

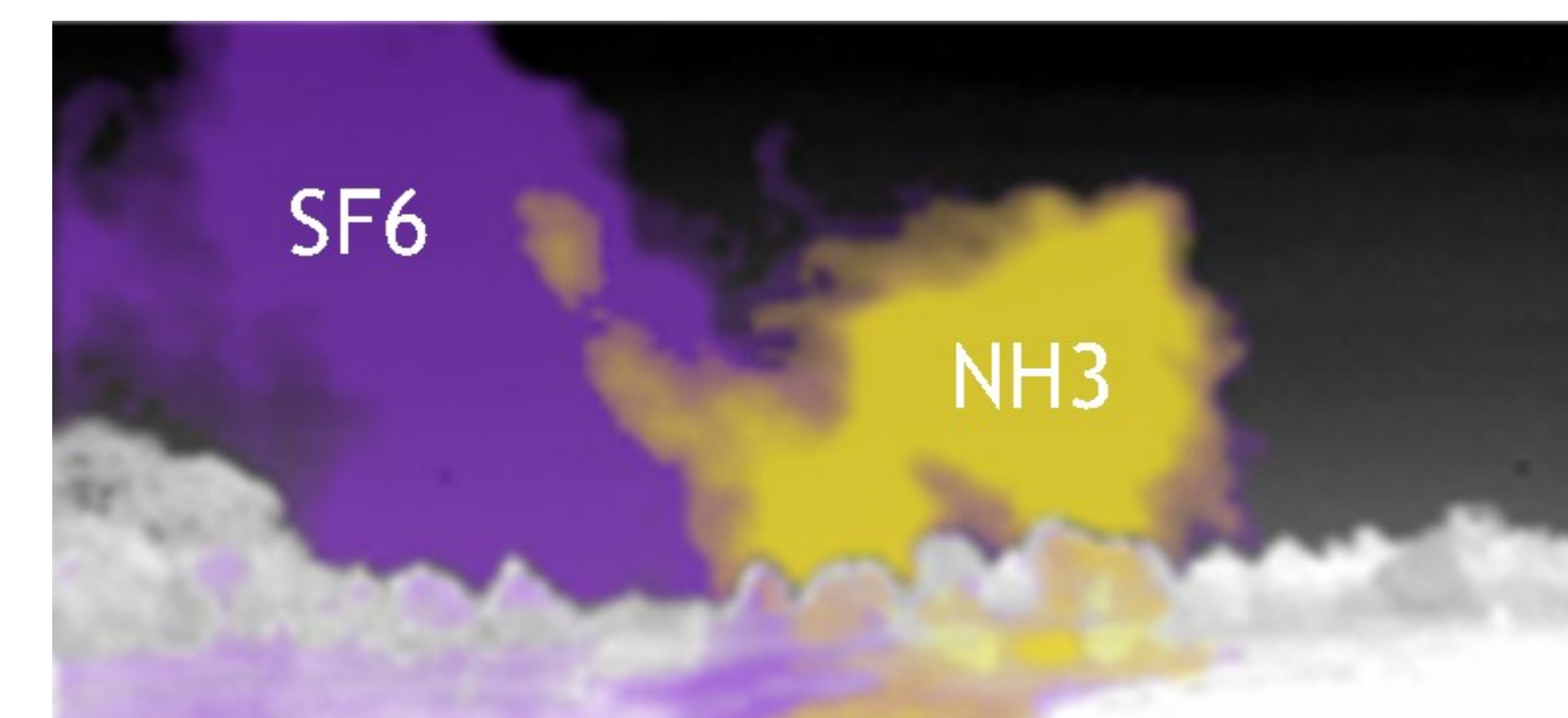
## Abstrakt

Tato práce se zabývá vylepšením metody CASSI. Cílem je dosáhnout lepšího kompresního poměru získáním více informací o měřené scéně, a tím pádem zlepšit kvalitu a přesnost rekonstrukce. Princip spočívá v jednoduché, avšak velmi efektivní úpravě optického setupu. Zdvojení zaznamenané informace na detektor je zde realizováno použitím dvou zobrazovacích čoček (tedy i dvou různých náhodných masek), čímž si CASSI ponechává svoji unikátní vlastnost – akvizice hyperspektrálních dat v jediném okamžiku. Na rozdíl od standardních přístupů nevede tato úprava k zesložení optického systému ani ke zpomalení rekonstrukčního, případně měřícího procesu.

