

1940

LATVIJAS
UNIVERSITATES RAKSTI
ACTA UNIVERSITATIS LATVIENSIS

INŽENIERZINĀTŅU FAKULTĀTES SERIJA

II SĒJUMS
TOMUS

№ 6

LATVIJAS UNIVERSITĀTE

R I G Ā, 1 9 4 0

LV
144

8

Zemes garozas kustību ietekme precīzās līmet- ņošanas darbos Baltijas jūras piekrastē.

Dr. ing. Jānis Biķis.

Vecākais asistents.

Ievads.

Statiskā ģeodezija balstās uz pieņēmumu, ka zemes garoza ir nekustīga, resp. viņas kustības ir tik lēnas, ka mērīšanas ceļā iegūtie rezultāti viņu lietojamības laikā nemainas. No šī pieņēmuma izriet arī viņā lietotās mērīšanas metodes.

Ka šāds pieņēmums teoretiski nav pamatots, to mums stāsta vēsturiskā ģeoloģija. Nav arī iemesla domāt, ka zemes garozas pārvietošanās mūsu laikos būtu apstājusies; tikai cilvēka mūžs ir pārāk īss, lai varētu tieši novērot kaut niecīgu daļu no tām grandiozām pārvērtībām, kādas ir notikušas un bez šaubām arī vēl tagad notiek zemes garozā. Jaunākie *A. de Geer'a*, *Ramsay'a*, *Sauramo* u. c. Fenno-Skandijas masīva pēcledus laikmeta ģeoloģiskās vēstures pētījumi un līdzīgi pētījumi Kanādā (pie Hudsona jūras līča) norāda uz ļoti jūtamām zemes garozas pārvietošanās vertikālā virzienā. *Högbom's* (1), izmantodams ģeoloģiskos pētījumus, aprēķina zemes garozas celšanos Ongermandē pēcledus laikmeta sākumā caurmērā 13 cm gadā. *R. Witting's* (2) konstatē Botnijas jūras līča ziemeļu krasta celšanos apm. 1 cm gadā, laikā no 1898. līdz 1912. gadam. Pamatojoties uz augšā minētiem un citiem pētījumiem, jānāk pie slēdziena, ka arī no praktiskā viedokļa statiskā ģeodezija var dot mērīšanas noteiktībai neatbilstošus rezultātus, it īpaši precīzās vertikālās uzmērīšanas darbos.

Tādēļ pēdējā laikā radies jēdziens par dinamisko ģeodeziju, kuras uzdevums būtu, ņemot vērā zemes garozas kustības, izstrādāt metodes,

kuras dotu iespēju noteikt punkta stāvokli vertikālā un horizontālā projekcijā kā vietas un laika funkciju.

Ka Baltijas jūras ziemeļu piekraste arī tagad pamazām ceļas uz augšu, tas ir neapšaubami pierādīts ar *R. Witting'a* (2), *F. Bergstena* (3), *Blomquist'a* un *Renquist'a* (4) un citiem pētījumiem, un, bez šaubām, strādājot šeit precīzās vertikālās uzmērīšanas darbus, ir jāpieturas pie dinamiskās ģeodezijas principiem. Minēto pētījumu rezultāti tomēr nav pietiekoši saskanoši, lai, lietojami tos, varētu būt pārliecināti, ka gūsim neapšaubamus rezultātus vertikālās uzmērīšanas darbos. Vēl nenoteiktāks stāvoklis ir Baltijas jūras dienvidu un dienvidu rietumu piekrastē. Šeit dažādu autoru pētījumi dod pretrunīgus rezultātus; kamēr vieni atrod, ka minētā piekraste grimst (Seibts), citi (Meissner's) nāk pie slēdziena, ka pēdējā gadu simtā nav konstatējama zemes garozas vertikāla pārvietošanās.

Minētiem pētījumiem ir lietoti galvenā kārtā Baltijas jūras līmeņu novērojumi, kuri devuši, salīdzinot ar stratigrafiskām pētīšanas metodēm, samērā labus rezultātus un zinamus norādījumus, kādā veidā līmeņu novērojumi jāturpina. Tādēļ arī pēdējā laikā līmeņu novērošanai piegriezta sevišķi liela vērība, palielinot novērošanas vietu skaitu, bet galvenā kārtā — uzlabojot iegūstamo novērošanas materiālu noteiktību.

Jautājumiem par Latvijas un Igaunijas piekrastes vertikālām kustībām savos, uz jūras līmeņu novērojumiem pamatotos, pētījumos ir pieskārušies *R. Witting's* (2) un *Rilke* (5), bet šiem pētījumiem, kā redzēsīm vēlāk, ir lietoti apšaubami līmeņu novērošanas materiāli, tāpēc arī iegūtie rezultāti nav droši.

Daudz trūcīgākas ir ziņas par zemes garozas kustībām Baltijas jūrai piegulošo valstu zemju iekšienē. Sevišķi tas sakams par Latviju, Igauniju un Lietuvu. Tikai pašā pēdējā laikā, pamatojoties uz stratigrafiskiem pētījumiem, *Skupins*, *Krauss*, *Mielers* u. c. stāsta par jaunākā laikā šeit notikušām zemes garozas vertikālām kustībām un notiekošo kustību virzienu — grimšanu resp. celšanos.

Ģeoloģiskie pētījumi, bez šaubām, dod vērtīgus norādījumus par zemes garozas kustībām, bet tie nespēj dot pārvietošanās lielumu ar tādu noteiktību un tik īsam laikam, kā to prasa ģeodētiskie darbi. Ņemot to vērā, jāsecina, ka pašreizējos apstākļos visdrošākais materiāls zemes garozas vertikālo kustību pētīšanai Baltijas jūras piekrastē ir jūras līmeņu novērojumi.

Pēdējā laikā ir stipri palielinājies Baltijas jūras līmeņu novērošanas materiālu krājums un ir radušās jaunas atziņas par zemes garozas

kustībām un līmeņu svārstībām vispār un Baltijas jūrā atsevišķi. Tās sola jaunas iespējamības risināt tālāk dinamiskās ģeodezijas problemas it īpaši precīzās vertikālās uzmērīšanas attīstībā.

Šī darba mērķis ir — izmantojot klāt nākušos līmeņu novērojumus, noteikt zemes garozas vertikālās kustības Baltijas jūras piekrastē un noskaidrot dabūto rezultātu noteiktību, lai varētu spriest, cik lielā mērā šīs kustības ietekmētu veiktos un paredzētos precīzās vertikālās uzmērīšanas darbus Latvijā un pārējās Baltijas jūrai piegulošās valstīs.

Vēsturisks apskats.

Sīku vēsturisku apskatu par Baltijas jūras līmeņa maiņu pētījumiem dod *F. Bergstens* (3) un *Rundo* (6), tādēļ sniegsu tikai īsu pārskatu, lai rādītu, kā pamazām veidojušās atziņas, līdz radušies tagadējie uzskati par Baltijas jūras līmeņa maiņām un to cēloņiem.

Urbans Hjārne 1702. gadā savā darbā, veltītā Zviedrijas jūrām, ezeriem un avotiem, domā, ka zemes iekšienē atrodas ar sāļu tvaiku pildīts centralais rezervuārs, kas ar ejām savienots ar jūrām, ezeriem un avotiem. Tvaika spiediens un ūdens kustības šinīs ejās tad arī nosaka līmeņa svārstības, — starp citu, — arī Baltijas jūrā. Šajā pašā darbā Hjārne pirmais norāda uz sekularu līmeņa pazemināšanos Baltijas jūrā. Šo parādību viņš izskaidro ar jūras šaurumu padziļināšanos, pateicoties erozijai, kāpēc līmenis Baltijas jūrā, kas atrodas augstāk, pamazām pielīdzinoties okeana līmenim. Hjārne's uzskatam vēlāk pievienojās arī *Gissler's*, bet līmeņa svārstības viņš uzskata kā atmosfēras spiediena maiņas sekas. *Gissler's* ir pirmais, kas konstatē sakarību atmosfēras spiediena un Baltijas jūras līmeņa starpā.

Pastāvīgu Baltijas jūras līmeņa pazemināšanos 20 gadus vēlāk konstatē arī *Swedenborg's*. Viņš šo parādību izskaidro ar zemes lodes griešanās ātruma palielināšanos, kādēļ ūdens no polu apgabaliem plūst uz ekvatoru.

Dažus gadus vēlāk Upsalas profesors *Celsiuss* un slavenais botāniķis *Linnejs* uzsāk ceļojumu gar Zviedrijas piekrasti, lai vāktu materiālus šinī jautājumā. Rezultatā arī viņi ziņo par sekularu līmeņa pazemināšanos Baltijas jūrā un nāk klajā ar savu ūdens daudzuma samazināšanās teoriju („Vattuminskņigs läran“), pēc kuras ūdens daudzums samazinas, pateicoties izgarošanai, augu patēriņam u. t. t. Viņi pat aprēķina, ka ūdens daudzumam samazinoties, Baltijas jūras līmenis pazeminās par 4—5 pēdām (120—150 cm) simts gados. Tālāk šo

teoriju risinādams un vērsdamies pagātnē, *Dalins* secina, ka kulturas laiku sākumā Zviedrija sastāvējusi no atsevišķām salām.

Dalina slēdzieni nesaskan ar bībeles mācībām, un 1747. gadā svinīgā riksdaga sēdē garīdznieku pārstāvji Celsiusa mācību pasludina par Dieva zaimošanu un nolād viņas piekritējus. Drīz pēc tam bīskaps *Brovallius* nāk klajā ar it kā neapšaubamiem pierādījumiem, ka ūdens daudzuma samazināšanās teorija nav savienojama ar vēstures faktiem. Ar to strīdi par šo jautājumu uz ilgāku laiku izbeidzas.

Tikai 1765. gadā mērnieks *Runebergs* atkal pieskaras šim jautājumam, bet apskata to pavisam no cita viedokļa. Kamēr iepriekšējie zinātnieki krasta līnijas pārvietošanos izskaidroja ar ūdens līmeņa pazemināšanos, — *Runebergs* domāja, ka tā izskaidrojama ar lēnu nepārtrauktu zemes garozas celšanos, kas norisinās pati par sevi kā līdzsvara traucējuma sekas.

Tā radās ģeoloģijas vēsturē ievērojamā atziņa, kas vēlāk stājās *Hjärne's* Baltijas jūras iztukšošanās un Celsiusa ūdens daudzuma samazināšanās teoriju vietā.

Vēlāk *Runeberga* idejai sekoja un to tālāk attīstīja 18. gadu simteņa beigās un 19. gadu simteņa sākumā daudzi Zviedrijas un citu zemju zinātnieki, kā *Playfair's*, *v. Buch's*, *Lyell's*, *Berzelius's* u. c., mēģinādami rast arī izskaidrojumu zemes garozas vertikālām kustībām.

1840-os gados sākās pētījumi par ledus laikmetu Skandināvijā. Kad izrādījās, ka tas ir skāris arī šo apgabalu, radās domas, ka ledus laikmetam ir sakars ar zemes garozas vertikālām kustībām resp. Baltijas jūras krasta līnijas pārvietošanos. 1882. gadā skots *Džemsons* (*Jamieson*) publicēja darbu „Par zemes svārstībām ledus laikmetā“, kurā viņš izteica domas, ka zemes garoza ir jūtīga pret smaguma maiņu. Plašo un biezo ledus masu svars ledus laikmetā nospiedis zemes garozu uz leju, bet ledum kūstot, tā centusies ieņemt savu pirmatnējo stāvokli; tā sācies process, kas turpinoties vēl tagad.

Šinī virzienā tālāk strādāja *A. de Geer's*, *Ramsay's* un *Sauramo*, un viņu pētījumi neapšaubami pierādīja, ka Fenno-Skandijas masivs pēcledus laikmetā ir pārvietojies vertikālā virzienā uz augšu.

Vai ledus laikmets ir Fenno-Skandijas vertikālo kustību cēlonis, vai sekas, vai pat to starpā nav nekāda sakara, par to zinātnieku domas dalās.

Tomēr arī vēlāk daudzi zinātnieki, līdzīgi *Hjärne'm* un *Celsiusam*, Baltijas jūras krasta līnijas pārvietošanos izskaidroja ar sistematisku ūdens līmeņa maiņu. Tā 1792. gadā *Nordenankars* un 1888. gadā

Holmström's izteica domas, ka Baltijas jūras līmenis, kas atrodas virs okeana līmeņa, nepietiekošas ūdens piegādes dēļ caur jūras šaurumiem pielīdzinās okeana līmenim.

Šis uzskats kļuva sevišķi populārs, kad tam savā darbā „Das Antlitz der Erde“ pievienojas slavenais ģeologs *E. Suess*. Pēc viņa domām Baltijas jūras krasta līnijas pārvietošanās nav ģeoloģijas, bet klimatoloģijas un hidrostatikas jautājums. *Suess* kategoriski noliedz zemes garozas vertikālo pārvietošanos uz augšu un negatīvo krasta līnijas pārvietošanos izskaidro, kā iepriekšējie, ar nepietiekošu ūdens piegādi Baltijas jūrā un ar negatīvu eustatisku līmeņa maiņu.

Uzskatu, ka ūdens līmeņa pazemināšanās ir iespējama, it kā apstiprināja Somijas līmetņojumi, saskaņā ar kuriem Botnijas jūras līča līmenis atrodas 16 pēdas virs Somijas jūras līča līmeņa.

Suesa ierosinātais jautājums par eustatiskām līmeņa maiņām līdz šai dienai nav galīgi atrisināts, pētījumus par tām arī vēl tagad turpina prof. *A. Penck's* (19) un citi.

Kaut gan *Suesa* uzskats par Baltijas jūras iztukšošanos, pateicoties *A. de Geer'a* un *Ramsay'a* pētījumiem, pierādījās maldīgs, tomēr viņš deva ierosinājumu piegriezt lielāku vērību klimatiskiem apstākļiem, kas, kā redzēsīm vēlāk, neapšaubami ietekmē Baltijas jūras līmeni.

Arī jaunākie līmetņošanas darbi Baltijas jūras piekrastē deva līmeņa kritumu no Botnijas uz Somijas jūras līci tikai 6 cm, agrāko 16 pēdu vietā, un no Kronštates uz Kopenhagenu 30 cm, kas paliek līmetņošanas kļūdu robežās, resp. no tiem nevar spriest par līmeņu starpību.

Varbūt taisni šī ilgu laiku pastāvējušā uzskatu dažādība pamudināja sākt sistematiskus ūdens līmeņa un meteoroloģiskus novērojumus Zviedrijas piekrastē.

Zviedrijas lociju direktors *Brunkrona* 1820. gadā sastādīja pastāvošo ūdens līmeņa novērošanas zīmju sarakstu un 1847. gadā papildināja to ar jaunām Nyköping'a šērās un Stokholmas ostā. 1848. gadā uz ģeoloģijas profesora *Erdmann'a* ierosinājumu 13 bākās Zviedrijas piekrastē Karaliskās zinātņu akadēmijas uzraudzībā sākās jūras līmeņa, atmosfēras spiediena un vēja virziena un stipruma novērojumi. Līmeņa novērojumi tomēr nedeva apmierinošus rezultātus, jo līmeņu novērošanas skāļas netika pienācīgi kontrolētas. Sistematiski līmeņa novērojumi Zviedrijā sākās ar 1885. gadu, kad uzstādīja vairākus mareografus un saistīja tos ar precīzās līmetņošanas tīklu. Precīzās līmetņošanas darbus veica Zviedrijas galvenais štabs no 1885. līdz 1905. gadam.

Sekojojot Zviedrijas paraugam, arī citas Baltijas jūrai piegulošās valstis uzsāka sistematiskus līmeņu novērojumus. Ar laiku tika savākts bagātīgs līmeņu novērošanas materialu krājums, kas solīja jaunu iespēju pētīt līmeņa svārstības un zemes garozas vertikālās kustības Baltijas jūras piekrastē.

Jaunākos zemes garozas vertikālo kustību pētījumos tādēļ nošķiras zinātnieku grupa, kas savu pētījumu pamatā liek šos līmeņu novērojumus. Pētījumos lietotās metodēs saskatāmi divi galvenie virzieni. Viena zinātnieku grupa, kur kā priekšstāvji būtu minami *Witting's* (2), *Kühnen's* (11) u. c., aprēķina atmosfēras spiediena un vēja izsuktās līmeņa maiņas, eliminē tās un pieņem, ka tā dabūtā līmeņa virsma sakrīt ar geoida virsmu. Tā rodas iespēja noteikt līmeņa novēršanās vietu augstumus. Šo augstumu noteikšanas metodi *Witting's* nosauc par thalasalogo līmetņošanu un domā, ka noteiktības ziņā tā pielīdzinama precīzai līmetņošanai. Ar laiku notiekošās uz šo virsmu attiecināto punktu augstuma maiņas izteic zemes garozas vertikālo pārvietošanos.

Otra novirziena zinātnieki, kā *Bonsdorfs* (11), *Blomquist's* un *Renquist's* (4), *Rune* (12), *Odelsjö* (13) un citi, pieņēma, 1) ka vidējais Baltijas jūras līmenis visu laiku paliek konstants, t. i., ka klimatisko apstākļu radītām svārstībām ir pilnīgi nejaušs raksturs, un 2) ka zemes garozas celšanās resp. grimšana ir vienmērīga. Tā tad novērotā sistematiskā līmeņa maiņa ir šķietama, kuru izsauc vienmērīgā zemes garozas vertikālā pārvietošanās. Šie pieņēmumi deva minētiem zinātniekiem iespēju izteikt vidējo jūras līmeni zinamai vietai kā laika funkciju ar vienādojumu

$$u = \alpha + \beta t,$$

kur u — zinamam laikam (t) atbilstošais vidējais jūras līmenis,

α — vidējais jūras līmenis lietoto novērojumu sākumā,

β — zemes garozas vertikālā pārvietošanās laika vienība,

t — laiks, skaitīts no novērojumu sākuma.

Sastādot katrai laika vienībai (gadam) atbilstošam līmenim šāda tipa vienādojumu un piemērojot vismazāko kvadrātu metodi, α un β noteikšanai dabūti normalvienādojumi:

$$n\alpha + [t]\beta - [u] = 0$$

$$[t]\alpha + [tt]\beta - [tu] = 0$$

No šiem vienādojumiem iegūto α un β vērtību noteiktību raksturo viņu vidējās kvadrātiskās kļūdas. Jo garāka novērojumu rinda, jo

mazākas kļūdas α un β vērtībām, tādēļ arī vērojama cenšanās lietot pēc iespējas garākas līmeņu novērojumu rindas.

Kā pēdējais šī virziena reprezentants ar savu plašo darbu minams *F. Bergstens* (3). Viņš patur pieņēmumu, ka zemes garozas celšanās resp. grimšana zināmā vietā ir vienmērīga, bet domā, ka vidējo jūras līmeni ietekmē ilgperiodiskas līmeņa svārstības. Kā šādus Baltijas jūras līmeni ietekmējošus periodus Bergstens domā Brickner'a 32—35 gadu klimatisko un 11—12 gadu saules plankumu periodus. Saviem aprēķiniem, lai β vērtību mazāk ietekmētu periodiskās līmeņa svārstības, Bergstens ņem 103 gadu (1825.—1927.) novērojumu rindu. Tā kā tik garu līmeņu novērojumu rindu dod tikai Stokholma, tad, lai varētu arī pārējo staciju līmeņa maiņas reducēt uz 1825.—1927. gadu laiku, tad viņš lieto reducēšanas paņēmieni, kas principā ir šāds: — vispirms aprēķina dotai (īsākai) novērojumu rindai β' , tad atrod β_0 tuvākai stacijai ar vajadzīgā garuma novērojumu rindu un β reducējamai novērojumu rindai atbilstošam laikam. Apskatamai (īsākai) novērojumu rindai atbilstošā reducētā β_0 vērtība tad būs

$$\beta'_0 = \beta' + (\beta_0 - \beta)$$

Neskaids tomēr paliek jēdziens par šādā ceļā iegūtās, laika vienībai atbilstošās, zemes garozas vertikālās pārvietošanās β'_0 vidējo kļūdu.

Bergstens, viņa rīcībā esošām novērojumu rindām, aprēķinātās β' vērtības reducē uz 1887.—1927. gadu laikam atbilstošām, šim nolūkam izmantodams 5 zviedru līmeņu novērošanas staciju novērojumus, kur tie sākas ar 1887. gadu. Lai dabūtu 1825.—1927. g. laikam atbilstošās β'_0 vērtības, — aprēķina tās Stokholmai 1925.—1927. g. + 0.44 cm un 1887.—1927. g. + 0.31 cm. Tā tad 1887.—1927. gadiem atbilstošās vērtības jāpalielina par 0.44 — 0.31 = 0.13 cm.

„Tā kā starpība 0.13 cm — saka Bergstens — pēc būtības ir atkarīga no meteoroloģiskiem faktoriem un to ietekme liekas būt vienāda gar visu Zviedrijas krastu, šķiet iespējams 1887.—1927. gadu β' vērtībām pielikt skaitļus, kas mainas 0.10 cm un 0.15 cm starpā. — Rietumu krastam, ar mazākām līmeņa svārstībām no 0.10 cm, līdz 0.15 cm Botnijas jūras liča krastam, ar lielākām līmeņa svārstībām“.

Šāds pieņēmums būtu pilnīgi pamatots tikai tad, ja būtu zinams sakars līmeņa svārstību (dispersijas) un meteoroloģisko periodu izsaukto līmeņa maiņu amplitudas starpā.

Savāktie līmeņu un meteoroloģiskie novērojumi bija laba viela arī Baltijas jūras līmeņa svārstību pētījumiem, pie kam, bez nejaušām

līmeņa svārstībām, tika konstatētas arī klimatiskas dabas periodiskas līmeņa svārstības. Tā prof. *Meijers* u. c. konstatēja līmeņa diennakts svārstību: *Blomquist's* un *Renquist's* (4), *Rudovics* (16), *Kühnen's* (17), *Petersens* (20) u. c. gada svārstību; *Bergstens* (3) 11—12 un 32—35 gadu svārstību un *O. Meissner's* apm. 100 gadu periodisku līmeņa svārstību.

Bez jau minētām klimatiskās dabas līmeņa svārstībām vēl būtu jāņem vērā *Prévot* (18) Atlantijas okeanā un Vidusjūrā konstatētās ilgperiodiskās planetarās dabas līmeņa svārstības, kurām vajadzētu ietekmēt Baltijas jūras līmeni.

Kā redzējam, jūras līmeni var ietekmēt kā klimatiskās, tā arī planetarās un eustatiskās līmeņa maiņas, tāpēc viņu sīkākai pazīšanai var būt nozīme turpmākos pētījumos par zemes garozas vertikālām kustībām Baltijas jūras piekrastē.

Baltijas jūras līmeņa svārstības.

Ar mareografu resp. skāļu palīdzību novērotais Baltijas jūras līmenis, kā redzējam runājot par iepriekšējiem pētījumiem, var būt dažādu līmeni mainošu faktoru ietekmes rezultāts, kurā kā šķietamas līmeņa maiņas izpaužas arī zemes garozas vertikālās kustības. Tāpēc, lai varētu spriest par zemes garozas vertikālām kustībām, ir jāzina līmeņa svārstības, resp. jāatrod metodes, kā no tām atsavināties.

Līmeņa svārstības, vadoties no tās radošiem cēloņiem, var sadalīt 3 grupās:

- I meteoroloģiskās,
- II planetarās,
- III eustatiskās.

I Meteoroloģiskās — atmosfēras spiediena, vēja, nokrišņu, izgarošanaš u. c. klimatisku apstākļu izsauktās līmeņa svārstības būtu:

1. Parastie viļņi ar 5—10 sekundes garu periodu un līdz 3 m augstumā (14).
2. Stāvviļņi (seiši) — kā straujas atmosfēras spiediena maiņas sekas. To amplituda sniedzas līdz 15 cm un periods līdz 3 stundām. (15).
3. Diennakts līmeņa maiņas.
4. Gada līmeņa maiņas (4, 16, 17).

5. Saules plankumu intensitātes maiņai atbilstošās 11 gadu periodiskās līmeņa svārstības (3, 10, 18).

6. Brickner'a 35 gadu klimatiskam periodam atbilstošā līmeņa svārstība (3, 10).

II Planētārās (paisums-bēgums) līmeņa svārstības, ko izsauc mēness, zemes un saules savstarpējā stāvokļa maiņa — visas ir periodiskas dabas. Galvenie tās radošie cēloņi būtu:

1. Mēness augšējā un apakšējā kulminācija, — dod divas periodiskas līmeņa svārstības ar periodiem 12 st. 25 min. un 24 st. 50 minūtes.

2. Saules augšējā un apakšējā kulminācija, — arī dod divas periodiskas līmeņa svārstības ar periodiem 12 st. un 24 st.

3. Mēness deklinācijas maiņas periods — tropiskais mēnesis — 27.32 diennaktis.

4. Saules deklinācijas maiņas periods — tropiskais gads — 365.24 diennaktis.

5. Atstatuma maiņas periods zemes un Mēness starpā — anomālais mēnesis — 27.55 diennaktis.

6. Atstatuma maiņas periods zemes un Saules starpā — anomālais gads — 365.26 diennaktis.

7. Periods, kurā Mēness apsidu līnija apiet orbitu — 8.85 gadi.

8. Periods, kurā Mēness uzlēcošie mezgli apiet orbitu — 18.6 gadi.

9. Precesijas periods — apm. 20.000 gadu.

Bez augšā uzskaitītiem periodiem vēl būtu minams 93 gadu periods, ko konstatē *Prévot* (18), pētīdams līmeņa svārstības Francijas piekrastē; viņš to domā esam planetaras dabas (periodu veido zemes apgrieziena savā orbitā ar Mēness uzlēcošo mezglu periodu), un 105 gadu periods, ko konstatē *O. Meissner's* (8.9), pētīdams līmeņa svārstības Baltijas jūras dienvidu piekrastē. Viņš to uzskata kā Brickner'a 35 gadu klimatiskā perioda virsperiodu.

III Eustatiskās līmeņa svārstības — kā okeanu tilpuma un viņos esošā ūdens daudzuma maiņas sekas — dod vienādu līmeņa celšanos resp. pazemināšanos okeanos. Te būtu minamas:

1. glacialās,

2. nomiskās,

3. juvenilās,

4. strofiskās.

Šīs grupas līmeņa svārstības sīki apskata *A. Penck's* (19), dodams pat iespējamās atsevišķu tipu līmeņa maiņu skaitliskās vērtības. Neska-

toties uz to, mums trūkst pat norādījumu par eustatisko līmeņa maiņu rezultējošās virzienu. Tādēļ jāapmierinas ar konstatējumu, ka šāda veida līmeņa maiņas vispār iespējamas.

Tā kā Baltijas jūra ar jūras šaurumiem ir savienota ar Atlantijas okeanu, tad bez šaubām tā eustatiskās līmeņa maiņas ietekmē arī Baltijas jūras līmeni. Tas pats sakams arī par pārējām Atlantijas okeanā notiekošām līmeņa svārstībām, atkarībā no perioda ilguma, tās vai nu pavisam nerasniedz Baltijas jūru, vai sasniedz to ar samazinātu amplitudu un nokavētu fazi. Interesanti ir *Kühnen'a* (17) pētījumi par sakaru Baltijas un Ziemeļu jūru līmeņu starpā. Izejot no tā, ka Baltijas jūras laukums ir 400.000 kvadratkilometru un visšaurākā vieta Baltijas un Ziemeļu jūru starpā ir apm. 20 kilometru ar 15 metru vidējo dziļumu resp. 0.3 kvadratkilometru šķērsriezumu, viņš aprēķina, ka līmeņa starpība abu jūru starpā 1 mm — 1 cm — 1 dcm izlīdzinās 5.3 — 17 — 53 stundās. No tā var secināt, ka ilgperiodiskas (8.8—93 gadu) Atlantijas okeana līmeņa svārstības sasniedz Baltijas jūru nepārveidotas.

Periodiskās līmeņa svārstības.

Dažu iemeslu dēļ turpmākiem pētījumiem ir paredzēts lietot gada vidējos jūras līmeņus, tādēļ apskatīsim tuvāk, kā tos ietekmē augstāk uzskaitītās līmeņa svārstības.

Gada vidējo jūras līmeni aprēķina kā aritmetisko vidējo no atsevišķiem novērojumiem, ko nolasa no līmeņu novērošanas skālas resp. mareografa lentas vienu vai vairākas reizes dienā.

Grupējot līmeņa svārstības pēc viņu rakstura, tās var sadalīt nejaušās, periodiskās un tādās, kas līmeni maina visu laiku vienā virzienā; tām, kā vēlāk redzēsīm, var pieskaitīt eustatiskas līmeņa maiņas un šķietamas, ko izsauc zemes garozas vertikālā pārvietošanās. Pieņemot, ka mums kaut kādā ceļā zinams gada sākumam atbilstošais vidējais līmenis h_0 — sekojošos momentos nolasīto līmeni var izteikt ar vienādojumiem:

$$u_1 = h_0 + h_1 + p_1 + p'_1 + p''_1 + \dots + 0$$

$$u_2 = h_0 + h_2 + p_2 + p'_2 + p''_2 + \dots + \Delta u$$

$$u_i = h_0 + h_i + p_i + p'_i + p''_i + \dots + (i-1) \Delta u$$

$$u_n = h_0 + h_n + p_n + p'_n + p''_n + \dots + (n-1) \Delta u,$$

kur h_i — nejaušo līmeņa svārstību ietekme,

$p_i, p'_i, p''_i \dots$ — dažādu periodisko līmeņa svārstību ietekme,

Δu — līmeņa pieaugums no šķietamām un eustatiskām līmeņa maiņām laika intervālā, divu sekojošu nolasījumu starpā.

Saskaitot šos vienādojumus un dalot ar gada novērojumu skaitu, dabūjam gada vidējam jūras līmenim u sekojošu izteiksmi:

$$u = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} u_i = h_0 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} h_i + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} p_i + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} p'_i + \\ + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} p''_i + \dots + \frac{\Delta u}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (i-1)$$

Apskatīsim katru vienādojuma labās puses locekli atsevišķi.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} h_i$$

ir līmeņa nejaušo svārstību summa, kurai pie bezgalīgi garas novērojumu rindas ir jābūt nullei, bet tā kā laika intervāls ir samērā īss (viens gads) un nejaušās līmeņa maiņas vienā virzienā var būt ilgstošas, šī summa dos tikai samazinātu gada vidējo līmeņu rindas dispersiju.

Ja periodisko līmeņa svārstību pilnam periodam atbilstošais līmeņa nolasījumu skaits ir $r, r', r'' \dots$, tad:

$$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_r = 0 \\ p'_1 + p'_2 + p'_3 + \dots + p'_r = 0 \\ p''_1 + p''_2 + p''_3 + \dots + p''_r = 0$$

Tādēļ, ja $\frac{n}{r}$ dos veselu skaitli, arī

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} p_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} p'_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} p''_i = 0.$$

No tā ar zinamu tuvinājumu var secināt, ka $1/2$ diennakts, diennakts, mēneša un gada periodiskās meteoroloģiskās un planetarās dabas līmeņa svārstības gada vidējā līmenī būs eliminētas.

$$\frac{\Delta u}{n} \times \sum_{i=1}^{i=n} (i-1)$$

gada sākuma vidējam līmenim u_0 dos zinamu pieaugumu.

Augšā minētā kopsavilkumā varam teikt, ka gada vidējos jūras līmeņos būs eliminētas isperiodiskās līmeņa svārstības, tie uzrādīs ma-

zāku dispersiju, bet būs ietekmēti no šķietamām — zemes garozas vertikālo kustību izsauktām, eustatiskām un ilgperiodiskām, t. i. 8.85, 11.1, 18.6, 32 un 93 gadu periodiskām līmeņa svārstībām. Tādēļ, lietojot turpmākos zemes garozas vertikālo kustību pētījumos gada vidējos jūras līmeņus, jānoskaidro, vai tos ietekmē ilgperiodiskās līmeņa svārstības un kāda ir šo svārstību ietekme.

Ja mums ir doti vairākiem gadiem gada vidējie jūras līmeņi N , tad uzskatot viņus kā vienā virzienā mainošos, un periodisko līmeņa svārstību rezultātu, varam tos izteikt ar vienādojumiem:

$$\begin{aligned} N_1 &= A_0 + B_0 t_1 + R_1 \cos(\omega_1 t_1 - E_1) + R_2 \cos(\omega_2 t_1 - E_2) + R_3 \cos(\omega_3 t_1 - E_3) + R_4 \cos(\omega_4 t_1 - E_4) + R_5 \cos(\omega_5 t_1 - E_5) \\ N_2 &= A_0 + B_0 t_2 + R_1 \cos(\omega_1 t_2 - E_1) + R_2 \cos(\omega_2 t_2 - E_2) + R_3 \cos(\omega_3 t_2 - E_3) + R_4 \cos(\omega_4 t_2 - E_4) + R_5 \cos(\omega_5 t_2 - E_5) \end{aligned} \quad \dots (1)$$

$$N_n = A_0 + B_0 t_n + R_1 \cos(\omega_1 t_n - E_1) + R_2 \cos(\omega_2 t_n - E_2) + R_3 \cos(\omega_3 t_n - E_3) + R_4 \cos(\omega_4 t_n - E_4) + R_5 \cos(\omega_5 t_n - E_5)$$

kur A_0 — vidējais jūras līmenis novērojumu sākumā,

B_0 — līmeņa maiņa vienā virzienā gadā,

R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 — 8.85, 11.1, 18.6, 32 un 93 gadu periodisko līmeņa svārstību pusamplitudas,

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5$ — viņām atbilstošais ātruma leņķis,

E_1, E_2, E_3, E_4, E_5 — " " fāzes leņķis,

$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ — laiks, skaitīts no novērojumu rindas sākuma — mainas no $t=0$ līdz $t=n-1$.

Tā kā

$$R \cos(\omega t - E) = R \cos \omega t \cdot \cos E + R \sin \omega t \cdot \sin E,$$

tad, liekot

$$A = R \cos E \text{ un } B = R \sin E, \dots (2)$$

gūstam

$$\begin{aligned} N_1 &= A_0 + B_0 t_1 + A_1 \cos \omega_1 t_1 + B_1 \sin \omega_1 t_1 + A_2 \cos \omega_2 t_1 + B_2 \sin \omega_2 t_1 + A_3 \cos \omega_3 t_1 + B_3 \sin \omega_3 t_1 + A_4 \cos \omega_4 t_1 + B_4 \sin \omega_4 t_1 + A_5 \cos \omega_5 t_1 + B_5 \sin \omega_5 t_1 \\ N_2 &= A_0 + B_0 t_2 + A_1 \cos \omega_1 t_2 + B_1 \sin \omega_1 t_2 + A_2 \cos \omega_2 t_2 + B_2 \sin \omega_2 t_2 + A_3 \cos \omega_3 t_2 + B_3 \sin \omega_3 t_2 + A_4 \cos \omega_4 t_2 + B_4 \sin \omega_4 t_2 + A_5 \cos \omega_5 t_2 + B_5 \sin \omega_5 t_2 \end{aligned} \quad \dots (3)$$

$$N_n = A_0 + B_0 t_n + A_1 \cos \omega_1 t_n + B_1 \sin \omega_1 t_n + A_2 \cos \omega_2 t_n + B_2 \sin \omega_2 t_n + A_3 \cos \omega_3 t_n + B_3 \sin \omega_3 t_n + A_4 \cos \omega_4 t_n + B_4 \sin \omega_4 t_n + A_5 \cos \omega_5 t_n + B_5 \sin \omega_5 t_n$$

Tā dabūjam n vienādojumus ar 12 nezinamiem un, ja $n > 12$, tad aprēķinot nezinamos

$$A_0, B_0, A_1, B_1, A_2, B_2, A_3, B_3, A_4, B_4, A_5 \text{ un } B_5$$

varam prasīt, lai diferenciņu kvadrātu summa novēroto un aprēķināto līmeņu starpā būtu minimālā, tas dod iespēju nezinamo aprēķināšanai, lietojot Gausa apzīmējumus, sastādīt 12 sekojošus normalvienādojumus:

$$\begin{aligned}
 & [aa]A_0 + [ab]B_0 + [ac]A_1 + [ad]B_1 + [ae]A_2 + [af]B_2 + [ag]A_3 + [ah]B_3 + [ai]A_4 + [ak]B_4 + [al]A_5 + [am]B_5 = [aN] \\
 & [bb]B_0 + [bc]A_1 + [bd]B_1 + [be]A_2 + [bf]B_2 + [bg]A_3 + [bh]B_3 + [bi]A_4 + [bk]B_4 + [bl]A_5 + [bm]B_5 = [bN] \\
 & [cc]A_1 + [cd]B_1 + [ce]A_2 + [cf]B_2 + [cg]A_3 + [ch]B_3 + [ci]A_4 + [ck]B_4 + [cl]A_5 + [cm]B_5 = [cN] \\
 & [dd]B_1 + [de]A_2 + [df]B_2 + [dg]A_3 + [dh]B_3 + [di]A_4 + [dk]B_4 + [dl]A_5 + [dm]B_5 = [dN] \\
 & [ee]A_2 + [ef]B_2 + [eg]A_3 + [eh]B_3 + [ei]A_4 + [ek]B_4 + [el]A_5 + [em]B_5 = [eN] \\
 & [ff]B_2 + [fg]A_3 + [fh]B_3 + [fi]A_4 + [fk]B_4 + [fl]A_5 + [fm]B_5 = [fN] \\
 & [gg]A_3 + [gh]B_3 + [gi]A_4 + [gk]B_4 + [gl]A_5 + [gm]B_5 = [gN] \\
 & [hh]B_3 + [hi]A_4 + [hk]B_4 + [hl]A_5 + [hm]B_5 = [hN] \\
 & [ii]A_4 + [ik]B_4 + [il]A_5 + [im]B_5 = [iN] \\
 & [kk]B_4 + [kl]A_5 + [km]B_5 = [kN] \\
 & [ll]A_5 + [lm]B_5 = [lN] \\
 & [mm]B_5 = [mN]
 \end{aligned}$$

(4)

$$\begin{aligned}
 a_i &= 1, & e_i &= \cos \omega_2 t_i, & i_i &= \cos \omega_4 t_i, \\
 b_i &= t_i, & f_i &= \sin \omega_2 t_i, & k_i &= \sin \omega_4 t_i, \\
 c_i &= \cos \omega_1 t_i, & g_i &= \cos \omega_3 t_i, & l_i &= \cos \omega_5 t_i, \\
 d_i &= \sin \omega_1 t_i, & h_i &= \sin \omega_3 t_i, & m_i &= \sin \omega_5 t_i,
 \end{aligned}$$

kur

Apzīmējot ar P_1, P_2, P_3, P_4 un P_5 līmeņa svārstību perioda garumu gados

$$\omega_1 = \frac{360^\circ}{P_1} = \frac{360^\circ}{8.85} = 40^\circ,6779$$

$$\omega_2 = \frac{360^\circ}{P_2} = \frac{360^\circ}{11.1} = 32^\circ,4324$$

$$\omega_3 = \frac{360^\circ}{P_3} = \frac{360^\circ}{18.6} = 19^\circ,3548$$

$$\omega_4 = \frac{360^\circ}{P_4} = \frac{360^\circ}{32} = 11^\circ,2500$$

$$\omega_5 = \frac{360^\circ}{P_5} = \frac{360^\circ}{93} = 3^\circ,8710$$

Līmeņa svārstību analīzei ņemti Lejas Stokholmas (Nedre Stockholm) novērotie līmeņi, kas sākas ar 1825. gadu un izbeidzas ar 1932. gadu. 1933. gadam atbilstošais līmenis dabūts interpolācijas ceļā no kaimiņu stacijām. Dati publicēti — „Geografiska Annaler Årg. XII h. 1.“ Stokholmā 1930. gadā un „Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt Årsbok 14. 1932. III Vattenståndet vid Rikets kuster“ Stokholmā 1934. gadā, kur tie papildināti ar turpmāko (1927.—1932.) gadu novērojumiem un koriģēti saskaņā ar pēdējām skāļu pārbaudēm. Analīzei izmantoti 1841.—1933. gadu līmeņa novērojumi.

Pirms stāties pie līmeņa periodisko svārstību elementu aprēķināšanas, lai samazinātu normalvienādojumu labās puses locekļus

$$[aN], [bN], [cN] \dots [mN] \text{ un } [NN],$$

aprēķinām A_0 un B_0 tuvīnās vērtības — A'_0 un B'_0 . Šim nolūkam pagaidām ignorējam periodiskās līmeņa svārstības, t. i. izsakām gada vidējos jūras līmeņus ar vienādojumiem:

$$\left. \begin{aligned} N_1 &= A'_0 + B'_0 t_1 \\ N_2 &= A'_0 + B'_0 t_2 \\ &\dots \\ N_n &= A'_0 + B'_0 t_n \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

Nemam $t_i = T_i - T_0$ un $T_0 = \frac{T_1 + T_n}{2}$,

- kur T_i — līmeņa novērošanas gads,
 T_1 — novērojumu rindas pirmais gads,
 T_n — novērojumu rindas pēdējais gads.

Tā pieņemot t_i resp. pārnesot laika koordinātu sākumu novērojumu rindas vidū, parasto normalvienādojumu

$$\begin{aligned} [aa] A'_0 + [ab] B'_0 &= [aN] \\ [ab] A'_0 + [bb] B'_0 &= [bN] \end{aligned}$$

vietā dabūjam vienkāršotus

$$\left. \begin{aligned} n A'_0 &= [N] \\ [bb] B'_0 &= [bN] \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (6),$$

jo $\left. \begin{aligned} [aa] &= n \\ [ab] &= 0 \end{aligned} \right\}$

un tuvīno vērtību A'_0 un B'_0 aprēķināšanai gūstam izteiksmes

$$\left. \begin{aligned} A'_0 &= \frac{[N]}{[n]} \\ B'_0 &= \frac{[bN]}{[bb]} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

No tām, ieliekot koeficientu skaitliskās vērtības, dabūjam

$$A'_0 = 392.064 \text{ cm}, \quad B'_0 = -0.41147 \text{ cm}.$$

Atskaitot no novērotiem līmeņiem N_i , kas attiecināti uz skālas nullpunktu, $A'_0 + B'_0 t_i$, gūstam reducētos gada vidējos jūras līmeņus u_i

$$\left. \begin{aligned} u_1 &= N_1 - (A'_0 + B'_0 t_1) \\ u_2 &= N_2 - (A'_0 + B'_0 t_2) \\ \dots & \dots \dots \dots \\ u_n &= N_n - (A'_0 + B'_0 t_n) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (8),$$

kas doti 1. tabulā.

1. tabula.
 Reducētie Lejas Stokholmas gada vidējie jūras līmeņi cm.

Novērošanas gads	Red. līmenis $N_i - (A'_0 + B'_0 t_i)$	Novērošanas gads	Red. līmenis $N_i - (A'_0 + B'_0 t_i)$	Novērošanas gads	Red. līmenis $N_i - (A'_0 + B'_0 t_i)$
1841.	- 4.0	1872.	- 6.3	1903.	+ 10.5
1842.	- 3.6	1873.	+ 4.1	1904.	- 3.1
1843.	+ 1.9	1874.	+ 9.5	1905.	+ 2.3
1844.	+ 5.2	1875.	- 15.0	1906.	+ 2.7
1845.	- 2.4	1876.	- 6.6	1907.	+ 0.1
1846.	+ 0.2	1877.	- 0.2	1908.	- 7.5
1847.	- 4.6	1878.	+ 4.2	1909.	- 1.1
1848.	- 3.1	1879.	- 3.4		
1849.	+ 1.3			1910.	+ 0.4
		1880.	0.0	1911.	+ 2.8
1850.	+ 0.7	1881.	3.6	1912.	+ 2.2
1851.	+ 4.1	1882.	- 5.2	1913.	+ 6.6
1852.	+ 4.5	1883.	- 5.7	1914.	+ 2.0
1853.	- 2.1	1884.	- 3.3	1915.	- 4.6
1854.	+ 9.3	1885.	- 4.9	1916.	- 1.2
1855.	- 1.3	1886.	- 10.5	1917.	- 2.8
1856.	+ 4.1	1887.	- 1.1	1918.	- 3.3
1857.	- 5.4	1888.	- 7.7	1919.	- 4.9
1858.	+ 5.0	1889.	- 5.3		
1859.	+ 7.4			1920.	- 4.5
		1890.	+ 1.1	1921.	+ 6.9
1860.	- 0.2	1891.	- 6.5	1922.	+ 3.3
1861.	+ 4.3	1892.	- 3.0	1923.	+ 6.7
1862.	- 3.4	1893.	+ 3.4	1924.	- 0.9
1863.	+ 13.0	1894.	- 0.2	1925.	+ 6.5
1864.	+ 1.4	1895.	- 0.8	1926.	- 0.1
1865.	- 4.1	1896.	- 1.4	1927.	+ 7.4
1866.	+ 7.3	1897.	- 4.0	1928.	+ 0.8
1867.	+ 2.7	1898.	+ 7.4	1929.	+ 0.2
1868.	+ 5.1	1899.	+ 13.8		
1869.	+ 7.4			1930.	- 2.4
		1900.	- 3.8	1931.	0.0
1870.	- 4.1	1901.	- 9.3	1932.	+ 4.4
1871.	- 7.7	1902.	- 2.9	1933.	(- 4.2)

Reducētos līmeņus varam lietot turpmākiem pētījumiem, ņemot (1), (3) un (4) vienādojumos A_0 , B_0 un N_i vietā ΔA_0 , ΔB_0 un u_i . Tā nezinojam aprēķināšanai, ievietojot koeficientu skaitliskās vērtības, iegūstam sekojošus normalvienādojumus:

$$\begin{aligned}
& + 93\Delta A_0 + 4278\Delta B_0 + 0.928A_1 + 2.719B_1 + 2.056A_2 + 2.612B_2 + 0.000A_3 + 0.000B_3 - 2.735A_4 + 1.134B_4 + 0.000A_5 + 0.000B_5 = - 3.200 \\
& + 263810\Delta B_0 + 35.738A_1 + 127.314B_1 + 139.084A_2 + 85.247B_2 - 46.373A_3 - 272.640B_3 - 305.334A_4 - 381.157B_4 - 46.407A_5 - 1377.283B_5 = - 163.700 \\
& + 46.522A_1 - 0.026B_1 + 2.448A_2 - 0.666B_2 + 0.905A_3 - 1.790B_3 + 0.604A_4 - 1.037B_4 + 0.924A_5 - 0.267B_5 = + 8.717 \\
& + 46.463B_1 + 1.155A_2 + 2.709B_2 + 3.546A_3 - 0.056B_3 + 2.700A_4 - 0.702B_4 + 2.753A_5 - 0.011B_5 = + 52.135 \\
& + 46.348A_2 + 0.628B_2 + 2.731A_3 - 2.841B_3 + 1642A_4 - 2.091B_4 + 2.067A_5 - 0.400B_5 = - 35.941 \\
& + 46.652B_2 + 4.287A_3 + 1.152B_3 + 3.125A_4 - 0.180B_4 + 2.660A_5 + 0.162B_5 = + 21.738 \\
& + 46.500A_3 + 0.000B_3 + 1.537A_4 - 0.161B_4 + 0.000A_5 + 0.000B_5 = - 2.947 \\
& + 46.500B_3 + 0.749A_4 + 2.468B_4 + 0.000A_5 + 0.000B_5 = - 6.234 \\
& + 45.498A_4 + 1.007B_4 - 3.110A_5 - 0.352B_5 = - 11.952 \\
& + 47.511B_4 + 1.248A_5 - 1.116B_5 = - 73.690 \\
& + 46.500A_5 + 0.000B_5 = + 77.550 \\
& + 46.500B_5 = + 9.310
\end{aligned}$$

Tos atrisinot, dabūjam sekojošas meklēto lielumu vērtības:

$$\begin{aligned}
\Delta A_0 &= + 1.018 \text{ cm} & A_2 &= - 0.946 \text{ cm} & A_4 &= - 0.250 \text{ cm} \\
\Delta B_0 &= - 0.023 \text{ " } & B_2 &= + 0.344 \text{ " } & B_4 &= - 1.813 \text{ " } \\
A_1 &= + 0.161 \text{ " } & A_3 &= - 0.140 \text{ " } & A_5 &= + 1.637 \text{ " } \\
B_1 &= + 1.096 \text{ " } & B_3 &= - 0.224 \text{ " } & B_5 &= - 0.512 \text{ " }
\end{aligned}$$

un svaru koeficientus Q , viņu vidējās kļūdas noteikšanai:

$$\begin{aligned}
 Q_{1.1} &= +0.1166; Q_{1.2} = -0.0023; Q_{1.3} = -0.0018; Q_{1.4} = -0.0001; Q_{1.5} = -0.0001; Q_{1.6} = -0.0011; Q_{1.7} = -0.0019; Q_{1.8} = -0.0125; \\
 & Q_{1.9} = -0.085; Q_{1.10} = -0.0227; Q_{1.11} = -0.0022; Q_{1.12} = -0.0705; \\
 Q_{2.2} &= +0.000050; Q_{2.3} = -0.000030; Q_{2.4} = -0.000014; Q_{2.5} = -0.000019; Q_{2.6} = +0.000017; Q_{2.7} = +0.000053; Q_{2.8} = +0.000266; \\
 & Q_{2.9} = +0.000205; Q_{2.10} = +0.000464; Q_{2.11} = +0.000056; Q_{2.12} = +0.001479; \\
 Q_{3.3} &= +0.0216; Q_{3.4} = 0.0000; Q_{3.5} = -0.0010; Q_{3.6} = +0.0003; Q_{3.7} = -0.0004; Q_{3.8} = +0.0009; Q_{3.9} = -0.0002; Q_{3.10} = +0.0008; \\
 & Q_{3.11} = -0.0005; Q_{3.12} = +0.001210; \\
 Q_{4.4} &= +0.0220; Q_{4.5} = -0.0003; Q_{4.6} = -0.0009; Q_{4.7} = -0.0016; Q_{4.8} = 0.0000; Q_{4.9} = -0.0013; Q_{4.10} = +0.0002; Q_{4.11} = -0.0013; \\
 & Q_{4.12} = -0.000403; \\
 Q_{5.5} &= +0.0219; Q_{5.6} = -0.0002; Q_{5.7} = -0.0012; Q_{5.8} = +0.0012; Q_{5.9} = -0.0009; Q_{5.10} = +0.0008; Q_{5.11} = -0.0010; \\
 & Q_{5.12} = -0.000134; \\
 Q_{6.6} &= +0.0220; Q_{6.7} = -0.0019; Q_{6.8} = -0.0005; Q_{6.9} = -0.0015; Q_{6.10} = +0.0002; Q_{6.11} = -0.0013; Q_{6.12} = +0.000202; \\
 Q_{7.7} &= +0.0219; Q_{7.8} = +0.0001; Q_{7.9} = -0.0003; Q_{7.10} = +0.0004; Q_{7.11} = +0.0003; Q_{7.12} = +0.001278; \\
 Q_{8.8} &= +0.0231; Q_{8.9} = +0.0007; Q_{8.10} = +0.0015; Q_{8.11} = +0.0002; Q_{8.12} = +0.008137; \\
 Q_{9.9} &= +0.0233; Q_{9.10} = +0.0014; Q_{9.11} = +0.0019; Q_{9.12} = +0.006187; \\
 Q_{10.10} &= +0.0257; Q_{10.11} = -0.0002; Q_{10.12} = +0.014928; \\
 Q_{11.11} &= +0.0219; Q_{11.12} = +0.001547; \\
 Q_{12.12} &= +0.0672;
 \end{aligned}$$

Svara vienības vidējās kļūdas aprēķināšanai atrodam diferencu kvadrātu summu $[vv]$ novēroto (reducēto) un aprēķinamo u_i starpā ar izteiksmi:

$$[vv] = [uu] - \frac{[au]^2}{[aa]} - \frac{[bu.1]^2}{[bb.1]} - \frac{[cu.2]^2}{[cc.2]} - \frac{[du.3]^2}{[dd.3]} - \frac{[eu.4]^2}{[ee.4]} - \frac{[fu.5]^2}{[ff.5]} - \frac{[gu.6]^2}{[gg.6]} - \frac{[hu.7]^2}{[hh.7]} - \frac{[iu.8]^2}{[ii.8]} - \frac{[ku.9]^2}{[kk.9]} - \frac{[lu.10]^2}{[ll.10]} - \frac{[mu.11]^2}{[mm.11]}$$

$$[vv] = 2556.74 - 357.56 = 2199.18.$$

Svara vienības vidējā kvadratiskā kļūda

$$m_0 = \sqrt{\frac{[vv]}{n-2}} = \sqrt{\frac{2199.18}{93-12}} = \pm 5.21 \text{ cm.}$$

Tā kā

$$A_0 = A'_0 - \frac{n-1}{2} \cdot B'_0 + \Delta A_0 = + 412.010 \text{ cm}$$

$$B_0 = B'_0 + \Delta B_0 = - 0.434 \text{ cm,}$$

tad viņu svāri

$$P_{A_0} = P_{\Delta A_0} = \frac{1}{Q_{1.1}} = 8.58$$

$$P_{B_0} = P_{\Delta B_0} = \frac{1}{Q_{2.2}} = 2000.00$$

un vidējās kvadratiskās

$$m_{A_0} = \frac{m_0}{\sqrt{P_{A_0}}} = \pm 1.778 \text{ cm}$$

$$m_{B_0} = \frac{m_0}{\sqrt{P_{B_0}}} = \pm 0.037 \text{ cm.}$$

Aprēķinu rezultātā dabūjam Lejas Stokholmas izlīdzināto gada vidējo jūras līmeni novērojumu rindas sākumā, t. i. 1841. gadā:

$$A_0 = + 412.01 \pm 1.78 \text{ cm}$$

un lineāro līmeņa maiņu vienā gadā

$$B_0 = - 0.434 \pm 0.037 \text{ cm.}$$

Lejas Stokholmas periodisko līmeņa svārstību raksturošanai, noteicam viņu pusamplitudas R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 ; fazes leņķus E_1, E_2, E_3, E_4, E_5 un viņu vidējās kvadratiskās kļūdas.

