

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

**53. RTU STUDENTU ZINĀTNISKĀS
UN TEHNISKĀS
KONFERENCES MATERIĀLI**

2012. gada aprīlī

I

RĪGA – 2012

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Fr. CANDERA STUDENTU ZINĀTNISKĀ UN TEHNISKĀ
BIEDRĪBA

53. RTU STUDENTU ZINĀTNISKĀS
UN TEHNISKĀS
KONFERENCES MATERIĀLI

2012. gada aprīlī

I

ELEKTROZINĪBAS
DATORZINĪBAS
TELEKOMUNIKĀCIJAS
BŪVNICĪBA
ARHITEKTŪRA
MAŠĪNZINĪBAS

RTU Izdevniecība

RĪGA – 2012

UDK 378.62 + 001.891 (063)

Krājumā apkopoti 53. RTU studentu zinātniskās un tehniskās konferences materiāli. Darbu autori ir akadēmisko un profesionālo studiju programmu studenti. Darbu tematika aptver gan teorētiskus, gan Latvijas tautsaimniecībai aktuālu praktisku problēmu pētījumus inženierzinātnes, datorzinātnes, arhitektūras un vides zinātnes jomā.

Visi krājumā iespiestie darbi ir recenzēti.

Atbildīgā par izdevumu D. Šitca.

© Rīgas Tehniskā universitāte, 2012.g.

ISBN 978-9934-10-380-3

PLŪDMAIŅU EFEKTA NOVĒROJUMU VĒSTURE

Katrs Zemes virsmas punkts ir pakļauts divu spēku ietekmei: pievilkšanās spēka, kuru nosaka Zemes visas masas pievilkšana, un centrālās spēka, kuru rada Zemes rotācijas kustība. Šo divu spēku rezultējošais vektors ir vērsts uz Zemes iekšieni. Tā garums atspoguļo smaguma spēka spriegumu apskatāmajā punktā, bet virziens nosaka svērteņa līnijas virzienu šajā punktā.

Tomēr šī vektora moduļa lielums un virziens nevar būt apskatīti kā konstantes, jo gan Saules, gan Mēness gravitācijas spēks ietekmē šo punktu. Pievilkšanās spēks mainās laikā kopā ar abu debess ķermeņu izvietojumu. Jūras brīvā virsma nepārtraukti seko līmeņa virsmai, kas ir perpendikulāra perturbētai svērteņa līnijai. Šī parādība ir okeānu plūdmaiņu iemesls.

Senās Ēģiptes, Grieķijas un Romas civilizācijas, no kurām līdz mums nonāca pirmie vēsturisko faktu pieraksti, attīstījušās Vidusjūras krastos, kur plūdmaiņas ir gandrīz nemanāmas un tāpēc praktiski nepiesaista uzmanību. Plūdmaiņas nav minētas arī Bībelē.

Plūdmaiņu pirmo raksturojumu deva romiešu naturālists un rakstnieks Plīnijs savā darbā “Naturalis Historia” m.ē. 77. gadā. Viņš pirmoreiz izdarīja secinājumus par plūdmaiņu iemesliem un atzīmēja to sakarību ar Saules un Mēness fāzēm.

Viduslaiku sākumā fakts par plūdmaiņu pastāvēšanu un to sakarību ar Mēnesi bija vispārpieņemts. Tomēr kopumā tolaik plūdmaiņu pētīja maz. Tas bija saistīts galvenokārt ar viduslaiku zinātnieku māņticību un reliģiskajiem aizspriedumiem.

Sākot no renesanses laikmeta, kad zinātnes sāka strauji attīstīties, arī jūrniecība progresēja. It īpaši tā bija attīstījusies Anglijā, un plūdmaiņu izpēte bija tās neatņemama daļa. Jau 13. gadsimtā Anglijas kapteiņi sastādīja speciālas grāmatas – “ratterus”, kurās ierakstīja dažādus ziņojumus, tostarp arī par plūdmaiņu. No 1545. gada sāka izmantot plūdmaiņu tabulas (ostas tabulas) ar ziņām par uzplūdu momentiem noteiktās ostās atkarībā no Mēness fāzes.

