

Birçok Laplas noktalarını ihtiva eden jeodezik Nirengi şebekesinin muvazenesi

Yazar: Dr. Ing.
Hans Piössl

Çeviren: Yüksek Mühendis
Mehmet Ali Erkan

II. İKİNCİSİM

Astronomik rasadların nokta vaziyetlerine te'siratının mutalaası:

Şimdi mes'ele müvazene edilmiş şebekeyi laplas noktaları yardımcı ile Refereuzellipsoid (Hesap sathı) üzerinde cihetlendirmekdir. Bu hesapların icrası için ben rasad edilen semtleri Laplas noktaları yardımı ile aşağıdaki şekilde Ellipsoid üzerine irca ettim.

Rasad edilen ve Ellipsoid üzerinde buna tekabül eden semtler arasındaki ($\alpha' - \alpha$) Laplas musavatına göre $= (\lambda' - \lambda) \sin \varphi$ dir. Buna göre $(\lambda' - \lambda)$. $\sin \varphi$ haddi bir tashih miktarı olarak kabul edilerek α' semti Ellipsoid üzerine intikal ettirilir. Bu suretle irca edilen rasad kıymetine; şebekeden hesab edilen α semtinden ayırdetmek maksadiyle; α , diyorum. Bu suretle :

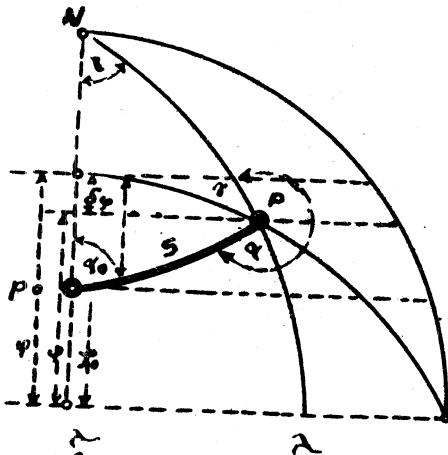
$$\alpha'_r = \alpha' - (\lambda' - \lambda) \sin \varphi$$

ve dolayısıyle Laplas farkı $= \alpha'_r - \alpha$ olur.

Bu şekilde Refereuzellipsoid üzerinde; doğrudan doğruya rasad edilen kıymetlerden hesap edilen istikametlerden ibaret olmak üzere sabit bir cihetlendirme çerçevesi tespit ettim. Şimdi bu çerçeve içine jeodezik olarak muvazene edilen şebeke mümkün mertebe eyi olarak sıkıştırılacaktır. Bu tarzda her seyden evvel Laplas noktaları yardımcı ile, muvazene edilen şebekenin şekli tashih edilecek; Yani rasad hatalarından, yahud jeodezik muvazene şeklinden doğacak uygunsuzluklar ve bizzat şebekede husule gelecek yer değiştirme tashih edilecek. Şebekenin bu şekilde sıkıştırılması, şebeke noktalarının; tabiatteki yerlerinin Ellipsoid

üzerindeki mevkilerine; intibakını temin etmek gayesinden başka birsey değildir. Aynı zamanda noktası yerinin (vaziyetinin) Laplas noktalarının adedile olan alakasını ve şebekenin şeklini ne şekilde değiştirdiğini mutalaa etmek için hesabı üç kademede icra ettim

Jeodezik koordinelerin hesabında (yani; Ellipsoid koordineleri) Ellipsoid e ait aşağıdaki düsturları kullandım;



Verilen noktası P_0

$$\text{Coğrafî arzı} = \varphi_0$$

$$\gg \text{tuli} = \lambda_0$$

$$\gg \text{semti} = \alpha_0$$

$$\text{Dili } P_0 P = s$$

Aranan noktası Coğrafî koordineleri φ, λ, α olan P noktası:
1 - φ nin hesabı:

$$\log x = \log (s \cdot \cos \alpha_0) + \frac{\mu}{3r^3} y^2$$

$$\log y = \log (s \cdot \sin \alpha_0) - \frac{\mu}{6r^3} x^2$$

$$\varphi_1 = \varphi_0 + \frac{\rho \cdot x}{M_n}$$

$$\delta\varphi' = \frac{\rho \cdot y^2}{2M_1 \cdot N_1} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1$$

φ_1 ve $\delta\varphi'$ malûm olunca P noktası için $\varphi = \varphi_1 - \delta\varphi'$ elde edilir.

Bu düsturlarda harflerin ifade ettiği mana şudur.

$\varphi_1 = P$ noktasının taban noktasının arzı

$Mm = P_0$ ile P noktası arasındaki nisfinneharın nisif kutur inhinası

$M =$ nisfinneharın nisif kutur inhinası.

$N =$ nisfinnehare amud kavşın nisif kutur inhinası.

2 — λ nin hesabı:

$$\lambda = \lambda_0 + l \text{ burada } l = \frac{\rho' \cdot y^3}{N \cdot \cos\left(\varphi + \frac{\delta\varphi}{3V^3}\right)} \text{ düsturundan hesap edilecek}$$

3 — α nin hesabı:

$$\alpha = \alpha_0 + 180^\circ t - \frac{\rho' \cdot x \cdot y}{2r^3} \text{ burada } t = l \cdot \sin\left(\varphi + \frac{2}{3}\delta\varphi\right) \text{ dir.}$$

Hjortö jeodezik Koordine hesabına mebde' alınmıştır.

Cazibe mesahalarından ve nirengilerinden Hjortö için şakul inhiraf anasını olarak

$= -2''$

$\eta = -4''$

bulunmuş ve hakikata uygun kabul edilmiştir. Bu kıymetlerle Hjortö'nün Astronomik koordineleri Jeodezik koordine haline inkilap ettirilir ve bu jeodezik koordineler diğer noktaların coğrafi koordinelerinin hesabında mebde' kıymetleri olarak alınır.

