



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Analýza kartografického zkreslení zobrazení světa

155UZPR – Semestrální projekt

Bc. Jan Koudelka

Únor, 2024

Zadání

- „Automatizace výpočtu použitého v rámci bakalářské práce + pokus o vizualizaci dat pomocí některé z knihoven v jazyce Python“
- Jaké kartografické zobrazení světa je nejvhodnější?
 - Analýza 55 kartografických zobrazení na základě extrémních hodnot zkreslení v bodech.
 - Pokus o vizualizaci výsledných dat pomocí některé z Python knihoven.

Vstupní data

- Textové soubory ze sw. PROJ (verze 9.1.1).
 - Informace o zkreslení pro body zeměpisné sítě $1^\circ \times 1^\circ$ - přes 65 000 bodů.
 - Soubory generovány během tvorby BP.

- **Generace:**

```
proj -S +proj=mercator +ellps=WGS84 < body.txt > vystup_mercator
```

- **Výstup:**

```
-20037508.34 16925421.91 <7.16167 7.16167 51.2896 0 7.16167 7.16167>  
(rovinné souřadnice X, Y -  $m_p$  -  $m_r$  -  $P$  -  $\Delta\omega$  -  $a(\max)$  -  $b(\min)$ )
```

vystup_mercator – Poznámkový blok

SouborÚpravyFormátZobrazeníNápověda

*	*	< * * * * * >
-20037508.34	30198185.17	<57.1066 57.1066 3261.17 6.20099e-006 57.1066 57.1066>
-20037508.34	25776731.36	<28.5578 28.5578 815.545 1.35296e-006 28.5578 28.5578>
-20037508.34	23189842.35	<19.0434 19.0434 362.652 1.01445e-006 19.0434 19.0434>
-20037508.34	21353878.63	<14.2878 14.2878 204.14 1.35212e-006 14.2878 14.2878>
-20037508.34	19929239.11	<11.4355 11.4355 130.772 0 11.4355 11.4355>
-20037508.34	18764656.23	<9.53505 9.53505 90.9171 1.43265e-006 9.53505 9.53505>
-20037508.34	17779439.01	<8.17841 8.17841 66.8863 0 8.17841 8.17841>
-20037508.34	16925421.91	<7.16167 7.16167 51.2896 0 7.16167 7.16167>
-20037508.34	16171536.91	<6.37155 6.37155 40.5966 1.07198e-006 6.37155 6.37155>
-20037508.34	15496570.74	<5.74005 5.74005 32.9481 0 5.74005 5.74005>
-20037508.34	14885392.58	<5.22391 5.22391 27.2893 0 5.22391 5.22391>
-20037508.34	14326830.14	<4.79431 4.79431 22.9854 0 4.79431 4.79431>
-20037508.34	13812398.80	<4.43126 4.43126 19.6361 1.08991e-006 4.43126 4.43126>
-20037508.34	13335503.05	<4.12052 4.12052 16.9787 0 4.12052 4.12052>
-20037508.34	12890914.14	<3.85162 3.85162 14.835 8.86665e-007 3.85162 3.85162>
-20037508.34	12474416.63	<3.61672 3.61672 13.0806 0 3.61672 3.61672>
-20037508.34	12082562.30	<3.40982 3.40982 11.6269 1.00155e-006 3.40982 3.40982>

Řádek 1, Sloupec 1100 %Windows (CRLF)UTF-8

Analýza bodů - teorie

- Vyhovující body – splňující níže uvedené podmínky:

- Maximální úhlové zkreslení x° .
- Plošné zkreslení v intervalu od a do b .
- Maximální hodnota h Airyhy kritéria.

$$h^2 = \frac{1}{2} * ((a - 1)^2 + (b - 1)^2)$$

- Nevyhovující body – všechny ostatní.
- Prezentace výsledků pomocí plochy tvořené vyhovujícími body:
 - Vyhovující plocha = správné body / všechny body
 - Rozměr bodu: $\cos(\varphi)$

