Persisk tideräkning styrs av precisa astronomiska kunskaper. I väntan på Noruz 1389

Christer Kiselman

> Day and night and the twilights were stately and unhurried on this planet that took thirty hours to turn. And the pace of the seasons also was large; this was the dawn of the vernal equinox, and four hundred days of spring and summer lay ahead.
>
> Ursula LeGuin (1966:51)

Innehåll:

1. Jordaxeln lutar

Jorden snurrar runt sin axel på ett dygn och går runt solen i en bana på ett år. Men axeln är inte vinkelrät mot jordbanans plan. Ibland lutar den södra änden mot solen så att den ljusa delen av dygnet blir längre än den mörka delen på södra halvklotet. Just nu, den 17 mars 2010, är det så: solen ligger söder om ekvatorns plan i rymden. Eftersom solen är mycket större än jorden så är det kanske bättre att säga att ekvatorns plan, som är rörligt i förhållande till solen, ligger norr om solen. När så ekvatorns plan passerar genom solen är natt och dag lika långa – vi har dagjämning. På lördag den 20 mars 2010 kommer detta att inträffa klockan 18:32 svensk normaltid; enligt en uppgift 18:32:13, i Iran således 21:02:13. På norra halvklotet kallar man det för vårdagjämning – på det södra halvklotet för höstdagjämning.[1] I

[1]Folk från Australien, Nya Zeeland och Argentina blir ledsna om man säger vår och höst i dessa sammanhang utan förklaring. Kanske kan vi säga *marsdagjämning*, på engelska *Northward Equinox*. I fortsättningen skriver jag oftast vårdagjämning eftersom jag nu gjort denna reverens för södra halvklotets folk.

Iran firas denna händelse sedan mer än 3000 år. Våren börjar! Och inte bara dagen för vårdagjämningen utan själva ögonblicket uppmärksammas.

Solens deklination (dess vinkelavvikelse från jordens ekvatorsplan) ökar i dessa dagar med $24'$ (24 bågminuter) per dygn; det blir en bågminut per timme, en bågsekund per tidsminut och 0,017 bågsekunder per tidssekund. Denna sistnämnda vinkel är mycket liten: det är den vinkel som upptas av 1 millimeter på 12 kilometers avstånd. Kan man verkligen mäta solens deklination så noga?

Min äldsta son Dan Kiselman, som är docent i astronomi, säger att man kan mäta solens form med en noggrannhet av 0,01 bågsekund, d.v.s. den vinkel som 1 millimeter upptar på 20 kilometers avstånd (personligt meddelande 2010-03-17). Det motsvarar på solen en sträcka på 7 kilometer. Men genom att kombinera många observationer under lång tid kan man nå större noggrannhet. Dock måste sekundnoggrannheten i dagjämningens angivelse tas med en nypa salt, ty den är beroende av vilket referenssystem man använder för ekvatorn och ekliptikan (jordbanans plan), och den påverkas också av jordens ojämna rotationshastighet, liksom av vårt sätt att mäta tiden – då och då sätter man in en skottsekund, ibland med kort varsel. Men Heydari-Malayeri skriver (2006:2) att Noruz kan bestämmas med bättre noggrannhet än en tusendels tidssekund.[2]

I Iran firar man också den längsta natten, *Ŝab-e Yaldâ*, vid vintersolståndet. Det senaste inträffade 2009-12-21 18:47 (svensk tid).

2. Månadernas längd

Den persiska kalendern är en ren solkalender, där årets början definieras med hjälp av observationer av vårdagjämningen och där halvåren har olika längd av astronomiska orsaker.

