Over de Kalender

Onze vertrouwde kalender heeft reeds een lange geschiedenis achter zich. Hij gaat terug tot de romeinse kalender van voor onze jaartelling, en bevat babylonische, hebreeuwse en egyptische elementen. Hij is zodanig ingekapseld in ons leven, dat het niemand opvalt hoe eigenaardig hij wel in elkaar zit. Zo zijn niet alle maanden even lang, en eentje (februari) heeft zelfs een veranderlijk aantal dagen. In een tijd waarin alles precies gedefiniëerd moet zijn en opgebouwd volgens strikte normen, kun je dat op zijn minst merkwaardig noemen. En wie bedenkt nu weken van zeven dagen en niet van vijf of van tien; of dagen van 24 uur en jaren van de ene keer 365 dagen en dan weer 366 dagen ? Als we overal elders de mijlen, voeten, duimen, ponden, enz. hebben afgeschaft, horen we dan ook hier niet te gaan werken met 10-tallen, 100-tallen, enz ? Het werd ooit geprobeerd met de 'republikeinse' kalender ! Die zogezegd veel logischer opgebouwde kalender werd kort na de franse revolutie op 24 november 1793 in Frankrijk ingevoerd, maar reeds op 1 januari 1806 bij de historische wetenswaardigheden opgeborgen. Taai kereltje dus, die kalender van ons ! Ook in andere landen overal ter wereld overleven de historisch gegroeide kalenders. We zullen in wat volgt wat dieper ingaan op de historiek van onze huidige europese kalender en hem hier en daar vergelijken met enkele andere.

© Egon Wojciulewitsch, 2001

Inhoud

I. Dagen en maanden. Maankalenders

1. Lunaties en maanden

Om niet al te lange tijdperiodes aan te duiden werd in de voorhistorie net als nu gewoon de dagen geteld. Voor langere periodes is dat natuurlijk moeilijker. Grote getallen zijn niet zo handig om mee te werken en vrij vlug werd een grotere tijdseenheid noodzakelijk. Ook hiervoor leverde de natuur een voor de hand liggende mogelijkheid : de maan. De tijdsduur tussen twee opeenvolgende keren Nieuwe Maan heet een lunatie en is de basis van het begrip maand. Eenvoudig naar de hemel kijken en de dagen tellen maakt onmiddellijk duidelijk dat een dergelijke lunatie langer duurt dan 29 dagen maar minder dan 30. Door maanden in te voeren die afwisselend 30 en 29 dagen lang waren, kon over niet al te lange perioden een aanvaardbaar gemiddelde van 29,50 dagen per lunatie worden gehaald. Dit leverde meteen de meest elementaire maankalender :

- met als basis tijdseenheid de dag,
- met maanden van afwisselend 29 en 30 dagen,
- en waarin elke maand begint bij Nieuwe Maan.

Het was natuurlijk de bedoeling dat deze maankalender synchroon bleef lopen met de maanstanden[1]! Maar als we blijven observeren en dagen tellen, ontdekken we snel dat onze kalender niet blijft gehoorzamen aan de derde voorwaarde. Na 34 kalendermaanden zijn er 34 × 29,50 = 1003 dagen verlopen. Als we na de 34ste maand (en dus bij het begin van de 35ste maand) terug Nieuw Maan verwachten, dan blijkt dit echter niet te kloppen. De 35ste maand begint namelijk een dag te vroeg, namelijk één dag vóór Nieuwe Maan[2]. Om onze kalender terug te synchroniseren met de werkelijke maan moeten we dus een dag extra wachten om de 35ste maand te laten beginnen. En om in de toekomst het euvel te vermijden, moet ook in elke daarop volgende periode van 34 maanden één extra dag aan de kalender toegevoegd worden. Daardoor werd meteen duidelijk dat een lunatie niet precies 1003/34 = 29,5 dagen duurt, maar beter benaderd wordt door 1004/34 = 29,5294 dagen.

Ook al is deze gecorrigeerde kalender al heel wat beter, perfect is hij nog steeds niet. Na 25 periodes van 34 maanden, dus na 850 maanden (= 29,5294 × 850 = 25100 dagen) loopt ook hij een dag achter op de lunaties, begint de maand dus weer één dag te vroeg vergeleken met de maan, zodat om de 850 maanden nogmaals een extra dag zou moeten worden ingelast, naast de eerder reeds ingevoerde. Daardoor is meteen duidelijk dat één lunatie niet 25100/850 = 29,5294 dagen duurt, maar beter benaderd wordt door 25101/850 = 29,5306 dagen.

De voortzetting van deze werkwijze levert een steeds betere maankalender op, en een steeds nauwkeuriger benadering van de duur van één lunatie[3].

Het corrigeren door het invoegen van extra dagen gebeurde natuurlijk verschillend bij verschillende gemeenschappen, en zeker niet altijd even logisch. Voor wat volgt is het echter enkel van belang het principe ervan te begrijpen. In de huidige tijd is het precieze verband tussen maand en lunatie trouwens verdwenen (behalve in de hebreeuwse en islamitische kalenders).

Dat vooral woestijnvolkeren hun kalender bepaalden aan de hand van de maanfasen is heel goed te begrijpen. Reizen door de woestijn gebeurde bij voorkeur ‘s nachts en het maanlicht was daarbij van bijzonder nut. Belangrijke sociale gebeurtenissen en feesten vonden steeds plaats bij Volle Maan. Zo is ook ons paasfeest, van oorsprong een Joods feest, tot op vandaag gekoppeld aan de Volle Maan[4]. Ook de joden zijn immers van oorsprong een woestijnvolk.

2. Voorbeeld : De islamitische kalender

De islamitische kalender is een voorbeeld van een nog steeds gebruikte zuivere maankalender. *Dé* islamitische kalender bestaat eigenlijk niet. Alle bestaande varianten steunen wel op dezelfde eenvoudige beginselen, maar meestal wordt het begin van een nieuwe maand bepaald door de eerste werkelijke waarneming van de maansikkel na Nieuwe Maan door een bevoegd persoon, en dat wil wel eens verschillen in verschillende landen. Onderlinge verschillen van enkele dagen komen dus regelmatig voor. We beschrijven hier de zgn. ‘burgerlijke islamitische kalender’ waarin de maanden een vast patroon volgen, op basis van een berekening en niet een waarneming van het wederverschijnen van de maansikkel.

In een islamitisch kalenderjaar zijn er twaalf maanden van afwisselend 29 of 30 dagen : Muharram (30), Safar (29), Rabi I (30), Rabi II (29), Jumada I (30), Jumada II (29), Rajab (30), Shaban (29), Ramadan (30), Shawwal (29), Dhu am-Qada (30), Dhu am-Hijja (29 of 30)

De eerste dag van het eerste islamitisch jaar (1 Muharram 0001) komt overeen met 16 juli 622 van de toenmalige Europese kalender (de juliaanse, zie verder). Dat zou de eerste dag zijn na Mohammed’s vertrek naar Medina.

Een normaal islamitisch kalenderjaar heeft dus slechts 354 dagen. Daardoor blijven de seizoenen achter op de kalender : elk jaar schuiven ze iets meer dan 11 dagen achteruit t.o.v. de kalender. Of anders gezegd, schuiven de islamitische maanden (bijv. Ramadan) naar voor t.o.v.de seizoenen.

Vertrekkend van deze eerste dag worden er periodes van 30 jaar ingevoerd. Dat zijn dus 360 maanden van afwisselend 29 en 30 dagen. Om met de maan gelijke tred te houden moet om de 34 maanden een extra dag worden ingevoerd. Op een periode van 30 jaar of 360 maanden zijn dat er dus 360/34 = 10,59 in totaal. Daarom worden binnen zo'n periode van 30 jaar de jaren 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 en 29 een schrikkeljaar met 355 dagen : de 12de maand Dhu am-Hijja krijgt dan 30 i.p.v. 29 dagen. Dat geeft in totaal 11 schrikkeldagen, dus net iets teveel. Op langere termijn moet dus een fijnafstemming plaats vinden[5].

In de volgende tabel wordt het begin van de islamitische jaren 1419 tot 1436 (nieuwjaar op 1 Muharram) gesitueerd t.o.v. de gregoriaanse kalender.

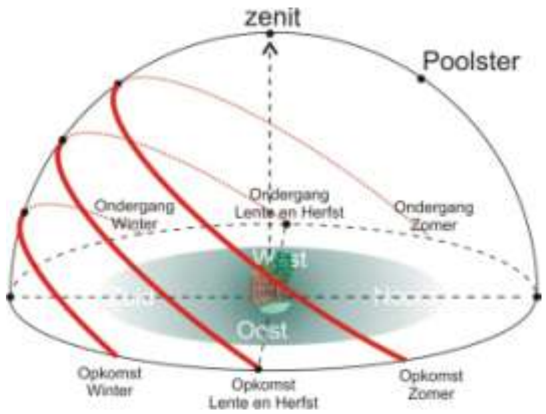
6 apr 2000	1428	20 jan 2007
26 mrt 2001	1429	10 jan 2008
15 mrt 2002	1430	29 dec 2008
5 mrt 2003	1431	18 dec 2009
22 feb 2004	1432	8 dec 2010
10 feb 2005	1433	57 nov 2011
31 jan 2006	1434	15 nov 2012

II. Het tropisch jaar. Zonnekalenders

Bij landbouwvolkeren was een zuivere maankalender niet voldoende. Landbouwactiviteit was en is nauw verbonden met het ritme van de seizoenen en deze zijn dan weer gekoppeld aan de 'schijnbare jaarlijkse gang' van de zon tussen de sterren en helemaal niet aan de maanfasen. Een ‘landbouwkalender’ moest dus rekening houden met de *zon* en niet zozeer met de maan.

1. Zonnewendes en nachteveningen. De seizoenen

De mensen in de europese prehistorie hadden al snel door dat het lengen en korten van de dagen, en dus het verloop van de seizoenen, gepaard gaat met een verschuiving van de punten aan de horizon waar de zon opkomt of ondergaat. Als de dagen het kortst zijn geworden, komt de zon in Europa ongeveer in het Zuidoosten[6] op en gaat ze ongeveer in het Zuidwesten onder. Nadien beginnen de dagen langer te worden; daarvoor werden ze korter. Die overgang in het lengen van de dagen heet de winterzonnewende en per definitie begint dan de winter[7], gekenmerkt door korte dagen en lange nachten. Na de winterzonnewende schuiven opkomst- en ondergangspunt van de zon op naar het Noorden, eerst langzaam daarna sneller. De zon klimt daarbij elke dag iets hoger op boven de horizon, de dagen worden langer en de nachten dus korter. Op een bepaald ogenblik worden dag en nacht even lang. Dat gebeurt als de zon precies in het Oosten opkomt en precies in het Westen ondergaat. Dat ogenblik wordt lentenachtevening genoemd en per definitie begint dan de lente.