Alceroties substitūciju :

$$A = R \cos E \text{ un } B = R \sin E,$$

dabūjam pusamplitūdu

$$R = \sqrt{A^2 + B^2} \dots \dots \dots (11)$$

un fāzes leņķi

$$E = \arctg \frac{B}{A} \dots \dots \dots (12)$$

Kā redzams no (11) un (12) izteiksmēm, R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 un E_1, E_2, E_3, E_4, E_5 (apzīmēsim tos ar F) ir funkcijas no A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 un B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 , tāpēc viņu noteikūbu raksturojošās vidējās kvadratiskās kļūdas vispārējā veidā būs :

$$\begin{aligned} m_F^2 = & [u_1^2 Q_{1,1} + 2u_1 u_2 Q_{1,2} + 2u_1 u_3 Q_{1,3} + 2u_1 u_4 Q_{1,4} + 2u_1 u_5 Q_{1,5} + 2u_1 u_6 Q_{1,6} + 2u_1 u_7 Q_{1,7} + 2u_1 u_8 Q_{1,8} + 2u_1 u_9 Q_{1,9} + 2u_1 u_{10} Q_{1,10} + \\ & + u_2^2 Q_{2,2} + 2u_2 u_3 Q_{2,3} + 2u_2 u_4 Q_{2,4} + 2u_2 u_5 Q_{2,5} + 2u_2 u_6 Q_{2,6} + 2u_2 u_7 Q_{2,7} + 2u_2 u_8 Q_{2,8} + 2u_2 u_9 Q_{2,9} + 2u_2 u_{10} Q_{2,10} + 2u_2 u_{11} Q_{2,11} + \\ & + u_3^2 Q_{3,3} + 2u_3 u_4 Q_{3,4} + 2u_3 u_5 Q_{3,5} + 2u_3 u_6 Q_{3,6} + 2u_3 u_7 Q_{3,7} + 2u_3 u_8 Q_{3,8} + 2u_3 u_9 Q_{3,9} + 2u_3 u_{10} Q_{3,10} + 2u_3 u_{11} Q_{3,11} + 2u_3 u_{12} Q_{3,12} + \\ & + u_4^2 Q_{4,4} + 2u_4 u_5 Q_{4,5} + 2u_4 u_6 Q_{4,6} + 2u_4 u_7 Q_{4,7} + 2u_4 u_8 Q_{4,8} + 2u_4 u_9 Q_{4,9} + 2u_4 u_{10} Q_{4,10} + 2u_4 u_{11} Q_{4,11} + 2u_4 u_{12} Q_{4,12} + \\ & + u_5^2 Q_{5,5} + 2u_5 u_6 Q_{5,6} + 2u_5 u_7 Q_{5,7} + 2u_5 u_8 Q_{5,8} + 2u_5 u_9 Q_{5,9} + 2u_5 u_{10} Q_{5,10} + 2u_5 u_{11} Q_{5,11} + 2u_5 u_{12} Q_{5,12} + \\ & + u_6^2 Q_{6,6} + 2u_6 u_7 Q_{6,7} + 2u_6 u_8 Q_{6,8} + 2u_6 u_9 Q_{6,9} + 2u_6 u_{10} Q_{6,10} + 2u_6 u_{11} Q_{6,11} + 2u_6 u_{12} Q_{6,12} + \\ & + u_7^2 Q_{7,7} + 2u_7 u_8 Q_{7,8} + 2u_7 u_9 Q_{7,9} + 2u_7 u_{10} Q_{7,10} + 2u_7 u_{11} Q_{7,11} + 2u_7 u_{12} Q_{7,12} + \\ & + u_8^2 Q_{8,8} + 2u_8 u_9 Q_{8,9} + 2u_8 u_{10} Q_{8,10} + 2u_8 u_{11} Q_{8,11} + 2u_8 u_{12} Q_{8,12} + \\ & + u_9^2 Q_{9,9} + 2u_9 u_{10} Q_{9,10} + 2u_9 u_{11} Q_{9,11} + 2u_9 u_{12} Q_{9,12} + \\ & + u_{10}^2 Q_{10,10} + 2u_{10} u_{11} Q_{10,11} + 2u_{10} u_{12} Q_{10,12} + \\ & + u_{11}^2 Q_{11,11} + 2u_{11} u_{12} Q_{11,12} + \\ & + u_{12}^2 Q_{12,12}] m_0^2 \end{aligned} \dots \dots \dots (13)$$

kur $u_1, u_2, u_3, \dots, u_{10}, u_{11}, u_{12}$ ir

$$\frac{\partial F}{\partial A_0}, \frac{\partial F}{\partial B_0}, \frac{\partial F}{\partial A_1}, \dots, \frac{\partial F}{\partial B_4}, \frac{\partial F}{\partial A_5}, \frac{\partial F}{\partial B_5}.$$

No izteiksmēm (5), (6) un (7) dabūjam:

$$R_1 = \sqrt{A_1^2 + B_1^2} = 1.048 \text{ cm}$$

$$E_1 = \arctg \frac{B_1}{A_1} = 81^\circ 06'$$

$$m_{R_1}^2 = \left[\left(\frac{\partial R_1}{\partial A_1} \right)^2 Q_{3.3} + 2 \frac{\partial R_1}{\partial A_1} \cdot \frac{\partial R_1}{\partial B_1} \cdot Q_{3.4} + \left(\frac{\partial R_1}{\partial B_1} \right)^2 Q_{4.4} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(-\frac{A_1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2}} \right)^2 Q_{3.3} + 2 \frac{A_1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2}} \cdot \frac{B_1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2}} Q_{3.4} + \left(-\frac{B_1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2}} \right)^2 Q_{4.4} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(\frac{A_1}{R_1} \right)^2 Q_{3.3} + 2 \cdot \frac{A_1 B_1}{R_1^2} Q_{3.4} + \left(\frac{B_1}{R_1} \right)^2 Q_{4.4} \right] m_0^2 = 0.5965$$

$$m_{R_1} = \sqrt{0.5965} = \pm 0.77 \text{ cm.}$$

$$m_{E_1}^2 = \left[\left(\frac{\partial E_1}{\partial A_1} \right)^2 Q_{3.3} + 2 \frac{\partial E_1}{\partial A_1} \cdot \frac{\partial E_1}{\partial B_1} \cdot Q_{3.4} + \left(\frac{\partial E_1}{\partial B_1} \right)^2 Q_{4.4} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(-\frac{1}{1 + \left(\frac{B_1}{A_1} \right)^2} \cdot \frac{B_1}{A_1} \right)^2 Q_{3.3} - \right.$$

$$\left. - 2 \frac{1}{1 + \left(\frac{B_1}{A_1} \right)^2} \cdot \frac{B_1}{A_1} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{B_1}{A_1} \right)^2} \cdot \frac{1}{A_1} \cdot Q_{3.4} + \right.$$

$$\left. + \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{B_1}{A_1} \right)^2} \cdot \frac{1}{A_1} \right)^2 Q_{4.4} \right] m_0^2 = 0.5663;$$

$$m_{E_1}^{\times} = \sqrt{0.5663} = \pm 0.7525.$$

Izteicot to parastajā gradu mērā

$$m_{E_1}^{\circ} = m_{E_1}^{\sim} \cdot \rho = \pm 43^{\circ} 12',$$

vai gados, kas dod labāku pārskatu par periodiskās līmeņa svārstības noteiktību:

$$m_{E_1} = \frac{m^{\circ}}{\omega_1} = \pm 1.06 \text{ gadi.}$$

$$R_2 = \sqrt{A_2^2 + B_2^2} = 1.0066 \text{ cm}$$

$$E_2 = \arctg \frac{B_2}{A_2} = 160^{\circ} 01'$$

$$m_{R_2}^2 = \left[\left(\frac{\partial R_2}{\partial A_2} \right)^2 \cdot Q_{5.5} + 2 \cdot \frac{\partial R_2}{\partial A_2} \cdot \frac{\partial R_2}{\partial B_2} \cdot Q_{5.6} + \left(\frac{\partial R_2}{\partial B_2} \right)^2 Q_{6.6} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(\frac{A_2}{R_2} \right)^2 \cdot Q_{5.5} + 2 \cdot \frac{A_2 \cdot B_2}{R_2^2} \cdot Q_{5.6} + \left(\frac{B_2}{R_2} \right)^2 Q_{6.6} \right] m_0^2 = 0.5973$$

$$m_{R_2} = \sqrt{0.5973} = \pm 0.77 \text{ cm.}$$

$$m_{E_2}^2 = \left[\left(\frac{\partial E_2}{\partial A_2} \right)^2 Q_{5.5} + 2 \cdot \frac{\partial E_2}{\partial A_2} \cdot \frac{\partial E_2}{\partial B_2} \cdot Q_{5.6} + \left(\frac{\partial E_2}{\partial B_2} \right)^2 Q_{6.6} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(-\frac{1}{1 + \left(\frac{B_2}{A_2} \right)^2} \cdot \frac{B_2}{A_2^2} \right)^2 Q_{5.5} - \right.$$

$$\left. - 2 \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{B_2}{A_2} \right)^2} \cdot \frac{B_2}{A_2^2} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{B_2}{A_2} \right)^2} \cdot \frac{1}{A_2} \cdot Q_{5.6} + \right.$$

$$\left. + \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{B_2}{A_2} \right)^2} \cdot \frac{1}{A_2} \right)^2 Q_{6.6} \right] m_0^2 = 0.5864$$

$$m_{E_2}^{\sim} = \sqrt{0.5864} = \pm 0.7663$$

$$m_{E_2}^{\circ} = \pm 43^{\circ} 56'$$

$$m_{E_3} = \pm 1.35 \text{ gadi}$$

$$R_3 = \sqrt{A_3^2 + B_3^2} = 0.2642 \text{ cm}$$

$$E_3 = \text{arctg} \frac{B_3}{A_3} = 238^{\circ} 00'$$

$$m_{R_3}^2 = \left[\left(\frac{\partial R_3}{\partial A_3} \right)^2 Q_{7.7} + 2 \cdot \frac{\partial R_3}{\partial A_3} \cdot \frac{\partial R_3}{\partial B_3} \cdot Q_{7.8} + \left(\frac{\partial R_3}{\partial B_3} \right)^2 Q_{8.8} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(\frac{A_3}{R_3} \right)^2 Q_{7.7} + 2 \frac{A_3 B_3}{R_3^2} \cdot Q_{7.8} + \left(\frac{B_3}{R_3} \right)^2 Q_{8.8} \right] m_0^2 = 0.6190;$$

$$m_{R_3} = \sqrt{0.6190} = \pm 0.79 \text{ cm.}$$

$$m_{E_3}^2 = \left[\left(\frac{\partial E_3}{\partial A_3} \right)^2 \cdot Q_{7.7} + 2 \frac{\partial E_3}{\partial A_3} \cdot \frac{\partial E_3}{\partial B_3} Q_{7.8} + \left(\frac{\partial E_3}{\partial B_3} \right)^2 Q_{8.8} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(-\frac{1}{1 + \left(\frac{B_3}{A_3} \right)^2} \cdot \frac{B_3}{A_3^2} \right)^2 Q_{7.7} - \right.$$

$$- 2 \frac{1}{1 + \left(\frac{B_3}{A_3} \right)^2} \cdot \frac{B_3}{A_3^2} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{B_3}{A_3} \right)^2} \frac{1}{A_3} \cdot Q_{7.8} +$$

$$\left. + \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{B_3}{A_3} \right)^2} \frac{1}{A_3} \right)^2 Q_{8.8} \right] m_0^2 = 8.6174$$

$$m_{E_3}^{\sim} = \sqrt{8.6174} = \pm 2.9354$$

$$m_{E_3}^{\circ} = \pm 168^{\circ} 12'$$

$$m_{E_3} = \pm 8.69 \text{ gadi.}$$

$$R_4 = \sqrt{A_4^2 + B_4^2} = 1.830 \text{ cm.}$$

Zvaigzdes perioda gadus	Xroms lekti e.	Pusekopa lekti e.	Pusekopa lekti e.	Vidējais spriekšmērs	
				cm	gadi
8.85	44° 6779	1.0	1.0	1.288	80° 09'
11.1	34° 4324	1.0	1.0	0.866	143° 37'
18.6	19° 3548	0.5	0.5	0.296	252° 30'
32	11° 2500	1.0	1.0	1.842	256° 43'
33	3° 8710	1.0	1.0	1.732	341° 30'

$$E_4 = \operatorname{arctg} \frac{B_4}{A_4} = 262^\circ 09'$$

$$m_{R_4}^2 = \left[\left(\frac{\partial R_4}{\partial A_4} \right)^2 Q_{9.9} + 2 \frac{\partial R_4}{\partial A_4} \cdot \frac{\partial R_4}{\partial B_4} \cdot Q_{9.10} + \left(\frac{\partial R_4}{\partial B_4} \right)^2 Q_{10.10} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(\frac{A_4}{R_4} \right)^2 Q_{9.9} + 2 \cdot \frac{A_4 B_4}{R_4^2} Q_{9.10} + \left(\frac{B_4}{R_4} \right)^2 Q_{10.10} \right] m_0^2 = 0.7113$$

$$m_{R_4} = \sqrt{0.7113} = \pm 0.84 \text{ cm}$$

$$m_{E_4}^2 = \left[\left(\frac{\partial E_4}{\partial A_4} \right)^2 Q_{9.9} + 2 \frac{\partial E_4}{\partial A_4} \cdot \frac{\partial E_4}{\partial B_4} Q_{9.10} + \left(\frac{\partial E_4}{\partial B_4} \right)^2 Q_{10.10} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(-\frac{1}{1 + \left(\frac{B_4}{A_4} \right)^2} \frac{B_4}{A_4^2} \right)^2 Q_{9.9} - \right.$$

$$\left. - 2 \frac{1}{1 + \left(\frac{B_4}{A_4} \right)^2} \frac{B_4}{A_4^2} \frac{1}{1 + \left(\frac{B_4}{A_4} \right)^2} \frac{1}{A_4} \cdot Q_{9.10} + \right.$$

$$\left. + \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{B_4}{A_4} \right)^2} \frac{1}{A_4} \right)^2 Q_{10.10} \right] m_0^2 = 0.1873$$

$$m_{E_4}^{\check{}} = \sqrt{0.1873} = \pm 0.4324$$

$$m_{E_4}^{\circ} = \pm 24^\circ 46'$$

$$m_{E_4} = \pm 2.20 \text{ gadi.}$$

$$R_5 = \sqrt{A_5^2 + B_5^2} = 1.714 \text{ cm}$$

$$E_5 = \operatorname{arctg} \frac{B_5}{A_5} = 342^\circ 37'$$

$$m_{R_5}^2 = \left[\left(\frac{\partial R_5}{\partial A_5} \right)^2 Q_{11.11} + 2 \frac{\partial R_5}{\partial A_5} \cdot \frac{\partial R_5}{\partial B_5} \cdot Q_{11.12} + \left(\frac{\partial R_5}{\partial B_5} \right)^2 Q_{12.1} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(\frac{A_5}{R_5} \right)^2 Q_{11.11} + 2 \frac{A_5 B_5}{R_5} Q_{11.12} + \left(\frac{B_5}{R_5} \right)^2 Q_{12.12} \right] m_0^2 = 0.6842$$

$$m_{R_5} = \sqrt{0.6842} = \pm 0.83 \text{ cm};$$

$$m_{E_5}^2 = \left[\left(\frac{\partial E_5}{\partial A_5} \right)^2 Q_{11.11} + 2 \frac{\partial E_5}{\partial A_5} \cdot \frac{\partial E_5}{\partial B_5} Q_{11.12} + \left(\frac{\partial E_5}{\partial B_5} \right)^2 Q_{12.12} \right] m_0^2 =$$

$$= \left[\left(-\frac{1}{1 + \left(\frac{B_5}{A_5} \right)^2} \frac{B_5}{A_5^2} \right)^2 Q_{11.11} - 2 \frac{1}{1 + \left(\frac{B_5}{A_5} \right)^2} \cdot \frac{B_5}{A_5^2} \frac{1}{1 + \left(\frac{B_5}{A_5} \right)^2} \cdot \frac{1}{A_5} \cdot Q_{11.12} + \right.$$

$$\left. + \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{B_5}{A_5} \right)^2} \cdot \frac{1}{A_5} \right)^2 Q_{12.12} \right] m_0^2 = 0.5919$$

$$m_{E_5} = \sqrt{0.5919} = \pm 0.7693$$

$$m_{E_5}^{\circ} = \pm 44^{\circ}05'$$

$$m_{E_5} = \pm 11.39 \text{ gadi.}$$

Dabūtie rezultāti, kas raksturo Lejas Stokholmas periodiskās svārstības, sakopoti 2. tabulā.

2. tabula.

Lejas Stokholmas periodisko līmeņa svārstību elementi.

Svārstības periods gados	Ātruma leņķis ω	Pusamplituda R cm	Fazes leņķis E	Fazes kļūda gados	Vienkāršoti aprēķinātie	
					R cm	E
8.85	44°,6779	1.042 ± 0.77	81°06' ± 43°12'	± 1.06	1.208	80°09'
11.1	34°,4324	1.007 ± 0.77	160°01' ± 43°55'	± 1.35	0.866	143°37'
18.6	19°,3548	0.264 ± 0.79	238°00' ± 168°12'	± 8.69	0.296	252°36'
32	11°,2500	1.830 ± 0.84	262°09' ± 24°46'	± 2.20	1.842	256°43'
93	3°,8710	1.714 ± 0.83	342°37' ± 44°05'	± 11.39	1.732	341°30'

Līdzīga garuma un pat vēl garākas novērojumu rindas ir Swinemündei — sākot ar 1811. gadu, Kolbergermündei — ar 1816. gadu un Tallinai — ar 1841. gadu, bet pēc *O. Meisnera* (8) norādījumiem Swinemündes un Kolbergermündes novērojumus var uzskatīt par pareiziem tikai sākot ar 1855. gadu; arī Tallinas novērojumi, kā redzēsim vēlāk, ir stipri apšaubāmi.

Tādēļ turpmākiem pētījumiem, kā vienīgā iespējamā, lietota Kronštates novērojumu rinda, aizvietojošā kārtā trūkstošos 20 gadu (1914.—1933.) novērojumus ar Helsinku novērojumiem.

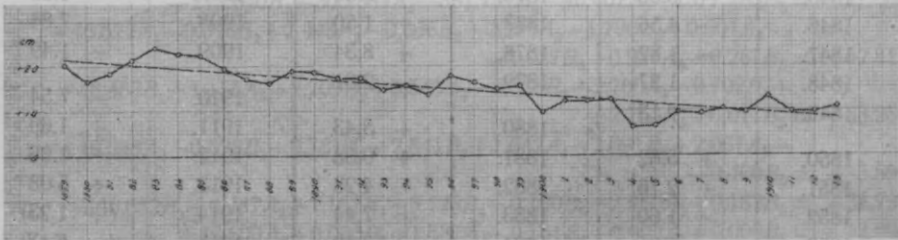
Veidojot diferences Helsinkos un Kronštātē novēroto gadu vidējo līmeņu starpā, dabūjam līmeņu novērošanas skālu nullpunktu starpības h_i

Gads	Helsinkos H_i cm	Kronštātē K_i cm	$H_i - K_i = h_i$
1879.	+ 16.6	- 3.8	+ 20.4
1880.	+ 21.1	+ 4.3	16.8
1881.	+ 18.0	- 0.5	18.5
1882.	+ 16.1	- 5.3	21.4
1883.	+ 15.7	- 8.4	24.1
1884.	+ 17.0	- 5.8	22.8
1885.	+ 16.1	- 6.1	22.2
1886.	+ 10.5	- 9.1	19.6
1887.	+ 20.3	+ 3.3	17.0
1888.	+ 12.5	- 3.6	16.1
1889.	+ 11.3	- 7.6	18.9
1890.	+ 15.9	- 2.8	18.7
1891.	+ 6.7	- 10.7	17.4
1892.	+ 11.7	- 5.6	17.3
1893.	+ 17.7	+ 3.0	14.7
1894.	+ 14.1	- 1.5	15.6
1895.	+ 11.0	- 2.5	13.5
1896.	+ 9.9	- 7.9	17.8
1897.	+ 9.5	- 6.6	16.1
1898.	+ 18.8	+ 4.1	14.7
1899.	+ 25.6	+ 10.2	15.4
1900.	+ 8.3	- 1.3	9.6
1901.	+ 5.9	- 6.1	12.0
1902.	+ 12.3	+ 0.3	12.0
1903.	+ 26.8	+ 14.5	12.3
1904.	+ 9.1	+ 3.0	6.1

Gadi	Helsinkos H_i cm	Kronštatē K_i cm	$H_i - K_i = h_i$
1905.	+ 15.0	+ 7.4	+ 7.6
1906.	+ 13.4	+ 4.3	9.9
1907.	+ 8.6	- 0.5	9.1
1908.	+ 2.8	- 7.4	10.2
1909.	+ 8.5	- 1.0	9.5
1910.	+ 6.1	- 6.9	13.0
1911.	+ 12.0	+ 2.3	9.7
1912.	+ 10.8	- 1.0	9.8
1913.	+ 16.2	+ 5.8	10.4

kas 1. zīm. savienotas ar nepārtrauktu līniju.

Dabūtās skāļu nullpunktu augstumu starpības, ja ignorējam periodisko līmeņa svārstību diferences, ietekmēsies tikai no nejausām līmeņa



1. zīm.

svārstībām un no zemes garozas vertikālās pārvietošanās, tādēļ tās varam izteikt ar sekojošiem vienādojumiem:

$$h_1 = h_0 + \Delta h t_1$$

$$h_2 = h_0 + \Delta h t_2$$

$$h_n = h_0 + \Delta h t_n,$$

kur t_i — laiks, skaitīts no novērojumu sākuma (1879. g.),

h_0 — skāļu nullpunktu starpība novērojumu sākumā,

Δh — skāļu nullpunktu starpības maiņa gadā.

Piemērojot vismazāko kvadrātu principu, h_0 un Δh aprēķināšanai, gūstam normalvienādojumu:

$$nh_0 + [t] \Delta h = [h]$$

$$[t] h_0 + [tt] \Delta h = [th].$$



Ievietojot tajos skaitliskās vērtības, atrisinājumā dabūjam:

$$h_0 = + 21.6226 \text{ cm}$$

$$\Delta h = - 0.3976 \text{ cm,}$$

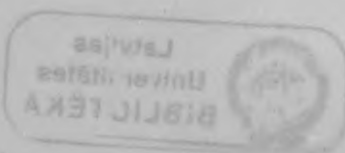
kas skālu nullpunktu starpības aprēķināšanai dod vienādojumu:

$$h_i = + 21.6226 - 0.3976 t \text{ cm.}$$

3. tabula.

Reducētie Kronštates gada vidējie jūras līmeņi cm.

Novērošanas gads	Red. līmenis ($N_t - A'_0 + B'_0 t$)	Novērošanas gads	Red. līmenis ($N_t - (A'_0 + B'_0 t)$)	Novērošanas gads	Red. līmenis ($N_t - (A'_0 + B'_0 t)$)
1841.	+ 2.52	1872.	- 10.12	1903.	+ 14.34
1842.	+ 7.86	1873.	+ 5.62	1904.	+ 2.79
1843.	+ 11.61	1874.	+ 14.74	1905.	+ 7.13
1844.	+ 4.45	1875.	- 8.29	1906.	+ 3.97
1845.	- 6.00	1876.	- 9.34	1907.	- 0.88
1846.	- 4.56	1877.	- 1.50	1908.	- 7.84
1847.	- 1.82	1878.	+ 8.34	1909.	- 1.49
1848.	- 1.37	1879.	- 2.61	1910.	- 7.54
1849.	- 0.13	1880.	+ 5.43	1911.	+ 1.69
1850.	+ 5.62	1881.	+ 0.58	1912.	- 1.66
1851.	+ 2.76	1882.	- 4.28	1913.	+ 5.08
1852.	- 1.60	1883.	- 7.44	1914.	(+ 1.23)
1853.	- 5.95	1884.	- 3.89	1915.	(- 6.13)
1854.	+ 10.17	1885.	- 5.25	1916.	(- 2.99)
1855.	+ 3.87	1886.	- 8.30	1917.	(- 1.54)
1856.	+ 1.26	1887.	+ 4.04	1918.	(- 0.70)
1857.	- 7.98	1888.	- 2.92	1919.	(- 4.16)
1858.	+ 7.17	1889.	- 6.97	1920.	(- 3.31)
1859.	+ 5.91	1890.	- 2.23	1921.	(+ 11.03)
1860.	- 12.25	1891.	- 10.18	1922.	(+ 3.38)
1861.	- 2.10	1892.	- 5.14	1923.	(+ 7.02)
1862.	- 6.26	1893.	+ 3.40	1924.	(- 0.64)
1863.	+ 14.49	1894.	- 1.15	1925.	(+ 8.41)
1864.	- 1.27	1895.	- 2.21	1926.	(- 2.75)
1865.	- 3.13	1896.	- 7.66	1927.	(+ 5.00)
1866.	+ 8.02	1897.	- 6.42	1928.	(+ 2.54)
1867.	+ 2.26	1898.	+ 4.22	1929.	(+ 1.84)
1868.	+ 3.81	1899.	+ 10.27	1930.	(- 1.07)
1869.	+ 8.15	1900.	- 1.29	1931.	(- 0.93)
1870.	- 8.51	1901.	- 6.15	1932.	(+ 7.62)
1871.	- 5.96	1902.	+ 0.20	1933.	(- 5.64)



Ar šo vienādojumu aprēķinātās h vērtības 1. zīm. savienotas ar pārtrauktu līniju. Eksterpolējot šo izteiksmi, tas ir mainot t_i no $t = n + 1$ līdz $t = n + 20$ un atskaitot dabūtos rezultātus no atbilstošiem Helsinku gada vidējiem līmeņiem, gūstam uz Kronštates skālas nulli attiecinātus Helsinkos novērotos līmeņus. Šos līmeņus turpmākos pētījumos uzskatam kā Kronštates novērojumu rindas turpinājumu no 1914. līdz 1933. gadam.

Līdzīgi kā Lejas Stokholmai — aprēķinam Kronštatei A'_0 un B'_0

$$A'_0 = -0.7401 \text{ cm}, \quad B'_0 = +0.0561 \text{ cm}.$$

Ar tiem dabūtie reducētie Kronštates gada vidējie jūras līmeņi doti 3. tabulā. Ņemot tos vērā, sastādam sekojošus (4) tipa normalvienādojumus:

$$\begin{aligned} &+93\Delta A_0 + 4278\Delta B_0 + 0.928A_1 + 2.719B_1 + 2.056A_2 + 2.612B_2 + 0.000A_3 + \\ &\quad + 0.000B_3 - 2.736A_4 + 1.134B_4 + 0.000A_5 + 0.000B_5 = 0.000 \\ &+ 263810\Delta B_0 + 35.738A_1 + 127.314B_1 + 139.084A_2 + 85.247B_2 - 46.373A_3 - \\ &\quad - 272.640B_3 - 305.334A_4 - 381.157B_4 - 46.407A_5 - 1377.283B_5 = -27.000 \\ &+ 46.522A_1 - 0.026B_1 + 2.448A_2 - 0.666B_2 + 0.905A_3 - 1.790B_3 + 0.604A_4 - \\ &\quad - 1.037B_4 + 0.928A_5 - 0.267B_5 = +52.811 \\ &+ 46.463B_1 + 1.155A_2 + 2.709B_2 + 3.546A_3 - 0.056B_3 + 2.700A_4 - 0.702B_4 + \\ &\quad + 2.753A_5 - 0.011B_5 = +53.250 \\ &+ 46.348A_2 + 0.628B_2 + 2.731A_3 - 2.841B_3 + 1.642A_4 - 2.091B_4 + 2.067A_5 - \\ &\quad - 0.400B_5 = -5.599 \\ &+ 46.652B_2 + 4.287A_3 + 1.152B_3 + 3.125A_4 - 0.180B_4 + 2.660A_5 + 0.162B_5 = +38.769 \\ &\quad + 46.500A_3 + 0.000B_3 + 1.537A_4 - 0.161B_4 + 0.000A_5 + 0.000B_5 = -12.880 \\ &\quad + 46.500B_3 + 0.749A_4 + 2.468B_4 + 0.000A_5 + 0.000B_5 = +49.693 \\ &\quad + 45.498A_4 + 1.007B_4 - 3.110A_5 - 0.352B_5 = +53.592 \\ &\quad + 47.511B_4 + 1.248A_5 - 1.116B_5 = -47.804 \\ &\quad + 46.500A_5 + 0.000B_5 = +80.990 \\ (14) \dots \dots \dots \quad + 46.500B_5 = -9.470 \end{aligned}$$

kas atrisinājumā dod:

$$\begin{aligned} \Delta A_0 &= +0.459 \text{ cm} & A_3 &= -0.466 \text{ cm} \\ \Delta B_0 &= -0.010 & B_3 &= +1.070 \\ A_1 &= +1.129 & A_4 &= +1.176 \\ B_1 &= +0.965 & B_4 &= -1.204 \\ A_2 &= -0.289 & A_5 &= +1.740 \\ B_2 &= +0.625 & B_5 &= -0.505 \end{aligned}$$

$$A_0 = A'_0 - \frac{n-1}{2} B'_0 + \Delta A_0 = -2.862 \text{ cm}$$

$$B_0 = B'_0 + \Delta B_0 = +0.046 \text{ cm}.$$

Svara vienības vidējās kļūdas aprēķināšanai atrodam

$$[v v] = [u u] - \frac{[a u]^2}{[a a]} - \frac{[b u \cdot 1]^2}{[b b \cdot 1]} - \frac{[c u \cdot 2]^2}{[c c \cdot 2]} - \dots - \frac{[m u \cdot 11]^2}{[m m \cdot 11]}$$

$$[v v] = 3485.69 - 462.47 = 3023.22$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{[v v]}{n-2}} = \pm 6.11 \text{ cm.}$$

Kā redzams, dispersija Kronštates novērojumu rindā ir lielāka nekā Lejas Stokholmas novērojumu rindā, kur

$$m_0 = \pm 5.21 \text{ cm.}$$

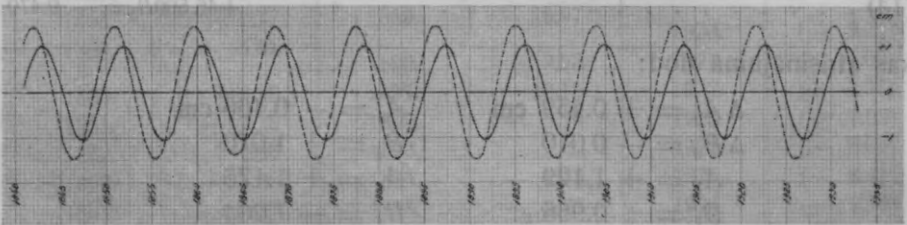
Tālāk aprēķinātie periodisko svārstību elementi doti 4. tabulā.

4. tabula.

Kronštates periodisko līmeņa svārstību elementi.

Svārstības periods (gadi)	Ātruma leņķis ω	Pusamplitūda R cm	Fāzes leņķis E
8.85	44° 6779	1.485	40° 31'
11.1	32° 4324	0.689	114° 49'
18.6	19° 3548	1.167	113° 32'
32	11° 2500	1.683	314° 20'
93	3° 8710	1.812	343° 49'

Apskatīsim tagad jūras līmeņa periodiskās svārstības Lejas Stokholmā un Kronštatē, kuru elementi doti 2. un 4. tabulā, katru atsevišķi.



2. zīm.

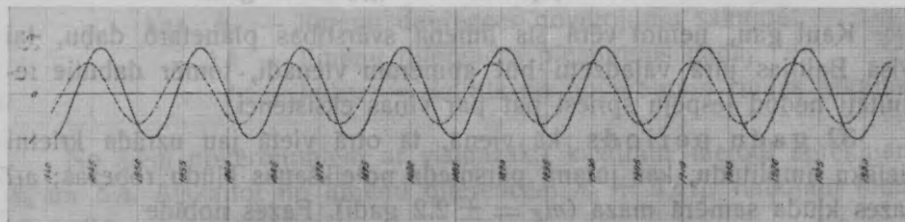
8.85 gadu periods. Tā kā šī periodiskā līmeņa svārstība ir planetaras dabas, tad dotos apstākļos ($\varphi_{st} \cong \varphi_{kr}$) svārstības amplitudām ($2R$) Lejas Stokholmā un Kronštatē vajadzētu būt vienādām — tās

uzrāda nelielu atšķirību, kas tomēr paliek kļūdu robežās. 2. zīm. parādīta līmeņa svārstība Lejas Stokholmā ar pilnu, Kronštātē — ar pārtrauktu līniju. Kļūdas, ko abos gadījumos varam uzskatīt vienādas, tomēr ir tik lielas ($m_R = \pm 0.77$ cm), ka nevar noteikti spriest par šīs līmeņa svārstības amplitūdu. Fazēs kļūdas turpretim ir samērā mazas ($m_E = \pm 1.1$ gads); arī fazes nobīde

$$\Delta E^\circ = E_{St}^\circ - E_{Kr}^\circ \cong 40^\circ,$$

jeb gados $\Delta E = \Delta E^\circ : \omega_{8.85} \cong 1$ gads

kā redzams — niecīga, un, šķiet, nav iemesla noliegt šīs līmeņa svārstības esamību.



3. zīm.

11.1 gadu periods, kā redzams 3. zīmējumā, arī uzrāda nelielu diferenci amplitūdu starpā, kas paliek kļūdu robežās. Fazes kļūda, tāpat kā 8.85 gadu periodam, nav liela ($m_E = \pm 1.4$ gadi). Fazes nobīde

$$\Delta E = 45^\circ \text{ jeb } 45 : \omega_{11.1} = 1.4 \text{ gadi}$$

arī samērā maza.

Šo līmeņa svārstību ir pētījis arī O. Meissner's (10), tādēļ var salīdzināt dabūtos rezultātus ar Meissner'a pētījumu rezultātiem. Viņš konstatē

Travemindē	R = 10 cm	E = 90°
Svinemindē	1.7	76
Kulbergermindē	0.7	27.

Pētījumiem lietotie novērojumi sākas ar 1855. gadu, tā tad pirmais max. iznāk

Travemindē	1858. gadā
Svinemindē	1857. gadā
Kulbergermindē	1856. gadā,

tam atbilstošais max. ir

Stokholmā 1857. gadā

Kronštatē 1856. gadā.

Visās minētās vietās svārstības faze gandrīz pilnīgi sakrīt. Amplituda uzrāda diezgan jūtamas svārstības, tomēr arī tās paliek kļūdu robežās. Tāpēc, šķiet, būtu iemesls domāt, ka visā Baltijas jūrā 11.1 gadu līmeņa svārstība norit vienādi.

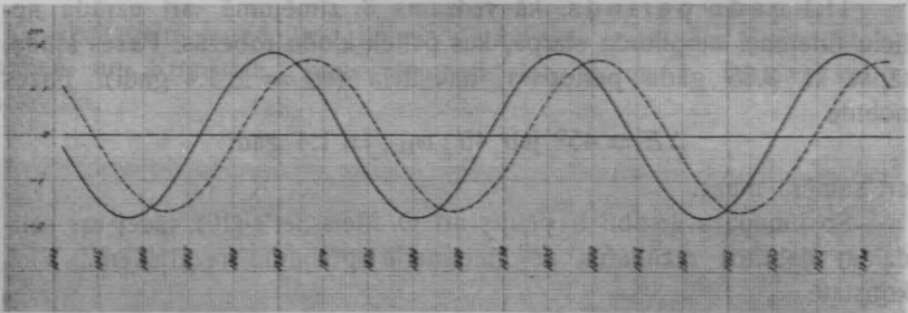
18.6 gadu periods. Lejas Stokholmā šīs svārstības amplituda un arī faze pilnīgi pazūd noteikšanas kļūdās, arī Kronštatē amplituda tikai nedaudz pārsniedz kļūdu robežas. Faze, iepretim Stokholmā, nobīdīta apmēram par pusperiodu

$$\Delta E^{\circ} \cong 125^{\circ}, \text{ jeb } 125^{\circ} : \omega_{18.6} \cong 6.5 \text{ gadi.}$$

Kaut gan, ņemot vērā šīs līmeņa svārstības planetāro dabu, tai visā Baltijas jūrā vajadzētu būt apmēram vienādi, tomēr dabūtie rezultāti nedod iespēju spriest pat par viņas eksistenci.

32 gadu periods kā vienā, tā otrā vietā jau uzrāda krietni lielāku amplitudu, kas jūtami pārsniedz noteikšanas kļūdu robežas; arī fazes kļūda samērā maza ($m_E = \pm 2.2$ gadi). Fazes nobīde

$$\Delta E^{\circ} = -52^{\circ}, \text{ jeb } 52^{\circ} : \omega_{32} = -4.6 \text{ gadi}$$



4. zīm.

tikai nedaudz pārsniedz kļūdu robežas (4. zīm.). Vispāri šī līmeņa svārstība izpaužas tik noteikti, ka nevar būt šaubu par viņas esamību. Bet tā kā šī līmeņa svārstība ir klimatiskas dabas, tad jādomā, ka tās amplituda dažādās vietās būs dažāda. Uz to jau norāda Meissner'a pētījumi, kuros viņš nāk pie slēdziena, ka Baltijas jūras dienvidu piekrastē šī līmeņa svārstība nav konstatējama.

Sastādot (1) vienādojumus, šīs svārstības perioda garums ņemts 32 gadi, lai redzētu, cik tāds pieņēmums ir pamatots, kā arī, lai spriestu, cik tālu svārstības amplituda ir atkarīga no vietas, — izdaram sekojošus pētījumus:

Veidojam diferences h'_i divās stacijās novēroto gada vidējo līmeņu starpā un izsakām tās ar vienādojumiem

$$h'_1 = h_0 + \Delta h t_1$$

$$h'_2 = h_0 + \Delta h t_2$$

$$h'_n = h_0 + \Delta h t_n,$$

kur h_0 — līmeņu diferences novērojumu sākumā

Δh — līmeņu diferences pieaugums gadā,

t_i — laiks, — skaitīts no novērojumu rindas sākuma.

No šiem novērojumiem ar vismazāko kvadrātu metodi aprēķinām h_0 un Δh . Atskaitot no līmeņu diferencēm $h_0 + \Delta h t_i$, dabūjam reducētās līmeņu diferences

$$h_1 = h'_1 - (h_0 + \Delta h t_1)$$

$$h_2 = h'_2 - (h_0 + \Delta h t_2)$$

$$h_n = h'_n - (h_0 + \Delta h t_n),$$

kas veidosies no nejaušo līmeņa svārstību starpībām un domātā 32 gadu perioda līmeņa svārstību starpībām, jo no iepriekšējā zinām, ka 8.85, 11.1 un 18.6 gadu līmeņa svārstības varam uzskatīt par vienādām visā Baltijas jūrā, resp. veidotās līmeņu diferencēs šīs svārstības būs eliminētas. Kā redzēsīm vēlāk, to pašu var attiecināt uz 93 gadu periodisko līmeņa svārstību.

Jāaizrāda, ka ar vismazāko kvadrātu metodes palīdzību aprēķinātie h_0 un Δh būs tikai tuvīni, jo periodiskās līmeņa svārstības diferencēm ir sistematisks raksturs, resp. tās nevar pielīdzināt Gauss'a nejaušām kļūdām.

Aprēķinot reducētās līmeņa diferences, vienu staciju izvēlamies tādu, kurai jau ir zinamas periodiskās līmeņa svārstības. Kā tādu ņemam Stokholmu.

Turpmākos pētījumos, kur jāapmierinas ar isākām novērojumu rindām, Lejas Stokholmas novērojumu rinda atvietota ar Stokholmas mareografa novērojumu rindu, kura, bez šaubām, ir drošāka un noteiktāka. Tas izrādas iespējams, jo difference skālu nullpunktu starpā pa visu novērošanas laiku paliek konstanta, resp. zemes garozas vertikālā pārvietošanās vienāda. 5. tabulā dotie Stokholmas mareografa gada vidējie jūras līmeņi N' ņemti no „Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt“ — publikacijām — „Vattenstånden vid Rikets kuster åren 1887.—1921.“ un „III Vattenstånden vid Rikets kuster Årsbok 4.—14., 1922.—1932“, kur tie doti, kā visām pārējām Zviedrijas mareografu stacijām cm zem mareografa nulles. Ērtības labad 5. tabulas 3. slejā aprēķināti $N = 340 - N'$, resp. mareografa nulle pazemināta par 340 cm un gada vidējie līmeņi izteikti virs tās.

5. tabula.

Stokholmas mareografa gada vidējie jūras līmeņi.

Gads	Vidējais līmenis cm zem nulles N'	$N = 340 - N'$	Gads	Vidējais līmenis cm zem nulles N'	$N = 340 - N'$	Gads	Vidējais līmenis cm zem nulles N'	$N = 340 - N'$
1889.	+ 319.1	+ 20.9	1904.	+ 321.4	+ 18.6	1919.	+ 329.7	+ 10.3
1890.	312.7	27.3	1905.	316.9	23.1			
1891.	320.4	19.6	1906.	317.2	22.8	1920.	330.3	9.7
1892.	317.2	22.8	1907.	321.1	18.9	1921.	319.4	20.6
1893.	311.0	29.0	1908.	327.8	12.2	1922.	323.8	16.2
1894.	314.5	25.5	1909.	322.6	17.4	1923.	321.1	18.9
1895.	317.2	22.8				1924.	329.6	10.4
1896.	318.1	21.9	1910.	322.6	17.4	1925.	322.2	17.8
1897.	321.1	18.9	1911.	319.9	20.1	1926.	329.8	10.2
1898.	311.2	28.8	1912.	320.5	19.5	1927.	324.2	15.8
1899.	306.4	33.6	1913.	316.0	24.0	1928.	328.2	11.8
			1914.	320.9	19.9	1929.	331.0	9.0
1900.	322.4	17.6	1915.	327.5	12.5			
1901.	326.9	13.1	1916.	324.4	15.6	1930.	332.0	8.0
1902.	321.2	18.8	1917.	326.6	13.4	1931.	331.4	8.2
1903.	307.7	32.3	1918.	327.0	13.0	1932.	327.3	12.7

Augšā minētā veidā aprēķinātas reducētās differences h .

Gadi	Helsinki — Stokholma cm	Frederika — Stokholma cm
1891.	-1.9	+3.7
92.	-0.2	+0.3
93.	-0.5	-4.2
94.	-0.7	-3.3
95.	-1.3	+1.3
96.	-1.7	-0.7
97.	+0.9	+2.2
98.	+0.1	-3.0
99.	+1.9	-7.4
1900.	+0.5	+3.1
1.	+2.3	+4.1
2.	+2.8	+0.4
3.	+3.9	-6.8
4.	-0.4	-0.7
5.	+1.1	-3.3
6.	-0.6	4.4
7.	1.5	-2.2
8.	0.8	3.1
9.	-0.4	1.1
1910.	-2.9	+2.7
11.	+0.1	+2.3
12.	-0.8	+1.0
13.	+0.3	-1.3
14.	-1.3	+3.3
15.	-2.8	+4.1
16.	-3.3	+3.0
17.	-0.1	+1.0
18.	+0.5	+0.1
19.	-0.6	+2.0
1920.	+0.4	+3.4
21.	+3.3	-6.5
22.	-0.4	-1.2
23.	+0.7	-5.3
24.	+0.4	+0.5
25.	+1.6	-2.8
26.	-2.5	+4.6
27.	-0.8	-0.8
28.	+0.2	0.0
29.	+1.5	-0.2
1930.	-0.5	+0.4
31.	-1.1	+2.2

Lai noskaidrotu reducētās diferencēs $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ paliekošās, sistematiskās līmeņa maiņas kā laika $t_1, t_2, t_3, t_4, \dots, t_n$ funkcijas, pielietosim Čebiševa paraboliskās interpolēšanas metodi un izteiksim tās ar augošo t kāpju rindu

$$h = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + A_3 t^3 + \dots + A_m t^m \dots (15)$$

ievietojot tanī t dotās vērtības $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ un h vietā atbilstošos $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$, dabūjam koeficientu

$$A_0, A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$$

noteikšanai sekojošu vienādojumu sistemu:

$$h_1 = A_0 + A_1 t_1 + A_2 t_1^2 + A_3 t_1^3 + \dots + A_m t_1^m$$

$$h_2 = A_0 + A_1 t_2 + A_2 t_2^2 + A_3 t_2^3 + \dots + A_m t_2^m \dots (16)$$

$$h_n = A_0 + A_1 t_n + A_2 t_n^2 + A_3 t_n^3 + \dots + A_m t_n^m$$

Ja vienādojumu skaits $n > m + 1$, kā tas ir šinī gadījumā, tad koeficientu aprēķināšanai varam pielietot vismazāko kvadrātu metodi. Šeit tomēr rodas zinamas grūtības, jo iepriekš nevar pateikt, cik (15) rindas locekļu jāņem h izteiksmei, lai

$$v = h_{\text{dotais}} - h_{\text{aprēķinātais}}$$

kvadrātu suma būtu dotiem apstākļiem piemēroti maza.

Lai šo neērtību novērstu, akademiķis Čebiševs (15) rindu atvieto ar sekojošu identisku rindu:

$$h = K_0 \varphi_0(t) + K_1 \varphi_1(t) + K_2 \varphi_2(t) + \dots + K_m \varphi_m(t),$$

kur, paturot parastos Gausa sumu apzīmējumus un ņemot no (16) vienādojumu sistemas

$$a_i = 1; b_i = t_i; c_i = t_i^2; d_i = t_i^3; \dots$$

$$K_0 = \frac{[ah]}{[aa]}, K_1 = \frac{[bh \cdot 1]}{[bb \cdot 1]}, K_2 = \frac{[ch \cdot 2]}{[cc \cdot 2]}, K_3 = \frac{[dh \cdot 3]}{[dd \cdot 3]} \dots$$

$$\varphi_0(t) = a = 1$$

$$\varphi_1(t) = -\frac{[ab]}{[aa]} \varphi_0(t) + t$$

$$\varphi_2(t) = -\frac{[bc \cdot 1]}{[bb \cdot 1]} \varphi_1(t) - \frac{[ac]}{[aa]} \varphi_0(t) + t^2$$

$$\varphi_3(t) = \frac{[cd \cdot 2]}{[cc \cdot 2]} \varphi_2(t) - \frac{[bd \cdot 1]}{[bb \cdot 1]} \varphi_1(t) - \frac{[ad]}{[aa]} \varphi_0(t) + t^3$$

Kā redzams — iepriekšējie K un $\varphi(t)$ nav atkarīgi no nākošajiem. Tā rodas iespēja, pakāpeniski palielinot rindas locekļu skaitu, nesākot aprēķinu no jauna, dabūt priekš h sekojošus vienādojumus 1. 2. 3. tuvinājumos:

1. $h = K_0$
2. $h = K_0 + K_1 \varphi_1(t)$
3. $h = K_0 + K_1 \varphi_1(t) + K_2 \varphi_2(t)$
4. $h = K_0 + K_1 \varphi_1(t) + K_2 \varphi_2(t) + K_3 \varphi_3(t)$

Līdztekus pēc katra nākošā rindas locekļa pievienošanas, pārbaudot

$$v = h_{\text{dotais}} - h_{\text{aprēķinātais}}$$

kvadrātu sumu ar izteiksmēm

$$\begin{aligned} [vv]_0 &= [hh] - [aa]K_0^2 \\ [vv]_1 &= [vv]_0 - [bb \cdot 1]K_1^2 \\ [vv]_2 &= [vv]_1 - [cc \cdot 2]K_2^2 \\ [vv]_3 &= [vv]_2 - [dd \cdot 3]K_3^2 \end{aligned}$$

varam aprēķinu turpināt, līdz kamēr $[vv]$ kļūst atbilstoši maza.

Pievēršoties tagad dotai reducēto diferencu rindai Helsinki-Stokholma, ņemam

$$\begin{aligned} t_i &= \frac{T_i - T_0}{\tau} \\ T_0 &= \frac{T_n + T_1}{2} = \frac{1931 + 1891}{2} = 1911 \\ \tau &= \frac{T_n - T_1}{2} = \frac{1931 - 1891}{2} = 20, \end{aligned}$$

kur T_1 — diferencu rindas pirmajam loceklim atbilstošais novērošanas gads,

T_n — diferencu rindas pēdējam loceklim atbilstošais novērošanas gads,

T_i — ņemtai diferencei atbilstošais novērošanas gads.

Tā tad

$$t_i = \frac{T_i - 1911}{20}$$

Pagaidām veidojam koeficientus, ņemot t_i līdz rindas sestās kāpes loceklim; cik tālu tie būs vajadzīgi, to redzēsīm vēlāk.

$$\begin{aligned} [aa] &= n, [ab] = t, [ac] = t^2, [ad] = t^3, [ae] = t^4, [af] = t^5, [ag] = t^6, [ah] = [h] \\ [bb] &= t^2, [bc] = t^3, [bd] = t^4, [be] = t^5, [bf] = t^6, [bg] = t^7, [bh] = [th] \\ [cc] &= t^4, [cd] = t^5, [ce] = t^6, [cf] = t^7, [cg] = t^8, [ch] = [t^2h] \\ [dd] &= t^6, [de] = t^7, [df] = t^8, [dg] = t^9, [dh] = [t^3h] \\ [ee] &= t^8, [ef] = t^9, [eg] = t^{10}, [eh] = [t^4h] \\ [ff] &= t^{10}, [fg] = t^{11}, [fh] = [t^5h] \\ [gg] &= t^{12}, [gh] = [t^6h] \end{aligned}$$

Kā redzams — koeficientu aprēķināšana ļoti vienkārša — jāveido tikai sumas no t_i^0 līdz t_i^{2n} un brīvie locekļi. Bez tam, tā kā t_i vienmērīgi mainas no $t = -1$ caur $t = 0$ līdz $t = +1$, — visas t kāpju sumas ar nepārskaitļa kāpes rādītāju ir nulles, bet ar pārskaitļu kāpes rādītāju pussomas ir vienādas.

Tā dabūjam:

$$\begin{array}{lll} [t^0] = n = 41 & [t^7] = 0 & [h] = -4.6 \\ [t^1] = 0 & [t^8] = +5.5112 & [th] = -0.910 \\ [t^2] = +14.3500 & [t^9] = 0 & [t^2h] = -2.282 \\ [t^3] = 0 & [t^{10}] = +4.7198 & [t^3h] = +1.955 \\ [t^4] = +9.0332 & [t^{11}] = 0 & [t^4h] = +3.776 \\ [t^5] = 0 & [t^{12}] = 4.1764 & [t^5h] = +2.075 \\ [t^6] = +6.7638 & & [t^6h] = -3.883 \\ & & [hh] = 102.02 \end{array}$$

Pirmā tuvinājumā

$$h = K_0 \varphi_0(t)$$

un ievietojot skaitļus, dabūjam:

$$\varphi_0(t) = 1$$

$$K_0 = \frac{[ah]}{[aa]} = -0.1122$$

$$h = K_0 \varphi_0(t) = -0.1122$$

$$[vv]_0 = [hh] - [aa]K_0^2 = 102.0 - 0.5 = 101.5$$

Kā redzam, nekāda jūtama $[v]$ samazināšanās nav konstatējama, tas tāpēc, ka veidojot reducētās līmeņa diferences, šī komponente jau tuvīni izslēgta.

Otrā tuvinājumā:

$$h = K_0 + K_1 \varphi_1(t)$$

$$K_1 = \frac{[bh \cdot 1]}{[bb \cdot 1]} = -0.0634$$

$$\varphi_1(t) = -\frac{[ab]}{[aa]} \varphi_0(t) + t = t$$

$$K_1 \varphi_1(t) = -0.0634 t$$

$$h = K_0 + K_1 \varphi_1(t) = -0.1122 - 0.0634 t$$

$$[v]_1 = [v]_0 - [bb \cdot 1] K_1^2 = 101.5 - 0.0 = 101.5.$$

Ari šeit $[v]$ nesamazinās, jo arī šī komponente izslēgta, veidojot reducētās līmeņu diferences.

Trešā tuvinājumā

$$h = K_0 + K_1 \varphi_1(t) + K_2 \varphi_2(t)$$

$$K_2 = \frac{[ch \cdot 2]}{[cc \cdot 2]} = -0.1675$$

$$\varphi_2(t) = -\frac{[bc \cdot 1]}{[bb \cdot 1]} \varphi_1(t) - \frac{[ac]}{[aa]} \varphi_0(t) + t^2 = -0.3500 + t^2$$

$$K_2 \varphi_2(t) = +0.0586 - 0.1675 t^2$$

$$K_0 + K_1 \varphi_1(t) + K_2 \varphi_2(t) = -0.0554 - 0.0634 t - 0.1675 t^2$$

$$[v]_2 = [v]_1 - cc \cdot 2K = 101.5 - 0.1 = 101.4.$$

Ceturtais tuvinājumā

$$h = K_0 + K_1 \varphi_1(t) + K_2 \varphi_2(t) + K_3 \varphi_3(t)$$

$$K_3 = \frac{[dh \cdot 3]}{[dd \cdot 3]} = +2.3465$$

$$\varphi_3(t) = -\frac{[cd \cdot 2]}{[cc \cdot 2]} \varphi_2(t) - \frac{[bd \cdot 1]}{[bb \cdot 1]} \varphi_1(t) - \frac{[ad]}{[aa]} \varphi_0(t) + t^3 = -0.6295 t + t^3$$

$$K_3 \varphi_3(t) = -1.4771 t + 2.3465 t^3$$

$$h = K_0 + K_1 \varphi_1(t) + K_2 \varphi_2(t) + K_3 \varphi_3(t) =$$

$$= -0.0554 - 1.5405 t - 0.1675 t^2 + 2.3465 t^3$$

$$[v]_3 = [v]_2 - [dd \cdot 3] K_3^2 = 101.4 - 5.9 = 95.5.$$

Piektā tuvinājumā

$$h = K_0 + K_1 \varphi_1(t) + K_2 \varphi_2(t) + K_3 \varphi_3(t) + K_4 \varphi_4(t)$$

$$K_4 = \frac{[eh \cdot 4]}{[ee \cdot 4]} = -7.5523$$

$$\varphi_4(t) = -\frac{[de . 3]}{[dd . 3]} \varphi_3(t) - \frac{[ce . 2]}{[cc . 2]} \varphi_2(t) - \frac{[be . 1]}{[bb . 1]} \varphi_1(t) - \frac{[ae]}{[aa]} \varphi_0(t) + t^4 = +0.0940 - 0.8981 t^2 + t^4$$

$$K_4 \varphi_4(t) = -0.7099 + 6.7827 t^2 - 7.5523 t^4$$

$$h = K_0 + K_1 \varphi_1(t) + K_2 \varphi_2(t) + K_3 \varphi_3(t) + K_4 \varphi_4(t) = -0.7653 - 1.5405 t + 6.6152 t^2 + 2.3465 t^3 - 7.5523 t^4$$

$$[vv]_5 = [vv]_4 - [ee . 4] K_4^2 = 95.5 - 16.3 = 79.2$$

Sestā tuvinājumā

$$K_5 = \frac{[fh . 5]}{[ff . 5]} = -5.9659$$

$$[vv]_5 = [vv]_4 - [ff . 5] K_5^2 = 79.2 - 2.6 = 76.6$$

Visjūtamāku $[vv]$ samazināšanos dod rindas trešās un ceturtās kāpes locekļi; ņemot tālāk piektās un sestās (kas šeit nav parādīts), kāpes locekļu $[vv]$ samazināšanās atkal top niecīga, tāpēc varam pieņemt, ka meklēto funkciju vislabāk izteic ceturtās kāpes vienādojums.

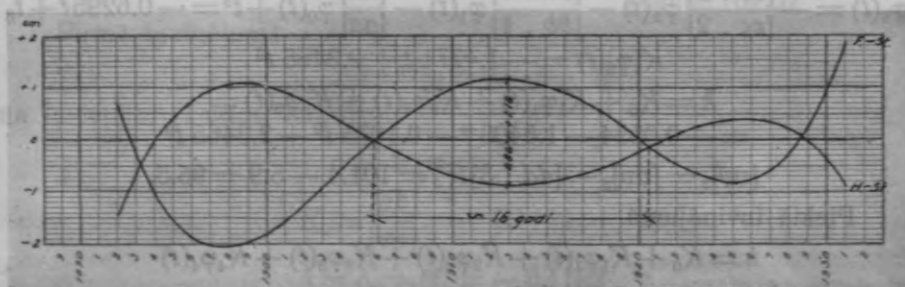
$$h = -0.7653 - 1.5405 t + 6.6152 t^2 + 2.3465 t^3 - 7.5523 t^4 \dots (A)$$

Ievietojot tanī dotās t_i vērtības no $t = -1$, caur $t = 0$, līdz $t = +1$, dabūjam atbilstošos h_i , kas grafiskā attēlojumā dod 5. zīm. parādīto likni $H - St$.

Analogi atrodam reducētām diferencēm Fredericia-Stokholma kā laika funkcijām izteiksmi

$$h = +1.0902 + 1.8381 t - 10.9106 t^2 - 1.9347 t^3 + 11.7534 t^4 \dots (B)$$

kas 5. zīm. attēlota ar likni $F - St$.



5. zīm.

5. zīmējumā redzam, ka abās diferenču rindās ir jūtama sistematiska līmeņa maiņa. Pirms to apskatām tuvāk — jāaizrāda, ka ar vienojumiem (A) un (B) aprēķinātās h vērtības būs noteiktākas resp. parametru kļūdu ietekme mazāka, ja t_i absolutās vērtības būs mazākas, kā tas ir likņu $H - St$ un $F - St$ vidējā daļā, kur $t = 0$ un pieaug uz abām pusēm līdz $t = |1|$. Tādēļ turpmāk piegriezīsim galveno vērtību likņu vidējai daļai.

1905. un 1906. gadu starpā abas liknes iet caur nulles līniju ($h_{F-St} = h_{H-St} = 0$), tad, attālinādamās no tās, sasniedz ekstremos punktus ($h_{F-St} = \max.$, $h_{H-St} = \min.$) 1913. gadā, pēc tam atkal tuvojas nulles līnijai un krusto to 1920. un 1921. gadu starpā. Pilnīga analogija vērojama 4. zīm., kurā attēlota 32 gadu periodiskā līmeņa svārstība Stokholmā; šeit gandrīz tanī pat laikā

$$1904. \text{ un } 1905. \text{ gadu starpā } R \cos(\omega t - E) = 0$$

$$1912. \text{ " } 1913. \text{ " } R \cos(\omega t - E) = \min.$$

$$1920. \text{ " } 1921. \text{ " } R \cos(\omega t - E) = 0.$$

Tādēļ aprēķinātos h_i varam uzskatīt kā Stokholmas 32 gadu periodiskās līmeņa maiņas pieaugumus.

$$R_{St} \cos(\omega t - E) + h_{H-St} = R_H \cos(\omega t - E)$$

$$R_{St} \cos(\omega t - E) + h_{F-St} = R_F \cos(\omega t - E).$$

Tā kā 1913. gadā

$$R_{St} \cos(\omega t - E) = \min = -1.83 \text{ cm}, (\cos \omega t - E) = -1$$

$$h_{H-St} = \min = -0.86 \text{ cm}$$

$$h_{F-St} = \max = +1.16 \text{ cm},$$

tad līmeņa svārstības pusamplituda (R) Helsinkos un Fredericiā būs:

$$R_H = R_{St} - h_{H-St}$$

$$R_F = R_{St} - h_{F-St}$$

$$R_H = 1.83 + 0.86 = 2.69 \text{ cm}$$

$$R_F = 1.83 - 1.16 = 0.67 \text{ cm}.$$

Svārstības pusperiodam atbilstošais laika sprādis likņu $H - St$ un $F - St$ vidējās daļas krustošanās punktu starpā ir apm. 16 gadi, resp. perioda garums 32 gadi (5. zīm.), kā tas pieņemts, sastādot (1) vienojumus.

Cik labi h liknes pieklaujas kosinusa līnijai, varam spriest, salīdzinot

$$R_H \cos(\omega t_i - E) - R_{St} \cos(\omega t_i - E) = (R_H - R_{St}) \cos(\omega t_i - E) \text{ ar } h_{iH-St}$$

un

$$R_F \cos(\omega t_i - E) - R_{St} \cos(\omega t_i - E) = (R_F - R_{St}) \cos(\omega t_i - E) \text{ ar } h_{iF-St}$$

Gadi	$(R_H - R_{St}) \cos(\omega t_i - E)$ cm	h_{iH-St} cm	$(R_F - R_{St}) \cos(\omega t_i - E)$ cm	h_{iF-St} cm
1906.	-0.28	-0.04	+0.33	+0.07
7.	-0.43	-0.22	+0.59	+0.32
8.	-0.57	-0.41	+0.77	+0.59
9.	-0.69	-0.55	+0.92	+0.80
1910.	-0.77	-0.69	+1.04	+0.97
11.	-0.83	-0.77	+1.12	+1.09
12.	-0.86	-0.85	+1.16	+1.15
13.	-0.85	-0.86	+1.15	+1.16
14.	-0.81	-0.85	+1.10	+1.15
15.	-0.74	-0.80	+1.00	+1.02
16.	-0.64	-0.70	+0.87	+0.91
17.	-0.52	-0.64	+0.70	+0.69
18.	-0.38	-0.56	+0.51	+0.57
19.	-0.22	-0.42	+0.30	+0.31
1920.	-0.05	-0.23	+0.07	+0.04

Kaut gan nav iemesla apgalvot, ka apskatītā līmeņa svārstība, ko Meissner's (10) uzskata kā Brickner'a 35 gadu klimatiskā perioda sekas, atkārtotais noteikti pēc 32 gadiem un iekļaujas kosinusa līnijā, tomēr doto novērojumu rindā viņa ir izpaudusies kā apmēram tāda, uzrādīdama amplitudas ($2R$)

Fredericiā $2R = 1.34$ cm, $R = 0.67$ cm

Stokholmā 3.66 " 1.83 "

Helsinkos 5.38 " 2.69 "

Kronštātē 3.36 " 1.68 "

Nepētot sīkāk šīs līmeņa svārstības cēloņus, konstatēsim tikai, ka tās amplituda ir atkarīga no ģeografiskās vietas. Viņa var būt stipri jūtama, kā piemēram Helsinkos, kur $2R = 5.38$ cm, kamēr Fredericiā, kas atrodas Baltijas jūras dienvidu piekrastē, tā pazūd amplitudas kļūdās, tāpēc to arī nevar konstatēt O. Meissner's (10) Vācijas līmeņu novērošanas stacijās.