De första sex månaderna (*farvardin, ordibeheŝt, xordâd, tir, mordâd, ŝahrivar*) i den persiska kalendern har alla 31 dagar; de därpå följande fem (*mehr, âbân, âzar, day, bahman*) 30 dagar, och den tolfte (*esfand*) 29 dagar eller, när det är skottår, 30 dagar. Det betyder att det första halvåret, omfattande årstiderna *faṣl-e bahâr* och *faṣl-e tâbestân* (vår och sommar), är 186 dagar långt; det andra, bestående av årstiderna *faṣl-e pâiz* och *faṣl-e zemestân* (höst och vinter), blott 179 eller 180. I den gregorianska kalendern omfattar det första halvåret januari–juni 181 eller 182 dagar; det andra 184 dagar. Där har ungefär varannan månad 31 dagar och varannan är kortare. Undantag är december–januari och juli–augusti som är två par av långa månader; i stort sett kan man väl ändå säga att varannan månad är lång och varannan är kort i denna kalender.

Men att halvåren har olika längd i den persiska kalendern är mycket välmotiverat. Vi kan till exempel se att det mellan marsdagjämningen 2010-03-20 18:32 och septemberdagjämningen 2010-09-23 05:09 är 186 dagar, 9 timmar och 37 minuter. Vi kan konstatera att det första halvåret är längre än det andra halvåret, och att denna skillnad är korrekt återgiven hos halvårens längder i den persiska kalendern.

[2] Han åberopar ett personligt meddelande från Iraj Malakpour 2004. En så stor noggrannhet är nog endast formell, gällande i en viss modell för solsystemet.

Som kontrast kan vi peka på att solen gick in i Fiskarnas zodiaktecken redan den 18 februari i år, medan den kommer att gå in i Lejonets, Jungfruns, Vågens och Skorpionens tecken så sent som den 23 juli, augusti, september respektive oktober. Det tidiga datumet i februari är den kombinerade effekten av att februari föregås av två långa månader och att jorden går fort i sin bana under dessa månader.

Orsaken till att våren och sommaren tillsammans är längre än hösten och vintern är att jordbanan inte är en cirkel – den är en ellips – och att jorden ligger närmast solen i sin bana i början av januari (i år 2010-01-03). Och när jorden ligger nära solen går den fortare enligt Johannes Keplers andra lag, både mätt som hastighet i banan och (ännu mer) som vinkelhastighet. Alltså går det fortare att gå de 30 grader som ett tecken i zodiaken omfattar under månaderna kring januari än under månaderna kring juli. Allt detta visste de gamla perserna, men de gregorianska och julianska kalendrarna struntar i det.

Den persiska kalendern fastställdes i sin nuvarande form 1925-03-31 (Wikipedia: Iranian Calendar). Då fixerades månadernas längd så som jag nämnt. Tidigare hade de varierat enligt astronomiska observationer, d.v.s. kalendern var då ännu mer astronomiskt styrd, men svårare att beräkna, eftersom man behövde efemerider för att bestämma när solen skulle gå in i ett visst tecken i zodiaken (Wikipedia: Iranian Calendar). Under de sista åren av *Jalâli-kalendern*, åren 1302 och 1303 A.P. (*Anno Persico*; se avsnitt 3.4), förekom månader med 30, 31, 32 dagar inom det första halvåret båda åren och med 29, 30, 31 dagar inom det andra halvåret båda åren (Wikipedia: Iranian calender), men halvåren hade samma längd som nu, 186 respektive 179 dagar.

Det kanske bör understrykas att månadernas längd enbart bestämdes av solens rörelse längs zodiaken. Månens rörelser hade och har ingen betydelse: den persiska kalendern är en ren solkalender. Detta är i sig anmärkningsvärt, eftersom de flesta kalendrar som använts eller används i Asien antingen är månkalendrar (som den islamska), där månåret förflyttar sig jämfört med de av solen definierade årstiderna, eller modifierade sol-mån-kalendrar (som de babylonska och kinesiska kalendrarna i Asien eller Colignykalendern i Europa), där månaderna visserligen definieras av månens faser, men där man genom att sätta in skottmånader ändå ser till att året börjar vid ungefär samma årstid.