Figuur 1 : De rode lijnen stellen de dagelijkse baan van de zon voor in de verschillende seizoenen.

Na de lentenachtevening worden de dagen langer dan de nachten, klimt de zon elke dag nog steeds hoger aan de hemel terwijl het opkomst- en het ondergangspunt verder naar het Noorden blijven opschuiven, zij het nu steeds trager en trager. Uiteindelijk stopt dit alles om zich daarna om te keren : de dagen gaan terug verkorten, de nachten verlengen en de horizonpunten van de zon gaan terug schuiven naar het Zuiden toe. Ook hier krijgt die overgang een naam : de zomerzonnewende. Per definitie begint dan de zomer.

Na de zomerzonnewende schuiven opkomst- en ondergangspunt van de zon op naar het Zuiden, eerst langzaam daarna sneller. De zon blijft daarbij elke dag iets lager boven de horizon, de dagen worden korter en de nachten dus langer . Tot nogmaals dag en nacht even lang worden, wat weer gebeurt als de zon precies in het Oosten opkomt en precies in het Westen ondergaat. Dat ogenblik wordt nu herfstnachtevening genoemd en per definitie begint dan de herfst.

Na de herfstnachtevening worden de dagen korter dan de nachten, blijft de zon elke dag iets lager aan de hemel, terwijl het opkomst- en het ondergangspunt verder naar het Zuiden blijven opschuiven, zij het trager en trager tot aan de winterzonnewende. Daarna begint het hele verhaal weer opnieuw.

Een zuivere 'landbouwkalender' moet gekoppeld zijn aan deze seizoenen, dus aan de bewegingen van de zon en is dus een zonnekalender. De maan speelt daarbij niet meteen een rol. Het zijn de zonnewendes en de nachteveningen die het jaar opdelen in seizoenen (in sommige culturen werden seizoenen wel anders gedefiniëerd, zie bijv. bij de egyptische kalender). Ze konden, zoals voldoende blijkt uit vorige paragraaf, gemakkelijk bepaald worden door observatie. Er werden zelfs indrukwekkende constructies gebouwd die onder meer daarvoor moeten hebben gediend (vb. Stonehenge). Het tropisch jaar (in het vervolg gewoon jaar genoemd) is de tijd tussen bijvoorbeeld twee opeenvolgende lentenachteveningen en het telt meer dan 365 dagen maar minder dan 366; om heel precies te zijn : het is 365,2422 dagen[8].

Het zal ons nu ook niet meer verbazen dat bij landbouwvolkeren de jaarlijkse feesten zich niet t.o.v. een of andere maanstand situeren, maar eerder t.o.v. de nachteveningen en de zonnewendes (Joelfeesten, Saturnalia, Hanoukah, ...) .

2. Overstromingen van de nijl. De egyptische kalender.

Zeer merkwaardig in een vergelijkbare context waren de jaarlijkse overstromingen van de Nijl in het oude Egypte. Deze waren het gevolg van seizoenregens in Ethiopië, in zuidelijk Soedan en vooral in de omgeving van het Victoriameer[9]. In Egypte zelf valt immers het hele jaar door nauwelijks regen. Bovendien zijn de seizoenen (zoals hoger gedefiniëerd) er veel minder uitgesproken dan bijvoorbeeld in centraal Europa. De dagen worden er door het jaar heen nog wel korter en langer, maar de verschillen zijn heel wat kleiner en nauwelijks van belang voor de landbouw. De rol van de seizoenen werd als het ware overgenomen door die veel belangrijkere jaarlijkse overstromingen van de Nijl. Het is dus niet verrassend dat de Egyptenaren hun kalender opstelden in functie van die overstromingen. Die begonnen steeds een vijftiental dagen nadat de ster Sirius aan de ochtendhemel zichtbaar was geworden (*heliacale opkomst* van Sirius).

Op zijn minst vanaf 1500 vC werd een kalender gebruikt van 365 dagen[10] die 12 maanden bevatte van 30 dagen : Toth, Paophi, Athyr, Choiakh, Tybi, Mecheir, Phamenoth, Pharmuti, Pachon, Payni, Epiphi, Mesore. Deze 360 dagen werden nog aangevuld met vijf extra dagen, beschouwd als geboortedagen van Osiris, Isis, Seth, Nephthys, Horus. De maanden hoefden duidelijk niet gelijk te lopen met de maanfasen en werden nog in drie 'seizoenen' van vier maanden gegroepeerd. Te beginnen met de maand Toth zijn het : het zaaiseizoen of overstromingsseizoen (Akhet), het groeiseizoen (Pert) en het oogstseizoen (Shemu). Het was toen ook reeds bekend dat de periode tussen twee opeenvolgende heliacale opkomsten van Sirius ongeveer 365.25 dagen telde, en dat het kalenderjaar dus een kwart dag te kort was voor het correct volgen van die jaarlijkse overstromingen. Er werd trouwens voorgesteld het euvel op te vangen door na drie jaren van 365 dagen er een te laten volgen van 366 dagen. Maar de egyptische priesters verzetten zich tegen elke kalenderhervorming. Hierdoor begon elk volgend kalenderjaar dus eigenlijk een kwart dag te vroeg, waardoor de seizoenen schijnbaar een kwart dag achteruit schoven t.o.v. de kalender. Na vier jaar loopt dat op tot een volledige dag en na $365 \times 4 = 1460$ jaar zijn de seizoenen het hele kalenderjaar rond geweest. Die periode van 1460 jaar heette de Sothis-periode.

Ook met zonnekalenders ontstond dus meteen een probleem : 365 dagen is te weinig voor een volledig jaar, en 366 dagen is teveel . Met de keuze voor 365 dagen werd elk jaar een kwart dag overgeslagen. Als de kalender moet gelijk lopen met de seizoenen moet die dag ergens in de kalender toegevoegd worden. Deze oplossing was eenvoudig en bij de Egyptenaren gekend, maar werd echter pas door Julius Caesar bij zijn kalenderhervorming ingevoerd (juliaanse kalender).

De egyptische kalender werd in het oude Egypte 40 eeuwen lang gebruikt, tot bij het begin van onze jaartelling. De huidige Koptische kalender (op de naamgeving na dezelfde als de Ethiopische) is de moderne voortzetting ervan. Alleen worden nu wel schrikkeljaren ingevoerd (jaren van 366 dagen).

III. Lunisolaire kalenders

Complexer wordt het wanneer de kalender zowel de maanfasen als de seizoenen moet respecteren : de lunisolaire kalender. De Babyloniërs hadden vijf eeuwen vC al ontdekt dat er een zeker verband was tussen het (tropisch) jaar en een lunatie : 19 jaar duurt evenlang als 235 lunaties[11]. Deze periode van 19 jaar werd later de cyclus van Meton genoemd en maakt lunisolaire kalenders construeerbaar.

1. Voorbeeld : De babylonische kalender

De oudst bekende kalender is deze van de Babyloniërs, die zonder twijfel een inspiratiebron was voor vele andere. De maanden hadden afwisselend 29 en 30 dagen, en er waren 12 maanden in een kalenderjaar dat dus 354 dagen telde. De namen van de maanden waren dezelfde als deze van de dierenriemtekens : Nisannu, Ajjaru, Simanu, Du'uru, Abu, Ululu, Tashritu, Arahsamnu, Kislimu, Tebetu, Shabatu, Adaru. Een nieuwe maand begon ongeveer 2 dagen na Nieuwe Maan, als in de avondschemering de smalle maansikkel zichtbaar werd. De voortzetting van deze regel in de latere islamitische en in aangepaste vorm in de hebreeuwse kalender is duidelijk.

Een kalenderjaar van 354 dagen geeft na drie jaar echter een verschuiving van bijna 34 dagen t.o.v. de seizoenen. Om synchronisatie met de seizoenen te bekomen besliste de heersende vorst zo nodig tot invoeging van een extra maand. Deze werd aangehecht bij de maand Ululu of Adaru. Deze invoeging geschiedde niet altijd even doordacht, ondanks alle beschikbare kennis.

2. Voorbeeld : De hebreeuwse kalender

De hebreeuwse kalender is zonder twijfel gegroeid uit de babylonische en aangepast aan de Joodse godsdienstige vereisten. De namen van de maanden zijn nagenoeg dezelfde (vertaald) als in de babylonische kalender.

In een normaal (of regulier) kalenderjaar zijn er 12 maanden: Tishri, Heshvan, Kislev, Tevet, Shevat, Adar, Nisan, Iyar, Sivan, Tammuz, Av, Elul. Deze hebben, in deze volgorde, alternerend 30 en 29 dagen. Dat betekent dus een totaal van 354 dagen. Elke maand begint (benaderend) op de dag van Nieuwe Maan.

Omdat de kalender tegelijkertijd de maanfasen *en* de seizoenen wil respecteren, wordt gewerkt met de Metoncyclus van 19 jaar. Op 19 tropische jaren zijn er 235 lunaties. Dat betekent dat een jaar 235/19 = 12,368 maanden zou moeten hebben. Bij gebruik van twaalf maanden per kalenderjaar wordt er elk jaar dus 0,368 maanden vergeten.

Na 19 jaar is dat opgelopen tot 19 × 0,368 = 6,992 zeg maar 7 volle maanden. Op een periode van 19 jaar worden daarom zeven schrikkeljaren ingevoerd, wat betekent dat vóór de maand Adar een extra maand (eveneens Adar genoemd, soms ook Veadar) van 30 dagen wordt toegevoegd. Het 1ste, 4de, 7de, 8ste, 12de, 15de en 18de jaar van de 19-jarige cyclus wordt telkens een schrikkeljaar.

Voor de jaartelling zelf wordt geteld vanaf de 'schepping van de wereld', die wordt gesitueerd op 6 oktober 3761 v.C. (onze jaartelling).

Omdat een extra maand van 30 dagen net iets te veel is (een lunatie is korter: 6,992 maanden is net niet gelijk aan 7 maanden), dringt een mechanisme voor fijnregeling zich op. Af en toe moet ergens een dag overgeslagen worden. Maar omwille van enkele voorschriften betreffende godsdienstige feesten, moet af en toe ook al eens een dag bijgevoegd worden.

Zo is de eerste dag van het jaar (per definitie) 1 Tishri (Rosh Hashanah) en die valt samen met de Nieuwe Maan die het dichtst bij het begin van de herfst valt. Om godsdienstige redenen mag Yom Kippur (10 Tishri) niet op de dag vóór of de dag na de Sabbath vallen, en Hoshanah Rabba (21 Tishri) niet op Sabbath zelf. Dat houdt in dat nieuwjaarsdag niet kan op drie dagen vóór, één dag vóór of één dag na Sabbath[12]. Sabbat is de belangrijkste dag van de week die in totaal zeven dagen telt.

