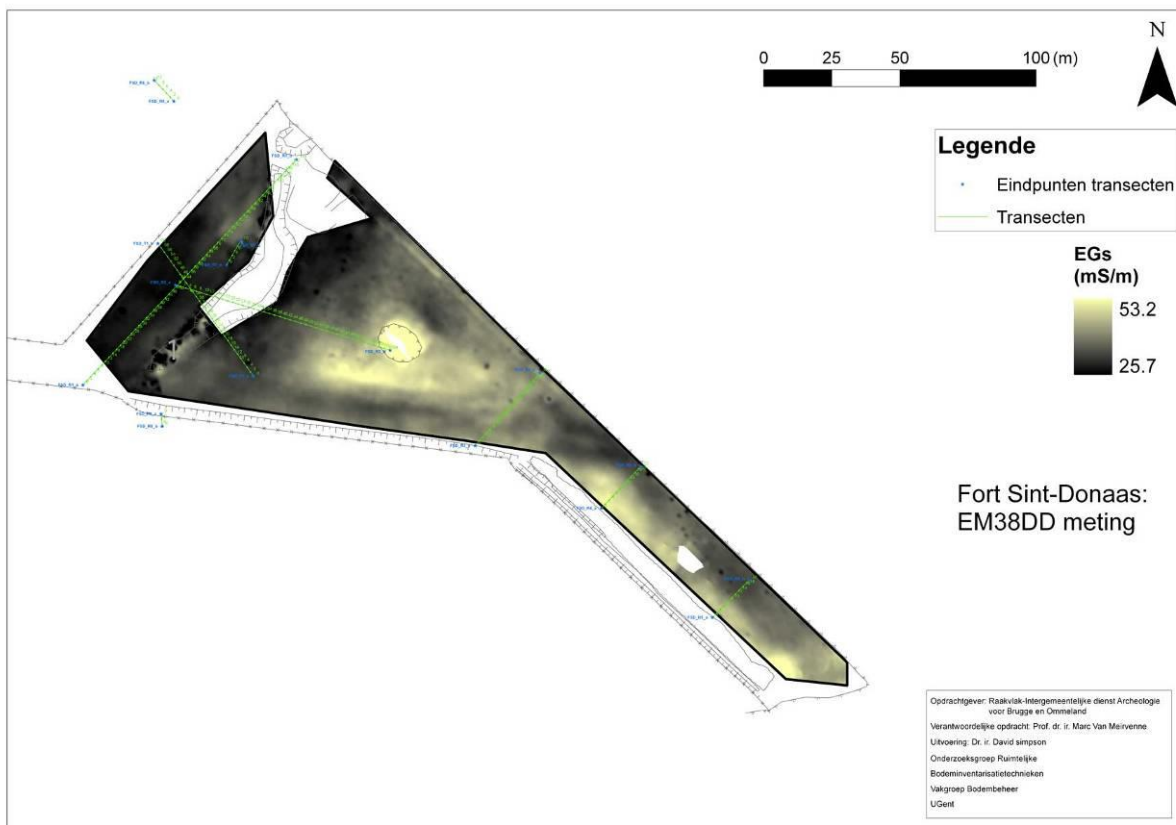
### Fort Sint-Donaas

- Overzicht uitgevoerd onderzoek:  
 grens geofysisch onderzoek  
 raaien bodemkundig onderzoek  
 en losse boringen: 1-7 ifv de gracht  
 raaien elektrische weerstandstomografie

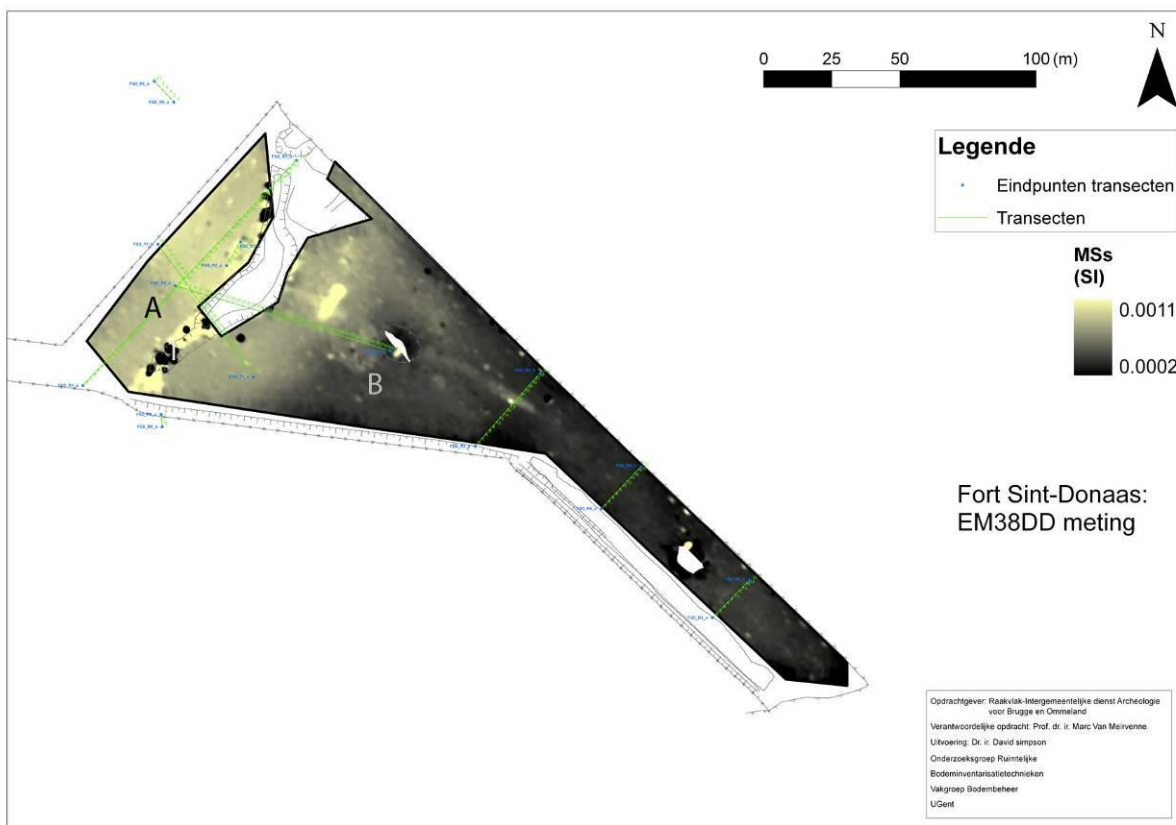
Figuur 64 Overzichtkaart van het uitgevoerde onderzoek



Figuur 65 Reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek, met aanduiding van de grachtvorm, gebaseerd op de luchtfoto uit 1944, in rose



Figuur 66 Elektrische Geleidbaarheid (FSD\_EGs); boorraaien en Elektrische Weerstandstomografie in groen

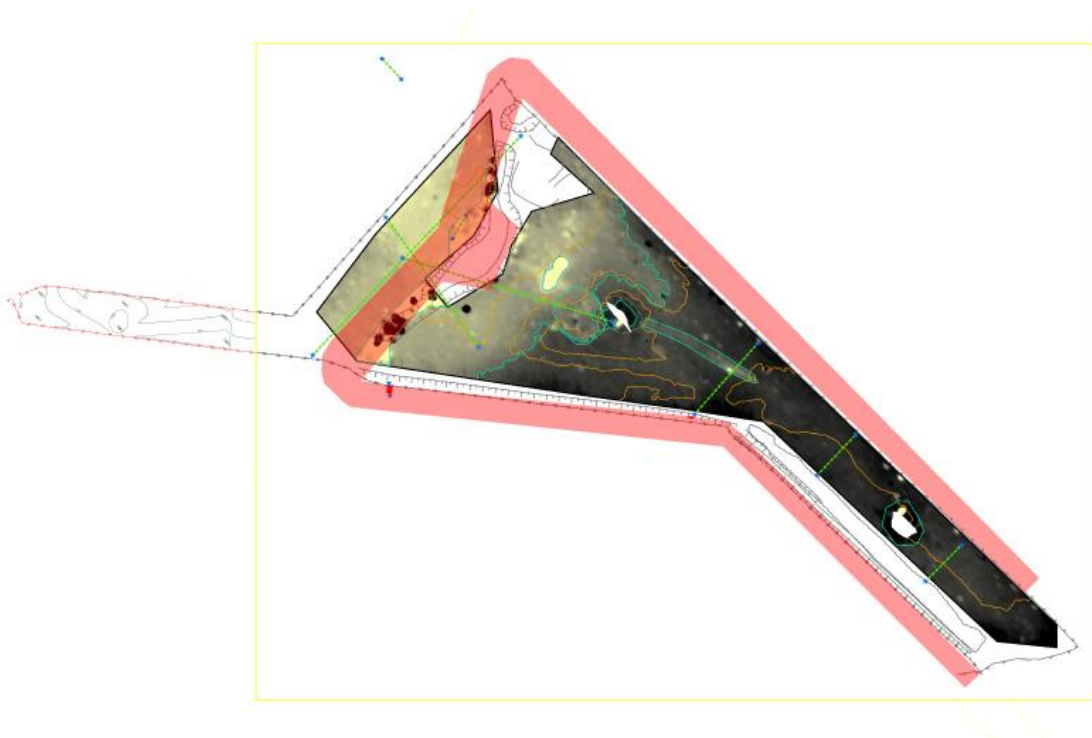


Figuur 67 Magnetische Susceptibiliteit (FSD\_MSs); boorraaien en Elektrische Weerstandstomografie in groen

### 3. Resultaten

#### 1. Welke onderdelen van de verdedigingswerken kunnen nog herkend worden?

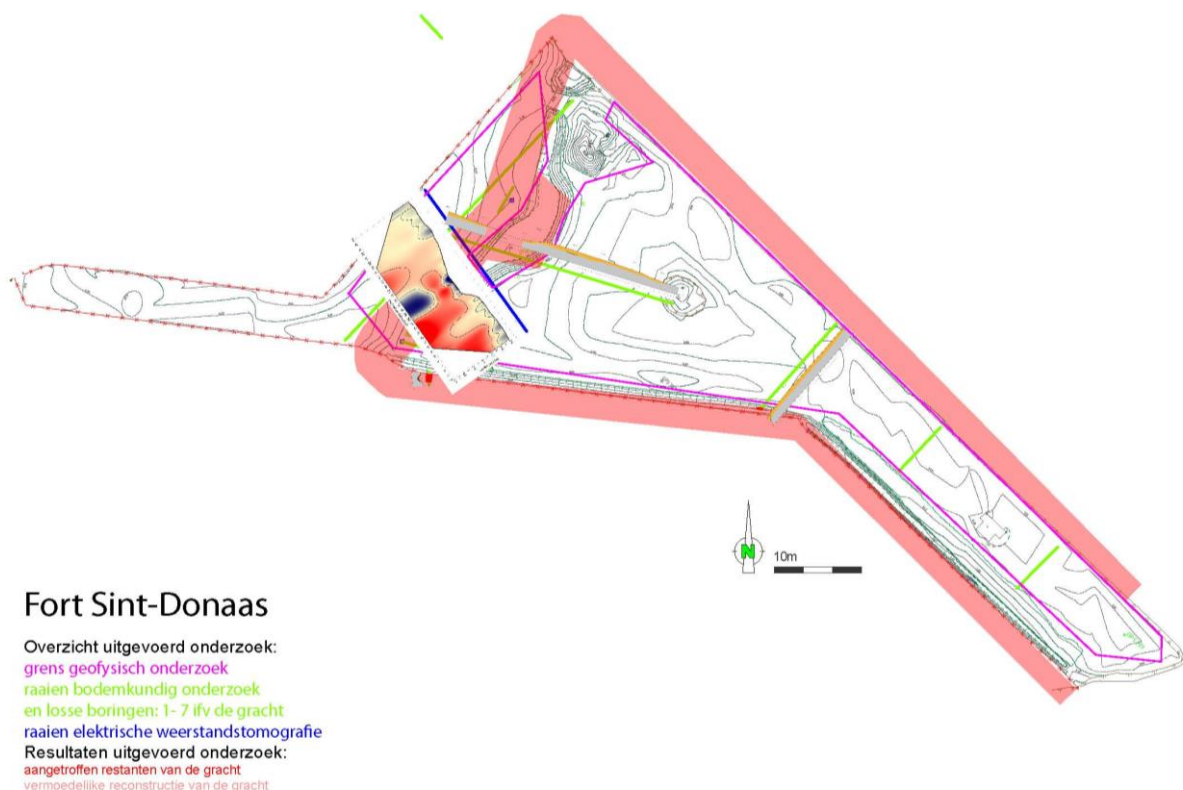
Het eigenlijke fort Sint-Donaas, dat een vierzijdig gebastioneerd fort was, opgetrokken uit aarde, is bij de aanleg van de Damse Vaart in 1812 volledig weggegraven maar het **hoornwerk in de vorm van een zwaluwstaart** is nog goed in het terrein te herkennen (zie ook fig 60). De twee **halfbastions** (fig 71/1) met ertussen een **courtine** (fig 71/2) en een **toegang** vanuit het noorden zijn nog zichtbaar als een lichte verhoging in het terrein. Bij het booronderzoek kwam de ophoging aan het licht, maar kon er verder geen informatie uit afgeleid worden. Wellicht is de lichtere zone die op te merken is op de kaart met de Magnetische Susceptibiliteit (MSs) (fig 67-68) in verband te brengen met de gedeeltelijk genivelleerde halfbastions en courtine. Het oostelijke halfbastion is ingenomen door een bunker (fig 71/3) uit de Eerste Wereldoorlog. In verband met de toegang, wellicht over een brug, kon geen informatie bekomen worden.



Figuur 68 Combinatie met Elektrische Geleidbaarheid (Egs) op een ondergrond van Magnetische Susceptibiliteit (MSs); de blauwe lijn begrenst een zone met geringere geleidbaarheid, die mogelijk in verband te brengen is met de geslegte halfbastions en courtine aan de ene zijde en het glaciais aan de andere zijde van de gracht.

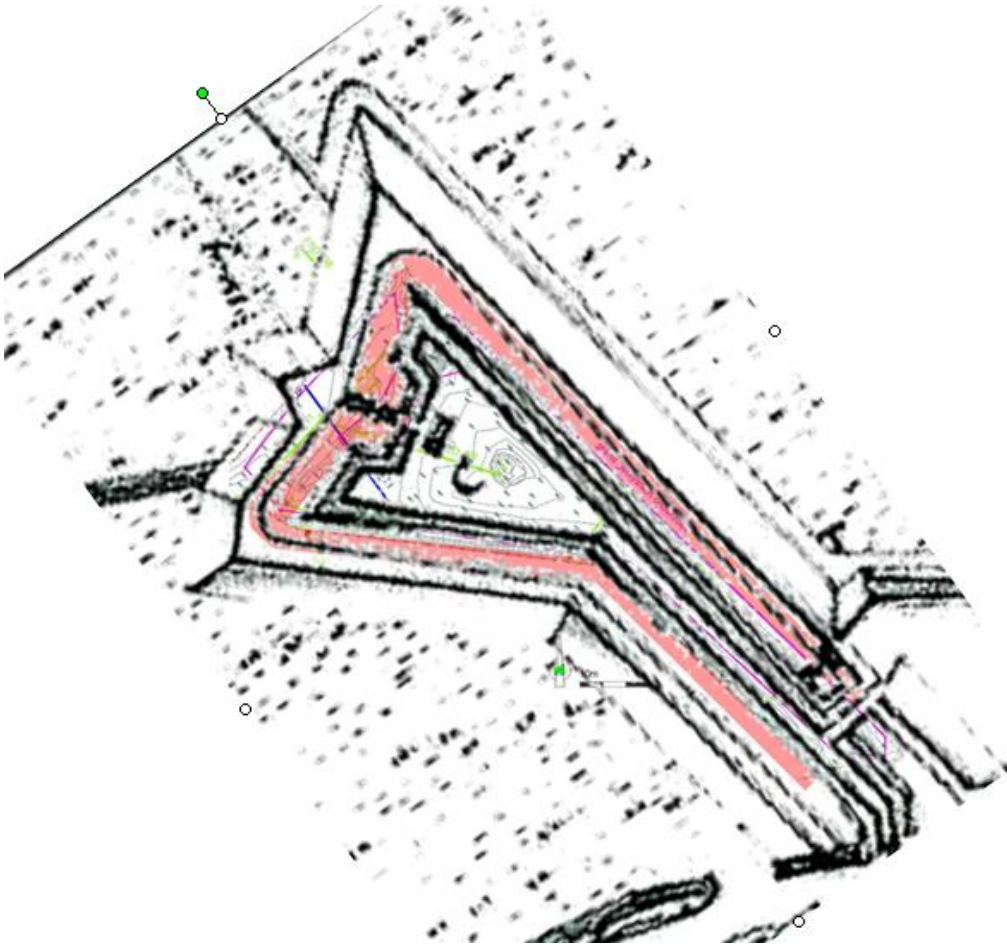
Vòòr de halfbastions en de courtine bevindt zich een natte depressie die teruggaat op de **dwarsgracht**. De luchtfoto uit 1944, gecombineerd met de boorraaien en de Elektrische Weerstandstomografie tonen aan dat de huidige op het terrein aanwezige depressie slechts een verbasterde vorm is van de oorspronkelijke gracht. Zowel de symmetrische gracht als de verbreding ter hoogte van de courtine konden worden waargenomen. Van de grachtvulling zelf is weinig overgebleven en/of bereikbaar; de weergave van de oorspronkelijke loop van de dwarsgracht blijft dan ook grotendeels gebaseerd op indirecte gegevens en bijgevolg ook hypothetisch. In boorraai 1 (FSD\_R1) werd op de rand van de gracht aan de kant van het noordelijke halfbastion een 20 cm dikke laag grachtvulling

aangetroffen. Ten zuiden hiervan doet zich een lichte depressie voor, waarin alleen nog natuurlijke sedimenten voorkomen. Wellicht wijzen deze gegevens op de oorspronkelijke gracht en zijn alle antropogene lagen hier weggegraven. In boorraai 2 (FSD\_R2) werd de effectieve grachtvulling van de dwarsgracht evenmin aangesneden, maar was dit niet mogelijk, gezien de aanwezigheid van de met afval gevulde gracht. Van de bijkomende boringen die bedoeld waren om de gracht aansluitend bij het zuidelijke halfbastion aan te treffen, werd boring 1 wellicht net buiten de gracht geplaatst. De overige bijkomende boringen situeerden zich op de plaats van het halfbastion. De Elektrische Weerstandstomografie daarentegen, toont wel degelijk de positie van de dwarsgracht aan, in tegenstelling tot de andere geofysische prospectiemethoden, die wellicht grotendeels verstoord werden door de aanwezigheid van metaalafval.



Figuur 69 Reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek, met aanduiding van de grachtvorm, gebaseerd op de luchtfoto uit 1944 en gecombineerd met boorraaien FSD\_R2, FSD\_R3 en de Elektrische Weerstandstomografie

In boorraai 3 (FSD\_R3) en 8 (FSD\_R8) werd de rand van de **zuidelijke gracht** van de zwaluwstaart aangesneden. In beide gevallen werd grachtvulling aangetroffen. informatie over de **binnenwallen** die de zuidelijke en noordelijke langsrachten vermoedelijke afbakenden, werd niet bekomen. Bij de combinatie tussen bovenstaande gegevens met het plan van D.M. Hattinga, blijkt de overeenkomst tussen de geattesteerde grachten en de grachten op het historische plan opvallende overeenkomsten te vertonen.

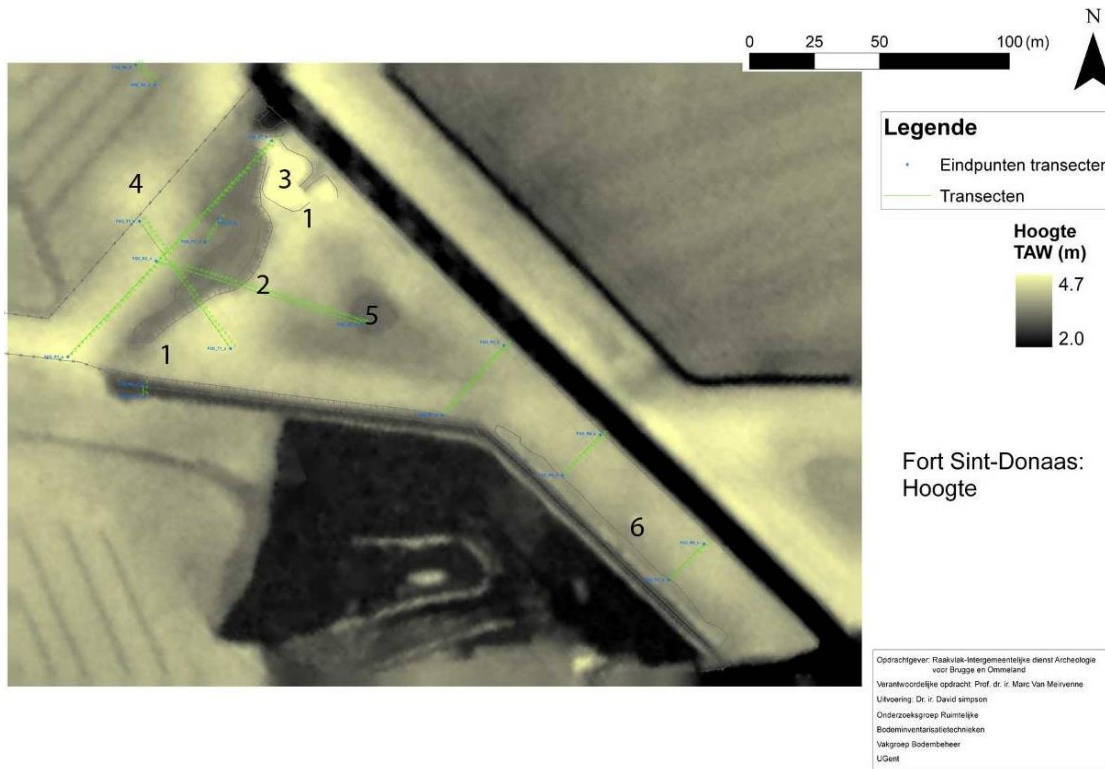


Figuur 70 Reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek, met aanduiding van de grachtvorm, gebaseerd op de luchtfoto uit 1944, met daarop het plan van D.M. Hattinga uit 1752

Ook het **glacis** (fig 71/4) voor de gracht is nog merkbaar op het terrein in de vorm van een licht afhellend oppervlak dat doorloopt in de aanpalende weide. Ook de vorm van het **lunet** en **oefenterrein** zijn nog uit de perceelsgrenzen af te lezen. Het eigenlijke middenterrein van de zwaluwstaart is naar de zijkanten toe lichtjes opgehoogd op de plaats van de vermoedelijke **binnenwallen**. Centraal in het middenterrein bevindt zich een poel (fig 71/5) die echter vrij recent gegraven werd (zie hoger). De noordoostelijke zijde van de zwaluwstaart wordt begrensd door een gracht die uitkomt in de restanten van kleiwinningsputten ten zuiden van de zwaluwstaart. Oorspronkelijk was de waterloop van de Cantelmolinie omgelegd rond de noordelijke rand van het glacis, het oefenterrein en de lunet. De afgesneden oorspronkelijke loop van de Cantelmolinie werd de oostelijke verdedigingswal van de zwaluwstaart. Dit glacis is nu nog als een smal verhoogd stuk weiland bewaard.

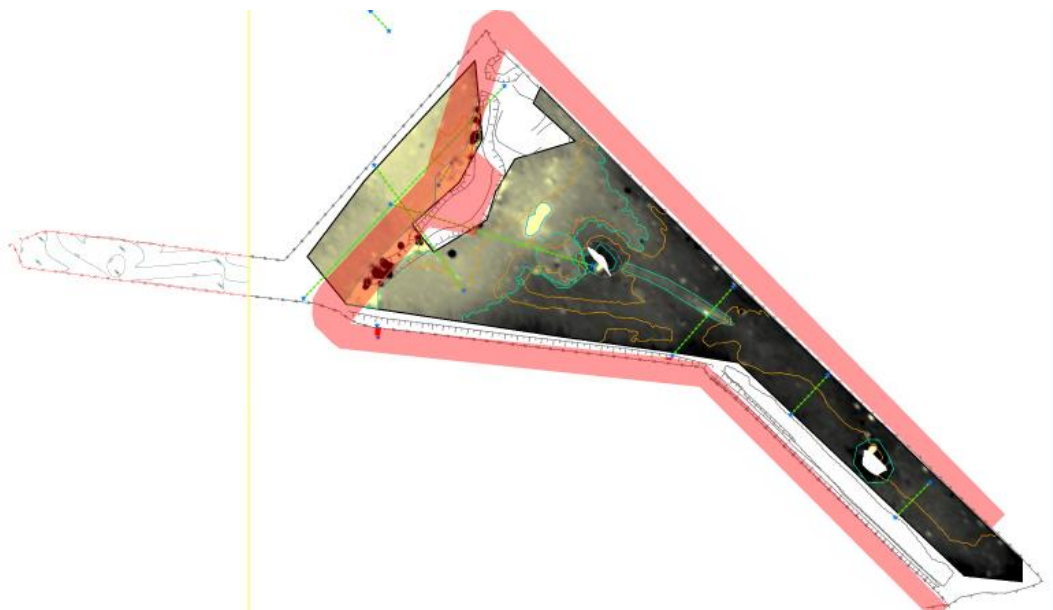
Aan de zuidwestelijke zijde bevindt zich een smalle depressie langs de perceelsgrens waarlangs een meidoornhaag is aangeplant, die vermoedelijk op de plaats komt van een oude haag die fungeerde als een soort prikkeldraad<sup>37</sup>.

<sup>37</sup> Gaëtan 1966

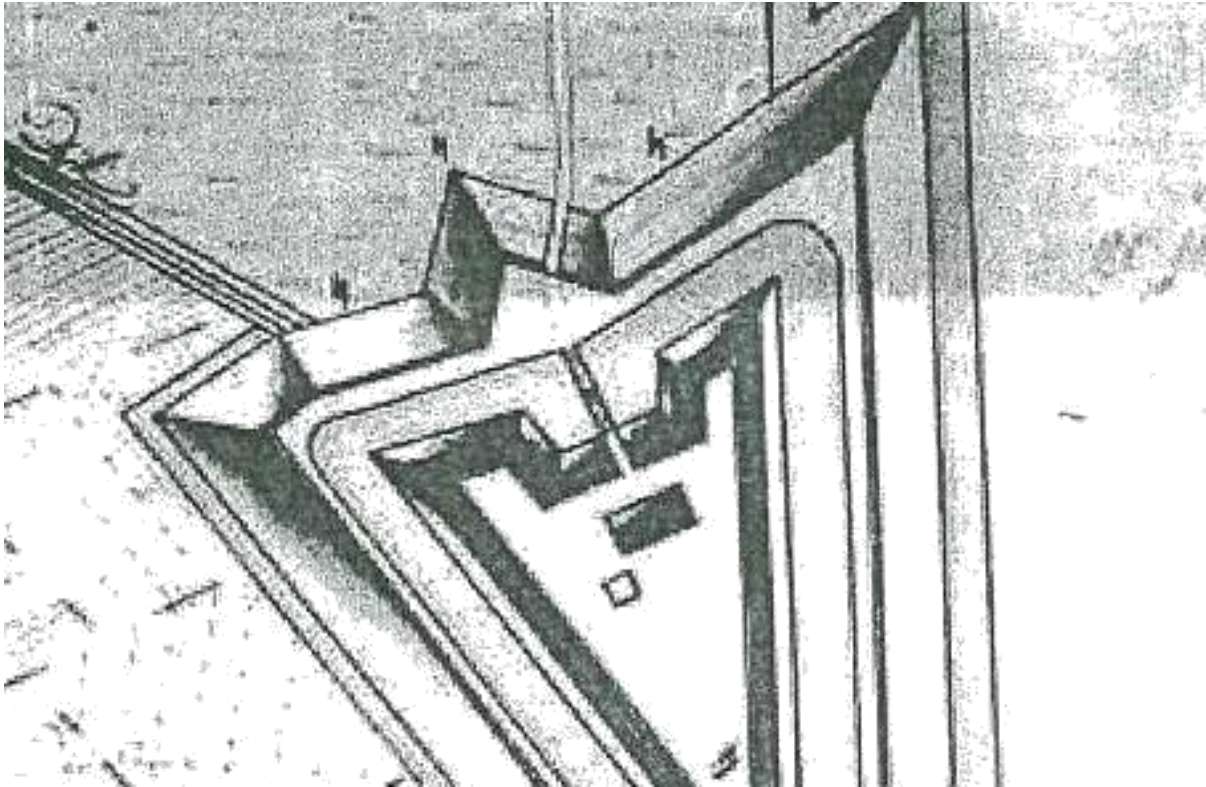


Figuur 71 Digitaal hoogtemodel met aanduiding van de verschillende elementen; boorraaien en Elektrische Weerstandstomografie in groen

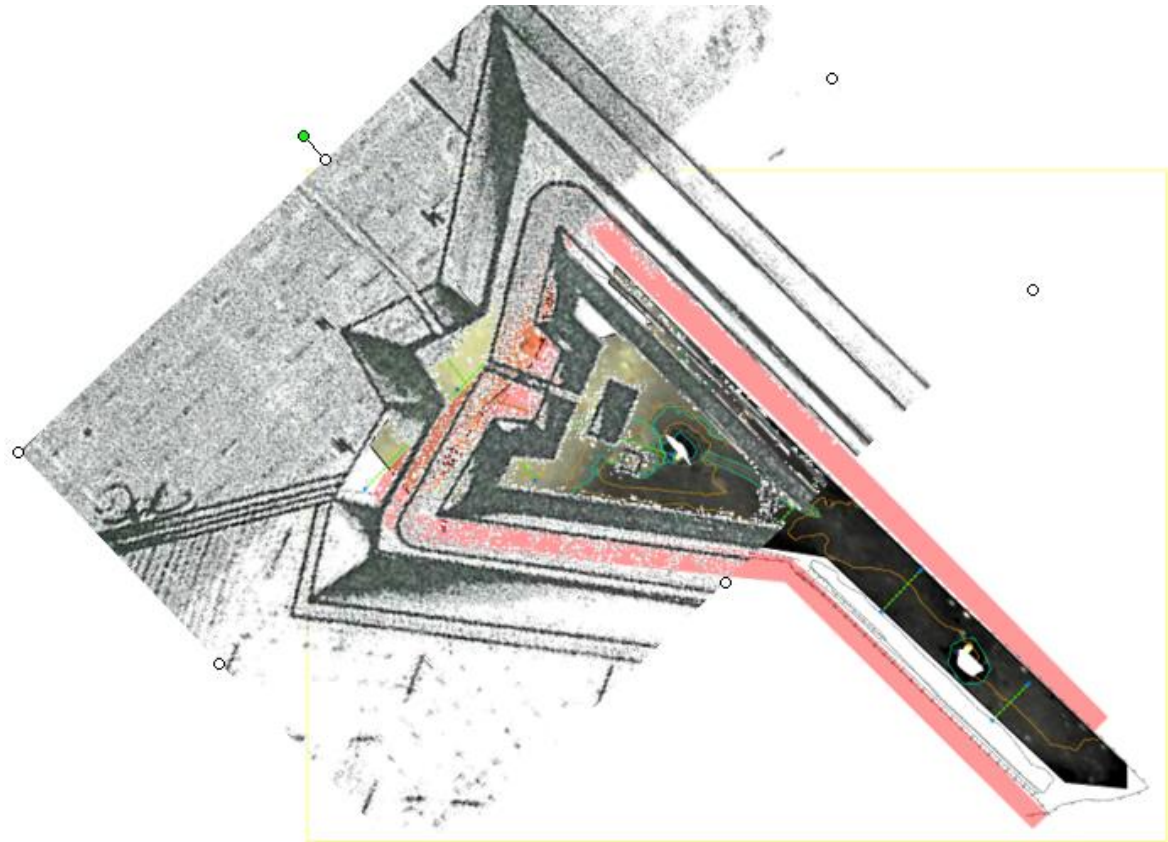
Op de kaart met de weergave van het onderzoek naar de Magnetische Susceptibiliteit is tegenover de uitsprong van de gracht en achter de courtine ook een opvallende vlek met een lichtere waarde op te merken (fig 72). De vlek bevindt zich ook midden in de bleke zone (zie hoger) en werd misschien afgedekt door specie van de afgegraven halfbastions en courtine. De vlek zou verband kunnen houden met het kleine gebouwtje dat op bepaalde historische kaarten vlak achter de courtine gelegen is (op fig 74 de vlek is niet te zien, maar bevindt zich onder het gebouwtje). Meer informatie is niet beschikbaar.



