
De Tetrapod Trackway:

spoorfossielen op Valentia Island, Ierland

door Annemieke van Roekel
redactie.vanroekel@gea-geologie.nl

County Kerry is een populair deel van Ierland, met de Ring of Kerry als belangrijkste toeristentrekker. Op een steenworp afstand van Cahersiveen, een dorp langs de Ring, ligt Valentia Island. Voor geologisch geïnteresseerden is het een bezoek meer dan waard vanwege één van 's werelds oudste fossiele sporen van viervoetige gewervelde dieren (tetrapoden) die aan de noordkust van het eilandje in de rots bewaard bleven. Hier ligt: de Tetrapod Trackway (afb. 1-3).

Evolutionaire gebeurtenis

Zoogdieren, vogels, reptielen, amfibieën, het zijn allemaal tetrapoden. Onder de tetrapoden worden ook dieren gerekend die

van tetrapoden afstammen maar waarvan de vier 'poten' tijdens de verdere evolutie zijn verdwenen, zoals slangen. In dit artikel hebben we het over de vroegste tetrapoden: wezens die het vissenstadium achter zich lieten en waarvan de vinnen zich ontwikkelden tot (vier) poten (tetra=vier; poda=poten). Deze bijzondere evolutionaire ontwikkeling vond plaats tijdens het Midden-Devoon (393-383 miljoen jaar geleden). De oudste fossielen van de eerste amfibieën die hun geluk gingen beproeven op het land zijn spoorfossielen: bijna 400 miljoen jaar oude pootafdrukken in versteende modder.

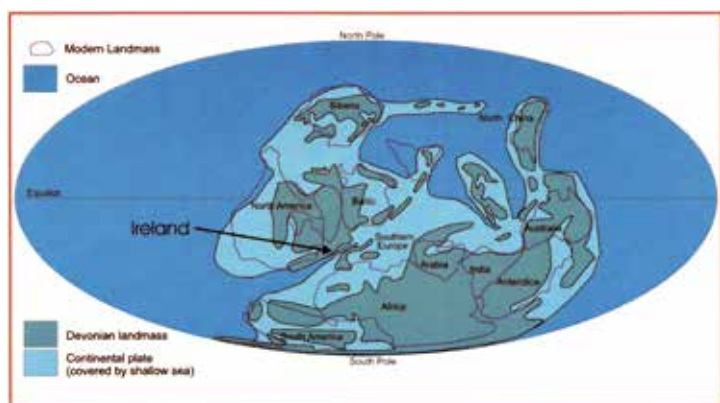
Fossiele *botten* van de overgangsvormen van vis naar amfibie zijn gevonden in Letland, China, Groenland, België, de VS, Australië



Afb. 1. De Tetrapod Trackway ligt aan de noordelijke kust van Valentia Island, in afzettingen uit het Midden-Devoon.



Afb. 2A. Het toegangsbord, op enkele honderden meters afstand van de locatie van de Tetrapod Trackway, Bóithrín Tetrapod in het Iers. 2B. Het pad naar de Tetrapod Trackway aan de noordkust, met uitzicht op het schiereiland Killelan West.



Afb. 3. Tijdens het Devoon lag Ierland aan de zuidkant van een groot continent (zie afb. 7 voor een detail). Bron: Geological Survey of Ireland.

en Schotland. Deze botfossielen zijn jonger dan de spoorfossielen uit het Midden-Devoon. “De oudste fossiele tetrapodebotten – alleen fragmenten, van Elginerpeton – stammen uit het Boven-Devoon (Laat-Frasnien, 376 miljoen jaar oud), en zijn gevonden in Schotland,” vertelt Martin Brazeau, tot deze maand werkzaam bij Naturalis. “Het probleem met onderzoek naar de tussenvorm tussen vis en amfibie is dat deze fossielen bijzonder zeldzaam zijn én dat we vaak alleen fragmenten vinden. We vinden ze vooral op het noordelijk halfrond omdat daar het meeste Devoniëse gesteente aan de oppervlakte komt, maar ook omdat het



