

Digitalizace scintilačních spekter pomocí generativní AI

Jan Zbirovský [1,2]

Michal Jeřábek [1,3], Nikolaj Gribakin [4]

[1] Vysoká škola polytechnická Jihlava, Katedra technických studií

[2] ČVUT, Fakulta dopravní, Katedra mechaniky a materiálů

[3] ČVUT, Fakulta dopravní, Katedra aplikované informatiky v dopravě

[4] OPTOKON a.s.

14.01.2026

Cíle nadřazeného projektu DURECO

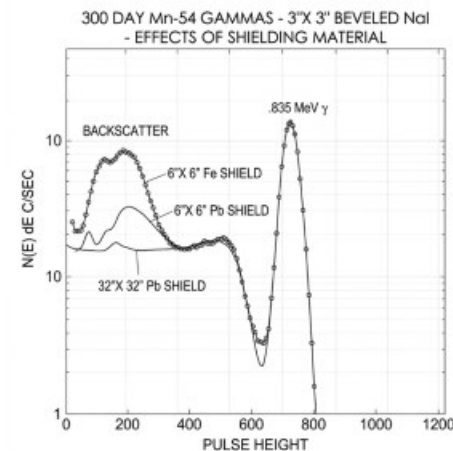
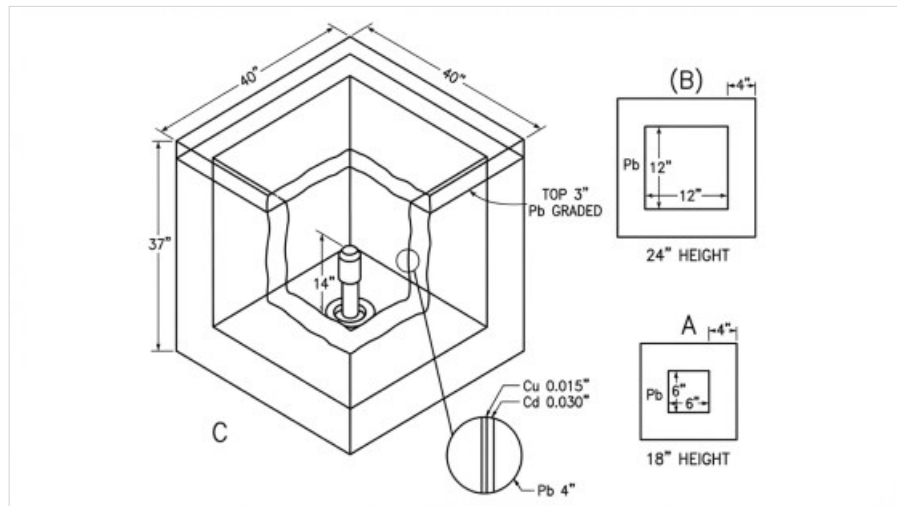
Model

- Předpověď přítomnosti izotopu na základě naměřených dat scintilačních spekter

Klíčové

- Dostupnost dat a jejich převod do elektronické podoby

Scintilační spektrum



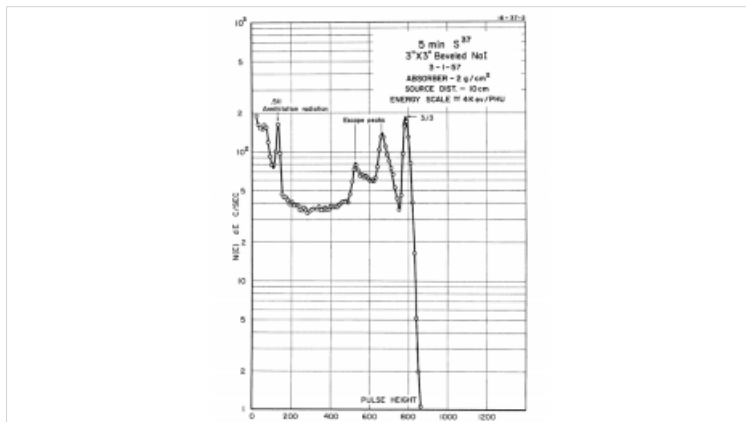
Zdroj: Heath, R.L., 1957 [3], upraveno AI

Zdroj: Heath, R.L., 1957 [3], upraveno AI

Některá reálně naměřená data pochází z 50. let 20 století!