- Vyho

- M

- Pl

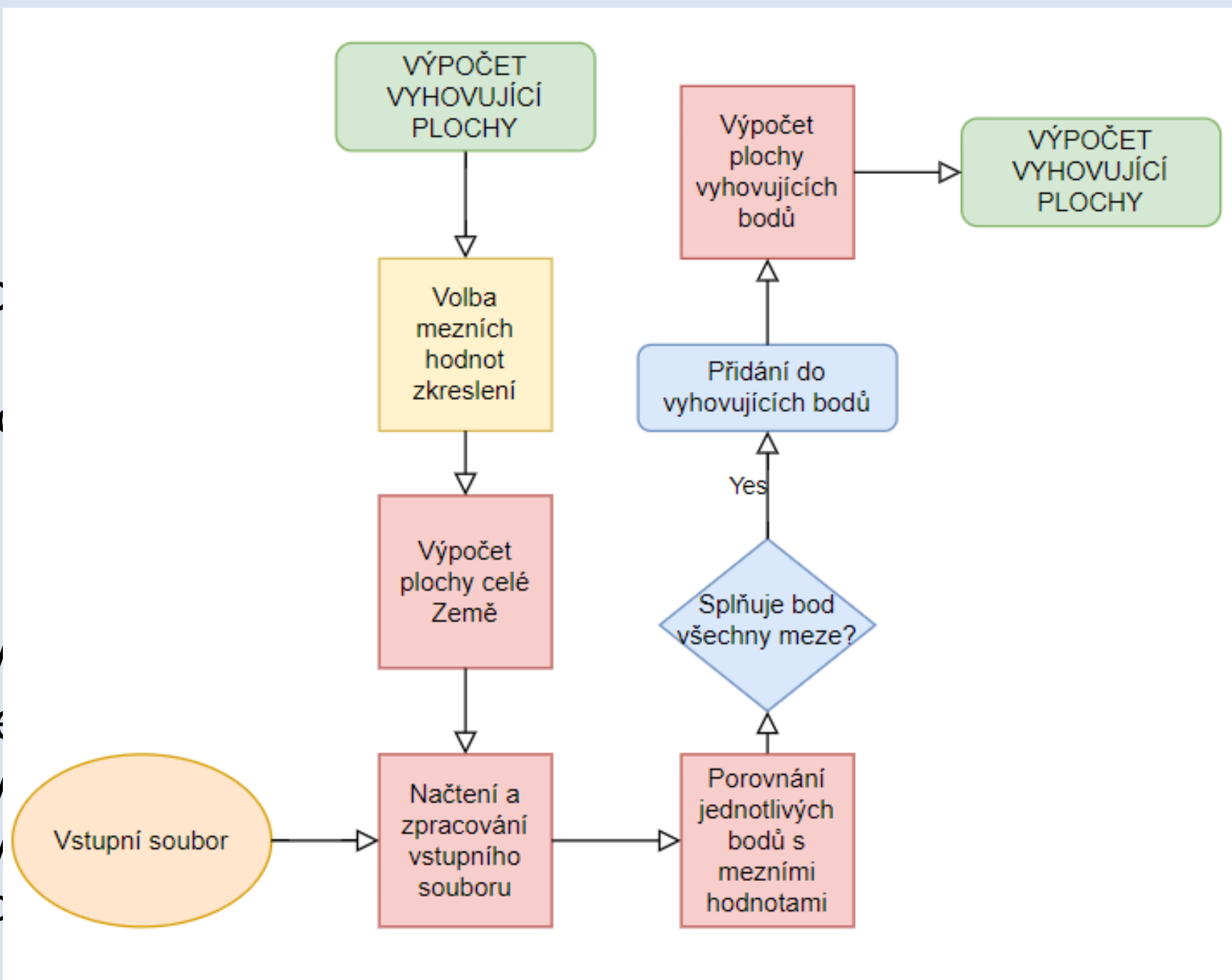
- M

- Nev

- Preze
body

- Vy

- Ro



ni

Výpočet - BP

- Nástroj – Microsoft Excel.
- Výpočet pro předem stanované extrémní hodnoty zkreslení:
 - Maximální úhlové zkreslení 40° (*Čapek 2001*).
 - Plošné zkreslení v intervalu od 0.67 do 1.5 (*Čapek 2001*).
 - Maximální hodnota h Airyhy kritéria 0.5 (*Koudelka 2023*).