Bununla bereber V. R. Oelander'in kullandığı mebe' kıymetlerini aynen muhafaza etmek maksadile ben yukarıdaki şekilde istihsâl edilen katî Jeodezik kıymetleri hesabında kullanmayarak aşağıdaki kıymetleri esas aldım.

$$\text{Hjortö} \left\{ \begin{array}{l} \varphi = 60^\circ 5' 57,500'' \\ \lambda = 21^\circ 32' 50,500'' \\ \alpha = 142^\circ 19' 7,000'' \end{array} \right.$$

α Hjortö — Notö dilinin semtidir.

Mevzu bahis olan üç hesap kademesi

Müteakip metinde muhtelif semtler için muhtelif işaretler kullan-

nilmiş olduğundan yekdigerile karıştırılmaması için bir arada yazı yorum.

- | | |
|--|---|
| Astronomik semtler jeodezik semtler | <ol style="list-style-type: none"> 1) α' = P noktasının rasad edilen semti 2) α'_r = Laplas musavatı yardımı ile Ellipsoid üzerine nakledilen Astronomik semt = P noktasının irca edilmiş astronomik semti. 3) α'_{r_m} = P noktasında birleşen müteaddid irca edilmiş astronomik semtlerin vasatısı. 4) α = Hesabda geçen bir evvelki nokta vasıtasyyla taayyün eden P noktasındaki semt. 5) α = P noktasının astronomik ve jeodezik semtlerinden elde edilen P noktasına ait nihai semt. |
|--|---|

I.inci kademe

Hesabin ilk kademesinde zencirleri cihetlendirmek içiу yalnız Hjorto ye ait Astronomi rasadlarını kullandım. Koordinelerimede; Her semte hesapla elde edilen muayyen bir mukabil semt bulunduğundan ve nihâi netice bu suretle temamile tek ve sarîh olduğundan; bir müşkilât zuhur etmedi Bu kademeye ait koordineler: $\varphi_1, \lambda_1, \alpha_1$ dir. Neticelerin hülâsası müteâkip sahifelerde tabelle halinde gösterilmiştir.

II. nci Kademe

Hesabin ikinci kademesinde poligonları her noktasından bu noktalara ait Astronomik rasadları vasıtasyyla yeniden cihetlendirdim. Ve bu husnsda şöyle hareket ettim. Hjorto dan Nötö hesap edildi ve bu meyanda Nötöden Hjorto giden mukabil jeodezik semt α bulundu. Bunun üzerine laplas şartı yardımı ile keza Nötöye ait Astronomik α' semti jeodezik semt haline sokuldu. Her iki semtide aynı kıymetde kabul ettim ve $\frac{\alpha + \alpha'}{2}$ vasatisini teşkil ettim ve bu vasatî α yi Nötöye ait tashih edilmiş

jeodezik semt olarak müteakip hesaplarda kullandım. Vasatî ile jeodezik semt arasındaki $\alpha - \alpha$ tefazulu cihetlendirme mikdar tashihidir.

Misal olmak üzere Nötödeki tashih edilmiş istikametin hesabını yazıyorum.

$$\begin{aligned}
 \lambda'_{N_5} &= 21^\circ 45' 10,080'' \\
 \lambda &= 21^\circ 45' 14,692'' \quad (\text{Hj. mebde ine göre}) \\
 (\lambda' - \lambda) &= \underline{\quad - 4,612''} \\
 (\lambda' - \lambda) \cdot \sin \varphi &= \underline{\quad - 3,993''} \\
 \alpha'_{N_5} &= 172^\circ 26' 25,130'' \\
 - (\lambda' - \lambda) \cdot \sin \varphi & \underline{\quad + 3,993''} \\
 \alpha'_r &= 172^\circ 26' 29,123'' \\
 \alpha &= 172^\circ 26' 31,091'' \\
 \alpha'_r - \alpha &= \Delta = \underline{\quad - 1,968''} \quad \text{Laplas şartına göre fark} \\
 \alpha - \alpha &= -0,984 = \frac{\Delta}{2} \quad \text{ciketlendirme mikdari tashihi} \\
 \frac{\alpha'_r + \alpha}{2} &= \alpha = 172^\circ 26' 30,107'' = \text{Nötödeki tashih edilmiş istikamet}
 \end{aligned}$$

Bu suretle baki kalan Laplas farkı

$$\frac{\Delta}{2} = -0,984 \text{ oluyor.}$$

Bundan sonra vasatî ile Dragsfjard hesap edildi, Dragsfjard de aynı şekilde tashih edilmiş jeodezik semt bulundu ve bu veçhile poligon noktadan noktaya devam ettirildi. Cihetlendirme tashih miktarlarının kıymetleri Laplas noktalarının poligonun şekline icra ettikleri tazyikin bir mikyasıdır. Burada aradaki noktalara bir taksim yapılamadığından cihetlendirme tashih miktarları her mebde noktasile yeni nokta arasında semtde tefazul olarak baki kalırlar. Bunun neticesi olarak yeni noktadan mebde noktasına yapılan hesapda mebde noktası için başka kıymetler elde edilir.

Aşağıdaki tabeledede ben yeni noktadan geri yapılan hesapda her iki poligonda mebde noktalarının Linear kaymalarını hülasa ettim.

