



Tartu Riikliku Ülikooli Geograafia kateeder

Kateedri juhataja: dots. J. Kents.

K A R T O G R A A F I A

loengud 1946.-1947.õppeaasta sügissemestril
geograafia osakonna II kursuse üliõpilasile.

Dots. J. K e n t s,
geograafiateaduste kandidaat.

Tartu 1947

K A R T O G R A A F I A

I. S i s s e j u h a t u s e k s.

1. Kartograafia ülesanded, sisu ja liigitus.

Maa keraja pinna kujundamine tasapinnale on üks raskemaid probleeme. Põhjuseks - Maa kuju ja maapinna ebamäärasus - geoidi pind. Kuna $\frac{3}{4}$ Maa pinnast on kaetud veega, siis geoidi ehk Maa matemaatiliseks pinnaks selline pind, mis ühtub vee pinnaga vaiksuses olekus, s.o. merepinna tasem. See vastandiks Maa füüsilisele pinnale.

Geoidi pinna määramine kuulub raskemate geodeesia ülesannete sekka. Samuti raskemaid ülesandeid on geoidi pinna kujundamine tasapinnale. Siin eri võtte ja meetodid väikese maa-ala kujundamisel ja eri võtted ning meetodid suurema maa-ala kujundamisel.

Geodeesia andmeil on maa-ala kuni 10 km raadiusega (ringikujul), s.o. kuni 32 km^2 ehk 32000 ha pindalaga kujundamisel tasapinnale viga pikkustes vähem kui 2 cm. 20 km-lise läbimõõdu kohta on viga vähem kui $\frac{1}{1000000}$. See on selline viga, mis võib ettetulla ka kõige täpsemategi mõõtmiste puhul. Praktiliselt sellise veaga ei arvestata. Teoreetiliselt asja võttes on sfäärilise pinna laotamine tasapinnaks ^{täpselt} võimalu. Seega ka väikesimat maapinna osa ei saa võtta tasapinnana. Nii on asja matemaatiliselt võttes moonutused kaartidel paratamatud.

Vanadel kultuurrahvastel on maapinna joonised mitmesuguste nimede all tuntud - kreeklastel näit. "pinax", roomlastel - "orbis pictus tabula" jne. Praegusaegne kaardi nimetus pärit ladinakeelsest sõnast "charta". See esialgu tähendas "kirja" ehk "teatist".

D e f i n i t s i o o n: "Kartograafia on eriteadus sellest 1). kuidas kaarte joonistada, 2) kuidas kaardil peegeldada maapinna erilisi, mitmesuguseid looduslikke esemeid, sotsiaal-majanduslikke ja poliitilisi nähtusi, 3) kuidas kaarte koostada ja väljaanda ning 4) kuidas kaarte kasutada" (G.P.Lyodt).

"Kartograafia tervikuna võttes on teadus geograafilisest kaardist ja selle koostamise ning paljundamise meetodeist ja protsessidest.

Kartograafia liigitus disiplinideks;

1. Kaarditeadus - a) kartograafia ajalugu;

b) üldosa - tähtsamad kartograafilised mõisted; kaardi elementide kirjeldamine ja analüüsimine seoses nende ajaloolise arenguga ja vastastikkuse sõltuvusega;

c) kartograafiliste materjalide üldülevaade ja praegusaja kartograafiliste materjalide analüüs ja hinnang.

2. Matemaatiline kartograafia - kaardiprojektsioonide teooria ja kartomeetria.

3. Kaartide koostamine ja redigeerimine - Kaartide valmistamise meetodid ja toimingud (jaguneb mitmeks eriosaks).

4. Kaartide kirjastamine - Kaartide tootmise ja mehhaanilise paljundamise (trükkimise) meetodite ja toimingute uurimine." (K.A.Salištšev).

II. Kartograafia ajalooline ülevaade

1. Üldvaade.

Kartograafia on geograafia üks lähimaid naaberteaduseid. Nende teaduste areng on üksteisega tihedas seoses. Kartograafia alguses areneski maateaduse ja maadekirjelduse alusel - maapinna ja sellel asetsevate esemete asendi ja kuju väljendamine joonise, kaardi näol. Hiljem sai Kartograafia iseseisvaks teadusharuks. Kasutab laialt geograafia, matemaatika, astronoomia, geodeesia jt. teaduste saavutusi.

Kartograafia arengu ajalugu jaotatakse kolmeks perioodiks: 1) vanaaeg - haarab ajaloolise vanaaja ja keskaja; 2) suurte geograafiliste avastuste algusest XV sajandi lõpust kuni XIX sajandini, ja 3) kääsolevaeg - XIX sajandist alates. XVIII sajandi II pool moodustab ülemineku teisest perioodist kolmandasse.

Esimene periood iseloomustab maaismaa ja vee vahelise piiri korraldamisega ning Maa kontuuri ja kuju määramisega.

Teine periood on kartograafia teadusliku õitsengu ajaks. Kartograafide teaduslik mõttekäik suundus mitte ainult maakera pinna üksikute punktide vastastikkuse asendi määramisele geograafilise laiuse ja pikkuse järgi vaid ka teaduslike aluste väljatöötamisele Maa sfäärilise pinna kujutamiseks. tasapinnale. Kartograafia rajatakse matemaatika alusele, hakkavad ilmuma mitmesugused kartograafilised projektsioonid.

Kolmas periood on Maa teadusliku mõõtmise ja maapinna reljeefi detailse uurimise ajaks,

A. Kartograafia esimene periood

Haarab kartograafia algeid ürgsete ja madalakultuuriliste rahvaste juures, teadusliku kartograafia tekkimise Vanakreekas, selle õitsengu hellenismi maades, languse keskajal ja uue tõusu alged keskaja lõpupoolel.

2. Ürgrahvaste ja vanakultuurrahvaste kaardid.

a) Inimkonna ürgaja elust ja kultuurist on meil vähe teateid. Mõninal määral on seda küsimust valgustanud XIX sajandi teisel poolel alusta-

tud süstemaatiline arheoloogiline uurimine. On tekkinud palju arheoloogilisi muuseume, laialine kirjandus.

Arheoloogiliste muistisleidude hulgas ka kaartide algeid - kriipsutused kivil, luuliistakutel, lõiked puul - võbrelde leiukoha ümbruse kaartidega osutuvad need kriipsutused ürginimese kaartideks - on jäädvustatud ürginimese tähelepanekud oma ümbruse maastikust. - Seda teataval määral aitab tõestada ka praegusaegsete ürg- ja primitiivsete rahvaste elu. XVI-XVIII sajandite geograafilised avastused "avastasid" Euroopa rahvaste terve rea "metsikuid rahvaid", kes oskasid ka oma tuntud ümbrust primitiivseile "kaartidele" joonistada. Näit. Mõõdunud sajandi lõpu poolt indiaanlaste "kaardid" Xingu (Amazonase paremp. lisajõgi) ja Colorado jõe (Põhja-Am.) ümbrusest.

Nagu geograafia, nii ka kartograafia ajalugu sama vana kui inimsugu. Kartograafia väljakasvanud inimkonna praktilisist vajadusist. Seeses üldise kultuuriajaloo käiguga.

b) Vanakultuurrahvaste - egiptlased, babüloomlased, assüürlased ja föiniiklased - geograafia ja kartograafia tekkis juba mitu aastatuhandet enne meie ajaarvamist. Otsesoid muistisleide sellest ajast vähe, kaudseid siiski rohkesti. Kaartjoonistused savitahvleil ja papüürusel. Vaated Maa kuju suhtes väga primitiivsed, kuid siiski mitmekesised. Babüloomlastel, perslastel, kreeklastel - Maa tasapiinnaline ring, piiratud ringikujuliselt veega; egiptlastel - pikk, kitsas vööde. Laialisem geograafiline vaade oli föiniiklastel ja karthagolastel - oli tuntud Eurooga läänerrannik kuni Briti saarestik kaasaarvatud, Aafrikast Madeira ja Kanaaria saared, Punane meri, Araabia meri jne. Märkimisväärt karthagolaste ekspeditsioon Hanno' juhatusel 476.a. e.m.a. Aafrika läänerrannikut mööda kuni Guinea laheni, selle kirjeldas mitmes osas ühtub ja tõestub praegusaja etnograafiliste oludega.

Vanakultuurrahvaste kaartidel märgitud tuntud alade kontuurid, üksikute punktide asend seoses teistega, teateid majandusliku iseloomuga (tööstusest, maksudest jne.) linnade jooniste juures jne.

3. Teadusliku kartograafia tekkimine vanal ajal

a) Loodusteaduste, nende sead ka geograafia ja kartograafia aluste rajajaks vanakreekas matemaatik ja astronoom **T h a l e s** (640-548 a.e.m.a.) - koostas taevakaardi - ja **A n a x i m a n d r o s** (610-548 a.e.m.a.) - vanaaja esimene geograaf ja kartograaf, ka atoomi õpetuse algete rajaja, koostas oma kaardi jaoks esimese püstküliliku projektsiooni (see aluseks hilisematele tsilindrilistele projektsioonidele). Maad sellel kaardil kujutatakse veega ümbritsetud lameringina. Muistendi järgi on Anaximandros koostanud ka esimese Kreekamaa kaardi. Neid kaarte hiljem parandasid ja täiendasid Aristágoras ja Hekataios (550-480).

H e r o d o t e s (485-425) - geograafiline silmaring laienes tunduvalt (põhjas - Lõuna-Vene, lõunas - kuni Niiluse allikateni, läänes - ookean, idas - Induse jõgi).

A l e k s a n d e r S u u r (356-323) - geogr. silmaringi laienemine (sõjakäigud, kolooniate loomine, linnade asutamine - Alexandria), kreeka kultuuri (hellenismi) levitamine - Alexandria akadeemia asutamine (323). Hiljem selle kooli juurde ~~xxx~~ kaks raamatukogu (sadasid tuhandeid käsikirju) . Raamatukogud hävisid (47 a.e.m.a.) Juljus Cesare sõjakäigul ja lõplikult (341 a.p.m.a.) ristiusu ja hellenismi vahelisel võitlusel. Aleksandria kool loova teadusliku uurimise keskuseks vanaajal matemaatika, astronoomia, füüsika, geograafia, kartograafia jt. teaduste alal. Kuni II sajandi lõpuni Aleksandria kool esikohal maailmas. Siin said oma ettevalimistuse kõik tähtsaimad antiikaja teadlased mõne sajandi vältel.

P y t h e o s, Aleksander Suure kaasaegne, reisis Lääne-Euroopa rannikumail inglistina ja merevaigu otsimise sihiga, koostas suure reisi kirjelduse, mis tervikuna kadunud, fragmentidena hilisemais teoseis (näit. Straboni teoses) alale jäänud. Tema kirjeldusi (teos "*Of oceans*" ehk "*Über den Ozean*") kaasaegsed ei uskunud, hilisemad uurimised on tema kirjelduste tõepärasust kinnitanud. Uuris tõusu- ja möönanähtusi ja nende seost kuufaasidega.

A r i s t ó t e l e s (384-322) - esimesed tõestused Maa keraasusest. Enne seda **P y t h a g o r a s** (582-507) ja tema koolkond teoreetilistel

kaalutlustel Maa kerasust. Maa kerasuse vaate tähtsus karograafilises mõttes - uus alus kaartide koostamiseks - Maakera suuruse arvestamine.

b) Esimene Maa suuruse arvutamine kaaremõõtmise teel (ca 300 a. e.m.

a.) Lysimachias Aristotelese õpilase *Dikaíarchos* Messseenest (350-290) poolt. *Dikaíarchos* pani aluse kaardivõtgu arengule - joonistas kaartidele erilise joone "diagfragma" läbi (Gibraltari väina, Messina väina, Rhodose saare ja mööda Tauria mäeahelikku kuni problemaatilise Aasia ida servani) - kaart kaheks pooleks; hiljem diagfragmale ristijoon läbi Rhodose, Aleksandria, Sienna lõunasse ja põhja kuni Boristhenese (Dnepri suudmeni). Mõlemad jooned jaotati stadiumiteks, seega abiks kaartide joonestamisel. - *Dikaíarchos*'e maakirjeldas "Peridos ges" katkendid säilinud; temalt ka esimesed kõrguste mõõtm. (trigonom.) ja mäestike märkimine kaardil.

Ερατοσθένης (276-195) - Aleksandria raamatukogu juhataja, vanaaja üks suurimaid geograafe, ühtlasi ka matemaatik, astronoom, geodesist - jätkas ja täiendas *Dikaíarchose* alustatud kaaremõõtmist ja kaardivõtgu koostamist. - Kaare mõõtmise (meridiaani kaar) Aleksandria ja Sienna vahel - geomeetiliseks aluseks; määrata kaare pikkus kraadi des (Päikese kõrguse abil) ja sama kaare pikkus pikkusmõõtmises, siit ühe kraadi pikkus pikkusmõõtmises, siit maakera ümbermõõdu pikkus. Põhiprintsiip õige, kasutatakse meie päevilgi. Mõõtmisriistad olid puudulikud - Aleksandria ja Sienna pole ühel ja samal meridiaanil (vahe 3°), nende vaheline kaugus kaamelite käigu aja järgi (5000 staadiumi). Siiski tulemus üsna lähedane praegusaja saavutistele (250000 staadiumi). - Kaardivõtgu alal: diagfragmale rida paralleelseid abijooni ja samuti ka ristjoonele rida paralleelseid jooni läbi astronoomiliselt määratud punktide, seega joonte kaugus üksteisest mitte ühtlane; seega tuntud maad püstkülükute vahel (vene transkriptsioonis "*сфпаруги*"). Kirjutas suure geograafilise teose (3 raamatut), esimesena võttis tarvitusele termini "Geographika"; tema Maa kaart täiendustega kehtiv kuni I sajandi lõpuni p.m.a.; kaardil oli tõele lähine maismaa ja veejaotus; tema püstkülükulisel kaardil puudus veel matemaatiline alus. - Eratosthenese järgi

õikumeen suur saar ookeanis - maismaad $1/3$, ookeani $2/3$ maakera ümbermõõdust; ookeani suurus takistavat sõitu Ibeeria rannikult Aasia idarannikule - kaks maailmajagu: Euroopa põhjas (siia ka Siber ja Araalo-Kaspia), Aasia lõunas; on ka rahvapärane kolme maailmajao liigitus (nähtavasti Aristotelese ja Dikaiarchose ettepanek). Eratosthenese Maa kaardil maailmajao jagunevad "sfragliddeks".

- Kartograafia alal eeltöödest pärast Eratosthenes't on märkida:

aa) A p o l l o n i o s P e r g e s t (ca 250-190) - tema teostest tähtis teos koonuslõigete kohta, milles rida tähtsaid teoreeme koonuslõigete kohta, muuseas ka tulemus, et kõik koonuslõikeid võib saada ühel ainsal koonusel, kui aga valida sobivalt lõikav tasapind; tema poolt oli koostatud ka ortograafiline kaardivõrk.

bb) H e r o n Aleksandriast (II sajandi lõpul e.m.a.) - rakendusmatemaatik ja füüsik, kartograafia suhtes on tähtis tema laoline geodeesiaalane teos hulga ülesannetega maamõõdu alalt; pinnavormide kõrguste määramiseks eriaparaat- d i o p t e r.

