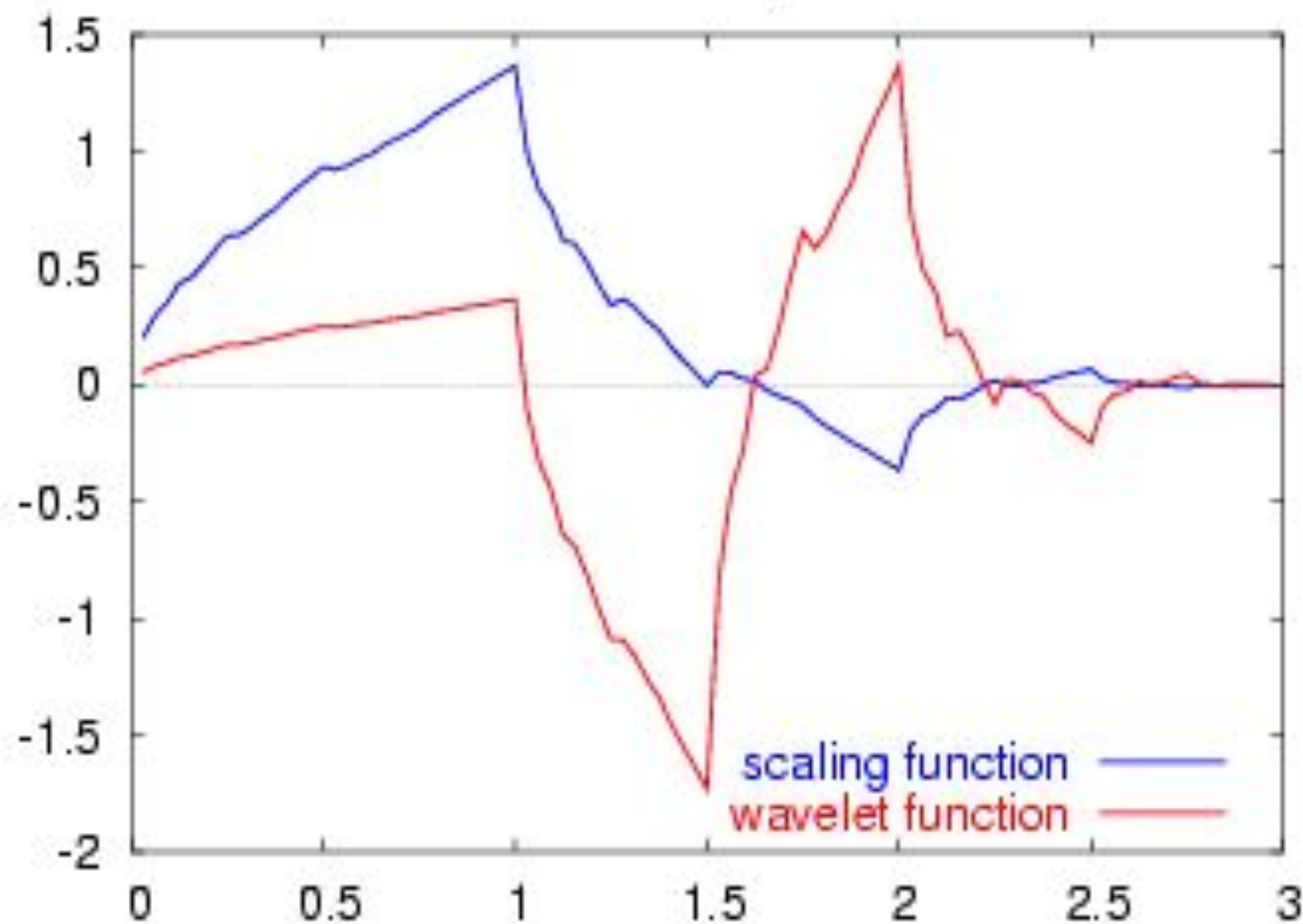
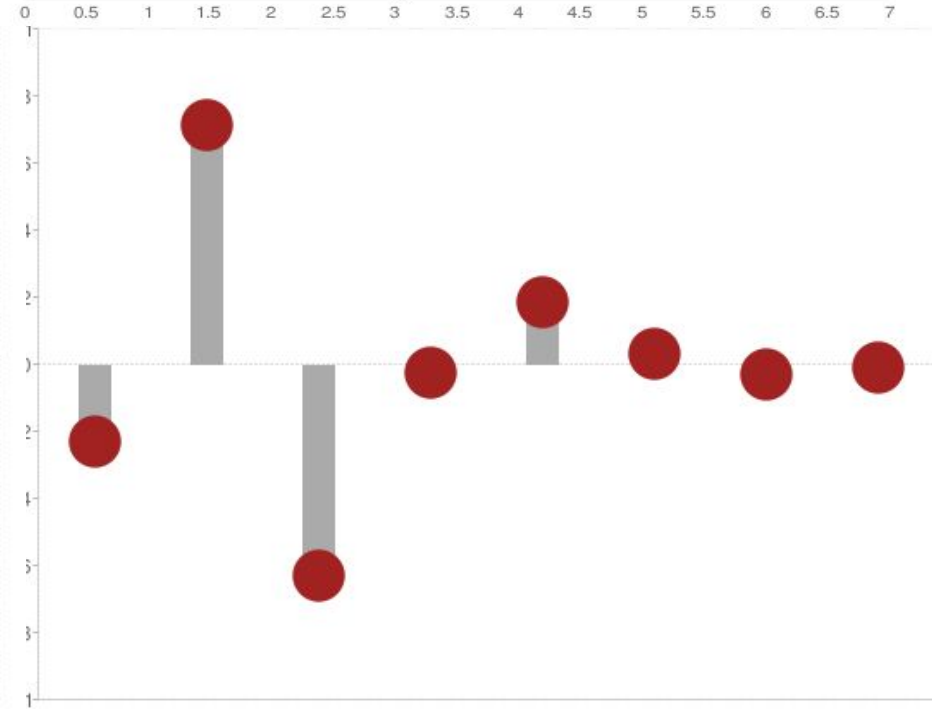
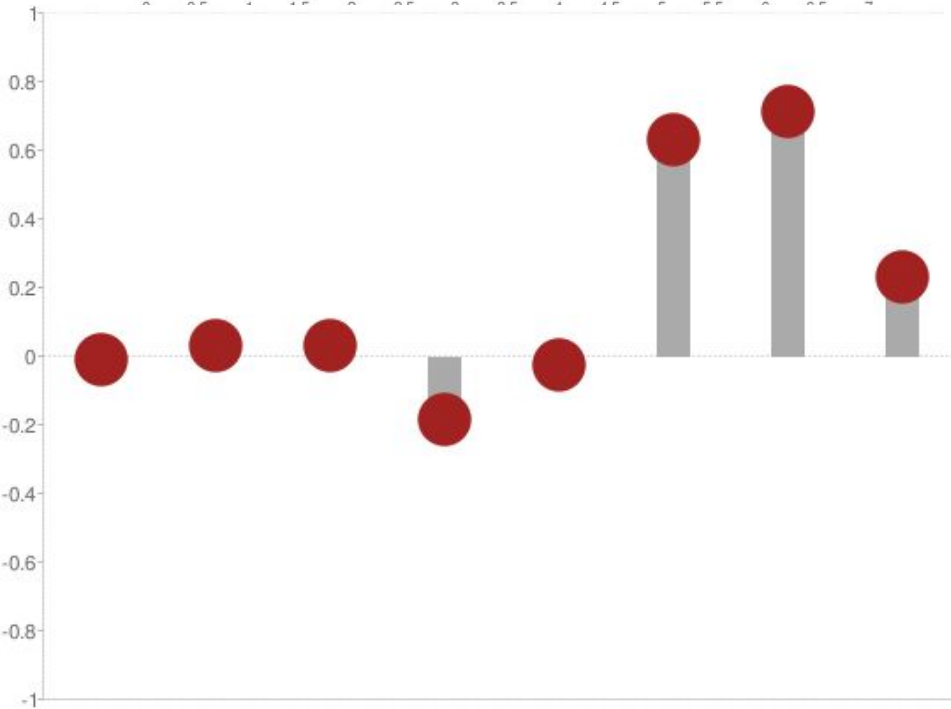
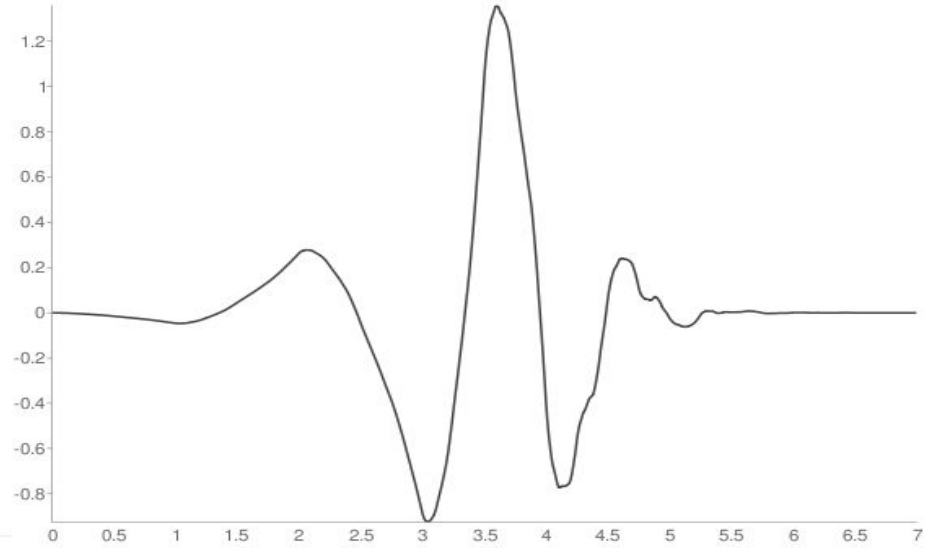
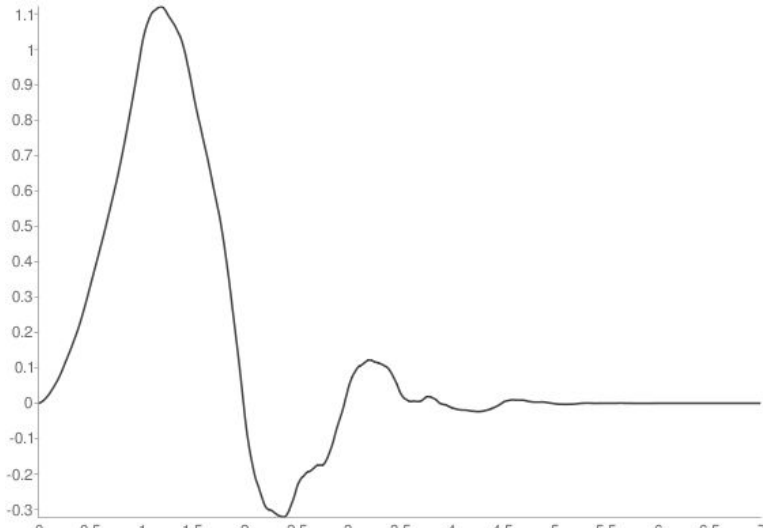