Figuur 72 Combinatie met Elektrische Geleidbaarheid (Egs) op een ondergrond van Magnetische Susceptibiliteit (MSs); achter de courtine is een blauw omrande witte vlek merkbaar, daarachter een blauw omrande zone.



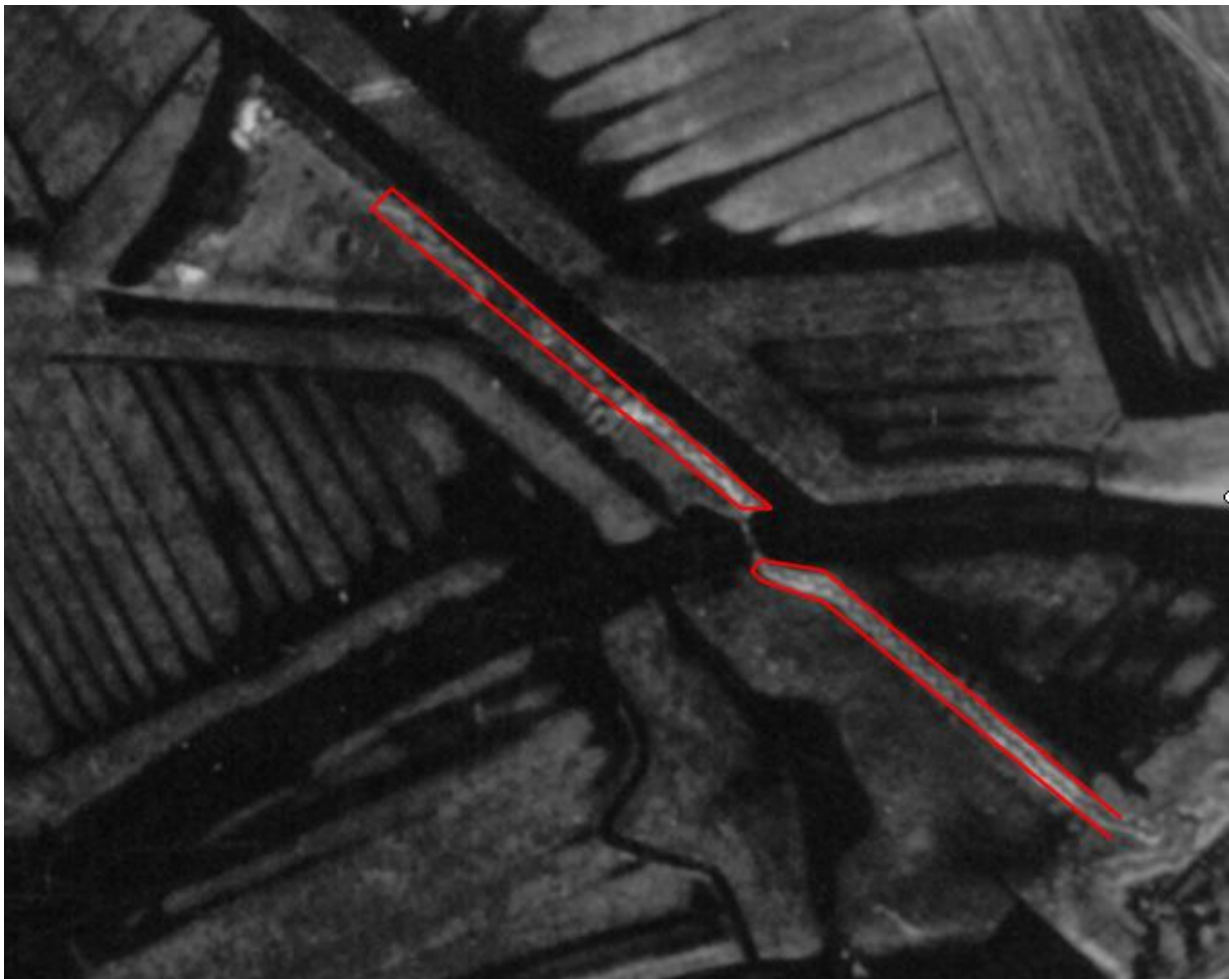
Figuur 73 Historische kaart met gebouwsporen op het binnenplein van de zwaluwstaart.



Figuur 74 Combinatie met Elektrische Geleidbaarheid (Egs) op een ondergrond van Magnetische Susceptibiliteit (MSs) met daarboven de historische kaart

Een andere vlek die zichtbaar werd bij het onderzoek naar de Elektrische geleidbaarheid (fig 74 in blauw aangegeven) zou mogelijk ook in verband kunnen gebracht worden met het witte vierkantje op de historische kaart.

Naast sporen uit de Staats-Spaanse periode zijn op de zwaluwstaart ook sporen uit de Eerste Wereldoorlog aanwezig, zoals **bunkers en loopgraven**. Eén bunker bevindt zich op het hoornwerk, meer naar het zuiden toe staat nog een tweede bunker (fig 71/6). Op een bepaald moment waren beide bunkers met elkaar verbonden door loopgraven die nog als ondiepe, smalle, min of meer zigzaggende laagtes in het loopoppervlak zijn te herkennen. Deze zigzaglijnen zijn te zien op de luchtfoto uit 1944 (fig 75). Tijdens de Tweede Wereldoorlog zouden de bunkers herbruikt zijn<sup>38</sup>.



Figuur 75 Luchtfoto 20/10/1944 (Royal Air Force), met zigzagvormige loopgraven aan de noordelijke rand van de zwaluwstaart (zone aangeduid met een rode lijn)

2. Kan de vorm en de exacte locatie van het verdedigingswerk duidelijk in beeld gebracht worden?

Hierboven werd uitvoerig ingegaan op de verschillende elementen van het verdedigingssysteem van de zwaluwstaart van het Fort Sint-Donaas met hun vorm en voorkomen. Er kan geen discussie zijn over de vorm van de zwaluwstaart, de grachten, de

---

<sup>38</sup> De zigzaggende loopgraven op de luchtfoto zijn te vaag om ze op kaart te kunnen zetten, ze worden alleen in een zone aangegeven.

halfbastions met courtine, en het glacis. Van al deze elementen zijn er sporen bewaard. Alle bronnen, gecombineerd met het nieuwe onderzoek, wijzen ontegensprekelijk in deze richting. Uit de voorafgaandelijke beschouwingen blijkt dat alleen nog de gracht en een gedeelte van de halfbastions en de courtine grotendeels bewaard is, waardoor dit de enige elementen zijn die met een zekere mate van exactheid kunnen gelokaliseerd worden<sup>39</sup>. Het nauwkeurig situeren van de grachten gebeurde aan de hand van de luchtfoto van 1944, in de diepte gecombineerd met de Elektrische Weerstandstomografie.

Door vergelijking van de verschillende bronnen kon een hypothetische reconstructie van de gracht van de zwaluwstaart worden voorgesteld. Onderstaande figuur geeft een interpretatie van de gracht weer.



Figuur 76 Reconstructie op basis van het uitgevoerde onderzoek, met aanduiding van de grachtvorm, gebaseerd op de luchtfoto uit 1944, in rose

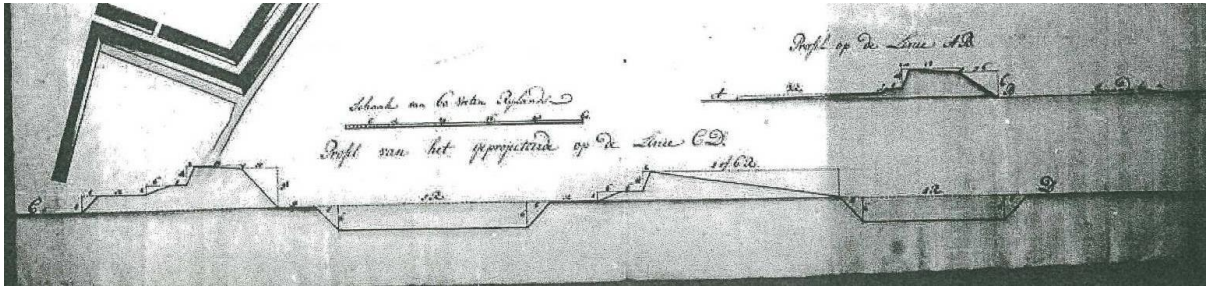
### 3. Wat is de breedte, diepte/hogte, profielverloop van de aangetroffen wallen en grachten?

De breedte van de **dwarsgracht** kan slechts door middel van reconstructie berekend worden, steunend op de luchtfoto uit 1944 en het historisch kaartenmateriaal. Alleen de Elektrische Weerstandstomografie geeft inzicht in de werkelijke breedte, maar dan slechts op één plaats. Op één van de smalste punten, net voor de verbreding ter hoogte van de courtine, zou de gracht dan 26 m breed geweest zijn.

De **gracht** aan de **zuidwestzijde** werd aangesneden, maar met de beschikbare gegevens is het niet mogelijk om breedte of diepte te bepalen. Op die plaats bestaat de grachtvulling plaatselijk uit een 60 cm dikke laag bagger, bedekt met klei. Aan de

<sup>39</sup> De toegangsweg die bij de boringen zou zijn aangesneden, blijft sterk hypothetisch, gezien de beperkte gegevens (slechts 3 boringen).

zuidwestzijde was het talud van de gracht zeer steil. Wat de **noordelijke gracht** betreft, kan gericht worden op de bestaande gracht.



Figuur 77 Kaart met aanduiding van de profielen van een aantal grachten en wallen. Fotokopie Archief Zwinpolder<sup>40</sup>

Wat de **halfbastions**, de **courtine** en de **binnenwallen** betreft, werden alleen indirecte aanwijzingen aangetroffen (zie hoger), waardoor het niet mogelijk is om uitspraken te doen over de hoogte en/of hellingsgraad. Ook hier geldt de opmerking dat de profielen op de historische kaarten als model kunnen dienen.

Een enkele boring (FSD\_R2 boring 4) laat toe enig zicht te krijgen op de hoogte van het oorspronkelijke **maaiveld**. Voor de aanleg van het fort bevond het maaiveld zich op 3,80 m TAW

4. Is er nog muurwerk of houtwerk in situ aanwezig?

Tijdens het vooronderzoek zijn geen sporen van muurwerk of houtwerk in situ aangetroffen. De hoger vermelde vlekken die bij het geofysisch onderzoek aan het licht kwamen, kunnen eventueel wijzen op de uitbraakkuilen van structuren in hout of baksteen.

5. Zijn er nog nadere sporen uit de gebruiksfase van het fort aanwezig? Wat is de aard, gaafheid en conservering van deze sporen?

Tijdens het vooronderzoek zijn dergelijke sporen niet aangetroffen.

6. Kan worden aangetoond of de oorspronkelijke grachten oorspronkelijk watervoerend waren of niet?

In de gracht aan de zuidwestzijde is een circa 60 cm dikke laag bagger teruggevonden en aan de noordzijde van de dwarsgracht is een 20 cm dikke laag rietbagger aangeboord. Dit wijst voor beide grachten in de richting van watervoerende grachten.

7. Zijn er aanwijzingen voor de aanleg van de versterking in meer dan één fase?

Tijdens het vooronderzoek zijn hier geen aanwijzingen voor gevonden.

<sup>40</sup> Met dank aan D. Vancraeynest

8. Kan de aanleg en sloop van het verdedigingswerk worden gedateerd aan de hand van dateerbaar archeologisch vondstmateriaal?

Tijdens het vooronderzoek is geen dateerbaar archeologisch vondstmateriaal aangetroffen dat kan helpen bij de datering van de aanleg of de sloop van het fort.

9. Zijn er speciale maatregelen op archeologisch vlak vereist bij de uitvoering van de werken? Zijn er beperkingen? In welke mate worden de aanwezige resten bedreigd door de voorgenomen inrichtingsplannen? Is er een kritische grens aan de maximaal toelaatbare diepte van bodemverstoring?

Alhoewel de kenmerkende elementen van de zwaluwstaart: een hoornwerk met twee halfbastions verbonden door een courtine met gracht en glacis en een middenterrein dat naar de zijkanten toe lichtjes opgehoogd is (teruggaand op binnenwallen), nog aanwezig zijn in het landschap, is er op archeologisch vlak uiteindelijk weinig van overgebleven. Het afgraven en nivelleren van de wallen en het grotendeels volstorten van de grachten, heeft er toe geleid dat de sporen sterk verstoord zijn. Zelfs de oorspronkelijke (?) grachtvulling is nog minimaal aanwezig. Aangezien het oorspronkelijke patroon wel bewaard is in de huidige topografie blijft de zwaluwstaart op deze manier betekenisvol.

Ook van belang is het landschap voor en tijdens de periode van het fort. Het Fort Sint-Donaas bevindt zich op een jonge geulafzetting die door het pleistocene landschap snijdt en toont de typische kenmerken van een jonge inpoldering.

Deze elementen pleiten er voor om het aanwezige landschap, de natuurlijke en antropogene bodem en de oorspronkelijke topografie van de zwaluwstaart en omgeving zo veel mogelijk te respecteren en maximaal licht te versterken.

Gezien de zware verstoring adviseert Raakvlak om de opvullingslagen van de gracht, met name de vuilnis te verwijderen tot op de oorspronkelijke grachtvulling. Aangezien geen beeld kon gevormd worden van de dikte van het afvalpakket, dient deze uitgraving met de nodige omzichtigheid en onder begeleiding van een archeoloog te gebeuren. Raakvlak adviseert om alleen de egalisatielagen en opvullingslagen die vermoedelijk uit de post-fortperiode dateren, te verstoren door graafwerken. Op deze manier blijven de natuurlijke bodem, het onderste deel van de oorspronkelijke profilering van de grachten van de zwaluwstaart en de grachtvulling, die mogelijk te koppelen is aan de gebruiksfase, bewaard. Er kan gestreefd worden naar de herprofilering van het bovenste deel van de grachten, naar voorbeeld van wat gekend is uit de historische bronnen. De niet-vervuilde uitgegraven specie kan gebruikt worden om de halfbastions en de courtine op te werpen om zo de indruk van het hoornwerk te versterken.

Het lijkt ons tenslotte aangewezen om de oorspronkelijke brug, waarvan evenwel geen sporen zijn teruggevonden, te suggereren op zijn vroegere plaats, namelijk uitlopend op de toegang aan de courtine.

Wat de sporen van loopgraven uit WOI betreft, adviseert Raakvlak om een zone van 10 m aan de noordzijde van de zwaluwstaart intact te laten, om de aanwezige resten niet verder te verstoren.

10. Welke onverwachte vondsten zijn er?

Tijdens het vooronderzoek zijn geen onverwachte vondsten gedaan.

## Algemene conclusie

In het kader van het Interreg IVA- project wil de provincie West-Vlaanderen drie verdedigingswerken in de Zwinstreek, namelijk het Fort van Beieren, het Verbrand Fort en (de zwaluwstaart van) het Fort Sint-Donaas, door herinrichting beter ontsluiten. De drie verdedigingswerken maken deel uit van de Staats-Spaanse Linies. Centraal in de herinrichting staan het herstel van het erfgoed, de ontwikkeling van nieuwe natuurwaarden en de toeristisch-recreatieve netwerkvorming. Om die ingreep goed voor te bereiden is het noodzakelijk om de nog aanwezige archeologische waarden in kaart te brengen door middel van een archeologisch vooronderzoek.

De opdracht voor dit archeologisch vooronderzoek werd toegewezen aan Raakvlak, Intergemeentelijke Dienst voor Archeologie in Brugge en Ommeland. Raakvlak streeft er naar de cultuurhistorische en landschappelijke waarden van de verdedigingswerken zo weinig mogelijk aan te tasten, in het kader van het naleven van de conventie van La Valetta betreffende de bescherming van het archeologisch erfgoed waarin behoud *in situ* wordt vooropgesteld. In deze context heeft Raakvlak in het plan van aanpak, dat aan de provincie West-Vlaanderen werd voorgesteld, duidelijk geopteerd voor non-destructieve archeologische en bodemkundige prospectiemethoden.

Naar aanleiding van deze opdracht ging Raakvlak een samenwerkingsverband aan met enerzijds Alterra-Baac voor het bodemkundig onderzoek en anderzijds de Onderzoekseenheid Ruimtelijke Bodeminventarisatietechnieken van de UGent (ORBIT) voor het geofysisch onderzoek. De eerste fase van het onderzoek bestond uit een bureaustudie, waarbij de bestaande literatuur werd doorgenomen. Daarna volgde een geofysische prospectie van het terrein, bestaande uit het opmeten van de Elektrische Geleidbaarheid (EGs) en de Magnetische Susceptibiliteit (MSs). Plaatselijk werd ook een Elektrische Weerstandstomografie (EWT) uitgevoerd. Op basis van de resultaten van het geofysisch onderzoek werden boorraaien uitgezet en heel wat losse boringen uitgevoerd. Tenslotte werd ook nog een proefsleuf gegraven om een antwoord te kunnen formuleren op een specifieke vraagstelling in het Fort van Beieren. Na het veldwerk werden alle gegevens met elkaar gecombineerd en vergeleken met de historische en topografische informatie. Op deze manier werd van de verdedigingswerken een model voorgesteld, waarbij de vastgestelde gegevens werden aangevuld met reconstructies. Tijdens verschillende overlegmomenten werden de resultaten besproken met de verschillende partners en de opdrachtgever.

De ervaringen met het geofysisch onderzoek (EGs en MSs) hebben aangetoond dat deze methode vooral waardevol is in combinatie met een controle in de bodem, zoals door EWT, boringen of een proefsleuf. De resultaten van het gebieddekkend geofysisch onderzoek zijn op zich bijzonder moeilijk te interpreteren. Daarnaast werd ook ondervonden dat de aanwezigheid van metaal (prikkelgraad), natte grachten en sterke begroeiing (bomen) ernstige beperkingen opleggen aan het onderzoek.

Om de (op)bouw van de forten op hun specifieke plaats in het landschap ten volle te kunnen begrijpen, was het noodzakelijk om de restanten in hun omgeving te bestuderen. Zowel bij het geofysisch onderzoek als de boringen, is gekozen om de omgeving er bij te betrekken. Dit heeft geleid tot een beter begrijpen van de omgeving en de reden waarom de forten hier ingepland zijn. Het onderzoek bracht aan het licht dat zowel het Fort van Beieren als het Verbrand Fort zich op een overgangsgebied tussen pleistocene opduikingen en verzande holocene kreken bevinden. De zwaluwstaart van het Fort Sint-Donaas is gelegen op de zandige opvulling van een heel wat jongere getijdengeul.

Van het Fort van Beieren, een vierkant gebastioneerd aarden fort met aan de oostelijke zijde een toegang, zijn de basiselementen namelijk de binnenwal, de binnengracht, het

glacis en de buitengracht nog steeds zichtbaar aanwezig, weliswaar voor het grootste deel bebost. Ter hoogte van de boerderij aan de noordwestkant hebben enkele ingrepen zoals het dempen van de binnengracht met huisafval, ervoor gezorgd dat het fort hier minder herkenbaar is geworden. Het archeologisch onderzoek kon de juiste locatie van de buiten- en binnengracht aantonen. Daarnaast werd ook informatie ingezameld met betrekking tot de opvulling en het profiel van de grachten en de huidige toegangen over de binnengracht. Opmerkelijk was de vaststelling dat het ravelijn(tje) dat op een kaart uit 1705 staat afgebeeld, niet met de werkelijkheid overeenstemt.

De redoute van het Verbrand Fort vertoont een klassiek vierkante vorm en was oorspronkelijk voorzien van een gracht en een verdedigingswal. Vandaag is het fort te herkennen aan de depressies in het terrein die de contouren van de grachten volgen en een lichte ophoging van het middenplein. Het archeologisch onderzoek kon de gracht evenals de aanpalende Verse Vaart lokaliseren en bracht informatie aan het licht over de opvulling en het profiel van de gracht en de toegang tot het fort. Er werden geen gebouwsporen aangetroffen, niettegenstaande de aanwezigheid van houtskoolfragmenten.

Van het Fort Sint-Donaas is nog enkel een hoornwerk in de vorm van een zwaluwstaart bewaard. Het archeologisch onderzoek kon de juiste locatie van de dwarsgracht van de zwaluwstaart aantonen, die door het gebruik als stortplaats voor afval niet meer herkenbaar was. Daarnaast werd ook informatie ingezameld met betrekking tot de opvulling en het profiel van de grachten.

Algemeen genomen Raakvlak adviseert om alleen de egalisatielagen en opvullingslagen die vermoedelijk uit de post-fortperiode dateren, te verstoren door graafwerken en dit onder begeleiding van een archeoloog. Op deze manier blijven de natuurlijke bodem met eventuele vroegere bewoningssporen, het onderste deel van de oorspronkelijke profilering van de grachten en de grachtvulling, die mogelijk te koppelen zijn aan de gebruiksfase, bewaard. Er kan gestreefd worden naar de herprofilering van het bovenste deel van de grachten, naar voorbeeld van wat gekend is uit de historische bronnen.

Tot besluit kan gesteld worden dat bepaalde vragen in een aantal gevallen niet of niet volledig konden beantwoord worden binnen het kader van dit grotendeels non-destructief proefonderzoek. Van de breedte, diepte/hogte, het profielverloop van de aangetroffen wallen en grachten, kon via boringen enkel plaatselijk een indicatie worden gegeven. De combinatie met historische kaarten en oude luchtfoto's heeft echter geleid tot een aanvaardbaar voorstel tot reconstructie, dat bij de herinrichtingsplannen kan gebruikt worden.

## Bibliografie

BROEDER GAËTAN 1966: Een plan van het Fort Sint-Donaas 1752, *Rond de Poldertorens* XVIII, 3, 94-95.

CROIS R. 1974: Bij een kaart van versterkingen tussen Brugge en Bekaf in 1703, *Rond de Poldertorens* XVI, 1, 50-56.

DE KEYSER R. 1964: Mikhem, *Rond de Poldertorens* VI, 1, 13-17.

RYCKAERT M. & VANDEWALLE A. 1982: De strijd voor het behoud van het Zwin, in: VERMEERSCH V. (ed.), *Brugge en de Zee*, Antwerpen, 53-70.

TERMOTE J. & ZWAENPOEL A. 2004: Forten en verdedigingswerken in het Oost- en West-Vlaamse Krekengebied, 1 en 2.

WINTEIN W. 1966: Te Koolkerke gedurende de Eerste Wereldoorlog, *Rond de Poldertorens* VIII, 1, 28-30.

WINTEIN W. 2009: Ontstaan en evolutie van het landschap in de Zwinstreek.

## Overzicht documenten

### Rapport

Bijlage 1	tekst David Simpson – ORBIT + bijhorende figuren in map geofysisch onderzoek
Bijlage 2	tekst John Mulder – BAAC-Alterra
Bijlage 3	figuur FvB overzicht uitgevoerd onderzoek
Bijlage 4	figuur FvB resultaat uitgevoerd onderzoek
Bijlage 5	uitgeschreven boorstaten FvB
Bijlage 6a	figuur FvB boorprofielen interpretatie boorstaten
Bijlage 6b	figuur FvB boorprofielen met onderscheid natuurlijke en antropogene lagen
Bijlage 6c	figuur FvB boorprofielen met maximale dieptes
Bijlage 7	figuur VF overzicht uitgevoerd onderzoek
Bijlage 8	figuur VF resultaat uitgevoerd onderzoek
Bijlage 9	uitgeschreven boorstaten VF
Bijlage 10a	figuur VF boorprofielen interpretatie boorstaten
Bijlage 10b	figuur VF boorprofielen met onderscheid natuurlijke en antropogene lagen
Bijlage 10c	figuur VF boorprofielen met maximale dieptes
Bijlage 11	figuur FSD overzicht uitgevoerd onderzoek
Bijlage 12	figuur FSD resultaat uitgevoerd onderzoek
Bijlage 13	uitgeschreven boorstaten FSD
Bijlage 14a	figuur FSD boorprofielen interpretatie boorstaten
Bijlage 14b	figuur FSD boorprofielen met onderscheid natuurlijke en antropogene lagen
Bijlage 14c	figuur FSD boorprofielen met maximale dieptes
Bijlage 15	verslag proefonderzoek FvB
Bijlage 16	lijst met gebruikte afkortingen

### Tekeningen in .dwg en .dgn

- FvB overzicht uitgevoerd onderzoek
- FvB resultaat uitgevoerd onderzoek
- VF overzicht uitgevoerd onderzoek
- VF resultaat uitgevoerd onderzoek
- FSD overzicht uitgevoerd onderzoek
- FSD resultaat uitgevoerd onderzoek

### Bijkomende figuren

- FvB losse boringen
- FvB resultaat onderzoek in combinatie met R6 en T2
- FvB resultaat onderzoek in combinatie met T4
- VF losse boringen
- VF resultaat onderzoek in combinatie met R1 en T1
- VF resultaat onderzoek in combinatie met R2 en T2
- FSD resultaat onderzoek in combinatie met R2
- FSD resultaat onderzoek in combinatie met R2, R3 en R8

# **Bijlage 1**

Geofysisch onderzoek

Prof. Dr. Ir. Marc Van Meirvenne  
Eindverantwoordelijke geofysisch onderzoek

Dr. Ir. David Simpson  
Onderzoeker, verantwoordelijk voor veldwerk, verwerking en rapportage

# **GEOFYSISCHE PROSPECTIE OP HET FORT VAN BEIEREN, HET VERBRAND FORT EN HET FORT SINT-DONAAS**

## **1. Algemeen**

Opdrachtgever: Raakvlak-Intergemeentelijke Dienst Archeologie voor Brugge en Ommeland

Verantwoordelijke opdracht: Prof. dr. ir. Marc Van Meirvenne  
Uitvoering veldwerk, verwerking en rapport: Dr. ir. David Simpson  
Medewerkers veldwerk: Valentijn Van Parys,  
Philippe De Smedt

Dienst: Onderzoeksgroep Ruimtelijke Bodeminventarisatietechnieken  
Vakgroep Bodembeheer  
Universiteit Gent  
Coupure 653, 9000 Gent

Data veldwerk: 25-27 augustus 2009, 18-19 november 2009

Datum rapportage: 4 januari 2010

## **2. Doelstelling en geofysische strategie**

De geofysische prospectie had tot doel de bodem van drie forten; het Fort van Beieren (FvB), het Verbrand Fort (VF) en het Fort Sint-Donaas (FSD), niet-destructief te karteren. De opdracht was in de eerste plaats gericht op het bepalen van de oorspronkelijke toestand van de forten, die voornamelijk werden opgebouwd door grondverzet. Muren en andere opstaande structuren werden minder gebruikt in dergelijke forten. Om het grondverzet te detecteren is de meting van de elektrische geleidbaarheid (of de inverse, de elektrische weerstand) de optimale keuze omdat deze fysische parameter sterk gerelateerd is met belangrijke bodemeigenschappen zoals de textuur en het vochtgehalte (Reynolds, 1997; English Heritage, 2008).

De geofysische prospectie werd in twee fasen uitgevoerd. Eerst werd een gebiedsdekkende meting uitgevoerd met een elektromagnetische inductie (EM) sensor. Het resultaat van deze meting zijn twee kaarten van enerzijds de elektrische geleidbaarheid en anderzijds de magnetische susceptibiliteit die een beeld geven van de bodemvariabiliteit en van lokale verstoringen in het horizontale vlak. Op basis van deze twee kaarten, de boorraaien en in functie van de projectvraagstelling werden locaties geselecteerd waar elektrische weerstandstomografie (EWT) werd toegepast. Het resultaat van een EWT is een verticale doorsnede doorheen de bodem zodat meer inzicht over de bodemopbouw in de diepte kan bekomen worden. De combinatie EM-EWT levert dus informatie over het bodemvolume in drie dimensies.

## **3. Methodiek**

### **3.1 Elektromagnetische inductie (EM)**

#### *Sensorconfiguratie*

De EM sensor was een EM38DD van Geonics Limited (Canada). Deze sensor werd geplaatst in een slee en gesleept door een terreinvoertuig (Fig. 1 links). Het terreinvoertuig werd gestuurd m.b.v. een dGPS systeem (0,1 m accuraatheid "pass-to-pass"), zodat het terrein gebiedsdekkend in parallele rijlijnen kon geprospecteerd worden. Alle percelen werden in een resolutie van 0,85 m (tussen de rijen) bij 0,20 m (in een rij) opgemeten (Fig. 1 rechts). De gegevens van de sensor werden samen met de dGPS-coördinaten opgeslagen in een veldcomputer. De drie fortsites werden opgemeten op 25, 26 en 27 augustus 2009.

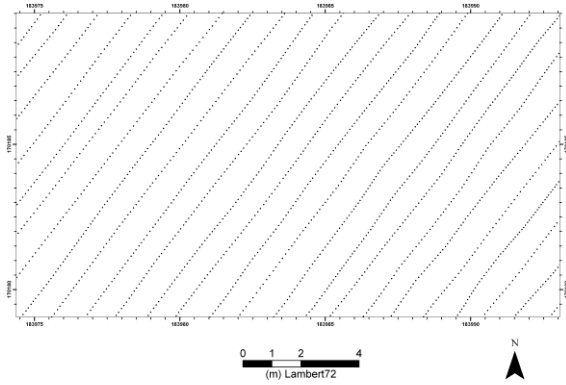


Fig. 1. Links: Sensorconfiguratie tijdens een prospectie met een lijnafstand van 0,85 m. Rechts: Locaties van de metingen na de ruwe gegevensverwerking.

### *Werking*

De sensor meet twee fysische parameters, de elektrische geleidbaarheid (EG) en de magnetische susceptibiliteit (MS). De meting is een integratie van deze parameters over een bodemvolume onder de sensor, vandaar dat gesproken wordt van 'schijnbare' EG en MS (MSs). Met het type 'DD' van de EM38 kunnen twee oriëntaties met een verschillende dieptegevoeligheid worden gemeten. In horizontale oriëntatie meet de sensor tot ongeveer 0,7 m diepte, met een maximale gevoeligheid aan de oppervlakte. In verticale oriëntatie meet de sensor dieper tot ongeveer 1,5 m en ligt de maximale gevoeligheid op 0,4 m onder het oppervlak. Beide oriëntaties kunnen ingesteld worden om ofwel de EGs ofwel de MSs te meten. Uit experimentele studies is gebleken dat de configuratie, EGs verticaal en de MSs horizontaal, voor archeologische doeleinden optimaal is (Simpson et al., 2009).

De EGs is sterk gerelateerd aan bepaalde fysische bodemparameters. In de eerste plaats is dit het kleigehalte, waarbij de EGs toeneemt met een hoger kleigehalte. De tweede belangrijke parameter is het vochtgehalte, dat ook de EGs verhoogt bij hogere vochtgehaltenes. De invloed van het vochtgehalte is kleiner dan het kleigehalte en is vooral belangrijk bij metingen in verschillende periodes. Bodemparameters zoals het organische materiaalgehalte en de schijnbare dichtheid hebben ook een invloed in mindere mate. Ten slotte reageert de meting op alle verstoringen met een afwijkende EG en een zeker volume, zoals stenen muren, afvalputten en andere archeologische sporen. Metalen voorwerpen hebben een zeer sterke invloed op de meting en kunnen dus gemakkelijk geïdentificeerd worden (McNeill, 1980).

