Meranie redundancie v dátach

Školiteľ: Ing. Dušan Bernát, PhD.

Matúš Hluch

Motivácia

- Exponenciálne zväčšujúce sa množstvo dát
  - Veľa duplicít

- Súborové systémy
  - Komprimujúce Btrfs, ZFS...
  - Copy-on-write

- Štandardne delené do blokov rovnakej veľkosti
  - 512 bajtov, niektoré nastaviteľné

Ciele práce

- Preskúmať vlastnosti redundancie v dátach
  - Fixná veľkosť delenia
    - Iné práce - neefektívne
- Podľa typu dát
  - Dokumenty, obrázky, videá, virtuálne stroje…
- Podľa veľkosti okna

- Vplyv použitej hešovacej funkcie
  - Nie kryptograficky bezpečné

Rozdelenie práce

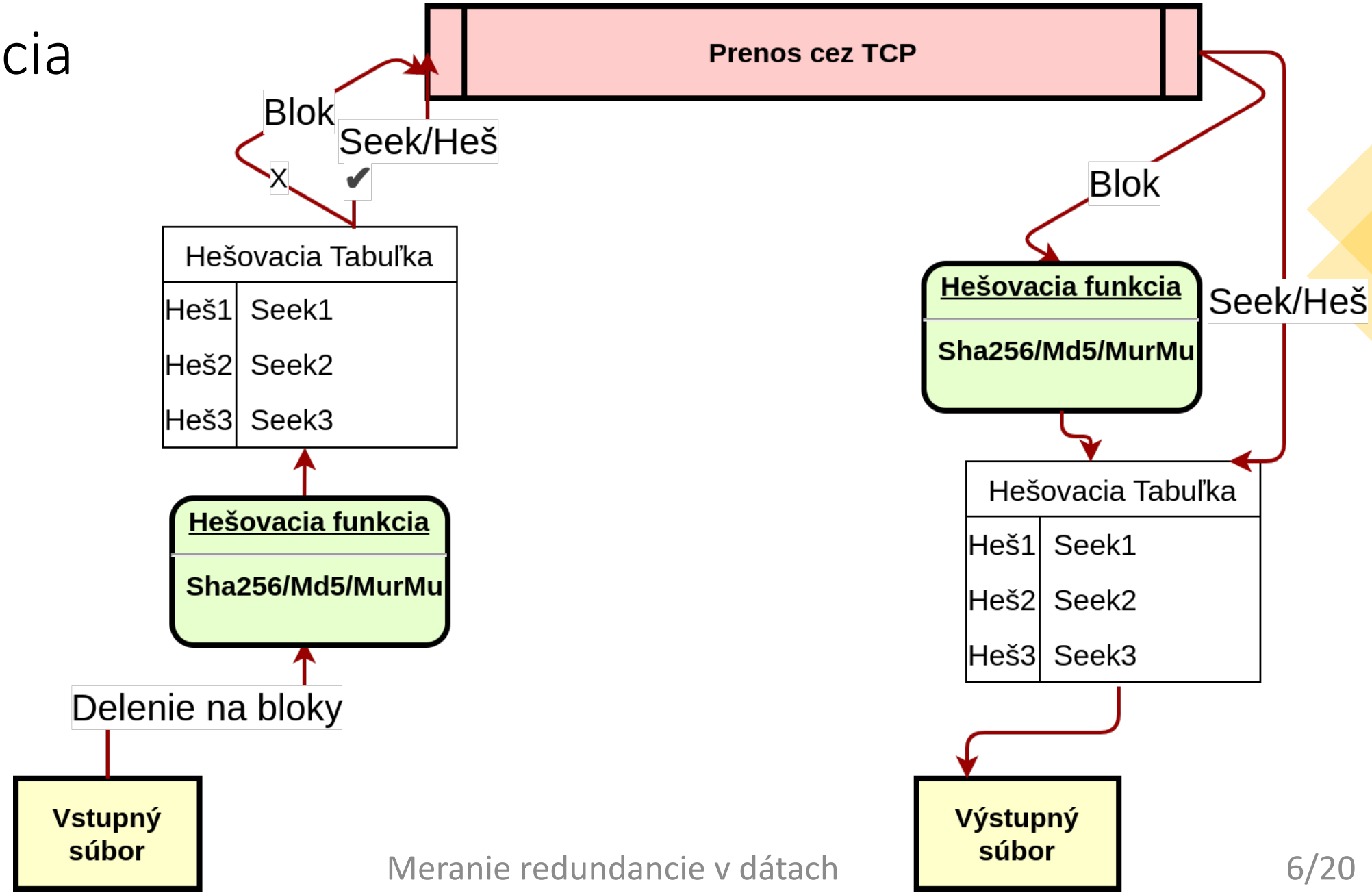
- Prvá časť
  - Prakticky využiteľný nástroj s deduplikáciou
  - Výstup dát z nástroja

