



# Harris Lines in de Vroege Middeleeuwen

Onderzoek naar groeistoornissen door middel van Harris Lines

**Teun van Someren**

STUDENTENNUMMER: 471216  
OPLEIDING: HBO ARCHEOLOGIE  
DATUM: 04 FEBRUARI 2023

## Administratieve gegevens

Auteur/onderzoeker: Teun van Someren

Mobiel: +31 (0)6 46306334

E-mail: [471216@student.saxion.nl](mailto:471216@student.saxion.nl)

Opdrachtgever: Dr. Raphaël Panhuijsen

Mobiel: +31 (0)6 14682425

E-mail: [r.g.a.m.panhuijsen@saxion.nl](mailto:r.g.a.m.panhuijsen@saxion.nl)

Saxion Begeleider: Kim Pollmann

Mobiel: +31 (0)6 12495312

E-mail: [k.m.c.pollmann@saxion.nl](mailto:k.m.c.pollmann@saxion.nl)

## Voorwoord

Dit onderzoek is een afstudeeropdracht voor de hbo-opleiding Archeologie van Hogeschool Saxion te Deventer. Dit onderzoek is bedoeld om te laten zien wat ik tijdens mijn opleiding heb geleerd en dat ik deze vaardigheden toe kan passen en beheers.

Graag wil ik een aantal mensen bedanken, zonder wie dit onderzoek nooit mogelijk was geweest. Ik wil Raphaël Panhuijsen graag bedanken voor het aanbieden van dit onderzoek. Zonder hem had ik in de periode van lockdowns, dankzij Corona, geen goed onderwerp kunnen vinden. Ook bedank ik Kim Pollmann voor de begeleiding vanuit het Saxion, waar ik altijd goed terecht kon voor vragen en hulp. Als laatste wil ik de opleiding MBRT (Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken) van het Inholland in Haarlem bedanken voor hun hulp bij het maken van de röntgenfoto's, zonder hen had ik nooit de foto's kunnen maken en het onderzoek niet kunnen afronden.

Teun van Someren

04 februari 2023

## Inhoudsopgave

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Administratieve gegevens .....             | 1  |
| Voorwoord .....                            | 2  |
| Samenvatting.....                          | 5  |
| 1. Inleiding .....                         | 7  |
| 1.1 Projectopdracht.....                   | 7  |
| 1.2 Onderzoekskader .....                  | 7  |
| 1.3 Vraagstelling .....                    | 8  |
| 1.4 Leeswijzer .....                       | 8  |
| 2. Methoden en werkwijze.....              | 10 |
| 2.1 Literatuuronderzoek.....               | 10 |
| 2.2 Harris Lines onderzoek .....           | 10 |
| 2.2.1 Botgroei .....                       | 10 |
| 2.2.2 Harris Lines .....                   | 12 |
| 2.2.3 Onderzoek naar Harris Lines .....    | 12 |
| 2.3 Röntgenfoto's en uitwerkmethode .....  | 14 |
| 2.3.1 Digitale röntgenfoto's.....          | 14 |
| Uitwerk methode .....                      | 15 |
| 2.3.2 Controle.....                        | 18 |
| 2.4 Database .....                         | 19 |
| 2.5 Statistiek .....                       | 19 |
| 3. Materiaal en locaties .....             | 20 |
| 3.1 Sint Servaaskerk .....                 | 21 |
| 3.1.1 Cella fase.....                      | 22 |
| 3.1.2 Templum fase .....                   | 23 |
| 3.1.3 Basilica fase .....                  | 24 |
| 3.2 Wittevrouwenklooster .....             | 24 |
| 3.3 Vrijthof.....                          | 26 |
| 3.4 De Boschstraat.....                    | 27 |
| 3.5 Wijk bij Duurstede .....               | 28 |
| 3.5.1 De Heul .....                        | 29 |
| 3.5.2 De Engk.....                         | 30 |
| 3.6 Overzicht onderzochte individuen ..... | 30 |
| 3.6.1 Geslachtsbepaling.....               | 31 |
| 3.6.2 Leeftijdscategorieën .....           | 32 |
| 3.6.3 Datering.....                        | 34 |

|       |                                                    |    |
|-------|----------------------------------------------------|----|
| 3.6.4 | Lengte .....                                       | 35 |
| 3.6.5 | (Sociaal-)economische status .....                 | 36 |
| 3.6.6 | Individueen met Harris Lines .....                 | 38 |
| 4.    | Resultaten van Harris Line onderzoek .....         | 39 |
| 4.1   | Algemene analyses .....                            | 39 |
| 4.1.1 | Lengteverschil tussen periodes .....               | 39 |
| 4.1.2 | Verschillen tussen statusgroepen .....             | 39 |
| 4.2   | Geslacht .....                                     | 40 |
| 4.2.1 | Geslacht algemeen .....                            | 40 |
| 4.2.2 | Geslacht Vroege Middeleeuwen .....                 | 41 |
| 4.3   | Locatie .....                                      | 42 |
| 4.3.1 | Locatie algemeen .....                             | 42 |
| 4.3.2 | Locatie Vroege Middeleeuwen .....                  | 46 |
| 4.4   | Lengte .....                                       | 46 |
| 4.4.1 | Lengte algemeen .....                              | 46 |
| 4.4.2 | Lengte Vroege Middeleeuwen .....                   | 47 |
| 4.5   | Periode .....                                      | 48 |
| 4.6   | Status .....                                       | 49 |
| 4.7   | Ontstaansleeftijd .....                            | 50 |
| 4.7.1 | Ontstaansleeftijd algemeen .....                   | 50 |
| 4.7.2 | Ontstaansleeftijd zonder type 0 Harris Lines ..... | 53 |
| 4.8   | Discussie van de resultaten .....                  | 54 |
| 5.    | Conclusie .....                                    | 57 |
| 5.1   | Deelvragen .....                                   | 57 |
| 5.2   | Hoofdvraag .....                                   | 59 |
| 6.    | Discussie .....                                    | 61 |
| 6.1   | Dataset .....                                      | 61 |
| 6.2   | <i>Inter observer variation</i> .....              | 61 |
| 6.3   | <i>The Harris Line Tool</i> .....                  | 61 |
| 6.4   | Röntgenfoto's .....                                | 61 |
| 6.5   | Gebruik GIS-programma .....                        | 62 |
| 6.6   | Harris Lines .....                                 | 62 |
| 6.7   | Vergelijking met ander onderzoek .....             | 62 |
| 7.    | Aanbevelingen .....                                | 63 |
| 8.    | Literatuurlijst .....                              | 64 |
| 10.   | Bijlage .....                                      | 66 |

## Samenvatting

In opdracht van Raphaël Panhuijsen is een vergelijking gedaan van botmateriaal uit zes grafvelden afkomstig uit twee gemeentes. Grafvelden van de Sint Servaaskerk, de Boschstraat, het Wittevrouwenklooster en het Vrijthof uit Maastricht en De Heul en De Engk uit Wijk bij Duurstede, waar in de Vroege Middeleeuwen Dorestad lag. In totaal waren er 177 individuen geschikt voor dit onderzoek. Hiervan zijn er 36 afkomstig uit de Sint Servaaskerk, 17 uit het Wittevrouwenklooster, 90 uit het Vrijthof, 12 van de Boschstraat, 14 uit De Heul en acht uit De Engk. De hoofdvraag voor dit onderzoek is als volgt: *Wat kan er, door te kijken naar groeistoornissen in bot, aan informatie worden verzameld over de gezondheid en voedselkwaliteit van de bevolking in Maastricht en Dorestad in de Vroege middeleeuwen?*

De groeistoornissen die zijn onderzocht zijn terug te vinden in de vorm van Harris Lines. Harris Lines, ook wel 'Growth arrest lines' genoemd, zijn gemineraliseerde structuren in lange botten in een skelet, deze zijn zichtbaar in de schacht van pijpbeenderen als transversale lijnen. De groei van de botten tijdens de jeugd van een individu kan door stress, ziekte of slechte voeding worden onderbroken, ofwel een groeistoornis veroorzaken. Wanneer na deze periode van onderbroken groei het lichaam weer teruggaat naar een normale groei ontstaat er een verdikte transversale lijn in het bot op de locatie waar de epifyse op dat moment is, dit wordt een Harris Line genoemd. Doordat het bot, op de locaties van Harris Lines, dikker is dan het omliggende bot zijn deze Harris Lines op röntgenfoto's zichtbaar als witte lijnen.

Harris Lines kunnen invloed hebben op verschillende aspecten. Zo kan een individuen minder oud of minder lang worden wanneer deze veel leed aan Harris Lines. Ook kan de (sociaal-)economische status van een individu invloed hebben gehad op het aantal Harris Lines. Daarom zijn de individuen onderverdeeld in groepen van hoge, gemiddelde en lage status. Hetzelfde geldt voor leeftijdsgroepen, gemeentes en periodes binnen de geschiedenis. Niet-volwassen individuen zijn bij de analyses niet meegenomen. Deze individuen hebben nog niet 100% van hun groei bereikt en daarom dus ook niet alle Harris Lines ontwikkeld, hierdoor zouden deze individuen de statistiek en percentages te veel beïnvloeden.

Bij 94 van de volwassen individuen is minimaal één Harris Line gevonden, 58% van de totale groep. De verdeling tussen mannelijke en vrouwelijk individuen is hierbij statistisch gelijk. Gemiddeld ontstaan Harris Lines net iets meer in de latere jaren van de groei. Mannelijke individuen hebben gemiddeld iets meer Harris Lines in de latere jaren dan vrouwelijke individuen. Gemiddeld heeft een individu meer dan vier Harris Lines. Dit is voor mannen en vrouwen beide gelijk.

Tussen Dorestad en Maastricht zit in het gemiddelde aantal Harris Lines geen verschil, 4 per individu. Tussen de locaties binnen Dorestad en Maastricht zit wel verschil. Zo hebben individuen uit De Engk en het Wittevrouwenklooster gemiddeld meer dan zes Harris Lines, waar individuen uit De Heul rond de drie Harris Lines hebben.

Tussen de Laat Romeinse, Merovingische en Karolingische periodes zit weinig verschil in het aantal Harris Lines per individu. In de Laat Romeinse periode is dit gemiddelde wel erg laag, dit komt door het laag aantal individuen. Wanneer dit statistisch wordt vergeleken is er geen verschil.

De (sociaal-)economische status heeft invloed op de ontstaansleeftijd van Harris Lines. Zo ontstaan er meer Harris Lines op latere leeftijd in de groep met een gemiddelde status dan bij individuen uit een hogere status groep. Dit heeft mogelijk te maken met hogere inspanning door zwaar werk.

Over het algemeen kunnen Harris Lines weinig zeggen over de gezondheid en voedselkwaliteit, beide locaties vertonen dezelfde statistieken en ook tussen de periodes zit geen verschil. Of kijken naar groeistoornissen kan aantonen dat status invloed had op de gezondheid en voedselkwaliteit van de bevolking in de Vroege Middeleeuwen kan niet goed worden aangetoond. Er kan wel worden aangetoond dat status invloed heeft op de gezondheid. Individuen uit de hogere statusgroep worden gemiddeld ouder en langer. Dit soort aspecten laten zien dat Harris Lines daadwerkelijk wel een indicator kunnen zijn voor bepaalde evenementen. Verder onderzoek zou hier meer duidelijkheid over kunnen geven.

# 1. Inleiding

## 1.1 Projectopdracht

Dit onderzoek is uitgevoerd als afstudeerscriptie voor de hbo-opleiding Archeologie van Saxion te Deventer. Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd in de periode van september 2021 tot december 2022. Het onderwerp van dit afstudeeronderzoek is het onderzoeken van groeistoornissen in de populatie van Maastricht en Dorestad in de Vroege Middeleeuwen. De opdrachtgever voor dit onderzoek is fysisch antropoloog Raphaël Panhuijsen. De aanleiding voor dit onderzoek is de vraag of door middel van onderzoek naar groeistoornissen meer informatie vergaard kan worden over de gezondheid en voedselkwaliteit van de bevolking in de Vroege Middeleeuwen.

## 1.2 Onderzoekskader

In 2005 heeft Raphaël Panhuijsen, als onderdeel van zijn promotieonderzoek, een uitwerking gedaan van twee grafvelden in het centrum van Maastricht, het grafveld van de Sint Servaaskerk en het grafveld aan de Boschstraat.<sup>1</sup> Bij dit onderzoek werd gebruik gemaakt van onderzoek naar transversale verdikte lijnen in bot, Harris Lines genoemd. Dit zijn restanten van een verstoring van de groei van de lange botten, mogelijk veroorzaakt door periode van slechte voeding of gezondheid. Een van de suggesties voor eventueel vervolgonderzoek was het onderzoeken of Harris Lines mogelijk gebruikt kon worden voor ander onderzoek. Dit afstudeeronderzoek heeft als doel om te kijken of de gezondheid en voedselkwaliteit tussen individuen uit verschillende grafvelden en locaties vergeleken kan worden aan de hand van groeistoornissen.

Harris Lines zijn in het verleden gebruikt om aanwijzingen van slechte gezondheid of voeding te kunnen aantonen tussen verschillende populaties of status groepen. Zoals een onderzoek naar gezondheid en status in het Groot-Moravische Rijk in centraal Europa dat onder meer Harris Lines gebruikte.<sup>2</sup> Bovendien zijn er ook onderzoeken gedaan naar de invloed van gezondheid en voeding op de lengte van individuen. Zo werden in Polen<sup>3</sup> en Zwitserland<sup>4</sup> Harris Lines gebruikt om lengteverschillen te bepalen tussen individuen.

In opdracht van Raphaël Panhuijsen zijn zes grafvelden, afkomstig uit twee gemeentes, vergeleken. Grafvelden van de Sint Servaaskerk, de Boschstraat, het Wittevrouwenklooster en het Vrijthof uit Maastricht en De Heul en De Engk uit Wijk bij Duurstede, waar de vroegmiddeleeuwse stad Dorestad lag. Op het Wittevrouwenklooster na is het botmateriaal afkomstig uit de Vroege Middeleeuwen. Het botmateriaal van het Witten vrouwenklooster is afkomstig uit de Volle en Late Middeleeuwen. Al het botmateriaal was voorafgaand aan dit onderzoek al osteoarcheologisch onderzocht.

Er is onderzocht of door middel van onderzoek naar Harris Lines informatie kan worden vergaard over de kwaliteit van leven in de Vroege Middeleeuwen in Maastricht en Dorestad. Daarnaast is er, door verschillende periodes uit de Vroege Middeleeuwen te vergelijken, een beeld geschetst van de ontwikkelingen binnen de twee locaties door de tijd heen.

---

<sup>1</sup> Panhuysen 2005.

<sup>2</sup> Velemínský *et al.* 2009.

<sup>3</sup> Nowak *et al.* 2011.

<sup>4</sup> Papageorgopoulou *et al.* 2011.



### 1.3 Vraagstelling

#### *Hoofdvraag*

Wat kan er, door te kijken naar groeistoornissen in bot, aan informatie worden verzameld over de gezondheid en voedselkwaliteit van de bevolking in Maastricht en Dorestad in de Vroege Middeleeuwen?

Om een antwoord te kunnen formuleren op deze hoofdvraag zijn een aantal deelvragen opgesteld. Deze deelvragen zijn onderverdeeld in drie typen: inventariserende, analyserende en concluderende vragen. De inventariserende vragen zijn bedoeld om zo veel mogelijk algemene informatie te verzamelen over het onderzochte individuen, zodat dit gebruikt kan worden om later dieper op in te gaan. De analyserende vragen gaan dieper in op het probleem en zijn bedoeld om gedetailleerde informatie te verzamelen over de onderzochte individuen. Voor de concluderende vragen wordt er gebruik gemaakt van alle verzamelde informatie om de verschillende onderdelen van de hoofdvraag te kunnen beantwoorden. De deelvragen zijn als volgt:

#### *Inventariserend*

1. Wat is de (sociaal-)economische status van de groep onderzochte individuen?
2. In welke periode binnen de Vroege Middeleeuwen dateren de onderzochte individuen?
3. Wat is de leeftijd en geslacht van de onderzochte individuen?
4. Welke methode zijn er om groeistoornissen te onderzoeken?

#### *Analyserend*

5. Wat is het percentage onderzochte individuen met één of meerdere groeistoornissen?
6. In welke periode in het leven van deze individuen is de groeistoornis ontstaan?
7. Wat zijn de verschillen in het gemiddeld aantal groeistoornissen per individu tussen de sites uit Maastricht en Dorestad?
8. Wat zijn de verschillen in het gemiddeld aantal groeistoornissen per individu in de Laat Romeinse, Merovingische en Karolingische periodes?

#### *Concluderend*

9. Wat voor relaties kunnen er worden gelegd tussen de (sociaal) economische status van een groep en de frequentie van groeistoornissen?
10. Wat voor verschillen in resultaten kunnen er ontstaan door het gebruik van The Harris Lines Tool in vergelijking met de methode Maat?

*The Harris Lines* Tool bleek echter verouderd en was niet meer bruikbaar. Helaas heeft dit tot gevolg dat onderzoeksvraag 10, *Wat voor verschillen in resultaten kunnen er ontstaan door het gebruik van de Harris Lines Tool in vergelijking met de methode Maat?*, niet beantwoord kan worden en dus verval.

### 1.4 Leeswijzer

Om het onderzoek overzichtelijk te maken is dit rapport onderverdeeld in verschillende hoofdstukken. Na het inleidende hoofdstuk 1, wordt in hoofdstuk 2 achtergrondinformatie over groeistoornissen en botgroei gegeven, zodat het duidelijk wordt hoe hier precies mee is gewerkt tijdens het onderzoek. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de achtergrondinformatie over de verschillende grafvelden en opgravingen gegeven. Hierin wordt besproken hoe deze grafvelden waren ingedeeld, hoeveel individuen hier zijn gevonden en hoeveel daarvan uiteindelijk voor dit onderzoek geschikt waren. Hoofdstuk 4 beschrijft de methoden en werkwijzen die zijn gebruikt om het materiaal uit hoofdstuk 3 te kunnen verwerken. In hoofdstuk 5 worden de resultaten van het

onderzoek besproken. Hoofdstuk 6 is de conclusie en beschrijft de antwoorden op de deelvragen en afsluitend het antwoord op de hoofdvraag. Hoofdstuk 7 bevat de problemen die tijdens dit onderzoek aan het licht zijn gekomen en hoe ermee omgegaan is. Het afsluitende hoofdstuk 8 gaat over de aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek. Verder is er nog een lijst met alle toegepaste literatuur aanwezig met tot slot een bijlage. In de bijlage is een overzicht te vinden van alle gedetermineerde Harris Lines, met geslachtsbepaling, individu-nummer, percentage tot het ossificatie centrum, type Harris Line en ontstaansleeftijd.

## 2. Methoden en werkwijze

Voor dit onderzoek is botmateriaal uit zes grafvelden gelegen in twee gemeentes onderzocht. Hiervoor zijn twee methodes gebruikt. Literatuuronderzoek naar de geschiedenis en interpretatie van de onderzochte grafvelden en Harris Line onderzoek om de botten te onderzoeken.

### 2.1 Literatuuronderzoek

Voor dit onderzoek is onder meer een literatuuronderzoek uitgevoerd. Om ervoor te zorgen dat de literatuur van voldoende kwaliteit was, is gebruik gemaakt van een aantal websites dat door onder andere Saxion aangeraden wordt voor wetenschappelijke artikelen.<sup>5</sup> Naast artikelen die met archeologie te maken hebben, is er ook gebruik gemaakt van medische artikelen die meer over de botgroei en Harris Lines gingen. Hiervoor is een website medische wetenschappelijke artikelen gebruikt.<sup>6</sup> Voor een aantal rapporten over de verschillende opgravingen is gebruik gemaakt van bibliotheken, zo zijn er rapporten gehaald uit de bibliotheek van het RCE en van Deventer.

Het literatuuronderzoek is voornamelijk gebruikt voor het beantwoorden van de inventariserende en concluderende vragen. Literatuuronderzoek is voornamelijk gebruikt om de geschiedenis en interpretatie van de onderzochte grafvelden te achterhalen. De belangrijkste bronnen waren: het promotieonderzoek van Raphaël Panhuijsen<sup>7</sup>, de publicatie van het Vrijthof grafveld van Frans Theuws<sup>8</sup>, de publicatie over de grafvelden in Wijk bij Duurstede<sup>9</sup> en de publicatie van het Wittevrouwenklooster.<sup>10</sup>

Verder is literatuuronderzoek gebruikt om de theorie achter Harris Lines te achterhalen en de methodes voor Harris Line onderzoek te bepalen. De belangrijkste bronnen hiervoor waren de publicatie van Michal Jerzy Kulus en Pawel Dabrowski waarin alle methodes besproken worden<sup>11</sup> en de publicatie van George Maat waarin zijn methode wordt beschreven.<sup>12</sup>

### 2.2 Harris Lines onderzoek

Harris Lines kunnen als non-specifieke stress indicator gebruikt worden om te kijken naar de gezondheid van een populatie. Deze lijnen zijn zichtbaar op röntgenfoto's en relatief makkelijk om mee te werken. In dit hoofdstuk zal de theorie van Harris Lines en de gebruikte methode worden uitgelegd.

#### 2.2.1 Botgroei

Om te kunnen begrijpen hoe groeistoornissen ontstaan en welke invloed deze hebben op de botten van de mens, moet eerst duidelijk zijn hoe de "lange botten" van het menselijk lichaam in elkaar zitten en hoe de botgroei werkt. Voor dit onderzoek zal gewerkt worden met de tibiae (scheenbenen) van 177 individuen. De tibia is een van de "lange botten" van het menselijk lichaam, ook wel pijpbeenderen genoemd. Andere voorbeelden van lange botten zijn de femur (het dijbeen)

---

<sup>5</sup> Sites zoals <https://www.academia.edu/> en <https://easy.dans.knaw.nl/ui/home>.

<sup>6</sup> Sites zoals <https://link.springer.com/>.

<sup>7</sup> Panhuijsen 2005.

<sup>8</sup> Theuws *et al.* 2017.

<sup>9</sup> Van Es *et al.* 2015.

<sup>10</sup> Hulst 1994.

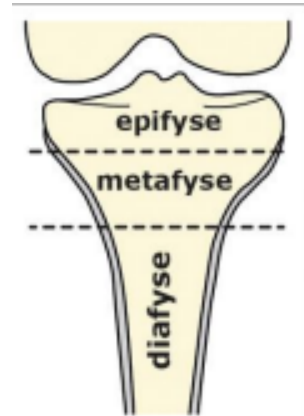
<sup>11</sup> Kulus *et al.* 2019.

<sup>12</sup> Maat 1984.

en de humerus (bovenarm). Pijpbeenderen bestaan uit drie onderdelen: de epifyse, metafyse en diafyse (figuur 1). De diafyse is de schacht van het bot, deze zit doormiddel van de metafyse aan de uiteinden van het bot vast. De uiteinden zijn de epifysen.<sup>13</sup>

Om de botten op een anatomisch correcte manier te beschrijven wordt de richting en ligging aangeduid. Voor botten zoals de tibia wordt deze ligging op de volgende manier aangeduid: het bot deel kan dicht bij het centrum of verder van het centrum van het lichaam afliggen. Het deel dat het dichtst bij het lichaam ligt heet dan het proximale deel en het deel dat verder van het lichaam ligt is het distale deel. Zo heeft elk bot dus een proximale epifyse en een distale epifyse.<sup>14</sup>

Wanneer een kind geboren wordt, bestaan de botten voornamelijk uit kraakbeen. Dit kraakbeen wordt, naarmate iemand ouder wordt, vervangen door hardere mineralen structuren in een proces genaamd ossificatie (beenvorming).<sup>15</sup> Tijdens dit proces ontstaan er ook groeischijven in de proximale en distale metafysen van het bot. Vanuit de groeischijven groeit het bot door totdat de persoon is uitgegroeid. Bij mannen is de tibia volgroeid tussen het 15<sup>e</sup> en 20<sup>e</sup> jaar, bij vrouwen is de tibia volgroeid tussen het 13<sup>e</sup> en 17<sup>e</sup> jaar.<sup>16</sup> Rond die tijd verdwijnen de groeischijven en is verdere botgroei niet meer mogelijk.<sup>17</sup> De groei van de tibia en andere pijpbeenderen is dus verdeeld in een groei aan de distale en proximale kant van het bot. Het bot groeit dus vanuit een centraal deel aan beide kanten, het ossificatiecentrum. Voor de tibia is deze groei ongeveer verdeeld in 43% aan de distale kant en 57% aan de proximale kant. Door deze oneven groei aan de proximale en distale kant ligt het ossificatie centrum van de tibia dus niet precies in het midden van het bot.<sup>18</sup>



Figuur 1: Onderverdeling pijpbeenderen (Huijgen et al. 2018)

<sup>13</sup> Paulsen et al. 2011.

<sup>14</sup> White et al. 2005.

<sup>15</sup> [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory\\_and\\_General\\_Biology](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology) geraadpleegd op 20 oktober 2021.

<sup>16</sup> Scheuer et al. 2000, 413.

<sup>17</sup> <https://4rai.com/blog/how-do-bones-grow> geraadpleegd op 20 oktober 2021.

<sup>18</sup> Rodney et al. 1984.

### 2.2.2 Harris Lines

De groei van de botten tijdens de jeugd van een individu kan door stress, ziekte of slechte voeding worden onderbroken ofwel een groeistoornis veroorzaken. Onderzoek naar groeistoornissen in bot wordt gedaan door te kijken naar Harris Lines. Harris Lines, ook wel 'Growth arrest lines' genoemd, zijn gemineraliseerde structuren in lange botten in een skelet, deze zijn zichtbaar in de schacht van pijpbeenderen als transversale lijnen. Wanneer, na een periode van onderbroken groei, het lichaam weer teruggaat naar een normale groei ontstaat er een verdikking in het bot, een Harris Line.<sup>19</sup> Harris Lines kunnen alleen aangeven dat de groei van een individu onderbroken was. De specifieke reden voor deze onderbreking kan niet aan de hand van Harris Lines worden vastgesteld. Hierdoor worden Harris Lines gezien als non-specifieke stress indicatoren.<sup>20</sup> Een Harris Line ontstaat altijd bij de groeischijf van het bot en dus in de schacht van een bot vóór de epifyse.

Wanneer er een röntgenfoto wordt gemaakt van een bot waar Harris Lines in aanwezig zijn dan is deze verdikking in het bot zichtbaar als een witte lijn (figuur 2). Dit heeft te maken met overprojectie. Wanneer een röntgenfoto wordt gemaakt blokkeren dikkere structuren namelijk meer röntgenstraling dan dunnere structuren, deze dikkere structuren worden dan lichter/witter op een foto dan dunnere structuren. Omdat een Harris Line een laagje verdikt bot is, op een locatie waar normaal niet veel bot zit, wordt deze op een röntgenfoto witter dan het omliggende bot. Henry A. Harris was in 1931 de eerste die deze structuur beschreef.<sup>21</sup>

In vergelijking met andere lange botten zijn in de tibia, het scheenbeen, de meeste Harris Lines te vinden. Harris Lines zijn het makkelijkst te vinden in het distale deel van de tibia. Hierdoor zijn onderzoekers het over het algemeen eens dat de tibia het beste bot is voor Harris Lines onderzoek.<sup>22</sup>

### 2.2.3 Onderzoek naar Harris Lines

Zoals eerder besproken is, door het verschil in groei tussen het distale en proximale deel, het ossificatiecentrum van het bot (het punt waaruit het bot ontstaat en doorgroeit) niet precies in het midden maar iets meer aan de distale kant van het bot. Als hier rekening mee wordt gehouden kan berekend worden wanneer de groeistoornis heeft plaats gevonden. Aan de hand van de groei van het bot kan een berekening gemaakt worden wanneer in het leven van een individu een groeistoornis plaats gevonden heeft. Vanuit dit ossificatiecentrum kan de afstand naar de verschillende Harris Lines worden opgemeten. Hoe dichter de Harris Line bij het ossificatiecentrum van het bot zit hoe jonger dit individu was toen de groei onderbroken werd.

Sinds de ontdekking van Harris Lines in 1931 zijn er verschillende onderzoeken geweest naar hoe deze lijnen kunnen worden gebruikt en opgemeten om uiteindelijk te kunnen berekenen hoe oud een individu was toen de groei werd onderbroken. Voor het opmeten van deze lijnen zijn vier methodes bekend die van belang zijn voor dit afstudeeronderzoek. De methode van Clarke uit



*Figuur 2: Röntgenfoto van een tibia met duidelijke horizontale witte lijnen, Harris Lines*

<sup>19</sup> Kulus *et al.* 2019.

<sup>20</sup> Papageorgopoulou *et al.* 2011.

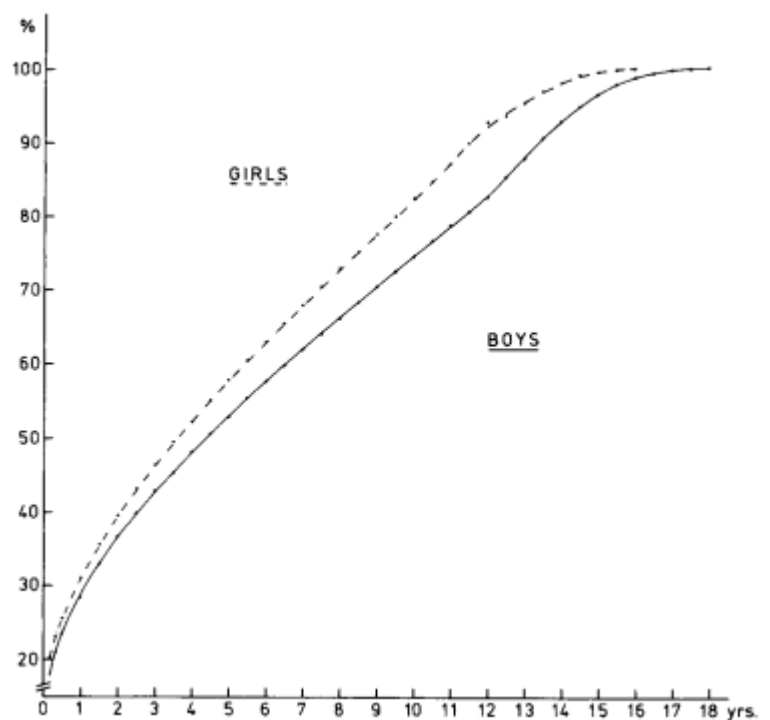
<sup>21</sup> Harris 1931.

<sup>22</sup> Anderson *et al.* 1963.

1982<sup>23</sup>, Maat uit 1984<sup>24</sup>, Byers uit 1991<sup>25</sup> en *The Harris Lines Tool* uit 2008.<sup>26</sup> Al deze methoden hebben als doel de hoeveelheid Harris Lines te bepalen, op te meten waar in het bot elke Harris Line zit en vervolgens te berekenen op welke leeftijd deze dan is ontstaan.