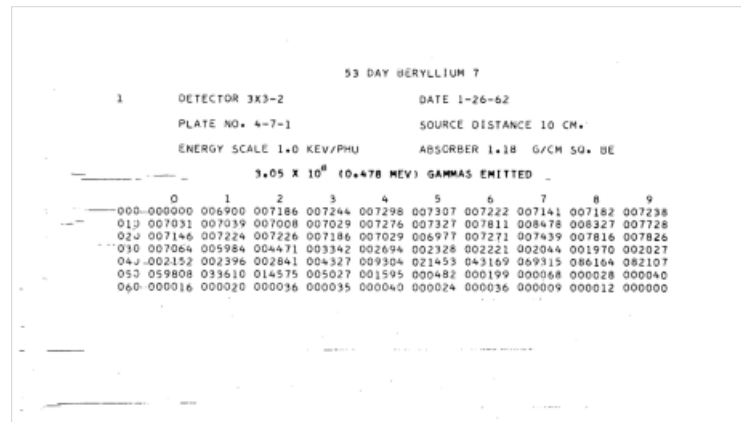
Příklad dat

Verze 1



Zdroj: Heath, R.L., 1957 [3]

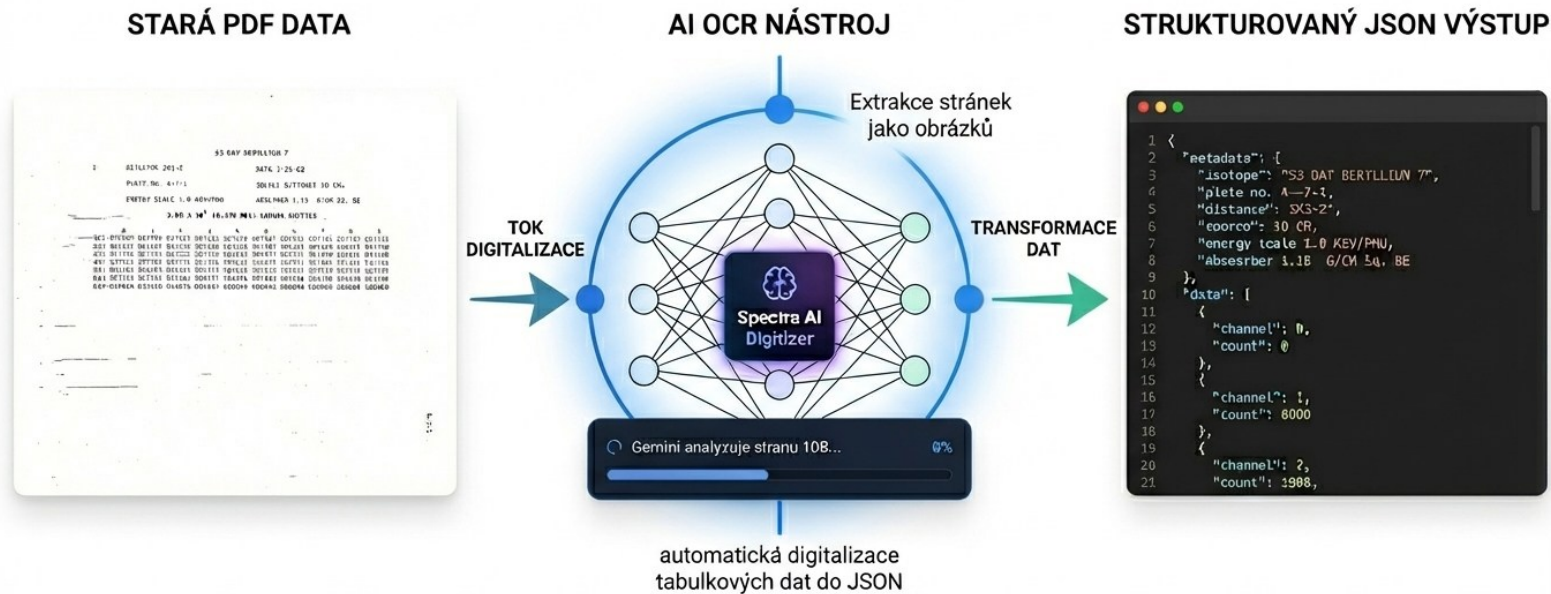
Verze 2



Zdroj: Heath, R.L., 1964 [4]

Výzvy: Kvalita a formát dat – šum, poškození, škrábance, různý počet hodnot pro jiné izotopy, ...

Navrhovaný postup převodu historických dat do JSON



PDF tabulka → AI OCR → Strukturovaný JSON

Zvolené možnosti



Klasická knihovna [7]

TESSERACT

Komerční LLM [2]