- H i p p a r c h o s Nikeast (190-125) - vanaaja suurimaid astronoomide arvustas teravalt Eratosthenese Maa kaarti astronoomiliste punktide vähesuse ja ebatäpsuse suhtes; Kaartide koostamiseks jagas ekvaatori 360° (enne teda oli ekv. jagatud 60 osaks); mitmesuguste punktide asendi maa-keral määras kindlaks astronoomiliste vaatluste alusel; esimesena võttis tarvitusele terminid "geograafiline laius ja pikkus" (samamõistetes, kui see on kehtiv praegusajalgi); rajas kartograafiale esimesed teaduslikud alused - koostas esimese koonuselise kaardiprojektsiooni, mida hiljem Ptolemaios täiendas.

c) Antiikaja kartograafia ja geograafia kõrgeim tase - Ptolemaios, Strabon, Marinus, Poseidóniós (135-51) teotses Rhodose saarel, ajaloolane ja geograaf - arendas Eratosthenese tööd - kaaremõõtmise (?).

S t r a b o n (63 a.e.m.a. - 19 a.p.m.a.) geograaf ja ajaloolane - palju reisinud, geogr. teos 17 raamatut "Geographica" meie ajani säilinud, ainukene tervikuna säilinud geogr. teos; koostatud peamiselt kirjanduslike

allikate alusel, Eratosthenese alusel - üldmaateadus ja maadeteadus, ka pinnareljeefi süsteem esitatud - tähtsaks allikaks keskaja lõpul ja uusaja algul. -

M a r i n u s Tüürosest (100 a.e.m.a.) kaardijoonestamiseks võttis Maad kui kera, koostas täielise kaardivõrgu. Arvestas Maad Poseidoniose järgi väiksemana kui Eratosthenesel - tema kaardil ookean väiksem - temal oli ka tõsine geograafiline teos (kaduma läinud), mida Ptolomaios oma teoses arvestas ja kasutas. - Maa ümbermõõt 180000 staadiumi, maismaa ida-läänesuunas 112500 staad. ehk 225 pikkuskraadi.

P t o l o m a i o s Klaudios (87-150 a.p.m.a.) Aleksandrias vanaaja suurimaid astronome - suurteos araabiakeelse tõlke järgi "Almugest" geotsentriline maailma süsteem, matemaatika, astronoomia, geograafia (13 raamatut) - "Geograafia" (füüsiline geogr. ja kartograafia) lisaks 27 kaarti mitmesugusteist maadest ja tervest Maast. Maakaardi jaoks koostas koonuselise projektsiooni. Maakaardi aluseks oli Marinose kaart, mida täiendas ja täpsustas. Ptolomaiose õikõneen palju laialisem endistest kaartidest, põhjas - Skandinaavia ja Põhja-Venemaa, lõunas - Niiluse allikaist kaugele, kuid täpselt määramata - ühtus kagus ümber India ookeani Ida-Aasiaga, idas - Põhja- ja Lõuna-Hiina, koos Indostani ja Indo-Hiinaga. Suur viga selles, et võttis Maa mefidiaani kaare suuruseks mitte Eratosthenese vaid Poseidoniose mõõdu, mille järgi Maa ümbermõõt 180000 staadiumi - maismaa sellest ümbermõõdust 90000 staadiumi ehk 180 pikkuskraadi (tõeline 130°) - Atlandi ookeani laius väikene - Vahemeri tõelisest 1 1/2 korda ida-lääne suunas pikem. Maismaad Maa pinnast ca 2/3 - vett üle 1/3; see vaade kehtis kuni XV sajandi lõpuni - oli aluseks Kolumbuse reisukavale üle Atlandi ookeani Ida-Aasiasse. - India ookean kujunes Ptolomaios'e kaardil teiseks (kuid suuremaks) "Vahemereks". - Ptolomaiose kaartidel ka pinnamoe kujundamise alged - antakse peamiste mäeahelikkude suunad, tähtsamad mäetippe märgitakse kriipsukestega - pinnamoe iseloomu kujutamisel uus termin "topograafia".

- Kartograafilises teoses nõudis kaardile märgitavate punktide geogr. koordinaatide määramist astronoomiliste vaatluste alusel. Algmeridiaaniks

võttis Kanaaria saarestiku meridiaani. Ühikute maade kaartide joonistamiseks kasutas peamiselt stereograafilist projektsiooni. - Ptolomaiose kaardid originaalis pole säilinud (hävisid koos Aleksandria raamatukoguga). V sajandil taastati neid ära kirjade ja säilinud arvestuste varal. Hiljem kirjastati neid mitu korda.

4. Kartograafia rooma-ajastul.

Rooma impeeriumi vägevuse tõus ülemaailmseks aastail 264-133 e.m. a. Kreeka vallutamine 146.a.e.m.a. - Rooma provintsiks muutumine - sai eelduseks antiikse kultuuri langusele kõigis hellenismi maades. Provintside ekspluateerimine, terav vastuolu valitseva klassi (sõja-aristokraatia, suurmaaomanikud) ja orjade vahel sai aluseks Rooma impeeriumi langusele (orjade ülestõusud, laialiste rahvahulkade rahutused).

- Roomlaste sõjakäikude tõttu laienes ka teadlaste geograafiline silmapilr, näit. Ptolomaios, kellel olid omaaja kohta määratu suured geograafilised teadmised, kuid sellega aga ka lõpeb geograafia ja kartograafia antiikajne areng ja algab languse ajastu. Kreeklastelt omanatatud geograafilistele ja kartograafilistele teadmistele roomlased midagi juurde ei lisanud, kuid kartograafia teoreetiliste aluste ignoreerimisega soodustasid kartograafia üldist langust. Päril langus antiiksete teaduste alal algab II sajandi keskpaigul - algab terav võitlus uue kristiuse ja vana hellenismi vahel.

- Rooma impeeriumi aegseist roomlaste poolt koostatud kaartidest on nn. Peutinger'i kaart (Tabula Peutingeriana) teede ja marsruutide kaart (itinerarium) Hispaaniast Indiani. Koostatud II sajandil p.m.a. 12 suurel prgamendi lehel ($6\frac{3}{4}$ m pikk ja $1\frac{1}{3}$ m lai), ilma mingi teadusliku aluseta ja projektsioonita - laiussuunas venitatud, pikkussuunas kokku surutud, seega mõõt ja esemete vastastikune kaugus ebaõiged - märgitud on teedevõrk, linnad (majadena), jõed (jämedad lainelised jooned), metsad (puude grupid), mäed (küngaste joonisena) jne. Koostajaks peetakse keiser Augustuse nõunikku Agrippa't. Original pole säilinud. Koopia oli XVI sajandil sattunud saksa humanisti Konrad Peutingeri (1465-1547) kätte Augsburgis, sealt ka nimetus pärit.

Oli ka teisi itineraarisid, neist tähtsaim Antoniuuse itineraar. Oli ka puhtsõjalisi teedekaarte (teede etappide ja xxi asulate nimed, nende vaheline kaugus jne.), mis samuti ilma igasuguse matemaatilise aluseta.

Ladinakeelseist geograafilisist teoseist on mainida Pomponius Mela (teos: de situ orbis - 43.a.p.m.a.) ja Plinius'e ("Naturalis historia" 37 raamatu seas II-VI taamatut) samast I sajandist. Need on veel XVII ja XVIII sajandil geograafiliste raamatute eeskujuks.

5. Kartograafia langus keskajal.

Keskaeg, V-XV sajandini, on kõigis suhetes regressioonil ja languse ajaks. Põhjused: IV sajandist algavad madalakultuuriliste nomaadi rahvaste sissetungid Kesk-Aasiast Ida-Euroopasse - järelduseks suur rahvaste rändamine Euroopas lääne- ja lõunasuunas; hävineb suur Rooma impeerium, tema asemele tekivad uued riigid ja rahvad, kes oma senise madala kultuuri tõttu ei suuda veel korrata haarata ja arusaada vanast kõrgeast antikest kultuurist. Ka ilmavaade ja religioon on teine - ristiusk imede usuga ja müsteeriumiga - juurdleval ja arutleval mõistusel pole siin paika. Kõige elu, ilmavaate ja teaduse aluseks on piibel. Vanakreeka teadus kui paganlik on keelatud ja selle pooldajad langevad karistuse alla. Ristiusu võidu ohvriks langes 341.a.p.m.a. Aleksandria kuulus raamatukogu kui paganlik asutus. - IV-V saj. vältel jaguneb ristiusk kaheks konfessiooniks: kreekakatoliku usk - haarab Ida-Euroopa ja Lääne-Aasia rannikumaad (viimastest tõrjutakse ta hiljem muhamediusu poolt välja) ja roomakatoliku usk - haarab Lääne-Euroopa. Üldine teaduse langus on mõlema usu leviku ajal üks ja sama.

Sellel taustal on geograafia ja kartograafia langenud ürgaegse madalakultuuri rahvaste tasemele. Maa kurasuse õpetus loeti piibli õpetuse ja inimliku mõistuse vastaseks. Maad vaadeldi kui püstkülikulise laua xxi või ovaalse laua kujulisena. Teadmised kaugematest maadest (Ida- ja Lõuna-Aasiast) olid väga kehvad. Maa äärealadel arvati olevat väga imelikke ja eriskummalisi elukaid ja inimesi. Varakristliku keskaja (VI sajandi esimene veerand) kaubanduslikkudest reisudest, mis ulatus Indiani ja sealt Ida-Aafrikasse, on mainida Kosma Indikoplov'i (Indikopleust) büsantia

kultuurimaailt. Üksikud mungad ja misjonärid tungisid ka Kesk-Aasiasse, Indiasse ja Hiinasse. Ristiusu levitamise kõrval õpiti ka lähemalt tundma Ida- ja Põhja-Euroopa senini tundmatuid maid ja rahvaid.

Varakristliku keskaja maailmakaardid (kuni X sajandini) olid püstkülikulised, väga primitiivsed, ilma mingi matemaatilise aluseta - neist tuntum büsantia kultuurisektoris Kosma Indikoplovi oma. Pärast VI sajandist - õikunneen püstkülikuline, piiratud ookeanist, idas ookean eraldab inimestele ligipäästamatu paradiisi. - Oma maailmasüsteemi Kosma Indikoplov põhjendab teoses "Kristlik topograafia" (Indikoplov oli esmalt kaupmees, hiljem munk). Indikoplovi vaadete pooldajaid ja kindlalt uskujaid leidis vene võimalikkude hulgas veel XVI ja XVII sajandil. X sajandist alates hakati maailmakaarte kujutama ovaalsetena, hiljem - rataskaartidena - aluseks mitte kera- vaid ikka lametasapinnaline Maa. Neist kaartidest on mainida Hispaania munga B e a t u s: e kaarti 1050. a. teose "Commentaria in apocalypsum" juures ovaalse kaardina ja rataskaardina Veneetsia geograafi A n d - r e a s B i a n k a kaarti 1436. aastast.

Olgu mainitud, et sõna "geograafia" näib keskajal olevat unustusse vaibunud.

Omaette rühma keskaja kartograafias moodustavad araablaste kaardid ja itaallaste kompasskaardid.

6. Araablaste geograafia ja kartograafia.

Hoopis kõrgemal tasemel oli keskaja esimesel poolel araablaste geograafia kui Euroopa ristiusulistes maades. Siin kehtis antiikajast pärit Maa kerasuse vaade. Muhamediusk ei sattunud antiikkultuuriga sellisesse vastollu kui ristiusk. - Alates VII sajandist vallutasid ja levitasid araablased võrdlemisi lühikese ajaga oma usu ja kultuuri Lääne-Aasias, Põhja-Aafrikas, Hispaanias, Sitsiilias. Usku levitasid Ida- ja Kesk-Aafrikas, Indias, Kesk-Aasias, Hiinas - kõigi nende maadega elustus kaubanduslik läbikäimine. Neilt mailt palverändurid Mekkasse. Kogu sellel laialisel alal läbikäimiskeeleks araabia keel, levis araabia kultuur.

Araablased olid teadusehuvilised - vanakreeka teadlaste tööde tõlgiti araabia keelde, teiste seas ka geograafilised ja kartograafilised (Ptolo-

maios, Strabon). Araabia kultuurimail suured reisihuvilised (põhjusteks osalt ka neil mail valitsev nomadism) - neist tuntumad M a s s u d i, I b n H a u k a l ja M u k a d a s s i X sajandil ning I b n B a t u t a (1304-1377) XIV sajandil. Ibn Batuta't peetakse omaaja maailma suurimaks ränduriks. Ta alustas reisu 1325.a. palverändurina oma kodulinnast Tanger'ist läbi Põhja-Afrika Mekkasse, siit läbi Süüria, Persia, Mesopotaamia Ida-Afrika rannikule (kuni Kilwani), seejärel külastas Krimmi, Lõuna-Venemaad kuni Bolgharini (nüüdne Kaasan), siit läbi Hiina ja Buhhaara Indiasse, sealt läbi Tseiloni ja Indoneesia Hiinasse kuni Pekingini. 24-aastase reisu järgi jõudis kodulinna (1349 .a.). Hiljem reisis Sitsiilias ja läbi Sahara kõrve kuni Timbuktuni. Nii tema kui ka teised rändurid ja teadlased koostasid reisikirjeldusi, rahvateaduslikke ja ajaloolisi andmeid sisaldavaid geograafilisi töid. Tõeliste andmete hulgas leidis ka palju fantastilisi ja ebaõiged, eriti X sajandi rändurite ja teadlaste töis. - Nii oli araablaste geograafiline silmaring õige laialine. Peale maareisude teostati ka pikki merereise.

Araabia teaduse aluseks oli vanakreeka teadus. Sellele vaatamata oli araablaste kartograafia antiiksest madalamal. Araablased olid huvitatud astronoomiast ja astroloogiast. Maakera suuruse määramiseks korraldati kalif Mansur'i ajal IX saj. algupoolel (827.a.) astronoomide (Kalid -ben Abdulmelik ja Ali-ben-Is) poolt Tadmar'i tasandikul ja Mesopotaamias meridiaani kaare mõõtmisi, millede tulemused oli lähised Eratosthenese saavutisele. Toimutati geograafilise laiuse määramisi (kuni $1/3^{\circ}$ täpsusega). Neid andmeid aga kartograafiliselt ei kasutatud, samuti mitte kaardiprojektsioone. - Varasemates kaartides ristiusu kriikuisade mõju tuntav - ristiusu kartograafide kaartides maailma keskuseks Jeruusalemm, araablastel Mekka. Esemete asetus kaardil väga juhuslik ja eba-täpne - joonistus geomeetriliste maura stiilis arabeskidega, näit. kaart X saj. keskpaigust. Progressi (Ptolomäse kaartide alusel) esitab XII saj. koostatud geogr. ja kartograafi I d r i s i (el Edrisi) Abu Abdallah Muḥammad (1099-1154) koostatud maailmakaart. Araabia kaartidel on lõuna üleval, põhj all. Välise illustreerimise poolest on araablaste kaardid madalamal vanakreeka ja

keskaja eurooplaste kaartidest. Sakslase Günther'i arvates puuduvad araablastel kartograafiline meel. Nad olid teaduse alal ainult käsitsõelised, mitte loojad. - Araablaste teene kartograafia alal oli selles, et nad antiikaja materjale alal hoidsid ja neid hiljem eurooplastele edasi andsid. Araablaste kaudu sai ka kompass itaallastele tuttavaks (araablased omasid kompassi hiinlastelt).

7. Itaallaste kompasskaardid.

Samal ajal kui keskaja teisel poolel algab araabia kultuuri ja teaduse langus, hakkab õhtumaadel kultuuri ja teaduse tõus, eriti Itaalias. Põhjused: 1) ristisõdade mõjul otsene kokkupuude Idamaadega ja kaubanduliku läbikäimise loomine; 2) araablaste kaudu vanakreeka teaduse ja kultuuriga tutvumine; 3) araabia kultuurikolled Hispaanias ja Sitsiilias; 4) linnade tekkimine ja ühes sellega ka kaubandusliku ja käsitsõustusliku kodanluse tekkimine. Selle kaudu ka teadusele kindlam materjaalne alus. - teadus võimalikkude kaitse ja ainuõiguse alt muutub ilmalikuks - ilmalikud ülikoolid. Ka geograafiline vaatering laieneb tõunduvalt. Kaubanduslikud reisud maad ja merd mööda - Marco Polo reis (1271-1295) Kesk-Aasiasse ja Hiinamaale (oli 17 aastat Suure Khani teenistuses).