Daubechies 4 tap wavelet

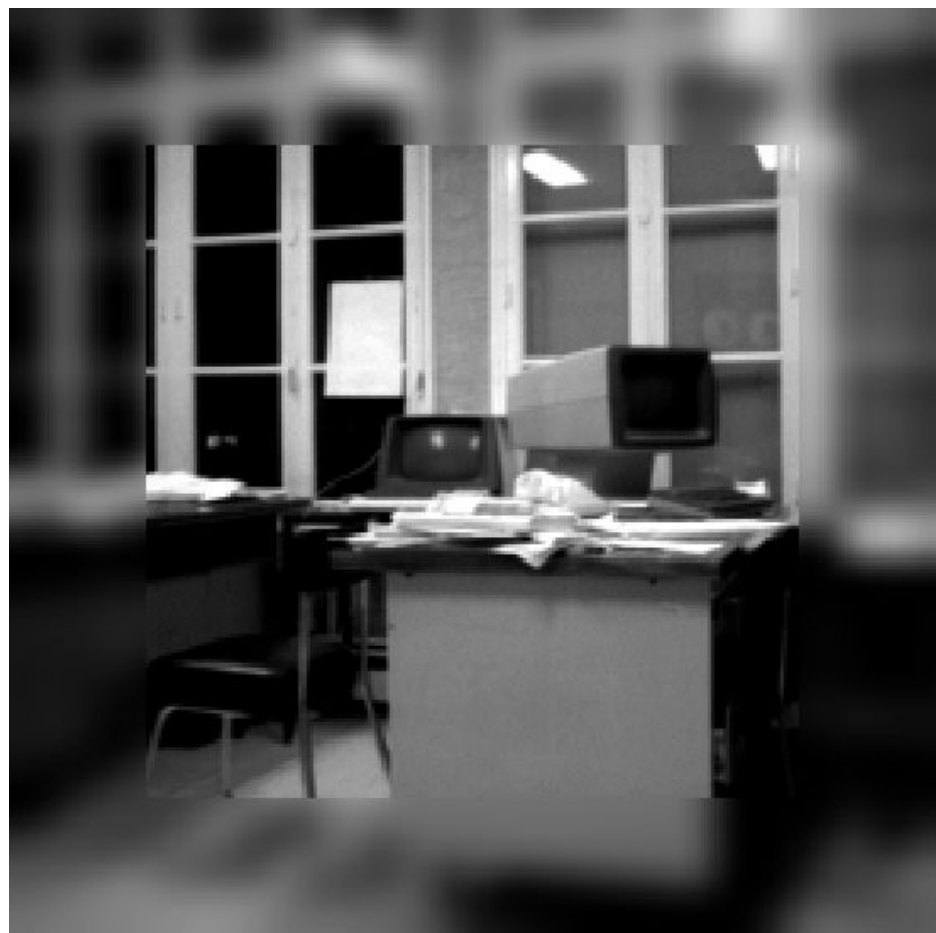


<http://wavelets.pybytes.com/>

Daub 4



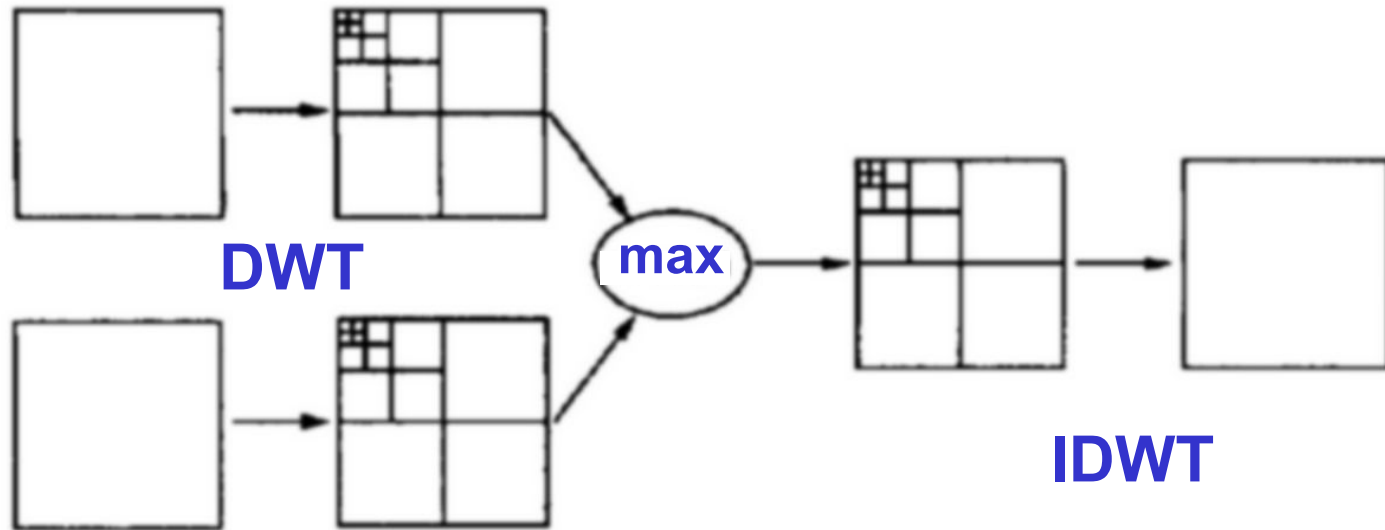
Fůze rozmazaných snímků



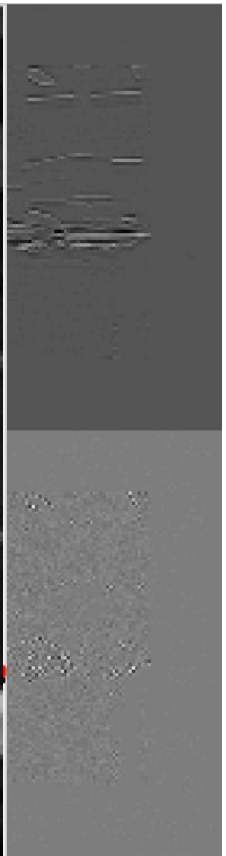
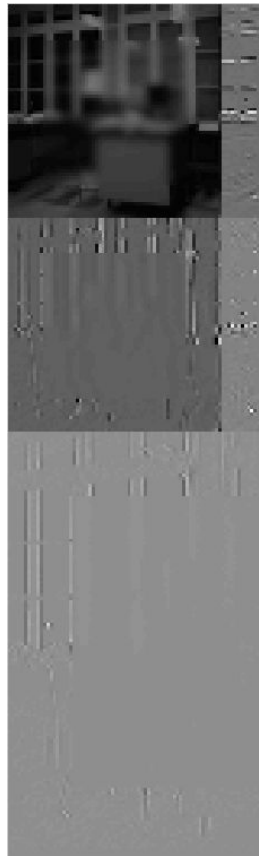
Fúze rozmazaných snímků (Li, Manjunath, Mitra)

- kombinace „nejlepších“ dat
- volba „nejlepších“ - pomocí DWT, levý Mallat strom
- absolutní hodnota koeficientů - amplituda wavelet
- velké abs. hodnoty - významné ostré změny jasu
- volba max | koeficienty |
- sesazení zvolených
- zpětná rekonstrukce pomocí IDWT

