

# Slepá extrakce pohybujícího se zdroje (lineárně se měnící mixovací transformace)

Jaroslav Čmejla <jaroslav.cmejla@tul.cz>, Zbyněk Koldovský

Tato práce se zabývá problémem slepé extrakce zdroje ze směsi. Cílem je vytvoření metody pro extrakci zdroje ze směsi, u kterých je předpokládána lineárně v čase se měnící mixovací transformace. V práci je vysvětlena teorie problému slepé separace/extrakce zdrojů, která je použita jako základ k odvození nového dynamického modelu. Součástí práce je návrh algoritmu pro extrakci zdroje z dynamických směsí, jeho otestování a porovnání s konvenčními metodami EFICA a OGICE. V závěru práce je část věnována diskusi budoucího postupu pro řešení problému.

**Klíčová slova:** slepá extrakce zdroje, slepá separace zdrojů, analýza nezávislých komponent, lineární model

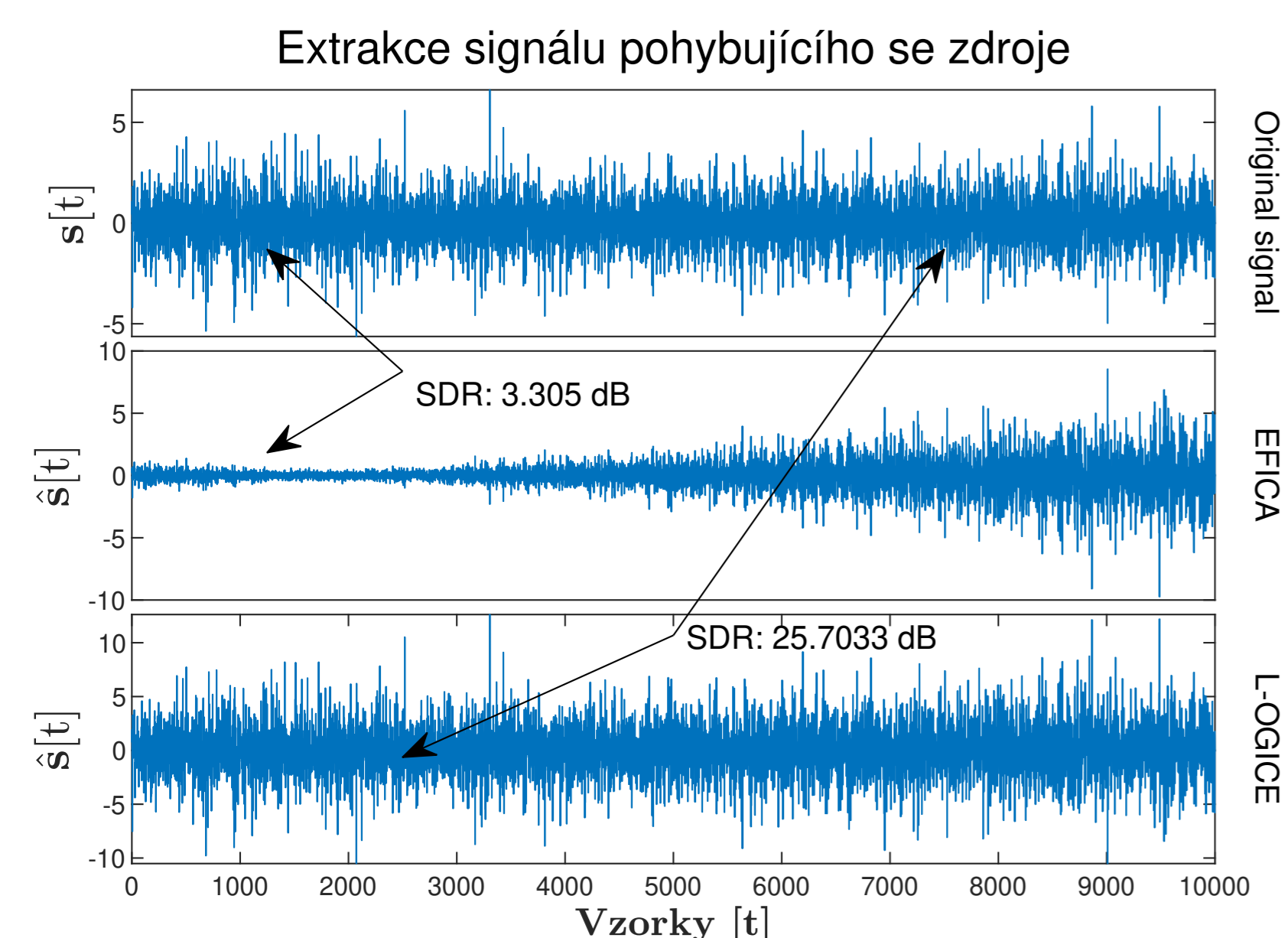
## Úvod | Motivace + Metodika

- Práce se zabývá extrakcí (využívá se modifikace blokového ICE modelu [1, 2]) požadovaného zdroje z dynamických směsí (měnící se v čase, značeno  $t$ ).

$$\text{Mixovací proces: } \mathbf{x}_t = \mathbf{A}_t \mathbf{s}_t \quad \mathbf{A}_t = \begin{pmatrix} \mathbf{a}_t & \mathbf{Q}_t \end{pmatrix}$$

$$\text{Demixovací proces: } \mathbf{s}_t = \mathbf{W}_t \mathbf{x}_t \quad \mathbf{W}_t = \begin{pmatrix} \mathbf{w}^T \\ \mathbf{B}_t \end{pmatrix}$$

- Model je navržen za účelem extrakce zdroje, u kterého lze předpokládat lineárně se měnící mixovací vektor:  $\mathbf{a}_t = \left(1 - \frac{t-1}{N-1}\right) \mathbf{a}_1 + \left(\frac{t-1}{N-1}\right) \mathbf{a}_N$
- Tento přístup povede k redukci počtu odhadovaných parametrů, které jsou v práci odhadovány **maximalizací věrohodnosti** statistického modelu směsi.



**Obrázek 1:** Motivační příklad, který ukazuje extrakci pohybujícího se zdroje konvenční metodou ve srovnání L-OGICE.

## Experimenty

Testování bylo prováděno na simulovaných datech odpovídajícím navrženému modelu.