De MSs reageert vooral sterk op verstoringen van de organische toplaag van de bodem, door bijvoorbeeld het graven van een put. Er is ook een sterke afwijking bij verhitte materialen, bijvoorbeeld boven vuurplaatsen en baksteenconcentraties (verhitte klei!), en bij metalen voorwerpen (Scollar et al., 1990).

### *Gegevensverwerking*

De dataverwerking bestond uit een primaire verwerking van de ruwe gegevens tot een xyz-bestand en vervolgens interpolatie tot een raster. Dan werden de rasters in een GIS (ArcMap 9.2, ESRI) gevisualiseerd en geïntegreerd met andere gegevenslagen zoals het digitale hoogtemodel, en de grondboorlocaties. Het contrast van de metingen werd verhoogd door de kleurenschaal te verdelen over het belangrijkste deel van de meetwaarden.

## 3.2 Elektrische weerstandstomografie (EWT)

### *Sensorconfiguratie*

De EWT werd uitgevoerd met een Terrameter SAS4000 in combinatie met het Lund systeem met 64 elektroden van ABEM Instrument AB (Zweden). De elektroden werden op 1 m afstand in de bodem gestoken, waardoor in totaal over 63 m werd opgemeten (Fig. 2). Één transect op het Fort van Beieren werd met een elektrode-afstand van 1,5 m opgenomen, over een totale lengte van 94,5 m. Het systeem werd ingesteld om automatisch verschillende Schlumberger-configuraties te meten over alle elektroden. Er werden vier transecten op het Fort van Beieren, twee op het Verbrand Fort en één op het Fort Sint-Donaas opgemeten, op 18 en 19 november 2009.



Fig. 2. Elektrische weerstandstomografie met het ABEM Lund systeem.

### *Werking*

Bij EWT wordt de schijnbare elektrische weerstand (in dit project uitgedrukt als elektrische geleidbaarheid EGs om de vergelijking met de EM-metingen te kunnen maken) bepaald langsheen een transect door middel van elektroden. Door middel van inverse modellering kan de EG op verschillende plaatsen in de bodem geschat worden (dus niet de schijnbare maar de werkelijke EG). De diepte van de meting wordt bepaald door de afstand tussen de elektroden. Hoe groter deze afstand, hoe groter het bodemvolume dat gemeten wordt en dus hoe dieper de meting rijkt. Maar omdat een groter volume gemeten wordt, neemt ook de ruimtelijke resolutie af met de diepte. Dus het systeem is gevoelig voor kleine structuren dichtbij het bodemoppervlak, maar op een grotere diepte hebben kleine structuren geen meetbaar effect. Grotere structuren, die voldoende volume innemen t.o.v. het gemeten volume, zijn wel zichtbaar op een grotere diepte. De betrouwbaarheid van het tomografiemodel neemt ook af met de diepte (Loke, 2009).

### *Gegevensverwerking*

De topografie van de transecten werd afgeleid van het digitale hoogtemodel op basis van de brondata van de LIDAR-opname over heel Vlaanderen (verkregen van het AGIV-Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen). Deze topografie werd in de ruwe gegevens van de tomografie gezet vooraleer de inverse modellering werd toegepast. De horizontale afstand van de EWT werd aangepast aan de boorlocaties. De inverse modellering werd met het computerprogramma RES2DINV (Geotomo Software, Malaysia) uitgevoerd. De bekomen resultaten werden geïnterpoleerd en voorgesteld in Surfer 9 (Golden Software, Colorado). De diepte-schaal werd vier maal vergroot ten opzichte van de horizontale schaal om de structuren duidelijk weer te geven.

## **4. Bespreking van de resultaten**

Alle kaarten van de geofysische resultaten zijn in bijlage weergegeven. De resultaten zullen besproken worden volgens elk fort, waarbij zowel de EM (EGs en MSs) als de EWT-metingen samen behandeld worden met de andere gegevens zoals de hoogte en de boringen. De volgende kaarten worden aangeleverd van elk fort: 1) een overzicht van de EWT- en boortransecten en boringen op de kaart met de perceelsgrenzen (cadoverzicht); 2) de hoogte op het terrein op basis van de ruwe DHM-gegevens met daarop de transecten geprojecteerd (hoogte); 3) een kaart van de EM-metingen met de transecten geprojecteerd (EGs en MSs); 4) dezelfde kaart maar gegeorefereerd zonder legende of schaal (geotiff); 5) dezelfde gegeorefereerde kaart met aanduiding van de belangrijkste sporen (geotiff2, EGs-sporen in oranje en MSs-sporen in lichtblauw) en 6) de EWT-resultaten waarop ook de belangrijkste grenzen in contouren zijn weergegeven (vb. VF\_R1T1). De gegeorefereerde geotiff-beelden kunnen gebruikt worden om de coördinaten van de locaties digitaal terug te vinden.

## 4.1 Fort van Beieren (FvB)

### 4.1.1 Algemene bodemkenmerken

De gemiddelde EGs van heel het terrein gemeten met de EM-sensor is 15 mS/m (Fig. FvB\_EGs1 en FvB\_EGs2). Deze waarde is typisch voor een zandige bodem, met een kleine fractie fijner sediment (leem of klei). Dit komt overeen met de boorobservaties uitgevoerd door Universoil. Op de bodemkaart bevindt het fort zich op de scheiding van kreekruggronden in het zuiden (m.A0) en overdekte poelgronden in het noorden (m.FI4) (AGIV-Geovlaanderen). De EWT-profielen duiden een toplaag aan met een EG lager dan 10, en een onderliggende laag met een EG hoger dan 18 (Fig. FvB\_T1 en FvB\_T2). Op de boorraai wordt dit profiel beschreven als een verstoorde laag boven de natuurlijke bodem. Behalve lokale anomalieën is de MSs vrij constant over de verschillende percelen (FvB\_MSs1 en FvB\_MSs2).

### 4.1.2 Lokale bodemvariabiliteit: perceel west

De percelen zullen besproken worden van west naar oost. In het perceel met transect FvB\_T3 vallen twee structuren op. Aan de westzijde, van boorlocatie 0 m tot 8 m, loopt er een zone langs de rand met een hogere EGs en een lagere MSs (Fig. FvB\_EGs1 en FvB\_MSs1). Deze locatie komt overeen met een verlaging van het terreinoppervlak. Op de EWT is er hier duidelijk een hogere EG te zien (Fig. FvB\_T3). Juist ten oosten van deze zone zakt de EGs drastisch naar zeer lage waarden van minder dan 5 mS/m; dit is zowel te zien op de EM-kaart als op het EWT-profiel. De MSs toont hier sterke verstoringen op lokale plaatsen. Dit duidt op de aanwezigheid van vreemd bodemmateriaal, bijvoorbeeld huisvuilstort dat volgens de huidige grondgebruiker door zijn vader werd laten storten. De horizontale omvang en de diepte kan afgeleid worden van de EGs van de EM-kaart en het EWT-profiel. Op het diepste punt is de structuur ongeveer 3 m dik (tussen 1,5 en 4,5 m TAW). Er is echter geen boring uitgevoerd in deze zone, waardoor de verklaring van stortplaats hypothetisch is. Op de MSs-kaart vallen enkele sterke, negatieve anomalieën op, ten gevolge van de metalen omheining rond fruitbomen (Fig. FvB\_MSs1). In het algemeen kunnen we stellen dat dit perceel veel lokale verstoringen heeft, die hoogstwaarschijnlijk relatief recent zijn veroorzaakt.

### 4.1.3 Lokale bodemvariabiliteit: perceel centrum

In het centrale perceel valt de bestaande weg sterk op in zowel de EGs als de MGs-kaart (Fig. FvB\_EGs en FvB\_MSs). Op het EWT-profiel is dit ook duidelijk zichtbaar als een onderbreking van de toplaag op 26 m (Fig. FvB\_T1). Het voorkomen van zowel EGs als MSs-anomalieën duidt op een recente vulling met onder andere baksteenpuin. In de MSs-kaart is ook een uitgebreide vlek te zien op de weg die een grotere vervuiling weergeeft. Langs de rand aan de noordzijde kan duidelijk een strook onderscheiden worden in de EGs-kaart die min of meer met een laagte overeenkomt (Fig. FvB\_hoogte). Aan de noordoostzijde is de EGs hier relatief hoog, maar ter hoogte van het uitstekende gedeelte is de EGs relatief laag. Op het EWT-profiel FvB\_T1 is er een duidelijke verdikking tussen 0 en 10 m van de toplaag met een lage EG, tot ongeveer 1,5 m dik. Op boorraai FvB\_R2 is de dikte van de toplaag hetzelfde en de aard van het materiaal werd geïdentificeerd als een verstoorde laag op een natuurlijke kreekafzetting. Aan de andere kant van het profiel, beginnend op ongeveer 40 m wordt deze toplaag opnieuw dikker, wat resulteert in een lagere EGs op de EM-kaart (Fig. FvB\_EGs).

### 4.1.4 Lokale bodemvariabiliteit: perceel oost

In het oostelijke perceel is er opnieuw aan de noordrand een strook met lagere EGs (Fig. FvB\_EGs2). Binnen deze strook is er een sterke lineaire anomalie, die zich op 168 m op FvB\_T2 bevindt. Op het EWT-profiel is er daar een insnijding te zien van materiaal met een lage EGs in de omliggende bodem. Voorbij 170 m begint ook de hoogte van het bodemoppervlak te stijgen. Deze lage EGs komt overeen met de grachtvulling op boorraai FvB\_R6. Zowel aan de westzijde als aan de oostzijde van het perceel zijn er lokale extreme MSs-waarden te zien die met recente stortingen kunnen te maken hebben (Fig. FvB\_MSs2).

### 4.1.5 EWT-profiel doorheen de wal aan de westzijde (Fig. FvB\_T4)

Om een idee te hebben van de opbouw van de gracht-wal structuur werd een EWT-profiel uitgevoerd die over beide heen ging. Er was wel een probleem met de hoogte van de wal. Het gebruikte DHM werd opgenomen in 2003, en de wal werd daarna opgehoogd. Dus de hoogte van de wal is niet correct en eigenlijk moet het profiel met zeker 1,5 naar boven verschoven worden. Er

was geen tijd om zelf een gedetailleerde topografische opname uit te voeren. In het profiel is duidelijk te zien waar de wal werd opgehoogd met materiaal met een hoge EG. Het oorspronkelijke walmateriaal heeft een zeer lage EG van rond de 8 mS/m, wat op hoofdzakelijk zandig materiaal duidt. Een deel van het walmateriaal is in de oostzijde van de huidige gracht ten westen van de wal terechtgekomen (vanaf 39 m). Ten westen van de huidige gracht is op de topografie nog duidelijk de vroeger bredere gracht te zien. In het EWT-profiel ligt daar juist onder bodemoppervlak een laag met een lagere EG van ongeveer 15 mS/m tot ongeveer 1,7 m diepte. Dit kan overeenkomen met de stortvulling van de oorspronkelijke gracht. Daaronder bevindt zich een zone met hoge EG, hoogstwaarschijnlijk waar de bodem van de oorspronkelijke gracht zich bevindt.

## 4.2 Verbrand Fort (VF)

### 4.2.1 Algemene bodemkenmerken

Op de site van het VF is de bodemvariabiliteit sterk gerelateerd met het uitgesproken microreliëf. Op het gedetailleerd DHM zijn duidelijke grotere en kleinere grachten te zien die overeenkomen met de fortwerken en perceelsscheidingen (Fig. VF\_hoogte). De EGs is over het algemeen hoger dan op het FvB (35 t.o.v. 15 mS/m), wat duidt op een fijnere textuur (Fig. VF\_EGs). Op de bodemkaart van België wordt de aanwezigheid van Duinkerke II klei aangeduid op veen (m.B2, poelgronden), dat lokaal afgegraven (OA) of opgehoogd is (ON, in de kanaalzone) (AGIV-Geovlaanderen). In de grachten is de EGs hoger dan buiten de grachten, omdat de grachten natter zijn en fijner sediment kunnen bevatten.

### 4.2.2 Lokale bodemvariabiliteit

Op de hoogtekaart zijn enkele structuren nog duidelijk zichtbaar (Fig. VF\_hoogte): het rechte kanaal aan de noordzijde, de fortsite duidelijk omringd door grachten en ten westen van het fort een zone verdeeld door kleine perceelgrachten. De brede grachten aan de noord- en westzijde van het fort zijn nog duidelijk aanwezig. Aan de oost- en zuidzijde is de gracht op het eerste zicht beperkt tot een dunne lijn, maar de oorspronkelijke breedte kan toch nog vaag onderscheiden worden in het hoogtemodel. De EGs is daarom ook minder uitgesproken hoger in de grachten aan de zuid- en oostzijde dan aan de noord- en westzijde. De gracht aan de noordzijde loopt verder westwaarts. In dit deel is ook een kleiner, kronkelend kanaal te onderscheiden met relatief hoge EGs. Deze gracht is ook duidelijk te herkennen in het EWT-profiel VF\_R2T2 tussen 42 en 59,5m, door de lage EG juist onder het bodemoppervlak van ongeveer 0,8 m dik. Deze laag komt overeen met de verstoorde laag gevonden door de boringen, waaronder de grachtvulling zich bevindt. Door de verstoring is de grachtvulling echter niet te onderscheiden in het EWT-profiel. Wat ook opvalt in het EWT-profiel is de overgang van een hoge naar een lage EG in de diepte vanaf 59 m. Dit zou met de oorspronkelijke geomorfologie kunnen te maken hebben, maar het werd niet geverifieerd.

Op basis van de hoogte, de EM-meting en het EWT-profiel VF\_R1T1 kunnen we de gracht aan de oostzijde ongeveer tussen 15,5 en 35 m plaatsen. De diepte werd bepaald door middel van de boringen. De omvang van de gracht aan de zuidzijde kon niet bepaald worden. In het EWT-profiel VF\_R1T1 werd opnieuw in de diepte een overgang in EG waargenomen van hoog naar laag op 33 m. Op het fort zelf werden geen noemenswaardige structuren teruggevonden. Er werden enkel drie vlekken waargenomen met een iets lagere EGs.

De MSs-kaart toont ook enkele opvallende structuren. Ten eerste een sterk negatief, lineaire anomalie aan de noordoostzijde van het perceel, dat nadien werd verklaard door de aanwezigheid van een oude pijplijn van Texaco. Ten tweede de lokale verhoging van MSs in de gracht aan de noordzijde, waarschijnlijk door de oppervlakkige verstoring. Ten derde een lichte verhoging van de MSs in een strook in de lengterichting van het kanaal. Ten vierde, op het fort een vlek met sterk verhoogde MSs, die niet geverifieerd werd.

## 4.3 Fort Sint-Donaas (FSD)

### 4.2.1 Algemene bodemkenmerken

De gemiddelde EGs van het perceel ligt rond de 35 mS/m, hetzelfde als bij het VF. De bodemkaart duidt schorgronden aan (z.Bb1). Dus een kleiige bijmenging is aanwezig in de bodem. Wat opvalt op de MSs-kaart is dat aan de westzijde rond de gracht de waarden gemiddeld iets hoger liggen dan aan de oostzijde. Dit kan wijzen op een verschil in gebruikt bodemmateriaal tussen de twee zones om het fort op te bouwen.

### 4.2.2 Lokale bodemvariabiliteit

De meest opvallende structuur in dit perceel is de gracht, die nog duidelijk te zien is in de hoogte (FSD\_hoogte). Zowel de EGs als de MSs van de EM-meting toonden in de depressie lokale extreme waarden, ten gevolge van metalen voorwerpen. Achteraf bleek de gracht met huisvuil opgevuld te zijn. Het EWT-profiel toont juist onder het oppervlak een laag met lage EG tot ongeveer 0,5 m diepte (Fig. FSD\_T1). Daaronder ligt een zone met hogere EG, waaronder terug een zone met lage EG te zien is. Deze onderste zone begint op 2,2 m diepte en is scherp afgebakend tussen 25 en 34 m. Er is echter geen verificatie naar de aard van het materiaal.

Op de MSs-kaart werden nog enkele interessante anomalieën geïdentificeerd; een lineaire structuur in het centrale deel, een vlek met hoge MSs aan de oostzijde van de gracht en ten westen van de waterput een afgelijnde zone met licht hogere MS-waarden.

## **5. Conclusies**

De combinatie EM-EWT gaf een beeld van de algemene bodemvariabiliteit en lokale verstoringen zoals grachten en stortplaatsen. Door middel van de boringen konden de structuren beter verklaard worden. Daarom was het essentieel om de boringen af te stemmen op de geofysische metingen en ze zeer accuraat te lokaliseren (minstens decimeter nauwkeurigheid). Het DHM op basis van de hoge resolutie brondata bleken een zeer waardevolle bron van informatie, omdat de fortstructuren nog altijd een uitgesproken microreliëf vertonen.

Voor toekomstig onderzoek op soortgelijke sites wordt het gebruik van meer EWT-profielen sterk aanbevolen en zouden de boringen beter geconcentreerd moeten worden op plaatsen waar de onderzoeksvraag liggen. Ook is het de moeite waard om op goed geselecteerde plaatsen proefsleuven te graven om de verificatie van de geofysische sporen te verfijnen, vooral op plaatsen waar de onderzoeksvragen liggen.

## **6. Referenties**

English Heritage 2008. Geophysical survey in archeological field investigation. English Heritage Publishing, Swyndon.

Loke MH 2009. Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys. [www.geoelectrical.com](http://www.geoelectrical.com)

McNeill JD 1980. Electrical conductivity of soils and rocks. Geonics Technical Note TN-5, Mississauga.

Reynolds JM 1997. An introduction to applied and environmental geophysics. John Wiley and Sons Ltd, Chichester.

Scollar I, Tabbagh A, Hesse A, Herzog I 1990. Archaeological prospecting and remote sensing. Cambridge University Press, Cambridge.

Simpson D, Lehouck A, Verdonck L, Vermeersch H, Van Meirvenne M, Bourgeois J, Thoen E, Docter R 2009. Comparison between electromagnetic induction and fluxgate gradiometer measurements on the buried remains of a 17<sup>th</sup> century castle. Journal of Applied Geophysics 68, 294-300.

## **Bijlage 2**

Bodemkundig onderzoek

John Mulder  
Onderzoeker

Alterra – Centrum Landschap  
Droevendaalsesteenweg 3  
Wageningen

Baac  
Bergsingel 81-85  
Deventer

## 1. Methode van het onderzoek

Tijdens het momentoverleg van opdrachtgever en opdrachtnemers op 30 september 2010 is besloten om het onderzoek op en rond de drie fortterreinen via de boorraaimethode aan te pakken. Op die manier kon een beeld worden verkregen van de aard en materiaal, waarmee

- de voormalige forten zijn opgebouwd;
- de grachten zijn opgevuld;
- de omgeving van de forten is opgebouwd.

Extra aandacht is geschonken aan:

- de taluds en diepte van de grachten;
- relictten van toegangswegen, bruggen etc.;
- restant van een eventueel voorkomend ravelijntje op het Fort van Beieren;
- aanwezigheid van houtskool op het Verbrand fort;
- aanwezigheid van loopgraven op het Fort Sint Donaas;
- aanwezigheid van een oude vegetatiehorizont (voormalig loopvlak).

Voor de keuze van de lokatie van de boorraaien is gebruik gemaakt van de voorlopige resultaten van het geofysisch onderzoek, dat in het kader van dit project in de maanden augustus-september 2009 op de drie forten heeft plaatsgevonden (zie bijlage 1 van dit rapport; Simpson 2009).

Verder zijn er verspreid op de fortterreinen een aantal extra boringen verricht ter toetsing van specifieke onderdelen. De boringen zijn beschreven en op een boorstaat (bijlagen 5, 9, 13) en een boorpuntenkaart weergegeven (bijlagen 3, 7, 11).

Er is geboord met een vleugelboor (palenboor) - in Nederland een Edelmanboor genaamd - met een diameter van 7 cm. De boringen in de diepere ondergrond zijn met een guts (2 cm doorsnee) uitgevoerd. De boringsdiepte varieert van circa 1 m tot meer dan 10 m (St. Donaas). In totaal zijn door Alterra-Baac circa 200 boringen verricht en 16 dwarsdoorsneden vervaardigd (bijlagen 6, 10, 14). Achteraf werden er door Raakvlak nog een 50-tal uitgevoerd, in dit verslag komen deze bijkomende boringen niet aan bod, tenzij ze afwijkende informatie verschaffen.

### Fort van Beieren

Op Fort van Beieren zijn acht raaien uitgezet (bijlage 3), waarvan:

- Raai 1, 2, 3, 4, en 6 van de buiten- naar binnengracht over het glacis en de voormalige buitenwal. Raai 6 begint aan het eind van het akkerbouw perceel van de fam. Strubbe. Dit gedeelte van de raai diende als referentiekader.
- Raai 5 is een korte raai om de grens van de zuidelijke oever van de buitengracht te bepalen;
- Raai 7 is een korte raai om het talud van de noordelijke oever van de binnengracht vast te stellen;
- Raai 8 loopt van de buitengracht over de binnenwal naar het terreplein.

Raai R1 bevat	4 boringen, die in diepte variëren van	2,20 – 2,50 m – mv.
R2	15 boringen	1,75 – 3,00 m – mv.
R3	12 boringen	2,00 – 2,50 m – mv.
R4	10 boringen	1,70 – 2,50 m – mv.
R5	2 boringen	2,00 – 2,00 m – mv.
R6	20 boringen	1,50 – 3,00 m – mv.
R7	4 boringen	2,50 – 3,15 m – mv.
R8	12 boringen	1,00 – 6,00 m – mv.

Verder zijn verspreid over het terrein boringen verricht:

- om de ligging en het talud van de gedempte binnengracht te achterhalen;
- om bepaalde knikken in het verloop van de gracht op oude kaarten te toetsen in het veld;
- om de ligging van de buitengracht achter de boerderij Fort van Beieren vast te stellen.

In totaal zijn op het Fort van Beieren door Alterra-Baac circa 85 boringen verricht.

### **Verbrand Fort**

Op en rond het Verbrand Fort zijn drie raaien uitgezet (bijlage 7), waarvan raai 1 en 2 dwars over het fort zijn aangelegd. Raai 3 bevindt zich ten westen van het Verbrand Fort en is aangelegd om onder meer de ligging van een voormalige, inmiddels gedempte vaart nabij het fort te achterhalen.

Raai R1 (oost- west)	bevat 18 boringen in diepte variëren van	0,80 – 3,00 m – mv.
R2 (noord-zuid)	21 boringen	1,30 – 3,60 m – mv.
R3 (zuid-noord)	11 boringen	0,80 – 3,00 m – mv.

Verder zijn verspreid over het terrein boringen verricht:

- om de ligging en het talud van de gedempte gracht te achterhalen;
- om inzicht te krijgen in de verspreiding van houtskool om de plek van het gebouw te achterhalen.
- om de toegang (brug) naar het Verbrand Fort op te zoeken.

In totaal zijn door Alterra-Baac op het Verbrand Fort 60 boringen verricht.

### **Fort Sint-Donaas**

Op en rond het Fort Sint-Donaas zijn acht raaien uitgezet (bijlage 11), waarvan

- raai R1 dwars over de zwaluwstaart van het fort is aangelegd;
- raai R2 dwars op de gedempte dwarsgracht;
- raai R3, 4 en 5 over het rechte gedeelte van de zwaluwstaart;
- raai R7 om de toegang van en naar de zwaluwstaart te achterhalen;
- raai R8 over de zuidgracht langs het rechte gedeelte van de zwaluwstaart.

Verder zijn twee boringen verricht op het perceel ten westen van het fortterrein, die als referentie dienden.

Raai R1 (noord- zuid)	bevat 12 boringen in diepte variërend van	2,00 – 4,00 m – mv.
R2 (west-oost)	8 boringen	1,00 – 5,00 m – mv.
R3 (zuid-noord)	4 boringen	2,00 – 2,50 m – mv.
R4 (zuid-noord)	6 boringen	1,50 – 10,60 m – mv.
R5 (zuid-noord)	11 boringen	0,80 – 3,00 m – mv.
R6 referentie	2 boringen	2,00 – 2,00 m – mv.
R7 toegangsweg	3 boringen	0,80 – 1,20 m – mv.
R8 buitengracht	5 boringen	1,10 – 2,20 m – mv.

Verder is het terrein oppervlakkig verkend vanwege het mogelijke voorkomen van oude loopgraven.

In totaal zijn door Alterra-Baac op Fort Sint-Donaas 51 boringen verricht

## **2. Ontstaan van het landschap**

Voor een meer uitgebreide publicatie over het ontstaan van het landschap van de Zwinstreek verwijzen we onder meer naar Willy Wintein (2009).

Het landschap tussen Brugge en Sluis bestond in de laatste ijstijd, het Weichselien, uit dekzand met ruggen en een aantal ondiepe dalen. Aan het begin van het Holoceen werd het klimaat warmer. De toendra's veranderden in bosgebieden, eerst nog in naaldbossen, die later overgingen in loofbossen. In de dalen stroomden beken, die in en direct naast hun bedding beekleem afzetten. De zeespiegel rees aanvankelijk zeer snel. In de noordelijke Nederlanden ontwikkelde zich eerst het basisveen, waarop de 'Oude Blauwe Zeeklei' werd afgezet.

Op de hoge delen van het West-Vlaamse dekzandlandschap ontwikkelden zich podzolgronden door uit- en inspoeling van humus. Geleidelijk aan kwam een eind aan dit proces door de stijging van het grondwater. Rond 5000 B.P. ontstonden strandwallen met lage (oude) duinen, waarachter zich het Hollandveen vormde. In Zeeuws-Vlaanderen en de Zwinstreek ontbreken het basisveen en de Oude Blauwe Zeeklei, omdat het dekzandlandschap daar te hoog lag. Wel kwam hier uiteindelijk de veengroei op gang. Door de nabijheid van beken, die herhaaldelijk buiten hun oevers traden, ontstonden broekbossen, waarin zich mesotroof tot eutroof broekveen vormde.

Omstreeks het begin van de jaartelling werden de duinen op verschillende plaatsen door de zee doorbroken. Er ontstonden getijdengeulen die zich tot ver landinwaarts uitstrekten. In en direct naast de geulen kwamen kalkrijke, slibrijke zanden tot afzetting. Door infiltratie van regenwater en door latere begroeiing is de top van deze afzettingen ontkalkt. De nederzetting Koolkerke en het Fort van Beieren liggen op kreekruggen.

In de Vroege Middeleeuwen brak de zee door de strandwallen van Zeeuws-Vlaanderen door, waarbij de Sincfal ontstond. Via dit uitgestrekte zeegat drongen diverse getijdengeulen de Zwinstreek binnen. Er ontstonden kreekruggen en poelen. In de volle Middeleeuwen werden grote delen van het getijdengebied bedijkt. In dit 'Oud land' werd het Verbrand Fort even ten noorden van Damme gebouwd.

Met de bedijking namen de overstromingsvlakten van het Zwin drastisch af en nam de stroomsnelheid van de getijde en daarmee het zandtransport in de geulen toe. Uiteindelijk verzandde het Zwin. Het Fort Sint-Donaas ligt op de forse, kalkrijke kreekrug van het Zwin.

### **3. Toelichting op de bodemgesteldheid van het Fort van Beieren**

Op het Fort van Beieren hebben we een vijftal raaien geplaatst om inzicht te krijgen in de ondergrond. Daarnaast hebben we ten noorden van het fort op een akker van de fam. Strubbe een boorraai geplaatst die als referentie dient zowel qua hoogte, morfologie als qua bodemgesteldheid (bijlage 3). Deze boorraai ligt in het verlengde van boorraai 300 en vormen samen FvB\_R6.

#### *Boorraai akker van familie Strubbe – FvB\_R6*

Het akkerland van de familie Strubbe ligt op circa 3,20 m +TAW. De bovengrond bestaat overwegend uit dekafzettingen van een kreekrug (boring 1 t/m 6). De dekafzettingen bestaan uit overwegend kalkloze, kleiige, fijne zanden, die in dikte variëren van 0,90 m tot 1,50 m. Daaronder komt een dunne (15-25 cm) laag zwart veraard veen voor, die rust op dekzand. Daarin heeft zich veelal een podzol ontwikkeld. In het zuiden van het akkerland nabij het fietspad komt (Pleistocene) dekzand zonder podzol voor. Het (fiets)pad lijkt te zijn aangelegd in het noordelijk gedeelte van de buitengracht (boring 7 en 8). Bij boring 8 is namelijk onder de ophogingslaag een pakket grachtvulling aangetroffen, bestaande uit goor bruine rietbagger met resten van slakjes. De gracht lijkt daar te zijn ingegraven in een zijkreekje van één van de grote opgeslibde geulen. De gracht is gedempt met fijn, kleiig kreekzand, dat al dan niet kalkrijk is.

#### *Boorraai FvB\_R6*

Boorraai FvB\_R6 (bijlage 3) ligt in het verlengde van de raai op het akkerland van de familie Strubbe en vormt de achterste raai van het studiegebied. De boorraai loopt van de buitengracht over het glacis naar de binnengracht. De boorraai bevat 20 boringen. De buitengracht is verland, waardoor een 10-20 cm dunne laag rietbagger met resten van zoetwater slakjes is gevormd (boring 10 en 11). De laag rietbagger is oorspronkelijk dikker geweest, maar is door het gewicht van het pakket zand, wat in de gracht is gestort, samengedrukt. Vanaf het fietspad was de gracht 10-15 meter breed. Inclusief het gedeelte aan de noordzijde (fietspad) zal de gracht circa 20 m breed zijn geweest en op zijn diepste 2,50 m. Het talud lijkt aan beide kanten erg glooiend te zijn geweest. De buitengracht is gedempt met kleiig, fijn zand (verzet kreekzand), dat mogelijk afkomstig is van de voormalige binnenwal en van het glacis. De ondergrond van het glacis bestaat uit een laag ongestoorde dekafzettingen (kreekzand), die uit kleiig fijn zand bestaan. De diepere ondergrond is opgebouwd uit dekzand, al dan niet bedekt met een dunne laag zwart veraard veen en al dan niet met een bruine podzol-B.

Op ca 1 meter afstand van het huidige talud van de binnengracht bevindt zich op 75 cm – mv. een begraven begroeiingshorizont (boring 18). Daar bevond zich destijds het maaiveld, mogelijk de bedekte weg of de berm. De afstand naar de gracht bedraagt slechts 1 meter of minder. Dat zou inhouden, dat het voormalige talud naar de binnengracht daar erg steil moet zijn geweest (bijlage 6a FvB\_R6). De binnengracht is ingegraven in de kreekrug. De met zand opgevulde geul heeft zich ingesneden in het (Pleistocene) dekzand (bijlage 6a, boring 19 en 20). In het geulzand komen brokken veen voor, die toen de geul nog actief was daarin door erosie zijn terechtgekomen. De gracht is in de loop der tijd verland met een laag rietbagger. Boring 20 geeft een dikte van 70 cm. Daarboven komt een laag kleiig fijn zand voor (verzet kreekzand) van wisselende dikte. Dit

materiaal zal door menselijk toedoen (dempen) in de gracht zijn terechtgekomen. De zompige gracht was verderop niet of nauwelijks toegankelijk, waardoor boren niet mogelijk was.

#### *Boorraaien vanaf de redan*

Met het oog op de mogelijke aanwezigheid van een klein ravelijntje in de buitengracht bij de redan hebben we daar twee boorraaien uitgezet en het aantal boringen in de voormalige gracht geïntensiveerd.