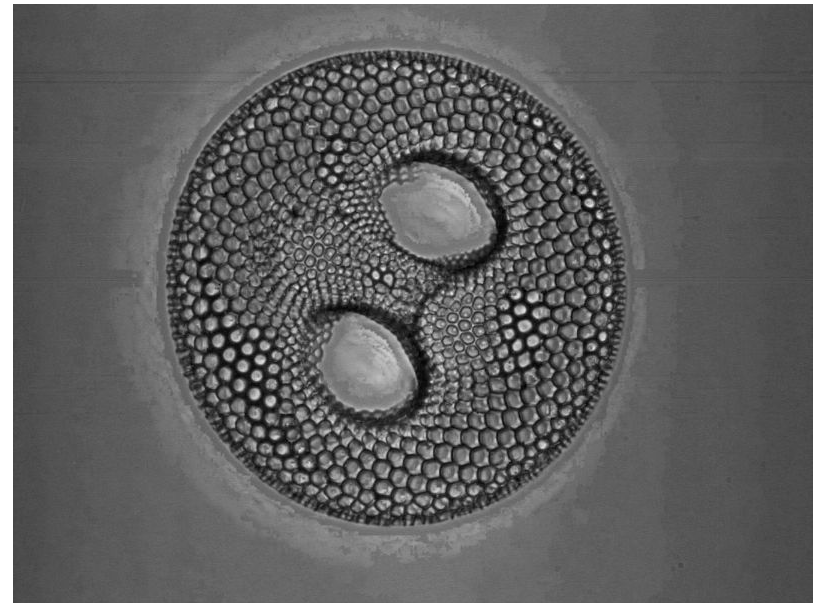
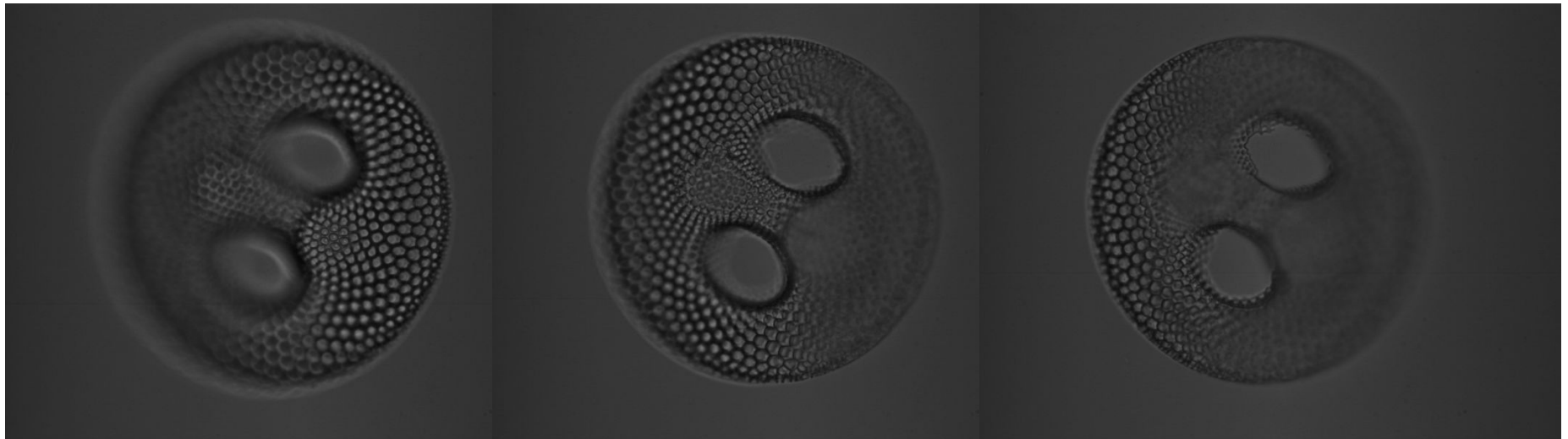
Fúze rozmazaných snímků (Li, Manjunath, Mitra)



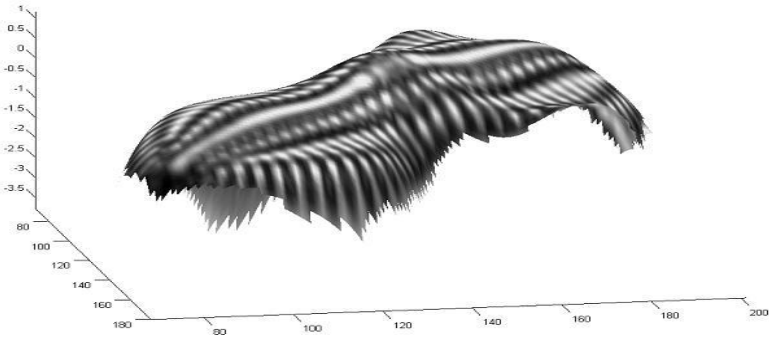
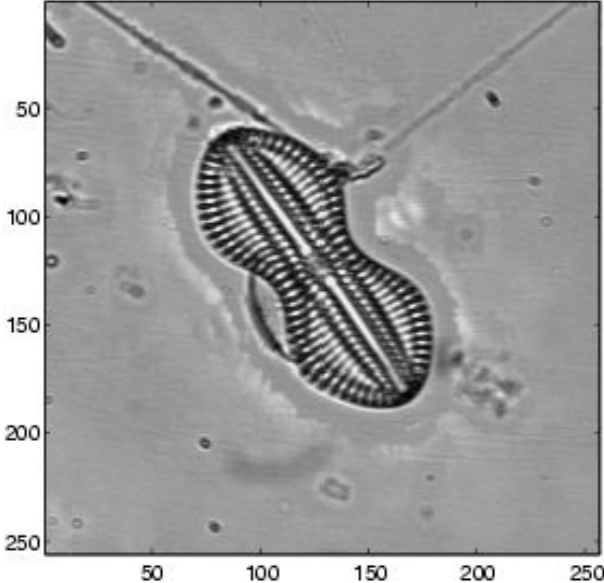
- maximum přes okolí 3x3, 5x5
- pokud „jiné“ - nahrazení, pokud „stejně“ - průměr
- konzistence - okolí z obr. A, jeden z obr. B -> změna



Confocal Microscopy



Diatom Fusion



Fúze dat s různým rozlišením



Fúze dat z různých modalit



viditelné



MMW (millimeter wave)



Fúze dat

Remote sensing: kombinace detailů z panchromatického (PAN) obrazu s vysokým prostorovým rozlišením s informací o barvě z obrazu multispektrálního (MS) s nízkým p.r.

Proč MS není s vysokým rozlišením – přichází energie do senzoru
- množství nasbíraných dat

IHS fúze pro MS: RGB -> IHS, I nahrazeno PAN obrazem, zpětná IHS

PCA fúze MS dekoreluje, 1 komponent nahrazen PAN, zpětná PCA

wavelety

Problémy s barvou – staré satelity relativně OK
- nové problém s PAN (větší rozsah – jiná barva)

Fúze dat s různým rozlišením

TM vysoké frekvenční rozlišení (barevné) TM3, TM4, TM7

SPOT-PAN vysoké prostorové rozlišení

TM - Landsat Thematic Mapper, SPOT - Satellite Pour l' Observation de la Terre

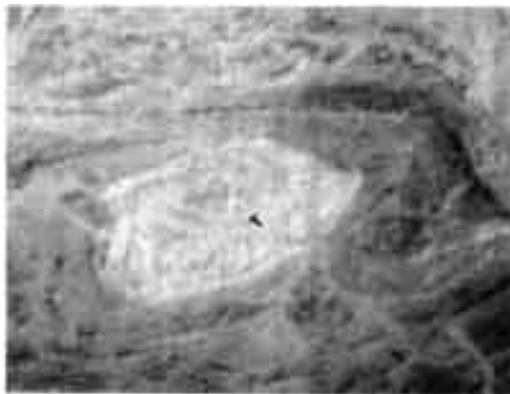
FWT(SPOT-PAN) ➡ AVG(SPOT-PAN), DH(SPOT-PAN), DV(SPOT-PAN), DD(SPOT-PAN)

10m

20m

- registrace (TM) na AVG(SPOT-PAN)
- IFWT(R(TM), DH(SPOT-PAN), DV(SPOT-PAN), DD(SPOT-PAN))