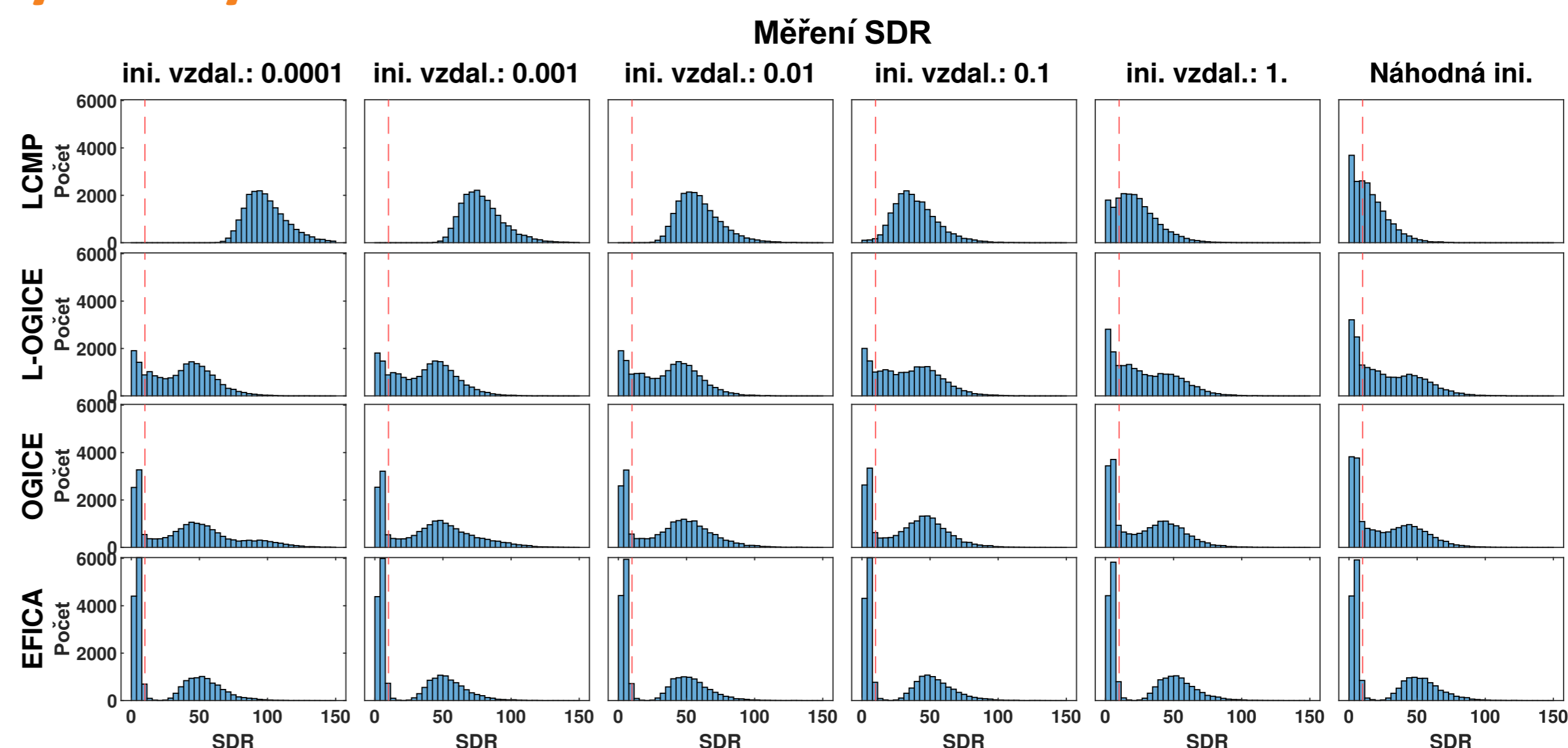
**Obrázek 1** | 1 × pokus, SOI ~ Laplaceovo, Interference ~ Gaussovo. Signály délky 10000 vzorků. Simulované 2 mikrofony.

**Obrázky 2, 3** | 10000 × pokusů, SOI ~ Laplaceovo, Interference ~ Gaussovo. Signály délky 2500 vzorků. Simulované 2 mikrofony.

