

COMMISSIE KOLONIALE COLLECTIES

BIJLAGE 2

Rapport van Naturalis Biodiversity Center



Herkomstonderzoek collectie Dubois femur I, schedelkapje en kies

Juni 2023

Inhoud

Inhoud

1. Introductie op de objecten (beschrijving belang / uitzonderlijkheid)
 - 1.1 Achtergrond
 - 1.2 Belang van de vondsten voor (menselijke) evolutie & paleoantropologie
 - 1.3 De fossielen van Trinil: nog steeds actueel
 2. Gedetailleerde omschrijving van het object (fysieke kenmerken)
 - 2.1 De kies
 - 2.2 Het schedeldakje
 - 2.3 Het dijbeen
 3. Tijdslijn behorende bij het object/de objecten
 - 3.1 Voorafgaand aan Trinil
 - 3.2 De Trinil opgravingen en de vondst van de kies, het schedeldakje en de femur
 - 3.3 De Trinil opgravingen gaan door: de publicatie en presentatie van de Trinil vondsten
 - 3.4 Na de Trinil opgravingen van Dubois
 4. Context ten opzichte van de bredere collectie (indien van toepassing)
 5. Context van de opgravingen en transport naar Nederland
 - 5.1 Onder welke omstandigheden zijn de vondsten verkregen?
 - 5.1.1 Omstandigheden tijdens Trinil opgravingen
 - 5.1.2 Andere (lokale) contacten
 - 5.1.3 Het bredere perspectief
 - 5.2 Hoe is er met het materiaal omgegaan na opgraving/verzameling?
 - 5.2.1 In Indonesië
 - 5.2.2 In Nederland
 6. Suggesties voor verder onderzoek (waarden en wetenschappelijk)
 - 6.1 Openstaande wetenschappelijke vragen
- Literatuurverwijzingen

1. Introductie op de objecten (beschrijving belang / uitzonderlijkheid)

1.1 Achtergrond¹

Eugène Dubois werd in 1858 geboren en groeide op in het zeer katholieke Zuid-Limburg. Toen hij een jaar oud was, in 1859, schokte Charles Darwin de wereld met de publicatie van 'The origin of species', waarin hij beschreef dat de planten en dieren op aarde niet het resultaat zijn van de schepping, maar van evolutie. Over de implicatie, dat ook de mens het product is van evolutie, blijft hij nog wat vaag, maar de boodschap is duidelijk. Die duidelijkheid geeft Darwin uiteindelijk zelf ook, in 1871, als hij "The descent of man" publiceert.

Het belang van Darwin en de invloed die hij heeft gehad op de wetenschapsontwikkeling kan alleen maar vergeleken worden met de allergrootste wetenschappers in de geschiedenis, zoals Copernicus, Newton, of Einstein. Maar in de eerste decennia na de publicatie van zijn boeken was nog lang niet iedereen overtuigd. De bijbel was immers duidelijk over de schepping van de mens en de kerk was er nog niet aan toe om Darwin te volgen. Maar ook gerenommeerde wetenschappers gingen de strijd met hem aan. Een belangrijke kritiek op Darwins theorie van de evolutie van de mens was dat er geen hard, fossiel bewijs gevonden was. Als de mens uit de aap geëvolueerd is, dan zouden er soorten geweest moeten zijn tussen aap en mens in. Maar die waren nooit gevonden. Deze zgn. '*Missing link*' beheerste lange tijd het debat.

In deze periode van grote ontdekkingen en heftige debatten groeide Eugène Dubois op. Hij is in zijn vrije tijd vooral buiten te vinden waar hij planten en dieren verzamelde en fossielen hakte uit de mergel. Hij gaat naar Amsterdam om geneeskunde te studeren. Hij doet dat met goed gevolg en lijkt een succesvolle wetenschappelijke carrière te gaan krijgen. Groot is dan ook de verbazing bij zijn professoren wanneer Dubois besluit de universiteit vaarwel te zeggen. Nadat hij de boeken van Darwin heeft gelezen is in zijn hoofd het idee gerijpt dat hij de *missing link* gaat vinden, om het onweerlegbare bewijs te leveren dat de mens evolutionair afstamt van de apen.

Darwin had Afrika aangewezen als de meest waarschijnlijke plaats waar de vroege mens was geëvolueerd. Dubois verschilde met Darwin van mening. Tijdens zijn studie deed hij vergelijkend onderzoek naar de anatomie van het strottenhoofd. Op basis van wat hij zag leek het hem dat niet de chimpansee of de gorilla het dichtst bij de mens stond maar de gibbon. Dubois koos daarom, in navolging van Ernst Haeckel, die de oorsprong van de mens ook in Azië plaatste, voor

¹ Zie sectie 3 (tijdlijn) voor meer details en bronverwijzingen m.b.t. Dubois en de vondsten van Trinil.

Nederlands-Indië, waar mensapen zoals de gibbon en de orang-oetan leven. Hij besluit subsidie aan te vragen om naar Nederlands-Indië te reizen, maar dit verzoek wordt afgewezen. Om toch te kunnen gaan en om ervoor te zorgen dat hij zichzelf en zijn gezin kan onderhouden, besluit hij in 1886 om zich aan te melden bij het Koninklijk Nederlandsch-Indisch Leger als medisch officier tweede klasse. Dat lukt, en samen met zijn vrouw en dochtertje scheept hij zich in om op 11 december 1887 in Padang, Sumatra te arriveren.

Dubois gebruikt alle tijd die hij kan vinden naast zijn medische taken met het zoeken naar fossielen. Hij slaagt er in zijn meerderen steeds meer te overtuigen van het nut daarvan, waardoor hij steeds meer steun krijgt van de plaatselijke Nederlandse autoriteiten om tijd en middelen te besteden aan zijn expedities, onder andere door het publiceren van een artikel in het *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, waarin hij in 1889 schrijft over het potentieel van paleontologisch onderzoek in Nederlands-Indië (Dubois, 1889), en door de steun van belangrijke onderzoekers ter plaatse, zoals Melchior Treub. In 1889 wordt hij van zijn militaire taken ontheven en komt hij in dienst van het Ministerie van Onderwijs, Eeredienst en Nijverheid, waar hem wordt toegestaan om zijn expedities voort te zetten. Eindelijk heeft Dubois gekregen wat hij al sinds het midden van de jaren '80 wenste: de ruimte om zijn wetenschappelijk onderzoek naar "de missing link" in Nederlands-Indië naar eigen inzicht uit te voeren, waarbij hij zich nu actief gesteund wist door de Nederlands-Indische regering. Waar hij naar fossielen zocht en hoe hij zijn onderzoek inrichtte bepaalde Dubois helemaal zelf.

Zijn zoektocht richtte zich aanvankelijk op grotten in Sumatra, maar daarin vindt hij vooral fossielen die hem minder oud lijken dan de fossielen van hominiden waar hij naar op zoek is. Op Java bij Wadjak worden in die periode menselijke fossielen gevonden door de mijnbouwkundige van Rietschoten, die weliswaar niet zijn gezochte tussenvorm betreffen, maar wel duidelijk prehistorisch zijn. Dubois werkt nog enige tijd op Sumatra, en besluit dan zijn zoektocht op Java voort te zetten.

In 1890 richt hij zijn aandacht op de oevers van de Solo Rivier en op de Kendeng Heuvels, waarvan al langer bekend was (o.a. door het werk van de Javaanse onderzoeker Raden Saleh en de Duitse onderzoekers Franz Junghuhn en Karl Martin) dat hier fossielen van prehistorische dieren konden worden gevonden. Na te hebben gezocht op meerdere plekken werd er bij de vindplaats Trinil langs de Solo Rivier eindelijk succes geboekt. Met behulp van twee officieren van de genie, een aantal lokale arbeiders en groep van 30 tot 40 gevangenen die door de Assistent-Resident van Ngawi, G.A. Hogenraad, ter beschikking werden gesteld, worden hier niet alleen een grote hoeveelheid fossielen van prehistorische diersoorten gevonden, maar ook een aapachtige kies (1891), een aapachtig schedeldakje (1891) en een relatief modern-uitziend dijbeen (1892). Deze schrijft hij in eerste instantie toe aan een nieuwe soort: *Anthropopithecus erectus*; een rechtop lopende chimpanzee. Na het bestuderen van meer vergelijkingsmateriaal en het vaststellen van de herseninhoud van het schedeldakje, schrijft hij de vondsten in 1894 toe aan een nieuw geslacht en soort: *Pithecanthropus erectus* (Dubois, 1894b), de rechtop gaande aapmens. Het ongelooflijke is gebeurd: Dubois heeft het evolutionaire verband tussen aap en mens gevonden. Deze vondst zal hem wereldberoemd maken.

Na terugkomst uit Nederlands-Indië in 1895 presenteerde hij zijn vondsten op verschillende congressen in Europa en in een serie publicaties. De reactie op zijn vondsten en bevindingen was wisselend: sommigen interpreteerden de vondsten als die van een aap (vooral op basis van het schedeldakje of de kies), anderen interpreteerden de vondsten als die van een mens (vooral op basis van de modern uitziende dijbeen) en er waren onderzoekers die dachten dat *Pithecanthropus erectus*

een tussenvorm vertegenwoordigde, zoals Dubois veronderstelde. Ook de samenhang tussen het schedeldakje en het dijbeen was een heikel punt: zijn ze afkomstig van dezelfde soort en, zoals Dubois beweerde, ook van hetzelfde individu? Hoewel hij gaandeweg en na het presenteren en publiceren van meer details over de vondst omstandigheden, meer medestanders kreeg, bleven sommige onderzoekers twijfelen aan zijn bevindingen. De twijfel over zijn vondsten verbitterde Dubois, hij trok zich terug en liet “zijn” fossielen steeds minder bestuderen door collega’s, die ondertussen zijn bevindingen wél steeds meer accepteerden. Tussen 1900 zijn dood in 1939 bleef zijn rol, op enkele publicaties na, beperkt.

In de loop van de 20^e eeuw is de discussie rond Trinil verbreed, met internationale wetenschappelijke discussies die zich niet alleen op de anatomie van de fossielen richt, maar ook op andere facetten, zoals de chemische “vingerafdruk” en de interne structuur van de fossielen (Bartsiokas & Day, 1993; Bergman & Karsten, 1952; Day & Molleson, 1973; Joordens et al., 2015; Matsu’ura, 1986), de geologische opbouw en ouderdom van de vindplaats (Bartstra, 1982, 1983; Soeradi et al., 1985), de exacte herkomst van de fossielen binnen de vindplaats (de Vos & Sondaar, 1982) en de soorten dieren die bij de menselijke fossielen zijn gevonden (de Vos et al., 1982; Hooijer, 1983; Sondaar et al., 1983). Hiermee is de discussie rond de Trinil fossielen aanzienlijk verbreed en verdiept en het belang van de fossielen alleen maar toegenomen.

1.2 Belang van de vondsten voor (menselijke) evolutie & paleoantropologie

De Trinil vondsten kwamen op een moment dat het werk van Darwin en de evolutieleer in het algemeen sterk onder vuur lagen (Howell, 1994). Het gebrek aan (menselijke) tussenvormen was één van de kritiekpunten van Darwin’s *Origin of Species* (Shipman & Storm, 2002). Vondsten van de Neanderthaler, zoals de eerste vondst in het Neandertal, werden door de bekende anatoom Virchow pathologisch genoemd (Rosen, 1977), of werden toegeschreven aan een zeer primitief menselijk ras (Huxley, 1863). Met zijn monografie over *Pithecanthropus erectus* was Dubois de eerste die zulke vondsten expliciet positioneerde tussen de aap en de mens en het potentieel van nieuwe fossielen begreep om de evolutionaire verbanden tussen levende vormen te bestuderen: zijn werk toonde aan dat evolutie ook van toepassing was op de mens (Shipman & Storm, 2002).