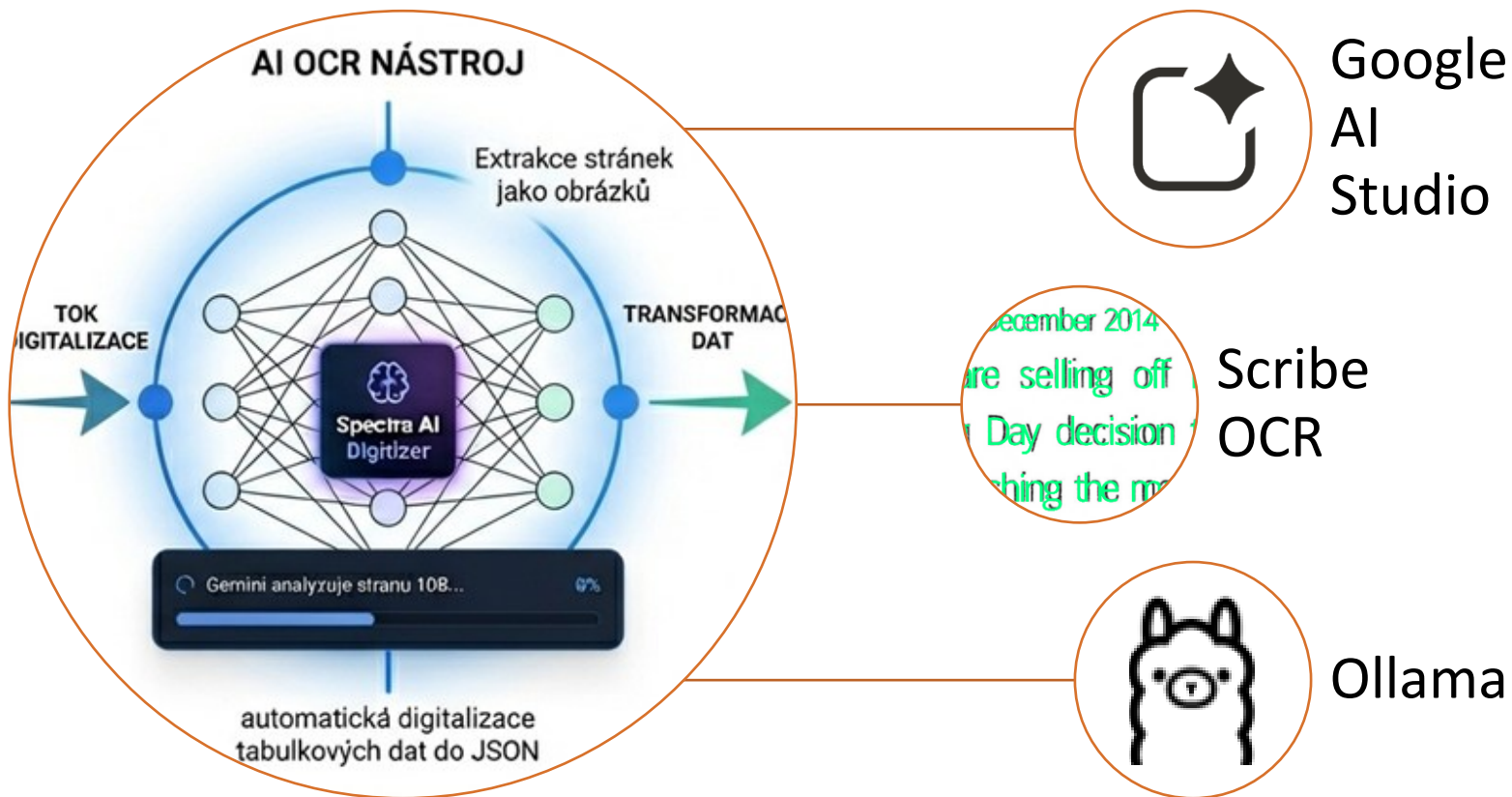
GEMINI 3 PRO

Lokální LLM [6]

QWEN3 VL:32B [1]
GEMMA3:27B
LLAVA:34B

Výzva: Vytvoření aplikace na **celý** proces, včetně výsledného JSON (“Vibe coding” [5])

Použité nástroje



```
1 {
2   "metadata": {
3     "isotope": "53 DAY BERYLLIUM 7",
4     "detector": "3X3-2",
5     "date": "1-26-62",
6     "plate_no": "4-7-1",
7     "source_distance": "10 CM.",
8     "energy_scale": "1.0 KEV/PHU",
9     "absorber": "1.18 G/CM SQ. BE",
10    "gammas_emitted": "3.05 X 10^6 (0.478 MEV) GAMMAS EMITTED"
11  },
12  "data": [
13    { "channel": 0, "count": 0 },
14    { "channel": 1, "count": 6900 },
15    { "channel": 2, "count": 7180 },
16    { "channel": 3, "count": 7244 },
17    { "channel": 4, "count": 7298 },
18    { "channel": 5, "count": 7307 },
19    { "channel": 6, "count": 7222 },
20    { "channel": 7, "count": 7141 },
21    { "channel": 8, "count": 7182 },
22    { "channel": 9, "count": 7238 }
```

Otestování



Prompt

```
1 // Description: Instructions.
2 // Input: SPECTRUM_METADATA +
3 // # Data
4 // You are an expert in digitizing scientific spectral data from scanned documents.
5 // Task
6 Extract metadata and tabular data from the provided scanned image/PDF page into a structured JSON format.
7 # Data Structure (JSON: Crucial!)
8 The main data is a matrix of counts per energy channel.
9 1. "Row Header": The first number in each row (e.g., "000", "001", "002") is the "Base Channel Index".
10 2. "Columns": There are 16 value columns following the row header, corresponding to offsets 0 to 15.