Afb. 4. *Panderichthys* leefde 385 miljoen jaar geleden en is een voorloper van de vroege amfibieën, maar leefde óók nog toen de tetrapoden leefden. Zoals de vogels, die afstammen van vleesetende dinosauriërs maar óók miljoenen jaren hun tijdgenoten waren. *Panderichthys* (uit het late Midden-Devoon – Givetien), is een tijdgenoot (!) van de tetrapode van Valentia Island; hij heeft nog vinnen, maar een brede kop die doet denken aan een primitieve tetrapode. *Panderichthys* kon misschien al ‘lopen’ in ondiep water. Bron: Wikimedia Commons/Dmitry Bogdanov.

intensiever is bestudeerd.” Brazeau werkte zelf aan fossielen van voorlopers van tetrapoden die nog erg op vissen leken, gerelateerd aan *Eusthenopteron* en *Panderichthys* (afb. 4). Deze dieren hebben nog vinnen maar een grote kop die al veel weg heeft van een tetrapode. Van *Panderichthys* (een kwastvinnige – Sarcopterygii – waartoe, met inachtneming van de evolutie, ook de tetrapoden gerekend moeten worden) zijn botfossielen in o.a. Letland en Rusland gevonden. Het is een tijdgenoot van de tetrapode van Valentia Island. Als Brazeau nu op stap zou gaan om meer fossielen van de vroege tetrapoden te vinden, zou hij ze gaan zoeken in Arctisch Groenland, Rusland en Canada, vertelt de van oorsprong Canadees. Hoewel in Australië ook een enkele fossiele voorloper van de tetrapode gevonden is, zijn ze op het zuidelijk halfrond nóg zeldzamer.

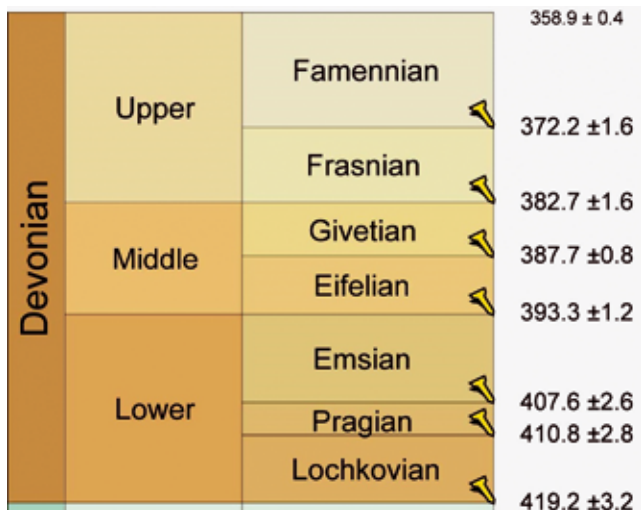
Dieren in actie

Van de 385 miljoen jaar oude pootafdrukken die zich aan de kust van Valentia Island openbaren (afb. 5) zijn geen corres-



Afb. 5. Het spoor bevindt zich in een 2 cm dikke silt/zandsteenlaag die door de heftige golfslag van de Atlantische Oceaan is geërodeerd en goed bereikbaar is. Het platform ligt anderhalve meter boven zeeniveau maar loopt soms onder water bij vloed. Bezoekers worden ontmoedigd de vindplaats te betreden doordat er paaltjes zijn geplaatst met daartussen een touw.

ponderende botten bekend. Deze 'Ierse' spoorfossielen van de vroegste tetrapoden waren destijds de eerste die in Europa werden gevonden. Vergelijkbare tracks waren begin jaren '80 – toen de fossielen in Ierland werden gevonden – al bekend uit Australië en Brazilië. Later zijn er ook sporen gevonden in Schotland en Groenland; de oudste zijn recent gevonden in Zuidwest-Polen, in de Zachelmie-groeve (Wojciechowice Formatie) en in 2010 beschreven. “De ouderdom is nu vastgesteld op Vroeg-Eifelen door middel van radiometrische datering in combinatie met de aanwezigheid van conodonten, die typisch zijn voor het Vroeg-Eifelen,” vertelt Per Erik Ahlberg, professor aan het Department of Organismal Biology van de Uppsala University in Zweden. “Na de laatste herziening van de Devonische tijdschaal