De Trinil vondsten speelden ook een sleutelrol in de ontwikkeling van de paleoantropologie als een nieuw vakgebied (Howell, 1994; Shipman & Storm, 2002; Theunissen, 1989). In de vijf jaar na zijn monografie uit 1894 over *Pithecanthropus erectus* verschenen er maar liefst 95 artikelen over deze fossielen. Zo begon Schwalbe, een bekend anatoom en antropoloog, de eerste uitgave van een nieuw (paleo)antropologisch tijdschrift met een lange bijdrage over de Trinil fossielen (Schwalbe, 1899) waarna nog diverse bijdragen over hetzelfde onderwerp volgden. Schwalbe’s student Weidenreich zou later een sleutelrol spelen in de beschrijving van *Sinanthropus pekinensis* (Weidenreich, 1930, 1936, 1938). Begin 20e eeuw verschenen ook de eerste boeken over de (palaeo)antropologie, waarin Dubois’ vondsten vaak een centrale rol speelden.

De Trinil vondsten stimuleerden ook nieuw paleo-antropologisch veldwerk wat in de jaren ’30 resulteerde in de ontdekking van nieuwe fossielen van *Pithecanthropus erectus*, zoals in Sangiran,

Modjokerto en Ngandong op het eiland Java (Oppenoorth, 1932; von Koenigswald, 1936); vindplaatsen waar, net als bij Trinil, nog actief onderzoek naar wordt gedaan (Berghuis et al., 2023; Huffman & Zaim, 2023; Rizal et al., 2020). Samen met recentere vondsten kent Indonesië, en Java in het bijzonder, een zeer hoge dichtheid aan resten van fossiele mensen (Indriati, 2004). In de jaren '30 werden in China ook fossielen van *Sinanthropus pekinensis* gevonden (Black, 1931). De Javaanse en Chinese vondsten werden op den duur samen tot *Pithecanthropus erectus* gerekend en uiteindelijk tot *Homo erectus* (Mayr, 1944, 1950).

Inmiddels zijn er vele honderden fossielen van *Homo erectus* gevonden. Deze “rechttopgaande aap” met “mensachtige trekken”, ontstond ruim twee miljoen jaar geleden in Oost-Afrika, waar hij het bos verruilde voor de savanne. De soort was zo succesvol dat het zijn leefgebied steeds verder konden uitbreiden. Ze migreerden naar gebieden buiten Afrika en zijn gevonden zover als zuidoost Azië. *Homo erectus* evolueerde tot *Homo heidelbergensis* waaruit niet alleen de Neanderthaler en de Denisova mens is ontstaan, maar ook de moderne mens.

De wetenschap over de menselijke evolutie heeft zich enorm ontwikkeld, met fossielen uit uiteenlopende plaatsen op aarde. De wetenschappers die op dit moment gebruikmaken van de kennis die is ontwikkeld op basis van de collectie Dubois komen uit alle delen van de wereld. Ze vergelijken hun uitkomsten met andere collecties die op andere plekken zijn samengebracht, zoals in Ethiopië, Kenia, Zuid-Afrika, Oekraïne en Indonesië. Deze samenwerking leidt ertoe dat we steeds meer weten over deze fascinerende periode op aarde, over de dieren en planten die er leefden en de omstandigheden waarin. Deze kennis is de collectieve kennis geworden van mondiale onderzoekers, en daarmee van ons allemaal.

1.3 De fossielen van Trinil: nog steeds actueel

Tegenwoordig is de toekenning van het schedeldakje aan *Homo erectus* onomstreden en is het waarschijnlijk dat het dijbeen niet van *Homo erectus* is, maar van een andere (vroeg) mensensoort (Ruff et al., 2015). Dit lijkt ondersteund te worden door recent veldwerk dat Naturalis samen met Indonesische samenwerkingspartners bij Trinil heeft uitgevoerd (Berghuis e.a. 2021; Hilgen e.a. 2023; Pop e.a. 2023 maar zie ook: Huffman e.a. 2022). De vraag van wie het dijbeen is blijft echter onbeantwoord en ook de toekenning van de kies aan *Homo erectus* wordt betwist (Zanolli et al., 2019). Heeft Dubois mogelijk verschillende (vroeg) mensesoorten opgegraven bij Trinil? Het mag duidelijk zijn dat de vondsten nog in het middelpunt van de (wetenschappelijke) belangstelling staan.

2. Gedetailleerde omschrijving van het object (fysieke kenmerken)

Dubois schreef in zijn publicatie ([Dubois 1894](#)) drie elementen toe aan *Pithecanthropus erectus*. Een kies (Trinil 1), een schedeldakje (Trinil 2) en een dijbeen (Trinil 3; of: Femur I). De taxonomische status van de fossielen is niet volledig duidelijk. Sommige onderzoekers zien de drie fossielen op basis van de originele publicatie als syntypes en hebben in een later stadium een lectotype aangewezen, het schedeldakje, waarmee de kies en het dijbeen paralectotypes zouden worden (Meikle & Parker, 1994). Anderen zien de drie fossielen ook individueel als syntypes maar menen dat de fossielen samen het holotype vormen (Huffman et al., 2022). Omdat Dubois de drie fossielen aan één individu toewees is het echter waarschijnlijker dat ze samen het holotype vormen, waarmee (per definitie) de aanwezigheid van syntypes uitgesloten kan worden. Later is *Pithecanthropus erectus* opgenomen in *Homo* als *Homo erectus* (Mayr, 1944, 1950). Dat alle fossielen tot *Homo erectus* behoren wordt, afgezien van het schedeldakje, betwist (zie hieronder). Op dit moment wordt de taxonomische status van de fossielen met onze Indonesische samenwerkingspartners onderzocht.

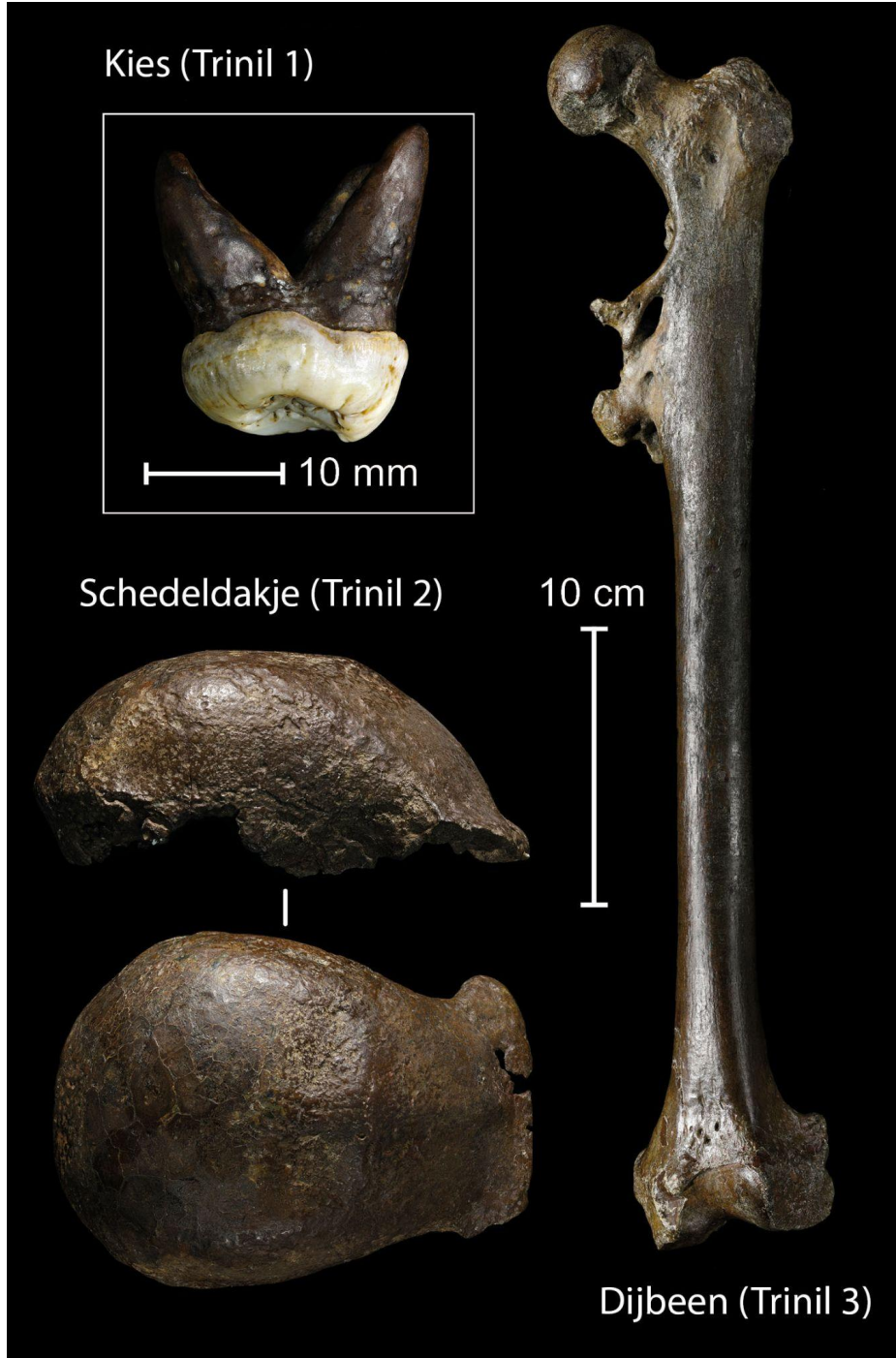
2.1 De kies

De kies (RGM.1332451; Trinil 1; Figuur 1) meet ca. 21 bij 15 bij 12 mm.

De kies is goed gefossiliseerd, waarbij de wijduitstaande wortels (door fossilisatie) donkerbruin zijn gekleurd en het tandemail wit/lichtgeel. De kies toont weinig slijtage door gebruik en/of natuurlijke processen (Smith et al., 2009).

Om welke kies het precies gaat (positie in het gebit) hangt (deels) samen met de taxonomische toekenning van de kies. De kies werd aanvankelijk gediagnosticeerd door Dubois als een derde molaar (verstandskies; M3) van *Pithecanthropus erectus* (*Homo erectus*) uit de rechterzijde van de bovenkaak. Volgens Smith et al (2009) is het onduidelijk welke positie de kies in de bovenkaak heeft, maar acht het onwaarschijnlijk dat het een M3 of M4 betreft, gezien de relatief wijd uitstaande wortels. Volgens die studie lijkt de kies, wat glazuurdikte betreft, het meest op een eerste molaar (M1) van *Homo erectus*. De meest recente studie (Zanolli et al., 2019) schrijft de kies echter toe aan het geslacht *Meganthropus* en acht het waarschijnlijk dat het om een M3 gaat.

Figuur 1.



2.2 Het schedeldakje

Het schedeldakje (RGM.1332450; Trinil 2; Figuur 1), ook wel calotte genoemd, betreft alleen de bovenste helft van de schedel van een volwassen individu; het aangezicht, de schedelbasis, en delen van de zijkant ontbreken. Het schedeldakje is met 185 mm lang en 130 mm breed vrij klein voor een mens(achtige), maar desalniettemin van een volwassen individu.

