

Veeneiken - sleutel tot het verleden landschap en klimaat?

Het zwartbruine hout van veeneiken is ongewenst bij boeren die het met veel moeite uit het weiland verwijderen. Het wordt begeerd door meubelmakers en kunstenaars. Voor de dendrochronologen oftewel jaarringonderzoekers is het waardevol onderzoeksmateriaal dat misschien de sleutel levert tot het bestuderen van het (pre)historisch landschap en de veranderingen van het klimaat gedurende de laatste 7000 jaar.

Veeneiken zijn (veen)lijken van eiken (*Quercus* sp.) die honderden tot duizenden jaren geleden in moerasbossen op laagveen samen met elzen, essen, berken en wilgen groeiden, en na hun afsterven in het veen geconserveerd zijn. De gevonden eiken hebben een maximale leeftijd van 300 tot 400 jaar bereikt. Een hoge tak aanzet en uitgebreide horizontale wortelstelsels doen vermoeden dat het gaat om bomen die in een min of meer gesloten bos met hoge grondwaterstanden groeiden. De eiken zijn na hun afsterven in laagveen terechtgekomen waar ze onder zuurstofloze omstandigheden bewaard zijn gebleven. Door ontginning en daarmee het droogvallen en inklinken van het veen of door grondwerkzaamheden komen de veeneiken tevoorschijn. Afhankelijk van de conserveringscondities komen we soms hele bomen met takken en wortelstelsels tegen (afb. 1). Soms zijn alleen maar de wortels en de stamaanloop in het veen terecht-

gekomen en bewaard gebleven. Genoeg in elk geval voor de dendrochronoloog om het *jaarringpatroon* – opeenvolgende smalle en brede jaarringen – te analyseren (box 1).

Waarom zijn veeneiken zo interessant voor dendrochronologen?

(1) veeneiken zijn gevoelige indicatoren voor veranderingen van de omgevingsfactoren

Bomen, die onder extreme omstandigheden groeien, zoals bij voorbeeld aan de rand van hun natuurlijk verspreidingsgebied, reageren gevoelig op (klimaat)factoren die hun groei limiteren. Het bekendste voorbeeld zijn de naaldbomen uit Siberië en Scandinavië waarvan de jaarringreeksen zijn gebruikt om de schommelingen van de (zomer)temperaturen gedurende de laatste 600 jaar te reconstrueren (Mann *et al.* 1998).

Ook (veen)eiken staan meestal op voor eiken extreme, en in dit geval natte, standplaatsen. Dit uit zich in de langzame groei van gemiddeld 1 mm per jaar en abrupte, soms tientallen van jaren aanhoudende, groeidepressies (afb. 2). De eiken hebben het gedurende hun hele leven moeilijk gehad. Gezien de beperkende groeicondities - in moerasbossen met hoge waterstanden - is het aannemelijk dat deze eiken in hun groeipatroon veranderingen in de hydrologie documenteren.

(2) veeneiken zijn de basis voor langjarige chronologieën

Figuur 1. Boer op een stapel veeneiken uit zijn weiland

De langste jaarringchronologieën zijn opgebouwd uit materiaal van sub-fossiele eiken uit venen en riviersedimenten. Deze eiken zijn nog niet versteend, maar 'op weg daar naar toe'. De jaarringchronologieën reiken terug tot aan het eind van de laatste ijstijd (Spurk *et al.* 2002; Leuschner *et al.* 2002). Als het lukt om het klimaat signaal in de chronologieën van veeneiken te ontsleutelen zal het mogelijk worden de schommelingen van bepaalde klimaatfactoren gedurende het Holoceen te reconstrueren.

Onderzoek aan veeneiken in Nederland

In de afgelopen 10 jaar zijn bij RING, het Nederlands Centrum voor Dendrochronologie in Amersfoort, honderden veeneiken van verschillende locaties en uit verschillende tijdsperiodes bemonsterd. De jaarringpatronen zijn opgemeten en er is een veeneiken chronologie voor Nederland opgebouwd die inmiddels de periode beslaat van 3600 BC tot 563 AD (Jansma 1995; 1996; RING ongepubl. data). In eerste instantie is deze chronologie opgebouwd om archeologisch hout te dateren.