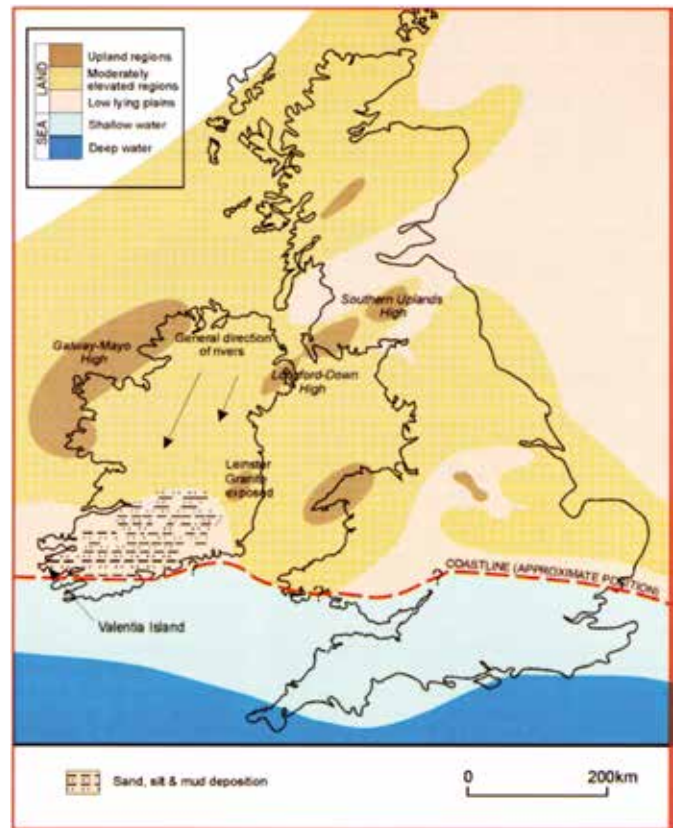


Afb. 6. Recente indeling van het Devoon (2013). De Ierse spoorfossielen stammen uit het Givetien, de Poolse spoorfossielen zijn ca. 10 miljoen jaar ouder en stammen uit het Eifelen. De 'absolute' tijdgrenzen van de tijdperken worden regelmatig bijgesteld. Bron: ICS, een detail van de publicatie op www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2013-01.jpg

is ook de ouderdom herzien, van 395 naar 393 miljoen jaar (afb. 6). Maar aan een meer exacte datering werken we nog steeds.” De Poolse stappen werden gemaakt in water, in een meer-achtige omgeving. Waarschijnlijk drukte het dier zich met zijn achterpoten vooruit. “Een deel van de Poolse trackway is verplaatst naar een museum; een deel ligt nog steeds in de groeve,” zegt Ahlberg, die erbij was toen het team van David Attenborough de site eind vorig jaar bezocht om opnamen te maken voor het tweede deel van de serie ‘First Life’ (die nog niet is uitgezonden). Ook de sporen op Valentia Island blijven belangrijk en fascinerend, want hier zijn maar liefst 150 pootafdrukken geconserveerd. Ahlberg: “Waarom spoorfossielen zo interessant zijn komt omdat ze een beeld geven van het dier in actie; precies dát is de beperking van botfossielen.”

Trage loper

In 1984 vond de Zwitserse geologiestudent Iwan Stössel de afdrukken bij toeval in sedimentair gesteente van de Valentia Slate Formation (onderdeel van de Old Red Sandstone), aan de noordzijde van Valentia Island. Dit gebied maakte tijdens het Midden-Devoon deel uit van een *coastal plain*, waar vanuit het bergachtige noorden veel erosiemateriaal (zand, silt en modder) terecht kwam (afb. 7). Dit vormde het leefgebied van de Ierse tetrapode. Het spoor bevindt zich op een licht hellende, 2 cm dikke silt/zandsteenlaag die door de heftige golfslag van de Atlantische Oceaan is geërodeerd en blootgelegd. Het platform ligt anderhalve meter boven zeeniveau maar loopt soms onder water bij vloed. Sommige afdrukken zijn gevuld met sediment van de erboven liggende lagen (afb. 8 en achterplaat); de pootafdrukken zijn maximaal 2 cm diep. Het dier, een trage loper, moet onge-



Afb. 7. Paleogeografische kaart van Groot-Brittannië en Ierland tijdens de vorming van de Tetrapod Trackway. Vanuit het bergachtige noorden kwam er tijdens het Midden-Devoon veel erosiemateriaal (zand, silt en modder) in de kuststreek terecht. Bron: Geological Survey of Ireland.

