Detekce kartografického zobrazení starých map

Tomáš Bayer | bayertom@natur.cuni.cz

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie. Přírodovědecká fakulta UK.

Obsah prezentace

1. Úvod
2. Navrhovaná metoda detekce
3. Výsledky

1. Úvod

Mapy jsou významnou součástí historie, patří ke kulturnímu dědictví.

Digitalizace sbírek $\Rightarrow$ předmět zájmu laické/odborné veřejnosti.

Kromě prohlížení i analýzy.

Stará mapa je nejen historický dokument, ale také mapa...

"...zjednodušený, zevšeobecněný, konvencionální obraz zemského povrchu."

Obsahová vs. geometrická složka.

Při práci se starou mapou nelze zanedbat její geometrické charakteristiky.

V opačném případě údaje získané z mapy zatíženy chybami.

Souřadnicový systém staré mapy je heterogenní vzhledem k současnému.

Mezi oběma systémy $\nexists$ univerzální transformace.

2. Detekce kartografického zobrazení

Charakteristika:

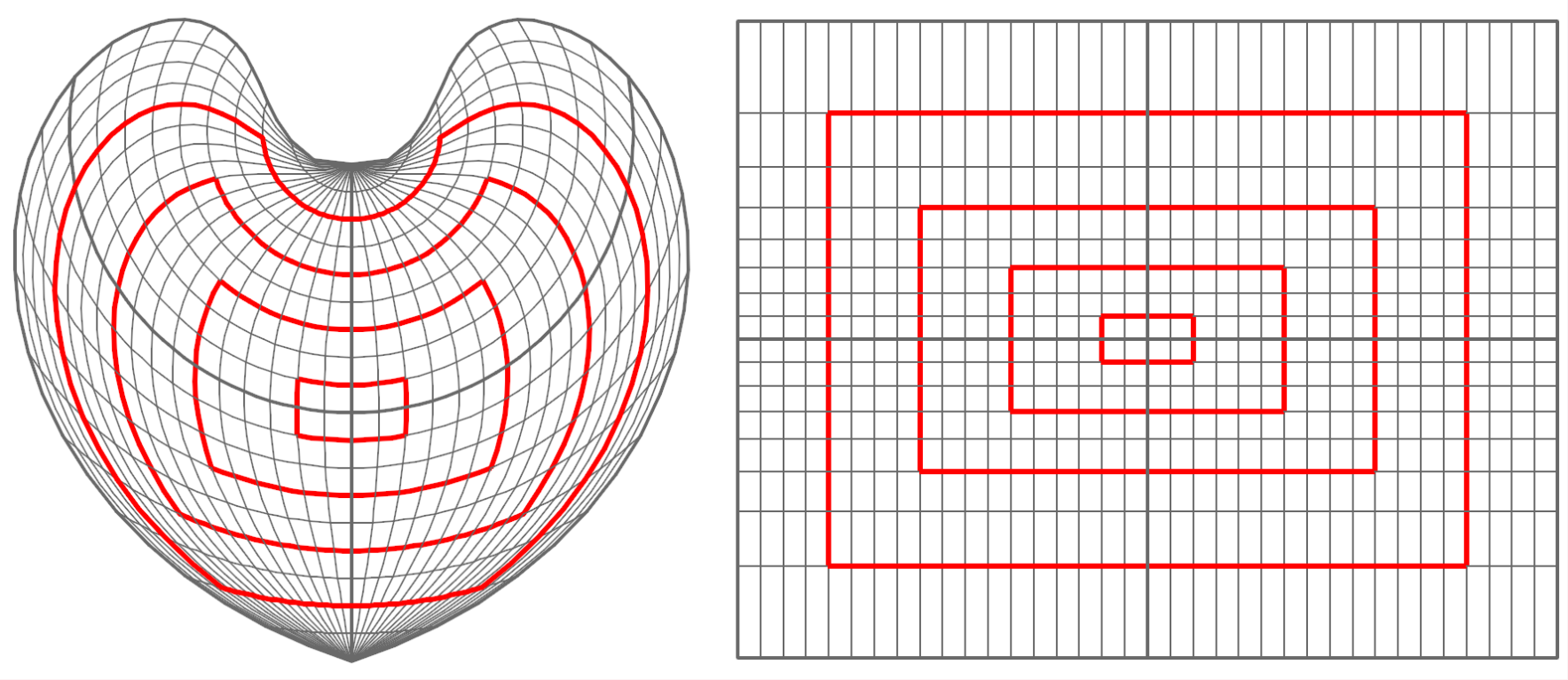
- Nový typ semi-automatizované kartometrické analýzy (doposud pouze vizuální odhad).
- Cílem určení nejpravděpodobnějších hodnot parametrů kartografického zobrazení.
- Potlačení vlivu nevhodně zakreslených prvků na odhadnuté hodnoty.

Použití:

- Zpřesnění georeference u map malých a středních měřítek.
- Součást kartografických metadat Marc 21 (Subfield 034: Coded Cartographic Mathematical Data).
- Analýza přesnosti starých map.

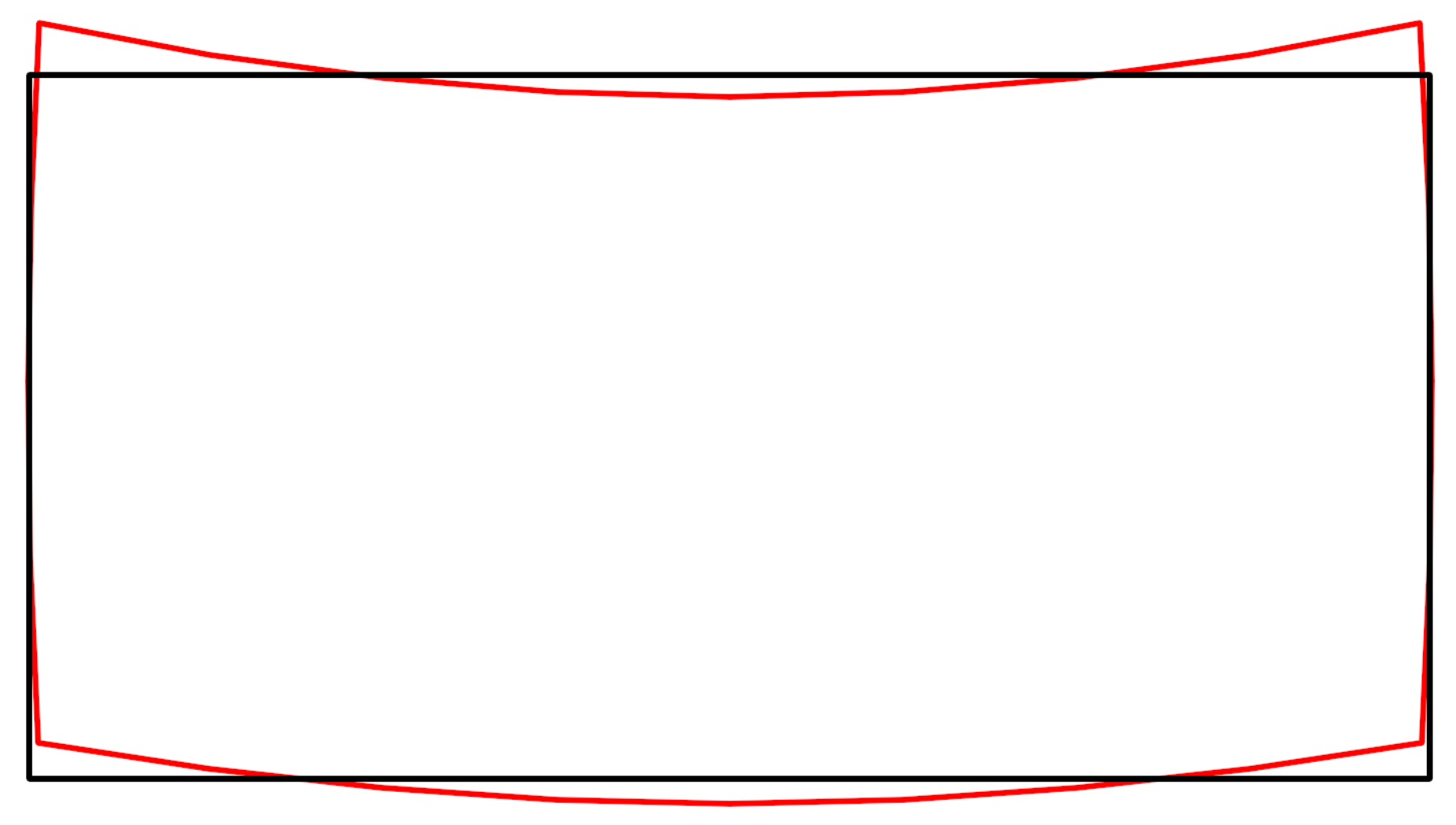
3. Vliv kartografického zobrazení na tvar území

Čím menší území, tím podobnější v různých zobrazeních.