11 3. "Extraction":
12    - Channel ID = (Base Channel Index) + (Column Offset 0-15)
13    - Row = The number of total positions.
14    - Example: Row "000", 2nd value column (offset +1) is "0000". This means Channel 1 has 0000 counts.
15 # Instructions
16 1. "Image Extraction": Capture all metadata at the top (Detector, Date, Plate No, Source Distance, Energy Scale, Absorber, Gammas Emitted).
17 2. "Table Extraction":
18    - Iterate through every row starting with a 3-digit base index.
19    - (From the numbers, remove spaces inside numbers, (e.g., "00 0001" -> "001") and fix 0-9 spaces (e.g., "letter '0' -> digit '0'").
20    - Flatten the matrix into a list of [channel, count] pairs.
21 3. "Output Format": JSON only.
22 # Output Schema
23 {
24   "metadata": {
25     "isotope": "String (e.g., '53 DAY BERYLLIUM 7')",
26     "detector": "String",
27     "date": "String",
28     "plate_no": "String",
29     "source_distance": "String",
30     "energy_scale": "String",
31     "absorber": "String",
32     "gammas_emitted": "String"
33   },
34   "data": [
35     { "channel": 0, "count": 0 },
36     { "channel": 1, "count": 6900 },
37     { "channel": 2, "count": 7180 },
38     { "channel": 3, "count": 7244 },
39     { "channel": 4, "count": 7298 },
40     { "channel": 5, "count": 7307 },
41     { "channel": 6, "count": 7222 },
42     { "channel": 7, "count": 7141 },
43     { "channel": 8, "count": 7182 },
44     { "channel": 9, "count": 7238 }
```