93 gadu periods. Pētīdams sekularo līmeņa svārstību Baltijas un Ziemeļu jūrās, O. Meissner's (8., 9.), lai noskaidrotu šīs svārstības perioda garumu, aprēķina vairākām stacijām 80, 90, 100, 110 un 120

gadu periodam atbilstošo svārstības fazi un pusamplitudu. No vairākām stacijām dabūtie vidējie rezultāti ir šādi:

Gadi	Ziemeļu jūrā	Baltijas jūrā
80	$R = 24 \pm 7 \text{ mm}$ $E = 169^\circ$	$R = 27 \pm 6 \text{ mm}$ $E = 219^\circ \pm 10^\circ$
90	25 ± 6 $177^\circ \pm 4^\circ$	29 ± 6 195 ± 7
100	37 ± 8 $174 \pm 3,5$	30 ± 7 187 ± 9
110	37 ± 7 171 ± 3	34 ± 13 182 ± 14
120	42 ± 6 181 ± 3	32 ± 7 170 ± 6

Salīdzinādams dažādiem periodu garumiem atbilstošās R un E kļūdas, Meissner's secina, ka visatbilstošākais perioda garums ir 90 un 100 gadu starpā. Prévot pētījumi (18) Marseļā un Brestā ir devuši perioda garumu 93 gadus. Ņemot vērā, ka abos gadījumos arī svārstības fazes ir apmēram vienādas, varam secināt, ka Meissner's un Prévot savos pētījumos ir apskatījuši to pašu līmeņa svārstību (kaut gan Meissner's to domā esam klimatiskas dabas, bet Prévot — planetaras dabas). Ja tā, tad jautājumu par šīs līmeņa svārstības perioda garumu varam uzskatīt par noskaidrotu un ņemt perioda garumu 93 gadus, kā tas ir darīts sastādot (1.) vienādojumus.

Atstāsim jautājumu par šīs periodiskās līmeņa svārstības cēloņiem neizšķirtu — kā redzējam domas šinī jautājumā ir dažādas — un mēģināsim noskaidrot mūs interesējošās šīs svārstības īpašības.

Kā redzams 2. un 4. tabulā, 93 gadu periodiskās līmeņa svārstības pusamplituda un faze ir

$$\begin{array}{l} \text{Stokholmā } R = 1.714 \text{ cm} \quad E = 342^\circ 37' \\ \text{Kronštatē} \quad 1.812 \quad 343^\circ 49'. \end{array}$$

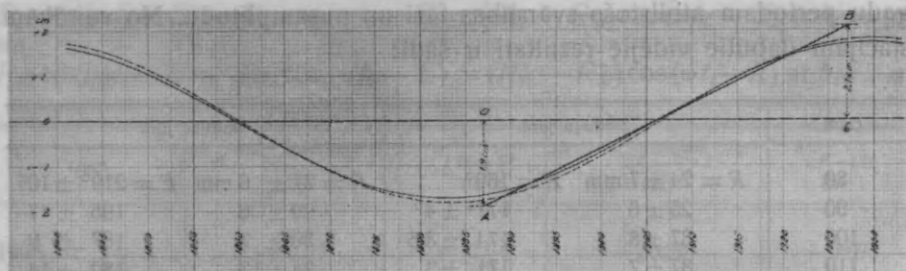
Abās vietās svārstības amplituda jūtami pārsniedz kļūdu robežas un ir gandrīz vienāda; arī fazes nobīde ļoti niecīga (6. zīm.)

$$\Delta E^\circ = -1^\circ, \text{ jeb } 1^\circ : \omega_{93} = 0.3 \text{ gadi.}$$

Šai līmeņa maiņai atbilstošais viszemākais ūdens līmenis Stokholmā un Kronštatē ir bijis 1883. gadā. Prévot dabū Vidus jūrā pie Marseļas un Atlantijas okeanā pie Brestas

$$R = 1.65 \text{ cm}$$

ar atbilstošo viszemāko ūdens līmeni apmēram 1875. gadā.



6. zīm.

Arī šeit svārstības amplituda ir gandrīz tāda pat kā Stokholmā un Kronštātē, un fāzes nobīde iepretim Stokholmā un Kronštātē ir

$$1883 - 1875 = 8 \text{ gadi,}$$

kas nepārsniedz Stokholmas fāzes leņķa kļūdu ($m = \pm 11.4$ gadus).

Meissner'a dažādām vietām aprēķinātā svārstības amplituda turpretim ir lielāka un uzrāda jūtamu maiņu atkarībā no vietas. Šiem datiem tomēr jāpieiet ar zināmu uzmanību, jo Meissner's savos pētījumos ignorē zemes garozas vertikālās kustības — viņš pieņem, ka Vācijas piekrastē tādas neeksistē. Ka šāds pieņēmums nav pilnīgi pamatots, to redzēsīm vēlāk. Tagad apskatīsim, kā tās varētu ietekmēt dabūtos rezultātus.

Izteiksim gada vidējos jūras līmeņus u_i , kā to dara Meissner's, ar vienādojumiem:

$$u_1 = R \cos(\omega t_1 - E)$$

$$u_2 = R \cos(\omega t_2 - E)$$

$$u_3 = R \cos(\omega t_3 - E)$$

$$\text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---}$$

$$u_n = R \cos(\omega t_n - E).$$

Pieņemot, ka fāzes leņķis E zināms, lietojot Gauss'a sumu apzīmējumus, R aprēķināšanai ar vismazāko kvadrātu metodes palīdzību dabūjam izteiksmi

$$R = \frac{[\cos(\omega t - E) \cdot u]}{[\cos^2(\omega t - E)]}$$

Ja turpretim ņemam vērā zemes garozas vertikālo pārvietošanos, kas dod šķietamu līmeņa pieaugumu B_0 gadā, tad u_i vietā būs jāņem

$$\begin{aligned} u'_1 &= u_1 + B_0 t_1 \\ u'_2 &= u_2 + B_0 t_2 \\ u'_3 &= u_3 + B_0 t_3 \\ &\text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \\ u'_n &= u_n + B_0 t_n \end{aligned}$$

un R aprēķināšanai dabūjam izteiksmi

$$R = \frac{[\cos(\omega t - E)u']}{[\cos^2(\omega t - E)]}$$

vai, ievietojot u'_i vietā viņu izteiksmes

$$R = \frac{[\cos(\omega t - E)u]}{[\cos^2(\omega t - E)]} + \frac{[\cos(\omega t - E)B_0 t]}{[\cos^2(\omega t - E)]}$$

suma $\cos(\omega t - E)B_0 t$ dotā fazē ir atkarīga no B_0 . Tā kā Vācijas piekraste, kā to redzēsim vēlāk, pamazām grimst, pie tam dažādās vietās ar dažādu ātrumu, tad arī B_0 ir pozitīvs un katrā vietā savādāks. Jādomā, ka tādēļ Meissner'a dabūtās R vērtības ir lielākas un dažādās vietās dažādas. Ievērojot to, šķiet būs pareizāk, ja atteiksimies no turpmākas šo datu lietošanas.

Kā redzējam, Vidusjūrā pie Marseļas, Atlantijas okeanā pie Brestas un Baltijas jūrā pie Stokholmas un Kronštates 93 gadu periodiskā līmeņa svārstība fazē sakrīt un uzrāda vienādu amplitudu. Tādēļ varam pieņemt, ka tā ir Atlantijas okeana līmeņa svārstība, kas tādā pat ritmā šūpo līdzī Baltijas jūras līmeni. Vai šī līmeņa svārstība ir patiešām periodiskas dabas, vai tā tikai iekļaujas kosinusa līnijā, to pagaidām nav iespējams noteikt.

20.000 gadu periodiskā līmeņa svārstība relatīvi īsā doto novērojumu rindā pielīdzinama lineārai līmeņa maiņai; kā tāda viņa ir iekļāvusies komponentē B_0 . Ja pieņemam, ka 20.000 gadu svārstības amplituda ir apmēram tāda pat kā pārējām planetaras dabas līmeņa svārstībām, tad viņas ietekme komponentē B_0 būs tik niecīga, ka to droši varam ignorēt.

Nobeidzot Baltijas jūras periodisko līmeņa svārstību apskatu, jāaizrāda, ka tās stipri apslēptas nejaušās līmeņa svārstībās; noteiktāk izdala tikai 32 un 93 gadu periodiskās līmeņa svārstības, kurām tādēļ arī turpmākos pētījumos jāpiegriež galvenā vērība.

Linearās līmeņa maiņas.

Nosauksim par linearām līmeņa maiņām tādas, kas dod jūras līmenim no gada uz gadu vienādu pieaugumu. Tām ar zinamu ierobežojumu var pieskaitīt gandrīz visas eustatiskās līmeņa maiņas.

Visjūtāmākās šķiet glacialās līmeņa maiņas. Kā zinams no ledus laikmeta vēstures, apledošanu laikā milzīgas ūdens masas no okeaniem pārvietojās uz kontinentiem, veidodamas tur ledājus. Tādēļ samazinājās ūdens daudzums okeanos un to līmenis pazeminājās. Ledum kūstot, ūdens atkal noplūda okeanos un to līmenis cēlās.

Cik šādas līmeņa maiņas var būt lielas, rāda A. Penka (19) pētījumi; starp citu viņš aprēķina, ka jaunākā leduslaikmeta ledum izkūstot, okeanu līmenim vajadzēja pacelties par apm. 100 metriem, vai par 5—10 metriem tūkstots gados. Ledus un starpledus laikmetiem mainoties, tādā pat ritmā mainas arī okeanu līmenis, tādēļ šķiet nevarētu runāt par linearu līmeņa maiņu, bet, ja ņemam vērā procesa ārkārtīgi lēno norisi, mūs interesējošā relatīvi īsajā laika sprīdī, glacialās līmeņa maiņas varam uzskatīt kā linearas.

Nomiskās līmeņa maiņas ir vienmērīgas un vienmēr pozitīvas, jo cietzemes sairšanas produktu pārvietošanās okeanos pastāvīgi samazina viņu tilpumu, resp. relatīvi nelielā laika intervalā lineari maina okeana līmeni. A. Penks šo līmeņa maiņu aprēķina 3.3 cm tūkstots gados.

Vēl niecīgāks ir juvenilo ūdeņu pieaugums, pēc A. Penka tas dod vienmērīgu līmeņa pieaugumu 2.8 mm tūkstots gados.

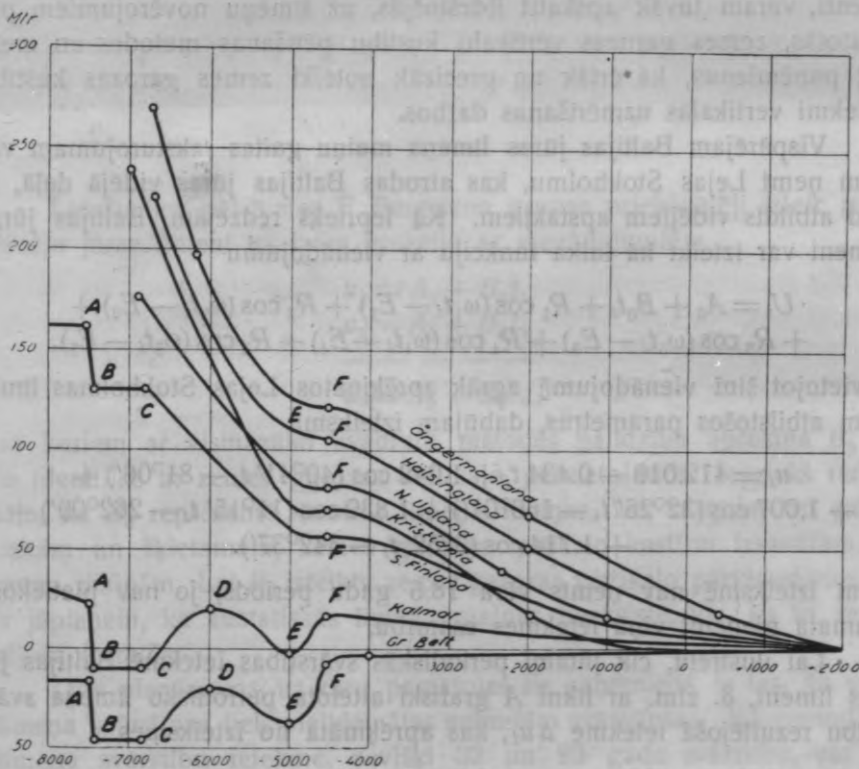
Strofiskās līmeņa maiņas, ko izsauc zemes garozas kustības, mainīdamas okeanu tilpumu, pēc savas dabas nav vienmērīgas, tomēr ierobežojoties mūs interesējošā laika intervalā, arī tās varam pielīdzināt linearām līmeņa maiņām. Linearām nevaram pielīdzināt tikai tās strofiskās līmeņa maiņas, ko izsauc zemestrīces, ļoti īsā laikā pārvietodamas lielas zemes masas, tādā kārtā strauji mainīdamas okeanu tilpumu, resp. ūdens līmeni. Salīdzinot ar okeanu tilpumu ($1370 \times 10^6 \text{ km}^3$), šīs masas tomēr ir relatīvi ļoti mazas, tā tad niecīga arī līmeņa maiņa. Tā piemēram 1923. gada Kvanto zemestrīce Sagami jūras līci, pēc Penka aprēķiniem, ir devusi tikai 0.09 mm līmeņa pazemināšanos.

Vēl jāaizrāda, ka visiem minētiem līmeni mainošiem procesiem pretīm darbojas izostazija, mazinādama viņu ietekmi.

Lai noteiktu zinamā vietā līmeņa maiņas, atkārtoti pēc noteikta laika nosaka vertikālo atstatumu nekustīga cietzemes punkta un līmeņa virsmas starpā. Šim nolūkam, kā zinams, lieto līmeņa novērošanas skālas

vai mareografus. Kamēr zemes garozu varām uzskatīt par nekustīgu, — ar laiku konstatējamais atstatuma pieaugums uz skālas resp. mareografu nullpunktu un līmeņa virsmas starpā izteic patieso līmeņa maiņu. Ja turpretim arī zemes garoza pārvietojas vertikālā virzienā, — patiesām līmeņa maiņām vēl pievienojas šķietamā līmeņa maiņa, kas sumā dod tā saucamo krasta līnijas pārvietošanos.

Baltijas jūras krasta līnijas pārvietošanās ir bijusi vairāku zinātnieku pētījumu objekts. Sakopodams šo pētījumu rezultātus, A. G. Högbom's (1.) dod vairākām vietām Baltijas jūras piekrastē krasta līnijas pārvietošanās grafisku attēlu, kas ietver laikmetu no Baltijas ledus ezera posma līdz mūsu dienām.



7. zim.

(Pēc A. G. Högbom'a, Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala 1919.)

Zīmējuma pamatlīnija (0) atbilst tagadējam jūras līmenim, A — B dienvidus Baltijas ledusezera grimšana ap 7500 g. pr. Kr. B — C Joldijas jūras posms, C — E Ancylus ezera posms, E — F Litorīnas jūras transgresija.

— Līknēs atzīmētie punkti rāda atbilstošā laika līmeni.

Minētais A. G. Högbom'a krasta līnijas pārvietošanās grafiskais attēlojums parādīts 7. zīmējumā. No tā redzams, ka krasta līnijas pārvietošanos varam uzskatīt par linearu diezgan lielā laika intervālā.

Šo krasta līnijas pārvietošanos, kas (1.) vienādojumu sistēmā izteicās ar B_0 , vairāki zinātnieki, kas pētījumiem lieto līmeņa novērojumus, identificē ar zemes garozas vertikālo pārvietošanos resp. ignorē eustatiskās līmeņa maiņas.

Pētišanas metodes.

Tagad, kad mums ir zināmi Baltijas jūras līmeni veidojošie elementi, varam tuvāk apskatīt līdzšinējās, uz līmeņu novērojumiem pamatotās, zemes garozas vertikālo kustību pētišanas metodes un meklēt paņēmienus, kā ērtāk un precīzāk noteikt zemes garozas kustību ietekmi vertikālās uzmērīšanas darbos.

Vispārējam Baltijas jūras līmeņa maiņu gaitas raksturojumam varam ņemt Lejas Stokholmu, kas atrodas Baltijas jūras vidēja daļā, tā tad atbildīs vidējiem apstākļiem. Kā iepriekš redzējām, Baltijas jūras līmeni var izteikt kā laika funkciju ar vienādojumu

$$U_i = A_0 + B_0 t_i + R_1 \cos(\omega_1 t_i - E_1) + R_2 \cos(\omega_2 t_i - E_2) + R_3 \cos(\omega_3 t_i - E_3) + R_4 \cos(\omega_4 t_i - E_4) + R_5 \cos(\omega_5 t_i - E_5).$$

Ievietojot šinī vienādojumā agrāk aprēķinātos Lejas Stokholmas līmenim atbilstošos parametrus, dabūjam izteiksmi

$$u_i = 412.010 - 0.434 t_i + 1.042 \cos(40^\circ 41' t_i - 81^\circ 06') + 1.007 \cos(32^\circ 26' t_i - 160^\circ 01') + 1.830 \cos(11^\circ 15' t_i - 262^\circ 09') + 1.714 \cos(3^\circ 52' t_i - 342^\circ 37').$$

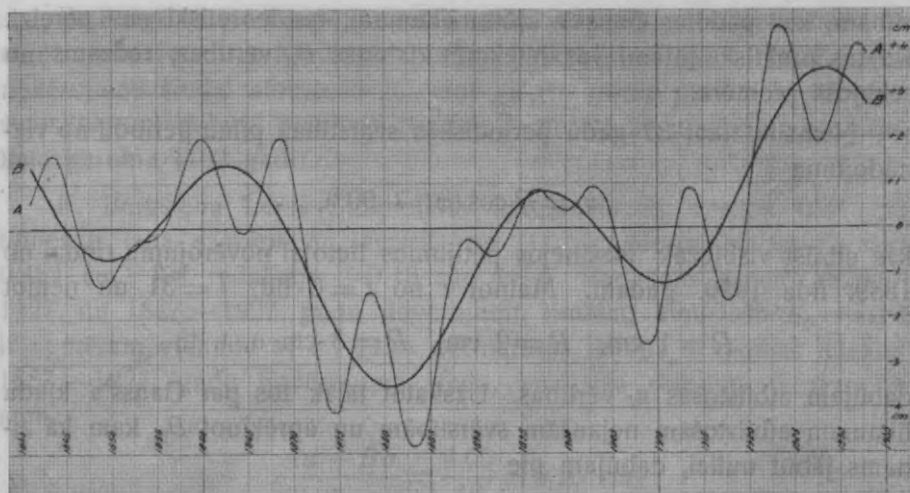
Šinī izteiksmē nav ņemts vērā 18.6 gadu periods, jo nav pietiekoša pamata pieņemt viņa ietekmes esamību.

Lai ilustrētu, cik jūtami periodiskās svārstības ietekmē Baltijas jūras līmeni, 8. zīm. ar likni A grafiski attēlota periodisko līmeņa svārstību rezultējošā ietekme Δu_i , kas aprēķināta no izteiksmes

$$\Delta u_i = 1.042 \cos(40^\circ 41' t_i - 81^\circ 06') + 1.007 \cos(32^\circ 26' t_i - 160^\circ 01') + 1.830 \cos(11^\circ 15' t_i - 262^\circ 09') + 1.714 \cos(3^\circ 52' t_i - 342^\circ 37'),$$

mainot t_i dotās robežās un ar likni $B - 32$ un 93 gadu svārstību rezultējošā ietekme $\Delta u'_i$ no izteiksmēm

$$\Delta u'_i = 1.830 \cos(11^\circ 15' t_i - 262^\circ 09') + 1.714 \cos(3^\circ 52' t_i - 342^\circ 37').$$



8. zīm.

Līdzšinējos pētījumos F. Bergstena grupas priekšgājēji izteic gada vidējo jūras līmeni kā laika funkciju ar vienādojumiem

$$u_1 = A_0 + B_0 t_1$$

$$u_2 = A_0 + B_0 t_2$$

$$u_n = A_0 + B_0 t_n,$$

no kuriem ar vismazāko kvadrātu metodes palīdzību aprēķina B_0 un to identificē ar zemes garozas vertikālo pārvietošanos. Iepriekš redzējām, ka B_0 reprezentē lineārās līmeņa maiņas, kas sastādas no eustatiskām un šķietamām, zemes garozas vertikālo kustību izsauktām, līmeņa maiņām. Lai B_0 izteiktu zemes garozas vertikālo pārvietošanos, — ir jāpieņem, ka eustatiskās līmeņa maiņas neeksistē, vai, ka to rezultējošā ir nulle.

Otrs pieņēmums, uz kuru pamatojas šis paņēmieni, ir tas, ka visas līmeņa svārstības tiek pielīdzinātas nejaušām svārstībām. Ka periodisko līmeņa svārstību ietekme, sevišķi 32 un 93 gadu svārstību, var būt diezgan jūtama, redzams 8. zīmējumā. Ignorējami tās, nedabūjam īstenībai atbilstošās B_0 vērtības divu iemeslu dēļ. Pirmkārt, jau pati periodisko līmeņa svārstību esamība dod dažādas B_0 vērtības pie dažāda novērojumu rindas garuma vai pie vienāda rindas garuma, ņemta dažādos laikos. Otrkārt, aprēķinot B_0 ar vismazāko kvadrātu metodes palīdzību, periodiskās līmeņa svārstības tiek pielīdzinātas nejaušām svār-

stībām, kas padotas Gauss'a kļūdu likumam, tas teoretiski nav pareizi. Ka tas praktiski jūtami var ietekmēt dabūtās B_0 vērtības, redzams no sekojošā piemēra.

Ņemsim tikai 32 gadu periodiskās svārstības pilnu periodu no viēnādojuma

$$u_i = R \cos(\omega t_i - 90^\circ),$$

kas atbilst visbiežāk līdzšinējos pētījumos lietotai novērojumu rindai no 1889. līdz 1920. gadam. Mainot t no $t=0$ līdz $t=31$ un ņemot

$$R = 1 \text{ cm}, \quad R = 2 \text{ cm}, \quad R = 3 \text{ cm u. t. t.},$$

dabūjam atbilstošās u_i vērtības. Uzskatot tālāk tos par Gauss'a kļūdu likumam atbilstošām nejaušām svārstībām un aprēķinot B_0 , kam kā ziņams jābūt nullei, dabūjam pie

$R = 1 \text{ cm}$	$B_0 = -0.06 \text{ cm}$
2	-0.12
3	-0.18
4	-0.24

Ši ietekme, sumēdamās ar citu periodisko līmeņa svārstību līdzīgu ietekmi, var jūtami mainīt meklējamo, īstenībai atbilstošo B_0 vērtību. Bez tam 32 gadu periodiskās līmeņa svārstības amplituda ir atkarīga no novērošanas vietas; piemēram Fredericias un Helsinku starpā R mainas no 0.67 cm līdz 2.69 cm, un Botnijas jūras līča ziemeļos tā varbūt ir vēl lielāka. Tādēļ arī atšķirība ar vismazāko kvadrātu metodes palīdzību aprēķināto un īstenībai atbilstošo B_0 starpā būs dažāda, atkarībā no vietas.

To savos pētījumos ņem vērā F. Bergstens. Uzskatīdams Lejas Stokholmas 1825.—1927. gadu novērojumu rindai ar vismazāko kvadrātu metodes palīdzību (ignorējot periodiskās līmeņa svārstības) aprēķināto $B_0 = 0.44 \text{ cm}$ par atbilstošu īstenībai, rietumu un dienvidu rietumu stacijām aprēķinātiem B_0 dod labojumu no -0.03 cm līdz 0.00 cm , proporcionāli atstatumam (gar krastu) līdz Stokholmai, un no 0.00 cm līdz $+0.02 \text{ cm}$ stacijām, kas atrodas no Stokholmas uz ziemeļiem. Labojums liekas būtu ņemts par mazu, jo Stokholmas un Fredericias 32 gadu svārstības pusamplitudu starpība ir $1.83 \text{ cm} - 0.67 \text{ cm} = 1.16 \text{ cm}$, un atbilstošam labojumam vajadzētu būt apm. -0.07 cm , kurpretim Smøgena, kas atrodas tālāk no Stokholmas, dabū labojumu -0.03 cm .

F. Bergstens savos pētījumos neņem vērā 93 gadu periodisko līmeņa svārstību. Aprēķinādams Lejas Stokholmas 1825.—1927. gadu novērojumu rindai atbilstošo B_0 , viņš vispār ignorē periodiskās līmeņa svārstības un dabūtā rezultāta pareizību motivē ar novērojumu rindas lielo garumu (103 gadi).

F. Bergstena Lejas Stokholmai aprēķinātā B_0 vērtība 0.44 cm tomēr ir labā saskaņā ar iepriekš no (1) vienādojumiem aprēķināto 0.434 cm. Arī redukcija +0.13 cm, ko F. Bergstens noteic 1825.—1927. un 1887.—1927. gadu novērojumu rindām, atbilstošo B_0 starpā ir apmēram vienāda ar 93 gadu periodiskās līmeņa svārstības ietekmi 1887.—1927. gadu novērojumu rindā, kurā, kā redzams 6. zīm., ir apm.

$$\frac{Aa + Bb}{n} = \frac{4.00}{40} \cong 0.10 \text{ cm.}$$

Tādēļ varam pieņemt, ka F. Bergstena Zviedrijas līmeņu novērošanas stacijām aprēķinātās B_0 vērtības diezgan pareizi izteic krasta līnijas, bet gan ne zemes garozas vertikālo pārvietošanos.

Witting's un citi šī virziena zinātnieki, meklējot līmeni kā geoida virsmu, eliminēdami atmosfēras spiediena un vēja izsuktās līmeņa maiņas, neņem vērā planetārās dabas periodiskās līmeņa svārstības, kā arī no vietējiem klimatiskiem apstākļiem neatkarīgo 93 gadu periodisko līmeņa svārstību. Ar to varbūt pa daļai izskaidrojamas viņu konstatētās nevienmērības zemes garozas vertikālās kustības atsevišķos gados.

Tā kā arī šie zinātnieki ignorē eustatiskās līmeņa maiņas, tad aprēķinātās zemes garozas vertikālās kustības patiesībā izteic tikai krasta līnijas pārvietošanos.

Kā viena, tā otra līdzšinējās pētīšanas metodes nepiegrīž vajadzīgo vērtību periodiskām līmeņa svārstībām. Eustatisko līmeņa maiņu ietekmi turpretim pagaidām nav iespējams noteikt, un sakarā ar to nav iespējams noteikt arī absolūto zemes garozas pārvietošanos. Tādēļ turpmākos pētījumos jāapmierinas ar krasta līnijas pārvietošanu, ko var aprēķināt no līmeņa novērojumu rindas ar (1) un (4) vienādojumu palīdzību.

Pirms tuvāk apskatām zemes garozas kustību ietekmi vertikālās uzmērīšanas darbos, noskaidrosim jēdzienu par punkta (vietas) augstumu.

Par punkta augstumu ģeodezijā nosauc vertikālo atstatumu dotā punkta un pieņemtās referencvirsmas starpā. Kā referencvirsmu pieņem vai nu vidējo jūras līmeni, vai arī līmeņa virsmu (smaguma spēka potenciāla virsmu), kas iet caur kaut kādu pieņemtu punktu.

Ja gribam, lai vertikālais atstatums referencvirsmas un punkta starpā vienmēr izteiktu punkta augstumu virs vidējā jūras līmeņa, tad, izvēloties par referencvirsmu vidējo jūras līmeni, zem tā jāsaprot no nejaušām un periodiskām svārstībām atbrīvota jūras līmeņa virsma, kuras vertikālo atstatumu U_i līdz skālas resp. mareografa nullei kā laika funkciju nosaka vienādojums

$$U_i = A_0 + B_0 t_i,$$

kur A_0 un B_0 aprēķināmi no dotās novērojumu rindas ar (1) un (3) vienādojumiem.

Atstatums skālas resp. mareografa nulles un šādi noteiktas referencvirsmas starpā ar laiku mainas divu iemeslu dēļ. Pirmkārt, pati līmeņa virsma padota linearām maiņām, otrkārt, līdz ar zemes garozu pārvietojas tai cieši pievienotā skāla resp. mareografs. Šo maiņu rezultējošā ir mums jau pazīstamā krasta līnijas pārvietošanās B_0 . Līdzīgā kārtā mainas arī, uz vidējo jūras līmeni attiecinātais, punktu augstums, tikai pozitīvam krasta līnijas pārvietojumam atbilst negatīva punktu augstuma maiņa.

Saskaņā ar to uz vidējo jūras līmeni attiecināto punktu augstumu H_i varam izteikt kā laika funkciju ar vienādojumu

$$H_i = H_0 - B_0 t_i \dots \dots \dots (17),$$

kur H_0 — sākumā ($t = 0$) ar līmetņošanu noteiktais punktu augstums. Vai, apzīmējot ar L lineāro līmeņa maiņu un ar ΔH zemes garozas vertikālo pārvietojumu laika vienībā,

$$B_0 = L - \Delta H$$

punkta augstums būs

$$H_i = H_0 - L t_i + \Delta H t_i.$$

Kā redzējām, krasta līnijas pārvietojums B_0 ir atkarīgs no vietas; lineārās līmeņa maiņas (eustatiskās) L turpretim ir visur vienādas, tādēļ varam teikt, ka zemes garoza pārvietojas dažādās vietās ar dažādu ātrumu. Ja izrādītos, ka eustatiskās līmeņa maiņas var ignorēt, kā tas bieži tiek pieņemts, tikai tad aprēķinātais B_0 izteiktu zemes garozas vertikālo pārvietošanos, kas tad būtu

$$\Delta H = -B.$$

Apskatītam punktu augstuma noteikšanas paņēmienam varētu būt nozīme ūdens būvēs, kas nāk tiešā sakarā ar Baltijas jūras līmeni, ja izrādītos, ka B_0 praktiski nav ignorējams. To mēģināsim noskaidrot vēlāk.

Ja par referencvirsmu uzskata vidējo jūras līmeni, kas dabūts no novērojumu rindas kā aritmetiskais vidējais

$$U = \frac{[u]}{n} = A_0,$$

tad uz šo referencvirsmu attiecinātais punktu augstums tikai tādā gadījumā izteiks augstumu virs faktiskā vidējā jūras līmeņa, ja

$$L + \Delta H = 0.$$

Pretējā gadījumā šādi pieņemta referencvirsmā, kas iet caur noteiktu skālas vietu, būs identiska ar līmeņa virsmu (smaguma spēka potenciāla virsmu), kas iet caur kaut kādu pieņemtu punktu.

Ja par referencvirsmu izvēlamies smaguma spēka potenciāla virsmu, kas iet caur kaut kādu pieņemtu punktu, ko ģeodezijā sauc par līmetņošanas tīkla izejas punktu vai nullpunktu, tad uz šo virsmu attiecināto punktu augstumu ietekmēs tikai zemes garozas vertikālās kustības. Referencvirsmā pārvietosies vertikālā virzienā ar ātrumu, kas atbilst zemes garozas vertikālam pārvietojumam izejas punktā, un uz šo referencvirsmu attiecināto punkta augstumu H_i varēs izteikt kā laika funkciju ar vienādojumu

$$H_i = H_0 - \Delta H t_i + \Delta H' t_i,$$

kur ΔH — zemes garozas vertikālā pārvietošanās izejas punktā,
 $\Delta H'$ — zemes garozas vertikālā pārvietošanās vietā, kurai nosakams augstums.

Šī izteiksme praktiski nav lietojama, jo tanī ieiēt mums nezināmie ΔH un $\Delta H'$.

Atceroties, ka

$$\begin{aligned} B_0 &= L - \Delta H \\ B'_0 &= L - \Delta H', \end{aligned}$$

un atskaitot no pirmās izteiksmes otro, dabūjam

$$-\Delta H + \Delta H' = B_0 - B'_0.$$

Ievietojot to iepriekšējā punkta augstuma izteiksmē, gūstam

$$H_i = H_0 + (B_0 - B'_0) t_i \dots \dots \dots (18)$$

(17) un (18) izteiksmes rāda, ka vienreiz noteiktais punkta augstums H_0 ar laiku mainas, pie kam augstuma maiņu kā vienā, tā otrā gadījumā var izteikt ar krasta līnijas pārvietojumu. Krasta līnijas pārvietojumu varam vienmēr aprēķināt, ja dotās vietās ir vajadzīgās līmeņa novērojumu rindas, un ar tiem noteikt punktu augstumu labojumus laika vienībā. Pirmā gadījumā punkta augstuma labojums būs

$$\delta h = -B'_0,$$

otrā

$$\Delta h = B_0 - B'_0.$$

Apskatīsim tuvāk otro gadījumu, kad par referencvirsmu pieņemta smaguma spēka potenciāla virsma, kas iet caur noteiktu punktu. Lai noteiktu punktu augstuma labojumus, jāaprēķina krasta līnijas pārvietojums visām mūs interesējošām līmeņu novērošanas stacijām, kas, kā redzējām, prasa ļoti daudz darba, jo katrai stacijai jāsatāda un jāatrisina 12 normalvienādojumi, bez tam rezultātā dabūtie B_0 iznāk ar samērā lielu vidējo kļūdu. Veidojot diferenci $B_0 - B'_0$, kļūda vēl palielinās apmēram $\sqrt{2}$ reizes, un dabūtie rezultāti top praktiski mazvērtīgi.

Tādēļ paceļas jautājums, vai nebūtu izdevīgāki aprēķināt tieši krasta līnijas pārvietojumu diferenci $B_0 - B'_0$ no novēroto līmeņu rindām.

Izteiksim izejas punktā novērotos gada vidējos jūras līmeņus ar mums jau pazīstamiem vienādojumiem

$$u_1 = A_0 + B_0 t_1 + R_1 \cos(\omega_1 t_1 - E_1) + R_2 \cos(\omega_2 t_1 - E_2) + R_3 \cos(\omega_3 t_1 - E_3) + \\ + R_4 \cos(\omega_4 t_1 - E_4) + R_5 \cos(\omega_5 t_1 - E_5)$$

$$u_2 = A_0 + B_0 t_2 + R_1 \cos(\omega_1 t_2 - E_1) + R_2 \cos(\omega_2 t_2 - E_2) + R_3 \cos(\omega_3 t_2 - E_3) + \\ + R_4 \cos(\omega_4 t_2 - E_4) + R_5 \cos(\omega_5 t_2 - E_5)$$

$$u_n = A_0 + B_0 t_n + R_1 \cos(\omega_1 t_n - E_1) + R_2 \cos(\omega_2 t_n - E_2) + R_3 \cos(\omega_3 t_n - E_3) + \\ + R_4 \cos(\omega_4 t_n - E_4) + R_5 \cos(\omega_5 t_n - E_5)$$

un kaut kādas brīvi izvēlētas līmeņu novērošanas stacijas, kurai gribam noteikt vietas (punkta) augstuma labojumu, gada vidējos jūras līmeņus u'_i ar vienādojumiem

$$u'_1 = A'_0 + B'_0 t_1 + R'_1 \cos(\omega_1 t_1 - E'_1) + R'_2 \cos(\omega_2 t_1 - E'_2) + R'_3 \cos(\omega_3 t_1 - E'_3) + R'_4 \cos(\omega_4 t_1 - E'_4) + R'_5 \cos(\omega_5 t_1 - E'_5)$$

$$u'_2 = A'_0 + B'_0 t_2 + R'_1 \cos(\omega_1 t_2 - E'_1) + R'_2 \cos(\omega_2 t_2 - E'_2) + R'_3 \cos(\omega_3 t_2 - E'_3) + R'_4 \cos(\omega_4 t_2 - E'_4) + R'_5 \cos(\omega_5 t_2 - E'_5)$$

$$u'_n = A'_0 + B'_0 t_n + R'_1 \cos(\omega_1 t_n - E'_1) + R'_2 \cos(\omega_2 t_n - E'_2) + R'_3 \cos(\omega_3 t_n - E'_3) + R'_4 \cos(\omega_4 t_n - E'_4) + R'_5 \cos(\omega_5 t_n - E'_5)$$

Atskaitot no pirmiem vienādojumiem atbilstošos otros un atceroties, ka 8.85, 11.1, 18.6 un 93 gadu līmeņa svārstību amplitudas un fazes lēņkus varam uzskatīt par vienādiem visā Baltijas jūrā resp.:

$$R_1 = R'_1 \quad E_1 = E'_1 \quad (8.85 \text{ g.})$$

$$R_2 = R'_2 \quad E_2 = E'_2 \quad (11.1 \text{ g.})$$

$$R_3 = R'_3 \quad E_3 = E'_3 \quad (18.6 \text{ g.})$$

$$R_5 = R'_5 \quad E_5 = E'_5 \quad (93 \text{ g.}),$$

bet

$$R_4 \neq R'_4 \quad E_4 = E'_4 \quad (32 \text{ g.}),$$

dabūjam

$$u_1 - u'_1 = (A_0 - A'_0) + (B_0 - B'_0) t_1 + (R_4 - R'_4) \cos(\omega_4 t_1 - E_4)$$

$$u_2 - u'_2 = (A_0 - A'_0) + (B_0 - B'_0) t_2 + (R_4 - R'_4) \cos(\omega_4 t_2 - E_4)$$

$$u_n - u'_n = (A_0 - A'_0) + (B_0 - B'_0) t_n + (R_4 - R'_4) \cos(\omega_4 t_n - E_4).$$

Pieņemot apzīmējumus

$$u_i - u'_i = h_i$$

$$A_0 - A'_0 = h_0$$

$$B_0 - B'_0 = \Delta h$$

$$(R_4 - R'_4) \cos(\omega_4 t_i - E_4) = \Delta R_4 \cos(\omega_4 t_i - E_4)$$

$$\Delta A_4 = \Delta R_4 \cos E_4$$

$$\Delta B_4 = \Delta R_4 \sin E_4.$$

Liekot šos apzīmējumus iepriekšējos vienādojumos, dabūjam

$$h_1 = h_0 + \Delta h t_1 + \Delta A_4 \cos \omega_4 t_1 + \Delta B_4 \sin \omega_4 t_1$$

$$h_2 = h_0 + \Delta h t_2 + \Delta A_4 \cos \omega_4 t_2 + \Delta B_4 \sin \omega_4 t_2$$

$$h_n = h_0 + \Delta h t_n + \Delta A_4 \cos \omega_4 t_n + \Delta B_4 \sin \omega_4 t_n.$$

Tā ar divās vietās novēroto līmeņu diferencēm

$$u_1 - u'_1 = h_1$$

$$u_2 - u'_2 = h_2$$

$$u_n - u'_n = h_n$$

varam sastādīt n kļūdu vienādojumus ar četriem nezināmiem, kuru aprēķināšanai ar vismazāko kvadrātu metodes palīdzību būtu jā sastāda un jāatrisina četri normalvienādojumi.

32 gadu periodiskās līmeņa svārstības fazes leņķis E_4 mums jau ir zināms no iepriekšējā, kur apskatījām periodiskās līmeņa svārstības; izmantojot to un attiecīgi izvēloties laika koordinātu sākumu, šo aprēķinu var vēl tālāk vienkāršot.

Šim nolūkam iedomāsimies gada vidējo jūras līmeņu diferences h'_i , no kurām atskaitīti atbilstošie $\Delta R_4 \cos(\omega_4 t_i - E_4)$

$$h'_1 = h_1 - \Delta R_4 \cos(\omega_4 t_1 - E_4)$$

$$h'_2 = h_2 - \Delta R_4 \cos(\omega_4 t_2 - E_4)$$

$$h'_n = h_n - \Delta R_4 \cos(\omega_4 t_n - E_4).$$

Tā pārveidotās gada vidējo jūras līmeņu diferences varam izteikt ar vienādojumiem

$$h'_1 = h_0 + \Delta h t_1$$

$$h'_2 = h_0 + \Delta h t_2$$

$$h'_n = h_0 + \Delta h t_n.$$

kuros ieiet tikai divi nezināmie h_0 un Δh ; to aprēķināšanai sastādam normalvienādojumus

$$n h_0 + [t] \Delta h = [h']$$

$$[t] h_0 + [tt] \Delta h = [th'].$$

Ja izvēlamies laika koordinātu sākumu novērojumu rindas vidū, tas ir, ja

$$T_0 = \frac{T_1 + T_n}{2} \text{ un } t_i = T_i - T_0,$$

tad $[t] = 0$ un normalvienādojumi būs

$$n h_0 = [h']$$

$$[tt] \Delta h = [th'].$$

no kurienes

$$h_0 = \frac{[h']}{n}$$

$$\Delta h = \frac{[th']}{[tt]}$$

Liksim tagad h'_i vietā tiem atbilstošās izteiksmes, tad

$$h_0 = \frac{[h]}{n} - \frac{[\Delta R_4 \cos(\omega_4 t - E_4)]}{n}$$

$$\Delta h = \frac{[th]}{[tt]} - \frac{[\Delta R_4 \cos(\omega_4 t - E_4)t]}{[tt]}$$

Ja izdotos novērojumu rindu izvēlēties tā, lai fāzes leņķis E būtu 0 vai 180 gradu resp., lai $\Delta R_4 \cos(\omega_4 t_i - E_4)$ likne būtu simetriska pret laika koordinātu sākumu, tad

$$[\Delta R_4 \cos(\omega_4 t - E_4)t] = 0.$$

Izrādas, ka ar nedaudziem izņēmumiem tas ir iespējams, jo gandrīz visas mūsu rīcībā esošās novērojumu rindas sākas ar 1889. gadu un jaunākie pieejamie dati ir 1933. gadam, kas dod koordinātu sākumu 1911. gadā. Arī $\cos(\omega_4 t_i - E_4)$ sasniedz minimumu ap 1912. gadu resp. $E = 180^\circ$. Tamdēļ, izmantojot visu novērojumu rindu, ir iespējams aprēķināt mūs interesējošo Δh ar vienkāršotu izteiksmi:

$$\Delta h = \frac{[ht]}{[tt]} \dots \dots \dots (19).$$

Aprēķinot $[vv]$ no izteiksmes

$$[vv] = [hh] - [h]h_0 - [th]\Delta h.$$

mums jāzina h_0 . Tā tuvinu vērtību varam dabūt, pieņemot izteiksmē

$$h_0 = \frac{[h]}{n} - \frac{[\Delta R_4 \cos(\omega_4 t - E_4)]}{n},$$

ka loceklis $\frac{[\Delta R_4 \cos(\omega_4 t - E_4)]}{n} = 0$,

jo tas patiešām būs nulle, ja $n = 32$ resp. novērojumu rinda ietvers pilnu 32 gadu periodu, un h_0 būs jo tuvāks istai vērtībai, jo n būs tuvāks 32 un jo mazāks būs ΔR_4 .

Tā punkta augstuma gada maiņas Δh vidējās kvadratiskās kļūdas tuvinai aprēķināšanai varam lietot izteiksmes:

$$M_{\Delta h} = \frac{m_0}{\sqrt{P_{\Delta h}}}$$

kur

$$m_0 = \sqrt{\frac{[vv]}{n-2}}$$

$$[vv] = [hh] - [h]h_0 - [th] \Delta h$$

$$h_0 = \frac{[h]}{n}$$

$$P_{\Delta h} = [tt].$$

Ar šo paņēmieni noteiktas punktu augstuma gada maiņas, pieņemot kā referencvirsmu smaguma spēka potenciāla virsmu, kas iet caur kaut kādu Stokholmā pieņemtu izejas punktu. Dabūtie rezultāti sako- poti 47. tabulā.

Lai noteiktu uz citā vietā N pieņemtu referencvirsmu attiecināto punktu augstuma labojumus, tad uz Stokholmas referencvirsmu attiecināto punktu augstumu labojumiem būs jāpieskaita konstants lielums $\Delta h'$, kas būs Stokholmas referencvirsmas pārvietojums attiecībā pret jauno referencvirsmu:

$$\Delta h' = \Delta H_{St} - \Delta H_N.$$

Tā kā

$$B_{0St} = L - H_{St}$$

$$B_{0N} = L - H_N,$$

tad

$$\Delta h' = B_{0N} - B_{0St} = -\Delta h_N,$$

kas ir mums jau zinamais uz Stokholmas referencvirsmu attiecinātā punkta N augstuma labojums — ņemts ar pretējo zīmi.

Punktu augstuma labojumu aprēķināšana ar apskatīto paņēmieni ir ļoti vienkārša. Apskatīsim vēl, kāda būs dabūto rezultātu noteiktība.

Jau iepriekš redzējām, ka gada vidējo jūras līmeņu novērojumu rindas dispersija ir ļoti liela, piemēram, Lejas Stokholmā $m_0 = \pm 5.21$ cm, Kronstatē $m_0 = \pm 6.11$ cm, tādēļ arī no tām aprēķināto B_0 vidējā kvadratiskā kļūda pie īsākām novērojumu rindām iznāk liela; dotos apstākļos tā svārstas ap ± 0.08 cm. Ja gribētu aprēķināt punkta augstumu labojumu kā krasta līniju pārvietojumu diferenci $B_0 - B'_0$, tad viņa vidējā kvadratiskā kļūda būtu $0.08\sqrt{2} \cong \pm 0.11$ cm.

Tuvāk aplūkojot gada vidējo jūras līmeņu novērojumu rindas, redzam, ka līmeņa svārstības visā Baltijas jūrā ir apmēram vienādas —

līmeņa kāpumam vai kritumam vienā vietā tani pašā laikā atbilst līmeņa kāpums vai kritums visās pārējās vietās. Tādēļ, veidojot gada vidējo jūras līmeņu diferences $u_i - u'_i$, jūtami samazinās nejaušo līmeņa svārstību ietekme un diferencu rindas dispersija, kā redzēsim turpmākos aprēķinos, svārstas ap $m_0 = \pm 2$ cm, kas dod augstuma labojuma kļūdu apm. ± 0.02 cm. Tā tad, ja aprēķinām punktu augstuma labojumus no gada vidējo jūras līmeņu diferencēm, to noteiktība iznāk apmēram piecas reizes lielāka. Bez tam, pateicoties diferencu rindas mazākai dispersijai, rodas iespēja grafiskā attēlā tieši saskatīt diferencu rindas homogenitātes traucējumus, kas savukārt norāda uz to, ka viena vai otra novērojumu rinda nav homogēna.

Atgriezīsimies vēlreiz pie gadījuma, kad kā referencvirsmas pieņemts vidējais Baltijas jūras līmenis

$$U_i = A_0 + B_0 t_i.$$

Punkta augstums virs šīs referencvirsmas ir

$$H_i = H_0 - B_0 t_i \dots \dots \dots (17)$$

un punkta augstuma gada maiņa

$$\delta h = -B_0,$$

tā tad vienāda krasta līnijas pārvietojumam. Kā redzējam, krasta līnijas pārvietojuma aprēķināšana ir savienota ar lielām grūtībām, un pie īsākām novērojumu rindām dabūto rezultātu noteiktība nav liela. Tādēļ, lai samazinātu aprēķināšanas darbus un gūtu noteiktākus rezultātus, izdevīgāk ir izvēlēties līmeņu novērošanas staciju ar iespējami garu drošu novērojumu rindu, pieņemt tur caur noteiktu punktu ejošu referencvirsmu, aprēķināt uz šo virsmu attiecināto punktu augstumu maiņas un samazināt tās par savstarpējā vertikālā atstatuma maiņu pieņemtās referencvirsmas un vidējā jūras līmeņa starpā. Atstatuma maiņu pieņemtās referencvirsmas un vidējā jūras līmeņa starpā izteici izvēlētajās vietas krasta līnijas pārvietojums B_0 . Tā dabūjam uz vidējo jūras līmeni attiecinātam punkta N augstumam sekojošo izteiksmi:

$$H_i = H_0 + (\Delta h_N - B_0) t_i \dots \dots \dots (20).$$

Visgarākā drošu novērojumu rinda ir Stokholmā, tādēļ, lai noteiktu uz vidējo Baltijas jūras līmeni attiecināto punktu augstuma gada maiņas, pietiek uz Stokholmā caur brīvi izvēlētu punktu ejošu refe-

rencvirsma attiecināto punktu augstuma gada maiņas, kas aprēķinātas un dotas 47. tabulā, samazināt par Stokholmas krasta līnijas pārvietojumu $B_0 = -0.434 \pm 0.04$ cm, kas dod uz vidējo Baltijas jūras līmeni attiecināto punktu augstuma gada maiņu

$$\delta h = \Delta h + 0.434 \text{ cm} \pm 0.04 \text{ cm} \dots \dots \dots (21).$$

Tā noteiktās punktu augstuma gada maiņas apskatītām Baltijas jūras līmeņu novērošanas stacijām sakopotas 47. tabulā. Tās ir identiskas ar Witting'a, Bergsten'a u. c. noteikto zemes garozas vertikālo pārvietojanos, tādēļ var salīdzināt dabūtos rezultātus.

Punktu augstuma gada maiņas.

Aprēķinot pēc iepriekš iztīrītā paņēmiena punktu augstuma gada maiņas gadījumiem, kad par referencvirsma pieņemta 1.) Stokholmā caur brīvi izvēlētu punktu ejoša smaguma spēka potenciāla virsma un 2.) vidējais Baltijas jūras līmenis, materiāli ērtības labad grupēti pa valstīm, dodot vispirms apskatāmo līmeņu novērošanas staciju ģeogrāfiskās koordinātas un aizrādot avotus, no kuriem ņemti līmeņu novērošanas dati.

Tālākais aprēķins sakārtots pa stacijām tabulu veidā, kur pirmā slejā ierakstīts līmeņu novērošanas gads, otrā — novērotais gada vidējais jūras līmenis. Tālāk, kur izrādas lietderīgi, gada vidējie līmeņi samazināti vai palielināti par konstantu skaitli, veidotas diferences Stokholma minus apskatāmā stacija un aprēķināti normalvienādojumu koeficienti.

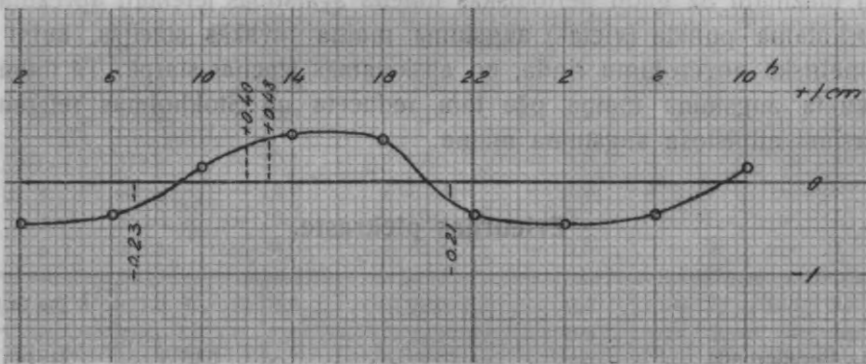
Ja kādā stacijā mainīti novērošanas laiki, kas visbiežāk nāk priekšā, kad līmeņu novērošanas skālas atvietotas ar mareografiem, lai līmeņu novērojumu rindu varētu uzskatīt par homogenu, gada vidējie jūras līmeņi reducēti uz vienu novērošanas laiku.

Tā, piemēram, Liepājā no 1889. gada līdz 1913. gadam skāla nolasīta trīs reizes dienā — plkst. 7, 13 un 21, no 1921. gada līdz 1929. gadam vienu reizi dienā — plkst. 12, un no 1930. gada līdz 1933. gadam Zemkopības ministrijas meteoroloģiskā biroja mareografa diagramas nolasītas plkst. 2, 6, 10, 14, 18 un 22. Šinī un citos līdzīgos gadījumos no mareografa vairāku gadu novērojumiem aprēķināta vi-

dējā diennakts līmeņa maiņa attiecībā pret diennakts vidējo līmeni. Liepājā tā ir:

$$\begin{array}{cccccc} 2^h & 6^h & 10^h & 14^h & 18^h & 22^h \\ -0.45 \text{ cm} & -0.35 \text{ cm} & +0.17 \text{ cm} & +0.51 \text{ cm} & +0.47 \text{ cm} & -0.36 \text{ cm}. \end{array}$$

Līmeņa diennakts maiņas grafiskā attēlojumā (9. zīm.) var noteikt kaut kuram skālas nolasišanas laikam atbilstošo līmeņa atšķirību no vidējā diennakts līmeņa.



9. zīm.

Pulkst. 7, 13 un 21 nolasītie līmeņi novirzas no vidējā diennakts līmeņa

$$\begin{array}{ccc} 7^h & 13^h & 21^h \\ -0.23 \text{ cm} & +0.47 \text{ cm} & -0.21 \text{ cm}. \end{array}$$

No tiem aprēķinātais vidējais atšķiras no diennakts resp. gada vidējā līmeņa par

$$\frac{-0.23 + 0.47 - 0.21}{3} = +0.01 \text{ cm}.$$

Tā tad abos gadījumos vidējais līmenis ir praktiski ņemot vienāds. Turpretim plkst. 12 nolasītais līmenis vidēji atšķiras no diennakts resp. gada vidējā līmeņa par $+0.40$ cm, tādēļ, lai novērojumu rindas homogenitāte nebūtu traucēta, 1921.—1929. gadu vidējie līmeņi jāsamazina vai pārējiem jāpieskaita 0.40 cm. Šinī gadījumā no 1921.—1929. gadu vidējiem līmeņiem atskaitīti 0.40 cm. Visos līdzīgos gadījumos sekojošās tabulās, kur tas izrādījās vajadzīgs, ierakstītie gada vidējie līmeņi ir jau reducēti uz vienu novērošanas laiku.

Katrai punkta (vietas) augstuma maiņas aprēķināšanas tabulai seko diferencu — Stokholma minus apskatamā stacija — grafisks attēls, kurā aprēķinātās uz Stokholmas referencvirsmu attiecināto punktu augstuma maiņas Δh_t iezīmētas ar raustītu līniju. Gada vidējo līmeņu diferencēs, kas kaut kādu iemeslu dēļ aprēķinos nav ņemtas vērā, savienotas ar pārtrauktu līniju.

Gadījumos, kad nav iespējams izvēlēties simetrisku gada vidējo līmeņu diferencu rindu aprobežoto apskatamās stacijas novērojumu dēļ, lai mazinātu 32 gadu periodiskās līmeņa svārstības ietekmi, aprēķināta apskatamā punkta (vietas) augstuma maiņa tuvākās stacijās, kurai ir simetriska novērojumu rinda, un apskatamās stacijas starpā. Tā dabūta punkta augstuma maiņa pēc tam reducēta uz Stokholmas referencvirsmi atbilstošu augstuma maiņu.

Zviedrijas piekraste.

	φ	λ (no Gr.)
1. Furuögrund	64°55'	21°14'
2. Ratan	64 00	20 55
3. Draghällan	62 20	17 28
4. Björn	60 38	17 58
5. Stockholm	59 19	18 05
6. Landsort	58 45	17 52
7. Västervik	57 46	16 39
8. Visby	57 39	18 18
9. Ölands norra udde	57 22	17 06
10. Kalmar	56 40	16 22
11. Kungsholms fort	56 06	15 35
12. Ystad	55 25	13 49
13. Varberg	57 06	12 13
14. Smögen	58 22	11 13

Bergsten, Folke. Vattenståndén vid Rikets kuster åren 1887.—1921. Meddelanden från Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt. Band 2. No. 4. Stockholm.

Bergsten, Folke. Changes of level on the coasts of Sweden. Geografiska Annaler Årg. XII H. 1. Stockholm.

Statens Meteorologisk-Hydrogr. Anstalt. III Vattenståndén vid Rikets kuster. Årsbok 4.—14. 1922.—1932. Stockholm.

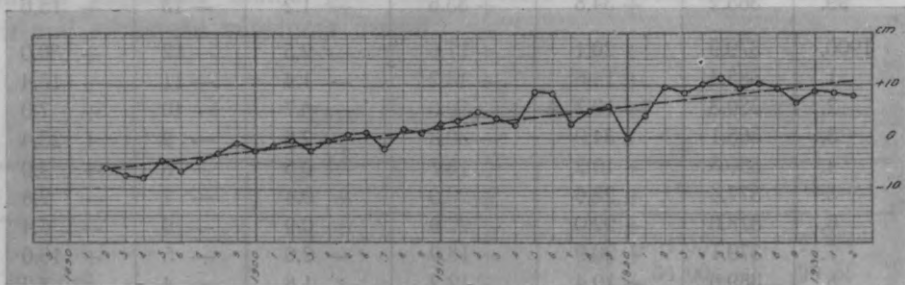
6. tabula.