Het schedeldakje is sterk verweerd, zeker in vergelijking met het dijbeen en heeft een donkerbruine kleur. Op grote delen van het oppervlak zijn putjes zichtbaar. Op het achterhoofd zijn scheurtjes zichtbaar; hier is het oppervlak van de schedel gemanipuleerd door Dubois t.b.v. conservatie (zie sectie 5.2)

2.3 Het dijbeen

Het vrijwel complete dijbeen is van een volwassen individu (RGM.1332452; Trinil 3; Figuur 1) en is 432 mm lang.

Het dijbeen is vrijwel compleet; alleen distaal aan de achterzijde (popliteal oppervlak en de fossa intercondyloidea van de posterior epiphyse) ontbreekt er een stuk. Tijdens het opgraven in 1892 was het bot was op die plek gefragmenteerd. Bij het lijmen van het bot in het veld zijn de fragmenten zoek geraakt (Dubois, 1926; Kriele & de Winter, 1892).

Het oppervlak van het bot is (door fossilisatie) donkerbruin gekleurd en vrij goed bewaard gebleven. Ook het binnenste van het bot is goed bewaard gebleven/gefossiliseerd, zoals zichtbaar op microCT scans. Op diezelfde beelden is te zien dat de mergholte opgevuld is met materiaal van relatief hoge dichtheid. Op basis van de dichtheid en structuur lijkt het te gaan om een chemische opvulling van calciet, dat na bedekking door sedimenten in de mergholte is afgezet. Vergelijkbare chemische afzettingen worden ook in dierlijke botten van de Dubois collectie aangetroffen die tijdens het opgraven in Trinil gebroken zijn. De sterke mate van fossilisatie en de opvulling van het dijbeen dragen bij aan het relatief hoge gewicht van het bot. Verder zijn er verschillende sporen van monsternamen zichtbaar (zie sectie 5.2).

Het dijbeen valt verder op door een pathologische exostose, proximaal op de schacht. Dubois schreef deze exostose toe aan een verwonding (Dubois, 1894b), maar anderen speculeerden ook over het gevolg van een infectie (Virchow, 1895), myositis ossificans (Day & Molleson, 1973), of fluorose (Soriano, 1970). Of deze exostose effect heeft gehad op de groei van het bot (en daarmee de vorm en taxonomie) wordt betwist (Day & Molleson, 1973; Joordens et al., 2015; Ruff et al., 2015). Ook aan het distale deel lijken botafwijkingen zichtbaar (Day & Molleson, 1973), maar deze lijken geen invloed te hebben gehad op de vorm van schacht, evenmin als verdunning van de cortex door het ontzien van het been (Ruff et al., 2015).

Het dijbeen is slank, gezien de verhouding tussen de lengte en de dikte van de schacht. Aan de hoeken van de gewrichtsvlakken valt af te leiden dat het dijbeen vrij recht op het scheenbeen moet hebben gestaan. Het dijbeen is wat vorm betreft vrijwel gelijk aan dat van de moderne mens; een feit dat al door Dubois en zijn tijdgenoten werd vastgesteld (Howell, 1994). Desalniettemin schreef Dubois het bot omwille van kleine vormaspecten en de door hem veronderstelde samenhang met het schedeldakje toe aan *Pithecanthropus erectus* (Dubois, 1894b), nu ondergebracht onder *Homo erectus*. Aan deze toewijzing is altijd getwijfeld, zeker na de vondst van dijbenen van andere *Homo erectus* individuen (zie tijdlijn). Recent onderzoek heeft vastgesteld dat het dijbeen niet past binnen de vormvariatie van bekende *Homo erectus* fossielen uit het Vroeg en Midden Pleistoceen en dat het fossiel het meest lijkt op dat van de moderne mens (Ruff et al., 2015). Gezien het ontbreken van Laat Pleistoceen *Homo erectus* vergelijkingsmateriaal en de aanwezigheid van andere vroege mensensoorten in Zuidoost Azië blijft de taxonomie van het dijbeen onduidelijk (Pop et al., 2023).

3. Tijdslijn behorende bij het object/de objecten

3.1 Voorafgaand aan Trinil

1885-1887

Dubois vraagt subsidie aan voor een expeditie naar Indonesië maar dit verzoek wordt afgewezen. Om toch te kunnen gaan en ervoor te zorgen dat hij zichzelf en zijn gezin kan onderhouden besluit hij in 1886 om bij het Koninklijk Nederlandsch-Indisch Leger te gaan als medisch officier tweede klasse (Theunissen, 1989, p. 32). Hij arriveert op 11 december 1887 in Padang, Sumatra (Theunissen, 1989, p. 37).

1888

Dubois laat zich in mei 1888 op eigen verzoek overplaatsen naar Pajakombo, Sumatra ('Koloniaal verslag 1889', 1890, p. 124), waar hij meer mogelijkheden voor onderzoek ziet, en gaat op zoek naar grotten geschikt voor opgravingen (Theunissen, 1989, p. 38). Na verkennend onderzoek begint hij in juli met opgravingen in de Lida Ajer grot waar hij fossielen van dieren vindt en die van een vroege mens (Dubois, z.d.). Intussen schrijft hij een artikel over de wenselijkheid van paleontologisch onderzoek in Nederlands-Indië (Dubois, 1889) om zodoende de Nederlands-Indische regering te overtuigen om zijn onderzoek financieel te ondersteunen. Dit trekt de aandacht van leden van het Indisch Comité van Wetenschappelijk Onderzoek en de Commissie tot Bevordering van het Natuurkundig Onderzoek der Nederlandsche Koloniën en deze leggen zijn plannen voor aan de Nederlands-Indische regering (Theunissen, 1989, p. 39). Op 24 oktober ontdekt Mijnbouwingenieur B.D. van Rietschoten op Java de Wadjak schedel (Theunissen, 1989, p. 41), die uiteindelijk bij Dubois terecht komt (Dubois, 1890b).

1889

Op 6 maart 1889 neemt de Nederlands-Indische Regering het besluit (no. 6) om het onderzoek van Dubois te steunen waarbij hij wordt toegevoegd aan het entourage van de Directeur van Onderwijs, Eeredienst en Nijverheid, om paleontologisch werk uit te voeren op Sumatra en mogelijk Java ('Koloniaal verslag 1889', 1890, p. 124), met als stipulatie dat de fossielen "te harer beschikking" worden gesteld (Brongersma, 1941; de Jongh, 1931, 1932). Hij krijgt twee leden van de genie (Franke en van den Nesse) en 50 dwangarbeiders om hem te helpen met het opgravingswerk op Sumatra (Theunissen, 1989, p. 39). Hij breidt zijn werkzaamheden uit over meerdere locaties in de hooglanden van Padang, maar die blijken lang niet zo succesvol als de Lida Ajer grot (Theunissen, 1989, p. 40). Bovendien zijn bijna alle fossielen van bestaande diersoorten en daarmee naar zijn idee niet oud genoeg. Door de vondst van de Wadjak schedel op Java (zie 1888), die op Dubois een prehistorische indruk maakt, en de inschatting van Verbeek dat hij betere kansen heeft op Java, waar de fossielen

bovendien van grotere ouderdom blijken te zijn, doen hem besluiten om op Java verder te zoeken (Theunissen, 1989, p. 41).

1890

In juni 1890 begint Dubois met zijn veldwerk op Java. Hij krijgt wederom de beschikking over twee korporaals (Kriele en de Winter) van de genie die op het werk toezien en hem regelmatig berichten over de werkzaamheden. Dubois zelf is in Toeloeng Agoeng gestationeerd waar hij de vondsten prepareert en bestudeert (Theunissen, 1989, p. 44). De werkzaamheden beginnen in de kalksteenheuvels van de regentschappen van Madiun en Kediri, waar de vondsten van Wadjak waren gedaan door Van Rietschoten (zie 1888). In september wordt hier een tweede menselijke schedel en later ook andere menselijke fossielen gevonden (Dubois, 1891d, 1891e). Er worden werkzaamheden verricht in de Kendeng heuvels en bij Pati Ajam, waarvan al langer bekend was dat hier fossielen van grote(re) ouderdom gevonden konden worden; o.a. door onderzoek van Raden Saleh, Junghuhn, Martin, en Verbeek (Theunissen, 1989, p. 44). Zijn eerste veldwerk vindt plaats bij Kedoeng Loemboe, waar Raden Saleh ook fossielen heeft verzameld (Brongersma, 1941), en het nabijgelegen Kedoeng Broeboes. Hier vindt hij een ongeclassificeerd kaakfragment (*Homo spec. indet.*) (Dubois, 1891e) dat hij later aan *Pithecanthropus erectus* toeschrijft (Dubois, 1894b). De grote rijkdom aan dierlijke fossielen gevonden langs de Solo Rivier, die hij van de juiste ouderdom acht, doen hem besluiten om zijn aandacht op dit gebied te vestigen. Hij maakt daarbij op 14 november voor het eerst melding van Trinil als vindplaats van fossielen (Dubois, 1890a).

3.2 De Trinil opgravingen en de vondst van de kies, het schedeldakje en de femur

1891

De opgravingen van 1891 bij Trinil beginnen op 1 september 1891 en vrijwel direct worden de eerste vondsten van fossiele vertebraten gemeld (Kriele & de Winter, 1891a) die op 18 september naar Toeloeng Agoeng worden verzonden (Kriele & de Winter, 1891c). Meer zendingen volgen in september en oktober waarin ook meteen twee belangrijke vondsten zitten. Dubois maakt in zijn september-memorandum melding van een kies (nu bekend als Trinil 1) van een chimpansee (*Anthropopithecus*: Dubois 1891c, die hij later aan *Pithecanthropus erectus* toewijst: Dubois 1894b). De kies zit waarschijnlijk in de zending van 26 september (Huffman et al., 2022), maar wordt niet vermeld in de begeleidende brief door Kriele en de Winter. Het schedeldakje, dat waarschijnlijk in de oktober zending zit, wordt voor het eerst genoemd in het oktober-memorandum van Dubois (Dubois, 1891b) en wordt net als de kies toegeschreven aan een chimpansee (*Anthropopithecus*), hoewel groter dan de huidige soort. Nadat hij de beschikking krijgt over beter vergelijkingsmateriaal en het schedeldakje uitgerepareerd is, schrijft hij het schedeldakje, net als de kies, toe aan *P. erectus* (Dubois, 1894b). Dat het schedeldakje niet wordt genoemd in de brieven van Kriele en de Winter wordt geweten aan het feit dat zijn assistenten het mogelijk verward hebben met het schild van een schildpad (Huffman et al., 2022). De opgravingen gaan in november en december door, maar worden regelmatig gehinderd door wisselende waterspiegels (Dubois, 1891b, 1892d). De transporten van deze twee maanden bevatten geen verdere vondsten van de "chimpansee". Dubois neemt zich desalniettemin voor om het volgende jaar verder te graven bij Trinil (Dubois, 1891a).