Nieuwjaarsdag is meteen ook het begin van een nieuwe maand en moet dus samenvallen met Nieuwe Maan. Valt deze vóór de middag, dan is de dag van Nieuwe Maan meteen kandidaat nieuwjaarsdag. Als deze Nieuwe Maan na de middag valt, wordt de *volgende* dag kandidaat nieuwjaarsdag. Valt de zo bepaalde kandidaat nieuwjaarsdag op drie dagen vóór, één dag vóór of één dag na Sabbath, dan wordt nogmaals een dag achteruit geschoven. Daardoor wordt het voorbije jaar dus eventueel twee dagen langer. Het mag echter niet langer worden dan 355 dagen, en als dat toch zou gebeuren, moet de nieuwjaarsdag van het jaar ervoor eveneens twee dagen achteruit.

Dat soort voorschriften leidde tot het invoeren van *onvoltallige* jaren en *overvloedige* jaren. Een gewoon of regelmatig jaar, zoals hoger gedefinieerd, heeft 354 of 384 dagen naargelang het niet of wel een schrikkeljaar is. Maar in een *onvoltallig jaar* werd één dag weggenomen van de derde maand Kislev. Deze kreeg dus 29 dagen i.p.v. 30. In een *overvloedig* jaar werd één dag bijgevoegd bij de tweede maand Heshvan. Deze kreeg dus 30 dagen i.p.v. 29.

Door de juiste jaren in de metoncyclus onvoltallig of overvloedig te maken, kunnen alle religieuze voorschriften voldaan worden en het lunisolaire karakter van de kalender behouden.

Het systeem werkt heel behoorlijk in die mate, dat de keuze van de schrikkeljaren (extra maand van 30 dagen) ervoor zorgt dat een jaar nooit minder dan 353 dagen krijgt, omdat het dan meteen schrikkeljaar wordt. In dat geval zal dat schrikkeljaar wel minder dan 383 dagen krijgen, wat voor een schrikkeljaar ook niet wordt aanvaard. In dat geval wordt de nieuwjaarsdag van het jaar daarop één dag uitgesteld. Het blijft dus wel enigszins puzzelen.

Opmerkingen

Het begin van het kalenderjaar valt op 1 Tishri en valt samen met het feest "Rosh Hashanah", een feest ter herdenking van de schepping van de wereld. Maar ook 15 Shevat ("Tu B'shevat"), wordt wel eens als nieuwjaarsdag vermeld, evenals 1 Nisan en 1 Elul.

Een Joodse dag begint niet om middernacht, maar na zonsondergang of als er drie sterren zichtbaar zijn geworden.

De ogenblikken van Nieuwe Maan worden (anders dan bij Babyloniërs en Islamieten) *berekend*, en wel als volgt. De eerste Nieuwe Maan van het eerste jaar van de schepping, geschiedde om 5 uur en 204 uurdelen na zonsondergang (middernacht op 6 oktober 3761 v.C. in onze jaartelling). De volgende keren Nieuwe Maan worden dan bepaald door synodische maanden van 29 dagen 12 uur en 793 uurdelen te gebruiken. Eén uur bevat 1080 uurdelen.

De volgende tabel situeert het hebreeuwse nieuwjaar (1 Tishri) in de gregoriaanse kalender voor een aantal jaren.

5759	21 sep 1998	5768	13 sep 2007
5760	11 sep 1999	5769	30 sep 2008
5761	30 sep 2000	5770	19 sep 2009
5762	18 sep 2001	5771	9 sep 2010
5763	7 sep 2002	5772	29 sep 2011
5764	27 sep 2003	5773	17 sep 2012
5765	16 sep 2004	5774	5 sep 2013
5766	4 okt 2005	5775	25 sep 2014
5767	23 sep 2006	5776	14 sep 2015

3. Voorbeeld :De griekse kalender

Dé griekse kalender is moeilijk aan te wijzen. Verschillende stadstaatjes hadden zowat elk hun eigen kalender, vooral wat de namen voor de maanden betrof. Maar er is wel een soort rode draad van principes en ideeën volgens welke die kalenders werden opgebouwd. De oudste griekse kalenders waren waarschijnlijk maankalenders met kalenderjaren van 354 dagen gegroepeerd in maanden van afwisselend 29 en 30 dagen. De eerste dag van de maand heette Neomenia (nieuwe maan).

Later werd er om de twee jaar een 13de maand ingelast om de seizoenen enigszins op hun plaats te houden t.o.v. de kalender, maar dat was iets te veel zodat de seizoenen naar voor schoven t.o.v. de kalender. In de tijd van Herodotos werd deze 13de maand nog slechts om de 3 jaar ingelast. Dat was wel beter maar het kalenderjaar werd daardoor iets te kort waardoor de seizoenen dan weer achteruit gingen schuiven t.o.v.de kalender.

Tenslotte werd beslist op een periode van acht gewone jaren (2832 dagen) na het 3de, het 5de en het 8ste jaar telkens een extra maand van 30 dagen in te voegen. Dergelijke periode van acht jaar bevatte dan 2922 dagen en 99 lunaties, wat behoorlijk goed aansluit met de seizoenen ($8 \times 365.2422 = 2921.9376$). Het kalenderjaar duurde dus gemiddeld 2922 = 8 = 365,25 dagen en een maand 29,515 dagen.

In de 4de eeuw voor Christus werd de ‘cyclus van Meton’ ingevoerd. Deze werd opgedeeld in 5 jaren van 355 dagen, 7 jaren van 354, 6 jaren van 384, en 1 jaar van 383 dagen. Dat is in totaal dus 6940 dagen. Deze 6940 dagen moesten overeenkomen met 19 jaar en 235 lunaties.

Het kalenderjaar duurde dus gemiddeld 365,263 dagen en een maand 29,532 dagen. Dat was een verbetering voor de maan, maar minder goed voor de seizoenen.

De sterrenkundige Calippus stelde een eerste verfijning voor: elke 76 jaar (=4 metoncycli) moest één dag wegvallen. Daardoor werden 4 × 6940 - 1 = 27759 dagen gelijk aan 76 jaar en gelijk aan 4 × 235 = 940 lunaties. Hierdoor werd het gemiddelde kalenderjaar 365,25 dagen lang en de gemiddelde maand 29,531 dagen.

Alhoewel dit reeds een zeer behoorlijke benadering is, werd ze in 130 vC nogmaals verbeterd door Hipparchus. Deze ontdekte dat het tropische jaar (seizoenenjaar) nog iets korter was, en stelde voor na 4 × 76 = 304 jaar (=16 metoncycli) nogmaals een dag weg te nemen. Daardoor werden 4 × (4 × 6940 - 1) - 1 = 111035 dagen gelijk aan 304 jaar en gelijk aan 4 × 4 × 235 = 3760 lunaties. Het kalenderjaar werd daarmee bepaald op 365,2467 dagen en de maand op 29,5306. Ter vergelijking : de werkelijke lengte van het tropische jaar is 365,2422 en van de lunatie 29,5306 !

IV. De eerste europese kalenders

Bij Coligny in Frankrijk werden in de 19de eeuw sporen gevonden van een Gallische kalender, waarschijnlijk uit de eerste eeuw, en met in principe 12 maanden : Samon (30), Dumann (29), Riuros (30), Anagantios (29), Ogron (30), Cutios (30), Giamon (29), Simiuison (30), Equos (29), Elembiu (29), Edrin (30), Cantios (29). Om de 2.5 jaar werd een maand tussengevoegd. Dat gebeurde afwisselend vóór Samon of vóór Giamon. Het kalenderjaar telde 354 dagen als er geen extra maand werd ingevoerd en 384 als dat wel gebeurde.

Vermits op deze wijze een gemiddeld kalenderjaar 366 dagen telt, moet nog een fijnregelingsmechanisme bestaan hebben, dat echter niet bekend is. Hoe de maanden gedefiniëerd werden t.o.v. de maanfasen en de seizoenen is evenmin bekend. Sommigen associëren de maand Samon met de Ierse maand Samhainn (november). Anderen betwisten dat.

Door de opname van onze streken in het Romeinse Rijk, werd de Romeinse kalender uiteindelijk de basis van de Europese.

1. De romeinse kalender

In de vroegste geschiedenis van het romeinse rijk bestond het kalenderjaar oorspronkelijk uit tien maanden, samen 304 dagen tellend. In principe ging het om 'echte' maanden of lunaties. De eerste maand was Martius, die werd gevolgd door Aprilis, Maius, Junius, Quintilis, Sextilis, Septembris, Oktobris, Novembris, en Decembris. Martius, Maius, Quintilis en Oktobris hadden 31 dagen. De andere maanden hadden 30 dagen. Het kalenderjaar beginnend op de eerste dag van Martius bevatte dus 304 dagen. De winterperiode was niet echt in deze kalender opgenomen en kan beschouwd worden als een lange 11de maand van variabele lengte zonder naam. De vastlegging van het begin van een nieuw jaar werd waarschijnlijk door priesters bepaald

De maanden Januarius en Februarius werden slechts later en zelfs niet tegelijkertijd ingevoerd. Januarius verwijst naar de god Janus. Februarius verwijst naar een louteringsfeest op het einde van de winter. Martius, Aprilis, Maius en Junius verwijzen naar de godheden Mars, Aphrodite, Maia en Juno. Quintilis, Sextilis, Septembris, Oktobris, Novembris en

Decembris, geven gewoon een rangorde aan: vijfde, zesde, zevende, achtste, negende en tiende maand in de oude romeinse kalender.

Een en ander evolueerde in het romeinse rijk geleidelijk naar een systeem waarin een jaar van twaalf maanden werd afgewisseld met een jaar van dertien maanden. De jaren van 12 maanden hadden steeds 355 dagen (ongeveer 12 lunaties). Bij de andere zorgde een dertiende maand (Intercalaris of Mercedonius) voor extra dagen. Deze extra dagen werden tussen 23 en 24 februari ingelast. In een periode van acht jaar was de lengte van de jaren achtereenvolgend gelijk aan 355, 377, 355, 378, 355, 377, 355, 371. Samen 2923 dagen.

We vernoemden zonet 23 en 24 februari. De dagen van een maand werden echter helemaal niet geteld zoals dat nu gebeurt. Elke maand had drie sleuteldagen:

Calendae:	de eerste dag van de maand
Nonae:	de negende dag vóór Idus, van waar afgeteld wordt naar Idus.
Idus:	de 13de dag van januari, februari, april, juni, augustus, september, november en december; de 15de dag van maart, mei, juli en oktober.

De eerste dag van de maand was dus Calendae. Daarna werd er afgeteld naar Nonae (... , IV Nonae, III Nonae, II Nonae, Nonae). Na Nonae werd afgeteld naar Idus (... , IV Idus, III Idus, II Idus, Idus). Na Idus werd afgeteld naar Calendae van de volgende maand.