2. Ratan.

Gads	Ratan N_i cm zem 0	Ratan $400 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Rt. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1892.	371.4	+ 28.6	+ 22.8	- 5.8	- 20	+ 116.0
93.	363.9	+ 36.1	+ 29.0	- 7.1	- 19	+ 134.9
94.	366.7	+ 33.3	+ 25.4	- 7.9	- 18	+ 142.2
95.	372.7	+ 27.3	+ 22.8	- 4.5	- 17	+ 76.5
96.	371.7	+ 28.3	+ 21.9	- 6.4	- 16	+ 102.4
97.	376.4	+ 23.6	+ 18.8	- 4.8	- 15	+ 72.0
98.	368.2	+ 31.8	+ 28.8	- 3.0	- 14	+ 42.0
99.	365.2	+ 34.8	+ 33.6	- 1.2	- 13	+ 15.6
1900.	379.9	+ 20.1	+ 17.6	- 2.5	- 12	+ 30.0
1.	385.4	+ 14.6	+ 13.2	- 1.4	- 11	+ 15.4
2.	380.3	+ 19.7	+ 19.0	- 0.7	- 10	+ 7.0
3.	365.1	+ 34.9	+ 32.3	- 2.6	- 9	+ 23.4
4.	380.8	+ 19.2	+ 18.7	- 0.5	- 8	+ 4.0
5.	377.4	+ 22.6	+ 23.0	+ 0.4	- 7	- 2.8
6.	378.0	+ 22.0	+ 22.9	+ 0.9	- 6	- 5.4
7.	379.1	+ 20.9	+ 18.9	- 2.0	- 5	+ 10.0
8.	389.6	+ 10.4	+ 12.2	+ 1.8	- 4	- 7.2
9.	383.6	+ 16.4	+ 17.4	+ 1.0	- 3	- 3.0
1910.	385.4	+ 14.6	+ 17.4	+ 2.8	- 2	- 5.6
11.	383.2	+ 16.8	+ 20.1	+ 3.3	- 1	- 3.3
12.	385.3	+ 14.7	+ 19.7	+ 5.0	0	0.0
13.	380.1	+ 19.9	+ 23.8	+ 3.9	+ 1	+ 3.9
14.	383.6	+ 16.4	+ 18.8	+ 2.4	+ 2	+ 4.8
15.	396.3	+ 3.7	+ 12.5	+ 8.8	+ 3	+ 26.4
16.	392.8	+ 7.2	+ 15.6	+ 8.4	+ 4	+ 33.6
17.	389.2	+ 10.8	+ 13.4	+ 2.6	+ 5	+ 13.0
18.	391.9	+ 8.1	+ 13.1	+ 5.0	+ 6	+ 30.0
19.	395.7	+ 4.3	+ 10.3	+ 6.0	+ 7	+ 42.0
1920.	390.2	+ 9.8	+ 9.7	- 0.1	+ 8	- 0.8
21.	383.5	+ 16.5	+ 20.6	+ 4.1	+ 9	+ 36.9
22.	393.7	+ 6.3	+ 16.2	+ 9.9	+ 10	+ 99.0
23.	389.6	+ 10.4	+ 18.9	+ 8.5	+ 11	+ 93.5
24.	399.7	+ 0.3	+ 10.4	+ 10.1	+ 12	+ 121.2
25.	393.5	+ 6.4	+ 17.8	+ 11.4	+ 13	+ 148.2
26.	399.0	+ 1.0	+ 10.2	+ 9.2	+ 14	+ 128.8
27.	394.3	+ 5.7	+ 15.8	+ 10.1	+ 15	+ 151.5
28.	397.4	+ 2.6	+ 11.8	+ 9.2	+ 16	+ 147.2
29.	397.9	+ 2.1	+ 9.0	+ 6.9	+ 17	+ 117.3

6. tabulas turpinājums.

Gads	Ratan N_i cm zem 0	Ratan $400 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Rt. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1930.	400.7	- 0.7	+ 8.0	+ 8.7	+ 18	+ 156.6
31.	400.2	- 0.2	+ 8.2	+ 8.4	+ 19	+ 159.6
32.	395.2	+ 4.8	+ 12.7	+ 7.9	+ 20	+ 158.0
		+ 626.1	+ 732.1	+ 106.0 = [h]	5740 = [tt]	+ 2434.8 = [th]
			- 626.1	1493.14 = [hh]		
			+ 106.0			



10. zīm.

$$n = 41$$

$$h_0 = \frac{[h]}{n} = \frac{+106.0}{41} = +2.5854 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{[th]}{[tt]} = \frac{+2434.8}{5740} = +0.4242 \text{ cm}$$

$$[vv] = [hh] - [h]h_0 - [th]\Delta h = 1493 - 274 - 1034 = 186$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{[vv]}{n-2}} = \sqrt{\frac{186}{39}} = \pm 2.184 \text{ cm}$$

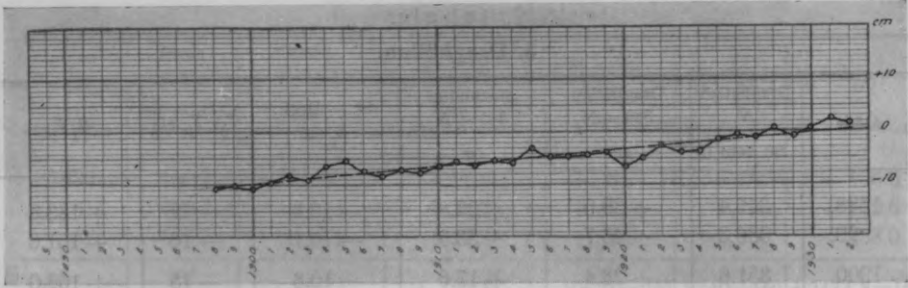
$$P_{\Delta h} = [tt] = 5740$$

$$M_{\Delta h} = \frac{m_0}{\sqrt{P_{\Delta h}}} = \frac{2.184}{\sqrt{5740}} = \pm 0.0288 \text{ cm}$$

$$\delta h = \Delta h + 0.434 = +0.424 + 0.434 = +0.858 \text{ cm.}$$

7. tabula.
3. Draghällan.

Gads	Draghällan N_i cm zem 0	Draghällan $380 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. — Drgh. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1898.	340.4	+ 39.6	+ 28.8	— 10.8	— 17	+ 183.6
99.	336.3	+ 43.7	+ 33.6	— 10.1	— 16	+ 161.6
1900.	351.6	+ 28.4	+ 17.6	— 10.8	— 15	+ 162.0
1.	357.0	+ 23.0	+ 13.2	— 9.8	— 14	+ 137.2
2.	352.7	+ 27.3	+ 19.0	— 8.3	— 13	+ 107.9
3.	338.5	+ 41.5	+ 32.3	— 9.2	— 12	+ 110.4
4.	354.8	+ 25.2	+ 18.7	— 6.5	— 11	+ 71.5
5.	351.5	+ 28.5	+ 23.0	— 5.5	— 10	+ 55.0
6.	349.6	+ 30.4	+ 22.9	— 7.5	— 9	+ 67.5
7.	353.7	+ 27.3	+ 18.9	— 8.4	— 8	+ 67.2
8.	360.6	+ 19.4	+ 12.2	— 7.2	— 7	+ 50.4
9.	354.8	+ 25.2	+ 17.4	— 7.8	— 6	+ 46.8
1910.	356.0	+ 24.0	+ 17.4	— 6.6	— 5	+ 33.0
11.	354.3	+ 25.7	+ 20.1	— 5.6	— 4	+ 22.4
12.	353.9	+ 26.1	+ 19.7	— 6.4	— 3	+ 19.2
13.	350.6	+ 29.4	+ 23.8	— 5.6	— 2	+ 11.2
14.	355.2	+ 24.8	+ 18.8	— 6.0	— 1	+ 6.0
15.	364.5	+ 15.5	+ 12.5	— 3.0	0	0.0
16.	359.7	+ 20.3	+ 15.6	— 4.7	+ 1	— 4.7
17.	362.0	+ 18.0	+ 13.4	— 4.6	+ 2	— 9.2
18.	362.8	+ 17.2	+ 13.1	— 4.1	+ 3	— 12.3
19.	365.8	+ 14.2	+ 10.3	— 3.9	+ 4	— 15.6
1920.	363.6	+ 16.4	+ 9.7	— 6.7	+ 5	— 33.5
21.	354.4	+ 25.6	+ 20.6	— 5.0	+ 6	— 30.0
22.	361.3	+ 18.7	+ 16.2	— 2.5	+ 7	— 17.5
23.	357.3	+ 22.7	+ 18.9	— 3.8	+ 8	— 30.4
24.	366.0	+ 14.0	+ 10.4	— 3.6	+ 9	— 32.4
25.	360.8	+ 19.2	+ 17.8	— 1.4	+ 10	— 14.0
26.	369.2	+ 10.8	+ 10.2	— 0.6	+ 11	— 6.6
27.	363.1	+ 16.9	+ 15.8	— 1.1	+ 12	— 13.2
28.	368.9	+ 11.1	+ 11.8	+ 0.7	+ 13	+ 9.1
29.	370.0	+ 10.0	+ 9.0	— 1.0	+ 14	— 14.0
1930.	372.7	+ 7.3	+ 8.0	+ 0.7	+ 15	+ 10.5
31.	374.4	+ 5.6	+ 8.2	+ 2.6	+ 16	+ 41.6
32.	369.2	+ 10.8	+ 12.7	+ 1.9	+ 17	+ 32.3
		+ 763.8	+ 591.6	— 172.2 = [h]	3570 = [tt]	+ 1173.0 = [ht]
		— 591.6		1283.78 = [hh]		
		+ 172.2				



11. zīm.

$$n = 35$$

$$h_0 = \frac{-172.2}{35} = -4.9200 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{+1173.0}{3570} = +0.3286 \text{ cm}$$

$$[vv] = 1283.8 - 847.2 - 385.4 = 51.2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{51.2}{33}} = \pm 1.07 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.07}{\sqrt{3570}} = \pm 0.018 \text{ cm}$$

$$\delta h = +0.329 + 0.434 = +0.763 \text{ cm.}$$

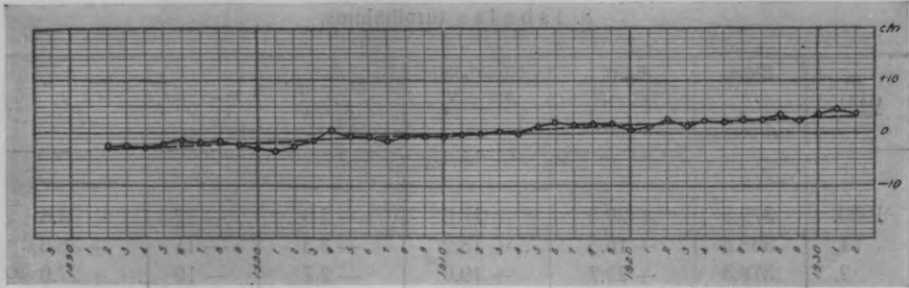
8. tabula.

4. Björn.

Gads	Björn N_i cm zsm 0	Björn $400 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Bj. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1892.	374.9	+ 25.1	+ 22.8	- 2.3	- 20	+ 46.0
93.	368.9	+ 31.1	+ 29.0	- 2.1	- 19	+ 39.9
94.	371.8	+ 28.2	+ 25.4	- 2.8	- 18	+ 50.4
95.	375.2	+ 24.8	+ 22.8	- 2.0	- 17	+ 34.0
96.	376.8	+ 23.2	+ 21.9	- 1.3	- 16	+ 20.8
97.	379.3	+ 20.7	+ 18.8	- 1.9	- 15	+ 28.5
98.	369.7	+ 30.3	+ 28.8	- 1.5	- 14	+ 21.0
99.	364.3	+ 35.7	+ 33.6	- 2.1	- 13	+ 27.3

8. tabulas turpinājums.

Gads	Björn N_i cm zem 0	Björn $400 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Bj. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1900.	379.5	+ 20.5	+ 17.6	- 2.9	- 12	+ 34.8
1.	383.5	+ 16.5	+ 13.2	- 3.3	- 11	+ 36.3
2.	378.3	+ 21.7	+ 19.0	- 2.7	- 10	+ 27.0
3.	366.5	+ 33.5	+ 32.3	- 1.2	- 9	+ 10.8
4.	381.9	+ 18.1	+ 18.7	+ 0.6	- 8	- 4.8
5.	376.6	+ 23.4	+ 23.0	- 0.4	- 7	+ 2.8
6.	376.3	+ 23.7	+ 22.9	- 0.8	- 6	+ 4.8
7.	379.7	+ 20.3	+ 18.9	- 1.4	- 5	+ 7.0
8.	387.3	+ 12.7	+ 12.2	- 0.5	- 4	+ 2.0
9.	382.0	+ 18.0	+ 17.4	- 0.6	- 3	+ 1.8
1910.	382.1	+ 17.9	+ 17.4	- 0.5	- 2	+ 1.0
11.	379.8	+ 20.2	+ 20.1	- 0.1	- 1	+ 0.1
12.	380.3	+ 19.7	+ 19.7	0.0	0	0.0
13.	376.6	+ 23.4	+ 23.8	+ 0.4	+ 1	+ 0.4
14.	381.2	+ 18.8	+ 18.8	0.0	+ 2	0.0
15.	388.7	+ 11.3	+ 12.5	+ 1.2	+ 3	+ 3.6
16.	386.4	+ 13.6	+ 15.6	+ 2.0	+ 4	+ 8.0
17.	388.3	+ 11.7	+ 13.4	+ 1.7	+ 5	+ 8.5
18.	388.7	+ 11.3	+ 13.1	+ 1.8	+ 6	+ 10.8
19.	391.5	+ 8.5	+ 10.3	+ 1.8	+ 7	+ 12.6
1920.	390.6	+ 9.4	+ 9.7	+ 0.3	+ 8	+ 2.4
21.	380.5	+ 19.5	+ 20.6	+ 1.1	+ 9	+ 9.9
22.	386.7	+ 13.3	+ 16.2	+ 2.9	+ 10	+ 29.0
23.	382.4	+ 17.6	+ 18.9	+ 1.3	+ 11	+ 14.3
24.	391.9	+ 8.1	+ 10.4	+ 2.3	+ 12	+ 27.6
25.	384.4	+ 15.6	+ 17.8	+ 2.2	+ 13	+ 28.6
26.	392.4	+ 7.6	+ 10.2	+ 2.6	+ 14	+ 36.4
27.	386.9	+ 13.1	+ 15.8	+ 2.7	+ 15	+ 40.5
28.	391.7	+ 8.3	+ 11.8	+ 3.5	+ 16	+ 56.0
29.	393.4	+ 6.6	+ 9.0	+ 2.4	+ 17	+ 40.8
1930.	395.8	+ 4.2	+ 8.0	+ 3.8	+ 18	+ 68.4
31.	396.4	+ 3.6	+ 8.2	+ 4.6	+ 19	+ 87.4
32.	391.2	+ 8.8	+ 12.7	+ 3.9	+ 20	+ 78.0
		+ 719.6	+ 732.3	+ 12.7 = [h]	5740 = [tt]	+ 954.7 = [ht]
			- 719.6	184.98 = [hh]		
			+ 12.7			



12. zīm.

$n = 41$

$$h_0 = \frac{+12.7}{41} = +0.3098 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{+954.7}{5740} = +0.1663 \text{ cm}$$

$$[vv] = 184.9 - 3.9 - 158.8 = 22.2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{22.2}{39}} = \pm 0.75 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{0.75}{\sqrt{5740}} = \pm 0.010 \text{ cm}$$

$$\delta h = +0.166 + 0.434 = +0.600 \text{ cm.}$$

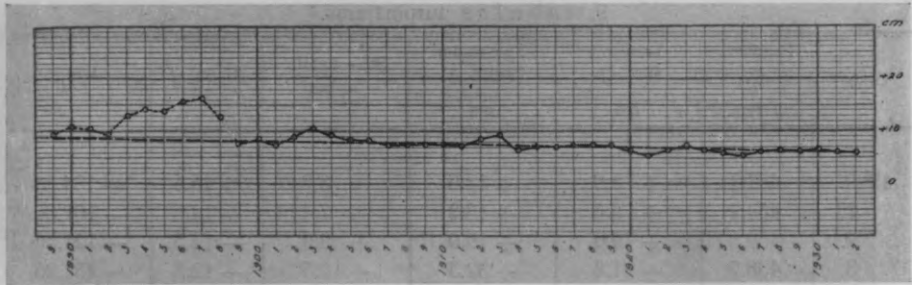
9. tabula.

6. Landsort.

Gads	Landsort N_i cm zem 0	Landsort $460 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Lands. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i \cdot t_i$
1889.	448.4	+ 11.6	+ 20.9	+ 9.3		
1890.	443.4	+ 16.6	+ 27.3	+ 10.7		
91.	451.0	+ 9.0	+ 19.6	+ 10.6		
92.	446.7	+ 13.3	+ 22.8	+ 9.5		
93.	444.0	+ 16.0	+ 29.0	+ 13.0		
94.	448.7	+ 11.3	+ 25.4	+ 14.1		
95.	451.0	+ 9.0	+ 22.8	+ 13.8		
96.	453.8	+ 6.2	+ 21.9	+ 15.7		
97.	457.4	+ 2.6	+ 18.8	+ 16.2		
98.	443.8	+ 16.2	+ 28.8	+ 12.6		
99.	434.1	+ 25.9	+ 33.6	+ 7.7	- 16.5	- 127.05

9. tabulas turpinājums.

Gads	Landsort N_i cm zem 0	Landsort 460 - N_i cm	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Lands. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1900.	451.1	+ 8.9	+ 17.6	+ 8.7	- 15.5	- 134.85
1.	454.2	+ 5.8	+ 13.2	+ 7.4	- 14.5	- 107.30
2.	450.0	+ 10.0	+ 19.0	+ 9.0	- 13.5	- 121.50
3.	438.2	+ 21.8	+ 32.3	+ 10.5	- 12.5	- 131.25
4.	450.4	+ 9.6	+ 18.7	+ 9.1	- 11.5	- 104.65
5.	445.2	+ 14.8	+ 23.0	+ 8.2	- 10.5	- 86.10
6.	445.2	+ 14.8	+ 22.9	+ 8.1	- 9.5	- 76.95
7.	448.5	+ 11.5	+ 18.9	+ 7.4	- 8.5	- 62.90
8.	455.3	+ 4.7	+ 12.2	+ 7.5	- 7.5	- 56.25
9.	450.3	+ 9.7	+ 17.4	+ 7.7	- 6.5	- 50.05
1910.	450.2	+ 9.8	+ 17.4	+ 7.6	- 5.5	- 41.80
11.	447.0	+ 13.0	+ 20.1	+ 7.1	- 4.5	- 31.95
12.	448.8	+ 11.2	+ 19.7	+ 8.5	- 3.5	- 29.75
13.	445.6	+ 14.4	+ 23.8	+ 9.4	- 2.5	- 23.50
14.	447.8	+ 12.2	+ 18.8	+ 6.6	- 1.5	- 9.90
15.	454.6	+ 5.4	+ 12.5	+ 7.1	- 0.5	- 3.55
16.	451.4	+ 8.6	+ 15.6	+ 7.0	+ 0.5	+ 3.50
17.	453.9	+ 6.1	+ 13.4	+ 7.3	+ 1.5	+ 10.95
18.	454.3	+ 5.7	+ 13.1	+ 7.4	+ 2.5	+ 18.50
19.	456.9	+ 3.1	+ 10.3	+ 7.2	+ 3.5	+ 25.20
1920.	456.7	+ 3.3	+ 9.7	+ 6.4	+ 4.5	+ 28.80
21.	444.7	+ 15.3	+ 20.6	+ 5.3	+ 5.5	+ 29.15
22.	450.4	+ 9.6	+ 16.2	+ 6.6	+ 6.5	+ 42.90
23.	448.3	+ 11.7	+ 18.9	+ 7.2	+ 7.5	+ 54.00
24.	456.3	+ 3.7	+ 10.4	+ 6.7	+ 8.5	+ 56.95
25.	448.2	+ 11.8	+ 17.8	+ 6.0	+ 9.5	+ 57.00
26.	455.4	+ 4.6	+ 10.2	+ 5.6	+ 10.5	+ 58.80
27.	450.4	+ 9.6	+ 15.8	+ 6.2	+ 11.5	+ 71.30
28.	454.7	+ 5.3	+ 11.8	+ 6.5	+ 12.5	+ 81.25
29.	457.2	+ 2.8	+ 9.0	+ 6.2	+ 13.5	+ 83.70
1930.	458.8	+ 1.2	+ 8.0	+ 6.8	+ 14.5	+ 98.60
31.	457.8	+ 2.2	+ 8.2	+ 6.0	+ 15.5	+ 93.00
32.	453.2	+ 6.8	+ 12.7	+ 5.9	+ 16.5	+ 97.35
		+ 426.7	+ 800.1	+ 373.4	3272.50	- 288.35
			- 426.7	- 125.5	= [t]	= [ht]
			+ 373.4	+ 247.9	= [h]	
				- 1851.47 = [hh]		



13. zím.

 $n = 34$

$$h_0 = \frac{+247.9}{34} = +7.2912 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-288.35}{3272.50} = -0.0881 \text{ cm}$$

$$[vv] = 1851.5 - 1807.5 - 25.4 = 18.6$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{18.6}{32}} = \pm 0.76 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{0.76}{\sqrt{3272}} = \pm 0.0133 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.0881 + 0.434 = +0.346 \text{ cm.}$$

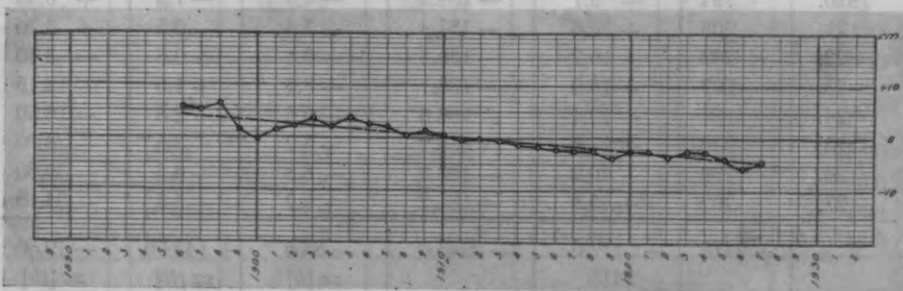
10. tabula.

7. Västervik.

Gads	Västervik N_i cm zem 0	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Västrv. h'_i cm	$h'_i + 578 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1896.	594.0	+ 21.9	- 572.1	+ 5.9	- 15.5	- 91.45
97.	591.7	+ 18.8	- 572.9	+ 5.1	- 14.5	- 73.95
98.	600.3	+ 28.8	- 571.5	+ 6.5	- 13.5	- 87.75
99.	609.8	+ 33.6	- 576.2	+ 1.8	- 12.5	- 22.50
1900.	595.7	+ 17.6	- 578.1	- 0.1	- 11.5	+ 1.15
1.	589.7	+ 13.2	- 576.5	+ 1.5	- 10.5	- 15.75
2.	594.7	+ 19.0	- 575.7	+ 2.3	- 9.5	- 21.85
3.	606.4	+ 32.3	- 574.1	+ 3.9	- 8.5	- 33.15
4.	594.6	+ 18.7	- 575.9	+ 2.1	- 7.5	- 15.75

10. tabulas turpinājums.

Gads	Västervik N_i cm zem 0	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Västerv. h'_i cm	$h'_i + 578 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1905.	597.1	+ 23.0	- 574.1	+ 3.9	- 6.5	- 25.35
6.	598.1	+ 22.9	- 575.2	+ 2.8	- 5.5	- 15.40
7.	594.6	+ 18.9	- 575.7	+ 2.3	- 4.5	- 10.35
8.	589.6	+ 12.2	- 577.4	+ 0.6	- 3.5	- 2.10
9.	594.1	+ 17.4	- 576.7	+ 1.3	- 2.5	- 3.25
1910.	594.8	+ 17.4	- 577.4	+ 0.6	- 1.5	- 0.90
11.	598.6	+ 20.1	- 578.5	- 0.5	- 0.5	+ 0.25
12.	597.8	+ 19.7	- 578.1	- 0.1	+ 0.5	- 0.05
13.	602.5	+ 23.8	- 578.7	- 0.7	+ 1.5	- 1.05
14.	598.0	+ 18.8	- 579.2	- 1.2	+ 2.5	- 3.00
15.	592.4	+ 12.5	- 579.9	- 1.9	+ 3.5	- 6.65
16.	595.7	+ 15.6	- 580.1	- 2.1	+ 4.5	- 9.45
17.	594.0	+ 13.4	- 580.6	- 2.6	+ 5.5	- 14.30
18.	593.6	+ 13.1	- 580.3	- 2.3	+ 6.5	- 14.95
19.	592.0	+ 10.3	- 581.7	- 3.7	+ 7.5	- 27.75
1920.	590.1	+ 9.7	- 580.4	- 2.4	+ 8.5	- 20.40
21.	601.2	+ 20.6	- 580.6	- 2.6	+ 9.5	- 24.70
22.	597.5	+ 16.2	- 581.3	- 3.3	+ 10.5	- 34.65
23.	599.2	+ 18.9	- 580.3	- 2.3	+ 11.5	- 26.45
24.	591.1	+ 10.4	- 580.7	- 2.7	+ 12.5	- 33.75
25.	599.5	+ 17.8	- 581.7	- 3.7	+ 13.5	- 49.95
26.	593.7	+ 10.2	- 583.5	- 5.5	+ 14.5	- 79.75
27.	598.3	+ 15.8	- 582.5	- 4.5	+ 15.5	- 69.75
	19080.2	+ 582.6	- 18497.6	- 1.6	2728.00	- 834.70
		-19080.2		= [h]	= [t]	= [ht]
		-18497.6		300.36 = [hh]		



14. zīm.

$n = 32$

$$h_0 = \frac{-1.6}{32} = -0.0500 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-834.70}{2728} = -0.3060 \text{ cm}$$

$$[vv] = 300.4 - 0.1 - 255.4 = 44.9$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{44.9}{30}} = \pm 1.22 \text{ cm}$$

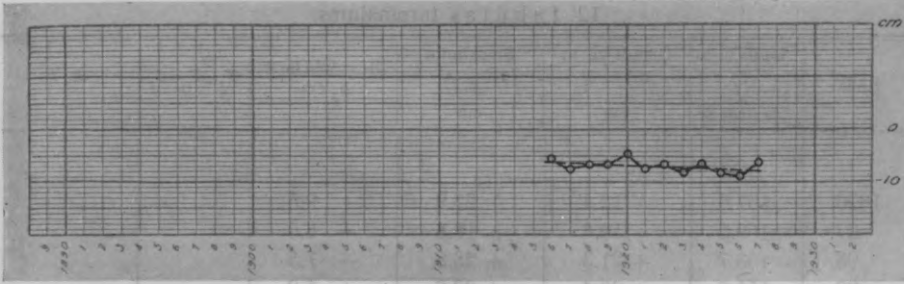
$$M_{\Delta h} = \frac{1.22}{\sqrt{2728}} = \pm 0.0234 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.306 + 0.434 = +0.128 \text{ cm.}$$

11. tabula.

8. Visby.

Gads	Visby N_i cm zem 0	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Visby h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1916.	201	+ 15.6	- 185.4	- 5.4	- 5.5	+ 29.70
17.	201	+ 13.4	- 187.6	- 7.6	- 4.5	+ 34.20
18.	200	+ 13.1	- 186.9	- 6.9	- 3.5	+ 24.15
19.	197	+ 10.3	- 186.7	- 6.7	- 2.5	+ 16.75
1920.	194	+ 9.7	- 184.3	- 4.3	- 1.5	+ 6.45
21.	208	+ 20.6	- 187.4	- 7.4	- 0.5	+ 3.70
22.	203	+ 16.2	- 186.8	- 6.8	+ 0.5	- 3.40
23.	207	+ 18.9	- 188.1	- 8.1	+ 1.5	- 12.15
24.	197	+ 10.4	- 186.6	- 6.6	+ 2.5	- 16.50
25.	206	+ 17.8	- 188.2	- 8.2	+ 3.5	- 28.70
26.	199	+ 10.2	- 188.8	- 8.8	+ 4.5	- 39.60
27.	202	+ 15.8	- 186.2	- 6.2	+ 5.5	- 34.10
	+ 2415	+ 172.0	- 2243.0	- 83.0	+ 143.00	- 19.50
		$\frac{-2415}{-2243.0}$		= [h] 591.20 = [hh]	= [tt]	= [th]



15. zīm.

 $n = 12$

$$h_0 = \frac{-83}{12} = -6.9166 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-19.50}{143} = -0.1364 \text{ cm}$$

$$[vv] = 591.20 - 574.08 - 2.66 = 14.46$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{14.46}{12}} = \pm 1.098 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.098}{\sqrt{143}} = \pm 0.092 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.136 + 0.434 = +0.298 \text{ cm.}$$

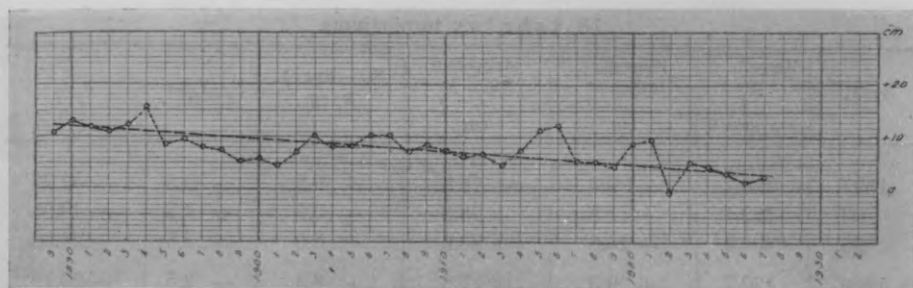
12. tabula.

9. Ölands norra udde.

Gads	Ölands n. u. N_i cm zem 0	Ölands n. u. $180 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St.-Öl. n. u. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	169.9	+ 10.1	+ 20.9	+ 10.8	- 19	- 205.2
1890.	165.7	+ 14.3	+ 27.3	+ 13.0	- 18	- 234.0
91.	172.2	+ 7.8	+ 19.6	+ 11.8	- 17	- 200.6
92.	168.1	+ 11.9	+ 22.8	+ 10.9	- 16	- 174.4
93.	163.3	+ 16.7	+ 29.0	+ 12.3	- 15	- 184.5
94.	169.8	+ 10.2	+ 25.4	+ 15.7		
95.	165.5	+ 14.4	+ 22.8	+ 8.4		

12. tabulas turpinājums.

Gads	Ölands n. u. N_i cm zem 0	Ölands n. u. $180 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Öl. n. u. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1896.	167.6	+ 12.4	+ 21.9	+ 9.5		
97.	169.2	+ 10.8	+ 18.8	+ 8.0		
98.	158.7	+ 21.3	+ 28.8	+ 7.5		
99.	151.6	+ 28.4	+ 33.6	+ 5.2		
1900.	168.2	+ 11.8	+ 17.6	+ 5.8		
1.	171.3	+ 8.7	+ 13.2	+ 4.5		
2.	168.3	+ 11.7	+ 19.0	+ 7.3		
3.	157.8	+ 22.2	+ 32.3	+ 10.1		
4.	169.5	+ 10.5	+ 18.7	+ 8.2		
5.	165.2	+ 14.8	+ 23.0	+ 8.2		
6.	167.4	+ 12.6	+ 22.9	+ 10.3		
7.	171.3	+ 8.7	+ 18.9	+ 10.2		
8.	175.1	+ 4.9	+ 12.2	+ 7.3		
9.	171.2	+ 8.8	+ 17.4	+ 8.6		
1910.	170.2	+ 9.8	+ 17.4	+ 7.6		
11.	166.1	+ 13.9	+ 20.1	+ 6.2		
12.	167.2	+ 12.8	+ 19.7	+ 6.9		
13.	161.0	+ 19.0	+ 23.8	+ 4.8		
14.	168.7	+ 11.3	+ 18.8	+ 7.5		
15.	178.8	+ 1.2	+ 12.5	+ 11.3		
16.	176.6	+ 3.4	+ 15.6	+ 12.2		
17.	172.0	+ 8.0	+ 13.4	+ 5.4		
18.	172.1	+ 7.9	+ 13.1	+ 5.2		
19.	174.2	+ 5.8	+ 10.3	+ 4.5		
1920.	179.1	+ 0.9	+ 9.7	+ 8.8		
21.	169.0	+ 11.0	+ 20.6	+ 9.6		
22.	163.5	+ 16.5	+ 16.2	- 0.3		
23.	166.2	+ 13.8	+ 18.9	+ 5.1	+ 15	+ 76.5
24.	174.0	+ 6.0	+ 10.4	+ 4.4	+ 16	+ 70.4
25.	165.2	+ 14.8	+ 17.8	+ 3.0	+ 17	+ 51.0
26.	171.3	+ 8.7	+ 10.2	+ 1.5	+ 18	+ 27.0
27.	166.8	+ 13.2	+ 15.8	+ 2.6	+ 19	+ 49.4
		+ 117.3	+ 192.7	+ 75.4	2910	- 724.4
			- 117.3	= [h]	= [tt]	= [ht]
			+ 75.4	758.36 = [hh]		



16. zīm.

F. Bergstens (3), pārbaudīdams „Ölands norra udde“ līmeņu novērošanas stacijas pludiņa stāvokli, konstatē, ka par drošiem var uzskatīt tikai 1889.—1893. un 1923.—1927. gadu līmeņu novērojumus, tādēļ pārējie novērojumi aprēķinos nav ņemti vērā. No tiem dabūjam:

$$n = 10$$

$$h_0 = \frac{+75.4}{10} = +7.5400 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-724.4}{2910} = -0.2489 \text{ cm}$$

$$[vv] = 758.36 - 568.52 - 182.30 = 9.54$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{9.54}{8}} = \pm 1.092 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.092}{\sqrt{2910}} = \pm 0.020 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.249 + 0.434 = +0.185 \text{ cm.}$$

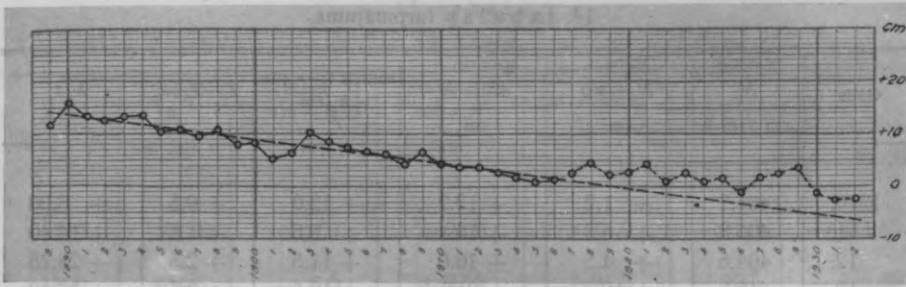
13. tabula.

11. Kungsholms fort.

Gads	Kungsh. f. N_i cm zem 0	Kungsh. f. $430 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St.—Kng. f. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	420.9	+ 9.1	+ 20.9	+ 11.8	— 13.5	— 159.30
1890.	418.6	+ 11.4	+ 27.3	+ 15.9	— 12.5	— 198.75
91.	423.7	+ 6.3	+ 19.6	+ 13.3	— 11.5	— 152.95
92.	419.7	+ 10.3	+ 22.8	+ 12.5	— 10.5	— 131.25
93.	414.1	+ 15.9	+ 29.0	+ 13.1	— 9.5	— 124.45
94.	418.1	+ 11.9	+ 25.4	+ 13.5	— 8.5	— 114.75
95.	417.4	+ 12.6	+ 22.8	+ 10.2	— 7.5	— 76.50
96.	418.9	+ 11.1	+ 21.9	+ 10.8	— 6.5	— 70.20

13. tabulas turpinājums.

Gads	Kungsh. f. N_i cm zem 0	Kungsh. f. $430 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St.-Kng. f. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1897.	420.7	+ 9.3	+ 18.8	+ 9.5	- 5.5	- 52.25
98.	412.1	+ 17.9	+ 28.8	+ 10.9	- 4.5	- 49.05
99.	404.4	+ 25.6	+ 33.6	+ 8.0	- 3.5	- 28.00
1900.	420.7	+ 9.3	+ 17.6	+ 8.3	- 2.5	- 20.75
1.	422.0	+ 8.0	+ 13.2	+ 5.2	- 1.5	- 7.80
2.	417.6	+ 12.4	+ 19.0	+ 6.6	- 0.5	- 3.30
3.	407.9	+ 22.1	+ 32.3	+ 10.2	+ 0.5	+ 5.10
4.	419.9	+ 10.1	+ 18.7	+ 8.6	+ 1.5	+ 12.90
5.	414.5	+ 15.5	+ 23.0	+ 7.5	+ 2.5	+ 18.75
6.	413.8	+ 16.2	+ 22.9	+ 6.7	+ 3.5	+ 23.45
7.	417.3	+ 12.7	+ 18.9	+ 6.2	+ 4.5	+ 27.90
8.	421.9	+ 8.1	+ 12.2	+ 4.1	+ 5.5	+ 22.55
9.	419.2	+ 10.8	+ 17.4	+ 6.6	+ 6.5	+ 42.90
1910.	416.8	+ 13.2	+ 17.4	+ 4.2	+ 7.5	+ 31.50
11.	413.6	+ 16.4	+ 20.1	+ 3.7	+ 8.5	+ 31.45
12.	414.0	+ 16.0	+ 19.7	+ 3.7	+ 9.5	+ 35.15
13.	408.9	+ 21.1	+ 23.8	+ 2.7	+ 10.5	+ 28.35
14.	413.1	+ 16.9	+ 18.8	+ 1.9	+ 11.5	+ 21.85
15.	418.5	+ 11.5	+ 12.5	+ 1.0	+ 12.5	+ 12.50
16.	415.8	+ 14.2	+ 15.6	+ 1.4	+ 13.5	+ 18.90
17.	419.0	+ 11.0	+ 13.4	+ 2.4	1827.00	- 855.05
18.	421.3	+ 8.7	+ 13.1	+ 4.4	= [tt]	= [ht]
19.	421.8	+ 8.2	+ 10.3	+ 2.1	+ 218.1	
20.	423.2	+ 6.8	+ 9.7	+ 2.9	= [h]	
21.	413.5	+ 16.5	+ 20.6	+ 4.1	2149.11	
22.	414.8	+ 15.2	+ 16.2	+ 1.0	= [hh]	
23.	413.7	+ 16.3	+ 18.9	+ 2.6		
24.	420.6	+ 9.4	+ 10.4	+ 1.0		
25.	414.0	+ 16.0	+ 17.8	+ 1.8		
26.	418.8	+ 11.2	+ 10.2	- 1.0		
27.	416.0	+ 14.0	+ 15.8	+ 1.8		
28.	420.5	+ 9.5	+ 11.9	+ 2.3		
29.	424.6	+ 5.4	+ 9.0	+ 3.6		
1930.	420.8	+ 9.2	+ 8.0	- 1.2		
31.	419.3	+ 10.7	+ 8.2	- 2.5		
32.	415.1	+ 14.9	+ 12.7	- 2.2		
		+ 558.9	+ 800.1	+ 241.2		
			- 558.9			
			+ 241.2			



17. zīm.

Aprēķiniem ņemti 1889.—1916. gadu novērojumi, jo ir iemesls domāt, ka pēc 1916. gada skālas nulle ir pārvietojusies.

$$n = 28$$

$$h_0 = + \frac{218.1}{28} = + 7.7893 \text{ cm}$$

$$\Delta h = - \frac{855.05}{1827} = - 0.4680 \text{ cm}$$

$$[vv] = 2149.11 - 1698.85 - 400.16 = 50.10$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{50.10}{26}} = \pm 1.388 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.388}{\sqrt{1827}} = \pm 0.033 \text{ cm}$$

$$\delta h = - 0.468 + 0.434 = - 0.034 \text{ cm.}$$

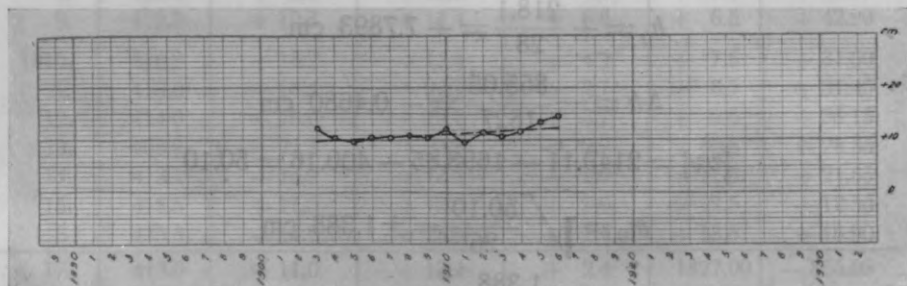
14. tabula.

10. Kalmar.

Gads	Kalmar N_i cm zem 0	Kalmar $N_i - 400$ cm	Kungsh. f. 430 - N_i cm	Kungsh. f. - Kalmar. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1903.	410.0	+ 10.0	+ 22.1	+ 12.1	- 6.5	- 78.65
4.	400.0	0.0	+ 10.1	+ 10.1	- 5.5	- 55.55
5.	405.8	+ 5.8	+ 15.5	+ 9.7	- 4.5	- 43.65
6.	406.0	+ 6.0	+ 16.2	+ 10.2	- 3.5	- 35.70
7.	402.2	+ 2.2	+ 12.7	+ 10.5	- 2.5	- 26.25
8.	397.2	- 2.8	+ 8.1	+ 10.9	- 1.5	- 16.35
9.	400.5	+ 0.5	+ 10.3	+ 10.3	- 0.5	- 5.15

14. tabulas turpinājums.

Gads	Kalmar N_i cm zem 0	Kalmar $N_i - 400$ cm	Kungsh. f. $430 - N_i$ cm	Kngsh.f.—Kalm. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1910.	401.2	+ 1.2	+ 13.2	+ 12.0	+ 0.5	+ 6.00
11.	406.8	+ 6.8	+ 16.4	+ 9.6	+ 1.5	+ 14.40
12.	404.5	+ 4.5	+ 16.0	+ 11.5	+ 2.5	+ 28.75
13.	410.3	+ 10.3	+ 21.1	+ 10.8	+ 3.5	+ 37.80
14.	405.0	+ 5.0	+ 16.9	+ 11.9	+ 4.5	+ 53.55
15.	398.2	- 1.8	+ 11.5	+ 13.3	+ 5.5	+ 73.15
16.	399.8	- 0.2	+ 14.2	+ 14.4	+ 6.5	+ 93.60
				+ 157.3 = [h]	277.50 = [tt]	+ 45.95 = [ht]



18. zīm.

Uz Kungsholms fort referencvirsmu attiecinātā Kalmar augstuma gada maiņa būs:

$$\Delta h' = + \frac{45.95}{227.5} + 0.202 \text{ cm.}$$

Reducējot to uz Stokholmas referencvirsmu, dabūjam:

$$\Delta h = \Delta h_{K.f.} + \Delta h' = -0.468 + 0.202 = -0.266 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.266 + 0.434 = +0.168 \text{ cm.}$$

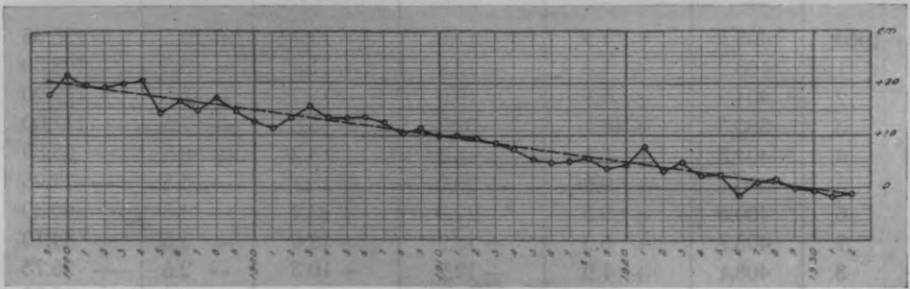
15. tabula.

12. Ystad.

Gads	Ystad N_i cm zem 0	Ystad $410 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Ystad h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	407.0	+ 3.0	+ 20.9	+ 17.9	- 21.5	- 384.85
1890.	404.0	+ 6.0	+ 27.3	+ 21.3	- 20.5	- 436.65
91.	409.9	+ 0.1	+ 19.6	+ 19.5	- 19.5	- 380.25
92.	406.3	+ 3.7	+ 22.8	+ 19.1	- 18.5	- 353.35
93.	400.7	+ 9.3	+ 29.0	+ 19.7	- 17.5	- 344.75
94.	404.9	+ 5.1	+ 25.4	+ 20.3	- 16.5	- 334.95
95.	401.4	+ 8.6	+ 22.8	+ 14.2	- 15.5	- 220.10
96.	404.7	+ 5.3	+ 21.9	+ 16.6	- 14.5	- 240.70
97.	406.1	+ 3.9	+ 18.8	+ 14.9	- 13.5	- 201.15
98.	398.3	+ 11.7	+ 28.8	+ 17.1	- 12.5	- 213.75
99.	391.1	+ 18.9	+ 33.6	+ 14.7	- 11.5	- 169.05
1900.	405.1	+ 4.9	+ 17.6	+ 12.7	- 10.5	- 133.35
1.	408.2	+ 1.8	+ 13.2	+ 11.4	- 9.5	- 108.30
2.	404.2	+ 5.8	+ 19.0	+ 13.2	- 8.5	- 112.20
3.	393.3	+ 16.7	+ 32.3	+ 15.6	- 7.5	- 117.00
4.	404.5	+ 5.5	+ 18.7	+ 13.2	- 6.5	- 85.80
5.	400.1	+ 9.9	+ 23.0	+ 13.1	- 5.5	- 72.05
6.	400.5	+ 9.5	+ 22.9	+ 13.4	- 4.5	- 60.30
7.	403.7	+ 6.3	+ 18.9	+ 12.6	- 3.5	- 44.10
8.	408.1	+ 1.9	+ 12.2	+ 10.3	- 2.5	- 25.75
9.	403.9	+ 6.1	+ 17.4	+ 11.3	- 1.5	- 16.95
1910.	402.6	+ 7.4	+ 17.4	+ 10.0	- 0.5	- 5.00
11.	399.9	+ 10.1	+ 20.1	+ 10.0	+ 0.5	+ 5.00
12.	399.6	+ 10.4	+ 19.7	+ 9.3	+ 1.5	+ 13.95
13.	394.8	+ 15.2	+ 23.8	+ 8.6	+ 2.5	+ 21.50
14.	398.4	+ 11.6	+ 18.8	+ 7.2	+ 3.5	+ 25.20
15.	402.9	+ 7.1	+ 12.5	+ 5.4	+ 4.5	+ 24.30
16.	399.3	+ 10.7	+ 15.6	+ 4.9	+ 5.5	+ 26.95
17.	401.7	+ 8.3	+ 13.4	+ 5.1	+ 6.5	+ 33.15
18.	402.7	+ 7.3	+ 13.1	+ 5.8	+ 7.5	+ 43.50
19.	403.6	+ 6.4	+ 10.3	+ 3.9	+ 8.5	+ 33.15
1920.	404.7	+ 5.3	+ 9.7	+ 4.4	+ 9.5	+ 41.80
21.	397.4	+ 12.6	+ 20.6	+ 8.0	+ 10.5	+ 84.00
22.	396.9	+ 13.1	+ 16.2	+ 3.1	+ 11.5	+ 35.65
23.	396.1	+ 13.9	+ 18.9	+ 5.0	+ 12.5	+ 62.50
24.	401.9	+ 8.1	+ 10.4	+ 2.3	+ 13.5	+ 31.05

15. tabulas turpinājums.

Gads	Ystad N_i cm zem 0	Ystad $410 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Ystad h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1925.	394.7	+ 15.7	+ 17.8	+ 2.5	+ 14.5	+ 36.25
26.	398.4	+ 11.6	+ 10.2	- 1.4	+ 15.5	- 21.70
27.	395.3	+ 14.7	+ 15.8	+ 1.1	+ 16.5	+ 18.15
28.	400.0	+ 10.0	+ 11.8	+ 1.8	+ 17.5	+ 31.50
29.	401.0	+ 9.0	+ 9.0	0.0	+ 18.5	0.00
1930.	401.4	+ 8.6	+ 8.0	- 0.6	+ 19.5	- 11.70
31.	400.1	+ 9.9	+ 8.2	- 1.7	+ 20.5	- 34.85
32.	396.2	+ 13.8	+ 12.7	- 1.1	+ 21.5	- 23.65
		+ 384.4	+ 800.1	+ 415.7	7095.00	- 3584.65
			- 384.4	= [h]	= [t]	= [ht]
			+ 415.7	5834.55 = [hh]		



19. zīm.

 $n = 44$

$$h_0 = \frac{+ 415.7}{44} = + 9.4477 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{- 3584.65}{7095} = - 0.5052 \text{ cm}$$

$$[vv] = 5834.6 - 3927.4 - 1811.0 = 96.2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{96.2}{42}} = \pm 1.51 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.51}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0179 \text{ cm}$$

$$\delta h = - 0.505 + 0.434 = - 0.071 \text{ cm.}$$

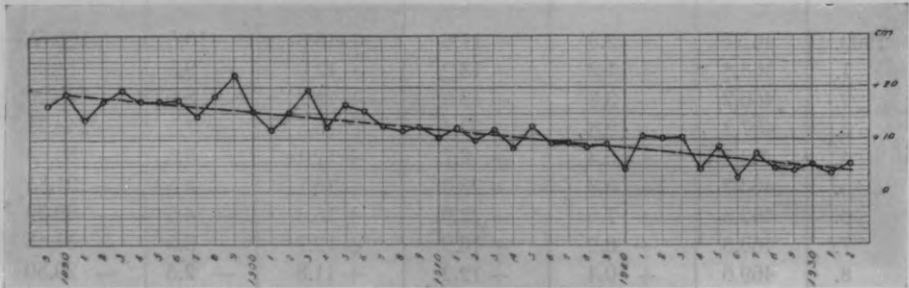
16. tabula.

13. Varberg.

Gads	Varberg N_i cm zem 0	Varberg $470 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Varberg h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	465.5	+ 4.5	+ 20.9	+ 16.4	- 21.5	- 352.60
1890.	461.5	+ 8.5	+ 27.3	+ 18.8	- 20.5	- 385.40
91.	464.3	+ 5.7	+ 19.6	+ 13.9	- 19.5	- 271.05
92.	464.5	+ 5.5	+ 22.8	+ 17.3	- 18.5	- 320.05
93.	460.4	+ 9.6	+ 29.0	+ 19.4	- 17.5	- 339.50
94.	461.9	+ 8.1	+ 25.4	+ 17.3	- 16.5	- 285.45
95.	464.5	+ 5.5	+ 22.8	+ 17.3	- 15.5	- 268.15
96.	465.7	+ 4.3	+ 21.9	+ 17.6	- 14.5	- 255.20
97.	465.8	+ 4.2	+ 18.8	+ 14.6	- 13.5	- 197.10
98.	459.4	+ 10.6	+ 28.8	+ 18.2	- 12.5	- 227.50
99.	458.7	+ 11.3	+ 33.6	+ 22.3	- 11.5	- 256.45
1900.	467.7	+ 2.3	+ 17.6	+ 15.3	- 10.5	- 160.65
1.	468.8	+ 1.2	+ 13.2	+ 12.0	- 9.5	- 114.00
2.	466.2	+ 3.8	+ 19.0	+ 15.2	- 8.5	- 129.20
3.	457.2	+ 12.8	+ 32.3	+ 19.5	- 7.5	- 146.25
4.	463.7	+ 6.3	+ 18.7	+ 12.4	- 6.5	- 80.60
5.	463.7	+ 6.3	+ 23.0	+ 16.7	- 5.5	- 91.85
6.	462.5	+ 7.5	+ 22.9	+ 15.4	- 4.5	- 69.30
7.	463.8	+ 6.2	+ 18.9	+ 12.7	- 3.5	- 44.45
8.	469.6	+ 0.4	+ 12.2	+ 11.8	- 2.5	- 29.50
9.	465.2	+ 4.8	+ 17.4	+ 12.6	- 1.5	- 18.90
1910.	463.1	+ 6.9	+ 17.4	+ 10.5	- 0.5	- 5.25
11.	462.3	+ 7.7	+ 20.1	+ 12.4	+ 0.5	+ 6.20
12.	460.3	+ 9.7	+ 19.7	+ 10.0	+ 1.5	+ 15.00
13.	458.2	+ 11.8	+ 23.8	+ 12.0	+ 2.5	+ 30.00
14.	459.8	+ 10.2	+ 18.8	+ 8.6	+ 3.5	+ 30.10
15.	470.4	- 0.4	+ 12.5	+ 12.9	+ 4.5	+ 58.05
16.	463.7	+ 6.3	+ 15.6	+ 9.3	+ 5.5	+ 51.15
17.	466.1	+ 3.9	+ 13.4	+ 9.5	+ 6.5	+ 61.75
18.	465.7	+ 4.3	+ 13.1	+ 8.8	+ 7.5	+ 66.00
19.	468.9	+ 1.1	+ 10.3	+ 9.2	+ 8.5	+ 78.20
1920.	465.0	+ 5.0	+ 9.7	+ 4.7	+ 9.5	+ 44.65
21.	460.2	+ 9.8	+ 20.6	+ 10.8	+ 10.5	+ 113.40
22.	464.0	+ 6.0	+ 16.2	+ 10.2	+ 11.5	+ 117.30
23.	461.4	+ 8.6	+ 18.9	+ 10.3	+ 12.5	+ 128.75

16. tabulas turpinājums.

Gads	Varberg N_i cm zem 0	Varberg $470 - N_i$ cm	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Varberg h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1924.	464.1	+ 5.9	+ 10.4	+ 4.5	+ 13.5	+ 60.75
25.	461.0	+ 9.0	+ 17.8	+ 8.8	+ 14.5	+ 127.60
26.	462.4	+ 7.6	+ 10.2	+ 2.6	+ 15.5	+ 40.30
27.	461.5	+ 8.5	+ 15.8	+ 7.3	+ 16.5	+ 120.45
28.	462.9	+ 7.1	+ 11.8	+ 4.7	+ 17.5	+ 82.25
29.	465.1	+ 4.9	+ 9.0	+ 4.1	+ 18.5	+ 75.85
1930.	467.2	+ 2.8	+ 8.0	+ 5.2	+ 19.5	+ 101.40
31.	465.2	+ 4.8	+ 8.2	+ 3.4	+ 20.5	+ 69.70
32.	462.6	+ 7.4	+ 12.7	+ 5.3	+ 21.5	+ 113.95
		+ 278.3	+ 800.1	+ 521.8	7095.00	- 2455.60
			- 278.3	= [h]	= [tt]	= [ht]
			+ 521.8	7259.16 = [hh]		



20. zīm.

 $n = 44$

$$h_0 = \frac{+ 521.8}{44} = + 11.859 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{- 2455.60}{7095} = - 0.3461 \text{ cm}$$

$$[\sigma\sigma] = 7259.2 - 6188 - 850 = 221.2$$

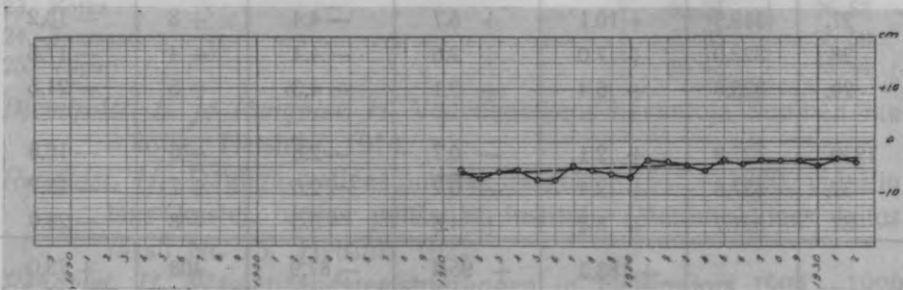
$$m_0 = \sqrt{\frac{221.2}{42}} = \pm 2.295 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{2.295}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0273 \text{ cm}$$

$$\delta h = - 0.346 + 0.434 = + 0.088 \text{ cm.}$$

17. tabula.
 14. Smögen.

Gads	Smögen N_i cm zem 0	Smögen $370 - N_i$ cm	Varberg $470 - N_i$ cm	Varb. - Smg. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1911.	356.9	+ 13.1	+ 7.8	- 5.3	- 10.5	+ 55.65
12.	352.7	+ 16.5	+ 9.4	- 7.1	- 9.5	+ 67.45
13.	352.4	+ 17.6	+ 11.8	- 5.8	- 8.5	+ 49.30
14.	354.3	+ 15.7	+ 10.4	- 5.3	- 7.5	+ 39.75
15.	363.3	+ 6.7	- 0.4	- 7.1	- 6.5	+ 46.15
16.	356.4	+ 13.6	+ 6.3	- 7.3	- 5.5	+ 40.15
17.	361.5	+ 8.5	+ 3.9	- 4.6	- 4.5	+ 20.70
18.	360.3	+ 9.7	+ 4.3	- 5.4	- 3.5	+ 18.90
19.	362.7	+ 7.3	+ 1.1	- 6.2	- 2.5	+ 15.50
1920.	358.2	+ 11.8	+ 5.0	- 6.8	- 1.5	+ 10.20
21.	356.9	+ 13.1	+ 9.8	- 3.3	- 0.5	+ 1.65
22.	360.4	+ 9.6	+ 6.0	- 3.6	+ 0.5	- 1.80
23.	357.3	+ 12.7	+ 8.6	- 4.1	+ 1.5	- 6.15
24.	358.8	+ 11.2	+ 5.9	- 5.3	+ 2.5	- 13.25
25.	357.8	+ 12.2	+ 9.0	- 3.2	+ 3.5	- 11.20
26.	358.4	+ 11.6	+ 7.6	- 4.0	+ 4.5	- 18.00
27.	358.3	+ 11.7	+ 8.5	- 3.2	+ 5.5	- 17.60
28.	359.6	+ 10.4	+ 7.1	- 3.3	+ 6.5	- 21.45
29.	361.8	+ 8.2	+ 4.9	- 3.3	+ 7.5	- 24.75
1930.	362.9	+ 7.1	+ 2.8	- 4.3	+ 8.5	- 36.55
31.	362.0	+ 8.0	+ 4.8	- 3.2	+ 9.5	- 30.40
32.	358.9	+ 11.1	+ 7.4	- 3.7	+ 10.5	- 38.85
		+ 247.4	+ 142.0	- 105.4	885.50	+ 145.40
			- 247.4	= [h]	= [tt]	= [ht]
			- 105.4			



21. zim.