- Druhá časť práce
  - Analyzovanie výstupu dát z nástroja

Náš prístup

- Deduplikácia v súborovom systéme
  - Zložitá – väčšie pracovné tímy
- Deduplikácia dát pri prenose cez sieť
  - Rozdelenie súboru na bloky rovnakej veľkosti
  - Hľadanie duplicitných blokov
    - Porovnávanie hešov
  - Blok dát sa pošle iba raz
    - Duplicitné - seek/heš

Aplikácia


Prenos cez TCP
Blok
Seek/Heš
x
✔
Hešovacia Tabuľka
Heš1 Seek1
Heš2 Seek2
Heš3 Seek3
Hešovacia funkcia
Sha256/Md5/MurMu
Delenie na bloky
Vstupný súbor
Blok
Hešovacia funkcia
Sha256/Md5/MurMu
Seek/Heš
Hešovacia Tabuľka
Heš1 Seek1
Heš2 Seek2
Heš3 Seek3
Výstupný súbor

Aplikácia

```
Send deduplicated data over TCP.

First parameter is window size (number of bytes into which data will be divided).
Second parameter is host.
Third parameter is port.
Fourth parameter is file name, from which data will be sent (applicable only if not using the stdin flag).

Usage:
  dedupnetgo send window_size host port *file_name [flags]

Flags:
  -c, --collisionDetection      Detect hash collisions.
  -l, --hash_cache_limit uint   Set limit on number of hashCache entries.
  -f, --hash_function string    Choose a hash function: sha256/md5/murmur/xxh/simple. (default "sha256")
  -h, --help                    help for send
  -o, --output_seeks            Output seeks from cache to stderr.
  -m, --sendHash                Send duplicates hashes instead of seek (if set, blocks will be stored in memory).
  -s, --stdin                   Send data from stdin.
```

Deduplikácia dát pri prenose cez sieť

- Aplikácia pre príkazový riadok
  - Implementovaná v Go
    - Knižnica Cobra
      - Kubernetes, GitHub CLI…
- Prenos súborov cez TCP
  - Navrhnutý vlastný komunikačný protokol nad TCP

Aplikácia

- Nastavenia
  - Veľkosť okna
  - Hešovacia funkcia
    - Kolízie, rýchlosť, spotreba pamäte...
  - Detekcia kolízií
    - Vyššia spotreba pamäte
  - Veľkosť pamäte

Komunikačný protokol nad TCP

- Prvý bajt (hlavička) určuje typ prenášaných dát
- 1. Prenosové nastavenia
  - Nastavuje odosielateľ
- 2. Prenos dát
  - a) Blok dát
  - b) Seek
  - c) Heš
  - d) Posledný blok (môže mať inú veľkosť ako ostatné)
- 3. Koniec prenosu