#### *Boorraai FvB\_R2*

Boorraai FvB\_R2 (bijlage 3) loopt vanaf de hoek van de westelijke face van de redan schuin over het glacis naar de binnengracht en bestaat uit 15 boringen. De buitengracht is verland, waardoor een 5-35cm dunne laag rietbagger met resten van zoetwater slakjes is gevormd (boring 1, 5, 6 en 7). Vanaf het fietspad was de gracht ongeveer 15 meter breed en op zijn diepste 2,20 m. Het talud lijkt glooiend te zijn geweest. De gracht is gedempt met kleiig, fijn zand (verzet kreekzand), dat mogelijk afkomstig is van de voormalige binnenwal. De laag rietbagger is oorspronkelijk dikker geweest, maar is door het gewicht van het pakket zand, wat in de gracht is gestort, samengedrukt.

Het glacis is opgebouwd uit een laag verstoord kleiig zand, waarin zowel kalkloze als kalkrijke plekken voorkomen. Evenals bij boorraai 300 – FvB\_R6 is het terrein hier in de loop der tijd geëgaliseerd. Aangezien zowel de binnengracht als vooral ook de buitengracht met grote hoeveelheden kleiig fijn zand (verzet kreekzand) zijn gedempt, lijkt de conclusie, dat dit materiaal grotendeels van het glacis afkomstig is, gerechtvaardigd. De ondergrond van het glacis bestaat uit een laag ongestoorde kreekafzettingen (kreekzand), die uit kleiig fijn zand bestaan. Plaatselijk hebben we in de diepere ondergrond (Pleistocene) dekzand aangetroffen met in het midden van het terrein een podzol-B horizont, waarop een laag verweerd broekveen voorkomt. Aan het eind van de boorraai (boring 14) bevindt zich onder een laag rietbagger (grachtvulling) een pakket dekzand zonder podzol.

De binnengracht is deels ingegraven in dekzand en deels in de kreekrug. De met zand opgevulde geul heeft zich ingesneden in het (Pleistocene) dekzand (bijlage 6a, FvB\_R2 boring 15). De gracht is in de loop der tijd verland met een 60 cm dikke laag rietbagger. Het talud van de gracht lijkt hier minder steil te zijn geweest dan bij boorraai FvB\_R6. De bovengrond bestaat uit een 60 cm dikke laag kleiig fijn zand (verzet kreekzand). Dit materiaal zal door menselijk toedoen (dempen) in de gracht zijn terechtgekomen. De zompige gracht was verderop niet of nauwelijks toegankelijk, waardoor boren niet mogelijk was.

#### *Boorraaien 'Ravelijn'*

Boorraai Ravelijn bestaat uit twee delen (bijlage 3):

- een lange raai (FvB\_R3) vanaf de saillant van de redan die midden op het terrein aansluit op boorraai FvB\_R2;
- een korte raai (FvB\_R4) direct ten westen van de lange boorraai;

De korte boorraai diende om eventueel de aanwezigheid van een ravelijn(tje) in de buitengracht vast te stellen.

#### *Boorraai FvB\_R3*

Boorraai Ravelijn 1 (bijlage 3) bevat 12 boringen. De buitengracht leek aanvankelijk uit twee gedeelten te bestaan met een eilandje in het midden. Uiteindelijk is besloten om daar ter plaatse een proefsleuf te graven om de aanwezigheid van een ravelijn (of niet) vast te stellen. Bij het proefonderzoek bleek dat er geen ravelijn aanwezig is (zie verder).

Het talud lijkt aan de zuidzijde vrij steil te zijn geweest (bijlage 6a FvB\_R3). De gracht is gedempt met kleiig, fijn zand (verzet kreekzand), dat mogelijk afkomstig is van de voormalige binnenwal. De laag rietbagger is oorspronkelijk dikker geweest, maar is door het gewicht van het pakket zand, wat in de gracht is gestort, samengedrukt.

Het glacis is opgebouwd uit een laag verstoord kleiig zand, waarin zowel kalkloze als kalkrijke plekken voorkomen. Evenals bij boorraai FvB\_R6 is het terrein hier in de loop der tijd geëgaliseerd. Aangezien zowel de binnengracht als vooral ook de buitengracht met grote hoeveelheden kleiig fijn zand (verzet kreekzand) zijn gedempt, lijkt de conclusie, dat dit materiaal grotendeels van het glacis afkomstig is, gerechtvaardigd. De ondergrond van het glacis bestaat uit een laag ongestoorde dek- en kreekafzettingen (kreekzand), die uit kleiig fijn zand bestaan. In het midden van de boorraai hebben we in de diepere ondergrond (Pleistocene) dekzand zonder podzol aangetroffen, waarop een laag verweerd broekveen voorkomt.

#### *Boorraai FvB\_R4*

Boorraai FvB\_R4 (bijlage 3) bevat 9 boringen. De buitengracht is verland met een 20 cm dikke laag rietbagger. Het diepste gedeelte van de buitengracht bevond zich op 200 m. Het talud is aan de zuidzijde vrij steil geweest. De gracht is gedempt met kleiig, fijn zand (verzet kreekzand), dat mogelijk afkomstig is van het voormalige glacis. De laag rietbagger is oorspronkelijk dikker geweest, maar is door het gewicht van het pakket zand, wat in de gracht is gestort, samengedrukt.

De boringen 4 t/m 9 van raai R4 laten in de ondergrond een dun, grijs, humeus laagje zien. Dit laagje lijkt op een begraven A1 horizont (het oude maaiveld voor de aanleg van het fort?). Vergelijken we echter de hoogteligging van dit oude maaiveld met het huidige maaiveld op de akkers ten noorden van het fort, dan ligt het eerstgenoemde circa 1 meter lager. Het verschil in hoogte tussen de akkers en het terreplein is goed te verklaren. Het maaiveld ter hoogte van de akkers is als gevolg van klink en zetting van het veen dat daar in de ondergrond voorkomt, in de loop der eeuwen gezakt. Het terreplein is aangelegd op een kreekrug. Daar is het veen destijds opgeruimd en heeft plaats gemaakt voor een dik geulzandlichaam dat niet zakt. Daarom houden we het dunne, grijze laagje voorlopig op een begraven vegetatiehorizont, die zich tijdens een rustige periode in de sedimentatie van de kreek ergens gedurende de middeleeuwen heeft ontwikkeld.

#### *Boorraai FvB\_R1*

Boorraai FvB\_R1 bevat slechts vier boringen en loopt vanaf de buitengracht naar de binnengracht. De boorraai diende als eerste oriëntatie van de bodemgesteldheid aan het begin van het onderzoek. Bij boring 2 komt op 130 cm – mv. een 20 cm dikke laag rietbagger voor. Dat is relatief gezien vrij hoog in het profiel. Waarschijnlijk hebben we hier te maken met een opvulling van de gracht op een geleidelijk oplopend talud.

Het glacis is opgebouwd uit een laag verstoord kleiig zand, waarin zowel kalkloze als kalkrijke plekken voorkomen. Evenals bij boorraai FvB\_R6 is het terrein hier in de loop der tijd geëgaliseerd. Aangezien zowel de binnengracht als vooral ook de buitengracht met grote hoeveelheden kleiig fijn zand (verzet kreekzand) zijn gedempt, lijkt de conclusie, dat dit materiaal grotendeels van het glacis en de binnenwal afkomstig is, gerechtvaardigd. De ondergrond van het glacis bestaat uit een laag ongestoorde dek- en kreekafzettingen, die uit kleiig fijn zand bestaan.

#### *Boorraai binnenwal en terreplein – FvB\_R8*

De boorraai FvB\_R8 loopt van in de binnengracht over de binnenwal naar het terreplein en bevat 15 boringen. De wal is opgebouwd uit kleiig, kalkloos tot kalkrijk, fijn zand (verzet kreekzand) en is meer dan 5 m hoog. Het ophogingsmateriaal bestaat uit kalkrijk tot kalkloos, kleiig, fijn zand. De ondergrond bestaat uit kreekafzettingen.

De grachtvulling bestaat uit rietbagger (60-80 cm dik), afgedekt met een laag fijn zand. Het talud is vrij steil.

Op het terreplein zijn als referentie 4 boringen verricht. De bovengrond van het terreplein is opgebouwd uit een relatief dikke (30-55 cm) humushoudende laag kalkloos, kleiig fijn zand. Waarschijnlijk is hier sprake van humusaanrijking door de aanwezig van bos in het verleden. De ondergrond bestaat uit kalkrijke zandige kreekafzettingen.

In de binnengracht bevindt zich een toegangsweggetje naar het glacis. Uit een boring (Toeg1) in dit weggetje blijkt, dat deze is aangelegd op ongestoord kreekbeddingzand. De bovengrond is opgebracht. Een boring (Toeg2) aan de oostzijde in de gracht leverde grachtvulling op. Vrijwel zeker is de toegangsweg naar de bedekte weg? al aan het begin de fortificatie in de binnengracht aangelegd.

#### *Losse boringen verspreid over het gebied*

Verspreid over het gebied hebben we een aantal 'losse' boringen gedaan om vragen van de opdrachtgever te beantwoorden.

#### *Boringen silo 1 en 2 en vijver 1 en 2*

We hebben op de rand van de voormalige binnengracht aan de westzijde van het Fort van Beieren (ten oosten van de boerderij) twee boringen gedaan in de hoop om nog wat van de grachtvulling/talud terug te vinden. Het grootste deel van de voormalige binnengracht is in het verleden volgestort met huisvuil e.d. Uit de twee boringen (silo 1 en 2) blijkt, dat we daar buiten de gracht zitten. De bovengrond bestaat uit gestoorde, kleiig fijn zand op kreekafzettingen (verzet

kreeksand). Dat geldt tevens voor de boringen aan de rand van de vijver ten oosten van de schuur van de boerderij Fort van Beieren.

*Rand van de westelijke binnengracht en binnenwal (knik) nabij de boerderij*

Ter toetsing of in de westelijke binnengracht en binnenwal een knik heeft gezeten hebben we aan de rand van de gracht een boring gezet. We hebben hier tot op 2,00 m – mv. kreekafzetting in situ aangetroffen. Dit materiaal is kalkrijk en zeer zandig. De gracht zelf is ook daar indertijd volgestort met huisvuil.

*Buitengracht ten noorden van de boerderij*

Ten noorden van de boerderij hebben we een boring gezet in de gedempte buitengracht. Hier blijkt inderdaad op 1,60 m – mv. een 20 cm dikke laag rietbagger voor te komen rustend op kalkrijk, kleiig, fijn zand (kreeksand).

### **Conclusies**

Het Fort van Beieren is deels gebouwd op een kreekrug en deels op (Pleistoceen) dekzand, dat al dan niet is bedekt met een laagje veraard veen of verweerd broekveen. In het dekzand hebben we voor een deel podzolgronden aangetroffen. Plaatselijk vonden we blauwe beekleem in de ondergrond, wat wijst op een voormalige beekje, dat verantwoordelijk was voor het ontstaan van het broekveen.

De buitengracht is tenminste 20 m breed geweest, had een zeer glooiend talud en was op zijn diepste 2,50 m.

De binnengracht is deels gedempt met fijn zand. Voor zover boren mogelijk was in de zompige bodem van de gracht, blijkt grachtvulling uit rietbagger te bestaan. Dit geldt overigens ook voor de vulling van de buitengracht. Het talud van de binnengracht lijkt aan weerszijden vrij steil te zijn geweest.

## **4. Toelichting op de bodemgesteldheid van het Verbrand Fort**

Op en naast het Verbrand Fort hebben we drie boorraai (bijlage 7) geplaatst en een aantal losse boringen om inzicht te krijgen in de bodemgesteldheid.

### *Boorraai Oost- West – VF\_R1*

De boorraai VF\_R1 begint bij de wetering pal langs de Romboutswervedijk en loopt midden over het fort tot voorbij de westelijke gracht. De boorraai bevat in totaal 25 boringen. De oostelijk gelegen gracht was 16 m breed en 2,30 m diep. De gracht is voor een deel verland met een 15 tot 20 cm dikke laag goor bruine rietbagger met resten van zoetwaterslakjes (bijlage 10a boring 4, 5, 19, 23 en 24). De laag rietbagger is oorspronkelijk dikker geweest, maar is door het gewicht van het pakket zand, wat in de gracht is gestort, samengedrukt. Daarop rust een 1,60 m tot 2,25 m dikke laag heterogene, kalkloze tot kalkrijke, zandige klei, waarmee de ringgracht is gedempt. Dit materiaal is mogelijk afkomstig van de ringwal, die aan de binnenzijde van het fortcomplex de gracht flankeerde. De ondergrond van de gracht is opgebouwd uit blauwe, kalkloze beekleem. Waarschijnlijk heeft de laag broekveen die de gracht aan de oostzijde begrenst (boring 1 en 2) ook de beekleem bedekt en wellicht ook nog een pakket dekafzettingen van een kreek (Oud land). Het is aannemelijk dat het terrein vóór de bouw van het fort op die plek lager lag dan de omgeving en dat de fortbouwers daarvan dankbaar gebruik hebben gemaakt bij de keuze van de ligging van de gracht.

De specie uit de gracht zal zijn gebruikt voor het opwerpen van een wal, die het fortterrein waarschijnlijk omringde. De moeilijkheid is dat het opgebrachte materiaal in de gracht en de geroerde en deels opgebrachte zavel ter plaatse van de voormalige wal in elkaar overlopen waardoor geen onderscheid kan worden gemaakt in deze antropogene afzettingen. Evenmin valt over de hellingsgraad van het talud van dit grachtgedeelte derhalve weinig te zeggen. Een talud laat zich hierin lastig herkennen.

De diepere ondergrond tussen de gracht en de Romboutswervedijk bestaat uit (Pleistoceen) dekzand met en zonder humuspodzol B (boring 1 en 2).

Het binnenterrein van het Verbrand Fort wordt naar het midden toe hoger. Zoals hierboven al ter sprake kwam, nemen we aan dat het hoogste deel van het fort uit een ringwal heeft bestaan. Het middengedeelte van het terrein (terreplein) zal dus lager zijn geweest dan de ringwal, maar hoger dan het omringende landschap.

De bovengrond ter plaatse van voorgestelde wal en terreplein bestaat uit heterogene zavel en klei met daarin opvallend veel houtskool in vergelijking met de bovengronden van het Fort van Beieren. Het heterogene pakket varieert in dikte van 1 m tot meer dan 2 m.

In het westen van het binnenterrein komt een laag kalkrijke dekafzettingen (kreekrug) voor, die uitwigt naar het oosten. De laag varieert in dikte van 10 cm tot circa 90 cm en is opgebouwd uit zavel en klei. Daaronder bevindt zich het (Pleistoceen) dekzand, al dan niet bedekt met een laag broekveen. Het dekzand bestaat uit kalkloos fijn zand zonder podzol, behalve bij boring 8 en 9. Daar komt een podzol B voor met daarop een laagje broekveen.

De westelijke gracht toont zich zowel in bodemkundig als in landschappelijk opzicht meer uitgesproken dan de oostelijk gelegen gracht. De gracht(en) zijn verland met een 1m tot 2m dikke laag rietbagger met resten van zoetwaterslakjes (boring 14 en 15). De taluds lijken van het oostelijke grachtgedeelte wat steiler te zijn dan die van de westelijke. De ondergrond van het oostelijke grachtgedeelte bestaat uit (Pleistoceen) dekzand zonder podzol; het westelijke gedeelte uit blauwe beekleem.

Ten westen van de gracht loopt de heterogene bovengrond door, wat kan wijzen op de aanwezigheid van een glacis aldaar (bijlage 10a boring 16). Daarnaast bevindt zich het ongestoorde profiel bestaande uit dekafzettingen (klei) op broekveen op (Pleistoceen) dekzand met podzol.

### *Boorraai Noord-Zuid –VF\_R2*

De boorraai VF\_R2 begint bij de onverharde weg die het terrein aan de noordzijde begrenst. De boorraai bevat in totaal 21 boringen. De eerste vijf boringen zijn geplaatst in het weiland, dat

buiten het terrein van het Verbrand Fort ligt. De boringen dienen als referentiekader. We zien een (Pleistocene) dekzandrug, waarin zich een podzol heeft ontwikkeld en die aan weerszijden is begrensd door een kreekrug. Opmerkelijk is dat de bovengrond wel tot 1,70 m is verstoord.

De noordelijke gracht was ongeveer 19 m breed en tot wel 2,75 m diep. Het onderste deel van de grachtvulling bestaat uit verlandingsmateriaal, namelijk rietbagger; en daarboven uit slootbagger of kanaalspecie (bijlage 10a boring 6 t/m 9). In ieder geval lijkt materiaal van elders te zijn aangevoerd om de gracht ermee te dempen. Daarop rust een circa 1 tot 2 m dikke laag heterogene, kalkloze tot kalkrijke, zavel, waarmee de ringgracht is gedempt. Dit materiaal is mogelijk afkomstig van de ringwal, die aan de binnenzijde van het fortcomplex de gracht flankeerde. De ondergrond van de gracht is opgebouwd uit kalkrijke kreekafzettingen. Ook hier hebben de fortbouwers bij het graven van de gracht waarschijnlijk gebruik gemaakt van de natuurlijke, lagere ligging van het terrein.

Het talud aan de noordzijde van de gracht is veel steiler dan aan de zuidzijde.

Het noordwestelijke gedeelte van de gracht oversnijdt een lager gelegen perceel dat zich verder uitstrekt in westelijke richting.

Voor wat betreft het binnenterrein van het Verbrand Fort zien we in het profiel dezelfde ontwikkeling als bij boorraai Oost-West (zie hierboven). De ondergrond bestaat bij deze raai voor het grootste deel uit een (Pleistocene) dekzandrug waarin zich een podzol heeft ontwikkeld. We hebben hierop geen of nauwelijks geen sporen van een veendek aangetroffen. In de bovengrond vonden we opmerkelijk veel houtskoolresten.

Boring 21 is geplaatst in de zuidgracht van het fort. Daarin komt vanaf het maaiveld een laag bagger voor, die doorgaat tot 1,40 m – mv. Daaronder bevindt zich een dun veenlaagje op blauwe beekleem. Ook hier hebben we te maken met een natuurlijke laagte, waarvan de fortbouwers bij de aanleg van de gracht gebruik hebben gemaakt. Verder boren in de gracht was niet mogelijk, omdat dat gedeelte onder water stond.

#### *Boorraai Verse Vaart – VF\_R3*

De boorraai VF\_R3 ligt ten westen van het fortterrein en begint bij de peilbuis even te westen van de westelijk fortgracht en eindigt bij het kanaal (bijlage 7). De boorraai bevat in totaal 11 boringen (bijlage 10a). De laagte is mogelijk een restant van een ondiepe wetering met daarin slootbagger (bijlage 10a boring 1 en 2). Daaronder komt bij boring 1 een dunne laag geroerde, kalkrijke lichte zavel voor. De diepere ondergrond bestaat (Pleistoceen) dekzand met een podzol B. Bij boring 2 komt in plaats van geroerde grond een dunne laag zwart veraard veen voor rustend op een podzol B.

Vervolgens treffen we een ongestoord profiel met dekafzettingen aan (bijlage 10a boring 3), die uit kalkrijke lichte zavel bestaan (kreekrug, Oud land). De ondergrond is opgebouwd uit (Pleistoceen) dekzand zonder podzol. Boring 4 en 5 laten weer een vulling van slootbagger zien. Het betreft een niet goed onderhouden wetering. Daarna volgt een gebied bestaande uit kreekafzettingen, waarvan de bovengrond 1 m tot 1,30 m uit humeuze lichte zavel bestaat op ongestoorde kalkrijke zware zavel to lichte klei (boring 6 en 7). De bovengrond lijkt destijds te zijn opgebracht. We weten niet waarvoor.

Boring 8 en 9 bestaan uit kreekrug afzettingen met daarop een laag verstoorde kreekafzettingen van 1,5 m dik, in verband te brengen met het gedempte kanaal(de Verse Vaart). Aan de noordzijde vinden we de opgebrachte grond van de dijk; daaronder komt een laag kalkrijke zavel voor met daaronder (Pleistoceen) dekzand zonder podzol (boring 11).

#### *Op zoek naar de toegangsweg van het Verbrand Fort*

Omdat het zuidoostelijke deel van de voormalige gracht van het Verbrand Fort betrekkelijk smal wordt, is het aannemelijk dat daar ergens de toegangsweg met een brug naar het fort heeft gelegen. Daarom hebben we in die omgeving een aantal losse boringen gezet in de hoop dergelijke aanwijzingen in de boor te vinden. We hebben zowel in als buiten de gracht geboord. Boring 1 t/m 4 en boring 7 bevinden zich aan de noordelijke zijde van de scheisloot, boring 5 en 6 aan de zuidelijke zijde. Bij boring 1 en 5 komt een (Pleistocene) dekzandrug met een podzol B vrij ondiep voor op 1,50 – 1,70 m – mv. De grachtvulling (boring 2, 3 en 4) bestaat uit de kenmerkende rietbagger met resten van zoetwaterslakjes. De gracht is verder gedempt met heterogene zandige zavel. De ondergrond van de gracht bestaat uit geulafzettingen. Boring 6 bestaat geheel uit kreekafzettingen. Boring 7 is gezet op het terrein van het fort, waarbij de bovengrond tot 1,50 m –mv. verwerkt is. De ondergrond bestaat uit kreekafzetting. Bij de boringen hebben wij geen aanwijzingen gevonden van resten van een toegangsweg of een brug of iets dergelijks.

## **Conclusie**

De ringgracht was 16-19 tot zelfs 21 m breed, behalve aan de zuidzijde (ongeveer 6-8 m) . De diepte van de gracht varieerde van 2,30 m tot meer dan 2,75 m in het noorden. De grachtvulling bestaat uit rietbagger, die in dikte varieert van ca 15 cm tot meer dan 2 m.

De gracht is hoogst waarschijnlijk gedempt met materiaal afkomstig van de ringwal. Het talud aan de noordzijde van de gracht lijkt steiler dan aan de zuidzijde. Het noordwestelijke gedeelte van de gracht oversnijdt een lager gelegen perceel, dat zich verder uitstrekt in westelijke richting.

Het binnenterrein van het Verbrand Fort wordt naar het midden toe hoger. We nemen aan dat het fort was omgeven door ringwal, die het middengedeelte van het terrein (terreplein) beschermde. Op diverse plaatsen is op het voormalige terreplein in de bovengrond houtskool aangetroffen.

## **5. Toelichting op de bodemgesteldheid van Fort Sint Donaas**

Op Fort Sint-Donaas hebben we vijf boorraaien (bijlage 11) geplaatst en een aantal losse boringen om inzicht te krijgen in de bodemgesteldheid. In een weiland ten noorden van het fort zijn twee referentieboringen geplaatst. De bodemgesteldheid van alle boorraaien geven vrijwel hetzelfde beeld, namelijk een pakket geroerde grond van wisselende dikte op kalkrijke kreekkrug afzettingen, wellicht van het Zwinsysteem.

Bij het uitzetten van boorraai 1 (FSD\_R1) was het niet mogelijk om de gracht hierbij te betrekken, omdat deze in het recente verleden is volgestort met huisvuil en dergelijke. Het geofysisch onderzoek was hierover duidelijk. Bij boring 10 van raai 1 hebben we onder de ophogingslaag een 20 cm dikke laag grachtvulling aangetroffen, bestaande uit goor bruine rietbagger met resten van zoetwaterslakjes. Omdat we er vanuit gingen dat de gracht in het noorden zou aansluiten bij de oostelijke lengtegracht van het fort hebben we op de hoogte twee boringen geplaatst. We hebben daar geen resten van een gracht aangetroffen. Wel bevindt zich in de diepere ondergrond het (Pleistoceen) dekzand met zowel met als zonder podzol B.

Raai 2 (FSD\_R2) geeft eenzelfde beeld als raai 1 met dit verschil, dat we geen dekzand in de ondergrond hebben aangetroffen. Uit een diepe boring tot bijna 11 m – mv blijkt dat de Zwingeuil zich hier diep heeft ingesneden in het dekzandlandschap (boring 5 raai 2, bijlage 14a). Boring 4 laat onder de ophogingslaag een begraven A1- horizont (bijlage 14a, FSD\_R2 boring 4) zien. Op die hoogte lag vóór de aanleg van de zwaluwstaart van het Fort Sint Donaas het oorspronkelijke maaiveld.

De boorraaien 3, 4 en 5 geven eenzelfde beeld, namelijk opgehoogde grond op kreekkrug afzettingen van de Zwingeuil. Aan de noordzijde van dit deel van de zwaluwstaart hebben we ondiepe, smalle, min of meer zigzaggende laagtes in het terrein aangetroffen, die we toeschrijven aan voormalige loopgraven.

Een korte boorraai door de gracht van het fort aan de zuidwestzijde (FSD\_R8) (bijlage 11) leverde een grachtvulling van rietbagger op zwarte, amorfe, zeer humeuze bagger van te samen 60 cm dikte. Daarop bevindt zich een 70 cm dikke heterogene laag klei, waarmee de gracht deels is gedempt en/of door erosie is dichtgeslibd. De gracht is ongeveer 2,5 m breed geweest, 1,50 m diep, terwijl de taluds zeer steil waren.

Verder hebben we op de plek waar op oude kaarten een toegangsweg met een brug over de dwarsgracht is weergegeven drie boringen geplaatst (FSD\_R7) (bijlage 11). Boring 1 bestaat uit een 70 cm dikke laag geroerde zware zavel op een ongestoorde ondergrond van de kreekkrug, terwijl een paar meter aan weerszijden (boringen 2 en 3) hiervan van bovenaf een ongestoord profiel aantreffen werd compleet met A1 –horizont. Om hieruit te kunnen besluiten dat het om de toegangsweg gaat, zijn nog meer boringen nodig.

## **Conclusie**

De gracht dwars over de zwaluwstaart van het Fort Sint-Donaas is in het recente verleden volgestort met huisvuil, waardoor booronderzoek onmogelijk was. Wel is aan de noordzijde onder

de ophogingslaag een 20 cm dikke laag grachtvulling (rietbagger) aangetroffen. Onder het opgehoogde terrein van de bunker richting noordelijke grenssloot zijn geen resten van een gracht aangetroffen. Wel bevindt zich in de diepere ondergrond dekzand.

De gracht aan de zuidwestzijde van het fort was circa 2,50 m breed en circa 1,50 diep. De grachtvulling bestaat uit een circa 60 cm dikke laag bagger. De gracht is deels gedempt met klei. De taluds waren zeer steil.

Het middenterrein van het fort bestaat uit opgebrachte grond afkomstig van de jonge kreekrug van het Zwin.

Aan de noordzijde van het rechte deel van de zwaluwstaart komen ondiepe, smalle, min of meer zigzaggende laagtes in het terrein, die we toeschrijven aan voormalige loopgraven (WOI).

## **6. Eindconclusie**

Het Fort van Beieren en het Verbrand Fort zijn beide gebouwd op een kreekrug, op het 'Oude land', Fort Sint-Donaas op de jonge kreekrug van het Zwin.

### **Fort van Beieren**

De buitengracht van Fort van Beieren was ten minste 30 m breed, had een glooiend talud en was ongeveer 2,50 m diep. In de gracht lag voor het redan geen ravelijn. De buitengracht is hoogstwaarschijnlijk gedempt met materiaal van het glacis. Resten van een bedekte weg zijn niet aangetroffen. Wel is plaatselijk een oud loopvlak aangetroffen, bedekt met de onderkant van het glacis. De binnengracht is deels gedempt met fijn zand, mogelijk afkomstig van de buitenwal. De vulling van binnen- en buitengracht bestaat voornamelijk uit rietbagger. Het talud van de binnengracht lijkt aan weerszijden vrij steil te zijn geweest.

### **Verbrand Fort**

De ringgracht van het Verbrand Fort was ongeveer 16-19 tot zelfs 21 m breed, behalve aan de zuidzijde (ongeveer 6-8 m) . De diepte van de gracht varieerde van 2,30 m tot meer dan 2,75 m in het noorden. De grachtvulling bestaat rietbagger, die in dikte varieert van ca 15 cm tot meer dan 2 m. Daar lijkt zich ook de toegangsweg naar het fort te hebben bevonden. De gracht is waarschijnlijk gedempt met materiaal afkomstig van de ringwal. Het binnenterrein van het Verbrand Fort wordt naar het midden toe hoger. Op diverse plaatsen is op het voormalige terreplein in de bovengrond houtskool aangetroffen.

### **Fort Sint-Donaas**

De gracht dwars over de zwaluwstaart van Sint-Donaas is volgestort met huisvuil. Aan de noordzijde komt een 20 cm dikke laag rietbagger)voor. Onder het opgehoogde terrein van de bunker richting noordelijke grenssloot zijn geen resten van een gracht aangetroffen.

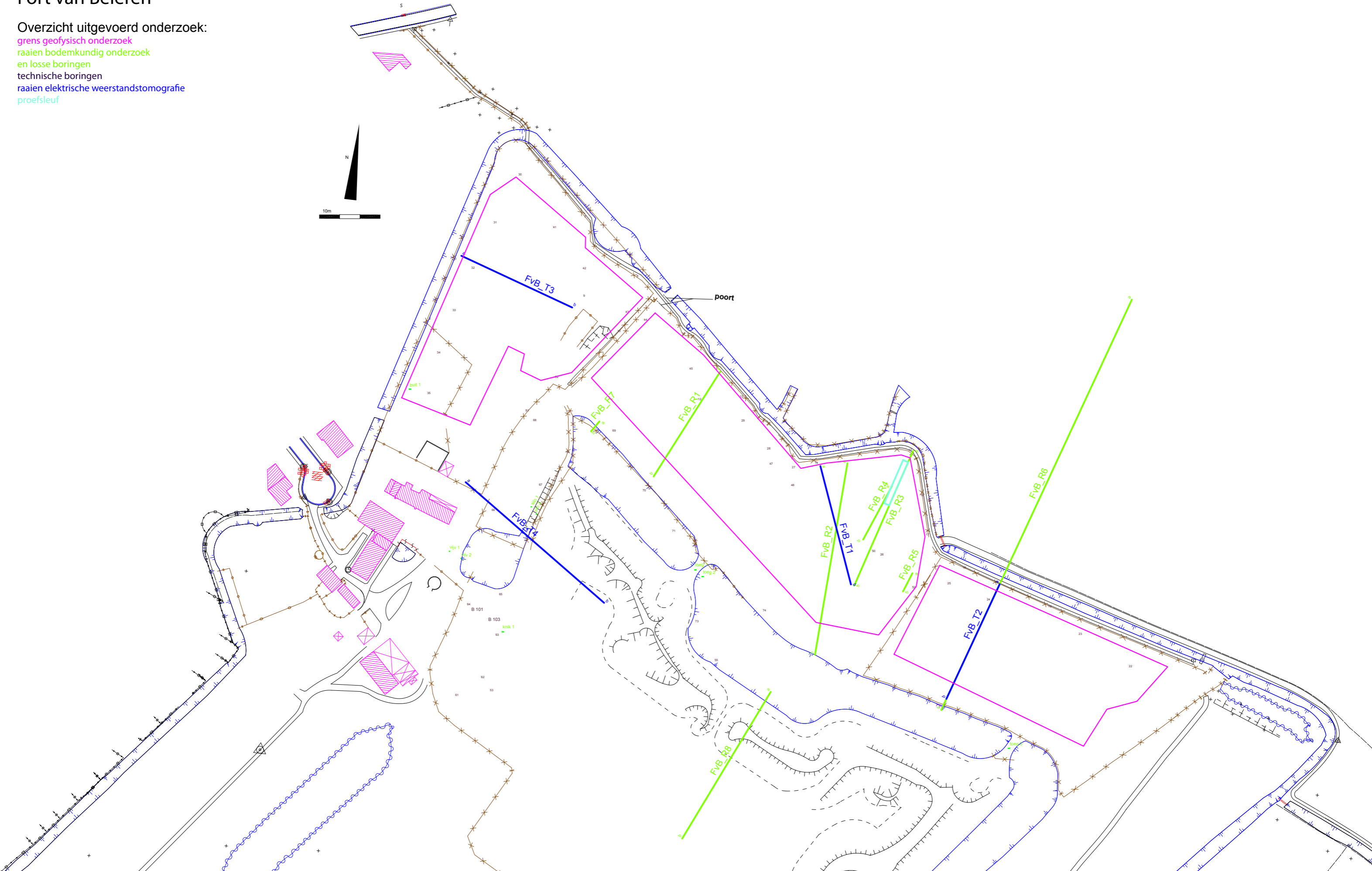
De gracht aan de zuidwestzijde was circa 2,50 m breed en circa 1,50 diep. De grachtvulling bestaat uit een circa 60 cm dikke laag bagger. De gracht is deels gedempt met klei. De taluds waren zeer steil.