Toen duidelijk werd dat er een opvallende overeenkomst in het groeipatroon tussen veeneiken



uit Nederlandse, Duitse en zelfs Ierse laagveengebieden bestond (Leuschner *et al.* 2002), is de grote potentie van het veeneiken materiaal voor *klimaatreconstructie* duidelijk geworden. Een vergelijkbaar groeigedrag van eiken in laagveengebieden in heel NW Europa wijst er immers op dat het niet om lokale fenomenen gaat, die het opmerkelijke groeipatroon van eiken in de moerasbossen bepaald hebben, maar dat *regionale factoren*, namelijk veranderingen in het klimaat, een belangrijke rol spelen. Dat wordt ook duidelijk door het optreden van duidelijk synchrone perioden van vestiging en sterfte in veeneiken van verschillende gebieden in Europa (Leuschner *et al.* 2002).

Als wij kijken naar de vondsten van veeneiken in Nederland en Duitsland wordt duidelijk dat er geen veeneiken meer gevonden zijn daterend na ca. 600 AD. Waarschijnlijk heeft rond deze tijd het type moerasbos met eik, dat wij sinds het eind van de laatste ijstijd geregeld in alle laagveengebieden van Nederland tegenkwamen opgehouden te

Box 1

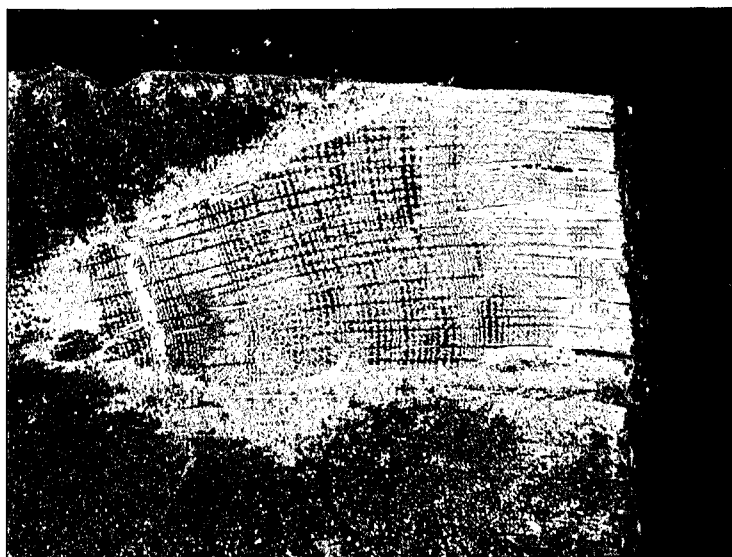
Wat zegt het jaarringpatroon van bomen?

Bomen die in ons gematigd klimaat met wisselende jaargetijden groeien vormen jaarringen. Door het tellen van de jaarringen op een stamschijf kan een inschatting gemaakt worden van de leeftijd van de boom. Daarnaast zegt de relatieve breedte van een jaarring ter opzichte van de aangrenzende jaarringen iets over de *groeiactiviteit* van de boom in het betreffende jaar: een brede jaarring wijst op goede groeiomstandigheden en smalle op beperking van de boomgroei door bijvoorbeeld te weinig of te veel water, warmte of licht.

Het *klimaat* en de *standplaatscondities* spelen op veel standplaatsen en belangrijke rol voor de wisselende groeiactiviteit van bomen. Bomen van dezelfde soort en op vergelijkbare standplaatsen in één klimaatgebied vertonen dan ook een vergelijkbaar jaarringpatroon. De enkele jaarringpatronen kunnen worden samengevat tot een zogenaamde *regionale jaarringchronologie*.

Er bestaan voor Noordwest Europa honderden eikenchronologieën en een tiental regionale chronologieën (zie EC, Euro Catalogue (<http://www.dendro.bf.uni-lj.si/first.html>); ITRDB, International Tree Ring Data Bank (<http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/treering.html>)).

Deze chronologieën worden gebruikt voor het dateren van hout van onbekende ouderdom uit bouwhistorische en archeologische context. Daarbij worden de gemeten jaarringpatronen van houtmonsters vergeleken met de regionale chronologieën. Op deze manier is het mogelijk de kapdata van bomen te achterhalen en daarmee een indicatie te krijgen over het ouderdom en herkomst van het hout dat is gebruikt voor de bouw van een kerk, schip of veenweg. Daarnaast vormen regionale jaarringchronologieën een waardevol archief voor *klimaatreconstructie*.



bestaan, óf de bossen zijn niet meer geconserveerd, zodat wij daar niets meer van terug kunnen vinden.