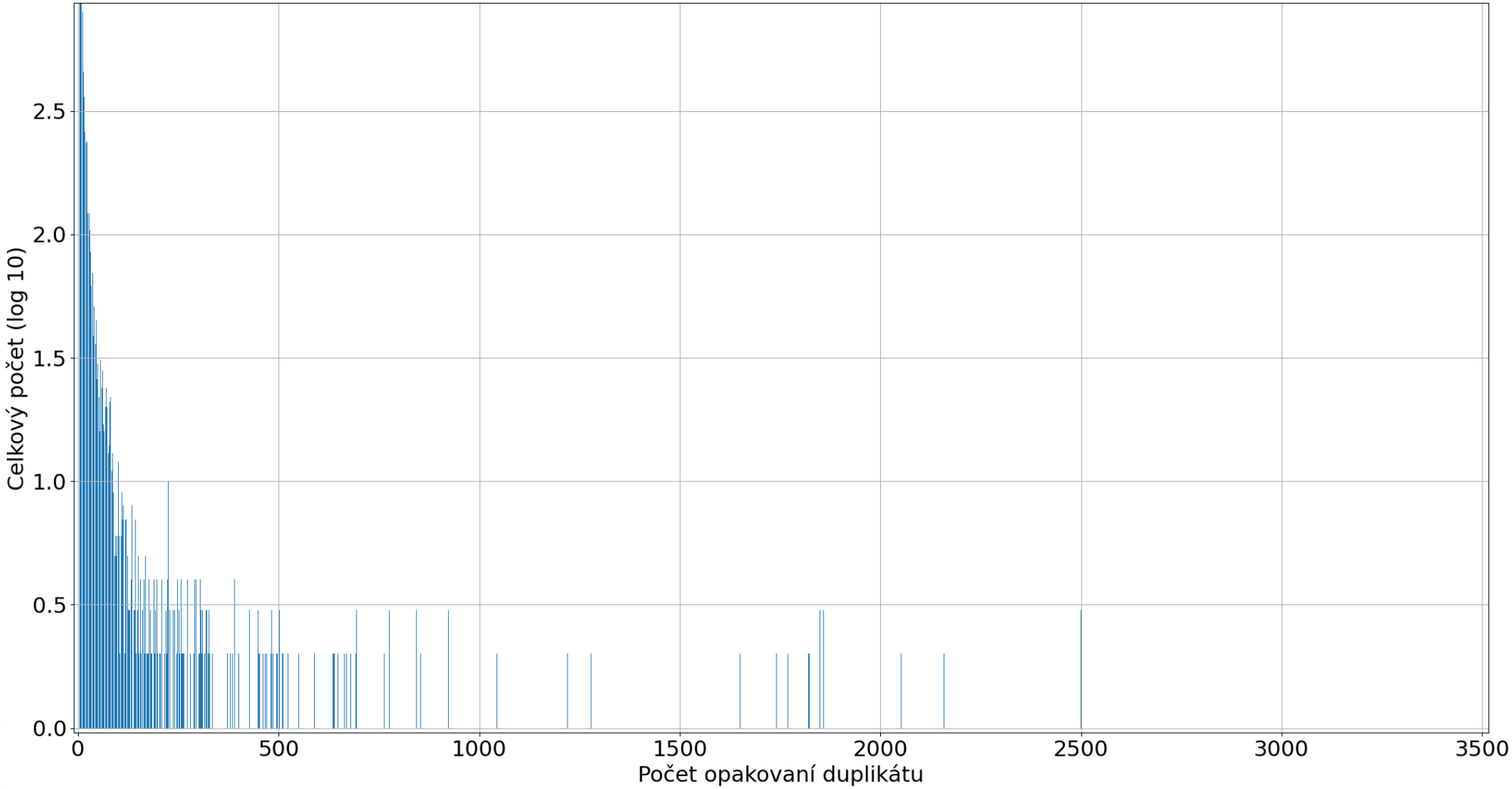
Analýza prenášaných dát

- Spracovanie výstupu z nástroja
  - Implementované v Pythone
    - Matplotlib, SciPy...
- Analýza viacerých parametrov
  - Kompresia podľa veľkosti okna a typu súboru
  - Vzdialenosti medzi duplikátmi
  - Početnosti duplikátov
  - ...