De methode van Clarke was een verbetering van een eerdere methode ontwikkeld door Allison *et al* in 1974<sup>27</sup> en is de eerste methode die gebruik maakt van een groeicurve grafiek om de ontstaansleeftijd van Harris Lines te kunnen bereken. Bij de methode van Allison *et al* wordt uitgegaan van een standaard botlengte bij geboorte en een gelijkwaardige botgroei door de jaren heen. Deze methode zorgt voor een grove berekening van de formatieleeftijd van Harris Lines. Er kan namelijk niet vanuit gegaan worden dat bij ieder persoon de botten even groot zijn en ook gelijkwaardige botgroei is meestal niet het geval. Clarke heeft voor zijn methode een grafiek opgesteld die de variatie in botgroei in beeld brengt. Deze grafiek is opgesteld aan de hand van een onderzoek door Gindhart in 1973.<sup>28</sup> Aan de hand van deze grafiek kan in een volgroeid bot terug worden gerekend naar de botlengte bij geboorte. Deze methode rekent aan de hand van de 43% groei in het distale deel van de tibia en berekent de afstand tussen het ossificatie centrum en de locatie van de Harris Line. Waarmee dan de leeftijd van het individu kan worden bereken op het moment van de groeistoornis. Het enige probleem met deze methode is dat er gebruik wordt gemaakt van de totale lengte van het bot, de epifyse wordt dus meegenomen in de berekening. Doordat de lengte van de epifyse bij iedereen verschilt betekend dit dat er standaard een rekenfout gemaakt wordt.<sup>29</sup>

Ook de methode van Maat maakt gebruik van het distale deel van de tibia en is een evolutie van de methode van Clarke. Het grote verschil tussen deze methode en die van Clarke is dat Maat voor zijn berekeningen gebruik maakt van een tabel die gericht is op de diafyse, dus niet op de volledige lengte van het bot, gebaseerd op de leeftijd en het geslacht van een individu. Deze tabel is gebaseerd op onderzoek van Maresh naar de groei van een persoon van baby tot pubertijd (figuur 3).<sup>30</sup> De tabel houdt ook rekening met het percentage van de lengte van de tibia door het leven heen. Hierdoor kan er met een paar eenvoudige berekeningen een accurate berekening worden gemaakt van de formatieleeftijd door, net als bij de methode van Clarke, de afstand tussen het ossificatiecentrum en de Harris



Figuur 3: Groeicurve tabel gebaseerd op onderzoek van Maresh (Maat 1984)

<sup>23</sup> Clarke 1982.

<sup>24</sup> Maat 1984.

<sup>25</sup> Byers 1991.

<sup>26</sup> Suter *et al.* 2008; Papageorgopoulou *et al.* 2011; <http://www.harrislinestool.com/>.

<sup>27</sup> Allison *et al.* 1974.

<sup>28</sup> Gindhart 1973.

<sup>29</sup> Kulus 2019.

<sup>30</sup> Maresh 1955.

Line op te meten. Door te kijken naar de diafyse wordt de rekenfout van de methode van Clarke niet gemaakt. De tabel kan ook gebruikt worden om een schatting te maken van de lengte die een individu had kunnen bereiken. Hierdoor kan er ook gekeken worden naar de botten van kinderen.

De methode van Byers richt zich niet alleen op de tibia maar ook op andere pijpbeenderen waar Harris Lines in voor kunnen komen, zoals de femur, radius en humerus. De tabellen die gebruikt worden voor deze methode zijn, net als bij de methode van Maat, gebaseerd op onderzoeken van Maresh. Het grootste verschil tussen deze methode en die van Clarke of Maat is dat niet gerekend wordt naar het ossificatiecentrum van het bot, maar dat de afstand tussen de Harris Line en de totale lengte van het bot wordt bekeken. Dit, in combinatie met de tabel van het juiste bot, zorgt er voor dat niet alleen naar het distale deel van de tibia kan worden gekeken, maar ook naar andere pijpbeenderen.

In 2008 is, na een studie van Suter, aan de hand van een vergelijking van hierboven genoemde drie methoden voor de formatieleeftijd, een digitaal programma opgezet dat deze formatieleeftijd kan uitrekenen. Dit programma, genaamd *The Harris Lines Tool*, berekent de formatieleeftijd van de Harris Lines aan de hand van digitale röntgenfoto's.<sup>31</sup> *The Harris Lines Tool* is een wat nieuwere, moderne methode om Harris Lines op te meten en is gemaakt om de metingen op een snellere en gestandaardiseerde manier te doen. Het programma is gratis op te vragen vanaf een website<sup>32</sup> en is in 2011, na een studie van Papageorgopoulou, een keer aangepast en verbeterd.<sup>33</sup> Het programma maakt net als Clarke en Maat gebruik van het distale deel van de tibia en gebruikt de tabellen over groei bij mensen die tijdens deze studies ontwikkeld zijn. Wanneer een TIFF of DICOM file van een röntgenfoto wordt geüpload in het programma, berekent deze de afstand tussen het ossificatiecentrum en de Harris Lines die het programma kan identificeren. Een nadeel is wel dat dit programma minder accuraat is in vergelijking met de methode van Maat. Dit komt doordat het programma soms Harris Lines mist of meet fouten maakt die handmatig minder snel gemaakt worden. *The Harris Lines Tool* zorgt wel voor een makkelijkere en snellere berekening van de formatieleeftijd van Harris Lines.

## 2.3 Röntgenfoto's en uitwerkmethode

Bij dit onderzoek is gewerkt met analoge en digitale röntgenfoto's. Zo waren er van de opgravingen van de Sint Servaaskerk, de Boschstraat en het Wittevrouwenklooster al röntgenfoto's van 65 individuen aanwezig. Dit waren analoge foto's gemaakt uit 1992-2005. Van de overige 112 zijn digitale röntgenfoto's gemaakt.

### 2.3.1 Digitale röntgenfoto's

De analoge foto's zijn met behulp van een digitale Nikon camera gefotografeerd zodat deze ook digitaal aanwezig waren. De foto's konden ook gedigitaliseerd worden met een scanner maar dit kost veel geld en hier was geen budget voor. Voor het digitaliseren met een camera is gebruik gemaakt van een lichtbron waar de analoge foto vervolgens op is gelegd. Hierdoor is de röntgenfoto goed leesbaar, ook wanneer er een foto van gemaakt wordt. Als lichtbron is gebruik gemaakt van een fotolamp, deze lamp is op de grond gezet en naar boven gericht. De röntgenfoto is op de lamp gelegd waarbij met zwart karton de rest van de lamp afgedekt wordt zodat er geen licht langs de zijkanten van de röntgenfoto te zien is. Met behulp van een camerastandaard is van bovenaf een foto gemaakt

---

<sup>31</sup> Suter *et al.* 2008.

<sup>32</sup> <http://www.harrislinestool.com/>

<sup>33</sup> Papageorgopoulou *et al.* 2011.



van de röntgenfoto. De materialen hiervoor zijn allemaal afkomstig van de BBT-afdeling van Saxion in Deventer.

Van het botmateriaal uit de opgravingen van het Vrijthof, De Heul en De Engk waren nog geen röntgenfoto's beschikbaar. Deze foto's zijn gemaakt met hulp van de opleiding MBRT (Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken) van Hogeschool Inholland in Haarlem. In de periode van 2016 tot 2018 is door de auteur deze opleiding gevolgd, hierdoor kon contact wordt gelegd met docenten die gaan over röntgenapparaat gebruik. In overleg met deze docenten konden de foto's onder toezicht gemaakt worden bij Inholland in Haarlem. De foto's zijn gemaakt op een Samsung GC85A röntgenapparaat met 50 Kv, 100 mA, 90ms en 9.1 mAs. In totaal zijn 112 tibiae op deze manier geröntgend (figuur 4). Samen met de gedigitaliseerde röntgenfoto's zorgt dit voor een totaal van 177 tibiae die zijn onderzocht.



Figuur 4: Het maken van de röntgenfoto's

#### Uitwerk methode

Voor het uitwerken van de röntgenfoto's is voorafgaand aan het onderzoek gekozen voor *The Harris Lines Tool*. Dit programma is namelijk relatief eenvoudig te gebruiken en het past op elke afbeelding dezelfde methode toe, waardoor geen variatie optreedt tussen verschillende foto's en botten. Echter bleek tijdens het uitvoeren van het onderzoek dat de verschillende gedigitaliseerde röntgenfoto's een foutmelding gaven in het programma en dat dit ook niet op een goede manier op te lossen was. Na contact met de makers van *The Harris Line Tool* bleek ook dat het programma niet meer goed ondersteund wordt waardoor het niet goed kan werken. Daarom is er vanaf dat moment voor gekozen om alle botten via de methode Maat uit te werken. Een deel van de data voor dit onderzoek was al eerder een keer via de methode Maat uitgewerkt en kon worden gebruikt als een goede referentie over de werkwijze van de methode Maat. Helaas heeft dit tot gevolg dat onderzoeksvraag 10, *Wat voor verschillen in resultaten kunnen er ontstaan door het gebruik van de Harris Lines Tool in vergelijking met de methode Maat?*, niet beantwoord kan worden en dus vervalt.

#### Gebruikte programma's

Om de methode Maat toe te kunnen passen op de digitale röntgenfoto's is gebruik gemaakt van twee programma's: Photoshop en ArcGIS. De gedigitaliseerde röntgenfoto's afkomstig uit 1992-2005 tonen vier botten, vaak van verschillende individuen, per röntgenfoto. Hierdoor is het nodig om onderscheid te maken tussen de individuen. Daarom is voor het uitwerken van deze foto's gebruik gemaakt van ArcGIS. In dit programma kunnen de verschillende botten met verschillende kleuren



worden bewerkt en kunnen deze als losse Shapefiles worden opgeslagen. In een programma zoals Photoshop is dit niet zo gemakkelijk waardoor het onderscheid tussen de verschillende individuen niet goed te maken is.

De foto's die gemaakt zijn in Haarlem hebben maar één bot per foto waardoor werken met Photoshop wel mogelijk was. Omdat in Photoshop werken een stuk gemakkelijker is, dan deze foto's ook in een GIS-programma uit te werken, is gekozen voor Photoshop. De uitwerking in Photoshop en in GIS is hetzelfde, en wordt hieronder uitgelegd, waardoor het wisselen van programma voor de helft van de foto's geen probleem was.

#### *Benodigde stappen*

Om de ontstaansleeftijd van de Harris Lines te kunnen bepalen zijn een aantal stappen nodig.

##### *De eerste stap is het bepalen van de epifysair lijnen.*

Deze lijnen zijn op een röntgenfoto goed zichtbaar als witte lijnen aan de distale en proximale kant van het bot. Deze lijnen lopen in elk individu min of meer hetzelfde en zijn daarom goed te onderscheiden van eventueel andere lijnen in het bot, zoals Harris Lines. Aangegeven in figuur 5 met gele pijlen.

##### *De tweede stap is het bepalen van het ossificatie centrum.*

Zoals eerder besproken groeit de tibia vanuit dit centrum 43% aan de distale kant en 57% aan de proximale kant. Door de lengte van het bot op te meten, met een meettool, en deze lengte te delen door 100 en vervolgens keer de 43% te doen, kan de afstand van de distale kant van het bot tot het ossificatiecentrum worden berekend. Deze locatie kan vervolgens met een lijn worden aangegeven. In figuur 5 aangegeven met een groene pijl.

##### *De derde stap is het herkennen van de Harris Lines.*

Door in te zoomen op de digitale foto's kan goed worden gekeken naar de aanwezigheid van mogelijke Harris Lines. Zoals eerder besproken wordt voor de methode Maat alleen gebruik gemaakt van het distale deel van de tibia. Echter voor de compleetheit zijn ook de lijnen in het proximale deel aangegeven. Elke witte lijn die horizontaal door de schacht van het bot loopt wordt aangegeven met een lijn. Op deze manier staan alle lijnen duidelijk zichtbaar tussen het ossificatiecentrum en de epifysair lijnen. Aangegeven in figuur 5 met de overige rode lijnen tussen de epifysair lijnen en het ossificatiecentrum.

##### *De vierde stap is het meten van de afstand tussen de Harris Lines en het ossificatiecentrum en het berekenen van het percentage van de groei.*

Met een meettool kan de afstand tussen het ossificatiecentrum en een Harris Line worden gemeten. Bij deze stap wordt alleen gekeken naar de lijnen in het distale deel van de tibia. Om het percentage van de groei vervolgens te kunnen bepalen is alleen nog de lengte tussen de distale epifysair lijn en het ossificatiecentrum nodig. Door de afstand tot de Harris Line te delen door die tot de epifysair lijn en dit vervolgens te vermenigvuldigen met 100 kan het percentage van de groei worden berekend. Nu is bekend hoeveel van het bot al gegroeid was toen de Harris Line ontstond. In het voorbeeld van figuur 5 is de afstand van het



*Figuur 5: Röntgenfoto met epifysair lijnen, ossificatiecentrum en Harris Lines ingetekend*

ossificatie centrum tot de eerste Harris Line 460 pixels en de afstand tot de epifysair lijn 860 pixels. De rekensom wordt dan als volgt:

$$\frac{460}{860} \times 100 = 53,49 \%$$

De Harris Line is dus ontstaan op 53 % van de tibia groei van dit individu. Deze stap wordt herhaald voor elke Harris Line die geïdentificeerd kon worden bij de voorgaande stap.

*De vijfde stap is het omzetten van dit percentage naar een leeftijd.*

Hiervoor zijn er drie dingen nodig. De geslachtsbepaling van het individu, een leeftijd en de groeitabel opgezet door Maat (figuur 3). De geslachtsbepaling is van belang omdat de groei voor mannen en vrouwen niet gelijk is. Vrouwen zijn over het algemeen sneller bij hun maximale lengte dan mannen.

Individen waarbij het niet mogelijk was het geslacht te bepalen zijn in dit onderzoek wel meegenomen. Om voor deze individuen toch de Harris Lines te kunnen meten en berekenen, zijn hun Harris Lines berekend aan de hand van de mannelijke groeicurve. De individuen uitwerken in beide groeicurves zorgt er voor dat deze individuen twee keer worden mee genomen bij eventuele evaluatie, daarom is er voor gekozen alleen de mannelijk groeicurve te gebruiken. Het geslacht van het voorbeeld, figuur 5 en 6, was bepaald als een vrouw. Hierdoor komt in de tabel de ontstaansleeftijd van deze Harris Line uit op 4,2 jaar.



*Figuur 6: Distale deel van een tibia met Harris Lines ingetekend*

De tabel verdeelt de jaren in tien delen en komt dus niet uit met de maanden van het jaar. Het is dus niet precies mogelijk om te bepalen in welke maand de Harris Line is ontstaan. Een Harris Line kan dus, net als bij de vrouw van figuur 5 en 6, ontstaan op een leeftijd van 4,2 jaar maar dit is dan dus 2/10 van het 5<sup>e</sup> levensjaar.

*De zesde en laatste stap is het onderverdelen van de Harris Lines in verschillende types, type 0, 1, 2 en 3.*

Harris Lines kunnen worden onderverdeeld in vier groepen, type 0, 1, 2 en 3. Deze types helpen bij het bepalen hoe ernstig de groeistoornis was. Hoe dikker of meer aanwezig de lijn, hoe langer de groeistop was en hoe hoger het type wordt. Hierbij zijn type 0 lijnen erg slecht zichtbare lijnen die alleen zichtbaar zijn door in te zoomen en erg goed te kijken. De stappen lopen op tot type 3 lijnen, dit zijn dikke duidelijke lijnen die vaak in minimaal twee derde van de gehele breedte van het bot zichtbaar zijn. Type 1 lijnen zijn alleen zichtbaar tijdens zorgvuldige inspectie van de röntgenfoto's.

Type 2 zijn lijnen die in de metafyse voorkomen.<sup>34</sup> Dit zijn vaak duidelijke lijnen die niet ver in de breedte zichtbaar zijn of juist de niet hele dikke lijnen. Maat gebruikte in zijn methode alleen type 1, 2 en 3 lijnen, type 0 is bij later onderzoek toegevoegd om meer onderscheid te kunnen maken tussen slecht zichtbare lijnen.<sup>35</sup>

Doordat het bepalen van de ontstaansleeftijd van Harris Lines percentueel is, dat wil zeggen dat de metingen worden geuit in percentages, is het geen probleem dat op digitale röntgenfoto's de exacte lengte van de tibia niet meer te bepalen is. In plaats van meten in centimeters wordt er nu gemeten in aantal pixels. Zolang er tussen metingen op één foto niet wordt gezoomd zal de berekening op hetzelfde percentage uitkomen als wanneer dezelfde foto analoog zou worden gemeten. Het is dan wel van belang dat de foto's allemaal recht van voren en van dezelfde afstand zijn gemaakt.

### 2.3.2 Controle

Een van de problemen die voor kan komen bij dit soort onderzoek is *inter observer variation*. Dit wil zeggen dat wanneer iemand anders naar dezelfde röntgenfoto kijkt dat hij/zij op een ander aantal Harris Lines kan komen. Om te kijken of *inter observer variation* bij dit onderzoek een groot probleem is, is een controle hierop uitgevoerd. De röntgenfoto's afkomstig van individuen van de Sint Servaaskerk zijn in 2005 ook voor Harris Line onderzoek gebruikt en kunnen dus worden gebruikt om te vergelijken of er toen andere of meer/minder lijnen werden gezien dan nu. Hiervoor is een steekproef van 10% uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn in onderstaande tabel te zien.

Tabel 1: Overzicht vergelijking aantal Harris Lines per bot tussen Raphaël en zelf

| Gis foto | Foto nummer Raphaël | Bot nummer | Aantal Harris Lines zelf | Aantal Harris Lines Raphaël | Type 0 verschil | Type 1 verschil | Type 2 verschil | Type 3 verschil |
|----------|---------------------|------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 8750     | HL-A-3              | 11-8-15 R  | 2                        | 2                           | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 8750     | HL-A-3              | 11-8-15 L  | 1                        | 1                           | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 8757     | HL-A-5              | 5-8-5 R    | 6                        | 4                           | 2               | 0               | 0               | 0               |
| 8757     | HL-A-5              | 5-8-5 L    | 7                        | 5                           | 2               | 0               | 0               | 0               |
| 8753     | HL-A-4              | 7-5-1 L    | 5                        | 7                           | 2               | 0               | 0               | 0               |
| 8753     | HL-A-4              | 3-8-3 L    | 0                        | 1                           | 1               | 0               | 0               | 0               |
| 8753     | HL-A-4              | 3-8-2 L    | 2                        | 2                           | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 8753     | HL-A-4              | 5-9-1 L    | 0                        | 4                           | 4               | 0               | 0               | 0               |
| 8760     | HL-A-7              | 6-6-1 L    | 2                        | 5                           | 3               | 0               | 0               | 0               |
| 8760     | HL-A-8              | 7-6-4 R    | 1                        | 1                           | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 8760     | HL-A-9              | 7-6-2e L   | 2                        | 2                           | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 8760     | HL-A-10             | 7-6-2e R   | 2                        | 2                           | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 8724     | -                   | 18-3-14 R  | 3                        | 3                           | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 8724     | -                   | 18-3-14 L  | 6                        | 4                           | 2               | 0               | 0               | 0               |
| 8849     | HL-A-12             | 22-4-20 R  | 3                        | 3                           | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 8849     | HL-A-12             | 22-4-20 L  | 2                        | 3                           | 1               | 0               | 0               | 0               |
|          |                     |            | Totaal: 44               | Totaal: 49                  | Totaal: 17      | Totaal: 0       | Totaal: 0       |                 |

In bovenstaande tabel 1 is te zien dat het aantal lijnen kan verschillen maar dat dit alleen gebeurt met lijnen van het type 0. Omdat deze lijnen erg slecht zichtbaar kunnen zijn is het logisch dat hier variatie in voor kan komen. Variatie tussen verschillende observatoren in het aantal type 0 lijnen is

<sup>34</sup> Maat 1984, 293.

<sup>35</sup> Panhuysen 2005.

niet tegen te gaan en zal altijd voorkomen bij dit soort onderzoek. Hier moet dus altijd rekening mee worden gehouden tijdens het uitwerken van de resultaten.

## 2.4 Database

Om de gegevens van de verschillende locaties en onderzoeken op een goede manier te kunnen verzamelen is een Access database gemaakt. In deze database staan de gegevens van elk onderzocht individu, van de opgravingslocatie tot de ontstaansleeftijd van een Harris Line. Met behulp van deze gegevens konden query's en tabellen worden gemaakt om verschillende locaties en individuen met elkaar te vergelijken.

De database is onderverdeeld in vier tabellen. Zo is een tabel voor algemene informatie over de verschillende opgravingen zoals locatie, aantal graven en aantal geschikte individuen voor dit onderzoek. Vervolgens is er een tabel met daarin informatie per individu. Hier staat informatie zoals de geschatte leeftijd, geslacht, lengte, datering en grafnummer per onderzochte individu. De derde tabel bevat informatie over de verschillende foto's per individu. Zoals het aantal Harris Lines, leeftijd bij eerste Harris Line en fotonummer. De laatste tabel bevat de informatie van elke Harris Line. Hier zijn de Harris Lines per individu genummerd en zijn de percentages en leeftijden van ontstaan gedocumenteerd.

Alleen de gegevens die kunnen helpen bij het beantwoorden van de onderzoeksvragen zijn in deze database opgenomen. Andere specifieke gegevens afkomstig uit de rapporten en databases van de verschillende locaties, zoals bijvoorbeeld ligging in het graf of eventuele pathologie, zijn wel interessant maar voegen voor dit onderzoek niet veel toe. Deze gegevens zouden de database alleen maar voller en onoverzichtelijker maken, daarom zijn deze gegevens niet opgenomen in de database.

## 2.5 Statistiek

Voor het analyseren van de data, die in Access is verzameld, is gebruik gemaakt van SPSS. Met SPSS kunnen statistische tests uitgevoerd worden. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van een aantal van deze tests, voornamelijk de Mann-Whitney U test, paired t-test en chi-square test.<sup>36</sup> Data wordt beschouwd als statistisch significant wanneer de resultaten van deze tests uit komt op een P waarden van 0,05 of lager. Dit is de grens van 5% die bij archeologisch onderzoek vaak gebruikt wordt. Om de data in de resultaten overzichtelijker te maken worden de percentages in de tabellen afgerond op hele getallen. Het type test dat gebruikt wordt ligt aan het type data dat voor elke onderzoeksvraag van belang is. Als gemiddeldes worden vergeleken, zoals bijvoorbeeld bij lengte of leeftijd, dan wordt een paired t-test gebruikt. Wanneer categorieën worden vergeleken, zoals bijvoorbeeld de type Harris Lines, dan wordt een chi-square test gebruikt.

---

<sup>36</sup> Slotboom 2005.

### 3. Materiaal en locaties

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van botmateriaal uit zes verschillende opgravingen. Het materiaal is afkomstig uit vier opgravingen in Maastricht en twee opgravingen in Wijk bij Duurstede. De opgravingen uit Maastricht zijn die van de Sint Servaaskerk<sup>37</sup>, de Boschstraat<sup>38</sup>, Wittevrouwenklooster<sup>39</sup> en Vrijthof<sup>40</sup>. De Heul<sup>41</sup> en de Engk<sup>42</sup> zijn de opgravingen uit Wijk bij Duurstede. In totaal zijn er, uit deze opgravingen, van 177 individuen röntgenfoto's gemaakt. In onderstaande tabel staat de verdeling van het aantal onderzochte individuen tussen de verschillende locaties (tabel 2).

Tabel 2: overzicht verschillende opgravingen

|          |                    | Datering          | Locatie                  | Totaal<br>aantal<br>graven | Aantal individuen<br>met een bruikbare<br>tibia |
|----------|--------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|
| Gemeente | Maastricht         | 350-950 n. Chr.   | Sint Servaaskerk         | 244                        | 36                                              |
|          | Maastricht         | 480-780 n. Chr.   | Vrijthof                 | 452                        | 90                                              |
|          | Maastricht         | 600-700 n. Chr.   | De Boschstraat           | 60                         | 12                                              |
|          | Maastricht         | 1200-1600 n. Chr. | Witte<br>Vrouwenklooster | 99                         | 17                                              |
|          | Wijk bij Duurstede | 600-850 n. Chr.   | De Heul                  | 217                        | 14                                              |
|          | Wijk bij Duurstede | 600-850 n. Chr.   | De Engk                  | 111                        | 8                                               |
|          | Totaal             |                   |                          | 1183                       | 177                                             |

Uit Maastricht komt een groot deel van de onderzochte individuen uit grafvelden in en rond het Vrijthof plein. De grafvelden van de Sint Servaaskerk, de Vrijthof en het Witte Vrouwenklooster kunnen allemaal in verband met elkaar worden gebracht omdat deze grafvelden allemaal te maken hebben gehad met de Sint Servaaskerk. In onderstaande hoofdstukken worden de verschillende grafvelden onafhankelijk van elkaar besproken. In deze hoofdstukken worden de ouderdom en geschiedenis van de grafvelden beschreven voor zover hier informatie over was.

<sup>37</sup> Panhuysen 2005.

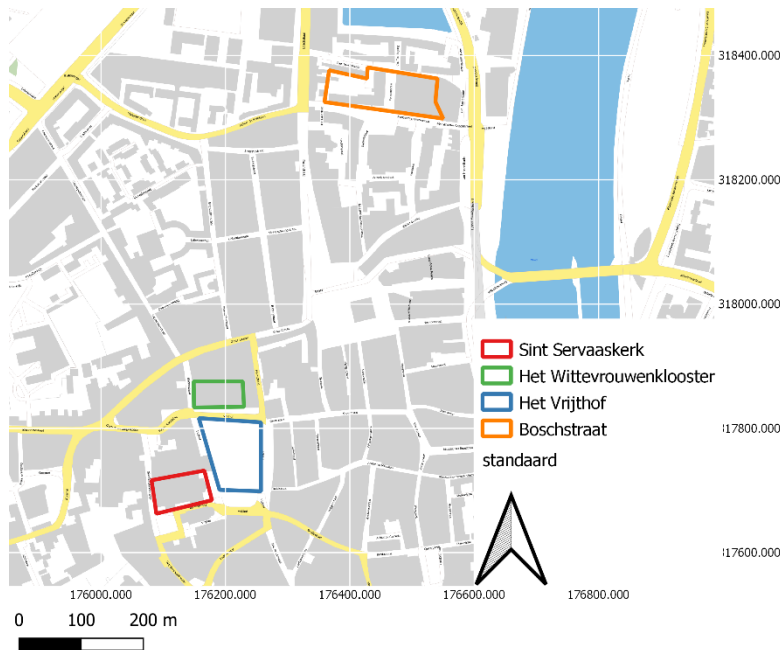
<sup>38</sup> Panhuysen 2005.

<sup>39</sup> Hulst 1994.

<sup>40</sup> Theuws *et al.* 2017.

<sup>41</sup> Heikooop 2020.

<sup>42</sup> Van Es *et al.* 2015.



figuur 7: Overzicht van de verschillende opgravingen uit Maastricht

### 3.1 Sint Servaaskerk

Deze locatie is gelegen in het centrum van Maastricht op Het Vrijthof Plein en bestaat uit een begraafplaats rondom en in de Sint Servaaskerk. De begraafplaats van de Sint Servaaskerk kent een lange geschiedenis in de Laat Romeinse periode en Vroege Middeleeuwen. De oudste graven zijn afkomstig uit de Laat-Romeinse periode (300-480 na Chr.) en het gebruik van deze kerk als belangrijke begraafplaats gaat door tot ver in de Karolingische periode (700-950 na Chr.). Na deze periode neemt het aantal begravingen binnenin de kerk sterk af en worden mensen voornamelijk buiten de kerk en op andere locaties in de stad begraven.

Bij de opgraving van de Sint Servaaskerk zijn in totaal 244 individuen uit 200 graven geïdentificeerd. Zoals in tabel 2 te zien is zijn er van de 244 individuen in totaal 36 voor dit onderzoek gebruikt. Om onderzoek te kunnen doen naar Harris Lines is het noodzakelijk dat een individu een complete tibia heeft. Omdat de graven die onderzocht worden vaak beschadigd zijn door ouderdom is de tibia ook vaak beschadigd. De 36 geselecteerde individuen hebben een complete tibia waardoor ze geschikt waren voor dit onderzoek.

De Sint Servaaskerk kent vier verschillende fases. De Cella fase, de Templum fase, de Basilica fase en de Geldulphus fase. De Cella fase loopt van 350 tot 480 na Chr., de Templum fase van 480 tot 700 na Chr., de Basilica fase van 700 tot 950 en de Geldulphus fase loopt van 950 tot 1800. De eerste drie fases komen ruwweg overeen met de Laat-Romeinse, Merovingische en Karolingische periodes.<sup>43</sup>

De Geldulphus fase is jong vergeleken met de andere fases. Ook de sterke afnamen van de hoeveelheid graven laat zien dat in deze fase het grafveld rond en in de kerk minder belangrijk wordt. Dit signaleert dat vanaf 950 het grafveld een compleet andere functie krijgt waardoor deze niet goed te vergelijken is met eerdere fases. Deze fase is dus niet bruikbaar voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen en daarom zal alleen gebruik worden gemaakt van individuen afkomstig uit de eerste drie fases. De overgang van de Laat-Romeinse periode naar de Vroege Middeleeuwen kan

<sup>43</sup> Panhuysen 2005, 68.

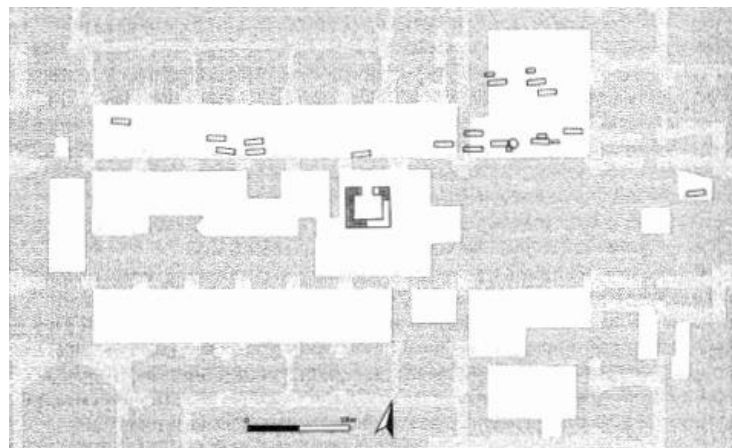


een grote invloed hebben gehad op de kwaliteit van leven en is daarom wel interessant om te vergelijken in dit onderzoek.