## Hyperspektrální zobrazování (HSI)

Hyperspektrální zobrazování (HSI) označuje metody, kde kromě obrazové informace získáváme také spektrum světla v každém bodě měřené scény (tzv. datakrychli). HSI nám může poskytnout obrovské množství informací o měřené scéně, které není možné získat žádným jiným způsobem (snímání chemické informace na dálku).

Vzdálená detekce úniku plynů SF<sub>6</sub> a NH<sub>3</sub> pomocí HSI kamery. Převzato z [1]

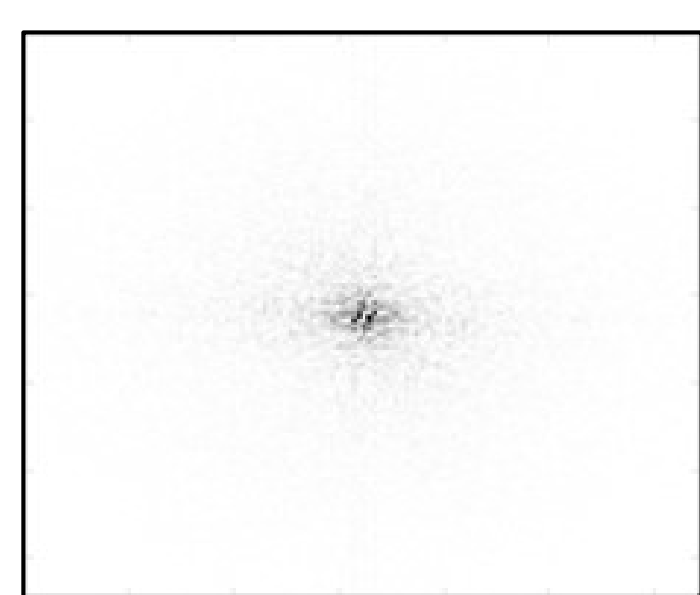


## Komprimované snímání (CS) a metoda CASSI

Komprimované snímání (CS) překonává Nyquist–Shannonův vzorkovací teorém, a umožňuje tak provádět daleko méně měření než je tomu potřeba u tradičního přístupu. Běžné signály/obrázky jsou řídké v určité bázi, tzn. lze je velmi dobře komprimovat (např. JPEG).