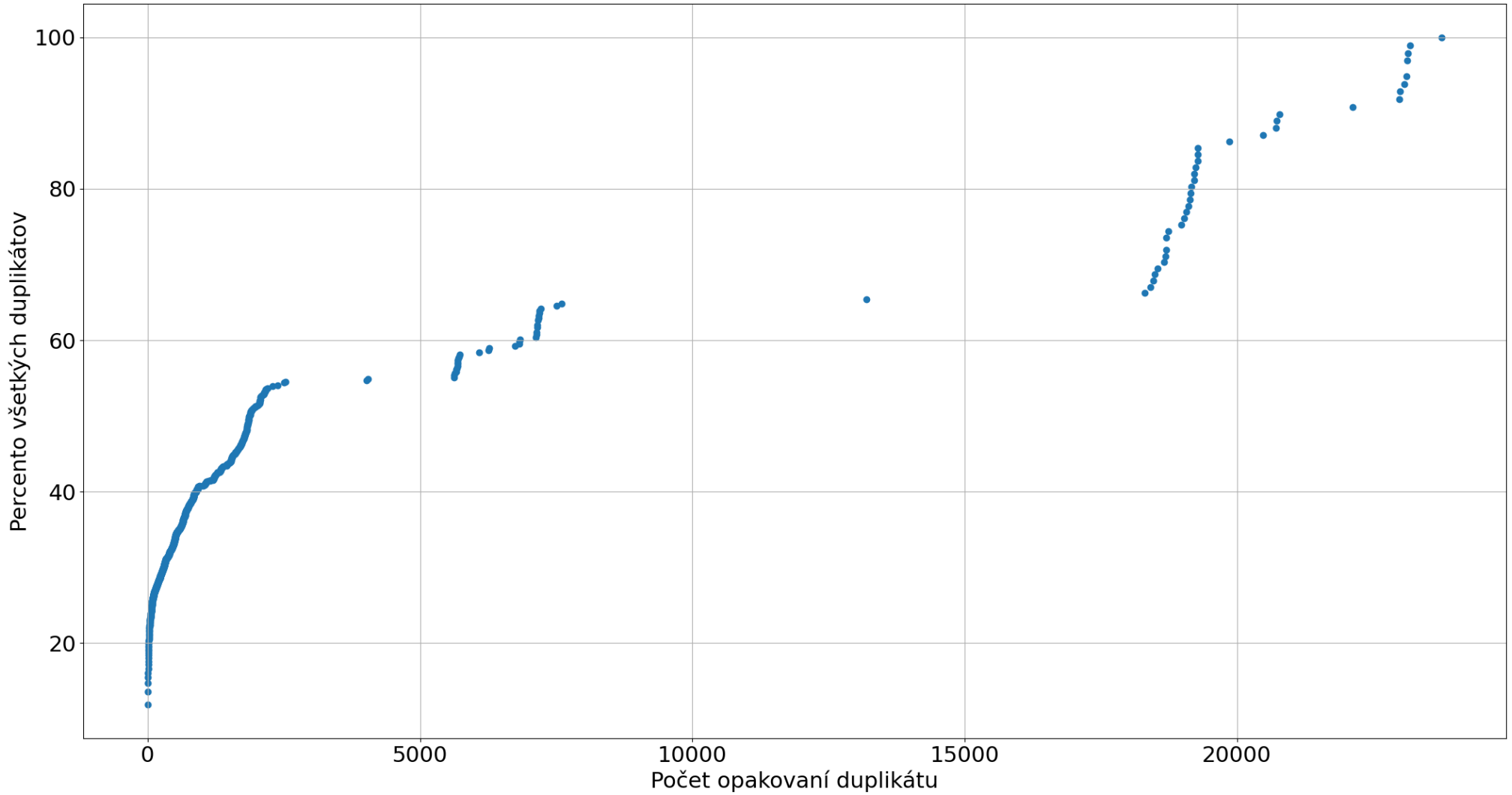
Vstupné dáta

- Rôzne súborové typy
  - Väčšina datasetov rovnakého typu
    - Určené na strojové učenie, …
- Govdocs1
  - Milión súborov rôznych typov, voľne šíriteľné
  - Súbory z .gov domén
    - pdf, jpg, txt, html, ppt…
- Využívame
  - Niekoľko GB dát - rozdelených podľa typu
  - Okolo 10 000 súborov