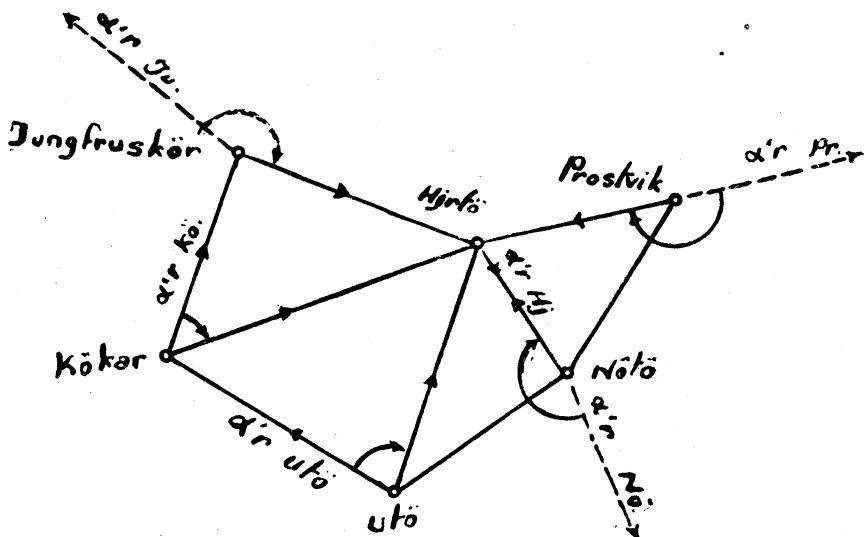
| I. Zug Hjortö—Helsinki: | | | | II. Zug Hjortö—Sigtiskär: | | | |
|-------------------------|----------|---|-----------------------------------|---------------------------|----------|---|-----------------------------------|
| Seite | log. s. | Orient. Verb. $\delta'' = \frac{\Delta''}{2}$ | $\frac{s \cdot \delta''}{\rho''}$ | Seite | log. s. | Orient. Verb. $\delta'' = \frac{\Delta''}{2}$ | $\frac{s \cdot \delta''}{\rho''}$ |
| Nö—Hj | 4.27 626 | -- 0,984 | — 9,0 | Kö—Hj | 4.59 956 | -- 0,324 | — 6,2 |
| Dr—Nö | 4.58 680 | — 0,313 | — 5,9 | De—Kö | 4.47 901 | -- 0,629 | — 9,2 |
| Ve—Dr | 4.27 625 | + 0,915 | + 8,4 | Jo—De | 4.46 532 | -- 0,368 | — 5,2 |
| Te—Ve | 4.53 272 | -- 1,232 | — 20,3 | Ma—Jo | 4.26 280 | -- 0,927 | — 8,4 |
| Br—Te | 4.48 941 | + 0,339 | + 5,1 | Si—Ma | 4.30 391 | + 0,427 | + 12 |
| Fa—Br | 4.43 743 | + 0,381 | + 5,1 | | | | |
| He—Fa | 4.53 408 | + 0,142 | + 2,4 | | | | |

Poligon noktaları tekrar Kranz sistemlerinin merkez noktaları olarak kabul edilir ve her Kranz sistemi kendi başına merkez noktası mebde olarak tashih edilmiş istikametlerile koordinelene. Birse bütün şebeke noktaları için başka başka kıymetler elde edilir. Cihetlendirme tashih miktarları çok küçük olur ve yahut bu mikdarları ileri ve geri hesaplarda noktaların koordineleri arasındaki farklar birkaç santimetre içinde kalacak şekilde küçültmek imkân dahilinde olursa astronomik rasatların sonradan jeodezik şebekeye ithali herhangi bir muvazeneye lüzum göstermeden mümkün olur. Bu kademedede bulunan koordineler φ_3 , λ_2 , α dir. Bu kademeeye ait neticeler mukayese tabelelerinde aşağıda gösterilmiştir.

III. üncü kademe

Üçüncü kademedede: Bütün noktaların astronomik rasatlarını tashih edilmiş istikametlerin elde edilmesinde kullandım. Nasıl yapıldığını mebde noktası Hjortö ve Nötö için izah edeyim:

Hjortö noktasının mücaviri bulunan bütün noktalara ait irca edilmiş astronomik α' semtleri Hjortö ye nakledilir. Nasıl olduğu şu resimden anlaşıılır.



Kranz sisteminin her kıyı noktasında irca edilmiş astronomik α' semtlerinden ve jeodezik olarak muvazene edilen müselles zaviyelerinden merkez noktasına giden istikametler hesap edilir.

Merkezde bu istikametlerden mukabil semtler teşkil edilir ve mukayese maksadile bütün bu semtler müşterek bir istikamete, merkez noktasının α' ne raptedilir. Bu semtlerden, bizzat Hjortö ye ait irca edilmiş astronomik semtde dahil olduğu halde; vasatı irca edilmiş astronomik semt α'_{rm} elde edilir. Bu vasatinin vezni P_1 semtlerin çıktıgı noktaların adedine müsavidir. Mebde noktası olmak itibarile Hjortö de jeodezik semt mevcut olmadığından, vasatı irca edilmiş astronomik semt aynı zamanda Hjortö nün tashih edilmiş semti olarak $\alpha'_{rm} = \alpha$ kullanılır, bununla Nötö hesap edilir ve Nötö deki jeodezik mukabil semt α aynı P_1 veznile bulunur. Şimdi Nötö de aynı şekilde P_2 veznile bir vasatı irca edilmiş astronomik semt elde edilir. Hjortö de buna tekabül

eden α jeodezik semt mevcut olduğundan bu defa her ikisinden vezinler nazarı itibara alınarak umumî vasatî adedi

$$\alpha = \frac{P_1 \cdot \alpha + P_2 \cdot \alpha'_{rm}}{P_1 + P_2} \quad \text{teşkil edilir ve bu tekrar Nötö'nün tashih edilmiş istikameti } \alpha \text{ olarak kabul edilir.}$$

Bu α kıymetile bundan sonra Dragsfjârd hesap edilir ve bu suretle poligon noktadan noktaya yeniden cihetlendirilir.