Tomēr tie visi bija nedroši mēģinājumi apkopot uzkrātās zināšanas bez saprašanas par novērojamo parādību iemesliem.

1687. gadā izcilākais angļu matemātiķis Īzaks Ņūtons publicēja savu darbu “Dabas filozofijas matemātiskie principi”, kurā aprakstīja vispasaules gravitācijas likumu. Šis likums bija svarīgākais solis plūdmaiņu dabas zinātniskā izpratnē. Tomēr Ņūtona plūdmaiņu statiskā teorija neļāva saprast plūdmaiņu parādību patiesā rakstura daudzveidību.

1775. gadā Pjērs Simons Laplass publicēja plūdmaiņu “dinamisko teoriju”, kurā tika novērsts Ņūtona statiskās teorijas galvenais trūkums – hipotēze par parādības statisko stāvokli, kura patiesībā nepārtraukti mainās. Šīs teorijas ietvaros Laplass ieguva vienādojumus plūdmaiņu kustībai uz rotējošās Zemes un sniedza to risinājumu ar pieņēmumu, ka okeāns pārklāj visu Zemi ar līdzenu kārtu. Diferenciālie vienādojumi, kurus izveda Laplass, parādīja iespēju izteikt plūdmaiņu mainīgumu atkarībā no laika noteiktajos punktos vienkāršo harmonisko svārstību rindas summas veidā. Tādējādi Laplass lika pamatus vispārējai plūdmaiņu priekšaprēķina praktiskajai metodei, kuru sauc par harmonisko analīzi. Arī mūsdienās tā ir pamatmetode plūdmaiņu priekšaprēķinos praktiskiem nolūkiem.

Zemes plūdmaiņu pētījumiem paredzētais pirmais instruments ir horizontālais svārsts, kurš bija izgudrots 1832. gadā. Svārsta pirmā ideja pieder Hengleram. Savukārt Zollners uzlaboja instrumentu, ieviesa novērojumu praksē, un tāpēc tas ir nosaukts viņa vārdā.

Horizontālā svārsta piekaramo diegu nepilnības mudināja Reber-Pašvicu konstruēt piekaru uz metāliskiem balstiem. Tieši šis aparāts pirmoreiz reģistrēja svērteņa nobīdes Zemes plūdmaiņu ietekmē. Šiem ierakstiem nebija laba kvalitāte, un tagad tiem ir tikai vēsturiska nozīme. Tomēr tiem bija svarīga loma plūdmaiņu pētījumu attīstībā. 1890. gadā trīs

stacijas – Strasbūra, Potsdama un Tenerife – , kas bija aprīkotas ar Reber-Pašvica horizontālajiem svārstiem, demonstrēja svērteņa periodisko nobīžu esamību.

1876. gadā Kelvins pievērsa uzmanību pašas Zemes deformācijas ietekmei un parādīja, ka Zemi vairs nevar apskatīt kā absolūti cietu ķermeni. No tā laika tiek uzskatīts, ka Zemes ķermenis tiek deformēts plūdmaiņu ietekmē tādā pašā veidā kā okeāni, tikai mazākā mērā. Kelvins parādīja, ka katras plūdmaiņu potenciāla izraisītās parādības (okeāna plūdmaiņas, svērteņa līnijas nobīdes, smaguma spēka variācijas) amplitūdas tiek sagrozītas sakarā ar Zemes virsmas deformācijas ietekmi. Šos Kelvina uzskatus turpmāk apstiprināja dažādi novērojumi un kopā ar seismoloģijas datiem un datiem par pola kustību sekmēja Zemes elastīgo īpašību pētījumus.

Tā kā Zemes cietās virsmas plūdmaiņas ir relatīvi neievērojamas, instrumenti to konstatēšanai tapa ilgu laiku, līdz plaši pieejami kļuva precīzie pārveidotāji un skaitliskais pieraksts.