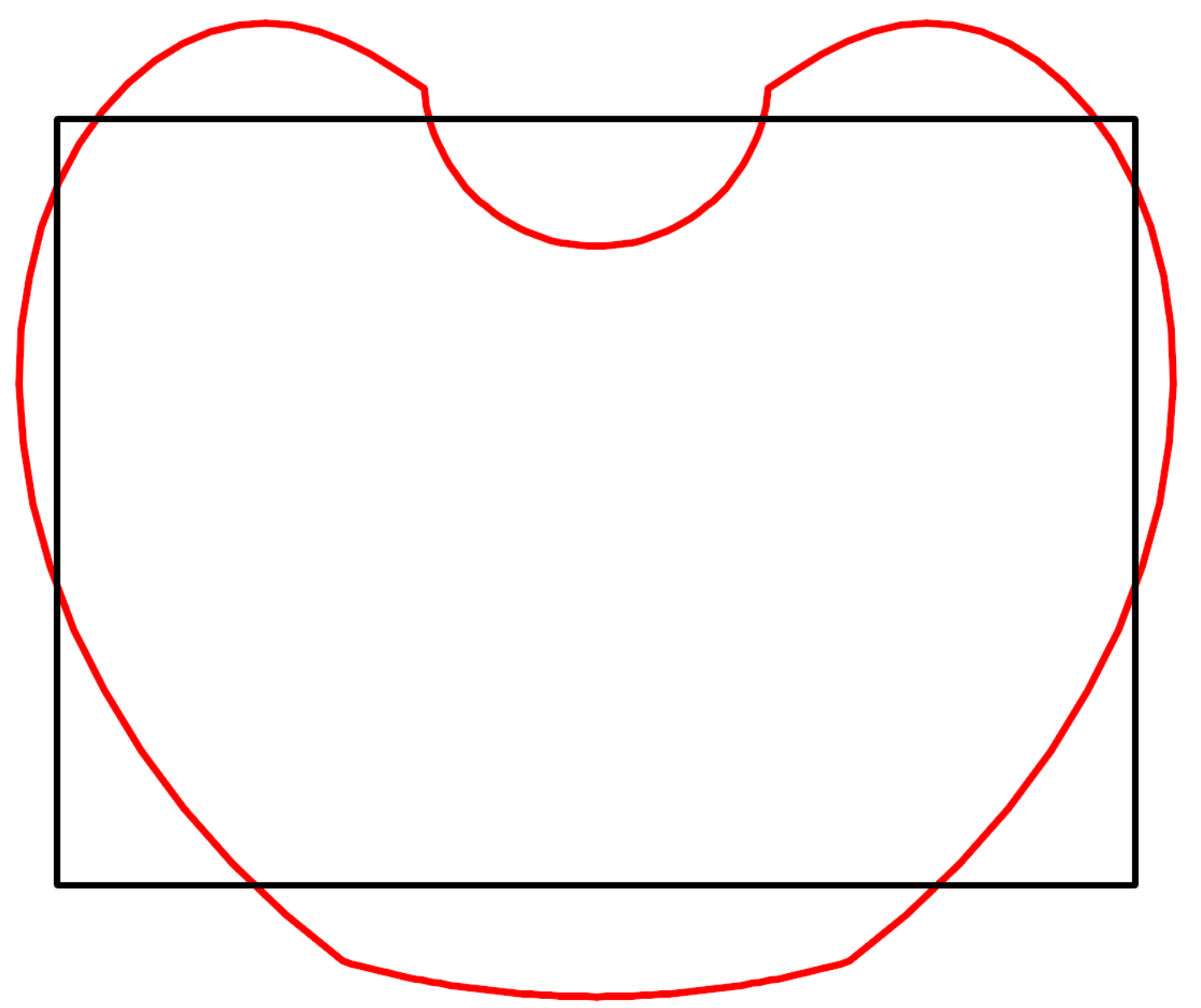


Běžná georeference založená na transformaci kompenzuje pouze malé odchylky tvaru.

4. Lineární transformace, malé území



5. Lineární transformace, velké území



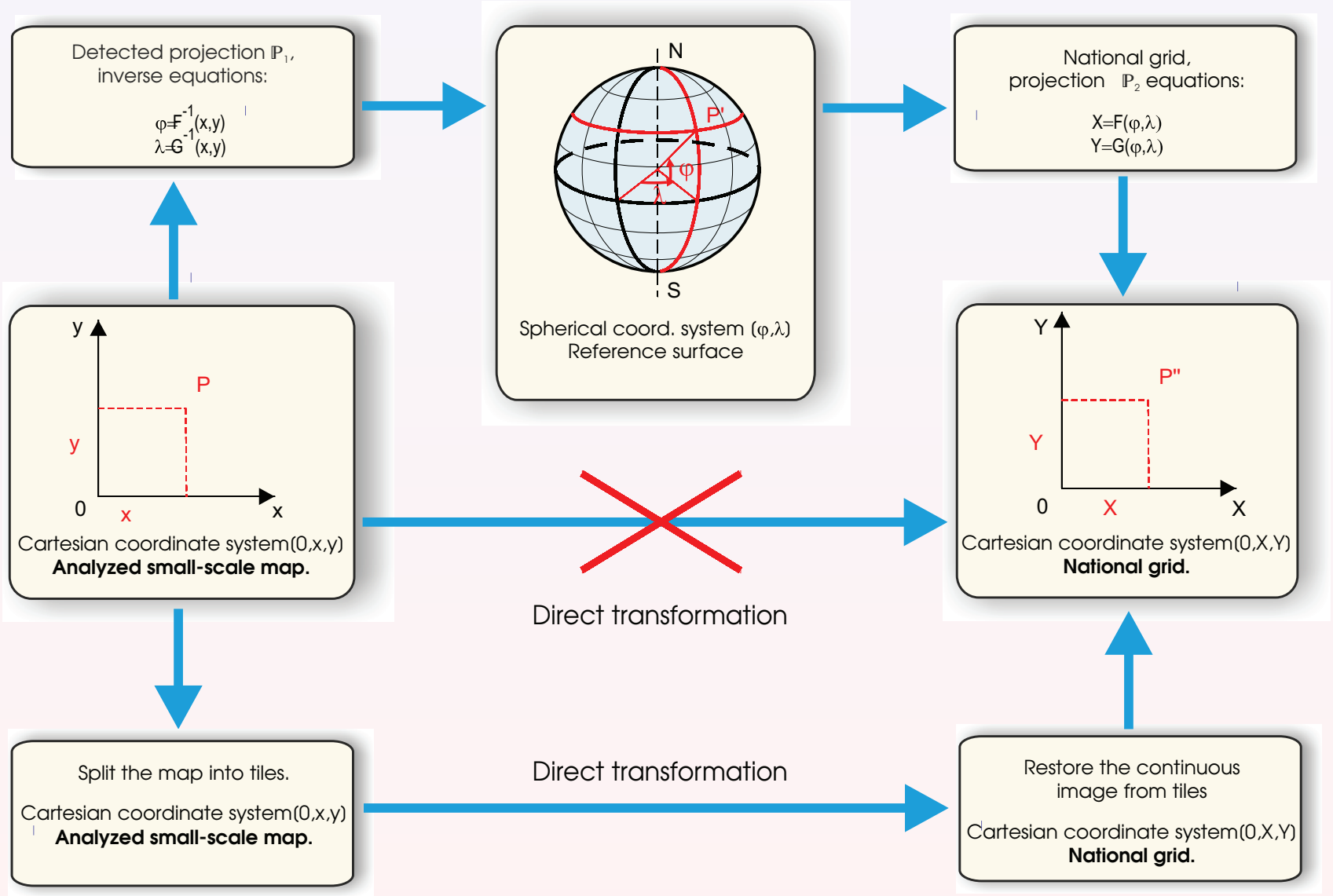
6. Africa, Concinnata Secundum Observationes, G. de l'Isle, 1770.

7. Georeference, podobnostní transformace

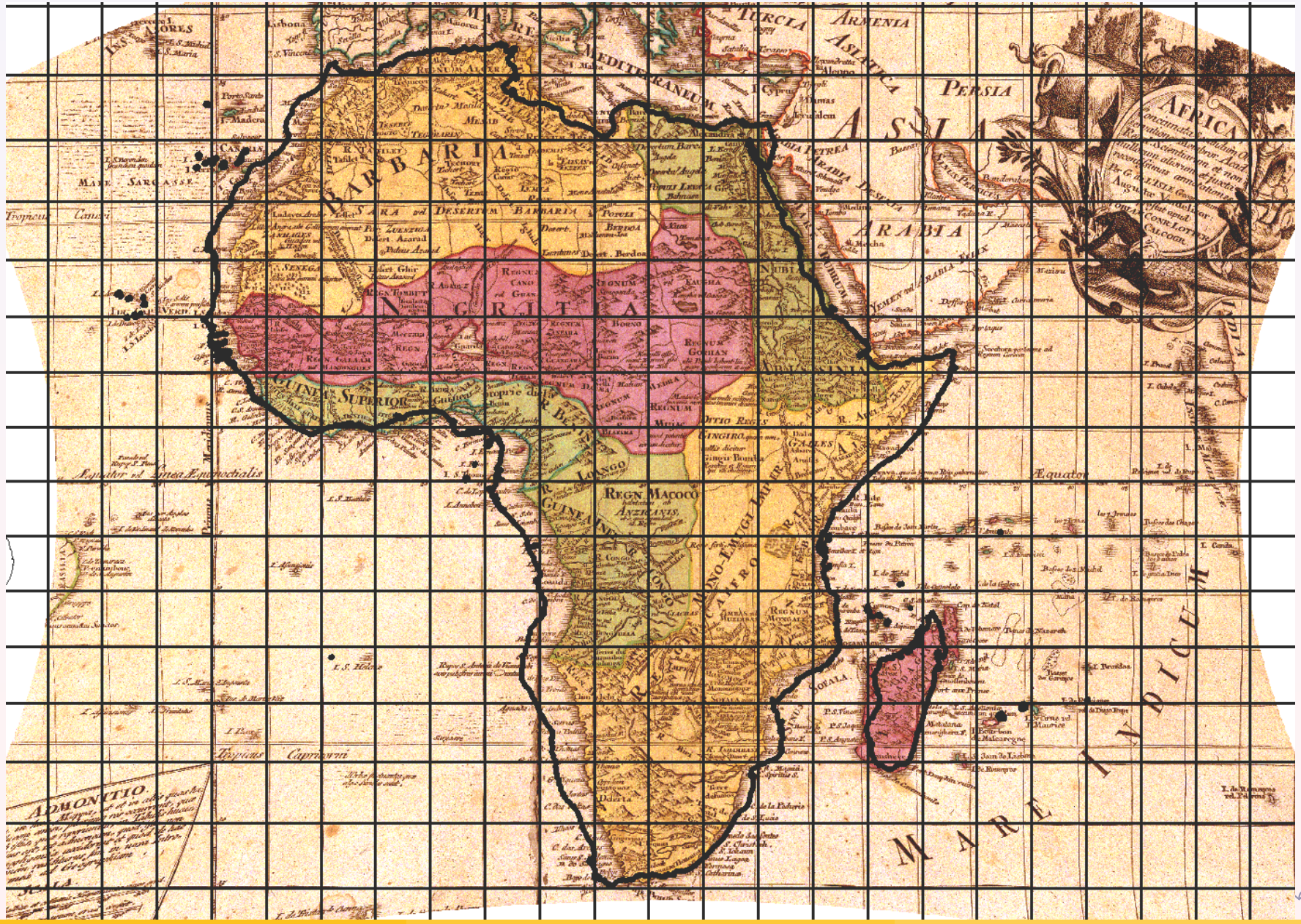
8. Georeference, projektivní transformace