Misal olmak üzere burada Dragsfjârd deki tashih edilmiş istikametin hesabını yazıyorum.

Dragsfjard deki semtler:

| Dragsfjârd ün irca edilmiş semti = $352^\circ 54' 11,844$ | | | | | Dragsfjârd de rasat edilmiş |
|---|--|--|--|--|--|
| Nötö » » » » = | | | | | 11, 486 Dragsfjârd e merkezlendirilmiş |
| Prostvik » » » » = | | | | | 11, 054 » » » |
| Lemlaks » » » » = | | | | | 13, 494 » » » |
| Vestlaks » » » » = | | | | | 13, 986 » » » |
| Bengtskar » » » » = | | | | | 12, 462 » » » |
| Starskar » » » » = | | | | | 13, 564 » » » |
| | | | | | 10, 890 : 7 = 1,556" |

Dragosfjârd de irca edilmiş vasatî astronomik semt olarak :

$$\alpha'_{rm} = 352^\circ 54' 12,556" (P=7)$$

$$\alpha = 352^\circ 54' 12,383" \text{ Nötö'nün jeodezik semti; vezni } P=6$$

$$\text{Umumî vasatî adedi } \frac{7 \cdot 0.556" + 6 \cdot 0.383"}{7+6} \frac{6.190}{13} = 0.476"$$

$$\alpha = 352^\circ 54' 12.476" \text{ Dragsfjârd de tashih edilmiş semt}$$

$$\text{Laplas şartına nazaran kalan fark} = \alpha'_{rm} - \alpha = + 0,080"$$

$$\text{Cihet tashihi} = \alpha - \alpha = + 0,093"$$

Tashih edilmiş α istikametile Vestlaks hesap edilir, bununla jeodezik mukabil semt α elde edilir ve bu Vestlaks de tashih edilmiş istikametin bulunmasında; yukarıdaki misalde Nötö ye ait α nasıl kıymetlendirilmişse öylece kıymetlendirilir. Bu hesap tarzında elde edilen netice son derece müsaittir.

Vasatî ircâ edilmiş astronomik semtlerin teşkilinde her iki sistem arasında daima aynı dört nokta kullanılmış olduğundan büyük cihetlendirme tashihatının zuhur etmeyeceği evelden belli idi. Buna rağmen cihet tashihatının bu kadar küçük çökması şayansı hayrettir. Bu kademeye ait koordineler mukayese tabelelerinde φ_3 , λ_3 , α_3 ve nihaî kıymetlerde φ , λ , α ile gösterilmiştir.

Aşağıda her merkez noktasında α'_{rm} lerin hesabına yarayan semtleri yazıyorum. Doğrudan doğruya yekdiğerine merbut Laplas noktalarının astronomik rasatlarının uygunluğunu göstermesi itibarile kıymeti vardır.

Hjortö

| | | | |
|------------------------|---|-----------------|---------|
| α' r von Hjortö | = | 142° 19' 7,766 | - 1,609 |
| " " Prostvik | = | 5,174 | + 0,983 |
| " " Nötö | = | 5,415 | + 0,742 |
| " " Utö | = | 7,217 | - 1,060 |
| " " Kökar | = | 6,735 | - 0,578 |
| " " Jungfruskär | = | 4,634 | - 1,523 |
| $\alpha'rm$ | = | 142° 19' 6,157" | |

Nötö

| | | | |
|----------------------|---|------------------|---------|
| α' r von Nötö | = | 172° 26' 29,123 | + 1,046 |
| " " Hjortö | = | 31,474 | - 1,305 |
| " " Prostvik | = | 28,884 | + 1,285 |
| " " Dragsfjärd | = | 29,482 | + 0,687 |
| " " Storskär | = | 31,119 | - 0,950 |
| " " Utö | = | 30,931 | - 0,762 |
| $\alpha'rm$ | = | 172° 26' 30,169" | |

Dragsfjärd

| | | | |
|----------------------------|---|------------------|---------|
| α' r von Dragsfjärd | = | 352° 54' 11,844 | + 0,712 |
| " " Nötö | = | 11,486 | + 1,070 |
| " " Prostvik | = | 11,054 | + 1,502 |
| " " Lemlaks | = | 13,494 | - 0,938 |
| " " Vestlaks | = | 13,986 | - 1,430 |
| " " Bengtskär | = | 12,462 | + 0,094 |
| " " Storskär | = | 13,564 | - 1,008 |
| $\alpha'rm$ | = | 352° 54' 12,556" | |

Vestlaks

| | | | |
|--------------------------|---|------------------|---------|
| α' r von Vestlaks | = | 157° 23' 36,894 | - 1,576 |
| " " Dragsfjärd | = | 34,753 | + 0,565 |
| " " Lemlaks | = | 36,508 | - 1,190 |
| " " Perniö | = | 35,795 | - 0,477 |
| " " Hanko | = | 34,340 | + 0,978 |
| " " Tenhola | = | 33,515 | + 1,803 |
| " " Bengtskär | = | 35,422 | - 0,104 |
| $\alpha'rm$ | = | 157° 23' 35,318" | |

Tenhola

| | | | |
|-------------------------|---|-----------------|---------|
| α' r von Tenhola | = | 28° 14' 38,980 | + 1,223 |
| " " Vestlaks | = | 42,358 | - 2,155 |
| " " Perniö | = | 41,013 | - 0,810 |
| " " Kärkelä | = | 40,033 | + 0,170 |
| " " Bredberg | = | 40,883 | - 0,680 |
| " " Jussarö | = | 38,558 | + 1,645 |
| " " Hanko | = | 39,595 | + 0,608 |
| $\alpha'rm$ | = | 28° 14' 40,203" | |