Het middenterrein van het fort bestaat uit opgebrachte grond afkomstig van de jonge kreekrug van het Zwin. Aan de noordzijde van het terrein komen smalle, zigzaggende laagtes voor. Dat zijn waarschijnlijk oude loopgraven (WOI).

# Fort van Beieren

Overzicht uitgevoerd onderzoek:

- grens geofysisch onderzoek
- raaien bodemkundig onderzoek en losse boringen
- technische boringen
- raaien elektrische weerstandstomografie
- proefsleuf



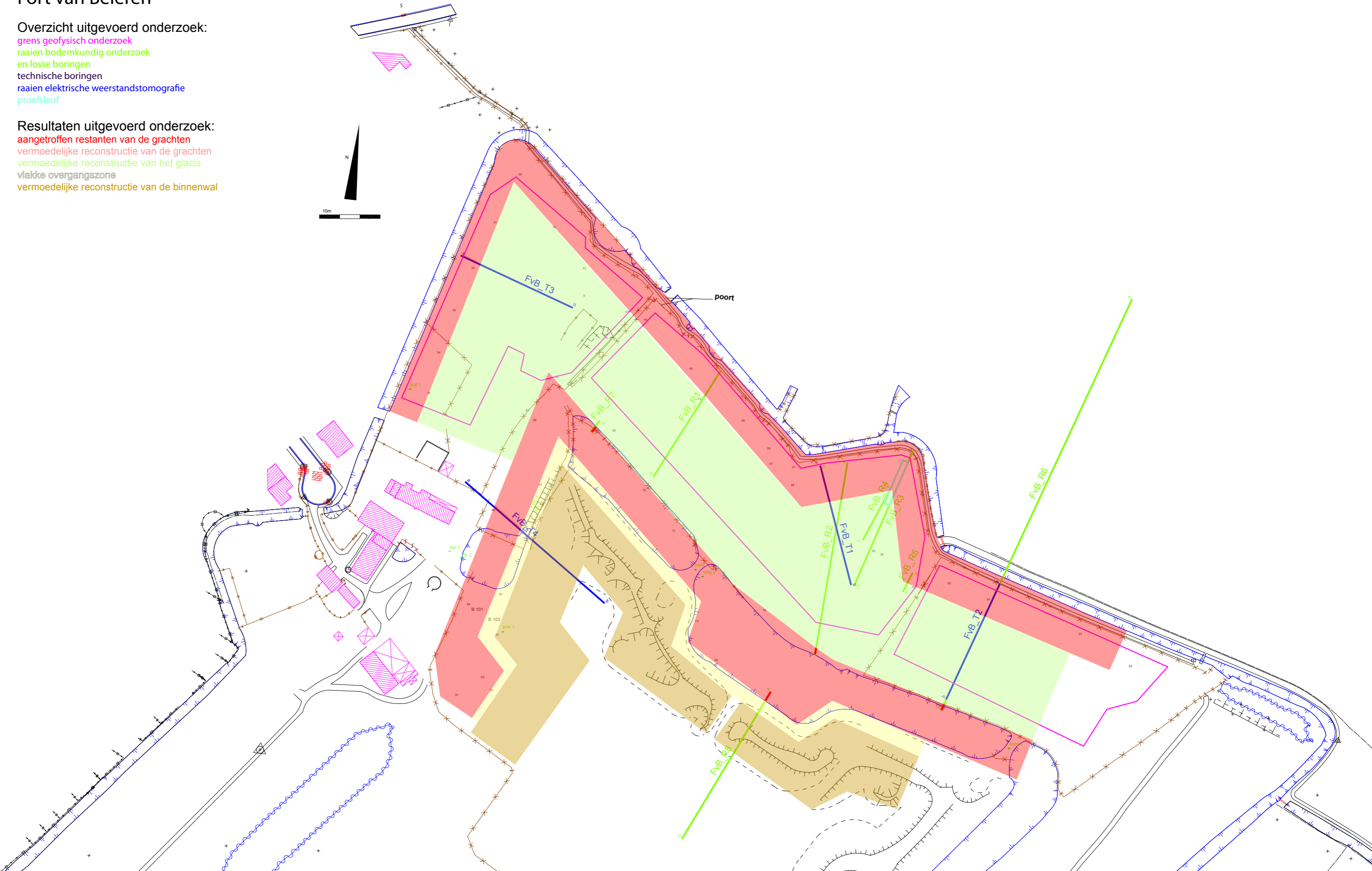
# Fort van Beieren

## Overzicht uitgevoerd onderzoek:

- grens geofysisch onderzoek
- raaien bodemkundig onderzoek en losse boringen
- technische boringen
- raaien elektrische weerstandstomografie
- proefsleuf

## Resultaten uitgevoerd onderzoek:

- aangetroffen restanten van de grachten
- vermoedelijke reconstructie van de grachten
- vermoedelijke reconstructie van het glacis
- vlakke overgangszone
- vermoedelijke reconstructie van de binnenwal



# Fort van Beieren

## FvB\_R1

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
1	0-45	1A1	2	3	145	1		Dgrbr opgehoogd
	45-105	1Gg		3	145	1/3		opgehoogd
	105-113							Goorbruin rietveen grachtbodem
	113-200	2Cr		3	145	3		Blgr kreek

### Op 4,5m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
2	0-40	1A	2	3	145	1		Dgrbr opgehoogd
	40-130	1Gg		3	145	1/3		Dgr opgehoogd
	130-150	2C2	0,5	3	145	3		Goorbruin rietveen grachtbodem
	150-220	3Cr	4	3	145	3		blauwgrijs, geul met veenbrokken

### Op 10m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
3	0-40	1A	2	3	145	1		Dgrbr opgehoogd
	40-110	1Gg		3	145	1/3		Dgr opgehoogd
	110-130	2C2	0,5	3	145	3		Goorbruin rietveen grachtbodem
	130-220	3Cr	4	3	145	3		blauwgrijs, geul met veenbrokken

### Op 29m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
4	0-40	1A1	2	3	145	1		Dgrbr opgehoogd
	40-170	1Gg		3	145	1/3		opgehoogd
	170-250	2Cgr		3	145	3		Blgr kreek

**Op 62m**

	<b>Diepte in cm- mv</b>	<b>horizont</b>	<b>Org. stof (%)</b>	<b>lutum (%)</b>	<b>M50</b>	<b>Ca</b>	<b>R</b>	<b>opmerkingen</b>
<b>5</b>	<b>0-40</b>	<b>1A1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>145</b>	<b>1</b>		<b>Dgrbr opgehoogd</b>
	<b>40-170</b>	<b>1Gg</b>		<b>3</b>	<b>145</b>	<b>1/3</b>		<b>opgehoogd</b>
	<b>170-250</b>	<b>2Cr</b>		<b>3</b>	<b>145</b>	<b>3</b>		<b>Blgr kreek</b>

## FvB\_R2

1	op 0m	0-170	170-175	175-250	
2	op 4m	0-175	175-210	210-250	
3	op 8m	0-195	195-230	230-300	
4	op 12,5m	0-190	190-196	196-220	
5	op 17m	0-170	170-175	175-210	210-250
6	op 22m	0-140	140-300		
7	op 26,8m	0-90	90 - 300		
8	op 35m	0-115	115-300		

## Vervolg op boringen BAAC

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
9	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-120	1ACg	1	2	145	1		Dgr verstoord met puinresten
	120-150	1Cg		2	145	1		lichtgrijs met fe,
	150-175	1Cgr		2	145	3		lgrijs,
	175-230	2Cr		2	160	3		Bl gelaagd
	230-280	3Cr	60					Broekveen
	280-295	4Cr	10		170	1		Zwart podzol
	295-310	5Cr			170	1		Goorgrijs naar bruin podzol

## 10 m verder

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
10	0-50	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	50-85	1AC	1	2	145	1/3		Dgr verstoord met puinresten op 60 cm
	85-130	1Cg		2	145	1		lichtgrijs met fe,
	130-200	1Cgr		2	155	3		grijs, geulzand met veen brokjes

## 10 m verder

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
11	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-60	1AC	2	2	145	1		Dgr verstoord met puinresten
	60-85	2Cg1		2	145	1		grijs verstoord
	85-175	2Cg2		2	145	3		Lgrijs,
	175-210	2Cgr		2	160	3		
	210-250	2Cr		2	160	3		Bl veenbrokjes

10 m verder

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
12	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-50	1AC	2	2	145	1		Dgr verstoord
	50-120	1Cg		2	145	1/3		grijs verstoord
	120-170	2Cg		2	145	3		lgrijs,
	170-200	2Cr		2	160	3		Blgr veenbrokjes

10m verder

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
13	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-50	1AC	1	2	145	1		Dgr verstoord met puinresten
	50-160	1Cg		2	145	1/3		lgrijs met fe, verstoord
	160-200	2Cgr		2	160	3		grijs,
	200-250	2Cr		2	160	3		Blgr

Rand van de gracht (10 m verder)

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
14	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-60	1Cg		2	145	1		gr verstoord met puinresten
	60-120	2Cr	40	2		3		Grachtvulling rietbagger met schelpjes
	120-175	3Cr			170	3		Grijs verspoeld,

In de gracht (2,5m verder)

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
15	0-30	1A1	10	3	145	1		Strooisellaag
	30-60	1Cgr	1	2	145	1		Verspoeld materiaal
	60-120	2Cr	40			3		Rietbagger grachtbodem
	120-175	3Cr			10			Grijs verspoeld,

Bijkomende boring 10/05/2010

**Boring 16** op 20m

0-220 ophoging  
220-240 broekveen

**Boring 17** op 90m

0-105 ophoging  
105-200 kreekafzettingen

### FvB\_R3

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
1	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr opgehoogd
	30-80	1Cg1	1	2	145	1		Dgr opgehoogd
	80-160	1Cg2		2	145	1/3		grijs opgehoogd
	160-190	2Cr1	50			3		Goorbruin rietbagger grachtbodem
	190-220	2Cr2	8		140			Dgr grachtbodem
	220-250	3Cr			160			Bl geulzand

### Op 5 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
2	0-20	1A1	3	3	145	1		Dgrbr opgehoogd
	20-50	1A+C	1	3	145	1/3		Dgr opgehoogd
	50-80	1Cg1		2	145	1/3		lgrijs gevlekt opgehoogd
	80-150	1Cg2		2	145	3		grijs opgehoogd
	150-190	1Cr		2	145	3		Bl grijs
	190-210	2Cr	40			3		Rietbagger grachtbodem
	210-250	3Cr		3	165	3		geulzand

### Op 10 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
3	0-20	1A1	3	3	145	1		Dgrbr opgehoogd
	20-60	1Cg1		2	145	1/3		Dgr opgehoogd
	60-130	1Cg2		2	145	3		lgrijs opgehoogd
	130-155	1Cg3		2	145	3		grijs opgehoogd
	155-180	2Cw	40			3		Rietbagger grachtbodem
	180-200	3Cr		2	165	3		Bl geulzand

Boringen 4 tot en met 6 zijn vervangen door de resultaten van een proefsleuf (6 – 24m).

### Op 25 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
7	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord en opgeh
	30-155	1Cg		2	145	1/3		Dgr verstoord
	155-200	2Cr	5	2	160	3		blgr geulzand

### Op 30 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
8	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr opgehoogd
	30-85	1ACg	1	2	145	1/3		Dgr opgehoogd puinresten
	85-170	2Cg1				1/3		Gr roest
	170-200	2Cgr	8		145	1/3		Blauwgrijs veenbrokken geul

Op 40 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
9	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr puinresten
	30-70	1AC	2	2	145	1/3		Dgr verstoord
	70-170	1Cg		2	145	3		grijs
	170-210	2Cgr	60					Verweerd broekveen
	210-250	3Cr			170	1		Grijs dekzand

Op 50 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
10	0-60	1A+C	2	3	145	1		Dgrbr verstoord
	60-100	1Gg		3	145	1/3		Dgr roest, verstoord
	100-150	2Cg	0,5	3	145	3		grijs gelaagd
	150-200	3Cg2	4	2	145	3		blauwgrijs, geul met veenbrokken

Op 60 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
11	0-35	1AC	2	3	145	1		Dgrbr verstoord
	35-100	1Gg		3	145	1/3		Dgr roest, verstoord
	100-160	2Cg		3	145	3		grijs gelaagd
	160-200	2Cr		2	145	3		blauwgrijs, geul met veenbrokken

Op 72 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
12	0-30	1AC	2	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-110	1Gg		3	145	1/3		Dgr roest, verstoord
	110-160	2Cg		3	145	3		grijs gelaagd
	160-200	2Cr		2	145	3		blauwgrijs, geul met veenbrokken

## FvB\_R4

Op 21m vanaf het fietspad

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
1	0-170	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	170-200	2Cr			160	1		gracht

Op 23m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
2	0-200	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	200-220	40						grachtvulling

Op 25m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
3	0-150	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	150-200	2Cr			160	1		gracht

Op 27,5m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
4	0-140	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	140-160	2Cr	2	3	145	1/3		Humeus laagje
	160-200	3Cr			145	3		kreek

Op 29m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
5	0-140	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	140-160	2Cr	2	3	145	1/3		Humeus laagje
	160-200	3Cr			145	3		kreek

Op 31,5m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
--	-----------------	----------	---------------	-----------	-----	----	---	-------------

6	0-135	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	135-150	2Cr	2	3	145	1/3		Humeus laagje
	150-200	3Cr			145	3		kreek

Op 35m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
7	0-130	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	130-160	2Cr	2	3	145	1/3		Humeus laagje
	160-200	3Cr			145	3		kreek

Op 37,5m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
8	0-150	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	150-170	2Cr	2	3	145	3		Witgrijs kreekzand

Op 40m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
9	0-160	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	160-200	2Cr	2	3	145	3		Humeus laagje

Op 50m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
10	0-160	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	160-166							Sterk verrommeld
	166-173							Hout
	173-215							kreekzand
	215-230							Humeus laagje
	230-250							Pleistoceen zand

## FvB\_R5

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
1	0-160	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	160-200	2Cr	2	3	145	3		Grachtvulling op zand

op 10 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
2	0-150	1A+C	2	3	145	1/3		Dgrbr opgehoogd
	150-200	2Cr		3	145	3		kreek

## FvB\_R6

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>1</b>	<b>0-20</b>	<b>1A1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>140</b>	<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>20-70</b>	<b>1Cg</b>		<b>6</b>	<b>140</b>	<b>1</b>		<b>Lgr roest</b>
	<b>70-85</b>	<b>2Ab</b>	<b>8</b>					<b>Zwart</b>
	<b>85-110</b>	<b>2Eb</b>	<b>1</b>					<b>Loodgrijs</b>
	<b>110-130</b>	<b>2Bh</b>			<b>170</b>			<b>Bruin</b>
	<b>130-180</b>	<b>2Cr</b>			<b>170</b>	<b>1</b>		<b>lichtgrijs dekzand</b>

## 25 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>2</b>	<b>0-30</b>	<b>1A1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>140</b>	<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>30-90</b>	<b>1Cg</b>		<b>6</b>	<b>140</b>	<b>1</b>		<b>Lgr roest</b>
	<b>90-105</b>	<b>2Cw</b>	<b>60</b>					<b>Zwart veraard veen</b>
	<b>105-115</b>	<b>2Ab</b>	<b>8</b>					<b>Zwart</b>
	<b>115-140</b>	<b>2Bh</b>			<b>170</b>			<b>Bruin</b>
	<b>140-180</b>	<b>2Cr</b>			<b>170</b>	<b>1</b>		<b>lichtgrijs dekzand</b>

## 50 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>3</b>	<b>0-30</b>	<b>1A1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>140</b>	<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>30-110</b>	<b>1Cg</b>		<b>6</b>	<b>140</b>	<b>1</b>		<b>Lgr roest</b>
	<b>110-125</b>	<b>2Cw</b>	<b>60</b>					<b>Zwart veraard veen</b>
	<b>125-135</b>	<b>2Ab</b>	<b>6</b>					<b>Zwart</b>
	<b>135-160</b>	<b>2Bh</b>			<b>170</b>			<b>Bruin</b>
	<b>160-180</b>	<b>2Cr</b>			<b>170</b>	<b>1</b>		<b>lichtgrijs dekzand</b>

## 75 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>4</b>	<b>0-25</b>	<b>1A1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>145</b>	<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>25-120</b>	<b>1Cg1</b>		<b>2</b>	<b>145</b>	<b>1</b>		<b>Lgr roest</b>
	<b>120-135</b>	<b>2 Ab</b>	<b>12</b>		<b>170</b>	<b>1</b>		<b>Zwart</b>
	<b>135-145</b>	<b>2Bh</b>						<b>Bruin podzol</b>
	<b>155-165</b>	<b>2BC</b>			<b>170</b>			<b>lichtbruin</b>
	<b>165-200</b>	<b>2Cr</b>			<b>170</b>	<b>1</b>		<b>dekzand</b>

## 100 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
5	0-30	1A1	2	3	145	1		Dgrbr
	30-80	1Cg1		2	145	1		gr br roest
	80-130	1Cg2		2	145	1		Lgr roest
	130-155	2Cw	65					Zwart veraard veen
	155-165	2Ab			170			zwart
	165-200	2Bh			170	1		Bruin podzol dekzand

## 125 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
6	0-30	1A1	2	3	145	1		Dgrbr
	30-70	1Cg1		2	145	1		gr roest
	70-110	1Cg2		2	145	3		Lgr roest
	110-145	1Cgr		2	145	3		gr
	145-155	2Cw	65					Veraard veen
	155-200	3Cr			170	1		Grijs dekzand

## 138 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
7	0-35	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	35-55	1A+C	1	2	145	1		blgr gevlekt
	55-100	1Cg		2	145	1		blgr verstoord
	100-160	1Cgr		2	140	1		Blgr sterk lemig
	160-200	2Cr	50					Verslagen veen
	200-250	3Cr			140	1		Grijs dekzand

## 151 m - andere kant van de gracht

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
8	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr opgehoogd
	30-45	1AC	1	3	145	1		Dgr opgehoogd
	45-60	1Cg1		2	145	1/3		Gevlekt fe opgehoogd
	60-135	1Cg2		2	145	1/3		Witgrijs opgehoogd
	135-170	2Cgr	30					Jong veen veraard grachtvulling
	170-200	2Cr	40			3		Goorbruin slakjes met hout grachtbodem
	200-210	3Cr		4	160	3		Blgr geulzand

154 m - net voorbij de prikkeldraad

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
9	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr opgeh
	30-45	1AC	1	2	145	1/3		Dgr opgehoo
	45-155	1Cg		2	145	1/3		Witgrijs opgehoogd
	155-170	1Cgr		2	145	3		gr opgehoogd
	170-230	1Cr		2	145	3		Bl opgeh
	230-250	2Cr	40			3		Rietbagger schelpjes bodem gracht
	250-300	3Cr			170	1		Grijs dekzand

164 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
10	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr opgeh
	30-45	1AC	1,5	2	145	1/3		Dgr opgehoo
	45-120	1Cg		2	145	1/3		Witgrijs opgehoogd
	120-150	1Cgr		3	140	1		gr opgehoogd
	150-190	1Cr		4	145	1	4	Bl opgeh
	190-200	2Cr	40			3		Rietbagger schelpjes bodem gracht
	200-250	3Cr			140	1		Blauwe leem

170 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
11	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-100	1AC	2	2	145	1		Dgr verstoord
	100-125	1Cg		2	145	1		Witgrijs gevlekt, verstoord
	125-130	2Cw	25					Zwart veraard
	130-140	2Ab	5	2	170	1		Zwart
	140-165	2Eb	1		170	1		Grijs
	165-180	2Bhr			170			Bruin podzol

## 178 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
12	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-80	1AC	2	2	145	1		Dgr verstoord
	80-100	1Cg1		2	145	1		Witgrijs gevlekt, fe, verstoord
	100-165	1Cg2		2		1		Grijs
	165-190	2Cw	50					Zwart
	190-205	2Ab	10		170	1		Grijs
	205-230	2Bh			170	1		Bruin podzol

## 186 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
13	0-30	1A1	2	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-60	1Cg1		2	145	1		Dgr verstoord
	60-100	1Cg2		4	145	1		goorgrijs met fe, verstoord
	100-165	1Cg3		3	145	3		Grijs, gelaagd
	165-200	2Cgr	4	3	145	3		Grijs veen veenbrokken
	200-220	2Cr	60			1		Zwart
	220-230	2Abr	10		170	1		Zwart podzol
	230-250	2Eb			170	1		Goorgrijs naar bruin podzol

## 196 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
14	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-80	1AC	1	2	145	1		Dgr verstoord puinresten
	80-120	1Cg		2	145	1		grijs gevlekt verstoord
	120-190	2Cg		3	145	3		Grijs, fe gelaagd
	190-210	3Cgr	5	3	145	3		Blgr met veenbrokken
	210-225	4Cr	60					Zwart
	225-250	5Cr			170	1		Grijs dekzand

206 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
15	0-100	1A+C	1	3	145	1		Dgrbr verstoord
	100-130	1Cg		2	145	1		Dgr verstoord
	130-200	2Cr		2	145	1		grijs gevlekt verstoord
	200-230	3Cr	5	3	145	3	4	Grijs, fe gelaagd
	230-240	4Cr	60					Zwart veraard veen
	240-255	5Ab	8		170	1		Zwart

216 m - begin van het talud van de binnengracht

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
16	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-80	1AC	2	2	145	1		Dgr verstoord
	80-130	1Cg1		2	145	3		Lgrijs
	130-150	1Cg2		2	145	3		Grijs
	150-200	2Cr		2	160	3		Blgr , geulzand

217 m - in het talud van de binnengracht

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
17	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	30-70	1ACg	2	3	145	1		Dgr verstoord
	70-140	1Cg		2	145	3		Lgrijs
	14-200	1Cr		2	160	3		blgrijs, geulzand

219 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
18	0-25	1A1	3	3	145	1		Dgrbr verstoord
	25-65	1ACg	2	2	145	1		Dgr verstoord
	65-75	1Cg		2	145	3		Lgrijs
	75-100	2ACbg	1,5	2	145	3		donkergrijs,
	100-150	2Cr		2	160	3		Blgr , geulzand

**220 m**

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>19</b>	<b>0-50</b>	<b>1A1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>145</b>	<b>1</b>		<b>Dgrbr verstoord</b>
	<b>50-120</b>	<b>1ACg</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>145</b>	<b>1</b>		<b>Dgr verstoord</b>
	<b>120-130</b>	<b>2Cr</b>	<b>40</b>		<b>145</b>	<b>3</b>		<b>Goorbruin met riet grachtvulling</b>
	<b>130-145</b>	<b>3Cr</b>		<b>13</b>	<b>145</b>	<b>1</b>		<b>Blgr vulling,</b>
	<b>145-155</b>	<b>4Cr</b>	<b>40</b>		<b>160</b>	<b>3</b>		<b>Goorbruin met riet en schelpjes grachtbodem</b>
	<b>155-200</b>	<b>5Cr</b>		<b>2</b>	<b>200</b>	<b>3</b>		<b>Bl geulzand</b>

**222 m**

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>20</b>	<b>0-50</b>	<b>1A1</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>145</b>	<b>1</b>		<b>Strooisellaag</b>
	<b>50-120</b>	<b>1Cr</b>		<b>4</b>	<b>145</b>	<b>3</b>		<b>Blgr grachtvulling</b>
	<b>120-180</b>	<b>2Cr</b>	<b>65</b>		<b>145</b>	<b>3</b>		<b>Broekveen niet in situ</b>
	<b>180-285</b>	<b>3Cr</b>		<b>13</b>	<b>145</b>	<b>1</b>		<b>Blgr geulzand</b>

Bijkomende boring 10/05/2010

**Boring 21** op 167m

0-187 ophoging  
187-200 gracht  
200-225 blauwe leem

## FvB\_R7

1	0-170	170-250		
2	0-170	170-315		
3	0-140	140-250		
4	0-95	95-140	140-250	

## FvB\_R8

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
1	0-20	1A	15	3	145	1		Strooisellaag, zeer zompig
	20-100	2Cr	40					Rietbagger
	100-175	3Cr			10			Grijs

### Op 3,3m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
2	0-60	1A +C	10	3	145	1		Strooisellaag
	60-120	2Cr	40					Rietbagger
	120-175	3Cr			10			Grijs

### Op 6,2m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
3	0-20	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	20-50	1Cg		2	145	1/3		Gevlekt opgebracht
	50-100	2Cg		3	140	3		Dgr op kreekbedding

### Op 7,9m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
4	0-15	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	15-90	1Cg		2	145	1/3		Gevlekt opgebracht
	90-250	2Cg		3	140	3		Dgr op kreekbedding

## Op 11,5m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
5	0-20	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	20-180	1Cg		2	145	1/3		Gevlekt opgebracht
	180-250	2Cg		3	140	3		Dgr op kreekbedding

## Op 15m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
6	0-15	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	15-340	1Cg		2	145	1/3		Gevlekt opgebracht
	340-525	2Ab		3	140	3		Dgr op kreekbedding

## Op 21,3m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
7	0-20	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	20-500	1Cg		2	145	1/3		Gevlekt opgebracht
	500-600	2Cg		3	140	3		gr op kreekbedding

## Op 25,8m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
8	0-15	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	15-510	1Cg		2	145	1/3		Gevlekt opgebracht
	510-525	2Ab		3	140	3		Dgr op kreekbedding
	525-550	2Cg		3	140	3		gr

## Op 29,8m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
9	0-15	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	15-340	1Cg		2	145	1/3		Gevlekt opgebracht
	340-400	2Cgr		3	140	3		blgrijs met veenbrokken

Op 32,7m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
10	0-15	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	15-190	1Cg		2	145	1/3		Gevlekt opgebracht
	190-300	2Cgr		3	140	3		blgrijs met veenbrokken

Op 36,5m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
11	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	30-190	2Cg		2	145	3		grijs

Op 42,6m voorbij de prikkeldraad op het terreplein

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
12	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	30-55	1AC	1	2	145	1		Dgr
	55-170	1Cg		2	145	3		grijs
	170-250	1Cr		2	175	3		Blauwgrijs geulzand met veen

Op 63m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
13	0-35	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	35-50	1AC	1	2	145	1		Dgr
	50-180	1Cg		2	145	3		lgrijs
	180-250	1Cr		2	175	3		Blauwgrijs geulzand met veen

Op 68,50m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
14	0-30	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	30-60	1AC	1	2	145	1		brgr
	60-170	1Cg		2	145	3		lgrijs
	170-250	1Cr		2	175	3		Blauwgrijs geulzand met veen

Op 83 m

	Diepte in cm- mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
15	0-35	1A1	3	3	145	1		Dgrbr
	35-65	1AC	1	2	145	1		Brgr
	65-150	1Cg		2	145	3		lgrijs
	150-250	1Cr		2	175	3		Blauwgrijs geulzand met veen

## Losse boringen

Toegang van de binnenwal door de binnengracht naar de buitenwal

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>Toeg1</b>	<b>0-70</b>	<b>1A+C</b>		<b>3</b>	<b>170</b>	<b>3</b>		<b>opgehoogd</b>
	<b>70-150</b>	<b>1Cr</b>		<b>3</b>	<b>170</b>	<b>3</b>		<b>Blauw kreekzand</b>
	<b>150-300</b>	<b>2Cr</b>		<b>1</b>	<b>190</b>	<b>3</b>		<b>kreekzand</b>

Toegang van de binnenwal door de binnengracht in de gracht

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>Toeg2</b>	<b>0-80</b>	<b>1Cr</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>170</b>	<b>3</b>		<b>grachtvulling</b>
	<b>80-150</b>	<b>1Cr</b>		<b>3</b>	<b>170</b>	<b>3</b>		<b>Blauw kreekzand</b>

**Bijkomende boring** ter hoogte van de de tweede toegang van de binnenwal door de binnengracht (kant Damse Vaart)

**Toeg3**

0-80 opgehoogd

80-200 kreekzand

Rand van de westelijke binnengracht en binnenwal (knik) nabij de boerderij

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>Knik 1</b>	<b>0-200</b>							<b>In situ kreek</b>

Buitengracht ten noorden van de boerderij

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>Buit 1</b>	<b>0-70</b>	<b>1AC</b>		<b>3</b>	<b>170</b>	<b>3</b>		<b>opgehoogd</b>
	<b>70-160</b>	<b>1Cr</b>		<b>3</b>	<b>170</b>	<b>3</b>		<b>opgehoogd</b>
	<b>160-180</b>	<b>2Cr</b>	<b>40</b>					<b>Grachtvulling</b>
	<b>180-200</b>	<b>3Cr</b>		<b>3</b>	<b>160</b>	<b>3</b>		<b>kreek</b>

Nabij de boerderij Fort van Beieren ten oosten van de schuur  
2m westelijk van de rand van de vijver

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>Vijv1</b>	<b>0-35</b>	<b>1A1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>145</b>	<b>1</b>		<b>Dgrbr verstoord</b>

	35-70	1A+C	0.5	2	145	1/3		Dgr verstoord
	70-140	1Cg1		2	145	3		grijs
	140-175	1Cg2		2	145	3		Lgrijs
	175-210	1Cgr		2	160	3		Grijs
	210-250	1Cr		2	160	3		Blgr

Beneden aan de rand van het water (ca 1,5 m lager)

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
Vijv2	0- 50	1Cg		2	145	3		Lgr met roest
	50-80	1Cgr		2	145	3		grijs
	80-200	1Cr		2	145	3		blgrijs,

Boringen nabij de kuil (silo) op de rand van de wal

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
Silo 1	0-20	1A1	3	2	145	3		Dgrbr
	20-70	1Cg1		2	145	3		Gr gevlekt
	70-130	1Cg2		2	155	3		grijs
	130-200	1Cr	4	2	165	3		Blgrijs met veenbrokken

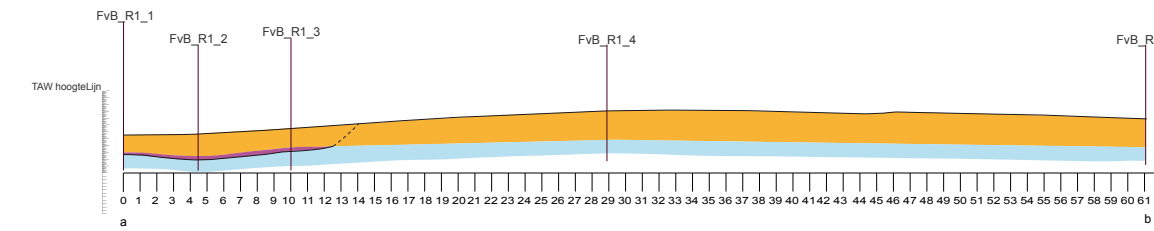
Op de rand van de wal 1 m hoger (voetpad)

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
Silo 2	0-40	1A1	3	2	145	1		Dgrbr
	40-65	1AC	1	2	145	1/3		Dgr
	65-150	1Cg1		2	145	3		witgrijs
	150-200	1Cg2		2	145	3		grijs