Eriti kiire oli kaubandusliku meresõidu areng Itaalias alates XI sajandi lõpust. Selle keskusteks Veneetsia, Geenua, Napoli jt. linnad. Meresõiduga seoses hakati koostama erilisi merekaarte, nn. kompasskaarte ehk portulane. Need meeleaegsete merekaartide algeoks. Neid joonistati pergamendile mereäärises kaubalinnades, peamiselt Veneetsias. XIV sajandi alguseks oli juba rohkesti selliseid kaardistikke ja ülevaate kaarte. Vahemerest, tema rannikuist ja Atlandi ookeani rannikust Marokost alates kuni Inglismaani. Kiire meresõidu arengu aluseks ja kompasskaartide aluseks oli kompassi tarvitusele võtmine. Magnetnõela omadusi tundsid juba ammu enne meie ajaarvamist hiinlased. Neil oli magnetiriba puutükil peale kinnitatud ja ujus veepeal kausikeses - seda kasutati maismaal orienteerumiseks. Araablaste kaudu said sellest riistast ka itaallased teada. Itaallased asetasid magnetnõela põõkpuust karbi põhjas oleva teraviku otsa, nii et ta vabalt liikuda võis. Seda riistapuud nimetati

Bussoliks - (buxus - pööik).

Kompasskaarte iseloomustab eriline kaardivõrk (mitte röövikute ja meridiaanide) vaid mitmest punktist lähtuvate kindla arvu rumbide järgi - tavaliselt 32 rumbi (32 joont võrdsete nurkade all - nurga suurus $11^{\circ}15'$) - koosnevatest joontest, mis kaardipinnal ristuvad. Mõnedele hilisematele kaartidele olid joonistatud kenad ilmakaarestikud ("*Komnaakaa poza*") kaardi keskel 16 ilmakaare suunaga, selle ümber 16 külmiste kaarestikku 32 suunaga.- Kompasskaartide esimesed koostajad Maa kerast nähtavasti ei teadnud ega pole sellega kaartide koostamisel arvestanud. Merekaardid XIV-XVI on palju täpsemad Ptolomaiuse kaartidest ja ka XVII-XVIII sajandi paljudest kaartidest. Itaalia kompasskaartidel Vahemeri, Must meri ja Euroopa ning Aafrika rannikualad õige täpselt ja õigepäraselt, näit. Korsiika on vanadel kompasskaartidel palju täpsemalt kui hilisemais atlases kuni 1749.a. - Kompasskaartide suurus tavaliselt 40x40 cm pergamendi rullides või atlases, mõõduga 1:4000000 kuni 1:7000000. Palju neid kaarte Itaalia mereäärseis sadamalinnaude muuseumis. Vahemere kaardid peamiselt Itaalia kartograafide poolt joonistatud, teiste mereude kaardid on koostatud portugali, hispaania, prantsuse ja hollandi kartograafide poolt.

Suure avastuste ajastul ilmusid nn. gradueeritud merikaardid, kus ühele meridiaanile on joonistatud eriline laiuste mõõt. Kompasskaarte kasutati veel XVII ja XVIII sajandil.

Ühel ajal kompasskaartide arenemisega toimus ka lihtkompassist merekompassi kujunemine. Kompassnõela alla karbikesse asetati kartongist, vilgukivist või plekist ring, mis jaotati 4 kvadrantiks - ilmakaarte järgi - iga kvadrant 8 rumbiks, rumbi kaar $11^{\circ}15'$ ja peale selle veel kraadide jaotus. Nii ühtusid kaartide ilmakaarestikud ja kompassi kaarestikud - nende abil kerge määrata laeva sõidukursi ja asendit. Merekompassidel on karp ja katel, õieti kaks poolkeralist katelt üksteise sees - üks neist teeb laeva kõikumised kaanäsa, teine alati horisontaalne erilise Cardano seadise abil. (Cardano, Gerónimo (ladina keeles Cardanus, Hieronymus) (1501-1576) itaalia matemaatik, filosoof, arst ja astroloog - leiutas seadise, mis võimaldab hoida keha ühes ja samas suunas, kuigi liigub alus,

millele seadis ise on kinnitatud. Keha raskuskese on madalamal kui telg, mis teda kannab ja mille ümber ta võib vabalt pöörelda. Telg toetub ringile, mis ise pöörleb teise telje ümber; selle suund on risti esimese teljega.)

B. Kartograafia arengu teine periood

Kartograafia teadusliku arengu ajastu renessansi ja suurte geograafiliste avastuste ajastust kuni XIX sajandini; kaardiprojektsioonide teaduslikkude aluste väljatöötamine matemaatiliste arvestuste alusel; maismaa ja vee vahekorraldus ning Maa kuju määramine.

3. Renessansi ja suurte geograafiliste avastuste ajastu

Renessans ehk klassikalise kreeka-rooma kultuuri, teaduste ja kunsti taassünd algas XIV s. keskpaigus Itaalias, keskused: Florentsia, Rooma, Veneetsia - raamatukogud, muuseumid, akadeemiad jne. Otsiti ja uuriti vanu kreeka teaduse ja kunsti teoseid, samuti ka vanu rooma teoseid; kreeka teoseid tõlgiti ladina keelde, samuti ka antiikseid teoseid araabia keelest ladina keelde.

Umbes 100 aast. hiljem XV s. keskpaigus, haaras renessans (itaalia keeles: Rinascimento) haaras ka teisi Lääne-Euroopa maid-trükkikunsti leiutamise, vasegraveerimine ja vasetrükk (Johann Gutenberg (1397-1468) - XV s. Euroopas üle 1000 trükikoja; Nicolai Copernikus (1473-1543) - heliotsentrilise vaate looja, Giordano Bruno (1548-1600), Galileo Galilei (1564-1642) jt.

Ptolomaiose geograafilisi töid tõlgiti ja trükiti XV s. lõpupoolel ja XVI s. algupoolel üle 50 korra; samuti ka Straboni, Pliiniust - tutvustati Maa keraarse vaatega - sellel suur mõju kartograafiale.

Suured geograafilised avastused XV s. lõpul ja XVI sajandi algupoolel ja nende põhjused: tee otsimine Indiasse, Ameerika avastamiseks - Ptolomaiose maailmakaardi alusel koostatud Paulo Toscanelli (1397-1482) kaart 1474 ja Martin Behaimi (1459-1500) gloobus ("Maa õun") 1492. (Lähemalt vt. "Üldise füüsilise geograafia" 1945/1946 õp-a. konspekt, lk. 25-28)

9. Suurte geograafiliste avastuste mõju kartograafiale.

Geograafilistel avastustel kartograafiale põhipaneva mõju - Maa kera-
sus tõestatud vastuvaidlematult; uute maade avastamine nõudis uusi kaarte;
Ptolomaiose kaardid ja kaardiprojektsioonid ei rahuldanud enam nõudeid;
projektsioon, mis oli sobiv väikesemaala jaoks (Ptolomaiose oma), andis
maakera kujundamisel suuri moonutusi. Siit paratamatus uute projektsiooni-
de järgi.

Mainitavad: 1) Nürnbergi teadlane J o h a n n e s V e r n e r (1468-
1528) XVI s. algul mitu projektsiooni, neist tähtsam õigepindne projektsi-
oon - siin terve maakera pind südamekujuline (rööbikud kontsentrilised rin-
gid, meridiaanid sujuvad kõverjooned, mis koonduvad poolustel) (Joonis vt.
Groll-Graf "Kartenkunde I", lk. 76 ja 27);

2) Saksa geograaf ja matemaatika prof. Viinis P e t e r B i e n e-
v i t s, tuntud P e t r u s A p i a n u s' e nime all, koostas peale teis-
te projektsioonide 1520.a. poolkerade projektsiooni (kasutati kui parimat
kuni XVIII s.) (rööbikud paralleelsed sirged ekvaatorile, võrdeil kaugu-
seil üksteisest, lõikavad õige pikkust keskmeridiaani täisnurkselt, meri-
diaanid ringjooned ja kõverjooned võrdseil kaugusil üksteisest) (Joonis,
Groll-Graf I, lk. 98 j. 37).

Selleaja tähtsamad kartograafid Hollandis:

3) M e r c a t o r (Gerhard Kremer) (1512-1594) - uued projektsioo-
(õigenurkne tsilindriline - laialt merekaartidena levinud) ja uued kaard:
(Euroopa 1554, vasele graveeritud 15 lehel) suurmaailmakaart 1569.a. 18
lehel, koostas suure maailma atlase kolmes jaos, kaks jagu Mercatori el
ajal, kolmas tema poja toimetusel 1595.a. - hiljem mitu trükki, neist 165
täiend. trükk 451 kaardiga) - merekaardil rumbide asemel meridiaanid ja
rööbikud; algmeridiaan Korvo saarelt Assoori saarestikus; Ferro saar alg
meridiaani kohaks pärast 1634.a. kongressi.

4) A b r a m O r t e l i u s () maailma atlase 53 kaarti
gal 1571.a. sellest kuni 1625.a. 20 trükki.

Orteliuse ja Mercatori atlased vananesid ruttu. Nende asemele uus
atlas 1631.a. Wilhelm Janson Blau poolt Amsterdamis.

XVI s. algavad suuremõõtelised kaardistamised. Neist on tähtsaim Philip Apianus'e poolt 1554-1563.a. koostatud Baieri topograafiline kaart mõõdus 1:50000 40 lehel - selleaegse topograafilise kunsti eeskuju; mainitav ka Saksi kuurvürstkonna kaart XVI sajandist.

Kolossaalne tähtsus kaardistamistööde arenguks oli mensuli leiutamine sakslase Pretorin'e poolt 1570.a. (Nürnbergi lähedal).

Vasegraveerimise tehnika arengu tõttu on geograafiliste avastuste ajastu kaardid tehniliselt ja kunstiliselt keskaegseist palju kõrgemal. Kaardimärkidelt erinevad nad aga meieaegseist (riigid - valitsejate lippudega, linnad ja lossid - losside kujudega, tornidega, kirikutega, rahvad - inim.-kujudega, pinnamood (mäed) kungastena jne.). Ka punktide asetus, kontuurid jõesed jne. olid veel väga ebatäpsed.

10. Kirdeväila ja loodeväila probleem.

Inglased ja hollandlased ^{Arind} teel Indiasse ümber Põhja-Euroopa ja Põhja-Aasia Atlandi ookeanist suurde ookeani alates XVI s. keskpaigust kuni XVI s. lõpuni - tähtsamad Barentsi ekspeditsioonid 1594, 1595 ja 1596. aastail kuni Novaja Zemlja ja Kaara moreni. Uued katsed kirdeväila avastamiseks algasid XIX s. teisel poolel, s.o. 270-275 a. hiljem ja tulemistega.

Loodeväila avastamise katsed algasid inglaste poolt 1497. Cabot'i pool, kes avas Põhja-Ameerika mandri; Frobisher'i ekspeditsioon 1576.a. jõudis kuni 63°p.l Baffinmaal, pidas seda maad Molukki saarteks; Davis'e kolm ekspeditsiooni 1585-1587 a. - tulemuseks arvamine, et Ameerika põhja osa koosneb saarestikust - Baffini ekspeditsioon 1615 ulatus Baffini lahes kuni 77 1/2° p.l. Vaheae kuni XIX algupooleni. Avastamine teos tus R. Amundseni poolt 1903-1906.aastail.

Tartu Ülikooli Raamatukogu
ARHIIVKOGU

11. Kartograafia teaduslikke aluste areng XVII ja XVIII saj.

Üldpilt Maast, väljaarvatud polaarmaad ja Austraalia, oli XVI sajandi lõpuks üldjoonis kujunenud. XVII s. algab Maa pinna detailne mõõtmine, Maa kuju ja suuruse detailne määramine. Selle aluseks

1) hollandlase W i l l e b r o r d S n e l l i u s'e (1580-1620) poolt esitatud (1615.a.) triangulatsiooni meetod, kasutatav täpseks kaardistamiseks ja kaare pikkuste mõõtmiseks kolmnurkade võrgu abil. Pinnamoe

kõrguste määramine nivellimise = nivelleerimise teel.

2) Pikksilma leiutamine ja arendamine aluseks astronoomiale - võimaldas täpsemalt geograafiliste punktide koordinaate määrata. Pikksilma täpsust suurendas prantsuse akadeemiku Picard'i (1620-1682) poolt okulaari asetatud niitide võrk., tema võttis ka geodeetiliste arvutuste juures tarvitusele logaritmid (nad leiutati inglase Napér'i poolt 1614) - Triangulatsiooni baasi mõõtmisriistad (4 m pikkused puust või rauast varbad) jäid veel puudulikeks; suurema täpsusega riistad loodi alles XIX sajandil.

3) Meridiaani kaaremõõtmisi: Akad. Picard'i poolt 1667-1670.a. Pariisi ja Amiens'i vahel - triangulatsioonivõrk kahe baasi ja 13 kolmnurgaga - täpsaim kõigist eelmisist; meridiaani kaare pikkus 111,24 km, maakera raadius 6373,12 km.

Isaac Newton'i (1642-1727) ja hollandlase Ch r. Huyghens'i (1629-1695) teoreetilised vaated Maa kuju suhtes põhjuseks uutele kaaremõõtmistele. Giovanni Cassini (1625-1712), pärast selle surma poeg, korraldas (1680-1718) kaaremõõtmise (Dünkirchen - Perpignan), see oli aluseks ka Prantsusmaa kaardistamisele; arvutuste tulemused näitasid Maa lapikust ekvaatori alal - tekkis terav vaidlus inglise ja prantsuse teadlaste vahel. Küsimuse lahendamiseks Prantsuse Teaduste Akadeemia korraldas kaks suurt kaaremõõtmise ekspeditsiooni: a) Peruu's ekvaatori all La Condamine ja Bouguer jt. juhatusel (1735-1744) ja b) Lapimaal Maupertuis, Clairaut jt. juhatusel (1736). Nende mõõtmiste tulemused tõestasid Maa lapikust poolustel. Ka enne Peruu mõõtmiste tulemust oli Cassini avastanud vea oma arvutustes, mis nüüd ka tõestas Newtoni teooriat. Maa sfäroidi kuju tõestatud.

Kartograafia arengu eelduseks ka astronoomia tõhus areng XVII ja XVIII s. Esimesed suuremad tähetornid olid Pariisis ja Greenwich'is - XVII s.; XVIII s. algul tähetornid Berliinis (1706), Peterburis (1725), Viinis (1755) - Pulkovo tähetorn ehitati 1839., on riistade poolest üks suurimaid maailmas

4) Uued kaardiprojektsioonid XVII ja XVIII s.: Delisle'i (1675-1726), Euler'i (1707-1783), Sanson'i (1600-1667), Bonne'i (1727-1795) jt.

Uued kaardid ja atlased - vabad ekstravagantseist andmeist, tundmata alad - valged laigud, kaardimärgid lähised meie ajale,; Delisle atlas (1700)

jt. prantsuse kartograafide kaardid ja atlased /Cassini 1682.a. koostas enam-vähemõigepärase "Vanamaailma"kaardi, ilmus 1693.a. prantsuse mereatlases ja 1700.a. Delisle'i atlases;

(*Гиперборей и Арбуус*) Hiina atlas (1735-1787), Itaalia kaart (1744), suur maailma atlas (1761)/.