### 3.1.1 Cella fase

De oudste sporen van menselijke invloed rond de Sint Servaaskerk dateren uit de Laat-Romeinse periode. In de uitwerking van deze opgraving heeft deze periode de naam Cella fase gekregen. De Cella fase dankt zijn naam aan een klein rechthoekig gebouw dat bij de opgraving is aangetroffen. Dit gebouw ligt in het midden van de huidige kerk en is geïdentificeerd als een *cella memoriae*, een gebouw dat vaak op een begraafplaats stond om de doden te herdenken. De ingang van de *cella memoriae* is aan de noordelijke kant. Naast dit gebouw is ook een Laat Romeins waterbassin gevonden, dit bassin wordt geïnterpreteerd als een plek waar mensen werden gedoopt en heeft waarschijnlijk te maken gehad met de *cella memoriae*. In dit bassin zijn tijdens de opgraving twee Romeinse munten teruggevonden waardoor een goede inschatting kon worden gemaakt van de datering van dit bassin. Deze munten, samen met het constructiemateriaal van de *cella memoriae*, hebben gezorgd voor een datering van ongeveer 400 n. Chr.<sup>44</sup> Door het constructiemateriaal mee te nemen voor de datering kan worden verzekerd dat de munten niet later of eerder op die locatie terecht zijn gekomen.

In het noordelijke deel van de Sint Servaaskerk en aan de voorkant van de *cella memoriae* zijn in totaal 21 graven teruggevonden (figuur 8). Tijdens de opgraving zijn in een aantal van deze graven spijkers teruggevonden, dit is een aanwijzing dat deze individuen zijn begraven in een houten kist. Bij het grootste deel van de graven zijn geen spijkers of nagels gevonden, deze individuen zijn zonder kist of andere voorwerpen begraven. Grafgiftten waren niet aanwezig en konden niet worden gebruikt voor een datering. Wel is er voor twee van deze graven een C14 datering gedaan. Deze graven zijn gedateerd in de Laat-Romeinse periode en behoren, waarschijnlijk, bij de begraafplaats van de *cella memoriae*.<sup>45</sup>



Figuur 8: De graven uit de Cella fase. Met op de achtergrond de plattegrond van de huidige kerk. (Panhuijsen 2005)

De ligging van de graven in het noordelijke deel van de kerk en de ingang van de *cella memoriae* kunnen worden verklaard door de aanwezigheid van een Romeinse weg ongeveer 100 meter ten noorden van de *cella memoriae*. De begraafplaats heeft waarschijnlijk aan deze weg gelegen. Een echte contour voor deze Laat-Romeinse begraafplaats kon echter niet goed worden vastgesteld en clusters van graven waren ook niet duidelijk zichtbaar.<sup>46</sup>

Het ontstaan van deze begraafplaats en de bouw van de *cella memoriae* kunnen gekoppeld worden aan de dood van bisschop Servaas. Gregorius van Tours schreef aan het einde van de 6<sup>e</sup> eeuw een aantal teksten over de dood en het graf van Servaas. In deze teksten staat dat Servaas overleed tijdens een bezoek aan Maastricht rond 360 n. Chr. en dat hij begraven werd langs een weg. Dit is

<sup>44</sup> Panhuijsen 2005, 74-76.

<sup>45</sup> Panhuijsen 2005, 77.

<sup>46</sup> Panhuijsen 2005, 72-73.

een mogelijke verwijzing naar de Romeinse weg.<sup>47</sup> Deze geschreven bronnen uit de 6<sup>e</sup> eeuw geven aan dat er vanaf dat moment vanuit wordt gegaan dat de *cella memoriae* de locatie is waar Servaas begraven is. Tijdens de opgraving van de Romeinse begraafplaats is hier alleen geen concreet bewijs van teruggevonden.<sup>48</sup> Uit de graven van deze fase zijn voor dit onderzoek zes individuen gebruikt. Dit waren de individuen van wie de tibia compleet genoeg was voor goede röntgenfoto's. Het gaat hierbij om vier mannen en twee vrouwen.

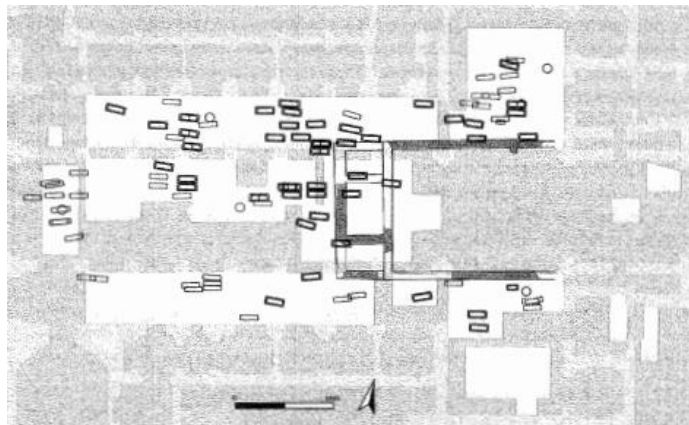
### 3.1.2 Templum fase

De Templum fase is vernoemd naar de bouw van een kerk (*templum magnum*) op de locatie van het graf van bisschop Servaas, maar de bouw van deze kerk wordt niet gebruikt als overgang tussen de fases. Ongeveer 100 jaar vóór de bouw van deze kerk is een groot verschil in grafrituelen te zien die gebruikt is als grens tussen de Cella fase en de Templum fase. Zo wordt na 480 n. Chr. gebruik gemaakt van tufstenen sarcofagen met grafgiften. Na evaluatie van de grafgiften worden deze gedateerd tussen 480 en 550 n. Chr. De oudste sarcofagen liggen op dezelfde locatie als de Laat-Romeinse graven waardoor ervan uit kan worden gegaan dat deze begraafplaats ondanks de overgang van de Romeinse periode naar de Merovingische periode nog steeds werd gebruikt.<sup>49</sup>

De eerste echte verandering in de begraafplaats vindt plaats na de bouw van de *templum magnum*. In historische bronnen, zoals het boek *Glory of the confessors* van Gregorius van Tours, staat beschreven hoe een bisschop genaamd Monulphus een permanente kerk wilde bouwen bij het graf van bisschop Servaas. De aanleiding voor deze kerk zijn de verschillende wonderen die rondom het graf worden waargenomen.<sup>50</sup> Gregorius leefde van ongeveer 538/9 tot 594 n. Chr. waardoor dit verhaal afkomstig moet zijn uit deze periode. De laatste versie van zijn boek verscheen in 588 n. Chr. De bouw van deze kerk zorgt ook voor een uitbreiding van de begraafplaats. Zo worden er na deze periode ook graven gevonden in het zuiden en westen van het plangebied van de opgraving. De bouw van de stenen kerk wordt, op basis van datering van de grafgiften uit de oudere sarcofagen in combinatie met de schriftelijke bronnen, geschat tussen 550 en 588 n. Chr.<sup>51</sup>

In totaal zijn er uit deze periode 88 graven gevonden (figuur 9). De oudste van deze graven zijn de tufstenen sarcofagen die gebruikt werden voor de constructie van de stenen kerk. Nadat de kerk gebouwd was werd er voornamelijk gebruik gemaakt van gemetselde grafkelders, daarin zijn 39 graven aangetroffen. Deze grafkelders bevonden zich voornamelijk langs de randen en vóór de stenen kerk.

Verder van de kerk af was het begraven in een houten kist of kuilbegravingen gebruikelijker. Maar ook tussen de grafkelders werden af en toe kist- of kuilbegravingen gevonden. Een duidelijk onderscheid tussen graftypes en ligging binnen het grafveld was hierdoor niet



Figuur 9: Templum fase grafveld (Panhuijsen 2005)

<sup>47</sup> Van Dam 1988.

<sup>48</sup> Panhuijsen 2005, 76.

<sup>49</sup> Panhuijsen 2005, 79.

<sup>50</sup> Van Dam 1988.

<sup>51</sup> Panhuijsen 2005, 80-82.

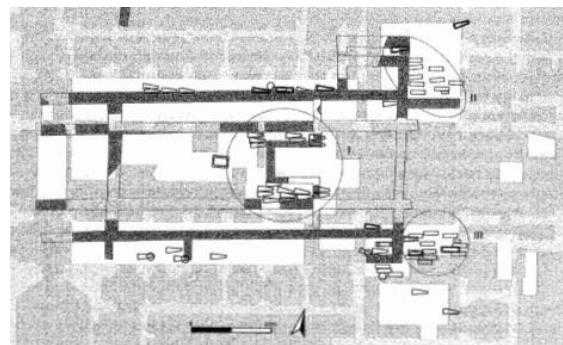


zichtbaar.<sup>52</sup> Uit de Templum fase waren negen individuen geschikt voor het onderzoek naar Harris Lines, Bij drie van deze individuen kon het geslacht niet goed worden bepaald. Twee individuen zijn geïdentificeerd als man en de resterende vier als vrouw.

### 3.1.3 Basilica fase

De Basilica fase wordt ingeluid door de sloop van Merovingische *templum magnum* en de bouw van een nieuwe kerk die meer de vorm van een basilica heeft. De datering van deze nieuwe kerk kon alleen gedaan worden door middel van archeologische aanwijzingen. Er zijn geen schriftelijke bronnen waarin verwezen wordt naar de bouw van een basilica. In totaal zijn er vijf C14 monsters genomen. Drie van deze monsters zijn afkomstig van individuen die begraven waren in een kalkstenen sarcofaag, waarvan er in totaal 19 zijn opgegraven. Deze lagen onder een oude aarden vloer. Deze vloer wordt gezien als de oudste vloer van de basilica en de sarcofagen zijn dus waarschijnlijk de oudste begravingen uit de Basilica fase. De datering van de C14 monsters kwam uit op een periode tussen 650 en 720 n. Chr.<sup>53</sup>

In totaal zijn er uit deze fase 73 graven bekend. Een groot deel van deze graven was gelegen onder een van de vloeren van de basilica. Naast kalkstenen sarcofagen zijn ook grafkelders, begravingen in houten kisten en kuilbegravingen aangetroffen. In tegenstelling tot eerdere fases is in de Basilica fase goed te zien dat er duidelijk onderscheid is tussen locaties met bepaalde graftypes. Zo zit er minder variatie in graftypes bij elkaar. De kalkstenen en grafkelders zijn zichtbaar gescheiden van de houten kistbegravingen.<sup>54</sup>



figuur 10: Basilica fase grafveld met omcirkelt de grootste clusters graven (Panhuysen 2005)

Uit de Basilica fase komen de meesten individuen die geschikt waren voor het Harris lijn onderzoek, vergeleken met de andere fases. Uit deze fase hadden 21 individuen tibiae die geschikt waren voor goede röntgenfoto's, waarvan zeven vrouwen, twaalf mannen en twee individuen waar het geslacht niet kon worden bepaald.

## 3.2 Wittevrouwenklooster

In 1988 is aan de noordzijde van de Vrijthof, tussen de Statenstraat en de Helmstraat, in Maastricht een opgraving uitgevoerd op het terrein van het voormalige Wittevrouwenklooster. In een ontwerpplan, dat een aantal jaar eerder aan de gemeente van Maastricht werd voorgesteld, stond een voorstel voor een nieuw theater aan het Vrijthof. Voor dit theater zouden elementen van het Middeleeuwse Wittevrouwenklooster gesloopt moeten worden. De gemeentelijke archeologen van Maastricht stelden voor om vóór en tijdens de sloop van het klooster archeologisch en bouwhistorisch onderzoek uit te voeren. De aanleiding hiervoor was de ouderdom van het klooster en de destijds onderschatte kwaliteit van de monumentale waarde van dit klooster. De opgraving duurde van november 1988 tot augustus 1989.<sup>55</sup>

Tijdens de opgraving zijn sporen van verschillende bouwfases en gebouwen gevonden. De oudste sporen zijn vermoedelijk van een groot paltsgebouw uit de 11<sup>e</sup> eeuw n. Chr. Het gaat hier om een

<sup>52</sup> Panhuysen 2005, 83-86.

<sup>53</sup> Panhuysen 2005, 90-94.

<sup>54</sup> Panhuysen 2005, 95-97.

<sup>55</sup> Hulst 1994, 5-9.

zware fundering van 40 meter lang die diep in de grond lag. Van dit paltsgebouw is maar een deel opgegraven doordat het grootste gedeelte van het gebouw buiten de werkputten van deze opgraving lagen. Een palts is een groot koninklijk of bisschoppelijk paleis dat gebruikt werd wanneer bijvoorbeeld een koning of keizer de stad kwam bezoeken. Dit gebouw diende als verblijfplaats en hier werden ook gasten ontvangen.

Het paltsgebouw is vermoedelijk aan het begin van de 13<sup>e</sup> eeuw gesloopt. In een schriftelijke bron uit 1223 staat dat Keizer Frederik II een stuk grond met muurresten schonk aan de Sint Servaaskerk. Het gaat hier over het stuk grond waar deze opgraving is uitgevoerd. De bron spreekt echter ook over een huis dat op een open plaats in de buurt van de kerk stond.<sup>56</sup> Er wordt dus niet meer gesproken over een palts of paleis. Vermoedelijk is dit grote gebouw al een tijd eerder gesloopt of vergaan en heeft het terrein een tijd braak gelegen voordat er een huis op is gebouwd, tussen de ruïnes van het paltsgebouw.

Ongeveer een jaar na de schenking van de grond aan de Sint Servaaskerk begint op deze locatie de eerste bouwphase van het Wittevrouwenklooster. De eerste fase van dit klooster bestond uit een kapel en een aangrenzend kloostergebouw. De kapel is onder te verdelen in drie delen, een westbouw, een middendeel/schip en een koor. De fundering van deze delen is duidelijk te onderscheiden. Het koor heeft een relatief zwaar fundament wat een aanwijzing kan zijn dat de muren van dit deel gemaakt waren van steen, hiervoor was een stevigere fundering nodig. Het schip en de westbouw hebben een minder zware fundering, de muren waren hier gemaakt van houten vakwerkconstructie met vlechtwerk bestreken met een mengsel van leem, stro en mest.<sup>57</sup>

Vlak voor het koorgedeelte werd een ondergrondse constructie aangetroffen. Deze constructie had een grootte van 3x7 meter en bestond uit verschillende rechthoekige kamertjes. In deze rechthoeken lagen vijf personen begraven. Van deze vijf individuen konden er drie goed worden onderzocht omdat deze nog compleet genoeg waren. Het ging hier om een vrouw van tussen de 20-25 jaar oud met een lengte van ongeveer 1,60m, een jonge man van tussen de 18-22 jaar oud en een man van tussen de 25-35 jaar oud met een lengte van ongeveer 1,68m. In het koor zelf werden de graven van nog vijf individuen gevonden, deze konden helaas niet verder worden onderzocht omdat ze verstoord waren. In het westelijke deel van de kapel werd ook nog één graf aangetroffen dat gedeeltelijk verstoord was.<sup>58</sup>

De archeologische vondsten en historische bronnen wijzen op een grote brand die de kapel heeft verwoest. Zo is er bij de opgraving een brandlaag gevonden en vertonen meerdere stukken van de gevonden muurresten sporen van een brand. De archeologische gegevens dateren de brand in het laatste kwart van de 13<sup>e</sup> eeuw. Na de brand zijn de restanten van de kapel gesloopt en is het terrein geëgaliseerd. Ten noorden van de oude kapel is, deels op de oude fundering van de kapel, een groot rechthoekig kloostergebouw opgericht. Dit nieuwe kloostergebouw dateert uit het laatste kwart van de 13<sup>e</sup> eeuw. In de 14<sup>e</sup> tot en met de 18<sup>e</sup> eeuw is het klooster nog verder uitgebreid tot het klooster in 1796 door de Franse autoriteiten werd opgeheven. Het grote kloostergebouw uit de 13<sup>e</sup> eeuw groeide in deze tijd uit tot een volwaardig klooster met binnenhof en kloostergang.<sup>59</sup>

Bij de opgraving is, naast de 11 graven uit de 13<sup>e</sup> eeuw, ook botmateriaal gevonden van een groot aantal individuen uit de 14<sup>e</sup> tot de 18<sup>e</sup> eeuw. In totaal zijn er 99 individuen onderzocht, hieronder vallen ook de zes individuen die uit de 13<sup>e</sup> eeuwse kapel onderzocht konden worden. Het

---

<sup>56</sup> Doppler 1930, 271.

<sup>57</sup> Hulst 1994, 16-24.

<sup>58</sup> Hulst 1994, 24-25.

<sup>59</sup> Hulst 1994, 39-60.

botmateriaal uit de 14<sup>e</sup> tot 18<sup>e</sup> eeuw is allemaal gevonden in het binnenhof van het klooster. Het Wittevrouwenklooster wordt gezien als een welvarend klooster en het botmateriaal ondersteunt dit ook. Bij onderzoek naar het botmateriaal zijn weinig aanwijzingen van slijtage door zwaar werk te zien. Zo zijn er geen aanwijzingen dat mensen veel leden aan ziekten of botbreuken en is slijtage van de gewrichten voor het grootste deel het gevolg van ouderdom geweest. Dit zijn allemaal aanwijzingen dat de inwoners van dit klooster weinig fysieke druk hadden en niet in ongezonde of arme omstandigheden leefden, hierdoor kan het klooster als rijk worden beschouwd en de individuen afkomstig uit dit klooster afkomstig uit een hoge (sociaal-)economische status.<sup>60</sup> Van de 99 individuen waren er 17 geschikt voor Harris Line onderzoek. Hiervan zijn er negen vrouwen, vijf mannen en drie waarvan het geslacht niet goed kon worden bepaald.

### 3.3 Vrijthof

In 1969 en 1970 is er op het Vrijthofplein in Maastricht door de ROB (Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek), tegenwoordig het RCE (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed), een grote opgraving uitgevoerd. Deze opgraving was onderverdeeld in zes werkputten. Bij deze opgraving zijn een groot aantal graven ontdekt. Het gaat hier om graven uit de Merovingische en vroeg Karolingische tijd. In totaal konden er in het opgravingsgebied vier verschillende grafvelden worden geïdentificeerd. Deze kunnen in verband worden gebracht met de begraafplaats rond de Sint Servaaskerk en die van het Sint Servaasklooster. In totaal gaat het in dit gebied om zes grafvelden dicht naast elkaar (figuur 11). Grafveld 3, 4, 5 en 6 zijn tijdens de opgraving in 1969 en 1970 van de Vrijthof ontdekt met in totaal 452 individuen. Van deze grafvelden is nummer 4 het grootste (figuur 12). Het onderzoeksmateriaal gebruikt voor het Harris Line onderzoek is ook voornamelijk afkomstig uit dit grafveld.



Figuur 11: De verschillende grafvelden in en rond het Vrijthofplein (Theuws et al. 2017)

<sup>60</sup> Hulst 1994, 61-63.



Figuur 12: Grafvelden 4,5 en 6 van het Vrijthof (Theuws et al. 2017)

Het was voor de ROB niet mogelijk om het grafveld volledig op te graven, wel is de westelijke en noordelijke grens ervan gevonden. Hier zijn banden van grind en kiezels gevonden, deze zijn geïdentificeerd als een mogelijk pad rond het grafveld of de vulling van een greppel. Ten westen van dit grind zijn geen graven meer gevonden die in dezelfde periode vallen als die in grafveld 4. Direct ten noorden heeft de Romeinse weg gelopen, dit is waarschijnlijk ook de westelijke grens geweest. In het oostelijke en zuidelijke deel konden de grenzen niet goed worden bepaald. Grafveld 3 bestaat uit een aantal losse graven in het zuiden van de Vrijthof. Grafveld 5 ligt in het noordwesten direct links van grafveld 4, in werkputten 1, 4 en 5 en overlapt deels met grafveld 4. Grafveld 6 ligt in het zuiden, onder grafveld 4 en 5 en is, net als nummer 3, een kleine verzameling aan graven. Grafvelden van deze grootte worden vaak geassocieerd met een cultureel gebouw zoals een kerk. Het wordt daarom ook aangenomen dat deze grafvelden een sterke link hebben met de Sint Servaaskerk en het grafveld dat, zoals eerder besproken, bij de kerk is gevonden.<sup>61</sup> Van de 452 individuen van de Vrijthof grafvelden waren er 90 individuen waarvan de tibia geschikt was voor goede röntgenfoto's. Het gaat hier om 33 mannen, 33 vrouwen en 24 individuen waarvan het geslacht niet goed kon worden bepaald.

### 3.4 De Boschstraat

In het noordelijke gedeelte van Maastricht, tussen de Boschstraat en de Maas, is van 1980 tot 1986 een opgraving uitgevoerd in een gebied waar in de 19<sup>e</sup> en 20<sup>e</sup> eeuw veel industrie heeft gestaan. In totaal is er in 22 putten ongeveer 6000 vierkante meter opgegraven. Het gebied lag relatief laag en had een hoogteverschil van ongeveer één meter van noordoost naar zuidwest. Hierdoor is het gebied waarschijnlijk jarenlang onbewoond geweest. Dit is ook terug te zien in de vondsten en sporen, de oudste aanwijzingen van bewoning dateren van de 6<sup>e</sup> en 7<sup>e</sup> eeuw.<sup>62</sup>

<sup>61</sup> Theuws et al. 2017, 156-170.

<sup>62</sup> Dijkman et al. 1998.



Vondsten uit afvalkuilen wijzen erop dat dit gebied in de Vroege Middeleeuwen gebruikt is om gebruiksproducten te maken, voornamelijk met drie verschillende materialen: glas, metaal en gewei. Huisplattegronden zijn hier niet aangetroffen maar aan de hand van deze vondsten kan verwacht worden dat dit gebied gebruikt is wel als woongebied is gebruikt. Naast deze vondsten zijn er ook een aantal graven gevonden, de grootste cluster graven bevindt zich in het oostelijke deel van de opgraving. In totaal zijn er 50 graven teruggevonden, hiervan hadden zes geen menselijke resten. Naast deze graven zijn er ook resten uit tien verschillende contexten gehaald die niet te herkennen waren als graven. 42 van de graven zijn kuilbegravingen, hierdoor is het goed mogelijk dat de tien onherkenbare contexten ook graven waren die door latere grondwerkzaamheden zijn verstoord. Deze tien onherkenbare contexten lagen verdeeld over drie verschillende locaties binnen de opgraving (figuur 13). Het grafveld is gedateerd rond de 7<sup>e</sup> en 8<sup>e</sup> eeuw.<sup>63</sup>



Figuur 13: Overzicht van de Boschstraat opgraving. Graven in putten 1 t/m 6 en 13, 16, 17 en 22 (Panhuysen 2005)

Bij ongeveer één op de vijf graven zijn grafgriffen aangetroffen. In zeven graven lagen kettingen van glazen kralen, één graf bevatte een armband van ditzelfde materiaal. Bij een van de zeven graven met een ketting lag ook keramiek bij het voeteneind. In nog een ander graf waren ook twee keramieken voorwerpen aanwezig. De schaarste in grafgriffen komt overeen met de datering van dit grafveld, in die tijd pasten grafgriffen niet meer in het grafritueel in Maastricht. De jongste graven komen uit de achtste eeuw. Dit komt doordat het gebied volledig verlaten was in die tijd, een verklaring voor deze verlating is niet goed te geven.<sup>64</sup> Van de 50 graven en tien verstoorde contexten waren 12 individuen waarvan de tibiae compleet genoeg was voor onderzoek naar Harris Lines. Dit waren 12 vrouwen.

### 3.5 Wijk bij Duurstede

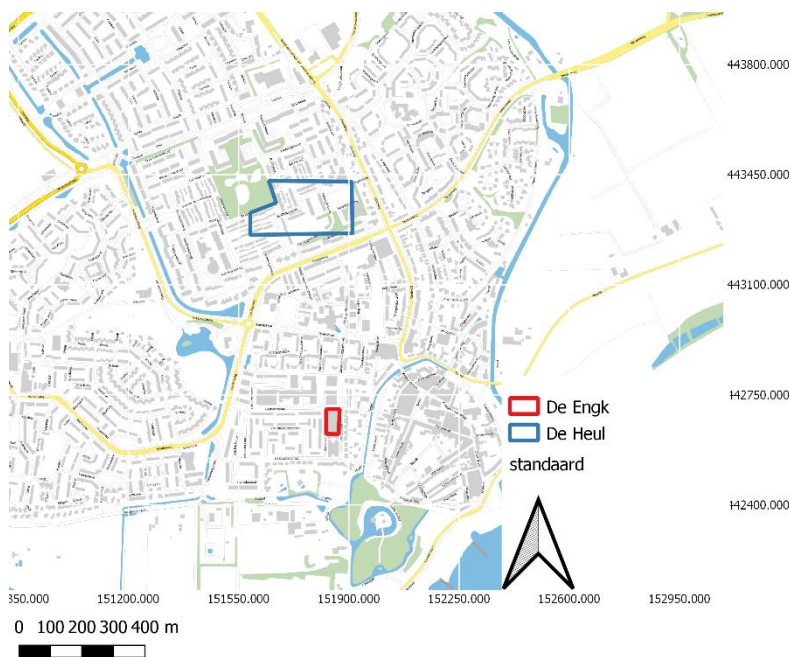
Wijk bij Duurstede kent een lange geschiedenis. Zo is het gebied al vanaf de IJzertijd bewoond. De stad is in de Vroege Middeleeuwen vooral bekend onder de naam Dorestad. De eerste verwijzing naar deze stad dateert tussen 630 en 650 n. Chr. Deze verwijzing is gevonden op een munt met de inscriptie *dorestat fit*. De locatie waar Dorestad was gelegen was een belangrijk handelspunt tussen

<sup>63</sup> Panhuysen 2005, 97-105.

<sup>64</sup> Panhuysen 2005, 101.

de Merovingische en Friesen bevolkingsgroepen en groeide daarom in de Vroege Middeleeuwen uit tot een belangrijke handelsstad.<sup>65</sup>

Voor het Harris Line onderzoek worden twee grafvelden uit Dorestad bekeken. Het gaat hier om het grafveld De Heul en De Engk. Beide velden komen ongeveer uit dezelfde periode als de grafvelden uit Maastricht en kunnen mogelijk een beeld geven over de verschillen tussen deze twee steden in de Vroege Middeleeuwen.



*Figuur 14: Overzicht van De Heul en De Engk opgravingen uit Wijk bij Duurstede (Dorestad).*

### 3.5.1 De Heul

Bij het grafveld van De Heul zijn in de 19<sup>e</sup> en 20<sup>e</sup> eeuw meerdere opgravingen uitgevoerd. De eerste opgraving werd uitgevoerd door de Leidse archeoloog L.J.F. Janssen. In 1842 was hij betrokken bij een aantal opgravingen in Wijk bij Duurstede en hoorde daar dat een jaar eerder bij De Heul grafstenen en stenen grafkisten waren gevonden. Twee tot drie jaar later, ergens in 1844 of 1845, begon Janssen aan een opgraving bij De Heul. Helaas bleek dat in die tijd al een groot deel was weggegraven of verstoord. Janssen heeft in het centrum van het grafveld wel een klein onderzoek kunnen uitvoeren. Dit was vooral gericht op de locatie van de eerder aangetroffen grafkisten waarvan hij gehoord had.<sup>66</sup>

In het eerste kwart van de 20<sup>e</sup> eeuw heeft ook een andere opgraving plaatsgevonden rond deze locatie. Tussen 1920 en 1928 voerde Holwerda een opgraving uit op het grafveld. In eerste instantie dacht Holwerda dat zijn opgraving over die van Janssen heen ging en dat hij op dezelfde locatie bezig was. Zo vond ook hij een stenen grafkist maar kwam erachter dat over het algemeen de graven ernstig waren verstoord, hij vond voornamelijk skeletmateriaal verspreid in de verstoorde bovengrond. Holwerda en Janssen zijn beide van mening dat deze grote verstoring komt door de

<sup>65</sup> Van Es *et al.* 2015, 378.

<sup>66</sup> Van Es *et al.* 2015, 201.

mensen die in 1841 de eerste graven hadden ontdekt en daarbij het grafveld ernstig hadden verstoord. Net als Janssen is ook Holwerda's opgraving niet grootschalig geweest.<sup>67</sup>

De derde opgraving bij De Heul is uitgevoerd door de ROB, tegenwoordig de RCE. De ROB had in Wijk bij Duurstede tussen 1967 en het begin van de jaren '90 meerdere opgravingscampagnes. Bij een van deze campagnes is het grafveld van De Heul opgegraven. Bij deze opgraving zijn de eerdere sleuven van Janssen en Holwerda teruggevonden en bleek dan Holwerda een stuk verder van de opgraving van Janssen had gegraven dan hij zelf beschreef. Hierdoor hebben zowel Janssen als Holwerda de totale grootte van het grafveld onderschat.<sup>68</sup> Ook bij de opgraving van de ROB viel op dat een groot deel van alle graven was verstoord. In totaal zijn er 367 graven geïdentificeerd. Een groot deel van deze graven bevatten geen botmateriaal. Van de 367 bevatten 167 graven botmateriaal. Dit botmateriaal komt uit op 217 individuen. Van deze graven had een klein aantal, ongeveer 5%, grafgraven. Deze grafgraven dateren uit ongeveer de 7<sup>e</sup> en 8<sup>e</sup> eeuw n. Chr. Deze grafgraven bestonden voornamelijk uit materiaal dat met kledingstukken in verband kan worden gebracht, zoals riemgespen en kralen. De jongste graven hebben geen grafgraven meer. Het grafveld is gebruikt tot het begin van de 9<sup>e</sup> eeuw.<sup>69</sup>

Voor het Harris Line onderzoek waren maar 14 individuen van De Heul geschikt, dit komt voornamelijk door de slechte conservering van het botmateriaal in Wijk bij Duurstede. Tussen deze 14 waren er zeven vrouwen en vier mannen. Bij de overige drie individuen was het geslacht niet te bepalen.

### 3.5.2 De Engk

In Wijk bij Duurstede is in 1969 een archeologische opgraving uitgevoerd in de wijk Engk. Tijdens de opgraving is een grafveld uit de 7<sup>e</sup> tot 9<sup>e</sup> eeuw n. Chr. gevonden. Deze opgraving is nooit volledig uitgewerkt en het botmateriaal is pas afgelopen jaar verder onderzocht. Dit maakt het moeilijk om een goed overzicht van deze opgraving te maken.

Bij het skeletonderzoek zijn 111 individuen onderzocht. Ongeveer 25% van deze individuen is mannelijk en ongeveer 25% is vrouwelijk. Van de overige 50% kon het geslacht niet goed worden bepaald. De individuen binnen dit grafveld bleken een relatief goede gezondheid te hebben. Wel waren er opvallend veel haksporen, ongeveer 32% van de individuen hadden minimaal één hakspoor. Vooral jonge mannen hadden deze haksporen, een mogelijke verklaring hiervoor zijn geweldincidenten. Zo kunnen ook een aantal van de sporen gekoppeld worden aan zwaardinslagen.<sup>70</sup>

Van de 111 individuen uit het grafveld waren er acht geschikt voor Harris Line onderzoek, net als bij de Heul komt dit lage aantal door de slechte conservering van het botmateriaal. Het gaat hier om botmateriaal van één vrouw en drie mannen, van de overige vier kon het geslacht niet worden bepaald.