1892

De opgravingen van 1892 bij Trinil zijn begonnen in de eerste helft van juni. Gezien het hoge water wordt een nieuwe put gestart bovenaan de oever (Dubois, 1892b), waarin later Femur I zal worden gevonden. In eerste instantie wordt er weinig gevonden omdat ze de fossielrijke laag nog niet hebben bereikt, maar op 26 juli worden veel fossielen gevonden, vergelijkbaar met 1891 (Kriele & de Winter, 1892j). Op 31 augustus wordt door Kriele en de Winter voor het eerst melding gemaakt van de vondst van het dijbeen (Femur I); aan dezelfde kant van de rivier op ca. 12 m afstand van het schedeldakje en op dezelfde diepte (Kriele & de Winter, 1892l, 1892c). Deze zat naar alle waarschijnlijkheid in de lichte van 15 augustus (Huffman et al., 2022). Kriele en de Winter geven aan dat er stukjes ontbreken van Femur I die bij het lijmen op een djati blad zijn weggewaaid door de wind (Kriele & de Winter, 1892l). In Dubois' augustus-memorandum maakt Dubois melding van deze vondst die hij aan *Anthropopithecus erectus* toeschrijft en daarbij voor het eerst spreekt over een tussenvorm (Dubois, 1892a). Hij verwacht het hele skelet te vinden, zij het verspreid over een groter oppervlak (*ibid.*). Er wordt gezocht naar meer botten van dezelfde soort door een veel grotere opgravingsput van 25x6 m aan te leggen, maar ze moeten eerst meer van de bovenliggende lagen verwijderen (Dubois, 1892c) en er is daarnaast ook veel hinder van het water (Kriele & de Winter, 1892b). Dubois bericht Kriele en de Winter zo lang mogelijk door te gaan (notitie Dubois in kanttekening Kriele en de Winter 1892d). Kriele en de Winter adviseren Dubois op 18 november het veldwerk voor dat jaar te beëindigen (Kriele & de Winter, 1892h), zonder dat ze meer fossielen van *Anthropopithecus erectus* hebben gevonden. Achteraf blijkt er in oktober 1892 een tweede kies te zijn gevonden die Dubois later aan deze soort toeschrijft (Dubois, 1896a). In de Verslagen van het Mijnwezen, 3^e kwartaal 1892, spreekt Dubois voor het eerst publiekelijk over de soortnaam *Anthropopithecus erectus*.

3.3 De Trinil opgravingen gaan door: de publicatie en presentatie van de Trinil vondsten

1893

In 1893 gaan de opgravingen bij Trinil door zonder nieuwe vondsten die toegeschreven kunnen worden aan de nieuwe soort (de Vos & Aziz, 1989; Huffman et al., 2022). Dubois laat een monument oprichten aan de rechteroever van de Solo rivier, waarop de afstand en richting naar de vindplaats staan aangegeven (Dubois, 1893a). Tegen het einde van 1893 spreekt Dubois in zijn kwartaalrapportages voor het eerst over *Pithecanthropus erectus* (Dubois, 1894a).

1894

Na het manuscript in januari 1894 te hebben ingediend, wordt in augustus zijn monografie gepubliceerd, waarin hij zijn vondsten aan een breder publiek presenteert: *Pithecanthropus erectus, eine menschenähnliche Uebergangsform* (Dubois, 1894b).

Het jaar 1893 was (vooralsnog) het laatste jaar dat er bij Trinil opgegraven werd, zodat kon worden overgegaan tot het determineren en beschrijven van de fossielen. Omdat er in Nederlands-Indië onvoldoende vergelijkingsmateriaal voorhanden was en omdat hoogleraar K. Martin te Leiden de taak niet op zich kon nemen, besloot de Nederlands-Indische regering in mei 1894 dat Dubois naar Nederland zou reizen om daar zelf deze taak op zich te nemen ('Koloniaal verslag 1894', 1895, pp. 116-117). Hoewel er niet werd opgegraven bij Trinil, worden er wel foto's gemaakt van de vindplaats

die tot op heden een belangrijk rol spelen in het vaststellen van de (geologische) herkomst van de mensachtige fossielen (Huffman et al., 2022; Pop et al., 2023).

Het laatste kwartaal van 1894 wordt besteed aan het klaarmaken en verzenden van de collectie naar Nederland ('Koloniaal verslag 1895', 1896, p. 134).

1895

De eerste reactie op Dubois' monografie komen binnen en zijn enigszins of ronduit kritisch (Manouvrier, Pettitt, Krause, Virchow, Lydekker, Cunningham, Keith, Turner, Topinard, Matschie, ten Kate, R. Martin). Een uitzondering daarop zijn Marsh en Haeckel (Howell, 1994; Theunissen, 1989, pp. 80-89).

Intussen maakt Dubois, gemachtigd door de Nederland-Indische regering, een reis naar de Siwaliks in Brits-Indië ('Koloniaal verslag 1894', 1895, pp. 116-117; 'Koloniaal verslag 1895', 1896, p. 134). Het formele besluit van de Nederland-Indische regering van 19 juni 1895 (no. 8) draagt hem op om in commissie naar Nederland te reizen voor een duur van 2 jaar om daar de Trinil collectie te bestuderen waarbij hij gebruik kan maken van vergelijkingsmateriaal van het Museum van Natuurlijke Historie in Leiden en van andere Europese musea ('Koloniaal verslag 1895', 1896, p. 134; 'Koloniaal verslag 1896', 1897, p. 112). Op 27 juni begint Dubois zijn reis vanuit Batavia en neemt de *Pithecanthropus erectus* fossielen met zich mee (Shipman, 2001, p. 267). Hij komt in augustus aan in Nederland en begint daar met de uitwerking van de collectie ('Koloniaal verslag 1895', 1896, p. 134; Theunissen, 1989, p. 89). Voor opslag van de collectie van meer dan 400 kisten had de Minister van Binnenlandse Zaken een galerij aangewezen in het gebouw aan het Rapenburg waar het Museum van Natuurlijke Historie was gehuisvest, maar deze bleek al in gebruik. De collectie werd uiteindelijk opgeslagen in het koetshuis van het huis van notaris Obreen aan de Doelensteeg te Leiden, waar de collectie tot 1915 bleef (Brongersma, 1941).

Kriele en de Winter zetten de opgravingen in Trinil voort en blijven Dubois rapporteren over de voortgang (de Vos & Aziz, 1989; Huffman et al., 2022). De vondsten uit 1895 en de daaropvolgende opgravingsjaren (zie hieronder) worden ook naar Nederland verzonden (Brongersma, 1941).

Dubois reageert in september van 1895 tijdens het 3^e internationale congres voor de zoölogie in Leiden op de kritiek die zijn monografie had gekregen en laat daar ook zijn *Pithecanthropus erectus* vondsten zien (Dubois, 1896a). Hij geeft meer details over geologische context van de vondsten en over de fauna die hij heeft gevonden en concludeert dat de discussie over het schedelkapje, volgens sommigen een aap volgens anderen een mens, zijn positie ondersteunt. Ook presenteert hij een tweede kies van *Pithecanthropus erectus* die in oktober 1892 is gevonden, ca. 3 meter van het schedeldakje. Zijn presentatie geeft meer duidelijkheid over zaken die niet in de monografie zijn besproken, maar twijfel bleef bestaan. Dubois bezoekt in 1895 en 1896 meerdere congressen en instituten (Luik, Brussel, Parijs, Londen, Edinburgh, Dublin, Berlijn, Jena) om zijn vondsten te presenteren en te verdedigen (Theunissen, 1989, p. 93) en laat daarbij voor het eerst een illustratie zien van een fylogenetische ("familie") stamboom van *Pithecanthropus erectus* (Dubois, 1895), die hij in 1896 alweer moest wijzigen (Dubois, 1896c). In 1895 en 1896 verschijnen ook de eerste publicaties van andere onderzoekers over de vondsten (Manouvrier, die nu meer op Dubois' hand is; De Mortillet; Pettitt; Verneau; Nehring; Dames; Jaekel; Haeckel; Turner; Hepburn; Keith; Cunningham) die, na de nieuwe informatie van Dubois' zijde, beduidend milder zijn in hun oordeel. Vanuit Duitsland (Virchow,

Volz, Bumüller, Hubrecht, Branco, Kollmann, Klaatsch) en België (Houzé) blijft echter kritiek komen (zie Theunissen 1989 en verwijzingen daarin)

1896

Zowel de opgravingen bij Trinil (de Vos & Aziz, 1989; Huffman et al., 2022) als Dubois' tour door Europa gaan door. Hij publiceert preciezere berekeningen voor de schedelinhoud van het schedelkapje en presenteert een getekende reconstructie van hoe de volledige schedel eruit moet hebben gezien (Dubois, 1896b).

Op 8 juni 1896 wordt de Dubois collectie door de minister van Binnenlandse Zaken in een brief aan het college van curatoren toegewezen aan het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie onder voorlopig beheer van Dubois; na bewerking zal de collectie worden opgenomen in die van het museum (Brongersma, 1941; de Jongh, 1932; Escher, 1931).

1897

Opgraving bij Trinil gaan door (de Vos & Aziz, 1989; Huffman et al., 2022). Dubois wordt bij het Teylers Museum (Haarlem) benoemd tot curator voor de afdeling paleontologie en blijft dit voor de rest van zijn leven (Theunissen, 1989, p. 3). De Nederlands-Indische regering besluit hem op 19 mei 1897 (no.1) twee jaar extra tijd te geven om zijn uitwerking van de collectie uit te voeren ('Koloniaal verslag 1897', 1898, p. 137).

1898

Op het 4^e Internationale Zoölogisch congres in Cambridge presenteert Dubois een nieuwe vondst van *Pithecanthropus erectus*: een premolaar uit de onderkaak die bij de opgravingen van 1897 is gevonden in dezelfde laag als de andere vondsten van deze soort (Dubois, 1899). Daarnaast laat hij voor het eerst een afgietsel zien van de schedelholte. Ondertussen dreigt de opgraving bij Trinil stopgezet te worden, maar een motie op hetzelfde congres in Cambridge dringt er bij de Nederlands-Indische regering op aan om het werk bij Trinil voort te zetten (Brongersma, 1941).

1899

De commissie van Dubois, die inmiddels benoemd was tot bijzonder hoogleraar in Amsterdam, wordt nog eens met twee jaar verlengd door de Nederlands-Indische regering (besluit 17 juli 1899, no.2; 'Koloniaal verslag 1899' 1900, 112). Tevens neemt zij, n.a.v. van de motie op het bovengenoemde congres van 1898, het besluit dat Kriele en een 50-tal "werklieden" de werkzaamheden bij Trinil kunnen hervatten tot December van 1899 (besluit 28 juli 1899, no. 10; ('Koloniaal verslag 1899', 1900, p. 112), wat inderdaad ook gebeurt (de Vos & Aziz, 1989; Huffman et al., 2022).

Schwalbe publiceert een zeer uitgebreide beschrijving van het schedelkapje en komt daarbij tot dezelfde conclusie als Dubois: *Pithecanthropus erectus* staat tussen aap en mens (Schwalbe, 1899).

1900

Dankzij een verlenging van de toestemming van de Nederlands-Indische regering ('Koloniaal verslag 1900', 1901, p. 102) kon er ook in 1900 nog worden opgegraven bij Trinil (de Vos & Aziz, 1989; Huffman et al., 2022), waarbij achteraf bleek dat er nog meer resten van *Pithecanthropus erectus* werden gevonden (zie 1932 en 1934-1935).

Er is nog steeds geen wetenschappelijke consensus over de Trinil fossielen, maar het debat wordt milder en er zijn meer onderzoekers die zijn ideeën ondersteunen. Desalniettemin trekt Dubois zich terug uit het debat (Theunissen, 1989, p. 121). Een uitzondering vormt de presentatie van een reconstructie van *Pithecanthropus erectus* op de wereldtentoonstelling van 1900 in Parijs (Dubois, 1902) waarin hij alle tot dan toe bekende fossielen van deze soort gebruikt (inclusief die van Kedoeng Broeboes).