Uz Varberg referencvirsmu attiecinātās Smögen augstuma gada maiņas būs:

$$\Delta h' = \frac{+145.40}{885.50} = +0.1642 \text{ cm};$$

reducējot to uz Stokholmas referencvirsmu, dabūjam:

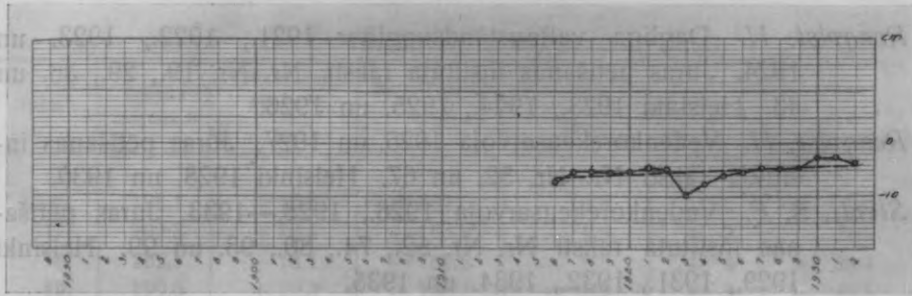
$$\Delta h = -0.346 + 0.164 = -0.182 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.182 + 0.434 = +0.252 \text{ cm}.$$

18. tabula.

1. Furuögrund.

Gads	Furuögrund N_i cm zem 0	Furuögrund $330 - N_i$ cm	Ratan $400 - N_i$ cm	Ratan — Fur. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1916.	315.6	+ 14.4	+ 7.2	- 7.2	- 8	+ 57.6
17.	314.0	+ 16.0	+ 10.8	- 5.2	- 7	+ 36.4
18.	316.8	+ 13.2	+ 8.1	- 5.1	- 6	+ 30.6
19.	320.2	+ 9.8	+ 4.3	- 5.5	- 5	+ 27.5
1920.	315.0	+ 15.0	+ 9.8	- 5.2	- 4	+ 20.8
21.	309.2	+ 20.8	+ 16.5	- 4.3	- 3	+ 12.9
22.	319.0	+ 11.0	+ 6.3	- 4.7	- 2	+ 9.4
23.	309.9	+ 20.1	+ 10.4	- 9.7	- 1	+ 9.7
24.	322.0	+ 8.0	+ 0.3	- 7.7	0	0.0
25.	317.6	+ 12.4	+ 6.4	- 6.0	+ 1	- 6.0
26.	323.7	+ 6.3	+ 1.0	- 5.3	+ 2	- 10.6
27.	319.9	+ 10.1	+ 5.7	- 4.4	+ 3	- 13.2
28.	323.0	+ 7.0	+ 2.6	- 4.4	+ 4	- 17.6
29.	323.6	+ 6.4	+ 2.1	- 4.3	+ 5	- 21.5
1930.	327.9	+ 2.1	- 0.7	- 2.8	+ 6	- 16.8
31.	327.6	+ 2.4	- 0.2	- 2.6	+ 7	- 18.2
32.	321.7	+ 8.3	+ 4.8	- 3.5	+ 8	- 28.0
		+ 183.3	+ 95.4	- 87.9	408	+ 73.0
			<u>- 183.3</u>	= [h]	= [tt]	= [ht]
			- 87.9			



22. zīm.

Uz Ratana referencvirsmu attiecinātā Furuögrund augstuma gada maiņa būs:

$$\Delta h' = \frac{+73.0}{408} = +0.1789 \text{ cm};$$

reducējot to uz Stokholmas referencvirsmu, dabūjam:

$$\Delta h = +0.179 + 0.424 = +0.603 \text{ cm}$$

$$\delta h = +0.603 + 0.434 = +1.037 \text{ cm}.$$

Somijas piekraste.

	φ	λ no Gr.
15. Toppila	65°02'	25°26'
16. Ykspilä	63 50	23 02
17. Vaasa	63 07	21 36
18. Reposaari	61 37	21 27
19. Lemström	60 06	20 01
20. Lypertö	60 36	21 14
21. Hanko	59 46	22 57
22. Helsinki	60 09	24 58
23. Kotka	60 27	26 57
24. Suursaari	60 05	26 59
25. Viipuri	60 43	28 44

Blomqvist, E. ja Renqvist, H. Vedenkorekus havantoja Suomen rannikoila. Helsinki. 1914.

Renqvist, H. Dagliga vattenstandsriak Hagelser 1913.—1920. vid Finlandens kuster. Jūras pētīšanas instituta (Merentuktimas laitos) raksti Nr. 15. Helsinki 1922.

Renqvist, H. Wasserstandsregistrierungen in Helsingfors 1904.—1920. Jūras pētīšanas instituta raksti Nr. 17. Helsinki 1923.

Renqvist, H. Dagliga vattenståndsupgifter 1921., 1922., 1923. un 1924. Jūras pētīšanas instituta raksti Nr. Nr. 19., 29., 36. un 43. Helsinki 1923., 1924., 1925. un 1926.

Renqvist, H. Vedenkorekeusarvoja 1925. un 1927. Jūras pētīšanas instituta raksti Nr. Nr. 52. un 67. Helsinki 1928. un 1930.

Stenij, S. E. Vedenkorekeusarvoja 1926., 1928.—1933. Jūras pētīšanas instituta raksti Nr. Nr. 62., 74., 80., 93. un 99. Helsinki 1929., 1931., 1932., 1934. un 1935.

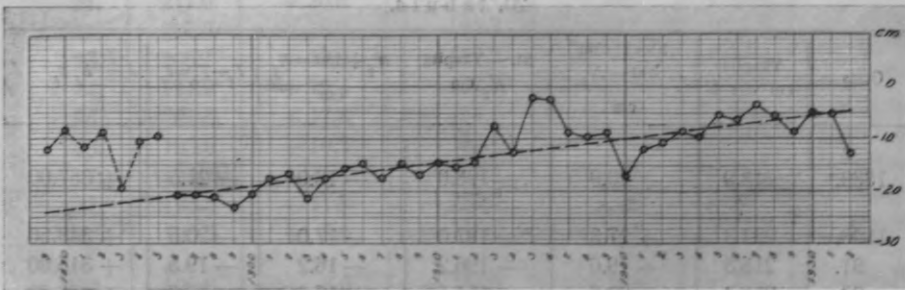
19. tabula.

15. Toppila.

Gads	Toppila cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Toppila h_i cm.	$H_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	212.9	+ 20.9	- 192.0	- 12.0		
1890.	215.4	+ 27.3	- 188.1	- 8.1		
91.	211.2	+ 19.6	- 191.6	- 11.6		
92.	211.5	+ 22.8	- 188.7	- 8.7		
93.	228.2	+ 29.0	- 199.2	- 19.2		
94.	215.5	+ 25.4	- 190.1	- 10.1		
95.	212.0	+ 22.8	- 189.2	- 9.2		
96.	222.6	+ 21.9	- 200.7	- 20.7	- 18	+ 372.6
97.	219.6	+ 18.8	- 200.8	- 20.8	- 17	+ 353.6
98.	229.8	+ 28.8	- 201.0	- 21.0	- 16	+ 336.0
99.	236.6	+ 33.6	- 203.0	- 23.0	- 15	+ 345.0
1900.	218.1	+ 17.6	- 200.5	- 20.5	- 14	+ 287.0
1.	210.9	+ 13.2	- 197.7	- 17.7	- 13	+ 230.1
2.	215.7	+ 19.0	- 196.7	- 16.7	- 12	+ 200.4
3.	233.5	+ 32.3	- 201.2	- 21.2	- 11	+ 233.2
4.	216.3	+ 18.7	- 197.6	- 17.6	- 10	+ 176.0
5.	218.9	+ 23.0	- 195.9	- 15.9	- 9	+ 143.1
6.	217.6	+ 22.9	- 194.7	- 14.7	- 8	+ 117.6
7.	216.1	+ 18.9	- 197.2	- 17.2	- 7	+ 120.4
8.	206.9	+ 12.2	- 194.7	- 14.7	- 6	+ 88.2
9.	214.3	+ 17.4	- 196.9	- 16.9	- 5	+ 84.5
1910.	211.8	+ 17.4	- 194.4	- 14.4	- 4	+ 57.6
11.	215.3	+ 20.1	- 195.2	- 15.2	- 3	+ 45.6
12.	213.9	+ 19.7	- 194.2	- 14.2	- 2	+ 28.4
13.	211.2	+ 23.8	- 187.4	- 7.4	- 1	+ 7.4
14.	211.2	+ 18.8	- 192.4	- 12.4	0	0.0
15.	194.6	+ 12.5	- 182.1	- 2.1	+ 1	- 2.1

19. tabulas turpinājums.

Gads	Toppila cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Toppila h_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1916.	198.1	+ 15.6	- 182.5	- 2.5	+ 2	- 5.0
17.	202.3	+ 13.4	- 188.9	- 8.9	+ 3	- 26.7
18.	202.7	+ 13.1	- 189.6	- 9.6	+ 4	- 38.4
19.	199.0	+ 10.3	- 188.7	- 8.7	+ 5	- 43.5
1920.	206.7	+ 9.7	- 197.0	- 17.0	+ 6	- 102.0
21.	212.5	+ 20.6	- 191.9	- 11.9	+ 7	- 83.3
22.	207.0	+ 16.2	- 190.8	- 10.8	+ 8	- 86.4
23.	207.3	+ 18.9	- 188.4	- 8.4	+ 9	- 75.6
24.	199.9	+ 10.4	- 189.5	- 9.5	+ 10	- 95.0
25.	203.0	+ 17.8	- 185.2	- 5.2	+ 11	- 57.2
26.	196.3	+ 10.2	- 186.1	- 6.1	+ 12	- 73.2
27.	199.1	+ 15.8	- 183.3	- 3.3	+ 13	- 42.9
28.	197.3	+ 11.8	- 185.5	- 5.5	+ 14	- 77.0
29.	197.5	+ 9.0	- 188.5	- 8.5	+ 15	- 127.5
1930.	192.9	+ 8.0	- 184.9	- 4.9	+ 16	- 78.5
31.	193.2	+ 8.2	- 185.0	- 5.0	+ 17	- 85.0
32.	205.4	+ 12.7	- 192.7	- 12.7	+ 18	- 228.6
	+9261.8	+ 800.1	- 8461.7	- 462.8	4218	- 1898.8
		- 9261.8		= [h]	= [tt]	= [ht]
		- 8461.7		7071.48=[hh]		



23. zīm.

 $n = 37$

$$h_0 = \frac{-462.8}{37} = -12.5081 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{+1898.8}{4218} = +0.4502 \text{ cm}$$

$$[vv] = 7071.5 - 5788.7 - 854.8 = 428.0$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{428.0}{35}} = \pm 3.947 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{3.947}{\sqrt{4218}} = \pm 0.0609 \text{ cm}$$

$$\delta h = +0.450 + 0.434 = +0.884 \text{ cm.}$$

16. Ykspilä.

Ykspilä's skālas novērojumu rinda turpinās līdz 1924. gadam. Paraleli šiem novērojumiem ar 1922. gadu sākas mareografa novērojumi Alholmenā, kuras ģeografiskās koordinātas ir

$$\varphi = 63^{\circ}42', \quad \lambda = 22^{\circ}42',$$

kas dod koordinātu starpību Ykspilä — Alholmen

$$\Delta\varphi = 8', \quad \Delta\lambda = 20'.$$

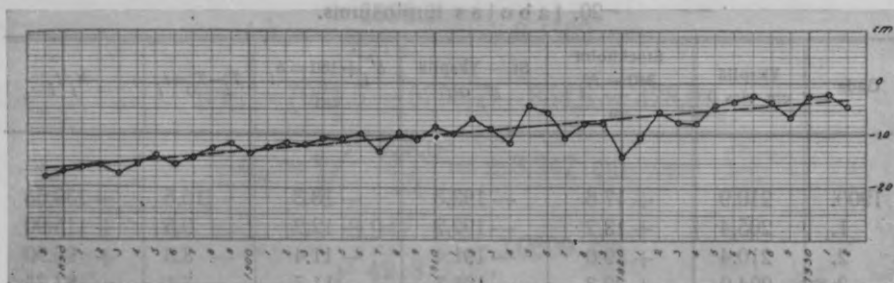
Turpinot ar 1925. gadu Ykspilä's novērojumu rindu ar Alholmenas novērojumiem, tiem pieskaitīti 1.6 cm, jo no paraleliem novērojumiem redzams, ka Alholmenā novērotie līmeņi vidēji par 1.6 cm zemāki kā Ykspilä.

20. tabula.

Gads	Ykspilä cm virs 0	Stockholm 340 — N_i cm	St. — Ykspilä H'_i cm	$H'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	218.9	+ 20.9	— 198.0	— 18.0	— 21.5	+ 387.00
1890.	224.3	+ 27.3	— 197.0	— 17.0	— 20.5	+ 348.50
91.	215.8	+ 19.6	— 196.2	— 16.2	— 19.5	+ 315.90
92.	218.4	+ 22.8	— 195.6	— 15.6	— 18.5	+ 288.60
93.	226.2	+ 29.0	— 197.2	— 17.2	— 17.5	+ 301.00
94.	220.8	+ 25.4	— 195.4	— 15.4	— 16.5	+ 254.10
95.	216.5	+ 22.8	— 193.7	— 13.7	— 15.5	+ 212.35
96.	217.5	+ 21.9	— 195.6	— 15.6	— 14.5	+ 226.20
97.	212.9	+ 18.8	— 194.1	— 14.1	— 13.5	+ 190.35
98.	221.3	+ 28.8	— 192.5	— 12.5	— 12.5	+ 156.25
99.	225.2	+ 33.6	— 191.6	— 11.5	— 11.5	+ 133.40

20. tabulas turpinājums.

Gads	Ykspilā cm virs 0	Stockholm 340— N_i cm	St.—Ykspilā h'_i cm	$h'_i+180=h_i$ cm	$T_i-T_0=t_i$	$h_i t_i$
1900.	210.9	+ 17.6	— 193.3	— 13.3	— 10.5	+ 139.65
1.	205.4	+ 13.2	— 192.2	— 12.2	— 9.5	+ 115.90
2.	210.4	+ 19.0	— 191.4	— 11.4	— 8.5	+ 96.90
3.	224.0	+ 32.3	— 191.7	— 11.7	— 7.5	+ 87.75
4.	209.4	+ 18.7	— 190.7	— 10.7	— 6.5	+ 69.55
5.	213.6	+ 23.0	— 190.6	— 10.6	— 5.5	+ 58.30
6.	212.7	+ 22.9	— 189.8	— 9.8	— 4.5	+ 44.10
7.	211.9	+ 18.9	— 193.0	— 13.0	— 3.5	+ 45.50
8.	201.5	+ 12.2	— 189.3	— 9.3	— 2.5	+ 23.25
9.	208.3	+ 17.4	— 190.9	— 10.9	— 1.5	+ 16.35
1910.	205.5	+ 17.4	— 188.1	— 8.1	— 0.5	+ 4.05
11.	209.8	+ 20.1	— 189.7	— 9.7	+ 0.5	— 4.85
12.	206.5	+ 19.7	— 186.8	— 6.8	+ 1.5	— 10.20
13.	212.6	+ 23.8	— 188.8	— 8.8	+ 2.5	— 22.00
14.	209.9	+ 18.8	— 191.1	— 11.1	+ 3.5	— 38.85
15.	196.6	+ 12.5	— 184.1	— 4.1	+ 4.5	— 18.45
16.	201.2	+ 15.6	— 185.6	— 5.6	+ 5.5	— 30.80
17.	203.6	+ 13.4	— 190.2	— 10.2	+ 6.5	— 66.30
18.	200.9	+ 13.1	— 187.8	— 7.8	+ 7.5	— 58.50
19.	197.9	+ 10.3	— 187.6	— 7.6	+ 8.5	— 64.60
1920.	203.7	+ 9.7	— 194.0	— 14.0	+ 9.5	— 133.00
21.	211.0	+ 20.6	— 190.4	— 10.4	+ 10.5	— 109.20
22.	201.5	+ 16.2	— 185.3	— 5.3	+ 11.5	— 60.95
23.	206.1	+ 18.9	— 187.2	— 7.2	+ 12.5	— 90.00
24.	197.9	+ 10.4	— 187.5	— 7.5	+ 13.5	— 101.25
25.	201.8	+ 17.8	— 184.0	— 4.0	+ 14.5	— 58.00
26.	193.6	+ 10.2	— 183.4	— 3.4	+ 15.5	— 52.70
27.	198.2	+ 15.8	— 182.4	— 2.4	+ 16.5	— 39.60
28.	195.5	+ 11.8	— 183.7	— 3.7	+ 17.5	— 64.75
29.	195.5	+ 9.0	— 186.5	— 6.5	+ 18.5	— 120.25
1930.	190.6	+ 8.0	— 182.6	— 2.6	+ 19.5	— 50.70
31.	190.3	+ 8.2	— 182.1	— 2.1	+ 20.5	— 43.05
32.	197.1	+ 12.7	— 184.4	— 4.4	+ 21.5	— 94.60
	+9153.2	+ 800.1	— 8353.1	— 433.1	7095.00	+ 2182.35
		— 9153.2		= [h]	= [tt]	= [ht]
		— 8353.1		5099.77=[hh]		



24. zīm.

 $n = 44$

$$h_0 = \frac{-433.1}{44} = -9.8432 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{+2182.35}{7095} = +0.3076 \text{ cm}$$

$$[vv] = 5099.8 - 4263.1 - 671.3 = 165.4$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{165.4}{42}} = \pm 1.98 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.98}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0236 \text{ cm}$$

$$\delta h = +0.308 + 0.434 = +0.742 \text{ cm.}$$

17. Vaasa.

Vaasa's skālas novērojumu rinda izbeidzas ar 1921. gadu. Novērojumu rinda turpināta ar Vaskiluoto mareografa novērojumiem, kas sākas ar 1922. gadu. Vaskiluoto ģeogrāfiskās koordinātas ir

$$\varphi = 63^{\circ}06', \quad \lambda = 21^{\circ}34'.$$

Koordinātu starpība Vaasa — Vaskiluoto ir

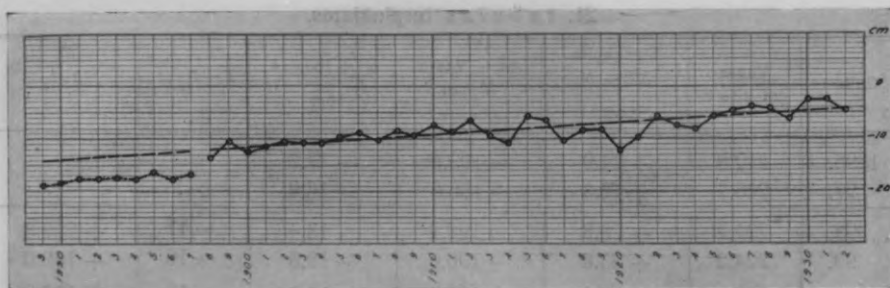
$$\Delta\varphi = 1', \quad \Delta\lambda = 2'.$$

21. tabula.

Gads	Vaasa cm virs 0	Stockholm 340 — N_i cm	St. — Vaasa h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	219.9	+ 20.9	— 199.0	— 19.0		
1890.	225.8	+ 27.3	— 198.5	— 18.5		
91.	217.4	+ 19.6	— 197.8	— 17.8		
92.	220.5	+ 22.8	— 197.7	— 17.7		
93.	226.3	+ 29.0	— 197.3	— 17.3		
94.	223.3	+ 25.4	— 197.9	— 17.9		
95.	219.1	+ 22.8	— 196.3	— 16.3		

21. tabulas turpinājums.

Gads	Vaasa cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Vaasa h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1896.	219.8	+ 21.9	- 197.9	- 17.9		
97.	215.7	+ 18.8	- 196.9	- 16.9		
98.	222.2	+ 28.8	- 193.4	- 13.4	- 17	+ 227.8
99.	224.2	+ 33.6	- 190.6	- 10.6	- 16	+ 169.6
1900.	209.8	+ 17.6	- 192.2	- 12.2	- 15	+ 183.0
1.	204.6	+ 13.2	- 191.4	- 11.4	- 14	+ 159.6
2.	209.5	+ 19.0	- 190.5	- 10.5	- 13	+ 136.5
3.	223.2	+ 32.3	- 190.9	- 10.9	- 12	+ 130.8
4.	209.6	+ 18.7	- 190.9	- 10.9	- 11	+ 119.9
5.	212.7	+ 23.0	- 189.7	- 9.7	- 10	+ 97.0
6.	211.8	+ 22.9	- 188.9	- 8.9	- 9	+ 80.1
7.	209.1	+ 18.9	- 190.2	- 10.2	- 8	+ 81.6
8.	200.7	+ 12.2	- 188.5	- 8.5	- 7	+ 59.5
9.	206.9	+ 17.4	- 189.5	- 9.5	- 6	+ 57.0
1910.	204.6	+ 17.4	- 187.2	- 7.2	- 5	+ 36.0
11.	208.6	+ 20.1	- 188.5	- 8.5	- 4	+ 34.0
12.	206.3	+ 19.7	- 186.6	- 6.6	- 3	+ 19.8
13.	213.0	+ 23.8	- 189.2	- 9.2	- 2	+ 18.4
14.	209.6	+ 18.8	- 190.8	- 10.8	- 1	+ 10.8
15.	198.2	+ 12.5	- 185.7	- 5.7	0	0.0
16.	201.7	+ 15.6	- 186.1	- 6.1	+ 1	- 6.1
17.	203.5	+ 13.4	- 190.1	- 10.1	+ 2	- 20.2
18.	201.4	+ 13.1	- 188.3	- 8.3	+ 3	- 24.9
19.	198.4	+ 10.3	- 188.1	- 8.1	+ 4	- 32.4
1920.	201.8	+ 9.7	- 192.1	- 12.1	+ 5	- 60.5
21.	210.3	+ 20.6	- 189.7	- 9.7	+ 6	- 58.2
22.	201.7	+ 16.2	- 185.5	- 5.5	+ 7	- 38.5
23.	206.3	+ 18.9	- 187.4	- 7.4	+ 8	- 59.2
24.	198.4	+ 10.4	- 188.0	- 8.0	+ 9	- 72.0
25.	203.4	+ 17.8	- 185.6	- 5.6	+ 10	- 56.0
26.	194.6	+ 10.2	- 184.4	- 4.4	+ 11	- 48.4
27.	199.5	+ 15.8	- 183.7	- 3.7	+ 12	- 44.4
28.	195.9	+ 11.8	- 184.1	- 4.1	+ 13	- 53.3
29.	195.1	+ 9.0	- 186.1	- 6.1	+ 14	- 85.4
1930.	190.6	+ 8.0	- 182.6	- 2.6	+ 15	- 39.0
31.	190.8	+ 8.2	- 182.6	- 2.6	+ 16	- 41.6
32.	197.5	+ 12.7	- 184.8	- 4.8	+ 17	- 81.6
	+ 9163.3	+ 800.1	- 8363.2	- 283.9	3570	+ 799.7
		- 9163.3		= [h]	= [t]	= [ht]
		- 8363.2		2578.07 = [hh]		



25. zīm.

$$n = 35$$

$$h_0 = \frac{-283.9}{35} = -8.1114 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{+799.7}{3570} = +0.2240 \text{ cm}$$

$$[v] = 2578.1 - 2302.8 - 179.1 = 96.2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{96.2}{33}} = \pm 1.707 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.707}{\sqrt{3570}} = \pm 0.0287 \text{ cm}$$

$$\delta h = +0.224 + 0.434 = +0.658 \text{ cm.}$$

18. Reposaari.

Reposaari skālas novērojumu rinda izbeidzas ar 1925. gadu. Novērojumu rinda turpināta ar Māntyluoto mareografa novērojumiem. Māntyluoto ģeografiskās koordinātas ir:

$$\varphi = 61^{\circ}36', \quad \lambda = 21^{\circ}29'.$$

Koordinātu starpība Reposaari — Māntyluoto ir

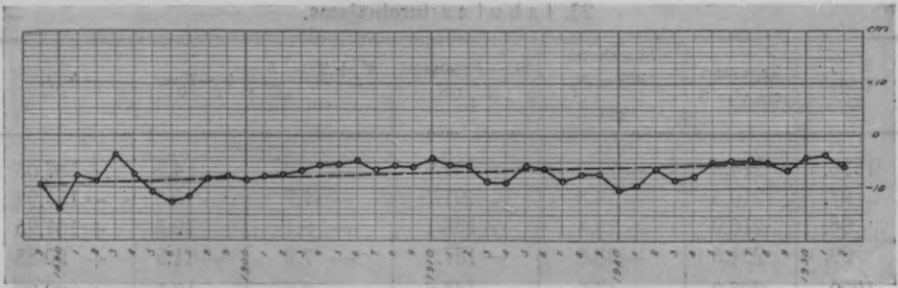
$$\Delta\varphi = 1', \quad \Delta\lambda = 2'.$$

22. tabula.

Gads	Reposaari cm virs 0	Stockholm 340 — N_i cm	St. — Reposaari h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	210.2	+ 20.9	- 189.3	- 9.3	- 21.5	+ 199.95
1890.	221.3	+ 28.3	- 194.0	- 14.0	- 20.5	+ 287.00
91.	207.4	+ 19.6	- 187.8	- 7.8	- 19.5	+ 152.10
92.	211.5	+ 22.8	- 188.7	- 8.7	- 18.5	+ 160.95
93.	212.8	+ 29.0	- 183.8	- 3.8	- 17.5	+ 66.50
94.	212.7	+ 25.4	- 187.3	- 7.3	- 16.5	+ 120.45
95.	213.6	+ 22.8	- 190.8	- 10.8	- 15.5	+ 167.40

22. tabulas turpinājums.

Gads	Reposaari cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Reposaari h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1896.	214.8	+ 21.9	- 192.9	- 12.9	- 14.5	+ 187.05
97.	210.5	+ 18.8	- 191.7	- 11.7	- 13.5	+ 157.95
98.	216.9	+ 28.8	- 188.1	- 8.1	- 12.5	+ 101.25
99.	221.5	+ 33.6	- 187.9	- 7.9	- 11.5	+ 90.85
1900.	206.2	+ 17.6	- 188.6	- 8.6	- 10.5	+ 90.30
1.	201.1	+ 13.2	- 187.9	- 7.9	- 9.5	+ 75.05
2.	206.3	+ 19.0	- 187.3	- 7.3	- 8.5	+ 62.05
3.	218.9	+ 32.3	- 186.6	- 6.6	- 7.5	+ 49.50
4.	204.2	+ 18.7	- 185.5	- 5.5	- 6.5	+ 35.75
5.	208.5	+ 23.0	- 185.5	- 5.5	- 5.5	+ 30.25
6.	207.8	+ 22.9	- 184.9	- 4.9	- 4.5	+ 22.05
7.	205.3	+ 18.9	- 186.4	- 6.4	- 3.5	+ 22.40
8.	197.9	+ 12.2	- 185.7	- 5.7	- 2.5	+ 14.25
9.	203.4	+ 17.4	- 186.0	- 6.0	- 1.5	+ 9.00
1910.	201.5	+ 17.4	- 184.1	- 4.1	- 0.5	+ 2.05
11.	205.7	+ 20.1	- 185.6	- 5.6	+ 0.5	- 2.80
12.	205.6	+ 19.7	- 185.9	- 5.9	+ 1.5	- 8.85
13.	212.6	+ 23.8	- 188.8	- 8.8	+ 2.5	- 22.00
14.	207.7	+ 18.8	- 188.9	- 8.9	+ 3.5	- 31.15
15.	198.4	+ 12.5	- 185.9	- 5.9	+ 4.5	- 26.55
16.	201.9	+ 15.6	- 186.3	- 6.3	+ 5.5	- 34.65
17.	202.0	+ 13.4	- 188.6	- 8.6	+ 6.5	- 55.90
18.	200.7	+ 13.1	- 187.6	- 7.6	+ 7.5	- 57.00
19.	197.8	+ 10.3	- 187.5	- 7.5	+ 8.5	- 63.75
1920.	199.9	+ 9.7	- 190.2	- 10.2	+ 9.5	- 96.90
21.	210.0	+ 20.6	- 189.4	- 9.4	+ 10.5	- 98.70
22.	202.4	+ 16.2	- 186.2	- 6.2	+ 11.5	- 71.30
23.	207.2	+ 18.9	- 188.3	- 8.3	+ 12.5	- 103.75
24.	198.3	+ 10.4	- 187.9	- 7.9	+ 13.5	- 106.65
25.	202.8	+ 17.8	- 185.0	- 5.0	+ 14.5	- 72.50
26.	195.1	+ 10.2	- 184.9	- 4.9	+ 15.5	- 75.95
27.	200.3	+ 15.8	- 184.5	- 4.5	+ 16.5	- 74.25
28.	196.8	+ 11.8	- 185.0	- 5.0	+ 17.5	- 87.50
29.	195.7	+ 9.0	- 186.7	- 6.7	+ 18.5	- 123.95
1930.	192.0	+ 8.0	- 184.0	- 4.0	+ 19.5	- 78.00
31.	191.8	+ 8.2	- 183.6	- 3.6	+ 20.5	- 73.80
32.	198.4	+ 12.7	- 185.7	- 5.7	+ 21.5	- 122.55
	+9037.4	+ 800.1	- 8237.3	- 317.3	7095.00	+ 615.65
		- 9037.4		= [h]	= [tt]	= [ht]
		- 8237.3		2526.73 = [hh]		



26. zm.

$n = 44$

$$h_0 = \frac{-317.3}{44} = -7.2114 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{+615.65}{7095} = +0.0868 \text{ cm}$$

$$[vv] = 2526.7 - 2288.2 - 53.4 = 185.1$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{185.1}{42}} = \pm 2.099 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{2.099}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0249 \text{ cm}$$

$$\delta h = +0.087 + 0.434 = +0.521 \text{ cm.}$$

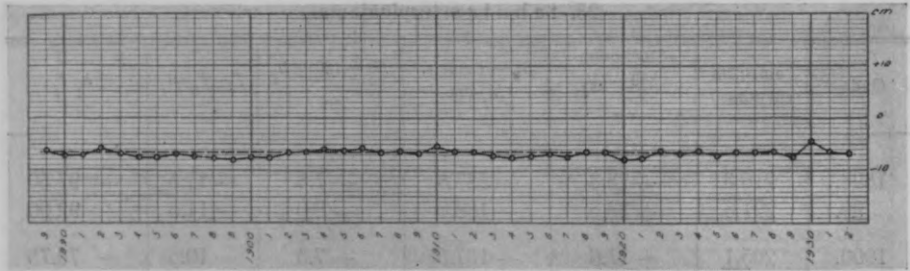
23. tabula.

19. Lemström.

Gads	Lemström cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Lemstr. h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	207.0	+ 20.9	- 186.1	- 6.1	- 21.5	+ 131.15
1890.	214.4	+ 27.3	- 187.1	- 7.1	- 20.5	+ 145.55
91.	206.6	+ 19.6	- 187.0	- 7.0	- 19.5	+ 136.50
92.	208.5	+ 22.8	- 185.7	- 5.7	- 18.5	+ 105.45
93.	215.8	+ 29.0	- 186.8	- 6.8	- 17.5	+ 119.00
94.	213.0	+ 25.4	- 187.6	- 7.6	- 16.5	+ 125.40
95.	210.4	+ 22.8	- 187.6	- 7.6	- 15.5	+ 117.80
96.	208.8	+ 21.9	- 186.9	- 6.9	- 14.5	+ 100.05
97.	206.0	+ 18.8	- 187.2	- 7.2	- 13.5	+ 97.20

23. tabulas turpinājums.

Gads	Lemström cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Lemstr. h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1898.	216.6	+ 28.8	- 187.8	- 7.8	- 12.5	+ 97.50
99.	221.6	+ 33.6	- 188.0	- 8.0	- 11.5	+ 92.00
1900.	205.1	+ 17.6	- 187.5	- 7.5	- 10.5	+ 78.75
1.	200.8	+ 13.2	- 187.6	- 7.6	- 9.5	+ 72.20
2.	205.8	+ 19.0	- 186.8	- 6.8	- 8.5	+ 57.80
3.	218.5	+ 32.3	- 186.2	- 6.2	- 7.5	+ 46.50
4.	204.7	+ 18.7	- 186.0	- 6.0	- 6.5	+ 39.00
5.	209.2	+ 23.0	- 186.2	- 6.2	- 5.5	+ 34.10
6.	208.6	+ 22.9	- 185.7	- 5.7	- 4.5	+ 25.65
7.	205.4	+ 18.9	- 186.5	- 6.5	- 3.5	+ 22.75
8.	198.3	+ 12.2	- 186.1	- 6.1	- 2.5	+ 15.25
9.	204.2	+ 17.4	- 186.8	- 6.8	- 1.5	+ 10.20
1910.	202.7	+ 17.4	- 185.3	- 5.3	- 0.5	+ 2.65
11.	206.4	+ 20.1	- 186.3	- 6.3	+ 0.5	- 3.15
12.	206.1	+ 19.7	- 186.4	- 6.4	+ 1.5	- 9.60
13.	211.0	+ 23.8	- 187.2	- 7.2	+ 2.5	- 18.00
14.	206.6	+ 18.8	- 187.8	- 7.8	+ 3.5	- 27.30
15.	198.7	+ 12.5	- 186.2	- 6.2	+ 4.5	- 27.90
16.	201.6	+ 15.6	- 186.0	- 6.0	+ 5.5	- 33.00
17.	200.7	+ 13.4	- 187.3	- 7.3	+ 6.5	- 47.45
18.	199.9	+ 13.1	- 186.8	- 6.8	+ 7.5	- 51.00
19.	197.0	+ 10.3	- 186.7	- 6.7	+ 8.5	- 56.95
1920.	197.7	+ 9.7	- 188.0	- 8.0	+ 9.5	- 76.00
21.	208.5	+ 20.6	- 187.9	- 7.9	+ 10.5	- 82.95
22.	202.5	+ 16.2	- 186.3	- 6.3	+ 11.5	- 72.45
23.	205.8	+ 18.9	- 186.9	- 6.9	+ 12.5	- 86.25
24.	196.7	+ 10.4	- 186.3	- 6.3	+ 13.5	- 85.05
25.	205.0	+ 17.8	- 187.2	- 7.2	+ 14.5	- 104.40
26.	196.8	+ 10.2	- 186.6	- 6.6	+ 15.5	- 102.30
27.	202.5	+ 15.8	- 186.7	- 6.7	+ 16.5	- 110.55
28.	198.3	+ 11.8	- 186.5	- 6.5	+ 17.5	- 113.75
29.	196.5	+ 9.0	- 187.5	- 7.5	+ 18.5	- 138.75
1930.	192.3	+ 8.0	- 184.3	- 4.3	+ 19.5	- 83.85
31.	194.7	+ 8.2	- 186.5	- 6.5	+ 20.5	- 133.25
32.	199.6	+ 12.7	- 186.9	- 6.9	+ 21.5	- 148.35
	+ 9016.9	+ 800.1	- 8216.8	- 296.8	7095.00	+ 60.20
		- 9016.9		= [h]	= [t]	= [ht]
		- 8216.8		2021.20 = [hh]		



27. zīm.

$n = 44$

$$h_0 = \frac{-296.8}{44} = -6.7455 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{+60.20}{7095} = +0.0085 \text{ cm}$$

$$[vv] = 2021.2 - 2002.1 - 0.1 = 19.0$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{19.0}{42}} = \pm 0.673 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{0.673}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0080 \text{ cm}$$

$$\delta h = +0.008 + 0.434 = +0.442 \text{ cm.}$$

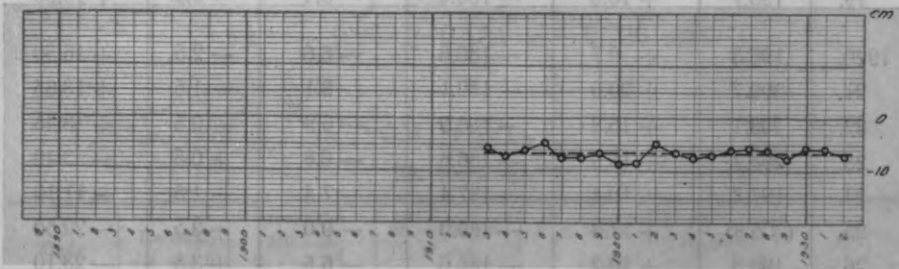
24. tabula.

20. Lypertõ.

Gads	Lypertõ cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Lypertõ h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1913.	209.5	+ 23.8	- 185.7	- 5.7	- 9.5	+ 54.15
14.	205.9	+ 18.8	- 187.1	- 7.1	- 8.5	+ 60.35
15.	198.5	+ 12.5	- 186.0	- 6.0	- 7.5	+ 45.00
16.	200.4	+ 15.6	- 184.8	- 4.8	- 6.5	+ 31.20
17.	200.9	+ 13.4	- 187.5	- 7.5	- 5.5	+ 41.25
18.	200.6	+ 13.1	- 187.5	- 7.5	- 4.5	+ 33.75
19.	197.2	+ 10.3	- 186.9	- 6.9	- 3.5	+ 24.15

24. tabulas turpinājums.

Gads	Lypertō cm virs 0	Stockholm 340 - N _i cm	St. - Lypertō H _i cm	H _i + 180 - h _i cm	T _i - T ₀ = t _i	h _i t _i
1920.	198.3	+ 9.7	- 188.6	- 8.6	- 2.5	+ 21.50
21.	209.1	+ 20.6	- 188.5	- 8.5	- 1.5	+ 12.75
22.	201.1	+ 16.2	- 184.9	- 4.9	- 0.5	+ 2.45
23.	205.5	+ 18.9	- 186.6	- 6.6	+ 0.5	- 3.30
24.	197.8	+ 10.4	- 187.4	- 7.4	+ 1.5	- 11.10
25.	204.8	+ 17.8	- 187.0	- 7.0	+ 2.5	- 17.50
26.	196.2	+ 10.2	- 186.0	- 6.0	+ 3.5	- 21.00
27.	201.5	+ 15.8	- 185.7	- 5.7	+ 4.5	- 25.65
28.	197.9	+ 11.8	- 186.1	- 6.1	+ 5.5	- 35.55
29.	196.9	+ 9.0	- 187.9	- 7.9	+ 6.5	- 51.35
1930.	193.9	+ 8.0	- 185.9	- 5.9	+ 7.5	- 44.25
31.	194.0	+ 8.2	- 185.8	- 5.8	+ 8.5	- 49.30
32.	199.9	+ 12.7	- 187.2	- 7.2	+ 9.5	- 68.40
	4009.9	+ 276.8	- 3733.1	- 133.1	665.00	- 0.85
		- 4009.9		= [h]	= [tt]	= [ht]
		- 3733.1		907.99 = [hh]		



28. zīm.

$$n = 20$$

$$h_0 = \frac{-133.1}{20} = -6.6550 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-0.85}{665} = -0.0013 \text{ cm}$$

$$[v] = 908.0 - 885.8 - 0.0 = 22.2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{22.2}{18}} = \pm 1.111 \text{ cm}$$

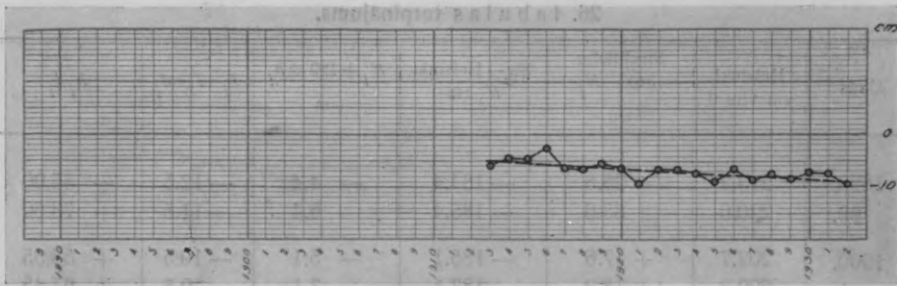
$$M_{\Delta h} = \frac{1.111}{\sqrt{665}} = \pm 0.0430 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.001 + 0.434 = +0.433 \text{ cm.}$$

25. tabula.

21. Hanko.

Gads	Hanko cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Hanko H'_i cm	$H'_i + 180 = h_i$	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1913.	209.8	+ 23.8	- 186.0	- 6.0	- 9.5	+ 57.00
14.	(203.2)	+ 18.8	- 184.4	- 4.4	- 8.5	+ 37.40
15.	196.8	+ 12.5	- 184.3	- 4.3	- 7.5	+ 32.25
16.	198.0	+ 15.6	- 182.4	- 2.4	- 6.5	+ 15.60
17.	199.9	+ 13.4	- 186.5	- 6.5	- 5.5	+ 35.75
18.	(199.8)	+ 13.1	- 186.8	- 6.7	- 4.5	+ 30.15
19.	195.7	+ 10.3	- 185.4	- 5.4	- 3.5	+ 18.90
1920.	196.3	+ 9.7	- 186.6	- 6.6	- 2.5	+ 16.50
21.	209.7	+ 20.6	- 189.1	- 9.1	- 1.5	+ 13.65
22.	203.1	+ 16.2	- 186.9	- 6.9	- 0.5	+ 3.45
23.	205.7	+ 18.9	- 186.8	- 6.8	+ 0.5	- 3.40
24.	197.8	+ 10.4	- 187.4	- 7.4	+ 1.5	- 11.10
25.	(206.8)	+ 17.8	- 189.0	- 9.0	+ 2.5	- 22.50
26.	196.8	+ 10.2	- 186.6	- 6.6	+ 3.5	- 23.10
27.	204.4	+ 15.8	- 188.6	- 8.6	+ 4.5	- 38.70
28.	199.3	+ 11.8	- 187.5	- 7.5	+ 5.5	- 41.25
29.	197.3	+ 9.0	- 188.3	- 8.3	+ 6.5	- 53.95
1930.	195.2	+ 8.0	- 187.2	- 7.2	+ 7.5	- 54.00
31.	195.6	+ 8.2	- 187.4	- 7.4	+ 8.5	- 62.90
32.	202.2	+ 12.7	- 189.3	- 9.3	+ 9.5	- 88.35
	4013.2	+ 276.8	- 3736.4	- 136.4	665.00	- 138.60
		- 4013.2		= [h]	= [t]	= [ht]
		- 3736.4		987.64 = [hh]		



29. zīm.

$n = 20$

$$h_0 = \frac{-136.4}{20} = -6.8200 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-138.6}{665} = -0.2084 \text{ cm}$$

$$[vv] = 987.6 - 930.2 - 27.7 = 29.7$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{29.7}{18}} = \pm 1.285 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.285}{\sqrt{665}} = \pm 0.0498 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.208 + 0.434 = +0.226 \text{ cm.}$$

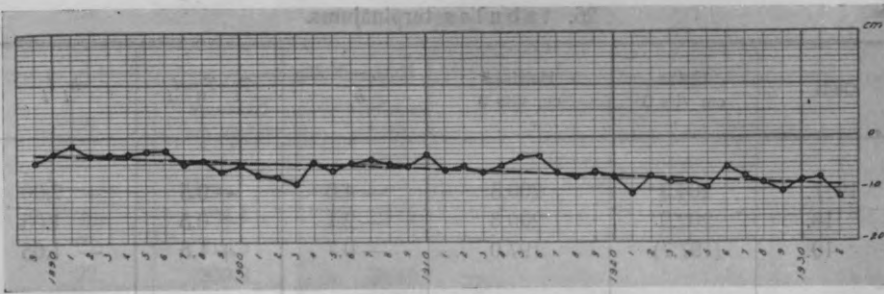
26. tabula.

22. Helsinki.

Gads	Helsinki cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Helsinki H_i cm	$H_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	205.7	+ 20.9	- 184.8	- 4.8	- 21.5	+ 103.20
1890.	210.3	+ 27.3	- 183.0	- 3.0	- 20.5	+ 61.50
91.	201.1	+ 19.6	- 181.5	- 1.5	- 19.5	+ 29.25
92.	206.1	+ 22.8	- 183.3	- 3.3	- 18.5	+ 61.05
93.	212.1	+ 29.0	- 183.1	- 3.1	- 17.5	+ 54.25
94.	208.5	+ 25.4	- 183.1	- 3.1	- 16.5	+ 51.15
95.	205.4	+ 22.8	- 182.6	- 2.6	- 15.5	+ 40.30
96.	204.3	+ 21.9	- 182.4	- 2.4	- 14.5	+ 34.80
97.	203.9	+ 18.8	- 185.1	- 5.1	- 13.5	+ 68.85

26. tabulas turpinājums.

Gads	Helsinki cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Helsinki h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1898.	213.2	+ 28.8	- 184.4	- 4.4	- 12.5	+ 55.00
99.	220.0	+ 33.6	- 186.4	- 6.4	- 11.5	+ 73.60
1900.	202.7	+ 17.6	- 185.1	- 5.1	- 10.5	+ 53.55
1.	200.3	+ 13.2	- 187.1	- 7.1	- 9.5	+ 67.45
2.	206.7	+ 19.0	- 187.7	- 7.7	- 8.5	+ 65.45
3.	221.2	+ 32.3	- 188.9	- 8.9	- 7.5	+ 66.75
4.	203.5	+ 18.7	- 184.8	- 4.8	- 6.5	+ 31.20
5.	209.4	+ 23.0	- 186.4	- 6.4	- 5.5	+ 35.20
6.	207.8	+ 22.9	- 184.9	- 4.9	- 4.5	+ 22.05
7.	203.0	+ 18.9	- 184.1	- 4.1	- 3.5	+ 14.35
8.	197.2	+ 12.2	- 185.0	- 5.0	- 2.5	+ 12.50
9.	202.9	+ 17.4	- 185.5	- 5.5	- 1.5	+ 8.25
1910.	200.5	+ 17.4	- 183.1	- 3.1	- 0.5	+ 1.55
11.	206.4	+ 20.1	- 186.3	- 6.3	+ 0.5	- 3.15
12.	205.2	+ 19.7	- 185.5	- 5.5	+ 1.5	- 8.25
13.	210.6	+ 23.8	- 186.8	- 6.8	+ 2.5	- 17.00
14.	204.1	+ 18.8	- 185.3	- 5.3	+ 3.5	- 18.55
15.	196.4	+ 12.5	- 183.9	- 3.9	+ 4.5	- 17.55
16.	199.2	+ 15.6	- 183.6	- 3.6	+ 5.5	- 19.80
17.	200.3	+ 13.4	- 186.9	- 6.9	+ 6.5	- 44.85
18.	200.8	+ 13.1	- 187.7	- 7.7	+ 7.5	- 57.75
19.	197.0	+ 10.3	- 186.7	- 6.7	+ 8.5	- 56.95
1920.	197.5	+ 9.7	- 187.8	- 7.8	+ 9.5	- 74.10
21.	211.5	+ 20.6	- 190.9	- 10.9	+ 10.5	- 114.45
22.	203.1	+ 16.2	- 187.3	- 7.3	+ 11.5	- 83.95
23.	207.5	+ 18.9	- 188.6	- 8.6	+ 12.5	- 107.50
24.	198.8	+ 10.4	- 188.4	- 8.4	+ 13.5	- 113.40
25.	207.5	+ 17.8	- 189.7	- 9.7	+ 14.5	- 140.65
26.	196.0	+ 10.2	- 185.8	- 5.8	+ 15.5	- 89.90
27.	203.4	+ 15.8	- 187.6	- 7.6	+ 16.5	- 125.40
28.	200.6	+ 11.8	- 188.8	- 8.8	+ 17.5	- 154.00
29.	199.2	+ 9.0	- 190.2	- 10.2	+ 18.5	- 188.70
1930.	196.3	+ 8.0	- 188.3	- 8.3	+ 19.5	- 161.85
31.	196.1	+ 8.2	- 187.9	- 7.9	+ 20.5	- 161.95
32.	204.3	+ 12.7	- 191.6	- 11.6	+ 21.5	- 249.40
08.04	8988.0	800.1	- 8187.9	- 267.9	7095.00	- 997.85
08.18	8.01	- 8988.0	8187.9	= [h]	= [tt]	= [ht]
08.88	8.01	- 8187.9	8187.9	1882.37 = [hh]	8.01	70



30. zím.

 $n = 44$

$$h_0 = \frac{-267.9}{44} = -6.0886 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-997.85}{7095} = -0.1406 \text{ cm}$$

$$[vv] = 1882.4 - 1631.1 - 140.3 = 111.0$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{111.0}{42}} = \pm 1.626 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.626}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0193 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.141 + 0.434 = +0.293 \text{ cm.}$$

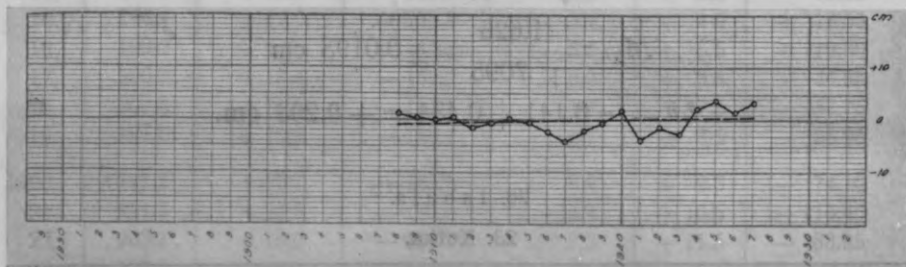
26. tabula.

23. Kotka.

Gads	Kotka cm virs 0	Helsinki cm virs 0	Hels. - Kotka h_i	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1908.	195.9	197.2	+ 1.3	- 9.5	- 12.35
9.	202.4	202.9	+ 0.5	- 8.5	- 4.25
1910.	200.5	200.5	0.0	- 7.5	0.00
11.	205.9	206.4	+ 0.5	- 6.5	- 3.25
12.	206.4	205.2	- 1.2	- 5.5	+ 6.60
13.	211.2	210.6	- 0.6	- 4.5	+ 2.70
14.	204.1	204.1	0.0	- 3.5	0.00
15.	197.0	196.4	- 0.6	- 2.5	+ 1.50
16.	201.4	199.2	- 2.2	- 1.5	+ 3.30

26. tabulas turpinājums.

Gads	Kotka cm virs 0	Helsinki cm virs 0	Hels. — Kotka h_i	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1917.	204.3	200.3	-4.0	-0.5	+ 2.00
18.	202.9	200.8	-2.1	+ 0.5	- 1.05
19.	(197.7)	197.0	-0.7	+ 1.5	- 1.05
1920.	195.6	197.5	+ 1.9	+ 2.5	+ 4.75
21.	215.4	211.5	-3.9	+ 3.5	-13.65
22.	204.9	203.5	-1.4	+ 4.5	- 6.30
23.	210.3	207.5	-2.8	+ 5.5	-15.40
24.	196.7	198.8	+ 2.1	+ 6.5	+13.65
25.	203.6	207.5	+ 3.9	+ 7.5	+29.25
26.	194.4	196.0	+ 1.6	+ 8.5	+13.60
27.	200.1	203.4	+ 3.3	+ 9.5	+31.35
	+4050.7	+ 4046.3	- 4.4	665.00	+ 51.40
		-4050.7	= [h]	= [tt]	= [ht]
		- 4.4	91.78 = [hh]		



31. zīm.

Uz Helsinku referencvirsmu attiecinātās Kotkas augstuma gada maiņas būs:

$$\Delta h' = \frac{+ 51.40}{665} = + 0.0773 \text{ cm} \pm 0.08 \text{ cm},$$

reducējot to uz Stokholmas referencvirsmu, dabūjam:

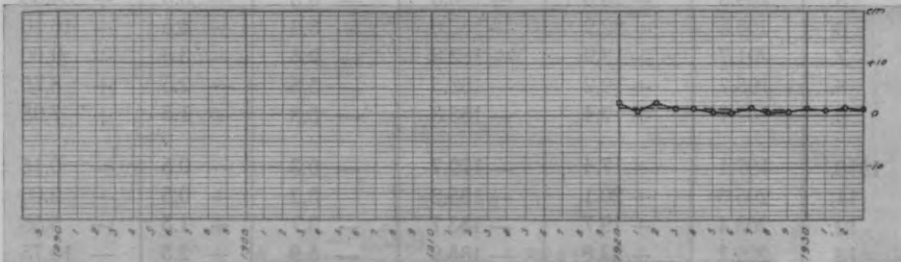
$$\Delta h = - 0.141 + 0.077 = - 0.064 \text{ cm}$$

$$\delta h = - 0.064 + 0.434 = + 0.370 \text{ cm}$$

27. tabula.

24. Suursaari.

Gads	Suursaari cm virs 0	He'sinki cm virs 0	Hel. — Suurs. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1920.	195.1	197.5	+ 2.4	— 6.5	— 15.60
21.	210.5	211.5	+ 1.0	— 5.5	— 5.50
22.	200.9	203.5	+ 2.6	— 4.5	— 11.70
23.	206.2	207.5	+ 1.3	— 3.5	— 4.55
24.	197.4	198.8	+ 1.4	— 2.5	— 3.50
25.	(206.7)	207.5	+ 0.8	— 1.5	— 1.20
26.	(195.5)	196.0	+ 0.5	— 0.5	— 0.25
27.	202.0	203.4	+ 1.4	+ 0.5	+ 0.70
28.	200.1	200.6	+ 0.5	+ 1.5	+ 0.75
29.	198.4	199.2	+ 0.8	+ 2.5	+ 2.00
1930.	194.9	196.3	+ 1.4	+ 3.5	+ 4.90
31.	195.1	196.1	+ 1.0	+ 4.5	+ 4.50
32.	(202.6)	204.3	+ 1.7	+ 5.5	+ 9.35
33.	189.4	190.8	+ 1.4	+ 6.5	+ 9.10
	2794.8	2813.0	+ 18.2	227.50	— 11.00
		— 2794.8	= [h]	= [tt]	= [ht]
		+ 18.2	28.72 = [hh]		



32. zīm.

Uz Helsinku referencvirsmu attiecinātās Suursaari augstuma gada maiņa būs:

$$\Delta h' = \frac{-11.0}{2275} = -0.048 \text{ cm} \pm 0.043 \text{ cm},$$

reducējot to uz Stokholmas referencvirsmu, dabūjam:

$$\Delta h = -0.141 - 0.048 = -0.189 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.189 + 0.434 = +0.245 \text{ cm}.$$

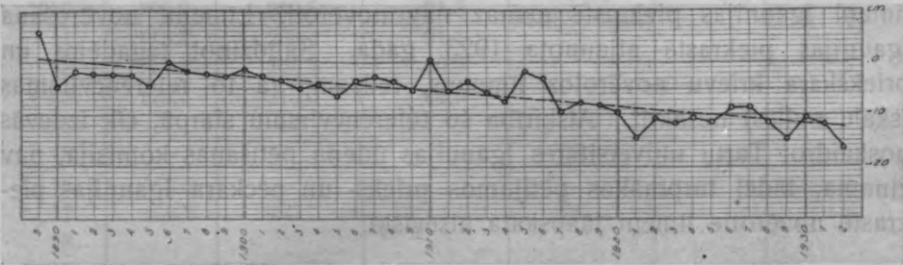
28. tabula.

25. Viipuri.

Gads	Viipuri cm virs 0	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Viipuri h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	194.1	+ 20.9	- 173.2	+ 6.8	- 21.5	- 146.20
1890.	212.2	+ 27.3	- 184.9	- 4.9	- 20.5	+ 100.45
91.	201.5	+ 19.6	- 181.9	- 1.9	- 19.5	+ 37.05
92.	205.1	+ 22.8	- 182.3	- 2.3	- 18.5	+ 42.55
93.	211.2	+ 29.0	- 182.2	- 2.2	- 17.5	+ 38.50
94.	207.8	+ 25.4	- 182.4	- 2.4	- 16.5	+ 39.60
95.	207.4	+ 22.8	- 184.6	- 4.6	- 15.5	+ 71.30
96.	201.9	+ 21.9	- 180.0	0.0	- 14.5	0.00
97.	200.1	+ 18.8	- 181.3	- 1.3	- 13.5	+ 17.55
98.	210.8	+ 28.8	- 182.0	- 2.0	- 12.5	+ 25.00
99.	216.3	+ 33.6	- 182.7	- 2.7	- 11.5	+ 31.05
1900.	198.9	+ 17.6	- 181.3	- 1.3	- 10.5	+ 13.65
1.	195.9	+ 13.2	- 182.7	- 2.7	- 9.5	+ 25.65
2.	202.4	+ 19.0	- 183.4	- 3.4	- 8.5	+ 28.90
3.	217.3	+ 32.3	- 185.0	- 5.0	- 7.5	+ 37.50
4.	202.8	+ 18.7	- 184.1	- 4.1	- 6.5	+ 26.65
5.	209.3	+ 23.0	- 186.3	- 6.3	- 5.5	+ 34.65
6.	206.5	+ 22.9	- 183.6	- 3.6	- 4.5	+ 16.20
7.	201.7	+ 18.9	- 182.8	- 2.8	- 3.5	+ 9.60
8.	195.7	+ 12.2	- 183.5	- 3.5	- 2.5	+ 8.75
9.	202.7	+ 17.4	- 185.3	- 5.3	- 1.5	+ 7.95
1910.	197.1	+ 17.4	- 179.7	- 0.3	- 0.5	- 0.15
11.	205.3	+ 20.1	- 185.2	- 5.2	+ 0.5	- 2.60
12.	203.4	+ 19.7	- 183.7	- 3.7	+ 1.5	- 5.55
13.	209.7	+ 23.8	- 185.9	- 5.9	+ 2.5	- 14.75
14.	206.2	+ 18.8	- 187.4	- 7.4	+ 3.5	- 25.90
15.	194.4	+ 12.5	- 181.9	- 1.9	+ 4.5	- 8.55
16.	198.6	+ 15.6	- 183.0	- 3.0	+ 5.5	- 16.50
17.	202.8	+ 13.4	- 189.4	- 9.4	+ 6.5	- 61.10
18.	200.7	+ 13.1	- 187.6	- 7.6	+ 7.5	- 57.00
19.	198.4	+ 10.3	- 188.1	- 8.1	+ 8.5	- 68.85
1920.	199.3	+ 9.7	- 189.6	- 9.6	+ 9.5	- 91.20
21.	214.9	+ 20.6	- 194.3	- 14.3	+ 10.5	- 150.15
22.	207.0	+ 16.2	- 190.8	- 10.8	+ 11.5	- 124.20
23.	210.8	+ 18.9	- 191.9	- 11.9	+ 12.5	- 148.75
24.	201.3	+ 10.4	- 190.9	- 10.9	+ 13.5	- 147.15

28. tabulas turpinājums.