Det enda samband som finns mellan månen och månaderna i den persiska kalendern är det etymologiska: samma ord för båda, *mâh* 'måne, månad', liksom på kinesiska *yuè* 'måne, månad'. Och motsvarande ord är besläktade på svenska, på finska *kuu* 'måne', *kuukausi* 'månad', engelska *moon* 'måne', *month* 'månad', tyska *Mond* 'måne', *Monat* 'månad'.[3]

Men självklart måste det vara på grund av månen som människan en gång började använda månaden som tidsenhet. Om månen hade legat litet längre bort från jorden, så skulle vi ha haft en månad på säg 32 dygn . . . skulle också menstruationscykeln då ha varit 32 dygn?

[3]Däremot är det inte så på arabiska (*qamar, ŝahr*), latin (*luna, mensius*), esperanto (*luno, monato*), franska (*lune, mois*) eller ryska (луна, месяц, *luná, mésjac*).

3. Fyra sätt att bestämma skottår

3.1. Skottår blir som solen visar

Enligt Heydari-Malayeri (2006:4) mätte man förut solens deklination vid dess meridianpassage i Tehran, och den första dag då deklinationen var positiv (nordlig) förklarades vara den första farvardin. Om solen gick över till norra halvklotet på eftermiddagen, så blev följande dag den första farvardin. Med denna metod blev ett år skottår när observationerna visade det. Ingen formel behövs.

Om deklinationen vid en sådan meridianpassage var nordlig men liten, så förstod man att den efter 365 dygn skulle vara sydlig, och att alltså året som just börjat måste bli ett skottår. Det är nämligen 365 dagar och ungefär 5 timmar och 49 minuter mellan två passager norrut. Nackdelen med denna metod var förstås att det inte är lätt att förutsäga vilka år som långt in i framtiden kommer att bli skottår. Om deklinationen var $5' \, 49''$, så hade man ett gränsfall, och om det så var mulet 365 dagar senare, så kunde man inte veta om året var ett skottår eller ej.

Ett exempel kan illustrera detta: år 2017 kommer vårdagjämningen att inträffa den 20 mars klockan 11:48 svensk tid och 14:18 iransk tid. Då kommer solens deklination när den står i söder vid longituden 52,5 grader ost (som är Irans referensmeridian) att vara omkring $-2'$. Det räcker alltså inte för att förklara den 20 mars 2017 som den första farvardin, och år 1395 A.P. blir därför skottår. Men om man mäter litet fel, så kanske man får en nordlig deklination – den 20 mars blir i så fall felaktigt utropad till den första farvardin 1396 A.P.; år 1395 A.P. blir inte skottår fast det borde vara det. (Nu kan man beräkna solens deklination långt i förväg med stor precision, så problemet är löst: år 1395 blir skottår.)

Ett verkligt gränsfall var vårdagjämningen år 1930, som inträffade den 21 mars klockan 09:30 i Sverige, klockan 12:00 i Iran. Den dagen var den 30 esfand 1308 (ett skottår), och den 22 mars 1930 var den 1 farvardin 1309. Alltså kan vi dra slutsatsen att vårdagjämningen ansågs inträffa på eftermiddagen den 21 mars.

3.2. Den julianska kalendern

Den julianska kalendern (efter Julius Caesar, 100–44 f.Kr.) har en enkel regel: ett skottår om 366 dagar vart fjärde år, så att åren i medeltal blir $365\frac{1}{4} = 365{,}25$ dygn långa.

Skottdagen inträffar enligt traditionen den 24 februari, sex dagar före den 1 mars, räknat inklusivt som romarna gjorde; därav det franska namnet *année bissextile*, som betyder ett år med två dagar *ante diem sextum Kalendas Martias*. Således blir skottdagen *ante diem bis sextum Kalendas Martias*.

Att den 29 februari numera kallas skottdag är ett sentida påfund, vars legitimitet har ifrågasatts – ”Vem bestämmer över tideräkningen?” (Kiselman 2008).