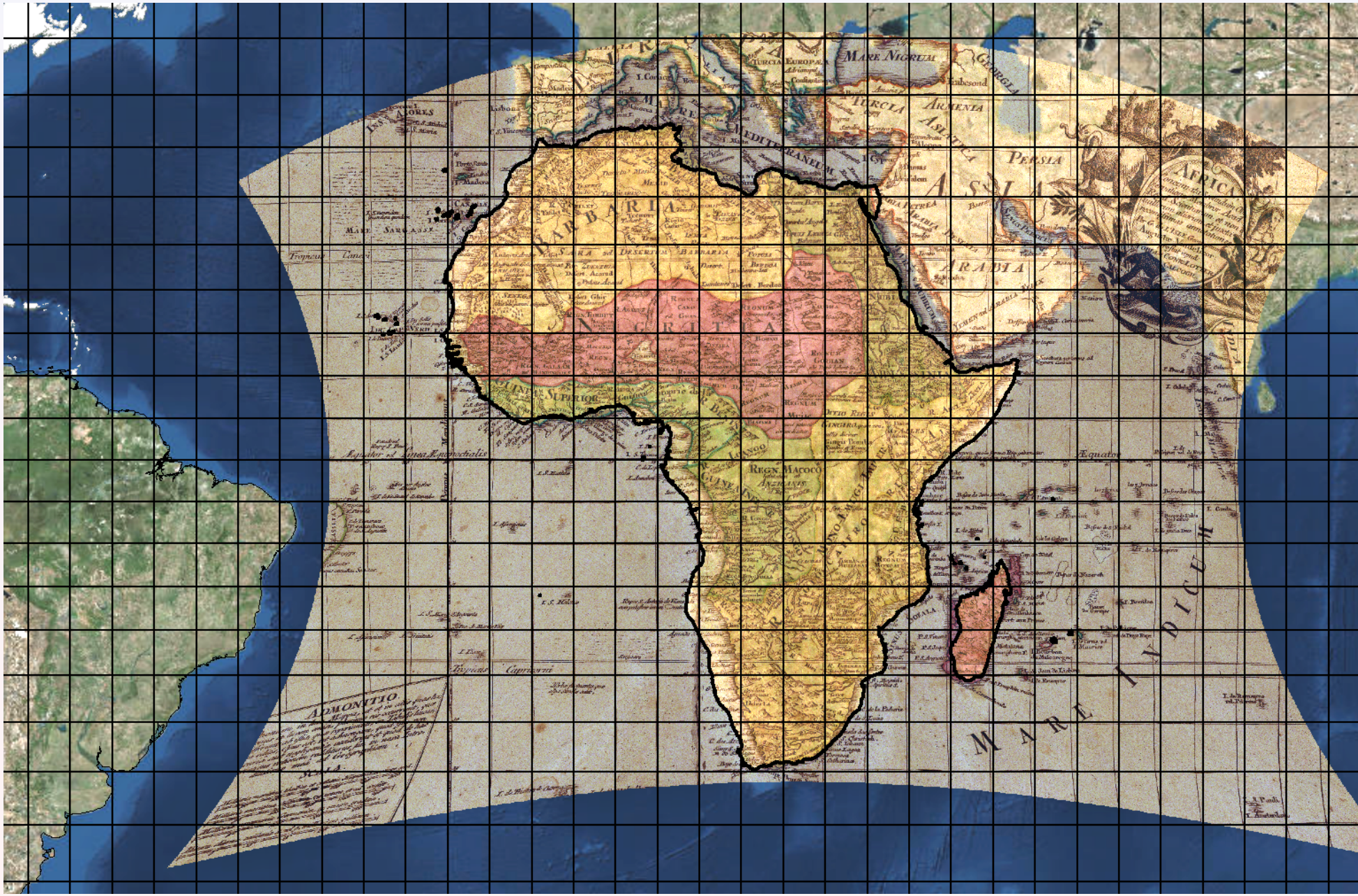
9. Georeference, spline transformace

10. Georeference starých map malého měřítka



11. Georeference, detekce zobrazení




MARE NIGRUM
TURCIA
ARMENIA
PERSIA
ASIA
AFRICA
ARABIA
BARBARIA
NIGRITIA
GUINEA SUPERIOR
REGN. MACOCO
ADMONITIO
MARE INDICUM

12. Georeference, detekce zobrazení

MARE NIGRUM
EUROPA
TURCIA
Constantinopel
Adrianopel
Lisbona
Madrid
Sevilla
Toledo
Valencia
Granada
Saragossa
Barcelona
Marseille
I. Corsica
I. Minorca
Maiorca
Sicilia
Messina
I. Malta
MEDITERRANEUM
I. Cypru
Aleppo
Jerusalem
Alexandria
Porto Santo
I. Madera
Funchal
CANARIA
Salvages
Tunis
Tripoli
Tangier
Fez
Tafilet
Desertum Barca
Populi Levita
Desert. Azarad
Desert. Berdoa
Desert. Ghir
Regnum Tombuit
Regnum Cano vel Ghana
Regnum Kaugha
Regnum Borno
Nubia
Arabia Petrea
Mare Rubrum
Senega
Lanhages
Populi
Berdoa
Kaugha
Tomalma
Kuca
Aiat
Casanat
Tezzen
Tegorarin
Mesab
Mesila
Desertum Mesila
Desertum Barbaria
Sara vel Desertum
Barbaria
Regnum Algir
Regnum Tombuit
Regnum Cano vel Ghana
Regnum Semegonda
Regnum Borno
Regnum Gaoga
Lemta
Techort
Tegorarin
Tesebit
Tafilet
Ludayes Arabes
Pop. Zuenziga
Desert. Azarad
Puteus Azarad
Lamtunes
Desert. Berdoa
Populi Levita
Bahnasa
Gadamis
Regio Caour
Mons Amatalos
Sirva
Tripoli
Lebeda
Sinus Sidra
Bengasi
Tunis
Bona
Algiers
Tripoli
Cairo
Gaza
Jerusalem
Damasco
Aleppo
Tripoli
Dumas
Rhodes
Candia
Corfu
Sicilia
Messina
Palermo
Naples
Rome
Genoa
Marseille
Belgrad
Ragusa
Adrianopel
Constantinopel
Burse
Anasia
Smyrna
Satalia
Terasso
Dardanelles
Cogay
Alexandretta
Aleppo
Tripoli
Dumas
Jerusalem
Gaza
Alexandria
Cairo
Berisa
Mecca
Mons Amatalos
Vondge
Tambo
Al-Vah
Kuca
Tomalma
Kaugha
Gaoga
Semegonda
Semara
Zegzeg
Borno
Lago Gaoga
Lago Tchad
Lago Tsana
Nilus
Danubius
Tanais
Tigris
Euphrates
Indus
Ganges
Salis
Cap. Bojador
Cap. Blanco
Cap. Verde
Cap. Bona Spera
Cap. Comorin
Cap. Gardafui
Cap. Negro
Cap. Spartivento
Cap. Malea
Cap. Matapan
Cap. Corso
Cap. Bianco

13. Georeference, podobnostní transformace

14. Georeference, spline transformace

15. Charakteristika řešení

Konceptuálně zajímavý, avšak obtížný problém.

Mnoho, často protichůdných, požadavků na řešení.

Nezávislost na:

- typu mapy,
- měřítku mapy,
- stočení mapy,
- typu zobrazení,
- území.

Zjednodušení:

- řešení na kouli,
- vynechání nepoužívaných zobrazení,
- pouze 1NR.

Problém řešen nepřímo, podobnost zobrazení vyjádřena jako podobnost konstrukčních či obsahových prvků mapy.

Nutnost návrhu funkce posuzující podobnost map: polohové x tvarové odchylky.