(TM) original



fúze



Fúze dat s různým rozlišením - přístupy



ortogonální

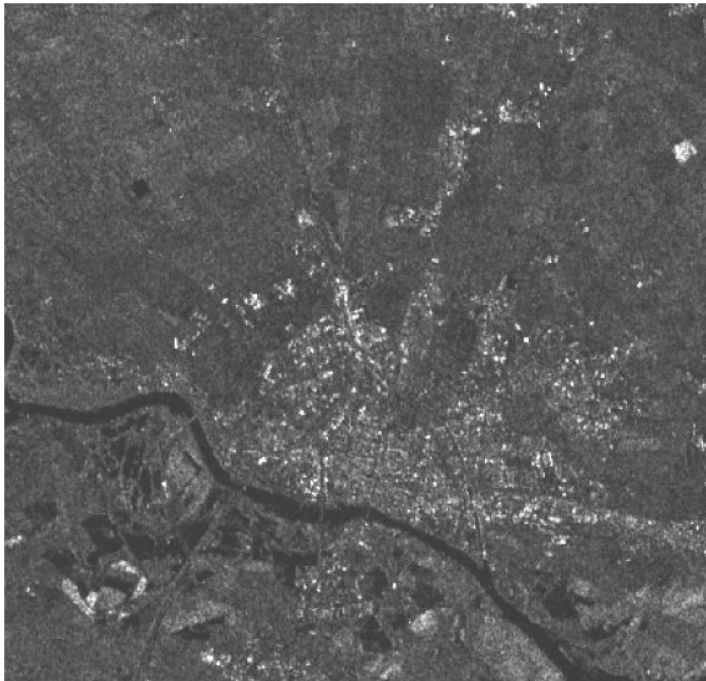
á trous



IHS + WT

Fúze dat z různých modalit

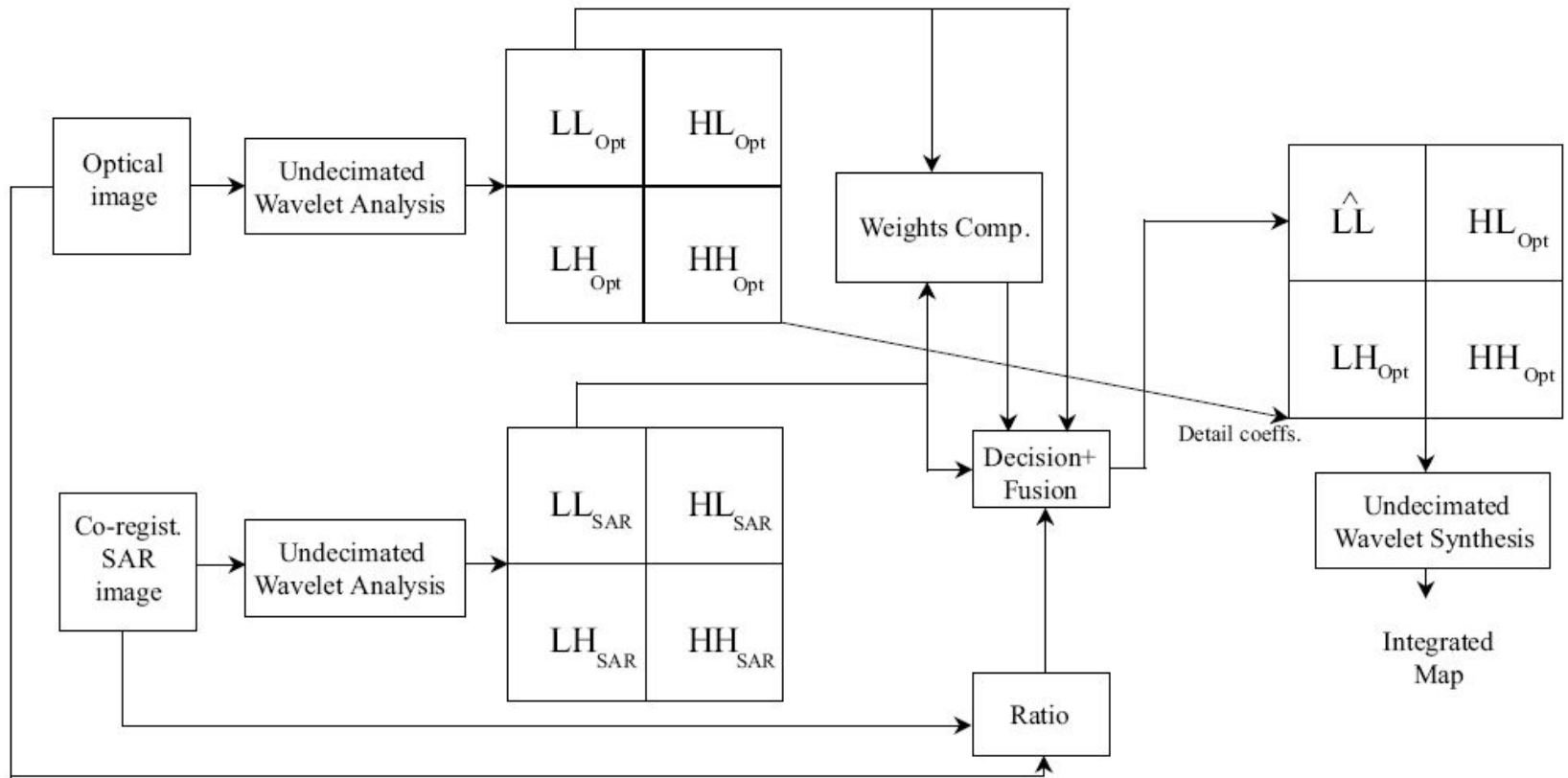
RADAR SAR



OPT Landsat

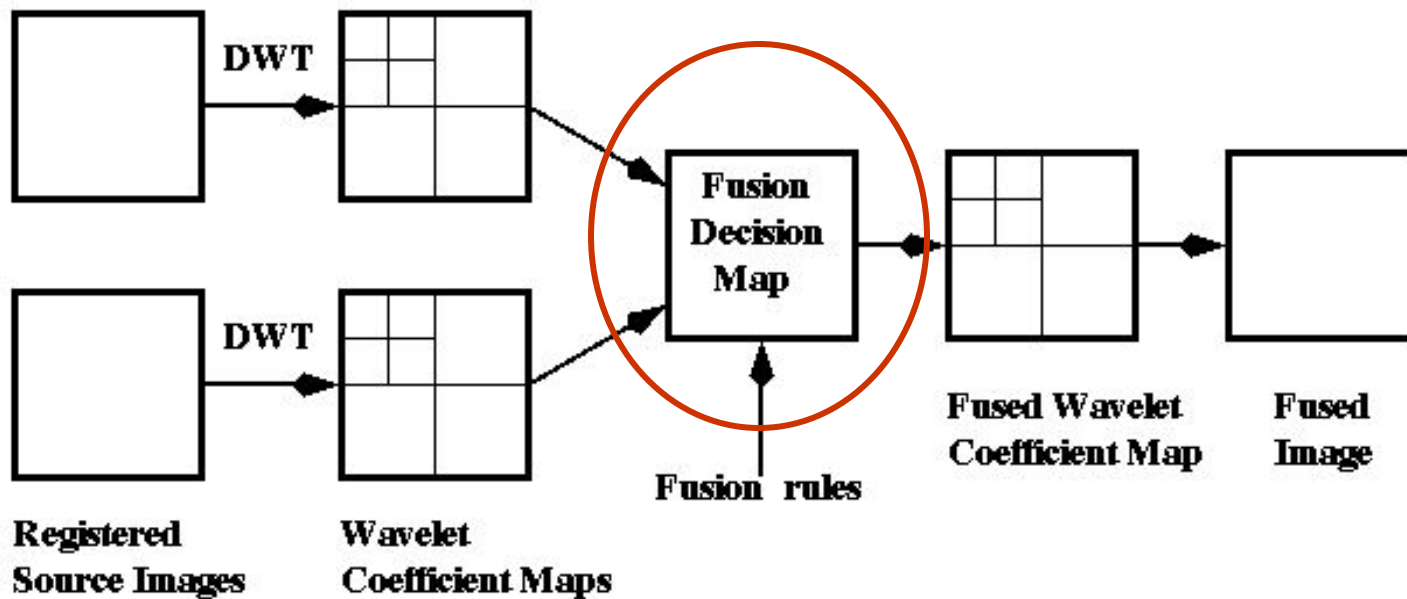


Fúze dat z různých modalit



$SAR/OPT > 2*(AVG(SAR/OPT)) \Rightarrow SAR \text{ jinak } OPT \text{ pro } LL$

Fúze dat pomocí WT



Odstraňování šumu a poškození



Inverzní halftoning

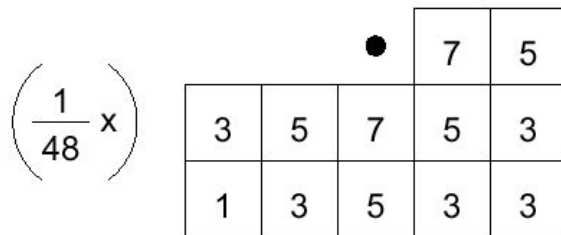


Inverzní halftoning

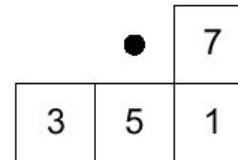
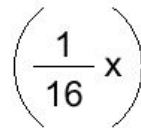
šedotónový obrázek - > binární obrázek

m - > 1 zobrazení

chybová difúze (error diffusion)



Jarvis



Floyd

inverzní proces

typ chybové difúze

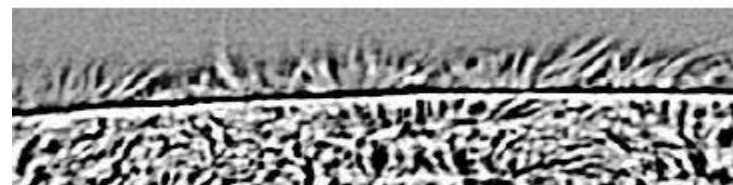
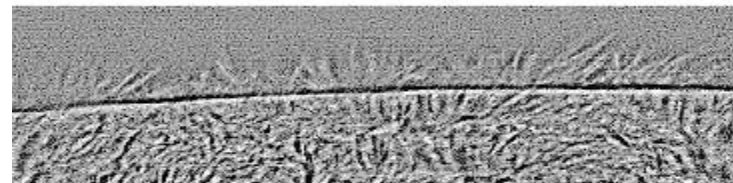
- známý