3.3. Den gregorianska kalendern

Den gregorianska kalendern (efter Gregorius XIII, 1502–1585, påve 1572–1585; påvlig bulla 1582-02-24) har ett skottår vart fjärde år utom när årtalet slutar på

00; då fordras att årtalet skall vara delbart med 400. Alltså blir det 97 skottår på 400 år och årets längd blir i medeltal $365\frac{97}{400} = 365{,}2425$ dygn långt.

3.4. Omar Khayyâms kalender

Omar Khayyâm ($^{\mathrm{c}}$Omar Khayyâm, arabisk form $^{\mathrm{c}}$Umar b. Ibrāhīm al-Khayyāmī; 1048–1131) fick i uppdrag av sultanen Jalâl al-Din Malik Shâh I (Malikshāh, Djalāl al-Dawla; regerade 1072–1092) att leda en grupp som skulle föreslå en reformerad kalender. Det kan noteras att han var ung, kanske bara 25 år, när han fick uppdraget. Sultanen accepterade denna kalender och den trädde i kraft 1079-03-15 enligt den julianska kalendern, motsvarande 1079-03-21 i den då ännu inte existerande gregorianska; 9 ramaḍān 471. Den kallas *Jalâli-kalendern*[4] efter sultanen och var väsentligen i kraft till 1924 (dess sista år var 1303 A.P.).

Khayyâms kalender hade 12 månader med en längd om 30 dagar, och sedan lade man till 5 eller 6 dagar i slutet av året, alltså just före vårdagjämningen, vilket också varit praxis före islam (Heydari-Malayeri 2006:6). Fem eller sex extra dagar hade varit i bruk under lång tid, enligt Taqizadeh (2010:1) troligen redan från år 500 f.Kr.[5] Dock placerades de 5 eller 6 skottdagarna, som på persiska kallas *andargāh*, på arabiska *al-mustaraka*; på engelska och franska *epagomenae* efter grekiskans *ἐπαγόμεναι*, inte alltid efter den sista månaden; de vandrade runt året; se Taqizadeh (1938:2, 2010:1).

Jag vet inte när de extra dagarna i stället räknades in i de olika månaderna, så att inte alla dessa omfattade 30 dagar.

Enligt Aminrazavi (2007:200) var den nya kalendern ”based on thirty-three years”, vilket betyder att den innehöll 8 skottår under en period av 33 år: åren med nummer 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 och 33 var skottår. Det ger en längd i medeltal av $365\frac{8}{33} = 365{,}24\,24\,24\,24\ldots$, cirka 6,55 sekunder kortare än det gregorianska året 365,2425. Detta var emellertid inte en numerisk regel (Taqizadeh 2010:3), utan i stället en ur observationer härledd, empirisk regel, som skulle verifieras genom observationer och korrigeras vid behov genom att man ibland i stället hade en 29-årsperiod, där åren med nummer 4, 8, 12, 16, 20, 24 och 29 var skottår.

4. Hur stora blir felen i de olika kalendrarna?

Om man definierar Noruz efter solens observerade deklination, så behövs ingen regel, och något fel kan per definition inte uppstå. Svårigheterna är andra, som redan nämnts i avsnitt 3.1. Om man däremot har en numerisk regel, som i de julianska och gregorianska kalendrarna, så blir det med nödvändighet fel efter en tid, d.v.s. datum för vårdagjämningen glider iväg, vilket är icke önskvärt. I den persiska kalendern vill man ha kvar Noruz den 1 favardin, och även i den gregorianska kalendern vill man ha kvar vårdagjämningen nära den 21 mars. Avvikelser, eller i varje fall större avvikelser, betraktas som fel.

[4] Aminrazavi (2007:200) ger namnen ”Malikī calendar” (*taqwīm-i malikī*) och ”Jalālī calendar” (*taqwīm-i jalālī*).

[5] Taqizadeh (1938) behandlar förislamska kalendrar i Iran.