Als wij ervan uitgaan dat het klimaat een invloed heeft op de groei van (veen)eiken in NW Europa dan is de vraag welke klimaatfactoren ten grondslag liggen aan de in veeneiken voorkomende periodieke langdurige groeidepressies.

Door het jaarringpatroon van hedendaagse (veen)eiken te vergelijken met actuele klimaatgegevens (temperatuur, neerslag) kan

Figuur 2. Dwarsdoorsnede van een veeneik met een karakteristiek jaarringpatroon



Figuur 3. Eik in een hedendaags moerasbos (Oude Kooi, Naardermeer)

zen voor. Met een aanwasboor zijn op elke locatie tenminste 10 eiken bemonsterd en is het jaarringpatroon opgemeten. De bemonsterde eiken, die gemiddeld zo'n 50 tot 60 jaar oud zijn, vertonen een gelijkmatig groeipatroon met een gemiddelde jaarringbreedte van tussen de 2 en 3 mm per jaar. Zij liggen qua groeiniveau dus ruim boven de sub-fossiele veeneiken (ca. 1 mm). Bovendien ontbreken de voor veeneiken zo karakteristieke groeidepressies.

Uit het onderzoek naar de samenhang tussen jaarringpatroon en weersomstandigheden blijkt, dat de eiken op laagveenstandplaatsen veel neerslag in de winter en het voorjaar en droge zomers nodig hebben, om brede jaarringen te vormen. Watertekorten tijdens de vegetatieperiode blijken op deze standplaatsen nagenoeg niet voor te komen. In tegendeel, veel neerslag in de zomermaanden gekoppeld met lage zomertemperaturen heeft een negatief effect op de groei van eiken op deze standplaatsen.

Vergelijkbare resultaten zijn ook gevonden voor eiken uit laagveengebieden in Noord-Duitsland (Duvestedter Brook, ten noorden van Hamburg, volgens Ellenberg een van de natste eikenstandplaatsen die er bestaan!, afb. 4) en Unterspreevald, Brandenburg. Ook een recente excursie naar het Biebrza Nationalpark in Polen leverde alleen goed groeiende eiken zonder opvallende groeidepressies op. Dit roept de vraag op waarom er in de moerasbossen van Europa, ook in relatief afgelegen gebieden zoals in NO Polen, tegenwoordig geen langzaam groeiende eiken met groei-

een klimaat-groei model berekend worden dat dan gebruikt kan worden om de jaarlijkse variatie in de 7000jaar lange NW Europese veeneikenchronologie in klimaatinformatie te vertalen.

Op zoek naar 'levende veeneiken'

Gedurende de laatste drie jaar zijn er eiken in elzenbroekbossen op laagveen in Nederland, Noord-Duitsland en Polen geanalyseerd. In Nederland is na over-

leg met collega's van Alterra, Natuurmonumenten en de Universiteit van Wageningen is gekozen voor het bemonsteren van eiken in twee kooibossen, te weten de Oude Kooi (Naardermeer) en de Otterskooi (de Wieden), en voorts in de Botshol en het Molenveen. Alle gebieden zijn als natuurgebieden/bosreservaten in beheer bij Natuurmonumenten. De eiken groeien samen met elzen en essen op de iets hogere plekken (afb. 3); op de nattere plekken kwamen alleen nog el-

Figuur 4. Eiken in het Duvenstedter Brook, Noord-Duitsland

depressies voorkomen terwijl dat in het verleden tot 600 AD wel het geval was.

Het antwoord op deze vraag wordt duidelijk als wij kijken naar de onderzochte standplaatsen. De meeste hedendaagse moerasbossen liggen als eilandjes te midden van een agrarisch landschap. Grondwaterverlaging en bemesting zijn factoren die direct of indirect invloed hebben op de huidige laagveengebieden met broekbossen. Ontwatering via sloten in het bos of in de directe omgeving zorgen ervoor dat het grondwater alleen nog in de winter (soms) boven het maaiveld komt te staan. Daarmee heeft de eik geen enkele moeite. Een rijke ondergroei met braam en/of adelaarsvaren op veel standplaatsen getuigen van de voedselrijkdom op deze gemineraliseerde veengronden.