- neznámý

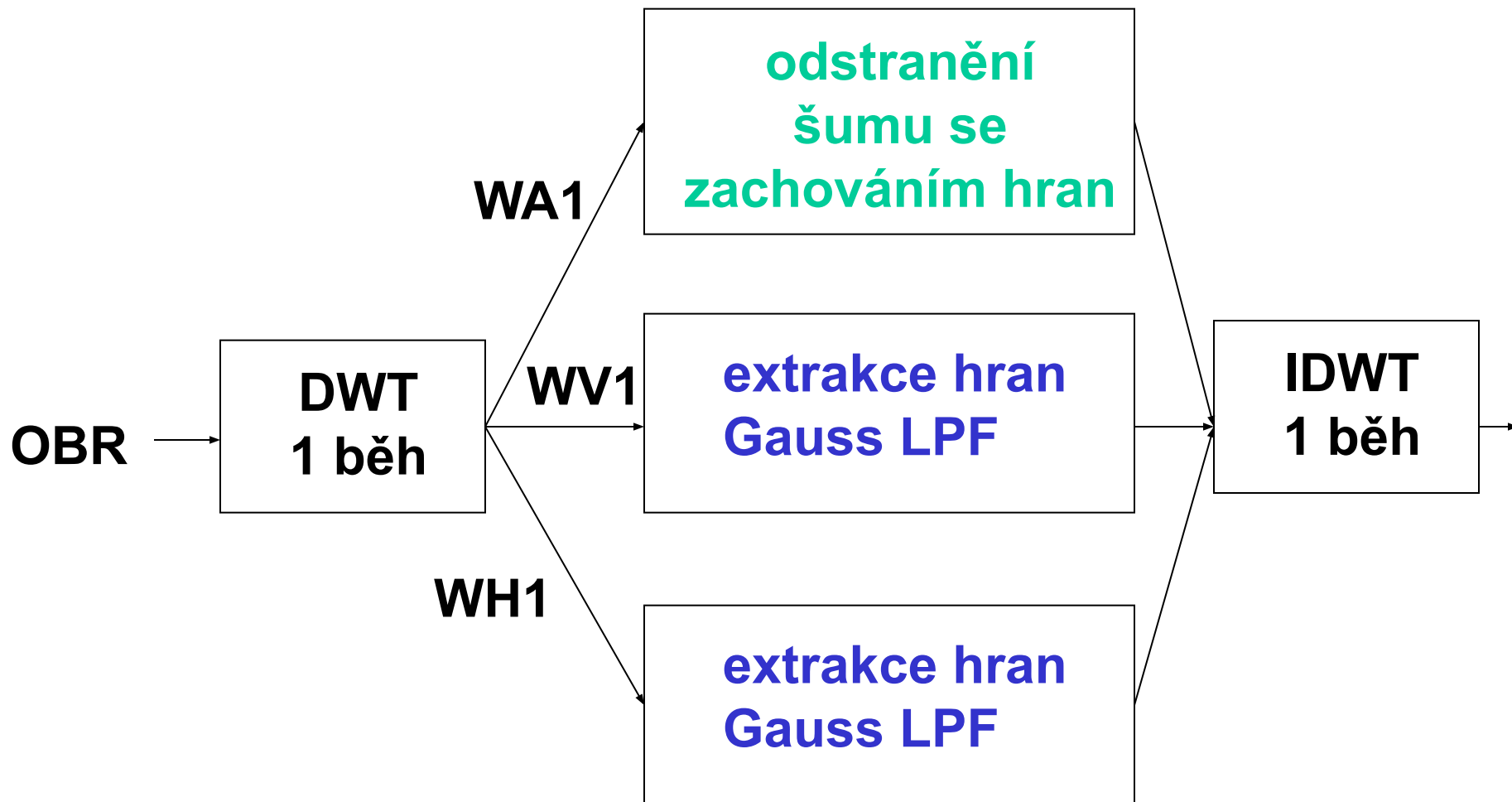
Inverzní halftoning - neznámý typ

Poznámka

- jiný typ waveletové transformace
- „á trous“ transformace
- napodobuje víc spojitou WT
- nedochází k decimaci



Inverzní halftoning - neznámý typ



Inverzní halftoning - neznámý typ

Extrakce hran - Gauss LPF - rozmazat šum
(malý, malá hodnota rozptylu)

WV1 - horizontální hrany

WH1 - vertikální hrany

Odstranění šumu se zachováním hran

WVL rozklad do hloubky 3 - WV2, WV3, WH2, WH3
meziškálová korelace

$$EH = WH2 \cdot WH3, EV = WV2 \cdot WV3$$

$$E = 1 \text{ if } \text{abs}(EH) + \text{abs}(EV) > T \text{ else } 0$$

$$WH2 = WH2 \cdot E \quad WV2 = WV2 \cdot E$$

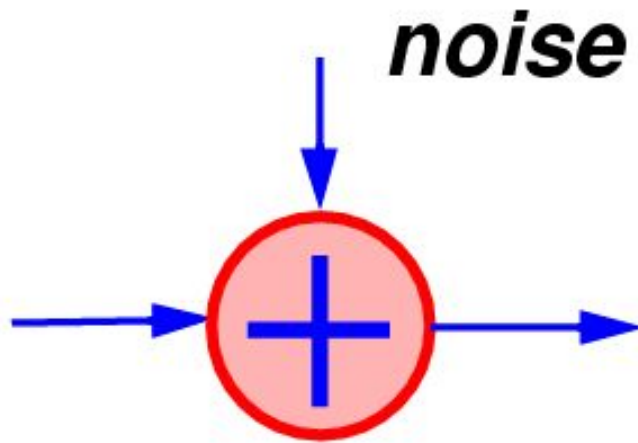


Odstraňování šumu a poškození





f

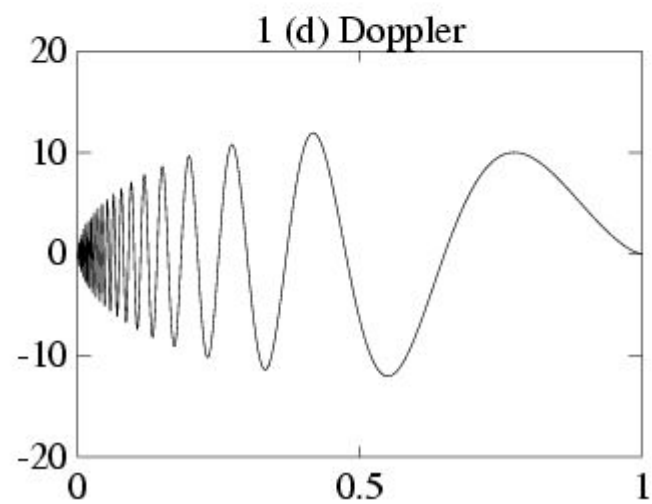
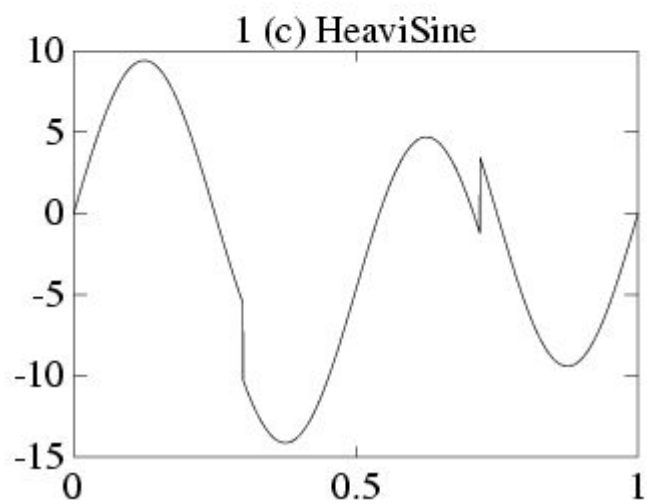
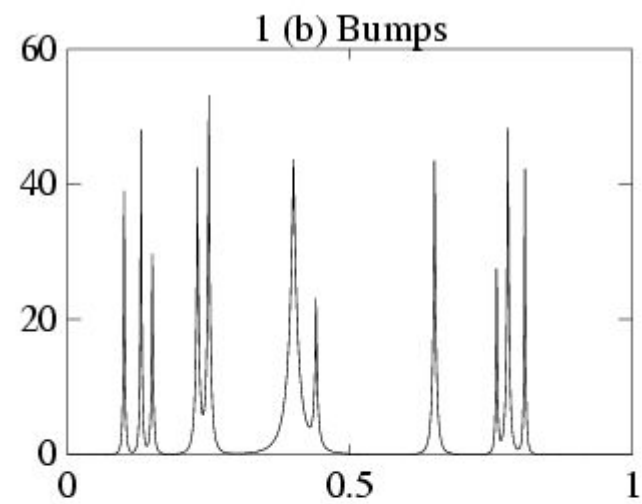
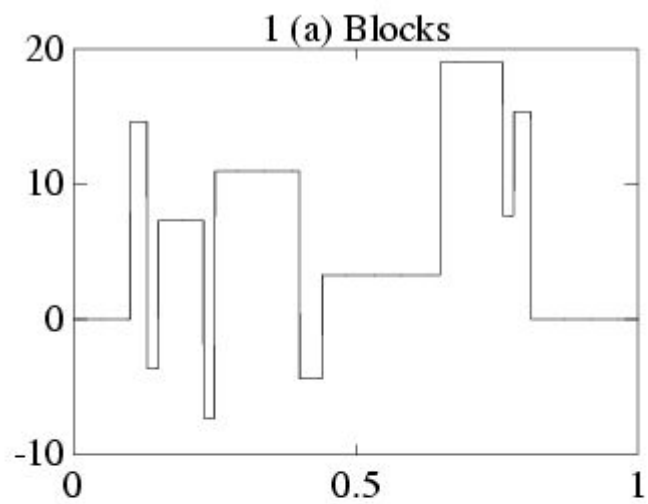