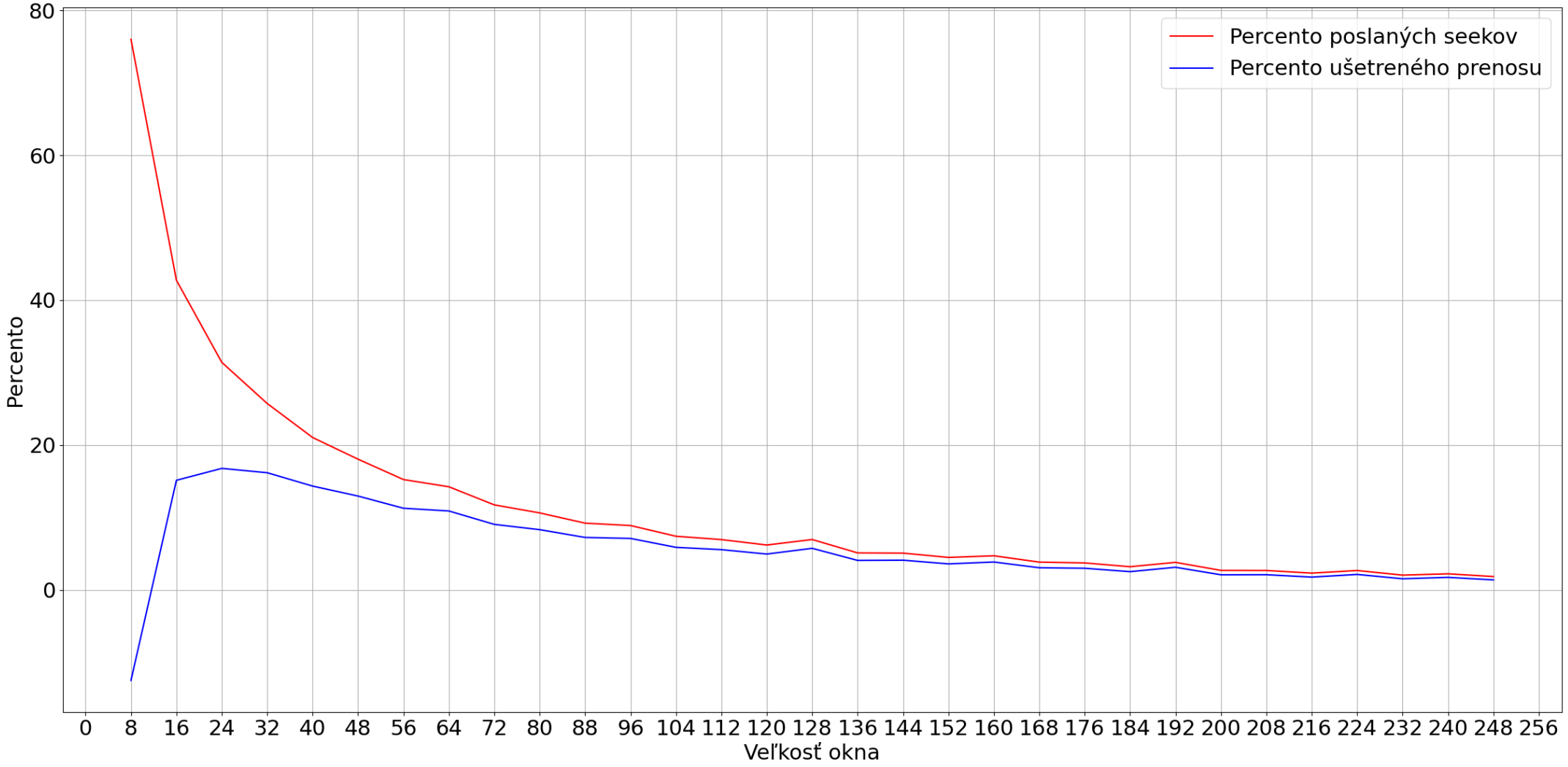
TXT - veľkosť okna 32 bajtov



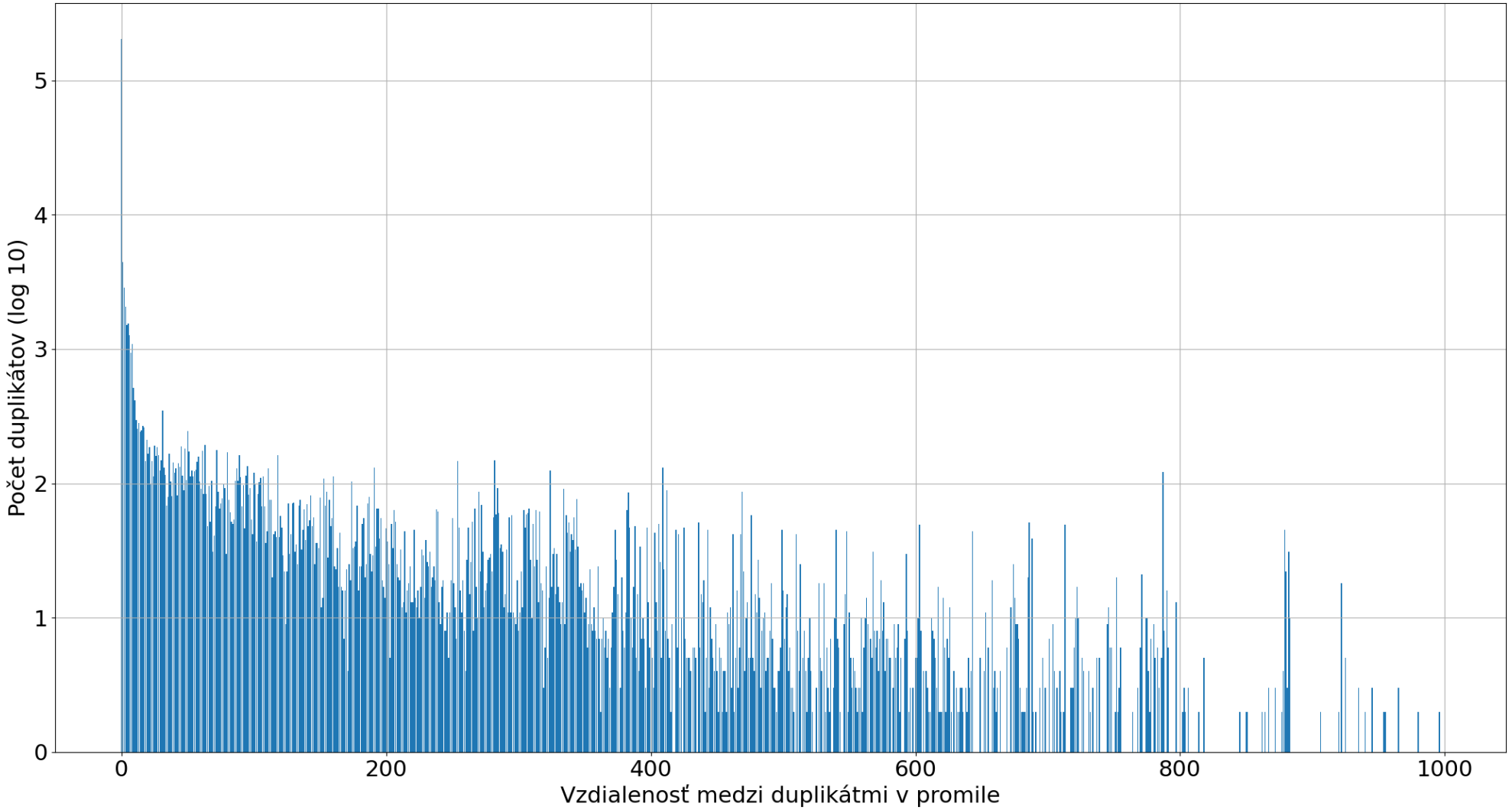
TXT – veľkosť okna 32 bajtov



