



## Fysisch antropologische analyse Zonnebeke, Frezenbergstraat

■ BAAC Vlaanderen bvba  
■ Hendekenstraat 49, 9968 BASSEVELDE

■ [info@baac.be](mailto:info@baac.be)  
■ [www.baac.be](http://www.baac.be)

Titel  
Fysisch antropologische analyse, Zonnebeke, Frezenbergstraat

Auteur(s)  
Nandy Dolman

Fysisch antropoloog  
Nandy Dolman

Erkende archeoloog  
BAAC Vlaanderen bvba  
OE/ERK/Archeoloog/2015/00020

BAAC-Projectnummer  
2021-0757

Plaats en datum  
Evergem, 1 oktober 2024

Reeks en nummer  
BAAC Vlaanderen Rapport 2677  
ISSN 2033-6896

Wettelijk depot  
KBR

# Inhoud

---

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Doel- en vraagstellingen .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Methoden en technieken .....</b>	<b>2</b>
3.1	Algemeen .....	2
3.2	Geslachtsbepaling .....	3
3.3	Leeftijdsbepaling .....	4
3.4	Berekening lichaamslengte .....	5
3.5	Gebitsgegevens .....	5
3.6	Non-metrische varianten .....	5
3.7	Entheseale veranderingen .....	6
3.8	Pathologieën .....	6
3.8.1	Artropathieën .....	6
3.8.2	Infecties .....	7
3.8.3	Trauma .....	8
3.8.4	Stofwisselingsziekten .....	9
3.8.5	Groei- en ontwikkelingsstoornissen .....	9
3.8.6	Overige ziektes .....	9
3.9	Los bot .....	9
3.10	Grafitueel .....	10
<b>4</b>	<b>Resultaten .....</b>	<b>11</b>
4.1	Loopgraaf .....	12
4.2	Bomkraters .....	16
4.3	Kuil .....	30
4.4	Veldgraf .....	30
<b>5</b>	<b>Conclusie .....</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>Mogelijke vervolganalyse .....</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Lijst met figuren .....</b>	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>Lijst met tabellen .....</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>Bibliografie .....</b>	<b>41</b>
<b>10</b>	<b>Bijlagen .....</b>	<b>43</b>
10.1	Overzicht los bot .....	43
10.2	Overzicht alle resultaten .....	43
10.3	Skeletformulieren .....	43

## 1 Inleiding

De menselijke overblijfselen die werden opgegraven tijdens het archeologische onderzoek te Zonnebeke zijn onderworpen aan een uitgebreide fysisch antropologische analyse met als doel meer te weten te komen over het menselijke verleden. Fysische antropologie kan namelijk een direct inzicht geven in het leven van het individu, gebaseerd op zijn of haar fysieke overblijfselen. Indien er meerdere individuen gevonden worden, kan de analyse van hun skeletresten een beeld geven over onder andere de algemene levenskwaliteit, levensverwachting en gezondheidstoestand van de populatie. In combinatie met de resultaten van andere archeologische technieken draagt het fysisch antropologisch onderzoek bij tot het scheppen van een beeld van vroegere populaties.

Het onderzoek van dit rapport richt zich op de menselijke resten van 12 verschillende contexten te associëren met de Eerste Wereldoorlog. Zeven contexten betreffen enkel los bot. Zes contexten zijn met bot in anatomisch verband aangetroffen. Eén context bevatte een dierlijk bot, dat wordt vermeld in het overzicht van de resultaten maar niet verder werd bestudeerd. In totaal werd er botmateriaal uit negen bomkraters, één loopgraaf, één kuil en één veldgraf bestudeerd.

Onderzoek van menselijke resten uit Wereldoorlogcontexten is zeer specifiek. Het gaat namelijk bijna altijd om mannelijke individuen met een (jonge) leeftijd die over het algemeen dicht bij elkaar ligt. De resultaten kunnen daarom niet rechtstreeks worden vergeleken met algemene populaties. Er wordt dan ook geen demografisch onderzoek gedaan, maar gefocust op het individu. De resultaten worden daarom ook besproken per individu en gegroepeerd per context.

## 2 Doel- en vraagstellingen

De Code van Goede Praktijk<sup>1</sup> bepaalt het doel van onderzoek van sporen met menselijke resten in het kader van een opgraving:

1° informatie vergaren over de omstandigheden en wijze van de depositie van menselijke resten en over tafonomische processen die hier nadien op ingegrepen hebben;

2° een reconstructie maken van de fysische kenmerken van vroegere mensenpopulaties of individuen en van aspecten van hun gedrag.

Dit gebeurt op twee manieren:

1° via aangepaste registratie en onderzoek van de sporen waarbinnen de menselijke resten zich bevinden;

2° via een analyse van de biologische en fysicochemische karakteristieken van de resten zelf van menselijke individuen of populaties.

Om deze doelen te bereiken, dient de biologische identiteit van elk individu opgesteld te worden. Onder de biologische identiteit verstaat men de verzameling van een aantal (biologische) kenmerken van het individu: de leeftijd, geslacht, lichaamslengte, eventuele ziektes en morfogenetische kenmerken. De informatie van de biologische identiteit kan dan gecombineerd worden met data verkregen tijdens de opgraving (oriëntatie van het graf, houding van het individu, etc) om meer inzicht in het begrafenisritueel te krijgen.

<sup>1</sup> AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED 2021

Aangezien het hier om menselijke resten binnen een militaire context uit de Eerste Wereldoorlog gaat wordt de focus van het onderzoek gelegd op het vergaren van informatie voor een positieve identificatie van de individuen en het bestuderen van trauma. Op basis van een leeftijdsbepaling, lichaamslengte en pathologische kenmerken kan er mogelijk een match gevonden worden met een vermiste militair. Er worden daarom ook geen foto's gedeeld uit respect voor het individu en de mogelijke erfgenen. Wanneer nodig worden er wel tekeningen van het bot gepresenteerd.

## 3 Methoden en technieken

### 3.1 Algemeen

Het opstellen van de biologische identiteit gebeurt aan de hand van het toepassen van verschillende technieken. De mate waarin deze technieken aangewend kunnen worden, hangt echter af van de bewaring en volledigheid van het onderzochte skelet. Na de begraafing zijn de resten immers blootgesteld aan verschillende postdepositionele processen zoals verstoringen van het graf (zowel natuurlijk als menselijk), veranderende omgevingsfactoren (vochtigheid, temperatuur,...) en chemische processen die de kwalitatieve conservering en de volledigheid hebben beïnvloed.

De bewaring van de resten wordt met het blote oog beoordeeld en uitgedrukt termen van "slecht", "matig", "goed" en "zeer goed". Om een uniforme beschrijving aan te houden, wordt hieronder een verklaring gegeven van wat onder elke term wordt verstaan<sup>2</sup>:

- Zeer goed - het botmateriaal heeft geen noemenswaardige schade opgelopen;
- Goed - lichte erosie van de cortex, met op sommige plaatsen een iets diepere beschadiging;
- Matig - het grootste deel van de cortex is beschadigd, al gaat de erosie niet overal even diep. Sommige details zijn door de schade niet meer te onderscheiden, maar het profiel van het botmateriaal blijft grotendeels bewaard;
- Slecht - quasi volledige erosie van de cortex, waarbij de normale morfologie en het profiel van het botmateriaal bijna onherkenbaar zijn veranderd.

De fragmentatiegraad van de beenderen wordt eveneens beoordeeld door middel van vier termen. Hierbij wordt gekeken naar het gemiddelde voor het hele individu, niet naar de individuele beenderen:

- Geen - er is quasi geen fragmentatie, de individuele beenderen zijn nagenoeg heel;
- Laag - lichte fragmentatie, maar het merendeel van de individuele beenderen is nog compleet.
- Gemiddeld - er is fragmentatie maar het botmateriaal kan nog in anatomisch verband gelegd worden, en de belangrijkste elementen zijn nog herkenbaar;
- Hoog - het botmateriaal bestaat uit kleine fragmenten die niet meer of moeilijk gereconstrueerd kunnen worden.

Ook de volledigheid van het skelet wordt gedetermineerd. Hierbij wordt er gekeken naar de aanwezigheid van de verschillende skeletdelen, wat uitgedrukt wordt in procenten: 0-25% (het individu is slechts fragmentair bewaard), 25-50% (het botmateriaal is deels bewaard), 50-75%

<sup>2</sup> Naar BRICKLEY & MCKINLEY 2004

(de meerderheid van het skeletmateriaal is bewaard), en 75-100% (het individu is quasi compleet tot compleet).

### 3.2 Geslachtsbepaling

Ook het bepalen van het geslacht bij menselijke skeletresten berust op de veranderingen. Hierbij wordt gekeken naar de secundaire geslachtskenmerken die zich tijdens de puberteit ontwikkelen in het menselijke lichaam. Deze veranderingen uiten zich in een doorgaans duidelijk seksueel dimorfisme in de schedel, de onderkaak en het bekken, wat deze locaties het focale punt maakt van verschillende geslachtsbepalingstechnieken (met een lichte voorkeur voor het bekken, waar de geslachtsbepaling net iets nauwkeuriger is). Daar vele kenmerken pas opzetten bij de puberteit, is het echter meestal niet mogelijk om met voldoende zekerheid voor subadulten – die de puberteit nog moeten doormaken of nog volop in de puberteit zitten of- het geslacht te bepalen. Er bestaan methodes om bij jongere individuen het geslacht te bepalen, maar de betrouwbaarheid is te laag om ook hier toe te passen.<sup>3</sup>

Bij de bepaling van het geslacht dient wel de kanttekening gemaakt te worden dat hiermee alleen het biologische geslacht bepaald kan worden. Geslacht is dus niet te verwarren met gender, wat de sociaal geconstrueerde verschillen inhoudt. Het geslacht van een individu kan dus verschillen van zijn of haar gender.

De bepaling van het geslacht in dit rapport volgt de richtlijnen opgesteld door de *Workshop for European Anthropologists*.<sup>4</sup> Hierbij werden vijf verschillende categorieën opgesteld: vrouwelijk, waarschijnlijk vrouwelijk, onbepaald, waarschijnlijk mannelijk, en mannelijk, waarbij de twee uiterste categorieën voorbehouden zijn voor kenmerken (of individuen) die duidelijk op het geslacht wijzen. “onbepaald” wordt dan weer aan kenmerken gegeven waarvan niet gezegd kan worden dat ze tot een bepaald geslacht horen. De methode van de WEA geeft aan de vijf categorieën een numerieke waarde binnen een interval van -2 (vrouwelijk) tot +2 (mannelijk). Vervolgens worden 24 verschillende kenmerken op de schedel, onderkaak en het bekken beoordeeld en voorzien van een score binnen dit interval. Deze scores worden dan vermenigvuldigd met de gewichtsscore van het specifieke kenmerk en vervolgens bij elkaar opgeteld/afgetrokken. Het resultaat van deze berekening wordt gedeeld door de som van de gewichtsscores, wat een cijfer geeft dat dan het geslacht aanduidt (+1.95 is dan bijvoorbeeld een mannelijk individu).<sup>5</sup> Aanvullend voor deze 24 kenmerken worden ook de criteria van BUIKSTRA & UBELAKER<sup>6</sup> gebruikt.

Daarnaast is er ook nog de techniek van PHENICE<sup>7</sup>, waarbij er wordt gekeken naar drie morfologische kenmerken van het schaambeen (*os pubis*). Deze techniek kent – volgens PHENICE<sup>8</sup> – een nauwkeurigheid van 96% als alle drie de kenmerken gescoord kunnen worden, maar heeft als belangrijkste nadeel dat het schaambeen zelden intact blijft na de begraafing.

Ook de morfologie van het heiligbeen (*os sacrum*) kan gebruikt worden voor de bepaling van het geslacht. Bij mannen is de kromming van het heiligbeen sterker en de vorm smaller dan bij vrouwen.<sup>9</sup>

<sup>3</sup> MAYS & COX 2000, pp.121–125

<sup>4</sup> Workshop of European Anthropologists 1980

<sup>5</sup> Workshop of European Anthropologists 1980; MAAT & MASTWIJK 2012

<sup>6</sup> BUIKSTRA & UBELAKER 1994

<sup>7</sup> PHENICE 1969

<sup>8</sup> PHENICE 1969, p.300

<sup>9</sup> BASS 1987, p.108

Naast de morfologische kenmerken kan er ook gebruik gemaakt worden van enkele osteometrische technieken, waarbij verschillende delen van het skelet opgemeten worden. De verkregen waarden worden dan vergeleken met standaardwaarden die door uitgebreide analyse en onderzoek algemeen gelden als mannelijk of vrouwelijk. Specifiek gaat het hier om de maten genomen van de kop van de bovenarm (*caput humeri*) en de kop van het bovenbeen (*caput femoris*)<sup>10</sup>, de maximale lengte van het sleutelbeen (*clavicula*)<sup>11</sup>, de maximale lengte van het schouderblad (*scapula*), de maximale lengte en breedte van de glenoid (de gewrichtskom van het schouderblad)<sup>12</sup>, de maximale breedte van het distale uiteinde van de bovenarm<sup>13</sup> en het bovenbeen<sup>14</sup>, en de ischiopubic index<sup>15</sup>. Deze metingen zijn enkel bedoeld als aanvulling bij de morfologische geslachtsbepaling, aangezien ze niet voldoende zijn om alleenstaand te gebruiken.

### 3.3 Leeftijdsbepaling

De bepaling van de sterfteleeftijd van een individu berust op het onderzoeken van zo veel mogelijk verschillende indicatoren. De nauwkeurigheid van de uitkomst hangt echter af van welke leeftijdscategorie er onderzocht wordt: door het vaste patroon waarin de vorming, groei, verbening en sluiting van tanden, groeischijven en andere skeletelementen verloopt, is het bij subadulten (<19 jaar) mogelijk om een vrij accurate leeftijdsbepaling te bekomen. Specifiek gebeurt dit door te kijken naar de ontwikkeling en het doorbreken van de tanden<sup>16</sup>, de algemene ossificatie (verbening) van het skelet (schedelbasis en wervelkolom)<sup>17</sup>, het sluiten van de groeischijven (epifysen) van de lange pijpbeenderen<sup>18</sup> en de lengte van de lange pijpbeenderen en van het sleutelbeen<sup>19</sup>. Aangezien de sterfteleeftijd met deze methodes vrij nauwkeurig bepaald kan worden, wordt de term “subadult” nog onderverdeeld in verschillende leeftijdsgroepen:

- Foetaal: <38 weken
- Perinataal: 38-42 weken
- Infantiel: 42 weken – 3 jaar
- Kind: 4 – 6 jaar
- Juveniel: 7 – 12 jaar
- Adolescent: 13 – 17 jaar

Enmaal alles volgroeid is (rond het 25<sup>e</sup> levensjaar) kan alleen nog de mate van slijtage in de gewrichten (en dan met name de symfyse van het schaambeent (*facies symphalis*)<sup>20</sup> en het gewrichtsoppervlak van het darmbeen (*facies auricularis*)<sup>21</sup>), de sluiting van de schedelnaden aan de buitenkant van de schedel<sup>22</sup> en de vergroeiing van groeischijven die pas rond of na het 18<sup>e</sup> levensjaar sluiten (de bovenste rand van het darmbeen (*crista iliaca*), de groeischijf van het zitbeen (*tuber ischiadicum*), de mediale epifyse van het sleutelbeen (*clavicula*), de vergroeiing van het borstbeen (*corpus sterni*) en de synchondrose van het achterhoofdsbeen (*os occipitale*) met het wiggebeen (*os sphenoidale*)<sup>23</sup>, beoordeeld worden. Net zoals bij de geslachtsbepaling worden ook bij de leeftijdsbepaling zo veel mogelijk indicatoren gebruikt

<sup>10</sup> STEWART 1979

<sup>11</sup> MCCORMIC & STEWART 1991

<sup>12</sup> BAINBRIDGE & TARAZAGA 1956

<sup>13</sup> STEYN & IŞCAN 1999

<sup>14</sup> STEYN & IŞCAN 1997

<sup>15</sup> SCHULTZ 1930; HANNA & WASHBURN 1953

<sup>16</sup> UBELAKER 1989

<sup>17</sup> SCHAEFER et al. 2009

<sup>18</sup> SCHAEFER et al. 2009

<sup>19</sup> SCHEUER et al. 2000

<sup>20</sup> BROOKS & SUCHEY 1990; TODD 1920

<sup>21</sup> LOVEJOY et al. 1985; BUCKBERRY & CHAMBERLAIN 2002

<sup>22</sup> MEINDL & LOVEJOY 1985

<sup>23</sup> SCHAEFER et al. 2009

om een zo accuraat mogelijke bepaling te bekomen. Voor individuen ouder dan 25 is de precisie van de methodes echter veel kleiner, wat bijgevolg veel grotere leeftijdscategorieën oplevert:

- Jong volwassene: 18 – 35 jaar
- Midden volwassene: 36 – 50 jaar
- Oud volwassene: 50+ jaar

Wanneer er een overlap is tussen twee categorieën, is op basis van de gemiddelde leeftijd een categorie aangewezen. In enkele gevallen is het niet mogelijk om een individu in een van de bovengenoemde leeftijdscategorieën te plaatsen. Meestal is dit als gevolg van een slechte bewaring of omdat het individu onvolledig is. In dit geval kan soms op basis van de afmetingen van het bot of de afwezigheid van groeischijven gezegd worden dat het om een volwassene van 18+ gaat.