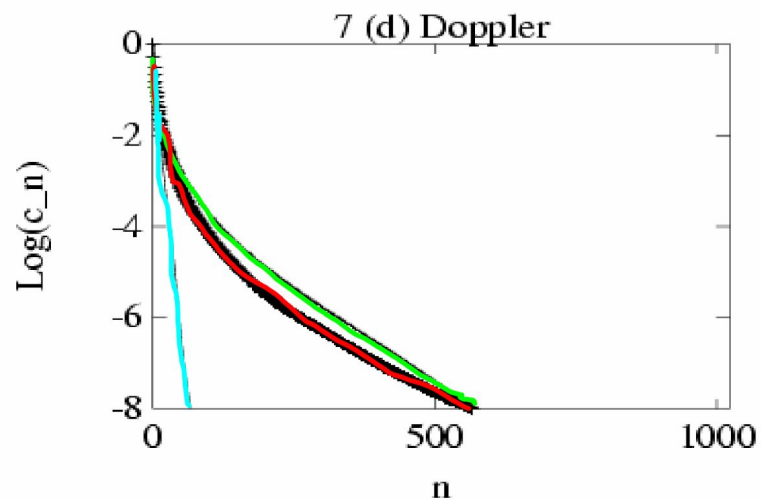
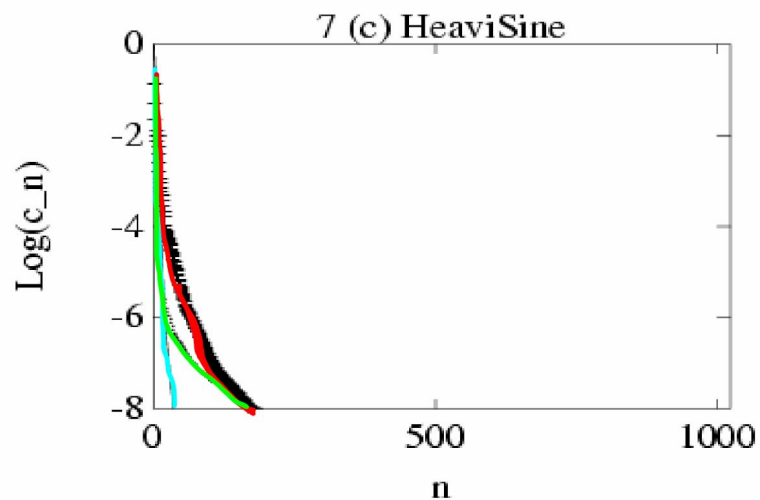
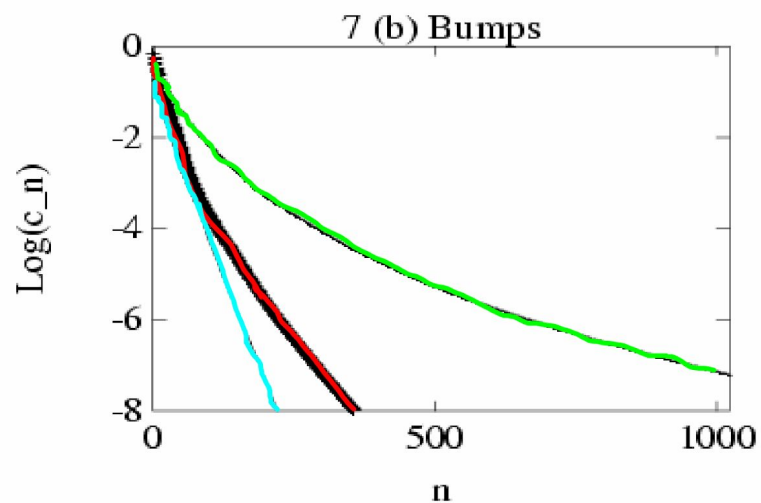
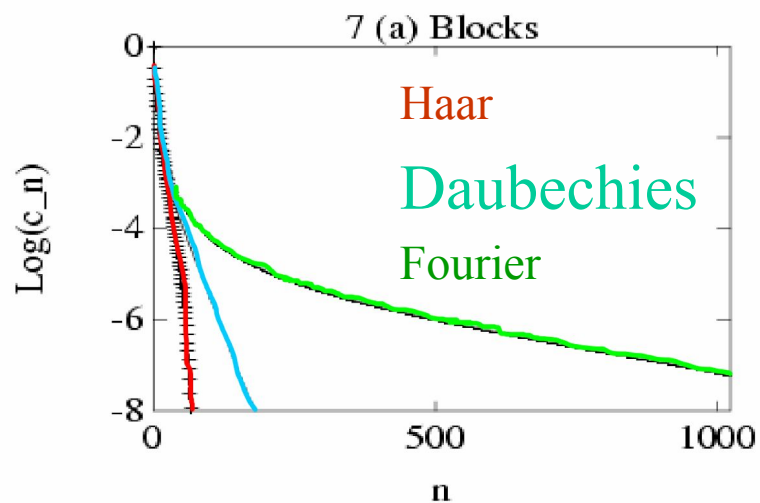
g

Odstraňování šumu

- snaha o rekonstrukci lokálních struktur
- rozložení spekter \times amplitudy spekter
- hlavní - amplituda

- obrázky - hladké oblasti s pár hranama
- WT dobré kompresní vlastnosti (komprese + šum)
- jen málo koeficientů velkých
- dobrá lokalizace

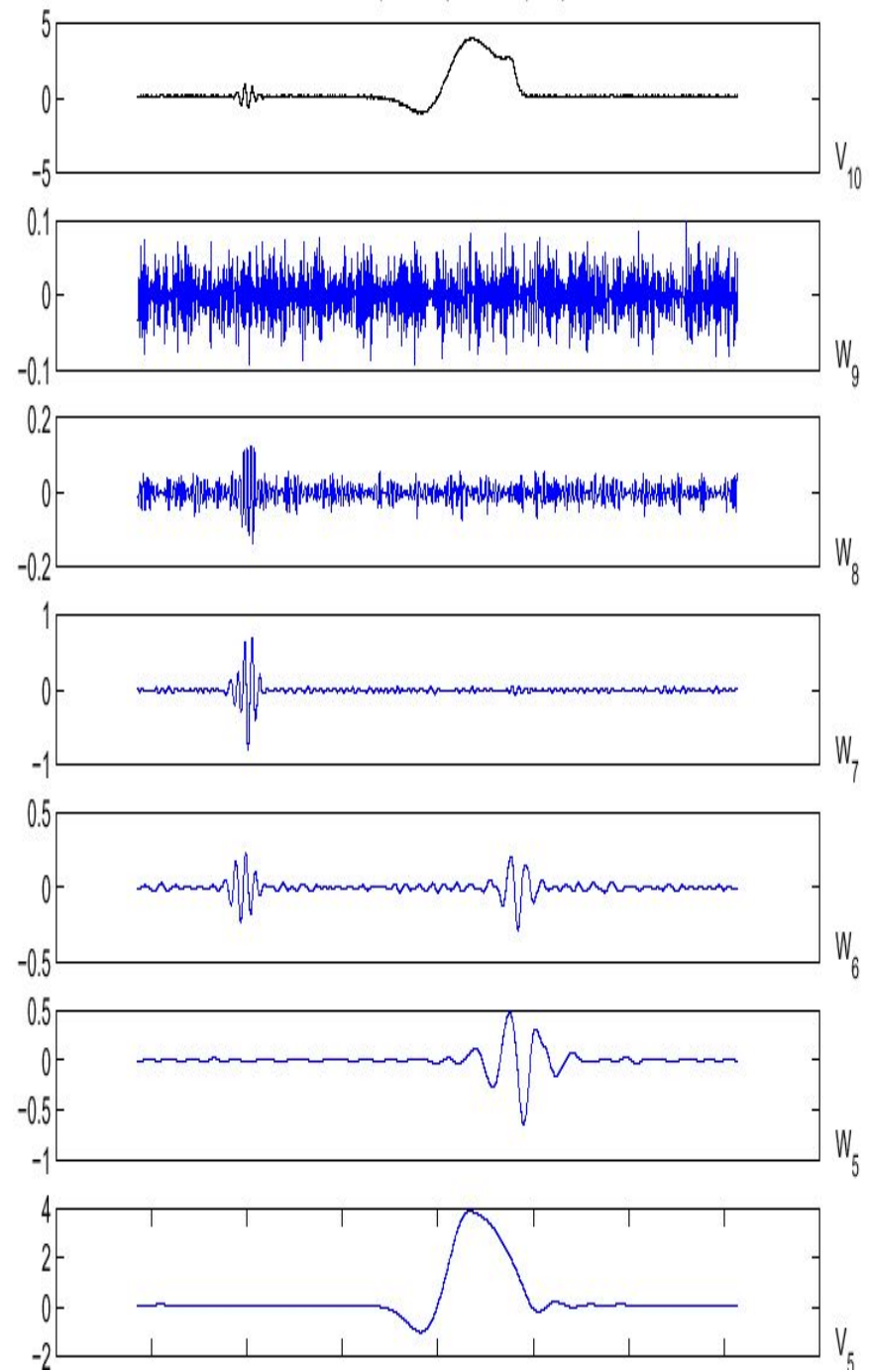
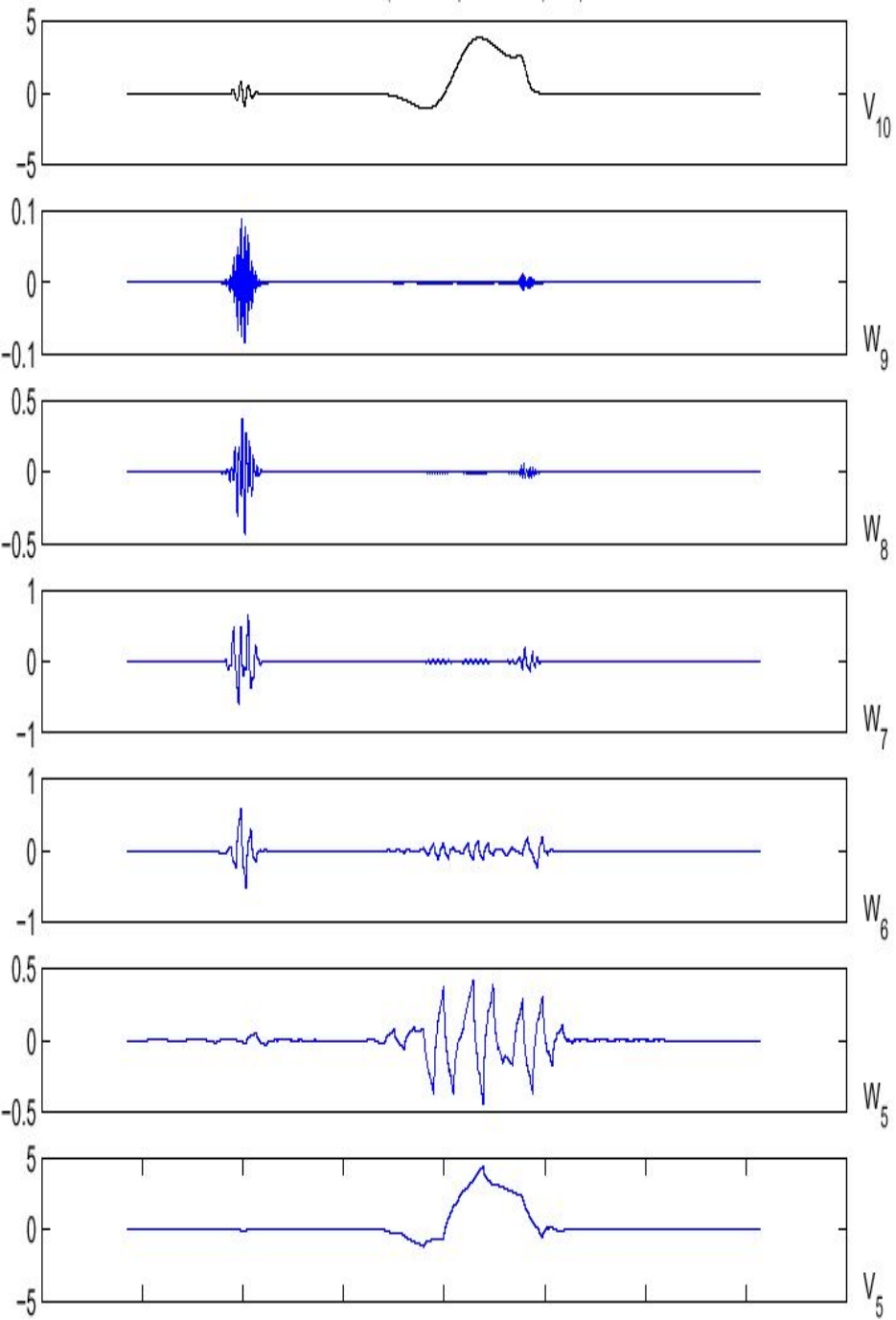