Als wij ervan uitgaan, dat de hydrologie in de toenmalige moerasbossen een belangrijke rol heeft gespeeld voor de groei van de eiken moeten wij constateren, dat er in (West)Europa mogelijk geen analoge recente standplaatsen meer te vinden zijn. Het grootste deel van de laagveengebieden in NW Europa is al honderden tot duizenden jaren eerder ontgonnen, het ging hier immers om een landschap dat uitermate geschikt was voor het verzamelen van plantachtig voedsel, de jacht en visvangst. Nadat turf is ontdekt als brandstof vond op grote schaal ontwatering plaats waarna het land in gebruik is genomen voor landbouw. Daarbij kwam de toenemende krapte aan bouw hout met name vanaf de Romeinse tijd. Zo komen wij in archeologisch materiaal (bouw hout voor boerderijen



en veenwegen) al vanaf de Romeinse tijd steeds meer 'veen-eikenhout' tegen, d.w.z. hout met het karakteristieke jaarringpatroon van veeneiken. Na 600 AD komen wij alleen nog sporadisch veeneikenhout in archeologisch materiaal tegen.

Opgraving van (pre)historische moerasbossen in Nederland – reconstructie van het landschap

Nadat duidelijk was, dat er in Europa geen levende veeneiken

meer te vinden zijn is er nog maar één weg om het karakteristieke groeipatroon van de veeneiken te verklaren: het bestuderen van de ecologie van de toenmalige moerasbossen met eik en daarmee ook de reconstructie van (pre)historische landschappen. In een interdisciplinair samenwerkingsproject (Nederlands Centrum voor Dendrochronologie, RING, Biax Consult, Alterra, Wageningen Universiteit, Archeologische Dienst Zwolle, Gemeente Rijswijk) zijn voor het eerst twee (pre)historische moerasbossen



Figuur 5. Een wirwar van sub-fossiele stammen in een opgravingsput in Ypenburg

in Nederland opgegraven; de locaties Zwolle, Stadshagen, en Ypenburg, sinds januari 2002 gemeente Den Haag. Hier waren de bouwwerkzaamheden voor twee Vinex locaties al in volle gang toen in de veenlagen sub-fossiele eikenstammen gevonden werden (afb. 5). Gezien de grote hoeveelheid hout was al snel duidelijk dat het ging om twee bossen die *in situ* in het veen bewaard zijn gebleven. Een unieke kans voor ons onderzoeksteam om de ontstaansgeschiedenis, samenstelling, dynamiek en de teloorgang van een bostype in kaart te brengen dat – zoals wij vermoeden – hedendaags niet meer te vinden is.

tussen mens en landschap (Archeol. Dienst Zwolle, Gemeente Rijswijk).

Hoe zag het (pre)historisch moerasbos eruit?

Ook al is het '*moerasbossen onderzoek*' nog niet afgerond is het nu al duidelijk dat *het* moerasbos met eik niet heeft bestaan. Zoals de geologie en de standplaatsfactoren in de laagveengebieden verschillen, zo vinden wij ook verschil in de vegetatie(geschiedenis).

Het toeval wil, dat de twee opgegraven bossen in Ypenburg en Zwolle niet alleen in ouderdom, maar ook in ecologie nogal ver-

schillen. Het moerasbos van Ypenburg heeft bestaan van ca. 3000 BC tot 2500 BC en is ontstaan na de vorming van strandwallen zo'n 5800 tot 5500 jaar geleden waardoor het achterliggende duingebied steeds meer vernatte met als gevolg veenvorming in de lagere delen. Een moerasbos met els, eik en berk vormde de laatste bosfase voordat het laagveen uiteindelijk in hoogveen met heide veranderde. De gevonden eiken groeiden op hogere plekken in het op kleine afstanden sterk variërende veenlandschap met duinkoppen en wortelden vaak in het zand. Conform met dit groeiedrag gaat het dan ook niet om 'klassieke' veeneiken, zoals boven beschreven, maar om relatief snel groeiende eiken zonder de karakteristieke langdurige groeidepressies. Toch zijn deze eiken terechtgekomen in het veen dat als conserverend medium in de directe nabijheid aanwezig geweest moet zijn.

Anders is de situatie in het veel jongere, uit de Romeinse tijd daterende moerasbos van Zwolle (ca. 150 BC tot ca. 600 AD, afb.