### 3.4 Berekening lichaamslengte

Indien er van een volwassen individu lange pijpbeenderen intact bewaard zijn gebleven, kan ook de lichaamslengte bepaald worden. Voor de berekening hiervan wordt gebruik gemaakt van de formules ontwikkeld door TROTTER & GLEESER 1958 en TROTTER 1970. Hierbij worden één of meerdere beenderen opgemeten, waarna er via een berekening een mogelijke lichaamslengte bekomen wordt. Aangezien de relatie tussen de lengte van het bot en de lengte van het individu niet 1:1 is, wordt er bij de berekende lichaamslengte een standaarddeviatie voorzien. Deze is het kleinst bij het dijbeen (*femur*), en bij de combinatie van de meting van het dijbeen en het scheenbeen (*tibia*), dus zal er in dit onderzoek bij meerdere intacte pijpbeenderen de voorkeur gegeven worden aan deze metingen. Indien deze metingen niet uitgevoerd kunnen worden, wordt er gekozen voor de eerstvolgende meting met de laagste standaarddeviatie.

### 3.5 Gebitsgegevens

Een belangrijk onderdeel in de fysisch antropologische analyse is het bestuderen van de gebitsgegevens. Naast de sterfteleeftijd kan het gebit namelijk ook informatie geven over het dieet, de gezondheid en bepaalde gewoontes van het individu. Daarom werd in dit onderzoek gekeken naar het aantal aanwezige tanden (zowel permanente als melktanden), de doorbrekende of nog niet doorgebroken tanden, de congenitaal afwezige tanden, de *ante mortem* (voor de dood) en *post mortem* (na de dood) verloren tanden, en de congenitaal afwezige tanden. Voor de aanwezige tanden kan dan gekeken worden of er tandbederf (cariës), tandsteen of glazuurhypoplasie te observeren valt, en wordt ook het omliggende bot gecontroleerd op tekenen van abscessen of vergevorderde tandvleesontsteking (parodontitis). Ook andere zaken (extra tanden, andere gebruikssporen, etc) worden genoteerd.

Bijkomend wetenschappelijk onderzoek (DNA, isotopen, etc) op het gebit van de individuen is in dit rapport niet gebeurd.

### 3.6 Non-metrische varianten

Non-metrische varianten, ook wel morfogenetische kenmerken genoemd, zijn kleine variaties in het skelet die doorgaans geen invloed hebben op het dagelijkse leven van het individu. De term non-metrisch doelt op het feit dat deze varianten niet gemeten kunnen worden en enkel op basis van aan- of afwezigheid worden geregistreerd. Sommige van deze varianten zijn



erfelijk bepaald en kunnen daarom ook gebruikt worden voor genetische verwantschapsstudies.

De varianten worden opgedeeld in drie grote groepen: varianten in het gebit, cranium en postcraniale skelet. Voor een uitgebreide beschrijving van de verschillende varianten, wordt verwezen naar HAUSER & DE STEFANO 1989 en FINNEGAN 1978. De verschillende varianten binnen deze populatie worden systematisch vastgesteld maar de resultaten worden hier niet verder geïnterpreteerd, enkel indien er opmerkelijke afwijkingen worden waargenomen.

### 3.7 Entheseale veranderingen

De term enthesopathieën is afgeleid uit de Engelse literatuur (*enthesopathies*) en duidt op de morfologische veranderingen van het bot ter hoogte van spier, pees en ligament aanhechtingen, zogenaamde ‘*entheses*’, als reactie op trauma of biomechanische stress.<sup>24</sup> Dergelijke reacties uiten zich als exostose en/of erosie ter hoogte van de verschillende *entheses*, en onderscheiden zich van incidentieel trauma doordat de verbening zich ontwikkelt door herhaaldelijk gebruik van de spier over een langere periode.<sup>25</sup> Deze veranderingen dragen bij aan de studie van activiteiten in archeologische contexten, en worden daarom ook wel als *musculoskeletal stress markers* of *markers of occupational stress* beschouwd.<sup>26</sup>

Voorheen werden deze kenmerken onderverdeeld bij de non-metrische varianten die gerelateerd zijn aan bepaalde activiteiten waarbij het bot zich aanpast aan (herhaalde) bewegingen of activiteiten.<sup>27</sup> De oorsprong van deze veranderingen zijn echter multifactorieel en ook onderhevig aan het geslacht, de leeftijd, ziektes en genetische input.<sup>28</sup>

### 3.8 Pathologieën

Doorheen het leven komt elk individu in aanraking met allerlei ziektes, trauma's of aandoeningen. Gezien de durabiliteit van botmateriaal en de kracht (of tijd) nodig om een (blijvende) verandering aan de bestaande morfologie aan te brengen, is het niet verwonderlijk dat het overgrote deel van deze ziektes niet te zien zijn op het botmateriaal. Enkel langdurige of chronische aandoeningen (zoals artrose, jicht, tuberculose, infecties, tumoren, groei- en ontwikkelingsstoornissen,...), traumatische externe krachten of herhaalde overbelasting (wat resulteert in botbreuken, dislocaties en andere verwondingen) zijn krachtig genoeg of lang genoeg actief in het lichaam om een spoor na te laten. Hierbij dient wel gemeld te worden dat de aanwezigheid van dergelijke ziektebeelden in het botmateriaal niet noodzakelijk een doodsoorzaak aanwijst, en dat individuen die geen ziektebeelden vertonen niet noodzakelijk kerngezond zijn.

Pathologieën kunnen grotendeels geclassificeerd worden op basis van hun etiologie. Concreet zijn er vijf grote categorieën: artropathieën, infecties, traumata, stofwisselingsziektes, groei- en ontwikkelingsstoornissen. Een zesde categorie, de overige pathologieën, omvat ziektes met een ongekende of andere etiologie dan de hoofdcategorieën.

#### 3.8.1 Artropathieën

Artropathieën, of aandoeningen van het gewricht, zijn een veelvoorkomend euvel en kunnen informatie geven over de levensstijl van de onderzochte individuen. Een van de meest

<sup>24</sup> VILLOTTE et al. 2010

<sup>25</sup> MARIOTTI et al. 2004; REDFERN & ROBERTS 2019, p. 258

<sup>26</sup> JURMAIN et al. 2012; HAWKEY & MERBS 1995; KENNEDY 1983; MEHMET & KENNEDY 1989

<sup>27</sup> MAYS 1998, p.102

<sup>28</sup> VILLOTTE et al. 2010; SICK 2021

voorkomende artropathieën (en tevens ook een van de meest voorkomende pathologieën) is osteoartrose (OA), waarbij naarmate de ziekte vordert het kraakbeen in een bepaald gewricht (of meerdere gewrichten tegelijkertijd) afgebroken wordt. Dit veroorzaakt een ontstekingsreactie in het aangetaste gewricht, wat dan weer tot verschillende botreacties leidt: de formatie van nieuw bot aan de randen van het gewricht (osteofyten), de formatie van nieuw bot op het articulatievlak van het gewricht, kleine gaatjes op het articulatievlak (*pitting*), veranderingen van het normale profiel van het gewricht, en, in het laatste stadium van de ziekte, polijsting van het gewrichtsvlak als gevolg van bot-op-bot contact (wat een glad, spiegellend oppervlak (eburnatie genoemd) oplevert).<sup>29</sup> Concreet komt artrose voor bij elk levend wezen met synoviale gewrichten, dus is de kans dat deze ziekte vastgesteld wordt in een archeologische populatie bijzonder hoog. In ROGERS & WALDRON 1995 wordt gesteld dat OA, in afwezigheid van eburnatie, enkel mag gediagnosticeerd worden op basis van minstens twee van de volgende factoren: marginale botgroei (*osteophytes*), erosie van het gewrichtsoppervlak (*pitting*) en verandering in de gewrichtscontouren. Er is dan ook pas melding gemaakt van OA wanneer twee of meer factoren aanwezig zijn. Daarnaast wordt het onderscheid gemaakt in *vertebrale osteoartrose* (VOA), osteoartrose van de facetgewrichten van de wervelkolom, en *perifere osteoartrose* (POA), osteoartrose in alle andere gewrichten.

Degeneratieve gewrichtsaandoeningen in de wervelkolom die niet plaatsvinden in de synoviale gewrichten worden onder een aparte groep besproken. De meest voorkomende aandoening binnen deze groep is *degenerative disc disease of intervertebral disc disease* (DDD), waarbij de tussenwervelschijven, het kraakbeen tussen de wervels, (*disci intervertebrales*) door slijtage platter worden en tussen de wervellichamen worden uitgeperst. Net als bij artrose zorgt ook dit voor marginale botgroei aan de randen van de wervellichamen (*vertebrale osteophytose*) en degeneratieve veranderingen van het gewrichtsoppervlak (waaronder vorming van kleine gaatjes of *pitting*). Bij DDD worden voornamelijk de cervicale en onderste lumbale wervels aangetast.<sup>30</sup>

*Schmorlse noduli* zijn een veelvoorkomend euvel bij DDD, maar kunnen ook afzonderlijk voorkomen en worden daarom apart gerapporteerd. Deze noduli ontstaan doordat de kern van de tussenwervelschijf in de boven- en onderzijde van de aanpalende wervellichamen wordt gedrukt, wat resulteert in een duidelijk gemarkeerde depressie. *Schmorlse noduli* komen meer voor bij oudere individuen, maar zijn niet specifiek een ouderdomskwaal. Zo kunnen ze ook voorkomen op jongere leeftijd bij mensen die veel druk uitoefenen op hun rug, zoals bijvoorbeeld professionele sporters.<sup>31</sup>

Er zijn nog meerdere, minder frequente artropathieën (Gout, reuma, DISH, etc.) waarvan de diagnose of etiologie soms moeilijk te maken is. Indien deze zich voordoen wordt bij de resultaten de nodige informatie en argumentatie voor de aanwezigheid van deze aandoening meegegeven.

### 3.8.2 Infecties

Het menselijke lichaam kan infecties oplopen door besmetting met micro-organismen zoals bacteriën, schimmels, virussen en parasieten. Niet elke infectie is terug te vinden op het botmateriaal; er is een bepaalde intensiteit of tijdsduur nodig vooraleer er veranderingen aan het bot opgemerkt worden, waardoor het aantal infecties dat opgemerkt wordt in archeologische populaties meestal een onderschatting is van het werkelijke aantal infecties in de populatie.

<sup>29</sup> WALDRON 2009, pp.27–28

<sup>30</sup> BURT et al. 2013, p. 60; WALDRON 2009, pp.42–43

<sup>31</sup> WALDRON 2009, p.45

De identificatie van infectieziektes is een complexe zaak gezien deze gepaard kunnen gaan met zowel destructie van het bot als het aanmaken van nieuw bot. In eerste instantie wordt nieuwe botgroei of *periosteal new bone formation* (PNBF) vastgesteld. Dit karakteriseert zich eerst als *woven bone*, chaotische botgroei, dat later remodelleert in *lamellar bone*, een gestructureerde vorm van nieuw bot. De oorzaak van PNBF is echter zeer divers en kan naast infectie gerelateerd zijn aan bijvoorbeeld trauma, gewrichtsziektes en stofwisselingsziekten.

Om de verschillende ziektes van elkaar te onderscheiden wordt er gekeken naar de locatie en spreiding van PNBF. Specifieke infectieziektes, zoals lepra, syfilis of tuberculose, worden veroorzaakt door een specifiek organisme en manifesteren zich in specifieke delen van het lichaam. Wanneer PNBF incidenteel is en zich beperkt tot een lokale zone in het skelet is er eerder sprake van trauma, lokale ontsteking of neoplasie. Infectieuze PNBF daarentegen is meestal wijd verspreid en bilateraal (symmetrisch) op het skelet aanwezig, gezien de infectie via de bloedsomloop zich doorheen de rest van het lichaam verspreid. Wanneer een specifieke ziekte geïdentificeerd kan worden wordt een gedetailleerde beschrijving van de ziekte bij de resultaten omschreven.<sup>32</sup>

### 3.8.3 Trauma

Sporen van trauma – zowel accidentele als bewuste – worden vaak aangetroffen in het skelet. Meest voorkomend zijn fractures, al kan er afhankelijk van de opgegraven periode ook een hoog percentage aan gewelddadige traumata aangetroffen worden.

Bij trauma worden drie varianten onderscheiden: antemortem, perimortem, en postmortem. Antemortem is het makkelijkst te herkennen; de traumatische gebeurtenis gebeurde enige tijd voor de dood, waardoor het lichaam de tijd kreeg om op de veranderde situatie te reageren. Meestal gebeurt dit in de vorm van nieuwe botgroei en periostale reacties in het getroffen bot.

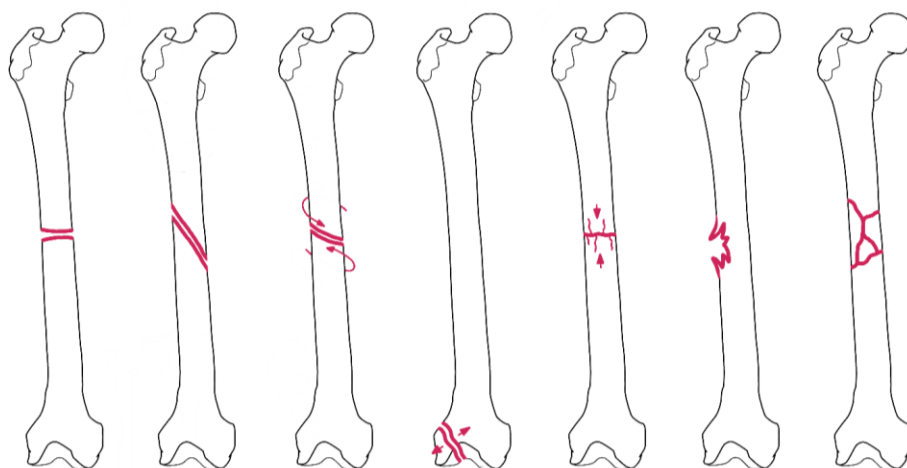
Perimortem trauma werd toegebracht rondom de tijd van overlijden. Het trauma kan dan een oorzaak zijn van het overlijden zelf (zoals bijvoorbeeld verhangen), maar dit is niet noodzakelijk. Omdat het lichaam geen kans krijgt om (archeologisch zichtbaar) te reageren, is deze vorm van trauma moeilijk te onderscheiden van postmortem trauma. Dit soort trauma dekt namelijk alles van mutilatie van het recent gestorven individu tot beschadiging tijdens de opgraving en het verwerken van het skeletmateriaal. Beschadiging van het botmateriaal tijdens of na de opgraving is echter makkelijker te herkennen omdat het beschadigde oppervlak een veel lichtere kleur zal hebben dan het overige botmateriaal.<sup>33</sup>

Vormen van trauma zijn onder andere breuken, dislocaties, verwondingen, schotwonden, medische ingrepen, en gelegaliseerd trauma. Onder medische ingrepen worden amputaties, schedelboringen en autopsies verstaan. Gelegaliseerd trauma verwijst dan weer naar straffen voor wetsovertreders, zoals verhangen en onthoofding. Een uitgebreider overzicht van de verschillende soorten trauma is te vinden in WALDRON 2009, pp.138–167.

Gezien het hier om oorlogsslachtoffers is het veel voorkomen van trauma gebruikelijker. De verschillende types van trauma vragen hier dan ook wat meer uitleg. Enerzijds kan er sprake zijn van *sharp* en *blunt force* trauma. *Sharpe force* duidt op trauma dat is veroorzaakt door een scherp en vaak penetrerend object terwijl *blunt force* wordt veroorzaakt door een stomp object. Dit kan leiden tot verschillende types van fractures. De terminologie van deze fractures is afgeleid van REDFERN & ROBERTS 2019 en AOTrauma 1987. Onderstaande tekening geeft een indicatie van de gebruikelijke terminologie.