5) Tõhusalt mõjusid ka Uued leiutised ja avastused füüsika, mehaanika ja füüsilise geograafia alal; Itallase Evangelisto F o r r i c e l l i (1607-1647) leiutas 1643.a. baromeetri, seda kõrguse mõõtmiseks kasutas esmakordselt (1648.a.) Puy de Dome'il prantsuse füüsik P a s c a l (1623-1662); Shu-rõhu muutumise seadus seoses kõrguse muutusega füüsikute B o y l e'i (1627-1691) ja M a r i o t t e'i (1620-1684). Need avastused aluseks hüpsomeetriale. Nivelleerimiseks kasutatakse aneroid-baromeetrit (avast. 1847).

Füüsikaalsete teaduste arenemise taustal arenes ka üldmaateadus; esimene teaduslik katse sellel alal oli B e r n h a r d V a r e n i u s'e "Geographie generalis" 1650.a. Ka botaanika ja zooloogia arengu taustal pandi teaduslik alus fütogeograafiale ja zoogeograafiale.

b) Uued avastusreisid XVIII s. teisel poolel - andsid täpsemaid andmeid maismaa ja vee vahekorrast, samuti ka maismaa kontuuridest. Esiljoones oli uurimisesemeks Vaikne ookean ja tema rannikud. Neid ekspeditsioone korraldasid prantslased ja inglased. Prantslaste poolt avastati Taiti, Samoa, Uus-Hebriidi jt. saarestikud (1768a.) - Louis Antoine de Bougainville (1729-1811) esimene Prants. maailma ümberreis (1766-69). Hiljem (1785) uuriti Jaapani merd ja rannikuid La Perouse de J Fr. G. (1741-1788) (Laperuza).

- Eriti tähtsad olid inglase J a m e s C o o k'i kolm ekspeditsiooni: 1769-1771 -(Tubua saarestik, Uus-Meremaa, mida esialgul arvas "Terra Australis" olevat); 1772-1775 (pühendus Terra Australis'e otsimisele - selgitas, et suurt müütilist Lõunamandrit ei ole ja aitas lahendada vee ja maismaa vahekorra küsimust vee ülekaalu kasuks); 1776-1779 (Vaikse ookeani idaranniku uurimine Tulemaa saarestikust kuni Beringi mereni - eesmärgiks oli Loodevõilla probleem, Beringi väinas takistasid jää massid edasisõitu, uuris Kamtsatka rannikut, siit Havai saarestikule, kus 14.veeb. 1779. kokku-põrkes pärismaalastega sai surma). Cook'i ekspeditsioonid olid teaduslikult

ettevalmistatud - kaasas etnograafid, loodusteadlased, astronoomid - avastatud maade kaardistamine jne.).

XVIII sajandil hakati ka Aafrika sisemaad, Põhja-Ameerika põhjaosa, Lõuna-Ameerika sisemaad, samuti ka Araabia jt. sisemaid uurima.

7) Uued meridiaanikaare mõõtmised XVIII lõpupoolel - aastail 1792-1798 (1/4 Pariisi meridiaanist - Dünkirchen - Barcelona) aluseks meetrimõõdustiku loomisele; teostati prantsuse teadlaste *M e c h a i n* (Memen) (1744-1804) ja *D e l a m b r e*, Jean Baptist Joseph (1749-1822) poolt. Triangulatsioonivõrk: 115 kolmnurka, 2 baasi ja 5 astronoomilist punkti, ennenägematu oma ulatuselt. Tulemused tõestasid, et meridiaanikaare kraadide pikkus suureneb ekvaatorilt pooluste poole; Maa lapikuse arv saadi 1/334, Maa sferoidaalne kuju oli tõestatud, kuid täpne suurus ja kuju muutus uueks probleemiks.

Suuremõõtelistel kaardistamistel kujuneb kolmas mõõde (kõrguse määramine) oluliseks elemendiks - nivelleerimine ja selle abil pinnamoe täpsem ülevaade. Mõõtmisviisid ja aparaadid täienevad - tulemused täpsustuvad. Kujuneb esinev omalaadne teaduslik ja tüpne Prantsusmaa topograafiline kaart (1733-1793.a. toimetatud kaardistamise alusel) mõõdus 1:86400, koosnes 184 lehest, väljaandjaks ja tööde korraldajaks oli Pariisi Akadeemia. See kaart sai teistele maadele eeskujuks - esmalt järgnesid Venemaa ja Itaalia.

XVIII sajandi lõpul saksi topograaf Lehman loob pinnamoe kujundamiseks kriipsukeste meetodi - 9 realine astrik $0^{\circ}-45^{\circ}$ kallaku tähistamiseks vertikaalse valgustuse puhul. Kesk- ja vanaaegne mägede kujundamine (mutimullahunnikud) asetati XVIII s. algupoolel keskusest kiirtetaoliselt väljuvate joonekestega, ~~mäeahelikud~~ - kahale poole väljuvad piklikud kriipsukeste read.

Täielise revolutsiooni pinnamoe kujundamises löid Prantsuse geograafid XVIII sajandi lõpul isohüpside ja isobaatide tarvitusele võtmisega. Isohüpse kasutati Prantsuse topograafilisel kaardil esmakordselt.

Uued pinnamoe kujundamisviisid ongi geograafia ja kartograafia tähtsamaks saavutusiks XVIII sajandil.

8) Uued projektsioonid XVIII teiselt poolelt - uute andmete ja kaardistuste tõttu ka uued kaardiprojektsioonid - neist tähtsamad:

a) Saksa astronoomi ja matemaatiku Johann Heinrich *L a m b e r t*'i

(1728-1777) uued projektsioonid ja teoreetiline uurimus kartograafia teaduslikkeist aluseist; projektsioonidest tähtsamad: õigepindne asimuutaalne, õigepindne tsilindriline ja õigenurkne koonuseline.

b) Prantsuse matemaatiku Josiph Louis L a g r a n g e'i (1736-1813) matemaatiline arutlus õigenurkseist projektsioonidest ja tema ringikujuline kaart (rööbikud ja meridiaanid ringjoonte kaared) projektsioon (1779.a) kogu Maa pinna kujundamiseks.

XVIII sajandi lõpul pannakse alus sõjaväe kartograafia arengule. See kujunes kindralstaapide ülesandeks. Sõjaväeliste kaardistamiste kõrval arenesid hiljem ka teiste valitsusasutuste kartograafia osakonnad ja erikaardistamised.

Mainitav on XVIII s. teiselt poolelt tõhus füüsilise geograafia järeleoste loodusteaduste areng (saksa filosoofi Im. Kant'i "Füüsilise geograafia leksiad"; rootsi teadlase W. Bergman, prantsuse naturalist Buffon jt.). Valdab maadeteadus, selles palju anektoote, ajaloolisi juttusid, mälestusmärke, arvuseid, asulate loetelusi jne. Kant'i teos kõige solidsem, siingi "Füüsilises geograafias" üks peatuukk pühendatud "Merkwürdigkeiten"-ile.

12. Vene kartograafia areng XVII ja XVIII sajandil.

a) Esimene erikaart Venemaa kohta koostati 1525.a. Veneetsia kartograaf Battist Agneze'i poolt (kompasskaart) (ilmus trükist 1881 Veneetsias); järgmine kaart ilmus 1544.a. Sebastian Münsteri poolt. - Raamatu ja kaardi oma isiklikkude külastuste ajal Moskovia kohta andis välja sakslane H e r - b e r s t e i n 1549.a., kaart astronoomiliste andmete alusel, ulatus kuni Obi jõeni idas; teos tutvustas esmakordselt Venemaad Lääne-Euroopale.

Hiljem, 1562.a. ilmus Londonis Venemaa kaart inglase (poolt, kes ekspeditsioonidega 4 korda Venemaad külastas - ülesandeks oli otsida kaubateed Hiinamaale läbi Venemaa.

1594.a. ilmus Mercatori poolt täielik Venemaa kaart meridiaanide ja rööbikutega.

1614.a. ilmus Amsterdamis kartograafi Gerritz'i poolt eriti täielik Venemaa kaart.

b) vene oma kartograafia algab XVI s.-esimene vene kaart nn. "Suur Joonis" ("*Великая карта*"), koostamise aeg täpselt teadmata. 1627.a. kulumise tõttu parandati ja täiendati, seda tehti hiljem ka veel kaks korda; originaali ega ka koopiald pole alal hoidunud. "Suur Joonise" kaasas oli raamat kirjeldustega. Seda trükiti esmakordselt Peterburis 1792.a. ja ka hiljem (3-s tr. 1846.a.). Raamatust selgub, et "Suur Joonis" oli vee- ja maateede marsruutkaart.

1680.a. koostati teine "Suur Joonise" kirjeldus, ilmus Peterburis 1773. XVI s. teisel poolel hakkab Moskva valitsus huvituma Siberist. Kasakate atamaa *J e r m a n* 1577.a. üle Uurali; 1581.a. vallutas tatarlaste riigi *g a l i n n a*; Jenissei jõeni jõuavad 1610, Leena jõeni 1628, Baikali järv avastatakse 1643 ja Ohhoota mereni 1639.a. Nii kestis vallutamine 60 aastat, sellele järgneb Siberi koloniseerimine ja tundmaõppe venelaste poolt. Jakuutia kasak *S e m j o n D e z n e v* Kolõma jõge mööda Põhja-Jäätmerde sealt ida poole, avastas Deznevi neeme 1648 ja väina, mis lahutab Ameerika Aasiast. Sellele faktile ei antud omal ajal vajalikku tähelepanu.

Esimene Siberi kaart koostati tsaar Aleksei Mihhailovitš käsul Toboli voevoda Godunovi poolt 1667.a. - puule lõigatud kaardil oli märgitud jõestik ja Uurali mäestik.

Täpsam Siberi kaart koostati "Siberi kroonikakirjutaja" S.E.Remesov'i poolt riide peal (3x4 ars, ehk 2x3 m) 1697.a. ilma kaardivõrguta, araablaste eeskujul põhi all, lõuna üleval; 1701.a. Remesov koostas Siberi atlase 23 kaardist nime all "*Карта Сибири*".

c) Peeter Suure ajastu - Peeter Hollandis tutvus kartograafiaga, asutas Moskvas esimese kooli "matemaatiliste ja navigatsiooniliste teaduste" jaoks komandeeris ohvitseri välismaale kaardistamise töid õppima; uuritakse Aasovi ja Mustamere rannikuid ja Doni jõge ning teisi jõgesid 1696.a. Pärast Baltimaade vallutamist algavad Soome ja Liivi lahe kaardistamise tööd, Kaspia mere 1714 ja Valgel merel - pärast Peetri surma 1727. Kirde-Siberi ranniku kaardistamiseks 1729 saadetakse Evreinovi ja Lužini ekspeditsioon Kamtšatkale ja ~~Kurili~~ Kurili saarestikku kaardistama ja ja selgitama, kas "Ameerika ühtub Aasiaga" - kaardistamine teostus, teine ülesanne mitte. Selle lahendamiseks saadab 1725.a. Peeter Vitus Beringi juhatusel teele nn. I Kamtšatka ekspe-

ditsioon - 1728.a. Bering avastab teiskordselt väina, mida Dežnev oli 80 a. varem juba avastanud - Beringi väina. II Kamtsatka ekspeditsioon 1733-1742 Aasia ja Ameerika vahelise mere ja rannikute uurimiseks ja uute maade avastamiseks. Samal ajal ka terve rida teisi ekspeditsioone Põhja-Jäämere ranniku uurimiseks ja kaardistamiseks Arhangelskist kuni Kamtsatkani Beringi ülemjuhatusel. - Üldnimetus: Suur Põhja ekspeditsioon. - Hiljem korraldas Beringi asemel seda tööd Admiralteedi Kollegium: Teostajaiks olid 1734-1743.a. perioodil: Arhangelskist kuni Obi suudmeni esialgu Muravjev ja Pavlov, siis Malogin; teine salkkond - Obi suudmest Jenissei suudmeni. - Kolmas - Jenissei suudmest Leena suudmeni Minini ja Striglovi juhatusel; Leena suudmes ja sellest idapoole neljas salkkond kahe laevaga Prontsistsevi ja Lasiniuse juhatusel, Prontsistsevi surma järgi tema asemele astus Laptev - Kaardistati ja uuriti kuni Kolõma suudmeni. Sellest suurest Põhja ekspeditsioonist võttis osa ka esimene vene teadlane K r a s e n i n n i k o v, (naturalist, astronoom, filoloog, ajaloolane). T s e l j u s k i n 1742.a. avastas Tseljuskini neeme koos Laptevigaga.

See ekspeditsioon nõudis palju inimohvreid, eriti vaikse ookeani rühmas. Siin hukkus ka Bering. - Tulemused olid tõhusad kaardistamise kui ka Põhja-Siberi rahvaste tundmaõppe alal.

Kaardistamise ja kartograafiliste tööde üldkorraldajaks määras Peeter I Senati sekretäri I.K.Kirillovi, teadusliku aluse rajajaks kutsus Prantsuse astronoomi ja kartograafi Joseph Delisle 1721.a., saab 1726. Teaduste Akadeemia liikmeks. Delisle paneb vene kartograafiale teadusliku aluse, määratakse astronoomilisi punkte Euroopa-Venemaal ja Siberis. Materjalide puudulikkuse ja ebatäpsuse tõttu töö venis. Sellel alal arusaamatusi Kirilloviga. 1734.a. ilmus Kirillovi atlas vene ja ladina keeles (1 üldkaart mõõdus 285 versta tollis + 14 erikaarti), mõõdus 4-5 korda suuremas; üldkaart koostetud projektsioonis, algmeridiaan läbi Hiiumaa). Kava kohaselt pidi ilmuma 3 köidet a 120 kaarti. Ilmunud moodustas 1 vilm. Kirillovi surm 1738.a. takistas selle grandioose ettevõtte teostamist.

d) Teaduste Akadeemia kartograafilised tööd - Teaduste Akadeemia Peeter I poolt 1725.a. Selle Geograafia osakond Delisle ettepanekul 1739.a. Selle

esimeseks juhatajaks Delisle, hiljem matemaatik akad. Euler.

"Vene keiserrigi atlas" 1745.a. vene ja ladina keeles - 20 kaarti, kust 13 lehte Euroopa-Venemaast mõõdus 34 versta tollis, 6 lehte Aasia-Venemaad väiksemas mõõdus ja üldkaart (2 lehel) mõõdus 206 1/2 tollis. Kaartidel vete võrk, metsad üksikpuude ja mäeahelikud üksikküngaste näol, asulad jne. Atlasel oli edasiseks kartograafiliseks arenguks suur tähtsus. Geograafia Departament kogus uusi andmeid ja kaarditusi atlase täienduseks. Geograafia Departamenti juhatajaks 1757-1763.a. vene teadlane M.V. Lomonossov (1712-1765) - tegevus elav: parandati 10 akadeemilise atlase kaarti ja anti välja mitu uut kaarti. Lomonossovi kavas oli 3 astronoomilist ekspeditsiooni 50 linna geograafilise asendi määramiseks. Akadeemias valitseva aaksavoolu poolt ei leidnud see kava teostamist.

e) Üldmaade mõõtmine - Algas 1765.a. ja kaaras suurema osa Euroopa-Venemaa kubermange - põhjuseks maade ja piiride segadused. "*Точное измерение* *земли*" 1765.a. ei määranud maade piire mitte omanikke vaid linnade, külade ja muude asulate maade piiride kaardistamisega. See maade mõõtmine lõppes XIX s. 80-s aastais, haaras 29 kub. ja Krimmi poolsaare. Koostati 195375 plaani üldpinnaga ligi 272 milj. tiinu. - Selle mõõtmise puuduseks oli astronoomilise ja triangulatsioonilise võrgu puudumine. See viga parandati XIX teise poolel 7 kubermangu piiris astronoomilise ja polügoonilise võrgu abil ja reljeefi kaardistamisega. Töö õigele alusele rajamise puhul oleks sellel maa-mõõtmisel kartograafiale olnud palju suurem tähtsus.