Obrázek s 10<sup>6</sup>  
FT komponent



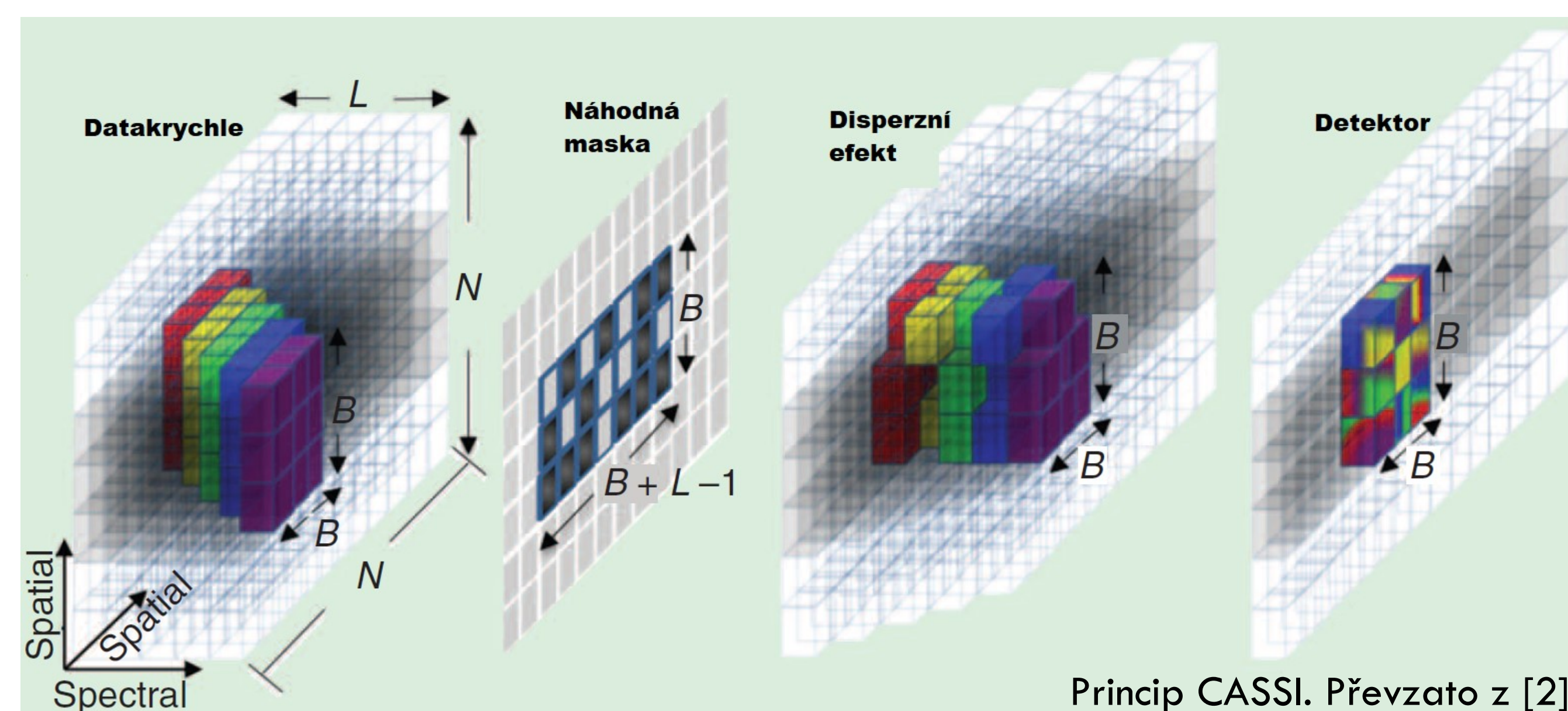
Negativní FFT



Obrázek s použitím 2,5 %  
nejsilnějších FT komponent

Metoda CASSI (z angl. Coded Aperture Snapshot Spectral Imaging) kombinuje HSI spolu s CS a umožňuje rekonstrukci 3D hyperspektrální datakrychle z jediného 2D snímku. Komprese dat je v tomto případě obrovská a standardní CASSI hledá kompromis mezi kvalitou rekonstruovaných dat, spektrálním rozsahem a spektrálním rozlišením.

Měřená scéna je zakódována náhodnou maskou a následně spektrálně rozmítnuta na detektor.