<sup>32</sup> WALDRON 2009, pp.115–117; NIKITA 2017

<sup>33</sup> WALDRON 2009, p.138



*Figuur 1: Van links naar rechts: transversale fractuur, oblique fractuur, spiraal fractuur, avulsie fractuur, impacted fractuur, greenstick fractuur en complexe of meervoudige fractuur (meer dan 2 fragmenten).*

#### 3.8.4 Stofwisselingsziekten

De stofwisseling in het menselijke lichaam zorgt voor de omzetting van voedingsstoffen in bouwstoffen en energie, wat noodzakelijk is voor de normale werking, groei en onderhoud van het lichaam. Bij de verstoring van dit proces spreekt men van een stofwisselingsziekte of metabole ziekte. Sommige van deze ziektes zijn ook zichtbaar in het skelet en uiten zich onder andere in abnormale porositeit en misvorming van het bot. Voor meer uitleg, zie WALDRON 2009, pp.118-137.

#### 3.8.5 Groei- en ontwikkelingsstoornissen

Biologisch gezien is het menselijk lichaam pas volgroeid rond het 25<sup>e</sup> levensjaar. Tot die tijd heeft het lichaam nog tijd nodig om zich te ontwikkelen, een delicaat proces dat bijzonder gevoelig is voor verstoringen. Deze verstoringen kunnen zowel een externe (voeding, levensomstandigheden) als een interne (genetica) oorzaak hebben. Deze ziektes uiten zich op diverse wijzen en worden indien aanwezig verder in detail bij de resultaten besproken.<sup>34</sup>

#### 3.8.6 Overige ziektes

Sommige ziektes zijn niet onder te verdelen in één van de hoofdcategorieën. Er is soms geen duidelijke oorzaak van de ziekte of deze is juist anders dan die van de specifieke categorieën. Deze ziektes worden binnen deze categorie apart besproken.

### 3.9 Los bot

In zeven contexten is enkel los botmateriaal aangetroffen, de beenderen lagen niet in anatomisch verband. Met het blote oog is het dus niet meer mogelijk om de beenderen aan

<sup>34</sup> WALDRON 2009, p. 191-218

hetzelfde individu te koppelen en bijgevolg is een uitgebreide analyse van de beenderen niet altijd mogelijk.

Wel kan een minimum aantal individuen (MNI) afgeleid worden, waarbij aan de hand van de aanwezige elementen wordt gekeken hoeveel individuen minimaal aanwezig zijn in het assemblage. Hierbij wordt rekening gehouden met de anatomie van het menselijk lichaam en de hoeveelheid dubbele beenderen. Twee linker bovenarmen wijst bijvoorbeeld op minstens twee individuen. Naast anatomie wordt er ook rekening gehouden met leeftijds- en geslachtsindicatoren.

Aangezien de beenderen in dit geval steeds duidelijk afgebakend zijn aangetroffen per context, de contexten onderling redelijk verspreid van elkaar zijn aangetroffen en het van belang is om deze contexten ook apart te bespreken, wordt het MNI bepaald per context. Er kan echter niet volledig uitgesloten worden dat verschillende contexten, die wel bij elkaar in de buurt zijn aangetroffen, alsnog de beenderen bevatten van hetzelfde individu.

Gezien identificatie van de individuen een belangrijke rol speelt wordt van het los bot ook zoveel mogelijk informatie vergaard over een potentiële leeftijd, geslacht, lichaamslengte en eventuele ziekteverschijnselen en trauma zoals hierboven is beschreven.

### 3.10 Grafitueel

De resultaten worden besproken per individu en gegroepeerd per context, namelijk diverse bomkraters, een loopgraaf, een kuil en een veldgraf. Het betreft militaire contexten waarbij het botmateriaal niet noodzakelijk doelbewust begraven is, maar ook ter plekke op de veldslag en aan de toenmalige oppervlakte is achtergelaten. Aan de hand van de lichaamspositie, de aanwezigheid van één of meerdere individuen, de manier van depositie (al dan niet in een omhulsel) kunnen de contexten verder geïnterpreteerd worden.

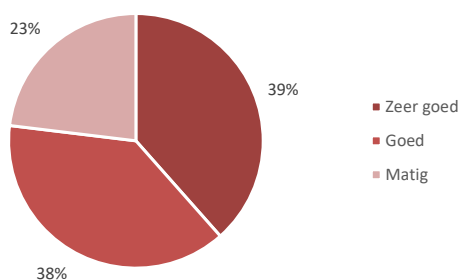
## 4 Resultaten

In totaal zijn er twaalf verschillende contexten bestudeerd met menselijk botmateriaal, goed voor minstens dertien individuen. Zes van deze individuen lagen (gedeeltelijk) in anatomisch verband. De rest van het botmateriaal is uit verband aangetroffen en wordt beschouwd als los bot.<sup>35</sup> Hieronder wordt een overzicht weergegeven van de context per individu.

Tabel 1: Overzicht context per individu

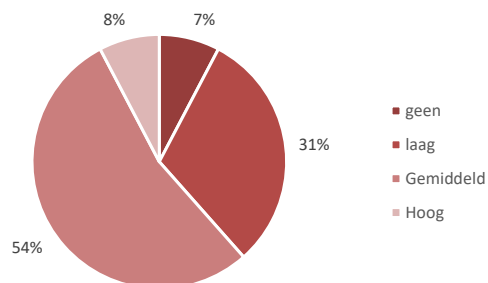
IND	SPNR	WP	VL	VNR	Context
1, 2	5	1	1,2	1, 77	Duitse loopgraaf
3	62	3	1	123, 125, 148	Bomkrater
4	63	3	1	149, 150	Bomkrater
5	37	2	1	67	Kuil
6	186	6	1	373, 374, 379, 380, 382	Bomkrater
7	178	6	1	308	Bomkrater
8	209	7	1	440, 444, 446, 450, 451, 453, 463	Bomkrater
9	268	7	1	526	Bomkrater
10	337	8	2	629, 661	Veldgraf
11	394	8	1	724, 761, 763	Bomkrater
12	407	8	1	785	Bomkrater
13	427	9	1	853	Bomkrater

De bewaring van het botmateriaal was over het algemeen goed tot zeer goed (n=10/13). Slechts botmateriaal uit drie contexten was matig bewaard. De beenderen waren meer verweerd door tafonomische processen (Figuur 2). Ondanks de doorgaans goede bewaring zijn de meeste beenderen gemiddeld gefragmenteerd (n=7/13; Figuur 3). Dit is wellicht gecorreleerd aan de context waarin de meeste beenderen zijn aangetroffen, namelijk bomkraters, met o.a. veel traumatische fragmentatie. Dat weerspiegelt zich ook in de procentuele volledigheid van individuen, de grote meerderheid was namelijk voor minder dan 50% compleet (n=11/13). Individueen zijn slechts gedeeltelijk in bomkraters teruggevonden of elders begraven. Het overige botmateriaal is tijdens de oorlog en daarna verloren gegaan. Dit had ook zijn impact op de analyse van de beenderen, die in sommige gevallen vrij beperkt bleef.

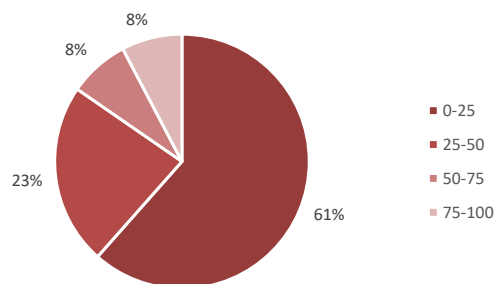


Figuur 2: Grafische weergave bewaring botmateriaal.

<sup>35</sup> Zie bijlage voor een overzicht van alle losse beenderen per context.



Figuur 3: Grafische weergave fragmentatie botmateriaal.



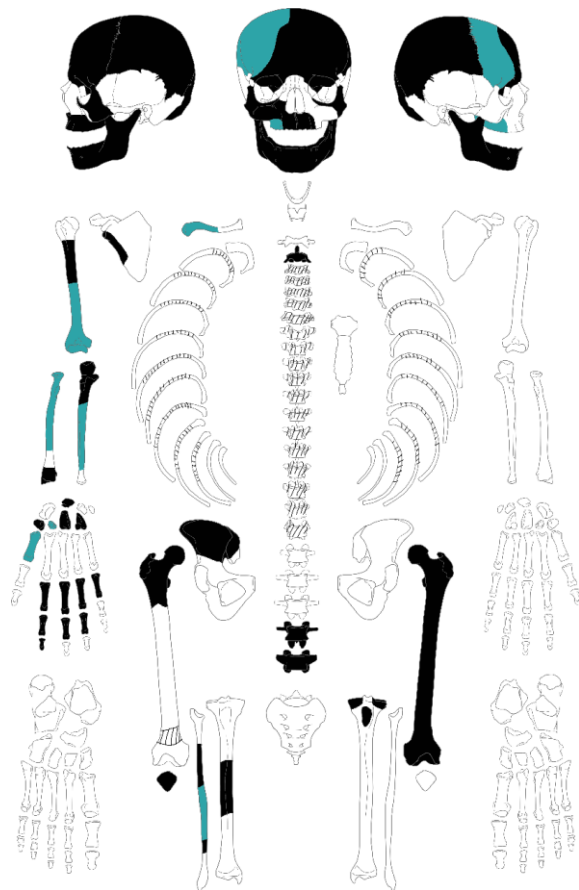
Figuur 4: Grafische weergave procentuele volledigheid botmateriaal.

## 4.1 Loopgraaf

### Individu 1 en 2

In de vulling van een Duitse loopgraaf (spoor 5) ter hoogte van werkput 1 zijn de restanten van meer dan 200 fragmenten menselijke beenderen aangetroffen. Een dubbele rechterarm, bovenkaak, voorhoofdsbeen en kuitbeen duiden op de aanwezigheid van minstens twee individuen. Op basis van het vondstmateriaal gaat het waarschijnlijk om Britse soldaten. Het is met het blote oog niet mogelijk om de beenderen aan het juiste individu te koppelen. Daarom wordt het botmateriaal samen besproken als individu 1 en 2.

**Met opmerkingen [CV1]:** Eerder: twee rechterarmen? Een dubbele rechterarm klinkt een beetje alsof die van één persoon is 😊



Figuur 5: Overzicht beenderen individu 1 en 2. Dubbele beenderen zijn blauw gekleurd.

Op basis van de schedels gaat het vermoedelijke om twee mannelijke individuen. De lange pijpbeenderen zijn in verhouding wat kort en minder robuust, net zoals een onderkaak, dat eerder wordt toegeschreven aan een vrouwelijk individu.

Twee bovenbenen en een stuk schouderdak kunnen zeker toegeschreven worden aan een oudere adolescent of jongvolwassene. De twee bovenbenen wijzen op een individu tussen 17 en 19 jaar oud. Het schouderdak behoort tot een individu, mogelijk hetzelfde individu, van jonger dan 20 jaar oud. De bijna gefuseerde eindplaten van twee wervellichamen wijzen op een leeftijd tussen 18-24 jaar. Er kan geen specifieke leeftijd aan het ene of het andere individu gekoppeld worden gezien de leeftijden steeds overlappen.

Een lichaamslengte kon enkel bepaald worden op basis van een volledige femur van de jongvolwassene tussen 17 en 19 jaar oud. Dit resulteerde in een lengte van 153,34-159,88 cm. Gemiddeld is dit een vrij korte lichaamslengte dat eerder voorkomt bij vrouwelijke individuen. Daarentegen kan er ook sprake zijn van groeistoornissen, deficiënties in het dieet of een genetische input met een kleinere gestalte tot gevolg. *Cribra orbitalia* op een schedelfragment en glazuurhypoplasie op enkele tanden kunnen beide tekenen van dieet deficiënties zijn. De

**Met opmerkingen [CV2]:** Eerder: 'dubbel aangetroffen beenderen'?

**Met opmerkingen [CV3]:** Dus een losse onderkaak van een derde vrouwelijk individu dan? Of nuanceer je hier eerder dat de schedels mannelijk lijken, maar een onderkaak eerder vrouwelijke trekken heeft, waardoor het niet 100% zeker is dat het om 2 mannen gaat? Beetje verwarrend hoe het nu omschreven staat.

**Met opmerkingen [CV4]:** Misschien kan dit een verklaring zijn voor de kleine gestalte? Misschien benadrukken door 'namelijk' toe te voegen in deze zin? XXX en XXX kunnen namelijk beide tekenen zijn...



fragmenten kunnen zonder DNA-analyses echter niet aan hetzelfde individu gekoppeld worden, verdere analyse van eventuele stofwisselingsziektes is om dit moment niet mogelijk.

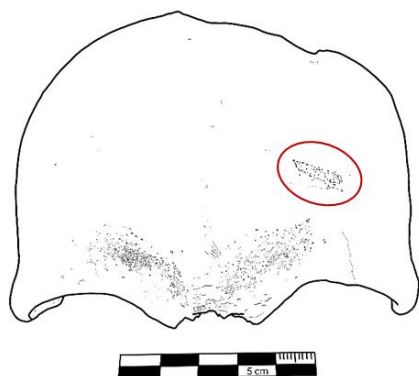
De beenderen zijn over het algemeen goed bewaard met een gemiddelde fragmentatiegraad. Post mortem fracturen kunnen ontstaan zijn bij de opgraving of wanneer het materiaal in de loopgraaf werd gedeponeerd.

Op beide schedels zijn er echter ook sporen van ante- en perimortem trauma aangetroffen. Op de eerste schedel is er een meervoudige perimortem fractuur te zien (Figuur 6). Er is geen heling van de fractuur op te merken en moet dus rond de dood hebben plaatsgevonden. Een dergelijke schedelfractuur kan dodelijk zijn, maar is niet noodzakelijk de doodsoorzaak. De oorzaak is gezien de context hoogstwaarschijnlijk de impact van een bominslag.

Een ander schedelfragment van een tweede individu heeft een trauma ter hoogte van de linker *frontal eminence*, op het voorhoofdsbeen (Figuur 7). De fractuur is zo'n 1,5 cm lang en slechts 0,2 cm breed. Hier zijn echter tekenen van heling op te merken, het trauma heeft dus tijdens het leven plaatsgevonden. De precieze oorzaak is niet met zekerheid te bepalen, de smalle fractuur wijst mogelijk op de inslag van een smaller en scherper voorwerp.



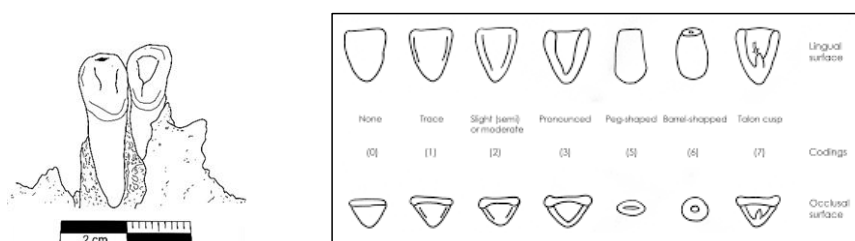
Figuur 6; Overzicht perimortem fracturen (in het rood) schedel 1



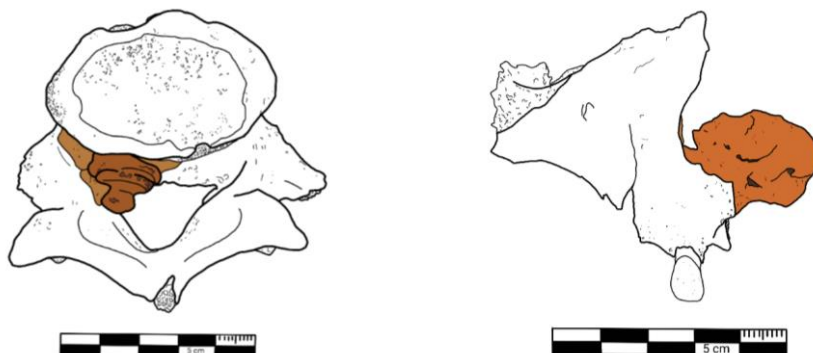
Figuur 7: Voorhoofdsbeen met antemortem trauma (rood omcirkeld).