### 3.6 Overzicht onderzochte individuen

Uit de databases van de verschillende opgravingen is relevante informatie verzameld. Hiermee is een overzicht gemaakt over verschillende gegevens van de onderzoekspopulatie, zoals de verdeling tussen mannen en vrouwen, de leeftijdscategorieën en dateringen. Het kan zijn dat niet alle gegevens voor elk individu helemaal compleet zijn, daarom wordt er gewerkt met de gegevens die aanwezig zijn. Omdat niet-volwassen individuen bij veel van de gegevens kunnen zorgen voor

---

<sup>67</sup> Van Es *et al.* 2015, 201-203.

<sup>68</sup> Van Es *et al.* 2015, 203.

<sup>69</sup> Van Es *et al.* 2015, 203-215.

<sup>70</sup> Heikooop 2020.

enorme afwijkingen, bijvoorbeeld lengte of gemiddelde leeftijd, zijn deze individuen niet meegenomen bij de vergelijkingen. Dit betekent dat er van de 177 individuen 14 niet meegenomen zijn bij de analyses.

### 3.6.1 Geslachtsbepaling

De geslachtsbepaling is erg belangrijk voor Harris Line onderzoek. Omdat de groeicurve van vrouwen anders is dan die van mannen, kan alleen goed bepaald worden wat de ontstaansleeftijd van Harris Lines is wanneer de geslachtsbepaling van het individu bekend is. De geslachtsbepaling voor deze individuen is door experts uitgevoerd aan de hand van kenmerken in de schedel en pelvis. Hiervoor zijn binnen Europa en wereldwijd verschillende methodes ontwikkeld.<sup>71</sup>

Tabel 3: Verdeling onbepaald, man en vrouw

|          |           | Aantal | %    |
|----------|-----------|--------|------|
| Geslacht | Onbepaald | 26     | 16%  |
|          | Man       | 62     | 38%  |
|          | Vrouw     | 75     | 46%  |
|          | Totaal    | 163    | 100% |

Na het wegfilteren van de niet-volwassen individuen blijven er 163 volwassen individuen over. Hiervan is 38% mannelijk, 46% vrouwelijk en 16% onbepaald, tabel 3.

Tabel 4: Verdeling geslacht per locatie

|           |                       | Geslacht per locatie |     |        |     |        |      |        |      |
|-----------|-----------------------|----------------------|-----|--------|-----|--------|------|--------|------|
|           |                       | Onbepaald            |     | Man    |     | Vrouw  |      | Totaal |      |
|           |                       | Aantal               | %   | Aantal | %   | Aantal | %    | Aantal | %    |
| Opgraving | Boschstraat           | 0                    | 0%  | 0      | 0%  | 12     | 100% | 12     | 100% |
|           | De Engk               | 3                    | 50% | 2      | 33% | 1      | 17%  | 6      | 100% |
|           | De Heul               | 1                    | 8%  | 4      | 34% | 7      | 58%  | 12     | 100% |
|           | Sint Servaaskerk      | 5                    | 14% | 18     | 50% | 13     | 36 % | 36     | 100% |
|           | Vrijthof              | 14                   | 18% | 33     | 41% | 33     | 41%  | 80     | 100% |
|           | Wittevrouwen klooster | 3                    | 18% | 5      | 29% | 9      | 53%  | 17     | 100% |
|           | Totaal                | 26                   | 16% | 62     | 38% | 75     | 46%  | 163    | 100% |

In bovenstaande tabel is de verdeling van onbepaalde volwassenen, mannen en vrouwen tussen de verschillende opgravingen te zien. Ook hier zijn weer de niet-volwassenen uitgefilterd. Wat opvalt aan deze tabel is dat er alleen in de Vrijthof opgraving een gelijke verdeling is tussen mannen en vrouwen. Beide groepen bestaan uit 33 individuen, 41% van het totale aantal individuen van het Vrijthof. Bij de Boschstraat valt op dat alle 12 individuen vrouwelijk zijn en ook bij De Heul en het Wittevrouwenklooster is het grootste deel van de individuen vrouwelijk.

<sup>71</sup> White *et al.* 2005, 385-387.



### 3.6.2 Leeftijdscategorieën

De leeftijd van de individuen kan moeilijk worden bepaald, toch is het van belang een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de onderzochte populatie. Daarom is ook bij dit onderzoek gekeken naar de leeftijdscategorieën. Omdat het gaat om archeologische gegevens is de exacte leeftijd bij overlijden niet bekend. Hierdoor wordt er aan de hand van een skeletanalyse een leeftijd bepaald. Omdat dit nooit exact bepaald kan worden gaat het om leeftijdscategorieën in plaats van een exacte leeftijd. Hoe beter de resultaten van de skeletanalyse hoe beter deze leeftijdscategorie wordt. Hierdoor kan de leeftijdsbepaling per individu enorm verschillen. Zo kan het ene individu worden geschat tussen de 30-40 jaar en een ander tussen de 20-80. Voor het bepalen van de leeftijd wordt bij de skelet-analyse voornamelijk gekeken naar kenmerken in de schedel, de ribben en de pelvis.<sup>72</sup>

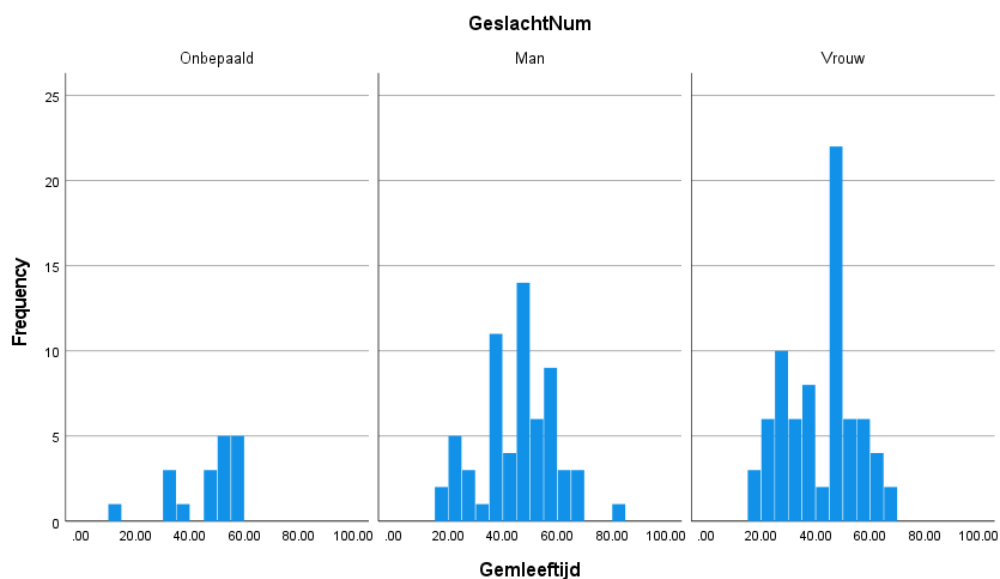
Om een goede analyse te doen zijn voor dit onderzoek de leeftijden onderverdeeld in verschillende tabellen. Zo is er van de leeftijd een gemiddelde berekend, hiermee kan het gehele gemiddelde van alle onderzochte individuen worden bekeken. Verder zijn de individuen ook onderverdeeld in leeftijdsgroepen van 10 jaar en leeftijdsgroepen van 20 jaar. Dit zorgt er voor dat de populatie wat beter gegroepeerd kan worden. Hiervoor zijn alleen de individuen gebruikt die ook binnen deze leeftijdsgroepen passen. Iemand met een leeftijdsbepaling van 20-80 is in geen van deze twee groepen gebruikt bijvoorbeeld. 87 individuen konden in leeftijdsgroepen van 10 jaar worden onderverdeeld en 126 individuen in leeftijdsgroepen van 20 jaar. Ook hierbij zijn de niet-volwassen individuen niet gebruikt, want deze brengen bijvoorbeeld de totale gemiddelde leeftijd naar beneden.

Tabel 5: Leeftijd volwassen individuen

| Geslacht  | Gemiddeld | Mediaan | Range | Max   | N   |
|-----------|-----------|---------|-------|-------|-----|
| Onbepaald | 45.4      | 50.0    | 47.00 | 59.50 | 18  |
| Man       | 43.7      | 45.0    | 69.50 | 84.50 | 62  |
| Vrouw     | 39.7      | 45.0    | 50.00 | 65.00 | 75  |
| Totaal    | 41.9      | 45.0    | 72.00 | 84.50 | 155 |

---

<sup>72</sup> White *et al.* 2005, 363-384.



Grafiek 1: Verdeling van leeftijd tussen geslacht

In de bovenstaande tabel 5 en grafiek 1 staan de leeftijden voor onbepaalde volwassenen, mannen en vrouwen. Tussen de vrouwen en mannen zit een verschil van gemiddeld 4 jaar. Ook is te zien dat de oudste leeftijd tussen mannen en vrouwen een groot verschil heeft, bijna 20 jaar. Dit komt doordat één mannelijk individu in de leeftijdscategorie 70-99 zit. Waar de oudste vrouwelijke individuen allemaal in de categorie 60-70 vallen of niet strak bepaald konden worden en dus een leeftijdscategorie van bijvoorbeeld 40-80 hebben gekregen. In bovenstaande grafiek zit een grote piek bij vrouwelijke individuen rond de 50-55 leeftijdsgroep. Dit komt doordat SPSS (het programma gebruikt voor het maken van de grafieken en tabellen) het interval voor de leeftijdsgroepen op 5 jaar zet. Hierdoor zitten teveel individuen in de groep 50-55 en te weinig in de groep 45-50 en lijkt de grafiek niet mooi verdeeld terwijl dit eigenlijk wel zo hoort te zijn. De piek die bij de vrouwen te zien is hoort hier dus eigenlijk niet te zitten maar omdat dit niet kan worden aangepast in SPSS ziet het er zo uit.

Tabel 6: Leeftijd in een interval van 10 jaar

|                     |        | Geslacht en leeftijd |      |        |      |        |      |        |      |
|---------------------|--------|----------------------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|                     |        | Onbepaald            |      | Man    |      | Vrouw  |      | Totaal |      |
|                     |        | Aantal               | %    | Aantal | %    | Aantal | %    | Aantal | %    |
| Interval<br>10 jaar | 20-30  | 1                    | 50%  | 10     | 25%  | 20     | 44%  | 31     | 36%  |
|                     | 30-40  | 1                    | 50%  | 12     | 30%  | 8      | 18%  | 21     | 24%  |
|                     | 40-50  | 0                    | 0%   | 9      | 23%  | 12     | 27%  | 21     | 24%  |
|                     | 50-60  | 0                    | 0%   | 8      | 20%  | 5      | 11%  | 13     | 15%  |
|                     | 60-70  | 0                    | 0%   | 0      | 0%   | 0      | 0%   | 0      | 0%   |
|                     | 70-99  | 0                    | 0%   | 1      | 2%   | 0      | 0%   | 1      | 1%   |
|                     | Totaal | 2                    | 100% | 40     | 100% | 45     | 100% | 87     | 100% |

Van alle volwassen individuen konden 87 van de 163 worden onderverdeeld in leeftijdsgroepen van 10 jaar. Zoals eerder genoemd zijn hiervoor de individuen die een te brede leeftijdsbepaling hebben niet mee genomen. Ook in deze leeftijdsgroepen valt op dat de mannelijke individuen op een hogere leeftijd overlijden dan vrouwen: 8 van de 13 individuen in de leeftijdsgroep 50-60 zijn mannelijk,

61.5% en zoals al eerder genoemd het ene mannelijke individu ouder gedateerd dan 70 jaar. Het overgrote deel van alle individuen zit in de eerste drie categorieën, 73 van de 87. Dit geeft aan dat het grootste deel van alle individuen niet ouder is geworden dan 50 jaar.

Tabel 7: Leeftijd in een interval van 20 jaar

|                     |        | Geslacht en leeftijd |      |        |      |        |      |        |      |
|---------------------|--------|----------------------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|                     |        | Onbepaald            |      | Man    |      | Vrouw  |      | Totaal |      |
|                     |        | Aantal               | %    | Aantal | %    | Aantal | %    | Aantal | %    |
| Interval<br>20 jaar | 20-40  | 4                    | 50%  | 23     | 42%  | 33     | 52%  | 60     | 48%  |
|                     | 40-60  | 4                    | 50%  | 27     | 50%  | 29     | 45%  | 60     | 48%  |
|                     | 60-80  | 0                    | 0%   | 4      | 7%   | 2      | 3%   | 6      | 4%   |
|                     | Totaal | 8                    | 100% | 54     | 100% | 64     | 100% | 126    | 100% |

De individuen kunnen ook worden onderverdeeld in groepen van 20 jaar. In deze groepen kunnen 126 van de 163 worden onderverdeeld. Ook deze tabel laat zien dat veel van de onbepaalde individuen niet binnen deze groepen geplaatst kunnen worden en net zoals bij de groepen van 10 jaar zijn er meer oudere mannelijke individuen dan vrouwelijke, mogelijk komt dit door de conservering van het botmateriaal van de onbepaalde individuen maar hier is niet genoeg informatie over bekend.

### 3.6.3 Datering

Zoals eerder al besproken is een van de onderzoeksvragen gericht op de verschillen tussen de Laat Romeinse, Merovingische en Karolingische periodes. Aan de hand van de databases van de verschillende opgravingen konden de individuen worden onderverdeeld in deze drie periodes. In deze databases zijn de individuen aan de hand van hun locatie, diepte of grafvondsten gedateerd. De individuen gedateerd tussen 300 en 480 n. Chr. vallen binnen de Laat Romeinse periode. Individue van tussen 700 en 950 n. Chr. vallen binnen de Karolingische periode en de individuen tussen deze twee periodes kunnen worden onderverdeeld in de Merovingische periode. Soms overlapt de datering die een individu had gekregen gedeeltelijk met twee van deze periodes, in dit geval werd het individu ingedeeld in de periode waar deze voor het grootste deel binnen paste. Bijvoorbeeld een individu met een datering van 600-850 is onderverdeeld in de Karolingische periode in plaats van de Merovingische.

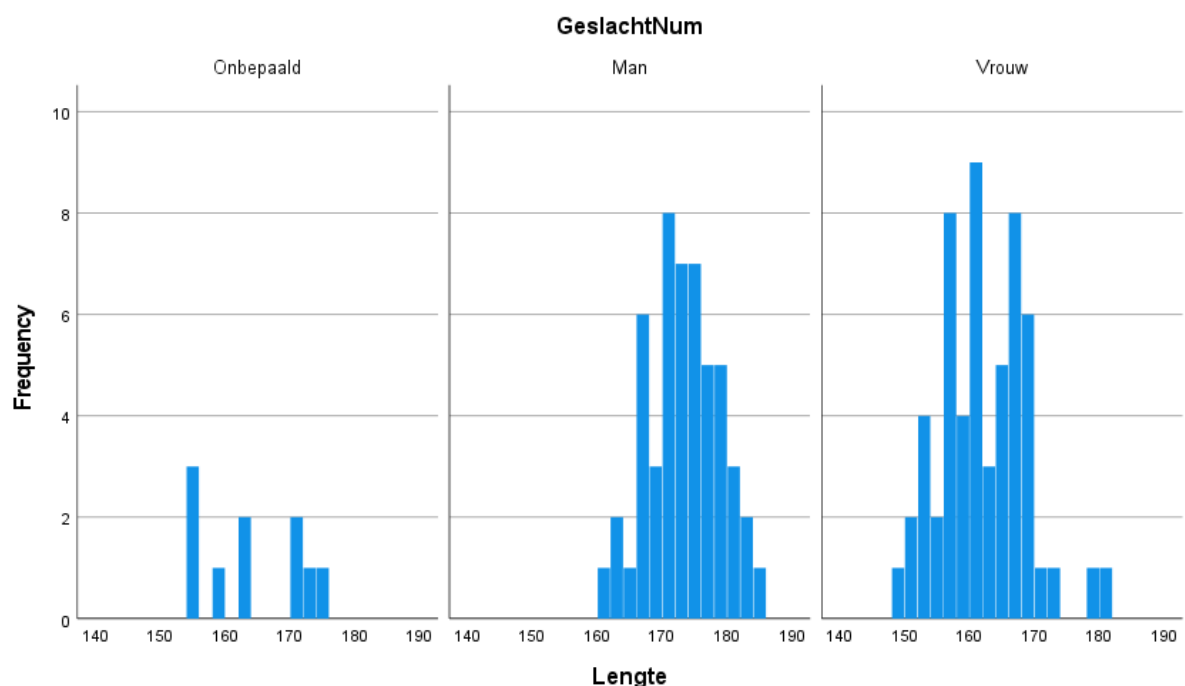
Tabel 8: Verdeling van geslacht over verschillende periodes

|         |              | Geslacht en periode |      |        |      |        |      |        |      |
|---------|--------------|---------------------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|         |              | Onbepaald           |      | Man    |      | Vrouw  |      | Totaal |      |
|         |              | Aantal              | %    | Aantal | %    | Aantal | %    | Aantal | %    |
| Periode | Onbekend     | 6                   | 23%  | 8      | 13%  | 6      | 8%   | 20     | 12%  |
|         | Laat Romeins | 0                   | 0%   | 4      | 6.5% | 2      | 3%   | 6      | 4%   |
|         | Merovingisch | 13                  | 50%  | 28     | 45%  | 47     | 63%  | 88     | 54%  |
|         | Karolingisch | 6                   | 23%  | 18     | 29%  | 15     | 20%  | 39     | 24%  |
|         | Jonger       | 1                   | 4%   | 4      | 6.5% | 5      | 6%   | 10     | 6%   |
|         | Totaal       | 26                  | 100% | 62     | 100% | 75     | 100% | 163    | 100% |

Zoals in de bovenstaande tabel te zien is zijn er ook een aantal individuen die niet binnen de drie periodes vallen. Van 20 individuen kon de datering niet bepaald worden, deze vallen in de groep onbekend. 10 individuen dateren jonger dan de drie periodes, dit wil zeggen dat deze individuen uit de Late Middeleeuwen dateren. Deze individuen zijn allemaal afkomstig uit de Wittevrouwenklooster opgraving. Meer dan de helft, 54% van alle individuen, is afkomstig uit de Merovingische tijd, 88 van de 163 individuen. Maar een zeer klein deel, 4% van de totale individuen is afkomstig uit de Laat Romeinse periode. Alleen bij de Sint Servaaskerk opgraving zijn individuen aangetroffen uit de Laat Romeinse periode. De individuen uit de Merovingische periode zijn verdeeld tussen de Boschstraat, de Sint Servaaskerk en de Vrijthof opgravingen. De Karolingische individuen zijn afkomstig uit De Engk, De Heul en de Sint Servaaskerk opgravingen. Alleen bij de opgraving van de Sint Servaaskerk zijn individuen uit alle drie de verschillende periodes aangetroffen.

### 3.6.4 Lengte

Net als met de geslachtsbepaling is ook de lengtebepaling voor archeologische gegevens moeilijk en daarom een schatting. Voor het maken van een lengte schatting wordt binnen de archeologie, omdat skeletten vaak niet compleet worden aangetroffen, vaak gebruik gemaakt van een methode waarbij één of meerdere botten worden opgemeten. Aan de hand van een formule kan hieruit de totale lengte van het individu worden berekend.<sup>73</sup>



Grafiek 2: Verdeling van lengtes tussen geslacht volwassen individuen

In bovenstaande grafiek staan de lengtes van alle individuen onderverdeelt in de geslachtsbepaling. De onbepaalde individuen hebben in vergelijking met de mannelijke en vrouwelijke individuen een wat chaotische verdeling. Dit komt voornamelijk doordat de groep onbepaalde individuen waarschijnlijk bestaat uit een combinatie van mannelijke en vrouwelijke individuen. Dit zorgt ervoor dat er geen mooie curve ontstaat. Tussen de mannelijke en vrouwelijke individuen zitten geen verassingen. Zoals normaalgesproken het geval is zijn de mannelijke individuen gemiddeld langer dan de vrouwelijke.

<sup>73</sup> White *et al.* 2005, 398.

Tabel 9: Gemiddelde lengte per geslacht

| Gemiddelde lengte |       |                |     |         |         |
|-------------------|-------|----------------|-----|---------|---------|
| Geslacht          | Mean  | Std. Deviation | N   | Minimum | Maximum |
| Man               | 172.8 | 5.4            | 51  | 160     | 184     |
| Vrouw             | 161.7 | 6.7            | 56  | 149     | 181     |
| Totaal            | 167   | 8.3            | 107 | 149     | 184     |

Ook als naar de gemiddelde lengtes wordt gekeken is dit verschil goed zichtbaar. De mannelijke individuen zijn gemiddeld ongeveer 11 centimeter langer dan vrouwelijke individuen. De standaarddeviatie is ook wat lager bij de mannelijke individuen, wat betekent dat deze groep wat betreft lengte dichter bij elkaar zit dan de vrouwelijke individuen.

### 3.6.5 (Sociaal-)economische status

Om de hoeveelheid Harris Lines (groeistoornissen) te kunnen linken aan een slechtere gezondheid of voedselkwaliteit kan gekeken worden naar (sociaal-)economische statusgroepen. Hierbij worden de onderzochte individuen onderverdeeld in drie verschillende statusgroepen, hoog, gemiddeld en laag. Het bepalen van de status van individuen gevonden in archeologische context is een moeilijk en soms onmogelijk onderdeel van skeletonderzoek. Vaak wordt gebruik gemaakt van verschillen in grafrituelen of de toenamen van grafgiften om individuen met een hoge of lage status te onderscheiden. Ook de locatie waar een individu is begraven kan gebruikt worden om verschillen in status te identificeren.<sup>74</sup> Het is vaak niet mogelijk om per individu een status te kunnen aanwijzen, wel is het mogelijk om verschillende groepen van elkaar te kunnen onderscheiden. Dit wordt gedaan door te kijken naar de locatie waar deze individuen zijn begraven en onderbouwd met contextueel bewijs van de opgravingslocatie.

Kerken, zoals de Sint Servaaskerk, zijn vaak gelegen op de locatie waar heiligen begraven liggen. Zo is de Sint Servaaskerk gebouwd op de vermoedelijke locatie waar Servaas begraven is, zoals besproken in hoofdstuk 3.1. Zo dicht mogelijk bij deze heiligen begraven worden werd als belangrijk gezien en daar werd ook veel voor betaald. Individen dicht bij de heiligen, of in de kerk zelf, kunnen daarom worden geïnterpreteerd als individuen uit een hogere statusgroep.<sup>75</sup> Zo liet een onderzoek naar de gezondheid van het gebit, tussen individuen in en rond de Trakai kerk in Litouwen, zien dat individuen buiten de kerk een slechter gebit hadden dan de individuen begraven in de kerk zelf.<sup>76</sup> De gezondheid van het gebit kan gelinkt worden aan het dieet en de gezondheid van de individuen. De conclusie van het onderzoek was dat individuen begraven in de kerk een beter dieet en gezondheid hadden en dus uit een hogere statusgroep kwamen.<sup>77</sup> Hoe verder van de kerk de graven gelegen zijn, hoe lager de status van de individuen geïnterpreteerd kan worden. In het proefschrift van Răphaël Panhuysen, uit 2005, zijn de grafvelden van de Boschstraat en de Sint Servaaskerk vergeleken en onderverdeeld in statusgroepen op basis van de graf locatie. De individuen uit de Boschstraat worden gezien als individuen uit een lage statusgroep. Deze graven hebben geen connectie met een kerk en zijn gevonden op een locatie waar gewerkt werd en vermoedelijk ook gewoond is. De individuen uit de Sint Servaaskerk daar en tegen kunnen worden geïnterpreteerd als individuen uit een hoge statusgroep.<sup>78</sup> Het grafveld van het Vrijthof ligt vlak naast de Sint Servaaskerk maar kan in

<sup>74</sup> Panhuysen 2005, 108.

<sup>75</sup> Panhuysen 2005, 109.

<sup>76</sup> Miliauskienė *et al.* 2015, 104.

<sup>77</sup> Miliauskienė *et al.* 2015, 104.

<sup>78</sup> Panhuysen 2005, 108-109.

vergelijking met de graven in de kerk dus worden gezien als een andere statusgroep. Omdat deze graven wel in connectie staan met de kerk kan worden aangenomen dat deze individuen wel uit een hogere statusgroep komen dan die van de Boschstraat. Deze drie grafvelden kunnen dus worden onderverdeeld in de drie statusgroepen. De individuen uit de Sint Servaaskerk zijn afkomstig uit de hoge statusgroep, de individuen uit het Vrijthof zijn uit een gemiddelde statusgroep en de individuen uit de Boschstraat komen uit een lage statusgroep.

Omdat de context van de grafvelden uit Wijk bij Duurstede niet duidelijk genoeg is, en omdat deze grafvelden niet goed vergeleken worden met andere graven zoals dat in Maastricht wel kan, zijn deze individuen niet onderverdeeld in een van de statusgroepen. De individuen uit het Wittevrouwenklooster zijn niet afkomstig uit de Vroege Middeleeuwen en zijn daarom niet mee genomen in deze tabellen. Wel kan, doordat het klooster gezien wordt als welvarend, worden bepaald dat deze individuen ook uit een hogere statusgroep komen.

Tabel 10: Verdeling van status tussen onbepaalde, mannelijke en vrouwelijk volwassen individuen

|        |        | Geslacht en status |      |        |      |        |        |        |        |
|--------|--------|--------------------|------|--------|------|--------|--------|--------|--------|
|        |        | Onbepaald          |      | Man    |      | Vrouw  |        | Totaal |        |
|        |        | Aantal             | %    | Aantal | %    | Aantal | %      | Aantal | %      |
| Status | Laag   | 0                  | 0.0% | 0      | 0.0% | 12     | 100.0% | 12     | 100.0% |
|        | Middel | 14                 | 18%  | 33     | 41%  | 33     | 41%    | 80     | 100.0% |
|        | Hoog   | 3                  | 14%  | 18     | 50%  | 13     | 36%    | 36     | 100.0% |

In bovenstaande tabel is te zien dat de verdeling tussen de drie statusniveaus flink verschilt. Het grootste aantal individuen komt uit de middelste status en bestaat uit een gelijk aantal mannelijke en vrouwelijke individuen. De lage status bestaat volledig uit vrouwelijke individuen, dit komt doordat de individuen afkomstig uit de Boschstraat allemaal bepaald zijn als vrouwelijk. De groep met de hogere status heeft meer mannelijke dan vrouwelijke individuen. In totaal zijn er 128 individuen onder te verdelen in de drie statusgroepen.

Tabel 11: Verdeling van leeftijd tussen statusgroepen

|        |        | Interval 20 jaar |     |        |     |        |     |        |        |
|--------|--------|------------------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|--------|
|        |        | 20-40            |     | 40-60  |     | 60-80  |     | Totaal |        |
|        |        | Aantal           | %   | Aantal | %   | Aantal | %   | Aantal | %      |
| Status | Laag   | 4                | 36% | 6      | 55% | 1      | 9%  | 11     | 100.0% |
|        | Middel | 34               | 56% | 25     | 42% | 1      | 2%  | 60     | 100.0% |
|        | Hoog   | 11               | 37% | 16     | 53% | 3      | 10% | 30     | 100.0% |
|        | Totaal | 49               | 48% | 47     | 47% | 5      | 5%  | 101    | 100.0% |

Een groot deel van de individuen in de drie statusgroepen, 101 van de 128, zijn in te delen in de leeftijdsgroepen met een 20 jaar interval. Net als met de totale groep is ook hier de verdeling tussen 20-40 en 40-60 ongeveer even groot. Opvallend is dat bij de groep met een gemiddelde status de leeftijd wat lager ligt dan bij de lagere en hogere status. Waar bij de lagere en hogere status meer dan de helft afkomstig is uit de leeftijdsgroep 40-60, is bij de gemiddelde status meer dan de helft afkomstig uit de groep 20-40. Bij de hogere status zijn wel meer individuen aanwezig uit de leeftijdsgroep 60-80. Ook voor de gemiddelde lengte kunnen 101 individuen uit de drie statusgroepen worden vergeleken. Omdat de lengte tussen mannelijk en vrouwelijke individuen altijd verschilt zal hier ook rekening mee moeten worden gehouden.

Tabel 12: Gemiddelde lengte van vrouwen per statusgroep

| Gemiddelde lengte vrouwen |       |    |                |         |         |
|---------------------------|-------|----|----------------|---------|---------|
| Status                    | Mean  | N  | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Laag                      | 162.2 | 12 | 8.5            | 149     | 181     |
| Middel                    | 162.4 | 24 | 6.2            | 150     | 178     |
| Hoog                      | 161.4 | 13 | 7.4            | 150     | 169     |
| Totaal                    | 162.1 | 49 | 7.0            | 149     | 181     |

In bovenstaande tabel zijn alleen de vrouwelijke individuen uit de verschillende statusgroepen meegenomen. Dan valt op de lengte nauwelijks verschilt tussen de groep met een lage en gemiddelde status.

Tabel 13: Gemiddelde lengte van mannen per statusgroep

| Gemiddelde lengte mannen |       |    |                |         |         |
|--------------------------|-------|----|----------------|---------|---------|
| Status                   | Mean  | N  | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Middel                   | 170.9 | 26 | 4.1            | 160     | 179     |
| Hoog                     | 176.2 | 18 | 5.4            | 163     | 184     |
| Totaal                   | 173.0 | 44 | 5.3            | 160     | 184     |

De mannelijke individuen kunnen dan ook los bekeken worden. Dan is te zien dat de mannelijke individuen uit de hogere statusgroep gemiddeld wel langer worden dan die uit de gemiddelde statusgroep.

### 3.6.6 Individuen met Harris Lines

Tabel 14: Aanwezigheid van Harris Lines per geslacht volwassen individuen

|          |           | Harris Lines aanwezig |     |        |     |        |        |
|----------|-----------|-----------------------|-----|--------|-----|--------|--------|
|          |           | Ja                    |     | Nee    |     | Totaal |        |
|          |           | Aantal                | %   | Aantal | %   | Aantal | %      |
| Geslacht | Onbepaald | 11                    | 42% | 15     | 58% | 26     | 100.0% |
|          | Man       | 41                    | 66% | 21     | 34% | 62     | 100.0% |
|          | Vrouw     | 42                    | 56% | 33     | 44% | 75     | 100.0% |
|          | Totaal    | 94                    | 58% | 69     | 42% | 163    | 100.0% |

In totaal zijn er 94 individuen waarbij tenminste één Harris Line is geconstateerd. Dit is 58% van alle onderzochte volwassen individuen. Het aantal mannelijke en vrouwelijke individuen met tenminste één Harris Line is gelijk verdeeld ook al zijn er wat meer vrouwelijke dan mannelijke individuen in de totale onderzochte populatie. Dit betekent dat er meer vrouwelijke individuen zonder Harris Lines zijn. Namelijk 44% van de vrouwelijke individuen had geen Harris Lines, terwijl dat 34% is bij de mannelijke individuen. Dit verschil is niet statistisch significant.<sup>79</sup> Alleen bij de individuen waar het geslacht niet kon worden bepaald heeft de meerderheid, 58% geen Harris Lines.