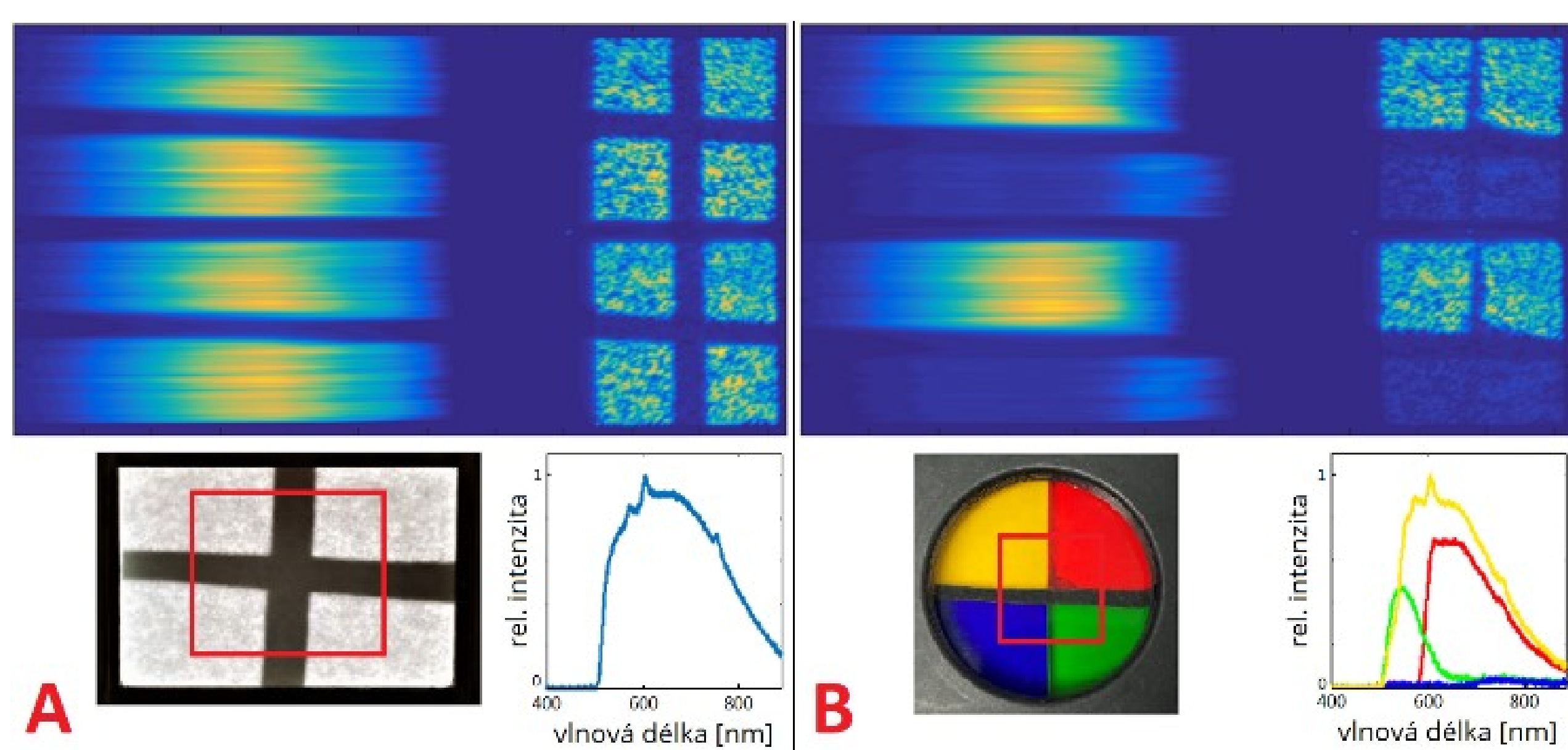


Princip CASSI. Převzato z [2]

Jedním ze způsobů, jak zlepšit kvalitu rekonstrukce je získání více informací o měřené scéně. Avšak, snahy o vylepšení typicky vedou k zesložení systému - nutnost použití dvou detektorů [3] nebo zpomalení měřícího, případně rekonstrukčního procesu - zaznamenání více snímků v čase s použitím různých náhodných masek [4].