16. Faktory ovlivňující detekci

Nejvýznamnější faktory ovlivňující efektivitu detekce:

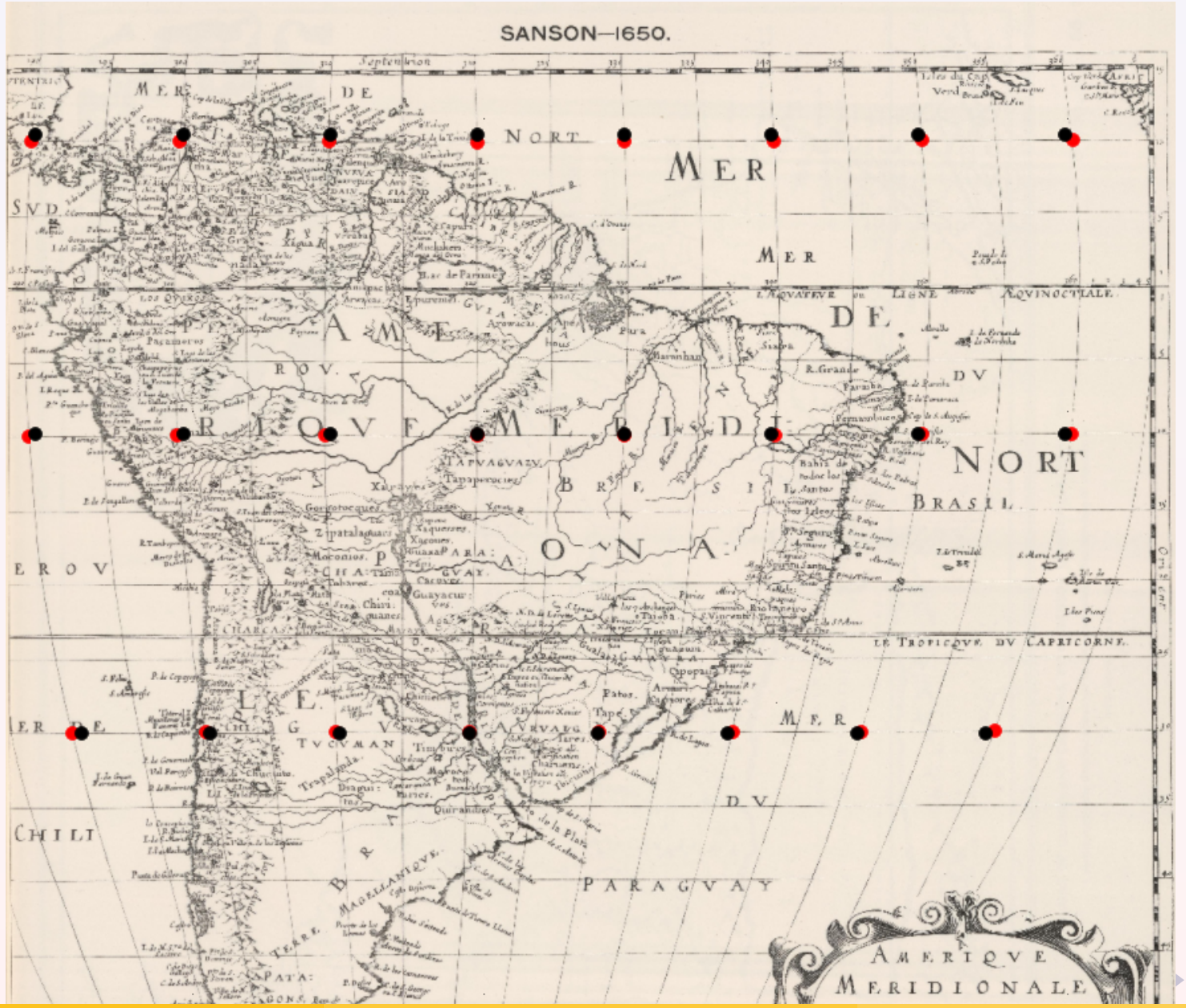
- *Prostorové rozložení prvků*
  Přibližně stejná hustota analyzovaných prvků (portolánové mapy!).
- *Kartografické zobrazení*
  Pro některá kartografická zobrazení a parametry je problém konvexní, ve většině případů však nekonvexní.
- *Kartografické techniky*
  Některé kartografické techniky mají silná vliv na geometrii mapy: generalizace (tematické vs. topografické mapy).
- *Typ analyzovaných prvků*
  0D-2D, geometrická poloha se příliš nemění s časem.
- *Časový faktor*
  Stárnutí mapy, srážka papíru: ovlivňují geometrii.
- *Rozdílná přesnost prvků na mapě*
  Zákres geografické sítě přesnější než obsahové prvky.

17. Nedostatečné množství prvků na poledníku/rovnoběžce

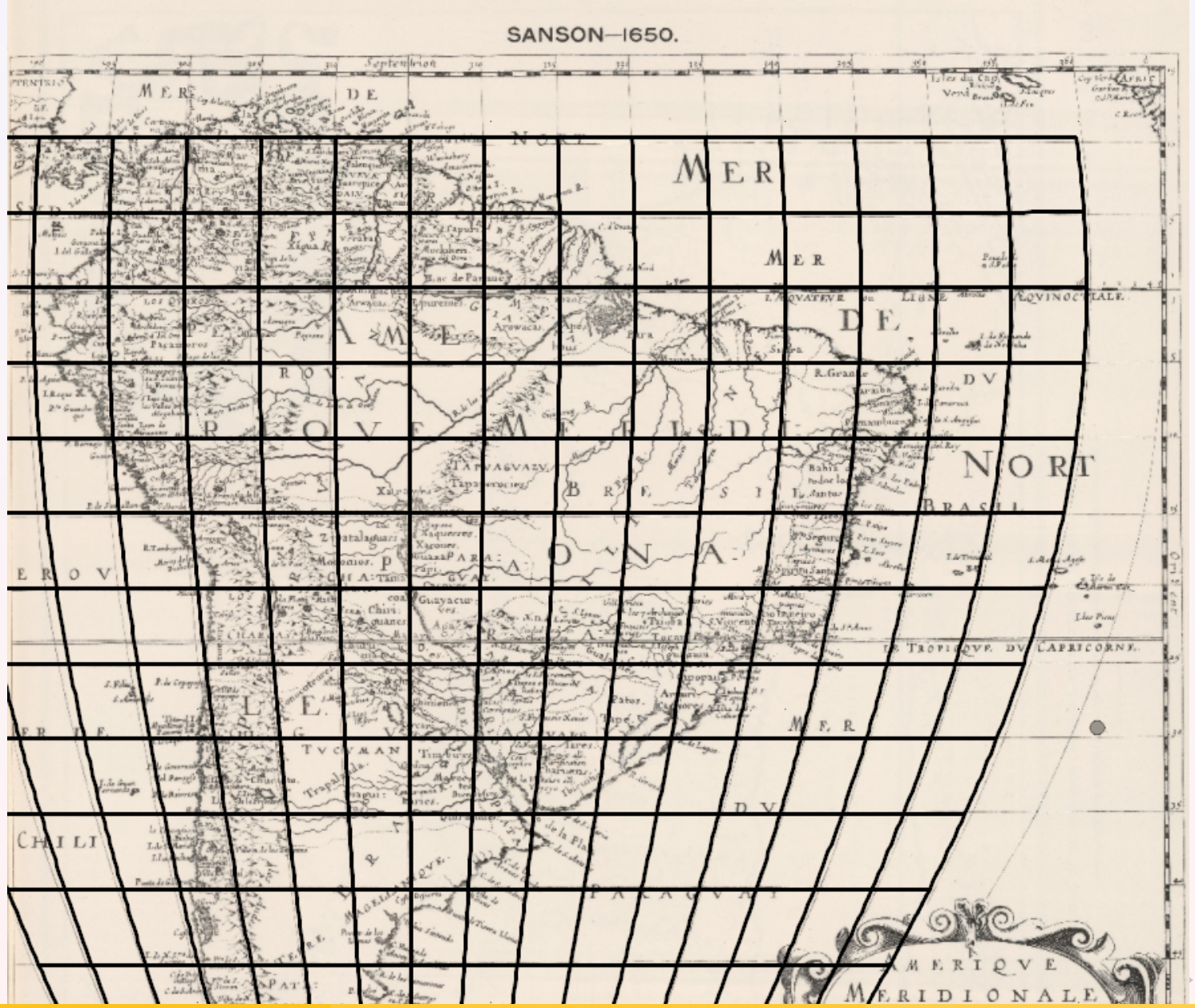
18. Rekonstrukce parametrů zobrazení a extrapolace

MARE DEI SUD
MARE PACIFICO
Tropico di Capricorno
Terra scoperta da David Inglese
Isola S.Paolo
Viaggio del Mendana l'an. 1568
Viaggio del Mendana l'an. 1606
Porto di Sergalla
Porto di Gaura
Porto di Limas
Porto di Tarapaca
Capo d'Agama
Porto di Morro Moreno
Capo Lopez
Porto di Copiapo
Fiume di Guasco
Isola S. Felice
Isola S. Ambrogio
Mendoza
Cordova
Rio Grande
Isola dos Coelhos
Fiume della Plata
Capo S. Antonio
Baja di S. Anna
Golfo d'Arena gordas
Capo di terra bassa
Cusco
Arequipa
Chaco
Amazoni
Tucuman
Paraguay
Rio dos Ilheos
Tucanuco
Maibuca
Tupinaque
Porijes
Rio Huna
Porto di Tucuman
Isola S. Cattarina
Isola Reparo
Isola dei Gakapegos
Isola della Punta
Capo Bianco
Porto di Pegna
Capo della Gura
Isola S. Rosa
Morafiavera
Trujillo
Sarja
Porto di S. Elena
Isola S. Michel della Riberia
Isola dei Pescheri
Tongoy Fiume
Chuapa Fiume
la Ligua Fiume
Fiume del Chili
Peteroa Fiu.
Isole di Giovanni Ferdinando
Viaggio di Ferdinando
Isola S. Giovanni
Isola S. Luigi
Mendoza
Cuyo
Tucuito
Giovanni
Imperial
Nuova Rioja
Baldivia
Concezione
Terra Lanio
Paese delle Amazoni
Isola delle Acque
Isola delle Perle
Isola S. Giacopo de monti
Lacamore
Zamora
Valladolid
Lagoa
Guanare
Ozoanes
Nahonaes
Tiquites
Mariapes
Abacaxis
Oraquaras
Oraguanaques
Aperas
Guyanais
Burais
Purovis
Pepernacas
Paraguay
Fiu. dei Papagaios
Fiu. dei Tapayasses
Lago dos Carayes
Rio Tupiques
Tupinaques
Tupinambas
Tupiquiques
Porto della Candelaria
Guayra
Maracayo
Pelombas
Carcas
Rio Bianco
Salta o Villa di Lerma
Tucuman
Concezione
Mocenes
Tupinaque
S. Sebastiano
Schelebetogba
Fiume Parana
Fiume Huna
Porto di Tucuman
Isola S. Cattarina
Isola Reparo
Rio Grande
Fiume della Plata
Capo S. Antonio
Baja di S. Anna
Capo d'Arena gordas
Golfo d'Arena gordas
Capo di terra bassa
Isola S. Giovanni
Isola S. Filippo
Maragnan
Para
Porto
Tupinambas
Nazione dei Tapuyas
Rio dos Ilheos
Tucanuco
Maibuca
S. Croce
Tupinaque
Porijes
Tupinaques
Tupiquiques
Tupinambas
Tupinambas
Tupinambas