Pirmie mērījumi bija par plūdmaiņu novirzes novērojumiem. Tad parādījās liels daudzums slīpuma mērītāju, kuru konstrukcija būtiski nav mainījusies. Var izšķirt divas grupas: mazie instrumenti, kuri rāda svārsta kustību vai burbuļa kustību šķidrumā, un lielākas sistēmas, kuras mēra šķidrums kustību garā caurulē. Pirmās grupas instrumenti parasti attiecināmi uz īsas bāzes slīpuma mērītājiem, un tie galvenokārt tiek ierīkoti dziļurbumos, lai panāktu atbilstošu termālo stabilitāti un samērā zemu dreifa efektu. Otra instrumentu grupa pārstāv garas bāzes sistēmas, kuras parasti tiek veidotas tuneļos, un to garums sasniedz dažus desmitus metru un pat vairāk. Pastāv arī neliels daudzums instrumentu – to garums sasniedz dažus simtus metru, kuri ir uzstādīti zemes virsmas tuvumā.

Tāds pats iedalījums ir deformāciju un sprieguma mērinstrumentiem: pastāv ļoti īsas bāzes sistēmas – vairākums no tām ir ierīkots dziļurbumos, garākie instrumenti uzstādīti tuneļos, un ļoti gari instrumenti, kuri izmanto lāzera staru, uzstādīti – daži uz virsmas, daži pazemē. Viena cita plūdmaiņu deformāciju jutīgu instrumentu grupa ietver riņķa lāzera žiroskopus; tie nosaka novirzes, kuras maina instrumenta orientāciju attiecībā pret Zemes rotācijas asi.

Vēsturiski, otrais Zemes plūdmaiņu efekta konstatēšanas veids ir gravitācijas izmaiņu novērošana. Tādi mērījumi ir svarīgi spiediena plūdmaiņu (t.i., atmosfēras un okeāna spiediena) efektu mērīšanai. Zemāka trokšņu līmeņa plūdmaiņu gravimetrs ir supervadītāju gravimetrs, kurā supervadītāju sfēra ir ievietota magnētiskajā laukā šķidra hēlija temperatūrās. Tas nodrošina sistēmu ar ļoti zemu trokšņu līmeni (it īpaši garos periodos) un mazu dreifa efektu. Tomēr atšķirībā no gravimetriem ar atsperi supervadītāju instruments nav pārvietojams. Turklāt, lai iegūtu spiediena plūdmaiņu precīzus mērījumus, gravimetriem jābūt kalibrētiem līdz ļoti augstai precizitātei – vismaz līdz 10^{-3} , ko ļoti grūti nodrošināt.

Jaunākās Zemes plūdmaiņu mērīšanas metodes ietver kosmiskās ģeodēzijas tehnoloģijas. Pozicionēšanas tehnikas, tādas kā ļoti garas bāzes interferometrija (VLBI) satelītu lāzerlokācija (SLR) un GNSS, ir jutīgas pret visiem pārvietojumiem, ieskaitot arī plūdmaiņas. VLBI datus izmantoja cietķermeņa plūdmaiņu novērošanai, un tagad tiem ir pietiekami laba precizitāte spiediena plūdmaiņu noteikšanai. Pašlaik pieejamās datu sērijas var nodrošināt plūdmaiņu komponentu amplitūdas labākas par 1 mm. Tomēr, VLBI dati ir pieejami tikai dažās stacijās. Plūdmaiņu kustības var noteikt, izmantojot arī GNSS, kuru globālais tīkls ietver pietiekami lielu staciju daudzumu. Satelītu lāzerlokācija precīzi nosaka Zemes garozas reakcijas uz spiediena plūdmaiņu svārstībām. Satelītu altimetru datus izmanto okeāna plūdmaiņu karšu sastādīšanai. Labāki plūdmaiņu modeļi ir nepieciešami okeānu plūdmaiņu spiediena modeļiem.