3.4 Na de Trinil opgravingen van Dubois

1906-1908

Leonore Selenka doet tussen 1906 en 1908 opgravingen bij Trinil. Deze leveren geen nieuwe *Pithecanthropus erectus* vondsten op, maar leveren wel een schat aan informatie over de stratigrafie, fauna, en ouderdom van Trinil. Dit veldwerk voerde de druk op bij Dubois om te publiceren over de bij Trinil gevonden fauna, wat resulteerde in twee korte bijdragen (Dubois, 1907, 1908).

1911

De monografie over de opgraving van Leonore Selenka wordt gepubliceerd (Selenka & Blanckenhorn, 1911).

1912

De minister van Binnenlandse Zaken wordt in het voorlopig verslag van de staatbegroting 1913 verzocht ervoor te zorgen dat Dubois de collectie overdraagt aan het geologisch-mineralogisch museum ('Staten-Generaal. Tweede Kamer. Staatsbegroting 1913. Binnenlandsche Zaken. Voorlopig verslag.', 1912), waarmee, gezien het vergelijkbare verzoek van 1896 en de observaties van Brongersma (1941), het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie te Leiden wordt bedoeld.

1915

De collectie wordt verhuisd van het koetshuis aan de Doelensteeg naar de bovenverdieping van het gebouw waarin destijds het Museum van Natuurlijke Historie was gevestigd; de collectie verhuist vervolgens in 1919 naar de Breestraat 22 te Leiden om uiteindelijk in 1925 in het nieuwe Academische Ziekenhuis te worden ondergebracht (Brongersma 1941).

1929

De vondst van twee schedels (1929 & 1931) van *Sinanthropus pekinensis* in Zhoukoudian (China). De opgraver, D. Black merkt de grote gelijkenissen tussen *Pithecanthropus* en *Sinanthropus* op (Black, 1931). Weidenreich suggereert dat ze tot dezelfde "groep" behoren (Weidenreich, 1931); volgens Weinert zelfs tot hetzelfde genus: *Pithecanthropus pekinensis* (Weinert, 1931). Dubois heeft taxonomische bezwaren (Dubois, 1932c), maar de vondsten ondersteunen, in algemene zin, Dubois' bevindingen.

1930

De katholieke priester Bernsen begint in oktober 1930 met het organiseren en catalogiseren van de Dubois Collectie (Brongersma, 1941).

1931

In 1931 is de bewerking van de collectie door Dubois nog niet voltooid waardoor hij nog steeds wordt beheerd door Dubois en daarmee nog niet is overgedragen aan het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie (Escher, 1931).

1932

In 1932 besluit de Nederlands-Indische regering op advies van haar Natuurwetenschappelijke Raad dat de Dubois-collectie, althans de unica en originelen daaruit, voorlopig in Nederland zullen blijven (de Jongh, 1932).

In 1932 maakt Dubois de vondst bekend van drie dijbenen van *Pithecanthropus erectus* die in 1900 bij Trinil zijn gevonden maar niet als zodanig herkend werden (Dubois, 1932a, 1932b). Volgens de huidige inzichten zijn deze dijbenen zeer waarschijnlijk van *Homo erectus* (Ruff et al., 2015). Om die reden (en de wetenschappelijke discussie rond Femur I) is ervoor gekozen om het meest complete exemplaar van de drie dijbenen uit 1900 (Femur II) in de tentoonstelling van Naturalis te laten zien.

De assistent van Dubois, Bernsen kwam te overlijden. Zijn taken werden kort waargenomen door M. Sanders, waarna Brongersma de deze definitief overnam (Brongersma, 1941)

1934-1935

Dubois maakt de vondst van een vijfde en zesde dijbeen van *Pithecanthropus erectus* bekend (Dubois, 1934, 1935). Het vijfde dijbeen (Femur V) komt net als Femur II-IV van Trinil en is daar ook in 1900 opgegraven (Dubois, 1934). Femur V wordt tegenwoordig toegewezen aan *Homo erectus* (Ruff et al., 2015).

In 1935 bepaalt de minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen dat de Dubois collectie wordt ondergebracht bij het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie in Leiden (Brongersma, 1941).

1936-1940

Van 1936 tot 1940 worden door von Koenigswald nieuwe *Pithecanthropus erectus* fossielen beschreven afkomstig uit Sangiran en Modjokerto (Java, Indonesië). Deze worden in de eerste plaats toegeschreven aan *Pithecanthropus erectus* (Franzen, 1982) en later aan *Homo modjokertensis* (von Koenigswald, 1936). Net als de vondsten van de *Sinanthropus pekinensis* heeft Dubois kritiek op de vondsten; hij denkt dat het gaat om *Homo soloensis* (Dubois, 1936b).

1938

In 1938 wordt voor het eerst het dijbeen van *Sinanthropus pekinensis* beschreven door Weidenreich (Weidenreich, 1938). Het lijkt duidelijk anders van vorm dan het in 1892 gevonden dijbeen van Trinil en dit ondersteunt het idee dat het Trinil schedeldakje en dijbeen niet van dezelfde soort of hetzelfde individu zijn.

1939

In 1939 komen von Koenigswald en Weidenreich tot de conclusie dat *Sinanthropus pekinensis* en *Pithecanthropus erectus* één en dezelfde soort zijn; *Pithecanthropus erectus* (von Koenigswald & Weidenreich, 1938).

De op verzoek van de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen opgestelde commissie voor de wetenschappelijke bewerking van de Dubois Collectie (met Dubois als voorzitter) neemt in september 1939 het besluit dat de *Pithecanthropus erectus* vondsten uit de collectie ondergebracht moeten worden in het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie i.v.m. veiligheidsoverwegingen. Ook een deel van de rest van de collectie wordt in 1939 en 1940 overgebracht naar het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie (Brongersma, 1941)

1940

Eugene Dubois komt op 16 December 1940 te overlijden.

1944

Pithecanthropus erectus en *Sinanthropus pekinensis* worden onder *Homo erectus* ondergebracht als junior synoniemen (Mayr, 1944, 1950) .

4. Context ten opzichte van de bredere collectie (indien van toepassing)

De kies, het schedeldakje, en het dijbeen maken deel uit van de fossielen die onder leiding van Dubois zijn gevonden bij Trinil (Oost-Java, Indonesië) in de jaren 1891-1893, 1895-1897, en 1899-1900. Deze verzameling bevat ca. 7000 objecten, voornamelijk fossielen van prehistorische gewervelde en ongewervelde dieren, zoals runderen, herten, olifantachtigen, zwijnachtigen, reptielen en weekdieren, maar ook de later door Dubois tot *Pithecanthropus erectus* gerekende fossielen: een tweede kies, een premolaar, en vier dijbenen (waarvan de meeste incompleet). Deze 'Trinil verzameling' maakt deel uit van de Dubois Collectie, die ca. 40.000 objecten omvat, voornamelijk bestaande uit fossielen van gewervelde dieren die zijn opgegraven tussen 1888 en 1900 in Indonesië onder leiding van Dubois. Daarnaast bevat de collectie ook fossielen van zijn bezoek aan en het veldwerk in de Siwaliks (India).

Na de machtsovername en de stichting van de Republiek Indonesië is het onderzoek op Java naar de leefwereld van de hominiden doorgegaan. Indonesische en Nederlandse onderzoekers en onderzoekers uit andere landen hebben in hechte samenwerking het werk voortgezet, vaak zelfs op dezelfde vindplaatsen, zoals in Trinil. Dat heeft wederom veel vondsten opgeleverd die in Indonesië worden bewaard. Gezien de vele wetenschappelijke vragen die er nog zijn (zie eerder) is het te verwachten dat ook de komende jaren het onderzoek ter plaatse zal worden gecontinueerd. Daarnaast wordt er aan de fossielen veel onderzoek gedaan in de laboratoria van de deelnemende instituten. De wetenschap heeft zich ontwikkeld en er zijn veel nieuwe technieken en apparaten beschikbaar om het onderzoek steeds verder te verfijnen. Om de nog resterende vragen te beantwoorden is vaak hoogtechnologisch onderzoek nodig, zoals ancient DNA-analyse (aDNA) en hoogwaardige scanning. De fysieke collecties zijn echter nog steeds de basis voor de wetenschappers die de biodiversiteit op aarde in kaart willen brengen of de evolutie van het leven op aarde willen begrijpen. Door de digitalisering is de mondiale wetenschapswereld stevig verbonden en kon het toponderzoek volledig internationaal worden. Voor de belangrijkste onderzoeksgebieden is het inmiddels zeldzaam dat onderzoek nog door individuele onderzoekers wordt gedaan, of zelf door onderzoekers uit hetzelfde instituut of land. Er wordt samengewerkt, er wordt samen gepubliceerd en er wordt samen veldwerk gedaan.

5. Context van de opgravingen en transport naar Nederland

5.1 Onder welke omstandigheden zijn de vondsten verkregen?

5.1.1 Omstandigheden tijdens Trinil opgravingen

Java is vanaf 1814 onderdeel van Nederlands-Indië en onder koloniaal bestuur tot 1942. Alle werkzaamheden van Dubois op Java (zowel in persoon of op afstand; van 1888-1900) vielen binnen deze periode. De Nederlanders hebben de macht en zijn bereid die waar nodig met geweld te verdedigen. Deze verhouding zal de relatie met de lokale bevolking in belangrijke mate hebben gedefinieerd, ook in perioden waarin het rustig en vreedzaam is. Van gelijkwaardigheid is nimmer sprake. Dat blijkt ook uit het feit dat aan Dubois verschillende malen gevangenen beschikbaar werden gesteld door het Nederlands-Indische gezag.

De werkzaamheden bij Trinil werden overzien door twee korporaals van de genie, G. Kriele & A. de Winter. Zij berichtten Dubois met regelmaat per brief over de omstandigheden en de voortgang van de werkzaamheden en zijn daarmee de meest directe bron over de omstandigheden ter plaatse. Dubois zelf voerde zijn werkzaamheden, het catalogiseren en bestuderen van het door Kriele en de Winter toegezonden materiaal, uit vanuit zijn huis in Toeloeng Agoeng (de Vos & Aziz, 1989; Theunissen, 1989, p. 44). Regelmatig, met name na bijzondere vondsten, bezocht Dubois de opgraving in Trinil.

De opgravingen zijn uitgevoerd op publiek grondgebied door veelal lokale arbeiders. De meeste arbeiders lijken dwangarbeiders/gestraften te zijn (Hogenraad, 1891), hoewel er ook wordt gesproken over het aantrekken van vrijwillige arbeiders ("vrijlui"; Kriele & de Winter, 1892h). De mandoers, of opzichters, lijken betaalde arbeiders te zijn, gezien één geval waarin een mandoer tot tweemaal toe werd gekort op zijn toelage omdat hij meerdere keren orders niet opvolgde (Kriele & de Winter, 1892i). In 1891 werd de gevangenen 10 à 20 cent per week beloofd wanneer ze goed werk leveren (Kriele & de Winter, 1891b), en een specifieke beloning werd uitgelooft voor het vinden van mensen- of apentanden (Kriele & de Winter, 1891e).

Bij de dwangarbeiders ging het om gestraften die door de Assistent-Resident van Ngawi G.A. Hogenraad ter beschikking werden gesteld (Hogenraad, 1891), waarschijnlijk afkomstig van Fort (Benteng) van den Bosch. Op z'n hoogst waren er bij Trinil tegelijkertijd 40 gevangenen tewerkgesteld, hoewel er om meer werd gevraagd (Kriele & de Winter, 1892a), om de hoge uitval te compenseren (ziekte, zie hieronder; of weggelopen: Kriele en de Winter 1892a; 1892c) of om sneller te werken en meer zendingen naar Dubois in Toeloeng Agoeng mogelijk te maken (Kriele & de Winter, 1891b,

1892k), maar die waren niet beschikbaar. De Assistent-Resident hield het aanwezige aantal “zo goed en kwaad” als hij kon op peil (Hogenraad, 1892).