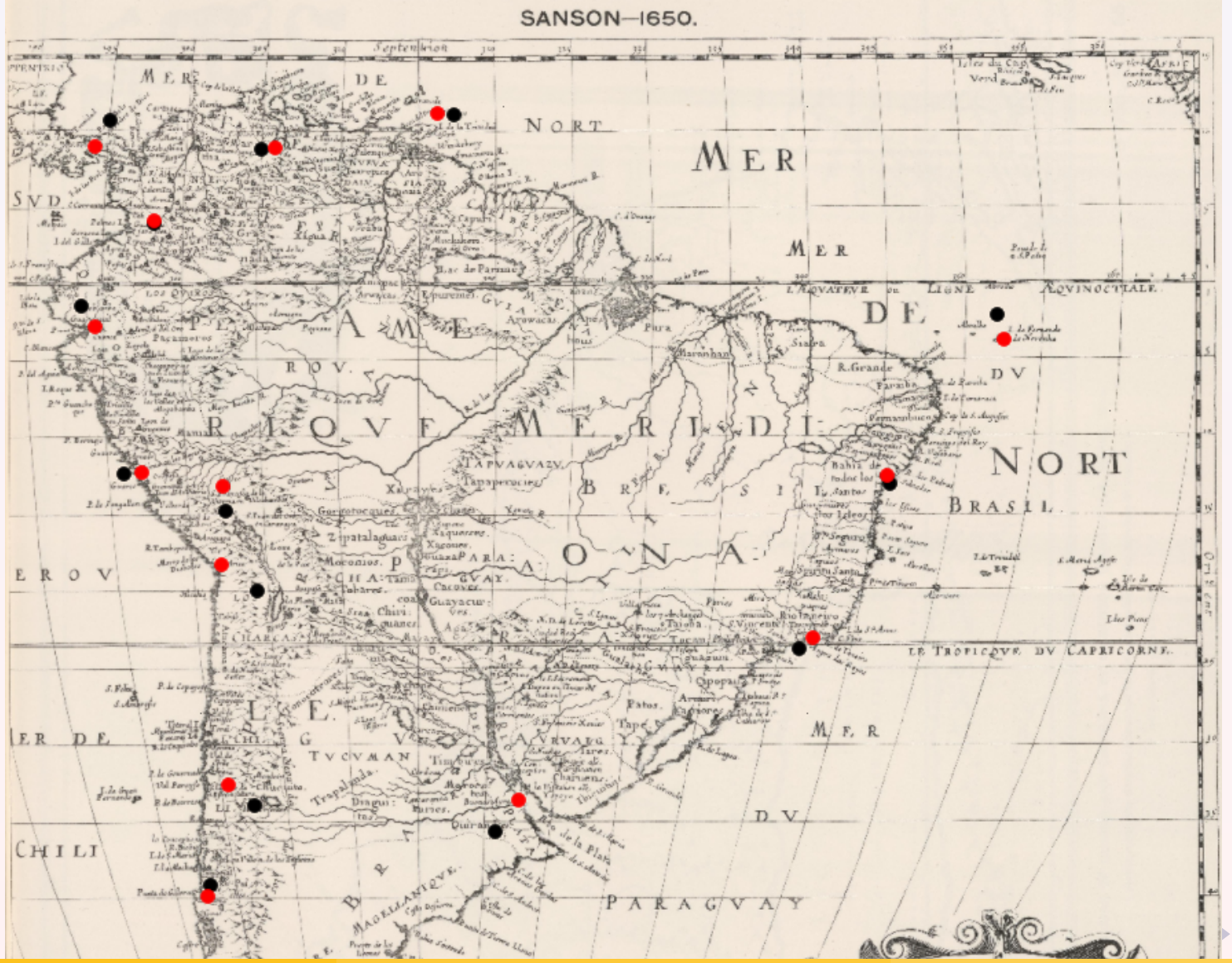
19. Analyzované a odhadnuté body



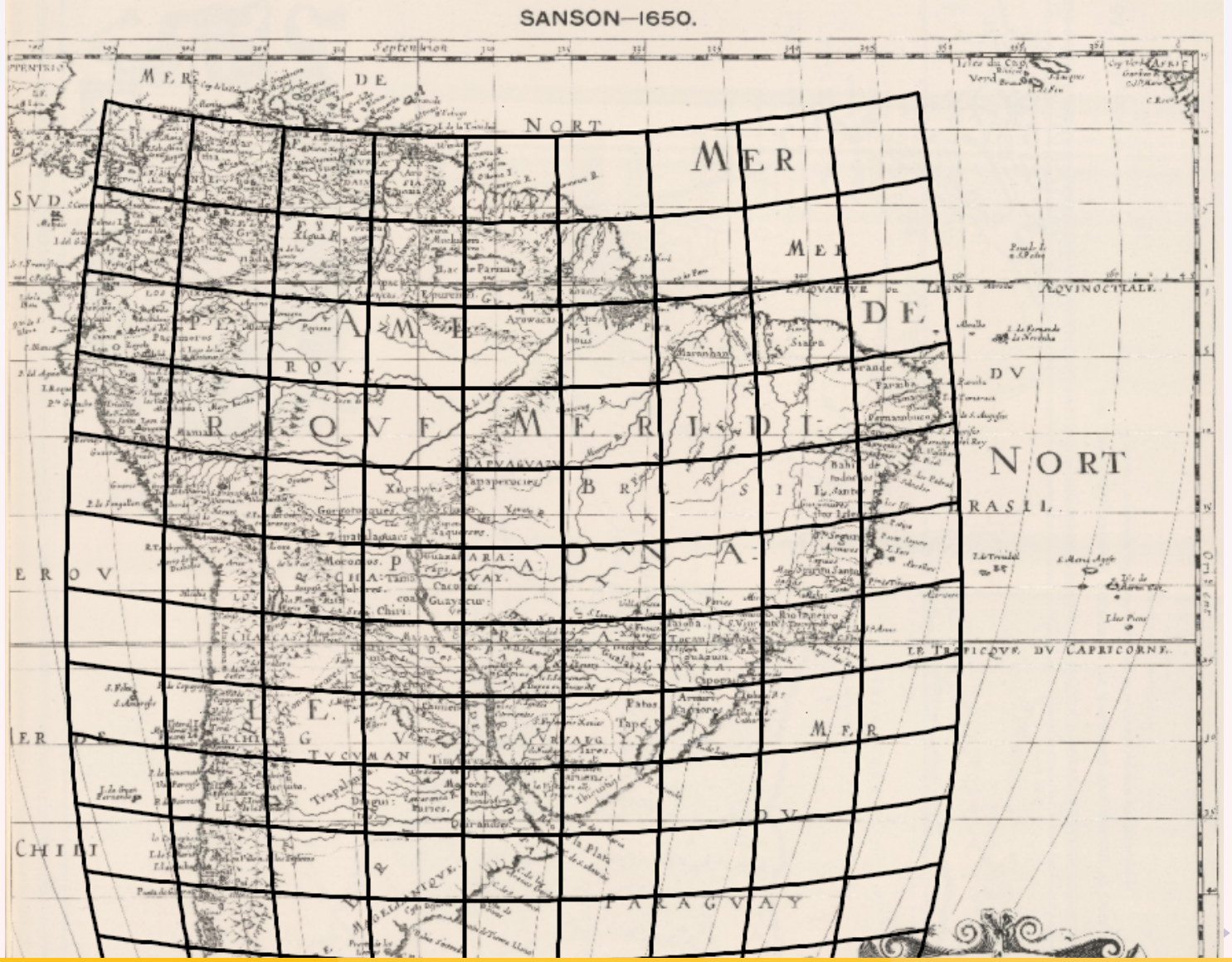
20. Rekonstrukce zeměpisné sítě



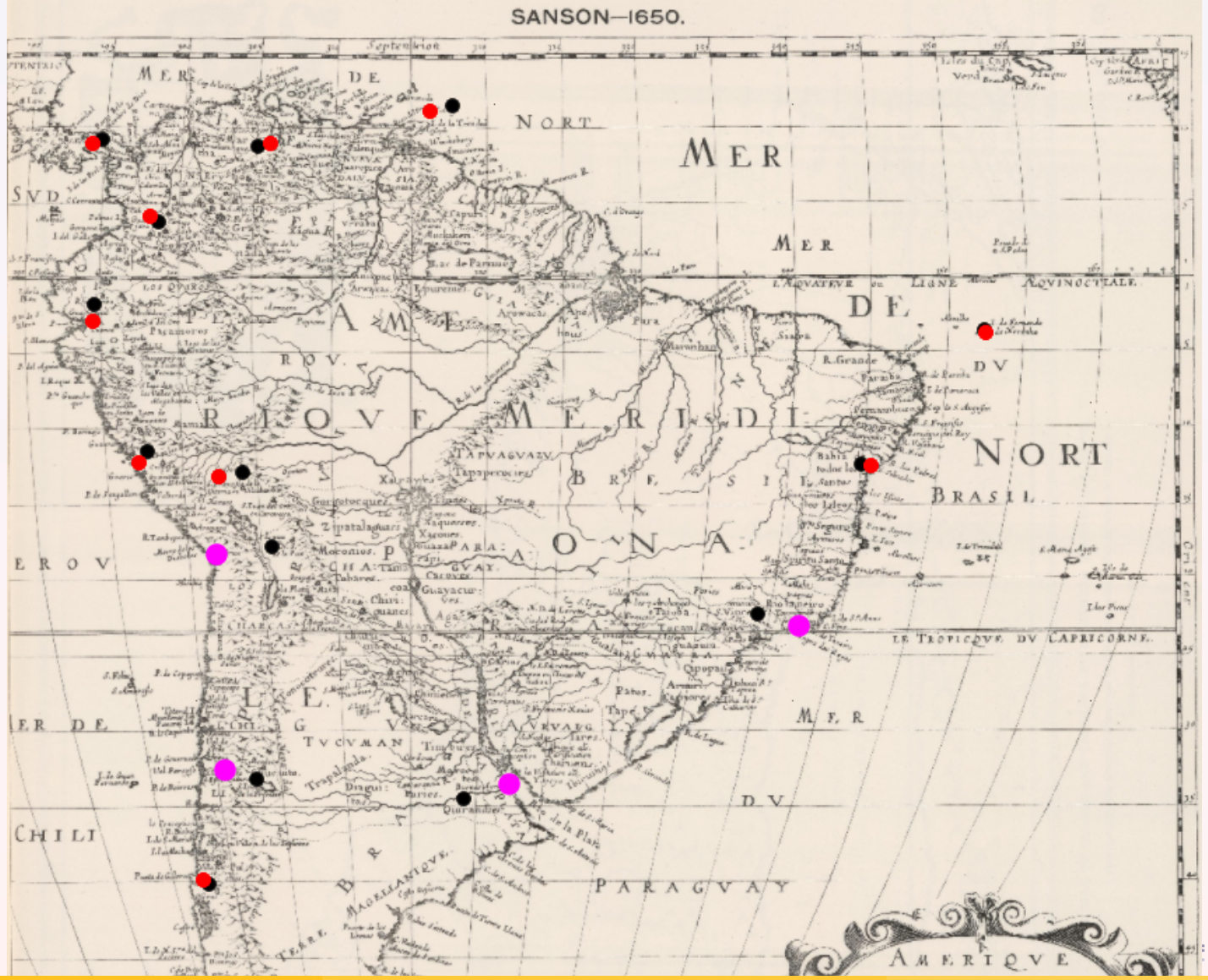
21. Analyzované a odhadnuté body (včetně chybných)



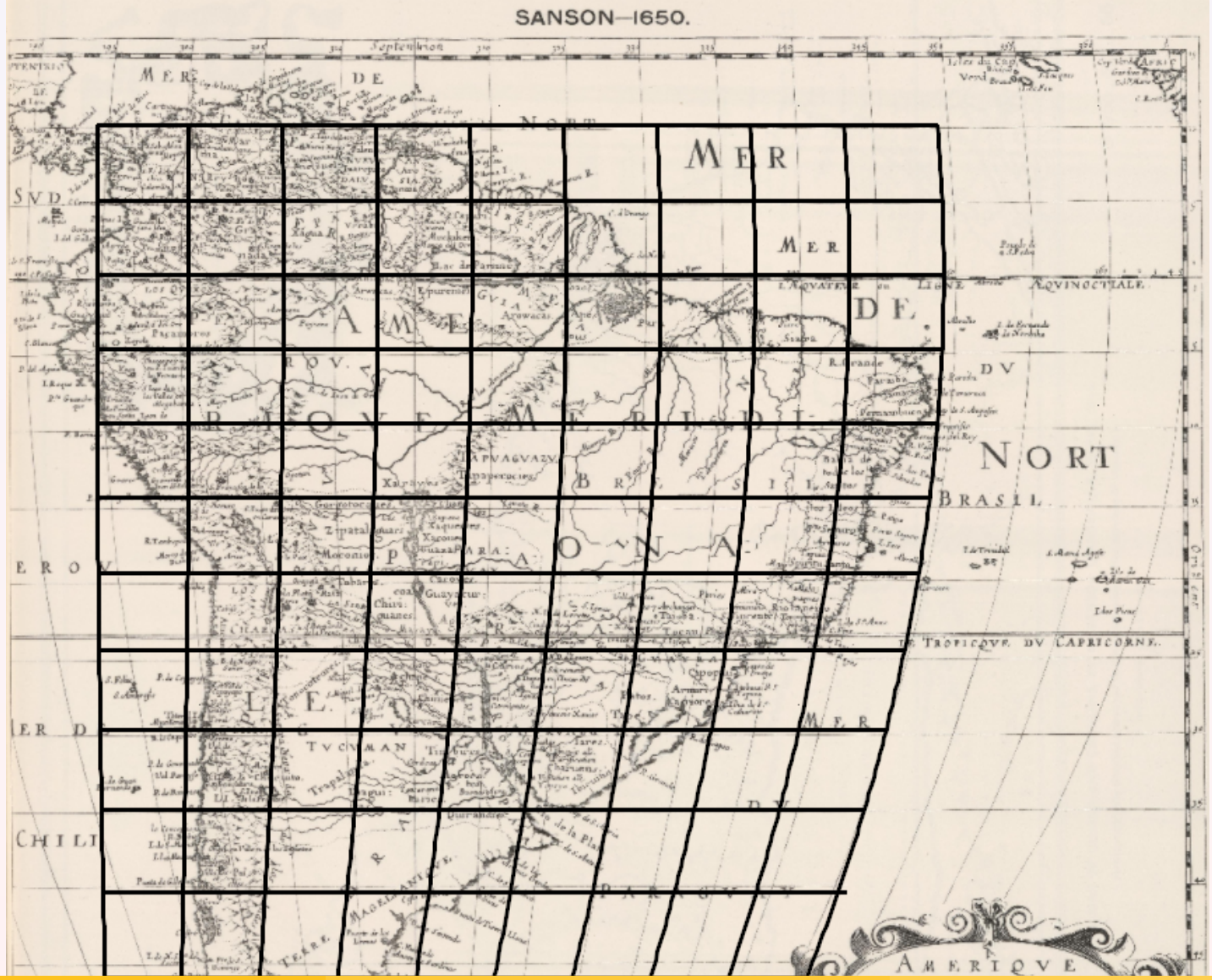
22. Rekonstrukce zeměpisné sítě (zahrnuty chybné body)



23. Analyzované a odhadnuté body (odstranění chybných)



24. Rekonstrukce zeměpisné sítě (odstranění chybných bodů)



25. Určované parametry zobrazení

Určované parametry zobrazení | parametry mapy

$$\widehat{\mathbf{x}} = \left[\varphi_k \quad \lambda_k \quad \varphi_0 \quad \lambda_0 \quad \kappa | \quad R' \quad \alpha \right]$$