1 maart	Kalendis Martiis
2 maart	a.d. VI Nonas Martias
...	a.d. V Nonas Martias
4 maart	a.d. IV Nonas Martias
5 maart	a.d. III Nonas Martias
6 maart	Pridie Nonas Martias
7 maart	Nonis Martiis
8 maart	a.d. VIII Idus Martias
9 maart	a.d. VII Idus Martias
...	...
13 maart	a.d. III Idus Martias
14 maart	Pridie Idus Martias
15 maart	Idibus Martiis
16 maart	a.d. XVII Kalendas Apriles
17 maart	a.d. XVI Kalendas Apriles
...	...
29 maart	a.d. IV Kalendas Apriles
30 maart	a.d. III Kalendas Apriles
31 maart	Pridie Kalendas Apriles

In bovenstaande tabel wordt maand maart ‘op zijn romeins’ voorgesteld. Wil je er ook het jaartal bij dan voeg je bij de vermelde datum gewoon nog ANNO MCMXCIX toe.

Deze constructie is een (minder goed) compromis om synchroon te blijven met zowel de maanfasen als de seizoenen (vergelijk met de griekse achtjarige cyclus). Een periode van acht kalenderjaren bevat immers 2923 dagen. Dat is één dag te veel voor het volgen van de seizoenen. Dezelfde periode van 2923 dagen is een halve dag te kort voor 99 lunaties (maanden) en dus voor het volgen van de maanfasen.

In de praktijk kwam van deze regeling echter nauwelijks iets terecht. Er waren bijna altijd sociale, godsdienstige, politieke, manipulistische en andere redenen om ervan af te wijken. Bovendien waren deze redenen niet overal dezelfde, wat in een snel groter wordend rijk alleen maar tot onoverzichtelijke toestanden leidde.

2. De juliaanse kalender

Op Calendae van Januarius 709 a.u.c. (ab urbe condita = sedert de stichting van de stad Rome) schafte Julius Caesar uit noodzaak de oudromeinse kalender af en voerde een nieuwe naar hem genoemde in : de juliaanse (In onze huidige notatie wordt die dag 1 januari 45 vC). Hij hield daarbij rekening met een kalenderjaar van 365,25 dagen (het juliaans jaar). Caesar nam (op advies van de Egyptenaar Sosigenes) een eeuwenoud egyptisch idee over, en legde het op aan het hele romeinse rijk : Na drie jaren van 365 dagen volgt er één jaar van 366 dagen. De eerste dag van het jaar werd de Calendae van Januarius. Voordien was dat immers niet het geval en nadien werden trouwens plaatselijk nog heel lang andere gebruiken gevolgd. Het eerste jaar van de nieuwe kalender kreeg uitzonderlijk 80 extra dagen om de achterstand van de oudromeinse kalender t.o.v. het zonnejaar (seizoenen) goed te maken.

De maanden kregen een vast aantal dagen toegekend. Januarius, Martius, Maius, Quintilis, September, November kregen 31 dagen. Februarius 29 of 30. De rest 30 dagen.

De juliaanse kalender werd niet meteen populair en vrij snel moest hij bijgestuurd worden. Dit geschiedde door keizer Augustus, opvolger van Caesar. Gezegd wordt, dat hij bij die gelegenheid de huidige lengtes van de maanden vastlegde. Hij zou ondermeer een extra dag weggenomen hebben van Februarius om toe te voegen bij de maand Sextilis, die hij meteen herdoopte in Augustus tot meerdere eer en glorie van zichzelf. Voordien was Quintilis reeds herdoopt tot Julius. De maanden Septembris en Novembris verloren elk een dag, de maanden Oktobris en Decembris kregen er elk een bij. In elk geval was van dan af de indeling van de kalender gevestigd.

De eerder vermelde schrikkeldag werd door Caesar ingevoerd door de dag na het feest van de Terminalia, d.w.z. de zesde dag vóór Calendae van Martius te verdubbelen. Hierbij respecteerde hij een gebruik van de traditionele kalender, waarin extra dagen (Intercalaris of Mercedonius) eveneens tussen de dagen van Februarius werden ingelast. Calendae van Martius is in onze huidige kalender gewoon 1 maart. De zesde dag vóór 1 maart is 24 februari. In onze kalender uitgedrukt bestond de romeinse wijze om een schrikkeljaar in te voeren er dus eigenlijk in om zowel 24 als 25 februari als de 6de dag vóór Calendae van Martius op te vatten.

Strikt genomen is 29 februari dus niet de oorspronkelijke schrikkeldag. De extra ingevoerde dag komt historisch overeen met 24 of 25 februari. Alhoewel een dergelijke discussie niet erg relevant is, zijn er toch maatschappelijke gevolgen. De feestdagen op 25, 26, 27 en 28 februari van een gewoon jaar verschoven op vele kalenders in een schrikkeljaar naar 26, 27, 28, 29 februari ! Vanaf het jaar 2000 is echter 29 februari officiëel de enige echte schrikkeldag in de Europese Unie.

V. Weken en dagen

Naast jaren en maanden werden er meestal ook kleinere periodes gebruikt en van namen voorzien. De Grieken kenden decades, periodes van in principe 10 dagen. Er zijn er dus drie per maand. In maanden met slechts 29 dagen telde de derde decade slechts 9 dagen. In de zesde eeuw vC verschenen de eerste zonnewijzers voor een indeling van de dagen, en vanaf de tweede eeuw vC, na de bouw van de eerste wateruurwerken (clepsyders) werd de dag in 12 delen onderverdeeld.

Ook de Egyptenaren kenden decades. Vermits zij steeds 30 dagen per maand hadden, waren er precies drie decades in een maand. De dag en de nacht werden elk afzonderlijk in 12 delen onderverdeeld. Die opdeling in twee keer 12 gebeurde op basis van zonsopkomst en -ondergang, ook als in de loop van het jaar de nachten korter of langer werden (wel niet zo uitgesproken als verder naar het Noorden toe). Zo'n 12de deel van een nacht duurde dus niet altijd even lang. De 'uren' werden afgelezen van de hemel : de stand van de sterren 's nachts en van de zon overdag. Over dag werden zonnewijzers gebruikt !

Bij de Babyloniërs werden weken van zeven dagen gebruikt. Waarschijnlijk zijn zij ook de eersten geweest om dat te doen. De dagen werden immers genoemd naar hun planeetgoden Shamash, Sin, Nergal, Nabu, Marduk, Ishtar, Ninurta die aan de hemel vertegenwoordigd waren door de zon, de maan en de vijf met het blote oog zichtbare planeten. Er waren dus zeven dagen voor zeven 'goden'. De dag zelf werd ingedeeld in 12 gelijke periodes die op hun beurt in 30 gelijke delen werden onderverdeeld.

Ook de Joden kenden reeds vroeg een week van 7 dagen. Dat zou dan weer steunen op het scheppingsverhaal Genesis waarin wordt verteld dat God de wereld schiep in zes dagen en rust nam op de zevende. Dat getal zeven kunnen zij natuurlijk ook hebben overgenomen van de Babyloniërs, zoals andere elementen van hun kalender. Alleen de zevende dag kreeg een naam : de Sabbat. De andere dagen van de week werden gewoon genummerd : de eerste dag, de tweede dag, ... , net zoals in het bijbels verhaal. In de islamitische kalender geldt precies dezelfde regeling. Zowel bij joden als moslims begint de dag niet om middernacht maar bij zonsondergang.

Bij de Romeinen werden die (Babylonische) planeetgoden in dezelfde (niet sterrenkundige) volgorde Sol, Luna, Mars, Mercurius, Jupiter (Jovis), Venus, Saturnus genoemd. Zij koppelden die echter niet meteen aan de dagen van de week! De oorspronkelijke juliaanse kalender kende immers geen weken (zie hoger in de tekst bij de romeinse en de juliaanse kalender). Voor het indelen van de dag hielden de romeinen het vrij eenvoudig. Zij keken naar de zon en bepaalden zo wat zij noemden 'tertia hora', 'sexta hora' en 'nona hora' . Dat waren de belangrijke momenten, bijvoorbeeld voor het aflossen van de wacht.

In het romeinse Rijk werd de 7-dagen week pas in de vierde eeuw ingevoerd door keizer Constantijn. De zondag (dag van de zon, Dies Solis) werd daarbij de eerste dag van de week en rustdag. De andere dagen werden genoemd naar de andere met het blote oog zichtbare hemellichamen : Luna, Mars, Mercurius, Jupiter (Jovis), Venus, Saturnus. De indeling van de dag in 24 uur kwam er in Europa pas na de uitvinding in de middeleeuwen van de mechanische klok. Vóór die tijd was de stand van de zon en de sterren de enige indicatie voor de periode van de dag. Noties als 'ochtendtij' 'middagtij' en 'avondtij' bestonden al wel.

In Noord-Europa werden er voor de dagen nog andere namen ingevoerd, ontleend aan Noord-Europese goden : Odin (dinsdag), Donar (donderdag, donnerstag), Tiw (tuesday), Wodan (woensdag), Thor (thursday), Freya (vrijdag, friday).

In Oost-Europa heet de zondag Nedelnik of Niedziela (dag van niets doen) of Voskresenye (dag van de verrijzenis). Dinsdag, donderdag en vrijdag krijgen gewoon hun volgnummer in de week: Vtornik of Wtorek (tweede dag), Chetverg of Czwartek (vierde dag), Pyatnitsa of Piątek (vijfde dag). Zaterdag wordt Subbota of Sobota (sabat) en woensdag wordt Sreda of Środa (midden, vgl. met het duitse Mitwoch).

Tot en met de 12de eeuw werd in het grootvorstendom Litouwen een 9-dagen week gebruikt. De 7-dagenweek werd er pas ingevoerd samen met het christendom (einde 14de eeuw).

In de nasleep van revoluties wil men ook nog wel eens vernieuwing brengen in de kalender. In de Franse republikeinse kalender (zie verder in de tekst) werd een 10-dagen week toegepast (zoals bij Grieken en Egyptenaren dus). De namen waren Primidi, Duodi, Tridi, Quartidi, Quintidi, Sextidi, Septidi, Octidi, Nonidi, Decadi. Gewone volgnummers dus. En in de Sovjetunie werd vanaf 1929-30 eerst een 5-dagen week, daarna een 6-dagen week ingevoerd. De rustdagen werden vastgelegd op de 6e, 12e, 18e, 24e, and 30e dag van de maand. In een maand van 31 dagen kwam er in de week na de 30e een extra werkdag bij. Zowel in Frankrijk als in de Sovjetunie werden deze nieuwe ideeën vrij snel verlaten.