C. K a r t o g r a a f i a a r e n g u k o l m a s p e r i o o d - k a a s a e g n e

Haarab XIX sajandi ja XX sajandi esimese poole kuni meie ajani. Iseloomustab Maa kuju teadusliku määramisega täpsete mõõtmiste alusel ja Maa pinna reljeefi detailse uurimisega. See toimub seoses teaduse ja tehnika üldise progressiga.

13. Geograafia areng XIX sajandi I poolel

Geograafia arengule ja kaudselt ka kartograafiale tõhusat mõju avaldasid geograafia naaberteaduste ja geograafia pinnalt tekkinud teaduste, nagu

geoloogia, geofüüsika, meteoroloogia ja klimatoloogia, etnograafia jt. tekkimine ja tõhus areng.. Mainitavad: sakalase Imm. K a n t'i nebulaarhüpotees 1755.a., sama hiljem iseseisvalt prantsuse matemaatiku ja astronoomi L a p l a c e'i poolt 1796.a. M a s k e l y n e'i uurimused loodi kõrvalekaldu(mise)le ja selle alusel Maa keskmise tiheduse määramine; sama ka tiirleva kaalu abil C a v e n d i s h'i poolt 1797-1798 aastail.

Praegusaja teadusliku geograafia rajajaks on sakslased: Aleksander von Humboldt (1769-1859) ja Karl Ritter (1779-1859).

a) H u m b o l d t - laia silmaringiga loodusteadlane ja terav tähelepanija reisiija. Laialise üldvaatega geograaf, uue ajajärgu looja geograafia ja kartograafia alal. Tema esimene suurim ekspeditsioon looduse kui terviku uurimiseks toimus a. 1799-1804 Lõuna-Ameerikas (Kolumbia ja Venetsuela) ja Kesk-Ameerikas (Mehhiko). Kaasatoodud materjali läbitöötamiseks kulus üle 20 aasta, teos ilmus 30 köites. Selles suures teoses võttis esmakordselt kasutamisele 1) võrdleva meetodi - see meeleaja geograafia üks põhiprintsiipe, 2) sõltuvuse printsiibi - kõik esemed, nähted ja toimingud looduses üksteisega sõltuvuses - (õige lähidane marksistlikule dialektikale); - rajas teaduslikualuse üldgeograafiale ehk üldfüüsilisele geograafiale ja selle alaosadele: klimatoloogiale (võttis tarvitusele isotermid), taimegeograafiale (taimkatte sõltuvus geograafilisest laiusest ja abs. kõrgusest), rõhutas vulkaanide seost kurrutustega jne. Rõhutas üksiknähetest üldseaduste tuletamist. Esamakordselt rõhutas maastiku kui geograafilise uurimisühiku tähtsust, kus toimub geogr. nähete ja toimingute koosmäng maakera pinnal. Üksiku maa-ala (maastiku) nähete ja toimingute tunnaõppe seostas üldmaakeraliste nähetega - seega liitis ülemaateaduse ja maadeteaduse ühiseks tervikuks.

Humboldt reisis palju Euroopas ja Väike-Aasias. Keiser Nikolai I kutsel korraldas 1829.a. ekspeditsiooni Uurali ja Altai mäestikku, Hinna Dzungaariasse ja Kaspia mere äärde - tulemuseks mitu köidet, milles valgustas Kesk-Aasia geoloogiat ja kliimat.

b) R i t t e r - vastand Humboldt'ile, kabinettiteadlane, teoreetik, pedagoog, kannaegne Berliini ülikooli geograafia professor, ettevalmistuselt ajaloolane, vähe reisinud ja sedagi mitte niipalju uurimise kui oma silmaringi laiendamise otstarbél. Tema teened selles, et ta lõi Humboldti poolt

püstitatud printsiipidele teoreetilised ja filosoofilised alused; need polnud vabad metafüüsikast - religioonist: vaatles Maad kui Jumalast loodud kasvatusmaja inimese jaoks. Toonitas ka üldmaateaduse tähtsust, siin asetaskohale inimkonna ja maade vaheliste suhete selgitamise - looduse omapära määrab tema keskel elunevate inimeste saatus. Geograafia (maadekirjeldus) asemel võttis termini "maateadus" - Ritter oli tugev teoorias, nõrk praktikas. Tema kolossaalses geograafilises teoses kujunes võrdlus kuivaks faktide ja toimingu võrdluseks. Sõltuvuse selgitamine jäi hoopis tahaplaankle - nõrk ettevalmistus ja puudulikud teadmised füüsilise geograafia alal. Veel kuivemaks muutus võrdlus Ritteri järglaste ajal, kujunes "Ritteri kool" Saksamaal - kuiv faktide ja nimede loetelu.

Humboldt oli teadlane, tema töödel oli omal ajal vähem mõju, eriti saksa geograafide peres. Rohkem oli tal järglasi füüsikute ja loodusteadlaste hulgas, eriti Prantsusmaal, mis oli Humboldti teiseks kodumaaks.

c) XIX sajandi tähtsamaid ekspeditsioone. - Üldloodus-teaduslik ja geoleetiline inglaste ekspeditsioon 1831-1836 kapten R. Fitzroy (*Phy. P. A.*) juhatusel laeval "Beagle" ümbermaailma - eesmärgiks kaardistada Patagooniat, tulemaad, Tšiili, Peruu rannikut ja mõningaid Vaikse ookeani saari. Sellest ekspeditsioonist võttis osa C a r l e s D a r w i n (1800-1882). Kogutud rikkalikku materjali kasutas ta oma uut epohhi loovas teoses "Liikide tekimine loomiliku valiku teel".

~~U~~uesti elustub loode- ja kirdeväila probleem. Esimene eksp. Ameerika Põhjamerde John Ross'i ja Wilhelm Eduard Parry juhatusel 1818 a. kordus endist avastusi Davis'e ja Baffini väinades. Järgmisel aastal (1819) Parry jõudis kuni 110° W.p., Mellville saareni, ning järgmisel aastal (1820) kuni Banksi maani - seega raskeim osa sellest väilast avatud. Järgneb terve rida ekspeditsioone ajavahemikus 1820-1839 a., mis uudist ei too peale James Clark Ross'i, kes 1831 a. avastab Põhja magnetpooluse. Ameeriklase John Franklini ekspeditsioon hukkus kogu tervikus kareda kliima ja puudliku varustuse tõttu. Tema otsimiseks rida uusi ekspeditsioone, kes täiendasid ja täpsustasid P.-A. saarestikuvalda uute andmetega. M a c - C l u r e'il õnnestus 1850-1854 avada loodevälil sõites Beringi väinast kuni Melville'i laheni; ku-

hu idapoolt läände sõites 1819.a. Parry jõudis. Mac-Clure laev jäätus Melville lahes; saanisõidul idapoolle kohtus ta idast tuleva Cellettiga - Idast läände läbistas väila Royal D. Amundsen (1903-1906.a.)

Kirdeväila läbistas rootsi ekspeditsioon aurulaevalyl "Vega" Erik Nordenskjöldi juhatusel 1878-1879.a. Ühe talve oli Laptevite mere jääs kinni. Idast läände, Beringi merest Barentsi merde venelane kapten Vilkitski kahe sõjalaevaga 1914-1915.a. Hiljem Royal D. Amundsen 1918-1920 kordas endisi sõite. Nõukogude teadlane O.J. Schmidt 1932.a. suvel jäälohkujal "Siberjakov"il avas Põhjameretee - 1933.a. alates laevade karavanid ühe suve vältel läänest - itta (Arhangelskist Vladivostoki) ja vastusuunas.

Ka Lõunamandri probleem oli päevakorral kuni XIX keskpaigani. Siis mitmete rahvaste ja riikide ekspeditsioone. Neist mainitavad: vene Antarktise ekspeditsioon 1819-1821 F.F. Bellingshausen'i (1778-1852) ja M.P. Lazarev'i (1788-1851) - läbistas kolm korda lõuna polaarjoone ja jõudis kuni 69° S.l. avastas esimesena Antarktise.

Inglise ekspeditsioon James Clark Ross'i juhatusel 1839-1842 avastas Antarktise uusi alasid (Victoriamaa, vulkaanid Erebus ja Terror) ja jõudis kuni 78° 10' S.l. Probleem vaibub ajutiselt kuni XX s. alguseni.

XIX sajandil algavad sisemandrite uurimised, Austraalias (Stuart 1862 põhjast lõunasse; Barburtone idast läände 1873); Kesk- ja Lõuna-Aafrikas (David Livingstone 1840-1873, Henry Stanley 1871 ja 1874-1877 ja 1888-1889) jt. Põhja-Aafrikas - sakslased ja hiljem prantslased (Barth 1850-1855) jt.

Uurimistele XIX s. teisel poolel järgnes Aafrika jagamine Euroopa riikide vahel - toorainete ja turu jaoks. Iga riik "püüdis haarata võimalikult palju maid, ükskõik missugust, ükskõik kus kohal, ükskõik mil viisil" (V.J.Lenin). Eurooplaste tungimine uutele maadele ja Euroopa "kultuur" on pärismaalastele väga kalliks maksma läinud.

14. Kaaremõõtmised XIX sajandil

On märgata tunduvalt edu. Mõõtmisviisid ja aparaadid täpsustuvad. Leitudakse baasi mõõtmisviisid (Bessel, Struve jt. poolt), baasi joone mõõt-

mise täpsus kuni $1/1000000$; täpsed nurgamõõtjad-teodoliit.

Tähtsamad XIX s. kaaremõõtmised:

Inglismaal ja Iirimaa 1791-1858 a. laialised triangulatsioonitööd; Inglise võrk ühendatakse Prantsuse võrguga, Inglise-Prantsuse meridiaanikaar $22^{\circ}10'$ Inglaste mõõtmised Indias - mõõdetud meridiaanikaar $23^{\circ}50'$

Saksa teadlased Bessel ja Bayer 1831-1834 a. ühendasid Ida-Preisimaa kaudu Saksa triangulatsioonivõrgu Vene omaga.

Suur vene-skandinaavia kaaremõõtmine 1816-1852 a. astronoomide V.I Struve (1793-1864), Selander'i (rootsi) ja Haustingi (norra) juhatusel haaras $25^{\circ}20'$ meridiaanikaart Lapimaalt (läbi Tartu) Doonau suudmeni - võrgus 10 baasi ja 258 põhilist kolmurka. - Vene-rootsi meridiaanikaare mõõtmine kaugel põhjas, Svalbardi saarestikus toimus 1899-1901.a. - XIX sajandi teisel poolel seos telegraafi arenemise ja täiенemise käsi käes käib telegraafiliste ajasignaalide ja pikkuskraadide täpne määramine. Sellega seoses ka rööbikute kaaremõõtmised. Rööbikute kaaremõõtmist toimetati ka varemgi, näit. Cassini poolt 1734.a. ja Laplace'i poolt 1821-1823.a. Pikkuskraadide määramise puudulikkuse tõttu olid selleaegsed rööbiku kaaremõõtmised ka ebatäpsed.

Rööbikukaaremõõtmisist väärrib erilist tähelepanu venelaste poolt 1860 alustatud 52° rööbiku mõõtmine, mis algas Inglismaalt, läbistas Belgia, Saksa-amaa ja Venemaa kuni Siberini - kaare pikkus $63^{\circ}41'$.

Suur rööbikukaare mõõtmine toimus XIX s. ka USA-s mööda 39° N.l. rööbikut $48^{\circ}46'$ pikkuselt. Kaljunäestikus ja Sierra-Nevadas ulatus kolmnurkade pikkus kuni 300 km, signaalmastide kõrgus kuni 80 m.

XX s. algul lõpetati Lõuna-Aafrikas suur meridiaanikaaremõõtmine Nõela-neemest kuni Tanganika järveni üle 25° ulatuses.

Kaaremõõtmised, pendlivõnkumised jt. meetodid näitavad - Maa pole geomeetriline sfäroid. Geodi nimetus füüsik Listingi poolt (1879) Maa tõelise kuju määramine - kõrgema geodeesia edasine ülesanne.

15. Kartograafia XIX sajandil

a) Kaardi projektsioonid. - Endiste projektsioonide uurimine ja uute esitamine - Sakslane M o t t w e i d e (1774-1825) koostas uue õigepindse pro-

jekttsiooni (ühel ellipsil kogu Maakera), mille äärtel moonutused väiksemad kui Sanson'i, Werner'i ja Bonne'i projektsioonidel. - Prantslase Cassini de T o u r i e Prantsuse topograafilise kaardi põikruut projektsioon meridiaani mööda puutujal tsilindril. . Saksa prof. F i s c h e r'i ja H a m m e r'i uued perspektiivsed projektsioonid. - A. l b e r s'i (1805) koostatud õigepindne projektsioon lõikajal koonusel. Prantslase A r a g o (1786-1853) poolkerade projektsioon (keskmeridiaan ja ekvaator risti, rööbikud rööbiti ekvaatoriga, võrdseil kauguseil üksteisest, meridiaanid - kaared võrdseil kauguseil üksteisest). Vene kartograafi A ã t o v'i (1800-1864) maailmakaardi projektsioon ellipsi kujul, õigepindne, Mollweidi oma sarnane.

Projektsioonide teooria alal on tähtis sakslase G a u s z'i (1777-1855) uurimus ühe pinna kujundamisel teisele pinnale hõdis seejuures alal sarnasuse lõpmatu väikestes osades (1825.a.); näitas, et Lamberti õigenurksete koonuseliste projektsioonide teooria on erijuhus tema poolt lahendatud ülesandest. - Samuti tähtis oli ka prantsuse matemaatika T i s s o t (1824-1897) teos aast. 1881 projektsioonide teooriast ja tema poolt läbitöötatud uutest projektsioonidest.

b) Kaardistamine. Suuremas osas Euroopa riikides vertikaalne ja topograafiline kaardistamine sõjaväe kartograafia poolt. - Nivelleerimiste alusel (geomeetriline, trigonomeetriline ja baromeetriline) koostatakse hüpsomeetrilised kaardid - horisontaalid ja nende vahelised värvusega kõrgusastmed. H a u s l a b'i värvide *skaala*: madalamad alad heledamad, kõrgemad - tumedamad; S y d o v'i - vastupidi, kõrged lumega kaetud mäed - valged. Sydovi süsteemi muutis Leyboldt - mitmed kõrgusastmed ühe ja sama värgiga, kuid selle varjunditega.

Rootsi ja Norra hüpsomeetriline kaart 1835.a. Sveitsi sõjaväe kartograafi kindral Dufour (*Дуфур*) (1787-1875) poolt Sveitsi topograafiline kaart 1863. - mõõdus 1:100000, reljeef Lehmanni kriipsukeste skaala järgi külgvalgustus 45° all loodest - XIX s. kartograafia meisterteos. -

Venemaal kaardistamine sõjaväe-topograafilise valitsuse alla 1812. Teaduste Akadeemias hakkab see tegevus. Sõjaväe topograafide korpus ja sõjaväe topograafiline kool 1822.a. - Topograafilisi mõõtmisi peamiselt piiriäärseil mail - Vilno kub. triangulatsioon 1816.a. K. J. T e n n e r'i (1783-1860)

juhatusel ja Liivimaa triangulatsioon 1816-1819 Tartu Ülikooli prof. W.J. Struve (1793-1864) juhatusel rajasid aluse Vene trigonomeetrilisele võrgule.- Soome triangulatsioon 1830-1851.a. Struve juhatusel - osa Vene-Skandinaavia kaaremõõtmisest. Peterburi kub. triangulatsioon algas 1820 ja laienes hiljem naaber kub. kuni Moskveni. - Turkestani triangulatsioon 1870.a., Siberis - 1907.a.