veer een meter lang geweest zijn, met een staart die een derde van zijn totale lichaamslengte bedroeg. Valentia Island, dat in de zomer met een pont en jaarrond met een brug met het vasteland van Kerry is verbonden, maakt deel uit van het Iveragh schiereiland. Vlakbij de Tetrapod Trackway bevindt zich het station van de reddingsboten, want langs dit stukje kust kan het behoorlijk spoken. Het zal dan ook geen duizenden jaren meer duren voordat deze bijzondere sporen geheel verdwenen zijn door erosie van de zee. Ahlberg zegt er dan ook nodig naar toe te moeten. Want de sporen eroderen verder. Graag zou hij driedimensionale opnamen maken van de afdrukken met laser, zodat de tracks althans als computerbeelden voorlopig goed geconserveerd zijn. Ook zou hij willen uitpluizen hoeveel tenen het dier had. De oudste tetrapoden, zoals *Acanthostega* en *Tulerpeton*, waarvan hand- en voetskelet bekend zijn, hadden méér dan vijf vingers en tenen aan voor- en achterpoten.

In elkaar gedrukt

De Ierse sporen zijn nog steeds grotendeels een raadsel en bieden paleontologen niet veel houvast. Misschien zijn ze in ondiep water ontstaan, toen het dier door het water waadde; in dat geval zou het lichaamsgewicht veel kleiner zijn en de afdrukken minder diep. Gezien de aard van de afdrukken van de pootjes én een slepende staart is dat toch niet waarschijnlijk en werden de afdrukken misschien in een drogere omgeving gemaakt. Uit de structuur van de sporen kan worden afgeleid dat het dier tijdens het lopen een zijwaartse beweging maakte, zoals ook hagedissen en andere reptielen doen. Opmerkelijk is het feit dat de pootafdrukken zich dichter bij elkaar bevinden dan toen zij werden gemaakt, omdat het gesteente in elkaar is gedrukt. Niet alleen de afstand tussen de pootafdrukken, ook de afdrukken zelf zijn in elkaar gedrukt, van min of meer cirkelvormig tot meer eivormig. Dat is gebeurd tijdens de Hercynische orogenese, de periode van



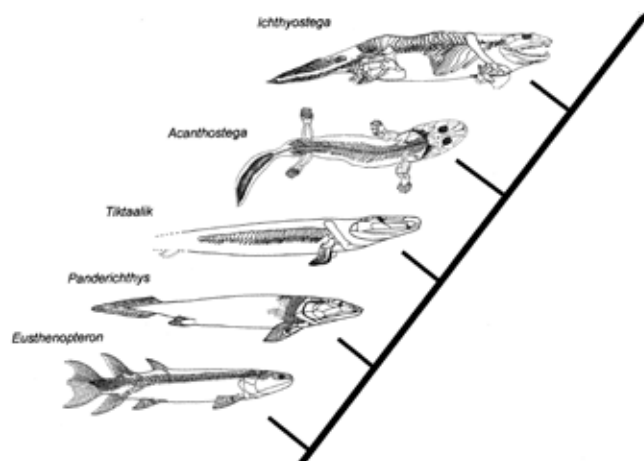
Afb. 8. Op Valentia Island liggen uitzonderlijk veel afdrukken, ca. 150. Sommige pootafdrukken zijn gevuld met sediment van de lagen die er oorspronkelijk boven lagen. Afstand tussen linker- en rechter pootafdruk: ca. 35 cm. Zie ook de achterplaat.

gebergtevorming aan het einde van het Paleozoïcum. Door deze vervorming, in combinatie met erosie, geven de afdrukken niet veel details bloot. Wel is door de verschillende afmetingen een onderscheid te maken tussen voor- en achterpoten.