Bredberg

| | | | |
|--------------------------|---|------------------|---------|
| α' r von Bredberg | = | 256° 56' 58,006 | - 1,419 |
| " " Tenhola | = | 56,096 | + 0,491 |
| " " Falkberg | = | 58,423 | - 1,836 |
| " " Kärkelä | = | 57,202 | - 0,615 |
| " " Jussarö | = | 55,666 | + 0,921 |
| " " Porkkala | = | 54,131 | + 2,456 |
| $\alpha'rm$ | = | 256° 56' 56,587" | |

Falkberg

| | | | |
|--------------------------|---|-----------------|---------|
| α' r von Falkberg | = | 99° 44' 33,428 | - 1,211 |
| " " Bredberg | = | 33,005 | - 0,788 |
| " " Helsinki | = | 33,327 | - 1,110 |
| " " Porkkala | = | 29,124 | + 3,093 |
| " " Kärkelä | = | 32,202 | + 0,015 |
| $\alpha'rm$ | = | 99° 44' 32,217" | |

Kökar

| | | | |
|-----------------------|---|---------------|---------|
| α' r von Kökar | = | 16° 7' 4,778 | - 0,576 |
| " " Hjortö | = | 5,809 | - 1,607 |
| " " Degerby | = | 3,837 | + 0,365 |
| " " Kumlinge | = | 2,848 | + 1,354 |
| " " Jungfruskär | = | 2,680 | + 1,522 |
| " " Utö | = | 5,260 | - 1,058 |
| $\alpha'rm$ | = | 16° 7' 4,202" | |

Degerby

| | | | |
|-------------------------|---|-----------------|---------|
| α' r von Degerby | = | 114° 5' 15,721 | - 0,265 |
| " " Kökar | = | 16,655 | - 1,199 |
| " " Jomala | = | 15,609 | - 0,153 |
| " " Jungfruskär | = | 14,559 | + 0,897 |
| " " Kumlinge | = | 14,734 | + 0,722 |
| $\alpha'rm$ | = | 114° 5' 15,456" | |

Jomala

| | | | |
|------------------------|---|-----------------|---------|
| α' r von Jomala | = | 13° 41' 56,915 | - 0,926 |
| " " Degerby | = | 57,024 | - 1,035 |
| " " Marby | = | 55,427 | + 0,562 |
| " " Geta | = | 54,589 | - 1,400 |
| $\alpha'rm$ | = | 13° 41' 55,989" | |

Marby

| | | | |
|-----------------------|---|----------------|---------|
| α' r von Marby | = | 56° 42' 30,632 | + 0,947 |
| " " Jomala | = | 32,119 | - 0,540 |
| " " Signilskär | = | 32,413 | - 0,836 |
| " " Geta | = | 29,784 | + 1,795 |
| " " Sälskär | = | 32,946 | - 1,367 |
| $\alpha'rm$ | = | 56° 42' 31,579 | |

Signilskär

| | | | |
|----------------------------|---|-----------------|---------|
| α' r von Signilskär | = | 31° 45' 39,377 | - 0,414 |
| " " Marby | = | 37,596 | + 1,367 |
| " " Sälskär | = | 39,916 | - 0,953 |
| $\alpha'rm$ | = | 31° 45' 38,963" | |

Üç hesap Kademesine ait neticeler
1 — Jeodezik arzların mukayesesi

| Nokta | φ_1 | φ_2 | φ_3 | $\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{1000}$ | $\frac{\varphi_3 - \varphi_1}{1000}$ | $\frac{\varphi_3 - \varphi_2}{1000}$ |
|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Hjortö | 60° 5' 57,500 | 57,500 | 57,500 | 0 | 0 | 0 |
| Nötö | 59 57 53,833 | 53,832 | 53,835 | - 1 | + 2 | + 3 |
| Dragsfjärd | 60 2 31,983 | 31,985 | 31,989 | + 2 | + 6 | + 4 |
| Vestlaks | 60 4 59,262 | 59,267 | 59,269 | + 5 | + 7 | + 2 |
| Tenholo | 60 3 28,157 | 28,162 | 28,167 | + 5 | + 10 | + 5 |
| Bredberg | 60 7 17,284 | 17,295 | 17,300 | + 11 | + 16 | + 5 |
| Falkberg | 60 14 16,824 | 16,838 | 16,845 | + 14 | + 21 | + 7 |
| Helsinki | 60 11 4,796 | 4,813 | 4,825 | + 17 | + 29 | + 12 |
| Hjortö | 60° 5' 57,500 | 57,500 | 57,500 | 0 | 0 | 0 |
| Kökar | 59 55 23,941 | 23,943 | 23,936 | + 2 | - 5 | - 7 |
| Degerby | 60 2 4,599 | 4,602 | 4,592 | + 3 | - 7 | - 10 |
| Jomala | 60 8 30,388 | 30,389 | 30,376 | + 1 | - 12 | - 13 |
| Marby | 60 13 14,483 | 14,482 | 14,467 | - 1 | - 16 | - 15 |
| Signilskär | 60 11 11,902 | 11,895 | 11,880 | - 7 | - 22 | - 15 |
| Grisslehamn | 60 5 34,395 | 34,382 | 34,366 | - 13 | - 29 | - 16 |