Het onderzoek richt zich op het bestuderen van (1) de ontstaansgeschiedenis en waterhuishouding van de bodem (Alterra), (2) de vegetatieontwikkeling en -samenstelling door pollen-, zaden- en houtonderzoek (Biax Consult), (3) de dendrochronologische datering, onderzoek van het groeipatroon en periodes van de vestiging en sterfte van de gevonden bomen (RING, WU) en het onderzoek naar de interactie

Figuur 6. Het opgravingsterrein van een moerasbos bij Zwolle



6). Hier vinden wij langzaam groeiende tot 300 jaar oude eiken en ook essen met opvallende langdurige groeidepressies die om de 35 tot 40 jaar optreden. Het blijkt, dat periodes met groeidepressies in de Zwolse eiken overeenkomen met fases van slechtere groei bij eiken op andere (veeneiken)standplaatsen in Nederland en Duitsland (afb. 7). Uit voorlopige onderzoeksresultaten blijkt, dat de standplaatsperiodes met regelmatige overschrijvingen door de IJssel of Vecht kent die mogelijk te koppelen zijn aan de groeidepressies in de eiken. Feit is dat het moerasbos van Zwolle na ca. 500 AD steeds slechter ging groeien; rond 586 AD is de laatste gevonden eik gestorven. Een enorme kleilaag, afgezet boven op het veenpakket, getuigt van de oorzaak van de teloorgang van de meest recente in Nederland gevonden veeneiken: het landschap raakte overstroomd. Het tijdstip van het verdwijnen van het moerasbos van Zwolle is trouwens geen onbekende: rond 540 AD zijn niet alleen op veeneiken standplaatsen in heel Europa (Leuschner *et al.* 2002) maar wereldwijd op verschillende standplaatsen veel bomen doodgegaan en slechter gaan groeien (Baillie 1994). Zelfs culturele en historische verschuivingen, zoals

Box 2

Klimaatreconstructie: Jaarringen als proxy data

Het is duidelijk dat ons klimaat in de laatste tientallen jaren is veranderd. De vraag is of die sinds begin van de laatste eeuw ingezette klimaatveranderingen nog binnen de bandbreedte van natuurlijke schommelingen van het klimaat liggen of of wij het te maken hebben met een fenomeen dat geen voorbeeld kent in het verleden.

Onderzoek naar natuurlijke schommelingen van het klimaat tijdens het *Holoceen* (de periode na de laatste ijstijd) en vroeger kan alleen met behulp van *proxy* (=indirekte) data voor klimaat plaatsvinden. Jaarringen van bomen zijn naast groeizones in korallen, zee- en meersedimenten en isotopen in ijsboorkernen belangrijke archieven om het klimaat in het verleden te bestuderen.

Bomen in onze gematigde zone vormen elk jaar een jaarring wiens breedte op veel standplaatsen beïnvloed is door het klimaat in het betreffende jaar. Veeneiken spelen om twee redenen een belangrijke rol voor klimaatreconstructie

(1) het gaat om eiken op grensstandplaatsen voor eik met langdurig hoge grondwaterstanden, wat ze potentieel tot gevoelige indicatoren voor veranderingen van hydrologie en klimaat maakt;

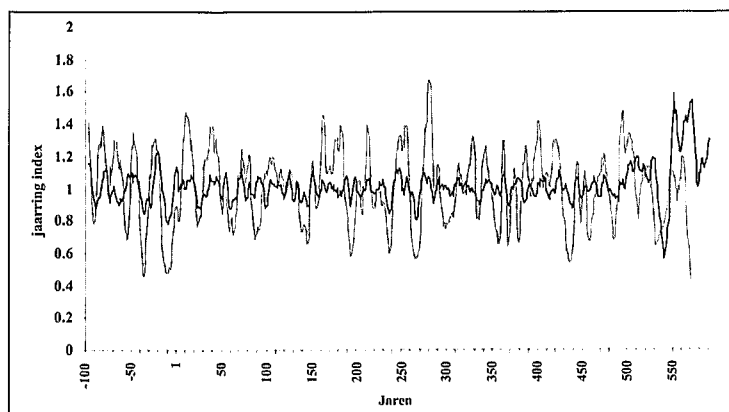
(2) met behulp van veeneiken was het mogelijk de tot nu toe langste jaarring chronologieën voor Europa op te bouwen. Daarmee bestaat de kans om veranderingen van het klimaat tot aan het eind van de laatste ijstijd te bestuderen.

het verdwijnen van het Romeinse rijk en de ondergang van Chinese Dynastieën, worden aan een wereldwijde natuurramp rond 535/536 AD gewijd. Wat precies de oorzaak voor deze ramp was daarover bestaan verschillende meningen: de Engelse historicus David Keys (1999) houdt een vulkaanuitbarsting - a

super-volcano erupting in 535 AD - verantwoordelijk. Baillie (1999) daarentegen sluit een kometeninslag met als gevolg het vormen van veel stof in de atmosfeer niet uit. Daarmee heeft het moerasbossenonderzoek in Zwolle ineens ook een verdere globale dimensie gekregen: *Zwols landschap gevormd door natuurramp* kopte het Weekblad (Wb) voor Wageningen UR op 3 oktober 2002.