<sup>79</sup> Chi-Square test p=0.292



## 4. Resultaten van Harris Line onderzoek

Door de bovengenoemde methode toe te passen op de onderzoekspopulatie kunnen vergelijkingen worden gemaakt tussen individuen met of zonder Harris Lines en de verdeling hierin. Voor deze analyses wordt er gekeken op individueel niveau, naar elke Harris Line per individu, en naar algemene vergelijking van het aantal Harris Lines per individu. Ook hier zijn de niet-volwassen individuen niet meegenomen. Dit betekent dat de totale onderzochte populatie bestaat uit 163 individuen. Omdat voor dit onderzoek de meeste onderzoeksvragen gaan over de Vroege Middeleeuwen is het van belang ook te kijken naar alleen de individuen die uit deze periode komen. Daarvoor moet bij sommige evaluaties het Wittevrouwenklooster weg worden gefilterd. Wanneer dit gedaan wordt staat dit vermeld bij de tabellen.

### 4.1 Algemene analyses

Voor de algemene gegevens van de onderzochte individuen, besproken in hoofdstuk 3.6, kunnen een aantal statistische analyses gedaan worden. Met deze analyses wordt gekeken naar eventuele significante verschillen tussen bijvoorbeeld lengtes van individuen tussen verschillende locaties of periodes of tussen statusgroepen. Dit geeft aan of er binnen de onderzochte groep al statistische verschillen zitten voordat naar Harris Lines gekeken is.

#### 4.1.1 Lengteverschil tussen periodes

Een vergelijking tussen de lengtes van mannelijke en vrouwelijke individuen in de verschillende periodes kan gedaan worden om te kijken of de lengte vóór en gedurende de Vroege Middeleeuwen toeneemt. Wanneer de mannelijke individuen uit de Laat Romeinse en Merovingische periodes worden vergeleken is statistisch gezien geen significant verschil te zien.<sup>80</sup> De gemiddelde lengte ligt dan ook iets meer dan één centimeter uit elkaar, met in de Laat Romeinse periode een gemiddelde lengte van 172.75 cm en in de Merovingische periode 171.22 cm. Tussen de Merovingische en Karolingische periode zit voor de mannelijke individuen wel een statistisch significant verschil.<sup>81</sup> De gemiddelde lengte ligt tussen deze twee periodes meer dan zes centimeter uit elkaar, 171.22 cm in de Merovingische periode en 177.50 cm in de Karolingische periode.

Bij de vrouwelijke individuen uit de Laat Romeinse en Merovingische periode is het lengteverschil niet statistisch significant.<sup>82</sup> Dit ondanks dat het gemiddelde lengteverschil net iets meer dan 8 centimeter is met een gemiddelde lengte van 154.50 cm in de Laat Romeinse periode en 162.52 cm in de Merovingische periode. Dat dit niet significant is kan worden verklaard door de relatief hoge standaarddeviatie bij de gemiddelde lengte in de Merovingische periode, hierdoor is het lengteverschil van 8 centimeter niet significant. De hoge standaarddeviatie kan worden verklaard door het relatief kleine aantal onderzochte individuen. Het lengteverschil tussen de Merovingische en Karolingische periode is ook hier niet statistisch significant.<sup>83</sup> De gemiddelde lengtes van de vrouwelijke individuen zijn bijna gelijk met iets meer dan één centimeter verschil, 162.54 cm in de Merovingische periode en 161.29 in de Karolingische periode.

#### 4.1.2 Verschillen tussen statusgroepen

Wanneer de leeftijd van de lage en gemiddelde statusgroepen statistisch worden vergeleken is er geen significant verschil aanwezig.<sup>84</sup> De verdeling van de leeftijd tussen de groep met een

---

<sup>80</sup> T-Test  $p=0.556$

<sup>81</sup> T-Test  $p=0.001$

<sup>82</sup> T-Test  $p=0.113$

<sup>83</sup> T-Test  $p=0.669$

<sup>84</sup> Chi-square test  $p=0.177$

gemiddelde status en een hoge status is statistisch ook niet significant, wel ligt dit verschil bijna op de grens van significantie.<sup>85</sup>

De gemiddelde lengte van de mannelijke en vrouwelijke individuen uit de verschillende statusgroepen kan ook worden vergeleken. De vrouwen uit de groep met een hogere status zijn gemiddeld wat kleiner. Dit verschil is statistisch niet significant.<sup>86</sup> Het verschil in lengte tussen mannelijke individuen uit de hogere statusgroep en gemiddelde statusgroep is statistisch gezien significant.<sup>87</sup>

## 4.2 Geslacht

### 4.2.1 Geslacht algemeen

Tabel 15: Type Harris Line per geslacht

|          |           | Harris Line type |     |        |     |        |     |        |     |        |      |
|----------|-----------|------------------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|------|
|          |           | 0                |     | 1      |     | 2      |     | 3      |     | Totaal |      |
|          |           | Aantal           | %   | Aantal | %   | Aantal | %   | Aantal | %   | Aantal | %    |
| Geslacht | Onbepaald | 18               | 34% | 19     | 36% | 6      | 11% | 10     | 19% | 53     | 100% |
|          | Man       | 77               | 44% | 44     | 25% | 18     | 10% | 37     | 21% | 176    | 100% |
|          | Vrouw     | 62               | 35% | 51     | 28% | 16     | 9%  | 50     | 28% | 179    | 100% |
|          | Totaal    | 157              | 38% | 114    | 28% | 40     | 10% | 97     | 24% | 408    | 100% |

In 94 individuen zijn in totaal 408 Harris Lines geconstateerd. Ook hier is de verdeling tussen mannelijke en vrouwelijke individuen nagenoeg gelijk, 176 lijnen voor mannen en 179 voor vrouwen. Het grootste aantal Harris Lines zijn type 0 lijnen, dit zijn er 157. Het aantal type 1 en type 3 Harris Lines, respectievelijk 114 en 97, zijn nagenoeg gelijk, alleen type 2 Harris Lines wijken af met een relatief laag aantal van 40.

Tabel 16: Gemiddeld aantal Harris Lines per volwassen individu

| Gemiddeld aantal per type |                |                    |                    |                    |                    |
|---------------------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Geslacht                  |                | Harris Line Type 0 | Harris Line Type 1 | Harris Line Type 2 | Harris Line Type 3 |
| Onbepaald                 | Mean           | 1.6                | 1.7                | 0.5                | 0.9                |
|                           | Std. Deviation | 1.4                | 2.0                | 0.7                | 1.0                |
|                           | Sum            | 18                 | 19                 | 6                  | 10                 |
|                           | N              | 11                 | 11                 | 11                 | 11                 |
| Man                       | Mean           | 1.9                | 1.1                | 0.4                | 0.9                |
|                           | Std. Deviation | 1.7                | 1.1                | 1.0                | 1.4                |
|                           | Sum            | 77                 | 44                 | 18                 | 37                 |
|                           | N              | 41                 | 41                 | 41                 | 41                 |
| Vrouw                     | Mean           | 1.5                | 1.2                | 0.4                | 1.2                |

<sup>85</sup> Chi-square test p=0.056

<sup>86</sup> T-Test p=0.668

<sup>87</sup> T-Test p=0.001

|        |                |     |     |     |     |
|--------|----------------|-----|-----|-----|-----|
|        | Std. Deviation | 1.4 | 1.5 | 0.7 | 1.8 |
|        | Sum            | 62  | 51  | 16  | 50  |
|        | N              | 42  | 42  | 42  | 42  |
|        |                |     |     |     |     |
| Totaal | Mean           | 1.7 | 1.2 | 0.4 | 1.0 |
|        | Std. Deviation | 1.5 | 1.4 | 0.8 | 1.6 |
|        | Sum            | 157 | 114 | 40  | 97  |
|        | N              | 94  | 94  | 94  | 94  |

In bovenstaande tabel staat het gemiddelde aantal van elk type Harris Line per individu. Het gaat hier om die 94 individuen waar minstens één Harris Line is geconstateerd, alle individuen zonder Harris Lines zijn hierin niet meegenomen. Gemiddeld heeft een mannelijk individu afgerond 4 Harris Lines, hetzelfde geldt ook voor de vrouwelijke individuen. De standaard deviatie is bij veel type groter dan het gemiddelde aantal. Tussen de verschillende individuen zit dus een groot verschil in het aantal Harris Lines per type. Tussen mannen en vrouwen zit alleen een groot verschil in het aantal type 3 lijnen, 37 bij mannelijke en 50 bij vrouwelijke individuen, hoewel het aantal individuen zo goed als gelijk is. Statistisch gezien is dit verschil echter niet significant.<sup>88</sup> Daarom zullen bij verschillende analyses mannen en vrouwen gegroepeerd worden.

#### 4.2.2 Geslacht Vroege Middeleeuwen

Tabel 17: Aanwezigheid van Harris Lines bij volwassen individuen uit Vroege Middeleeuwen

|          |           | Harris Lines aanwezig Vroege Middeleeuwen |     |        |     |        |      |
|----------|-----------|-------------------------------------------|-----|--------|-----|--------|------|
|          |           | Ja                                        |     | Nee    |     | Totaal |      |
|          |           | Aantal                                    | %   | Aantal | %   | Aantal | %    |
| Geslacht | Onbepaald | 7                                         | 37% | 12     | 63% | 19     | 100% |
|          | Man       | 28                                        | 61% | 18     | 39% | 46     | 100% |
|          | Vrouw     | 33                                        | 53% | 29     | 47% | 62     | 100% |
|          | Totaal    | 68                                        | 53% | 59     | 47% | 127    | 100% |

Tabel 18: Type Harris Lines Vroege Middeleeuwen

|           |                   | Harris Line type Vroege Middeleeuwen |     |        |     |        |     |        |     |        |      |
|-----------|-------------------|--------------------------------------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|------|
|           |                   | 0                                    |     | 1      |     | 2      |     | 3      |     | Totaal |      |
|           |                   | Aantal                               | %   | Aantal | %   | Aantal | %   | Aantal | %   | Aantal | %    |
| Geslacht  | Aantal individuen | Aantal                               | %   | Aantal | %   | Aantal | %   | Aantal | %   | Aantal | %    |
| Onbepaald | 7                 | 12                                   | 31% | 14     | 36% | 5      | 13% | 8      | 20% | 39     | 100% |
| Man       | 28                | 52                                   | 45% | 29     | 25% | 18     | 15% | 18     | 15% | 117    | 100% |
| Vrouw     | 33                | 49                                   | 37% | 38     | 28% | 15     | 11% | 33     | 24% | 135    | 100% |
| Totaal    | 68                | 113                                  | 39% | 81     | 28% | 38     | 13% | 59     | 20% | 291    | 100% |

<sup>88</sup> Chi-square test p=0.163

Wanneer alleen naar de Vroegmiddeleeuwse periodes wordt gekeken zijn er 36 individuen minder, voor een totaal van 127 individuen. Van deze 127 individuen heeft 53% tenminste één Harris Line. Dit is 5% minder dan wanneer de Wittevrouwen klooster en de Laat-Romeinse individuen wel mee genomen zou worden. Het percentage type-0 lijnen neemt toe naar 39% en het percentage type-3 lijnen neemt af naar 20%.

Tabel 19: Gemiddeld aantal type 3 lijnen per geslacht

| Aantal type 3 lijnen per individu |          |    |      |                |                 |
|-----------------------------------|----------|----|------|----------------|-----------------|
|                                   | Geslacht | N  | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| Type 3 lijnen                     | Man      | 28 | 0.64 | 0.621          | 0.117           |
|                                   | Vrouw    | 33 | 1.00 | 1.369          | 0.238           |

In tabel 18 is te zien dat het verschil in aantal type 3 lijnen tussen mannen en vrouwen erg groot is. Tabel 19 laat zien dat gemiddeld één type 3 lijn per vrouwelijk individu is geconstateerd. Bij de mannelijke individuen ligt dit op 0.64 per individu. Statistisch gezien is dit verschil echter niet significant.<sup>89</sup>

### 4.3 Locatie

#### 4.3.1 Locatie algemeen

Tabel 20: Verdeling aanwezigheid Harris Lines per locatie

|           |                      | Harris Lines aanwezig |     |        |     |
|-----------|----------------------|-----------------------|-----|--------|-----|
|           |                      | Ja                    |     | Nee    |     |
|           |                      | Aantal                | %   | Aantal | %   |
| Opgraving | Boschstraat          | 10                    | 83% | 2      | 17% |
|           | De Engk              | 4                     | 67% | 2      | 33% |
|           | De Heul              | 6                     | 50% | 6      | 50% |
|           | Sint Servaaskerk     | 23                    | 64% | 13     | 36% |
|           | Vrijthof             | 40                    | 50% | 40     | 50% |
|           | Wittevrouwenklooster | 11                    | 65% | 6      | 35% |
|           | Totaal               | 94                    | 58% | 69     | 42% |

Van de verschillende locaties valt op dat bij De Heul en het Vrijthof, 50% van de individuen tenminste één Harris Line hebben en de andere helft niet. Bij de andere locaties heeft de meerderheid van de individuen tenminste één Harris Line. Bij de Boschstraat is deze verdeling het grootst, hier hebben 10 van de 12 individuen tenminste één Harris Line. De verschillen tussen de opgravingen zijn niet statistisch significant.<sup>90</sup>

<sup>89</sup> T-Test  $p=0.208$

<sup>90</sup> Chi-Square test  $p=0.261$

Tabel 21: Type Harris Lines per locatie

|           |                        | Harris Line type |        |     |        |     |        |      |        |     |        |      |
|-----------|------------------------|------------------|--------|-----|--------|-----|--------|------|--------|-----|--------|------|
|           |                        | Individuen       | 0      |     | 1      |     | 2      |      | 3      |     | Totaal |      |
|           |                        |                  | Aantal | %   | Aantal | %   | Aantal | %    | Aantal | %   | Aantal | %    |
| Opgraving | Boschstraat            | 10               | 16     | 43% | 11     | 30% | 2      | 5%   | 8      | 22% | 37     | 100% |
|           | De Engk                | 4                | 11     | 42% | 10     | 38% | 2      | 8%   | 3      | 12% | 26     | 100% |
|           | De Heul                | 6                | 5      | 26% | 8      | 42% | 0      | 0.0% | 6      | 32% | 19     | 100% |
|           | Sint Servaaskerk       | 23               | 39     | 45% | 15     | 17% | 17     | 20%  | 16     | 18% | 87     | 100% |
|           | Vrijthof               | 40               | 66     | 38% | 53     | 31% | 18     | 10%  | 36     | 21% | 173    | 100% |
|           | Witte vrouwen klooster | 11               | 20     | 30% | 17     | 26% | 1      | 2%   | 28     | 42% | 66     | 100% |
|           | Totaal                 | 94               | 157    | 38% | 114    | 28% | 40     | 10%  | 97     | 24% | 408    | 100% |

De meeste individuen met tenminste één Harris Line zijn afkomstig uit de Vrijthof opgraving. Ook de meeste Harris Lines zijn afkomstig uit deze opgraving, 173 van de 408. Bij bijna alle opgravingen zijn de meeste Harris Lines type 0 lijnen, alleen bij het Wittevrouwenklooster en De Heul wijkt dit af. De meeste Harris Lines bij het Wittevrouwenklooster zijn type 3 lijnen. Bij De Heul zijn de meesten Harris Lines type 1.

Tabel 22: Type Harris Lines per locatie zonder type 0

|           |                      | Harris Line type zonder 0 lijnen |     |       |     |       |     |        |      |
|-----------|----------------------|----------------------------------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|------|
|           |                      | 1                                |     | 2     |     | 3     |     | Totaal |      |
|           |                      | Count                            | %   | Count | %   | Count | %   | Count  | %    |
| Opgraving | Boschstraat          | 11                               | 52% | 2     | 10% | 8     | 38% | 21     | 100% |
|           | De Engk              | 10                               | 67% | 2     | 13% | 3     | 20% | 15     | 100% |
|           | De Heul              | 8                                | 57% | 0     | 0%  | 6     | 43% | 14     | 100% |
|           | Sint Servaaskerk     | 15                               | 31% | 17    | 36% | 16    | 33% | 48     | 100% |
|           | Vrijthof             | 53                               | 49% | 18    | 17% | 36    | 34% | 107    | 100% |
|           | Wittevrouwenklooster | 17                               | 37% | 1     | 2%  | 28    | 61% | 46     | 100% |
|           | Totaal               | 114                              | 45% | 40    | 16% | 97    | 39% | 251    | 100% |

Wanneer de 0 lijnen niet worden mee genomen bestaat 45% van het totaal aantal lijnen uit type 1. Bij de Sint Servaaskerk is het aantal lijnen per type bijna gelijk verdeeld, met als grootste groep type 2 lijnen, 36%. Net als eerder benoemd zijn bij het Wittevrouwenklooster de type 3 lijnen de grootste groep. De overige locaties hebben meer type 1 lijnen dan andere types.

Tabel 23: Gemiddelde aantal Harris Lines per volwassen individu per locatie

| Harris Lines per opgraving |      |                |     |    |
|----------------------------|------|----------------|-----|----|
| Opgraving                  | Mean | Std. Deviation | Sum | N  |
| Boschstraat                | 3.7  | 1.9            | 37  | 10 |
| De Engk                    | 6.5  | 2.4            | 26  | 4  |
| De Heul                    | 3.2  | 2.2            | 19  | 6  |
| Sint Servaaskerk           | 3.8  | 1.9            | 87  | 23 |
| Vrijthof                   | 4.3  | 2.7            | 173 | 40 |
| Wittevrouwen klooster      | 6.0  | 3.6            | 66  | 11 |
| Totaal                     | 4.3  | 2.6            | 408 | 94 |

Het gaat hier om individuen waar tenminste één Harris Line is geconstateerd, alle individuen zonder Harris Lines zijn niet meegenomen. Gemiddeld hebben De Engk en het Wittevrouwenklooster de meeste Harris Lines per individu, allebei gemiddeld zes Harris Lines per individu. Bij alle opgravingen heeft elk individu wel gemiddeld meer dan drie Harris Lines.

Tabel 24: Gemiddelde aantal Harris Lines per locatie zonder type 0 lijnen

| Harris Lines per opgraving zonder 0 lijnen |      |                |     |    |
|--------------------------------------------|------|----------------|-----|----|
| Opgraving                                  | Mean | Std. Deviation | Sum | N  |
| Boschstraat                                | 2.1  | 2.1            | 21  | 10 |
| De Engk                                    | 3.8  | 3.6            | 15  | 4  |
| De Heul                                    | 2.3  | 2.4            | 14  | 6  |
| Sint Servaaskerk                           | 2.1  | 1.6            | 48  | 23 |
| Vrijthof                                   | 2.7  | 2.5            | 107 | 40 |
| Wittevrouwenklooster                       | 4.2  | 3.7            | 46  | 11 |
| Totaal                                     | 2.7  | 2.5            | 251 | 94 |

Bovenstaande tabel geeft het gemiddeld aantal Harris Lines per individu wanneer de type 0 lijnen niet worden mee genomen. Bijna de helft van alle Harris Lines vervallen dan. Bij De Engk vallen gemiddeld de meeste Harris Lines weg, van 6.5 naar 3.8 Harris Lines per individu. De verschillen tussen de locaties blijft nagenoeg gelijk. Omdat het verschil tussen locaties nagenoeg gelijk blijft en om voldoende gegevens te hebben voor een goede analyse worden type 0 lijnen mee genomen bij elke analyse, tenzij anders vermeld.

Tabel 25: Aanwezigheid Harris Lines per gemeente

|              |            | Harris Lines aanwezig |     |        |     |        |      |
|--------------|------------|-----------------------|-----|--------|-----|--------|------|
|              |            | Ja                    |     | Nee    |     | Totaal |      |
|              |            | Aantal                | %   | Aantal | %   | Aantal | %    |
| Locatiegroep | Maastricht | 84                    | 58% | 61     | 42% | 145    | 100% |
|              | Dorestad   | 10                    | 56% | 8      | 44% | 18     | 100% |
|              | Totaal     | 94                    | 58% | 69     | 42% | 163    | 100% |

Wanneer de verschillende opgravingen samen worden gevoegd kan er per gemeente worden gekeken. In Dorestad is te zien dat het percentage van individuen met Harris Lines iets lager is dan het percentage in Maastricht, 56% in Dorestad en 58% in Maastricht. Dit verschil is niet statistisch significant.<sup>91</sup>

Tabel 26: Verdeling gemiddeld aantal Harris Lines per volwassen individu per gemeente

| Aantal Harris Lines |      |                |     |    |
|---------------------|------|----------------|-----|----|
| Locatie             | Mean | Std. Deviation | Sum | N  |
| Maastricht          | 4.3  | 2.6            | 363 | 84 |
| Dorestad            | 4.5  | 2.8            | 45  | 10 |
| Totaal              | 4.3  | 2.6            | 408 | 94 |

Het gemiddelde aantal Harris Lines per individu is voor Maastricht en Dorestad nagenoeg gelijk met alle twee iets meer dan 4 Harris Lines per individu.

Tabel 27: Verdeling gemiddeld aantal Harris Lines per gemeente zonder type 0 lijnen

| Aantal Harris Lines zonder 0 lijnen |      |                |     |    |
|-------------------------------------|------|----------------|-----|----|
| Locatie                             | Mean | Std. Deviation | Sum | N  |
| Maastricht                          | 2.6  | 2.5            | 222 | 84 |
| Dorestad                            | 2.9  | 2.8            | 29  | 10 |
| Totaal                              | 2.7  | 2.5            | 251 | 94 |

Het verschil tussen de gemiddelde met type 0 lijnen en zonder type 0 lijnen is nagenoeg gelijk. Ook de standaard deviatie verschilt niet. Ook deze vergelijking geeft aan dat het weghalen van type 0 lijnen geen verschil maakt en beter meer gegevens mee genomen kunnen worden door de type 0 lijnen mee te nemen in de analyses.

<sup>91</sup> Chi-Square test p=0.847



#### 4.3.2 Locatie Vroege Middeleeuwen

Tabel 28: Aanwezigheid Harris Lines per gemeente Vroege Middeleeuwen

|         |            | Harris Lines aanwezig Vroege Middeleeuwen |     |       |     |       |      |
|---------|------------|-------------------------------------------|-----|-------|-----|-------|------|
|         |            | Ja                                        |     | Nee   |     | Total |      |
|         |            | Count                                     | %   | Count | %   | Count | %    |
| Locatie | Maastricht | 58                                        | 53% | 51    | 47% | 109   | 100% |
|         | Dorestad   | 10                                        | 56% | 8     | 44% | 18    | 100% |
|         | Totaal     | 68                                        | 54% | 59    | 46% | 127   | 100% |

Wanneer alleen naar de Vroege-Middeleeuwen wordt gekeken daalt het percentage, dat in Maastricht ten minste één Harris Line heeft, naar 53%. Dorestad blijft op 56%. Statistisch gezien is het verschil tussen deze twee gemeentes niet significant.<sup>92</sup>

Tabel 29: Verdeling gemiddeld aantal Harris Lines per gemeente Vroege-Middeleeuwen

| Aantal Harris Lines Vroege Middeleeuwen |      |                |     |    |
|-----------------------------------------|------|----------------|-----|----|
| Locatie                                 | Mean | Std. Deviation | Sum | N  |
| Maastricht                              | 4.24 | 2.494          | 246 | 58 |
| Dorestad                                | 4.50 | 2.759          | 45  | 10 |
| Totaal                                  | 4.28 | 2.515          | 291 | 68 |

Bovenstaande tabel geeft het gemiddeld aantal Harris Lines voor individuen uit de Vroege Middeleeuwen. Het gemiddeld aantal Harris Lines van Dorestad en Maastricht zijn beide iets meer dan 4 per individu.

#### 4.4 Lengte

##### 4.4.1 Lengte algemeen

Doordat Harris Lines ontstaan wanneer de groei van een individu wordt onderbroken is het interessant om te kijken of er verschillen in lengte van de individuen zijn wanneer er Harris Lines worden geconstateerd of niet.

Tabel 30: Gemiddelde lengte volwassen individuen met Harris Lines

| Lengte van individuen met minstens één Harris Line |      |                |    |     |     |
|----------------------------------------------------|------|----------------|----|-----|-----|
| Geslacht                                           | Mean | Std. Deviation | N  | Min | Max |
| Man                                                | 173  | 6.0            | 33 | 160 | 184 |
| Vrouw                                              | 160  | 6.9            | 29 | 149 | 181 |
| Totaal                                             | 167  | 9.2            | 62 | 149 | 184 |

<sup>92</sup> Chi-Square test p=0.853

Tabel 31: Gemiddelde lengte volwassen individuen zonder Harris Lines

| <b>Lengte van individuen zonder Harris Lines</b> |      |                |    |     |     |
|--------------------------------------------------|------|----------------|----|-----|-----|
| Geslacht                                         | Mean | Std. Deviation | N  | Min | Max |
| Man                                              | 171  | 3.98           | 18 | 163 | 180 |
| Vrouw                                            | 163  | 6.3            | 27 | 150 | 178 |
| Totaal                                           | 166  | 6.8            | 45 | 150 | 180 |

Mannelijke individuen met ten minste één Harris Line zijn gemiddeld 2 cm langer dan mannelijke individuen zonder Harris Lines. Bij de vrouwelijke individuen is dit net andersom, met tenminste één Harris Line zijn deze vrouwelijke individuen gemiddeld 3 cm kleiner dan zonder Harris Lines. Bij beide de mannelijke en vrouwelijke individuen is dit verschil in lengte statistisch niet significant.<sup>93</sup>

#### 4.4.2 Lengte Vroege Middeleeuwen

Tabel 32: Gemiddelde lengte volwassen individuen met Harris Lines Vroege Middeleeuwen

| <b>Lengte van individuen met minstens één Harris Line Vroege Middeleeuwen</b> |      |                |         |         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|---------|---------|----|
| Geslacht                                                                      | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum | N  |
| Man                                                                           | 174  | 6.0            | 160     | 184     | 22 |
| Vrouw                                                                         | 160  | 7.0            | 149     | 181     | 23 |
| Totaal                                                                        | 167  | 10.0           | 149     | 184     | 45 |

Tabel 33: Gemiddelde lengte volwassen individuen zonder Harris Lines Vroege Middeleeuwen

| <b>Lengte van individuen zonder Harris Lines Vroege Middeleeuwen</b> |      |                |         |         |    |
|----------------------------------------------------------------------|------|----------------|---------|---------|----|
| Geslacht                                                             | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum | N  |
| Man                                                                  | 172  | 3.3            | 167     | 180     | 15 |
| Vrouw                                                                | 164  | 6.1            | 150     | 178     | 23 |
| Totaal                                                               | 168  | 6.5            | 150     | 180     | 38 |

Ook alleen in de Vroege Middeleeuwen zijn mannelijke individuen met ten minste één Harris Line gemiddeld 2 cm langer dan mannelijke individuen zonder Harris Lines. Het verschil tussen vrouwelijke individuen met Harris Lines en zonder Harris Lines gaat iets omhoog naar 4 cm. Bij beide mannelijke en vrouwelijke individuen is het lengte verschil niet significant maar is ligt dit bij vrouwelijke individuen wel op de grens van significantie.<sup>94</sup>

<sup>93</sup> T-test mannen  $p=0.192$  en T-test vrouwen  $p=0.129$

<sup>94</sup> T-test mannen  $p=0.242$  en T-test vrouwen  $p=0.052$

## 4.5 Periode

Tabel 34: Verdeling aanwezigheid Harris Lines per periode

| Harris Lines<br>aanwezig |              | Ja     |     | Nee    |     | Totaal |
|--------------------------|--------------|--------|-----|--------|-----|--------|
|                          |              | Aantal | %   | Aantal | %   |        |
| Periode                  |              |        |     |        |     |        |
|                          | Onbekend     | 17     | 85% | 3      | 15% | 20     |
|                          | Laat-Romeins | 3      | 50% | 3      | 50% | 6      |
|                          | Merovingisch | 42     | 48% | 46     | 52% | 88     |
|                          | Karolingisch | 26     | 67% | 13     | 33% | 39     |
|                          | Jonger       | 6      | 60% | 4      | 40% | 10     |
|                          | Totaal       | 94     | 58% | 69     | 42% | 163    |

Bij bijna elke periode zijn er meer individuen waar minstens één Harris Line is geconstateerd dan individuen zonder Harris Lines. Alleen in de Merovingische periode is de groep zonder Harris Lines iets groter, 52%. Ook in de Laat Romeinse periode is de verdeling wat anders, hier hebben 50% van de individuen geen Harris Lines. De verschillen hiertussen zijn statistisch niet significant.<sup>95</sup>

Tabel 35: Type Harris Lines per periode

| Type Harris Lines |              | Individuen | 0      |     | 1      |     | 2      |      | 3      |     | Totaal |
|-------------------|--------------|------------|--------|-----|--------|-----|--------|------|--------|-----|--------|
|                   |              |            | Aantal | %   | Aantal | %   | Aantal | %    | Aantal | %   |        |
| Periode           | Onbekend     | 17         | 29     | 37% | 22     | 28% | 2      | 3%   | 25     | 32% | 78     |
|                   | Laat-Romeins | 3          | 0      | 0%  | 3      | 75% | 0      | 0%   | 1      | 25% | 4      |
|                   | Merovingisch | 42         | 67     | 37% | 56     | 30% | 22     | 12%  | 39     | 21% | 184    |
|                   | Karolingisch | 26         | 46     | 43% | 25     | 23% | 16     | 15%  | 20     | 19% | 107    |
|                   | Jonger       | 6          | 15     | 43% | 8      | 23% | 0      | 0.0% | 12     | 34% | 35     |
|                   | Totaal       | 94         | 157    | 38% | 114    | 28% | 40     | 10%  | 97     | 24% | 408    |

Omdat de Laat-Romeinse groep zo klein is wijkt deze af van de andere groepen. In de andere periodes is de verdeling tussen de verschillende type Harris Lines ongeveer gelijk. Waarbij de grootste groep bestaat uit type 0 Harris Lines, gevolgd door type 1 Harris Lines en respectievelijk type 3 en type 2 Harris Lines.