řešením lokální/globální optimalizace

$$\widehat{x} = \arg\min_{\mathbb{P}}(\phi_{P,Q}).$$

Minimalizovaná funkce

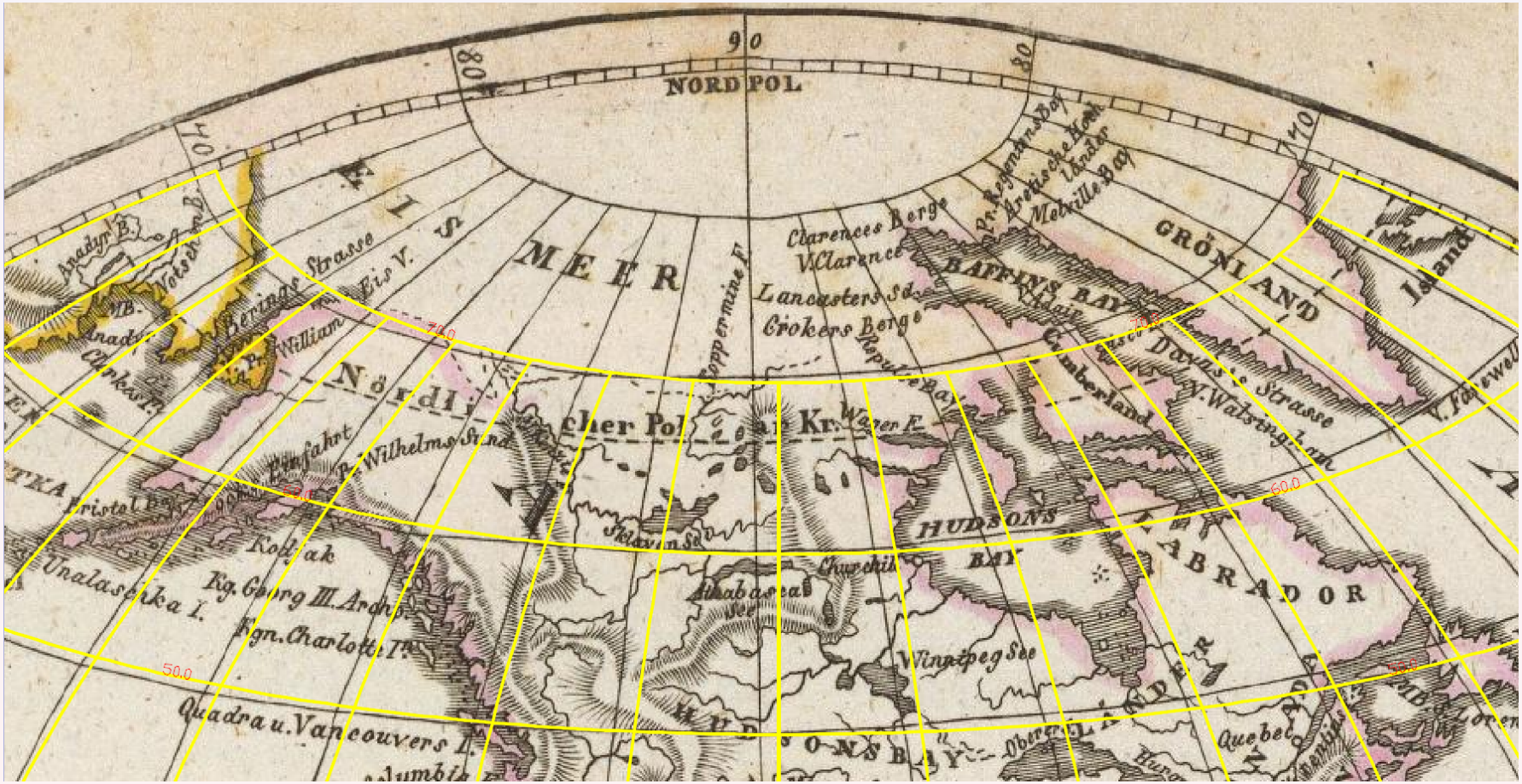
$$\phi_{P,Q}(x)_{\mathbb{P}} = min,$$

popisuje podobnost kartografických zobrazeni (polohová / tvarová).

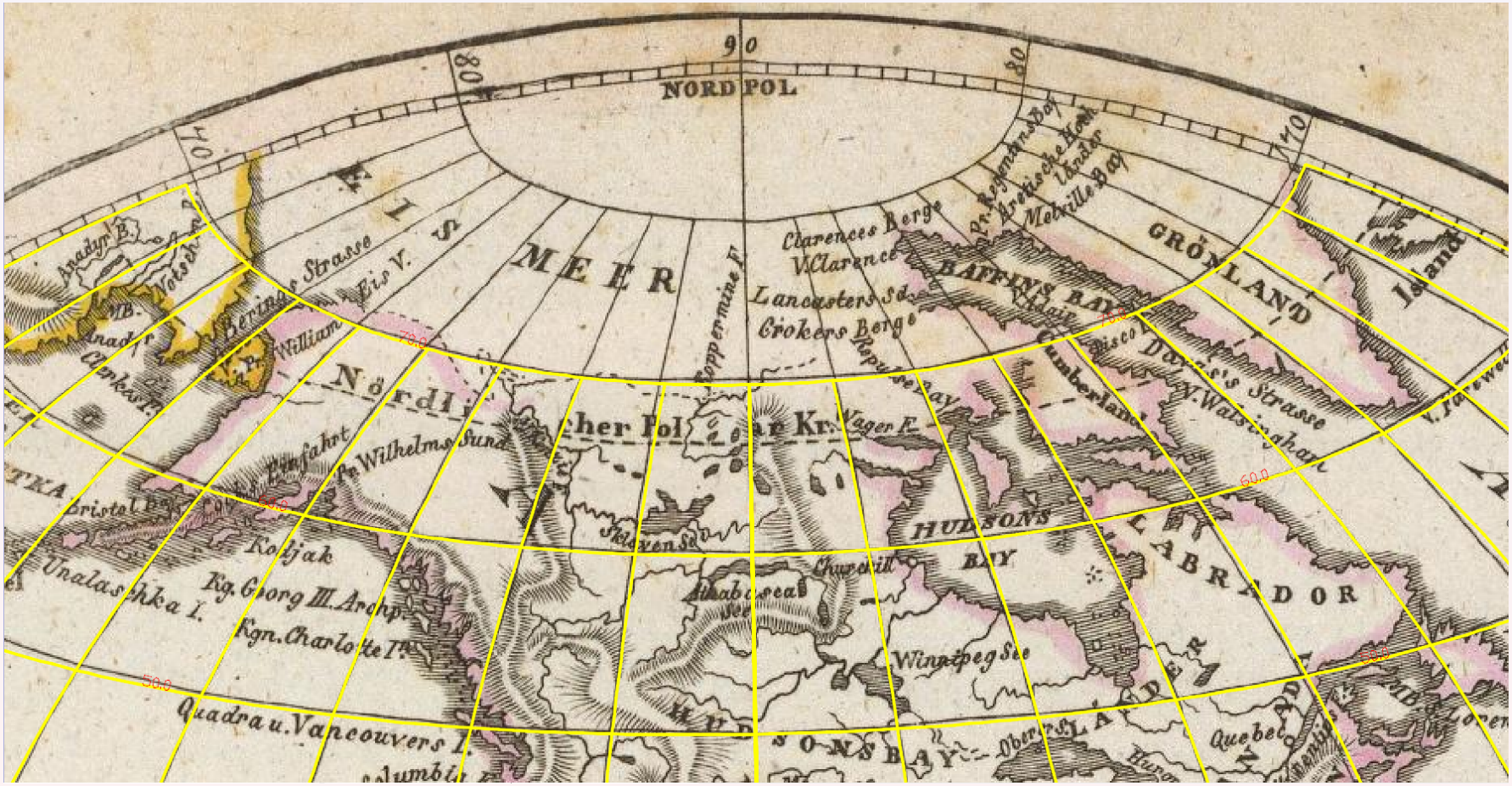
Řešení: NLSP/DE, iterativní.

$\mathbb{P}$ určované zobrazení.
$P = \{P_1, ..., P_n\} \subset \mathbb{R}^2, (1 \leq n \leq \infty)$ prvky v analyzované mapě.
$Q = \{Q_1, ..., Q_n\} \subset \mathbb{R}^2, (1 \leq n \leq \infty)$ korespondující prvky na sféře
$P_i \Leftrightarrow Q_i$.

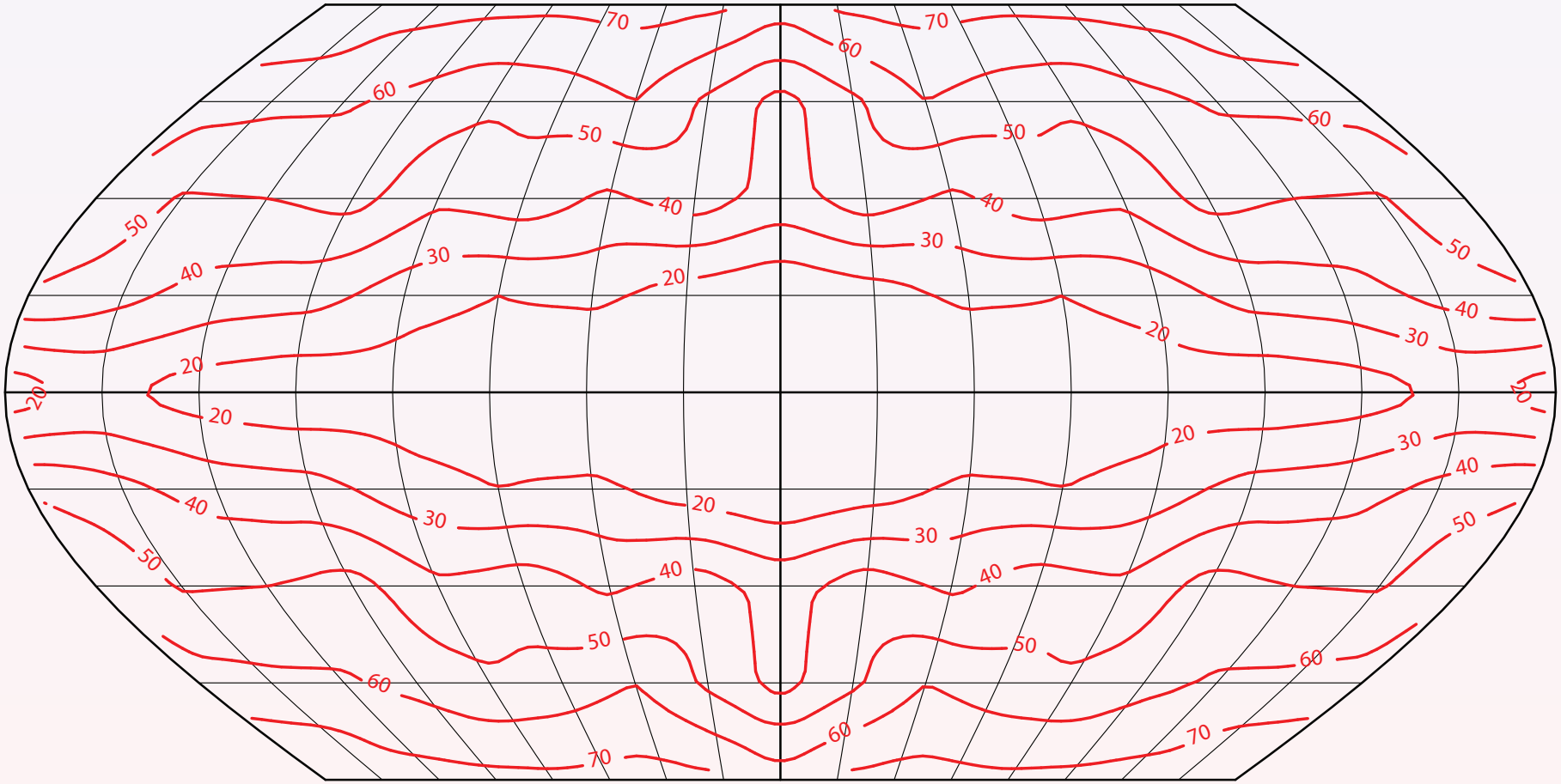
26. Detekce nezohledňující rotaci předlohy