Gads	Viipuri cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Viipuri h'_i cm	$h'_i + 180 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1925.	209.3	+ 17.8	- 191.5	- 11.5	+ 14.5	- 166.75
26.	198.9	+ 10.2	- 188.7	- 8.7	+ 15.5	- 134.85
27.	204.5	+ 15.8	- 188.7	- 8.7	+ 16.5	- 143.55
28.	203.4	+ 11.8	- 191.6	- 11.6	+ 17.5	- 203.00
29.	203.6	+ 9.0	- 194.6	- 14.6	+ 18.5	- 270.10
1930.	198.6	+ 8.0	- 190.6	- 10.6	+ 19.5	- 206.70
31.	200.1	+ 8.2	- 191.9	- 11.9	+ 20.5	- 243.95
32.	209.1	+ 12.7	- 196.4	- 16.4	+ 21.5	- 352.60
	8979.0	+ 800.1	- 8178.9	- 258.9	+ 7095.00	- 2177.55
		<u>- 8979.0</u>		= [h]	= [tt]	= [ht]
		- 8178.9		2470.71=[hh]		



33. zīm.

$$n = 44$$

$$h_0 = \frac{-258.9}{44} = -5.8841 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-2177.55}{7095} = -0.3069 \text{ cm}$$

$$[vv] = 2470.7 - 1523.4 - 668.3 = 279.0$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{279.0}{42}} = \pm 2.577 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{2.577}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0306 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.307 + 0.434 = +0.127 \text{ cm.}$$

Igaunijas piekraste.

	φ	λ no Gr.
26. Tallinn	59°26'	24°45'7
27. Tahkon	59 06	22 35
28. Vilsandi	58 23	21 49
29. Verder	58 34	23 30
30. Stenskär	59 49	26 22

Рудовиць, Л. О колебаніяхъ уровня Балтійскаго моря. Петроградъ, 1917.

Tartu ulikooli Eesti veekorgude uurimise komisjoni väljaanne No. 18. Merevee korguse vaatlused Eestis 1923.—1931. Tartu, 1932.

Minētās publikacijās trūkst līmeņu novērojumu par laiku no 1914.—1922. gadam, un, kā aizrāda Tartu universitātes Igaunijas ūdeņu pētīšanas komisija, tie nekur nav atrodamī, tādēļ jādomā, ka šīnī laikā līmeņi Igaunijas piekrastē nemaz nav novēroti. Līmeņu novērošana Igaunijas piekrastē atjaunota 1923. gadā. Salīdzinot tagadējos un priekš kara krievu novērotos līmeņus, redzam, ka to referencvirsmas (skālu nulles) nesakrīt. Atšķirība šo referencvirsmu starpā, cik izdevās noskaidrot Tartu universitātes Igaunijas ūdeņu pētīšanas komisijā, nav zināma, tādēļ turpmākos pētījumos priekš- un pēc kara Igaunijas piekrastē novērotie līmeņi jāapskata atsevišķi.

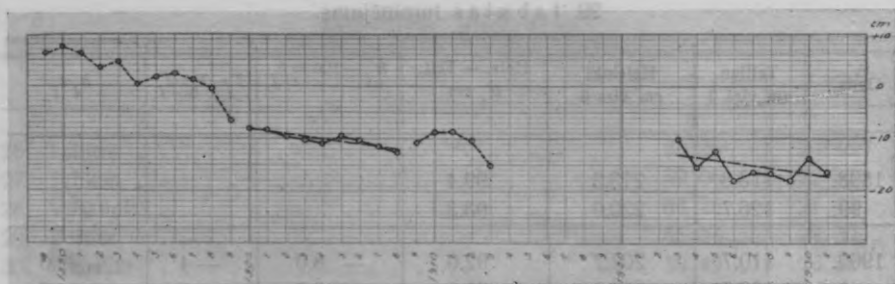
29. t a b u l a.

26. Tallinn.

Gads	Tallinn cm virs 0	Helsinki cm virs 0	Hels. — Tall. H_i cm	$H_i - 100 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	99.6	205.7	106.1			
1890.	102.9	210.3	107.4			
91.	95.0	201.1	106.1			
92.	98.6	206.1	103.5			
93.	107.4	212.1	104.7			
94.	108.2	208.5	100.3			
95.	103.6	205.4	101.8			
96.	102.1	204.3	102.2			
97.	102.9	203.9	101.0			

29. tabulas turpinājums.

Gads	Tallinn cm virs 0	Helsinki cm virs 0	Hels. — Tall. h'_i cm	$h'_i - 100 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1898.	113.8	213.2	99.4			
99.	126.7	220.0	93.3			
1900.	110.7	202.7	92.0	— 8.0	— 4	+ 32.0
1.	108.5	200.3	91.8	— 8.2	— 3	+ 24.6
2.	116.6	206.7	90.1	— 9.9	— 2	+ 19.8
3.	131.5	221.3	89.8	— 10.2	— 1	+ 10.2
4.	114.5	203.5	89.0	— 11.0	— 0	0.0
5.	118.8	209.4	90.6	— 9.4	+ 1	— 9.4
6.	118.1	207.8	89.7	— 10.3	+ 2	— 20.6
7.	114.5	203.0	88.5	— 11.5	+ 3	— 34.5
8.	110.0	197.2	87.2	— 12.8	+ 4	— 51.2
9.	113.8	202.9	89.1	— 91.3	60	— 29.1
1910.	109.2	200.5	91.3	= [h]	= [tt]	= [ht]
11.	115.3	206.4	91.1	944.83 = [hh]		
12.	114.8	205.2	89.9			
13.	125.7	210.6	84.9			
14.						
15.						
16.						
17.						
18.						
19.						
1920.						
21.						
22.						
23.	117.6	207.5	89.9	— 10.1	— 4	+ 40.4
24.	114.3	198.8	84.5	— 15.5	— 3	+ 46.5
25.	119.8	207.5	87.7	— 12.3	— 2	+ 24.6
26.	114.0	196.0	82.0	— 18.0	— 1	+ 18.0
27.	120.0	203.4	83.4	— 16.6	0	0.0
28.	117.3	200.6	83.3	— 16.7	+ 1	— 16.7
29.	117.2	199.2	82.0	— 18.0	+ 2	— 36.0
1930.	110.2	196.3	86.1	— 13.9	+ 3	— 41.7
31.	112.7	196.1	83.4	— 16.6	+ 4	— 66.4
				— 137.7	60	— 31.3
				= [h]	= [tt]	= [ht]
				1210.77 = [hh]		



34. zīm.

Kā redzams Rudovica (16) un Riķes (5) Tallinas skālu pārbaužu aprakstos, no priekš kara novērojumiem par homogeniem puslīdz droši varam uzskatīt 1900.—1908. gados novērotos līmeņus. Arī diferences grafiskā attēlā šajos gados uzrāda vienmērīgāku maiņu. Tās dod uz Helsinku referencvirsmu attiecinātās Tallinas augstuma gada maiņu:

$$\Delta h' = \frac{-29.1}{60} = -0.485 \pm 0.098 \text{ cm.}$$

No pēckara novērojumiem:

$$\Delta h' = \frac{-31.3}{60} = -0.522 \pm 0.316 \text{ cm.}$$

Aprēķinot no tām vispārējo aritmetisko vidējo:

$$\Delta h' = \frac{-0.485 \times 100 - 0.522 \times 10}{110} = -0.488 \text{ cm}$$

un reducējot to uz Stokholmas referencvirsmu, dabūjam:

$$\Delta h = -0.141 - 0.488 = -0.629 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.629 + 0.434 = -0.195 \text{ cm.}$$

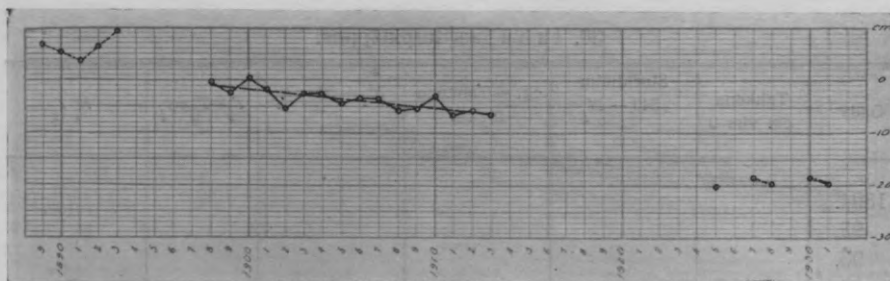
30. tabula.

27. Tahkona.

Gads	Tahkona cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Tahkona h'_i cm	$h'_i + 30 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	44.1	+ 20.9	- 23.2	+ 6.8		
1890.	52.2	+ 27.3	- 24.9	+ 5.1		
91.	45.9	+ 19.6	- 26.3	+ 3.7		
92.	46.6	+ 22.8	- 23.8	+ 6.2		
93.	49.7	+ 29.0	- 20.7	+ 9.3		

30. tabulas turpinājums.

Gads	Tahkona cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Tahkona h'_i cm	$h'_i + 30 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1894.						
95.						
96.						
97.						
98.	59.0	+ 28.8	- 30.2	- 0.2	- 7.5	+ 1.50
99.	66.1	+ 33.6	- 32.5	- 2.5	- 6.5	+ 16.25
1900.	47.4	+ 17.6	- 29.8	+ 0.2	- 5.5	- 1.10
1.	45.1	+ 13.2	- 31.9	- 1.9	- 4.5	+ 8.55
2.	54.2	+ 19.0	- 35.2	- 5.2	- 3.5	+ 18.20
3.	64.9	+ 32.3	- 32.6	- 2.6	- 2.5	+ 6.50
4.	51.4	+ 18.7	- 32.7	- 2.7	- 1.5	+ 4.50
5.	57.5	+ 23.0	- 34.5	- 4.5	- 0.5	+ 2.25
6.	56.5	+ 22.9	- 33.6	- 3.6	+ 0.5	- 1.80
7.	52.5	+ 18.9	- 33.6	- 3.6	+ 1.5	- 5.40
8.	47.9	+ 12.2	- 35.7	- 5.7	+ 2.5	- 14.25
9.	52.7	+ 17.4	- 35.3	- 5.3	+ 3.5	- 18.55
1910.	50.4	+ 17.4	- 33.0	- 3.0	+ 4.5	- 13.50
11.	57.0	+ 20.1	- 36.9	- 6.9	+ 5.5	- 37.95
12.	55.5	+ 19.7	- 35.8	- 5.8	+ 6.5	- 37.70
13.	60.3	+ 23.8	- 36.5	- 6.5	+ 7.5	- 48.75
14.	+ 878.4	+ 338.6	- 539.8	- 59.8	340.00	- 121.70
15.		- 878.4		= [h]	= [t]	= [ht]
16.		- 539.8		290.28 = [hh]		
17.						
18.						
19.						
1920.						
21.						
22.						
23.						
24.						
25.	67.9	+ 17.8	- 50.1	- 20.1		
26.						
27.	64.3	+ 15.8	- 48.5	- 18.5		
28.	61.7	+ 11.8	- 49.9	- 19.9		
29.						
1930.	56.5	+ 8.0	- 48.5	- 18.5		
31.	58.0	+ 8.2	- 49.8	- 19.8		



35. zlm.

 $n = 16$

$$h_0 = \frac{-59.8}{16} = -3.7375 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-121.70}{340} = -0.3579 \text{ cm}$$

$$[vv] = 290.3 - 223.5 - 436 = 23.2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{23.2}{14}} = \pm 1.288 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.288}{\sqrt{340}} = \pm 0.0698 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.358 + 0.434 = +0.076 \text{ cm.}$$

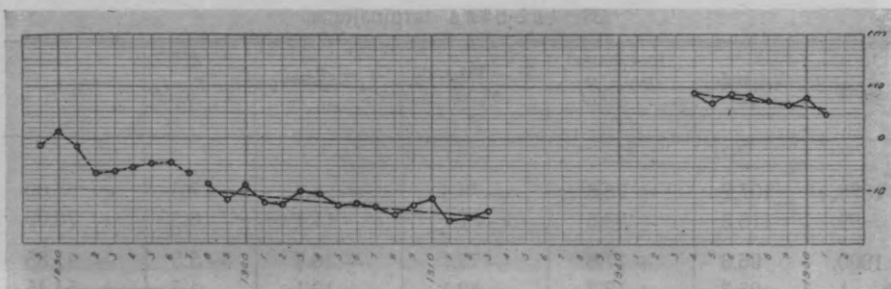
31. tabula.

28. Vilsandi.

Gads	Vilsandi cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Vilsandi h'_i cm	$h'_i + 70 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	92.2	+ 20.9	- 71.3	- 1.3		
1890.	96.0	+ 27.3	- 68.7	+ 1.3		
91.	91.2	+ 19.6	- 71.6	- 1.6		
92.	99.3	+ 22.8	- 76.5	- 6.5		
93.	105.2	+ 29.0	- 76.2	- 6.2		
94.	100.8	+ 25.4	- 75.4	- 5.4		
95.	97.6	+ 22.8	- 74.8	- 4.8		
96.	96.5	+ 21.9	- 74.6	- 4.6		
97.	95.3	+ 18.8	- 76.5	- 6.5		

31. tabulas turpinājums.

Gads	Vilsandi cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Vilsandi h'_i cm	$h'_i + 70 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1898.	107.2	+ 28.8	- 78.4	- 8.4	- 7.5	+ 63.00
99.	115.3	+ 33.6	- 81.7	- 11.7	- 6.5	+ 76.05
1900.	96.3	+ 17.6	- 78.7	- 8.7	- 5.5	+ 47.85
1.	95.3	+ 13.2	- 82.1	- 12.1	- 4.5	+ 54.45
2.	101.4	+ 19.0	- 82.4	- 12.4	- 3.5	+ 43.40
3.	112.3	+ 32.3	- 80.0	- 10.0	- 2.5	+ 25.00
4.	99.3	+ 18.7	- 80.6	- 10.6	- 1.5	+ 15.90
5.	105.7	+ 23.0	- 82.7	- 12.7	- 0.5	+ 6.35
6.	105.2	+ 22.9	- 82.3	- 12.3	+ 0.5	- 6.15
7.	101.9	+ 18.9	- 83.0	- 13.0	+ 1.5	- 19.50
8.	96.5	+ 12.2	- 84.3	- 14.3	+ 2.5	- 35.75
9.	100.1	+ 17.4	- 82.7	- 12.7	+ 3.5	- 44.45
1910.	98.8	+ 17.4	- 81.4	- 11.4	+ 4.5	- 51.30
11.	105.7	+ 20.1	- 85.6	- 15.6	+ 5.5	- 85.80
12.	104.7	+ 19.7	- 85.0	- 15.0	+ 6.5	- 97.50
13.	107.7	+ 23.8	- 83.9	- 13.9	+ 7.5	- 104.25
14.	+2527.5	+ 547.1	- 1980.4	- 194.8	340.00	- 112.70
15.		- 2527.5		= [h]	= [tt]	= [ht]
16.		- 1980.4		2434.56 = [hh]		
17.						
18.						
19.						
1920.						
21.						
22.						
23.						
24.	71.7	+ 10.4	- 61.3	+ 8.7	- 3.5	- 30.45
25.	80.9	+ 17.8	- 63.1	+ 6.9	- 2.5	- 17.25
26.	71.8	+ 10.2	- 61.6	+ 8.4	- 1.5	- 12.60
27.	77.6	+ 15.8	- 61.8	+ 8.2	- 0.5	- 4.10
28.	74.6	+ 11.8	- 62.8	+ 7.2	+ 0.5	+ 3.60
29.	72.5	+ 9.0	- 63.5	+ 6.5	+ 1.5	+ 9.75
1930.	70.1	+ 8.0	- 62.1	+ 7.9	+ 2.5	+ 19.75
31.	73.5	+ 8.2	- 65.3	+ 4.7	+ 3.5	+ 16.45
	+592.7	+ 91.2	- 501.5	- 58.5	42.00	- 14.85
		- 592.7		= [h]	= [tr]	= [ht]
		- 501.5				



36. zīm.

No Rudovica (16) skālas pārbaudes aprakstiem redzams, ka par drošiem varam uzskatīt 1898.—1913. priekš kara gadu novērojumus. No tiem dabūjam:

$$n = 16$$

$$h_0 = \frac{-194.8}{16} = -12.1750 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-112.70}{340} = -0.3315 \text{ cm}$$

$$[vv] = 2434.6 - 2371.7 - 37.4 = 25.5$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{25.5}{14}} = \pm 1.350 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.350}{\sqrt{340}} = \pm 0.0732 \text{ cm.}$$

No pēckara novērojumiem:

$$\Delta h = \frac{-14.85}{42} = -0.3536 \text{ cm,}$$

kas ļoti tuvs iepriekšējam, tādēļ ņemam

$$\Delta h = -0.332 \text{ cm}$$

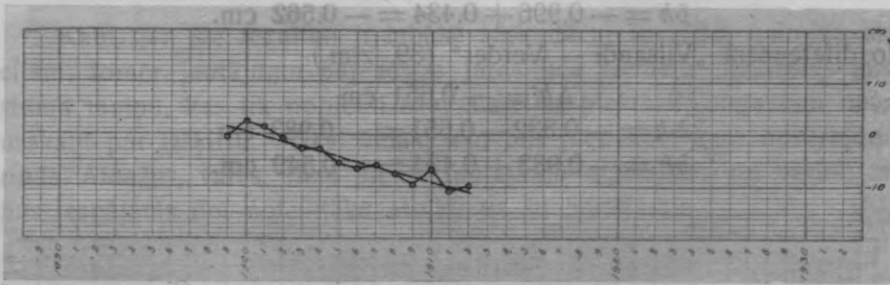
un

$$\delta h = -0.332 + 0.434 = +0.102 \text{ cm.}$$

32. tabula.

29. Verder.

Gads	Verder cm virs 0	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Verder h'_i cm	$h'_i + 40 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1899.	74.2	+ 33.6	- 40.6	- 0.6	- 6.5	+ 3.90
1900.	54.9	+ 17.6	- 37.3	+ 2.7	- 5.5	+ 14.85
1.	51.8	+ 13.2	- 38.6	+ 1.4	- 4.5	- 6.30
2.	59.9	+ 19.0	- 40.9	- 0.9	- 3.5	+ 3.15
3.	75.2	+ 32.3	- 42.9	- 2.9	- 2.5	+ 7.25
4.	61.5	+ 18.7	- 42.8	- 2.8	- 1.5	+ 4.20
5.	68.3	+ 23.0	- 45.3	- 5.3	- 0.5	+ 2.65
6.	69.3	+ 22.9	- 46.4	- 6.4	+ 0.5	- 3.20
7.	64.8	+ 18.9	- 45.9	- 5.9	+ 1.5	- 8.85
8.	59.7	+ 12.2	- 47.5	- 7.5	+ 2.5	- 18.75
9.	66.8	+ 17.4	- 49.4	- 9.4	+ 3.5	- 32.90
1910.	64.3	+ 17.4	- 46.9	- 6.9	+ 4.5	- 31.05
11.	71.1	+ 20.1	- 51.0	- 11.0	+ 5.5	- 60.50
12.	69.6	+ 19.7	- 49.9	- 9.9	+ 6.5	- 64.35
	911.4	286.0	- 625.4	- 65.4	227.50	- 219.60
		- 911.4		= [h]	= [t]	= [ht]
		- 625.4		541.76 = [hh]		



37. zm.

$$n = 14$$

$$h_0 = \frac{-65.4}{14} = -4.6714 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-219.60}{227.50} = -0.9760 \text{ cm}$$

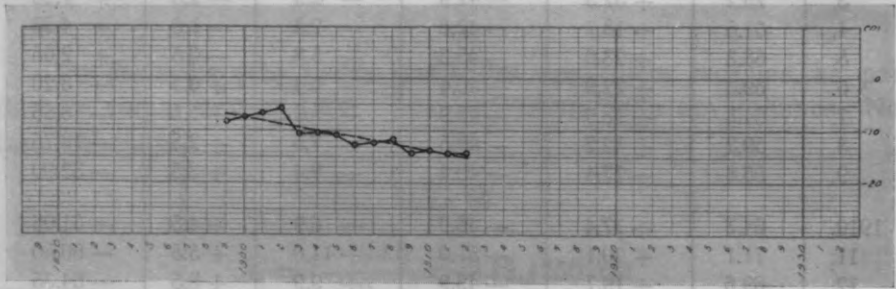
$$[vv] = 541.8 - 305.5 - 214.3 = 22.0$$

$$m^0 = \sqrt{\frac{22.0}{12}} = \pm 1.354 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.354}{\sqrt{227.5}} = \pm 0.0898 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.976 + 0.434 = -0.542 \text{ cm.}$$

Aprēķinot Verderas augstuma gada maiņu no diferencēm „Tah-kona — Verder“ (38. zīm.), dabūjam:



38. zīm.

$$\Delta h' = -0.638 \text{ cm}$$

$$\Delta h = -0.358 - 0.638 = -0.996 \text{ cm}$$

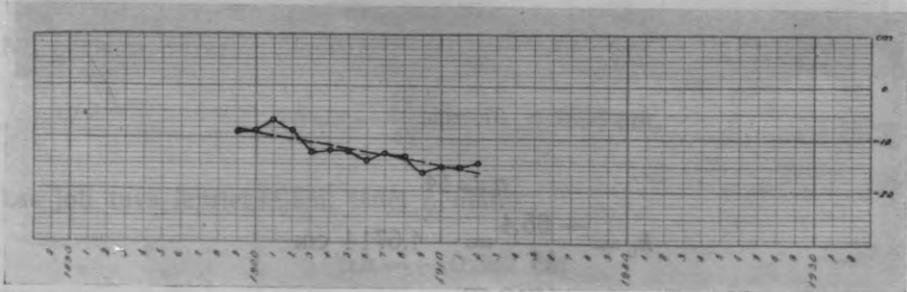
$$\delta h = -0.996 + 0.434 = -0.562 \text{ cm.}$$

No diferencēm „Vilsandi — Verder“ (39. zīm.)

$$\Delta h' = -0.651 \text{ cm}$$

$$\Delta h = -0.332 - 0.651 = -0.983 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.983 + 0.434 = -0.549 \text{ cm.}$$



39. zīm.

Kā redzams, dabūjam savā starpā labi saskanošus rezultatus, kas vidēji dod Verderas augstuma gada maiņas

$$\Delta h = -0.985 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.551 \text{ cm,}$$

tomēr salīdzinot ar tuvāko kaimiņu staciju augstumu gada maiņām tās ir nenormāli lielas. Tādēļ rodas šaubas, vai tās tikai nav Verderas skālas pārvietošanās sekas, jo 1899. gadā uzstādītā skāla pārbaudīta tikai divas reizes — 1900. un 1901. gados; 1913. gada 1. marta vētrās tā norauta, resp. skālas stāvokli vairs nav bijis iespējams pārbaudīt.

Aplūkojot tuvāk diferencu „Tahkona — Verder“ un „Vilsandi — Verder“ grafiskos attēlus (38. un 39. zīm.), var it kā saskatīt Verderas skālas pārvietošanos uz leju 1902. un 1903. gadu starpā un 1908. un 1909. gadu starpā. Ja pieņemam, ka 1903.—1908. gados skāla savu stāvokli nav mainījusi, un aprēķinam Verderas augstuma gada maiņas no Tahkona's un Vilsandi vidējām diferencēm

$$^{1/2}(\text{Thk} - \text{Verd}) + ^{1/2}(\text{Vils} - \text{Verd}),$$

tad dabūjam:

$$\Delta h'' = -0.297 \text{ cm}$$

un

$$\Delta h = \frac{-0.358 - 0.332}{2} - 0.297 = -0.642 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.642 + 0.434 = -0.208 \text{ cm.}$$

Kaut gan šie rezultāti ir labākā saskaņā ar tuvākām kaimiņu stacijām, tomēr jautājumu par Rīgas jūras līča ziemeļu piekrastes augstuma maiņu, kas tik nopietni skar Latvijas piekrasti, pagaidām nevar uzskatīt par izšķirtu. Tikai vēlāk, kad būs pietiekoši gara novērojumu rinda Ainažos, varēs atkal pie šī jautājuma atgriezties, un varbūt tad būs iespējams dot noteiktāku atbildi uz šo jautājumu.

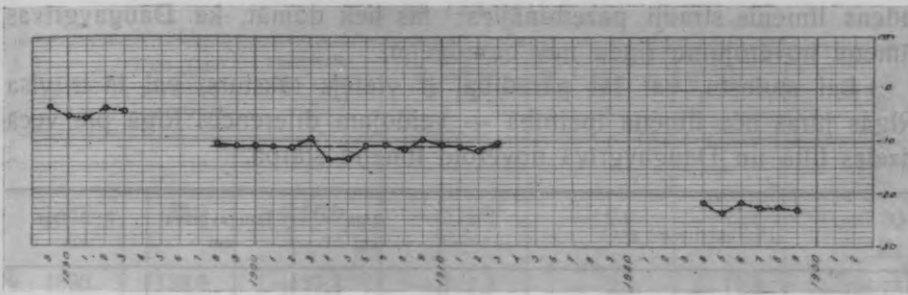
33. tabula.

30. Stenskār.

Gads	Stenskār cm virs 0	Helsinki $N_i - 160$ cm	Hels. — Stens. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	49.3	45.7	— 3.6		
1890.	55.6	50.3	— 5.3		
91.	47.6	41.1	— 5.9		
92.	50.0	46.1	— 3.9		

33. tabulas turpinājums.

Gads	Stenskrī cm virs 0	Helsinki $N_i - 160$ cm	Hels. — Stens. H_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1893.	56.4	52.1	— 4.3		
94.					
95.					
96.					
97.					
98.	63.8	53.2	— 10.6	— 7.5	+ 79.50
99.	70.9	60.0	— 10.9	— 6.5	+ 70.85
1900.	53.6	42.7	— 10.9	— 5.5	+ 59.95
1.	51.3	40.3	— 11.0	— 4.5	+ 49.50
2.	57.9	46.7	— 11.2	— 3.5	+ 39.20
3.	70.6	61.2	— 9.4	— 2.5	+ 23.50
4.	56.9	43.5	— 13.4	— 1.5	+ 20.10
5.	62.5	49.4	— 13.1	— 0.5	+ 6.55
6.	58.7	47.8	— 10.9	+ 0.5	— 5.45
7.	53.8	43.0	— 10.8	+ 1.5	— 16.20
8.	48.8	37.2	— 11.6	+ 2.5	— 29.00
9.	52.8	42.9	— 9.9	+ 3.5	— 34.65
1910.	51.1	40.5	— 10.6	+ 4.5	— 47.70
11.	57.4	46.4	— 11.0	+ 5.5	— 60.50
12.	56.9	45.2	— 11.7	+ 6.5	— 76.05
13.	60.7	50.6	— 10.1	+ 7.5	— 75.75
14.	927.7	750.6	— 177.1	340.00	+ 3.85
15.		— 927.7	= [h]	= [tt]	= [ht]
16.		— 177.1			
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.	69.2	47.5	— 21.7		
26.	59.5	36.0	— 23.5		
27.	65.0	43.4	— 21.6		
28.	63.1	40.6	— 22.5		
29.	61.6	39.2	— 22.4		
1930.	59.2	36.3	— 23.0		



40. zīm.

Uz Helsinku referencvirsmu attiecinātās Stenskār augstuma gada maiņa ir:

$$\Delta h' = \frac{+3.85}{340.00} = +0.0113 \text{ cm,}$$

reducējot to uz Stokholmas referencvirsmu, dabūjam:

$$\Delta h = -0.141 + 0.011 = -0.130 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.130 + 0.434 = +0.304 \text{ cm.}$$

Latvijas piekraste.

	φ	λ no Gr.
31. Rīga (Daugavgrīva)	57°03'	24°02'
32. Kolkas rags	57 48	22 39
33. Ventspils	57 24	21 34
34. Liepāja	56 31	21 00

Stakle, Pēteris. Hidrometriskie novērojumi Latvijā par laiku līdz 31. X. 1929. F. M. Jūrniecības departamenta izdevums. Rīgā, 1931. gadā.

Stakle, Pēteris. Ūdenslīmeņu, jūras straumju un sanešu kustības novērojumi Latvijas piekrastē 1929.—1933. g. F. M. Jūrniecības departamenta izdevums. Rīgā, 1936. g.

31. Rīga (Daugavgrīva).

Apskatot diferenču rindas „Stokholma — Daugavgrīva“ grafisko attēlu (41. zīm.), redzam, ka 1917.—1922. gados, kuros trūkst līmeņu novērojumu, Daugavgrīvas skāla it kā ir pārvietojusies uz augšu, resp.

ūdēns līmenis strauji pazeminājies; tas liek domāt, ka Daugavgrīvas līmeņu novērojumu rinda nav homogēna.

Lai spriestu, vai šai parādībai ir vietējs raksturs, vai tā ir visa Rīgas jūras līča līmeņa īpatnība — veidojam diferences Rīgā pie vecā dzelzs tilta un Daugavgrīvā novēroto līmeņu starpā.

Hidrografiskais gads	Rīga cm	Daugavgrīva cm	R. — Dgr. cm
1907.—8.	138	137	+ 1
8.—9.	143	144	— 1
9.—10.	145	145	0
1910.—11.	147	147	0
11.—12.	139	145	— 6
12.—13.	145	151	— 6
13.—14.	154	158	— 4
Vidēji:	144.4	146.7	— 2.3
1922.—23.	147	137	+ 10
23.—24.	156	135	+ 21
24.—25.	146	139	+ 7
25.—26.	149	134	+ 15
26.—27.	152	138	+ 14
27.—28.	151	135	+ 16
28.—29.	150	134	+ 16
Vidēji:	150.1	136.0	+ 14.1

Vidējā līmeņu diference pirms 1917. gada ir — 2.3 cm, pēc 1922. gada + 14.1 cm, kas dod Daugavgrīvas skālas nullpunkta pārvietojumu 1917.—1922. gados iepretim Biržas komitejas līmnigrafa nullei Rīgā

$$14.1 + 2.3 = 16.4 \text{ cm.}$$

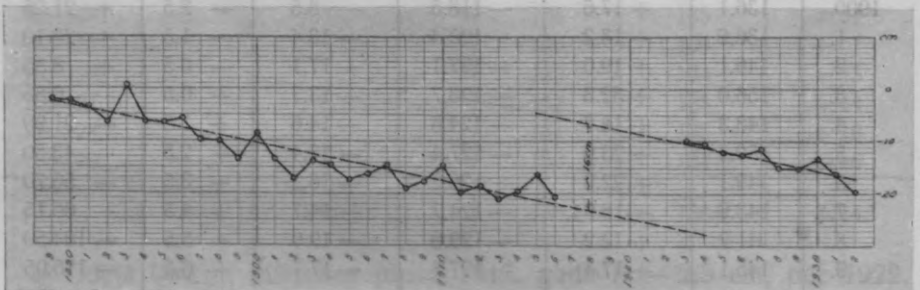
Nemot to vērā, uz Stokholmas referencvirsmu attiecinātās Daugavgrīvas augstuma gada maiņas noteikšanai lietota garākā, t. i. 1889.—1916. gadu diferencu rinda. Novelkot grafiskā attēlā (41. zīm.) caur 1923.—1932. gadu diferencēm līniju, paralelu līnijai $\Delta h t_i$, kas aprēķināta no 1889.—1916. gadu diferencēm, dabūjam atstatumu to starpā apm. 16 cm, kas ir labā saskaņā ar iepriekš aprēķināto. Tādēļ ir iemēsls domāt, ka 1917.—1922. gados vai nu Daugavgrīvas skāla ir pārvietojusies uz augšu par 16 cm, vai arī ir mainījusies situācijas apstākļi, kas ietekmē jūras līmeni Daugavgrīvā.

34. tabulā.

Gads	Rīga (Daugavgrīva) cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Rīga h'_i cm	$h'_i + 110 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	132.9	+ 20.9	- 112.0	- 2.0	- 13.5	+ 27.00
1890.	139.6	+ 27.3	- 112.3	- 2.3	- 12.5	+ 28.75
91.	133.2	+ 19.6	- 113.6	- 3.6	- 11.5	+ 41.40
92.	139.1	+ 22.8	- 116.3	- 6.3	- 10.5	+ 66.15
93.	138.3	+ 29.0	- 109.3	+ 0.7	- 9.5	- 6.65
94.	141.5	+ 25.4	- 116.1	- 6.1	- 8.5	+ 51.85
95.	139.2	+ 22.8	- 116.4	- 6.4	- 7.5	+ 48.00
96.	137.6	+ 21.9	- 115.7	- 5.7	- 6.5	+ 37.05
97.	138.5	+ 18.8	- 119.7	- 9.7	- 5.5	+ 53.35
98.	148.8	+ 28.8	- 120.0	- 10.0	- 4.5	+ 45.00
99.	156.9	+ 33.6	- 123.3	- 13.3	- 3.5	+ 46.55
1900.	136.1	+ 17.6	- 118.5	- 8.5	- 2.5	+ 21.25
1.	136.6	+ 13.2	- 123.4	- 13.4	- 1.5	+ 20.10
2.	146.1	+ 19.0	- 127.1	- 17.1	- 0.5	+ 8.55
3.	156.0	+ 32.3	- 123.7	- 13.7	+ 0.5	- 6.85
4.	143.3	+ 18.7	- 124.6	- 14.6	+ 1.5	- 21.90
5.	150.4	+ 23.0	- 127.4	- 17.4	+ 2.5	- 43.50
6.	149.1	+ 22.9	- 126.2	- 16.2	+ 3.5	- 56.70
7.	143.6	+ 18.9	- 124.7	- 14.7	+ 4.5	- 66.15
8.	141.2	+ 12.2	- 129.0	- 19.0	+ 5.5	- 104.50
9.	145.1	+ 17.4	- 127.7	- 17.7	+ 6.5	- 115.05
1910.	142.1	+ 17.4	- 124.7	- 14.7	+ 7.5	- 110.25
11.	149.9	+ 20.1	- 129.8	- 19.8	+ 8.5	- 168.30
12.	148.2	+ 19.7	- 128.5	- 18.5	+ 9.5	- 175.75
13.	154.8	+ 23.8	- 131.0	- 21.0	+ 10.5	- 220.50
14.	148.4	+ 18.8	- 129.6	- 19.6	+ 11.5	- 225.40
15.	138.7	+ 12.5	- 126.2	- 16.2	+ 12.5	- 202.50
16.	146.2	+ 15.6	- 130.6	- 20.6	+ 13.5	- 278.10
17.				- 347.4	1827.00	- 1307.10
18.				= [h]	= [tt]	= [ht]
19.				5407.06 = [hh]		
1920.						
21.						
22.						

34. tabulas turpinājums.

Gads	Rīga (Daugavgrīva) cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Rīga h'_i cm	$h'_i + 110 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1923.	138.9	+ 18.9	- 120.0	- 10.0		
24.	131.0	+ 10.4	- 120.6	- 10.6		
25.	139.9	+ 17.8	- 122.1	- 12.1		
26.	133.0	+ 10.2	- 122.8	- 12.8		
27.	137.4	+ 15.8	- 121.6	- 11.6		
28.	136.8	+ 11.8	- 125.0	- 15.0		
29.	134.2	+ 9.0	- 125.2	- 15.2		
1930.	131.2	+ 8.0	- 123.2	- 13.2		
31.	134.6	+ 8.2	- 126.4	- 16.2		
32.	142.4	+ 12.7	- 129.7	- 19.7		
	5380.8	716.8	- 4664.0			
		- 5380.8				
		- 4664.0				



41. zīm.

$$n = 28$$

$$h_0 = \frac{-347.4}{28} = -12.4071 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-1307.10}{1827} = -0.7154 \text{ cm}$$

$$[vv] = 5407.1 - 4310.2 - 935.1 = 161.8$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{161.8}{26}} = \pm 2.495 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{2.495}{\sqrt{1827}} = \pm 0.0584 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.715 + 0.434 = -0.281 \text{ cm.}$$

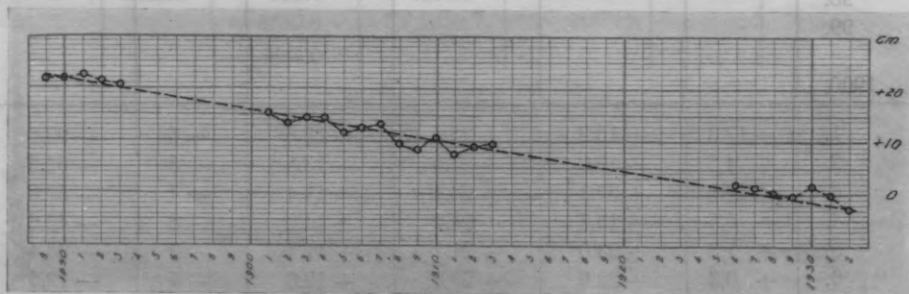
35. tabula.

32. Kolkas rags.

Gads	Kolkas rags cm virs 0	Stockholm 340— N_i cm	St.—Kolk. rags h'_i cm	$h'_i - 10 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	— 11.0	+ 20.9	+ 31.9	+ 21.9		
1890.	— 4.7	+ 27.3	+ 32.0	+ 22.0		
91.	— 13.0	+ 19.6	+ 32.6	+ 22.6		
92.	— 8.6	+ 22.8	+ 31.4	+ 21.4		
93.	— 1.8	+ 29.0	+ 30.8	+ 20.8		
94.						
95.						
96.						
97.						
98.						
99.						
1900.						
1.	— 12.3	+ 13.2	+ 25.5	+ 15.5	— 6	— 93.0
2.	— 4.5	+ 19.0	+ 23.5	+ 13.5	— 5	— 67.5
3.	+ 7.9	+ 32.3	+ 24.4	+ 14.4	— 4	— 57.6
4.	— 5.5	+ 18.7	+ 24.2	+ 14.2	— 3	— 42.6
5.	+ 1.3	+ 23.0	+ 21.7	+ 11.7	— 2	— 23.4
6.	+ 0.3	+ 22.9	+ 22.6	+ 12.6	— 1	— 12.6
7.	— 4.2	+ 18.9	+ 23.1	+ 13.1	0	0.0
8.	— 7.3	+ 12.2	+ 19.5	+ 9.5	+ 1	+ 9.5
9.	— 1.0	+ 17.4	+ 18.4	+ 8.4	+ 2	+ 16.8
1910.	— 3.3	+ 17.4	+ 20.7	+ 10.7	+ 3	+ 32.1
11.	+ 2.3	+ 20.1	+ 17.8	+ 7.8	+ 4	+ 31.2
12.	+ 0.7	+ 19.7	+ 19.0	+ 9.0	+ 5	+ 45.0
13.	+ 4.0	+ 23.8	+ 19.8	+ 9.8	+ 6	+ 58.8
14.	— 21.6	+ 258.6	+ 280.2	+ 150.2	182	— 103.3
15.		+ 21.6		= [h]	= [tt]	= [ht]
16.		+ 280.2		1811.94 = [hh]		
17.						
18.						
19.						
1920.						
21.						
22.						

35. tabulas turpinājums.

Gads	Kolkas rags cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St.-Kolk. rags h'_i cm	$h'_i - 10 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1923.						
24.						
25.					0.11	0.881
26.	-1.8	+10.2	+12.0	+2.0		
27.	+4.4	+15.8	+11.4	+1.4		
28.	+1.5	+11.8	+10.3	+0.3		
29.	-0.9	+9.0	+9.9	-0.1		
1930.	-3.5	+8.0	+11.5	+1.5		
31.	-1.7	+8.2	+9.9	-0.1		
32.	+5.6	+12.7	+7.1	-2.9		



42. zīm.

 $n = 13$

$$h_0 = \frac{+150.2}{13} = +11.5538 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-103.3}{182} = -0.5676 \text{ cm}$$

$$[vv] = 1811.9 - 1735.4 - 58.6 = 17.9$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{17.9}{11}} = \pm 1.28 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.28}{\sqrt{182}} = \pm 0.094 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.568 + 0.434 = -0.134 \text{ cm.}$$

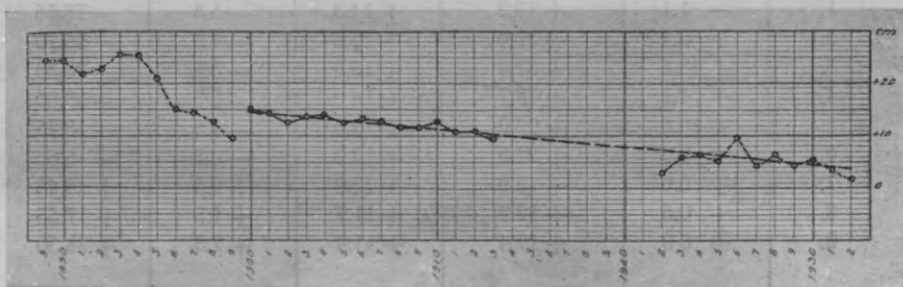
36. tabula.

33. Ventspils.

Gads	Ventspils cm virs 0	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. — Ventspils h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	— 3.6	+ 20.9	+ 24.5		
1890.	+ 3.1	+ 27.3	+ 24.2		
91.	— 2.2	+ 19.6	+ 21.8		
92.	— 0.1	+ 22.8	+ 22.9		
93.	+ 3.7	+ 29.0	+ 25.3		
94.	+ 0.3	+ 25.4	+ 25.1		
95.	+ 1.8	+ 22.8	+ 21.0		
96.	+ 6.9	+ 21.9	+ 15.0		
97.	+ 4.6	+ 18.8	+ 14.2		
98.	+ 15.9	+ 28.8	+ 12.9		
99.	+ 24.2	+ 33.6	+ 9.4		
1900.	+ 2.6	+ 17.6	+ 15.0	— 6.5	— 97.50
1.	— 1.1	+ 13.2	+ 14.3	— 5.5	— 78.65
2.	+ 6.4	+ 19.0	+ 12.6	— 4.5	— 56.70
3.	+ 18.5	+ 32.3	+ 13.8	— 3.5	— 48.30
4.	+ 4.7	+ 18.7	+ 14.0	— 2.5	— 35.00
5.	+ 10.5	+ 23.0	+ 12.5	— 1.5	— 18.75
6.	+ 9.6	+ 22.9	+ 13.3	— 0.5	— 6.65
7.	+ 6.0	+ 18.9	+ 12.9	+ 0.5	+ 6.45
8.	+ 0.5	+ 12.2	+ 11.7	+ 1.5	+ 17.55
9.	+ 6.0	+ 17.4	+ 11.4	+ 2.5	+ 28.50
1910.	+ 4.7	+ 17.4	+ 12.7	+ 3.5	+ 44.45
11.	+ 9.4	+ 20.1	+ 10.7	+ 4.5	+ 48.15
12.	+ 8.8	+ 19.7	+ 10.9	+ 5.5	+ 59.95
13.	+ 14.4	+ 23.8	+ 9.4	+ 6.5	+ 61.10
14.			+ 175.2	227.50	— 75.40
15.			= [h]	= [tt]	= [ht]
16.			2224.04 = [hh]		
17.					
18.					
19.					
1920.					
21.					
22.	+ 13.2	+ 16.2	+ 3.0		

36. tabulas turpinājums.

Gads	Ventspils cm virs 0	Stockholm 340— N_i cm	St. — Ventspils h'_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1923.	+ 12.9	+ 18.9	+ 6.0		
24.	+ 3.9	+ 10.4	+ 6.5	2.8 —	.0881
25.	+ 12.6	+ 17.8	+ 5.2		
26.	+ 0.4	+ 10.2	+ 9.8	1.6 +	.0681
27.	+ 11.5	+ 15.8	+ 4.3	2.2 —	.10
28.	+ 5.3	+ 11.8	+ 6.5	1.0 —	.05
29.	+ 4.8	+ 9.0	+ 4.2	7.8 +	.08
1930.	+ 2.8	+ 8.0	+ 5.2	8.0 +	.10
31.	+ 4.9	+ 8.2	+ 3.3	8.1 +	.08
32.	+ 11.0	+ 12.7	+ 1.7	8.8 +	.08
	+ 238.9	+ 686.1	+ 447.2	0.61 +	.00
		— 238.9		0.13 +	.00
		+ 447.2			



43. zīm.

Diferenču grafiskā attēlā redzams, ka skālas pārceļšana 1896. gadā par 618 m pa Ventu uz augšu un jaunā mola būve 1900.—1904. gados ir ietekmējusi novērotos jūras līmeņus; tādēļ par homogenu novērojumu rindu var uzskatīt sākot tikai ar 1900. gadu. No 1900.—1913. gadu līmeņu diferencēm dabūtā līnija $h = h_0 + \Delta h t_i$ iet caur 1922.—1932. gadu diferencēm resp. 1900.—1932. gados novērotie līmeņi ir attiecināti uz vienu referencvirsmu.

No 1900.—1913. gadu diferencēm:

$$n = 14$$

$$h_0 = \frac{-175.2}{14} = -12.5143 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-75.40}{227.5} = -0.3314 \text{ cm}$$

$$[v v] = 2224.0 - 2192.5 - 25.0 = 6.5$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{6.5}{12}} = \pm 0.74 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{0.74}{\sqrt{227.5}} = \pm 0.049 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.331 + 0.434 = +0.103 \text{ cm.}$$

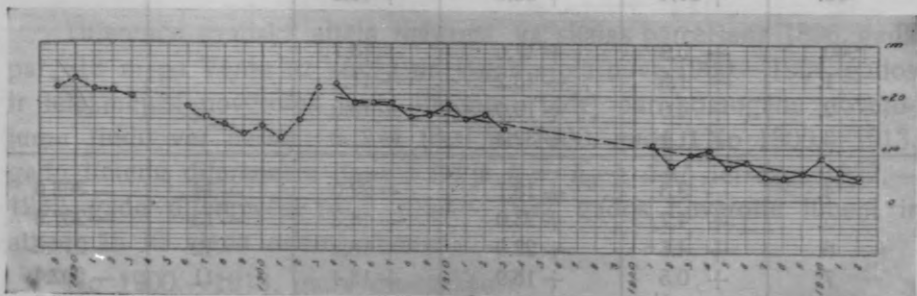
37. tabula.

34. Liepāja.

Gads	Liepāja cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Liepāja H_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	- 0.4	+ 20.9	+ 21.3		
1890.	+ 4.3	+ 27.3	+ 23.0		
91.	- 1.3	+ 19.6	+ 20.9		
92.	+ 2.3	+ 22.8	+ 20.5		
93.	+ 9.5	+ 29.0	+ 19.5		
94.					
95.					
96.	+ 4.3	+ 21.9	+ 17.6		
97.	+ 3.4	+ 18.8	+ 15.4		
98.	+ 14.1	+ 28.8	+ 14.7		
99.	+ 21.4	+ 33.6	+ 12.2		
1900.	+ 3.9	+ 17.6	+ 13.7		
1.	+ 1.5	+ 13.2	+ 11.7		
2.	+ 4.0	+ 19.0	+ 15.0		
3.	+ 11.1	+ 32.3	+ 21.2		
4.	- 3.3	+ 18.7	+ 22.0	- 14	- 308.0
5.	+ 4.7	+ 23.0	+ 18.3	- 13	- 237.9
6.	+ 4.6	+ 22.9	+ 18.3	- 12	- 219.6
7.	+ 0.5	+ 18.9	+ 18.4	- 11	- 202.4
8.	- 3.3	+ 12.2	+ 15.5	- 10	- 155.0
9.	+ 1.4	+ 17.4	+ 16.0	- 9	- 144.0

37. tabulas turpinājums.

Gads	Liepāja cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Liepāja h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1910.	- 0.9	+ 17.4	+ 18.3	- 8	- 146.4
11.	+ 4.8	+ 20.1	+ 15.3	- 7	- 107.1
12.	+ 3.5	+ 19.7	+ 16.2	- 6	- 97.2
13.	+ 10.3	+ 23.8	+ 13.5	- 5	- 67.5
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
1920.					
21.	+ 9.9	+ 20.6	+ 10.7	+ 3	+ 32.1
22.	+ 9.4	+ 16.2	+ 6.8	+ 4	+ 27.2
23.	+ 10.1	+ 18.9	+ 8.8	+ 5	+ 44.0
24.	+ 0.9	+ 10.4	+ 9.5	+ 6	+ 57.0
25.	+ 11.4	+ 17.8	+ 6.4	+ 7	+ 44.8
26.	+ 3.0	+ 10.2	+ 7.2	+ 8	+ 57.6
27.	+ 11.1	+ 15.8	+ 4.7	+ 9	+ 42.3
28.	+ 7.7	+ 11.8	+ 4.1	+ 10	+ 41.0
29.	+ 3.9	+ 9.0	+ 5.1	+ 11	+ 56.1
1930.	- 0.2	+ 8.0	+ 8.2	+ 12	+ 98.4
31.	+ 2.5	+ 8.2	+ 5.7	+ 13	+ 74.1
32.	+ 7.9	+ 12.7	+ 4.8	+ 14	+ 67.2
			+ 253.8 = [h]	+ 7.0 = [t]	- 1043.3 = [ht]
			3611.16 = [hh]	1995 = [tt]	



44. zīm.

h_0 un Δh aprēķināšanai sastādam normalvienādojumus:

$$22 h_0 + 7 \Delta h = + 253.8$$

$$7 h_0 + 1995 \Delta h = - 1043.3,$$

tos atrisinot, dabūjam:

$$h_0 = + 11.7158 \text{ cm}$$

$$\Delta h = - 0.5641 \text{ cm}$$

$$[vv] = 49.2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{49.2}{20}} = \pm 1,569 \text{ cm}$$

$$P_{\Delta h} = 1992.8$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.569}{\sqrt{1992.8}} = \pm 0.0352 \text{ cm}$$

$$\delta h = - 0.564 + 0.434 = - 0.130 \text{ cm.}$$

Vācijas piekraste.

	φ	λ no Gr.
35. Pillau	54°39'	19°54'
36. Stolpmünde	54 35	16 51
37. Swinemünde	53 55	14 16
38. Arkona	54 41	13 27
39. Travemünde	53 58	10 54

Westphal, A. Das Mittelwasser der Ostsee bei Travemünde, Marienleuchte, Wismar, Arkona und Swinemünde in den Jahren 1882/1897. Veröffentlichung des Königl. Preussischen Geodätischen Institutes N. F. № 2. Berlin, 1900.

Kühnen. Das Mittelwasser der Ostsee bei Travemünde, Marienleuchte, Wismar, Warnemünde, Arkona, Swinemünde, Pillau, Memel und das Mittelwasser der Nordsee bei Bremerhaven in Jahren 1898.—1910. Veröffentlichung des Königl. Preussischen Geodätischen Institutes N. F. № 70. Berlin, 1916.

Jahresberichte des Direktors des Geodätischen Institutes 1911/12.—1913/14., 1916/17., 1923/24.—1927/28/29. Potsdam.

Wasserstandshöhen an den 9 Pegeln des Preussischen Geodätischen Institutes in den Jahren 1929., 1930., 1931., 1932., 1933. Anna-

len der Hydrogr. und Marit. Meteorolog. 59, 1931, 60, 1932, 61, 1933, 62, 1934...

Minētās publikācijās trūkstošie gada vidējie jūras līmeņi par 1914., 1915., 1917. un 1918.—1922. gadiem dabūti no Prūsijas Ģeodezijas instituta sarakstīšanās ceļā.

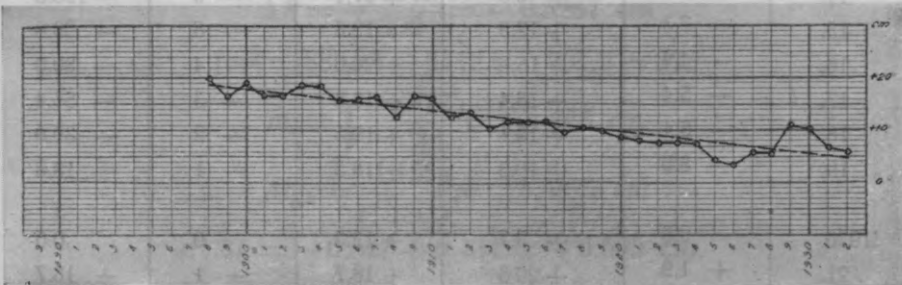
38. tabula.

35. Pillau.

Gads	Pillau cm virs 0	Stockholm $340 - N_i$ cm	St.—Pillau h'_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1898.	+ 8.8	+ 28.8	+ 20.0	- 17	- 340.0
99.	+ 17.1	+ 33.6	+ 16.5	- 16	- 264.0
1900.	- 1.4	+ 17.6	+ 19.0	- 15	- 285.0
1.	- 3.6	+ 13.2	+ 16.8	- 14	- 235.2
2.	+ 2.5	+ 19.0	+ 16.5	- 13	- 214.5
3.	+ 13.7	+ 32.3	+ 18.6	- 12	- 223.2
4.	+ 0.4	+ 18.7	+ 18.3	- 11	- 201.3
5.	+ 7.3	+ 23.0	+ 15.7	- 10	- 157.0
6.	+ 7.0	+ 22.9	+ 15.9	- 9	- 143.1
7.	+ 2.7	+ 18.9	+ 16.2	- 8	- 129.6
8.	- 0.2	+ 12.2	+ 12.4	- 7	- 86.8
9.	+ 0.8	+ 17.4	+ 16.6	- 6	- 99.6
1910.	+ 1.4	+ 17.4	+ 16.0	- 5	- 80.0
11.	+ 7.8	+ 20.1	+ 12.3	- 4	- 49.2
12.	+ 6.4	+ 19.7	+ 13.3	- 3	- 39.9
13.	+ 13.7	+ 23.8	+ 10.1	- 2	- 20.2
14.	+ 7.4	+ 18.8	+ 11.4	- 1	- 11.4
15.	+ 1.0	+ 12.5	+ 11.5	0	0.0
16.	+ 3.9	+ 15.6	+ 11.7	+ 1	+ 11.7
17.	+ 3.7	+ 13.4	+ 9.7	+ 2	+ 19.4
18.	+ 2.6	+ 13.1	+ 10.5	+ 3	+ 31.5
19.	+ 0.4	+ 10.3	+ 9.9	+ 4	+ 39.6
1920.	+ 1.0	+ 9.7	+ 8.7	+ 5	+ 43.5
21.	+ 12.6	+ 20.6	+ 8.0	+ 6	+ 48.0
22.	+ 8.6	+ 16.2	+ 7.6	+ 7	+ 53.2
23.	+ 11.3	+ 18.9	+ 7.6	+ 8	+ 60.8
24.	+ 3.1	+ 10.4	+ 7.3	+ 9	+ 65.7
25.	+ 13.4	+ 17.8	+ 4.4	+ 10	+ 44.0
26.	+ 6.8	+ 10.2	+ 3.4	+ 11	+ 37.4
27.	+ 9.9	+ 15.8	+ 5.9	+ 12	+ 70.8

38. tabulas turpinājums.

Gads	Pillau cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Pillau h'_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1928.	+ 6.0	+ 11.8	+ 5.8	+ 13	+ 75.4
29.	- 2.1	+ 9.0	+ 11.1	+ 14	+ 155.4
1930.	- 2.3	+ 8.0	+ 10.3	+ 15	+ 154.5
31.	+ 1.3	+ 8.2	+ 6.9	+ 16	+ 110.4
32.	+ 6.7	+ 12.7	+ 6.0	+ 17	+ 102.0
	+ 179.7	+ 591.6	+ 411.9	3570	- 1456.7
		- 179.7	= [h]	= [tt]	= [ht]
		+ 411.9	5568.07 = [hh]		



45. zīm.

 $n = 35$

$$h_0 = \frac{+ 411.9}{35} = + 11.7686 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{- 1456.7}{3570} = - 0.4080 \text{ cm}$$

$$[vv] = 5568.1 - 4847.5 - 594.3 = 126.3$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{126.3}{33}} = \pm 1.956 \text{ cm}$$

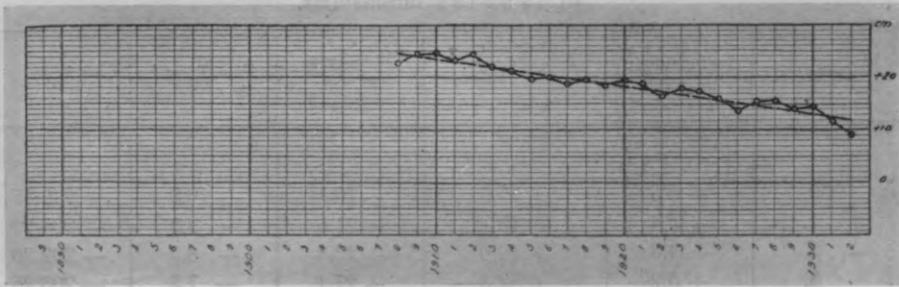
$$M_{\Delta h} = \frac{1.956}{\sqrt{3570}} = \pm 0.0327 \text{ cm}$$

$$\delta h = - 0.408 + 0.434 = + 0.026 \text{ cm.}$$

39. tabula.