<sup>95</sup> Chi-Square test p=0.256

Tabel 36: Gemiddeld aantal Harris Lines per individu per periode

| <b>Aantal Harris Lines</b> |      |                |     |    |
|----------------------------|------|----------------|-----|----|
| Periode                    | Mean | Std. Deviation | Sum | N  |
| Onbekend                   | 4.6  | 2.9            | 78  | 17 |
| Laat-Romeins               | 1.3  | 0.6            | 4   | 3  |
| Merovingisch               | 4.4  | 2.7            | 184 | 42 |
| Karolingisch               | 4.1  | 2.2            | 107 | 26 |
| Jonger                     | 5.8  | 2.8            | 35  | 6  |
| Totaal                     | 4.3  | 2.6            | 408 | 94 |

Zowel in de Merovingische als in de Karolingische periodes heeft elk individu gemiddeld meer dan vier Harris Lines. Dit komt overeen met het gemiddelde dat eerder bij mannelijke en vrouwelijke individuen werd geconstateerd en is ook gelijk aan het totale gemiddelde van alle individuen. In de Laat Romeinse periode zijn in totaal vier Harris Lines geconstateerd, deze zijn verdeeld onder drie individuen. Dit betekent dat gemiddeld elk individu iets meer dan één Harris Line heeft. Dit is in vergelijking met de andere gemiddelden zeer laag. Het verschil tussen bijvoorbeeld de Laat Romeinse en Merovingische periode is statistisch niet significant en kan verklaard worden door het lage aantal individuen uit de Laat Romeinse periode.<sup>96</sup>

#### 4.6 Status

Eén van de onderzoeksvragen gaat over de verschillen in het voorkomen van Harris Lines bij individuen uit verschillende statusgroepen. Om hier een antwoord op te kunnen geven worden de gegevens over de Harris Lines vergeleken met die van de status. De statusgroepen bestaan uit individuen afkomstig uit de Boschstraat, het Vrijthof en de Sint Servaaskerk opgravingen afkomstig uit de Vroege Middeleeuwen.

Net zoals bij andere vergelijkingen is ook hier te zien dat bij de meerderheid van de individuen ten minste één Harris Line is geconstateerd. Alleen de groep met een gemiddelde status is verdeeld in 50% wel en 50% geen Harris Lines. In totaal konden er van de 94 individuen met tenminste één Harris Line 73 worden onderverdeeld in een statusgroep. 14% van deze individuen valt binnen de groep met een lage status, 55% in de groep met een gemiddelde status en 31% in de groep met een hoge status.

<sup>96</sup> Mann-Whitney Test  $p=0.428$

Tabel 37: Aanwezigheid Harris Lines per statusgroep.

|        |        | Harris Lines aanwezig |     |       |     |       |      |
|--------|--------|-----------------------|-----|-------|-----|-------|------|
|        |        | Ja                    |     | Nee   |     | Total |      |
|        |        | Count                 | %   | Count | %   | Count | %    |
| Status | Laag   | 10                    | 83% | 2     | 17% | 12    | 100% |
|        | Middel | 40                    | 50% | 40    | 50% | 80    | 100% |
|        | Hoog   | 23                    | 64% | 13    | 36% | 36    | 100% |
|        | Totaal | 73                    | 57% | 55    | 43% | 128   | 100% |

Tabel 38: Type Harris Lines per statusgroep

|        |        | Harris Line type |     |       |     |       |     |       |     |       |      |
|--------|--------|------------------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|------|
|        |        | 0                |     | 1     |     | 2     |     | 3     |     | Total |      |
|        |        | Count            | %   | Count | %   | Count | %   | Count | %   | Count | %    |
| Status | Laag   | 16               | 43% | 11    | 30% | 2     | 5%  | 8     | 22% | 37    | 100% |
|        | Middel | 66               | 38% | 53    | 31% | 18    | 10% | 36    | 21% | 173   | 100% |
|        | Hoog   | 39               | 45% | 15    | 17% | 17    | 20% | 16    | 18% | 87    | 100% |
|        | Totaal | 121              | 41% | 79    | 27% | 37    | 12% | 60    | 20% | 297   | 100% |

Net als bij eerdere vergelijkingen zijn bij elke groep de meeste Harris Lines type 0 lijnen. Type 1 en type 3 lijnen zijn ook hier weer bij de meesten groepen ongeveer gelijk verdeeld. Alleen de individuen met een hogere status wijken af van de andere groepen. Hier zit er ongeveer even veel verschil tussen het aantal type 1 lijnen: 15, type 2 lijnen: 17, en type 3 lijnen: 18. Waar bij de lage en gemiddelde status de grootste groep na type 0 lijnen de type 1 lijnen is, is dit bij de hoge statusgroep de type 2 lijnen. Ook al is het totale aantal Harris Lines tussen de groep met een lage status en de groep met een gemiddelde status erg verschillend is de verdeling nagenoeg gelijk. Statistisch gezien is dit dan ook niet significant.<sup>97</sup> Het totale aantal Harris Lines in de groep met een gemiddelde status is het grootst en de verdeling is anders dan bij de groep met een hoge status. Dit verschil is statistisch significant.<sup>98</sup>

## 4.7 Ontstaansleeftijd

### 4.7.1 Ontstaansleeftijd algemeen

De leeftijd waarop Harris Lines ontstaan kan wat zeggen over de gezondheid van een individu door de jaren heen. Hiermee kan worden gezien of er een bepaalde leeftijd is waarop veel Harris Lines ontstaan of dat het ontstaan van Harris Lines over de gehele groeiperiode verdeeld is.

<sup>97</sup> Chi-square test  $p=0.815$

<sup>98</sup> Chi-square test  $p=0.038$

Tabel 39: Gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines

| Leeftijd ontstaan Harris Lines |      |     |                |         |         |
|--------------------------------|------|-----|----------------|---------|---------|
| Geslacht                       | Mean | N   | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Onbepaald                      | 9.8  | 53  | 3.5            | 0.20    | 14.60   |
| Man                            | 10.3 | 176 | 3.6            | 0.50    | 16.10   |
| Vrouw                          | 8.9  | 179 | 3.1            | 0.20    | 15.20   |
| Totaal                         | 9.6  | 408 | 3.4            | 0.20    | 16.10   |

De gemiddelde leeftijd waarop Harris Lines ontstaan is 9.6 jaar. Voor vrouwen ligt het gemiddelde iets lager, 8.9 jaar. Voor mannen ligt het gemiddelde wat hoger, 10.3 jaar. Ook de minimum en maximum berekende leeftijd is voor mannen hoger dan het totale gemiddelde. Voor alle groepen is de standaarddeviatie nagenoeg gelijk. Dit betekent dat de spreiding bij alle groepen ongeveer gelijk is en dat de variatie (uitschieters) in elke groep ook gelijk is. Wanneer het verschil, in de gemiddelde ontstaansleeftijd, tussen mannelijk en vrouwelijke individuen statistisch wordt vergeleken komt eruit dat dit verschil significant is.<sup>99</sup> Hierbij kan alleen geen rekening worden gehouden met de periode waarin mannen en vrouwen groeien. Zoals eerder al een keer vermeld, is de periode waarin vrouwen groeien korter dan bij mannen. Vrouwen zijn gemiddeld op hun 16<sup>e</sup> jaar al klaar met groeien, waar mannen doorgroeien tot gemiddeld hun 18<sup>e</sup>. De oudste ontstaansleeftijd is berekend bij een mannelijk individu, 16.1 jaar. Dit laat zien dat er in de laatste twee jaar van de groei bij mannelijke individuen geen Harris Lines meer zijn gevonden. Bij vrouwelijke individuen is de oudste ontstaansleeftijd 15.2.

Tabel 40: Gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines per locatie

| Leeftijd ontstaan Harris Lines |      |     |                |         |         |
|--------------------------------|------|-----|----------------|---------|---------|
| Opgraving                      | Mean | N   | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Boschstraat                    | 7.9  | 37  | 3.4            | 0.70    | 13.80   |
| De Engk                        | 9.4  | 26  | 3.2            | 1.20    | 14.00   |
| De Heul                        | 10.3 | 19  | 3.5            | 0.20    | 14.30   |
| Sint Servaaskerk               | 9.2  | 87  | 3.8            | 0.60    | 15.25   |
| Vrijthof                       | 10.4 | 173 | 3.1            | 0.20    | 16.10   |
| Wittevrouwenklooster           | 9.2  | 66  | 3.3            | 0.30    | 14.30   |
| Totaal                         | 9.6  | 408 | 3.4            | 0.20    | 16.10   |

Van alle opgravingen heeft de Boschstraat de laagste gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines met 7.9 jaar. De Boschstraat is ook de opgraving waar alleen maar vrouwelijke individuen zijn gevonden. Het Boschstraat gemiddelde ligt één jaar onder het algemene gemiddelde voor vrouwen, 8.9. De Heul en de Vrijthof opgravingen hebben allebei een hoge gemiddelde ontstaansleeftijd, 10.3 en 10.4 respectievelijk. Dit ondanks dat er bij De Heul meer vrouwelijke dan mannelijke individuen waren. Bij de Vrijthof was de verdeling tussen mannelijke en vrouwelijke individuen gelijk, toch is de gemiddelde ontstaansleeftijd bovengemiddeld.

<sup>99</sup> T-Test p=0.001

Tabel 41: Gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines per periode

| Leeftijd ontstaan Harris Lines |      |     |                |         |         |
|--------------------------------|------|-----|----------------|---------|---------|
| Periode                        | Mean | N   | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Onbekend                       | 9.2  | 78  | 3.4            | 0.30    | 14.10   |
| Laat-Romeins                   | 9.2  | 4   | 5.4            | 2.20    | 14.15   |
| Merovingisch                   | 9.9  | 184 | 3.4            | 0.20    | 16.10   |
| Karolingisch                   | 9.3  | 107 | 3.6            | 0.20    | 14.75   |
| Jonger                         | 10.5 | 35  | 2.6            | 3.00    | 14.30   |
| Totaal                         | 9.6  | 408 | 3.4            | 0.20    | 16.10   |

De gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines ligt in alle drie de periodes erg dicht bij elkaar, met in de Merovingische periode de hoogste gemiddelde ontstaansleeftijd, 9.9 jaar. Ook hier is het ondanks dat de meerderheid van deze groep bestaat uit vrouwelijke individuen. Door het lage aantal Harris Lines in de Laat-Romeinse periode is de standaarddeviatie hier ook groter dan bij de andere periodes. De verschillen tussen de Laat Romeinse, Merovingische en Karolingische periodes zijn niet statistisch significant.<sup>100</sup>

Tabel 42: Gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines per statusgroep

| Leeftijd ontstaan Harris Lines |      |     |                |         |         |
|--------------------------------|------|-----|----------------|---------|---------|
| Status                         | Mean | N   | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Onbepaald                      | 9.4  | 111 | 3.3            | 0.20    | 14.30   |
| Laag                           | 7.9  | 37  | 3.4            | 0.70    | 13.80   |
| Middel                         | 10.4 | 173 | 3.1            | 0.20    | 16.10   |
| Hoog                           | 9.2  | 87  | 3.8            | 0.60    | 15.25   |
| Totaal                         | 9.6  | 408 | 3.4            | 0.20    | 16.10   |

Wanneer naar de statusgroepen wordt gekeken verschilt de gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines enorm. Bij de individuen uit de lagere statusgroep is de ontstaansleeftijd het allerlaagste, 7.9 jaar. Dit kan komen doordat deze groep bestaat uit alleen vrouwelijke individuen. Ook hier is echter dit gemiddelde één jaar jonger dan het totale gemiddelde bij vrouwelijke individuen, 8.9 jaar. Bij de groep met een gemiddelde status is de gemiddelde ontstaansleeftijd het hoogst, 10.4 jaar en de groep met een hoge status heeft een gemiddelde ontstaansleeftijd van 9.2, die precies tussen de lage en hoge statusgroep valt.

Tabel 43: Ontstaansleeftijd per statusgroep voor alleen vrouwelijk individuen

| Leeftijd ontstaan Harris Line |      |    |                |         |         |
|-------------------------------|------|----|----------------|---------|---------|
| Status                        | Mean | N  | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Onbepaald                     | 9.3  | 11 | 3.4            | 0.20    | 13.20   |
| Laag                          | 7.9  | 37 | 3.4            | 0.70    | 13.80   |
| Middel                        | 10   | 68 | 2.7            | 1.20    | 15.20   |

<sup>100</sup> T-Test Laat Romeins en Merovingisch  $p=0.714$ , Merovingisch en Karolingisch  $p=0.215$



|       |     |     |     |      |       |
|-------|-----|-----|-----|------|-------|
| Hoog  | 8.3 | 63  | 2.9 | 0.30 | 13.40 |
| Total | 8.9 | 179 | 3.1 | 0.20 | 15.20 |

Om een goede statistische vergelijking te maken tussen deze groepen kan alleen gekeken worden naar de vrouwelijke individuen van elke groep, omdat de groep met een lage status alleen maar bestaat uit vrouwelijke individuen. Wanneer dezelfde tabel wordt gemaakt als hierboven, maar dan met alleen vrouwelijke individuen daalt de gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines van de groep met een gemiddelde status naar 10 jaar en die van de groep met een hogere status naar 8.3 jaar. Het verschil tussen de ontstaansleeftijd van Harris Lines van de groep met een lage status en de groep met een gemiddelde status is dan statistisch significant.<sup>101</sup> Het verschil tussen de groep met een gemiddelde status en een hoge status bij de vrouwelijke individuen is ook statistisch significant.<sup>102</sup> Wanneer de groepen met een gemiddelde status en een hoge status worden vergeleken voor alle individuen is het verschil ook statistisch significant.<sup>103</sup>

#### 4.7.2 Ontstaansleeftijd zonder type 0 Harris Lines

Omdat het weglaten van de type 0 Harris Lines, bijna de helft van alle gedocumenteerde Harris Lines, mogelijk een grote impact kan hebben op de ontstaansleeftijd is dit interessant om te bekijken.

Tabel 44: Gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines zonder type 0

| Leeftijd ontstaan Harris Lines zonder type 0 |      |     |                |         |         |
|----------------------------------------------|------|-----|----------------|---------|---------|
| Geslacht                                     | Mean | N   | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Onbepaald                                    | 10.0 | 35  | 3.8            | 0.20    | 14.60   |
| Man                                          | 10.1 | 99  | 4.0            | 0.50    | 16.10   |
| Vrouw                                        | 8.8  | 117 | 3.3            | 0.30    | 15.20   |
| Totaal                                       | 9.5  | 251 | 3.7            | 0.20    | 16.10   |

De gemiddelde ontstaansleeftijd voor mannen en vrouwen daalt iets wanneer de type 0 lijnen niet worden mee genomen. Bij mannelijke individuen van 10.3 naar 10.1 en voor vrouwelijke individuen van 8.9 naar 8.8. Het verschil tussen mannen en vrouwen blijft significant.<sup>104</sup>

Tabel 45: Gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines per locatie zonder type 0

| Leeftijd ontstaan Harris Lines zonder type 0 |      |     |                |         |         |
|----------------------------------------------|------|-----|----------------|---------|---------|
| Opgraving                                    | Mean | N   | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Boschstraat                                  | 7.2  | 21  | 3.7            | 0.70    | 11.65   |
| De Engk                                      | 9.7  | 15  | 3.7            | 1.20    | 14.00   |
| De Heul                                      | 11.0 | 14  | 2.3            | 5.70    | 14.30   |
| Sint Servaaskerk                             | 8.8  | 48  | 4.5            | 0.60    | 15.25   |
| Vrijthof                                     | 10.3 | 107 | 3.2            | 0.20    | 16.10   |
| Wittevrouwenklooster                         | 8.8  | 46  | 3.6            | 0.30    | 14.30   |
| Totaal                                       | 9.5  | 251 | 3.7            | 0.20    | 16.10   |

<sup>101</sup> T-Test p=0.001

<sup>102</sup> T-Test p=0.001

<sup>103</sup> T-Test p=0.001

<sup>104</sup> T-Test p=0.008

Per opgravingslocatie verandert er zonder type 0 lijnen ook een aantal dingen. De grootste veranderingen zijn bij de Boschstraat, van 7.9 naar 7.2 en bij De Heul, van 10.3 naar 11. Verder dalen de ontstaan leeftijden bij de Sint Servaaskerk en het Wittevrouwenklooster van 9.2 naar 8.8.

Tabel 46: Gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines per periode zonder type 0

| Leeftijd ontstaan Harris Lines zonder type 0 |      |     |                |         |         |
|----------------------------------------------|------|-----|----------------|---------|---------|
| Periode                                      | Mean | N   | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Onbekend                                     | 8.5  | 49  | 3.6            | 0.30    | 14.10   |
| Laat-Romeins                                 | 9.2  | 4   | 5.4            | 2.20    | 14.15   |
| Merovingisch                                 | 9.7  | 117 | 3.7            | 0.20    | 16.10   |
| Karolingisch                                 | 9.5  | 61  | 3.9            | 0.60    | 14.75   |
| Jonger                                       | 10.4 | 20  | 3.0            | 3.00    | 14.30   |
| Totaal                                       | 9.5  | 251 | 3.7            | 0.20    | 16.10   |

Bij de verschillende periodes verandert nauwelijks wat wanneer de type 0 lijnen worden weggehaald. De grootste verschillen in ontstaansleeftijd zijn in de Merovingische periode, van 9.9 naar 9.7 en in de Karolingische periode, van 9.3 naar 9.5. De verschillen tussen de periodes worden nog minder significant.<sup>105</sup>

Tabel 47: Gemiddelde ontstaansleeftijd van Harris Lines per statusgroep zonder type 0

| Leeftijd ontstaan Harris Lines zonder type 0 |      |     |                |         |         |
|----------------------------------------------|------|-----|----------------|---------|---------|
| Status                                       | Mean | N   | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
| Onbepaald                                    | 9.4  | 75  | 3.4            | 0.30    | 14.30   |
| Laag                                         | 7.2  | 21  | 3.7            | 0.70    | 11.65   |
| Middel                                       | 10.3 | 107 | 3.2            | 0.20    | 16.10   |
| Hoog                                         | 8.8  | 48  | 4.5            | 0.60    | 15.25   |
| Totaal                                       | 9.5  | 251 | 3.7            | 0.20    | 16.10   |

Bij de statusgroepen daalt de ontstaansleeftijd voor de lage statusgroep van 7.9 naar 7.2. Bij de gemiddelde statusgroep daalt de ontstaansleeftijd nauwelijks, van 10.4 naar 10.3. De ontstaansleeftijd bij de hoge statusgroep daalt van 9.2 naar 8.8. Het verschil tussen een lage en gemiddelde status blijft statistisch significant.<sup>106</sup> Het verschil tussen de gemiddelde en hoge status blijft statistisch significant, wel minder significant dan met type 0 lijnen.<sup>107</sup>

#### 4.8 Discussie van de resultaten

Bij de eerste analyses werd duidelijk dat het verschil tussen mannelijke en vrouwelijke individuen, wanneer naar Harris Lines wordt gekeken, statistisch niet verschilt. Daarom zijn deze bij de rest van de analyses gecombineerd. Dit zorgt er voor dat de data niet verder wordt opgesplitst dan nodig is zodat de aantallen groot genoeg blijven om statistische analyses goed uit te kunnen voeren. Hetzelfde geldt ook voor de type 0 Harris Lines. Doordat dit de minst zichtbare en minst interessante Harris Lines zijn is er gekeken of deze weggelaten konden worden. De verschillen tussen het weglaten en meenemen van de type 0 Harris Lines waren niet groot en de statistische analyses gaven

<sup>105</sup> T-Test Laat Romeins en Merovingisch  $p=0.783$ , Merovingisch en Karolingisch  $p=0.708$

<sup>106</sup> T-Test  $p=0.001$

<sup>107</sup> T-Test  $p=0.025$

dezelfde resultaten. Om er, net als bij geslacht, voor te zorgen dat er genoeg data was voor goede statistische analyses zijn de type 0 Harris Lines bij bijna elke analyse mee genomen.

Doordat het Wittevrouwenklooster uit een latere periode komt is deze groep individuen bij veel analyses weggelaten. Zo wordt bij de status het Wittevrouwenklooster niet in een van de groepen onderverdeeld, ook al kunnen de individuen uit het Wittevrouwenklooster worden gezien als individuen met een hogere status. Hetzelfde geldt voor individuen afkomstig uit de Laat Romeinse tijd. Tussen de individuen uit de Sint Servaaskerk zitten een aantal individuen uit de Laat Romeinse tijd, omdat het vooral interessant kan zijn wat er binnen de twee periodes van de Vroege Middeleeuwen gebeurt is ook Laat Romeinse periode bij sommige analyses weggelaten.

Tussen mannelijke en vrouwelijke individuen zit, niet alleen in de Vroege Middeleeuwen maar ook in de andere periodes, een zichtbaar verschil in de hoeveelheid type 3 lijnen. Opvallend genoeg is dit verschil niet significant. Ook valt op dat bij het Wittevrouwenklooster 42% van de Harris Lines type 3 lijnen zijn, bij geen enkele andere locatie zijn er zo veel type 3 lijnen gevonden. Een andere opvallende statistiek is de ontstaansleeftijd voor de verschillende statusgroepen. Individen uit een lage status hebben een statistisch significant lagere ontstaansleeftijd dan de gemiddelde statusgroep. Ook het verschil tussen de gemiddelde en hoge statusgroepen is significant. Deze statistiek en ook de hoge hoeveelheid type 3 lijnen bij het Wittevrouwenklooster hebben mogelijk te maken met de osteologische paradox. Dat individuen met een betere gezondheid juist meer indicatoren, zoals bijvoorbeeld Harris Lines, hebben omdat deze individuen ziektes beter konden overleven en het skelet tijd had om deze indicatoren te ontwikkelen. Waar individuen met een slechtere gezondheid kwamen te overlijden door ziektes voordat het skelet tijd had om indicatoren te ontwikkelen.<sup>108</sup> Het verschil in de hoeveelheid individuen met Harris Lines tussen een gemiddelde en hoge status is significant verschillend en laat zien dat status bij de onderzochte individuen invloed heeft op de kans voor het ontwikkelen van Harris Lines. Een eerder onderzoek naar gezondheid en status in het Groot-Moravische Rijk in centraal Europa gebruikte onder meer Harris Lines en liet ook een verschil zien tussen status en gezondheid.<sup>109</sup> Een studie naar de gezondheid van het gebit tussen individuen met een hogere en lagere status bij de Trakai kerk in Litouwen liet een verschil in gezondheid en dieet zien tussen individuen begraven in de kerk en er buiten.<sup>110</sup> Net als bij de individuen uit de gemiddelde statusgroep, begraven naast de Sint Servaaskerk, en hoge statusgroep, begraven in de Sint Servaaskerk, gebruikt voor dit onderzoek.

In het proefschrift van R  phael Panhuysen is de gezondheid van de populatie van de Sint Servaaskerk en de Boschstraat bekeken op meer dan alleen de aanwezigheid van groeistoornissen. Zo is er ook gekeken naar de gezondheid van het gebit en ziektes zoals DISH en *Cribra orbitalia*, maar ook de lengte en leeftijd.<sup>111</sup> De lengte van de vrouwelijke individuen verschilt niet tussen verschillende statusgroepen. Bij mannen is een verschil te zien tussen de gemiddelde en hoge statusgroepen. De leeftijdsverschillen tussen de statusgroepen laat zien dat individuen uit een hoge statusgroep wat ouder worden.<sup>112</sup> Deze resultaten uit het proefschrift komen overeen met wat in dit onderzoek tussen de verschillende statusgroepen is geconstateerd. R  phael Panhuysen concludeert dat de status van de individuen daadwerkelijk invloed heeft gehad op de gezondheid.<sup>113</sup> De hogere

---

<sup>108</sup> DeWitte *et al.* 2015.

<sup>109</sup> Velem  nsk  y *et al.* 2009.

<sup>110</sup> Miliauskien   *et al.* 2015.

<sup>111</sup> Panhuysen 2005, 290.

<sup>112</sup> Panhuysen 2005, 288-291.

<sup>113</sup> Panhuysen 2005, 292.

statusgroep lijkt wel wat meer te lijden aan ziektes en botbreuken maar dit kan, net als eerder benoemd, gerelateerd worden aan de osteologische paradox.

Opvallend is dat binnen de Vroege Middeleeuwen de lengte van de mannelijke individuen statistisch verschilt maar dat de aanwezigheid van Harris Lines geen invloed heeft. Statistisch gezien is het verschil tussen individuen met en zonder Harris Lines niet significant. Eerder onderzoek naar Harris Lines ondersteunt deze bevinding. Zo werd in een middeleeuwse populatie uit Polen geen verschil gevonden in lengte tussen individuen met en zonder Harris Lines.<sup>114</sup> Ook in een Zwitsers onderzoek bleken Harris Lines geen invloed te hebben op lengte.<sup>115</sup> Een laatste opvallende statistiek is de gelijkenis tussen Maastricht en Dorestad. Beide locaties laten ongeveer dezelfde statistiek zien.

---

<sup>114</sup> Nowak *et al.* 2011.

<sup>115</sup> Papageorgopoulou *et al.* 2011.

## 5. Conclusie

Harris Lines ontstaan wanneer de groei van een individu tijdens zijn jeugd is onderbroken. Het bot wil na deze onderbreking te hard groeien waardoor er een laag verdikt bot ontstaat. Voor dit onderzoek is gekeken of Harris Lines aanwezig zijn bij individuen uit de Vroege Middeleeuwen in Maastricht en Wijk bij Duurstede. Harris Lines zijn bij meer dan de helft van de onderzochte individuen geconstateerd en met behulp van deze resultaten kunnen antwoorden worden geformuleerd op de onderzoeksvragen en de hoofdvraag. Hieronder worden eerst de deelvragen en daarna de hoofdvragen beantwoord.

### 5.1 Deelvragen

#### 1. *Wat is de (sociaal-)economische status van de groep onderzochte individuen?*

De (sociaal-)economische status kon voor een deel van de onderzochte individuen worden bepaald. De individuen afkomstig van de opgravingen de Boschstraat, het Vrijthof en de Sint Servaaskerk konden worden onderverdeeld in drie status niveaus: laag, middel en hoog. Voor de individuen van de twee opgravingen in Dorestad was niet genoeg informatie beschikbaar over rijkdom of status en het Wittevrouwenklooster komt uit een andere periode. Dit betekent dat 35 van de 163 volwassen individuen niet in een statusgroep geplaatst konden worden. In de resultaten was te zien dat de gemiddelde lengte en leeftijd toenemen naarmate de individuen in een hogere statusgroep zitten. Echter is de leeftijd tussen de groep met een gemiddelde status en die met een hogere status niet significant verschillend maar wel op de grens van statistisch verschillend. Het lengteverschil tussen de mannelijke individuen uit de gemiddelde en hoge statusgroepen is wel significant verschillend en geeft aan dat de status ook invloed had op hoe lang de mannelijke individuen werden.

#### 2. *In welke periode binnen de Vroege Middeleeuwen dateren de onderzochte individuen?*

De onderzochte individuen dateren voornamelijk uit drie periodes de Laat Romeinse, Merovingische en Karolingische periodes. In totaal konden 133 individuen worden onderverdeeld in deze drie periodes. Voor 20 individuen kon de datering niet worden bepaald, hierdoor zijn deze ook niet onder te verdelen in een periode en 10 individuen dateren jonger dan de Karolingische periode.

#### 3. *Wat is de leeftijd en geslacht van de onderzochte individuen?*

De onderzochte individuen bestaan voornamelijk uit mannelijke individuen, 46% van het totaal. De overige individuen zijn onderverdeeld in 38% vrouwelijk en 16% waarvan het geslacht niet kon worden bepaald. De gemiddelde leeftijd van alle individuen is bijna 42 jaar. Hierbij zijn de mannelijke individuen gemiddeld wat ouder dan de vrouwelijke individuen, maar dit verschil is niet significant. Dit betekent dat mannen en vrouwen ongeveer even oud werden.

#### 4. *Welke methode zijn er om groeistoornissen te onderzoeken?*

Tijdens onderzoek naar dit soort groeistoornissen wordt er gekeken naar Harris Lines. Harris Lines worden onderzocht door röntgenfoto's van de tibia te analyseren. Hiervoor zijn vier bekende methode ontwikkeld. De methode van Clarke uit 1982, methode Maat uit 1984, methode Byers uit 1991 en *The Harris Lines Tool* uit 2008. Hierbij zijn de eerste drie methodes handmatig en *The Harris Lines Tool* een geautomatiseerde methode. Alle vier de methodes gebruiken de groeicurve van niet-volwassen mannen en vrouwen om te berekenen op welke leeftijd de Harris Line is ontstaan. *The Harris Line Tool* berekent de ontstaansleeftijd automatisch na het uploaden van een digitale röntgenfoto. Bij de andere methodes moet dit handmatig per Harris Line berekend worden wat veel tijd kan kosten. Voor de handmatige methodes zijn die van Maat en Byers erkend als de beste en makkelijkst te gebruiken methodes.

5. *Wat is het percentage onderzochte individuen met één of meerdere groeistoornissen?*

Van de 163 volwassen individuen die onderzocht zijn hebben in totaal 94 individuen minimaal één Harris Line. Dit is 58% van alle individuen. Hierbij heeft 66% van alle mannelijke individuen minimaal één Harris Line, voor vrouwen ligt dit iets lager, 56%. Dit verschil tussen de mannelijke en vrouwelijke individuen is statistisch gezien niet significant, dit wil zeggen dat, als de dataset groter was, er geen verschil zou zitten tussen het aantal mannelijke en vrouwelijke individuen met Harris Lines.

6. *In welke periode in het leven van deze individuen is de groeistoornis ontstaan?*

De totale gemiddeld ontstaansleeftijd van Harris Lines is 9.6 jaar. De gemiddelde ontstaansleeftijd van de vrouwelijke individuen ligt iets lager dan dit totale gemiddelde, 8.9 jaar. Bij de mannelijke individuen is de gemiddelde ontstaansleeftijd 10.3 jaar. Dit verschil tussen mannelijke en vrouwelijke individuen is belangrijk omdat de periode van groei tussen geslacht verschilt. Vrouwen zijn gemiddeld op hun 16<sup>e</sup> al uitgegroeid. Wanneer er verwacht wordt dat Harris Lines, over de gehele groeiperiode, gelijk verdeeld voorkomen dan zou de gemiddelde ontstaansleeftijd dus op acht terecht komen, het middelste jaar van de groeiperiode. Mannen groeien gemiddeld nog door tot hun 18<sup>e</sup>. Hier zou dus, bij een gelijke verdeling van Harris Lines, een gemiddelde ontstaansleeftijd van negen worden verwacht. Bij beide vrouwelijke en mannelijke individuen ligt de gemiddelde ontstaansleeftijd hoger dan dit gemiddelde jaar van de groei, 0.9 jaar voor vrouwelijke individuen en 1.3 jaar voor mannelijke individuen. Dit wil zeggen dat bij mannen meer Harris Lines ontstaan in de latere leeftijden dan bij vrouwen. Dit is ook te zien in de jongste gemeten Harris Line en de oudste gemeten Harris Line. De jongste Harris Line bij een mannelijk individu was op een leeftijd van 0.5 jaar, bij een vrouwelijke individu was dit 0.2 jaar. De oudste Harris Line bij een mannelijk individu was op een leeftijd van 16.1 jaar, bij een vrouwelijk individu was dit bijna een jaar jonger, op een leeftijd van 15.2 jaar. De groeistoornis ontstond dus gemiddeld over de gehele groeiperiode van de individuen, hierbij zijn er wel iets meer Harris Lines te constateren in de wat latere jaren van de groei.