Men att bestämma hur stort felet blir är en besvärlig uppgift. Det finns flera fenomen som samverkar för att året skall få en viss längd uttryckt i soldygn: dels blir soldygnet allt längre, dels definierar ekvatorn och ekliptikan två plan som rör sig i förhållande till varandra (båda rör sig också i förhållande till stjärnorna).

4.1. Jorden snurrar allt saktare

För det första snurrar jorden allt saktare om man tar stjärnorna som referenser, d.v.s. dygnet blir allt längre räknat i SI-sekunder. Detta avsaktande beror på att månen genom tidvattnet bromsar jorden.

En SI-sekund är per definition varaktigheten hos 9 192 631 770 perioder för den strålning som motsvarar övergången mellan de två hyperfinnivåerna i grundtillståndet hos atomen cesium 133. Den anser vi vara av konstant längd. (Vad skulle kunna vara konstantare?)

Ett soldygn är för närvarande, närmare bestämt i medeltal under perioden 1970–2000, 86 400,002 sådana konstanta sekunder, och längden ökar med ungefär 0,0014 sekunder per sekel enligt Wikipedia: Solar time; med 0,001 70 $\pm$ 0,000 05 sekunder per sekel[6] enligt Wikipedia: Tidal acceleration; eller med 0,002 sekunder per sekel enligt Wikipédia: Jour. Om vi använder värdet 0,001 70, så innebär det att året blir 365,242 36 $\times$ 0,017 dygn = 6,21 sekunder kortare på tusen år uttryckt i soldygn. Den förstnämnda uppgiften ger en mindre förkortning, den tredje en större förkortning, men om man bara vill få en idé om förhållandena, så spelar detta inte så stor roll.

Med uppgiften från Wikipedia: Tidal acceleration var året således uttryckt i soldygn 0,906 $\times$ 6,21 = 5,63 sekunder längre när Khayyâms kalender infördes – av just detta skäl. Men detta är inte den enda effekten som påverkar årets längd uttryckt i soldygn – se avsnitt 4.2.

I tabell 1 illustreras inbromsningen av jordens rotation genom att soldygnets längd liksom det julianska årets längd anges i SI-sekunder under några år inom en tvåtusenårig period. Soldygnet varierar med 0,002 till 0,003 sekunder under ett år; för att få bort säsongvariationerna måste man ta medeltalet över ett helt år, men även så blir det variationer. Under perioden 1962–2010 var detta årsutjämnade soldygn som kortast år 2004, 86 400,0003 s, och som längst år 1972, 86 400,0031 s (Wikipedia: Erdrotation). I tabell 1 används som tidigare förlängningen 0,017 sekunder per tusen år vid beräkningarna.

Tabell 1. Soldygnets och det julianska årets längd i SI-sekunder

År	*Soldygnets längd* (SI-sekunder)	*Det julianska årets längd* (SI-sekunder)	*Källa*
1000	86 399,985	31 557 594,61	Beräkning
1079	86 399,987	31 557 595,10	Beräkning
1970–2000	86 400,002	31 557 600,73	Wikipedia: Erdrotation
3000	86 400,019	31 557 607,03	Beräkning

[6] Felangivelsen $\pm$0,000 05 motsvarar en osäkerhet på 3 procent och innebär att förlängningen med viss sannolikhet ligger mellan 0,001 65 och 0,001 75 sekunder per sekel.

Om inbromsningen fortsätter i samma takt, så kommer året att vara 365 soldygn långt om ungefär 3,4 miljoner år. Då behöver vi inga skottår alls. Och om ungefär 73 miljoner år kommer soldygnet att vara 24 timmar och 21 minuter, så att året blir 360 soldygn långt – vi kan införa 12 månader med 30 dagar var. De gamla babylonierna delade solvarvet i 360 grader, som vardera motsvarade ungefär ett dygn. De kommer att få helt rätt någon gång. Men inbromsningen är inte konstant, så tidpunkten när detta inträffar är förstås inte så säker. Inbromsningen kommer att gå allt saktare på grund av att månen avlägsnar sig. I tabell 2 visas hur många soldygn det går på ett julianskt år, 365,25 nutida soldygn, under vissa år inom en tidsperiod om 4,573 miljarder år.