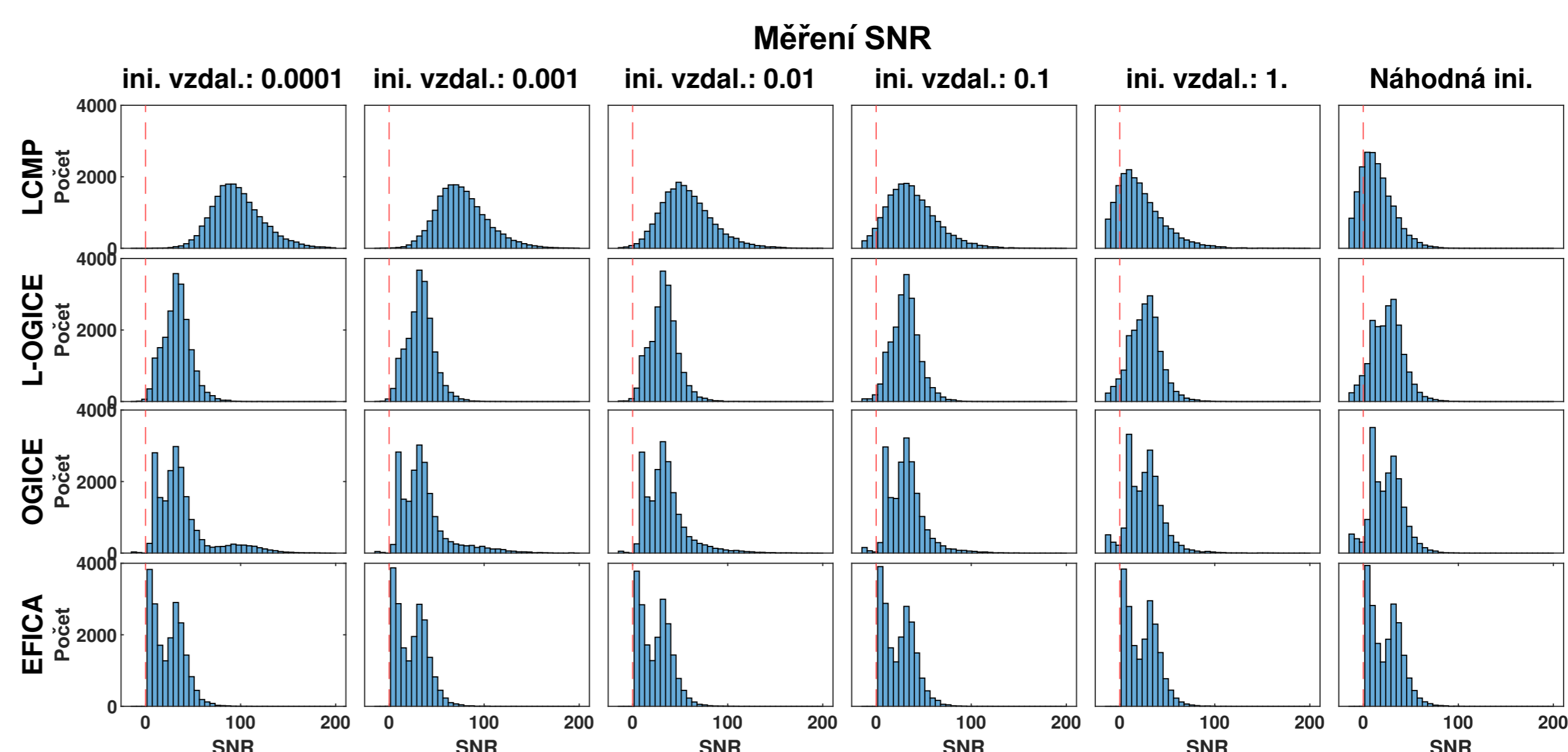
## Metriky

$$\text{SNR} = \frac{\hat{E}[\tilde{s}^2(n)]}{\hat{E}[\tilde{z}^2(n)]} \quad \text{SDR} = \frac{\hat{E}[\tilde{s}^2(n)]}{\min_{\alpha} \hat{E}[(\tilde{s}(n) - \alpha s(n))^2]}$$

## Výsledky a diskuze



**Obrázek 2:** Histogramy výstupního SDR. Měřeny byly 4 metody s různou inicializací.



**Obrázek 3:** Histogramy výstupního SNR. Měřeny byly 4 metody s různou inicializací.

## Shrnutí

- V práci byl odvozen gradientní algoritmus určený k **extrakci pohybujícího se zdroje**.
- Algoritmus byl otestován na **simulovaných datech** a byl ukázán jeho přínos.
- Je naplánováno provést rozsáhlejší testování a odvození metody vyšších řádů (Newtonova metoda).

## Poděkování

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2020.

## Reference

- [1] KOLDOVSKÝ, Z.; TICHAVSKÝ, P. Gradient Algorithms for Complex Non-Gaussian Independent Component/Vector Extraction, Question of Convergence. *IEEE Transactions on Signal Processing*.
- [2] KOLDOVSKÝ, Z.; MÁLEK, J.; JANSKÝ, J. Extraction of Independent Vector Component from Underdetermined Mixtures through Block-wise Determined Modeling. In: *ICASSP 2019 - 2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*
- [3] KOLDOVSKÝ, Z.; TICHAVSKÝ, P.; OJA, E. Efficient Variant of Algorithm FastICA for Independent Component Analysis Attaining the Cramér-Rao Lower Bound. *IEEE Transactions on Neural Networks*