Binnen deze context zijn enkele *shovel-shaped* tanden aangetroffen, meer specifiek een snijtand en hoektand uit een bovenkaak. De kenmerken op de snijtand (rechter I2) zijn *pronounced*, de kenmerken op de hoektand eerder *slight or moderate* (Figuur 8). Alhoewel op basis van het vondstmateriaal verwacht werd dat het gaat om Britse soldaten, wijzen deze tanden mogelijk op een genetische input van Aziatische of *Native American* populaties. Alhoewel niet onmogelijk, zijn dermate geprononceerde *shovel-shaped* tanden vrij zeldzaam binnen Europese populaties.<sup>36</sup>

Binnen deze context zijn er ook diverse vondsten aangetroffen, zo ook twee metaalvondsten gecorrodeerd aan twee fragmenten menselijk botmateriaal. Het gaat om een knoepje ter hoogte van een lumbale wervel. Een tweede metaalvondst bevindt zich op een fragment van een bovenkaak met de *shovel-shaped* tanden (Figuur 9).



Figuur 8: Links de shovel-shaped tanden uit S5, rechts Snyder's subjective scale<sup>37</sup>



Figuur 9: Links metaal knoepje ter hoogte van een lumbale wervel, rechts tweede metaalvondst gecorrodeerd aan een bovenkaak.

Naast menselijk botmateriaal zijn er binnen dezelfde context ook 11 fragmenten dierlijk botmateriaal aangetroffen. Het gaat dus om een accumulatie van zowel menselijke als dierlijke beenderen. Het feit dat alle fragmenten los in de vulling van de loopgraaf zijn aangetroffen en het slechts om een selectie van twee individuen gaat, doet vermoeden dat de beenderen van elders komen en, grotendeels na ontbinding, in de loopgraaf zijn gedeponneerd. Gezien er ook kleinere botfragmenten zijn aangetroffen, onder andere van een rechter hand, wordt het mogelijk geacht dat delen van het lichaam wel nog geconnecteerd waren ten tijde van de verplaatsing naar de loopgraaf.

<sup>36</sup> SCOTT & IRISH 2017, p. 33-35

<sup>37</sup>

**Met opmerkingen [CV5]:** Ongelofelijk toch weer, wat beenderen kunnen vertellen!! Aziatische of Native American roots kunnen mss ook de kleine gestalte verklaren?

De loopgraaf is op die manier mogelijk hergebruikt als tijdelijk onderkomen voor de beenderen. Het kan echter op dit moment niet uitgesloten worden dat de individuen ter plekke in de loopgraaf zijn overleden en dat de beenderen ter plaatste dermate zijn verstoord dat alles uit verband geraakte. De aanwezigheid van dierlijke fragmenten maakt een secundaire depositie echter waarschijnlijker.

## 4.2 Bomkraters

Verspreid over werkputten 3, 6, 7, 8 en 9 zijn in negen bomkraters de restanten van minstens negen individuen aangetroffen, meer concreet van individuen 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12 en 13.

Individu 3



Figuur 10: In situ schets individu 3

Van **individu 3**, afkomstig uit spoor 62 werkput 3, is slechts een rechterschouder met arm in verband aangetroffen met aansluitend een zeer slecht bewaard middenrif en een deel van het linker schouderblad (Figuur 10-Figuur 11). Er waren geen kenmerken aanwezig om een geslachtsbepaling te doen, maar gezien de context gaat het vermoedelijk om een man. Op basis van de fusering van de beenderen is het individu zeker ouder dan 13 jaar. De wervels waren matig bewaard maar duiden vermoedelijk op een minimum leeftijd van 18 jaar oud.

Er zijn maar weinig pathologieën waargenomen. De slechte staat en beperkte aanwezigheid van het botmateriaal is hier waarschijnlijk de hoofdoorzaak van. Ter hoogte van de rechter schouder (*glenoid*) is er beginnende (perifere) artrose op te merken.

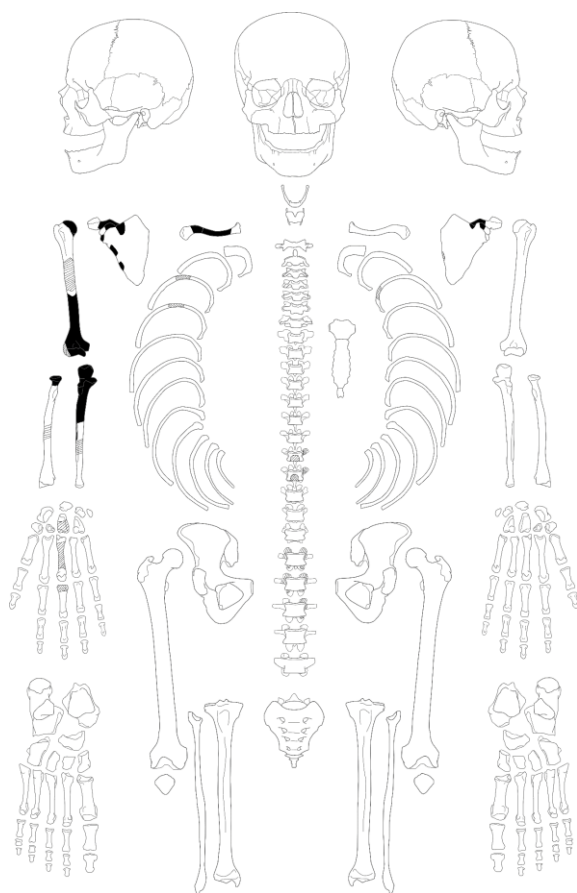
Er zijn geen specifieke trauma's die in verband gebracht kunnen worden met de context van een bomkrater. De fractures waren steeds postmortem van aard. Meerdere beenderen lagen in situ echter uit verband en het onderlichaam en een groot deel van de linker bovenzijde is niet in situ aangetroffen, mogelijk het gevolg van een impact. Ook de verre degradatie van het skelet bemoeilijkte het herkennen van eventuele trauma's. Wel zijn er verspreid over het skelet bruine en zwarte ovale vlekken en zwarte spikkels geregistreerd, met name op de lange pijpbeenderen. De vlekken zijn lokale verbrandingen van het bot. De kleur van de verbranding duidt op de intensiteit van de verbrandingsgraad. Voor zwarte verkoolde beenderen loopt dit

**Met opmerkingen [CV6]:** Misschien ook kort vermelden welke materialen bij het skelet gevonden zijn? Is dat een rugzak bovenaan het spoor?

al gauw op van 300°C tot 500°C.<sup>38</sup> Gelijkaardige verbrandingsplekken zijn gezien bij brandslachtoffers in zowel forensische als archeologische contexten.<sup>39</sup> De zwarte spikkels lijken geen verkleuringen van het bot zelf maar restanten van een bepaald residu dat op het bot kleeft. Mogelijk zijn dit resten van verkoold textiel van het uniform of ander materiaal dat het individu bij zich had.

Het los bot uit dezelfde context (VNR62) werd samen met het individu bekeken. De losse beenderen zijn anatomisch niet te linken met het individu en kunnen morfologisch ook niet vergeleken worden. Daarentegen kan op basis van dubbele beenderen geen extra individu vastgesteld worden, de losse beenderen kunnen in feite dus van hetzelfde individu zijn.

Met opmerkingen [CV7]: Dubbel voorkomende beenderen?

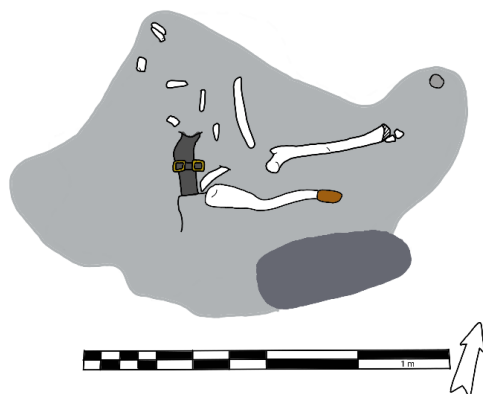


Figuur 11: Skeletal status individu 3

<sup>38</sup> VESELKA 2018

<sup>39</sup> SYMES et al. 2015; SCHMIDT et al. 2015

## Individu 4



Figuur 12: In situ schets individu 4

Van individu 4, afkomstig uit spoor 63 werkput 3, zijn slechts beide bovenbenen en kleine fragmenten van het bekken (fragmenten *acetabulum*, *ischium* en *ilium*) bewaard. Bij het afgraven van de context zijn door de kraan één paar schoenen uit verband getrokken. Hierin zijn de restanten van een linker en rechter voet aangetroffen, die mogelijk van hetzelfde individu afkomstig zijn, maar een directe link kan zonder DNA onderzoek niet bewezen worden (Figuur 12-Figuur 13).

Op basis van de fusering van de pijpbeenderen is het individu ouder dan 16 jaar. Er zijn te weinig kenmerken bewaard voor een accurate geslachtsbepaling. Gezien de context gaat het vermoedelijk om een man.

Voor dit individu konden geen specifieke pathologieën vastgesteld worden. Ook zijn er geen trauma's vastgesteld, ondanks de aard van de context. Fracturen hebben steeds *postmortem* plaatsgevonden of zijn *postmortem* beschadigd waardoor de onderliggende aard niet vastgesteld kan worden. Wel zijn er opnieuw zwarte verbrandingsverkleuringen waargenomen op verschillende skeletelementen, soms erg plaatselijk in de vorm van ronde of ovale patronen. Daarnaast zijn weer voornamelijk de lange pijpbeenderen bedekt met zwarte spikkels van één of andere materie. Dit correspondeert vermoedelijk opnieuw met de verbranding ten gevolge van een explosie, wat de context doet vermoeden.

Ter hoogte van de *navicular*, het voetbeentje dat aansluit op het mediale enkelbeen (*talus*) van de losse linker voet is er potentieel lichte (perifere) artrose op te merken. Het gewrichtsoppervlak is echter onderhevig geweest aan tafonomische processen dat verschillende barsten en bruine, witte en zwarte verkleuringen heeft veroorzaakt en daarom de analyse bemoeilijkt.

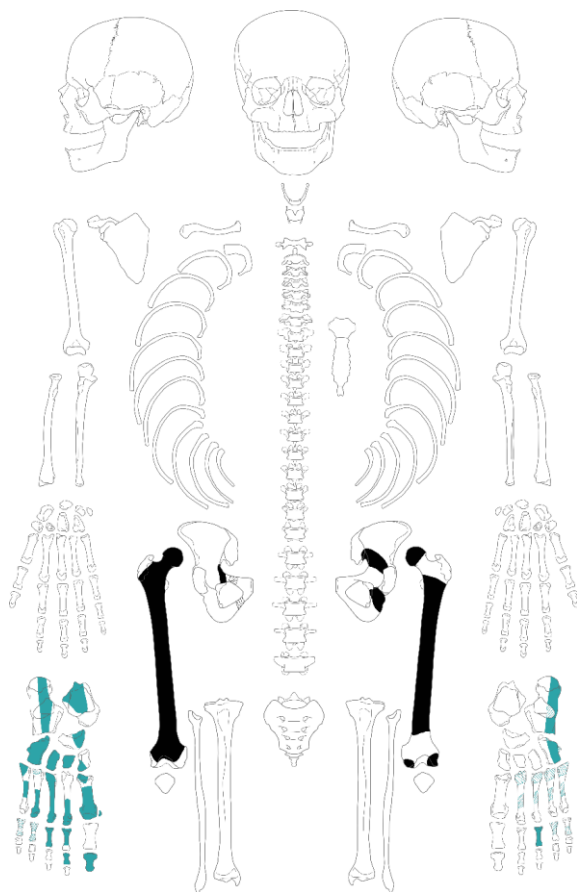
Verspreid over het gehele skelet zijn er oranje verkleuringen aanwezig die veroorzaakt zijn door de ijzerrijke grond waarin het individu heeft gelegen. Mogelijk gebeurde dit ook tijdens het verbrandingsproces.<sup>40</sup> Enkel op de *superieure laterale* zijde van de *talus* en *navicular* van de losse linker voet en de *superieure* zijde van de *calcaneus* van de losse rechter voet zijn er indicaties van het corroderen van een metalen voorwerp, vermoedelijk van onderdelen van de schoenen.

<sup>40</sup> SCHMIDT et al. 2015

**Met opmerkingen [CV8]:** Misschien voor een iets vollediger beeld ook vermelden welke materialen bij het skelet gevonden zijn?

Het los bot uit dezelfde context (VNR63) werd samen met het individu bekeken. De losse beenderen zijn anatomisch niet te linken met het individu en kunnen morfologisch ook niet vergeleken worden. Daarentegen kan op basis van dubbele beenderen geen extra individu vastgesteld worden, de losse beenderen kunnen in feite dus van hetzelfde individu zijn.

Met opmerkingen [CV9]: Dubbel voorkomende beenderen?



Figuur 13: Skeletal status individu 4. In het blauw gekleurd de twee losse voeten, vermoedelijk van hetzelfde individu.

## Individu 6



Figuur 14: In situ schets individu 6

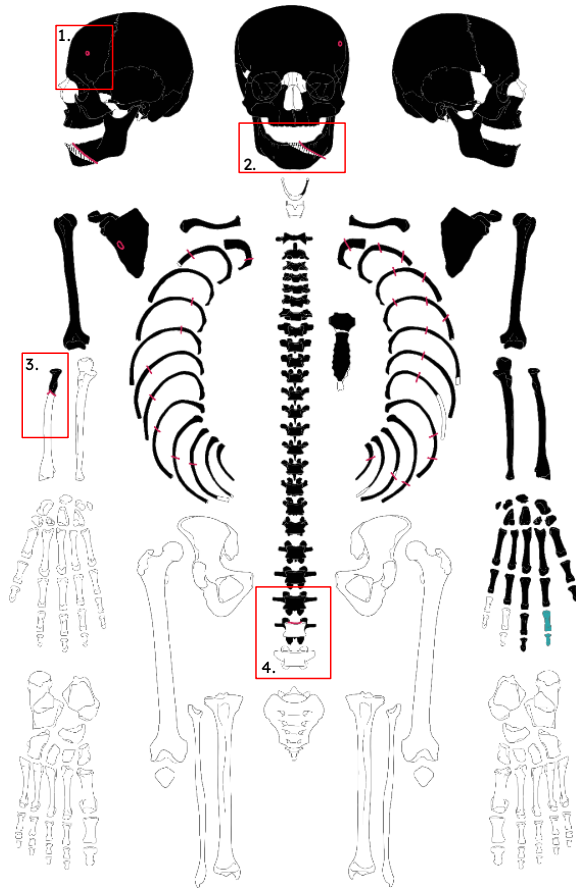
Individu 6 is aangetroffen in spoor 143, werkput 6. Slechts het bovenlichaam is bewaard gebleven, met restanten van een militair uniform. Het skelet is aangetroffen op de rug met de linkerarm langs het lichaam en de rechterarm uit verband. De schedel lag eveneens niet in situ. De beenderen waren zeer goed bewaard met een lage fragmentatie.

Het gaat om een mannelijk individu met een minimum leeftijd van 22 jaar. Op basis van de fusering van de schedelnaden is het individu potentieel tussen 30,3-51,1 jaar oud. De lichaamslengte kon bepaald worden aan de hand van een volledige bovenarm, wat resulteerde in een lengte tussen 161,10 en 171,22 cm.

Er zijn enkele opvallende anatomische variaties op te merken aan de tanden. Enerzijds de aanwezigheid van *Carabelli cusps* op de 1<sup>ste</sup> en 2<sup>de</sup> molaren uit de bovenkaak, met een graad van 6-7. Dit kenmerk is veelvoorkomend in Europa, met een hoge frequentie van graad 5-7, maar dit is gelijkaardig aan populaties uit Oceanië. Lichte *shoveling* (graad 2) en mogelijk zelfs *double-shoveling* (graad 2) is weer meer voorkomend in *Native Americans, New World* en Aziatische populaties, maar deze lichte graad is ook niet ongewoon in Europese populaties. Ten slotte is de aanwezigheid van *tuberculum dentale* (graad 4-6) in de snijtanden van de bovenkaak weer eerder te linken aan Aziatische populaties en populaties met een oorsprong in Azië ten aanzien van Europeanen. Deze kenmerken duiden niet meteen in de richting van één geografische herkomst, maar vertellen wel meer over de etnische herkomst van het individu, die mogelijk elders ligt dan in Europa.

Verder wijzen verschillende cariës, een *periapicale* abces, tandsteenvorming, en *antemortem* verlies van verschillende tanden op een slechte tandhygiëne en mogelijk éénzijdig dieet.