Tabell 2. Soldygnets längd i SI-timmar och det julianska årets längd i soldygn

År	*Soldygnets längd* (SI-timmar)	*Det julianska årets längd* (soldygn)	*Källa*
−4 500 000 000	6^h	1 461	Wikipedia: Dygn
−620 000 000	$21^h54^m \pm 24^m$	400 ± 7	Wikipedia: Dygn
−100 000 000	$23^h04^m06^s$	380	Wikipédia: Jour
3 400 000	$24^h00^m59^s$	365	Beräkning
73 000 000	24^h21^m	360	Beräkning

Och denna inbromsning kommer att fortsätta ända tills jorden snurrar så sakta att den ständigt vänder samma sida mot månen, liksom månen redan nu alltid vänder samma sida mot jorden. Det innebär att ett dygn blir lika med en månad. Om en månad förblir lika lång som nu, så får vi alltså en dag som är 14 nutida dygn lång, följd av en natt som är 14 nutida dygn lång. (Troligen blir månaden längre.) Det kommer att ge stora temperaturvariationer.

4.2. Ekvatorn och ekliptikan rör sig i förhållande till varandra

Jordens rotationsaxel intar inte ett fast läge i rymden i förhållande till jordens bana (ekliptikan) eller i förhållande till stjärnorna. Den rör sig approximativt i en kon med en hastighet av ett varv på ungefär 25 800 år; denna rörelse kallas *precession.* Men det finns också en snabbare ändring av riktningen, med en period på omkring 18,6 år. Vinkelstorleken är dock mycket mindre. Denna rörelse kallas *nutation.*

Men även systemet solen-jorden har, som alla snurror, en viss precession.

Slutligen ändras jordbanan excentricitet liksom den punkt, *perihelium*, där jorden är närmast solen.

Alla dessa fenomen gör att skärningspunkten mellan ekvatorn och ekliptikan rör sig på ett komplicerat sätt. Till detta kommer att även jordbävningar och isens tillväxt och avtagande påverkar jordens rotation.

4.3. Till slut: hur blir då felen?

Att räkna på alla dessa fenomen blir besvärligt: jag får nöja mig med att citera Heydari-Malayeri (2006:7, formel [3], citerad efter Meeus 2002) enligt vilken vårdagjämningsåret var 365,242 2614 efemeriddygn år 1000 och 365,242 3748 efemeriddygn år 2000, alltså 0,000 1134 dygn (ungefär 9,80 sekunder) längre år 2000 än år 1000 mätt i dygn av konstant längd.

Däremot var enligt Heydari-Malayeri (2006:8, formel [4]) vårdagjämningsåret mätt i löpande soldygn (vilket är den relevanta enheten i detta sammanhang) 365,242 3239 dygn år 1000 och 365,242 3632 dygn år 2000, alltså 0,000 0393 dygn (ungefär 3,40 sekunder) längre år 2000.[7]

Enligt avsnitt 4.1 blir året 6,21 sekunder kortare per tusen år uttryckt i den variabla enheten soldygn på grund av rotationens inbromsning, och vårdagjämningsåret som vi just sett längre uttryckt i en konstant tidsenhet med 9,80 sekunder från år 1000 till år 2000: vi ser att $9{,}80 - 6{,}21 = 3{,}59$, att jämföra med 3,40. Det stämmer ganska bra.

Sammanfattningsvis: på grund av den effekt som nämnts i avsnitt 4.1 blir dygnet ständigt längre, d.v.s. året kortare mätt i soldygn. Men i kombination med den effekt som nämnts i avsnitt 4.2 kan året, mätt i löpande soldygn, bli både längre och kortare, även om det enligt Heydari-Malayeri blir längre under fyratusen år, tiden från -1000 till $+3000$; däremot kortare under tiden från $+3000$ till $+4000$.