36. Stolpmünde.

Gads	Stolpmünde cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Stolp. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1908.	- 10.7	+ 12.2	+ 22.9	- 12	- 274.8
9.	- 6.8	+ 17.4	+ 24.2	- 11	- 266.2
1910.	- 7.4	+ 17.4	+ 24.8	- 10	- 248.0
11.	- 3.0	+ 20.1	+ 23.1	- 9	- 207.9
12.	- 4.5	+ 19.7	+ 24.2	- 8	- 193.6
13.	+ 1.8	+ 23.8	+ 22.0	- 7	- 154.0
14.	- 2.3	+ 18.8	+ 21.1	- 6	- 126.6
15.	- 7.3	+ 12.5	+ 19.8	- 5	- 99.0
16.	- 4.4	+ 15.6	+ 20.0	- 4	- 80.0
17.	- 5.4	+ 13.4	+ 18.8	- 3	- 56.4
18.	- 6.4	+ 13.1	+ 19.5	- 2	- 39.0
19.	- 8.0	+ 10.3	+ 18.3	- 1	- 18.3
1920.	- 9.6	+ 9.7	+ 19.3	0	0.0
21.	+ 1.9	+ 20.6	+ 18.7	+ 1	+ 18.7
22.	- 0.4	+ 16.2	+ 16.6	+ 2	+ 33.2
23.	+ 1.0	+ 18.9	+ 17.9	+ 3	+ 53.7
24.	- 6.9	+ 10.4	+ 17.3	+ 4	+ 69.2
25.	+ 1.8	+ 17.8	+ 16.0	+ 5	+ 80.0
26.	- 3.6	+ 10.2	+ 13.8	+ 6	+ 82.8
27.	+ 0.4	+ 15.8	+ 15.4	+ 7	+ 107.8
28.	- 3.8	+ 11.8	+ 15.6	+ 8	+ 124.8
29.	- 5.0	+ 9.0	+ 14.0	+ 9	+ 126.0
1930.	- 6.5	+ 8.0	+ 14.5	+ 10	+ 145.0
31.	- 3.5	+ 8.2	+ 11.7	+ 11	+ 128.7
32.	+ 3.6	+ 12.7	+ 9.1	+ 12	+ 109.2
	- 95.0	+ 363.6 + 95.0 + 458.6	+ 458.6 = [h] 8804.52 = [hh]	1300 = [tt]	- 684.7 = [ht]



46. zm.

 $n = 25$

$$h_0 = \frac{+458.6}{25} = 18.3440 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-684.7}{1300} = -0.5267 \text{ cm}$$

$$[vv] = 8804.5 - 8412.6 - 361.2 = 30.7$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{30.7}{23}} = \pm 1.155 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.155}{\sqrt{1300}} = \pm 0.0320 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.527 + 0.434 = -0.093 \text{ cm.}$$

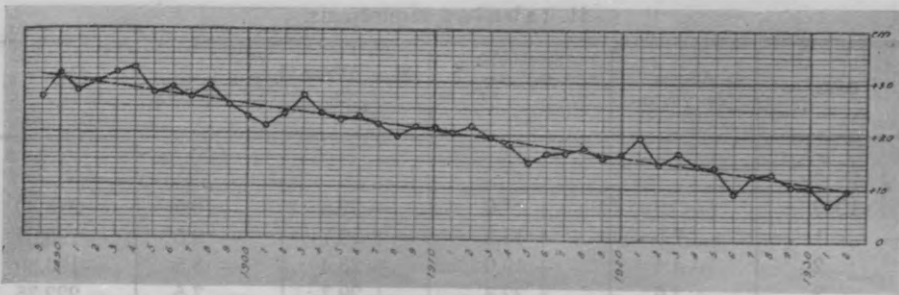
40. tabula.

37. Swinemünde.

Gads	Swinemünde cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Swin. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	- 5.8	+ 20.9	+ 26.7	- 21.5	- 574.05
1890.	- 3.8	+ 27.3	+ 31.1	- 20.5	- 637.55
91.	- 8.4	+ 19.6	+ 28.0	- 19.5	- 546.00
92.	- 6.9	+ 22.8	+ 29.7	- 18.5	- 549.45
93.	- 2.4	+ 29.0	+ 31.4	- 17.5	- 549.50
94.	- 7.1	+ 25.4	+ 32.5	- 16.5	- 536.25
95.	- 4.9	+ 22.8	+ 27.7	- 15.5	- 429.35
96.	- 6.8	+ 21.9	+ 28.7	- 14.5	- 416.15
97.	- 8.1	+ 18.8	+ 26.9	- 13.5	- 363.15
98.	- 0.2	+ 28.8	+ 29.0	- 12.5	- 362.50
99.	+ 8.3	+ 33.6	+ 25.3	- 11.5	- 290.95

40. tabulas turpinājums.

Gads	Swinemünde cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Swin. h'_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1900.	- 5.5	+ 17.6	+ 23.1	- 10.5	- 242.55
1.	- 8.4	+ 13.2	+ 21.6	- 9.5	- 205.20
2.	- 4.8	+ 19.0	+ 23.8	- 8.5	- 202.30
3.	+ 5.2	+ 32.3	+ 27.1	- 7.5	- 203.25
4.	- 5.3	+ 18.7	+ 24.0	- 6.5	- 156.00
5.	+ 0.1	+ 23.0	+ 22.9	- 5.5	- 125.95
6.	- 0.6	+ 22.9	+ 23.5	- 4.5	- 105.75
7.	- 3.1	+ 18.9	+ 22.0	- 3.5	- 77.00
8.	- 7.5	+ 12.2	+ 19.7	- 2.5	- 49.25
9.	- 4.2	+ 17.4	+ 21.6	- 1.5	- 32.40
1910.	- 4.2	+ 17.4	+ 21.6	- 0.5	- 10.80
11.	- 0.3	+ 20.1	+ 20.4	+ 0.5	+ 10.20
12.	- 2.1	+ 19.7	+ 21.8	+ 1.5	+ 32.70
13.	+ 4.2	+ 23.8	+ 19.6	+ 2.5	+ 49.00
14.	+ 0.7	+ 18.8	+ 18.1	+ 3.5	+ 63.35
15.	- 2.4	+ 12.5	+ 14.9	+ 4.5	+ 67.05
16.	- 0.8	+ 15.6	+ 16.4	+ 5.5	+ 90.20
17.	- 3.3	+ 13.4	+ 16.7	+ 6.5	+ 108.55
18.	- 4.3	+ 13.1	+ 17.4	+ 7.5	+ 130.50
19.	- 5.4	+ 10.3	+ 15.7	+ 8.5	+ 133.45
1920.	- 6.7	+ 9.7	+ 16.4	+ 9.5	+ 155.80
21.	+ 1.0	+ 20.6	+ 19.6	+ 10.5	+ 205.80
22.	+ 1.3	+ 16.2	+ 14.9	+ 11.5	+ 171.35
23.	+ 2.2	+ 18.9	+ 16.7	+ 12.5	+ 208.75
24.	- 4.2	+ 10.4	+ 14.6	+ 13.5	+ 197.10
25.	+ 3.8	+ 17.8	+ 14.0	+ 14.5	+ 203.00
26.	+ 1.1	+ 10.2	+ 9.1	+ 15.5	+ 141.05
27.	+ 3.2	+ 15.8	+ 12.6	+ 16.5	+ 207.90
28.	- 1.0	+ 11.8	+ 12.8	+ 17.5	+ 224.00
29.	- 1.6	+ 9.0	+ 10.6	+ 18.5	+ 196.10
1930.	- 2.3	+ 8.0	+ 10.3	+ 19.5	+ 200.85
31.	+ 1.2	+ 8.2	+ 7.0	+ 20.5	+ 143.50
32.	+ 3.1	+ 12.7	+ 9.6	+ 21.5	+ 206.40
	- 97.0	+ 800.1	+ 897.1	7095.00	- 3518.75
		+ 97.0	= [h]	= [t]	= [ht]
		+ 897.1	20193.45		
			= [hh]		



47. zīm.

$$n = 44$$

$$h_0 = \frac{+897.1}{44} = +20.3886 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-3518.75}{7095} = -0.4959 \text{ cm}$$

$$[vv] = 20193 - 18291 - 1745 = 157$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{157}{42}} = \pm 1.928 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.928}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0229 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.496 + 0.434 = -0.062 \text{ cm.}$$

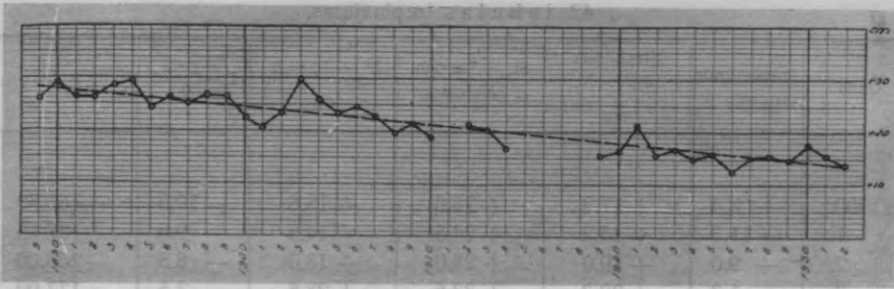
41. tabula.

38. Arkona.

Gads	Arkona cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Arkona K'_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	-5.0	+20.9	+25.9	-21.5	-556.85
1890.	-1.7	+27.3	+29.0	-20.5	-594.50
91.	-6.5	+19.6	+26.1	-19.5	-508.95
92.	-3.3	+22.8	+26.1	-18.5	-482.85
93.	+0.6	+29.0	+28.4	-17.5	-497.00
94.	-3.8	+25.4	+29.2	-16.5	-481.80
95.	-1.4	+22.8	+24.2	-15.5	-375.10
96.	-4.3	+21.9	+26.2	-14.5	-379.90
97.	-6.2	+18.8	+25.0	-13.5	-337.50
98.	+2.0	+28.8	+26.8	-12.5	-335.00
99.	+8.2	+33.6	+25.4	-11.5	-292.10

41. tabulas turpinājums.

Gads	Arkona cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Arkona h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1900.	-5.0	+17.6	+22.6	-10.5	-273.30
1.	-7.5	+13.2	+20.7	-9.5	-196.65
2.	-4.4	+19.0	+23.4	-8.5	-198.90
3.	+2.6	+32.3	+29.7	-7.5	-222.75
4.	-7.1	+18.7	+25.8	-6.5	-167.70
5.	-0.2	+23.0	+23.2	-5.5	-127.60
6.	-1.7	+22.9	+24.6	-4.5	-110.70
7.	-4.0	+18.9	+22.9	-3.5	-80.15
8.	-7.4	+12.2	+19.6	-2.5	-49.00
9.	-3.8	+17.4	+21.2	-1.5	-31.80
1910.	-1.5	+17.4	+18.9	-0.5	-9.45
11.					
12.	-1.5	+19.7	+21.2	+1.5	+31.80
13.	+3.7	+23.8	+20.1	+2.5	+50.25
14.	+1.9	+18.8	+16.9	+3.5	+59.15
15.					
16.					
17.					
18.					
19.	-5.2	+10.3	+15.5	+8.5	+131.75
1920.	-6.8	+9.7	+16.5	+9.5	+156.75
21.	-0.6	+20.6	+21.2	+10.5	+222.60
22.	+0.5	+16.2	+15.7	+11.5	+180.55
23.	+2.0	+18.9	+16.9	+12.5	+211.25
24.	-4.6	+10.4	+15.0	+13.5	+202.50
25.	+1.8	+17.8	+16.0	+14.5	+232.00
26.	-2.2	+10.2	+12.4	+15.5	+192.20
27.	+0.7	+15.8	+15.1	+16.5	+249.15
28.	-3.7	+11.8	+15.5	+17.5	+271.25
29.	-5.7	+9.0	+14.7	+18.5	+271.95
1930.	-9.4	+8.0	+17.4	+19.5	+339.30
31.	-7.3	+8.2	+15.5	+20.5	+317.75
32.	-1.2	+12.7	+13.9	+21.5	+298.85
	-99.0	+725.4	+824.4	-24.5	-2854.50
		+99.0	= [h]	= [t]	= [ht]
		+824.4	18375.50	6945.75 = [tt]	
			= [hh]		



48. zīm.

h_0 un Δh aprēķināšanai sastādam normalvienādojumus:

$$39 h_0 - 24.5 \Delta h = + 824.4$$

$$24.5 h_0 + 6945.75 \Delta h = - 2854.5$$

tos atrisinot, dabūjam:

$$h_0 = + 20.9266 \text{ cm}$$

$$\Delta h = - 0.3372 \text{ cm}$$

$$[vv] = 161.2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{161.2}{37}} = \pm 2.087 \text{ cm}$$

$$P_{\Delta h} = 6930$$

$$M_{\Delta h} = \frac{2.087}{\sqrt{6930}} = \pm 0.0251 \text{ cm}$$

$$\delta h = - 0.337 + 0.434 = + 0.097 \text{ cm.}$$

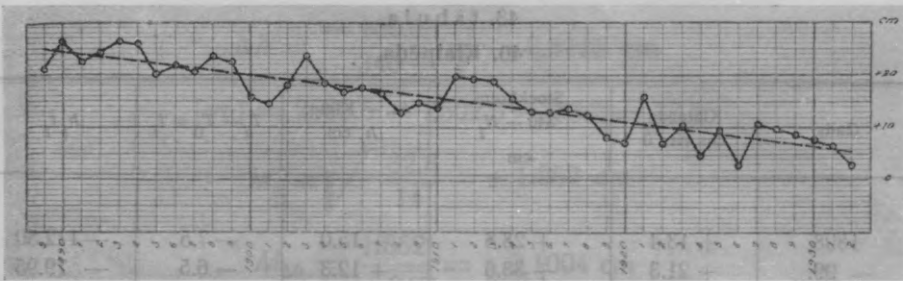
42. tabula.

39. Travemūnde.

Gads	Travemūnde cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Travem. h'_i cm	$h'_i - 10 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	- 10.5	+ 20.9	+ 31.4	+ 21.4	- 21.5	- 460.10
1890.	- 9.0	+ 27.3	+ 36.3	+ 26.3	- 20.5	- 539.15
91.	- 12.8	+ 19.6	+ 32.4	+ 22.4	- 19.5	- 436.80
92.	- 11.3	+ 22.8	+ 34.1	+ 24.1	- 18.5	- 445.85
93.	- 7.3	+ 29.0	+ 36.3	+ 26.3	- 17.5	- 460.25
94.	- 10.4	+ 25.4	+ 35.8	+ 25.8	- 16.5	- 425.70
95.	- 7.2	+ 22.8	+ 30.0	+ 20.0	- 15.5	- 310.00
96.	- 10.0	+ 21.9	+ 31.9	+ 21.9	- 14.5	- 317.55
97.	- 11.7	+ 18.8	+ 30.5	+ 20.5	- 13.5	- 276.75
98.	- 4.8	+ 28.8	+ 33.6	+ 23.6	- 12.5	- 295.00
99.	+ 1.3	+ 33.6	+ 32.3	+ 22.3	- 11.5	- 256.45

42. tabulas turpinājums.

Gads	Travemünde cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Travem. h'_i cm	$h'_i - 10 = h_i$ cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1900.	- 8.0	+ 17.6	+ 25.6	+ 15.6	- 10.5	- 163.80
1.	- 11.3	+ 13.2	+ 24.5	+ 14.5	- 9.5	- 137.75
2.	- 9.0	+ 19.0	+ 28.0	+ 18.0	- 8.5	- 153.00
3.	- 1.3	+ 32.3	+ 33.6	+ 23.6	- 7.5	- 177.00
4.	- 9.5	+ 18.7	+ 28.2	+ 18.2	- 6.5	- 118.30
5.	- 3.7	+ 23.0	+ 26.7	+ 16.7	- 5.5	- 91.85
6.	- 4.6	+ 22.9	+ 27.5	+ 17.5	- 4.5	- 78.75
7.	- 7.4	+ 18.9	+ 26.3	+ 16.3	- 3.5	- 57.05
8.	- 10.5	+ 12.2	+ 22.7	+ 12.7	- 2.5	- 31.75
9.	- 7.2	+ 17.4	+ 24.6	+ 14.6	- 1.5	- 21.90
1910.	- 6.3	+ 17.4	+ 23.7	+ 13.7	- 0.5	- 6.85
11.	- 9.5	+ 20.1	+ 29.6	+ 19.6	+ 0.5	+ 9.80
12.	- 9.6	+ 19.7	+ 29.3	+ 19.3	+ 1.5	+ 28.95
13.	- 4.9	+ 23.8	+ 28.7	+ 18.7	+ 2.5	+ 46.75
14.	- 6.4	+ 18.8	+ 25.2	+ 15.2	+ 3.5	+ 53.20
15.	- 10.5	+ 12.5	+ 23.0	+ 13.0	+ 4.5	+ 58.50
16.	- 7.3	+ 15.6	+ 22.9	+ 12.9	+ 5.5	+ 70.95
17.	- 10.0	+ 13.4	+ 23.4	+ 13.4	+ 6.5	+ 87.10
18.	- 9.1	+ 13.1	+ 22.2	+ 12.2	+ 7.5	+ 91.50
19.	- 7.7	+ 10.3	+ 18.0	+ 8.0	+ 8.5	+ 68.00
1920.	- 7.4	+ 9.7	+ 17.1	+ 7.1	+ 9.5	+ 67.45
21.	- 5.2	+ 20.6	+ 25.8	+ 15.8	+ 10.5	+ 165.90
22.	- 0.8	+ 16.2	+ 17.0	+ 7.0	+ 11.5	+ 80.50
23.	- 1.5	+ 18.9	+ 20.4	+ 10.4	+ 12.5	+ 130.00
24.	(- 4.3)	+ 10.4	+ 14.7	+ 4.7	+ 13.5	+ 63.45
25.	- 1.4	+ 17.8	+ 19.2	+ 9.2	+ 14.5	+ 133.40
26.	- 2.6	+ 10.2	+ 12.8	+ 2.8	+ 15.5	+ 43.40
27.	- 4.6	+ 15.8	+ 20.4	+ 10.4	+ 16.5	+ 171.60
28.	- 8.1	+ 11.8	+ 19.9	+ 9.9	+ 17.5	+ 173.25
29.	- 9.6	+ 9.0	+ 18.6	+ 8.6	+ 18.5	+ 159.10
1930.	- 9.6	+ 8.0	+ 17.6	+ 7.6	+ 19.5	+ 148.20
31.	- 8.3	+ 8.2	+ 16.5	+ 6.5	+ 20.5	+ 133.25
32.	0.0	+ 12.7	+ 12.7	+ 2.7	+ 21.5	+ 58.05
	- 310.9	+ 800.1	+ 1111.0	+ 671.0	7095.00	- 3219.30
		+ 310.9		= [h]	= [tt]	= [ht]
				12046.84		
		+ 1111.0		= [hh]		



49. zīm.

$n = 44$

$$h_0 = \frac{+671.0}{44} = +15.2500 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-3219.30}{7095} = -0.4537 \text{ cm}$$

$$[vv] = 12046.8 - 10232.8 - 1460.6 = 353.4$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{353.4}{42}} = \pm 2.901 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{2.901}{\sqrt{7095}} = +0.0345 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.454 + 0.434 = -0.020 \text{ cm.}$$

Lietuvas piekraste.

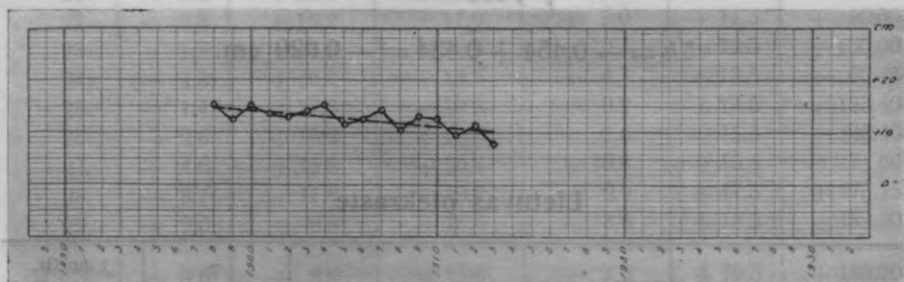
	φ	λ no Gr.
40. Klaipēda (Memel)	55°43'	21°07'

Pētījumiem lietoti tikai Vācijas priekškara novērojumi, kas atrodami iepriekš minētās vācu publikācijās.

43. tabula.

40. Klaipēda.

Gads	Klaipēda cm virs 0	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. — Klaip. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1898.	+ 13.4	+ 28.8	+ 15.0	- 7.5	- 112.50
99.	+ 21.3	+ 33.6	+ 12.3	- 6.5	- 79.95
1900.	+ 2.6	+ 17.6	+ 15.0	- 5.5	- 82.50
1.	- 0.3	+ 13.2	+ 13.5	- 4.5	- 60.75
2.	+ 6.0	+ 19.0	+ 13.0	- 3.5	- 45.50
3.	+ 18.3	+ 32.3	+ 14.0	- 2.5	- 35.00
4.	+ 3.7	+ 18.7	+ 15.0	- 1.5	- 22.50
5.	+ 11.5	+ 23.0	+ 11.5	- 0.5	- 5.75
6.	+ 10.5	+ 22.9	+ 12.4	+ 0.5	+ 6.20
7.	+ 4.7	+ 18.9	+ 14.2	+ 1.5	+ 21.30
8.	+ 2.1	+ 12.2	+ 10.1	+ 2.5	+ 25.25
9.	+ 4.4	+ 17.4	+ 13.0	+ 3.5	+ 45.50
1910.	+ 4.7	+ 17.4	+ 12.7	+ 4.5	+ 57.15
11.	+ 10.3	+ 20.1	+ 9.5	+ 5.5	+ 52.25
12.	+ 8.5	+ 19.7	+ 11.2	+ 6.5	+ 72.80
13.	+ 16.1	+ 23.8	+ 7.7	+ 7.5	+ 57.75
	138.5	+ 338.6 - 138.5 + 200.1	+ 200.1 = [h] 2568.47 = [hh]	340.00 = [t]	- 106.25 = [ht]



50. zīm.

$$n = 16$$

$$h_0 = \frac{+ 200.1}{16} = + 12.5062 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-106.25}{340} = -0.3125 \text{ cm}$$

$$[vv] = 2568.5 - 2502.5 - 33.2 = 32.8$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{32.8}{14}} = \pm 1.852 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{1.852}{\sqrt{340}} = \pm 0.1004 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.313 + 0.434 = +0.121 \text{ cm.}$$

Dānijas piekraste.

				λ no Gr.
41. Kopenhagena	55°41'	12°36'		
42. Fredericia	55 34	9 46		
43. Hirtshals	57 36	9 58		

Madsen, V. H. O. De danske Kysters Middelvandstande og disses Reduktion til „Stille“. Polhøjdevariationes Indfyldelse. Den danske Gradmaaling. N. R., H. 13. Kjøbenhavn 1914.

1912.—1913. gadu vidējie līmeņi dabūti no dāņu geodezijas instituta sarakstīšanās ceļā.

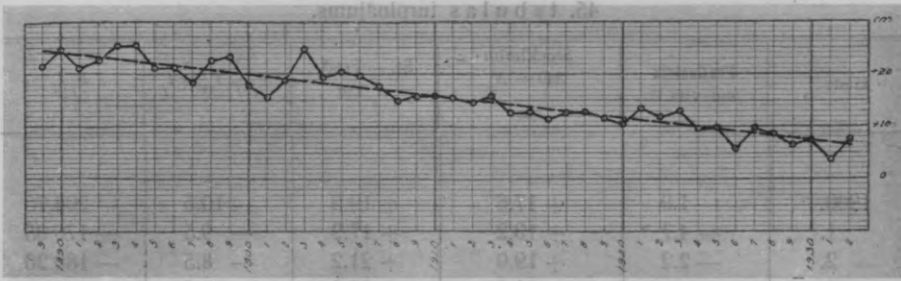
44. tabula.

41. Kopenhagena.

Gads	Kopenhagena cm virs 0	Stockholm 340 — N_i cm	St. — Kop. h_i , cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	— 0.5	+ 20.9	+ 21.4	— 21.5	— 460.10
1890.	+ 2.9	+ 27.3	+ 24.4	— 20.5	— 500.20
91.	— 1.4	+ 19.6	+ 21.0	— 19.5	— 409.50
92.	+ 0.2	+ 22.8	+ 22.6	— 18.5	— 418.10
93.	+ 3.8	+ 29.0	+ 25.2	— 17.5	— 441.00
94.	+ 0.1	+ 25.4	+ 25.3	— 16.5	— 417.45
95.	+ 1.8	+ 22.8	+ 21.0	— 15.5	— 325.50
96.	+ 0.7	+ 21.9	+ 21.2	— 14.5	— 307.40
97.	+ 0.6	+ 18.8	+ 18.2	— 13.5	— 245.70
98.	+ 6.1	+ 28.8	+ 22.7	— 12.5	— 283.75
99.	+ 10.4	+ 33.6	+ 23.2	— 11.5	— 266.80

44. tabulas turpinājums.

Gads	Kopenhagena cm virs 0	Stockholm 340 — N cm	St. — Kop. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1900.	-0.1	+17.6	+17.7	-10.5	-185.85
1.	-2.1	+13.2	+15.3	-9.5	-145.35
2.	+0.1	+19.0	+18.9	-8.5	-160.65
3.	+7.6	+32.3	+24.7	-7.5	-185.25
4.	-0.5	+18.7	+19.2	-6.5	-124.90
5.	+2.8	+23.0	+20.2	-5.5	-111.10
6.	+3.4	+22.9	+19.5	-4.5	-87.75
7.	+1.2	+18.9	+17.7	-3.5	-61.95
8.	-2.7	+12.2	+14.9	-2.5	-37.25
9.	+1.6	+17.4	+15.8	-1.5	-23.70
1910.	+1.6	+17.4	+15.8	-0.5	7.90
11.	+4.5	+20.1	+15.6	+0.5	7.80
12.	+5.2	+19.7	+14.5	+1.5	21.75
13.	+8.1	+23.8	+15.7	+2.5	39.25
14.	+6.2	+18.8	+12.6	+3.5	44.10
15.	-0.3	+12.5	+12.8	+4.5	57.60
16.	+4.4	+15.6	+11.2	+5.5	61.60
17.	+0.8	+13.4	+12.6	+6.5	81.90
18.	+0.3	+13.1	+12.8	+7.5	96.00
19.	-1.2	+10.3	+11.5	+8.5	97.75
1920.	-0.5	+9.7	+10.2	+9.5	96.90
21.	+7.3	+20.6	+13.3	+10.5	139.65
22.	+4.3	+16.2	+11.9	+11.5	136.85
23.	+5.8	+18.9	+13.1	+12.5	163.75
24.	+1.0	+10.4	+9.4	+13.5	126.90
25.	+7.9	+17.8	+9.9	+14.5	143.55
26.	+4.3	+10.2	+5.9	+15.5	91.45
27.	+5.9	+15.8	+9.9	+16.5	136.35
28.	+3.2	+11.8	+8.6	+17.5	150.50
29.	+2.5	+9.0	+6.5	+18.5	120.25
1930.	+0.8	+8.0	+7.2	+19.5	140.40
31.	+4.4	+8.2	+3.8	+20.5	77.90
32.	+5.1	+12.7	+7.6	+21.5	163.40
	+117.6	+800.1	+682.5	7095.00	-2984.45
		-117.6	[h]	[tt]	[ht]
			12018.19		
		+682.5	[hh]		



208.25 -	7.7 -	27.9 +	51. zim.	4.4 +	3
138.45 -	5.8 -	21.8 +		3.8 -	4
128.25 -	5.5 -	23.5 +		0.5 -	5
108.45 -	4.4 -	24.1 +	$n = 44$	1.3 -	6
74.90 -	3.5 -	21.4 +		1.2 -	7
38.00 -	2.8 -	17.9 +		3.4 -	8
28.83 -	1.9 -	17.1 +		0.3 +	9
1.57 -	0.2 -	1.7 -		2.2 +	10
7.50 +	0.5 +	20.1 +		2.1 +	11
23.70 +	0.2 +	20.0 +		0.2 +	12
44.00 +	0.2 +	17.6 +		0.2 +	13
44.80 +	0.2 +	17.4 +		0.2 +	14
20.85 +	0.4 +	13.3 +		1.1 +	15
68.48 +	0.2 +	11.9 +		0.7 +	16
87.10 +	0.2 +	11.8 +		0.0 +	17
103.80 +	0.2 +	11.8 +		0.7 -	18
98.90 +	0.2 +	11.1 +		0.7 -	19
91.70 +	0.2 +	9.7 +		1.0 +	20
102.50 +	0.2 +	10.0 +	45. tabula.	4.8 +	21
121.80 +	1.1 +	13.1 +	42. Fredericia.	3.0 +	22

$$h_0 = \frac{+682.5}{44} = +15.5114 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-2984.45}{7095} = -0.4206 \text{ cm}$$

$$[vv] = 12018.2 - 10586.5 - 1255.3 = 176.4$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{176.4}{42}} = \pm 2.050 \text{ cm}$$

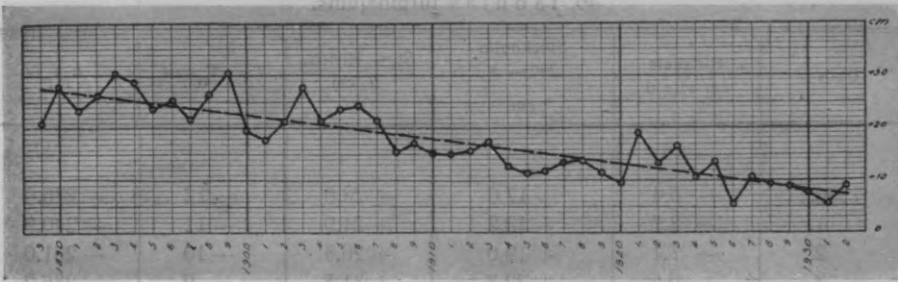
$$M_{\Delta h} = \frac{2.050}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0243 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.421 + 0.434 = +0.013 \text{ cm.}$$

Gads	Fredericia cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Fred. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1889.	0.0	+ 20.9	+ 20.9	- 21.5	- 449.35
1890.	- 0.7	+ 27.3	+ 28.0	- 20.5	- 574.00
91.	- 3.6	+ 19.6	+ 23.2	- 19.5	- 452.40
92.	- 3.3	+ 22.8	+ 26.1	- 18.5	- 482.85
93.	- 1.1	+ 29.0	+ 30.1	- 17.5	- 526.75
94.	- 3.3	+ 25.4	+ 28.7	- 16.5	- 473.55
95.	- 0.9	+ 22.8	+ 23.7	- 15.5	- 367.35
96.	- 3.3	+ 21.9	+ 25.2	- 14.5	- 365.40
97.	- 3.0	+ 18.8	+ 21.8	- 13.5	- 294.30
98.	+ 2.3	+ 28.8	+ 26.5	- 12.5	- 331.25
99.	+ 3.2	+ 33.6	+ 30.4	- 11.5	- 349.60

45. tabulas turpinājums.

Gads	Fredericia cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Fred. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1900.	- 1.9	+ 17.6	+ 19.5	- 10.5	- 204.75
1.	- 4.7	+ 13.2	+ 17.9	- 9.5	- 170.05
2.	- 2.2	+ 19.0	+ 21.2	- 8.5	- 180.20
3.	+ 4.4	+ 32.3	+ 27.9	- 7.5	- 209.25
4.	- 2.6	+ 18.7	+ 21.3	- 6.5	- 138.45
5.	- 0.5	+ 23.0	+ 23.5	- 5.5	- 129.25
6.	- 1.2	+ 22.9	+ 24.1	- 4.5	- 108.45
7.	- 2.5	+ 18.9	+ 21.4	- 3.5	- 74.90
8.	- 3.4	+ 12.2	+ 15.6	- 2.5	- 39.00
9.	+ 0.3	+ 17.4	+ 17.1	- 1.5	- 25.65
1910.	+ 2.3	+ 17.4	+ 15.1	- 0.5	- 7.55
11.	+ 5.1	+ 20.1	+ 15.0	+ 0.5	+ 7.50
12.	+ 3.9	+ 19.7	+ 15.8	+ 1.5	+ 23.70
13.	+ 6.2	+ 23.8	+ 17.6	+ 2.5	+ 44.00
14.	+ 6.0	+ 18.8	+ 12.8	+ 3.5	+ 44.80
15.	+ 1.2	+ 12.5	+ 11.3	+ 4.5	+ 50.85
16.	+ 3.7	+ 15.6	+ 11.9	+ 5.5	+ 65.45
17.	0.0	+ 13.4	+ 13.4	+ 6.5	+ 87.10
18.	- 0.7	+ 13.1	+ 13.8	+ 7.5	+ 103.50
19.	- 1.1	+ 10.3	+ 11.4	+ 8.5	+ 96.90
1920.	+ 0.1	+ 9.7	+ 9.6	+ 9.5	+ 91.20
21.	+ 1.6	+ 20.6	+ 19.0	+ 10.5	+ 199.50
22.	+ 3.0	+ 16.2	+ 13.2	+ 11.5	+ 151.80
23.	+ 2.1	+ 18.9	+ 16.8	+ 12.5	+ 210.00
24.	- 0.2	+ 10.4	+ 10.6	+ 13.5	+ 143.10
25.	+ 4.4	+ 17.8	+ 13.4	+ 14.5	+ 194.30
26.	+ 4.7	+ 10.2	+ 5.5	+ 15.5	+ 85.25
27.	+ 5.4	+ 15.8	+ 10.4	+ 16.5	+ 171.60
28.	+ 2.7	+ 11.8	+ 9.1	+ 17.5	+ 159.25
29.	+ 0.1	+ 9.0	+ 8.9	+ 18.5	+ 164.65
1930.	+ 0.2	+ 8.0	+ 7.8	+ 19.5	+ 152.10
31.	+ 2.7	+ 8.2	+ 5.5	+ 20.5	+ 112.75
32.	+ 3.7	+ 12.7	+ 9.0	+ 21.5	+ 193.50
	+ 29.1	+ 800.1	+ 771.0	7095.00	- 3401.50
		- 29.1	= [h]	= [t]	= [ht]
			15596.92		
		+ 771.0	[hh]		



52. zim.

$n = 44$

$$h_0 = \frac{+771.0}{44} = +17.5227 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-3401.5}{7095} = -0.4794 \text{ cm}$$

$$[vv] = 15596.9 - 13510.0 - 1630.7 = 456.2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{456.2}{42}} = \pm 3.296 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{3.296}{\sqrt{7095}} = \pm 0.0391 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.479 + 0.434 = -0.045 \text{ cm.}$$

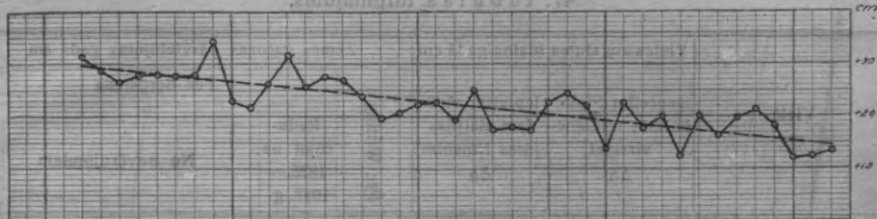
46. tabula.

43. Hirtshals.

Gads	Hirtshals cm virs 0	Stockholm $340 - N_i$ cm	St. - Hirtsh. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1892.	-8.6	+22.8	+31.4	-20	-628.0
93.	+0.2	+29.0	+28.8	-19	-547.2
94.	-1.2	+25.4	+26.6	-18	-478.8
95.	-5.0	+22.8	+27.8	-17	-472.6
96.	-6.1	+21.9	+28.0	-16	-448.0
97.	-9.0	+18.8	+27.8	-15	-417.0
98.	+0.8	+28.8	+28.0	-14	-392.0
99.	-0.5	+33.6	+34.1	-13	-443.4

46. tabulas turpinājums.

Gads	Hirtshals cm virs 0	Stockholm 340 - N_i cm	St. - Hirtsh. h_i cm	$T_i - T_0 = t_i$	$h_i t_i$
1900.	- 5.4	+ 17.6	+ 23.0	- 12	- 276.0
1.	- 8.7	+ 13.2	+ 21.9	- 11	- 240.9
2.	- 7.1	+ 19.0	+ 26.8	- 10	- 261.0
3.	+ 0.5	+ 32.3	+ 31.8	- 9	- 286.2
4.	- 6.7	+ 18.7	+ 25.4	- 8	- 203.2
5.	- 4.6	+ 23.0	+ 27.6	- 7	- 193.2
6.	- 3.9	+ 22.9	+ 26.8	- 6	- 160.8
7.	- 5.0	+ 18.9	+ 23.9	- 5	- 119.5
8.	- 7.4	+ 12.2	+ 19.6	- 4	- 78.4
9.	- 3.2	+ 17.4	+ 20.6	- 3	- 61.8
1910.	- 4.9	+ 17.4	+ 22.3	- 2	- 44.6
11.	- 2.5	+ 20.1	+ 22.6	- 1	- 22.6
12.	+ 0.5	+ 19.7	+ 19.2	0	0.0
13.	- 1.1	+ 23.8	+ 24.9	+ 1	+ 24.9
14.	+ 1.4	+ 18.8	+ 17.4	+ 2	+ 34.8
15.	- 5.5	+ 12.5	+ 18.0	+ 3	+ 54.0
16.	- 1.6	+ 15.6	+ 17.2	+ 4	+ 68.8
17.	- 9.1	+ 13.4	+ 22.5	+ 5	+ 112.5
18.	- 11.0	+ 13.1	+ 24.1	+ 6	+ 144.6
19.	- 11.7	+ 10.3	+ 22.0	+ 7	+ 154.0
1920.	- 4.1	+ 9.7	+ 13.8	+ 8	+ 110.4
21.	- 2.0	+ 20.6	+ 22.6	+ 9	+ 203.4
22.	- 1.7	+ 16.2	+ 17.9	+ 10	+ 179.0
23.	- 1.0	+ 18.9	+ 19.9	+ 11	+ 218.9
24.	- 1.8	+ 10.4	+ 12.2	+ 12	+ 146.4
25.	- 2.2	+ 17.8	+ 20.0	+ 13	+ 260.0
26.	- 6.2	+ 10.2	+ 16.4	+ 14	+ 229.6
27.	- 3.9	+ 15.8	+ 19.7	+ 15	+ 295.5
28.	- 9.4	+ 11.8	+ 21.2	+ 16	+ 339.2
29.	- 9.0	+ 9.0	+ 18.0	+ 17	+ 306.0
1930.	- 4.0	+ 8.0	+ 12.0	+ 18	+ 216.0
31.	- 3.9	+ 8.2	+ 12.1	+ 19	+ 229.9
32.	+ 0.4	+ 12.7	+ 13.1	+ 20	+ 262.0
	- 176.0	+ 732.3	+ 908.3	5740	- 2185.3
		+ 176.0	[h]	[tt]	[ht]
		+ 908.3	21344.77		
			[hh]		



53. zīm.

 $n = 41$

$$h_0 = \frac{+908.3}{41} = +22.1537 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{-2185.3}{5740} = -0.3807 \text{ cm}$$

$$[vv] = 21344.8 - 20122.2 - 831.9 = 390.7$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{390.7}{39}} = \pm 3.165 \text{ cm}$$

$$M_{\Delta h} = \frac{3.165}{\sqrt{5740}} = \pm 0.0418 \text{ cm}$$

$$\delta h = -0.381 + 0.434 = +0.053 \text{ cm.}$$

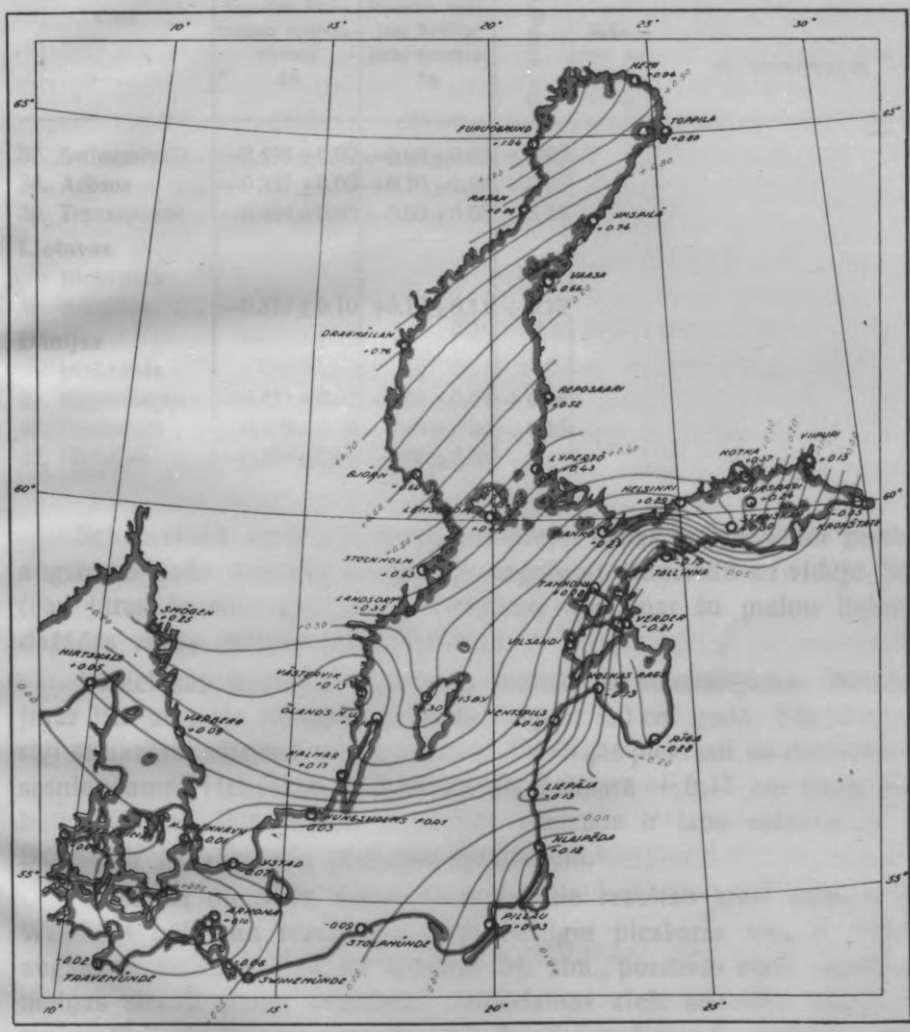
Kopsavilkums.

47. tabula.

Vieta	Vietas augstuma maiņa gadā cm		Zemes garozas pārvietoņums gadā cm		
	Iepretim Stokholmas referencvirsmai Δh	Iepretim vidējām Baltijas jūras līmenim δh	Pēc Witting'a	Pēc Bergstena	
				Reducējot uz 1825.—1927. g.	No novērojumiem
Zviedrijas piekraste					
1. Furuögrund . . .	+0.603	+1.04	+0.99	+0.51	(1916.—1927.)
2. Ratan	+0.424±0.03	+0.86±0.05	+1.12	+0.98	+0.84±0.08 (1892.—1927.)
3. Draghallan . . .	+0.329±0.02	+0.76±0.04	+0.98	+0.78	+0.69±0.11 (1898.—1927.)
4. Björn	+0.166±0.01	+0.60±0.04	+0.66	+0.64	+0.52±0.08 (1892.—1927.)
5. Stockholm . . .	0.000	+0.43±0.04		+0.45	+0.32±0.07 (1889.—1927.)
6. Landsort	-0.088±0.01	+0.35±0.04	+0.36	+0.27	+0.15±0.06 (1887.—1927.)
7. Västervik	-0.306±0.02	+0.13±0.04	+0.32	+0.16	+0.05 (1896.—1927.)

47. tabulas turpinājums.

Vieta	Vietas augstuma maiņa gadā cm		Zemes garozas pārvietojums gadā cm			
	Iepretim Stokholmas referencvirsmai Δh	Iepretim vidējam Baltijas jūras līmenim δh	Pēc Wittig'a	Pēc Bergstena		
				Reducējot uz 1825.—1927. g.	No novērojumiem	
8. Visby	-0.136 ± 0.09	$+0.30 \pm 0.10$		+ 0.25	+0.24	(1916.—1927.)
9. Ölands n. udde	-0.249 ± 0.02	$+0.18 \pm 0.04$	+ 0.87	+ 0.15	+0.03	(1889.—1927.)
10. Kalmar	-0.266	+0.17		+ 0.19	+0.24	(1903.—1927.)
11. Kungsholmsfort	-0.468 ± 0.03	-0.03 ± 0.05	0.00	+ 0.06	-0.05 ± 0.06	(1887.—1927.)
12. Ystad	-0.505 ± 0.02	-0.07 ± 0.04	+ 0.12	-0.08	-0.19 ± 0.05	(1887.—1927.)
13. Varberg	-0.346 ± 0.03	$+0.09 \pm 0.05$	+ 0.01	+ 0.09	-0.01 ± 0.04	(1887.—1927.)
14. Smögen	-0.182	+0.25		+ 0.26	$+0.20 \pm 0.15$	(1911.—1927.)
Somijas						
piekraste						
15. Toppila	$+0.450 \pm 0.06$	$+0.88 \pm 0.07$	+ 1.03			
16. Ykspila	$+0.308 \pm 0.03$	$+0.74 \pm 0.05$	+ 0.87			
17. Vaasa	$+0.224 \pm 0.03$	$+0.66 \pm 0.05$				
18. Reposaari	$+0.087 \pm 0.03$	$+0.52 \pm 0.05$	+ 0.74			
19. Lemström	$+0.008 \pm 0.01$	$+0.44 \pm 0.04$	+ 0.60			
20. Lypertö	-0.001 ± 0.04	$+0.43 \pm 0.05$	+ 0.61			
21. Hanko	-0.208 ± 0.05	$+0.23 \pm 0.06$	+ 0.45			
22. Helsinki	-0.141 ± 0.02	$+0.29 \pm 0.04$	+ 0.08			
23. Kotka	-0.064	+0.37				
24. Suursaari	-0.189	+0.24	+ 0.10			
25. Viipuri	-0.307 ± 0.03	$+0.13 \pm 0.05$	+ 0.39			
Igaunijas						
piekraste						
26. Tallina	-0.629	-0.19	+ 0.37			
27. Tahkona	-0.358 ± 0.07	$+0.08 \pm 0.08$	+ 0.09			
28. Vilsandi	-0.332 ± 0.07	$+0.10 \pm 0.08$	+ 0.08			
29. Verder	$-0.642(-0.985)$	$-0.21(-0.55)$	-0.43			
30. Stenskär	-0.130	+0.30	+ 0.44			
Latvijas						
piekraste						
31. Rīga	-0.715 ± 0.06	-0.28 ± 0.07	-0.16			
32. Kolkas rags	-0.568 ± 0.09	-0.13 ± 0.10	+ 0.01			
33. Ventspils	-0.331 ± 0.05	$+0.10 \pm 0.06$	+ 0.20			
34. Liepāja	-0.564 ± 0.04	-0.13 ± 0.05				
Vācijas						
piekraste						
35. Pillau	-0.408 ± 0.03	$+0.03 \pm 0.05$	-0.01			
36. Stolpmünde	-0.527 ± 0.03	-0.09 ± 0.05				



54. згм.

47. tabeļas turpinājums.

Vieta	Vērtis rēķināta no 1911. gada		Vērtis rēķināta no 1927. gada		Pār. koef.	No kura gada		
	1911. g.	1927. g.	1911. g.	1927. g.				
8. Višy	-0,135	-0,135	-0,25	+0,21		(1911.—1927.)		
9. Olande n. uode	-0,249	+0,103	-0,15	+0,03	+0,87	-0,15	+0,03	(1899.—1927.)
10. Kalnar	-0,266	-0,15			+0,19	+0,21		(1903.—1927.)
11. Kungsholms- lar	-0,458	+0,03	-0,19	+0,00	+0,06	-0,05	+0,05	(1887.—1927.)
12. Stod	-0,505	+0,07	-0,19	+0,00	-0,06	-0,19	+0,05	(1887.—1927.)
12. Vacker	-0,345	+0,03	+0,05	+0,03		0,01	+0,04	(1887.—1927.)
14. Amgus	-0,182	-0,25			+0,26	0,20	+0,15	(1911.—1927.)
Somijas								
piekraste:								
1. Joppa	-0,450	+0,05	-0,50	+0,05				(1901.—1927.)
16. Joppa								
17. Joppa								
18. Joppa								
19. Joppa								
20. Joppa	-0,00	+0,00	+0,00	+0,00				
21. Joppa	-0,30	+0,00	+0,00	+0,00				
22. Joppa	-0,14	+0,00	+0,00	+0,00				
23. Joppa	-0,06	+0,00	+0,00	+0,00				
24. Joppa	-0,18	+0,00	+0,00	+0,00				
25. Joppa	-0,30	+0,00	+0,00	+0,00				
Igaunijas								
piekraste:								
26. Joppa	-0,529	+0,00	+0,00	+0,00				
27. Joppa	-0,325	+0,07	+0,05	+0,05				
28. Joppa	-0,382	+0,07	+0,10	+0,10				
29. Joppa	-0,612	+0,00	+0,24	+0,24				
30. Joppa	-0,130	+0,20	+0,20	+0,20				
Latvijas								
piekraste:								
31. Rīga	-0,715	+0,05	0,28	+0,00	-0,16			
32. Kolnas rags	-0,500	+0,00	+0,10	+0,00				
33. Vaidotis	-0,331	+0,05	+0,10	+0,00	+0,20			
34. Līpā	-0,561	+0,09	-0,15	+0,05				
Vēljas								
piekraste:								
35. Pīlā	-0,408	+0,09	+0,00	+0,00	-0,51			
36. Slopmeide	-0,527	+0,05	-0,00	+0,00				

47. tabulas turpinājums.

Vieta	Vietas augstuma maiņa gadā cm		Zemes garozas pārvietojums gadā cm	
	Iepretim Stokholmas referencvirsmai Δh	Iepretim vidējam Baltijas jūras līmenim δh	Pēc Witting'a	Pēc Bergstena
				Reducējot uz 1825.—1927. g. No novērojumiem
37. Swinemünde . . .	-0.496 ± 0.02	-0.06 ± 0.04	+ 0.05	
38. Arkona . . .	-0.337 ± 0.03	$+0.10 \pm 0.04$	+ 0.15	
39. Travemünde . . .	-0.454 ± 0.03	-0.02 ± 0.05	+ 0.12	
Lietuvas piekraste				
40. Klaipēda . . .	-0.312 ± 0.10	$+0.12 \pm 0.11$	+ 0.13	
Dānijas piekraste				
41. Kopenhaga . . .	-0.421 ± 0.02	$+0.01 \pm 0.04$	+ 0.08	
42. Fredericia . . .	-0.479 ± 0.04	-0.04 ± 0.04	-0.15	
43. Hirtshals . . .	-0.381 ± 0.04	$+0.05 \pm 0.05$		

Schematiskā kartē (54. zīm.), savienojot vietas ar vienādām punktu augstuma gada maiņām, kur punktu augstumi attiecināti uz vidējo Baltijas jūras līmeni, dabūjam pārskatamu ainu par šo maiņu lielumu dažādās vietās Baltijas jūras piekrastē.

Vislielākās pozitīvās augstumu maiņas ir konstatējamās Botnijas jūras līča ziemeļu rietumu piekrastē — apm. 1.0 cm gadā. Tās vienmērīgi samazinās virzienā gar Somijas un Zviedrijas piekrasti uz dienvidiem, sasniedzamas Helsinkos + 0.29 cm un Kalmarā + 0.17 cm gadā. Dabūtie rezultāti šajā rajonā vispārējos vilcienos ir labā saskaņā ar F. Bergstena un Witting'a pētījumu rezultātiem.

Tālāk uz dienvidu austrumiem dabūtie rezultāti krasi atšķiras no Witting'a pētījumu rezultātiem, kas vienīgie pieskaras visa šī rajona augstuma maiņām. Šeit, kā redzams 54. zīm., pozitīvās vietu augstuma maiņas strauji pāriet negatīvās, veidodamas cieši savirzītu augstuma maiņu līniju joslu, kas nedaudz skar Zviedrijas dienvidu austrumu piekrasti, bet jūtami ievirzas Latvijas un Igaunijas teritorijā. No šīs joslas uz dienvidiem — Baltijas jūras Vācijas un Dānijas piekrastē konstatējamās ļoti niecīgas, vietām pozitīvas, vietām negatīvas augstuma maiņas, kas paliek maksimālo kļūdu robežās; tādēļ nevaram noteikti spriest par šeit notiekošo zemes garozas vertikālo pārvietošanos attiecībā pret Baltijas jūras līmeni, kā to savos pētījumos konstatē arī Kūhnen's (17.).

Tomēr no Stolpmündes un Liepājas uz dienvidu austrumiem augošās vietu augstuma maiņas it kā norāda uz veidojošos kroku, kuras ass iet caur Liepāju — Rīgu un tālak ziemeļu austrumu virzienā. Ja tas patiešām tā būtu, tad ziemeļu Latvijas un Igaunijas rietumu daļā negatīvām augstumu maiņām (absoluti) vajadzētu būt vēl lielākām. Šī interesantā jautājuma tālākai risināšanai ļoti liela nozīme būtu līmeņu novērojumiem Ainažos; neatkarīgi no tā viņi dotu iespēju spriest par vietu augstuma maiņām Rīgas jūras līča austrumu piekrastē, ko nedod šajos pētījumos lietotās līmeņu novērošanas vietas. Tādēļ līmeņu novērojumi Ainažos neatlaidīgi turpināmi, cenšoties iegūt, cik iespējams, noteiktus un drošus rezultātus.

Apskatīsim tuvāk no līmeņu novērojumiem noteiktās vietu augstuma maiņas Baltijas jūras piekrastē.

Pozitīvās augstuma maiņas attiecībā pret vidējo jūras līmeni Botnijas jūras līča piekrastē, no 1 m līdz 0.4 m simts gados, ir pietiekoši lielas, lai tās nevarētu ignorēt, projektējot un ceļot būves, kam ir tiešs sakars ar Baltijas jūras līmeni, un kuras paredzēts lietot vienu vai vairākus gadu simteņus, kā piem. dokus, krastmalas u. t. t.

Arī negatīvās vietu augstuma maiņas attiecībā pret vidējo Baltijas jūras līmeni ir diezgan ievērojamas. Tās sasniedz maksimumu Rīgā, apm. — 0.3 m simts gados, un kā redzējam, ir iemesls domāt, ka uz ziemeļiem no Rīgas tās var būt vēl lielākas. Šeit, ignorējami vietas negatīvo augstuma maiņu, projektējot un ierīkojot piem. kanalizācijas un nosusināšanas tīklus, kuru notekas nāk sākārā ar jūras līmeni, varam nonākt pie tā, ka, hidrauliskam kritumam ar laiku samazinoties, minēto būvju pareiza darbība var tikt traucēta.

Piekrastē konstatētās augstumu maiņas bez tam dod zināmu norādījumu arī par iespējamām vietu augstuma maiņām no piekrastes attālākos apvidos, kur tās būtu nosakamas precīzās līmetņošanas ceļā.

Augstumu starpību maiņas.

Lai varētu spriest, kā konstatētās punktu augstuma maiņas ietekmēs precīzās līmetņošanas darbu rezultātus, — jāpievēršas punktu (vietu) augstumu starpību resp. paaugstinājumu maiņām, jo līmetņojot mēs nosakam, par cik viens punkts atrodas augstāk vai zemāk par otru.

Ja mums ir zināmas divās vietās A un B augstuma maiņas kaut kādā laika periodā, piemēram gadā Δh_1 un Δh_2 , tad paaugstinājuma P maiņa tai pašā laikā punktu A un B starpā būs

$$P = \Delta h_2 - \Delta h_1$$

Ja atstatums šo punktu starpā ir L un augstuma maiņa pieaug proporcionāli atstatumam, tad varam noteikt, kādu pieaugumu p dabūsim paaugstinājumam P līmetņojot, ja, nepārtraukti ar vienādu ātrumu līmetņojot, atstatumu L noiesim turp un atpakaļ laikā t .

Kamēr gājienu līmetņosim vienā virzienā, paaugstinājums gājienu gala punktu A un B starpā izmainīsies par

$$\frac{p}{2}$$

vai laikā, kad būsīm nolīmetņojuši atstatumu x , gala punktu paaugstinājums būs pieaudzis par

$$\frac{p}{2} \cdot \frac{x}{L}$$

un atstatumam x atbilstošais paaugstinājuma pieaugums būs

$$\frac{p}{2} \cdot \frac{x}{L} \cdot \frac{x}{L}$$

Pieņemot, ka nolasījums uz stacijas pakalējo un priekšējo lati notiek gandrīz vienā momentā, kā tas arī būs, pieturoties pie parastās nolasīšanas kārtības, visas paaugstinājumu izmaiņas jāattiecina uz laiku, kad nolīmetņots līdz stacijas priekšējai latei.