Vínocot RD

POŘADÍ	NÁZEV (ID)	%	19.	Wagner 5 (51)	75,44	38.	Mercator (29)	58,07
1-2.	Gall Isographic (20)	87,89	20.	Equidistant cylindrical (18)	74,90	39.	van der Grinten (49)	57,30
1-2.	Ronald Miller-min. cont. scale (43)	87,89	21.	Wagner 7 (52)	73,96	40.	Sinusoidal (Sanson-Flamsteed) (44)	57,04
3.	Eckert 3 (13)	87,57	22.	Cylindrical Equal Area (10)	71,33	41.	Bonne (Werner lat_1=90) (6)	56,86
4.	Natural <u>Earth</u> (32)	87,22	23.	Trans. Cylindrical Equal Area (45)	71,09	42.	Eckert 2 (12)	56,59
5-6.	Gall-Petters (21)	87,04	24.	Mollweide (31)	70,65	43.	Equidistant Conic (17)	56,30
5-6.	E.Grafarend and A.Niermann (24)	87,04	25.	Eckert 6 (16)	69,55	44.	Lambert Azimuthal Equal Area (26)	51,02
7.	Natural Earth 2 (33)	86,46	26.	McBryde-Thomas Flat (28)	68,22	45.	Gall Stereographic (22)	50,25
8.	Ronald Miller-min. overall scale (42)	85,27	27.	Eckert 1 (11)	68,15	46.	Polyconic (38)	47,44
9.	Winkel Tripel (53)	85,01	28.	Aitoff (2)	67,96	47.	Two Point Equidistant (48)	46,29
10.	Robinson (40)	84,24	29.	Albers Equal Area (3)	65,46	48.	Azimuthal Equidistant (4)	46,13
11.	Eckert 4 (14)	81,98	30.	Quartic Authalic (39)	62,44	49.	Peirce quincuncial 3 "obdelník" (37)	37,31
12.	Winkel 2 (55)	80,71	31 - 33.	Compact Miller (8)	62,25	50 - 51.	Peirce quincuncial 1 "čtverec" (35)	37,12
13.	Eckert 5 (15)	79,81	31 - 33.	Miller <u>Cylindrical</u> (30)	62,25	50 - 51.	Peirce quincuncial 2 "kosočtverec" (36)	37,12
14.	Equal earth (19)	79,79	31 - 33.	<u>Patterson</u> (34)	62,25	52.	Cassini-Soldner (7)	32,62
15.	Behrmann (5)	79,34	34.	Craster Parabolic (Putnins P4) (9)	60,29	53.	Adams World in a Square II (1)	31,92
16.	Loximuthal (27)	78,93	35.	Ronald Miller Equirectangular (41)	60,19	54.	Transverse Mercator (47)	31,73
17.	Winkel 1 (54)	76,37	36.	Times (46)	59,44	55.	Grafarend & Niermann min. linear (25)	26,00
18.	Wagner 4 (50)	76,25	37.	Goode Homolosine (23)	58,97			

Výpočet - projekt

- Nástroj – Python (Jupyter notebook).
- MOTIVACE – automatizace, možnost volby extrémů.
- Možnost volby extrémních hodnot zkreslení.
- Výsledek stejný – pořadník zobrazení s určením vyhovující plochy.
- Rozdíly ve výsledcích:
 - U dvou zobrazení rozdíl v desetinách procenta.
 - U dvou zobrazení rozdíl zhruba o 2 procenta.