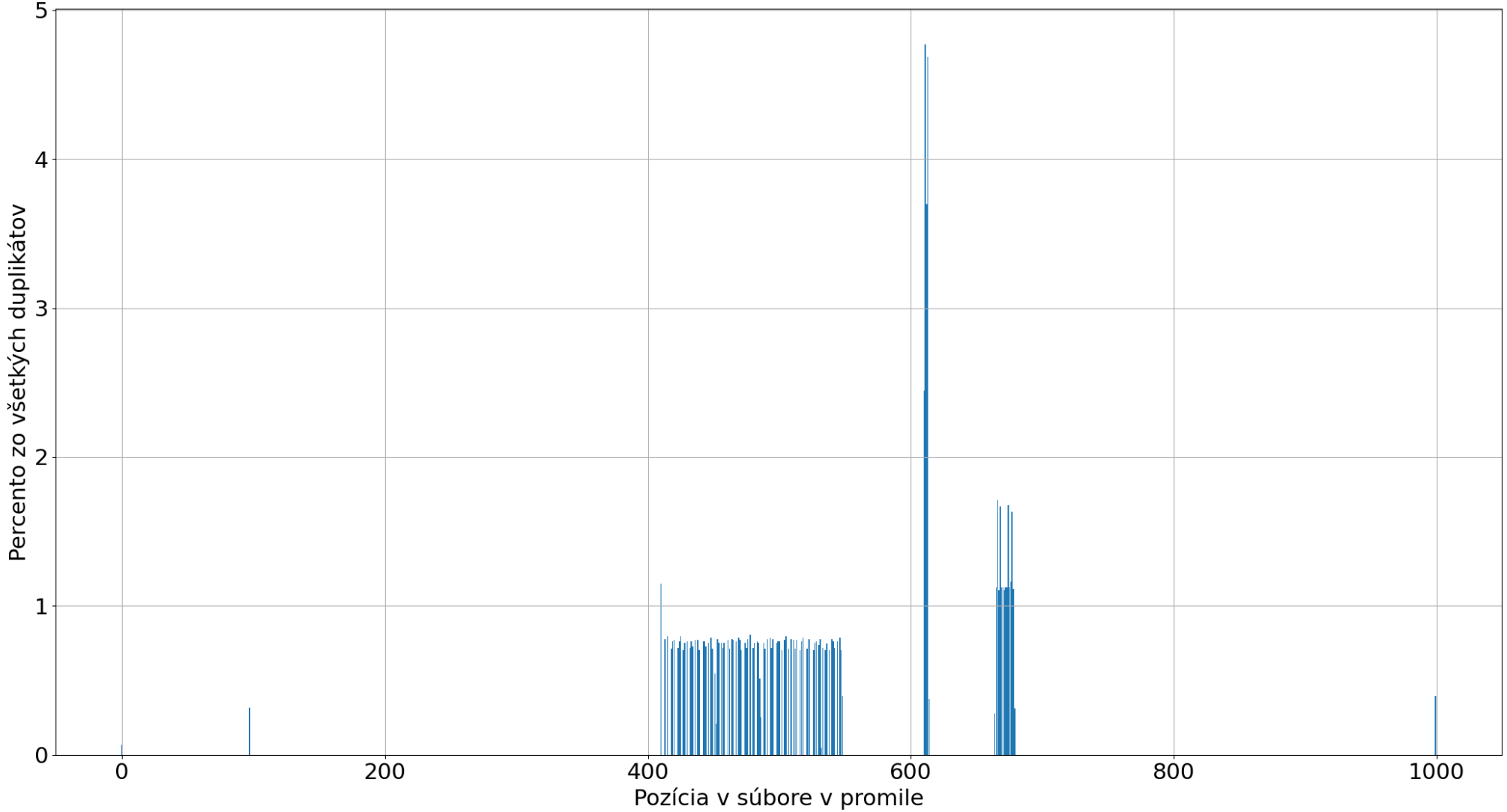
HTML


Percento poslaných seekov
Percento ušetreného prenosu
Percento
Veľkosť okna
80
60
40
20
0
0 8 16 24 32 40 48 56 64 72 80 88 96 104 112 120 128 136 144 152 160 168 176 184 192 200 208 216 224 232 240 248 256