Veelvoorkomend in de brieven van Kriele en de Winter zijn meldingen van ziekte; zowel van de arbeiders als van henzelf. Vanaf het begin waren er regelmatig gevallen van buikgriep. Hoewel volgens Kriele en de Winter de voedselvoorziening in de eerste maanden verbeterde (Kriele & de Winter, 1891d), bleef dit een terugkerend probleem. Naast buikgriep werd koorts veel genoemd als ziektebeeld (Kriele & de Winter, 1892e, 1892c), wat waarschijnlijk het gevolg van malaria was, gezien verzoeken van Kriele en de Winter aan Dubois om meer kinine te sturen (Kriele & de Winter, 1892f, 1892c). Zulke verzoeken om medicijnen komen vaak voor in de brieven (Kriele & de Winter, 1892e, 1892f, 1892c, 1892a, 1892d) en betreffen naast kinine: buikdrank, carbolzuur, castorolie, oogwater en koorts poeders. Desondanks vielen er veel arbeiders uit, waarvan de ernstige gevallen terug naar Ngawi werden gezonden (Kriele & de Winter, 1891d). Als gevolg van ziekte is er tenminste één gevangene overleden in Trinil (*Ibid.*)

5.1.2 Andere (lokale) contacten

Naast zijn eigen kennis van geologie en mogelijke vindplaatsen maakte Dubois gebruik van de kennis van andere onderzoekers die naar fossielen zochten, zoals de Indonesische kunstenaar en wetenschapper Raden Saleh en de Duitse onderzoeker Junghuhn die in centraal- en oost Java fossielen hadden gevonden. Verder maakten onderzoekers altijd gebruik van lokale kennis aangezien de bewoners vaak het beste wisten waar fossielen gevonden konden worden. Toch waren die niet altijd zonder meer bereid om die informatie te delen. Soms konden fossielen namelijk worden verkocht aan Chinese handelaren, die ze vermaalden om toe te voegen aan medicinale en versterkende middelen (Brongersma, 1941). Die lucratieve handel wilde men liever niet opgeven. Dit is bijvoorbeeld bekend van de expeditie van De Winter die in opdracht van Dubois naar fossielen zocht op de flanken van de vulkaan de Pati Ajam (Brongersma, 1941; Leakey & Slikkerveer, 1993). Maar het lijkt erop dat dit niet speelde bij de fossielen van Trinil, die vooral diep onder het oppervlak gevonden werden. De keuze voor Trinil lijkt vooral ingegeven door de hoopgevende resultaten van eerdere expedities.

5.1.3 Het bredere perspectief

De collectie Dubois werd opgegraven in een periode waarin overal ter wereld onderzoekers uit overwegend Europa en Noord-Amerika over de hele wereld naturalia verzamelden en bijeenbrachten in museale en universitaire collecties. De wetenschap nam in die periode een enorme vlucht en de toegang tot koloniën heeft de natuurwetenschap mede vormgegeven en versneld. De toegang tot de eigen koloniën was vaak eenvoudiger voor onderzoekers en verzamelaars dan de toegang tot landen met een ander regime, dus zien we in de wetenschappelijke collecties in Europa de koloniale verbinding terug. Maar we zien bij de natuurhistorische musea uit Europa en Noord-Amerika evenzeer grote collecties uit de niet koloniale gebieden. In deze bloei- en groeiperiode van de wetenschap speelt de koloniale geschiedenis dus een rol, maar wetenschapshistorisch gezien is het vooral onderdeel van een rijke historie van internationaal wetenschappelijk onderzoek en de vele internationale doorbraken die deze collecties mogelijk hebben gemaakt. Deze collecties zijn tot op de

dag van vandaag van grote wetenschappelijke waarde en blijven onderhevig aan veranderende wetenschappelijke, politieke en maatschappelijke perspectieven.

Dubois is een wetenschapper die een van de belangrijkste doorbraken tot stand bracht in een van de meest prominente wetenschappelijke debatten van de 19e eeuw. Na de aanvankelijke kritiek van vakgenoten kreeg hij uiteindelijk de roem waar hij op hoopte en werd hij 'wereldberoemd' als de man die de missing link had gevonden en de evolutie van de mens had bewezen.

Dubois verkreeg binnen het maatschappelijk perspectief van toen een heldenstatus binnen de wetenschap en die reputatie heeft hij daarna wereldwijd behouden. Het schedeldakje ontwikkelde zich tot het belangrijkste beeld van deze wetenschapper en zijn vondsten. En het is dan ook vooral dit object dat sindsdien iconisch werd voor de geschiedenis van het evolutieonderzoek. De overige objecten uit de omvangrijke collectie zijn nooit sterk vereenzelvigd met Dubois en het evolutieonderzoek.

5.2 Hoe is er met het materiaal omgegaan na opgraving/verzameling?

5.2.1 In Indonesië

Aangezien de kies, het schedeldakje en het dijbeen door Kriele & de Winter niet direct herkend werden als zijnde mensachtig, kunnen we ervan uitgaan dat ze van vondst tot aankomst bij Dubois in Toeloeng Agoeng niet anders behandeld zijn geweest dan de andere dierlijke fossielen. Wat betreft het opgraven van de fossielen wordt er door Kriele en de Winter gesproken over het gebruik van breekijzers en pikhouwelen die nodig waren om door de harde sedimenten heen te komen, waardoor de gevonden fossielen vaak gebroken raakten (Kriele & de Winter, 1891b). Dit soort breuken, gekenmerkt door een duidelijk verschil in kleur van het breukvlak t.o.v. oppervlak van het bot, zijn inderdaad herkenbaar op fossielen uit de collectie. Op de molaar en het schedeldakje zijn zulke breuken niet zichtbaar, maar wel op het dijbeen (Femur I; zie ook sectie 2). Hiervan weten we ook dat er geprobeerd is het dijbeen in het veld te lijmen, waarbij er fragmenten weggewaaid zijn (Dubois, 1926; Kriele & de Winter, 1892l).

De vondsten werden na opgraving naar de rechteroever van de Solo gebracht, waar ze geprepareerd werden en vervolgens op transport werden gezet. Waarschijnlijk eerst per wagen naar het treinstation van Kedoeng Galar en vandaar uit richting Toeloeng Agoeng waar ze dezelfde dag zouden aankomen (Huffman et al., 2022). In een vroege brief wordt ook Paron genoemd als overslagplaats van de kisten (Kriele & de Winter, 1891a).

In Talung Agung pakte Dubois de fossielen uit en identificeerde ze. Ook werden waar nodig de vondsten verder geprepareerd. Zo zat aan het schedeldakje nog sediment aangekoekt en ook de binnenzijde van het fossiel is volledig gevuld met sediment. Het aangekoekte sediment verwijdert hij eerst, maar bij het publiceren van zijn 1894 monografie (Dubois, 1894b) is de binnenzijde nog steeds gevuld met sediment, wat zijn analyses (m.n. het bepalen van de schedelinhoud) in de weg zit; hij lijkt dit na aankomst in Nederland te hebben verwijderd (Theunissen, 1989, p. 95).

Het materiaal opgegraven bij Trinil tussen 1891 en 1892 werd eind 1894 in Taloeng Agoeng verpakt en verzonden naar Nederland ('Koloniaal verslag 1895', 1896). Dubois zelf bracht in 1895 de *Pithecanthropus erectus* fossielen per schip naar Nederland (Shipman, 2001, p. 267). Opgegraven materiaal van latere opgravingen werd ook per schip naar Nederland gezonden (Brongersma, 1941).

5.2.2 In Nederland

Het lijkt erop dat Dubois sommige Trinil fossielen, waaronder de *Pithecanthropus erectus* fossielen, een uur lang in lijm heeft gekookt om ze te conserveren (Day & Molleson, 1973). Fragmenten van de lijm zijn daarbij bewaard gebleven (Day and Molleson, 1973, Heather Bonney NHM, pers. comm.). Waar en wanneer dit koken is gedaan is niet duidelijk.

Op de achterzijde van het schedeldakje is (waarschijnlijk door Dubois) gips aangebracht, waarschijnlijk om het oorspronkelijke oppervlak, waar beschadigd, te reconstrueren. Delen van het oppervlak dat op deze manier zijn behandeld zijn te herkennen aan het gladde oppervlak t.o.v. van de rest van de schedel m.u.v. het voorkomen van (krimp)scheuren in het gips. Deze gipsopvulling zijn ook duidelijk zichtbaar op de micro CT-scans. Ten slotte lijkt het schedeldakje te zijn voorzien van een coating die het maken van afgietsels vergemakkelijkt (Schwartz et al 2002).

Op het dijbeen zijn meerdere sporen van monsternamen zichtbaar, waarbij het in alle gevallen om boorgaatjes gaat. Eén boorgat op de schacht lijkt met een holle boor te zijn genomen, waarna het gat is opgevuld met gips (zichtbaar aan de buitenzijde en op micro CT scan). In één boorgat is d.m.v. micro CT de aanwezigheid van een afgebroken boortje van 1,5 mm doorsnede aangetoond (Pop et al., 2020).

Van het dijbeen (Femur I) zijn verscheidene röntgenfoto's en micro CT opnames gemaakt: twee röntgenfoto's (Day & Molleson, 1973), één of meerdere röntgen foto's (Kennedy, 1983), medische CT scans (Ruff et al., 2015) en microCT-scans door het CWI in Amsterdam (ongepubliceerd).

Het schedeldakje is gescand met CT (Broadfield et al., 2001)(Broadfield et al., 2001) en microCT scans zijn gemaakt door het CWI in Amsterdam (ongepubliceerd).

De kies is gescand met een micro CT scanner (Smith et al., 2009) en met een synchrotron mCT scanner (Zanolli et al., 2019).

6. Suggesties voor verder onderzoek (waarden en wetenschappelijk)

6.1 Openstaande wetenschappelijke vragen

Er is in de laatste jaren veel duidelijk geworden over de stratigrafie en ouderdom van de verschillende lagen op de vindplaats Trinil, alsook de precieze herkomst van de fossielen die Dubois aan *Pithecanthropus erectus* toeschreef. Desalniettemin blijven prangende vragen bestaan over de ouderdom van deze fossielen, met name die van het dijbeen Trinil 3 (Femur I), maar ook van het schedeldakje, de kiezen en de andere dijbenen (die mogelijk ouder zijn dan de grondlagen waarin ze gevonden zijn). Daarnaast blijft de taxonomische status van het dijbeen en de kies nog steeds onduidelijk.

Graag zouden we deze wetenschappelijke vraagstukken in samenwerking met onze Indonesische samenwerkingspartners beantwoorden.

De volgende analyses komen daarvoor in aanmerking:

- U-series dateren van de mensachtige fossielen uit de Dubois Collectie waarmee een minimumleeftijd van de fossielen vastgesteld kan worden.
- Zgn. *palaeoproteomics* analyse waarmee het proteoom van een fossiel in kaart gebracht kan worden en kan worden vergeleken met dat van andere (bekende soorten). Daarmee kan, mits referentiedata beschikbaar is, objectief vastgesteld worden bij welke soort het dijbeen (Trinil 3; Femur I) hoort.

Om de fossielen te beschermen heeft het de voorkeur de nieuwe monsternamen zo veel mogelijk uit te voeren op bestaande monsters.