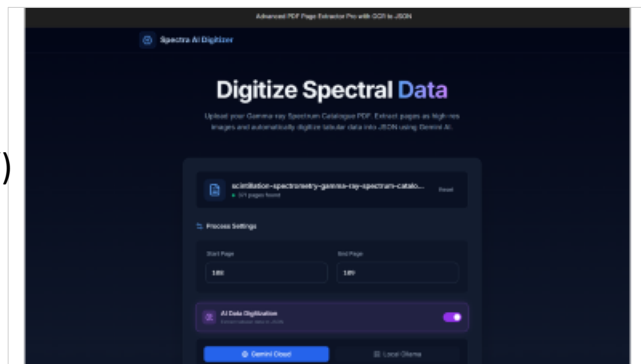
Proces



Odladění aplikace

Vytvoření aplikace („vibe coding“)

Name	Date modified	Type	Size
page.010.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	228 KB
page.0100.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	3 KB
page.0101.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	433 KB
page.0102.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	8 KB
page.0103.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	494 KB
page.0110.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	16 KB
page.0111.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	528 KB
page.0112.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	19 KB
page.0113.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	328 KB
page.0114.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	5 KB
page.0115.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	389 KB
page.0116.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	9 KB
page.0117.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	346 KB
page.0118.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	16 KB
page.0119.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	343 KB
page.0120.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	6 KB
page.0121.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	232 KB
page.0122.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	6 KB
page.0123.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	429 KB
page.0124.png	12/10/2023 9:22 PM	JSON file	8 KB
page.0125.png	12/10/2023 9:22 PM	PNG file	465 KB



Advanced PDF Page Extractor Pro with OCR to JSON



Spectra AI Digitizer

Digitize Spectral Data

Upload your Gamma-ray Spectrum Catalogue PDF. Extract pages as high-res images and automatically digitize tabular data into JSON using Gemini AI.



Click or Drag PDF here

Supported file type: PDF

Výsledky testu na této konkrétní úloze

Výsledky převodu vstupních dat na požadovaný formát JSON:

Model	Gemini 3 Pro		Gemma3:27b		Qwen3-vl:32b		Llava:34b	
	Hlavička	Data	Hlavička	Data	Hlavička	Data	Hlavička	Data
Celkem	40	915	40	915	40	915	40	915
Správně	39	915	9	1	0	1	0	0
Přesnost	97,50%	100,00%	22,50%	0,11%	0,00%	0,11%	0,00%	0,00%

Kompletní úlohu zvládl pouze komerční model Gemini 3 Pro

Další kroky

Využití digitalizovaných dat na trénování modelu

Využití uměle vytvořených scintilačních dat s využitím nástroje GEANT4_[4] od CERN

Osvěta „vibe coding“ a využití ve výuce

Citace

- [1] Alibaba Cloud (2025). Qwen 3 VL: A Versatile Vision-Language Model. [online], [2025-12-12]. Dostupné z: <https://github.com/QwenLM/Qwen3-VL>
- [2] Google AI Studio [online]. Dostupné z: <https://aistudio.google.com/>
- [3] Heath, R.L., 1957. SCINTILLATION SPECTROMETRY--GAMMA-RAY SPECTRUM CATALOGUE (No. IDO-16408, 4305154). <https://doi.org/10.2172/4305154>
- [4] Heath, R.L., 1964. SCINTILLATION SPECTROMETRY. GAMMA-RAY SPECTRUM CATALOGUE. 2nd Edition. Volume 1 of 2 (No. IDO-16880-1, 4033555). Dostupné z: <https://doi.org/10.2172/4033555>
- [5] Karpathy, A. (2025). There's a new kind of coding I call "vibe coding". [online], [2025-03-07]. X (formerly Twitter). Dostupné z: <https://x.com/karpathy/status/1886192184808149383>
- [6] Ollama [online]. Dostupné z: <https://ollama.com/search?c=vision>
- [7] Scribe OCR [online]. Dostupné z: <https://scribeocr.com/>
- [8] GEANT4 [online]. Dostupné z: <https://geant4.web.cern.ch/>

Děkuji Vám za pozornost!