Zeldzame plantfossielen

Mariene fossielen uit een nabijgelegen laag uit dezelfde periode laten zien dat het zeeleven toen rijk was aan brachiopoden, slakken en inktvisachtigen. Plantfossielen in de nabije omgeving van de Tetrapod Trackway zijn echter zeldzaam. Dat kan ermee te maken hebben dat er simpelweg weinig begroeiing was, maar het kan ook worden verklaard door de ongunstige condities voor fossilisatie. De Ierse paleontoloog Ken Higgs uit Cork heeft enkele kilometers oostelijk, bij de hoofdstad Knightstown, fossiele plantensporen gevonden. In het Midden-Devoon bestond de landvegetatie uit o.a. paardenstaarten en begon er zich langzaam een kustvegetatie te ontwikkelen. Ook ontstonden er bossen. Een verdergaande kolonisatie van het land door diverse plantensoorten tijdens het Devoon zou, volgens sommige paleontologen, direct samenhangen met de evolutie van vis naar amfibie. Vegetatie trekt planteneters aan die op hun beurt smakelijke prooidieren voor de oudste tetrapoden – allemaal carnivoren – waren. Hun evolutie zou zich misschien in een milieu van brak of zoet water hebben voltrokken. Maar het feit dat tetrapoden zich snel over de wereld hebben verspreid, suggereert dat zij ook zoutwatercondities tolereerden, aldus Ahlberg. Alle (voorlopers van) viervoeters waarvan vrijwel complete fossielen bekend zijn, waren tussen 75 cm en 1,5 m lang (afb. 9); zo ook de tetrapode van Valentia Island. Hij zou eruit gezien kunnen hebben als *Ichthyostega* of *Acanthostega*, aldus Ahlberg. “Er is geen bewijs dat *Ichthyostega* verder ontwikkeld was dan *Acanthostega*, hoewel hij zeker meer was toegerust om op het land te leven. Maar in bepaalde opzichten is de anatomie van *Ichthyostega* primitiever dan de bouw van *Acanthostega*. Het punt is dat de overgang niet lineair was, maar dat verschillende

evolutielijnen die tegelijkertijd aanwezig waren een verschillende mate van aanpassing aan het leven op land vertoonden.” *Acanthostega* (365 miljoen jaar oud), met acht vingers/tenen, kon zijn eigen gewicht nog niet dragen; de even oude en ook met vingers/tenen uitgeruste *Ichthyostega* kon dat waarschijnlijk wel want hij had een verder ontwikkeld heup- en schoudergewricht. Acht ‘vingers’ aan alle poten vormde het bewijs dat poten met tenen en vingers in het water zouden zijn geëvolueerd en niet op het land, een gedachte die lang gemeengoed was. Vissen met ‘vingers’ zouden gemakkelijker door de Devonische moerassen heen waden.



Afb. 9. Primitieve viervoeters (en hun voorlopers) waarvan vrijwel complete fossielen bekend zijn. De tetrapode van Valentia Island zou eruit gezien kunnen hebben als *Ichthyostega* of *Acanthostega*. Bron: Clack 2012.

Tiktaalik rosaea was een beest met een krokodilachtige kop, evolutionair nieuw (structuren in de poot/vin die duiden op een pols en elleboog) en een (beginnende) nekstructuur. Kortom, eigenschappen die aan landdieren worden toegeschreven. Paleontologen gaan er nu van uit dat de *Tiktaalik* een late survivor is van een doodlopende zijtak van de ‘missing link’, te vergelijken met een late gevederde dinosaurius die ook nog leefde toen de vogels al geëvolueerd waren”.

Tweede Devonische massa-extinctie

Vrijwel alle vroege tetrapoden verdwijnen aan het eind van het Boven-Devoon van de aardbodem. Brazeau: “We denken nu dat de tweede massa-extinctie die in deze periode plaatsvond, de Hangenberg Event, van grotere betekenis is geweest voor het uitsterven van de tetrapoden dan de eerste, tijdens de overgang van Frasnien naar Famennien. Deze eerste extinctie – ook wel Bovenste Kellwasser Event genoemd, was juist voor de ongewervelde diersoorten een grotere slag; voor de gewervelden, zoals de tetrapoden, moet de tweede event catastrofaler hebben uitgepakt.” Aan het eind van het Devoon verdwenen driekwart van de soorten en de helft van de geslachten. Brazeau: “De tetrapoden evolueerden één keer, en slechts enkele soorten hebben de Devonische massa-extincties overleefd.” De aandacht in kringen van paleontologen is de laatste jaren erg gericht op de Romer’s gap, de periode tijdens het vroege Carboon waarin opvallend weinig fossielen van tetrapoden werden ontdekt. Kwam dat door de massa-extinctie of door een zuurstofloze atmosfeer in het vroege Carboon? Enkele jaren terug werden – alweer in Schotland – toch Carbonische tetrapoden ontdekt, met vijf tenen en een stuk kleiner dan hun Devonische voorouders.

Met dank aan Bert Boekschoten (VU) en Eric Mulder (Natura Docet Wonderryck Twente) voor hun commentaar.