Literatuurverwijzingen

Bartsiokas, A., & Day, M. H. (1993). Electron Probe Energy Dispersive X-Ray Microanalysis (EDXA) in the Investigation of Fossil Bone: The Case of Java Man. *Proceedings: Biological Sciences*, 252(1334), 115-123. JSTOR. <https://doi.org/10.1098/rspb.1993.0054>

Bartstra, GJ. (1982). The river-laid strata near Trinil, site of *Homo erectus erectus*, Java, Indonesia. In GJ. Bartstra & W. A. Casparie (Red.), *A volume in memory of Prof. Dr. G. H. R. von Koenigswald* (pp. 97-130). Balkema.

Bartstra, GJ. (1983). Comment I: The vertebrate-bearing deposits of Kedungbrubus and Trinil, Java, Indonesia. Comments and reply on: The fauna from Trinil, type locality of *Homo erectus*: A reinterpretation. *Geologie en Mijnbouw*, 62(2), 329-336.

Berghuis, H. W. K., van Kolfschoten, T., Adhityatama, S., Troelstra, S. R., Noerwidi, S., Suriyanto, R. A., Wibowo, U. P., Pop, E., Kurniawan, I., Hilgen, S. L., Veldkamp, A., & Joordens, J. C. A. (2023). Response to the comment by Huffman and Zaim. *Quaternary Science Reviews*, 108059. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2023.108059>

Berghuis, H. W. K., Veldkamp, A., Adhityatama, S., Hilgen, S. L., Sutisna, I., Barianto, D. H., Pop, E. A. L., Reimann, T., Yurnaldi, D., Ekowati, D. R., Vonhof, H. B., van Kolfschoten, T., Simanjuntak, T., School, J. M., & Joordens, J. C. A. (2021). Hominin homelands of East Java: Revised stratigraphy and landscape reconstructions for Plio-Pleistocene Trinil. *Quaternary Science Reviews*, 260, 106912. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2021.106912>

Bergman, R. A. M., & Karsten, P. (1952). The fluorine content of *Pithecanthropus* and of other specimens from the Trinil fauna. *Proceedings of the section of sciences. Series B Physical sciences*, 54, 150-151.

Black, D. (1931). On an adolescent skull of *Sinanthropus pekinensis* in comparison with an adult skull of the same species and with other hominid skulls, recent and fossil. *Palaeontologia Sinica, Series D*, 7(2), 1-144.

Broadfield, D. C., Holloway, R. L., Mowbray, K., Silvers, A., Yuan, M. S., & Márquez, S. (2001). Endocast of Sambungmacan 3 (Sm 3): A new *Homo erectus* from Indonesia. *The Anatomical Record*, 262(4), 369-379. <https://doi.org/10.1002/ar.1047>

Brongersma, L. D. (1941). De verzameling van Indische Fossielen (Collectie-Dubois). *De Indische gids*, 63, 97-116.

- Day, M. H., & Molleson, T. I. (1973). The Trinil femora. In M. H. Day (Red.), *Human evolution* (Vol. 11, pp. 127-154). Taylor & Francis.
- de Jongh, A. C. (1931). De Trinil-collectie van Prof. Dubois. *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, 48, 350-353.
- de Jongh, A. C. (1932, maart 24). De Collectie-Dubois. Blijft toch in Holland. Ofschoon ten onrechte. *De Locomotief*.
- de Vos, J., & Aziz, F. (1989). The Excavations by DUBOIS (1891-1900), SELENKA (1906-1908), and the Geological Survey by the Indonesian-Japanese Team (1976-1977) at Trinil (Java, Indonesia). *Journal of the Anthropological Society of Nippon*, 97(3), 407-420.
<https://doi.org/10.1537/ase1911.97.407>
- de Vos, J., Sartono, S., Hardja-Sasmita, S., & Sondaar, P. Y. (1982). The fauna from Trinil, type locality of *Homo erectus*: A reinterpretation. *Geologie en Mijnbouw*, 61(2), 207-211.
- de Vos, J., & Sondaar, P. Y. (1982). The importance of the 'Dubois Collection' reconsidered. In G.J. Bartstra & W. A. Casparie (Red.), *A volume in memory of Prof. Dr. G. H. R. von Koenigswald* (pp. 35-63). Balkema. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10016953478/>
- Dubois, E. (z.d.). *Voorloopig verslag over palaeontologische nasporingen in grotten bij Pajakombo (Padangsche Bovenlanden)*.
- Dubois, E. (1889). Over de wenschelijkheid van een onderzoek naar de diluviale fauna van Ned. Indie, in het bijzonder van Sumatra. *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, 48, 148-165.
- Dubois, E. (1890a). *Memorandum oktober 1890*.
- Dubois, E. (1890b). [Uit een schrijven van den heer Dubois te Pajacombo naar aanleiding van den aan dien heer toegezonden schedel, door den heer van Rietschoten in zijn marmergroeven in het Kedirische opgegraven]. *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, 49, 209-211.
- Dubois, E. (1891a). *Memorandum november 1891*.
- Dubois, E. (1891b). *Memorandum oktober 1891*.
- Dubois, E. (1891c). *Memorandum september 1891*.
- Dubois, E. (1891d). Palaeontologische onderzoekingen op Java. *Extra bijvoegsel der Javasche Courant, Verslag van het Mijnwezen over het 3e kwartaal 1890*, 12-15.
- Dubois, E. (1891e). Palaeontologische onderzoekingen op Java. *Extra bijvoegsel der Javasche Courant, Verslag van het Mijnwezen over het 4e kwartaal 1890*, 14-18.
- Dubois, E. (1892a). *Memorandum augustus 1892*.

- Dubois, E. (1892b). *Memorandum juni 1892*.
- Dubois, E. (1892c). *Memorandum september 1892*.
- Dubois, E. (1892d). Palaeontologische onderzoekingen op Java. *Extra bijvoegsel der Javasche Courant, Verslag van het Mijnwezen over het 4e kwartaal 1891*, 12-15.
- Dubois, E. (1893a). *Memorandum november 1893*.
- Dubois, E. (1893b). Palaeontologische onderzoekingen op Java. *Extra bijvoegsel der Javasche Courant, Verslag van het Mijnwezen over het 3e kwartaal 1892*, 10-14.
- Dubois, E. (1894a). Palaeontologische onderzoekingen op Java. *Extra bijvoegsel der Javasche Courant, Verslag van het Mijnwezen over het 4e kwartaal 1893*, 14-15.
- Dubois, E. (1894b). *Pithecanthropus erectus: Eine menschenähnliche Übergangsform aus Java*. Landesdruckerei.
- Dubois, E. (1895). Pithecanthropus erectus, betrachtet als eine wirkliche Uebergangsform und als Stammform des Menschen. *Zeitschrift für Ethnologie*, 27, 723-738.
- Dubois, E. (1896a). Pithecanthropus erectus: Eine menschenähnliche Uebergangsform. In *Compte-rendu des séances du troisième Congrès International de Zoologie, Leyde, 16-21 Septembre, 1895* (pp. 251-271). Brill.
- Dubois, E. (1896b). Pithecanthropus erectus, eine Stammform des Menschen. *Anatomischer Anzeiger*, 12(1), 1-22.
- Dubois, E. (1896c). Thans bekende soorten van fossiele Menschen. *Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging*, S. 2, 5, LXX-LXXIV.
- Dubois, E. (1899). Remarks upon the brain cast of Pithecanthropus erectus. In A. Sedgwick (Red.), *Proceedings of the Fourth International Congress of Zoology, Cambridge 22-27 august 1898* (pp. 78-95). Clay & Sons.
- Dubois, E. (1902). Données justificatives sur l'essai de reconstruction plastique du Pithécanthropus erectus. *Petrus Camper. Nederlandsche bijdragen tot de anatomie*, 1, 1-8.
- Dubois, E. (1907). Eenige van Nederlandschen kant verkregen uitkomsten met betrekking tot de kennis der Kendeng-fauna (fauna van Trinil). *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, S. 2, 24(3), 449-458.
- Dubois, E. (1908). Das geologische Alter der Kendeng-oder Trinil-fauna. *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, S. 2, 25(6), 1235-1270.

- Dubois, E. (1926). Over de voornaamste onderscheidende eigenschappen van het femur van *Pithecanthropus erectus*. *Verslag van de gewone vergaderingen der afdeling natuurkunde, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam*, 35, 443-455.
- Dubois, E. (1932a). De Afzonderlijk Organisatie van *Pithecanthropus* waarvan het Femur Getuigt, thans bevestigd door andere individuen van de beschreven soort. *Verslag van de gewone vergaderingen der afdeling natuurkunde, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam*, 41, 76-77.
- Dubois, E. (1932b). The distinct organization of *Pithecanthropus* of which the femur bears evidence, now confirmed from other individuals of the described species. *Proceedings of the Section of Sciences of the Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, 35, 716-722.
- Dubois, E. (1932c). The Shape and the Size of the Brain in *Sinanthropus* and in *Pithecanthropus*. *Proceedings of the Section of Sciences of the Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, 36, 415-423.
- Dubois, E. (1934). New evidence of the distinct organization of *Pithecanthropus*. *Proceedings of the Section of Sciences of the Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, 37, 139-145.
- Dubois, E. (1935). The sixth (fifth new) femur of *Pithecanthropus erectus*. *Proceedings of the Section of Sciences of the Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, 38, 850-852.
- Dubois, E. (1936a). Racial Identity of *Homo soloensis* Oppenoorth (including *Homo modjokertensis* von Koenigswald) and *Sinanthropus pekinensis* Davidson Black. *Proceedings of the Section of Sciences of the Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, 39, 1180-1185.
- Dubois, E. (1936b, april 18). Nieuwe *Pithecanthropus* Ontdekt? *Algemeen Handelsblad*.
- Escher, B. G. (1931). K. Martin als directeur van het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie. *Leidse Geologische Mededelingen*, 5(1), 10-16.
- Franzen, J. (1982). GHR von Koenigswald and Asia-An Obituary. *Asian Perspectives*, 25(2), 43.
- Hilgen, S. L., Pop, E., Adhityatama, S., Veldkamp, T. A., Berghuis, H. W. K., Sutisna, I., Yurnaldi, D., Dupont-Nivet, G., Reimann, T., Nowaczyk, N., Kuiper, K. F., Krijgsman, W., Vonhof, H. B., Ekowati, D. R., Alink, G., Ni Luh Gde Dyah Mega Hafsari, Drespriputra, O., Verpoorte, A., Bos, R., ... Joordens, J. C. A. (2023). Revised age and stratigraphy of the classic *Homo erectus*-bearing succession at Trinil (Java, Indonesia). *Quaternary Science Reviews*, 301, 107908.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107908>
- Hogenraad, G. A. (1891). *Letter to E. Dubois*. 15/10/1891.
- Hogenraad, G. A. (1892). *Letter to E. Dubois*. 12/10/1892.