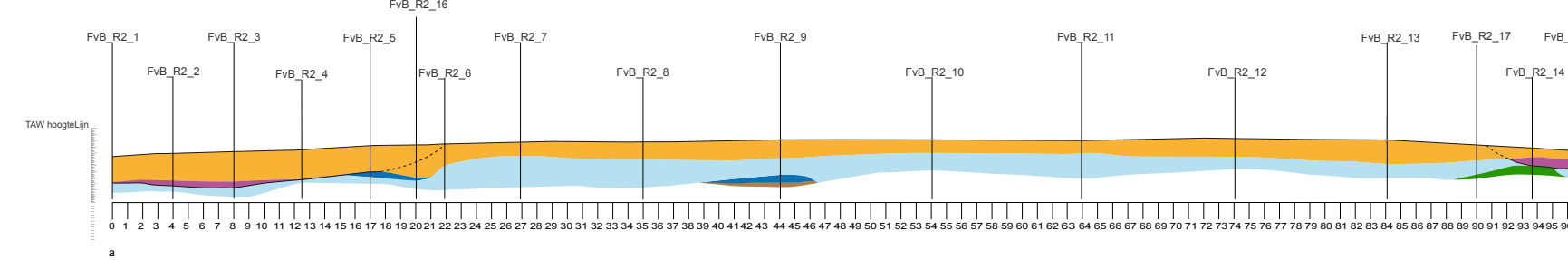
# Fort Van Beieren

## Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten

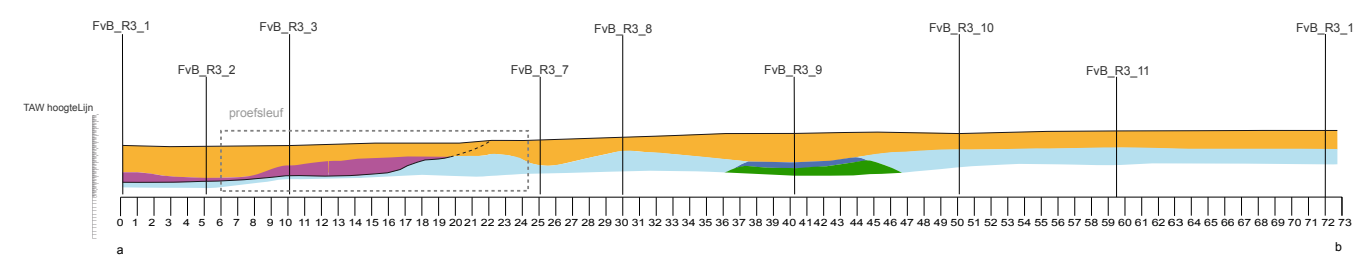
FvB\_R1



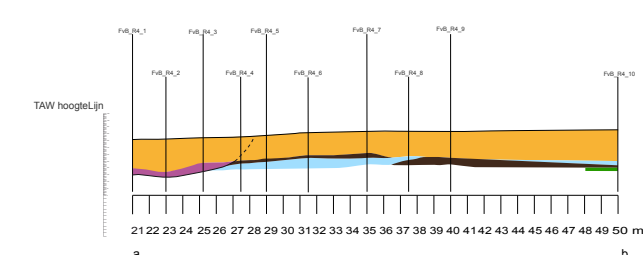
FvB\_R2



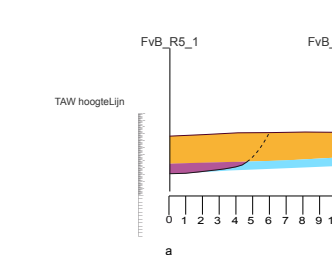
FvB\_R3



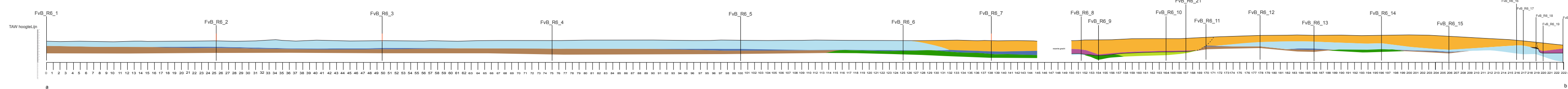
FvB\_R4



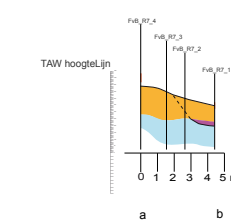
FvB\_R5



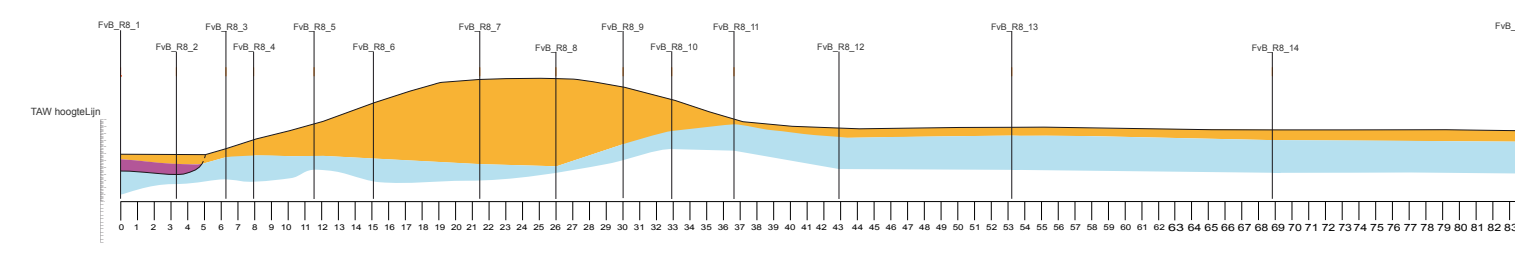
FvB\_R6



FvB\_R7



FvB\_R8




Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.

Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.

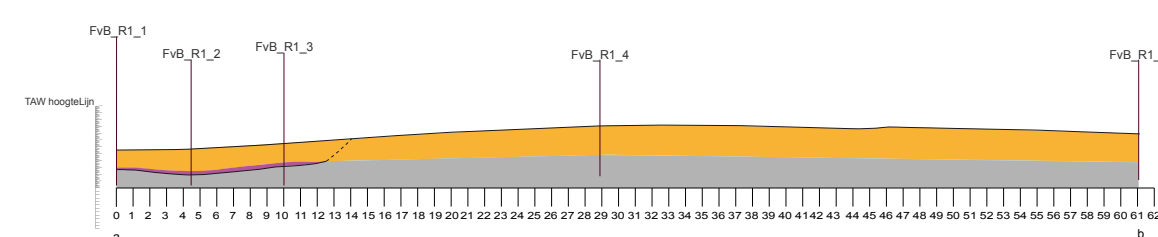
### Legende

	Opgehoogd en/of verstoord		Kreekfzetting of in situ
	Grachtvulling		Blauwe leem
	Oud maaiveld of humeus laagje		Broekveen of veraard veen
	Grens van de uitgraving		Dekzand met Podzol
	Vermoedelijke grens van de uitgraving		Dekzand zonder Podzol

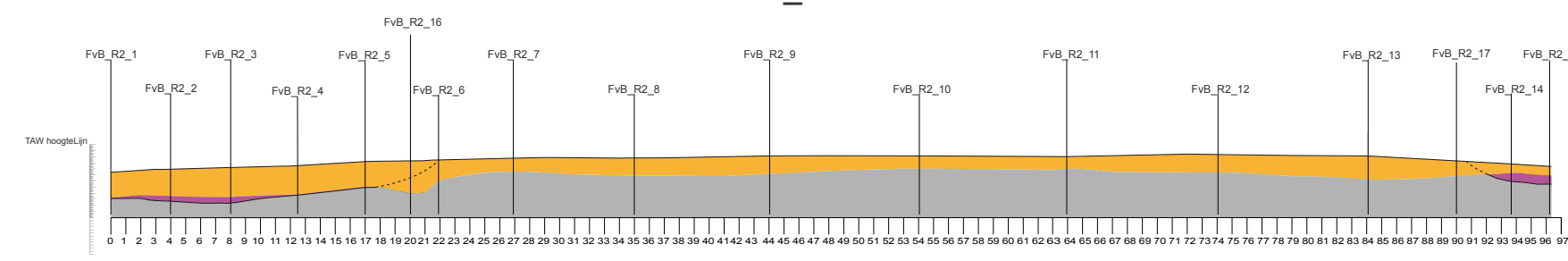
# Fort Van Beieren

Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten waarbij natuurlijke en antropogene lagen zijn onderscheiden

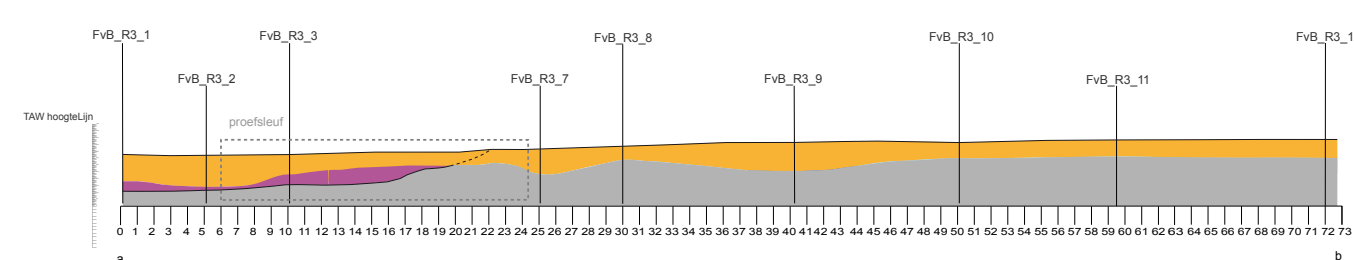
FvB\_R1



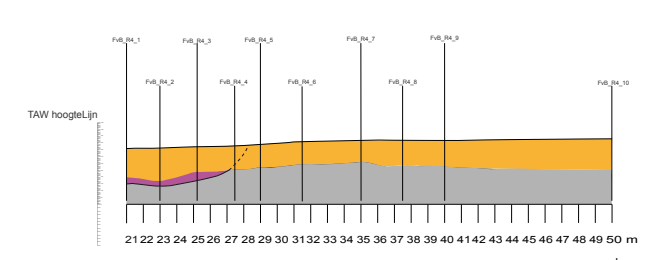
FvB\_R2



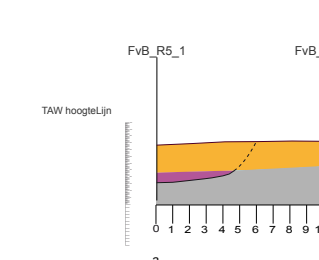
FvB\_R3



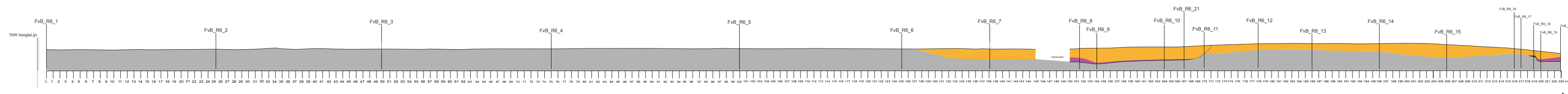
FvB\_R4



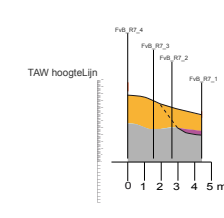
FvB\_R5



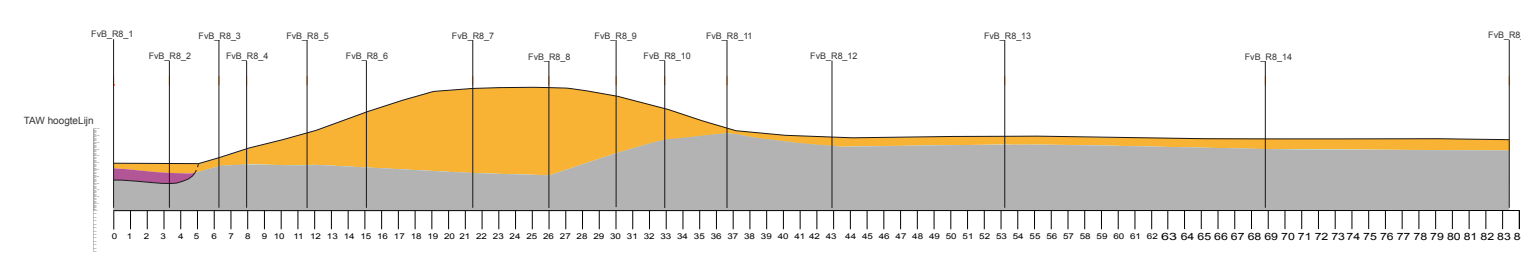
FvB\_R6



FvB\_R7



FvB\_R8



Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.

Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.

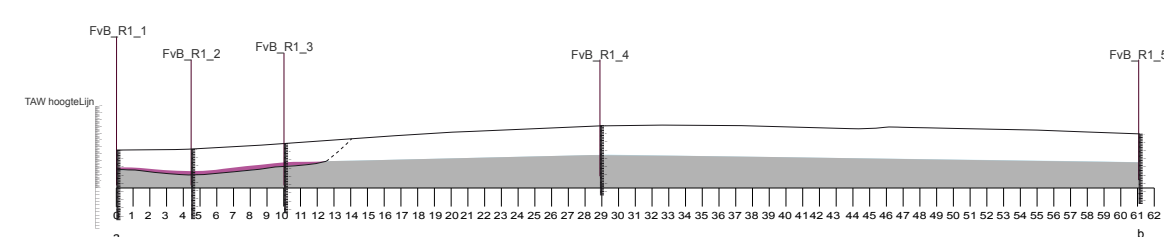
## Legende

- Opgehoogd en/of verstoord
- Grachtvulling
- Oud maaiveld of humeus laagje
- natuurlijk
- Grens van de uitgraving
- Vermoedelijke grens van de uitgraving

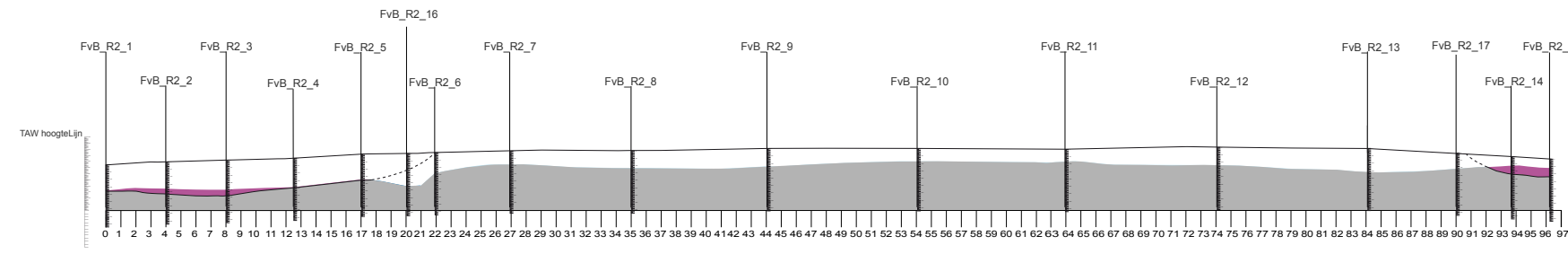
# Fort Van Beieren

Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten waarbij aangegeven is hoe diep gegraven kan worden

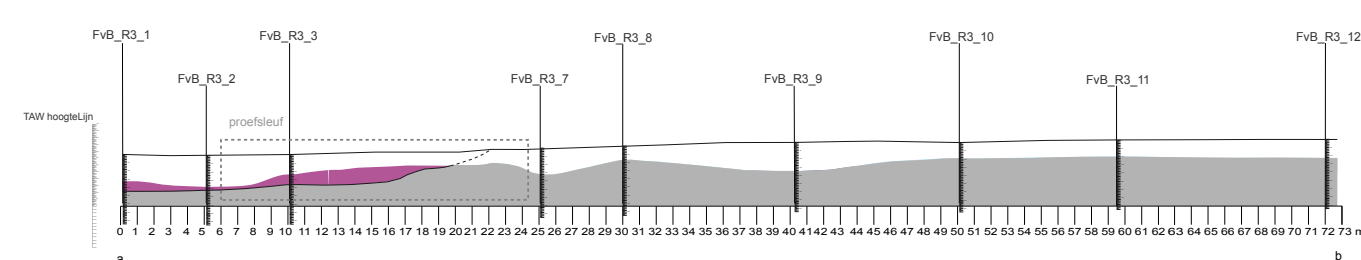
FvB\_R1



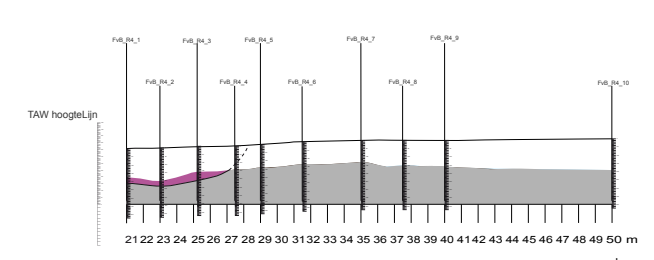
FvB\_R2



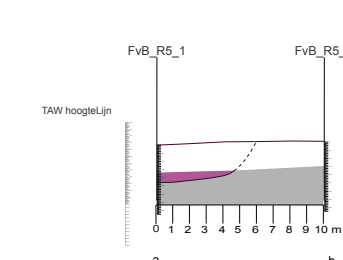
FvB\_R3



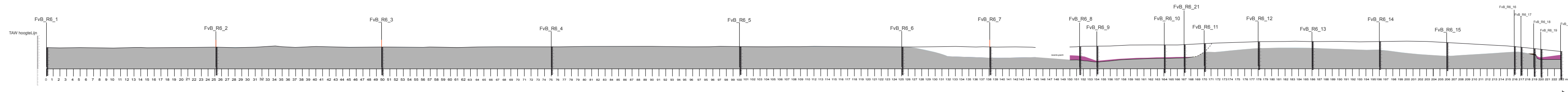
FvB\_R4



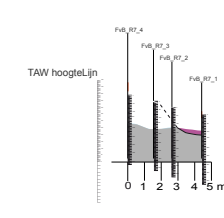
FvB\_R5



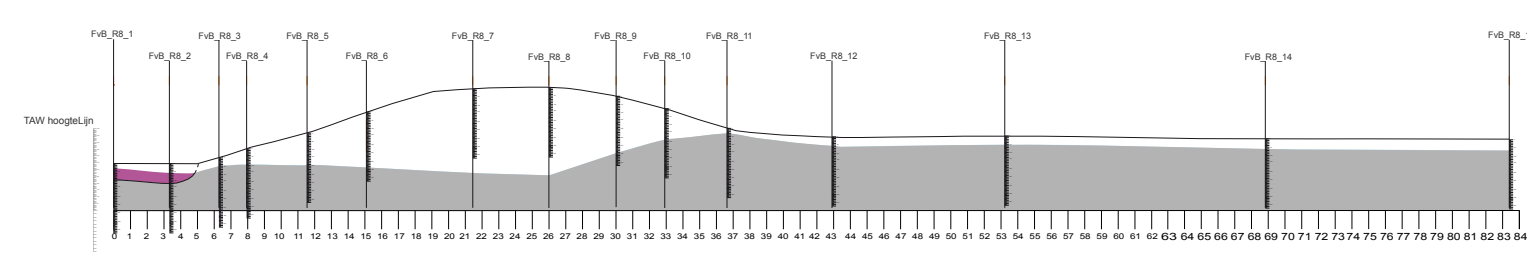
FvB\_R6



FvB\_R7



FvB\_R8




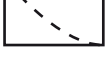


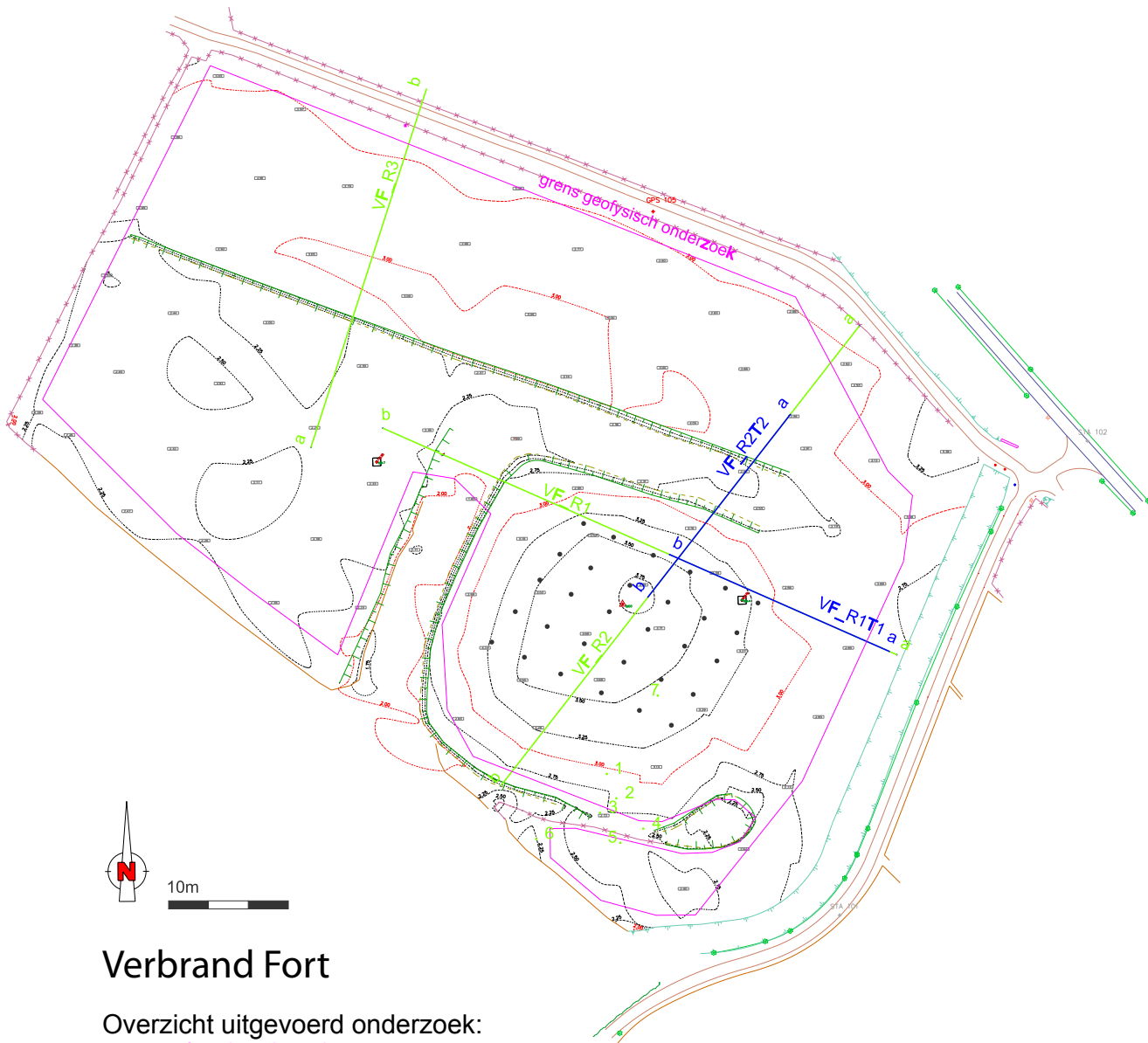
Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.

Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.

## Legende

-  mag vergraven worden
-  natuurlijk
-  Grachtvulling
-  Oud maaiveld of humeus laagje
-  Grens van de uitgraving
-  Vermoedelijke grens van de uitgraving



## Verbrand Fort

Overzicht uitgevoerd onderzoek:

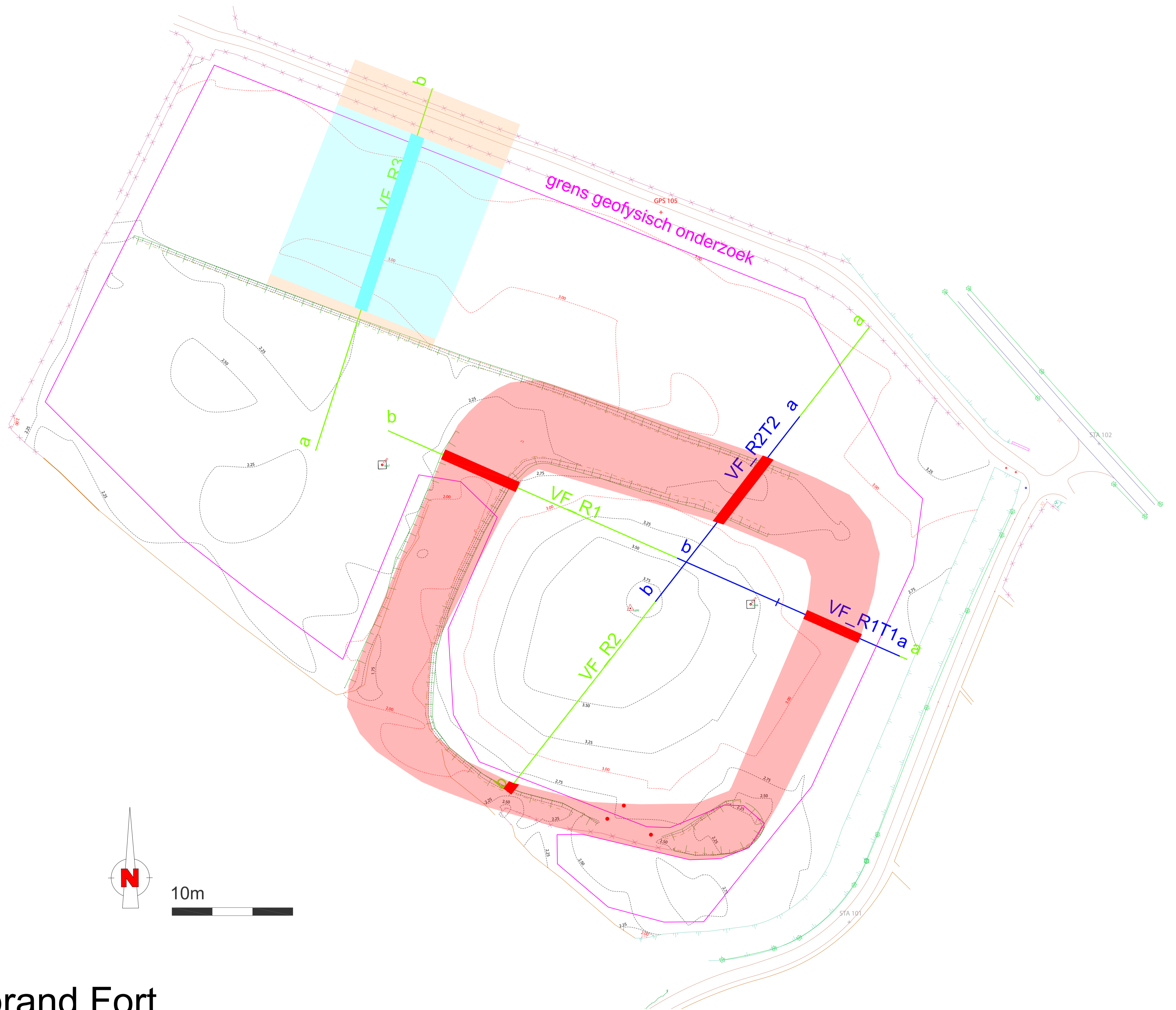
grens geofysisch onderzoek

raaien bodemkundig onderzoek

en losse boringen: 1-6 ifv de gracht en 7 als referentie

losse boringen ifv de mogelijke houtschoolconcentratie

raaien elektrische weerstandstomografie



# Verbrand Fort

Overzicht uitgevoerd onderzoek:

grens geofysisch onderzoek

raaien bodemkundig onderzoek

en losse boringen: 1-6 ifv de gracht en 7 als referentie

losse boringen ifv de mogelijke houtskoolconcentratie

raaien elektrische weerstandstomografie

Resultaten uitgevoerd onderzoek:

aangetroffen restanten van de gracht

vermoedelijke reconstructie van de gracht

oude loop van de Verse Vaart

vermoedelijke reconstructie van de dijk langs de Verse Vaart

# Verbrand Fort

FV\_R1

Bij piket

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
1	0-30	1A1	4	9		1		Dgrbr
	30-100	1Cg		11		3		gr en roest
	100-130	1Cgr		11		3		grijs met fe,
	130-175	1Cr		13		3		blgrijs,
	175-220	2Cr	60					Broekveen
	220-230	3Ab	10			1		Zwart dekzand
	230-240	3Bh	1		170	1		Bruin podzol

Op 5m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
2	0-20	1A1	5	11		1		Dgrbr
	20-120	1Cg		11		3		Gr vuile laag
	120-175	2Cr	65					Broekveen,
	175-185	3Cr	45			3		zwarte gliederlaag
	185-220	4Cr						Grijs dekzand

Op 10 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
3	0-50	1A1	5	11		2		Dgrbr
	50-170	1Cg			160	1		Heterogeen opgehoogd
	170-190	2Cr			140	1		Blauwe leem

Op 15 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
4	0-40	1A1	5	11		1		Dgrbr
	40-160	1A+C		20		3		heterogeen opgehoogd
	160-175	2Cr	40					Rietbagger grachtbodem
	175-190	3Cr			140	1		Blauwe leem

## Op 20 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
5	0-30	1A1	4	20		1		Dgrbr
	30-120	1Cg		20		3		Heterogeen, opgehoogd
	120-160	2Cr			140			Blauwe leem opgehoogd
	160-180	3Cr	40			3		Rietbagger grachtbodem
	180-200	4Cr			140	1		Blauwe leem

## Op 30 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
6	0-50	1A1	3	13		1		Dgrbr
	50-80	1A+C	1	13		1		opgehoogd
	80-280	1Cg		13		1		opgehoogd
	280-	3Cr			140	3		Grijs dekzand

## Op 40 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
7	0-40	1A1	3	13		1		Dgrbr
	40-180	1Cg		13		3		Verwerkt
	180-200	2Cr	18	11		3		Verslagen veen in kreekbedding
	200-300	3Cr		12	160	1		Grijs dekzand

## Op 50 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
8	0-20	1A1	3	12		1		Dgrbr
	20-150	1A+Cg		12		3		Heterogeen opgehoogd
	150-170	2Cg		30		1		grijs met fe,
	170-205	3Cr	60					Broekveen,
	205-220	4Ab	10		160			Zwart
	220-230	4Bh	1		160	1		Dbr dekzand
	230-300	4Cr			160	1		lichtgrbr podzol

## Op 60 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
9	0-25	1A1	3	14		1		Dgrbr

	25-100	1A+Cg		14		3		Opgehoogd veel houtskool
	100-150	1Cg1		11		1		Verwerkt
	150-190	1Cg2		20		3		Gr verwerkt
	190-200	2Cg		28				Grijs in situ
	200-230	3Cw	65			1		Zwart veen
	230-240	4A1b			160	1		Zwart waarna podzol

### Op 70 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
10	0-30	1A1	3	16		1		Dgrbr
	30-160	1A+Cg		16		3		Heterogeen opgehoogd, houtskool!
	160-200	2Cgr		22		1		Geroerd
	200-260	2Cr		18				Grijs in situ
	260-300	2Cr			160			Grijs dekzand

### Op 80 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
11	0-40	1A1	3	14		1		Dgrbr
	40-170	1A+Cg		19		3		Opgehoogd, houtskool!
	170-190	2Cg		26		3		Grijs
	190-240	2Cr	10	26		3		Blgr met veenbrokken
	240-250	3Cr			160			Grijs dekzand

### Op 90 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
12	0-35	1A1	5	12		1		Pikzwart, gevlekt houtskool!
	35-100	1A+Cg		12		3		Heterogeen opgehoogd
	100-140	2Cg		20		1		grijs in situ
	140-190	2Cgr	10	24				Blgr met veenbrokken,
	190-200	3Cr	60					Zwart veraard
	200-215	4Ab	10		160			Zwart
	215-230	4Bh	1		160	1		lichtgrbr dekzand