Om vi räknar med en längd hos det nutida vårdagjämningsåret på 365,242 3635 dygn (2010), så blir felet i den julianska kalendern 1 dygn på 131 år; i den gregorianska 1 dygn på 7326 år; och med Khayyâms 33-årsperioder 1 dygn på 16 463 år. Om vi i stället tar årets längd uttryckt i soldygn år 1079 enligt Heydari-Malayeri (2006:8, formel [4]), 365,242 3275 dygn, så blir felet 1 dygn på 10 337 år. Om vi tar en kombination av 33-årsperioder och 29-årsperioder och bestämmer valet genom observationer, så blir som vi konstaterat felet noll.

Medan felet i det julianska året är uppenbart, måste det understrykas att räkningarna för det gregorianska året liksom för Khayyâms 33-årsregel inte är rättvisande eftersom alla storheter vi använt ändrar sig under de tidsintervall vi talar om.

Det är bättre att hänvisa till figur 2 hos Heydari-Malayeri (2006:9), där det framgår att Khayyâms år 365,24 24 24 är en bättre appoximation till det faktiska vårdagjämningsåret än det gregorianska 365,2425 under sex tusen år, nämligen från -3000 till $+3000$. Först efter år 3000 blir vårdagjämningsåret så långt (uttryckt i efemeriddygn) att det gregorianska året blir en bättre approximation. Men någon gång efter år 6000 blir vårdagjämningsåret kortare igen så att Khayyâm vinner.[8]

Khayyâms kalender används fortfarande i Iran (Shiva Samieinia, personligt meddelande 2010-03-17). Man har då och då en 29-årsperiod i stället för 33-årsperioden. Det gör att årets längd i medeltal ligger mellan $365\frac{8}{33} \approx 365{,}24\,24\,24\,24$ och $365\frac{7}{29} \approx 365{,}241\,379\,31$, men närmare det första, eftersom det närmevärdet är en bättre approximation. Därför blir 33-årsperioderna mycket vanligare än 29-årsperioderna –

[7]I detta sammanhang kan nämnas att Internationella astronomiska unionen år 1955 fastställde ett tropiskt år, som bygger på medelsolens rörelse. Denna medelsol är alltså en fiktiv himlakropp – numera kanske man skulle säga virtuell – som bildas genom att man tar medelvärden över lång tid. Detta tropiska år har nu en längd om 365,2422 dygn, vilket skall jämföras med vårdagjämningsårets aktuella längd om 365,242 36 dygn. Heydari-Malayeri förklarar skillnaden (2006:9–11) och pekar på att man ofta blandar ihop de två (2006: not 10).

[8]Heydari-Malayeri anger här de olika årens längd i efemeriddygn, alltså konstanta dygn, men det borde väl vara mera relevant att använda löpande soldygn.

på Khayyâms tid nästan 10 gånger vanligare, nu 16 gånger vanligare. Valet mellan periodens längd görs astronomiskt, d.v.s. genom efemeridberäkning.

Som framgår av tabell 3 nedan ligger vårdagjämningsårets längd i soldygn för alla de aktuella åren mellan värdena $365\frac{7}{29}$ och $365\frac{8}{33}$, varför man kan få fram alla dessa tidsintervall (i medeltal under en längre tid) genom någon lämplig kombination av 8 skottår på 33 år och 7 skottår på 29 år.

De olika periodernas längd kan illustreras genom att man listar några skottår och markerar dem som kommer fem år efter närmast föregående skottår. Jag gör det med en stjärna: 1308, 1313*, 1317, 1321, 1325, 1329, 1333, 1337, 1341, 1346*, 1350, 1354, 1358, 1362, 1370, 1375*, 1379, 1383, 1387, 1391, 1395, 1399, 1403, 1408* (Calender Converter). Här kommer alltså skottåren 1313, 1346, 1375 och 1408 fem år efter närmast föregående skottår och avslutar därmed en period. Det innebär att vi har två 33-årsperioder (1314–1346 och 1376–1408), och en 29-årsperiod (1347–1375) bland dessa år.

