

Aja õigsus

Kui aastavahetuse ni on jäänud loetud sekundid, siis vaevalt me mõtleme, et

“sekund on võrdne ¹³³Cs aatomi põhiseisundi kahe ülipeen(struktuuri)nivoo vahelisele üleminekule vastava kiirguse 9 192 631 770 perioodi kestusega”¹.

Pigem rõõmustame kordaläinud aasta üle ning vaatame lootusrikkalt tulevikku või hoopis ohkame, et kõik algab jälle otsast peale. Tegelikult on ka jooksva ajal omamoodi mälu...

Ülemaailmselt kasutatava ajaskaala moodustamisel on kaks põhikomponenti: rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi *SI* ajaühiku, sekundi esitamine ning ajaskaala regulaarne võrdlemine tugisuurusega. Tugisuurusena kasutatakse tänapäeval Rahvusvahelist Aatomaega (*International Atomic Time, TAI*), mille arvutab välja Rahvusvahelise Kaalude ja Mõõtude Büroo BIPM (www.bipm.org) aja osakond. TAI arvutustes kasutatakse üle kahesaja nn tseesiumi (Cs) aatomkella andmeid, mida regulaarselt saadavad BIPMle ligi kuuekümne asutuse laborid.

Rahvusvaheline aatomaeg on sõltumatu skaala, praktilistes kasutustes vajatakse aga ajaskaalat, mis on seotud öö ja päevaga ning nende vaheldumisega ehk Maa pöörlemisega ümber oma telje. Selleks moodustataksegi BIPMs Koordineeritud Universaalaeg (*Coordinated Universal Time, UTC*), mis seotakse TAIga Maa pöörlemise ebahütlust arvestava ajaintervalli (*leap-second*) lisamisega. Igal aastal toimub Rahvusvahelise Maa Pöörlemise ning Tugisüsteemide Teenistuse koosolek, millel otsustatakse lisatava ajaintervalli pikkus. Näiteks, eelmisel aastal lisati 31. detsembril kell 23:59:59 UTC järgi aastale juurde 0,9 s (<http://hpiers.obspm.fr>).

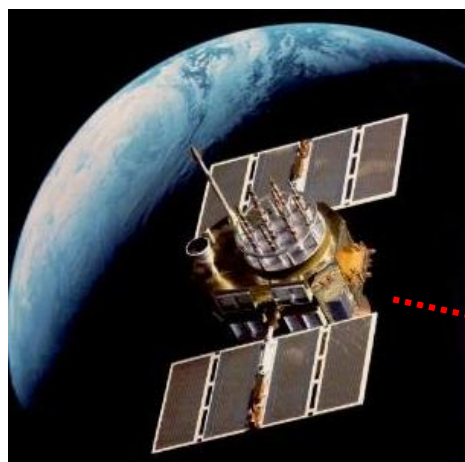
Koordineeritud universaalaega edastavad globaalse jälgimise süsteemi (*Global Positioning System, GPS*) kuuluvad satelliidid. Neid on Maa-lähedastel orbiitidel tiirlemas üle kahekümne. Tehiskaaslased saavad edastatava signaali USA merevägede observatooriumi (*US Naval Observatory, USNO*) Cs-generaatorilt. USNO Cs-aatomkell on pidevas võrdluses Ühendriikide metroloogiainstituudi (*National Institute for Standards and Technology, NIST*) aja primaaretaloniga. NIST omakorda on üks nendest 60st asutusest, kes panustavad TAI ning UTC moodustamisse.

Ka väikeses Eestis on tarvidus kellaaja järele, mis on ühtne ülemaailmse Koordineeritud Universaalajaga. Aga mida teha, kui Cs-aatomkella pole ning ise ei suuda olla nende kuuekümne seas, kes TAI ja UTC moodustamises osalevad?

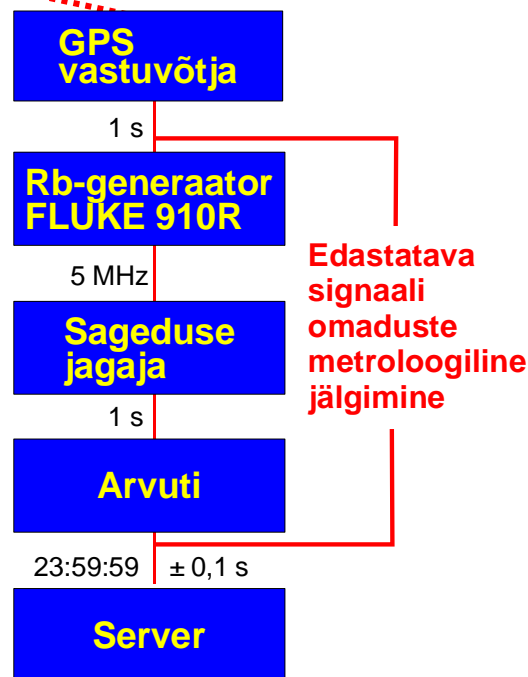
Lihtsana näib võimalus püüda kinni GPS-signaal ning sünkroniseerida oma süsteem sellelt saadava 1-sekundilise ajaintervalli järgi. Kuid unustada ei tohi, et iga programijupi või raudvara lisamine GPS-vastuvõtja ning oma süsteemi vahele vähendab saadava signaali täpsust. Sellest on tingitud, näiteks, raadiojaamade nn “täistunnipiiksude” ajalised erinevused. Samuti “ujub” GPS-signaal turvalisuse kaalutlustel ± 1 μ s piires, millest võib vabaneda vaid pikaajalise vaatluse tulemusel.

¹ “Rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhühikud, nendest tuletatud ühikud, nende kord- ja osühikud ning rahvusvaheliselt kehtestatud lisühikud ja nende kasutamise viis”, RT I 2004, 31, 210, Vabariigi Valitsuse 26. aprilli 2004. a määrus nr 120.

Kõike seda on AS Metrosert arvestanud täpse kellaaja veebilehel kuvamise süsteemi ülesehitusel. Saadava GPS-signaaliga sünkroniseeritakse rubiidiumil (Rb) põhinevat sagedusgeneraatorit, mis töötab sagedusel 5 MHz. Sünkroniseerimise tulemusel sünnib kindla perioodiga sagedus, millest moodustatakse sageduse jagaja abiga 1-sekundiline ajaintervall. See kõik toimub suhtelise täpsuse 10^{-11} tasemel arvuti programmilisel toel. Lõpuks jõuab Sinuni, hea lugeja, jooksev kellaeg täpsusega ehk määramatusega $\pm 0,1$ s.



Signaali edastamine



Ülemaailmse ajaskaala kohaliku esituse usaldusväärsuse tagab Rahvuslik Metroloogia Keskasutus AS Metrosert.

*Toomas Kübarsepp, etaloniteenuste divisjoni juht, tehnikadoktor
 Toivo Kiibus, metroloogiateenuste divisjoni mõõtevaldkonna spetsialist
 Andrei Pokatilov, elektriliste suuruste teadur-etalonihoidja, MSc*

Kasutatav GPS-satelliidi foto pärineb veebilehelt <http://www.bnsc.gov.uk/>