### Op 100 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
13	0-30	1A1	5	12		1		Pikzwart, gevlekt houtskool!
	30-100	1A+Cg		26		3		Heterogeen opgehoogd

	100-140	2Cg		14		3		grijs Ca concreties
	140-160	3Cr	60					Zwart veraard veen
	160-200	3Cr			160	1		Dekzand

Op 109 m in de gracht

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
14	0-25	1A1	3	4	145	1		Pikzwart, gevlekt houtskool!
	25-80	2Cr		4	145	3		Heterogeen opgehoogd
	80-180	2Cg	40			3		Goorbruin rietbagger grachtvulling
	180-200	2Cgr			160	1		grijs dekzand

Op 120 m midden in de gracht

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
15	0-60	1A+C	8	10		1		zwart, opgehoogd
	60-100	2Cr	40			3		Rietbagger grachtvulling
	100-180	3Cr		20		1		blgrijs
	180-260	4Cr	40			3		Rietbagger grachtvulling
	260-300	5Cr			140	1		Blauwe leem

Op 130 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
16	0-25	1A1	3	12		1		Pikzwart, gevlekt houtskool!
	25-60	1Cg		14		3		Heterogeen opgehoogd
	60-80	2Cw	70			1		Veraard

Op 140 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
17	0-30	1A1	3	24		1		Dgr
	30-70	1Cg		28		3		Gr met roest
	70-95	2Cw	70					Zwart veraard veen
	95-110	2Ab	5		160	1		zwart
	110-130	2Bh			160	1		Bruin podzol

Op 112 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
--	-----------------	----------	---------------	-----------	-----	----	---	-------------

18	0-20	1A1	4	12		1		dgr, opgehoogd
	20-60	1Cg		9		3		Heterogeen opgehoogd
	60-170	2Cr		20		1		grijs in situ
	170-200	2Cgr	10	24				Blgr met veenbrokken,

Bijkomende boring voor exacte locatie gracht in zeer natte omstandigheden (14/12/2009)

Op 12,50 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
19	0-190							Heterogeen opgehoogd
	190-195							gracht
	195-	2Cr			140	1		Blauwe leem

Op 9 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
20	0-175							Heterogeen opgehoogd
	175-	2Cr			140	1		Blauwe leem

Op 12 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
21	0-170							Heterogeen opgehoogd
	170-	2Cr			140	1		Blauwe leem

Op 12,25 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
22	0-145							Heterogeen opgehoogd
	145-	2Cr			140	1		Blauwe leem

Op 25 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
23	0-210							Heterogeen opgehoogd
	210-230							Gracht
	230-	2Cr			140	1		Blauwe leem

Op 27 m

	Diepte in cm- mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
24	0-225							Heterogeen opgehoogd
	225-230							Gracht
	230-	2Cr			140	1		Blauwe leem

### Op 27,50 m

	Diepte in cm- mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
25	0-238							Heterogeen opgehoogd
	238-240							Restantje gracht – vermoedelijk verspit
	240-	2Cr			140	1		Blauwe leem

Extra boringen op 7 en 8/04/2010

#### Boring 26 op 28,50m

0-229 opgehoogd  
229 pleistoceen zand

#### Boring 27 op 27,80m

0-167 opgehoogd  
167-170 gracht (weinig kalk)  
223-228 donkerbruin bandje  
248-250 donkerbruin bandje  
250 pleistoceen zand

#### Boring 28 op 35m

0-152 opgehoogd  
152-211 veen  
211 pleistoceen zand

#### Boring 29 op 32m

0-196 opgehoogd  
196-214 veen  
214 pleistoceen zand

#### Boring 30 op 107m

0-173 opgehoogd  
173-198 gracht

#### Boring 31 op 104m

0-105 opgehoogd  
105 veen

#### Boring 32 op 105,5m

0-147 opgehoogd  
147-178 gracht  
178-187 kreek

187	pleistoceen zand
<b>Boring 33</b> op 110m	
0-92	recente gracht
92-151	rietbagger
151-167	pleistoceen zand
<b>Boring 34</b> op 127m	
0-92	opgehoogd
92-117	veraard veen
117	pleistoceen zand
<b>Boring 35</b> op 128,5m	
0-80	opgehoogd
80-103	veraard veen
103-110	verrommeld
110	pleistoceen zand
<b>Boring 36</b> op 125,50m	
0-107	opgehoogd
107-123	rietbagger
123-137	donkerbruin zand, geen kalk (restant veraard veen)
137	pleistoceen zand

## VF\_R2

Boorraai vanaf de Blinker en de Stinker (vlas) twee vaarten richting Zeebrugge

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
1	0-40	1A1	4	24		1		Dgrbr verstoord
	40-130	1Cg		4	140	3		gr en roest
	130-250	2Cr		7	140	4		blgrijs gelaagd schelpjes,

Op 10 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
2	0-130	1A+C	2	9		3		Zwaar verstoord door leiding

Op 20 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
3	0-170	1A+C		9		3		Zwaar verstoord kanaalvulling
	170-180	2Ab	8		160			Zwart dekzand
	180-200	2Bh			160			Bruin podzol,
	200-250	2Cr			160			Lichtgrijsbr

Op 30 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
4	0-160	1A+C	1	9		3		Zwaar verstoord kanaalvulling
	160-180	2Cr	8	20		3		blgr veenbrokken
	180-195	3Ab	5		160	1		zwart,
	195-220	3Bh			160	1		Dbr podzol,

Op 40 m op 7/04/2010 opnieuw geboord

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
5	0-152	1AC	1			1		Dgrbr
	152-155					3		Restant gracht
	155-200	1Cr		13		3		blgrijs, kreekbedding

Op 43 m talud gracht

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>6</b>	<b>0-100</b>	<b>1AC</b>	<b>1</b>	<b>16</b>		<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>100-190</b>	<b>2Cr</b>		<b>14</b>		<b>3</b>		<b>gr en roest</b>
	<b>190-220</b>	<b>3Cr</b>	<b>40</b>			<b>3</b>		<b>Rietbagger grachtbodem</b>
	<b>220-325</b>	<b>4Cr</b>		<b>20</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>blgrijs, met veenbrokjes kreekbedding</b>

Op 45 m de gracht

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>7</b>	<b>0-30</b>	<b>1A</b>	<b>1</b>	<b>16</b>		<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>30-110</b>	<b>2Cr</b>		<b>14</b>		<b>3</b>		<b>Opgebracht</b>
	<b>110-170</b>	<b>3Cr</b>	<b>14</b>			<b>3</b>		<b>Slootbagger of uit kanaal</b>
	<b>170-275</b>	<b>4Cr</b>	<b>40</b>			<b>3</b>		<b>Rietbagger grachtvulling</b>
	<b>275-295</b>	<b>4Cr</b>		<b>20</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>blgrijs, met veenbrokjes kreekbedding</b>

Op 50m in de gracht

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>8</b>	<b>0-20</b>	<b>1A</b>	<b>1</b>	<b>16</b>		<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>20-100</b>	<b>2Cr</b>			<b>160</b>	<b>3</b>		<b>Opgebracht</b>
	<b>100-190</b>	<b>3Cr</b>	<b>14</b>			<b>3</b>		<b>Slootbagger of uit kanaal</b>
	<b>190-225</b>	<b>4Cr</b>	<b>40</b>			<b>3</b>		<b>Rietbagger grachtvulling</b>
	<b>225-325</b>	<b>4Cr</b>		<b>20</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>blgrijs, met veenbrokjes kreekbedding</b>

Op 58 m rand van de gracht talud

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>9</b>	<b>0-20</b>	<b>1A</b>	<b>1</b>	<b>16</b>		<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>20-100</b>	<b>1Cg</b>		<b>12</b>		<b>3</b>		<b>Opgebracht</b>
	<b>100-130</b>	<b>3Cr</b>	<b>14</b>			<b>3</b>		<b>Slootbagger of uit kanaal</b>
	<b>130-170</b>	<b>4Cr</b>	<b>40</b>			<b>3</b>		<b>Rietbagger</b>
	<b>170-215</b>	<b>4Cr</b>		<b>30</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>blgrijs, verlandingsklei (restbedding)</b>
	<b>215-230</b>	<b>4Cr</b>	<b>40</b>			<b>3</b>		<b>Rietbagger</b>
	<b>230-300</b>	<b>4Cr</b>		<b>30</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>blgrijs, verlandingsklei (restbedding)</b>

Op 61 m rand van de gracht talud

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>10</b>	<b>0-50</b>	<b>1A1</b>	<b>2</b>	<b>14</b>		<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>

	50-100	1AC		12		3		Opgebracht
	100-130	1Cg		17		3		Slootbagger of uit kanaal
	130-250	1Cgr		30		3		Gr verlandingsklei
	150-250	2Cr		30		3	4	blgrijs, verlandingsklei (restbedding)

### Op 68 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
11	0-30	1A1	2	14		3		Dgrbr opgebracht
	30-50	1AC		14		3		Opgebracht
	50-100	1Cg		17		3		Lgr opgebracht
	100-180	2Cg		30		3		Gr met roest
	180-220	3Cw	70					Zwart veraard veen
	220-230	4Ab				1		Zwart
	230-250	4Bh				1		Dbr podzol

### Op 79 m boven op het fort

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
12	0-30	1A1	2	14		3		Dgrbr opgebracht
	30-180	1A+C		14		3		Opgebracht
	180-230	1Cg		17		3		Lgr met roest
	230-280	2Cg	10	30		3		Gr met veenbrokken
	280-300	3Cr			160			Dekzand

### Op 89 m boven op het fort

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
13	0-35	1A1	2	24		3		Dgrbr opgebracht
	35-180	1A+C		24		3		Opgebracht
	180-210	2Cg		17		3		Lgr met kalkconcreties
	210-220	3Ab	8		160	1		Zwart
	220-230	3Bh			160	1		Dbr
	230-240	3Cr			160	1		lgrbr
	240-250	4Cr				1		lgr

### Op 100m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
14	0-180	1A+C	5	16		3		opgebracht heel veel houtskool
	180-230	1Cg		20		3		Gr

	230-260	1Cr		17		3		bl kreekbedding
	260-280	2Bh			160	1		Lbruin podzol

Op 110m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
15	0-160	1A+C	2	17		3		Opgebracht houtskool in A1
	160-220	1Cg		28		3		Gr met roest
	220-240	2Ab	8		160	1		Zwart dekzand
	240-260	2Bh			160	1		Dbr podzol

Op 120m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
16	0-35	1A1	4	15		3		Dgr opgebracht houtskool en puin
	35-130	1A+C		15		3		Opgeb mogelijk begraven A1
	130-190	2Cg		30		3		Gr met roest
	190-225	3Cw	60		160	1		Zwart op podzol

Op 125m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
17	0-35	1A1	2	24		3		Dgrbr opgebracht
	35-110	1A+C		24		3		Opgebracht
	110-170	2Cg		17		3		Gr met roest
	170-185	3Cw	60					Zwart
	185-200	3Ab			160	1		Zwart
	200-230	3Bh			160	1		br

Op 130m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
18	0-100	1A+C	2	28		3		Dgrbr opgebracht veel houtskool
	100-170	1Cg		20		3		Opgebracht
	170-220	1Cr		24		3		Gr met roest
	220-250	2Cr			160	1		Lichtbruine onthoofde podzol

Op 135m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
--	-----------------	----------	---------------	-----------	-----	----	---	-------------

<b>19</b>	<b>0-25</b>	<b>1A1</b>	<b>3</b>	<b>13</b>		<b>3</b>		<b>Dgrbr veel houtskool</b>
	<b>25-130</b>	<b>1A+C</b>		<b>17</b>		<b>3</b>		<b>Opgebracht</b>
	<b>130-220</b>	<b>2Cr</b>		<b>22</b>		<b>3</b>		<b>blgr kreekbedding</b>
	<b>220-250</b>	<b>3Cr</b>			<b>160</b>	<b>1</b>		<b>Dekzand verspoeld</b>

### Op 140m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>20</b>	<b>0-25</b>	<b>1A1</b>	<b>3</b>	<b>13</b>		<b>3</b>		<b>Dgrbr veel houtskool</b>
	<b>25-130</b>	<b>1A+C</b>		<b>17</b>		<b>3</b>		<b>Opgebracht</b>
	<b>130-310</b>	<b>2Cr</b>		<b>24</b>		<b>3</b>		<b>blgr kreekbedding</b>
	<b>310-360</b>	<b>3Cr</b>			<b>140</b>	<b>1</b>		<b>Blauwe leem</b>

### Op 145,50 m in de sloot (gracht)

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>21</b>	<b>0-50</b>	<b>1A1</b>	<b>12</b>	<b>13</b>		<b>1</b>		<b>Dgrbr rietbagger grachtvulling</b>
	<b>50-140</b>	<b>1Cr</b>		<b>17</b>		<b>3</b>		<b>Rietbagger grachtvulling</b>
	<b>140-150</b>	<b>2Cr</b>	<b>60</b>					<b>Veenlaagje</b>
	<b>150-200</b>	<b>3Cr</b>			<b>140</b>	<b>1</b>		<b>Blauwe leem</b>

Extra boringen op 7 en 8/04/2010

#### Boring 22 op 5m

0-60 opgehoogd  
60-130 kreekzand

#### Boring 23 op 37m

0-150 opgehoogd  
150-200 kreekzand

#### Boring 24 op 38,50m

0-155 opgehoogd  
155-200 kreekzand

#### Boring 25 op 42m

0-172 opgehoogd met bandjes blauwe klei  
172-240 bruin bandje afgewisseld met blauwe kleibandjes  
240-263 rietbagger  
263-270 kreekzand

#### Boring 26 op 59,50m

0-90 bruin zand met riet en schelpjes (opgehoogd)  
90-140 bruingrijs zand met onderaan rietbagger  
140-170 kreekzand

#### Boring 27 op 65m

0-150	opgehoogd
150-160	verspoelde kreek
160	broekveen

**Boring 28** op 63m

0-170	opgehoogd
170-185	verspoelde kreek
185-200	broekveen

**Boring 29** op 143,50m

0-66	opgehoogd
66-85	slootbagger
85-190	verspoelde kreek met wat riet tussen
190-210	broekveen

## VF\_R3

Boorraai Versevaart startpunt nabij peilbuis (Z-N)

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>1</b>	<b>0-30</b>	<b>1A1</b>	<b>10</b>	<b>14</b>		<b>2</b>		<b>dgr, slootbagger</b>
	<b>30-60</b>	<b>1A+Cg</b>	<b>10</b>	<b>14</b>		<b>3</b>		<b>Dgr gevlekt</b>
	<b>60-70</b>	<b>2Ab</b>	<b>20</b>		<b>160</b>	<b>1</b>		<b>Zwart</b>
	<b>70-80</b>	<b>2BC</b>			<b>160</b>	<b>1</b>		<b>lichtbruin</b>

Op 7 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>2</b>	<b>0-20</b>	<b>1A1</b>	<b>10</b>	<b>14</b>		<b>2</b>		<b>dgr slootbagger</b>
	<b>20-65</b>	<b>1A+Cg</b>	<b>10</b>	<b>14</b>		<b>3</b>		<b>Dgr slootbagger</b>
	<b>65-85</b>	<b>2Cw</b>	<b>50</b>					<b>Zwart veraard</b>
	<b>85-100</b>	<b>2Bh</b>			<b>160</b>	<b>1</b>		<b>Bruin podzol</b>

Op 19 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>3</b>	<b>0-10</b>	<b>1A1</b>	<b>3</b>	<b>12</b>		<b>1</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>10-70</b>	<b>1Cg</b>		<b>12</b>		<b>3</b>		<b>Lgr</b>
	<b>70-95</b>	<b>1Cgr</b>		<b>12</b>		<b>3</b>		<b>grijs</b>
	<b>95-190</b>	<b>1Cr</b>		<b>12</b>		<b>3</b>		<b>blgr</b>
	<b>190-200</b>	<b>2Cr</b>			<b>160</b>	<b>1</b>		<b>Grijs dekzand</b>

Op 27m gracht/wetering

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>4</b>	<b>0-50</b>	<b>1A1</b>	<b>10</b>	<b>12</b>		<b>1</b>		<b>Dgrbr slootbagger</b>
	<b>50-70</b>	<b>1Cg</b>		<b>12</b>		<b>3</b>		<b>gr</b>
	<b>70-280</b>	<b>2Cr</b>		<b>12</b>		<b>3</b>		<b>Blgrijs gelaagd</b>

Op 31m in de gracht

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>5</b>	<b>0-70</b>	<b>1A+C</b>	<b>10</b>	<b>12</b>		<b>1</b>		<b>Dgrbr bagger</b>
	<b>70-90</b>	<b>1Cg</b>		<b>12</b>		<b>3</b>		<b>Gr</b>

	90-200	2Cr		14		3		Blgrijs gelaagd kreekbedding
--	--------	-----	--	----	--	---	--	------------------------------

Op 35,5m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
6	0-30	1A1	3	12		1		Dgrbr
	30-130	1AC	2	9		3		Gr
	130-250	2Cr		20		3		Blgrijs gelaagd kreekbedding

Op 38m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
7	0-30	1A1	4	12		1		Dgrbr
	30-100	1AC		12		3		Gr
	100-280	2Cr		20		3		Blgrijs gelaagd kreekbedding

Op 50 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
8	0-20	1A1	3	24		1		Dgr
	20-45	1Cg1		28		3		Gr
	45-160	1Cg2		20		3		Gr roest
	160-300	1Cr	5	20	160	3	4	Bl met veenbrokken

Op 67 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
9	0-30	1A1	3	17		1		Dgr
	30-100	1ACg	0,5	15		3		Gr
	100-120	1Cg		2	180	3		Gr
	120-200	2Cr			180	3		Blgr geulzand

Op 80 m

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
10	0-30	1A1	3	17		1		Dgr
	30-100	1ACg	0,5	15		3		Gr
	100-140	1Cg		2	180	3		Gr
	140-160	2Cr			180	3		Blgr geulzand

**Op de dijk** voorbij de prikkeldraad

	Diepte in cm- mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>11</b>	<b>0-30</b>	<b>1A1</b>	<b>2</b>	<b>13</b>		<b>3</b>		<b>Dgr</b>
	<b>30-110</b>	<b>1Cg</b>		<b>13</b>		<b>3</b>		<b>Gr opgehoogd</b>
	<b>110-160</b>	<b>2Cg</b>		<b>10</b>		<b>3</b>		<b>lgr</b>

**Voorbij de dijk**

	Diepte in cm- mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
<b>12</b>	<b>0-25</b>	<b>1A1</b>	<b>2</b>	<b>13</b>		<b>3</b>		<b>Dgr</b>
	<b>25-110</b>	<b>1Cg</b>		<b>13</b>		<b>3</b>		<b>Gr opgehoogd</b>
	<b>110-190</b>	<b>2Cr</b>		<b>16</b>		<b>3</b>		<b>lgr</b>
	<b>190-220</b>	<b>3Cr</b>			<b>160</b>	<b>1</b>		<b>dekzand</b>

Extra boringen op 7 en 8/04/2010

**Boring 13** op 34m

0-80 opgehoogd  
80-97 rietbagger  
97-170 kreekzand

**Boring 14** op 46m

0-155 opgehoogd  
155-175 kreekzand met dunne bandjes klei

**Boring 15** op 84m

0-163 opgehoogd  
163 kreekzand

## Losse boringen

Ter hoogte van de veronderstelde toegang tot het Verbrand fort (zuidelijke gracht)

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
Toeg1	0-130	1A+C		2/13				opgebracht
	130-150	2Cw	60					Zwart veen
	150-160	3Ab			160			podzol
	160-200	3Bh			160	1		

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
Toeg2	0-150	1A+C		2/13				opgebracht
	150-190	2Cr	40					Rietbagger
	190-250	3Cr		20				kreekb bedding

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
Toeg3	0-190	1A+C		2/13				opgebracht
	190-220	2Cr	40					Rietbagger
	220-240	3Cr		20				kreekb bedding

	Diepte in cm-mv	horizont	Org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
Toeg4	0-160	1A+C		2/13				opgebracht
	160-180	2Cr	40					Rietbagger
	180-200	3Cr		20				kreekb bedding

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
Toeg5	0-20	A1	4	20		1		Donkergrijs bruin
	20-90	1Cg1		28		3		Grijs
	90-170	1Cr		20		3		Donkerblauw (kreekb bedding)
	170-	2Cr		20	140			Donkerbruin

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
Toeg6	0-20	1A1g	4	20				Donkergrijs bruin
	20-90	1Cgr		26				Grijze klei met puin
	90-200	1Cr						Gelaagd beddingmateriaal

### Boring bovenop het fort

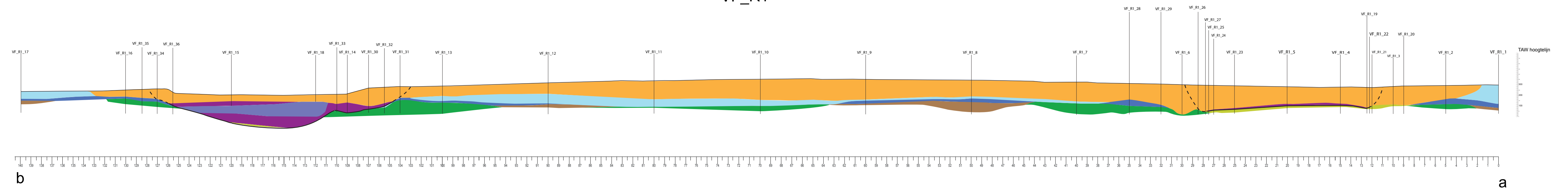
	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
7	0-150	1A1 1A+B+C						Zwarte zavel + podzol op geroerde klei
	150-170			20				Kreekrug
	170-200							Kreebedding

Boringen over het volledige binnenplein volgens een grid van ruwweg 10m op 10m. Overal werd houtskool aangetroffen zonder een duidelijk concentratie (in tegenstelling tot eerdere waarnemingen toen het fort nog als akker in gebruik was).

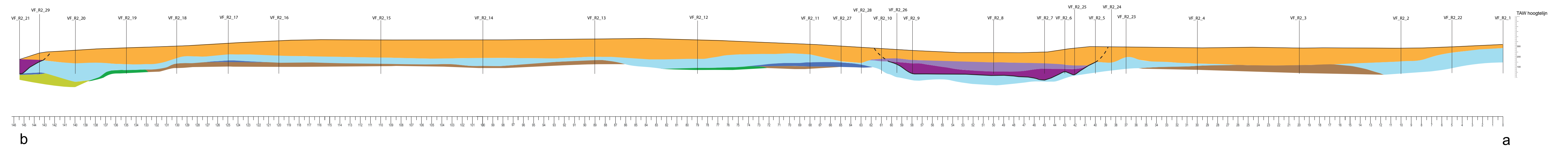
# Verbrand Fort

Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten

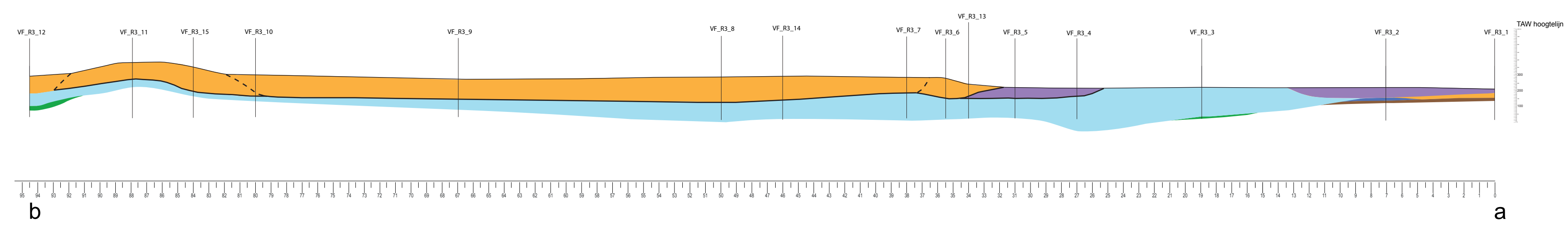
## VF\_R1



## VF\_R2



## VF\_R3














Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.

Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.

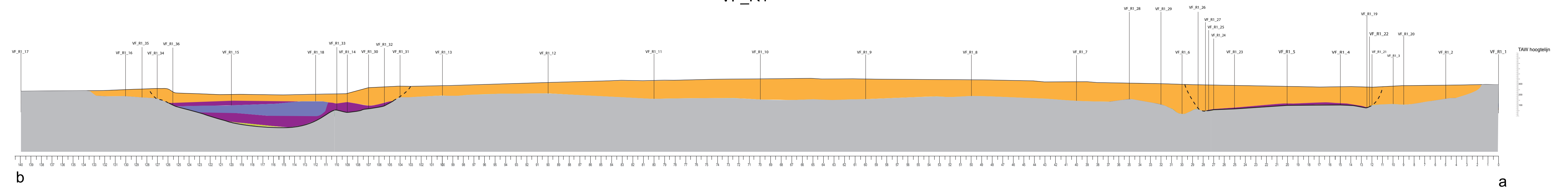
### Legende

- |   |   |
|---|---|
|  Opgehoogd en/of verstoord             |  Kreekfzetting of in situ  |
|  Grachtvulling                         |  Blauwe leem               |
|  Kanaalspecie of slootbagger           |  Broekveen of veraard veen |
|  Blauwgrijze laag                      |  Dekzand met Podzol        |
|  Grens van de uitgraving               |  Dekzand zonder Podzol     |
|  Vermoedelijke grens van de uitgraving |   |

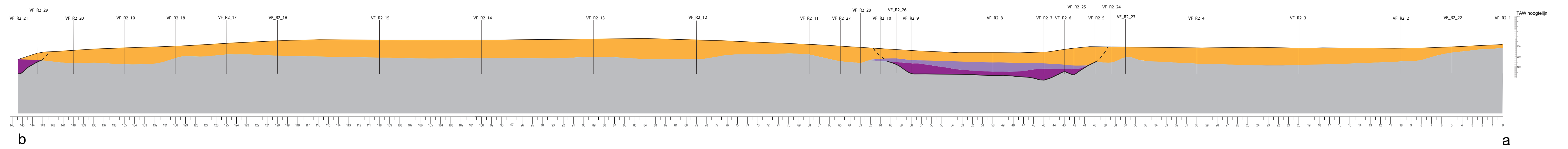
# Verbrand Fort

Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten  
waarbij natuurlijke en antropogene lagen zijn onderscheiden

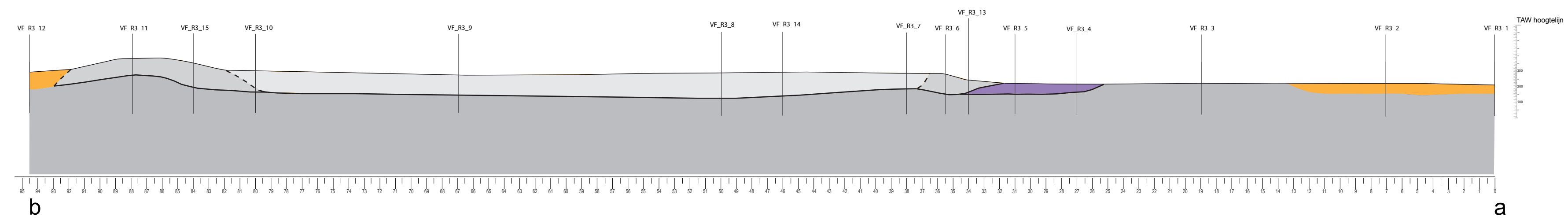
## VF\_R1



## VF\_R2



## VF\_R3





Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.

Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.

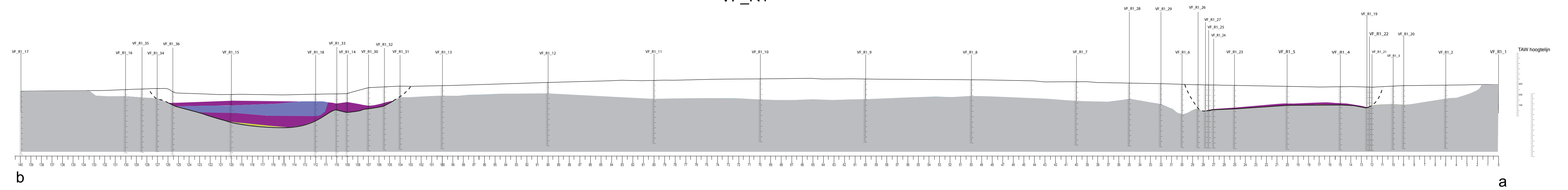
### Legende

- |   |                                       |   |                              |
|---|---------------------------------------|---|------------------------------|
|  | Opgehoogd en/of verstoord             |  | natuurlijk                   |
|  | Grachtvulling                         |  | Oude loop van de Verse Vaart |
|  | Kanaalspecie of slootbagger           |  | Restant dijk                 |
|  | Blauwgrijze laag                      |   |                              |
|  | Grens van de uitgraving               |   |                              |
|  | Vermoedelijke grens van de uitgraving |   |                              |

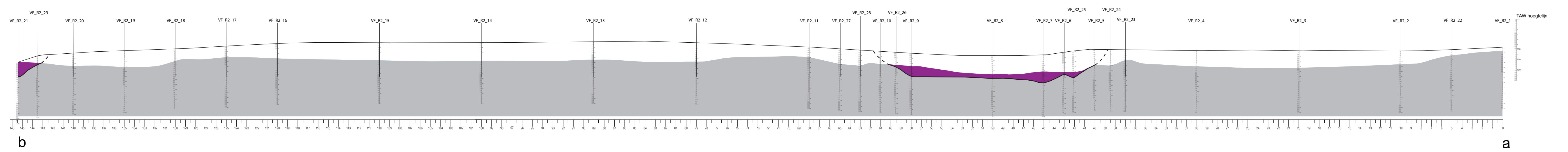
# Verbrand Fort

Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten  
waarbij aangegeven is hoe diep gegraven kan worden

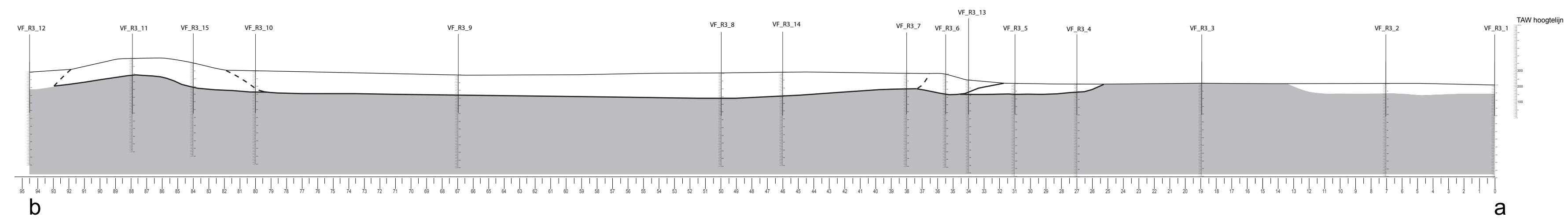
## VF\_R1



## VF\_R2



## VF\_R3



Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.


Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

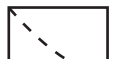
Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.