7. *Wat zijn de verschillen in het gemiddeld aantal groeistoornissen per individu tussen de sites uit Maastricht en Dorestad?*

Tussen Maastricht en Dorestad zit niet een groot verschil in het gemiddeld aantal Harris Lines. Gemiddeld heeft een individu uit Maastricht 4.32 Harris Lines. In Dorestad ligt het gemiddelde net iets hoger met 4.5 Harris Lines per individu. Het totale gemiddelde per individu ligt op 4.34 Harris Lines. Binnen de verschillende locaties zitten wel grote verschillen. De grote afwijkingen van het gemiddelde zijn gevonden bij De Engk en het Wittevrouwenklooster. De Engk heeft gemiddeld 6.5 Harris Lines per individu en het Wittevrouwenklooster zes Harris Lines. Dat is ongeveer twee Harris Lines meer per persoon dan het gemiddelde. De minste Harris Lines per individu zijn te vinden bij de individuen uit De Heul, met 3.17 Harris Lines per individu. Verder heeft elke site gemiddeld wel meer dan drie Harris Lines per individu. Per site verschilt het dus enorm, maar het gemiddelde in Maastricht en Dorestad verschilt bijna niet.

8. *Wat zijn de verschillen in het gemiddeld aantal groeistoornissen per individu in de Laat Romeinse, Merovingische en Karolingische periodes?*

Van de geanalyseerde individuen uit de drie periode heeft 50% uit de Laat Romeinse periode tenminste één Harris Line, gemiddeld 1.33 Harris Lines per individu. Dit komt doordat drie individuen uit deze periode Harris Lines hebben, twee individuen met één Harris Line en één individu met twee Harris Lines. In de Merovingische periode heeft maar 48% van de individuen ten minste één Harris Line. Dit is de enige periode waarin minder dan de helft van de individuen een Harris Line heeft. Gemiddeld heeft een individu uit deze periode 4.38 Harris Lines, ongeveer gelijk aan het totale gemiddelde. De Karolingische periode heeft het hoogste percentage individuen met minste één Harris Line, 67% van alle individuen. Hierbij heeft een individu uit deze tijd gemiddeld 4.12 Harris Lines. De Laat Romeinse periode heeft dus gemiddeld het laagste aantal Harris Lines per individu. Dit komt echter door het lage aantal individuen dat uit deze tijd beschikbaar was. Wanneer namelijk

deze periode statistisch met de Merovingische periode wordt vergeleken is het verschil niet significant, als de dataset groter was dan was het verschil tussen de periodes niet zo groot geweest. De Merovingische en Karolingische periode hebben gemiddeld ongeveer evenveel Harris Lines en komen ook overeen met het algemene gemiddelde van 4.34 Harris Lines per individu.

9. *Wat voor relaties kunnen er worden gelegd tussen de (sociaal-)economische status van een groep en de frequentie van groeistoornissen?*

Het aantal individuen binnen de verschillende statusgroepen verschilt enorm. De groep waar het hoogste aantal individuen tenminste één Harris Line heeft is de groep met een lage status, 83% heeft in deze groep ten minste één Harris Line. In de groep met een gemiddelde status is dit 50% en bij de groep met een hoge status is dit 64%. Wanneer het verschil in ontstaansleeftijd tussen de verschillende statusgroepen wordt vergeleken blijkt de status hier wel invloed op te hebben. Zo ontstaan Harris Lines gemiddeld op een jongere leeftijd bij individuen uit een lage statusgroep dan bij individuen uit een gemiddelde statusgroep, dit verschil is statistisch significant en kan wijzen op een betere voeding tijdens de jongere jaren voor de gemiddelde statusgroep. De gemiddelde ontstaansleeftijd ligt erg hoog bij de gemiddelde statusgroep en kan duiden op een slechtere gezondheid in de latere jaren van de groei, mogelijk door meer inspanning. Zo ligt de gemiddelde ontstaansleeftijd van de hoge statusgroep gelijk aan de middelste leeftijd van de groei, de helft van de 18 jaar groei. Dit betekent dat bij de hoge statusgroep Harris Lines gelijk verdeeld over de hele groeiperiode voorkomen. Het lijkt er dus bij deze dataset op dat individuen uit een hogere statusgroep meer last hadden van groeistoornissen dan individuen uit lagere statusgroepen en dat Harris Lines op elke leeftijd konden voorkomen. De individuen uit de gemiddelde statusgroep hadden minder last van groeistoornissen maar kregen deze wel vaker later in de groeiperiode.

10. *Wat voor verschillen in resultaten kunnen er ontstaan door het gebruik van The Harris Lines Tool in vergelijking met de methode Maat?*

Helaas is het niet gelukt om de Harris Line Tool werkend te krijgen tijdens dit onderzoek, omdat het verouderde programma niet meer ge-update kon worden en daarom röntgenfoto's niet meer kon herkennen. Hierdoor is een vergelijking tussen deze methode en de methode Maat niet mogelijk. Deze vraag is daarom komen te vervallen.

## 5.2 Hoofdvraag

*Wat kan er, door te kijken naar groeistoornissen in bot, aan informatie worden verzameld over de gezondheid en voedselkwaliteit van de bevolking in Maastricht en Dorestad in de Vroege Middeleeuwen?*

De gezondheid en voedselkwaliteit van individuen uit archeologische context kan op verschillende manieren worden bekeken. Het doel van dit onderzoek was om te kijken of groeistoornissen in bot hier meer informatie over kon geven. De groeistoornissen die aan de hand van Harris Lines zichtbaar worden, in botmateriaal uit archeologische opgravingen, geeft een indicatie over de hoeveelheid problemen waar een individu aan heeft blootgestaan tijdens de groeiperiode. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat bij iets meer dan de helft van alle onderzochte individuen de groei tenminste één keer is onderbroken. Individen waarbij de groei werd onderbroken maakten dit gemiddeld meer dan vier keer mee, waarbij dit over de gehele groeiperiode kon gebeuren, maar iets vaker voorkwam in de latere jaren van groei. Mannelijke en vrouwelijke individuen hebben evenveel kans op groeistoornissen. Het geslacht heeft ook geen invloed op het aantal Harris Lines. Het hebben van Harris Lines heeft ook geen invloed gehad op hoe lang individuen uit de Vroege Middeleeuwen werden. Zoals eerder besproken is, uit resultaten van eerder Harris Line onderzoek, te zien dat lengte niet beïnvloed wordt door het wel of niet hebben van Harris Lines.

Uit de resultaten van het Harris Line onderzoek kan niet geconcludeerd worden dat er een verschil was in gezondheid en voedselkwaliteit van de bevolking tussen Maastricht en Dorestad. Een bijna even groot percentage van de individuen uit beide locaties heeft ten minste één Harris Line en het gemiddelde aantal Harris Lines per individu is nagenoeg gelijk. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat de gezondheid en voedselkwaliteit in beide locaties ongeveer even goed was. Binnen de periodes van de Vroege Middeleeuwen verschilt het aantal Harris Lines per individu niet genoeg om te kunnen concluderen dat de voedselkwaliteit en gezondheid beter werden. Beide locaties vertonen dezelfde statistieken en ook tussen de Vroeg Middeleeuwse periodes zit geen verschil. Wel zijn er een aantal opvallende statistieken die significant lijken te verschillen, zoals de ontstaansleeftijd tussen verschillende statusgroepen en het gemiddeld aantal individuen met Harris Lines tussen de gemiddelde en hoge statusgroep. Het verschil in ontstaansleeftijd kan een aanduiding zijn van een slechtere gezondheid voor individuen uit een gemiddelde status in de latere jaren van de groei, dit heeft mogelijk te maken met hogere inspanning door de noodzaak om zwaar werk uit te voeren. De gelijke spreiding van de ontstaansleeftijd in individuen uit een hoge status kan aanduiden dat van geboorte tot volwassen worden de kwaliteit van leven gelijk blijft.

Wanneer niet alleen naar de Harris Lines, maar ook naar andere aanwijzingen van gezondheid, wordt gekeken, kan de status van een individu aangewezen worden als mogelijke invloed op gezondheid en voedselkwaliteit. Zo is er een duidelijk verschil in lengte tussen mannelijke individuen uit de gemiddelde en hoge statusgroep en individuen uit een hoge statusgroep worden ook ouder. Dit kunnen allemaal aanwijzingen zijn van een betere gezondheid en voedselkwaliteit. In 2005 is door Raphaël Panhuysen een deel van het botmateriaal onderzocht op andere aanwijzingen van gezondheid, hieruit bleek ook dat de status invloed heeft op de gezondheid van een populatie en dat komt overeen met de bevindingen van dit onderzoek.

Uit al deze resultaten kan worden geconcludeerd dat de gezondheid en voedselkwaliteit beïnvloed wordt door de status van een persoon, maar dat dit in groeistoornissen in bot moeilijk terug te vinden is. Een slechtere gezondheid in de latere jaren van individuen uit de gemiddelde status is wel terug te zien. Dit is echter de enige ondersteunende statistiek van de invloed van gezondheid op het aantal groeistoornissen. Verschillen tussen Maastricht en Dorestad konden niet worden geconstateerd.



## 6. Discussie

Harris Line onderzoek is een heel specifiek en klein onderdeel dat kan worden gebruikt bij archeologisch onderzoek maar brengt ook een aantal problemen met zich mee. Zo is het erg belangrijk om een goede en zo compleet mogelijke dataset te hebben en kan de evaluatie van de Harris Lines enorm verschillen tussen verschillende observatoren. Ook tijdens dit onderzoek kwamen een aantal van deze problemen naar boven.

### 6.1 Dataset

Een van de problemen met misschien wel de grootste impact op het uitvoeren van Harris Line onderzoek is de compleetheid van de dataset. Omdat dit onderzoek uitgevoerd werd op al wat oudere opgravingen, die vaak nog analoog werden bijgehouden, was er geen enkele database compleet. Zo miste er altijd wel ergens een datering, beschrijving van het graf of was de locatie binnen het grafveld niet duidelijk. Ook het osteoarcheologisch onderzoek had vaak incomplete data. Zo mist bij een groot deel van de individuen vaak een lengte- of leeftijdsbepaling of was het geslacht niet te bepalen. Voornamelijk dat laatste zorgt voor problemen omdat voor Harris Line onderzoek het geslacht erg belangrijk is voor de groeicurve. Dit heeft niet altijd te maken met de ouderdom van het materiaal maar soms is het ook gewoon niet mogelijk om deze gegevens te kunnen verzamelen met het beschikbare botmateriaal. Al deze missende gegevens verkleinen de hoeveelheid bruikbare data voor het uitvoeren van een goede analyse. Bij dit onderzoek bestond de dataset uit 177 individuen verdeeld over zes verschillende opgravingen. Dit is al een relatief kleine hoeveelheid data om mee te werken en werd alleen maar kleiner tijdens de verschillende analyses. Zo vielen er al 14 individuen af, omdat deze nog niet volwassen waren, waren er maar 137 waarvan het geslacht bepaald was en 117 waarvan de lengte bepaald kon worden. Bij bijna geen enkele analyse kon de volledige dataset worden gebruikt wat zorgt voor minder accurate analyses.

### 6.2 *Inter observer variation*

Bij elk onderzoek naar Harris Lines is *inter observer variation* iets waar rekening mee moet worden gehouden. Zoals eerder al een keer genoemd betekent *inter observer variation* dat, wanneer iemand anders ditzelfde onderzoek zou uitvoeren op dezelfde dataset, hij/zij op een ander aantal Harris Lines of een andere ontstaansleeftijd uitkomt. Dit zou betekenen dat verschillende onderzoekers op hele andere conclusies kunnen komen ook al bekijkt iedereen dezelfde dataset. Voor dit onderzoek is hier een controle op uitgevoerd maar zelfs die controle kan niet voorkomen dat er af en toe totaal andere conclusie worden getrokken. Dit zorgt er voor dat Harris Line onderzoek soms niet heel betrouwbaar kan zijn.

### 6.3 *The Harris Line Tool*

Een van de oplossingen voor *inter observer variation* is het gebruiken van *The Harris Line Tool*, het digitale programma dat zelf het aantal Harris Lines en de ontstaansleeftijd berekend. Voor dit onderzoek was het ook de bedoeling dat alle röntgenfoto's met dit programma zouden worden geanalyseerd. Helaas bleek het programma verouderd en wordt het door de makers niet meer ondersteund met updates, waardoor de röntgenfoto's niet werden herkend. Dit zorgde voor een aantal problemen omdat in de planning op het gebruik van dit programma was gerekend. Hierdoor moesten alle röntgenfoto's handmatig worden uitgewerkt en duurde de uitwerking langer dan verwacht.

### 6.4 Röntgenfoto's

Het laten maken van röntgenfoto's bleek bij dit onderzoek het grootste probleem. Door de COVID maatregelen, die tot februari 2022 van toepassing waren, was een locatie vinden voor het maken van röntgenfoto's erg lastig. Niet veel locaties beschikken over een röntgenapparaat en locaties zoals

ziekenhuizen waren, begrijpelijk, erg voorzichtig met het beschikbaar stellen van hun apparaten en het binnenlaten van mensen die niet noodzakelijk waren. Hierdoor duurde het erg lang voordat het grootste deel van de database aangevuld was. De oplossing kwam uiteindelijk door contact met en toestemming van een andere opleiding, die beschikt over röntgenapparaten voor les doeleinde.

### 6.5 Gebruik GIS-programma

De analoge röntgenfoto's zijn in een GIS-programma uitgewerkt omdat zo de verschillende botten, die allemaal op één foto stonden, van elkaar onderscheiden konden worden. Achteraf had misschien beter gebruik kunnen worden gemaakt van Photoshop om de foto's op te knippen om zo alle botten te scheiden. Hier was aan het begin niet aan gedacht en tegen de tijd dat de digitale röntgenfoto's uiteindelijk gemaakt waren en Photoshop gebruikt werd waren de analoge foto's allemaal al met GIS uitgewerkt.

### 6.6 Harris Lines

Harris Line onderzoek zelf komt ook met een aantal problemen. Harris Lines kunnen vervagen doordat botcellen elke tien jaar worden vervangen, waardoor langzaam de Harris Lines niet meer zichtbaar wordt. Hierdoor kunnen de jongste Harris Lines niet meer zichtbaar worden of worden geïnterpreteerd als minder ernstige Harris Lines dan dat deze daadwerkelijk waren. Hierdoor kan er nooit vanuit worden gegaan dat de zichtbare Harris Lines ook daadwerkelijk de enige keren zijn geweest waarin de groei is onderbroken.

Dat Harris Lines een aanwijzing zijn voor een onderbroken groei is wetenschappelijk bewezen, maar helaas is het niet mogelijk om de oorzaak van deze onderbreking te bepalen. Hierdoor geven Harris Lines geen duidelijk beeld over de oorzaak van de problemen waar een individu tijdens zijn jeugd mee te maken heeft gehad. Het enige wat gezegd kan worden over de onderzochte individuen met Harris Lines is dat er iets is geweest tijdens hun jeugd dat geleid heeft tot het onderbreken van groei. Daarnaast is het ook niet duidelijk of de onderbroken groei daadwerkelijk tot last is geweest voor een individu of dat dit individu hier niks van heeft gemerkt.

### 6.7 Vergelijking met ander onderzoek

De dataset had achteraf gezien iets meer vergeleken kunnen worden met andere onderzoeken die eerder zijn uitgevoerd naar Harris Lines/groeistoornissen. Als hier meer aandacht aan wordt besteed kan de context van de groeistoornissen misschien beter geplaatst worden. Wanneer naar de resultaten wordt gekeken is namelijk duidelijk te zien dat het onderzoek naar Harris Lines geen duidelijke conclusies heeft opgeleverd.

## 7. Aanbevelingen

Het op orde en completer maken van de datasets van de gebruikte opgravingen is de eerste aanbeveling, gezien de problemen die hiermee waren tijdens dit onderzoek. Het is gebleken dat er veel gegevens incompleet waren, wat ervoor zorgde dat bij de analyse minder individuen geschikt waren dan eerder gepland. Wanneer dit soort onderzoek in de toekomst vaker wordt uitgevoerd is het van belang dat de gebruikte datasets zo compleet mogelijk zijn. Hierbij moet vooral gelet worden op gegevens die voor groeistoornissen belangrijk zijn, zoals lengte, leeftijd en geslacht.

De tweede aanbeveling is het verder uitbreiden van de dataset. Door meer individuen te onderzoeken kan meer informatie worden verzameld en kan er beter antwoord worden gegeven op de onderzoeksvragen.

De derde aanbeveling is het updaten van *The Harris Line Tool*. Als het mogelijk is om dit programma werkend te krijgen kan dit veel tijd besparen en kan het een van de grootste problemen van Harris Line onderzoek voorkomen, namelijk *inter observer variation*. De makers van het programma hebben aangegeven dat *The Harris Line Tool* niet meer wordt ondersteund maar dat de code openbaar toegankelijk is. Voor iemand met kennis van codering biedt het de mogelijkheid om het programma weer werkend te krijgen.

De vierde aanbeveling betreft het vooraf regelen van een goede locatie voor het maken van röntgenfoto's. Aan het begin van dit onderzoek stond een locatie nog niet vast en werd ervan uitgegaan dat het wel mogelijk zou zijn ergens bij een ziekenhuis langs te kunnen gaan. Dit bleek door de coronamaatregelen lastiger dan verwacht. Het wordt daarom aanbevolen al een locatie te hebben voordat er aan een onderzoek wordt begonnen. Dit kan veel tijd schelen en zorgt ervoor dat er meteen aan de uitwerking kan worden gewerkt.

De vijfde aanbeveling is voor het uitwerken van de röntgenfoto's. Het zou beter zijn geweest dit allemaal in Photoshop te doen. Dit zorgt voor een beter overzicht van alle data en een gelijke methodiek voor alle foto's. Ook zorgt dit er voor dat maar één digitaal programma hoeft worden aangeleerd mocht iemand niet bekend zijn met digitale programma's. Daarom is de aanbeveling ook om de uitwerking voortaan allemaal in het zelfde programma te doen.

De zesde en laatste aanbeveling is voor Harris Line onderzoek in het algemeen. Zoals in de discussie besproken heeft Harris Line onderzoek veel problemen doordat het alleen maar aangeeft dat er ooit bij een individu een onderbreking is geweest van de groei, maar niet de oorzaak van de onderbreking van de groei kan aantonen. Daarom wordt het aanbevolen dit soort onderzoek alleen uit te voeren in combinatie met, of als ondersteuning van, andere onderzoeken naar gezondheid en voedselkwaliteit. Een goed voorbeeld hiervan is het onderzoek uitgevoerd naar gezondheid en status in het Groot-Moravische Rijk in centraal Europa. Hierbij zijn Harris Lines gebruikt in combinatie met verschillende andere stress indicatoren en ziektebeelden die in het skelet zichtbaar zijn.<sup>116</sup> Harris Line onderzoek op zichzelf geeft namelijk geen duidelijke conclusie op vragen over gezondheid en voedselkwaliteit.

---

<sup>116</sup> Velemínský *et al.* 2009.

## 8. Literatuurlijst

- Ameen, S./L. Staub/S. Ulrich, 2005: *Harris lines of the tibia across centuries: a comparison of two populations, medieval and contemporary in Central Europe*, *Skeletal Radiol*, 34, 279–284.
- Anderson, M./W.T. Green/M.B. Messner, 1963: *Growth and predictions of growth in the lower extremities*, *J Bone Joint Surg Am*, 45–A, 1–14.
- Beals, R.K/M. Skyhar, 1984: *Growth and Development of the Tibia, Fibula, and Ankle Joint*, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 182, 289–292.
- Boonstra, M.K./W.A.M. Hessing/K. Klerks, 2010: *Nieuwbouw en herinrichting De Engk, gemeente Wijk bij Duurstede, Ruimtelijk advies op basis van archeologisch bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek*, V811, Amersfoort.
- Bot, M.C.J., 2020: *Leven en dood door de eeuwen heen in De Engk-Noord, gemeente Wijk bij Duurstede, Een archeologische begeleiding*, ADC Rapport, 5100, Amersfoort.
- Byers, S., 1991: *Technical note: calculation of age at formation of radiopaque transverse lines*, *Am J Phys Anthropol*, 85, 339– 343.
- Clarke, S., 1982: *The Association of Early Childhood Enamel Hypoplasias and Radiopaque Transverse Lines in a Culturally Diverse Prehistoric Skeletal Sample*, *Human Biology*, 54(1), 77–84.
- DeWitte, S. N./ Stojanowski, C. M., 2015: *The Osteological Paradox 20 Years Later: Past Perspectives, Future Directions*. *Journal of Archaeological Research*, 23(4), 397–450.
- Dijkman, W./A. Ervynck, 1998: *Antler, bone, horn, ivory and teeth: The use of animal skeletal materials in Roman an early medieval Maastricht*, Archaeology Section, Municipality of Maastricht, Maastricht.
- Doppler, P., 1930: *Verzameling van charters en bescheiden betreffende he Vrije Rijkscapittel van St.Servaas te Maastricht*, *PSHAL*, LXVI, 200–349.
- Dury, J., 2021: *Dealing with reservoir effects in human and faunal skeletal remains*, University of Groningen.
- Gindhart, P.S., 1973: *Growth standards for the tibia and radius in children aged one month through eighteen years*. *Am J Phys Anthropol*, 39, 41–48.
- Harris, H.A., 1931: *Lines of arrested growth in the long bones in children, correlation of histological and radiological appearances in clinical and experimental conditions*, *Br J Radiol*, 4, 561–588.
- Heikoop, M., 2020: *Dat hakt er in, Een fysisch antropologisch onderzoek naar grafveld De Engk van Dorestad, te Wijk bij Duurstede*, Deventer.
- Hulst, R.A., 1994: *De theateropgraving in Maastricht (1988-1989)*, *Maastrichtse opgravingsverslagen*, 1.
- Kulus, M.J./P. Dąbrowski, 2019: *How to calculate the age at formation of Harris lines? A step-by-step review of current methods and a proposal for modifications to Byers' formulas*, *Archaeol Anthropol Sci*, 11, 1169–1185.
- Maat, G.J.R., 1984: *Dating and rating of Harris's lines*, *Am J Phys Anthropol*, 63, 291– 299.
- Maresh, M.M., 1955: *Linear growth of extremities from infancy through adolescence*. *Am J Dis Child*, 89, 725–742.

Miliauskienė, Ž./R. Jankauskas, 2015: *Social differences in oral health: Dental status of individuals buried in and around Trakai Church in Lithuania (16th-17th c.c.)*. *Anthropologischer Anzeiger; Bericht Über die Biologisch-anthropologische Literatur*, 72(1), 89-106.

Nowak, O./PIONTEK, J., 2011: *Does The Presence Of Harris Lines Affect The Final Stature In A Medieval Population?* *Anthropologie (1962-)*, 49(2), 117–124.

Panhuysen, R. G. A. M., 2005: *Demography and health in early medieval Maastricht: Prosopographical observations on two cemeteries*, Maastricht University.

Panhuysen, T., 2011: *Sleutelfiguren uit de vroegste geschiedenis van de Sint-Servaasabdij van Maastricht*, *Publications de la Société Historique et Archéologique dans le Limbourg*, 147, 9-62.

Papageorgopoulou, C./S.K. Suter/F.J. Ruhli/F. Siegmund, 2011: *Harris Lines Revisited: Prevalence, Comorbidities, and Possible Etiologies*, *Am J Hum Biol*, 23(3), 381-391.

Paulsen, F./J. Waschke, 2011: *Sabotta: Atlas van de menselijke anatomie, Algemene anatomie en bewegingsapparaat, deel 1*, Bohn Stafleu van Loghum, Houten.

Sayer, D., 2013: *Christian Burial Practice in the Early Middle Ages: Rethinking the Anglo-Saxon Funerary Sphere*, *History Compass*, 11(2), 133-146.

Scheuer, L./S. Black, 2000: *Developmental Juvenile Osteology*, Academic Press, London.

Slotboom, A., 2012: *Statistiek in woorden, de meest voorkomende statistische begrippen van A tot Z*, Noordhoff uitgevers, Groningen.

Suter, S./M. Harders/C. Papageorgopoulou/G. Kuhn/G. Székely/F.J. Rühli, 2008: *Technical note: standardized and semiautomated Harris lines detection*, *Am J Phys Anthropol*, 137, 362– 366.

Theuws, F./M. Kars, 2017: *The Saint-Servatius complex in Maastricht: The Vrijthof excavation (1969-1970)*. Habelt Verlag, Bonn (Germany).

Van Dam, R., 1988: *Gregory of Tours: Glory of the confessors, Translated Texts for Historians: Latin Series*, vol. IV, 277.

Van Es, W.A./W.J.H. Verwers/C. Isings, 2015: *Excavations at Dorestad 4, The Settlement on the River Bank Area, Nederalndse Oudheden*, 18, Amersfoort.

Velemínský, P./M. Dobisíková/P. Stránská/P. Trefný/J. Likovský, 2009: *The health status of the early medieval population of Greater Moravia in relations to social and economic structures*. *Acta Universitatis Carolinae. Medica. Monographia*, 156, 91-101.

White, T.D./P.A. Folkens, 2005: *The Human Bone Manual*, Elsevier Academic Press, London.

#### **Website bronnen:**

Suter, S./M. Harders/C. Papageorgopoulou/G. Kuhn/G. Székely/F.J. Rühli, 2008: *Harris Line Tool*, geraadpleegd op 8 september 2021 van: <http://www.harrislinetool.com/>

CK-12, 2021: *Introductory Biology*, geraadpleegd op 18 september 2021 van: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory\\_and\\_General\\_Biology/Book%3A\\_Introductory\\_Biology\\_\(CK-12\)/13%3A\\_Human\\_Biology/13.12%3A\\_Growth\\_and\\_Development\\_of\\_Bones](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/Book%3A_Introductory_Biology_(CK-12)/13%3A_Human_Biology/13.12%3A_Growth_and_Development_of_Bones)

Daley, B, 2019: *How do bones grow*, geraadpleegd op 17 september 2021 van: <https://4rai.com/blog/how-do-bones-grow>

Huijgen, W./ A. van der Plas, 2018: *Bottumoren*, geraadpleegd op 17 september 2021 van: <https://radiology.expert.nl/bottumoren/normale-anatomie/>

## 10.Bijlage

Tabel 48: Overzicht van alle gedetermineerde Harris Lines

| Individu nummer | Geslacht | Harris Line | Harris Line type | Afstand tot centrum | Leeftijd ontstaan Harris Line |
|-----------------|----------|-------------|------------------|---------------------|-------------------------------|
| 12              | Vrouw    | 1           | 3                | 48.11               | 3.30                          |
| 12              | Vrouw    | 2           | 0                | 71.86               | 7.80                          |
| 12              | Vrouw    | 3           | 0                | 76                  | 8.70                          |
| 12              | Vrouw    | 4           | 0                | 76.98               | 8.90                          |
| 12              | Vrouw    | 5           | 2                | 79.89               | 9.50                          |
| 12              | Vrouw    | 6           | 3                | 90                  | 11.50                         |
| 13              | Man      | 1           | 0                | 67.24               | 8.00                          |
| 14              | Vrouw    | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 18              | Vrouw    | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 20              | -        | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 22              | Man      | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 37              | Vrouw    | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 43              | Vrouw    | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 46              | Man      | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 65              | Vrouw    | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 68              | Man      | 1           | 1                | 86.4                | 12.65                         |
| 68              | Man      | 2           | 1                | 93.8                | 14.15                         |
| 69              | Vrouw    | 1           | 1                | 71.98               | 7.85                          |
| 71.10           | Vrouw    | 1           | 2                | 91.47               | 11.70                         |
| 71.10           | Vrouw    | 2           | 2                | 92.97               | 12.20                         |
| 82.10           | Man      | 1           | 0                | 83.62               | 12.00                         |
| 82.10           | Man      | 2           | 2                | 90.95               | 13.60                         |
| 83.10           | Vrouw    | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 97.10           | Vrouw    | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 104             | Man      | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 106             | Vrouw    | 1           | 3                | 56.1                | 4.65                          |
| 106             | Vrouw    | 2           | 0                | 85.72               | 10.75                         |
| 106             | Vrouw    | 3           | 0                | 88.21               | 11.10                         |
| 108             | Vrouw    | 0           | 0                | 0                   | 0.00                          |
| 111             | Vrouw    | 1           | 2                | 69.8                | 7.40                          |
| 111             | Vrouw    | 2           | 2                | 76.41               | 8.75                          |
| 111             | Vrouw    | 3           | 0                | 82.04               | 9.90                          |
| 111             | Vrouw    | 4           | 0                | 84.55               | 10.40                         |
| 116             | Vrouw    | 1           | 0                | 65.43               | 6.50                          |
| 116             | Vrouw    | 2           | 0                | 68.99               | 7.20                          |
| 116             | Vrouw    | 3           | 0                | 73.62               | 8.10                          |
| 116             | Vrouw    | 4           | 0                | 76.49               | 8.80                          |
| 116             | Vrouw    | 5           | 1                | 79.69               | 9.45                          |
| 116             | Vrouw    | 6           | 0                | 93.89               | 12.40                         |
| 121             | Man      | 1           | 3                | 28.63               | 1.05                          |
| 121             | Man      | 2           | 2                | 61.03               | 7.25                          |
| 121             | Man      | 3           | 1                | 76.47               | 10.50                         |
| 121             | Man      | 4           | 1                | 93.91               | 14.20                         |
| 121             | Man      | 5           | 1                | 95.87               | 14.75                         |
| 126             | Man      | 1           | 0                | 48.62               | 6.10                          |