2 — Jeodezik tullerin mukayesesi

| Nokta | λ_1 | λ_2 | λ_3 | $\frac{1}{1000}$ $\lambda_2 - \lambda_1$ | $\frac{1}{1000}$ $\lambda_3 - \lambda_1$ | $\frac{1}{1000}$ $\lambda_3 - \lambda_2$ |
|-------------|---------------|-------------|-------------|---|---|---|
| Hjortö | 21 32' 50,500 | 50,500 | 50,500 | 0 | 0 | 0 |
| Nötö | 21 45 14,694 | 14,692 | 14,698 | - 2 | + 4 | + 6 |
| Dragsfjärd | 22 25 43,701 | 43,697 | 43,703 | - 4 | + 2 | + 6 |
| Vestlaks | 22 45 28,633 | 28,627 | 28,634 | - 6 | + 1 | + 7 |
| Tenholo | 23 22 5,523 | 5,517 | 5,525 | - 6 | + 2 | + 8 |
| Bredberg | 23 54 28,441 | 28,433 | 28,441 | - 8 | 0 | + 8 |
| Falkberg | 24 20 32,004 | 31,992 | 31,998 | - 12 | - 6 | + 6 |
| Helsinki | 24 56 59,026 | 59,016 | 59,023 | - 10 | - 3 | + 7 |
| Hjortö | 21 32 50,500 | 50,500 | 50,500 | 0 | 0 | 0 |
| Kökar | 20 55 37,535 | 37,533 | 37,541 | - 2 | + 6 | + 8 |
| Degerby | 20 26 7,030 | 7,028 | 7,032 | - 2 | + 2 | + 4 |
| Jomala | 19 57 23,655 | 23,651 | 23,653 | - 4 | - 2 | + 2 |
| Marby | 19 40 1,483 | 1,476 | 1,476 | - 7 | - 7 | 0 |
| Signilskär | 19 18 38,006 | 38,002 | 38,002 | - 4 | - 4 | 0 |
| Grisslehamn | 18 49 0,659 | 0,659 | 0,660 | 0 | + 1 | + 1 |

3 — Jeodezik semtlerin mukayesesı

| Nokta | α_1 | α_2 | α_3 | $\alpha_2 - \alpha_1$ | $\alpha_3 - \alpha_1$ | $\alpha_3 - \alpha_2$ |
|-------------|----------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Hjortö | 142° 19' 7,000 | 7,383 | 6,157 | + 0,383 | - 0,843 | - 1,226 |
| Nötö | 76 49 40,890 | 40,287 | 40,200 | - 0,603 | - 0,690 | - 0,087 |
| Dragsfjärd | 75 53 40,294 | 39,377 | 39,696 | - 0,917 | - 0,598 | + 0,319 |
| Vestlaks | 94 28 43,963 | 43,960 | 43,332 | - 0,003 | - 0,631 | - 0,628 |
| Tenhola | 76 28 54,420 | 53,185 | 53,487 | - 1,235 | - 0,933 | + 0,302 |
| Bredberg | 61 30 4,717 | 3,820 | 3,305 | - 0,897 | - 1,412 | - 0,515 |
| Falkberg | 99 44 33,561 | 33,042 | 32,177 | - 0,519 | - 1,384 | - 0,865 |
| Helsinki | 280 16 11,603 | 11,227 | — | - 0,376 | — | — |
| Hjörtö | 240 43 43,790 | 44,173 | 42,947 | + 0,383 | - 0,843 | - 1,226 |
| Kökar | 294 30 49,899 | 49,956 | 49,061 | + 0,057 | - 0,838 | - 0,895 |
| Degerby | 294 20 50,009 | 49,436 | 48,885 | - 0,573 | - 1,124 | - 0,551 |
| Jämala | 298 48 60,765 | 59,821 | 59,145 | - 0,944 | - 1,620 | - 0,676 |
| Marby | 259 17 34,743 | 32,869 | 32,990 | - 1,874 | - 1,537 | + 0,121 |
| Signilskär | 249 22 9,585 | 8,140 | 7,945 | - 1,445 | - 1,631 | - 0,186 |
| Grisslehamn | 68 56 28,191 | 26,750 | 26,565 | - 1,441 | - 1,626 | - 0,185 |

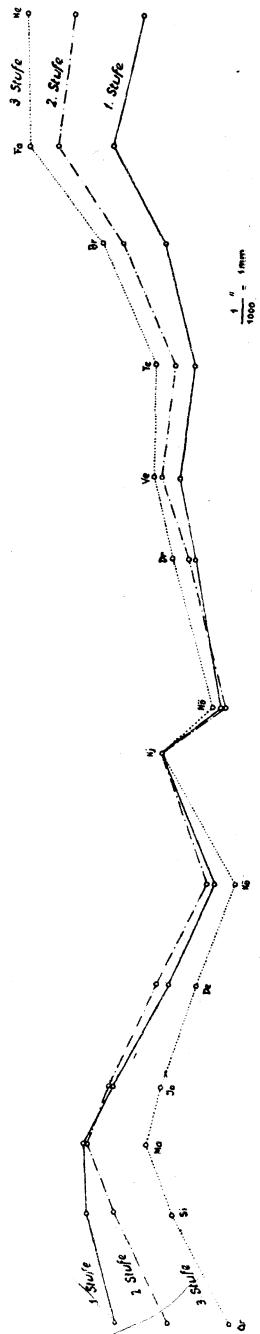
4 — Laplas farklarının ve tevcih hatalarının mukayesesı

Orientierungsverbesserungen.