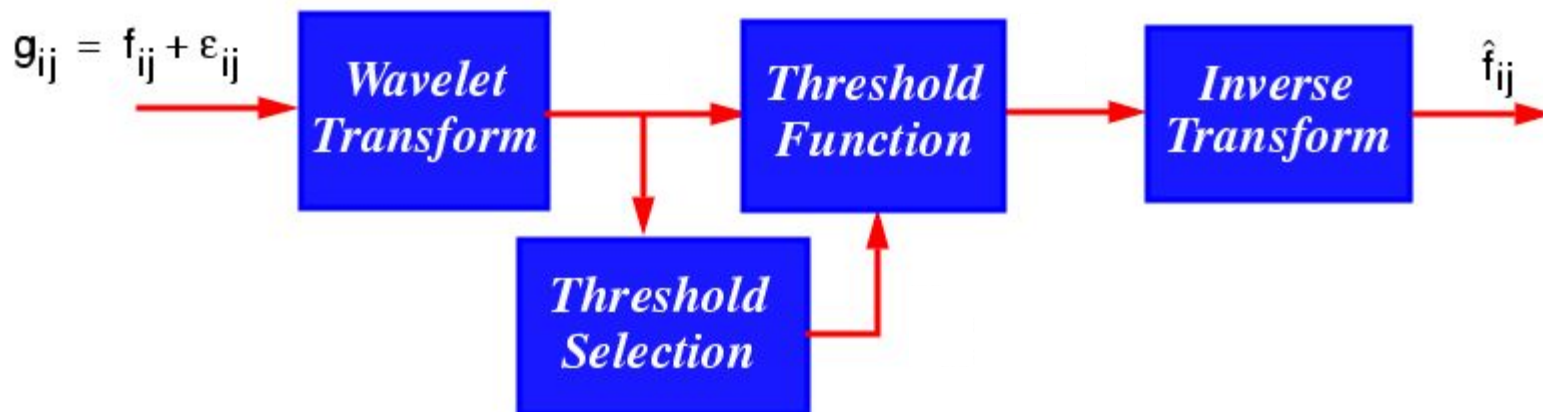
Rozdělení energie mezi koeficienty podle velikosti
Fourier, Haar, Daubechies 8 momentů

Odstraňování šumu

- L_2 energie zachovává + jen pár nenulových koeficientů
= velké amplitudy
- nejjemnější detaily – nejvíce šumu
- šum - všude v koeficientech přítomen
- Gaussovský bílý šum + ortonormální báze WT
= zase Gaussovský bílý šum
- energie - přes mnoho koeficientů = malé koeficienty
- ortonormální wavelety

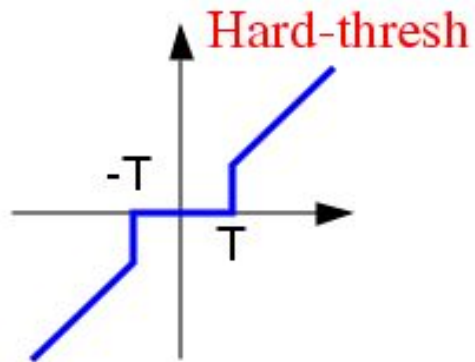


Odstraňování šumu

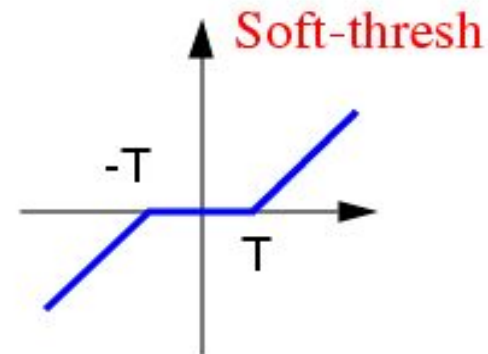


- hlavní problém: PRAHOVÁNÍ – volba prahu
- způsob hledání – často heuristiky
- jednotné pro jednotlivé úrovně?
- často různý, jen do určité hloubky

Odstraňování šumu



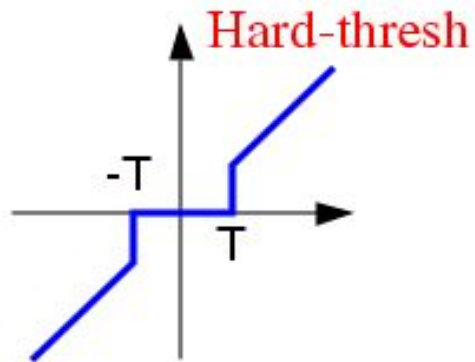
$$T^{hard}(d, \lambda) = d \mathbf{1}(|d| > \lambda)$$



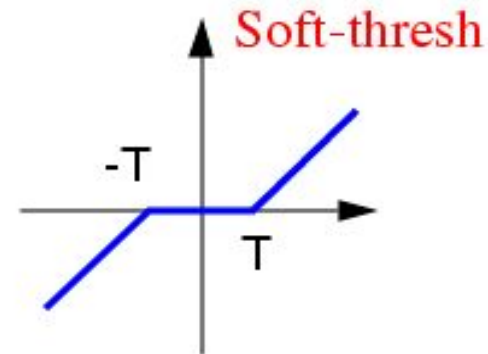
$$T^{soft}(d, \lambda) = (d - \text{sgn}(d)\lambda) \mathbf{1}(|d| > \lambda)$$

$$T^{hyper}(d, \lambda) = \text{sgn}(d) \sqrt{d^2 - \lambda^2} \mathbf{1}(|d| > \lambda)$$

Odstraňování šumu



- lépe zachovává hrany



-hladší výsledky

- líbivější výsledky

- mnohdy detailní úrovně SOFT, ostatní HARD

Odstraňování šumu

Hard Thresholding



Soft Thresholding



Odstraňování šumu - VisuShrink

-nejčastěji - *univerzální práh* Donoho, Johnstone

- rychlé a automatické

- práh určen

$$\lambda^U = \sqrt{2 \log n} \hat{\sigma}$$

n – délka signálu, σ – STD

- idea – odstranit koef. které jsou menší než očekávané maximum předpokládaného šumu délky n