Op beide sleutelbenen is een beginnende *rhomboid fossa* aangetroffen, dat duidt op een overmatig gebruik van het *costalclavicular (rhomboid)* ligament. Aansluitend werd er ook beginnende artrose van de schouderkom, meer specifiek op het *glenoid* gewricht, en de eerste *costal notch* van het *manubrium* (borstbeen) vastgesteld. Deze kenmerken indiceren een chronische overbelasting van de schoudergordel. Slijtage werd verder ook in de ruggenwervellichamen vastgesteld, met name ter hoogte van de onderste borstwervels en wervels van de onderrug (T8-L2). Dit is mogelijk beginnende DDD. Dit is een gevolg van ouderdom en kan genetisch beïnvloed zijn maar duidt ook op een overmatig gebruik van de onderrug door o.a. het tillen van zware lasten.

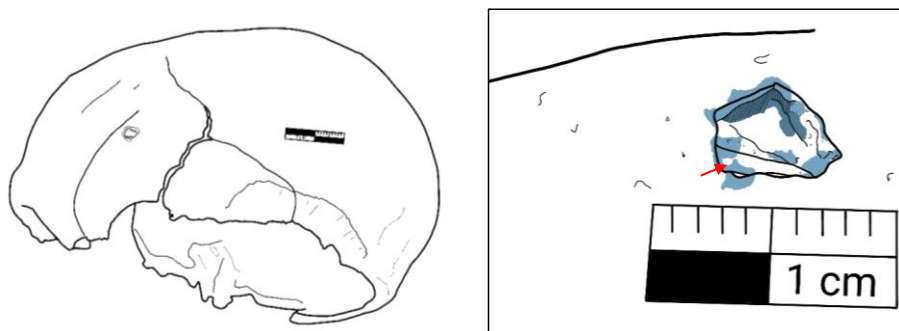


Figuur 15: Skeletal status IND 6, in het rood zijn sporen van trauma aangeduid.

Over het volledige bovenlichaam zijn verschillende kenmerken van trauma waargenomen (Figuur 15). Meest opmerkelijk is het *sharp force* trauma, op de linker zijde van het voorhoofdsbeen (Figuur 15.1). Op de buitenzijde is een kleine holte van 4x5 mm aanwezig die niet volledig gepenetreerd is. Aan de binnenzijde van de schedel is geen holte maar een fragment bot aanwezig dat deels is losgekomen van de rest van de schedel (Figuur 16). Kleine losse fragmenten bot die in situ bewaard zijn gebleven duiden erop dat het trauma heeft plaatsgevonden wanneer het *periosteum* en andere weke delen intact waren.<sup>41</sup> Het trauma heeft dus rond de dood (*perimortem*) plaatsgevonden. De grootte van de holte kan duiden op de impact van een kogel of kleinere stukken *shrapnel*. Het is niet zeker of dit trauma dodelijk is geweest, mogelijk is er wel enige schade aangericht aan de hersenen. Gezien er geen heling waargenomen is, is het individu kort na de impact overleden.

<sup>41</sup> REDFERN & ROBERTS 2019, p. 235





Figuur 16: Overzicht en detail sharp force trauma linker voorhoofdsbeen (Figuur 15.1). De rode pijl duidt op één van de losse fragmenten bot die in de holte bewaard zijn gebleven.

Verder werden er diverse fracturen vastgesteld, onder andere aan de onderkaak (Figuur 15.2, Figuur 17), de rechter arm (Figuur 15.3) ende ribbenkast. Of de fracturen al dan niet post- of perimortem hebben plaatsgevonden is soms moeilijk vast te stellen. Opvallend zijn verschillende ribfracturen aan het sternale uiteinde (rechter ribben 6-10) en in het midden van de schacht (linker ribben 1-7) die over één lijn te volgen zijn. Daarnaast duidt *flaking*, of een fragment bot dat deels los aan de rib hangt, van de rechter 2<sup>de</sup> en 10<sup>de</sup> rib en de linker 4<sup>de</sup> rib op perimortem trauma. De oriëntatie van de fracturen zijn echter erg divers, alsook de richting van *flaking* (zowel inferieur als superieur), waardoor de positie van de impact van het trauma moeilijk vast te stellen is. Gezien het lichaam op de rug is aangetroffen, is het echter aannemelijk dat de impact aan de voorzijde heeft plaatsgevonden.

Een mogelijk *comminuted* of meervoudige fractuur ter hoogte van het proximale 1/3 deel van de rechter ulna en de destructie van het 4<sup>de</sup> lumbale wervellichaam zijn mogelijk in verband te brengen met dezelfde impact waardoor het volledige onderlichaam, alsook de rest van de rechter onderarm afwezig is (Figuur 15.3 en 11.4). Het wijdverspreide perimortem trauma duidt vermoedelijk op een grootschalige impact zoals bij de explosie van een bominslag, wat goed terug te koppelen valt aan de aard van de context, namelijk een bomkrater. Dergelijk grootschalig trauma is dodelijk, maar het is niet uitgesloten dat het individu al overleden was alvorens dit trauma werd opgelopen.



Figuur 17: Perimortem fractuur onderkaak (Figuur 15.2).

### Individu 7

In de vulling van een tweede bomkrater, spoor 178 werkput 6, zijn de losse beenderen van minstens één individu aangetroffen, individu 7. Het betreft een rechter sleutelbeen en één van de borstwervels, vermoedelijk T12. De beenderen zijn niet in anatomisch verband gevonden en kunnen dus in theorie van verschillende individuen afkomstig zijn.

Op basis van de fusering van de mediale groeischijf van het sleutelbeen gaat het om een volwassene van minstens 21 jaar oud. De aanwezigheid van een *rhomboid fossa* kan duiden op overbelasting van de schoudergordel, meer bepaald van het *costalclavicular (rhomboid)* ligament.

Verder zijn er geen aanwijzingen voor een geslachtsbepaling, maar gezien de context gaat het vermoedelijk om een man.

### Individu 8

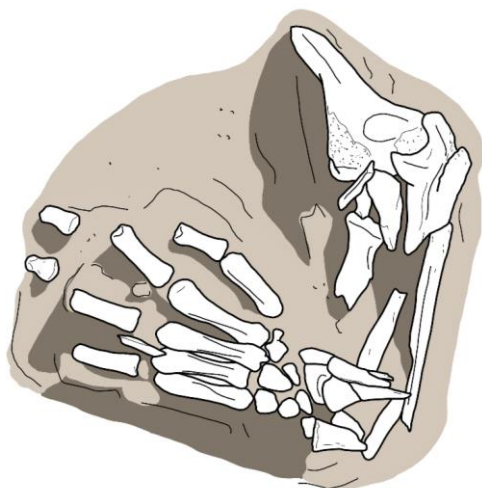
Individu 8 is aangetroffen in spoor 209, werkput 7. De beenderen werden niet in anatomisch verband aangetroffen en worden daarom als los bot beschouwd. De beenderen omvatten steeds meerdere fragmenten van de thorax (meerdere ribben en een wervel), fragmenten van minstens één schedel, een rechter sleutelbeen en de proximale epifyse van een rechter bovenarm. Op basis van het sleutelbeen dat niet volledig gefuseerd is, kan vastgesteld worden dat er een individu tussen de 17-30 jaar oud aanwezig is.

In theorie kunnen alle beenderen van hetzelfde individu afkomstig zijn, gezien er geen dubbele beenderen zijn aangetroffen. De beenderen konden echter niet anatomisch met elkaar in verband gebracht worden en er zijn ook geen duidelijke fysiologische overeenkomsten of verschillen. Het minimum aantal individuen is één, maar er moet rekening mee gehouden worden dat er meerdere individuen aanwezig kunnen zijn geweest.

Ook hier vertoonden verschillende beenderen verbrandingsplekken, ditmaal soms blauw van kleur, wat op een hogere verbrandingstemperatuur tot 600°C wijst.<sup>42</sup>

<sup>42</sup> VESELKA 2018

## Individu 9

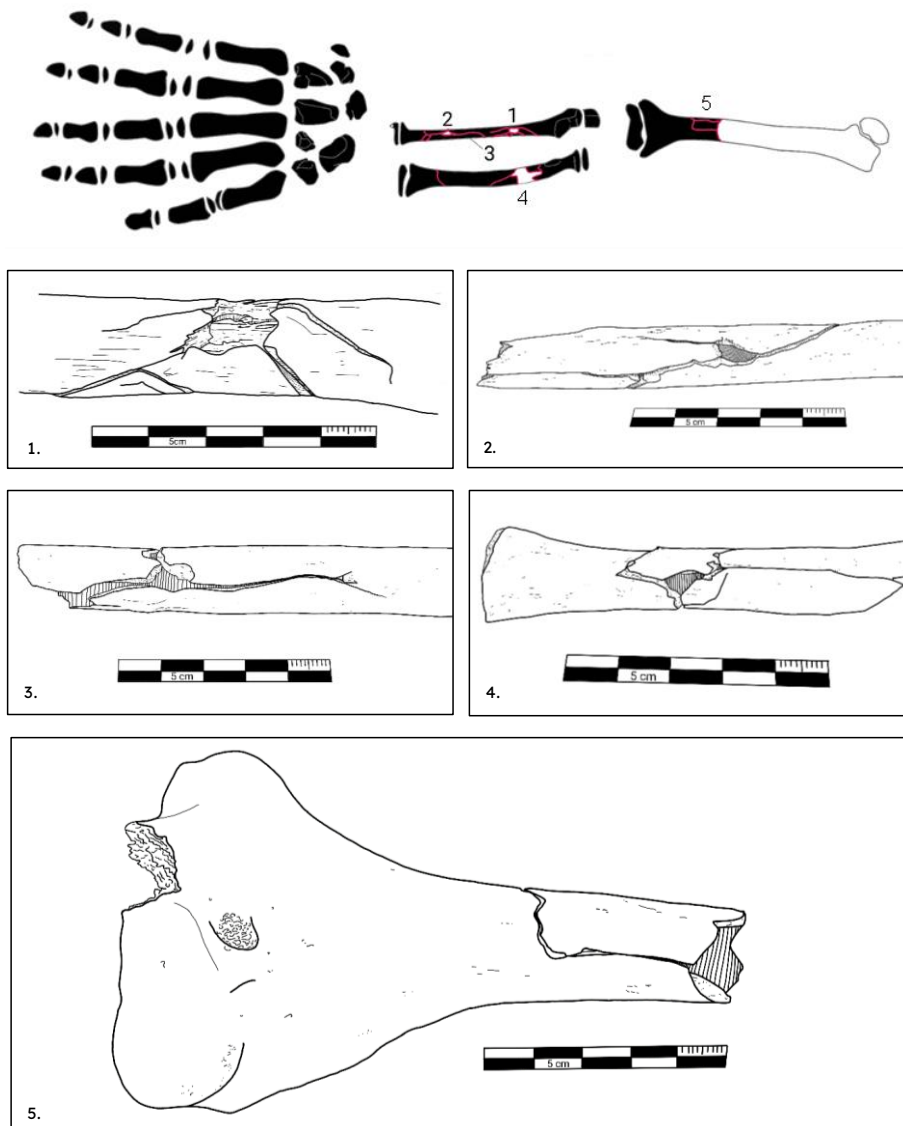


Figuur 18: In situ schets individu 9

Van individu 9 is slechts een deel van de linker arm aangetroffen, ter hoogte van spoor 268, werkput 7 (Figuur 18). Er waren geen kenmerken aanwezig om een geslachtsbepaling te doen, maar gezien de context gaat het vermoedelijk om een man. Op basis van fusering van de beenderen is het individu tussen 13-19 jaar oud, de distale epifyse van de ulna en radius waren namelijk niet gefuseerd, de rest van de beenderen waren wel gefuseerd.

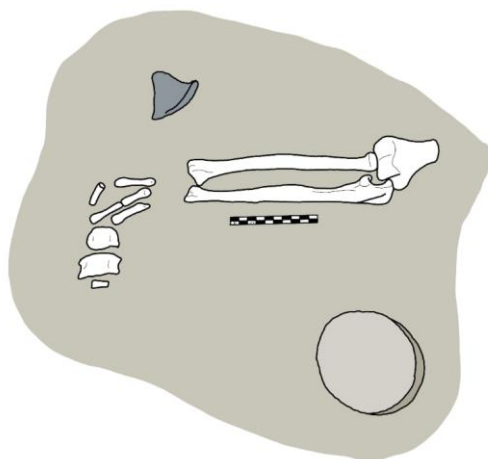
Op alle lange pijpbeenderen (humerus, ulna en radius) zijn sporen van trauma aangetroffen (Figuur 19). Op de ulna zijn duidelijk *sharpe force* trauma's aanwezig, specifiek drie zones met aansluitende *radiant* fractures, dat resulteerde in meervoudige breuken over de gehele ulna. Dit is vermoedelijk het gevolg van de impact van een scherp object, zoals *shrapnel*. Ook ter hoogte van de radius en humerus zijn fractures aanwezig die mogelijk met hetzelfde event in verband zijn te brengen. Zo is van de humerus slechts de distale epi- en metafyse aanwezig met een meervoudige *wedge* fractuur aan het proximale einde, daar waar de arm is geamputeerd van de rest van het lichaam. Al deze fractures zijn *perimortem*, dus rond de dood ontstaan.

Opnieuw zijn er meerdere beenderen onderhevig geweest aan lokale verbranding, kenmerkend in zwarte en blauwe vlekken.



Figuur 19: Schematische weergave perimortem fracturen arm (boven) met gedetailleerde tekeningen per trauma.

## Individu 11



Figuur 20: In situ schets individu 11

Individu 11 betreft slechts een linker onderarm met hand en mogelijk enkele fragmenten van de linker schouder, borstwervels, rechter hand en cranium, aangetroffen in spoor 394, werkput 8. Deze laatste fragmenten werden niet in verband aangetroffen met de linker arm en kunnen theoretisch van een ander individu zijn, alle fragmenten zijn echter wel uit dezelfde context afkomstig en op basis van kleur en morfologie (linker en rechter hand) erg gelijkaardig.

Op basis van fusering van het skelet is het individu ouder dan 15 jaar. Er kon geen geslachtsbepaling uitgevoerd worden op het weinige botmateriaal, maar gezien de context gaat het vermoedelijk om een mannelijk individu. Het individu heeft op basis van de linker onderarm een lichaamslengte tussen 157,47-166,11 cm.

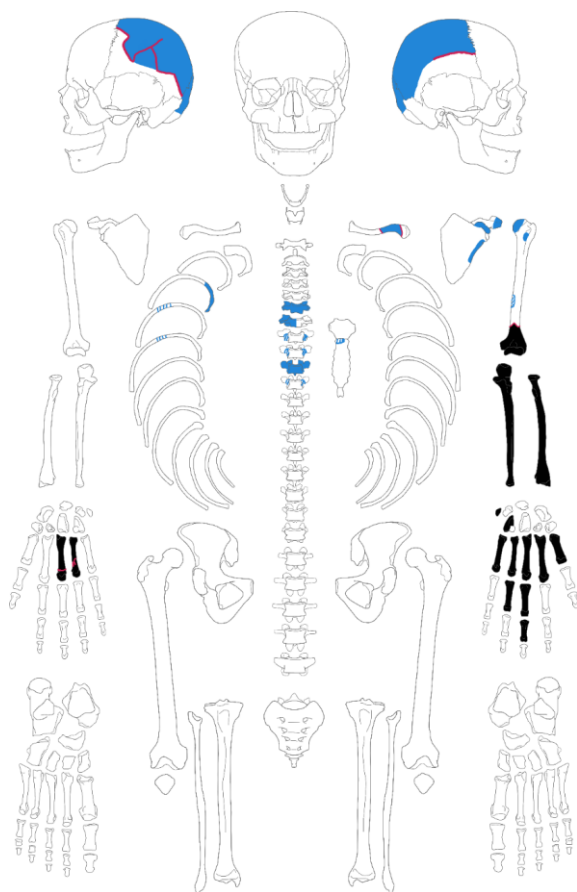
Aan de binnenzijde van de schedelfragmenten, langsheen de menigeale en sagittale bloedvaten, zijn sporen van *serpens endocrania symmetrica* (SES) aanwezig (Figuur 22). Dit is een indicatie voor de aanwezigheid van een infectieziekte, zoals tuberculose of een andere luchtwegeninfectie. Er zijn geen andere tekenen van infectie op andere beenderen aangetroffen, waardoor een preciezere diagnose niet mogelijk is.