Uzskatot atsevišķas stacijas garumu, salīdzinājumā ar visa gājienu garumu, par bezgalīgi mazu lielumu dx , atstatums līdz stacijas priekšējai latei būs

$$x + dx.$$

Paaugstinājums gala punktu A un B starpā (55. zīm.) izmainīsies par

$$\frac{p}{2} \cdot \frac{x + dx}{L}$$

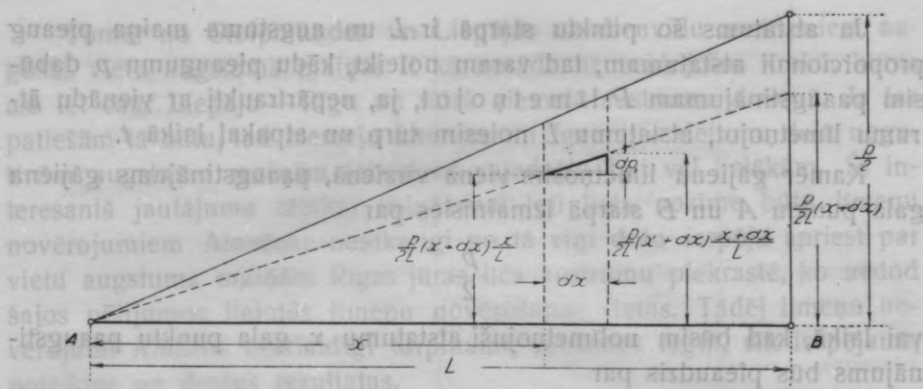
Atbilstošie paaugstinājumu pieaugumi būs: atstatumam x

$$\frac{p}{2} \cdot \frac{x + dx}{L} \cdot \frac{x}{L}$$

un atstatumam $x + dx$

$$\frac{p}{2} \cdot \frac{x + dx}{L} \cdot \frac{x + dx}{L}$$

Līmetņojot virzienā no A uz B (turp), stacijā dabūtais paaugstinājuma pieaugums



55. zīm.

$$dp_t = \frac{p}{2L^2} (x + dx)(x + dx) - \frac{p}{2L^2} (x + dx)x$$

vai

$$dp_t = \frac{p}{2L^2} x dx + dx^2.$$

Atmetot dx^2 kā otrās kārtības lielumu, dabūjam

$$dp_t = \frac{p}{2L^2} \cdot x dx$$

un visā gājienā ierīkojot turp

$$p_t = \frac{p}{2L^2} \int_0^L x dx = \frac{p}{4} \dots \dots \dots (22),$$

kas dod vienā virzienā ierīkojot noteikto paaugstinājumu

$$P + \frac{p}{4}.$$

Ierīkojot atpakaļ no B uz A, dabūjam paaugstinājuma pieaugumu p_a

$$p_a = \frac{p}{2} + \frac{p}{2L^2} \int_0^L x dx = \frac{3p}{4} \dots \dots \dots (23),$$

kas dod paaugstinājumu

$$P + \frac{3p}{4}.$$

Nemot aritmetisko vidējo no abos virzienos līmetņojot iegūtiem rezultātiem, dabūjam paaugstinājumu

$$\frac{1}{2} \left(P + \frac{P}{4} + P + \frac{3P}{4} \right) = P + \frac{P}{2}.$$

Tā tad faktiskā paaugstinājuma pieauguma p vietā, kādam tam vajadzētu būt darba beigās, līmetņojot dabūjam

$$p_v = \frac{P}{2},$$

kas atbildīs paaugstinājuma pieaugumam darba laika vidū.

Turp un atpakaļ līmetņojot noteikto paaugstinājumu starpība S būs

$$S = \left(P + \frac{P}{4} \right) - \left(P - \frac{3P}{4} \right) = -\frac{P}{2} \dots \dots (24.)$$

Lai varētu spriest, cik lielā mērā punktu augstuma maiņas var ietekmēt līmetņošanas rezultātus dažādās vietās, ņemsim stateniski augstuma maiņu līnijām 100 km atstatumam atbilstošo paaugstinājuma maiņu gadā kā paaugstinājuma maiņas mēru. Nosauksim to par paaugstinājuma maiņas intensitāti.

Kā redzams schematiskā kartē (54. zīm.), paaugstinājuma maiņas intensitāte Botnijas jūras līča Somijas piekrastē un Zviedrijā no Botnijas jūras līča ziemeļiem līdz Kalmarai ir apmēram vienāda un svārstas ap 1.5 mm. Turpretim cieši savirzīto augstuma maiņu līniju joslā, kas galvenā kārtā skar Latviju un Igauniju, paaugstinājuma maiņas intensitāte ir vislielākā un svārstas 5.0 un 5.8 mm starpā, vai vidēji ir 5.4 mm. Tādēļ Latvijā un Igaunijā arī sagaidama visjūtāmākā zemes garozas vertikālo kustību ietekme precīzās līmetņošanas darbos.

Ja šajā joslā līmetņosim stateniski augstuma maiņu līnijām vērstu 100 km garu gājienu ar parasto ātrumu — 2 km dienā, turp un atpakaļ, tad darba laikā paaugstinājums gala punktu starpā izmainīsies par

$$p_0 = \frac{5.4 \times 200}{365 \times 2} = 1.48 \text{ mm} \dots \dots (25.)$$

Turp līmetņojot dabūtā paaugstinājuma pieaugums p_t būs

$$p_t = \frac{p_0}{4} = 0.37 \text{ mm} \dots \dots (26.)$$

un atpakaļ līmetņojot

$$p_a = \frac{3p_0}{4} = 1.11 \text{ mm} \dots \dots (27.)$$

kas dos vidējo paaugstinājuma pieaugumu

$$p_v = \frac{p_0}{2} = 0.74 \text{ mm.}$$

Pieņemot, ka esam līmetņojuši bez kļūdām, zemes garozas kustību ietekme dos turp un atpakaļ līmetņojot iegūto paaugstinājumu diferenci

$$S = \frac{p_0}{2} = -0.74 \text{ mm} \dots \dots \dots (28.)$$

kas ar konvencionālo Lallemanda izteiksmi

$$\mu_2^2 = \frac{1}{4 \Sigma L} \Sigma \cdot \frac{S^2}{L} \dots \dots \dots (29.)$$

dod aritmetiskajam vidējam sistematisko kilometrisko kļūdu

$$\mu_2 = \pm 0.0037 \text{ mm.}$$

Tā ir ļoti niecīga salīdzinot ar pielaižamo konvencionālo sistematisko kļūdu $\pm 0.3 \text{ mm}$, vai pat ar Vācijā sasniegto $\pm 0.06 \text{ mm}$.

Vēl niecīgāka sistematiskā kilometriskā kļūda iznāks, ja to pašu 100 km gājienu sadalīsim atsevišķos posmos un līmetņosim katru posmu turp un atpakaļ, kā tas parasti tiek praktizēts precīzās līmetņošanas darbos.

Pieņemsim, ka mūsu 100 km gājiens sadalīts 5 km garos posmos. Tad pirmā posmā turp līmetņojot noteiktā paaugstinājuma pieaugums būs

$$\frac{p_0}{2L^2} \int_0^5 x dx = 25 \cdot \frac{p_0}{4L^2}.$$

Atpakaļ līmetņojot, tas būs tāds pats, kā tas būtu otrā posmā turpinot līmetņošanu uz priekšu, t. i.

$$\frac{p_0}{2L^2} \int_5^{10} x dx = 75 \frac{p_0}{4L^2}.$$

Otrā posmā turp līmetņojot

$$\frac{p_0}{2L^2} \int_{10}^{15} x dx = 125 \frac{p_0}{4L^2},$$

atpakaļ līmetņojot

$$\frac{p_0}{2L^2} \int_{15}^{20} x dx = 175 \frac{p_0}{4L^2}.$$

Trešā posmā turp

$$\frac{p_0}{2L^2} \int_{20}^{25} x \, dx = 225 \frac{p_0}{4L^2},$$

atpakaļ

$$\frac{p_0}{2L^2} \int_{25}^{30} x \, dx = 275 \frac{p_0}{4L^2}$$

u. t. t.

Kā redzams, turp limetņojot dabūto atsevišķo, vienu otram sekojošo posmu, paaugstinājumu pieaugumus varam izteikt ar aritmetisku progresiju:

$$25 \frac{p_0}{4L^2}, 125 \frac{p_0}{4L^2}, 225 \frac{p_0}{4L^2}, \dots, 1725 \frac{p_0}{4L^2}, 1825 \frac{p_0}{4L^2}, 1925 \frac{p_0}{4L^2},$$

kuras locekļu suma dod turp limetņojot noteiktā paaugstinājuma pieaugumu

$$\begin{aligned} p_t &= \frac{p_0}{4L^2} (25 + 125 + 225 + \dots + 1725 + 1825 + 1925) = \\ &= \frac{p_0}{4L^2} 19500 = 195 \frac{p_0}{400}. \end{aligned}$$

Atpakaļ limetņojot noteikto posmu paaugstinājumu pieaugumus izteiks aritmetiskā progresija:

$$75 \frac{p_0}{4L^2}, 175 \frac{p_0}{4L^2}, 275 \frac{p_0}{4L^2}, \dots, 1775 \frac{p_0}{4L^2}, 1875 \frac{p_0}{4L^2}, 1975 \frac{p_0}{4L^2},$$

kas dod

$$\begin{aligned} p_a &= \frac{p_0}{4L^2} (75 + 175 + 275 + \dots + 1775 + 1875 + 1975) = \\ &= \frac{p_0}{4L^2} 20500 = 205 \frac{p_0}{400}. \end{aligned}$$

Limetņojot noteiktā vidējā paaugstinājuma pieaugums p_v būs

$$p_v = \frac{p_t + p_a}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{p_0}{400} (195 + 205) = \frac{p_0}{2}.$$

Tā tad dabūsim tādu pašu gala punktu augstumu starpību kā nepārtraukti limetņojot turp un pēc tam atpakaļ.

Turp un atpakaļ līmetņojot noteikto paaugstinājumu starpība turpretim būs

$$S = p_t - p_a = \frac{p_0}{400} (195 - 205) = -\frac{p_0}{40}, \dots (30.)$$

tā tad 20 reizes mazāka kā iepriekšējā gadījumā. Tā dod sistematisko kilometrisko kļūdu pēc Lallemanda konvencionalās izteiksmes

$$\mu_2 = \frac{p_0}{2 \times 40 \times 100} = \pm 0.000185 \text{ mm.}$$

Kā vienā, tā otrā gadījumā zemes garozas vertikālo kustību ietekme pilnīgi pazūd citās līmetņošanas sistematiskās kļūdās resp. no līmetņošanas gājiena sistematiskām kļūdām nevaram spriest par zināmā apvidū notiekošām paaugstinājumu maiņām.

Patiesais gājiena paaugstinājums darba beigās atšķiras no līmetņojot noteiktā par

$$\frac{p_0}{2},$$

kas vienam kilometram dod sistematisku paaugstinājuma pieaugumu

$$\mu' = \frac{p_0}{200}.$$

Pēc viena gada tas būs

$$p + \frac{p_0}{2}$$

un

$$\mu' = \frac{p}{100} + \frac{p_0}{200},$$

pēc diviem gadiem

$$2p + \frac{p_0}{2}$$

un

$$\mu' = \frac{2p}{100} + \frac{p_0}{200} \text{ u. t. t.}$$

Sekojošā 48. tabulā dotas 100 km garam līmetņošanas gājenam aprēķinātās paaugstinājuma maiņas, kādas tās būtu darba beigās pēc viena, diviem u. t. t. gadiem, un atbilstošais kilometriskais paaugstinājuma pieaugums μ' . Latvijā un Igaunijā, kur paaugstinājuma maiņas intensitātes maksims ir apm. 5.4 mm, un Zviedrijā un Somijā, kur tas ir apm. 1.5 mm.

48. tabula.

100 km gājiena paaugstinājumu maiņas.

Laiks	Latvijā un Igaunijā $p = 5.4$ mm		Zviedrijā un Somijā $p = 1.5$ mm	
	$np + \frac{p_0}{2}$ mm	μ' mm	$np + \frac{p_0}{2}$ mm	μ' mm
Darbu beidzot	0.74	± 0.007	0.205	± 0.002
Pēc 1 gada	6.14	0.061	1.705	0.017
" 2 gadiem	11.54	0.115	3.205	0.032
" 3 "	16.94	0.169	4.705	0.047
" 4 "	22.34	0.223	6.205	0.062
" 5 "	27.74	0.277	7.705	0.077
" 6 "	33.14	0.331	9.205	0.092
" 7 "	38.54	0.385	10.705	0.107
" 8 "	43.94	0.439	12.205	0.122
" 9 "	49.34	0.493	13.705	0.137
" 10 "	54.74	0.547	15.205	0.152
" 11 "	60.14	0.601	16.705	0.167
" 12 "	65.54	0.655	18.205	0.182
" 13 "	70.94	0.709	19.705	0.197
" 14 "	76.34	0.763	21.205	0.212
" 15 "	81.74	0.817	22.705	0.227
" 16 "	87.14	0.871	24.205	0.242
" 17 "	92.54	0.925	25.705	0.257
" 18 "	97.94	0.979	27.205	0.272
" 19 "	103.34	1.033	28.705	0.287
" 20 "	108.74	1.087	30.205	0.302

Lai līmetņošanas tīklu varētu nosaukt par precizās līmetņošanas tīklu, starptautiskās konvencionālās normas starp citu nosaka, ka vidējā sistematiskā kilometriskā kļūda nedrīkst pārsniegt ± 0.30 mm. Ta kā zemes garozas vertikālo kustību izsaukto kilometrisko paaugstinājuma maiņu var pielīdzināt sistematiskai kilometriskai kļūdai, tad būtu jāprasa, lai arī tā nepārsniegtu konvencionālos ± 0.3 mm.

Latvijā un Igaunijā atsevišķos gājienos, kas virzīti stateniski augstuma maiņu līnijām, kilometriskā paaugstinājuma maiņa μ' sasniedz konvencionālo robežu jau sestā gadā pēc gājiena līmetņošanas; Somijā un Zviedrijā turpretim tikai pēc 20 gadiem.

No tā var secināt, ka precizā līmetņojuma mūžs Zviedrijā un Somijā būs apm. 20 gadi, bet Latvijā un Igaunijā tikai apmēram 6 gadi, ja ignorējam citus punktu augstumu noteiktību mazinošus apstākļus.

Ja gribētu panākt, lai precizās līmetņošanas tīkls varētu mums būt lietojams ilgāku laiku, tad būtu jāzina uz pieņemto referencvirsmu attiecināto līmetņošanas tīkla punktu augstuma maiņas un tīkla punktu augstumiem būtu jāpieliek aiztecējušam laikam atbilstošie labojumi.

Līmetņošanas tīkla punktiem, kas atrodas Baltijas jūras piekrastē, kā redzējam, labojumus var noteikt ar līmeņu novērojumiem. Turpretim apvidos, kas atrodas tālāk no piekrastes, punktu augstumu labojumi būtu nosakami līmetņošanas ceļā.

To varētu panākt, ja doto apvidu būtu iespējams pārklāt ar līmetņošanas tīklu pietiekoši īsā laikā, tā sakot, vienā momentā. Atkārtojot līmetņojumu tādā pašā veidā pēc ilgāka laika, no tīkla punktu augstumu pieaugumiem tad būtu iespējams noteikt laika vienībai atbilstošos punktu augstumu labojumus.

Tā kā tas plašākos apvidos, piemēram valsts apmēros, nav iespējams, tad būtu jālieto līmetņošanas metode, kas dotu iespēju noteikt vienam zināmam laikam atbilstošās tīkla gājienu augstumu starpības resp. tīkla punktu augstumus.

Atcerēsimies, ka līmetņojot gājienu L turp un atpakaļ

$$p_t = \frac{p_0}{4}$$

un

$$p_a = \frac{p_0}{2} + \frac{p_0}{4},$$

kas dod vidējam līmetņošanas laikam paaugstinājuma pieaugumu

$$p_v = \frac{p_0}{2}.$$

Ja, turp līmetņojot, darbu pārtrauksim uz n gadiem un pēc tam līmetņosim atpakaļ, tad atpakaļ līmetņojot noteiktā paaugstinājuma pieaugums būs:

$$p_a = np + \frac{p_0}{2} + \frac{p_0}{4};$$

tā kā turp līmetņojot paaugstinājuma pieaugums bija

$$p_t = \frac{p_0}{4},$$

tad vidējā, līmetņojot noteiktā, paaugstinājuma pieaugums būs:

$$p_v = \frac{p_t + p_a}{2} = \frac{n}{2} p + \frac{p_0}{2}, \dots (31.)$$

kas atkal atbildis vidējam laikam turplīmetņojuma sākuma un atpakaļ-
līmetņojuma beigu starpā.

No tā, nepiegriezdami vērību blakusapstākļiem, varam secināt, ka,
līmetņojot dotā apvidus tiklu, papriekš nepārtraukti vienā virzienā un
pēc tam apgriezta kārtībā pretējā virzienā, dabūsim vidējam līmetņo-
šanas laikam atbilstošos tikla gājienu paaugstinājumus resp. tikla punktu
augstumus. Pēc zināma laika līdzīgā kārtā līmetņojumu atkārtojot, va-
rēsīm noteikt tikla punktu augstuma maiņas un, labodami punktu aug-
stumus, līmetņošanas tikla noteiktību varēsīm uzturēt konvencionalās
robežās ilgāku laiku.

Nobeidzot šo apcerējumu, varam konstatēt, ka zemes garozas ver-
tikalo kustību ietekme sevišķi pie mums Latvijā ir tik jūtama, ka to
nevaram ignorēt, organizējot precizās līmetņošanas darbus valsts ap-
mēros, ja vēlamies, lai tie kalpotu praktiskiem un zinātniskiem mērķiem
ilgāku laiku.

Iesniegts fakultātei 1939. g. 31. martā.

Der Einfluss der Erdrindenbewegungen auf die Feinnivellements an den Ufern der Ostsee.

Zusammenfassung.

J. Biķis.

In einem kurzen geschichtlichen Überblick sehen wir, daß die Frage der Ortsänderung der Uferlinie der Ostsee in weit zurückliegender Vergangenheit aufgetaucht ist — vor mehr als 200 Jahren, denn die Ostsee hat bei ihrem Rückzuge in ihren Ufern unauslöschliche Spuren hinterlassen, die die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gelenkt haben.

In den Untersuchungen über die Ortsänderungen der Uferlinie der Ostsee hat sich immer mehr die Ansicht durchgesetzt, daß diese Änderungen eine Folge der vertikalen Bewegungen der Erdrinde sind. In den neueren Untersuchungen der Erdrindenbewegungen hat sich allmählich, neben den stratigraphischen Untersuchungsmethoden, eine Gruppe von Wissenschaftlern abgesondert, die ihren Untersuchungen systematische Niveaubeobachtungen zugrunde legt. In den bei diesen Untersuchungen angewandten Methoden lassen sich zwei Hauptrichtungen unterscheiden.

Die eine Gruppe der Wissenschaftler berechnet die durch den Druck der Atmosphäre und den Wind verursachten Niveauänderungen, eliminiert sie und nimmt an, daß die auf diese Art erlangte Niveaufläche mit der Fläche des Geoids zusammenfällt. Die mit der Zeit eintretenden Höhenänderungen der auf diese Fläche bezogenen Punkte drücken dann die vertikale Verschiebung der Erdrinde an.

Die Wissenschaftler der anderen Richtung gründen ihre Berechnungen auf folgende Annahmen: 1) die Mittelwasserhöhe der Ostsee bleibt die ganze Zeit über konstant, d. h. die durch klimatische Einflüsse hervorgerufenen Niveauschwankungen sind völlig zufälliger Natur; 2) die Hebung resp. die Senkung der Erdrinde vollzieht sich gleichmäßig. Also ist die beobachtete systematische Niveauänderung eine scheinbare, hervorgerufen durch die gleichmäßige vertikale Erd-

rindenverschiebung. Diese Annahmen geben die Möglichkeit das Niveau u der Ostsee als Funktion der Zeit auszudrücken, durch die Gleichung

$$u = \alpha + \beta t,$$

wo α — die Mittelwasserhöhe am Anfang der Beobachtung ist, β — die vertikale Erdrindenverschiebung in der Zeiteinheit, und t — die Zeit bedeutet, — wobei die vertikale Erdrindenverschiebung β vermittels der Methode der kleinsten Quadrate zu berechnen ist.

Es stellt sich aber heraus, daß die auf solche Art berechnete und einer Zeiteinheit entsprechende vertikale Erdrindenverschiebung verschieden ausfällt, falls die Länge der Beobachtungsreihen ungleich ist, oder wenn bei gleicher Länge der Reihen verschiedene Zeiten genommen werden. Dieses erklärt F. Bergsten damit, daß das Niveau der Ostsee selbst langperiodischen Niveauschwankungen unterworfen ist; als solche nimmt er 11- und 32jährige periodische Niveauschwankungen an. Bergsten versucht in seinen Berechnungen den Einfluß dieser periodischen Niveauschwankungen zu eliminieren, doch gelingt ihm dieses nur teilweise, denn vorläufig sind die periodischen Niveauschwankungen der Ostsee noch nicht genügend bekannt.

Das durch Mareographie oder Pegel beobachtete Niveau der Ostsee kann das Resultat verschiedener das Niveau verändernder Faktoren sein, da die Vertikalbewegungen der Erdrinde auch scheinbare Niveauänderungen bewirken. Um über vertikale Bewegungen der Erdrinde urteilen zu können, ist es daher nötig diese Niveauschwankungen zu kennen resp. Methoden zu finden, sich von ihnen zu befreien.

Die Niveauschwankungen kann man nach ihren Ursachen in drei Gruppen einteilen:

- I. Meteorologische — durch Luftdruck, Wind, Verdunstung und andere klimatische Umstände hervorgerufene Niveauschwankungen. Sie sind mehr oder weniger örtlichen Charakters.
- II. Planetare Niveauschwankungen (Ebbe-Flut), hervorgerufen durch Konstellationsänderung des Mondes, der Sonne und der Erde; sie sind alle periodischer Natur, und ihr sind alle Gewässer unterworfen.
- III. Eustatische Niveauschwankungen — als Folge der Änderung des Inhalts der Ozeane und der in ihnen befindlichen

Wassermengen; — sie verursachen eine gleichmäßige Hebung oder Senkung des Niveaus der Ozeane.

Da die Ostsee durch Meerengen mit dem Atlantischen Ozean verbunden ist, beeinflussen dessen eustatische Niveauschwankungen zweifellos auch das Niveau der Ostsee. Dasselbe ist auch von den anderen Niveauschwankungen des Atlantischen Ozeans zu sagen; je nach der Dauer der Periode erreichen sie entweder überhaupt nicht die Ostsee, oder sie erreichen sie mit verkleinerter Amplitude und verzögerter Phase; die langperiodischen Niveauschwankungen des Atlantischen Ozeans (8,85 J., 11,1 J., 16,8 J., 32 J. und 93 J.) erreichen die Ostsee schon unverändert.

Bei der Gruppierung der Niveauschwankungen nach ihrem Charakter kann man sie in zufällige, periodische und lineare einteilen. Den linearen Niveauschwankungen kann man fast alle eustatischen Niveauschwankungen zuzählen, desgleichen die scheinbaren, durch vertikale Erdrindenverschiebung hervorgerufenen.

Von den in den Untersuchungen benutzten Jahresmittelwasserständen sind mit einer gewissen Näherung die halbtäglichen, täglichen, monatlichen und jährlichen Niveauschwankungen meteorologischer und planetarer Natur ausgeschlossen. Deshalb können die Jahresmittelwasserstände N , die man als Resultate der zufälligen, linearen und langperiodischen Niveauschwankungen betrachten kann, durch die Gleichungen (1) ausgedrückt werden; in derselben bedeutet:

A_0 — der Mittelwasserstand zu Anfang der Beobachtungsreihe.

B_0 — die lineare jährliche Niveauschwankung.

R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 — die Halbamplituden der periodischen Niveauschwankungen von 8,85, 11,1, 16,6, 32 und 93.

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5$ — die ihnen entsprechenden Geschwindigkeitswinkel.

E_1, E_2, E_3, E_4, E_5 — die ihnen entsprechenden Phasenwinkel.

$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ — die vom Beginn der Beobachtungsreihe gezählte Zeit.

Nach Anwendung der Substitution (2) erhalten wir für den Ausdruck des Niveaus die Gleichungen (3) und zur Bestimmung der gesuchten Größen $A_0, B_0, A_1, B_1, \dots, A_5, B_5$ die Normalgleichungen (4).

Zur Verkleinerung der Glieder der rechten Seiten der Normalgleichungen sind bei Ignorierung der periodischen Niveauschwankungen Näherungswerte A'_0 und B'_0 der Größen A_0 und B_0 berechnet, indem in den Gleichungen (5) der Anfang der Zeitkoordinaten in die

Mitte der Beobachtungsreihe verlegt wurde. Zur Bestimmung von A'_0 und B'_0 erhalten wir dann die Ausdrücke (7). Den bei der Untersuchung der Niveauschwankungen der Ostsee benutzten Niveaubebachtungsreihen von Nieder-Stockholm (Nedre Stockholm) und Kronstadt (1841—1933) sind reduzierte Niveaus $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n$ berechnet mit den Ausdrücken (8). Die reduzierten Niveaus von Nieder-Stockholm sind in der Tabelle 1 angegeben, die von Kronstadt in der Tabelle 3.

Durch Einführung von $\Delta A_0, \Delta B_0$ und u an Stelle von A_0, B_0 und N in den Ausdrücken (1), (3) und (4) bei reduzierten Niveaus erhalten wir Normalgleichungen für Nieder-Stockholm (9) und Kronstadt (14), deren Auflösung die gesuchten Größen $\Delta A_0, \Delta B_0, A_1, B_1, \dots, A_5, B_5$ und die Gewichtskoeffizienten (10) ergibt. Wir erhalten auf solche Weise für Stockholm:

$$A_0 = + 412,010 \pm 1,78 \text{ cm}$$

$$B_0 = - 0,434 \pm 0,037 \text{ cm}$$

für Kronstadt:

$$A_0 = - 2,862 \text{ cm}$$

$$B_0 = + 0,046 \text{ cm}$$

und nach Berücksichtigung der Substitution (2) sind die Elemente der periodischen Niveauschwankungen und die ihre Genauigkeit charakterisierenden mittleren Fehler für Nieder-Stockholm in den Spalten 2, 3, 4 und 5 der Tabelle 2 angegeben. Die Elemente der periodischen Niveauschwankungen für Kronstadt sind in der Tabelle 4 enthalten.

Die Periode von 8,85 Jahren. Da diese periodische Niveauschwankung planetarer Natur ist, müßte bei den gegebenen Umständen ($\varphi_{st} \cong \varphi_{kr}$) die Schwankungsamplitude ($2R$) für Nieder-Stockholm und für Kronstadt gleich sein; sie zeigt eine kleine Abweichung, die jedoch in den Grenzen der Fehler verbleibt. In der Fig. 2 ist diese Niveauschwankung für N.-Stockholm ausgezogen, für Kronstadt gestrichelt dargestellt. Der Fehler der Amplitude ($m_R = \pm 0,77 \text{ cm}$) ist jedoch so groß, daß man über die Amplitude dieser Niveauschwankungen nicht genau urteilen kann. Der Fehler der Phase ist dagegen verhältnismäßig klein ($m_E = \pm 1,1 \text{ Jahr}$), auch die Phasenverschiebung ΔE zwischen N.-Stockholm und Kronstadt beträgt nur ca. 1 Jahr.

Die Periode von 11,1 Jahren (Fig. 3) zeigt auch eine kleine Amplitudendifferenz, die jedoch in den Grenzen der Fehler bleibt. Der Fehler der Phase ist wie bei der Periode von 8,85 Jahren

nicht groß ($m_E = \pm 1,4$ J.), die Phasenverschiebung ist auch verhältnismäßig gering ($\Delta E = 1,4$ J.). Die erhaltenen Resultate sind in gutem Einklang mit den Resultaten der von anderen Autoren an anderen Orten ausgeführten Untersuchungen. Daher kann angenommen werden, daß diese Niveauschwankung in der ganzen Ostsee gleichmäßig verläuft.

Die Periode von 18,6 Jahren verschwindet völlig in den Fehlern sowohl der Amplitude als auch der Phase, auch Phasenverschiebung ($\Delta E = 6,5$ J.) ist sehr groß; die erhaltenen Resultate geben also nicht die Möglichkeit über die Existenz dieser Niveauschwankungen zu urteilen.

Die Periode von 32 Jahren (Fig. 4) zeigt an der einen, wie an der anderen Stelle eine erheblich größere Amplitude, die die Fehlergrenzen merklich übersteigt; auch der Phasenfehler ist verhältnismäßig klein ($m_E = \pm 2,2$ J.); die Phasenverschiebung $\Delta E = 4,6$ Jahr. Überhaupt äußert sich diese Niveauschwankung so bestimmt, daß über ihr Bestehen keine Zweifel aufkommen können.

Da diese Niveauschwankung klimatischer Natur ist, müßte ihre Amplitude abhängig vom Orte sein; das sehen wir auch (Fig. 5), wenn wir nach der Methode von Tschebischov die auf das Mittel reduzierten Niveauunterschiede Fredericia—Stockholm und Helsinki—Stockholm interpolieren. Im Resultat erhalten wir

Fredericia	$2 R = 1,34$ cm
Stockholm	3,66
Helsinki	5,38
Kronstadt	3,36

Die Periode von 93 Jahren (Fig. 6) zeigt an beiden Orten gleiche Amplitude, welche merklich die Fehlergrenze übersteigt, auch ist die Phasenverschiebung äußerst gering ($\Delta E = 0,3$ Jahre). Die erhaltenen Resultate sind sowohl hinsichtlich der Phase als auch der Amplitude in guter Übereinstimmung mit den in Marseille und Brest erlangten Resultaten von Prévot. Deshalb können wir annehmen, daß diese Resultate die Niveauschwankung des Atlantischen Ozeans darstellen, die sich auch in der Ostsee mit gleicher Amplitude und übereinstimmender Phase auswirkt.

Im Resultat der Untersuchungen muß aber doch gesagt werden, daß die langperiodischen Schwankungen des Niveaus der Ostsee stark von den zufälligen Niveauschwankungen verdeckt werden, zuverlässiger

mit einer größeren Amplitude ragen nur die periodischen Niveauschwankungen von 32 und 93 Jahren hervor. Deshalb müßte ihnen bei der Untersuchung der vertikalen Erdrindenbewegung eine größere Aufmerksamkeit zugewandt werden, denn die Untersuchungen basieren auf systematischen Niveaubeobachtungen.

Das Glied B_0 , das die linearen Niveauänderungen ausdrückt, setzt sich aus wahren linearen Niveauänderungen zusammen, denen man mit gewisser Einschränkung fast alle eustatischen Niveauschwankungen zurechnen kann; ferner aus den scheinbaren, die durch vertikale Erdrindenbewegung hervorgerufen werden, so ist also B_0 in umgekehrtem Verhältnis zu dem, was in der Geologie als Bewegung der Uferlinie bezeichnet wird.

Die erste Gruppe der Wissenschaftler, die das Meeresniveau als Geoidoberfläche betrachten, und die durch den atmosphärischen Druck und den Wind hervorgerufenen Niveauschwankungen eliminieren, beachten nicht die periodischen Niveauschwankungen planetarer Natur sowie die von den örtlichen klimatischen Verhältnissen unabhängige Periode von 93 Jahren. Dadurch sind die von ihnen konstatierten Ungleichmäßigkeiten in den vertikalen Erdrindenbewegungen in den einzelnen Jahren vielleicht zum Teil zu erklären.

Die Annahme der zweiten Richtung der Wissenschaftler, daß die Niveauschwankungen der Ostsee völlig zufälliger Natur sind, ist, wie es sich herausstellt, unbegründet, denn der Einfluß der Niveauschwankungen der Perioden von 32 und 93 Jahren kann genügend merklich sein. Deshalb darf die Methode der kleinsten Quadrate nicht vor Ausschaltung der periodischen Niveauschwankungen angewandt werden.

Sowohl in der einen wie in der anderen der bisher angewandten Untersuchungsmethoden wird angenommen, daß eustatische Niveauschwankungen nicht existieren, und die berechneten systematischen Niveauschwankungen werden mit den reinen vertikalen Erdrindenbewegungen identifiziert, obgleich sie tatsächlich nur die Bewegung der Uferlinie ausdrücken.

Da es vorläufig nicht möglich ist, die eustatischen Niveauschwankungen, die ziemlich beträchtlich sein können, zu bestimmen, muß man in den folgenden Untersuchungen über den Einfluß der Erdrindenbewegungen auf Feinnivellements sich mit der Bewegung der Uferlinie ($-B_0$) begnügen, die aus Niveaubeobachtungen nach deren Befreiung von periodischen Niveauschwankungen zu bestimmen sind.

Die in den Untersuchungen festgestellte Uferlinienbewegung bis zu 1 cm im Jahr ist so bedeutend, daß sie nicht mehr ignoriert werden kann, wenn man die Genauigkeit in Betracht zieht, die gegenwärtig bei den Arbeiten der Vertikalvermessung und insbesondere des Feinnivellements erzielt werden kann. Deshalb würde es eine künftige Aufgabe der Geodäsie sein — unter Zugrundelegung der Erdrindenbewegungen Methoden auszuarbeiten, die es gestatten, die Lage eines Punktes in vertikaler Projektion als Funktion von Ort und Zeit zu bestimmen.

In der Geodäsie bezeichnet man als Höhe eines Punktes den vertikalen Abstand zwischen dem gegebenen Punkte und der angenommenen Bezugsfläche, hierbei wählt man als Bezugsfläche entweder

- 1) eine Niveaulfläche, d. h. die durch irgendeinen frei gewählten Punkt verlaufende isopotenziale Fläche der Schwerkraft, oder aber
- 2) einen Mittelwasserstand — bei uns den Mittelwasserstand der Ostsee.

Wenn wir als Bezugsfläche die durch einen freigewählten Punkt verlaufende isopotenziale Fläche der Schwerkraft annehmen, wobei dieser Punkt in der Geodäsie Ausgangspunkt oder Nullpunkt des Nivellementsnetzes genannt wird — so werden die Höhen der auf diese Fläche bezogenen Punkte nur durch die vertikalen Erdrindenbewegungen beeinflußt. Die Bezugsfläche verschiebt sich in vertikaler Richtung mit einer Geschwindigkeit, die der vertikalen Verschiebung der Erdrinde im Ausgangspunkt entspricht, und die Höhen H_t der auf diese Fläche bezogenen Punkte können als Funktion der Zeit t durch den Ausdruck (18) dargestellt werden, nämlich als Differenz der Uferlinienverschiebungen des Ausgangspunktes und der gegebenen Punkte, wobei H_0 die Höhe des Ausgangspunktes ist und $\Delta h = B_0 - B'_0$ die jährliche Höhenänderung eines gegebenen Punktes.

Die auf solche Art berechnete jährliche Höhenänderung eines gegebenen Punktes (Δh) wird durch wirkliche lineare Niveauschwankungen nicht mehr beeinflußt, da diese, als für die ganze Ostsee gleiche eustatische Niveauschwankungen, bei der Bildung der Differenz der Uferlinienverschiebung herausfallen.

Zur Bestimmung der jährlichen Höhenänderungen der Punkte sind für alle uns interessierenden Stationen die Uferlinienverschiebungen — B_0 zu berechnen — das ist eine sehr langwierige und ermüdende Arbeit, da für jede Station 12 Normalgleichungen aufzu-

stellen und aufzulösen sind. Dabei erhalten wir die Resultate mit einem verhältnismäßig großen mittleren Fehler (ca. $\pm 0,08$ cm), denn die jährliche Dispersion der Mittelwasserstände der Ostsee beträgt 5 bis 6 cm. Bei der Bildung der Differenz der Uferlinienverschiebung wird der Fehler von Δh nach $\sqrt{2}$ mal größer (ca. $\pm 0,11$ cm), und der praktische Wert der erlangten Resultate wird entsprechend gering.

Um das zu vermeiden, ist es vorteilhafter Δh aus den Differenzen der im Ausgangspunkt und in den gegebenen Punkten beobachteten Wasserstände zu berechnen, wodurch wir folgendes erreichen: 1) die Dispersion der Reihe der Niveaudifferenzen u_i verringert sich stark, denn in großen Zügen sind die Niveauschwankungen in der Ostsee gleich. Die Dispersion wird ca. ± 2 cm und der Fehler der jährlichen Höhenänderung eines Punktes nur ca. $\pm 0,02$ cm; 2) dank der verkleinerten Dispersion ist es möglich Störungen der Homogenität der Niveauberechnungsreihen zu erkennen; 3) der Einfluß derjenigen periodischen Niveauschwankungen wird ausgeschlossen, deren Amplituden in der ganzen Ostsee gleich sind; 4) es verringert sich der Einfluß der Niveauschwankungen der Periode von 32 Jahren.

Um bei der Berechnung der jährlichen Höhenänderung eines Punktes mittels der Methode der kleinsten Quadrate vom Einfluß der Periode von 32 Jahren völlig unabhängig zu sein, ist die Beobachtungsreihe so zu wählen, daß die Kurve der 32jährigen Periode symmetrisch zum Anfang der Zeitkoordinaten liegt. Dadurch wird erreicht, daß man zur Bestimmung der jährlichen Höhenänderung eines Punktes nur zwei Normalgleichungen aufzustellen braucht, die zur Berechnung von Δh den Ausdruck (19) ergeben. Auf diese Art sind die jährlichen Höhenänderungen für 43 Wasserstandsbeobachtungsstationen der Ostsee bestimmt (Tabellen 5—46) und zwar, unter Annahme einer durch einen in Stockholm frei gewählten Punkt gehenden Niveaufläche als Bezugsfläche. Die errechneten Resultate sind in der Tabelle 47 zusammengestellt.

Im zweiten Falle, wenn als Bezugsfläche der Mittelwasserstand der Ostsee angenommen wird — ist unter Mittelwasserstand die von zufälligen und periodischen Schwankungen befreite Niveaufläche $u_i = A_0 + B^0 t$ zu verstehen, wobei A_0 und B_0 aus den Normalgleichungen (9) ermittelt werden. Der Abstand zwischen dem Nullpunkt eines Pegels resp. eines Mareographen und einem auf solche Art definierten Niveau ändert sich mit der Zeit aus zwei Gründen: erstens ist die Niveaufläche selbst wirklichen linearen Niveauschwankungen

unterworfen; zweitens, verschiebt sich die Erdrinde und der mit ihr fest verbundene Pegel resp. Mareograph. Die Resultante dieser Veränderungen ist die uns schon bekannte Uferlinienverschiebung $-B_0$. Im Zusammenhange damit können wir die Höhe eines Punktes H_t als Funktion der Zeit durch die Gleichung (17) ausdrücken, wo H_0 die Anfangshöhe des Punktes ist. So ist die jährliche Höhenänderung eines Punktes $\delta h = -B_0$.

Wie wir gesehen haben, ist die Berechnung der Uferlinienverschiebung mit gewissen Schwierigkeiten verbunden und die bei kürzeren Beobachtungsreihen erzielte Genauigkeit ist nicht groß. Deshalb ist es vorteilhafter zur Verringerung der Berechnungsarbeiten und zur Erlangung von genaueren Resultaten — die jährlichen Höhenveränderungen Δh_N der auf die Stockholmer Bezugsfläche bezogenen Punkte um die Änderung des vertikalen Abstandes zwischen der Stockholmer Bezugsfläche und dem Mittelwasserstand zu vermindern. So erhalten wir für die jährliche Änderung δh der auf den Mittelwasserstand der Ostsee bezogenen Höhe H_t [Ausdruck (20)] den Ausdruck (21).

Die auf diese Art bestimmten jährlichen Änderungen der Höhen der Punkte, die in der Tabelle 47 gegeben sind, sind mit den von Witting, Bergsten und anderen Autoren bestimmten vertikalen Erdrindenverschiebungen identisch; deshalb ist es möglich die erhaltenen Resultate mit den Resultaten der früheren Untersuchungen zu vergleichen.

Bei der nach den vorher besprochenen Methoden ausgeführten Berechnung der jährlichen Höhenänderungen Δh und δh ist das Material nach Staaten gruppiert, wobei zuerst die geographischen Koordinaten der Beobachtungsstationen der betrachteten Niveaus angegeben und dann die Quellen genannt sind, aus denen das Beobachtungsmaterial entnommen ist. Die weitere Berechnung ist in Tabellen nach Stationen geordnet, wobei in der ersten Spalte das Jahr der Niveau-beobachtungen eingetragen ist; die zweite Spalte enthält die beobachteten Jahresmittelwasserstände. Weiter sind die Jahresmittelwasserstände da, wo es zweckmäßig war, um konstante Größen vergrößert oder verkleinert worden; schließlich sind die Differenzen Stockholm minus betrachteter Punkt gebildet und die Koeffizienten der Normalgleichungen berechnet.

Wenn auf einer Station die Beobachtungszeiten geändert wurden, was meistens dann geschah, wenn Pegel durch Mareographen ersetzt

wurden, so wurden die Jahresmittelwasserstände auf eine gleiche Zeit reduziert, um die Niveaubeobachtungsreihen als homogen betrachten zu können. Jeder Tabelle mit der Berechnung der Höhenänderungen eines Punktes folgt eine graphische Darstellung der Differenzen Stockholm minus betrachtete Station, wobei die Höhenänderungen $\Delta h t_i$ der auf die Stockholmer Bezugsfläche bezogenen Punkte gestrichelt eingezeichnet sind. Die Jahresmittelwasserstanddifferenzen, die in den Berechnungen aus irgendeinem Grunde nicht berücksichtigt worden sind, sind durch eine gestrichelte Linie verbunden.

Wenn wir auf der Karte (Fig. 54) Orte mit gleichen jährlichen Höhenänderungen δh verbinden, erhalten wir ein anschauliches Bild von den an den Ufern der Ostsee erfolgten Erdrindenbewegungen.

Die Änderung der Uferhöhe gegenüber dem Mittelwasserstand der Ostsee von $+1$ m bis -30 cm in 100 Jahren ist ziemlich beträchtlich; sie kann eine gewisse Bedeutung haben für Bauten, die eine direkte Beziehung zum Meeresniveau haben und zur Benutzung für eine längere Zeit vorgesehen sind. Außerdem geben die im Ufergebiet festgestellten Höhenänderungen einen gewissen Hinweis auf mögliche Erdrindenbewegungen in Gebieten, die vom Ufer weiter entfernt sind; diese Bewegungen müßten durch Nivellieren bestimmt werden.

Um beurteilen zu können, wie die festgestellten Höhenänderungen die Resultate von Feinnivellements beeinflussen, müssen wir uns den Änderungen der Höhenunterschiede der Punkte zuwenden, denn beim Nivellieren bestimmen wir, um wieviel ein Punkt höher oder tiefer als der andere ist. Wenn der Höhenunterschied P zwischen den beiden Punkten A und B eines Nivellementsuges (Fig. 55) sich um eine gewisse Größe p verändert, können wir, in der Annahme, daß wir mit gleicher Geschwindigkeit hin und zurück nivellieren, und daß die Höhenänderungen zwischen diesen Punkten der Entfernung proportional sind — nach dem Ausdruck (22) bestimmen, welche Änderung des Höhenunterschiedes wir beim Nivellieren im Hingang erhalten und nach dem Ausdruck (23) — beim Nivellieren im Hergang. Wie ersichtlich, erhalten wir beim Nivellieren statt der während des Nivellements eingetretenen Höhenänderung nur die Hälfte derselben. Die Differenz S der im Hin- und Hergang bestimmten Höhenunterschiede wirkt sich nach dem Ausdruck (24) als systematischer Fehler des Zuges aus.

Um zu zeigen, in welchem Maße die Höhenänderungen der Punkte an verschiedenen Orten Nivellementsresultate beeinflussen können, nehmen wir als Intensitätsmaß der Höhenunterschiedsänderungen die jährliche Änderung des Höhenunterschiedes der 100 km voneinander entfernten Endpunkte eines rechtwinklig zu den Höhenänderungslinien gerichteten Nivellementszuges an, und nennen sie Intensität der Höhenunterschiedsänderungen. Die Intensität der Höhenunterschiedsänderungen in den Ufergebieten des Bottnischen Meerbusens ist in Finnland und in Schweden bis Kalmar ungefähr gleich und schwankt um 1,5 mm. Dagegen ist die Intensität der Höhenunterschiedsänderungen, in der Zone der eng aneinander gedrängten Höhenänderungslinien, die hauptsächlich Estland und Lettland berührt — im Mittel ca. 5,4 mm; deshalb ist hier auch der merkbarste Einfluß der Erdrindenbewegung auf die Arbeiten des Feinnivellements zu erwarten. Wenn wir in dieser Zone einen 100 km langen rechtwinklig zu den Höhenänderungslinien gerichteten Zug mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit von 2 km pro Tag, hin und zurück nivellieren, so ändert sich während der Arbeit der Höhenunterschied um 1,48 mm [Ausdr. (25)]. Die bei der Nivellierung im Hingang bestimmte Änderung p_t des Höhenunterschiedes beträgt 0,37 mm [Ausdr. (26)], und bei der Nivellierung im Hergang — $p_a = 1,11$ mm [Ausdr. (27)]. In der Annahme, daß wir ohne Fehler nivelliert haben, ergibt der Einfluß der Erdrindenbewegung eine Differenz von $-0,74$ mm [Ausdr. (28)] der durch Nivellement im Hin- und Hergang ermittelten Höhenunterschiede, was nach der bekannten Formel von Lallemand (29) für das arithmetische Mittel der Höhenunterschiede einen systematischen Fehler von $\mu = \pm 0,037$ mm ergibt. Das ist sehr wenig im Vergleich zu dem als zulässig geltenden Fehler von $\pm 0,3$ mm.

Einen noch geringeren systematischen Kilometerfehler erhalten wir, wenn wir denselben Zug von 100 km in Abschnitte von 5 km aufteilen und jeden Abschnitt hin und zurück nivellieren, wie das gewöhnlich bei Feinnivellements üblich ist. Für den beim Hin- und HERNIVELLIEREN ermittelten Höhenunterschied S der Endpunkte ergibt sich nach dem Ausdruck (30) ein systematischer Fehler von $\pm 0,0002$ mm.

Trotzdem ändern sich die beim Nivellement bestimmten Höhenunterschiede mit der Zeit und verzerren das Höhennetz. Nach n Jahren verändern sich die Höhenunterschiede um $np + \frac{p_0}{2}$. Da man aber die durch vertikale Erdrindenverschiebungen hervorgerufenen

Änderungen der Höhenunterschiede als systematische Fehler betrachten kann, darf man verlangen, daß auch sie die konventionale Grenze von $\pm 0,3$ mm nicht übersteigen. Wie aus der Tabelle 48 zu ersehen ist, erreichen in Finnland und Schweden in Zügen, die rechtwinklig zu den Höhenänderungslinien gerichtet sind, — die Änderungen der Höhenunterschiede die konventionalen Grenzen nach ca. 20 Jahren. In Lettland und Estland in der Zone der eng zusammengedrängten Höhenänderungslinien, werden diese Grenzen schon nach 6 Jahren erreicht. Nach 20 Jahren hat man schon ca. ± 1 cm.

Daraus können wir folgern, daß die Lebensdauer eines Feinnivellementsnetzes in Finnland und Schweden ca. 20 Jahre beträgt, in Lettland und Estland stellenweise nur 6 Jahre, wenn wir die anderen Faktoren ignorieren, die die Genauigkeit der Höhen mindern.

Wenn wir erreichen wollen, daß ein Feinnivellementsnetz als solches längere Zeit brauchbar sei, müssen wir die Höhenänderungen der auf die angenommene Bezugsfläche bezogenen Punkte des Nivellementsnetzes kennen, um den Höhen der Netzpunkte die der verflossenen Zeit entsprechenden Verbesserungen zuzufügen zu können. Für Punkte des Nivellementsnetzes, die an der Küste der Ostsee gelegen sind, können die Verbesserungen aus den Wasserstandsbeobachtungen ermittelt werden. In Gebieten, die weiter von der Küste entfernt sind, müßten sie durch wiederholtes Nivellieren bestimmt werden. Das könnte in der Weise geschehen, daß man das Netz des gegebenen Gebietes zuerst ununterbrochen in einer Richtung nivelliert und danach in umgekehrter Ordnung in der Gegenrichtung. Die im Verlaufe des Nivellements eingetretenen Änderungen p_p der Höhenunterschiede entsprechen nach Ausdruck (31) der mittleren Zeit des Nivellements, wir erhalten also die dem mittleren Zeitpunkt entsprechende Höhe des Punktes. Wenn wir nach einer gewissen Zeit das Nivellement ähnlich wiederholen und die erzielten Resultate vergleichen, erhalten wir die Möglichkeit Verbesserungen der Punkthöhen zu bestimmen und durch Verbesserung der Punkthöhen die Genauigkeit eines Nivellementsnetzes längere Zeit in den konventionalen Grenzen zu erhalten.

Änderungen der Höhenunterschiede als systematische Fehler betrachten kann, darf man verlangen, dass auch die konventionale Grenze von $\pm 0,3$ mm nicht überschritten wird. Wie aus der Tabelle 18 zu ersehen ist, erreichen in Finnland und Schweden in Längsprofilen die Höhenunterschiede der Höhenänderungslinien gegenüber den Höhenänderungen der Höhenunterschiede die konventionale Grenze nach ca. 20 Jahren in Lettland und Estland in der Zone der eng zusammenhängenden Höhenänderungslinien, während diese Grenzen schon nach 10 Jahren erreicht. Nach 20 Jahren hat man schon das gleiche in den baltischen Staaten, sodass wir folgern, dass die Lebensdauer eines Nivellimentses in Finnland und Schweden ca. 20 Jahre beträgt, in Lettland und Estland stellenweise auf 6 Jahre, wenn wir die anderen Faktoren ignorieren, die die Genauigkeit der Höhenmindernde, das ist: Wenn wir erreichen wollen, dass ein Feinnivelliments als solches längere Zeit brauchbar sei, müssen wir die Höhenänderungen der auf die angenommenen Bezugsläche bezogenen Punkte des Nivellimentses kennen, um den Höhen der Netzpunkte die der verlorenen Zeit entsprechenden Verbesserungen zuzulassen zu können. Für Punkte des Nivellimentses, die an der Küste der Ostsee gelegen sind, können die Verbesserungen aus den Wasserstandsbeobachtungen ermittelt werden. In Gebieten, die weiter von der Küste entfernt sind, müssen sie durch wiederholte Nivellements bestimmt werden. Das könnte in der Weise geschehen, dass man das Netz des gegebenen Gebietes zuerst amtieret in einer Richtung nördlich und danach in umgekehrter Ordnung in der Gegenrichtung. Die im Verhältnis des Nivelliments eingetragenen Änderungen Δ der Höhenunterschiede entsprechen nach Ausdruck (8) der mittleren Zeit des Nivelliments, wir erhalten also die dem mittleren Zeitpunkt entsprechende Höhe des Punktes. Wären wir nicht in der Lage gewesen, das Nivelliments zu erhalten, wiederholend die exakten Resultate zu vergleichen, erhalten wir die Möglichkeit Verbesserungen der Punkthöhen zu bestimmen, und durch Verbesserung der Punkthöhen die Genauigkeit eines Nivelliments um längere Zeit in den konventionalen Grenzen zu erhalten. Ein Fehler von $\pm 2000,0$ mm (20) ist ein systematischer Fehler von $\pm 0,3$ mm nach

Trotzdem ändern sich die beim Nivelliment bestimmten Höhenunterschiede nicht mit der Zeit und verzerren das Höhennetz. Nach n Jahren verändern sich die Höhenunterschiede um $n p + \frac{p^2}{2}$. Da man aber die durch vertikale Erdrindenverschiebungen hervorgerufenen

LIETOTĀ LITERĀTURA.

1. Högbom, A. G. Eine graphische Darstellung der spätquartären Niveauveränderungen Fennoskandias. Bull. of Geolog. Inst. of Upsala XVI 1919.
2. Witting, R. Hafsytan, geoidytan och landhöjningen utmed Baltiska hafvet och vid Nordsjön. Fennia 39. 1915/1918.
3. Bergsten, F. Changes of level on the coasts of Sweden. Geograf. Annaler. Stockholm 1930. H. 1.
4. Blomqvist, E. ja Renqvist, H. Vedenkorkeushavainnot Suomen rannikoilla. Helsinki 1914.
5. Рылке, С. Д. Средний уровень Балтийского, Черного и Азовского морей. С.-П. 1895.
6. Рундо, А. М. Балтийское море в представлений гидрологов ныне и двести лет тому назад. Петроград 1922.
7. Haug, Emile. Traité de géologie I Les phénomènes géologiques. Paris.
8. Meissner, O. Säkulare Schwankungen des Ostseemittelwassers. Annalen d. Hydrogr. und maritimen Met. 52. 1924. H. VI.
9. Meissner, O. Säkulare Schwankung des Wasserstandes der deutschen Nord- und Ostsee. Annalen d. Hydrogr. und maritimen Met. 53. 1925. H. IX.
10. Meissner, O. Fortlaufende Lustren — Mittel der Wasserstände verschiedenen Ost- und Nordseestationen. Annalen d. Hydrogr. und maritimen Met. 54. 1926. N. X.
11. Bonsdorff, A. Untersuchungen über die Hebung d. Küste Finnlands i. d. J. 1858.—87. Fennia I No. 3.
12. Rune, A. G. Undersökningar över noggranuheten i Sveriges precisionsavvägning 1886.—1905. Uppsala 1920.
13. Odelstö. H. Hydrografisk nivellering av vattenståndsmärken vid Svenska kusten. Stockholm 1925.
14. Советов, С. А. Общая гидрология. Ленинград 1935.
15. Шокальский, Ю. М. Физическая океанография. Ленинград 1933.
16. Рудовиць, Л. О колебаніяхъ уровня Балтійскаго моря. Петроградъ 1917.
17. Kühnen. Das Mittelwasser der Ostsee bei Travemünde etc. Veröff. des Königl. preussisch. geodät. Institutes. Neue Folge No. 70. Berlin 1916.
18. Lallemand, M. Ch. Rapport sur les travaux du service du nivellement général de la France, de 1924 a 1926 inclus. Travaux de la section de géodésie de l'union géodésique et géophysique internationale. Tome 5. Paris 1928.
19. Penck, A. Theorie der Bewegung der Strandlinie. Berlin 1934.
20. Madsen, V. H. O. De Danske Kysters Middelvandstande. Den Danske Gradmaaling H. 13. Kjøbenhavn.

LIETOTSATURS.

	Lapp.
Ievads	201
Vēsturisks apskats	203
Baltijas jūras līmeņa svārstības	208
I Meteoroloģiskās	208
II Planetarās	209
III Eustatiskās	209
Periodiskās līmeņa svārstības	210
8.85 gadu periods	232
11.1 gadu periods	233
18.6 gadu periods	234
32 gadu periods	234
93 gadu periods	244
20.000 gadu periods	247
Linearās līmeņa maiņas	248
Pētīšanas metodes	250
Punktu augstuma gada maiņas	262
Zviedrijas piekraste	264
2. Ratan	265
3. Draghällan	267
4. Björn	268
6. Landsort	270
7. Västervik	272
8. Visby	274
9. Ōlands norra udde	275
11. Kungsholms fort	277
10. Kalmar	279
12. Ystad	281
13. Varberg	283
14. Smögen	285
1. Furuögrund	286
Somijas piekraste	287
15. Toppila	288
16. Ykspilä	290
17. Vassa	292
18. Reposaari	294
19. Lemström	296
20. Lypertö	298
21. Hanko	300
22. Helsinki	301
23. Kotka	303
24. Suursaari	305
25. Viipuri	306

	Lapp.
Igaunijas piekraste	308
26. Tallinn	308
27. Tahkona	310
28. Vilsandi	312
29. Verder	315
30. Stenskär	317
Latvijas piekraste	319
31. Rīga (Daugavgrīva)	319
32. Kolkas rags	323
33. Ventspils	325
34. Liepāja	327
Vācijas piekraste	329
35. Pillau	330
36. Stolpmünde	332
37. Swinemünde	333
38. Arkona	335
39. Travemünde	337
Lietuvas piekraste	339
40. Klaipēda	340
Dānijas piekraste	341
41. Kopenhāgena	341
42. Fredericia	343
43. Hirtshals	345
Kopsavilkums	347
Augstumu starpību maiņas	350
Der Einfluss der Erdrindenbewegungen auf die Feinnivellements an den Ufern der Ostsee (Zusammenfassung)	360
Lietotā literatūra	373

308	308	Igannijas plekaste	308
308	308	36 Tallinn	308
310	310	37 Tallinna	310
312	312	38 Viisandi	312
312	312	39 Volder	312
317	317	30 Stenski	317
319	319	31 Riga (Daugavgrīva)	319
323	323	32 Kolka tags	323
325	325	33 Ventpils	325
327	327	34 Liepāja	327
329	329	35 Pilsna	329
330	330	36 Stojmünde	330
332	332	37 Svinemünde	332
333	333	38 Arkona	333
337	337	39 Tazemünde	337
339	339	40 Klapeda	339
341	341	41 Kopenhagen	341
343	343	42 Friedrichs	343
345	345	43 Hühls	345
347	347	44 Kopsavikums	347
350	350	Augsunna starpda maigas	350
350	350	Der Einfluss der Erdindbewegungen auf die Feinverteilung an den	350
373	373	Die Ufern der Ostsee (Zusammenfassung)	373
	373	Liste der Literatur	373
	377	11 Kängsholm	377
	377	12 Kaimar	377
	382	13 Ystad	382
	382	14 Varberg	382
	382	15 Smögen	382
	382	16 Pernögrund	382
	382	17 Toppila	382
	382	18 Ykapila	382
	382	19 Vassa	382
	382	20 Reposan	382
	382	21 Lemström	382
	382	22 Lyperlö	382
	382	23 Hako	382
	382	24 Heistoki	382
	382	25 Kaita	382
	382	26 Sourssati	382
	382	27 Vüpuu	382

246524

LATVIJAS UNIVERSITĀTES BIBLIOTEKA



0504015943

1.-

LU
1442

LUR. inž. II.	AUL. ing. II.
Nr. 6. Jānis Biķis. Zemes garozas kustību ietekme precizās līmetņošanas darbos Baltijas jūras piekrastē	201
Der Einfluss der Erdrindenbewegungen auf die Feinnivellements an den Ufern der Ostsee	360