- Hooijer, D. A. (1983). Comment II: Remarks upon the Dubois Collection of fossil mammals from Trinil and Kedungbrubus in Java. Comments and reply on: The fauna from Trinil, type locality of *Homo erectus*: A reinterpretation. *Geologie en Mijnbouw*, 62(2), 337-338.
- Howell, F. C. (1994). Thoughts on Eugene Dubois and the 'Pithecanthropus' Saga. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 171, 11-20.
- Huffman, F., Berkhout, A. W. J., Albers, P. C. H., Vos, J. de, & Aziz, F. (2022). Geology and Discovery Record of the Trinil *Pithecanthropus erectus* Site, Java. *PaleoAnthropology*, 2022(2), Article 2. <https://doi.org/10.48738/2022.iss2.83>
- Huffman, F., & Zaim, J. (2023). Geological age estimate for the Mojokerto child's skull *Homo erectus*. Comment on Berghuis et al. "The eastern Kendeng Hills (Java, Indonesia) and the hominin-bearing beds of Mojokerto, a re-interpretation" [Quat. Sci. Rev. 295 (2022) 107692]. *Quaternary Science Reviews*, 108058. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2023.108058>
- Huxley, T. H. (1863). *Evidence as to mans place in nature*. Williams and Norgate.
- Indriati, E. (2004). Indonesian fossil hominid discoveries from 1889-2003: Catalogue and Problems. In S. Akiyama (Red.), *Proceedings of the 5th and 6th Symposia on Collection Building and Natural History Studies in Asia and the Pacific Rim* (Vol. 24, pp. 163-177). National Science Museum. <https://ci.nii.ac.jp/naid/110004708021/>
- Joordens, J. C. A., d'Errico, F., Wesselingh, F. P., Munro, S., de Vos, J., Wallinga, J., Ankjærgaard, C., Reimann, T., Wijbrans, J. R., Kuiper, K. F., Mûcher, H. J., Coqueugniot, H., Prié, V., Joosten, I., van Os, B., Schulp, A. S., Panuel, M., van der Haas, V., Lustenhouwer, W., ... Roebroeks, W. (2015). *Homo erectus* at Trinil on Java used shells for tool production and engraving. *Nature*, 518, 228-231. <https://doi.org/10.1038/nature13962>
- Kennedy, G. E. (1983). Some aspects of femoral morphology in *Homo erectus*. *Journal of Human Evolution*, 12(7), 587-616. [https://doi.org/10.1016/S0047-2484\(83\)80001-3](https://doi.org/10.1016/S0047-2484(83)80001-3)
- Koloniaal verslag 1889. (1890). In *Bijlagen van het verslag der handelingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*.
- Koloniaal verslag 1891. (1892). In *Bijlagen van het verslag der handelingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*.
- Koloniaal verslag 1894. (1895). In *Bijlagen van het verslag der handelingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*.
- Koloniaal verslag 1895. (1896). In *Bijlagen van het verslag der handelingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*.
- Koloniaal verslag 1896. (1897). In *Bijlagen van het verslag der handelingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*.

Koloniaal verslag 1897. (1898). In *Bijlagen van het verslag der handelingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*.

Koloniaal verslag 1899. (1900). In *Bijlagen van het verslag der handelingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*.

Koloniaal verslag 1900. (1901). In *Bijlagen van het verslag der handelingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*.

Kriele, & de Winter. (1891a). Letter to E. Dubois. 3/9/1891. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.

Kriele, & de Winter. (1891b). Letter to E. Dubois. 5/10/1891. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.

Kriele, & de Winter. (1891c). Letter to E. Dubois. 18/9/1891. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.

Kriele, & de Winter. (1891d). Letter to E. Dubois. 18/11/1891. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis; Naturalis Biodiversity Center (Leiden, NL).

Kriele, & de Winter. (1891e). Letter to E. Dubois. 19/10/1891. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.

Kriele, & de Winter. (1892a). Letter to E. Dubois. 4/10/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.

Kriele, & de Winter. (1892b). Letter to E. Dubois. 5/11/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.

Kriele, & de Winter. (1892c). Letter to E. Dubois. 7/9/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.

Kriele, & de Winter. (1892d). Letter to E. Dubois. 9/11/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.

Kriele, & de Winter. (1892e). Letter to E. Dubois. 15/6/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis; Naturalis Biodiversity Center (Leiden, NL).

Kriele, & de Winter. (1892f). Letter to E. Dubois. 15/8/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis; Naturalis Biodiversity Center (Leiden, NL).

Kriele, & de Winter. (1892g). Letter to E. Dubois. 16/7/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.

Kriele, & de Winter. (1892h). Letter to E. Dubois. 18/11/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis; Naturalis Biodiversity Center (Leiden, NL).

- Kriele, & de Winter. (1892i). Letter to E. Dubois. 22/8/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis; Naturalis Biodiversity Center (Leiden, NL).
- Kriele, & de Winter. (1892j). Letter to E. Dubois. 26/7/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis; Naturalis Biodiversity Center (Leiden, NL).
- Kriele, & de Winter. (1892k). Letter to E. Dubois. 29/5/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis.
- Kriele, & de Winter. (1892l). Letter to E. Dubois. 31/8/1892. In *Dubois Archive (unpublished)*. Naturalis; Naturalis Biodiversity Center (Leiden, NL).
- Leakey, R. E., & Slikkerveer, L. J. (1993). Man-ape—Ape-man. *The quest for Humans Place in Natura and Dubois «Missing Link»*. Netherlands.
- Matsu'ura, S. (1986). Fluorine and phosphate analysis of fossil bones from the Kabuh Formation of Trinil. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series D (Anthropology)*, 12, 1-9.
- Mayr, E. (1944). On the concepts and terminology of vertical subspecies and species. *National Research Council Bulletin (Committee on Common Problems of Genetics, Paleontology, and Systematics)*, 2, 11-16.
- Mayr, E. (1950). Taxonomic categories in fossil hominids. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 15, 109-118.
- Meikle, W. E., & Parker, S. T. (1994). *Naming Our Ancestors: An Anthology of Hominid Taxonomy*. Waveland Pr Inc.
- Oppenoorth, W. F. F. (1932). Homo (Javanthropus) soloensis, een pleistoceene mensch van Java. *Wetenschappelijke Mededeelingen Dienst Mijnbouw Nederl. Indie*, 20, 49-74.
- Pop, E., Adhityatama, S., Hilgen, S., Berghuis, H., Sutisna, I., Kostenko, A., Batenburg, J., & Joordens, J. C. A. (2020). *Quantitatively studying bone taphonomy of Homo erectus fossils from Trinil, Indonesia, using surface texture and CT analyses (poster)*. 16th Nederlands Aardwetenschappelijk Congres.
- Pop, E., Hilgen, S., Adhityatama, S., Berghuis, H., Veldkamp, T., Vonhof, H., Sutisna, I., Alink, G., Noerwidi, S., Roebroeks, W., & Joordens, J. (2023). Reconstructing the provenance of the hominin fossils from Trinil (Java, Indonesia) through an integrated analysis of the historical and recent excavations. *Journal of Human Evolution*, 176, 103312. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2022.103312>
- Rizal, Y., Westaway, K. E., Zaim, Y., van den Bergh, G. D., Bettis, E. A., Morwood, M. J., Huffman, O. F., Grün, R., Joannes-Boyau, R., Bailey, R. M., Sidarto, Westaway, M. C., Kurniawan, I., Moore, M. W., Storey, M., Aziz, F., Suminto, Zhao, J., Aswan, ... Ciochon, R. L. (2020). Last appearance of Homo erectus at Ngandong, Java, 117,000–108,000 years ago. *Nature*, 577(7790), Article 7790. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1863-2>

- Rosen, G. (1977). Rudolf Virchow and Neanderthal man. *The American Journal of Surgical Pathology*, 1(2), 183-188.
- Ruff, C. B., Puymerail, L., Macchiarelli, R., Sipla, J., & Ciochon, R. L. (2015). Structure and composition of the Trinil femora: Functional and taxonomic implications. *Journal of Human Evolution*, 80, 147-158. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2014.12.004>
- Schwalbe, G. (1899). Studien über Pithecanthropus erectus Dubois. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, 1(1), 16-240.
- Selenka, L., & Blanckenhorn, M. (Red.). (1911). *Die Pithecanthropus-Schichten auf Java. Geologische und Paläontologische Ergebnisse der Trinil-Expedition (1907 und 1908)*. W. Engelmann.
- Shipman, P. (2001). *The Man who Found the Missing Link: Eugène Dubois and His Lifelong Quest to Prove Darwin Right*. Simon and Schuster.
- Shipman, P., & Storm, P. (2002). Missing links: Eugène Dubois and the origins of paleoanthropology. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 11(3), 108-116. <https://doi.org/10.1002/evan.10021>
- Smith, T. M., Olejniczak, A. J., Kupczik, K., Lazzari, V., de Vos, J., Kullmer, O., Schrenk, F., Hublin, J. J., Jacob, T., & Tafforeau, P. (2009). Taxonomic Assessment of the Trinil Molars Using Non-Destructive 3D Structural and Development Analysis. *Paleoanthropology*, 117-129.
- Soeradi, T., Shibasaki, T., Kadar, D., Sudijono, Itihara, M., Kumai, H., Hayashi, T., Furuyama, K., Aziz, F., Siagian, H., Furutani, M., Suminto, & Yoshikawa, S. (1985). Geology and stratigraphy of the Trinil area. In O. Watanabe & D. Kadar (Red.), *Quaternary Geology of the Hominid Fossil Bearing Formations in Java* (pp. 49-53).
- Sondaar, P. Y., de Vos, J., & Leinders, J. J. M. (1983). Reply: Facts and fiction around the fossil mammals of Java. *Geologie en Mijnbouw*, 62(2), 337-338.
- Soriano, M. (1970). The fluoric origin of the bone lesion in the Pithecanthropus erectus femur. *American Journal of Physical Anthropology*, 32(1), 49-57. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330320107>
- Staten-Generaal. Tweede Kamer. Staatsbegroting 1913. Binnenlandsche Zaken. Voorloopig verslag. (1912, november 22). *De Maasbode*.
- Theunissen, B. (1989). *Eugène Dubois and the Ape-Man from Java*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-2209-9>
- Virchow, R. (1895). Die frage von dem Pithecanthropus erectus. *Zeitschrift für Ethnologie*, 27, 435-442.

von Koenigswald, G. H. R. (1936). Erste Mitteilung über einen fossilen Hominiden aus dem Altpleistocän Ostjawas. *Proceedings of the Section of Sciences of the Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, 39, 1000-1009.

von Koenigswald, G. H. R., & Weidenreich, F. (1938). The relationship between Pithecanthropus and Sinanthropus. *Nature*, 141(3565), 378-379. <https://doi.org/10.1038/141378a0>

Weidenreich, F. (1930). Ein neuer überraschender Fund des fossilen Menschen (Pithecanthropus erectus Sinensis) in China. *Anthropologische Mitteilungen*, 46.

Weidenreich, F. (1931). Sinanthropus pekinensis und seine Bedeutung für die Abstammungsgeschichte des Menschen. *Naturwissenschaften*, 19(40), 817-825.

Weidenreich, F. (1936). The mandibles of Sinanthropus pekinensis: A comparative study. *Paleontologia Sinica, Ser. D*, 7, 1-162.

Weidenreich, F. (1938). Discovery of the Femur and the Humerus of Sinanthropus Pekinensis. *Nature*, 141(3570), 614-617. <https://doi.org/10.1038/141614a0>

Weinert, H. (1931). Der „Sinanthropus pekinensis“ als Bestätigung des Pithecanthropus erectus. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, H. 1, 159-187.

Zanolli, C., Kullmer, O., Kelley, J., Bacon, A.-M., Demeter, F., Dumoncel, J., Fiorenza, L., Grine, F. E., Hublin, J.-J., Nguyen, A. T., Nguyen, T. M. H., Pan, L., Schillinger, B., Schrenk, F., Skinner, M. M., Ji, X., & Macchiarelli, R. (2019). Evidence for increased hominid diversity in the Early to Middle Pleistocene of Indonesia. *Nature Ecology & Evolution*, 3(5), Article 5. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0860-z>