Welke dag van de week als de eerste dag moest beschouwd worden was ook niet eenduidig bepaald. Keizer Constantijn definieerde de zondag als de eerste dag. Dat stemt overeen met het Joodse gebruik, waar de sabbat de 7e dag van de week is, en overeenkomt met de huidige zaterdag. In Oost-Europa worden onze dinsdag, donderdag en vrijdag echter letterlijk de 2e, de 4e en de 5e dag van de week genoemd, waardoor daar de zondag dan weer de zevende dag wordt.

Opmerking

Er werd internationaal bepaald (ISO) de weken in het jaar te nummeren. Daarbij hoort een week bij het jaar waarin de meeste van haar dagen valt. De maandag wordt daarbij gedefinieerd als de eerste dag van de week. Dat betekent dat de eerste week van het jaar de week is die 4 januari bevat, wat hetzelfde is als de week die de eerste donderdag van januari bevat.

Met deze regeling heeft een jaar meestal 52 weken. Enkel een jaar dat op donderdag begint (of een schrikkeljaar dat op woensdag of donderdag begint) heeft 53 weken.

VI. Pasen

De christelijke feestdagen hadden aan het eind van de derde eeuw stilaan een vaste plaats op de kalender gekregen, een vaste datum dus, en werden door Keizer Constantijn erkend. De grote uitzondering was Pasen. Pasen werd steeds duidelijk gekoppeld aan het overeenkomstige Joodse feest. Dat valt steeds halfweg in de maand Nisan bij Volle Maan[13]. Maar sommigen vierden Pasen op Christus' sterfdag : 14 Nisan (joodse kalender). Anderen vierden Pasen op de dag van de opstanding : de dag na Sabbath na 14 Nisan, en er waren vele locale verschillen. Er was eigenlijk geen echte vaste regel.

Op aandringen van Constantijn, werd de zaak geregeld tijdens het eerste concilie van de niet langer vervolgde christelijke gemeenschap : het concilie van Nicea in 325 nC. Die relatie van Pasen met de volle maan wilden de bisschoppen wel behouden, maar er moest ook een koppeling met de toen in gebruik zijnde juliaanse kalender vastgelegd worden. Voor alle andere kerkelijke feesten was dat ondertussen reeds gebeurd. Een koppeling met de juliaanse kalender betekent een koppeling met de seizoenen en het begin van de seizoenen wordt bepaald door de nachteveningen en zonnewendes. Uiteindelijk werd beslist dat Pasen de zondag is die volgt op de eerste Volle Maan van de lente. Op die wijze is het een zondag, die zo goed mogelijk aansluit bij Volle Maan en de lentenachtevening.

De bewegingen van de maan en de zon zijn echter behoorlijk ingewikkeld, en in die tijd onvoldoende gekend voor het met hoge precisie berekenen van de Volle Maan en de lentenachtevening. Het begin van de lente, de lentenachtevening dus, werd gewoon vastgelegd op 21 maart. Eveneens met de middelen en de kennis van die tijd werd een soort 'kerkelijke maantheorie' ingevoerd, een theorie van de maanbaan 'avant la lettre'. Deze wordt tot op vandaag gebruikt (voor de paasdatum!). De onnauwkeurigheid ervan, leidde af en toe wel eens tot een ander resultaat dan bij het gebruik van de nu wel nauwkeurig bekende maanbaan. Bijvoorbeeld was het in 1974 volle maan op zaterdag 6 april. Het moest dus op zondag 7 april Pasen zijn, maar met de voor de paasdatum nog steeds gebruikte 'kerkelijke maan' werd het 14 april. Bovendien valt de nauwkeurig bepaalde lentenachtevening soms op 20 maart i.p.v. 21 maart. In de volgende tabel enkele paasdatums.

1998	12 apr	2007	8 apr
1999	4 apr	2008	23 mrt
2000	23 apr	2009	12 apr
2001	15 apr	2010	4 apr
2002	31 mrt	2011	24 apr
2003	20 apr	2012	8 apr
2004	11 apr	2013	31 mrt
2005	27 mrt	2014	20 apr
2006	16 apr	2015	5 apr

De vroegst mogelijke Pasen is 22 maart, de laatste 25 april.

VII. De jaartelling. Nieuwjaarsdag

Aanvankelijk werden de jaren niet erg zorgvuldig, of zelfs helemaal niet geteld. In toenmalige documenten werd wel gesproken van het zoveelste jaar in de regeerperiode van de beschouwde keizer, maar bij een troonswissel begon het tellen meestal opnieuw. Dionysius Exiguus (523 nC) was waarschijnlijk de eerste die een poging ondernam om het aantal jaren te bepalen dat sedert de geboorte van Christus moest zijn verlopen. Hij concludeerde dat Christus' geboorte moet hebben plaats gehad in het 753ste jaar na de stichting van Rome (ab urbe condita) en legde daarmee het begin van de christelijke jaartelling vast. Deze is nog steeds in gebruik, ook al bleek later dat Dionysius zich enkele jaren moet hebben vergist.

De jaartelling werd van dan af in kerkelijke milieus nauwkeurig bijgehouden, en kwam langzaam aan ook in gebruik in de wereldlijke milieus, weze het niet overal even vlug. Een van de problemen was: wanneer begint er een nieuw jaar ? Julius Caesar maakte van de eerste dag van januari meteen de eerste dag van het jaar, maar omdat het tellen van de jaren niet echt in de kalender begrepen was, gebeurde het dat andere gebruiken bleven voortbestaan. In de middeleeuwen werden naargelang de locale tradities naast 1 januari, ook 1 maart, 25 maart, paaszaterdag en Kerstmis als eerste dag van het jaar beschouwd. Bovendien konden in verschillende regio's, zelfs bij gebruik van hetzelfde jaarbegin, toch nog de jaartallen verschillen.

In het Byzantijnse Rijk (Oost-Romeinse Rijk) was 1 september nieuwjaarsdag. De jaren werden er geteld vanaf 'de schepping van de wereld' die gesitueerd werd op 1 september 5509 vC.

In vele gevallen geschiedde de invoering van 1 januari als eerste dag van het kalenderjaar pas samen met de invoering van de gregoriaanse kalender in 1582 nC (zie verder). Het is slechts vanaf de zeventiende eeuw dat nagenoeg in heel Europa 1 januari als nieuwjaarsdag werd erkend. Enkel Italië en Engeland hebben officiëel nog anderhalve eeuw langer gewacht. Afwijkende gebruiken bestaan in europa nog enkel in liturgisch verband.

In de republikeinse kalender (zie verder) viel de eerste dag van het jaar samen met de eerste dag van de astronomische herfst (22-23 september).

VIII. De gregoriaanse kalender

De seizoenen volgen het tropisch jaar, dat 0,0078 dagen (ruim 11 minuten) korter is dan het juliaans kalenderjaar van 365,25 dagen. In de dertiende eeuw wees Roger Bacon reeds op de gevolgen daarvan voor de kalender : de seizoenen verschoven in de juliaanse kalender geleidelijk naar voor in het jaar! Gemiddeld begon bijvoorbeeld de lente elk jaar 11 minuten vroeger dan het jaar ervoor. Na duizend jaar betekent dat reeds 7,8 dagen. In Bacon’s tijd viel de werkelijke nachtevening (het begin de astronomische lente) rond 13 maart. De kalender hield de lentenachtevening echter op 21 maart zoals dat op het concilie van Nicea (325 nC) werd bepaald. In 1582 begon de astronomische lente zelfs op 11 maart.

Om deze afwijkingen te niet te doen, besloot Paus Gregorius in 1582, op instructies van het concilie van Trente (1545-1563), de juliaanse kalender te corrigeren door 10 kalenderdagen over te slaan zodat het jaar 1582 slechts 355 dagen telde : op donderdag 4 oktober volgde vrijdag 15 oktober. Daardoor viel in 1583 het begin van de lente terug op 21 maart.

Om het euvel voor de toekomst te vermijden, werd vanaf dan gerekend met kalenderjaren van 365,2425 dagen (vergelijk met wat het zou moeten zijn : 365,2422). Het systeem van de schrikkeljaren bleef bestaan. Elk jaar met jaartal deelbaar door 4 is schrikkeljaar, maar als elke vier jaar een dag wordt tussengevoegd dan is dat eigenlijk iedere keer 0,03 dagen te veel, wat na 400 jaar oploopt tot 3 dagen. Elke 400 jaar moeten er dus 3 schrikkeljaren vervallen. Er werd bepaald dat 1600 wel schrikkeljaar zou zijn, maar 1700, 1800 en 1900 niet. Het jaar 2000 wordt wel een schrikkeljaar, maar 2100, 2200 en 2300 niet enz. Omdat het tropisch jaar 365,2422 dagen bedraagt en niet 365,2425 wordt nog steeds een fout gemaakt van 0,12 dagen in 400 jaar, wat na 4000 jaar toch weer tot 1,2 dagen zal oplopen. Het heeft uiteraard geen zin voor deze correctie nu reeds maatregelen te nemen.

Deze gecorrigeerde versie van de juliaanse kalender, wordt gregoriaanse kalender genoemd, en startte dus op 15 oktober 1582. Van de katholieke landen voerden enkele onmiddellijk de nieuwe kalender in, vrij snel gevolgd door de andere. In de protestantse landen ging het duidelijk minder vlot hoofdzakelijk vanwege de auteur ervan. De Grieks-orthodoxe landen (Griekenland, Rusland, ...) hebben zelfs gewacht tot in de twintigste eeuw. In the orthodoxe ritus wordt hij nog steeds niet gebruikt.

Vanaf 15 oktober 1582 tot 28 februari 1700 loopt de juliaanse kalender 10 dagen achter op de gregoriaanse.

Op 29 februari 1700 werd dat verschil 11 dagen.
Op 29 februari 1800 werd dat verschil 12 dagen.
Op 29 februari 1900 werd dat verschil 13 dagen.
Op 29 februari 2100 wordt dat verschil 14 dagen.

De overgang ging ook niet altijd zonder problemen. Om het verschil van elf dagen tussen juliaanse en gregoriaanse kalender weg te werken, werd in Zweden beslist tussen 1700 en 1740 alle schrikkeljaren weg te laten. Met 1700 inbegrepen (in de juliaanse kalender is dat een schrikkeljaar !) zijn dat er precies 11. Daarmee zou op 1 maart 1740 ook de Zweedse kalender gregoriaans zijn. Zo werd 1700 in Zweden geen schrikkeljaar, maar in 1704 en 1708 bleek de Zweedse overheid de kalenderkwestie reeds vergeten te zijn, en behield toch de schrikkeldag. Na de ontdekking van het probleem werd besloten terug te keren naar de juliaanse kalender. Hiervoor hoefde enkel de in 1700 *niet* ingevoerde schrikkeldag toch nog ergens te worden ingelast. Dat geschiedde dan in 1712, dus met 12 jaar vertraging. Omdat 1712 zelf al een schrikkeljaar was, had februari 1712 in Zweden dus 30 dagen ! Het was uiteindelijk in 1753 dat Zweden de overstap maakte door gewoon 11 dagen van de kalender ‘over te slaan’.