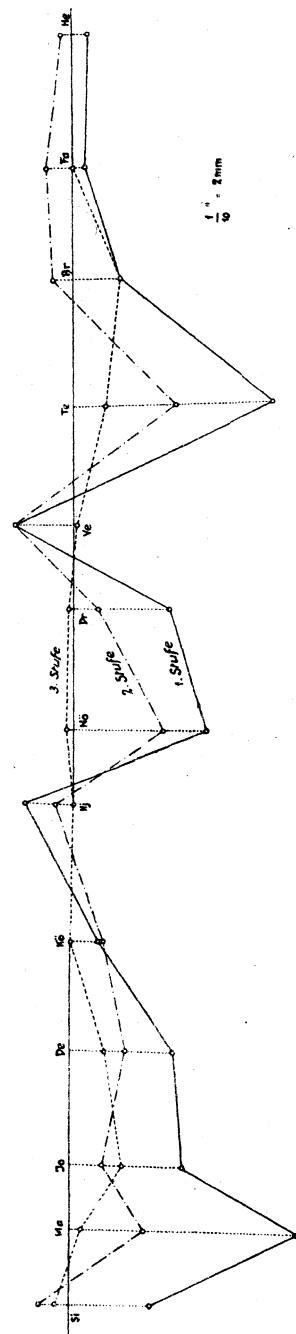
(Graphische Darstellung s. S. 33).

| Nokta | Δ_1 (1. Kademe) | Δ_2 (2. Kademe) | Δ_3 (3. Kademe) | Orien- Tevcih. hatası 2 | Orien- Tevcih hatası 3 |
|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Hjortö | + 0,766 | + 0,383 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Nötö | - 1,586 | - 0,984 | + 0,150 | - 0,984 | + 0,150 |
| Dragsfjärd | - 1,227 | - 0,313 | + 0,080 | - 0,313 | + 0,093 |
| Vestlaks | + 0,917 | + 0,915 | - 0,034 | + 0,915 | - 0,033 |
| Tenhola | - 2,462 | - 1,232 | - 0,304 | - 1,232 | - 0,303 |
| Bredberg | - 0,551 | + 0,340 | - 0,558 | + 0,339 | - 0,478 |
| Falkberg | - 0,128 | + 0,381 | + 0,040 | + 0,381 | + 0,033 |
| Helsinki | - 0,225 | + 0,142 | — | + 0,142 | — |
| Hjörtö | + 0,766 | + 0,383 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Kökar | - 0,266 | - 0,324 | 0,000 | - 0,324 | 0,000 |
| Degerby | - 1,200 | - 0,629 | - 0,339 | - 0,629 | - 0,283 |
| Jämala | - 1,308 | - 0,368 | - 0,616 | - 0,368 | - 0,493 |
| Marby | - 2,795 | - 0,927 | - 0,101 | - 0,927 | - 0,129 |
| Signilskär | - 1,014 | + 0,427 | + 0,199 | + 0,427 | + 0,120 |
| Grisslehamn | — | — | — | — | — |

Üç hesap kademesine ait coğrafi arzlar



Üçakademeye ait laplas farkları



III. ÜNCÜ KISIM

Astronomik rasatların muvazene edilmiş şebekelere sonradan ithali:

3 üncü kademenin neticesi aynı zamanda bütün şebekenin şimdi yepilacak koordinelenmesinin halli demekti.

Merkez noktalarından hareket ederek her Kranz sistemi kendi α'_{rm} ile kendi başına koordinelendi. Mücavir sistemlerde hesap edilen aynı noktaların koordineleri arasındaki farklar bütün şebeke dahilinde 10 cm. dahilinde kahyordu. φ deki en büyük fark $0,002'$ ve λ deki en büyük fark ise $0,006'$ dan ibarettir. Farkların şebekenin nerelerinde vukua geldiğini yegân yegân aşağıdaki tabela gösterir.

| Nokta | Unt Farkı $\frac{1}{1000}''$ | | Nokta | Farkı in $\frac{1}{1000}''$ | |
|------------|------------------------------|-----------|-------------|-----------------------------|-----------|
| | φ | λ | | φ | λ |
| Hjortö | 1 | 1 | Falkberg | 0 | 0 |
| Utö | 1 | 1 | Porkkala | 0 | 1 |
| Nötö | 0 | 0 | Helsinki | 0 | 0 |
| Prostvik | 1 | 3 | Jungfruskär | 1 | 2 |
| Storskär | 0 | 1 | Kökar | 1 | 2 |
| Lemlaks | 1 | 0 | Kumlinge | 1 | 2 |
| Dragsfjärd | 0 | 0 | Degerby | 2 | 1 |
| Bengtskär | 0 | 1 | Toböle | 2 | 5 |
| Vestlaks | 2 | 0 | Jomala | 0 | 0 |
| Perniö | 1 | 1 | Geta | 1 | 0 |
| Hanko | 2 | 1 | Maröy | 1 | 0 |
| Tenhola | 2 | 1 | Sälskär | 1 | 2 |
| Kärkelä | 0 | 4 | Signilskär | 0 | 0 |
| Jussarö | 1 | 6 | Understen | 0 | 0 |
| Bredberg | 0 | 0 | Grisslehamn | 0 | 0 |

φ de $1/1000''$ 60° lik arzda 3.1 cm. ye tekabül eder. Kalan en büyük fark 6,2 cm. dir.

λ de $1/1000'$ 60° lik arzde 1,5 cm. ye tekabül eder. Kalan en büyük fark 9 cm. dir.

Vasatı alınarak şebekenin nihaî koordineleri bulunmuştur. Farklar vasatîyi 5 cm. den fazla tecavüz etmemektedir. Bu sebep-ten muvazene edilmiş şebekenin şekil değiştirmesinden bahis edilemez. Şebeke pratik olarak değişmemiştir ve bütün astronomi rasatları şebekenin tevcihî için nazarı itibara alınmıştır.