Tulemused: 1) Euroopa-Venemaa erikaart (10 versta tollis 1:158 suurel lehel, nelja värviga - koostati 1865-1871.a.; 2) sõjaväe-topograafiline kaart (3 versta tollis) ühevärvuseline, alustati 1845.a.; 3) Aasia-Venemaa kaart (100 versta tollis) 8 lehel jt. kaarte. 4) Euroopa-Venemaa esimene ~~hüpsomeetriline~~ kaart A.A. T i l l o (1839-1899) poolt 1839.a. (60 versta tollis) ulatus Leningradi laiusest Krimmini, horisontaalid ja värviastrikud rohelises kuni pruunini. Uus T i l l o hüpsomeetriline kaart (40 versta tollis) 1897.a. Esimene kogu Euroopa-Venemaa hüpsomeetriline kaart prof. J.M.S o k a l s k i poolt, "Brockhausi Entsüklopeedia" 54 köites. - Vene Geograafia Seltsi ülesandel koostas sõjaväe geodeet A.P. M e n d e (1798-1868) kunstimaitselised mõnede kub. topograafilised kaardid. Mainida on ka Vene Geograafia S-i poolt 1863.a. väljaantud Venemaa üldkaart (mõõdus 40 versta tollis), reljeef märgitud kriipsutustega.

c) Erikaardid ja atlased. See XIX s. üks kartograafilisi erilisusi. Teaduste spetsialiseerumine, ka geograafias ja kartograafias. Hakkavad ilmuma suureneval arvul erikaardid: geoloogia, mullastiku, kliima, looma- ja taimegeograafilised kaardid, sajandi lõpul ka majandusgeograafilised kaardid. Suuremaks tööks sellel alal on Saksamaa geoloogiline kaart (mõõdus 1:500000) 27 lehel 1894-1897.a. ja Venemaa geoloogiline kaart (60 ja 150 versta tollis) 1892 ja 1897.a.

d) Geograafia Seltsid - Inglismaal Berliinis - Vene 1845,

Geograafia ja kartograafia instituudid: Justus Perthes Gotha, erikuukiri ja ilmuvad kõik uute avastuste kaardid, John Bartholomev'i kartograafia instituut Edinbourgis - maailma meteoroloogilised atlased, Inglismaa ja India kaardid; Venemaal, Peterburis F. Marksi kartograafiline asutis XX s. algul. Rahvusvahelised geograafia kongressid: esimene Antverpenis 1871; karto-

graafiliselt olulised: rahvusvahelise ühemiljonilise kaardi koostamise asjus Viini Geograafia Instituudi direktor Penck 1891.a. kongressil esitas selle kaardi koostamise ettepaneku; üksimust arutati põhjalikult 7.dal kongressil Berliinis 1899.a. Töö jätkub XX s.

c) Uus tehnika kartograafias - vasetrüki asemele XIX s.

kivitrükk - Münchenis 1825.a. teatritegelase A. Senefelder'i (1771-1834)

galvakoplastika - Vene akadeemik J.G.Jacobi (1801-1874) poolt 1842.a.

Fotograafia aluste rajamine -

Fotomeetria kaardistamisel -

16. Kartograafia XX sajandi algul

Raadio ja lennuasjandus - Polaarmaade uurimised - "Tseljuskini" hukumine - 104 inimest jääpangalt lennukitega päästeti.-.

1937.a. Papanini polaarjaan -

Aerofotograafia - ligipaasmatud maestikud - Tjen-Šan (näiteks -"

")

Lennukite kiirus: 1909. a. üle La Manche 27 min. (27 km), 1919.a. üle Atlandi ookeani 16 tundi (3060 km) 190 km tunnis, 1938.a. NSVL lennariid Moskvast Vladivostokki ühe ööpäevaga 7600 km 307 km tunnis. Nüüd sõjaväe kiir lennukid 400-500 km tunnis.

XX s. tähtsamad ekspeditsioonid - Amundsen, Byrd, Papanin, Scott, Peary

- Geograafilised kongressid -

Kartograafia eelseisvaid ülesandeid - topograafiliselt on kaardistatud ligi 13 % maakera pinnast - luua täpsed kaardid kõigist maadest.

17. Kartograafia NSVL-s

Venemaal suur areng kartograafias pärast Oktoobrirevolutsiooni. RKN dekreet 15. märtsist 1919.a.: loodi Kõrgem (hiljem Pea-) geodeetiline valitsus - 1935 läks NKVD juurde üle

Ühtne riiklik vaatepunkt kartograafiliste tööde alal - endise killustuse asemel. Selle kõrval ka sõjaväe topograafia valitsus - sõjaväe kaardid - hüdrograafilise valitsuse kaardid jt. asutised - ühtse plaani ja põhimõtete

Nõukogude geodeesia ja kartograafia alal juba 3 perioodi:

I periood 1919-1923: endiste materjalide korraldamine ja taastamine - kaardrite ja spetsialistide ettevalmistus kaardistamise alusel - meetodite ja aparatuuride väljatöötamine.

II periood 1923-1932.a.: suuremõduliste kaartide materjalide kaardistamisel, NSVL territooriumi tundmaõppe alal - kiires tempos mitmesuguste kaartide kaardistamised ja kaartide koostamised - geodeetiliste tööde maht 2,5 korda suurem kui enne revolutsiooni kogu aja vältel.

III periood algab 1932.a. - esimene geoloogilis-uurimis konverents 1932.a. Riikliku Plaanikomisjoni juures - vaadati läbi senised tulemused ja koostati geodeetiliste ja kartograafiliste tööde teise viisaastaku plaan.

Isamaasõjaeg ja kartograafia. -

18. Kartograafiliste teoste klassifikatsioon.

Klassifikatsiooni mõiste - esemete ja ilmingute liigitus rühmadeks teatud üldtunnuste alusel. Teaduslik klassifikatsioon - seaduspärase süsteemi loomine. Kartograafilise klassifikatsiooni praktiline tähtsus - ühtlase terminoloogia loomine - eriti tähtis kaartide katalogiseerimisel.

Kaarte võib klassifitseerida väga mitmesuguste tunnuste järgi, nagu:

- 1) Kaardimõõt: kuni 1:10000 - plaanid
1:10000 kuni 1:200000 - topograafilised k. } suuremõõtelised k.
1:200000 kuni 1:1000000 - keskmõõtelised, ka topograafilised k.
1:1000000 ja edasi - väikemõõtelised - üldgeograafilised.
on ka teissuguseid liigitusi, näit. 1:10000 - 100000 - suuremõõtelise
- 2) Territooriumi suurus: maailmakaardid ja atlased - poolkerade kaardid, maailmajagude ja ookeanide kaardid, üksikute riikide või nende osade kaardid, maastikkude kaardid - füüsilised kaardid, poliitilised kaardid;
- 3) Sisu ehk spetsialiteedi järgi: üldgeograafilised kaardid, erikaardid - kolm osakonda erikaarte: a) füüsika - geograafilised - looduslikud - siia kuuluvad: 1. üldsed füüsilis-geograafilised kaardid, 2) meteoroloogilised ja ilmapildid, 3) geofüüsilised (seismism, vulkanism, magnetism, jt.)
- 4) geoloogilised (kvaternaarsed, tektoonism, maavarad jt.), 5) mullastiku

kaardid, 6) pinnamood (geomorfoloogilised, hüpomeetrilised jt.) 7) hüdroloogilised, 8) botaanilised, 9) zoogeograafilised.

b) Sotsiaal-ökonoomilised: 1) rahvastikukaardid (tihedus, asetus, koostis, surevus, sündivus, migratsioon jne.), 2) majanduskaardid (väga mitmesugused), 3) kultuurilised (koolid jne), 4) poliitilis-administratiivsed, 5) ajaloolised, 6) üldsotsiaal-majanduslikud.

c) Tehnilised: 1) insenertehnilised plaanid ja projektid, 2) maakorraldus, 3) meresõidu, 4) õhusõidukaardid, 5) sõjaväe kaardid.

d) Üldgeograafilised kaardid: lauskaardid, seinakaardid.

e) Koolikaardid - seinakaardid, kooliatlased

f) Reljeefid, mudelid, gloobused, tähekaardid jne.

g) Atlased - mõiste - nimetus pärti Mercator'ilt (1595) - esimene kaartide kogu Ptolomaios'elt (87-150) - kus kaarte oli, või oli ainult kaartide koostamise õpetus - esimene kogu Ptolomaiose kaarte (26 kaarti) ja kirjeldus "Geographica" ilmus Roomas 1478.a., palju trükke; mitte avastuste kohaselt Battiste Agnese poolt 34 kaarti 1554.a. -

Atlaste liigitus territooriumi ja sisu järgi sama, mis kaartidel (vt. lk. 30 ja 31), lisaks kompleksatlased (koondavad mitmet liiki kaarte). Kõige enam levinud üldgeograafilised atlased.

Kasutuse järgi: kooliatlased, käsiatlased, taskuatlased - nimede juhatajad

h) Kartogrammid - kaardi kontuurides graafiline kujutus ühtlasest levikust (rahvastiku kesktihedus, põllumajanduslik tööstus jne) - katab kogu territooriumi - majanduskaardid sisuliselt kartogrammid.

i) Kartodiagrammid - diagramm kaardialusel - suhtelised suurused antud territooriumi suhtes - ringid, ruudud jne. antud suurus katab osa territooriumist - paud s: katavad teise kaardi elemente sellel kohal.

19. Kaartide ja atlaste katalogiseerimine ja bibliograafia

Katalogiseerimise viise - sedelkataloogid - territooriumi, sisu ja otstarbe järgi. Kaardi ja atlase puhul:

1. Autor (kui on!) 2. Tiitel (territoorium, sisu) 3. Kaardimõõt. 4. Mitmes trükk. 5. Kirjastaja ja kirjastuskoht, ilmumisaasta. 6. Hind. 7. Lk. või lehtede arv. 8. Otstarve. 9. Kataloogi nr.

III Üldgeograafiline kaart ja tema elementide analüüs

1. Üldgeograafilise kaardi olemus ja tema põhilised elemendid

Üldgeograafilise kaardi olemus ja sisu sõltub tema ülesandest väga mitmesuguste praktiliste küsimuste lahendamisel (maapinna üldine tundmaõppimine väga mitmesuguste majanduslike küsimuste lahendamisel; riigikaitse ülesanded; kui kartograafiline alus insener-, agronoomilistel jne. uurimistel ja projekteerimistel; kui alus erikaartide koostamisel jne.)

Kaardi olemus ka mõeldust - maastiku iseloomust (vaatenurk Taanis teine kui näit. Kesk-Aasias või Kaug-Arktikas) - riigi ühiskondliku arengu tase (NSVL - Lenini dekreet 15.III 1919 üldgeograafilisele kaardile laialised ülesanded - loodusvarade ressursid, sotsiaalökonoomilised nähted, tootvate jõudude asetus).

Vajadus kaarti analüüsida, tunda tema põhilisi elemente.

Põhilised elemendid:

I Matemaatilised elemendid:

- a) kaardiprojektsioon,
- b) kaardimõõt,
- c) kaardiraam (ja selle joonimine).
- d) peapunktid.

II Füüsiko-geograafilised elemendid:

- a) hüdrograafia,
- b) pinnamood,
- c) mullastik ja taimekatte
- d) teised füüsilisgeograafilised elemendid

III Sotsiaal-majanduslikud elemendid:

- a) asulad,
- b) teed ja sidevahendid,
- c) majanduslikud nähtused:
 - 1. tööstuse indeksid,
 - 2. põllumajanduse indeksid

3. metsanduse indeksid

d) kultuuri indeksid:

1. rahvahariduse alal,
2. tervishoiu alal,
3. sotsiaalkindlustuse alal,
4. arheoloogilised ja ajaloolised esemed (mälestusmärgid, muistised)

e) sotsiaal-poliitilised indeksid:

1. riigi ja administratiivpiirid,
2. pealinnad ja administratiivsed keskused,
3. piirikomandantuurid, tollimajad jne.
4. sõjalis-poliitilised esemed.

IV Kaardi graafilise ja värvilise kujunduse elemendid (graafika, värvid, kirjad, sifid).

IV osa eraldi esitamine on ülevaatlikkuse mõttes, sest graafika, värvid, kirjad on tihedas seoses kaardi sisuga - sellest sõltuvad.

2. Kaardi matemaatiliste elementide üldvaade

a) Kaardiprojektsioonid. Maakera pinda on võimalik kujundada gloobusel õigepindselt (ekvivalentselt), õigenurkselt (konformselt) ja õigepikkuselt (ekvidistantsetl). Tasapinnale kujundamisel on võimalik ainult ühte või kahte neist omadusist silmaspidada. Nii kujunevad projektsioonid moonutustega kas pindala suuruses, pikkustes või kujus (nurkade moonutus). Missugust neist omadusist projektsiooni puhul arvesse võtame, saame moonutuste suhtes järgmise liigituse:

- 1) Õigepindsed (ekvivalentsed) (ühed olulisemad) -
- 2) Õigenurksed (konformsed) -
- 3) Õigepikkused (ekvidistantsetl) - kas rööbikute või meridiaanide järgi.-

Seejuures Maakera pind tuleb võtta matemaatilise kera pinnana. Sest suure vähenduse puhul muutuvad väikesed kõrvale kaldumised kerapinnast ja seega ka vead projektsioonis täiesti tähtsusetuks.

Kujunduspinna järgi saame järgmised projektsioonide rühmad:

- 1) tasapinnalised - kujunduspinnal üksainukene kokkupuutepunkt kerapinnaga

2) silindrilised - kujunduspinnaks silindri pind ja

3) koonuselisel - kujunduspinnaks koonuse pind.

Silindrilistel ja koonuselistel projektsioonidel kera pinnaga üks kokkupuutejoon või lõikesilindri ja -koonuse puhul kaks kokkupuutejoont.

Kujunduspinna asendi suhtes on projektsioonid: 1) püst ehk normaalsed projektsioonid (tasapinnalisi nimet. ka polaarseiks) - Maakera telg on risti puutepinnaga ja ühtub koonuse ning silindri teljega. Puutepunkt poolusel, puutejooneks - ~~üks~~ poolitaja või mõni rööbiti.

2) Põik ehk transversaalsed projektsioonid (tasapinnaliste puhul ka ekvatoriaalsed) - Maakera telg on rööbiti puutuja tasapinnaga, koonuse ja silindri teljega aga risti. Puutepunkt - ekvaatoril, puutejooneks - mõni meridiaan või mõni sellega rööbiti jooksev väike ring.