Een ander merkwaardig verhaal is de overgang van een aantal orthodoxe landen na de eerste wereldoorlog. De datumverschuiving werd normaal doorgevoerd, maar er werd een andere regeling voorgesteld voor de schrikkeljaren. Voorgesteld werd van de jaren 2000, 2400 en 2900 schrikkeljaren te maken, maar niet de jaren 1900, 2100, 2200, 2300, 2500, 2600, 2700 en 2800. Dit geeft een periode van 900 jaar, die dan daarna steeds wordt herhaald. Deze alternatieve regel levert 218 schrikkeljaren in een periode van 900 jaar. Dat betekent 365 x 900 + 218 dagen in 900 jaar of 365,24222 in één jaar. De eigenlijke gregoriaanse regel geeft 97 schrikkeljaren in een periode van 400 jaar. Dat betekent 365 x 400 + 97 dagen in 400 jaar of 365,2425 dagen in één jaar. Het tropische jaar waar het allemaal om te doen is bevat 365,24219 dagen. De nieuwe 'afwijkende regel is dus duidelijk nauwkeuriger ! Hij werd uiteindelijk enkel ingevoerd in de Sovjet-Unie en zal pas in 2800 een verschil geven met de eigenlijke gregoriaanse regel. Dat jaar is immers het eerste jaar dat wel schrikkeljaar is volgens de gregoriaanse regel, maar niet volgens de alternatieve.

IX. De republikeinse kalender

Na de franse revolutie werd in Frankrijk op 24 november 1793 de republikeinse kalender ingevoerd. Deze moest een volledige breuk betekenen met elke bestaande regeling en vooral elke verwijzing naar het christendom moest verdwijnen. Omdat deze kalender echter niet doorbrak naar de rest van Europa, werd hij al snel hinderlijk en op 1 januari 1806 werd de traditionele kalender terug ingevoerd. Heel even werd de republikeinse kalender nog gebruikt : in de Parijse Commune (1871).

Het republikeins jaar begon samen met de astronomische herfst (rond 22 september), en bestond uit 12 maanden van precies 30 dagen gevolgd door 5 of 6 'losse' dagen. Dat gaf een totaal aantal van 365 of 366 dagen. Elke maand bestond nog eens uit drie decades van 10 dagen. De decade verving de week.

Jaar 1	22 Sep 1792	Jaar 8	23 Sep 1799
Jaar 2	22 Sep 1793	Jaar 9	23 Sep 1800
Jaar 3	22 Sep 1794	Jaar 10	23 Sep 1801
Jaar 4	22 Sep 1795	Jaar 11	23 Sep 1802
Jaar 5	22 Sep 1796	Jaar 12	24 Sep 1803
Jaar 6	22 Sep 1797	Jaar 13	23 Sep 1804
Jaar 7	22 Sep 1798	Jaar 14	23 Sep 1805

De jaren werden, met terugwerkende kracht, geteld vanaf 22 september 1792 (oprichting van de eerste Franse republiek). Deze dag werd zo de eerste dag van het eerste jaar van de republiek. Tot en met het zevende republikeins jaar viel nieuwjaarsdag op 22 september. Vanaf het achtste jaar tot de afschaffing van de kalender werd dat 23 september, met als enige uitzondering het twaalfde jaar dat op 24 september begon.

Om nieuwjaarsdag te kunnen behouden op het begin van de herfst, moesten evengoed schrikkeljaren worden ingevoerd. De republikeinse jaren 3, 7, 11 werden schrikkeljaren,en de jaren 15 en 20 moesten het worden. Er waren plannen om vanaf het jaar 20 elk vierde jaar tot een schrikkeljaar te maken behalve de jaren 100, 200 en 300, 500, 600, 700, 900 enz, de gregoriaanse formule dus.

De namen van de 12 republikeinse maanden waren: vendémiaire, brumaire, frimaire, nivôse, pluviôse, ventôse, germinal, floréal, prairial, messidor, thermidor, fructidor.

De 10 dagen van een decade (republikeinse week) waren: primidi, duodi, tridi, quartidi, quintidi, sextidi, septidi, octidi, nonidi, decadi.

De laatste 'losse' dagen van het jaar waren in volgorde: Jour de la vertu, jour du génie, jour du travail, jour de l'opinion, jour des récompenses, jour de la révolution (in schrikkeljaren).

X. Voor wie graag rekent

1. Dagnummer in het kalenderjaar

In sommige toepassingen is het nuttig de dagen van een jaar te nummeren. Dat is gemakkelijker bij rekenwerk. Het is dan van belang dat dagnummer te kunnen berekenen voor een opgegeven datum en omgekeerd. 1 januari is dag nummer 1. 31 december is dag nummer 365 of 366.

Het is handig de volgende constanten in te voeren :

jan#	=	0	*jul#*	=	181 + s
feb#	=	31	*aug#*	=	212 + *s*
mrt#	=	59 + *s*	*sep#*	=	243 + *s*
apr#	=	90 + *s*	*okt#*	=	273 + *s*
mei#	=	120 + *s*	*nov#*	=	304 + *s*
jun#	=	151 + *s*	*dec#*	=	334 + *s*

Hierin is $s = 1$ voor een schrikkeljaar en $s = 0$ voor elk ander jaar. Voor elke maand wordt het aantal dagen gegeven, verlopen sedert het begin van het jaar (ongeveer 0h van 1 januari), de ganse maand zelf niet inbegrepen.

De bepaling van de schrikkeljaren gaat als volgt.

- Als het jaartal kleiner is dan 1582 en deelbaar door 4 dan betreft het een schrikkeljaar (s = 1).
- Als het jaartal groter is dan 1582, kijk dan eerst of het deelbaar is door 400. Zo ja dan betreft het een schrikkeljaar (s = 1).
- Is het jaartal niet deelbaar door 400, bekijk dan of het deelbaar is door 100. Zo ja dan is het geen schrikkeljaar (s = 0).
- Is het jaartal ook niet deelbaar door 100, bekijk dan of het alsnog deelbaar is door 4. Zo ja, dan betreft het weer een schrikkeljaar (s = 1).

<u>Voorbeeld 1 :</u> Wat is de 281^{ste} dag van het jaar 1984.

Het jaartal 1984 is niet deelbaar 400, niet deelbaar door 100, wel deelbaar door 4 en betreft dus een schrikkeljaar : s = 1

Het grootste getal uit bovenstaande tabel dat niet groter is dan 281 is okt# = 274, Dit betekent dus dat 281 = okt# + 7. De 281ste dag van 1984 is de 7^{de} dag van oktober : dus 7 oktober.

<u>Voorbeeld 2 :</u> Wat is het dagnummer van 8 juli 1982

Het jaartal 1982 is niet deelbaar 400, niet deelbaar door 100, niet deelbaar door 4 en betreft dus geen schrikkeljaar : s = 0

Het dagnummer van 8 jul 1982 is 8 + jul# = 8 + 181 = 189

2. Juliaans dagnummer

In 1583 voerde Joseph Scaliger een dagtelling in, die de dagen telt vanaf een welbepaalde dag ver in het verleden. Deze telling is dus onafhankelijk van om het even welke kalender. Het is daarbij van belang dat juliaanse of gregoriaanse datums eenvoudig omgezet kunnen worden naar juliaanse dagnummers en omgekeerd.

De juliaanse kalender mag niet verward worden met juliaanse dagtelling of juliaanse dagnummers.

Per definitie begint de juliaanse dagtelling met JD0 op de middag van maandag 1 januari van het schrikkeljaar -4712 (4713 v.C.). Hierbij werd de juliaanse kalender gewoon naar het verleden toe geëxtrapoleerd[14], inbegrepen de juliaanse (!) regel voor de schrikkeljaren (elk jaartal deelbaar door vier hoort bij een schrikkeljaar).

De middag van 1 januari -4712 is dus het nulpunt van de juliaanse dagtelling : de ‘teller’ staat op nul. Een dag later op de middag van 2 januari is de eerste dag voorbij en wijst de juliaanse dagtelling 1 aan. Op de middag van 1 februari springt de juliaanse dagtelling op 31 en op 1 maart op 60 (-4712 is een schrikkeljaar !).

Om rekentechnische redenen, die verder in de tekst duidelijk worden, wordt de dag vóór 1 maart als referentiedag voor het jaar beschouwd. Dat is in feite 28 of 29 februari van een gegeven jaar met jaartal y, maar in wat volgt noemen we die dag de 0^{de} maart van het jaar y of

Ref(*y*). Dat houdt in dat berekeningen door het jaar heen meestal zullen vertrekken van deze 0^{de} maart.

De referentiedag van het jaar -4712 (0^{de} maart -4712) heeft juliaans dagnummer 59.

De referentiedag van het jaar -4711 (0^{de} maart -4711) heeft juliaans dagnummer :

$$\begin{aligned} Ref(-4711) &= 59 + [-4711 - (-4712)] \times 365 + int\{[-4711 - (-4712)]/4\} \\ &= 59 + (-4711 + 4712) \times 365 + int[(-4711 + 4712)/4] = 424 \end{aligned}$$

De referentiedag van het jaar -4710 heeft de juliaans dagnummer :

$$Ref(-4710) = 59 + (-4710 + 4712) \times 365 + int[(-4710 + 4712)/4] = 729$$

...

De eerste term is steeds 59, het JD-nummer van *Ref*(-4712), de referentiedag van het jaar -4712. De tweede term is het aantal normale dagen verlopen sedert de allereerste referentiedag *Ref*(-4712) : gewoon het aantal verlopen jaren vermenigvuldigd met 365. De derde term is het aantal schrikkeldagen dat *na* de eerste referentiedag werd ingevoerd. De eerste referentiedag was zelf een schrikkeldag maar werd reeds in de eerste term opgenomen.

De referentiedag van een willekeurig jaar *y* heeft juliaans dagnummer :

$$Ref(y) = 59 + (y + 4712) \times 365 + int[(y + 4712)/4] = 729$$

Dit kan uitgewerkt worden[15] tot 59 + 365 × *y* + 365 × 4712 + int(*y*/4) + 4712/4 zodat :

$$Ref(y) = 1721117 + 365 \times y + int(y/4)$$

Een *willekeurige* datum van de juliaanse kalender wordt eerst naar de referentiedag herleid. Voor 4 okt 1582 (geen schrikkeljaar) wordt dat :

$$\begin{aligned} JD(4\ okt\ 1582) &= 4 + okt\# - mrt\# + Ref(1582) \\ &= 4 + 273 - 59 + 365 \times 1582 + int(1582/4) + 1721117 \\ &= 2299160 \end{aligned}$$

Deze werkwijze is altijd goed voor de juliaanse kalender.