### Legende

 mag vergraven worden  natuurlijk

 Grachtvulling

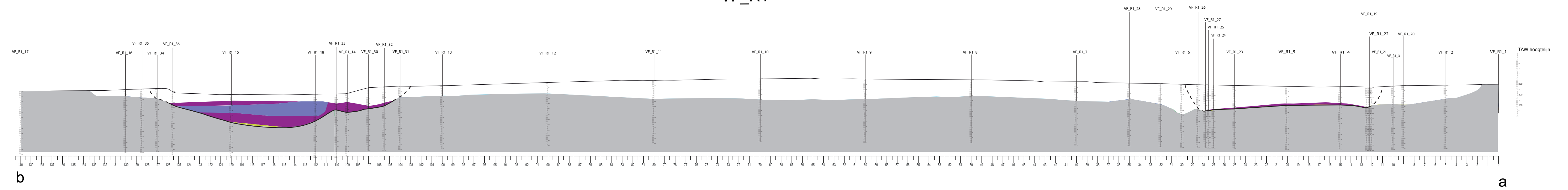
 Grens van de uitgraving

 Vermoedelijke grens van de uitgraving

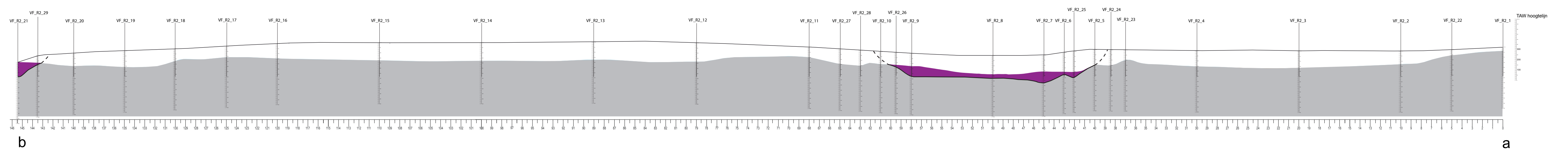
# Verbrand Fort

Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten  
waarbij aangegeven is hoe diep gegraven kan worden

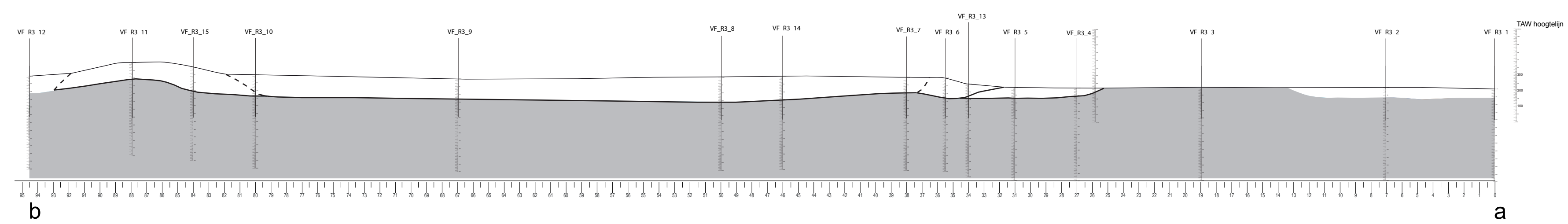
## VF\_R1



## VF\_R2



## VF\_R3



### Legende

mag vergraven worden natuurlijk

Grachtvulling

Grens van de uitgraving

Vermoedelijke grens van de uitgraving

Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.

Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.



## Fort Sint-Donaas

Overzicht uitgevoerd onderzoek:

grens geofysisch onderzoek

raaien bodemkundig onderzoek

en losse boringen: 1- 7 ifv de gracht

raaien elektrische weerstandstomografie



## Fort Sint-Donaas

Overzicht uitgevoerd onderzoek:

grens geofysisch onderzoek

raaien bodemkundig onderzoek

en losse boringen: 1- 7 ifv de gracht

raaien elektrische weerstandstomografie

Resultaten uitgevoerd onderzoek:

aangetroffen restanten van de gracht

vermoedelijke reconstructie van de gracht

# Fort Sint Donaas

## FSD\_R1

Piket zuidzijde

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
1	0-15	1A1	4	16		3		Dgrbr opgehoogd
	15-120	1Cg		11		3		lgr opgehoogd
	120-140	2Cg1		4	160	3		Gr roest in situ
	140-295	2Cg2		20		3		Grijs roest kreekrug
	295-340	2Cr		15		3		Bl kreek gelaagd

Op 9 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
2	0-20	1A1	3	16		3		Dgrbr heterogeen
	20-130	1Cg		20		3		Lgr heterogeen
	130-200	2Cg		17		3		Gr roest in stu kreekrug

Op 22 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
3	0-20	1A1	3	14		3		Dgrbr verstoord en opgehoogd?
	20-130	1Cg		11		3		Heterogeen
	130-200	2Cg		18		3		Gr met roest kreekrug
	200-230	2Cgr		30		3		Blgr met roest
	230-250	2Cr		30		3		Bl geulopvulling

Op 35,5 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
4	0-20	1A1	3	14		3		Dgrbr verstoord
	20-150	1Cg		16		3		Heterogeen, opgehoogd?
	150-200	2Cg		20		3		Gr met roest kreekrug
	200-270	2Cgr		28		3		Blgr met roest
	270-300	2Cr		28		3		Bl geulopvulling

Op 45 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
5	0-20	1A1	3	14		3		Dgrbr verstoord
	20-140	1Cg		9/16		3		Heterogeen, opgehoogd?
	140-200	2Cg		7	140	3		Gr met roest kreekrug

Op 58 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
6	0-20	1A1	3	15		3		Dgrbr verstoord
	20-140	1Cg		16/20		3		Heterogeen
	140-200	2Cg		10		3		Gr met roest kreekrug
	200-230	2Cgr		20		3		Blgr met roest
	230-300	2Cr		20		3		Bl

Op 71 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
7	0-10	1A1	3	14		3		Dgrbr
	10-70	1Cg1		10		3		Gr met schelpresten in situ
	70-110	1Cg2		14		3		Gr met roest met schelpresten
	110-130	1Cgr		28		3		Blgr met roest
	130-200	1Cr		28		3		Bl

Op 80 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
8	0-10	1A1	3	14		3		Dgrbr
	10-130	1Cg		9		3		Gr en roest
	130-200	1Cr		23		3		Bl

Op 100 m in laagte

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
9	0-85	1A+C			160			Opgebracht zand met puinresten
	85-100	2Cgr		16		3		Gr en roest
	100-200	2Cr		30		3		Bl

Op 102 m

	Diepte in cm- mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>10</b>	<b>0-80</b>	<b>1A+C</b>			<b>160</b>			<b>Opgebracht zand met puinresten</b>
	<b>80-100</b>	<b>2Cg</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>3</b>		<b>Dgr met grachtvulling</b>
	<b>100-220</b>	<b>2Cr</b>		<b>20</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Bl</b>
	<b>220-250</b>				<b>160</b>	<b>1</b>		<b>Dekzand podzol</b>

Op de hoogte van de bunker

	Diepte in cm- mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>11</b>	<b>0-250</b>	<b>1A+C</b>		<b>3/15</b>				<b>Opgebracht zand en klei</b>
	<b>250-380</b>	<b>2Cr</b>		<b>20</b>		<b>3</b>		<b>Gr tot blauwgrijs aflopend</b>
	<b>380-400-</b>	<b>2Cr</b>			<b>160</b>			<b>Dekzand grijs</b>

Op de hoogte nabij de watergang

	Diepte in cm- mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>12</b>	<b>0-140</b>	<b>1A+C</b>		<b>3/15</b>				<b>Opgebrachte zavel</b>
	<b>140-300</b>	<b>2Cr</b>		<b>20</b>		<b>3</b>		<b>Kreek</b>
	<b>300-350-</b>	<b>2Cr</b>			<b>160</b>			<b>Dekzand grijs</b>

Extra boringen op 7 en 8/04/2010

**Boring 13** op 95m

0-50 opgehoogd  
50-270 kreek

**Boring 14** op 90m

0-150 kreek

## FSD\_R2

### Op 10 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
1	0-30	1A1	3	14		3		Dgrbr opgehoogd
	30-90	1Cg		10		3		Gr opgehoogd
	90-150	2Cg		15		3		Gr in situ
	150-170	2Cgr		18		3		Blgr met roest
	170-250	2Cr		18		3	4	Bl

### Op 13 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
2	0-30	1A1	3	14		3		Dgrbr opgehoogd
	30-60	1Cg		10		3		lgr opgehoogd
	60-110	2Cg		17		3		Gr
	110-150	2Cr		15		3		Bl

### In de gracht

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
3	0-30	Huisvuil en rommel						Opgehoogd

### Op 45m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
4	0-30	1A1	3	14		3		Dgrbr opgehoogd
	30-140	1Cg		10		3		lgr opgehoogd
	140-160	3Ab		22		3		dgr oude maaiveld
	160-230	3Cr1		20		3		Blgr
	230-350	3Cr2		14		3		Bl

### Op 55m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
--	-----------------	----------	---------------	-----------	-----	----	---	-------------

5	0-25	1A1	3	14		3		Dgrbr opgehoogd
	25-100	1Cg		10		3		lgr opgehoogd
	100-220	2Cg		22		3		Gr met roest
	220-1000	2Cr		20		3		Blgr gelaagd
	1000-1060	3Cr		14		3		Bl

Op 66m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
6	0-50	1A1	4	12		3		Dgrbr opgehoogd
	50-100	1AC		27		3		dgr opgehoogd heterogeen
	100-220	2Cg		24		3		Dg

Op 76m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
7	0-20	1A1	3	20		3		Dgrbr opgehoogd
	20-70	1Cg		26		3		lgr opgehoogd
	70-160	2Cg		16		3		Gr met roest
	160-220	2Cr		10		3		Blgr gelaagd

Op 83m in de drinkput

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
8	0-15	1Cgr		17		3	4	Blgr onthoofde kreekrug
	15-250	1Cr1		14		3	4	Bl kreekbedding
	250-380	1Cr2	3	20		3	4	Dbl gelaagd
	380-500	1Cr3		20		3	3	Blgr gelaagd met zandlenzen

## FSD\_R3

### Piket zuidzijde

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
1	0-15	1A1	3	14		3		Dgrbr opgehoogd
	15-100	1Cg		10/20		3		lgr opgehoogd
	100-170	2Cg		17		3		gr roest
	170-200	2Cr		15		3		Blgr gelaagd

### Op 10 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
2	0-20	1A1	3	14		3		Dgrbr opgehoogd
	20-140	1Cg		12/24		3		lgr opgehoogd
	140-200	2Cg		34		3		gr roest
	200-250	2Cr		28		3		Blgr

### Op 31 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
3	0-20	1A1	3	14		3		Dgrbr opgehoogd
	20-120	1Cg		12/24		3		lgr opgehoogd
	120-200	2Cg		34		3		gr roest

### Op 35 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
4	0-100	1A+C			140	3		heterogeen opgehoogd
	100-200	2Cg		30		3		Gelaagd
	200-250	2Cr		24		3		Bl

## FSD\_R4

### Piket zuidzijde

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
1	0-15	1A	2	15		3		Heterogeen
	15-90	2Cg		12/20		3		Heterogeen
	90-150	2Cr		24		3		Blgr

### Op 4m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
2	0-25	1A1	3	20		3		Zwart opgehoogd
	25-125	1Cg		10/30		3		
	125-150	2Cg		28		3		Blgr

### Op 8 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
3	0-130	1A+C		3/30		3		heterogeen opgehoogd
	130-150	1Cg		30		3		

### Op 12 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
4	0-140	1A+C		3/30		3		heterogeen opgehoogd
	140-160	2Cg		20		3		Gelaagd
	160-200	2Cr	2	24		3		Bl tot dbl

### Op 17m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
5	0-160	1A+C				3		heterogeen opgehoogd
	160-200	2Cg		30		3		Gr met roest
	200-250	2Cr		24		3		Bl

### Op 20 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
6	0-60	1AC		9		3		Opgehoogd?
	60-120	1Cg		7		3		Gelaagd
	120-150	2Cr		15		3		Bl

## FSD\_R5

### Piket zuidzijde

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
1	0-35	1A1		14/20		3		Dgr opgehoogd
	35-100	1Cg		14/20		3		Opgehoogd
	100-200	2Cg		20		3		Gelaagd
	200-380	2Cr		20		3		Blgr gelaagd met zandlenzen
	380-400	3Cr		33		3	4	

### Op 10 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
2	0-20	1A1		14/20		3		Dgr opgehoogd
	20-55	2Cg		14/20	140			Heterogeen
	55-150	3Cg			160			Wit zand opgehoogd
	150-210	4Cg		28		3		Gr met roest
	210-260-	4Cr1		20		3	4	Bl kreekbedding
	260-400	4Cr2				3		bl

### Op 20 m

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
3	0-20	1A1			140			Zand opgehoogd
	20-175	1ACg			140			Heterogeen zand
	175-230	2Cg			160			Gr met roest
	230-250	2Cr		28		3		Gr met roest

## FSD\_R6

Referentieboring 1 op veld ten noord-westen van de zwaluwstaart

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>1</b>	<b>0-20</b>	<b>1A1</b>	<b>3</b>	<b>20</b>		<b>3</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>20-50</b>	<b>1Cg1</b>		<b>30</b>		<b>3</b>		<b>Gr</b>
	<b>50-80</b>	<b>1Cg2</b>		<b>27</b>		<b>3</b>		<b>lGr</b>
	<b>80-130</b>	<b>1Cg3</b>		<b>18</b>		<b>3</b>		<b>Lgr</b>
	<b>130-200</b>	<b>1Cr</b>		<b>14</b>		<b>3</b>		<b>Bl</b>

Referentieboring 2

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>2</b>	<b>0-20</b>	<b>1A1</b>	<b>4</b>	<b>28</b>		<b>3</b>		<b>Dgrbr</b>
	<b>20-50</b>	<b>1ACg</b>	<b>1</b>	<b>32</b>		<b>3</b>		<b>dgr</b>
	<b>50-80</b>	<b>1Cg1</b>		<b>30</b>		<b>3</b>		<b>lGr</b>
	<b>80-140</b>	<b>1Cg3</b>		<b>22</b>		<b>3</b>		<b>Lgr</b>
	<b>140-200</b>	<b>1Cr</b>		<b>20</b>		<b>3</b>		<b>Bl</b>

## FSD\_R7

mogelijke toegangsweg over glacis en buitenwal

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>1</b>	<b>0-70</b>	<b>A + C</b>						<b>Opgebrachte zavel</b>
	70-90	1Cg1		20				Lichtgrijs
	90-120	1Cg2		9				Lichtgrijs

6m naar het zuiden

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>2</b>	<b>0-15</b>	<b>1A1</b>						
	15-30	1Cg1						
	30-80	1Cg2						
	80-							kreeksand

4m naar het noorden

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>3</b>	<b>0-25</b>	<b>1A1</b>						
	25-70	1Cg						
	70-100	1C2						

## FSD\_R8

zuidelijke gracht tussen de zwaluwstaart en het gesaneerde terrein

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
1	0-10	A1						Zavel
	10-70	1Cg						Zavel
	70-220	1Cr		10/20				Kreekrug op kreekbedding

buiten terrein op gesaneerde grond

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
2	0-70	1A + C						Opgebrachte klei
	70-100	1Cr	60					Slootbagger met veel schelpjes (lijkt grachtvulling)
	100-130	2Cr	20					Zwarte grachtbodem, zeer humeus met schelpresten
	130-200	3Cr						Kreekbedding, blauw gelaagd zavel

	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
3	0-60	1C1g		30				Lichtgrijs
	60-160	1Cr		20				Blauw
	160-220	1Cr2		15				Grijs

De zuidelijke gracht start buiten het terrein (net naast de omheining) en is maximaal 2,5m breed.

## Losse boringen

### Gracht 4

overgang bewaarde westelijke gracht en gracht langs het gesaneerde terrein

	Diepte in cm- mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>Gr 4</b>	<b>0-110</b>	<b>A + C</b>						<b>Opgebracht</b>
	110							Baksteen (Duiker)

### Gracht 5

in bewaarde gracht ter hoogte van de noordelijke knik

	Diepte in cm- mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
<b>Gr 5</b>	<b>0-60</b>	<b>A + C</b>						<b>Opgebracht</b>
	60-170	2Cr						Kreekgeul

Extra boringen op 16/03/2010

Boorraai van punt A naar punt B

**Boring 1** op 3,80m van A

Ophoging met puin, geen boring mogelijk

Op drie verschillende plaatsen geprobeerd zonder succes

**Boring 2** op 9,20m van A

Tot 2m geboord: ophoging op kreekzand zonder een spoor van een gracht

**Boring 3** op 12,10m van A

Tot 2,60m geboord: ophoging op kreekzand zonder een spoor van een gracht

**Boring 4** op 13,50m van A

Tot 2,20m geboord: ophoging op kreekzand zonder een spoor van een gracht

**Boring 5** op 25,20m van A

Tot 1,70m geboord: ophoging op kreekzand zonder een spoor van een gracht

Extra boringen op 7 en 8/04/2010

**Boring 6** (dwarsgracht oostelijke knik)

Tot op 3m geboord: ophoging op kreekzand zonder een spoor van een gracht

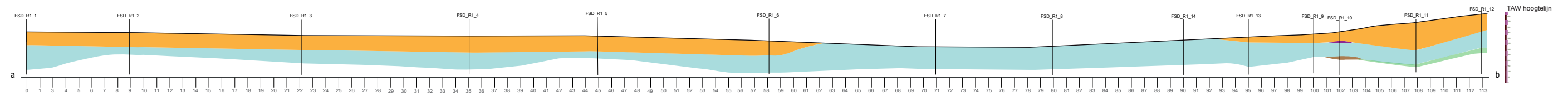
**Boring 7** (dwarsgracht westelijke knik)

Tot op 1,70m geboord: ophoging op kreekzand zonder een spoor van een gracht

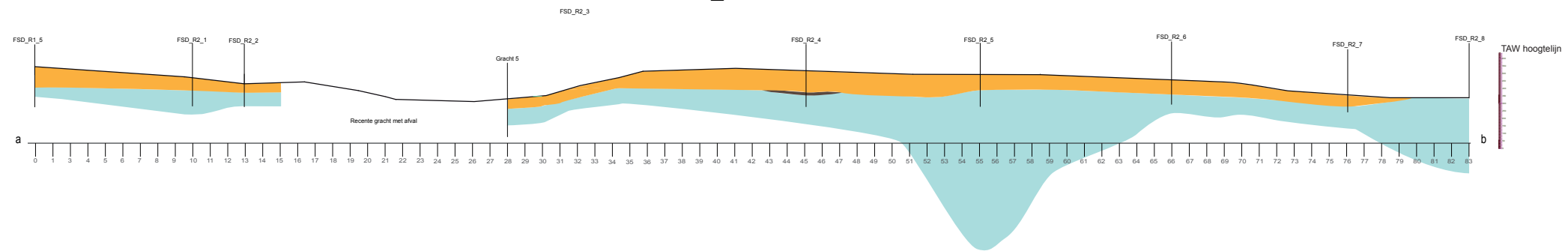
# Fort Sint - Donaas

## Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten

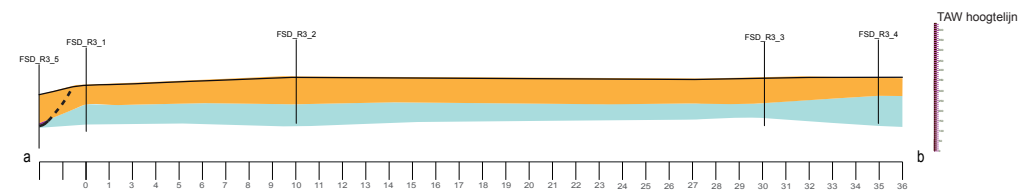
FSD\_R1



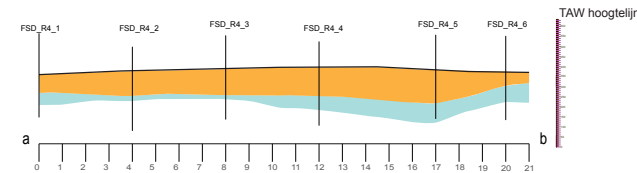
FSD\_R2



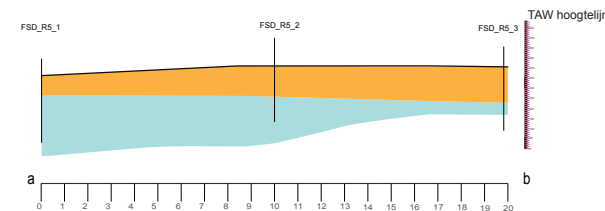
FSD\_R3



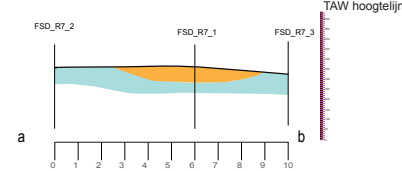
FSD\_R4



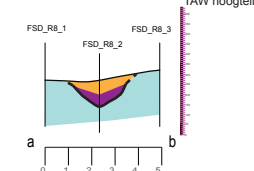
FSD\_R5



FSD\_R7



FSD\_R8



### Legende

- Opgehoogd en/of verstoord
- Grachtvulling
- Humeus laagje
- Kreekaftzetting of in situ
- Dekzand met Podzol
- Dekzand zonder Podzol
- Grens van de uitgraving
- Vermoedelijke grens van de uitgraving

Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.

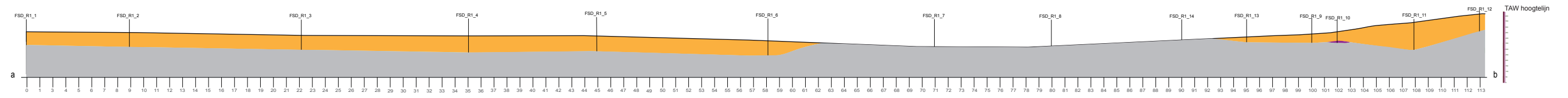
Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.

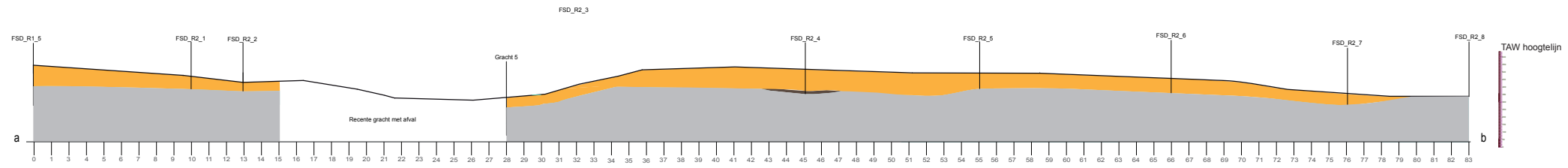
# Fort Sint - Donaas

Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten waarbij natuurlijke en antropogene lagen zijn onderscheiden

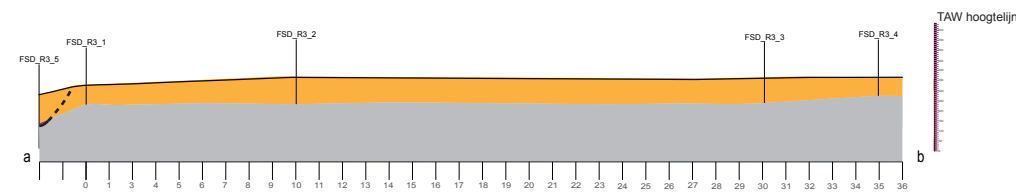
FSD\_R1



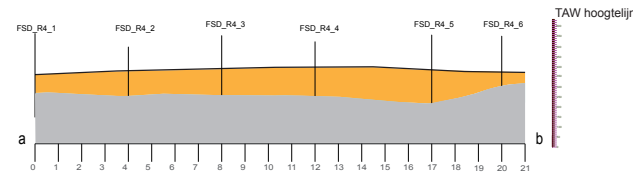
FSD\_R2



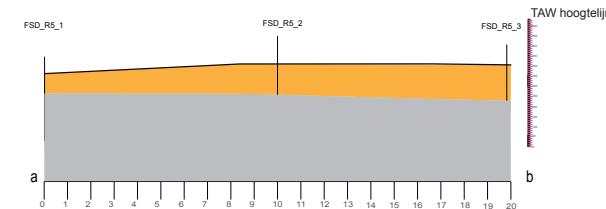
FSD\_R3



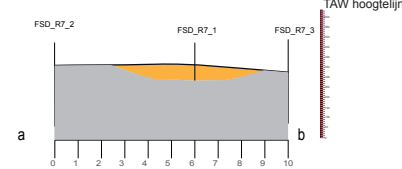
FSD\_R4



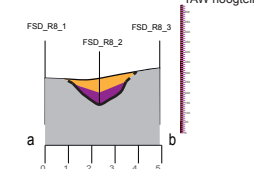
FSD\_R5



FSD\_R7



FSD\_R8



Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.

Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.

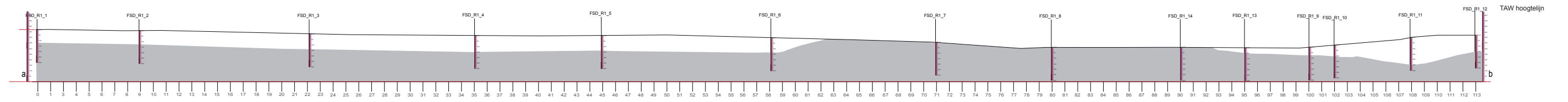
## Legende

- Opgehoogd en/of verstoord
- natuurlijk
- Grachtvulling
- Humeus laagje
- Grens van de uitgraving
- Vermoedelijke grens van de uitgraving

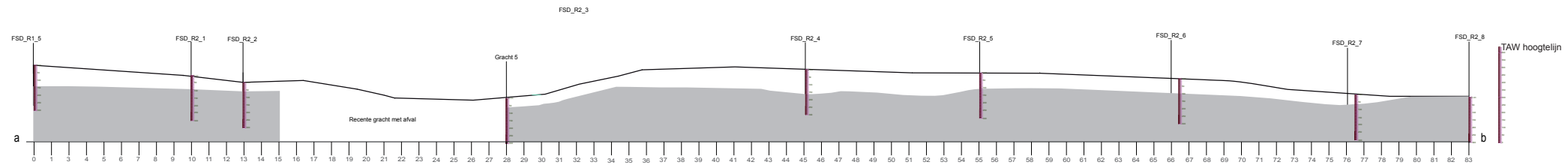
# Fort Sint - Donaas

Boorprofielen met de interpretatie van de boorstaten  
waarbij aangegeven is hoe diep gegraven kan worden

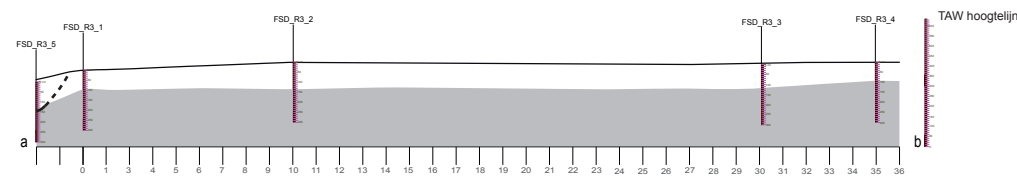
FSD\_R1



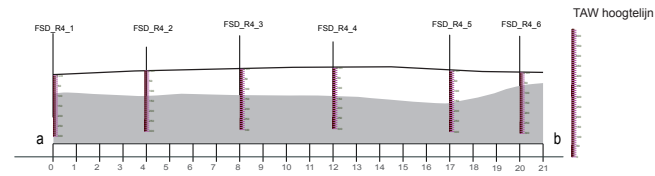
FSD\_R2



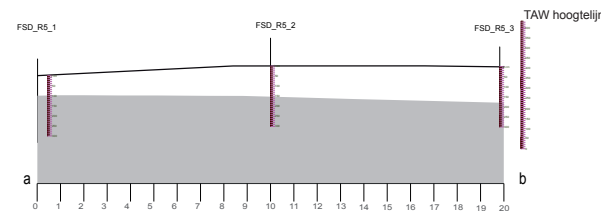
FSD\_R3



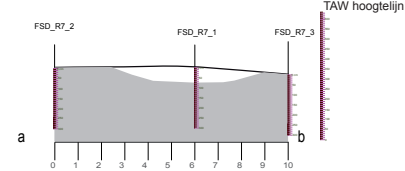
FSD\_R4



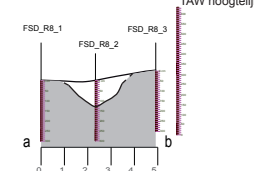
FSD\_R5



FSD\_R7



FSD\_R8



Boringen en interpretatie: John Mulder, Alterra - Baac.

Coördinatie boringen en verwerking: Elisabeth Van Besien, Raakvlak.  
Bieke Hillewaert, Raakvlak.

Planopmaak: Nico Inslegers en Elisabeth Van Besien, Raakvlak.

## Legende

-  mag vergraven worden
-  natuurlijk
-  Grachtvulling
-  Grens van de uitgraving
-  Vermoedelijke grens van de uitgraving

# **Bijlage 15**

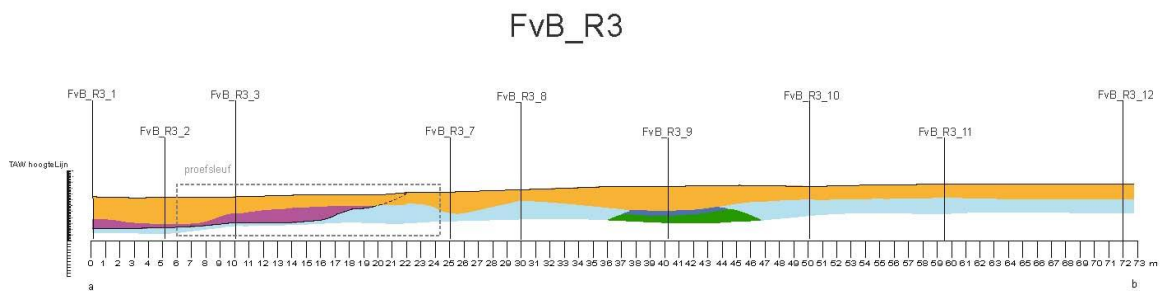
Proefonderzoek uitgevoerd op het Fort van Beieren

Vergunningsnummer 2009/382

Proefonderzoek Fort van Beieren  
5/01/2010

Tussen FvB\_R4 en FvB\_R3 werd over een afstand van 20 m een proefsleuf getrokken. Bedoeling was om na te gaan of er in de buitengracht een ravelijntje aanwezig was. Boringen en het geofysisch onderzoek konden hier geen uitsluitsel over geven. De proefsleuf start op 6 m van het fietspad en loopt door tot aan 25 m van FvB\_R3. Het was niet mogelijk, door instortingsgevaar, om de profielen ter plaatse goed in te tekenen maar met behulp van notities, opmetingen en fotomateriaal is een profiel gereconstrueerd.

Al snel was duidelijk dat er geen sprake was van een ravelijntje maar dat de gracht gewoon doorliep om ter hoogte van FvB\_R3 19,50 m te eindigen. De proefsleuf situeerde zich net in de punt van de redan. In het vlak was duidelijk te zien dat de gracht de punt van de redan volgde. De gracht had een zeer glooiend profiel en was op zijn diepst 1,90 m.



Figuur waarbij de proefsleuf gesitueerd is in boorraai 3.

Ter hoogte van 15m werden de volgende lagen waargenomen:

Op 15m
0-40 bouwlaag
40-60 bruine zandige ophoging
60-65 uitloper gevlekte laag
65-85 bruine zandige laag
85-150 gracht: zandige klei , naar beneden toe een fijnere korrel, van grijs over grijsblauw naar donkergrijs
150-184 rietbagger
184 kreek

## **Bijlage 16**

Lijst met gebruikte afkortingen

ARAB	Algemeen Rijksarchief Brussel
ARAH	Algemeen rijksarchief Den Haag
CAI	Centraal Archeologische Inventaris
EG	elektrische geleidbaarheid
EGs	schijnbare elektrische geleidbaarheid
EWT	elektrische weerstandstomografie
FvB	Fort van Beieren
FSD	Fort Sint-Donaas
Geotiff	gegeorefereerde afbeelding
MS	magnetische susceptibiliteit
MSs	schijnbare magnetische susceptibiliteit
R	boorraai
RAB	Rijksarchief Brugge
SAB	Stadsarchief Brugge
T	tomografieraai
VF	Verbrand Fort