|        |       |   |   |       |       |
|--------|-------|---|---|-------|-------|
| 126    | Man   | 2 | 0 | 62.29 | 7.00  |
| 126    | Man   | 3 | 0 | 62.63 | 7.10  |
| 126    | Man   | 4 | 0 | 78.14 | 10.80 |
| 126    | Man   | 5 | 0 | 89.32 | 13.25 |
| 144    | -     | 1 | 3 | 38.35 | 2.20  |
| 144    | -     | 2 | 0 | 71    | 9.15  |
| 144    | -     | 3 | 0 | 72.47 | 9.45  |
| 144    | -     | 4 | 0 | 74.92 | 10.05 |
| 144    | -     | 5 | 2 | 83.75 | 12.15 |
| 144    | -     | 6 | 3 | 86.4  | 12.65 |
| 148    | Man   | 1 | 2 | 69.99 | 8.75  |
| 148    | Man   | 2 | 2 | 75.71 | 10.25 |
| 148    | Man   | 3 | 2 | 79.37 | 11.10 |
| 148    | Man   | 4 | 2 | 82.71 | 11.85 |
| 148    | Man   | 5 | 2 | 84.93 | 12.45 |
| 148    | Man   | 6 | 3 | 87.53 | 12.85 |
| 152    | Man   | 1 | 3 | 48.75 | 6.10  |
| 152    | Man   | 2 | 0 | 79.22 | 11.10 |
| 152    | Man   | 3 | 0 | 83.95 | 12.20 |
| 152    | Man   | 4 | 0 | 84.93 | 12.45 |
| 152    | Man   | 5 | 2 | 90.21 | 13.45 |
| 159    | Man   | 1 | 3 | 27.83 | 0.80  |
| 159    | Man   | 2 | 0 | 61.61 | 6.80  |
| 159    | Man   | 3 | 0 | 62.53 | 7.10  |
| 159    | Man   | 4 | 1 | 67.85 | 8.40  |
| 159.10 | Vrouw | 1 | 0 | 73.62 | 8.10  |
| 159.10 | Vrouw | 2 | 1 | 75.18 | 8.50  |
| 159.10 | Vrouw | 3 | 1 | 77.67 | 9.00  |
| 159.10 | Vrouw | 4 | 3 | 91.83 | 11.90 |
| 159.10 | Vrouw | 5 | 2 | 93.55 | 12.50 |
| 161    | -     | 1 | 1 | 80    | 11.30 |
| 161    | -     | 2 | 2 | 82.31 | 11.80 |
| 167    | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 170    | Man   | 1 | 3 | 26.03 | 0.60  |
| 170    | Man   | 2 | 3 | 39.45 | 2.30  |
| 175.10 | -     | 1 | 0 | 65.36 | 7.60  |
| 175.10 | -     | 2 | 0 | 73.83 | 9.70  |
| 175.10 | -     | 3 | 1 | 91.1  | 13.60 |
| 177    | Man   | 1 | 0 | 55.04 | 5.40  |
| 177    | Man   | 2 | 0 | 39.55 | 2.30  |
| 177    | Man   | 3 | 0 | 88.97 | 13.15 |
| 177    | Man   | 4 | 2 | 90.88 | 13.55 |
| 177    | Man   | 5 | 2 | 95.67 | 14.60 |
| 179    | Man   | 1 | 3 | 40.65 | 2.40  |
| 179    | Man   | 2 | 2 | 81.37 | 11.65 |
| 180    | Vrouw | 1 | 0 | 78.47 | 9.20  |
| 180    | Vrouw | 2 | 0 | 88.11 | 11.10 |
| 180    | Vrouw | 3 | 0 | 89.17 | 11.30 |
| 199    | Man   | 1 | 3 | 38.25 | 2.20  |
| 203    | Man   | 1 | 3 | 37.15 | 2.10  |

|        |       |    |   |       |       |
|--------|-------|----|---|-------|-------|
| 207    | Man   | 1  | 3 | 30.37 | 1.45  |
| 207    | Man   | 2  | 2 | 61.57 | 6.80  |
| 207    | Man   | 3  | 2 | 83.97 | 12.25 |
| 207    | Man   | 4  | 0 | 87.83 | 12.90 |
| 207    | Man   | 5  | 0 | 89.54 | 13.30 |
| 207    | Man   | 6  | 1 | 96.37 | 15.25 |
| 213    | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 230    | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 245    | Man   | 1  | 3 | 45.28 | 3.20  |
| 245    | Man   | 2  | 1 | 59    | 6.35  |
| 245    | Man   | 3  | 1 | 74.17 | 9.85  |
| 245    | Man   | 4  | 1 | 75.66 | 10.20 |
| 245    | Man   | 5  | 0 | 89.76 | 13.35 |
| 245    | Man   | 6  | 1 | 91.52 | 13.65 |
| 254    | Man   | 1  | 0 | 69.75 | 8.70  |
| 254    | Man   | 2  | 0 | 71.17 | 9.20  |
| 254    | Man   | 3  | 0 | 79.84 | 11.25 |
| 254    | Man   | 4  | 1 | 88.3  | 13.00 |
| 254    | Man   | 5  | 0 | 94.01 | 14.25 |
| 393.10 | Man   | 1  | 0 | 82.21 | 11.80 |
| 393.10 | Man   | 2  | 0 | 86.26 | 12.60 |
| 393.10 | Man   | 3  | 1 | 90.63 | 13.60 |
| 397.10 | Man   | 1  | 3 | 70.23 | 8.90  |
| 397.10 | Man   | 2  | 1 | 72.11 | 9.40  |
| 397.10 | Man   | 3  | 3 | 73.97 | 9.80  |
| 397.10 | Man   | 4  | 3 | 76.33 | 10.40 |
| 397.10 | Man   | 5  | 0 | 83.62 | 12.10 |
| 397.10 | Man   | 6  | 0 | 88.26 | 13.00 |
| 567.10 | Man   | 1  | 1 | 77.06 | 10.60 |
| 567.10 | Man   | 2  | 3 | 85.34 | 12.50 |
| 567.10 | Man   | 3  | 3 | 89.16 | 13.20 |
| 582.10 | Man   | 1  | 3 | 24.03 | 0.50  |
| 582.10 | Man   | 2  | 3 | 43.28 | 3.00  |
| 582.10 | Man   | 3  | 0 | 78.05 | 10.60 |
| 582.10 | Man   | 4  | 1 | 79.69 | 11.20 |
| 582.10 | Man   | 5  | 0 | 86.7  | 12.70 |
| 582.10 | Man   | 6  | 1 | 91.77 | 13.70 |
| 824.10 | Vrouw | 1  | 3 | 70.53 | 7.50  |
| 824.10 | Vrouw | 2  | 0 | 74.96 | 8.50  |
| 824.10 | Vrouw | 3  | 0 | 76.49 | 8.80  |
| 824.10 | Vrouw | 4  | 3 | 78.17 | 9.10  |
| 824.10 | Vrouw | 5  | 1 | 79.69 | 9.40  |
| 824.10 | Vrouw | 6  | 1 | 81.68 | 9.90  |
| 824.10 | Vrouw | 7  | 1 | 82.9  | 10.10 |
| 824.10 | Vrouw | 8  | 1 | 85.19 | 10.60 |
| 824.10 | Vrouw | 9  | 1 | 87.79 | 11.00 |
| 824.10 | Vrouw | 10 | 3 | 90.84 | 11.60 |
| 824.10 | Vrouw | 11 | 3 | 93.59 | 12.30 |
| 830.10 | Man   | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 999.10 | Man   | 1  | 1 | 74.02 | 9.80  |



|         |       |   |   |       |       |
|---------|-------|---|---|-------|-------|
| 999.10  | Man   | 2 | 1 | 75.96 | 10.30 |
| 999.10  | Man   | 3 | 1 | 80    | 11.30 |
| 999.10  | Man   | 4 | 0 | 83.29 | 12.10 |
| 999.10  | Man   | 5 | 3 | 87.03 | 12.80 |
| 1000.10 | Man   | 1 | 1 | 69.95 | 8.80  |
| 1000.10 | Man   | 2 | 3 | 91.65 | 13.60 |
| 1000.10 | Man   | 3 | 2 | 95.67 | 14.60 |
| 1000.10 | Man   | 4 | 2 | 97.55 | 15.40 |
| 1000.10 | Man   | 5 | 2 | 99.16 | 16.10 |
| 1001    | Vrouw | 1 | 3 | 35.99 | 1.75  |
| 1009    | Vrouw | 1 | 1 | 28.94 | 0.70  |
| 1009    | Vrouw | 2 | 1 | 35.79 | 1.70  |
| 1009    | Vrouw | 3 | 1 | 71.98 | 7.85  |
| 1009    | Vrouw | 4 | 0 | 76.49 | 8.80  |
| 1009    | Vrouw | 5 | 0 | 81.71 | 9.85  |
| 1009    | Vrouw | 6 | 1 | 85.83 | 10.70 |
| 1015    | Vrouw | 1 | 0 | 56.21 | 4.70  |
| 1015    | Vrouw | 2 | 0 | 62.77 | 5.90  |
| 1024    | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1026    | Vrouw | 1 | 1 | 74.64 | 8.35  |
| 1028    | Vrouw | 1 | 0 | 64.02 | 6.25  |
| 1028    | Vrouw | 2 | 0 | 68.68 | 7.10  |
| 1028    | Vrouw | 3 | 0 | 70.53 | 7.50  |
| 1028    | Vrouw | 4 | 0 | 72.37 | 7.90  |
| 1028    | Vrouw | 5 | 0 | 75.59 | 8.60  |
| 1029    | Vrouw | 1 | 0 | 76.41 | 8.75  |
| 1029    | Vrouw | 2 | 0 | 91.47 | 11.75 |
| 1029    | Vrouw | 3 | 0 | 93.85 | 12.55 |
| 1038    | Vrouw | 1 | 3 | 40.45 | 2.40  |
| 1038    | Vrouw | 2 | 0 | 59.45 | 5.40  |
| 1038    | Vrouw | 3 | 2 | 84.95 | 10.50 |
| 1038    | Vrouw | 4 | 1 | 91    | 11.65 |
| 1038    | Vrouw | 5 | 0 | 96.24 | 13.80 |
| 1044    | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1048    | Vrouw | 1 | 3 | 65.47 | 6.50  |
| 1048    | Vrouw | 2 | 1 | 75.05 | 8.50  |
| 1048    | Vrouw | 3 | 2 | 79.89 | 9.50  |
| 1048    | Vrouw | 4 | 3 | 86    | 10.75 |
| 1052    | Vrouw | 1 | 3 | 28.99 | 0.70  |
| 1052    | Vrouw | 2 | 0 | 82.41 | 10.00 |
| 1052    | Vrouw | 3 | 3 | 87.25 | 11.00 |
| 1052    | Vrouw | 4 | 0 | 92.72 | 12.15 |
| 1053    | Vrouw | 1 | 1 | 57.99 | 5.25  |
| 1053    | Vrouw | 2 | 3 | 65.97 | 6.60  |
| 1053    | Vrouw | 3 | 1 | 72.6  | 8.00  |
| 1053    | Vrouw | 4 | 1 | 78.17 | 9.10  |
| 1053    | Vrouw | 5 | 1 | 80.44 | 9.70  |
| 1053    | Vrouw | 6 | 3 | 85.83 | 10.70 |
| 1174.10 | Vrouw | 1 | 0 | 91.15 | 13.60 |
| 1174.10 | Vrouw | 2 | 2 | 94.67 | 14.40 |

|         |       |   |   |       |       |
|---------|-------|---|---|-------|-------|
| 1174.10 | Vrouw | 3 | 2 | 97.11 | 15.20 |
| 1248.10 | -     | 1 | 3 | 65.12 | 7.70  |
| 1248.10 | -     | 2 | 1 | 73.43 | 9.60  |
| 1248.10 | -     | 3 | 0 | 81.27 | 11.60 |
| 1248.10 | -     | 4 | 2 | 93.61 | 14.10 |
| 1272.10 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1283.10 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1284.10 | Vrouw | 1 | 3 | 91.31 | 13.60 |
| 1303.10 | Vrouw | 1 | 0 | 72.6  | 8.00  |
| 1352.10 | Man   | 1 | 3 | 73.54 | 9.80  |
| 1352.10 | Man   | 2 | 0 | 79.53 | 11.20 |
| 1352.10 | Man   | 3 | 0 | 82.02 | 11.80 |
| 1352.10 | Man   | 4 | 0 | 84.21 | 12.30 |
| 1352.10 | Man   | 5 | 0 | 85.53 | 12.50 |
| 1352.10 | Man   | 6 | 0 | 88.3  | 13.00 |
| 1353.10 | Man   | 1 | 1 | 55.69 | 5.50  |
| 1353.10 | Man   | 2 | 1 | 72.31 | 9.50  |
| 1353.10 | Man   | 3 | 0 | 84.73 | 12.40 |
| 1353.10 | Man   | 4 | 0 | 91.32 | 13.60 |
| 1357.10 | Man   | 1 | 0 | 54.84 | 5.30  |
| 1357.10 | Man   | 2 | 1 | 62.13 | 7.00  |
| 1357.10 | Man   | 3 | 0 | 64.71 | 7.60  |
| 1357.10 | Man   | 4 | 1 | 67.85 | 8.40  |
| 1357.10 | Man   | 5 | 0 | 84.28 | 12.30 |
| 1364.10 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1397.10 | Man   | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1398.10 | Man   | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1401.10 | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1401.20 | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1433.10 | Vrouw | 1 | 3 | 41.71 | 2.30  |
| 1433.10 | Vrouw | 2 | 0 | 78.47 | 9.20  |
| 1433.10 | Vrouw | 3 | 1 | 81.19 | 9.80  |
| 1437.10 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1439.10 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1442.10 | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1442.20 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1444.20 | Vrouw | 1 | 0 | 79.17 | 9.40  |
| 1453.10 | Vrouw | 1 | 0 | 71.86 | 7.80  |
| 1453.10 | Vrouw | 2 | 1 | 77.84 | 9.00  |
| 1455.10 | Man   | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1456.10 | Man   | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1456.20 | Man   | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1458.20 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1462.10 | Man   | 1 | 0 | 83.56 | 12.10 |
| 1462.10 | Man   | 2 | 1 | 85.7  | 12.40 |
| 1462.10 | Man   | 3 | 1 | 87.27 | 12.80 |
| 1462.10 | Man   | 4 | 0 | 89.98 | 13.40 |
| 1463.10 | Vrouw | 1 | 3 | 86.16 | 10.80 |
| 1463.10 | Vrouw | 2 | 1 | 89.17 | 11.30 |
| 1463.10 | Vrouw | 3 | 0 | 92.02 | 11.90 |

|         |       |   |   |       |       |
|---------|-------|---|---|-------|-------|
| 1463.10 | Vrouw | 4 | 3 | 93.36 | 12.30 |
| 1463.10 | Vrouw | 5 | 0 | 95.87 | 13.10 |
| 1464.10 | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1467.10 | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1476.20 | Vrouw | 1 | 3 | 32.43 | 1.20  |
| 1476.20 | Vrouw | 2 | 0 | 56.74 | 4.80  |
| 1476.20 | Vrouw | 3 | 0 | 69.99 | 7.40  |
| 1476.20 | Vrouw | 4 | 3 | 72.34 | 7.90  |
| 1476.20 | Vrouw | 5 | 1 | 82.93 | 10.20 |
| 1486.10 | Man   | 1 | 3 | 37.05 | 2.10  |
| 1486.10 | Man   | 2 | 1 | 89.3  | 13.20 |
| 1486.10 | Man   | 3 | 2 | 93.04 | 14.00 |
| 1488.10 | Vrouw | 1 | 1 | 77.88 | 9.10  |
| 1488.10 | Vrouw | 2 | 0 | 84.29 | 10.30 |
| 1488.10 | Vrouw | 3 | 3 | 88.95 | 11.30 |
| 1488.10 | Vrouw | 4 | 0 | 90.55 | 11.60 |
| 1492.10 | -     | 1 | 2 | 93.9  | 14.20 |
| 1507.10 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1511.10 | -     | 1 | 1 | 16.99 | 0.20  |
| 1511.10 | -     | 2 | 0 | 33.71 | 1.60  |
| 1511.10 | -     | 3 | 1 | 60.83 | 6.70  |
| 1511.20 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1527.10 | Man   | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1537.10 | Man   | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1543.10 | Vrouw | 1 | 1 | 71.86 | 7.80  |
| 1543.10 | Vrouw | 2 | 0 | 77.84 | 9.00  |
| 1544.10 | Man   | 1 | 0 | 68.75 | 8.60  |
| 1544.10 | Man   | 2 | 0 | 70.03 | 8.90  |
| 1544.10 | Man   | 3 | 1 | 71.69 | 9.30  |
| 1544.10 | Man   | 4 | 0 | 73.34 | 9.70  |
| 1544.10 | Man   | 5 | 0 | 74.63 | 10.00 |
| 1544.10 | Man   | 6 | 0 | 76.47 | 10.50 |
| 1544.10 | Man   | 7 | 0 | 83.82 | 12.20 |
| 1548.10 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1549.10 | Man   | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1550.10 | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1552.10 | Vrouw | 1 | 2 | 95.69 | 13.00 |
| 1552.10 | Vrouw | 2 | 2 | 98.24 | 14.00 |
| 1555.10 | -     | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1559.10 | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1560.10 | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |
| 1579.10 | Man   | 1 | 0 | 55.83 | 5.60  |
| 1579.10 | Man   | 2 | 1 | 57.26 | 5.90  |
| 1579.10 | Man   | 3 | 3 | 71.17 | 9.20  |
| 1579.10 | Man   | 4 | 1 | 80.63 | 11.50 |
| 1597.10 | Man   | 1 | 1 | 79.47 | 11.20 |
| 1597.10 | Man   | 2 | 1 | 87.81 | 13.00 |
| 1597.10 | Man   | 3 | 0 | 89.12 | 13.20 |
| 1597.10 | Man   | 4 | 0 | 92.2  | 13.90 |
| 1612.10 | Man   | 0 | 0 | 0     | 0.00  |

|         |       |    |   |       |       |
|---------|-------|----|---|-------|-------|
| 1613.10 | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1615.10 | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1616.10 | Man   | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1620.10 | Man   | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1620.20 | Man   | 1  | 0 | 46.13 | 3.60  |
| 1620.20 | Man   | 2  | 0 | 65.12 | 7.70  |
| 1620.20 | Man   | 3  | 3 | 78.45 | 10.90 |
| 1620.20 | Man   | 4  | 2 | 92.65 | 13.90 |
| 1635.10 | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1649.10 | Man   | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1658.10 | Man   | 1  | 0 | 88.2  | 13.10 |
| 1658.10 | Man   | 2  | 0 | 89.28 | 13.20 |
| 1658.10 | Man   | 3  | 0 | 91.17 | 13.60 |
| 1658.10 | Man   | 4  | 0 | 92.26 | 13.80 |
| 1658.10 | Man   | 5  | 0 | 93.88 | 14.20 |
| 1660.10 | Vrouw | 1  | 3 | 53.32 | 4.20  |
| 1660.10 | Vrouw | 2  | 1 | 59.59 | 5.40  |
| 1660.10 | Vrouw | 3  | 3 | 66.21 | 6.70  |
| 1660.10 | Vrouw | 4  | 1 | 69.66 | 7.30  |
| 1660.10 | Vrouw | 5  | 1 | 73.83 | 8.20  |
| 1660.10 | Vrouw | 6  | 3 | 78.69 | 9.30  |
| 1660.10 | Vrouw | 7  | 3 | 83.21 | 10.20 |
| 1660.10 | Vrouw | 8  | 3 | 86.16 | 10.80 |
| 1660.10 | Vrouw | 9  | 1 | 89.28 | 11.30 |
| 1660.10 | Vrouw | 10 | 3 | 92.59 | 12.10 |
| 1660.10 | Vrouw | 11 | 2 | 95.01 | 12.90 |
| 1663.10 | Man   | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1674.10 | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1676.20 | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1720.10 | Man   | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1721.10 | Vrouw | 1  | 3 | 75.15 | 8.50  |
| 1721.10 | Vrouw | 2  | 1 | 77.43 | 9.00  |
| 1721.10 | Vrouw | 3  | 1 | 79.28 | 9.40  |
| 1721.10 | Vrouw | 4  | 1 | 82.98 | 10.10 |
| 1721.10 | Vrouw | 5  | 0 | 84.55 | 10.40 |
| 1721.10 | Vrouw | 6  | 0 | 85.83 | 10.70 |
| 1721.10 | Vrouw | 7  | 1 | 87.25 | 11.00 |
| 1721.10 | Vrouw | 8  | 1 | 91.38 | 11.80 |
| 1721.10 | Vrouw | 9  | 2 | 94.79 | 12.70 |
| 1721.10 | Vrouw | 10 | 2 | 96.36 | 13.30 |
| 1742.10 | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1746.10 | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1757.10 | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1762.10 | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1762.20 | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1800.10 | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1802.10 | -     | 1  | 1 | 48.72 | 6.10  |
| 1802.10 | -     | 2  | 0 | 62.92 | 7.20  |
| 1802.10 | -     | 3  | 1 | 66.91 | 8.10  |
| 1802.10 | -     | 4  | 3 | 70.04 | 8.90  |

|         |       |    |   |       |       |
|---------|-------|----|---|-------|-------|
| 1802.10 | -     | 5  | 1 | 75.15 | 10.10 |
| 1802.10 | -     | 6  | 0 | 80.26 | 11.40 |
| 1802.10 | -     | 7  | 0 | 83.24 | 12.10 |
| 1802.10 | -     | 8  | 3 | 85.8  | 12.60 |
| 1802.10 | -     | 9  | 1 | 89.06 | 13.20 |
| 1802.10 | -     | 10 | 1 | 90.49 | 13.50 |
| 1802.10 | -     | 11 | 0 | 92.05 | 13.80 |
| 1802.10 | -     | 12 | 3 | 95.32 | 14.60 |
| 1808.10 | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1814.10 | Man   | 1  | 0 | 65.48 | 7.80  |
| 1814.10 | Man   | 2  | 0 | 80.53 | 11.50 |
| 1830.10 | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 1836.10 | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 3000    | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 3001    | Man   | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 3002    | Vrouw | 1  | 1 | 64.92 | 6.35  |
| 3002    | Vrouw | 2  | 1 | 69.53 | 7.25  |
| 3002    | Vrouw | 3  | 3 | 72.07 | 7.90  |
| 3002    | Vrouw | 4  | 0 | 74.24 | 8.30  |
| 3002    | Vrouw | 5  | 1 | 76.79 | 8.85  |
| 3002    | Vrouw | 6  | 1 | 81.66 | 9.85  |
| 3002    | Vrouw | 7  | 3 | 83.15 | 10.15 |
| 3003    | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 3004    | Man   | 1  | 0 | 74.48 | 10.00 |
| 3004    | Man   | 2  | 1 | 88.41 | 13.50 |
| 3005    | Man   | 1  | 0 | 77.7  | 10.75 |
| 3005    | Man   | 2  | 0 | 79.84 | 11.25 |
| 3005    | Man   | 3  | 1 | 82.19 | 11.80 |
| 3005    | Man   | 4  | 3 | 84.59 | 12.35 |
| 3005    | Man   | 5  | 1 | 87.33 | 12.80 |
| 3005    | Man   | 6  | 3 | 89.19 | 13.15 |
| 3005    | Man   | 7  | 0 | 91.18 | 13.60 |
| 3006    | Vrouw | 1  | 1 | 19.73 | 0.30  |
| 3006    | Vrouw | 2  | 3 | 68.68 | 7.10  |
| 3006    | Vrouw | 3  | 1 | 74.82 | 8.40  |
| 3006    | Vrouw | 4  | 0 | 78.73 | 9.25  |
| 3007    | Vrouw | 1  | 3 | 34.39 | 1.40  |
| 3007    | Vrouw | 2  | 1 | 86.36 | 10.80 |
| 3007    | Vrouw | 3  | 2 | 89.62 | 11.40 |
| 3008    | -     | 1  | 1 | 69.46 | 8.60  |
| 3008    | -     | 2  | 1 | 71.59 | 9.50  |
| 3008    | -     | 3  | 3 | 77.28 | 10.60 |
| 3009    | Man   | 1  | 0 | 75.17 | 10.10 |
| 3009    | Man   | 2  | 0 | 83.59 | 12.10 |
| 3009    | Man   | 3  | 0 | 88.36 | 13.05 |
| 3009    | Man   | 4  | 0 | 88.94 | 13.20 |
| 3010    | Vrouw | 1  | 0 | 76    | 8.70  |
| 3010    | Vrouw | 2  | 0 | 81.05 | 9.75  |
| 3010    | Vrouw | 3  | 0 | 82.04 | 9.95  |
| 3010    | Vrouw | 4  | 0 | 85.16 | 10.55 |

|         |       |    |   |       |       |
|---------|-------|----|---|-------|-------|
| 3010    | Vrouw | 5  | 0 | 90.21 | 11.55 |
| 3011    | Vrouw | 1  | 1 | 43.66 | 2.55  |
| 3011    | Vrouw | 2  | 3 | 48.11 | 3.30  |
| 3011    | Vrouw | 3  | 3 | 49.57 | 3.50  |
| 3011    | Vrouw | 4  | 0 | 52.4  | 4.00  |
| 3011    | Vrouw | 5  | 0 | 56.29 | 4.70  |
| 3011    | Vrouw | 6  | 1 | 57.91 | 5.00  |
| 3011    | Vrouw | 7  | 3 | 63.37 | 6.05  |
| 3011    | Vrouw | 8  | 3 | 70.69 | 7.60  |
| 3011    | Vrouw | 9  | 3 | 75.59 | 8.60  |
| 3011    | Vrouw | 10 | 1 | 79.89 | 9.50  |
| 3011    | Vrouw | 11 | 3 | 81.71 | 9.85  |
| 3011    | Vrouw | 12 | 3 | 85.65 | 10.65 |
| 3011    | Vrouw | 13 | 3 | 90.4  | 11.60 |
| 3011    | Vrouw | 14 | 3 | 96.46 | 13.40 |
| 3012    | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 3013    | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 3014    | Vrouw | 1  | 3 | 41.52 | 2.30  |
| 3014    | Vrouw | 2  | 3 | 65.93 | 6.60  |
| 3014    | Vrouw | 3  | 3 | 75.38 | 8.60  |
| 3014    | Vrouw | 4  | 0 | 80.82 | 9.75  |
| 3014    | Vrouw | 5  | 1 | 82.41 | 10.00 |
| 3014    | Vrouw | 6  | 3 | 87.85 | 11.30 |
| 3014    | Vrouw | 7  | 0 | 92.52 | 12.10 |
| 3015    | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 3016    | Man   | 1  | 3 | 43.05 | 3.00  |
| 3016    | Man   | 2  | 0 | 57    | 5.70  |
| 3016    | Man   | 3  | 1 | 61.57 | 6.80  |
| 3016    | Man   | 4  | 3 | 73.14 | 9.60  |
| 3016    | Man   | 5  | 3 | 78.24 | 10.80 |
| 3016    | Man   | 6  | 3 | 81.38 | 11.50 |
| 3016    | Man   | 7  | 3 | 84.05 | 12.20 |
| 3016    | Man   | 8  | 3 | 86.9  | 12.60 |
| 3016    | Man   | 9  | 3 | 90.81 | 13.50 |
| 3016    | Man   | 10 | 3 | 94.57 | 14.30 |
| 3971.10 | -     | 1  | 0 | 69.31 | 8.60  |
| 3971.10 | -     | 2  | 0 | 73.29 | 9.70  |
| 3971.10 | -     | 3  | 1 | 75.35 | 10.10 |
| 3971.10 | -     | 4  | 0 | 86.82 | 12.70 |
| 5597.10 | -     | 1  | 0 | 56.52 | 5.80  |
| 5597.10 | -     | 2  | 0 | 68.61 | 8.50  |
| 5597.10 | -     | 3  | 0 | 74.14 | 9.90  |
| 5597.10 | -     | 4  | 3 | 83.41 | 12.20 |
| 5597.10 | -     | 5  | 3 | 91.6  | 13.70 |
| 5611.40 | Man   | 1  | 0 | 59.91 |       |
| 5611.40 | Man   | 2  | 0 | 64.78 |       |
| 5611.40 | Man   | 3  | 0 | 67.97 |       |
| 5611.40 | Man   | 4  | 1 | 68.81 |       |
| 5611.40 | Man   | 5  | 1 | 72.27 |       |
| 5611.40 | Man   | 6  | 0 | 75.03 |       |

|          |       |    |   |       |       |
|----------|-------|----|---|-------|-------|
| 5611.40  | Man   | 7  | 2 | 94.83 |       |
| 5611.40  | Man   | 8  | 2 | 96.9  |       |
| 6525.10  | Man   | 1  | 0 | 55.84 | 5.50  |
| 6525.10  | Man   | 2  | 0 | 58.62 | 6.20  |
| 6525.10  | Man   | 3  | 0 | 70.29 | 9.00  |
| 6525.10  | Man   | 4  | 0 | 72.37 | 9.40  |
| 6525.10  | Man   | 5  | 1 | 74.87 | 10.10 |
| 6525.10  | Man   | 6  | 0 | 85.72 | 12.50 |
| 6629.10  | -     | 1  | 1 | 30.37 | 1.20  |
| 6629.10  | -     | 2  | 1 | 50.38 | 4.40  |
| 6629.10  | -     | 3  | 1 | 58.98 | 6.30  |
| 6629.10  | -     | 4  | 1 | 65.31 | 8.60  |
| 6629.10  | -     | 5  | 1 | 70.66 | 9.00  |
| 6629.10  | -     | 6  | 0 | 81.06 | 11.50 |
| 6629.10  | -     | 7  | 3 | 82.69 | 12.00 |
| 6629.10  | -     | 8  | 1 | 86.59 | 12.70 |
| 6629.10  | -     | 9  | 2 | 90.83 | 13.50 |
| 6629.10  | -     | 10 | 2 | 93.12 | 14.00 |
| 6726.10  | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 6746.10  | Man   | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 6752.14  | Vrouw | 1  | 1 | 71.63 | 7.80  |
| 6752.14  | Vrouw | 2  | 1 | 75.67 | 8.60  |
| 6752.14  | Vrouw | 3  | 0 | 80.16 | 9.50  |
| 6752.14  | Vrouw | 4  | 1 | 86.61 | 10.80 |
| 6752.14  | Vrouw | 5  | 0 | 92.3  | 11.80 |
| 6755.30  | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 8278.10  | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 8279.10  | Man   | 1  | 1 | 56.64 | 5.70  |
| 8279.10  | Man   | 2  | 3 | 72.11 | 9.35  |
| 8279.10  | Man   | 3  | 1 | 81.5  | 11.70 |
| 8297.20  | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 8400.10  | Vrouw | 1  | 1 | 80.44 | 9.70  |
| 8400.10  | Vrouw | 2  | 3 | 85.85 | 10.70 |
| 8400.10  | Vrouw | 3  | 3 | 89.16 | 11.30 |
| 8400.10  | Vrouw | 4  | 3 | 95.99 | 13.20 |
| 8639.10  | Man   | 1  | 1 | 74.65 | 10.00 |
| 8639.10  | Man   | 2  | 1 | 77.44 | 10.75 |
| 8639.10  | Man   | 3  | 1 | 79.37 | 11.10 |
| 8639.10  | Man   | 4  | 0 | 86.18 | 12.60 |
| 8639.10  | Man   | 5  | 1 | 88.97 | 13.15 |
| 8639.10  | Man   | 6  | 3 | 92.01 | 13.80 |
| 8639.10  | Man   | 7  | 3 | 94.17 | 14.30 |
| 8639.30  | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 8647.10  | Vrouw | 1  | 1 | 76.98 | 8.90  |
| 8689.10  | Man   | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 9894.10  | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 10093.10 | Vrouw | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 10095.10 | -     | 0  | 0 | 0     | 0.00  |
| 10097.10 | Vrouw | 1  | 0 | 20.55 | 0.20  |
| 10111.10 | Man   | 1  | 0 | 49.18 | 4.25  |

|          |       |   |   |       |       |
|----------|-------|---|---|-------|-------|
| 10111.10 | Man   | 2 | 0 | 82.25 | 11.90 |
| 10111.10 | Man   | 3 | 0 | 86.97 | 12.60 |
| 10204.10 | Vrouw | 0 | 0 | 0     | 0.00  |