Vanaf JD2299161 = 15 okt 1582 greg = 5 okt 15825 jul treedt er echter een verschil op van 10 dagen tussen juliaanse en gregoriaanse kalender. Het JD-nummer voor een gregoriaanse datum is een bedrag 10 kleiner dan voor dezelfde datum in de juliaanse kalender.

Vanaf JD2342033 = 1 maart 1700 greg = 19 februari 1700 jul heeft de gregoriaanse kalender een extra schrikkeldag overgeslagen en loopt van dan af dus 11 dagen voor op de juliaanse. Het JD-nummer voor een gregoriaanse datum is een bedrag 11 kleiner dan voor dezelfde atum in de juliaanse kalender.

Vanaf JD2378557 = 1 maart 1800 greg = 18 februari 1800 jul loopt het verschil op tot 12 dagen.

Op JD2415081 = 1 maart 1900 greg = 17 februari 1900 jul loopt het verschil op tot 13 dagen. Op JD2488130 = 1 maart 2100 greg = 16 februari 2100 jul zal het verschil oplopen tot 14 dagen. Enz.

De correctie toe te passen op een gregoriaanse datum is dus

$$\begin{aligned} \Delta &= -10 - int[(y-1600)/100] + int[(y-1600)/400] \\ &= -10 - int(y/100 - 16) + int(y/400 - 4) \\ &= -10 - int(y/100) + 16 + int(y/400) - 4 \\ &= 2 - int(y/100) + int(y/400) \end{aligned}$$

In de gregoriaanse periode telt de tweede term van het rechterlid (op de eerste regel) het aantal jaartallen deelbaar door 100 sedert de gregoriaanse kalenderhervorming; de laatste term (eerste regel) telt het aantal jaartallen deelbaar door 400. Deze termen mogen maar toegepast worden na de 0de maart, dus te beginnen met de 1ste maart 1700. Vanaf dan wordt de toe te passen correctie -11. Daarvoor was ze -10. Dat is de reden waarom 0 maart als sleuteldag van het jaar wordt gebruikt van waaruit alle andere datums in dat jaar worden gevonden[16].

$$\begin{aligned} Ref(y\ jul) &= 1721117 + 365 \times y + int(y/4) \\ Ref(y\ greg) &= 1721119 + 365 \times y + int(y/4) - int(y/100) + int(y/400) \end{aligned}$$

<u>Voorbeelden</u>:

4 oktober 1957 : gregoriaans

int(1957/4) ≠ 0 dus geen schrikkeljaar : s = 0

$$\begin{aligned} &JD(4\ okt\ 1957\ greg) = 4 + okt\# - mrt\# + Ref(1957\ greg) \\ &= 4 + 273 - 59 + 1721119 + 365 \times 1957 + int(1957/4) \\ &\qquad - int(1957/100) + int(1957/400) \\ &= 1721337 + 714305 + 489 - 19 + 4 = 2436116 \end{aligned}$$

27 januari 333 : juliaans

int(333/4) ≠ 0 dus geen schrikkeljaar : s = 0

$$\begin{aligned} &JD(27\ jan\ 333) = 27 + jan\# - mrt\# + Ref(333\ jul) \\ &= 27 + 0 - 59 + 1721117 + 365 \times 333 + int(333/4) \\ &= 1721085 + 121545 + 83 = 1842713 \end{aligned}$$

28 mei -584 : juliaans

int(-584/4) = 0 dus schrikkeljaar : s = 1

$$\begin{aligned} &JD(28\ mei - 584) = 28 + mei\# - mrt\# + Ref(-584\ jul) \\ &= 28 + 121 - 60 + 1721117 - 365 \times 584 + int(-584/4) \\ &= 1507900 \end{aligned}$$

0 maart 0 : juliaans

int(0/4) = 0 dus schrikkeljaar : s = 1

$$\begin{aligned} &JD(0\ mrt\ 0) = Ref(0\ jul) = 1721117 - 365 \times 0 + int(0/4) \\ &= 1721117 \end{aligned}$$

3. Omzetting van een juliaans dagnummer naar een datum.

Gegeven een JD-nummer, hoe kan de overeenkomstige juliaanse of gregoriaanse kalenderdatum bepaald worden ?

Voorbeeld 1 : JD2436116

Vermits *JD*(0 mrt 0)=1721117 zijn er sedert 0 mrt 0 precies 2436116 - 1721117 = 714999 dagen verlopen.

Dat komt overeen met int(714999 /365,25) = 1957 jaren.
In 1957 juliaanse jaren zitten 1957 × 365,25 = 714794,25 dagen. Die kwart dag is een kwart van een schrikkeldag die slechts in 1960 zal worden ingevoegd, en telt dus niet mee.

Van *JD*(0 mrt 0) tot *JD*(0 mrt 1957) zijn er dus int(1957 × 365,25) = 714794 dagen verlopen[17]. Na 0 mrt 1957 volgen er dus nog 714999 - 714794 = 205.

Onze juliaanse datum is dus dag nummer 205 + *mrt#* = 264 van het jaar 1957 juliaans. Met de methode van de eerste paragraaf uit dit hoofdstuk wordt dat 21 sep 1957 juliaans en 21 sep 1957 + 13 dagen of 4 okt 1957 gregoriaans.

Voorbeeld 2 : JD2440990

Sedert 0 mrt 0 zijn er 2440990 - 1721117 = 719873 dagen verlopen.

Dat komt overeen met int(719873/365,25) = 1970 jaren.

In 1970 juliaanse jaren zitten 1970 × 365,25 = 719542,5 dagen. Die halve dag is de helft van een schrikkeldag die slechts in 1972 zal worden ingevoegd, en telt dus niet mee.

Van *JD*(0 mrt 0) tot *JD*(0 mrt 1970) zijn er dus int(1970 × 365,25) = 719542 dagen verlopen. Na 0 mrt 1970 volgen er dus nog 719873 - 719542 = 331.

Onze juliaanse datum is dus dag nummer 331 + *mrt#* = 390 van het jaar 1970 juliaans. Dat is dus eigenlijk dag nummer 390 – 365 = 25 van het jaar 1971 ! Dat wordt dus 25 januari 1971 juliaans en 25 jan 1971 + 13 dagen of 7 feb 1971 gregoriaans.

Besluit :

Het aantal dagen van een gegeven jaar *y* na de referentiedag van dat jaar is altijd gelijk aan 306, ook in schrikkeljaren. Dag nummer 306 na de referentiedag is altijd 31 december. Als bijgevolg, zoals in het laatste voorbeeld, meer dan 306 dagen na de referentiedag moeten worden afgeteld, betekent dat eenvoudig dat we in januari of februari van het volgende jaar *y*+1 terecht komen.

De dag met gegeven juliaans dagnummer JD valt in elk geval *d* dagen *na* de 0de maart van het jaar *y* met

$$y = int[(JD - 1721117)/365.25]$$
$$d = JD - int(365.25 \times y) - 1721117$$

Als d kleiner is dan of gelijk aan 306 dan gaat het om dag nummer d + *mrt#* van het jaar *y*
Als d groter is dan 306 dan gaat het om dag nummerl d – 306 van het jaar *y*+1. Het resultaat is steeds een juliaanse datum. De gregoriaanse datum kan steeds bekomen worden door bij de juliaanse

$$\Delta = int(y/100) - int(y/400) - 2$$

dagen bij te tellen.

4. De dag van de week

eerste werkwijze

De eerste dag van de juliaanse dagtelling JD0 of 1 januari -4712 is een maandag, de dag daarvoor dus een zondag. Meteen zijn JD6, JD13, JD20, enz. ook zondagen. De zondagen zijn dus gekenmerkt doordat hun JD-nummer met één verhoogd, deelbaar is door zeven. Als bij deling door 7 van het met 1 verhoogde JD-nummer een rest 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 overblijft, dan gaat het respectievelijk om een zondag, maandag, dinsdag, woensdag, donderdag, vrijdag, zaterdag.

Met de afspraak dat 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 respectievelijk overeenkomen met zondag, maandag, dinsdag, woensdag, donderdag, vrijdag, zaterdag, geldt voor het *WDN* ('weekdagnummer') dus de volgende formule

$$WDN = mod(JD + 1; 7)$$

Voorbeeld :

Het juliaans dagnummer van de 0^{de} maart van het jaar 0 is 1721117 (zie paragraaf 2 van dit hoofdstuk) en *WDN* = mod(1721117 + 1; 7) = 0. De 0^{de} maart van het 0^{de} jaar was de 0^{de} dag van de week, namelijk een zondag.

Tweede werkwijze

Om een berekening van het JD-nummer te vermijden, kan gebruik gemaakt worden van het handige gegeven uit vorig voorbeeld : *de 0^{de} maart van het jaar 0 was een zondag.*

Een jaar van 365 dagen eindigt op dezelfde weekdag als het begint (365 is een 7-voud plus één). Het volgende jaar van 365 dagen begint dus één weekdag later, dan het actuele jaar. In dat volgende jaar valt meteen elke datum één weekdag later dan in het vorige jaar : *de 0^{de} maart van het jaar 1 was een maandag.*

Elke volgende 0^{de} maart, vallend op 28 februari, schuift zo één weekdag op. Valt de 0^{de} maart echter op 29 februari, dan schuift hij twee weekdagen op.

In het juliaanse kalenderjaar *y* is de 0^{de} maart dus

$$y + \mathrm{int}(y/4)$$

keer in de week opgeschoven.

De weekdag voor de referentiedag (0^{de} maart) van het jaar *y* in de juliaanse kalender is dus:

$$WDN[Ref(y\,jul)] = mod\left[y + int\left(\frac{y}{4}\right); 7\right]$$

<u>Voorbeelden :</u>

De referentiedag van 500 is een dinsdag.

$$WDN[Ref(500\,jul)] = mod\left[500 + int\left(\frac{500}{4}\right); 7\right]$$
$$= mod(625; 7)=2$$

De referentiedag van 1000 is een donderdag.

$$WDN[Ref(1000\,jul)] = mod\left[1000 + int\left(\frac{1000}{4}\right); 7\right]$$
$$= mod(1250; 7)=4$$

De referentiedag van 1582 is een woensdag.

$$WDN[Ref(1582\,jul)] = mod\left[1582 + int\left(\frac{1582}{4}\right); 7\right]$$
$$= mod(1977; 7)=3$$

De referentiedag van -45 is een zaterdag.

$$WDN[Ref(-45\,jul)] = mod\left[-45 + int\left(\frac{-45}{4}\right); 7\right]$$
$$= mod[-45 + (-12); 7] = mod(-57; 7) = -1 \text{ of } 6$$

Zodra de weekdag van de referentiedag bekend is, bijvoorbeeld maandag, dan kunnen alle andere maandagen in het jaar eenvoudig gevonden worden door bijtellen of aftrekken van 7 dagen.