BACKUP

TESSERACT v aplikaci ScribeOCR

4.5 DAY CALCIUM 47

DETECTOR 3X3-2 DATE 4-2-64

PLATE NO. 20-47-1 SOURCE DISTANCE 10 CM.

ENERGY SCALE 1.0 KEV/PHU ABSORBER 1.18 G/CM SQ. BE

9.662 X 10⁷ (1.300 MEV) GAMMAS EMITTED

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
000	100000	025000	023000	021500	020292	019835	019465	018556	017400	016968
010	026112	016054	015048	015041	014831	014698	013902	013822	013609	013236
020	013485	014102	014570	014279	013222	012635	012255	012624	012417	012586
030	022406	012211	011781	051363	010844	010444	010456	010545	010252	010112
040	010039	009943	010170	010103	010721	012047	015430	020838	027500	031769
050	031142	025				010365	009892	009780	009722	009687
060	009511	009	030	022406		008991	008854	008789	008935	008975
070	009066	009	040	010039		011090	012572	014628	017153	019338
080	020597	020	050			012715	011534	011011	010625	010906
090	010670	010	060			011334	011311	011658	011833	011874
100	011881	011	070			009337	008317	007279	006186	005220
110	004352	003	080			002491	002709	003150	003808	005515
120	008640	013	090			047503	054335	056805	054533	049447
130	041022	031	100			006404	003922	002271	001386	000847
140	000534	000	110			000070	000049	000056	000049	000028
150	000029	000	120			000037	000022	000025	000021	000030
160	000926	000	130			000000	000000	000000	000000	000000

Vstup

Výstup OCR

53 DAY BERYLLIUM 7

1 DETECTOR 3X3-2 DATE 1-26-62

PLATE NO. 4-7-1 SOURCE DISTANCE 10 CM.

ENERGY SCALE 1.0 KEV/PHU ABSORBER 1.18 G/CM SQ. BE

3.05 X 10⁵ (0.478 MEV) GAMMAS EMITTED

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-000-000000	006900	007186	007244	007298	007307	007222	007141	007182	007238	
01J 007031	007039	007008	007029	007276	007327	007811	008478	008327	007728	
02J 007146	007224	007226	007186	007029	006977	007271	007439	007816	007826	
030 007064	005984	004471	003342	002694	002328	002221	002044	001970	002027	
04J 002152	002396	002841	004327	009304	021453	043169	069315	086164	082107	
050 059808	033610	014575	005027	001595	000482	000199	000068	000028	000040	
060-000016	000020	000036	000035	000040	000024	000036	000009	000012	000000	



qwen3-vl:32b

Thought for 4 minutes ▾

53 DAY BERYLLIUM 7

1 DETECTOR 3X3-2 DATE 1-26-62

PLATE NO. 4-7-1 SOURCE DISTANCE 10 CM.

ENERGY SCALE 1.0 KEV/PHU ABSORBER 1.18 G/CM SQ. BE

3.05 X 10⁵ (0.478 MEV) GAMMAS EMITTED

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

000-000000 006900 007186 007244 007298 007307 007222 007141 007182 007238

01J 007031 007039 007008 007029 007276 007327 007811 008478 008327 007728

02J 007146 007224 007226 007186 007029 006977 007271 007439 007816 007826

030 007064 005984 004471 003342 002694 002328 002221 002044 001970 002027

04J 002152 002396 002841 004327 009304 021453 043169 069315 086164 082107

05J 059808 033610 014575 005027 001595 000482 000199 000068 000028 000040

060-000016 000020 000036 000035 000040 000024 000036 000009 000012 000000

4-7-1