## Modifikace CASSI

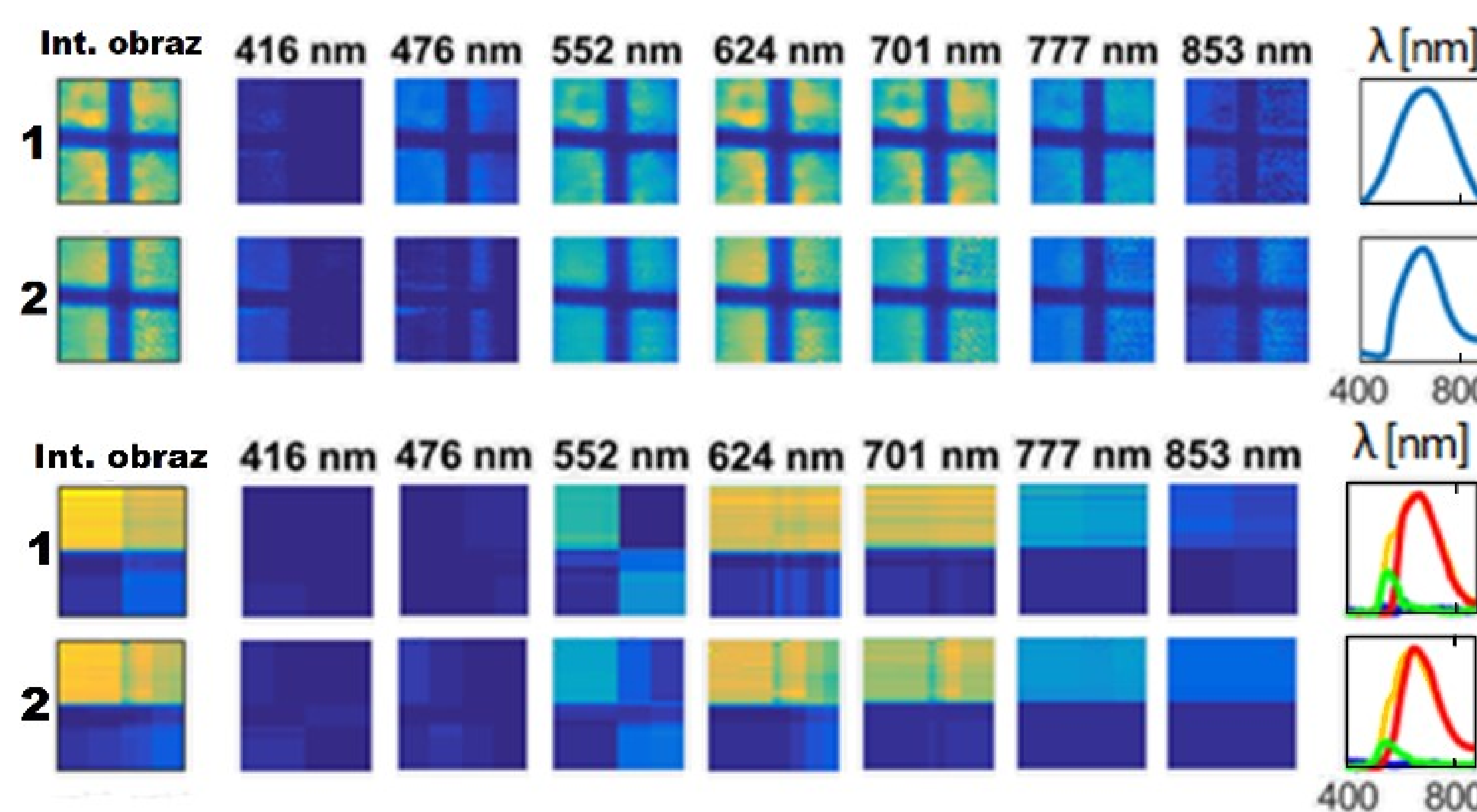
Získání více informací o měřené scéně je zde realizováno použitím dvou zobrazovacích čoček, tedy i dvou různých náhodných masek, což má za následek zdvojení CASSI informace (obrazy zachyceny na detektoru nad sebou). Současně je využito modifikace z [5], a tedy zaznamenání nultého řádu difrakce na stejný detektor. Tím si CASSI zachovává svou hlavní výhodu, čímž je akvizice pouze jediného snímku.



Ukázka dat z detektoru pro dvě různé scény (nahore); první řád difrakce vlevo, nultý řád difrakce vpravo. Fotka měřené scény (vlevo dole). Změřená spektra (vpravo dole).

## Rekonstrukce HSI datakrychle

Na obrázku níže je možné vidět rekonstrukci scény A a B – spektrálně integrovaný obraz (vlevo), vybrané spektrální řezy (uprostřed) a celkové spektrum (vpravo) pro jednomaskový a dvojmaskový přístup.



V Tabulce 1 je nejnižší dosažený rozdíl během rekonstrukce pro simulovaná data. V souladu s výsledky reálných dat je dokázáno, že dvojmaskový přístup překonává jednomaskový.

Tabulka 1: Rozdíl mezi originální a rekonstruovanou datakrychlí

PŘÍSTUP	SCÉNA A	SCÉNA B
1 maska	5,529e-04	1,064e-03
2 masky	5,004e-04	9,834e-04

## Závěr

Jednoduchou úpravou optického setupu je možné zlepšit kompresní poměr metody CASSI, a tím pádem zlepšit kvalitu a přesnost rekonstrukce. Navíc, díky tomu, že používáme jak první, tak nultý řád difrakce, jsme schopni provést prvotní odhad datakrychle velmi blízko té měřené, což má za následek snížení času potřebného k rekonstrukci.

## Poděkování

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2021.

## Reference

1. Chamberland et al., Proc. SPIE 5994 (2005)
2. Kittle et al., IEEE Signal Proc. Mag. 31 (2014)
3. Wang et al., Appl. Opt. 54 (2015)
4. Arguello et al., J. Opt. Soc. Am. A28 (2011)
5. Hlubecek et al., Appl. Opt. 60 (2021)