3) Kald- ehk horisontaalsed projektsioonid - Maakera telg puutuja tasapinnaga ja silindri- ning koonuse teljega mingi terava või tõmpnurga all.

b) Kaardivõrk: 1) koha määramiseks, 2) moonutuste arvutamiseks, kaardimõõdu arvutamiseks, samuti - kaugused, pindalad, nurgad - väikemõõtelistel kaartidel orienteerumise aluseks - kesk- ja väikemõõtelistel kaartidel - lahutamatu osa -

Nõukogude topograafiliste kaartide kaardivõrgu tihedus:

mõõdu jaoks 1:25000 kaardil 4 sm, looduses 1 km

" " 1:50000 " 2 " " 1 "

" " 1:100000 " 2 " " 2 km

" " 1:200000 " 5 " " 10 km

c) Algmeridiaanid - XV, XVI ja XVII s. Ptolomaiose eeskujul Assoori või Kanaari saarestik, XVII Ferro saar (dekreet 1634 Prantsusmaal) . Inglismaal 1794 a. Greenwichist. 1833.a. Roomas nõustuti gr. 1894 a. konverents lõplikul Venemaal Ferro Peeter I ajal; Kirillovi atlas (1734) - Kuressaare, Pulkovo XIX s. keskpaigus -

Algmeridiaanide vastastikkune suhe arvates Greenwichist:

Pariis - $2^{\circ}20'14''$, E pikkusel

Pulkovo - $30^{\circ}19'38''$, 5 -"-

Ferro - $17^{\circ}39'46''$, W pikkusel

Helsingi - $24^{\circ}57'16''$, 5 E pikkusel

Ringi jaotuses ja kartograafias kümnendstüsteem - 90° asemel 100 grad
ringjoon = 400 gr.; 1 gr = 100'; 1' = 100" - tarvitusel Prantsusmaa ja Türgi
ametlikel kaartidel. Pariis-Greenwich = $2\ 20' 14'' = 2\text{ gr. } 59' 69''$, 1 =
= 2 gr 59691

d) Kaardi orienteerimine - asetamine ilmakaarte järgi nii, et meridiaanid ja
rööbikud kaardil oleksid paralleelsed looduses olevatega. Selle vajadus -
algab topograafi esimeste kaardistamissammudega ja lõpeb valmisaanud kaar-
dil väga mitmesuguste ülesannete lahendamise, nagu maastikul oleva eseme
asendi leidmisega kaardil - kaardil märgitud eseme leidmisega maastikus. -
leida kaardil punkt, kus asud antud momendil - Suunad kaartidel - plaanidel
nool näitab põhja-lõuna suuna. - Paljulehelistel kaartidel äärraamid lõika-
vad mõnikord meridiaane ja rööbikuid nurgi (kuni 50°)

Põhjasuuna orienteerimine XIV s. alates (itaalia ja kataloonia merimees-
te poolt) - kompasskaardid - merisõiduks. Araablastel ja roomlastel lõuna
üleval - see ka venelaste kaartidel XVII s. lõpul (Godunovi ja Remesovi Si-
beri kaardid - atlased). Keskaja munkadel (VI-XV ss.) kaardid orienteeritud
idasse (paradiis).

Põhja suuna üldiselt tarvitusele XVis. - vahet magnetilise ja geograa-
filise meridiani vahel hakatakse märkima XVI s. keskel (Palestina Ziegler
1532 a) 1595 a. merekaardil on magnetilise ja geograafilise meridiaani vahe-
line nurk märgitud.

En üksikuid kaarte, mis oma kitsaribalise iseloomu tõttu praktilisel
kaalutlusel orienteeritakse mõne teise ilmakaare suunas, näit. Portugal -
lääne üleval.

Viimasel ajal saksa kartograafid hakkasid propageerima lõuna suuna - val-
gus lõunast - seda välis- ja kameraalsõjete tööde puhul ühtlustada - pole siis
ki küllalt alust.

e) Kaardimõõt: arvmõõt, joonmõõt, sõnaline (1 verst tollis). Kaardimõõt
tarvitusele XIV-XVI s. itallaste merekompasskaartidel, joonmõõdud, illustatud
vinjettidega, korraga kõrvuti mitme maa pikkuse mõõdud - ka 1st meridiaanika-
re pikkuse mõõdud. - Arvmõõdud tarvitusele XVIII ja XIX vahetuselt. - Nüüd
tähtselt kõik kolm mõõtu - väljaarvatud projektsioonid, kus pikkuse moonu-

tused eriti suured (maailmakaardid, mitmesugused jne) - Inglise kaartidel sageli 2-3 joonmõõtu - aluseks toll ja miil -

NSVL - 1923.a. alates kaardimõõdud meetrisüsteemis:

NSVL kaartide mõõtude tabel nr. 1

Kaardi arvmõõt	Kaardi populaarne nimetus	1 cm vastab looduses	1-le cm kaardil vastab looduses
1:10000	Kümnetuhandene	100 m	0,01 km ² =1 ha
1:25000	Kahekümneviisetuhandene	250 "	0,0625" =6,25"
1:50000	Vilekümnetuhandene	500 "	0,25 " =25 "
1:100000	Sajatuhandene	1 km	1 "
1:200000	Kahesajatuhandene	2 "	4 "
1:500000	Viiesajatuhandene	5 "	25 "
1:1000000	Miljoniline	10 "	100 "

Vanade vene kaartide mõõdud - tabel nr. 2

Ühele tollile kaardil vastab looduses	Kaardi arvmõõt	Kaardi populaarne nimetus
1/2 versta	1:21000	Pooleverstane
1 "	1:42000	Üheverstane
2:34000 "	1:84000	Kaheverstane
3 "	1:126000	Kolmeverstane
5 "	1:210000	Vievertiserane
10 "	1:420000	Kümnevertiserane
25 "	1:1050000	Kahekümnevievertiserane

Vanadel vene kaartidel sobivam rahvapärane nimetus, kui uutel - soovitatakse ka siin võtta nime aluseks pikkusmõõtu looduses.-

Inglismaa kaartide mõõdud - tabel nr. 3

Ühele tollile kaardil vastab looduses	Kaardi arvmõõt	Kaardi populaarne nimetus
1/6 miili	1:10560	Kuuetolline
1 "	1:63360	Ühetolline
2 "	1:126720	Pooletolline
4 "	1:253440	Veerandtolline
10 "	1:633600	Kümnemiiline

Kaardimõõt olulisemaid kartograafilisi elemente. - Muude ühtlaste tingimuste puhul temast oleneb: 1) mõõtmiste võimalik täpsus, 2) kaardi täielikkus ja sama territooriumi kaardilise kujutuse suurus.-

Kaardiliste graafiliste kujundite täpsus kuni 0,2 mm - see harilik täpsus, kesk- ja väikemõõtelistel üldgeograafilistel kaartidel - kooliseinakaardid väljaarvatud (siin minimaalne joone jämedus 1-1,5 mm, mõnel juhul tingimärgid 3-5 mm ja rohkemgi).

Graafiline täpsus kuni 0,1 mm on teostatav realselt ainult erilistel täpsatel kujundustel (tõkõikumine 10° piirides mündab 50 cm pikkuse maskjoonlaua pikkust kuni 0,1 mm). Üldgeograafilisel kaardil tingmärkide minimaalne läbimõõt 0,4-0,5 mm ja pindalade minimaalne suurus (metsad, sood jne.) $\approx 4 \text{ mm}^2$

Kaardi graafiliste kujundite ja nende vastavate esemete suurus, tabel nr. 4

Arvumõõt	0,2 mm kaardil vastab looduses	0,25 mm ² kaardil vastab looduses	16 mm ² kaardil vastab looduses
1:10000	2 m	0,0025 ha	0,16 ha
1:25000	5 "	0,0156 "	1,00 "
1:50000	10 "	0,0625 "	4,00 "
1:100000	20 "	0,25 "	16,00 "
1:200000	40 "	1,00 "	64,00 " = 0,64 km ²
1:500000	100 "	6,25 "	4 " "
1:1000000	200 "	25,00 "	16 " "
1:5000000	1000 " = 1 km	625,00 " = 6,25 km ²	400 " "
1:10000000	2 "	25 "	1600 " "
1:20000000	4 "	100 "	6400 " "
1:50000000	10 "	625 "	40000 " "

f) Kaartide raamid. Sisemine raam - paralleelsed jooned, jaotatud sekunditeks ja minutiteks (suuremõõtelised kaardid) või kraadideks või selle osadeks (väikemõõtelised kaardid) - selle kõrval rööbikute ja meridiaanide nr-d, märkus algmeridiaani suhtes jne. Väline raam - jäme joon, või mitu joont, kunstimaitseline, annab kaardist mulje - eriti tähtis kooliseinakaartidel - sellele erilist tähelepanu NSVL 1938.a. alates.

- Raamid kas a) püstkülikulised või b) rööbikute ja meridiaanide järgi - (suure- ja keskmõõtelistel hulklehestel kaartidel, kõik lehed pole ühe suurused, näit. NSVL 1:1000000 top. kaardil laius ida-lääne suunas raamide vahel 30' on 36° laiuse rööbikul 45,076 cm, 70°N.1. rööbikul 19,091 cm.

püstkülikulised raamid: 1) ühelehestel kaartidel 2) hulklehestel - mis

kokku kleebitakse üheks suureks või köidetakse kokku; 3) mõnedel vanematel top. kaartidel, hulklehestel, millede aluseks ühtne projektsioon (mitte polieedriline), arvestatud kaardi kui terviku, mitte iga üksiku lehe jaoks. Siin suure territooriumi puhul äärealade kaartide raamid lõikavad rööbikuid ja meridiaane nurgi (kuni 40° ja rohkemgi).

Suuremõõteliste kaartide graafimine rööbikule ja meridiaanide järgi on pärit XIX s. keskpaigust - aluseks Müfflingi poolt XIX s. teisel dekaadil väljatöötatud polieedriline projektsioon - Venemaal hakati seda esmakordselt kasutama 1849.a. kaardistamistel.

Hulkleheste kaartide vajadus - hulkleheste kaartide arv kasvab progressiivselt mõõdu suurenemisega. Maailmakaart 1:50000000 on ühel lehel, mõõdu 1:1000000 on vaja 2084 lehte; Moskva oblasti kaart 1:1000000 on ühel lehel, mõõdu 1:10000 on lehti üle 6500. Siit vajadus hulkleheseid kaarte kindla süsteemi järgi graafida - anda neile nomenklatuur.

g) Tingmärgid, legenda. Keskaja kaartidel perspektiivsed kujutused (metsad - puudena, mäed jne) - osa esemeid (jõesid, teed, piirid) - horisontaalseis projektsioonides.

Tingmärgid XVIII sajandist alates - uued nõuded ja ülesanded kaartidele.

Tingmärgid - kaardi keel, graafika ja värvide keel. Tingmärkide koostamine - kartograafilise praktika keerulisimaid ja vastustusrikkamaid ülesandeid.

Kuju järgi liigitakse tingmärke järgmiselt rühmadesse:

- 1) kontuursed - esemete märgid kontuuride keskel kaardi mõõdu järgi (puud ringina jne.)
- 2) joonelised - teedevõrk, jõed, piirid jne.
- 3) üksikute esemete välismõõdulised märgid - suuremad kaardimõõdust, võivad olla plaanilised ja perspektiivsed -
- 4) arvmärgid ja nimed.

Tingmärkide kogu - on kaardi legend, kaardilugemise võti.

NSVL-s viimasel on kartograafias juurdunud uus termin - raamitagune kujundamine: väljaspoole kaardiraame paigutatavad kirjastuslikku laadi andmed

kaardi pealkiri, legendid osalt või tervelt, skeemid ja muud andmed kaardi materjalide suhtes.

h) orienteerumispunktid. Orienteerumispunktid (venekeelse mõiste järgi "tugipunktid") - looduses kindlaks määratud punktid, milledest on teada:

- 1) geograafilised või täisnurksed koordinaadid (määravad punkti asendi Maa sfäroidi pinnal) - määratakse astronoomiliste, trigonomeetriliste või polügooniliste meetodite abil mitmesuguste täpsusklasside järgi;
- 2) punkti kõrgus keskmiselt merepinnalt - määratakse kas geodeetilise, geometrilise või baromeetrilise nivelleerimisega.

Peapunktide tähtsus on eriti suur kaardistamistöödel ja kaartide koostamisel - aitavad hoiduda vigadest ja liita üksikuid kaardistamistöid kaardi koostamisel ühisesse kaardivõrku.

Ka valmiskaartidel on neil tähtsust - on vajalikud:

- 1) kaardi täpsuse üle otsustamisel ja tema kõige tööpüraasemate osade määramisel; 2) territooriumi iseloomustamiseks tema plaaniliste ja kõrgusliste punktide aluse külluse suhtes - see vajalik mitmesuguste projekteerimiste puhul kaardi alusel (teede, hüdrotehniliste, metsamajandusliste jne); 3) orienteerumiseks - selleks eriti tähtsad trigonomeetrilised punktid (kõrgematel kohtadel soliidised tornid jne).

- Orient. punktide arv, liik ja tihedus oleneb kaardimõõdust - näit kaardil 1:100000 on 4 punktide liik, kaardil 1:10000 on neid üle 10, siinjuures ka trigonomeetriliste punktide eriklassid märgitud. Tähistatakse kaartidel kas erimärgiga või tähtedega.

Peapunktide tähistamine ja top. kaartidele kandmine algas XIX s. esimesel poolel. Nüüd ka üldgeograafilistele kaartidele peapunkte.

- 1) Moõnutuse ellips - ehk indikatriks - Plaanimõõtpikkused igas punktis plaanil vastavad antud arv mõõdu suhtele - kogu plaani ulatusel on mõõt püsiv. Kaardimõõt - püsiv suhe tavaliselt ainult projektsiooni keskuses, või antud suundades - keskmeridiaan, keskriõbik, kõik meridiaanid, kõik riõbikud, või ainult ekvaator. See kaardi peamõõt - näitab üldist vähenduse suhet, märgitakse kaartide. Teistes kaardi projektsiooniosades mõõdud erinevad peamõõdust - kas suuremad või vähemad (eramõõdud). Üksi kute projektsioonide käsit-

lusel tähtis moonutiste suurust teada. Selle arvutamisel peamööd võetakse üksuseks ("1").- Projektsiooni väärtus - mida vähem eramöödud erinevad peamöödust, seda täiuslikum projektsioon.

- Matemaatilise kartograafia kursuses tõestatakse, et igas kaardiprojektsioonis tema ükskõik missuguses punktis on kaks sellist suunda, kus mööduel on suurim ja väikesim väärtus antud punkti võimalikest väärtusist - need suunad üksteisega risti - nimetatakse peasuundadeks. Mõnes projektsioonis nad ühtuvad rööbikute ja meridiaanidega (kus rööbikud ja meridiaanid isekeskis risti teistes mitte. Selle uurimise puhul panna tähele, kas raadiused ringikaartega lõikavad risti.

- Kui võtta sfäärõidi pinnal lõpmata väike ring, siis see üldiselt kujundub projektsioonis lõpmata väikese ellipsina (vt. 2.joon.). Selle suurem ja väiksem raadius vastavad, lähtudes keskpunktist, eramöödu peasuundadele - mööduel on neis suundades suurimad ja väikesimad väärtused. - Ellipsi kuju ja mõõdeted on mitmesugustes projektsioonides väga erinevad, samuti ka ühe ja sama projektsiooni erinev eripunktides. Ellipsi kuju ja mõõdade järgi võib määrata antud projektsiooni moonutuste iseloomu, samuti ka võrrelda mitmeid projektsioone moonutuste suhtes isekeskis. Selline ellips - moonutuste ellips ehk indikaatriks.

Projektsiooni antud ükskõik mis punkti eramöödu (μ) valem:

$$\mu = \frac{r}{r'} = \sqrt{a^2 \cos^2 \alpha + b^2 \sin^2 \alpha}$$

(Tuletatud indikaatriksi joonisest).

Pikkuste moonutuse valem: $S =$ pikkused sfäärõidi pinnal, $S_1 =$ vastav pikkus kaardil.

$$\mu = \frac{S_1}{S} = \sqrt{a^2 \cos^2 \alpha + b^2 \sin^2 \alpha} ; \quad S_1 = S \sqrt{a^2 \cos^2 \alpha + b^2 \sin^2 \alpha}$$

Nurkade moonutuse valemid: (Ellipsi joonisest tuletatud).