Foto’s zijn van de auteur, tenzij anders vermeld.

‘Gezegende’ groeve

Vlakbij de fossielenlocatie ligt een leisteengroeve, die weer sinds 1999 in gebruik is. Valentia Slate Ltd. wint en produceert er onder meer meubels, aanrechtbladen, vloertegels, grafzerken



Afb. 10. De leisteengroeve op Valentia Island was van 1911 tot 1999 gesloten maar werd in dat jaar heropend. De kwaliteit van dit type leiste is geschikt voor o.a. meubels, aanrechtbladen en vloertegels, en is minder geschikt voor dakbedekking.

en -monumenten en bouwplaten voor de afwerking van muren (façades). Afb. 10. “Het gesteente wordt met diamantzagen in horizontale richting, onder de berg, vrijgemaakt,” vertelt Michael Lyne van Valentia Slate. “We bezitten hier 60 ha. Er is genoeg leiste voor de komende vijfduizend jaar.” De groeve is gemiddeld 20 m breed, 20 m hoog en 200 m diep. In de 19^e eeuw is het gat gemaakt met behulp van explosieven. Het ‘plafond’ van de grot ziet er gebeeldhouwd uit (afb. 11). Dat komt door een anderhalve meter dikke laag zandsteen die een natuurlijke barrière vormt. Lyne: “Boven de zandsteenlaag bevinden zich weer leisteelagen”. Halverwege de 19^e eeuw werd leiste van Valentia Island



Afb. 11. Zicht op de ingang van de groeve, met in de nok het Mariabeeld.

intensief toegepast voor gebouwen in Londen, zoals de Houses of Parliament, Westminster Abbey en Cathedral, St Paul's Cathedral en de metrostations zoals Waterloo, Charing Cross en Liverpool Street. In 1911 werd de groeve echter gesloten door concurrentie van goedkope leiste uit Wales. Afb. 12. Deze was bovendien geschikter voor dakbedekking – de meest populaire toepassing – omdat hij gemakkelijker te splijten is. Wales had bovendien het voordeel dat het dichter lag bij de belangrijkste afzetmarkt: Londen. In 1999 werd de groeve heropend en ook Londen is nu weer ‘dichterbij’, want Valentia Slate Ltd. werkt de komende vijf jaar aan de vernieuwing van de leistenen vloer van de Britse Houses of Parliament.



Afb. 12. Gedenksteen voor de groevewerkers, geplaatst in de periode dat de groeve was gesloten.

In 1954 werd op initiatief van enkele eilandbewoners, samen met de rooms-katholieke kerk, een Mariabeeld in de nok van de groeve gehesen. De meer dan 30 m lange ladder, die nog in de groeve ligt, vormt een herinnering aan deze gebeurtenis (afb. 13). Zo kreeg de groeve een nieuwe naam, de *Valentia Island Grotto*. Enkele keren per jaar vindt er een religieuze gebeurtenis plaats.

Voor wie nog meer moois wilt zien kan een groot deel van het jaar de boot nemen naar de 12 km verderop gelegen Skellig Islands, Unesco Werelderfgoed met een bijzondere historie. Hier bouwden rooms-katholieke monniken in de middeleeuwen op de top van één van de eilanden hun onderkomen, op de vlucht vanwege hun geloof. De gebouwen zijn nog steeds voor bezoekers bereikbaar, via de eeuwenoude trap die door de monniken op het rotsige eiland werd aangelegd.



Afb. 13. Met deze meer dan 30 m lange ladder is in 1954 het Mariabeeld in de nok van de groeve geplaatst.

Bronnen en meer lezen:

- Iwan Stössel: *The discovery of a new Devonian tetrapod trackway in SW Ireland*. Journal of the Geological Society of London, 1995.
- Grzegorz Niedźwiedzki, Piotr Szrek, Katarzyna Narkiewicz, Marek Narkiewicz & Per E. Ahlberg: *Tetrapod trackways from the early Middle Devonian period of Poland*. In: Nature 463,

43-48, 7 Januari 2010.

- Matthew Parkes: *The Valentia Island Tetrapod Trackway*. The Geological Survey of Ireland, 2004.
- Per Erik Ahlberg and Jennifer Clack: *A firm step from water to land*. Nature 6 april 2006.
- www.tolweb.org/tree/
- www.devoniantimes.org/Order/trackways.html