Tabell 3. Årets längd i olika kalendrar jämfört med vårdagjämningsåret längd vissa år enligt Heydari-Malayeri (2006:8, formel [4])

Kalender respektive *Vårdagjämningsår*	*Årets längd* (soldygn)	*Årets längd* (soldygn, timmar, minuter, sekunder)
7 skottår på 29 år	365,241 3793	$365^d 05^h 47^m 35{,}17^s$
År 1000	365,242 3239	$365^d 05^h 48^m 56{,}78^s$
År 1079	365,242 3275	$365^d 05^h 48^m 57{,}10^s$
År 2000	365,242 3632	$365^d 05^h 49^m 00{,}18^s$
År 2010	365,242 3635	$365^d 05^h 49^m 00{,}21^s$
8 skottår på 33 år	365,242 4242	$365^d 05^h 49^m 05{,}45^s$
97 skottår på 400 år: gregorianska kalendern	365,242 5000	$365^d 05^h 49^m 12^s$
1 skottår på 4 år: julianska kalendern	365,250 0000	$365^d 06^h 00^m 00^s$

Tack

Jag tackar Forogh Hashabeiky, som inbjudit mig att presentera dessa tankar på Institutionen för lingvistik och filologi vid Uppsala universitet 2010-03-17 inför firandet av Noruz 1389, 1 farvardin 1389 = 21 mars 2010, och Dariush Kargar, som uppmuntrat mig att skriva ned dem och förmedlat viktiga referenser. Den nu presenterade texten innehåller dock mer än jag kunde säga den 17 mars.

Referenser

Aminrazavi, Mehdi (2007). *The Wine of Wisdom. The Life, Poetry and Philosophy of Omar Khayyam.* Oxford: Oneworld.

Calendar Converter. Fourmilab, Schweiz. `www.fourmilab.ch/documents/calendar/`, hämtad 2010-03-18.

Heydari-Malayeri, M. (2006). *A concise review of the Iranian calender.* `http://aramis.obspm.fr/~heydari/divers/ir-cal-eng.pdf`, 23 sidor, hämtad 2010-03-18.

Kiselman, Dan (2008). Låt oss fira skottdagen i dag. Insändare, *Dagens Nyheter* 2008-02-24, s. 34.

LeGuin, Ursula K. (1966). *Rocannon's World.* New York, NY: Acebooks.

Meeus, Jean (2002). *More Mathematical Astronomy Morsels.* Richmond, VA: William-Bell Inc.

Taqizadeh, S. H. [Sayyed Hasan Taqizâdeh, 1878–1970] (1938). *Old Iranian Calendars.* London: The Royal Asiatic Society. 57 ss.

Taqizadeh, S. H. (2010). DJalālī (Ta'rīkh-i Djalālī). *Encyclopaedia of Islam.* Andra upplagan. P. Bearman, T. Bianquis, C. E. Bosworth, E. van Donzel och W. P. Heinrichs (red.). Brill 2010. Brill Online. `http://www.brillonline.nl/subscriber/entry?entry=islam_SIM-1950`, hämtad 2010-03-19.

Wikipedia: *Dygn*, hämtad 2010-03-19.

Wikipedia: *Erdrotation*, hämtad 2010-04-08.

Wikipedia: *Iranian calendar*, hämtad 2010-03-19.

Wikipédia: *Jour*, hämtad 2010-04-10.

Wikipedia: *Solar time*, hämtad 2010-03-19.

Wikipedia: *Tidal acceleration*, hämtad 2010-03-19.

—

Författarens adress: Uppsala universitet, Matematiska institutionen, Box 480,
SE-751 06 Uppsala, Sverige.
Telefoner: +46-18-4713216 (till universitetet); +46-18-300708 (hem); +46-708-870708 (mobil)
Datoradresser: `kiselman@math.uu.se, christer@kiselman.eu`
URL: `http://www.math.uu.se/~kiselman/`.