POŘADNÍK PRO: $dw < 40$, $P < 0.67$, $1.5 >$, $H < 0.5$

1 : gall_isographic (ID 21) = 87.89 %

2 : ronald_miller2 (ID 43) = 87.89 %

3 : eckert3 (ID 13) = 87.57 %

4 : natural_earth (ID 32) = 87.22 %

5 : gall_peters (ID 22) = 87.04 %

6 : grafarend_Niermann (ID 24) = 87.04 %

7 : natural_earth2 (ID 33) = 86.46 %

8 : ronald_miller1 (ID 42) = 85.27 %

9 : winkel_tripel (ID 55) = 85.01 %

10 : robinson (ID 40) = 84.24 %

11 : eckert4 (ID 14) = 81.98 %

12 : winkel2 (ID 54) = 80.71 %

13 : eckert5 (ID 15) = 79.81 %

14 : equal_earth (ID 17) = 79.79 %

15 : behrmann (ID 5) = 79.34 %

16 : loximuthal (ID 27) = 78.93 %

17 : winkel1 (ID 53) = 76.78 %

18 : wagner4 (ID 50) = 76.25 %

19 : wagner5 (ID 51) = 75.44 %

20 : equidistant_cylindrical (ID 19) = 74.9 %

21 : wagner7 (ID 52) = 73.96 %

22 : cylindrical_equal_area (ID 10) = 71.33 %

23 : tcea (ID 45) = 71.09 %

24 : mollweide (ID 31) = 70.65 %

25 : eckert6 (ID 16) = 69.55 %

26 : mcbryde (ID 28) = 68.22 %

27 : eckert1 (ID 11) = 68.16 %

28 : aitoff (ID 2) = 67.96 %

29 : albers (ID 3) = 65.46 %

30 : quartic_authalic (ID 39) = 62.44 %

31 : compact_miller (ID 8) = 62.25 %

32 : miller_cylindrical (ID 30) = 62.25 %

33 : patterson (ID 34) = 62.25 %

34 : craster_parabolic (ID 9) = 60.29 %

35 : times (ID 46) = 59.44 %

36 : goode_homolosine (ID 23) = 58.97 %

37 : ronald_miller (ID 41) = 58.53 %

38 : mercator (ID 29) = 58.07 %

39 : van_der_grinten (ID 49) = 57.3 %

40 : sinusoidal (ID 44) = 57.04 %

41 : bonne (ID 6) = 56.86 %

42 : eckert2 (ID 12) = 56.59 %

43 : equidistant_conic (ID 18) = 56.3 %

44 : lambert (ID 26) = 51.02 %

45 : gall (ID 20) = 48.62 %

46 : polyconic (ID 38) = 47.44 %

47 : two_point_equidistant (ID 48) = 46.3 %

48 : azimuthal_equidistant (ID 4) = 46.13 %

49 : peirce3 (ID 37) = 37.31 %

50 : peirce (ID 35) = 37.12 %

51 : peirce2 (ID 36) = 37.12 %

52 : cassini (ID 7) = 32.62 %

53 : transverse_mercator (ID 47) = 31.72 %

54 : adams (ID 1) = 31.65 %

55 : grafarend_Niermann2 (ID 25) = 26.0 %

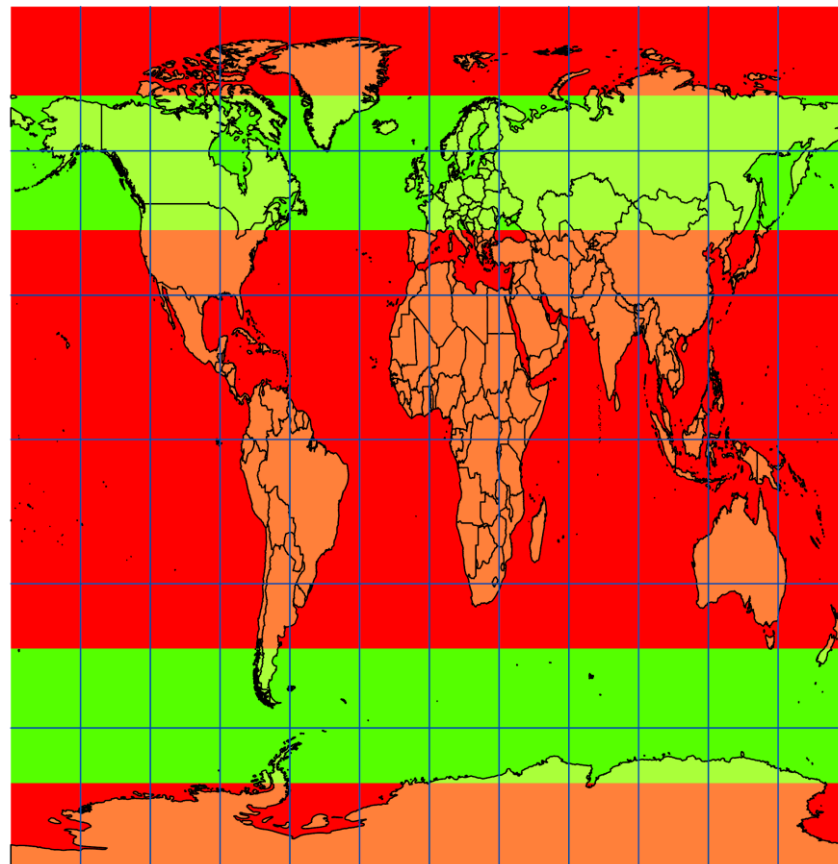
Vizualizace výsledků - BP

- Nástroj – ArcGIS Pro.
 - Vytvoření rastru z bodové vrstvy.
 - Tvorba jednoduchého mapového výstupu.
 - Vytvářeno narychlo pouze pro vybraná zobrazení.

Vizualizace

- Nástroj – ArcGIS
 - Vytvoření rastru
 - Tvorba jednoduchých
 - Vytvářeno naryc

E. Grafander and A. Niermann minimum
linear distortion – 26,00 % – 55.
zobrazení výsledné ekvideformáty



území splňující mezní hodnoty
území nesplňující mezní hodnoty

1:100 000 000

Vyhotovil: Jan Koudelka
V rámci bakalářské práce Analýza
kartografických zkreslení zobrazení světa
FSv ČVUT v Praze, 2023