Op deze wijze kan eenvoudig gecontroleerd worden dat de volgende merkwaardige dagen in één zelfde jaar steeds op dezelfde weekdag vallen als de referentiedag (0^{de} maart), dus als de laatste dag van februari (behalve in 1582 bij overgang van juliaans naar gregoriaans):

4 apr - 6 jun - 8 aug - 10 oct - 12 dec - 5 sep - 9 mei - 7 nov - 11 jul

4/4 - 6/6 - 8/8 - 10/10 - 12/12 - 5/9 - 9/5 - 7/11 - 11/7

Al deze datums zijn gemakkelijk te onthouden, en door vanaf één van deze datums een aantal keer 7 dagen bij te tellen of af te trekken, vinden we alle andere datums die op dezelfde weekdag vallen.

Op welke dag viel 4 oktober 1582 ? Voor de referentiedag geldt *WDN*[*Ref*(1582)] = 3. De referentiedag is dus een woensdag, zodat 10 oktober *juliaans* (10/10) dan ook een woensdag is, en 3 oktober *juliaans* eveneens. *4 oktober 1582 juliaans is dus een donderdag*.

5 oktober 1582 *juliaans* is dus een vrijdag volgend op donderdag 4 oktober 1582 *juliaans*. 15 oktober 1582 *juliaans* is dus een maandag.

Maar 15 oktober 1582 *gregoriaans* is echter een vrijdag, volgend op donderdag 4 oktober 1582 *juliaans*! Van 15 oktober tot en met 31 december 1582 moet het resultaat bekomen met deze methode met 4 verhoogd worden : maandag (1) wordt vrijdag (5).

Ook de formule voor de referentieweekdag moet dus aangepast worden bij gebruik van de gregoriaanse kalender. Door 10 dagen over te slaan liep de gregoriaanse kalender in het begin 10 dagen voor op de juliaanse kalender. De gregoriaanse referentiedag viel dus 10 dagen vóór de juliaanse. Van het juliaanse weekdagnummer van de referentiedag moest dus 10 afgetrokken worden om de gregoriaanse te vinden. Vermits het hier enkel gaat om het dagnummer in de week, volstaat het 10 - 7 = 3 af te trekken of zelfs 4 bij te tellen, zoals eerder reeds gebeurde. Het verschil tussen julians en gregoriaans liep ondertussen op van 10 tot 13 zoals gekend van uit een vorige paragraaf. Van het juliaanse weekdagnummer van de referentiedag moet vandaag dus 13 - 7 = 6 afgetrokken worden, of 1 bijgeteld.

$$WDN[Ref(y\ jul)] = mod\left[y + int\left(\frac{y}{4}\right); 7\right]$$
$$WDN[Ref(y\ greg)] = mod\left[y + int\left(\frac{y}{4}\right) - int\left(\frac{y}{100}\right) + int\left(\frac{y}{400}\right) + 2; 7\right]$$

Als het weekdagnummer negatief uitvalt, dan mag er een veelvoud van 7 bijgeteld worden om een waarde van 0 tot 6 te bekomen !

Schrijver dezes is geboren op 13 mei 1945 gregoriaans = 30 april 1945 juliaans.

$$\begin{aligned} &WDN[Ref(1945\ greg)] \\ &= mod\left[1945 + int\left(\frac{1945}{4}\right) - int\left(\frac{1945}{100}\right) + int\left(\frac{1945}{400}\right) + 2; 7\right] \\ &= mod(1945 + 486 - 19 + 4 + 2; 7) = 3 \end{aligned}$$

De referentiedag 1945 was dus een woensdag. De 9de mei ook, zodat de 13de mei op een zondag viel.

5. Het weeknummer

Er werd internationaal bepaald (ISO, International Standards Organization) de weken in het jaar te nummeren. Daarbij hoort een week volledig bij het jaar waarin de meeste van haar dagen valt. De maandag wordt daarbij gedefinieerd als de eerste dag van de week. Dat betekent dat de eerste week van het jaar de week is die 4 januari bevat, wat hetzelfde is als de week die de eerste donderdag van januari bevat. Meestal heeft een jaar 52 weken. Een jaar dat op donderdag begint (of een schrikkeljaar dat op woensdag of donderdag begint) heeft 53 weken.

Voor een gegeven datum kan het ISO-weeknummer berekend worden. De eerste week van het jaar is de week die de 4de januari bevat. In dat geval bevat die eerste week meer dagen van het nieuwe jaar dan van het oude, en valt 1 januari dus op een maandag, dinsdag, woensdag of donderdag. Bepaal dan het JD-nummer van de zondag die samenvalt met of volgt op 4 jan : JDz. Bereken het juliaans dagnummer van de gegeven datum : JD. Het weeknummer voor de gegeven datum is dan

$$WN = int[(JD - JDz)/7] + 1$$

Aanbevolen literatuur

A. Pannekoek : *A History of Astronomy*
George Allen and Unwin Ltd, 1961
Dover Publications Inc, New York, 1989

J. Meeus : *Astronomical Tables of the Sun, Moon and Planets*
Willmann-Bell, Inc. 1995

N. Dershowitz & E. M. Reingold : *Calendrical Calculations*
Cambridge University Press, 1997

David Ewing Duncan : *De kalender. Op zoek naar de tijd*
Uitgeverij BZZTôH, 's Gravenhage, 1998

Jean Meeus : *Astronomical Algorithms*
Willmann - Bell Inc, Richmond, Virginia, 1991

M. Westrheim : *Calendars of the World*
Oneworld, 1993

D. Steel : *Marking Time, The Epic Quest to Invent the Perfect Calendar*
John Wiley & Sons, 2000

Notes

[1] In onze kalender is die samenhang tussen maanden en lunaties weggevallen. Deze samenhang bestaat nog wel in de hebreeuwse en de islamitische kalenders.
[2] De voornaamste methode om het begin van een nieuwe maand vast te leggen was de wederverschijning van de (smalle) maansikkel na de maandelijkse periode van onzichtbaarheid. Dit is een tweetal dagen na Nieuwe Maan zoals die vandaag gedefiniëerd wordt.
[3] Met de huidige middelen werd een lunatie uiteindelijk bepaald op 29,530589 of 29 dagen, 12uur, 44 minuten en 2.9 seconden
[4] Pasen is de zondag die volgt op de eerste Volle Maan van de lente.
[5] Of en hoe dit gebeurt is mij niet bekend.
[6] De voorhistorische mensen kenden heel zeker een of andere vorm van windroos. Het noorden wordt bepaald door observatie van de Poolster. Deze ster heeft een vaste positie t.o.v. de horizon, de andere sterren niet. Na het vastleggen van het Noorden, zijn meteen ook alle andere windrichtingen bepaald. Het Zuiden is bovendien het horizonpunt waarboven de zon dagelijks haar hoogste stand bereikt. Op dat ogenblik is het middag en zijn de schaduwen het kortst. Dit alles is ook zonder veel technologie eenvoudig observeerbaar.
[7] In sommige culturen (in Azië) definiëerden de zonnewendes en de nachteveningen niet het begin maar het midden van de seizoenen. In nog andere was er zelfs helemaal geen verband met zonnewendes en nachteveningen.
[8] Door vertraging van de aardrotatie worden de dagen langzaam langer. Het jaar 1 bevatte 10 seconden meer dan het jaar 2000. Niet omdat het langer duurde, maar omdat de toenmalige seconden iets korter waren. Het verloop bedraagt ongeveer een halve seconde per eeuw.
[9] Door de bouw van de Aswan-dam in de jaren zestig van de 20[ste] eeuw, behoren die overstromingen in Egypte tot het verleden.
[10] Daarvoor zou een kalenderjaar gewoon 12 maanden van 30 dagen hebben gehad zonder meer. Volgens sommigen echter is de kalender met 365 dagen in gebruik vanaf 4000 vC. Sommigen situeren de invoering van een eerste egyptische kalender in 4236 vC.
[11] Met de hedendaagse waarden : $19 \times 365{,}2422 = 6939{,}6$ wat nagenoeg gelijk is aan $235 \times 29{,}5306 = 6939{,}7$
[12] De joodse kalender werkt als een van de eerste met weken van zeven dagen, waarvan Sabbat de belangrijkste is. Dit wordt verbonden met het joods scheppingsverhaal waarin God de wereld schiep in 7 dagen. Maar evengoed werd dit overgenomen van de babyloniërs, zoals andere ideeën betreffende hun kalender)
[13] Het joodse paasfeest herdenkt de uittocht uit Egypte onder Mozes. Omdat joodse maanden gekoppeld zijn aan de maanfasen, valt Volle Maan steeds halfweg in de maand. De maand begint bij Nieuwe Maan.
[14] Sommigen stellen het jaar 4713 vC gelijk aan -4713. Als we met jaartallen willen kunnen rekenen, dan is dat fout ! Op het jaar -1 zou dan immers het jaar 1 volgen en voor berekeningen is het nodig dat op het jaar -1 het jaar 0 volgt en pas daarop het jaar 1. Het jaar 0 is dus het jaar 1 vC ! In dat geval wordt het jaar 4713 v.C. gelijk aan -4712, zoals in deze tekst steeds wordt verondersteld.
[15] Let wel op ! In het algemeen is $\mathrm{int}(x + y)$ niet gelijk aan $\mathrm{int}(x) + \mathrm{int}(y)$! Bijvoorbeeld $\mathrm{int}(1/4 + 3/4)$ is niet gelijk aan $\mathrm{int}(1/4) + \mathrm{int}(3/4)$. Wel kunnen gehele termen buiten de operatorhaakjes worden gebracht. Als bijvoorbeeld a en b gehele getallen zijn dan geldt wel dat $\mathrm{int}(x + y + a + b) = \mathrm{int}(x + y) + a + b$, zoals $\mathrm{int}(1/4 + 3/4 + 1) = \mathrm{int}(1/4 + 3/4) + 1$.
[16] Sommigen verkiezen bij berekeningen zelfs tijdelijk de jaartelling met 2 maanden te verschuiven. De eerste dag van het jaar is dan 1 maart. December wordt de 10[de] maand en de daarop volgende maanden januari en februari worden dan als 11[de] en 12[de] maand in hetzelfde jaar opgenomen. Een aantal formules kunnen dan gemakkelijker tot één algemenere formule herleid worden. We gaan daar in deze tekst niet op in.
[17] Let op met de functie $\mathrm{int}(x)$! Deze geeft het grootste geheel getal dat niet groter is dan x. Als x zelf geheel is dan geldt $\mathrm{int}(x) = x$. Voor positieve waarden van x verwaarloost deze functie gewoon het gedeelte na de komma : $\mathrm{int}(15{,}332) = 15$. Voor negatieve waarden van x is dit echter niet het geval : $\mathrm{int}(-2{,}527) = -3$!