Hoe nu verder?

Maar nu terug naar de betekenis van het moerasbossenonderzoek voor landschapsreconstructie en klimaatreconstructie. Binnen dit project zal voor de



Figuur 7. Vergelijking jaarringpatroon van veeneiken uit Zwolle (grijs) met regionale veeneikenchronologie opgebouwd uit Noord-Duitse en Nederlandse veeneiken

eerste keer de ontstaansgeschiedenis, de samenstelling en de dynamiek van een bostype beschreven worden wat in ons huidige cultuurlandschap niet meer bestaat. Mogelijk kan en hopelijk zal deze kennis worden gebruikt als het gaat om de herinrichting van natuurgebieden met verschillende functies (bescherming van beekdalen, waterberging). Tot nu toe worden natuurgebieden elders in Europa, zoals in Polen en Tsjechië als referentiekader gehanteerd – waarom niet terugkijken in de landschapsgeschiedenis van ons eigen land? Voor het bestuderen van de klimaatgeschiedenis zouden de resultaten van het moerasbossenonderzoek opnieuw een mijlpaal kunnen zijn omdat er aanwijzingen bestaan, dat wij periodieke overstromingen in het gebied van Zwolle kunnen linken met groei-depressies in eiken en essen. Essentieel is de regionale factor te vinden, die tot veranderingen van de hydrologie op verschillende standplaatsen in NW Europa heeft geleid. En daar zullen wij de komende twee jaar van het project nog druk met bezig zijn.

Dankzegging

Dit onderzoek is als post-doc onderzoek gefinancierd door de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk onderzoek (NWO/ALW, projectdossiernr.

Meer informatie over Dendrochronologie in het algemeen en dit project in het bijzonder vindt u onder:
Science of Dendrochronology Web Pages
<http://web.utk.edu/~grissino/>

Stichting RING, Nederlands Centrum voor Dendrochronologie
<http://www.archis.nl/html/RING/index.html>

Wageningen Universiteit
<http://www.dow.wau.nl/forestry/sfe/>

750 70 004). De gemeente Zwolle heeft via de Stichting Promotie Archeologie delen van het moerasbossenonderzoek gefinancierd. Dank aan Jan den Ouden, Laura Kooistra en Maja Kooistra voor het kritische lezen van het manuscript.

Literatuur

- Baillie, M.G.L. 1994: Dendrochronology raises questions about the nature of the AD 536 dust-veil event. *The Holocene* 4(2), 212-217.
- Baillie, M. 1999: *Exodus to Arthur: catastrophic encounters with comets*. Batsford, London, 272 pp.
- Jansma, E. 1995: *RememberRINGS. The Development and Application of Local and Regional Tree-Ring Chronologies of Oak for the Purposes of Archaeological and Historical Research in the Netherlands*. PhD. Diss. University of Amsterdam. *Nederlandse Archeologische Rapporten (NAR)* 19, 149 pp.
- Jansma, E. 1996: An 1100-Year Tree-Ring Chronology of Oak for the Dutch Coastal Region. In Dean, J.S., Meko, D.M., Swetnam, T.S., editors, *Tree-Rings, Environment and Humanity; Proceedings of the International Conference, Tucson, Arizona, 17-21 May 1994*. *Radiocarbon, Tucson*, 769-778.
- Keys, D. 1999: *Catastrophe: an investigation into the origins of the modern world*. Century, London, 368 pp.
- Leuschner, H.H., Sass-Klaassen, U., Jansma, E., Baillie, M.G.L., Spurk, M., 2002. Subfossil European bog oaks: population dynamics and long-term growth depressions as indicators of changes in the Holocene hydro-regime and climate. *The Holocene* 12: 695-706.
- Mann, M.E., Bradley, R.S., Hughes, M.K.. 1998 Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature* 392: 779-787.
- Spurk, M., Leuschner, H.H., Baillie, M.G.L., Briffa, K.R., Friedrich, M., 2002. Depositional frequency of German subfossil oaks: climatically and non-climatically induced fluctuations in the Holocene. *The Holocene* 12: 707-715.