čů - BP

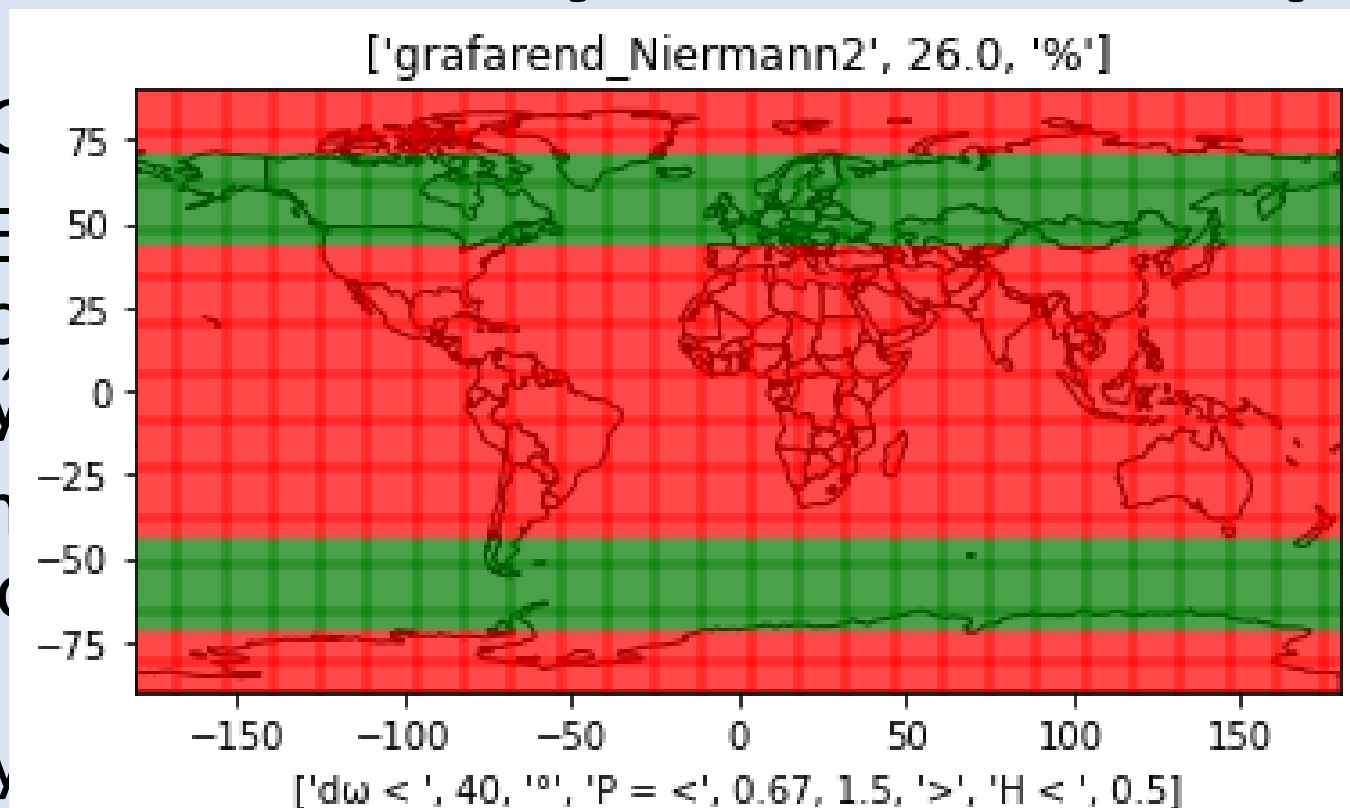
ení.

Vizualizace výsledků – projekt

- Nástroj – Geopandas, Numpy, matplotlib.pyplot
- MOTIVACE – tvorba jednoduchého znázornění výsledků pro vybrané zobrazení – cílem není vytvořit profesionální mapový výstup.
- Výsledkem je schéma zobrazující vyhovující a nevyhovující plochu v zobrazení WGS-84 (EPSG: 4326) pro zadané zobrazení.
 - Prosté vykreslení bodů, zvolena taková velikost, aby body tvořily plochu. Doplněno o podklad slepé mapy státních hranic.
 - Není v daném zobrazení, na druhou stranu je to v jednom konkrétním lépe porovnatelné.

Vizualizace výsledků –projekt

- Nástroj – C
- MOTIVACE
vybrané zo
mapový vý
- Výsledkem
plochu v zo
zobrazení.



- Prosté vy
plochu. Doplněno o podklad šipe mapy státních hranic.
- Není v daném zobrazení, na druhou stranu je to v jednom konkrétním lépe porovnatelné.

sledků pro
ální

vhovující
né

ody tvořily

DĚKUJI ZA POZORNOST