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{y_1}{x_1}, \text{ kuna } y_1 = br \sin \alpha \text{ ja } x_1 = ar \cos \alpha, \text{ siis: } \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{br \sin \alpha}{ar \cos \alpha} = \frac{b}{a} \operatorname{tg} \alpha,$$

Nurgamoonutuste arvutamiseks sobivam kasutada teist valemit, mis väljendab otseselt $\alpha - \alpha_1$. Tuletatakse eelmise valemi muundamise teel: - saame

$$\sin (\alpha - \alpha_1) = \frac{a-b}{a+b} \sin (\alpha + \alpha_1). \text{ Maksimaalne } \alpha - \alpha_1, \text{ väärtus siis, kui } \alpha + \alpha_1 = 90^\circ.$$

$$\text{Sellel juhul } \sin (\alpha + \alpha_1) = 1 \text{ ja valem: } \sin (\alpha - \alpha_1) = \frac{a-b}{a+b}$$

Siin nurga α üheks küljeks sfääroidi pinnal peasuund ja samuti ka nurgad α , projektsioonis - ("suundnurgad"). Eelmine valem annab moonutuste suurima väärtuse antud punktis α suunas. Tähistame $\alpha - \alpha_1 = \omega$ siis lõplik valem:

$$\sin \omega = \frac{a-b}{a+b}$$

Nurgamoonutuste arvestamisel kartograafias tavaliselt määratakse suurim nurga moonutuse väärtus, (mitte suundade moonutus). Selleks võetakse antud punkti suundade moonutuse suurim kahekordne väärtus, s.o. 2ω . See järgmisil kaalutlusil: suurima moonutusega on antud punktis nähtavasti see nurk, mille üks külg ühtub sellest punktist lähtuva suurima moonutuse suunaga, kuid teise nurga külje suund on sümmeetriline esimese küljega peasuuna suhtes. Sellel juhul kumbagi nurka moodustava suund on moonutatud ω ja nurga moonutus 2ω .

Neis projektsioonides, kus meridiaanid ja rööbikud ei löiku risti (pole peasuundadeks) arvestatakse mõõdu väärtused mitte peasuundade, vaid meridiaanide ja rööbikute järgi nende löikepunktides. Sel juhul suundade suurima moonutuse valem:

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\sqrt{m^2 + n^2 - 2mn \sin \epsilon}}{2\sqrt{mn \sin \epsilon}}$$

Siin: m ja n-mõõdud mõõda meridiaani ja rööbikut, ϵ - nurk meridiaani ja rööbiku vahel antud kaardi punktis.

Pindalade moonutused. Kui võtta sfääroidi lõpmatu väikese ringi raadius "1", siis tema pindala $= \pi$, vastava ellipsi pindala projektsioonis raadiustega "a" ja "b" võrdub πab . Võttes ellipsi ja ringi pindalade suhte (p.), saame valemi: $p = \frac{\pi ab}{\pi} = ab$ - see iseloomustab pindalade moonutusi kaardil.

Isokoolid ehk ekvideformaadid - on kaardil olevad kõverjooned, mis ühendavad võrdsete moonutustega punkte. Nagu eelpool nägime, muutuvad moonutussuhted kaardil punkt punktilt. Seega on igal kaardil punkte, kus a, b, s ja $\sin \omega = \frac{a-b}{a+b}$ väärtused on võrdsed. Isokoolid ühendavadki neid võrdsete moonutusväärtustega punkte ja võimaldavad määrata kujunduse suuremat või vähemat tõepärasust antud punktides ning ka arvutada kaardi keskmist moonutusväärtust.

10 Kaardi füüsiko-geograafilised elemendid.

a) Üldistamine ehk generalisatsioon - väikemõõdulistel kaartidel vähem oluliste objektide väljaajamine, kontuurides väikeste kääride, loogete jne. väljaajamine, mis vastavas kaardimõõdus esile ei tule. Seejuures siiski maastiku oluliste joonte esile tõstmine vajalik - üle kaardimõõdulise suurenduse (Norra fjördid, järverikkas alas väikeste järvekeste ühiseks liitmise teel, mis kaardimõõdus esile tuleks, jõgede, ojade, teede joone paksus, asulate märgid jne.)

Väikemõõdulise kaardi koostamine topograafiliste kaartide alusel - identne suure teadusliku teose konspekteerimisega - ka teaduslik töö. Üldistamine - kaardi koostamise protsessis üks keerulisemaid ja vastutusrikkamaid ülesandeid. Üldistamise tähtsaim reegel - eraldada ja reljeefselt esile tõsta antud maa-ala iseloomustavad ja erilised jooned vähemoluliste esemete ~~ar~~vel.

b) Hydrograafiline võrk - selle nõudmised - (täpsus, selgus)

aa) Randjoone kujundamine - selle moodused - merede kujundamine - (näited vastavalt valitud kaartide näol).

bb) Järved - nende kujundamine - kontuurid NSVL-s_x järvede madalvee seisundi, puhul - välismaa top. kaartidel (India) ka kõrgvee seisundi erijoonega.

cc) Jõgedevõrk - siin topograafilistel kaartidel andmed jõgede laiuse sügavuse, jne. suhtes; andmed laevatavuse, sadamate jne. kohta erisignatuuriga; kosed, karestikud, jõad; NSVL kaartidel jõgi kujundatakse ühe joonega kui laius kaardimõõdu järgi 0,5 kuni 0,8 mm, sellest edaspidi kaks ja rohkem jooni.

c) Pinnamoe kujundamine - pinnamood olulisemaid maastikulisi elemente - nõuded kaardile: 1) võimalus määrata kallakut, 2) nõlva järsakut, 3) üksikute punktide ^{aluskõrgust} ja 4) reljeefi näitlikkust - selleks: 1) horisontaalid, 2) kriipsukesed ehk sraffid, 3) värvide varjundus, vertikaal - ja lünga valgustuse puhul, 4) punktmeetod, 5) pastellileerimine, 6) kõrguskihid erivärvinguga, 7) profiilid, 8) reljeefkaardid jne.

d) Mullastik ja taimkate - metsad, sood, aasad, stepid, kõrved, tundrad jne.

e) Teised füüsilis-geograafilised elemendid - jääliustikud, moreenid, kuristikud jne.

11. Kaardi sotsiaalmajanduslikud elemendid.

a) Asulad - asulate kujundamine sama vana kui kaart üldse. Kõige vanemad linnaplaanid vanast Babülooniast (2 plaani ja Babüloonia linnaplaani osa) pärit 2450 p.e.m.a. - Vanem asulate kujundamine perspektiivne (majade pildid jne.) kuni XVIII s., siis tingmärgid - punsonid tarvitusele. Suuremõttelistel kaartidel kuni 1:200000 võimalik suuremate asulate (8 kuni 16 ha suurusest alates - kaardil 2-4 mm²) täpne graafiline konfiguratsioon - väikemõttelistel (1:500000 jne.) punsonid.

Asulate liigitus: aa) tootmisprotsessi järgi (linnad, linnalaadilised, maa-asulad), bb) suuruse rühmad (elanike arvu järgi) - punsonid (1 mm-0,25 mm läbimõdduga), cc) administratiivsed rühmad - (NSVL 7 rühma: 1) pealinnad, 2) liiduvabariikide pealinnad, 3) kraide ja oblastide keskused, 4) autonoomsete vabariikide keskused, 5) autonoomsete oblastide ja liiduvabariikide ja kraide oblastide keskused, 6) ringkondade keskused ja 7) rajoonide keskused)

b) Teed ja sidevahendid - raudteed, maanteed, veeteed, õhuteed, telegraafi liinid jne. Erimärgid: kitsa- ja laiarööpmelisel teel vahet joone jämedus, kahopaarirööpmelisel - kaks joont kõrvu, ehitusel olevad teed jne; 1:2000000 ja suurema mõttelistel kõik jaamad, pooljaamad ja peatuskohad, 1:1000000 - 1:2500000 ainult suuremad jaamad - nii on NSVL kaartidel. Maanteed - 4 rühma: 1) autostraadid, 2) klompkiviteed, betoneeritud ja asfalteeritud, 3) ümarkivi- ja killustikmaanteed, 4) kruusaga jne. sillutatud maanteed; peale maanteede veel külavaheteed, taliteed ja karavanide jalgrajad (mägedes, steppides, kõrbedes). Nende kujundamine topogr. kaartidel mitmesuguse jämedusega joontega kuni murdjoonteni.

c) Majanduslikud elemendid - põllumajandus, metsandus, tööstus, maapõuevarad jne. Kapitalistlike maade üldgeograafilised kaardid majandusandmete suhtes kehvad, NSVL kaardid - väga rikkalikud, siin kõik majandusliku tegevusharud leiavad väärikat tähelepanu, näit. põllumajanduse alal: masinatraktorjaamad, sovhoosid, kolhoosid (erilaadi tähistamisega) jne.

d) Kultuurilised elemendid - koolid, rahvamajad, raamatukogud, laste-

aiad, lastesõimed, pargid, spordiplatsid, uurimisinstituudid, haiglad, ambulatooriumid, sanatooriumid, kuurordid jne. - need on NSVL kaartidel. Välismaade kaartidel kõiki neid esemeid ei ole - seal on kirikud, kloostrid jne.

e) Sotsiaal-poliitilised elemendid - sisse kuuluvad: riigipiirid, liiduvabariikide piirid, autonoomsete vabariikide, oblastide ja muude administratiivsete ühikute piirid ja nende kesksed asulad; välispiiridel asetsevad tolliametid, karanteenid, piirivalve punktid (kordonid) jne.

12. Nimed kaardil ja teised graafilise kujunduse elemendid.

a) Nimed kaardil - oluline element - teenindab andmestikulist ülesannet. Nimed esinevad juba Babüloni linnaplaanil, vanaegiptuse kaartidel (III ja II tuhande eel enne m.a. arvamist), antiikaja kreeka kaartidel jne. Erandiks - tummkaardid ja mõned erikaardid atlaseis (viimaseis samas projektsioonis ja raamides nimedega ülevaate kaardid)

Nimed ja pealkirjad kaardil liigistuvad: 1) kohanimed (pärisnimed) - need kõige olulisemad; 2) selgitavad terminid (sugunimed: laht, järv, jõgi, mägi, saar, poolsaar jne); 3) arvulised andmed (samakõrgusjoonte, trogonomeetriliste punktide, mägede jne. kõrgused; andmed sügavuste suhtes, suuremõõtelistel kaartidel ka andmeid jõgede laiuse suhtes, teede pikkus jne.

Nimede paigutamise kord - (asulate juures asula märgist paremal, jõgede, järvede, poolsaarte jne. puhul).

Nimede rohkus - sõltub kaardimõõdust ja ka kaardikirjast (sriftist) - topograafilisele kaardile 1:25000 on võimalik mahutada kõik kohanimed, väiksemamõõtelistel kaartidel tuleb teha valik - nimede suurus kooliseinakaartidel. Nimede rohkus pinnatühiku kohta %-des: 1:25000 - 100%; 1:50000 - 70%; 1:100000 - 53%; 1:200000 - 10%; 1:500000 - 6% - need arvud võivad muutuda; nii inglise 1:63360 kaardil 1 dm² 60-80 asulanime (täht 0,8 mm), NSVL 1:50000 aga 7-10 nime (täht 1,6 mm).

b) Kaardikiri ehk sript - nõuded: 1) kirja ilu ja kunstimaitsus, 2) loetavus (tähtede erinevus üksteisest), 3) mitmesuguste kirjade kontrastsus (värvilised kirjad jne), 4) sobivus fotografeerimiseks.

Kirjade proovid -

c) Kohanimede kirjutamine (transkriptsioon) - kohanimede õigele väljen-

dusele NSVL-s suurt tähelepanu on Lenin juhtinud; juhiseks ametlikud nimes-
tikud, teaduslik kirjandus, ka kohanime transkriptsiooni büroo Geodeesia ja
Kartogr. Peavalitsuse juures. Välismaade nimed vene kaartidel: peamiselt
foneetilise printsiibi alusel, kasutatakse rohkesti ka traditsioonilisi vor-
me (Торум, Рун jne), võrdlemisi vähe sisulist tõlget (füüsiko-geogr. ese-
med) ning raskesti hääldatavate nimede puhul transliteratsiooni, s.o. ühe
alfabeedi tähtede otsene asetus teise alfabeedi tähtedega, arvestamata hääl-
damise erinevusi (näit.: Ohio - Охйо - Орай шк Охайо; Jova - Уола - Аюола; ~~Тогоуек~~
Тогоуек - Тогоуек - Подольск - Подольск; Капназ - Капназ - Капназ - Капназ).

d) Kaartide ja atlaste indeksid - ülesanne: hõlbustada kaartidel ja at-
lastes kohanime leidmist tähestikulises järjekorras. Indeksi alged Ptol-
maiose kaartidele geogr. koordinaatide näol - nimede tähestikulises järjekor-
ras. Nüüd tavaliselt 1) kaardivõrgu silmuste järgi (kaardi nr., silmuste ho-
risontaalsed read suur täht, vertikaalread, arv: 9B-4; see moodus Inglismaal
tarvitusele XVI s. lõpul; 2) ruutsentimeetriliste silmuste järgi, mis kaardi
raamil märgitud, tuleb kasutada 2 joonlauda - paremus: nime otsimine väike-
selt pindalalt; 3) geograafiliste koordinaatide järgi - antakse kaardi nr.
ja pikkuse ja laiuse kraadid kuni 1' täpsusega; selline indeks universaalne
kõikide ~~xxxxx~~ atlaste ja kaartide kohta; tal ka teaduslik väärtus; indeks
võib koostada geograafiliste objektide liigituse alusel tähestikulises järje-
korras (saared, järved, asulad jne).

Nimede indeksis antakse juurde lühendatud kujul lisaseletusi (näit.
jõgi, järv, mägi, asula jne.).

IV Kaartide koostamisest ja kir- jastamisest

1. Kaardi koostamistoimingute ülevaade .

a) Redaktsioonilise plaani koostamine - kaardi ülesanne ja nõuded, mille
le kaart peab vastama; toimetamiseplaan - sisuliselt lühike kaardi koostamise
instruktsioon (kaardi nimi ja territoorium, kaardimõõt ja projektsioon, kaar-
divõrgu tihedus, orienteerumispunktid, pinnamoe kujundamine, hüdrofraafilise

võrgu, asulate, kiiklemisteede, eriaaineste jne. valik), kartograafilised, kirjanduslikud ja muud andmed kaardi koostamiseks; tingmärkide tabel.

b) Kartograafilise materjali valik ja selle analüüs - koordinaatide, trigonomeetriliste jt. punktide kataloogid, topograafilised pöanšetid, fotoplaanid, suuremõõtelised topograafilised kaardid, asulate jt. nimestikud, geograafilised kirjeldused, eriuurimused jne., kaardi formulaarid (sisaldavad kõik kaardi koostamisse puutuvaid materjale ühes kaustas - Sokalsky poolt 1895.a. Pariisist saadud eeskuju järgi).

c) Kaardivõrgu arvutamine ja joonestamine - valitud projektsiooni kohaselt (terve rida tehnilisi vahendeid - tsirkliid, lekaalid, pantograaf, koordinaatograaf jne.)

d) Kaardi joonestamine - kaardivõrgu täitmine - ümberjoonestamine (abivõrk, pantograaf, fotomehhaaniline võte) - üldistamine ja materjali valik seoses kaardimõõduga ja kaardi ülesandega.

e) Kaardi redigeerimine ja korrektuur - sisuline, keeleline, poliitiline ja tehniline - vastutav toimetaja ja korrektorid.

2. Kaardi kirjastamine.

Mitmesugused trükkimise viisid ja kaartide paljundamise meetodid.