27. Detekce zohledňující rotaci předlohy

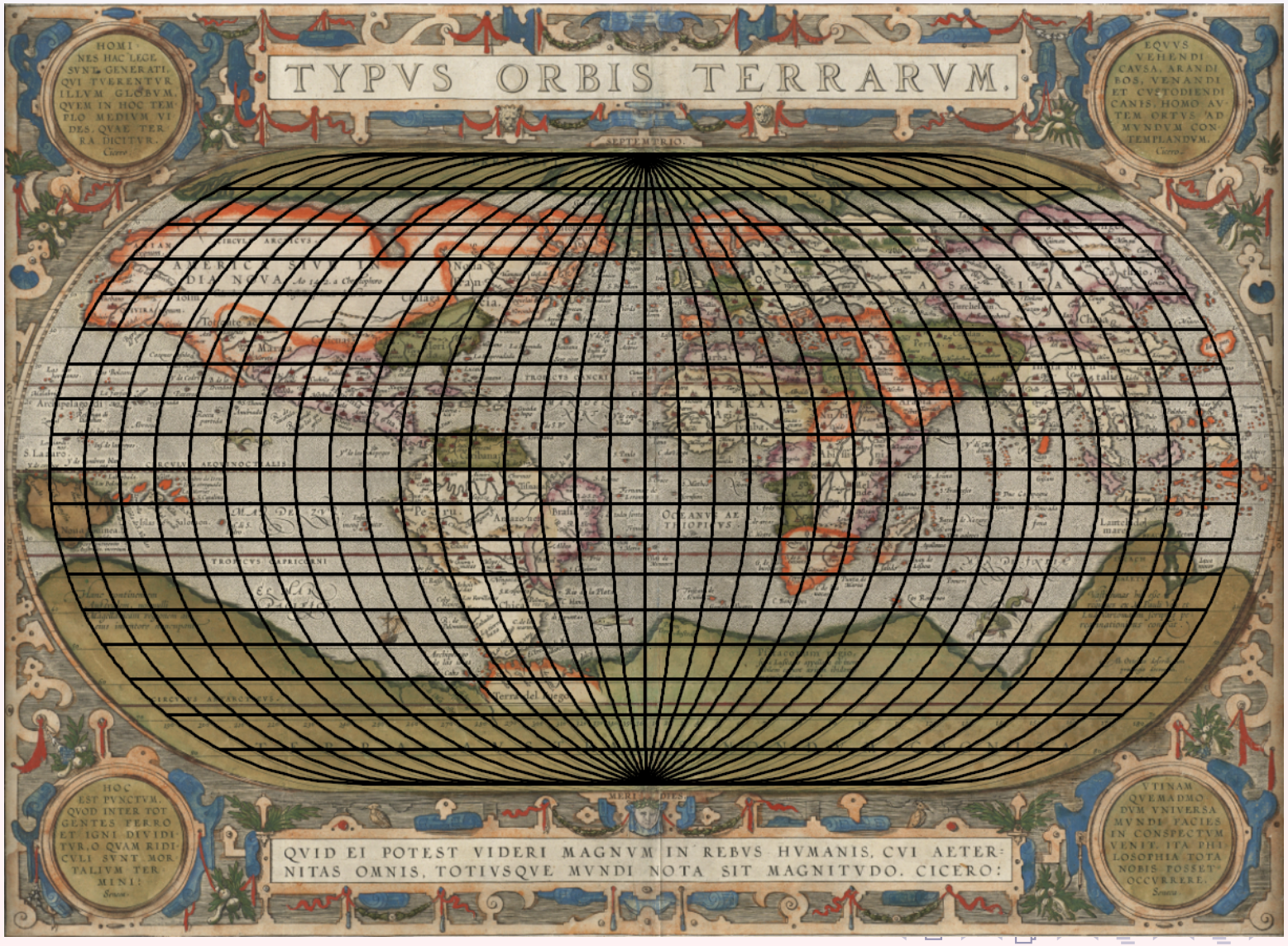


28. Efektivita detekce zobrazení: Eckert V



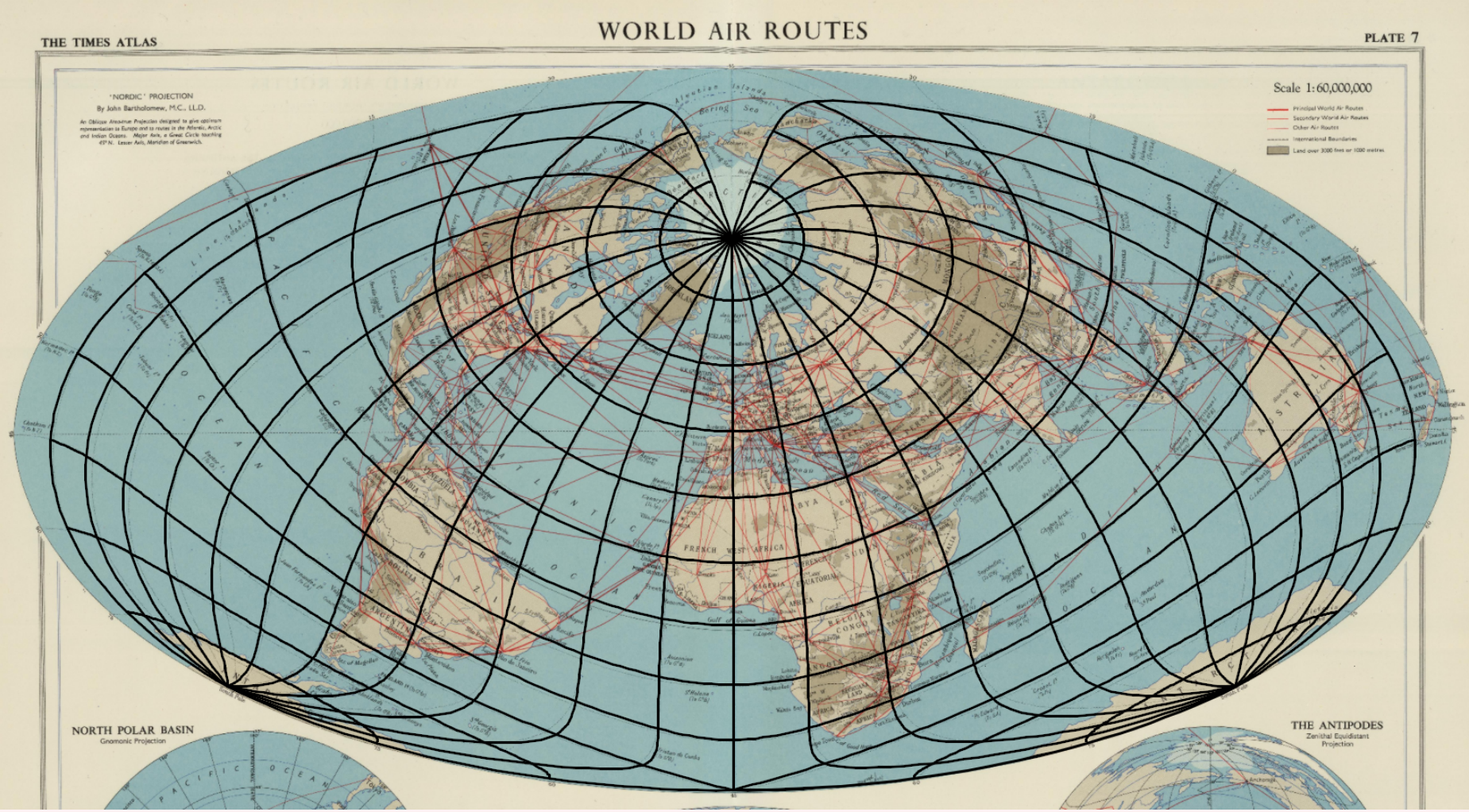
29. Typus Orbis Terrarum, Ortelius A., 1587

Ortelius projection, $\varphi_k = 90°$, $\lambda_k = 0.0°$, $\varphi_0 = 50.0°$, $\lambda = 10.0°$.



30. World Air Routes, Bartholomew J., 1958

Hammer projection, $\varphi_k = 45.2°$, $\lambda_k = 179.7°$, $\varphi_0 = 0.0°$, $\lambda = 0.0°$.



31. Závěr

Se starými mapami nutné zacházet tak, aby nebyla porušena jejich geometrie.

Nelze zanedbat vliv souřadnicového systému mapy (měřené údaje zatíženy chybou).

Pro georeferencování staré mapy nutné znát její kartografické zobrazení.

Zobrazení nelze vždy úspěšně detekovat:

- mapy bez geometrického základu (spíše obrázky).
- území menší než $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 3^\circ$ (vliv zobrazení menší než grafická přesnost mapy),
- analyzované území leží na nevhodných místech (rovník, zákl. poledník, póly),
- zobrazení vzniklá geometricko-konstrukční cestou (van den Grinten).

Ke stažení:

http://web.natur.cuni.cz/~bayertom/detectproj/det_sw.html

Příspěvek vznikl za podpory grantu MK ČR č. DF11P01OVV003 "TEMAP: technologie pro zpřístupnění mapových sbírek ČR": metodika a software pro ochranu a využití kartografických děl národního kartografického dědictví.