Aan de buitenkant van dezelfde schedelfragmenten was ook een lichte vorm van *porotic hyperostosis* aanwezig, abnormale porositeit van het schedeldak (Figuur 22). Dit is een symptoom van verschillende metabolische ziektes, waaronder bloedarmoede (*anaemia*), scheurbuik (*scurvy*) en rachitis (*rickets*), maar ook infectieziektes (zoals malaria) en genetische ziektes kunnen dergelijke laesies veroorzaken.<sup>43</sup> De precieze etiologie van dergelijke laesies is nog steeds voor discussie vatbaar, maar kan dus duiden op een minder goede gezondheid.

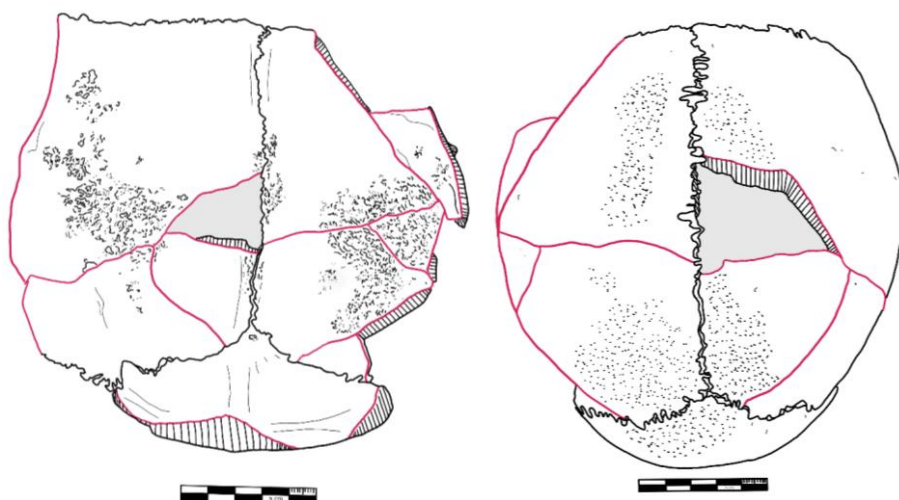
Verder zijn de beenderen uit deze context ook gekenmerkt door meervoudige *perimortem* trauma. Een meervoudige fractuur is aanwezig in de schedel (Figuur 22). Het linker sleutelbeen vertoont een *meervoudige oblique* fractuur in het midden en laterale einde van de schacht. De linker arm is volledig geamputeerd ter hoogte van het distale 1/4 einde van de bovenarm, met een simpele getande transversale fractuur (Figuur 23). De plaats van amputatie komt sterk overeen met die van individu 9 (Figuur 19). Ten slotte vertonen de 3de en 4de metacarpalen van de linkerhand een meervoudige spiraal fractuur, waardoor beide distale epifyses los zijn

<sup>43</sup> BRICKLEY et al. 2020

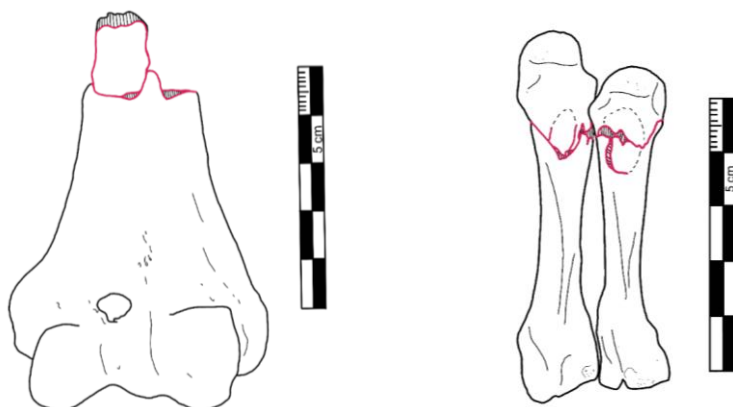
gekomen. Aan de rugzijde van beide metacarpalen zijn aan beide zijden van de fractuur fragmenten bot gedeeltelijk los gekomen. Hier is ook een ovale afdruk op te merken, daar waar de impact plaatsvond (Figuur 23). Dit zijn kenmerken die duiden op een *perimortem* fractuur, dus een fractuur die rond de dood heeft plaatsgevonden. Het trauma kan mogelijk aan hetzelfde event gekoppeld worden, zoals een zware impact, en sluit goed aan bij de context van een bomkrater.



*Figuur 21: Skeletal status IND11. Blauw gekleurd zijn beenderen die niet rechtstreeks in verband te brengen zijn met het individu maar op basis van de context mogelijk wel bij dit individu behoren.*



*Figuur 22: Endocranium met sporen van SES (links) en ectocranium met sporen van porotic hyperostosis (rechts); in het rood zijn perimortem fractures aangeduid.*



*Figuur 23: Distale humerus (ter hoogte van de elleboog) met getande transversale fractuur (links) en de 3de en 4de metacarpalen van de rechterhand met twee spiraal fractures en een ovale afdruk van de inslag (rechts).*

#### Individu 12

Individu 12 omvat slechts twee fragmenten van één rechter spaakbeen (radius), dat volledig los werd aangetroffen in spoor 407, werkput 8. Op basis van een volledige fusering van de radius is het individu ouder dan 15 jaar. Er kon geen geslachtsbepaling uitgevoerd worden op het weinige botmateriaal, maar gezien de context gaat het vermoedelijk om een mannelijk individu.

De amputatie van de radius heeft plaatsgevonden in het proximale 1/3 deel, waar een meervoudige fractuur aanwezig is, bestaande uit minstens drie fragmenten. Het bovenste 1/3 deel van de radius is afwezig (Figuur 24).



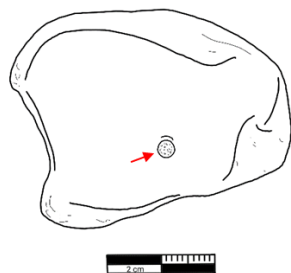
Figuur 24: Tekening geamputeerde radius individu 12, met een wedge fractuur aan het proximale uiteinde (links)

#### Individu 13

Het restant van individu 13 is aangetroffen in spoor 427, werkput 9. Dit bestaat uit één volledig bot, meer specifiek een rechter tibia of scheenbeen. Volledige fusering van de tibia geeft aan dat het bot afkomstig is van een individu ouder dan 17 jaar. Hoge porositeit van de proximale epifyse, het uiteinde aan de knie, duidt eerder op het been van een jong volwassene. Een geslachtsbepaling was niet mogelijk, maar gezien de context gaat het waarschijnlijk om een mannelijk individu. De lengte van de tibia (37,7 cm) resulteert in een lichaamslengte tussen 170,35-176,89 cm.

Op de schacht van de tibia is verspreid nieuwe bot formatie aanwezig in de vorm van *lamellar bone*. Het nieuwe bot is reeds geordend in tegenstelling tot bij chaotische botvorming, kenmerkend voor *woven bone*. Dit duidt op oudere botformatie, mogelijk door een oude infectie of stressindicator die op het moment van overlijden niet noodzakelijk actief was.

Aan het distale (voet)uiteinde is Osteochondritis Dissecans of OCD vastgesteld op het gewrichtsoppervlakte (Figuur 25). Dit is het gevolg van een fractuur in het kraakbeen die veroorzaakt wordt door direct trauma of repetitief microtrauma (bijvoorbeeld door het steeds opnieuw uitvoeren van een bepaalde beweging). Soms is de fractuur asymptomatisch, maar vaak gaat ze gepaard met zwelling en pijn. Kenmerkend voor OCD is een holte in het gewrichtsoppervlak, waar in eerste instantie het onderliggende *trabecular bone* zichtbaar is. Hier is dit echter niet meer zichtbaar, wat aantoont dat de fractuur reeds genezen is.<sup>44</sup>



Figuur 25: OCD op het distale oppervlakte van het rechter scheenbeen (rode pijl)

<sup>44</sup> WALDRON 2009, pp.153-154



### 4.3 Kuil

#### Individu 5

Uit spoor 37, werkput 5, dat werd geïnterpreteerd als kuil, is één los fragment menselijk bot opgegraven, meer specifiek het *proximale* 1/3 van een spaakbeen (*radius*), vermoedelijk van de rechterzijde. Het bot is verbleekt in de zon en door blootstelling aan water en temperatuurswisselingen is de cortex van het bot aan de uiteinde sterk gedegradéerd, gekenmerkt door scheuren en spleten in verschillende lagen. Dit stuk bot moet dus tijdelijk aan het oppervlakte gelegen hebben.



Figuur 26: Fragment rechter radius van individu 5

### 4.4 Veldgraf

Op de site is één begraving duidelijk te categoriseren als veldgraf. Het betreft de restanten van individu 10, waarvan de meeste delen van het skelet aanwezig en zeer goed bewaard waren. Hierop kon dus ook een uitgebreidere analyse gebeuren.

#### Individu 10



Figuur 27: In situ schets individu 10

Dit individu werd aangetroffen in een veldgraf, spoor 337, aanwezig net naast een Duitse loopgraaf in werkput 8. De beenderen waren omhuld in een stoffen zeil met onderin een uiterst goed bewaard vuurwapen. Rond de beenderen zijn restanten van een uniform, schoenen en

andere delen van een uitrusting bewaard gebleven, waaronder een gamel, munitiezak en badge.

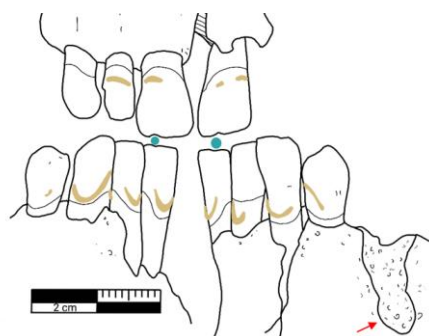
Verskillende skeletonderdelen lagen gedeeltelijk in anatomisch verband. Concreet lagen de benen gebogen in zuidoostelijke richting in het noorden van de kuil, beide los van de heupkom met het linkerbeen in het oosten en het rechterbeen in het westen, gedeeltelijk naar binnen gedraaid. De rechter heup lag met de voorzijde richting de grond in zuidoostelijke richting, compleet los van de rest van het lichaam. De linker heup is later in fragmenten westelijk naast de rechter heup aangetroffen. De borstkast lag op de rug, eveneens in zuidoostelijke richting in de zuidelijke helft van de kuil. De rechter schouder lag gearticuleerd met de rechterbovenarm in noordoostzuidwestelijke richting, onderin de borstkast. De schouder is gevonden iets ten zuiden van de rechter heup, de arm moet dus al los zijn geweest van de rest van het lichaam alvorens deze in de kuil begraven werd. In de buurt van de rechter elleboog werd de rest van de rechteronderarm aangetroffen, weliswaar niet gearticuleerd. Ten westen van de borstkast werd de linkerschouder aangetroffen zonder linkerarm. Deze werd niet aangetroffen in de kuil. Ten noorden van de linkerschouder is een deel van de rechterknie aangetroffen, dat ook uit verband lag met de rest van het rechterbeen. Ten slotte werden slechts enkele fragmenten van de schedel, waaronder een stuk voorhoofdsbeen, achterhoofd, jukbeen en onderkaak, ten noordoosten van de rechterheup aangetroffen, los van de rest van het lichaam.

Gezien delen van beenderen nog in anatomisch verband lagen, zijn de resten niet lang na de dood hier begraven. Het feit dat deze netjes omhuld zaten in een doek en dat het lichaam met uitrusting met enige zorgvuldigheid in de kuil zat, duidt erop dat de resten intentioneel hier zijn begraven. Daarom wordt dit geïnterpreteerd als een veldgraf. Dit zijn geïsoleerde graven, vaak voor gesneuvelde soldaten die ter plaatste zijn overleden.<sup>45</sup> Er zijn geen aanwijzingen dat het graf bovengronds herkenbaar was, zoals met een houten kruis of bordje.

De analyse van het botmateriaal wijst op een mannelijk individu tussen 22-34 jaar oud, vermoedelijk rond 28,7 jaar oud (voor 95% zekerheid tussen 21-46 jaar oud op basis van de pubis). De lichaamslengte ligt tussen 161,31-167,29 cm.

De tanden geven blijk van lichte tot gemiddelde tandsteenvorming met zwarte verkleuring door langdurig roken op de kiezen. Twee zogenaamde *pin marks* in de mediale snijtanden duiden op het gebruik van een tandenstoker of naald die langdurig tussen de tanden geklemd zat. Verder staan de hoektanden ietwat voor de snijtanden in de onderkaak gepositioneerd. Deze twee laatste kenmerken kunnen eventueel helpen bij een identificatie op basis van beeldmateriaal. Ten slotte leed het individu ook aan antemortem tandverlies en een *periapical* abces in de onderkaak ten gevolge van slechte tandhygiëne.

<sup>45</sup> AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED n.d.: <https://id.erfgoed.net/thesauri/erfgoedtypes/1247>



Figuur 28: Boven- en onderkaak individu 10, met lichte tot gemiddelde tandsteen, twee pin marks in de mediale snijtanden (blauw) en een periapicaal abces (rode pijl).

Pathologische kenmerken beperkten zich tot de wervelkolom, met artrose van de nek- en bovenste borstwervels en *spinal osteophytosis* of degradatie van de onderliggende borstwervels.

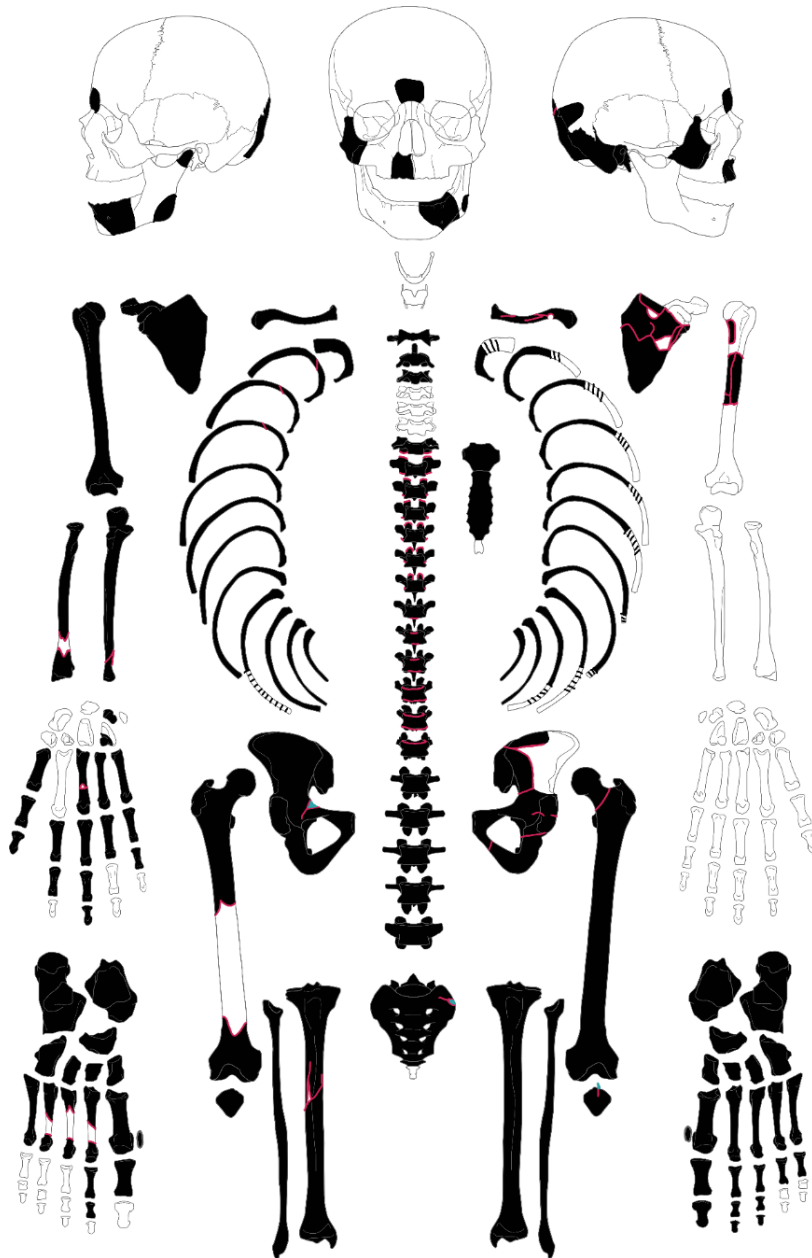
Veel explicieter was het uitgebreide traumapatroon, verspreid over het gehele skelet (Figuur 29). Aangezien dit zo uitgebreid is wordt alles hieronder per skeletonderdeel in tabelvorm weergegeven (Tabel 2). Alles wat hier wordt beschreven is perimortem van aard. De spreiding van het trauma en restanten van kogels of shrapnel doen vermoeden dat dit het gevolg was van een grote impact zoals een explosie dat resulteerde in grote schokgolven en vervolgens de impact van verschillende objecten. Het trauma zou dan mogelijk van één enkel event afkomstig kunnen zijn. Op basis van de locatie van trauma's met een ingangs- en/of uitgangswonde lijkt de grootste inslag vanuit de positie van het individu links georiënteerd te zijn geweest (Figuur 30). De linkerarm is hierdoor geamputeerd en een groot deel van de schedel is afwezig. De rechter onderarm is ook geraakt, mogelijk tijdens het afweren van de impact of het opvangen van de klap op de grond. Ook het rechterbeen werd geamputeerd door de inslag. Dergelijke grootschalige trauma's kunnen zeker geleid hebben tot de dood.