**Astronomik ve Jeodezik koordinelerin ve keza müselles zencirine
ait şakul inhıraf hadlerinin cedveli :**

Die astron. Astronomik koordineler : $\varphi', \lambda' \alpha'$; *) $\xi = \varphi' - \varphi$

Die Nihâî Jeodezik koordineler : $\varphi, \lambda \alpha$; $\eta = (\lambda' - \lambda) \cdot \cos \varphi$

| Nokta | E Arz e | | L Tul e | | A Semt t | | ξ | η |
|-------------|---------------|-----------|----------------|-----------|---------------|----------------|--------|---------|
| | φ' | φ | λ' | λ | α' | α | | |
| Grisslehamn | 60° 05' 31,38 | 34,366 | 18° 49' 22,995 | 0,660 | ° ' " | 68° 56' 26,565 | - 2,99 | + 11,14 |
| Understen | 60 16 27,38 | 32,146 | 18 55 38,970 | 13,677 | - | 114 27 53,869 | - 4,77 | + 12,54 |
| Signliskär | 60 11 5,57 | 11,880 | 19 18 47,145 | 38,002 | 31 45 47,31 | 31 45 38,764 | - 6,31 | + 4,55 |
| Sälskär | 60 24 37,56 | 43,886 | 19 35 40,740 | 35,759 | 212 00' 28,30 | 169 8 40,749 | - 6,33 | + 2,46 |
| Marby | 60 13 8,71 | 14,467 | 19 40 7,995 | 1,476 | 56 42 36,29 | 56 42 31,680 | - 5,76 | + 3,24 |
| Geta | 60 23 2,57 | 8,360 | 19 50 59,895 | 55,223 | 110 17 24,35 | 167 33 22,844 | - 5,79 | + 2,31 |
| Jomala | 60 8 25,48 | 30,376 | 19 57 25,665 | 23,653 | 13 41 58,66 | 13 41 56,605 | - 4,90 | + 1,01 |
| Degerby | 60 2 0,74 | 4,592 | 20 26 4,215 | 7,032 | 114 5 13,28 | 114 5 15,795 | - 3,85 | - 1,40 |
| Kumlinge | 60 14 49,25 | 53,804 | 20 47 3,300 | 7,864 | 167 39 32,54 | 167 39 37,709 | - 4,55 | - 2,26 |
| Kökar | 59 55 16,44 | 23,936 | 20 55 27,570 | 37,541 | 16 6 56,15 | 16 7 4,201 | - 7,50 | - 5,00 |
| Jungfruskär | 60 8 55,37 | 59,285 | 21 3 23,355 | 30,245 | 306 3 18,89 | 196 13 53,633 | - 3,92 | - 3,43 |
| Utö | 59 46 48,31 | 53,596 | 21 21 58,695 | 69,976 | 302 41 12,66 | 15 36 57,208 | - 5,29 | - 5,68 |
| Hjortö | 60 5 55,28 | 57,500 | 21 32 42,015 | 50,500 | 142 19 0,41 | 142 19 6,157 | - 2,22 | - 4,23 |
| Nötö | 59 57 50,87 | 53,835 | 21 45 10,080 | 14,698 | 172 26 25,13 | 172 26 30,020 | - 2,97 | - 2,31 |
| Storskär | 59 48 59,07 | 63,160 | 21 47 29,145 | 34,512 | 352 28 27,43 | 54 34 52,075 | - 4,09 | - 2,70 |
| Prostvik | 60 12 42,70 | 45,297 | 22 3 3,105 | 3,593 | 68 35 46,14 | 211 2 48,354 | - 2,60 | - 0,24 |
| Łemlaks | 60 16 24,78 | 27,903 | 22 22 14,130 | 14,166 | 248 52 27,84 | 172 51 10,654 | - 3,12 | - 0,02 |
| Dragsfjärd | 60 2 29,22 | 31,989 | 22 25 40,830 | 43,703 | 352 54 9,36 | 352 54 12,476 | - 2,77 | - 1,43 |
| Bengtskär | 59 43 23,49 | 26,486 | 22 29 58,740 | 58,915 | 66 40 56,15 | 19 45 0,593 | - 3,00 | - 0,09 |
| Vestlaks | 60 4 56,48 | 59,269 | 22 45 24,330 | 28,634 | 157 23 33,17 | 157 23 35,352 | - 2,79 | - 2,15 |
| Hanko | 59 49 27,80 | 31,612 | 22 58 12,075 | 15,323 | 40 26 57,75 | 40 27 1,521 | - 3,81 | - 1,63 |
| Perniö | 60 14 28,11 | 30,328 | 23 3 2,280 | 3,283 | 82 25 31,42 | 222 45 14,838 | - 2,22 | - 0,50 |
| Tenholå | 60 3 24,80 | 28,167 | 23 22 7,995 | 5,525 | 28 14 41,12 | 28 14 40,507 | - 3,37 | + 1,23 |
| Jussarö | 59 49 12,79 | 16,492 | 23 34 29,925 | 25,035 | 336 32 51,75 | 29 1 23,277 | - 3,70 | + 2,46 |
| Kärlälä | 60 16 34,64 | 38,066 | 23 36 19,440 | 20,759 | 208 27 0,79 | 135 52 19,609 | - 3,43 | - 0,65 |
| Bredberg | 60 7 11,47 | 17,300 | 23 54 31,410 | 28,441 | 256 57 0,58 | 256 56 57,145 | - 5,83 | + 1,48 |
| Falkberg | 60 14 10,04 | 16,845 | 24 20 44,925 | 31,998 | 99 44 44,65 | 99 44 32,177 | - 6,81 | + 6,42 |
| Porkkala | 59 56 5,08 | 9,860 | 24 23 39,420 | 30,355 | 307 39 7,64 | 355 20 8,836 | - 4,78 | + 4,54 |
| Helsinki | 60 11 2,18 | 4,825 | 24 56 68,940 | 59,023 | 280 16 19,98 | 280 16 10,222 | - 2,65 | + 4,93 |
| Toböle | 60 20 — | 49,944 | 20 3 — | 27,494 | — | 193 47 12,596 | — | — |

*) Die astronomisch
geodätischen Institutes Nr.