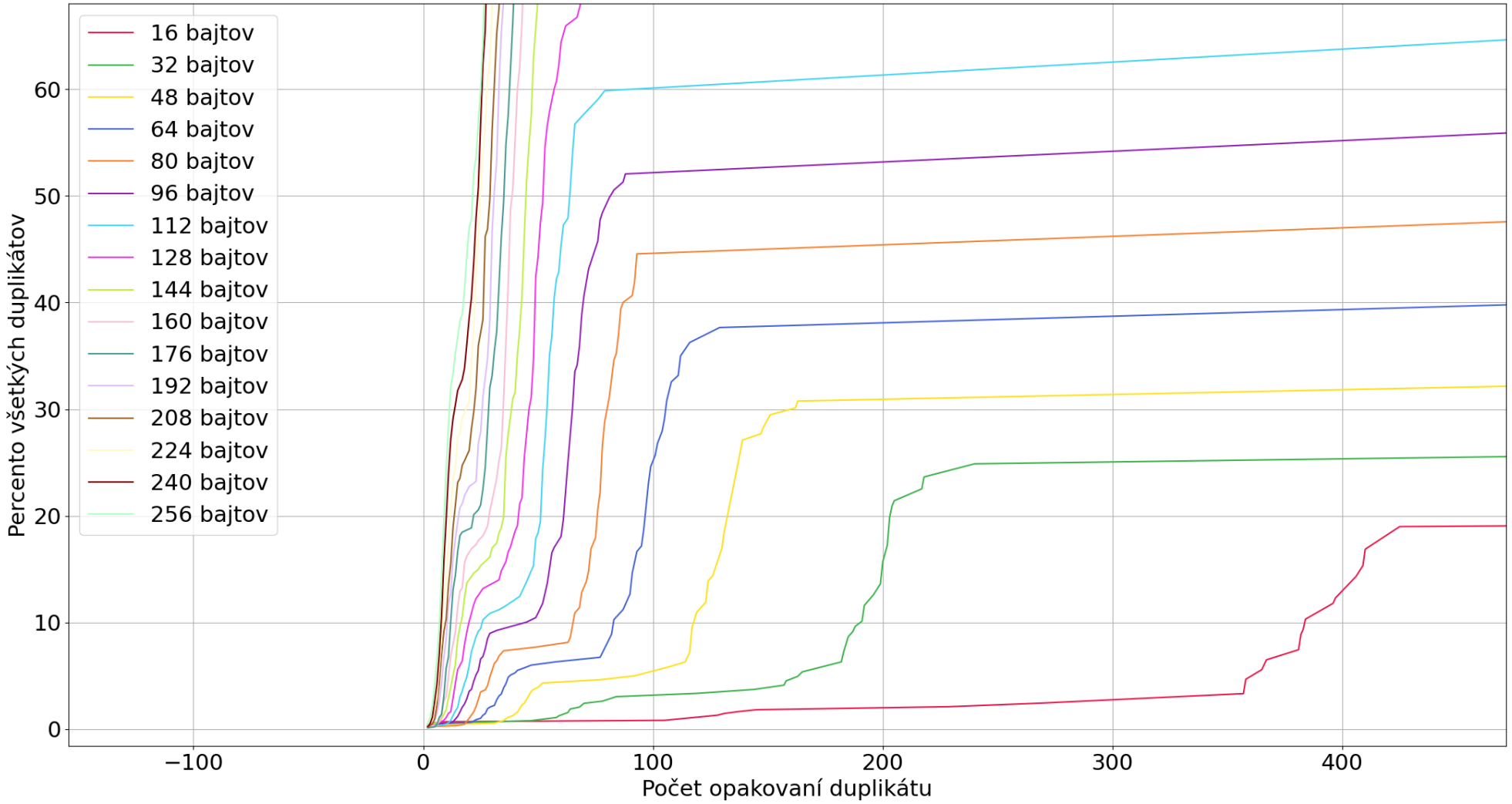
PDF – veľkosť okna 64 bajtov



MP4 – veľkosť okna 128 bajtov



AVI


16 bajtov
32 bajtov
48 bajtov
64 bajtov
80 bajtov
96 bajtov
112 bajtov
128 bajtov
144 bajtov
160 bajtov
176 bajtov
192 bajtov
208 bajtov
224 bajtov
240 bajtov
256 bajtov
Percento všetkých duplikátov
0
10
20
30
40
50
60
−100
0
100
200
300
400
Počet opakovaní duplikátu

Možné rozšírenia práce

- Využiť dáta
  - Vylepšenia
    - Nástroj
    - Súborové systémy
    - Komprimačné algoritmy

- Preskúmať ďalšie vlastnosti duplikátov
- Premenlivá veľkosť okna

Zhrnutie

- Duplikáty
  - Najviac redundancie
    - nekomprimované dáta
    - html a txt súbory
  - Početnosti duplikátov - Powerlaw
- Veľkosť okna
  - Čo najmenšia
    - Problém - režijné náklady
- Vzdialenosti medzi duplikátmi
  - Väčšina do 1 promile z veľkosti súboru