Tabel 2: Overzicht trauma individu 10

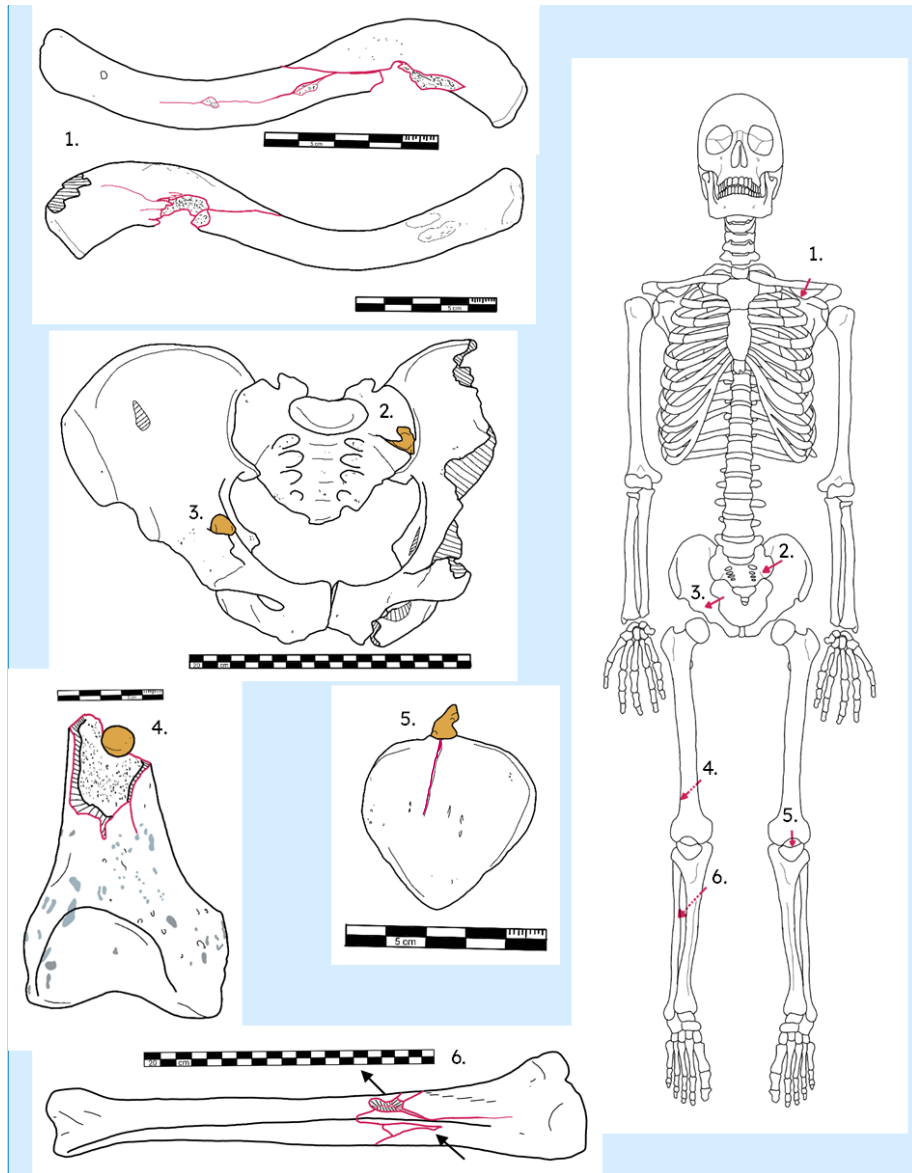
SKELETONDERDEEL	TRAUMA
<i>Cranium</i>	Meervoudige fractuur van het achterhoofdsbeen en voorhoofd (glabella)
<i>Mandible (onderkaak)</i>	<i>Oblique</i> getande fractuur aan de linker helft
<i>Linker clavicle (sleutelbeen)</i>	<i>Sharp force trauma</i> met radiale fracturen van laterale schacht, ingang- (5 mm) en uitgangswonde van superieure zijde naar inferieure zijde
<i>Linker scapula (schouderblad)</i>	Meervoudige fractuur van de <i>subscapular fossa</i>
<i>Linker humerus (bovenarm)</i>	Amputatie van het distale 1/2 einde, transversale fractuur
<i>Rechter radius (spaakbeen)</i>	Meervoudige getande fractuur distale einde
<i>Rechter ulna (ellepijp)</i>	<i>Oblique</i> fractuur distale einde
<i>Rechter hand</i>	Meervoudige fractuur schacht van MC3
<i>Rechter ribben</i>	<i>Oblique</i> fracturen tussen ribben 2-4
<i>Sacrum (heiligbeen)</i>	Sharp force trauma van superieure zijde linker ala, enkel ingangswonde met restant kogel of shrapnel van 9,1 mm in diameter
<i>Linker heup</i>	Meerdere <i>oblique</i> fracturen van het ilium, vermoedelijk gecorreleerd aan het trauma van het sacrum
<i>Rechter heup</i>	Sharp force trauma van <i>iliopubic eminence</i> , enkel ingangswonde met restant kogel of shrapnel van 9 mm in diameter

<i>Linker femur (bovenbeen)</i>	Compound fracture van de nek, mogelijk gecorreleerd aan de impact op de linker heup
<i>Rechter femur (bovenbeen)</i>	Amputatie van het distale 1/2 einde. Distale diaphyse is grotendeels afwezig, op de rand met de epifyse sharp force trauma door een loden kogel van 14,1 mm in diameter. <sup>46</sup> Vermoedelijk enkel ingangswonde aan de achterzijde dat resulteerde in meervoudige fractures maar geen uitgangswonde.
<i>Linker patella (knie-schijf)</i>	Sharp force trauma met radiale fractuur, enkel ingangswonde met restant shrapnel aan de proximale zijde, met een afmeting van 9x5,6 mm. De knie was vermoedelijk gebogen bij impact.
<i>Rechter tibia (scheenbeen)</i>	Sharp force trauma met meervoudige fractuur in het midden van de schacht, met vermoedelijke ingangswonde aan de mediale-achterzijde en uitgangswonde met schuine rand aan de achterzijde
<i>Rechter voet</i>	Sharp force trauma met meervoudige fractuur van de schacht van MT2-4

<sup>46</sup> De loden kogel is pas achteraf bij het wassen aangetroffen maar stemt overeen met de contouren van de ingangswonde. De kogel zat waarschijnlijk volledig ingebed in het been. Er is namelijk geen uitgangswonde.



Figuur 29: Skeletal status IND10, met schematisch overzicht van het pathologie- en traumapatroon.



**Figuur 30: Sharp force trauma individu 10 met indicatie van richting:** 1. de laterale schacht van het linker sleutelbeen, object van 5 mm, ingangs- (boven) en uitgangswonde (onder); 2. linker ala van het heiligbeen, enkel ingangswonde met restant van kogel of shrapnel van 9,1 mm; 3. iliopubic eminence van de rechter heup, enkel ingangswonde met restant van kogel of shrapnel van 9 mm; 4. Geamputeerde distale einde rechter bovenbeen met sharp force trauma door loden kogel van 14,1 mm; 5. Linker patalla, enkel ingangswonde met shrapnel van 9x5,6 mm; 6. Achterzijde van rechter tibia met ingangs- en uitgangswonde.

**Met opmerkingen [CV10]:** Super fascinerend hoe je zelfs de richting van de impact kan bepalen!

## 5 Conclusie

Tijdens een archeologisch onderzoek te Zonnebeke zijn in 12 verschillende contexten overblijfselen van menselijke resten aangetroffen, meer bepaald uit negen bomkraters, één loopgraaf, één kuil en één veldgraf. Individuen in anatomisch verband (n=6) en het minimum aantal individuen uit het los botmateriaal (n=7) resulteerde in een totaal (minimum) aantal individuen van dertien individuen. Het gaat in alle gevallen om resten van soldaten uit de Eerste Wereldoorlog. De resten zijn onderworpen aan een uitgebreide fysisch antropologische analyse met als doel om meer te weten te komen over het menselijk verleden en, meer concreet, van de gesneuvelde soldaten. In onderstaande tabel wordt een overzicht van de voornaamste resultaten gegeven per individu. In bijlage worden alle resultaten in tabelvorm meegegeven.<sup>47</sup>

Tabel 3: Samenvatting resultaten per individu

IND	Context	Inhoud	Geslacht	Leeftijd (jaar)	Lichaams- lengte (cm)	Pathologie	Trauma
1, 2	Loopgraaf	Los bot, MNI 2 individuen	M? <sup>48</sup>	17-19 <sup>49</sup>	156,61 <sup>50</sup>	CO, H	PM en AM fracturen
3	Bomkrater	Bovenlichaam	M?	>18			POA*
4	Bomkrater	Onderlichaam		>16			*
5	Kuil	Los bot, MNI 1 individu					
6	Bomkrater	Bovenlichaam	M	30-51	170,55		POA, DDD, PM fracturen en SFT
7	Bomkrater	Los bot, MNI 1 individu		>21			
8	Bomkrater	Los bot, MNI 1 individu		17-30			*
9	Bomkrater	Linker arm		13-19			PM fracturen en SFT*
10	Veldgraf	Bijna compleet	M	21-46	164,3		PM fracturen en SFT
11	Bomkrater	Bovenlichaam		>15	161,79	SES, PH	PM fracturen
12	Bomkrater	Los bot, MNI 1 individu		>15			PM fractuur
13	Bomkrater	Los bot, MNI 1 individu		>17	173,62	NBF	OCD

Legende: CO = cribra orbitalia; H = glazuurhypoplasie; PH = porotic hyperostosis; NBF = nieuwe botformatie; POA = perifere osteoartrose; AM = antemortem; PM = perimortem; SFT = sharp force trauma; \* = verbranding

De meerderheid van de individuen is slechts gedeeltelijk bewaard gebleven. Dit beperkte daarom ook de analyse voor sommige contexten. Voor slechts vijf individuen was het mogelijk om een geslachtsbepaling uit te voeren, dat steeds (waarschijnlijk) mannelijk was (IND1, 2, 3, 6 en 10). Gezien de context waren de andere individuen wellicht ook mannelijk van geslacht, maar dit is niet fysisch aan te tonen.

De sterfteleeftijd bleef meestal bij een minimumleeftijd. De meerderheid bleek dan ook volwassen of ouder dan 18 jaar. Voor vijf individuen kon toch een specifiekere leeftijd bepaald

<sup>47</sup> Zie bijlage overzicht alle resultaten.

<sup>48</sup> Beide individuen.

<sup>49</sup> Individu 1.

<sup>50</sup> Individu 1.

worden (IND1, 6, 8, 9 en 10). Drie van deze individuen bleken jongvolwassen te zijn met een leeftijd tussen 17-30 jaar (IND1, 8 en 9). De twee andere individuen zijn midden volwassen van leeftijd, met een gemiddelde leeftijd tussen 30-40 jaar (IND6 en 10). Duidelijk is dat het om individuen gaat die vrij jong zijn overleden, in de meest vitale periode van hun leven.

Een gemiddelde lichaamslengte kon voor vijf individuen bepaald worden (IND1 of 2, 6, 10, 11 en 13). Deze was vrij gemiddeld voor ieder individu, met uitzondering van individu 1, een potentiële man met slechts een gemiddelde lengte van 156,61 cm. Een kleine gestalte kan het gevolg zijn van groeistoornissen, deficiënties in het dieet of een genetische input met een kleinere gestalte tot gevolg. *Cribra orbitalia* op een los schedelfragment en glazuurhypoplasie op enkele losse tanden kunnen beide tekenen van dieet deficiënties zijn, maar waren niet direct te koppelen aan dit individu.

De aanwezigheid van non-metrische varianten is over het algemeen beperkt gebleven tot enkele *carabelli cusps*, *tuberculum dentale*, *parietal foramen* en een *olecranon fossa*. Noemenswaardig zijn twee losse geprononceerde *shovel-shaped* tanden die van individu 1, 2 of ander individu kunnen zijn. Dit kenmerk is eerder zeldzaam voor Europese populaties maar meer gekend voor *Native Americans* en Aziatische populaties.

Entheseale veranderingen zijn ook beperkt gebleven. Tweemaal werd een *rhomboid fossa* waargenomen (IND7 en 10) dat mogelijk kan wijzen op overbelasting van de schoudergordel. Verder vertoonden twee individuen (IND3 en 6) perifere osteoartrose en DDD. Gezien de zware en fysieke belasting waarmee militairen te maken krijgen, is dit geen opvallend gevolg.

Voor drie individuen kon de status van de tanden beoordeeld worden (IND6, 10 en 11). Dit waren de enige individuen met *in situ* tanden. Voor individu 11 beperkte zich dit wel tot twee tanden. Meerdere cariës, vorming van calculus en *antemortem* tandverlies waren geen uitzondering. Bij individuen 6 en 10 werd ook een periapicaal abces waargenomen, mogelijk ten gevolge van cariës. Slechte tandhygiëne en een éénzijdig dieet kunnen hier de oorzaak van zijn. Beide zijn geen uitzondering op het slagveld. Op verschillende tanden zijn sporen van rookverkleuring aangetroffen, wellicht van het roken van een pijp of sigaret. Concrete slijtage is hiervan niet in de tanden teruggevonden. Wel wijzen twee *pin marks* bij individu 10 op het langdurig gebruik van een naald, tandenstoker of gelijkaardig object tussen de tanden.

Sporen van pathologieën zijn verder weinig waargenomen. Opmerkelijk is de aanwezigheid van *serpens endocrania symmetrica* (SES) aan de binnenkant van de schedel van individu 6. Dit duidt op een infectieziekte zoals tuberculose of andere luchtwegeninfectie. Aanwijzingen die kunnen duiden op een specifiek ziekte zijn er niet. Erbarmelijke toestanden waarin de soldaten moesten leven op het slagveld waren een broeihaard voor infectieziekten, evenwel luchtwegeninfecties.

Wat wel in grote getale voorkwam is de aanwezigheid van trauma, meer bepaald *perimortem* trauma, trauma dat rond de dood is ontstaan. Aanwijzingen voor dergelijk trauma is bij zeven individuen in zes contexten aangetroffen (IND1, 2, 6, 9, 10, 11 en 12). Dit kon meestal gerelateerd worden aan ballistisch trauma, een gevolg van elke vorm van vuurwapen of munitie.<sup>51</sup> Vier van deze contexten zijn dan ook te linken aan bomkraters, waar de soldaten (IND6, 9, 11 en 12) ter plekke zijn gesneuveld door de inslag van een bom. Hun trauma bestond meestal uit meervoudige fracturen verspreid over het lichaam, of zoals dat het geval was bij individu 9 en 12, de restanten van een geamputeerde arm. Concreet voor individuen 6, 9 en 10 is er ook *sharp force* trauma waargenomen dat het gevolg is van smalle scherpe objecten zoals kogels of shrapnel. De losse beenderen van individuen 1 en 2 uit een Duitse loopgraaf, vertoonden gelijkaardig trauma. Gezien het hier om een secundaire depositie ging, waren de beenderen vermoedelijk van een gelijkaardige context zoals een bomkrater afkomstig en zijn

**Met opmerkingen [CV11]:** Misschien ook de mogelijke Aziatische of Native American afkomst obv de tandafwijkingen bij dit individu vermelden? Dat kan misschien ook een verklaring zijn voor de kleine gestalte?

**Met opmerkingen [CV12]:** Ofwel hier terug verwijzen naar de kleine gestalte van individu 1, zodat die link wel gelegd wordt, als dat opportuun is volgens jou natuurlijk.

**Met opmerkingen [CV13]:** Ik heb het gevoel dat je vaak de term 'trauma' als meervoud gebruikt in zinnen. Meervoud van 'trauma' is trauma's of traumata. Misschien een beetje mee opletten aangezien zinnen zo verwarrend worden of niet vlot leesbaar zijn.

**Met opmerkingen [CV14]:** Hier gaat het bijvoorbeeld ook om meerdere trauma's. Dan wordt het 'Hun trauma's/traumata bestonden meestal uit...'. Misschien eens checken in het hele document met Ctrl+f?

<sup>51</sup> KROMAN & STEVEN 2013



deze pas later in de loopgraaf verzameld. Ook het bijna complete skelet van individu 10 dat gedeeltelijk in anatomisch verband werd aangetroffen in een veldgraf, vertoonden grootschalige en wijdverspreide *perimortem* trauma die wellicht van een bominslag afkomstig zijn. Bij dit individu werden verschillende restanten van kogels en shrapnel in het bot aangetroffen die mogelijk als vulling van een granaat of ander explosief hebben gediend. De resten van dit individu zijn daarna verzameld en zorgvuldig in uniform met bijbehoren begraven in een gewaad in een kuil.

Ten slotte werden er bij vier individuen uit de bomkraters sporen van verbranding aangetroffen (IND3, 4, 8 en 9). Het ging steeds om lokale verbrandingsplekken, meestal sterk verspreid over het skelet en voornamelijk op de lange pijpbeenderen. Deze kwamen voor in zowel bruine, zwarte als blauwe kleuren, wat wijst op verschillende verbrandingsgraden van 300-600°C. Bij deze individuen zijn ook zwarte spikkels op het bot aangetroffen die vermoedelijk restanten zijn van verkoold textiel of ander materiaal van bijvoorbeeld het uniform. Gezien de verbranding van het bot niet verder doorgedreven was en niet wijd verspreid over het gehele skelet moet de verbranding héél intens maar van korte duur zijn geweest. Deze sporen kunnen evenwel gelinkt worden aan de context waarin ze gevonden zijn, namelijk de impact van een explosie.

## 6 Mogelijke vervolganalyse

Het fysisch antropologisch onderzoek heeft een inzicht gegeven in de biologische identiteit van de militairen. Gezien de onvolledigheid van de individuen en de meerdere contexten met enkel los bot zijn de resultaten beperkt. Verdergaand onderzoek kan mogelijk meer antwoorden bieden over de identiteit van deze personen, maar ook over het onderzoek van oorlogssites en trauma's.

Een erg handig maar ook zeer kostelijk onderzoek is DNA-analyse. In de ideale wereld zouden alle losse beenderen met de juiste persoon in verband gebracht kunnen worden waardoor de individuen in een groter geheel te bestuderen zijn. Daarbij kan er met zekerheid uitgemaakt worden of er nog meer individuen betrokken zijn of niet. Daarnaast is DNA-onderzoek geschikt voor het aantonen van verwantschap, wat interessant kan zijn wanneer er een vermoeden is van iemands identiteit dat dan bevestigd kan worden door het DNA te vergelijken met dat van een gekend familielid.

Een andere manier om meer informatie te achterhalen over de mogelijke identiteit van de personen is het vergelijken van de pathologische kenmerken met medische dossiers. Het individu met een potentiële infectieziekte leed vermoedelijk al lange tijd aan deze aandoening, wat mogelijk ook bekend is in zijn medisch dossier. Verder kunnen **tanden mogelijk te herkennen zijn op oude foto's** en op die manier te linken aan een specifiek persoon.

De resultaten lenen zich verder uitstekend voor een diepgaander traumaonderzoek, meer bepaald ten gevolge van ballistische trauma's zoals dat wordt veroorzaakt bij een bominslag. Dat kan o.a. uitgebreid worden op microscopisch niveau in combinatie met CT-analyse om meer restanten van de explosieven of munitie terug te vinden en de fractuurpatronen nog beter in beeld te krijgen. Aanvullend kan ook de spreiding van de verbrandingsvlekken worden onderzocht.<sup>52</sup> Hiermee kan zelfs de grootte van explosies worden ingeschat, waarmee mogelijk te achterhalen valt door welk type wapen de soldaten zijn gesneuveld.

**Met opmerkingen [CV15]:** Amai hoe zot zou dat zijn als op die manier een vermiste soldaat geïdentificeerd kan worden!

<sup>52</sup> SYMES et al. 2015

## 7 Lijst met figuren

Figuur 1: Van links naar rechts: transversale fractuur, oblique fractuur, spiraal fractuur, avulsie fractuur, impacted fractuur, greenstick fractuur en complexe of meervoudige fractuur (meer dan 2 fragmenten).	9
Figuur 2: Grafische weergave bewaring botmateriaal.	11
Figuur 3: Grafische weergave fragmentatie botmateriaal.	12
Figuur 4: Grafische weergave procentuele volledigheid botmateriaal.	12
Figuur 5: Overzicht beenderen individu 1 en 2. Dubbele beenderen zijn blauw gekleurd.	13
Figuur 6: Overzicht perimortem fracturen (in het rood) schedel 1.	14
Figuur 7: Voorhoofdsbeen met antemortem trauma (rood omcirkeld).	14
Figuur 8: Links de shovel-shaped tanden uit S5, rechts Snyder's subjective scale.	15
Figuur 9: Links metalen knoepje ter hoogte van een lumbale wervel, rechts tweede metaalvondst gecorrodeerd aan een bovenkaak.	15
Figuur 10: In situ schets individu 3.	16
Figuur 11: Skeletal status individu 3.	17
Figuur 12: In situ schets individu 4.	18
Figuur 13: Skeletal status individu 4. In het blauw gekleurd de twee losse voeten, vermoedelijk van hetzelfde individu.	19
Figuur 14: In situ schets individu 6.	20
Figuur 15: Skeletal status IND 6, in het rood zijn sporen van trauma aangeduid.	21
Figuur 16: Overzicht en detail sharp force trauma linker voorhoofdsbeen (Figuur 15.1). De rode pijl duidt op één van de losse fragmenten bot die in de holte bewaard zijn gebleven.	22
Figuur 17: Perimortem fractuur onderkaak (Figuur 15.2).	22
Figuur 18: In situ schets individu 9.	24
Figuur 19: Schematische weergave perimortem fracturen arm (boven) met gedetailleerde tekeningen per trauma.	25
Figuur 20: In situ schets individu 11.	26
Figuur 21: Skeletal status IND11. Blauw gekleurd zijn beenderen die niet rechtstreeks in verband te brengen zijn met het individu maar op basis van de context mogelijk wel bij dit individu behoren.	27
Figuur 22: Endocranium met sporen van SES (links) en ectocranium met sporen van porotic hyperostosis (rechts); in het rood zijn perimortem fracturen aangeduid.	28
Figuur 23: Distale humerus (ter hoogte van de elleboog) met getande transversale fractuur (links) en de 3de en 4de metacarpalen van de rechterhand met twee spiraal fracturen en een ovale afdruk van de inslag (rechts).	28
Figuur 24: Tekening geamputeerde radius individu 12, met een wedge fractuur aan het proximale uiteinde (links).	29
Figuur 25: OCD op het distale oppervlakte van het rechter scheenbeen (rode pijl).	29
Figuur 26: Fragment rechter radius van individu 5.	30
Figuur 27: In situ schets individu 10.	30
Figuur 28: Boven- en onderkaak individu 10, met lichte tot gemiddelde tandsteen, twee pin marks in de mediale snijtanden (blauw) en een periapicaal abces (rode pijl).	32
Figuur 29: Skeletal status IND10, met schematisch overzicht van het pathologie- en traumapatroon.	34
Figuur 30: Sharp force trauma individu 10 met indicatie van richting: 1. de laterale schacht van het linker sleutelbeen, object van 5 mm, ingangs- (boven) en uitgangswonde (onder); 2. linker ala van het heiligbeen, enkel ingangswonde met restant van kogel of shrapnel van 9,1 mm; 3. iliopubic eminence van de rechter heup, enkel ingangswonde met restant van kogel of shrapnel van 9 mm; 4. Geamputeerde distale einde rechter bovenbeen met sharp force trauma door loden kogel van 14,1 mm; 5. Linker patalla, enkel ingangswonde met shrapnel van 9x5,6 mm; 6. Achterzijde van rechter tibia met ingangs- en uitgangswonde.	35

## 8 Lijst met tabellen

Tabel 1: Overzicht context per individu.....	11
Tabel 2: Overzicht trauma individu 10.....	32
Tabel 3: Samenvatting resultaten per individu .....	36

## 9 Bibliografie

- AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED, 2021. *Code van goede praktijk voor de uitvoering van en rapportering over archeologisch vooronderzoek en archeologische opgravingen en het gebruik van metaaldetectoren (versie 4.0)*, Brussel. Available at: [https://www.onroerenderfgoed.be/sites/default/files/2019-03/CGP\\_V4\\_geen\\_TC\\_20190322.pdf](https://www.onroerenderfgoed.be/sites/default/files/2019-03/CGP_V4_geen_TC_20190322.pdf).
- AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED, Thesaurus Onroerend Erfgoed. Available at: <https://thesaurus.onroerenderfgoed.be>.
- AOTrauma, 1987. *Müller AO Classification of Fractures - Long Bones*, Biel.
- BAINBRIDGE, D. & TARAZAGA, S.G., 1956. A Study of Sex Differences in the Scapula. *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 86(2), pp.109-134.
- BASS, W.M., 1987. *Human osteology: a laboratory and field manual*, Missouri Archaeological Society.
- BRICKLEY, M., IVES, R. & MAYS, S., 2020. *The Bioarchaeology of Metabolic Bone disease*, London.
- BRICKLEY, M. & MCKINLEY, J.I., 2004. *Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*. M. BRICKLEY & J. I. MCKINLEY, eds.,
- BROOKS, S. & SUCHEY, J.M., 1990. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human evolution*, 5(3), pp.227-238.
- BUCKBERRY, J.L. & CHAMBERLAIN, A.T., 2002. Age estimation from the auricular surface of the ilium: A revised method. *American Journal of Physical Anthropology*, 119(3), pp.231-239.
- BUICKSTRA, J.E. & UBELAKER, D.H., 1994. *Standards for data collection from human skeletal remains*,
- BURT, N.M. et al., 2013. *Identification and Interpretation of Joint Disease in Paleopathology and Forensic Anthropology* 1st ed., Illinois.
- FINNEGAN, M., 1978. Non-metric variation of the infracranial skeleton. *Journal of anatomy*, 125(1), pp.23-37.
- HANNA, R.E. & WASHBURN, S.L., 1953. The Determination of the Sex of Skeletons as Illustrated by a Study of the Eskimo Pelvis. *Human Biology*, 25(1).
- HAUSER, G. & DE STEFANO, G.F., 1989. *Epigenetic variants of the human skull*, Stuttgart: Schweizerbart.
- HAWKEY, D.E. & MERBS, C.F., 1995. Activity-Induced Musculoskeletal Stress Markers and Subsistence Strategy Changes among Ancient Hudson Bay Eskimos. *International journal of osteoarchaeology*, 5, pp.324-338.
- JURMAIN, R. et al., 2012. Bioarchaeology's Holy Grail: The Reconstruction of Activity. In A. L. GRAUER, ed. *A Companion to Paleopathology*. West-Sussex, pp. 531-552.
- KENNEDY, K., 1983. Morphological Variations in Ulnar Supinator Crests and Fossae as Identifying Markers of Occupational Stress. *Journal of Forensic Science*, 28(4), pp.871-876.
- KROMAN, A.M. & STEVEN, A.S., 2013. Investigation of Skeletal Trauma. *Research methods in Human Skeletal Biology*, pp.219-239.
- LOVEJOY, C.O. et al., 1985. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: A new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology*, 68(1), pp.15-28.
- MAAT, G.J.R. & MASTWIJK, R.W., 2012. Manual for the Physical Anthropological Report. *Barge's Anthropologica*, 6.
- MARIOTTI, V., FACCHINI, F. & BELCASTRO, M.G., 2004. Enthesopathies. Proposal of a Standardized Scoring Method and Applications. *Collegium Antropologicum*, 28(1), pp.145-159.
- MAYS, S., 1998. *The archaeology of human bones*, Taylor & Francis.

- MAYS, S. & COX, M., 2000. Sex determination in skeletal remains. *Human osteology in archaeology and forensic science*, pp.117–130.
- MCCORMIC, W.F. & STEWART, J.H., 1991. Sexing of human clavicles using length and circumference measurements. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 12(2), pp.175–181.
- MEHMET, I.Y. & KENNEDY, K., 1989. Skeletal Markers of Occupational Stress. In I. Y. MEHMET & K. KENNEDY, eds. *Reconstruction of Life From the Skeleton*. New York, pp. 129–160.
- MEINDL, R.S. & LOVEJOY, C.O., 1985. Ectocranial suture closure: A revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *American Journal of Physical Anthropology*, 68(1), pp.57–66.
- NIKITA, E., 2017. *Osteoarchaeology. A Guide to the Macroscopic Study of Human Seletal Remains*, London.
- PHENICE, T.W., 1969. A newly developed visual method of sexing the os pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 30(2), pp.297–301.
- REDFERN, R. & ROBERTS, C.A., 2019. Trauma. In J. E. BUIKSTRA, ed. *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. London, pp. 211–284.
- ROGERS, J. & WALDRON, T., 1995. *Field Guide to Joint Disease in Archaeology*, Toronto.
- SCHAEFER, M., BLACK, S.M. & SCHEUER, L., 2009. *Juvenile osteology: a laboratory and field manual*, San Diego: Elsevier Academic Press.
- SCHEUER, L., BLACK, S.M. & CHRISTIE, A., 2000. *Developmental Juvenile Osteology*, Elsevier Academic Press.
- SCHMIDT, C.W. et al., 2015. Herculaneum. In C. W. SCHMIDT & S. A. SYMES, eds. *The Analysis of Burned Human Remains*. London, pp. 149–161.
- SCHULTZ, A.H., 1930. The Skeleton of the Trunk and Limbs of Higher Primates. *Human Biology*, 2(3), pp.303–438.
- SCOTT, G.R. & IRISH, J.D., 2017. *Human Tooth Crown and Root Morphology. The Arizona State University Dental Anthropology System*, Cambridge.
- SICK, J., 2021. Enthesal Changes: Benefits, Limitations, and Applications in Bioarchaeology. *Pathways*, 2(1), pp.14–35.
- STEWART, T.D., 1979. *Essentials of forensic anthropology, especially as developed in the United States*, Charles C. Thomas.
- STEYN, M. & IŞCAN, Y.M., 1999. Osteometric variation in the humerus: sexual dimorphism in South Africans. *International Journal of Forensic Science*, 106(2), pp.77–85.
- STEYN, M. & IŞCAN, Y.M., 1997. Sex determination from the femur and tibia in South African whites. *International Journal of Forensic*, 90(1-2), pp.111–119.
- SYMES, S.A. et al., 2015. Patterned Thermal Destruction in a Forensic Setting. In C. W. SCHMIDT & S. A. SYMES, eds. *The Analysis of Burned Human Remains*. London, pp. 17–60.
- TODD, T.W., 1920. Age changes in the pubic bone. I: The male white pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 3(3), pp.285–334.
- TROTTER, M., 1970. Estimation of stature from intact long limb bones. *Personal identification in mass disasters*, pp.71–83.
- TROTTER, M. & GLEESER, G.C., 1958. A re-evaluation of estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death. *American Journal of Physical Anthropology*, 16(1), pp.79–123.
- UBELAKER, D.H., 1989. The estimation of age at death from immature human bone. *Age markers in the human skeleton*, pp.55–70.
- VESELKA, B., 2018. *Crematieresten uit Echt, Nederland*, Leiden.
- VILLOTTE, S. et al., 2010. Enthesopathies as Occupational Stress Markers: Evidence from the Upper Limb. *American Journal of Physical Anthropology*, 142(2), pp.224–234.
- WALDRON, T., 2009. *Palaeopathology*, Cambridge University Press.
- Workshop of European Anthropologists, 1980. Recommendations for Age and Sex Diagnoses of Skeletons. *Journal of Human Evolution*, 9, pp.517–549.

---

## 10 Bijlagen

---

10.1 Overzicht los bot

10.2 Overzicht alle resultaten

10.3 Skeletformulieren