- často jen pro 1. odhad prahu

Odstraňování šumu

- odhady σ^2

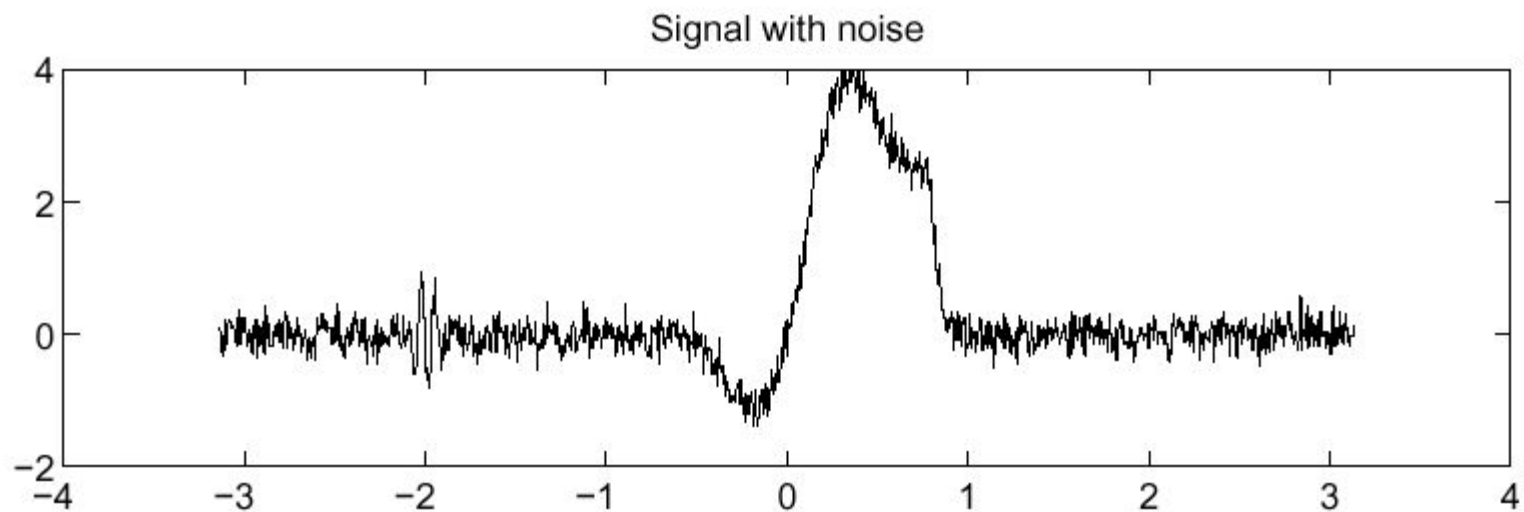
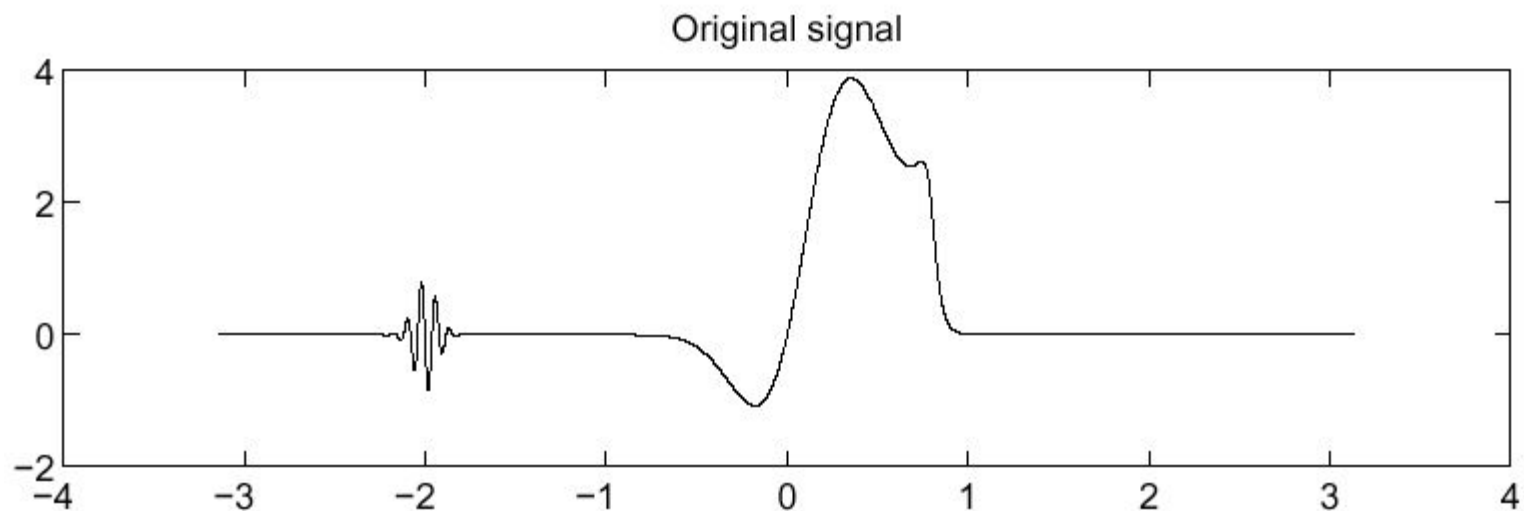
$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{N/2 - 1} \sum_{i=1}^{N/2} (d_{n-1,i} - \bar{d})^2$$

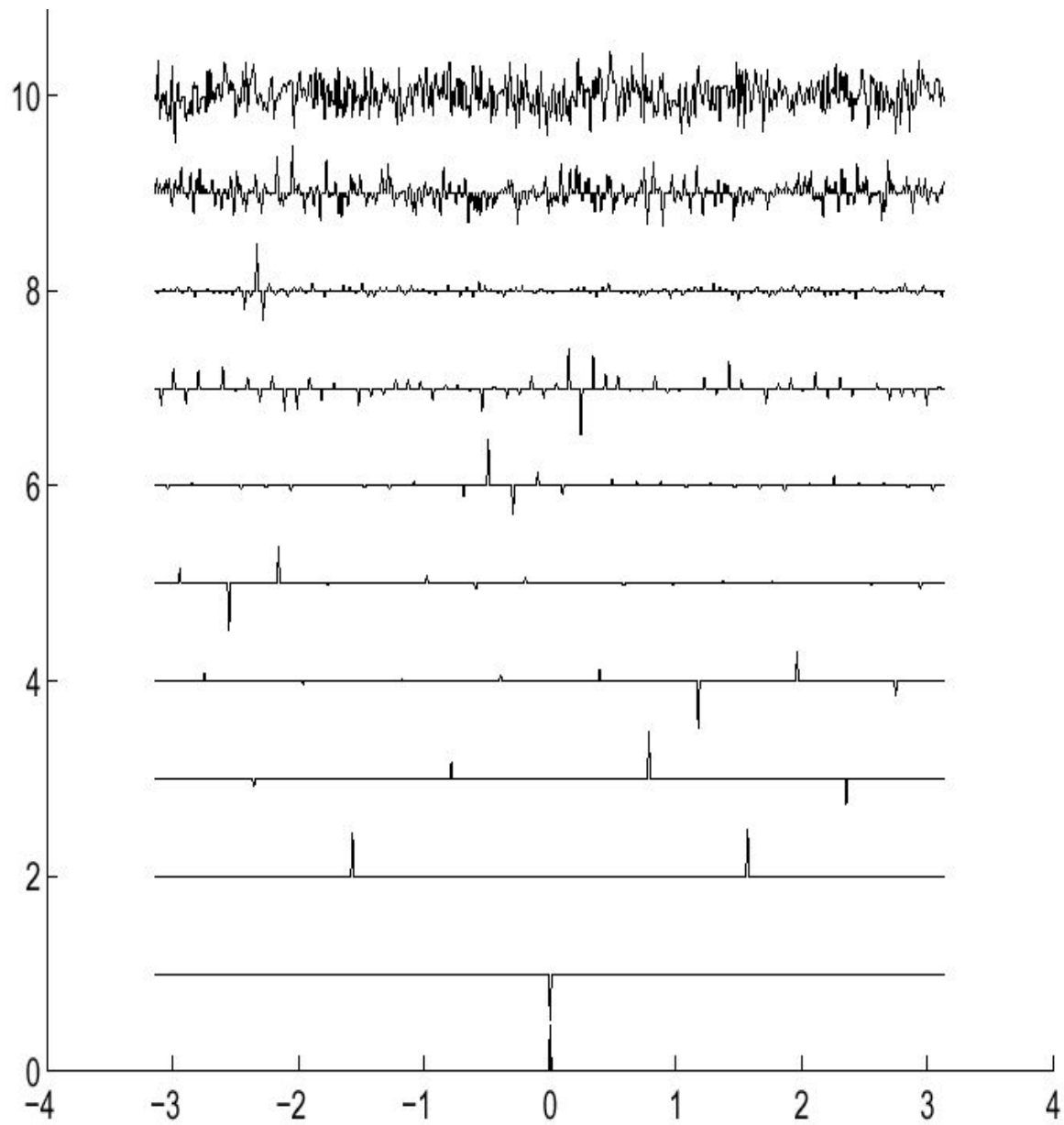
$$\hat{\sigma}^2 = 1/0.6745 \text{ MAD}(\{d_{n-1,i}, i = 1, N/2\})$$

MAD - medián absolutní hodnoty odchylky od mediánu

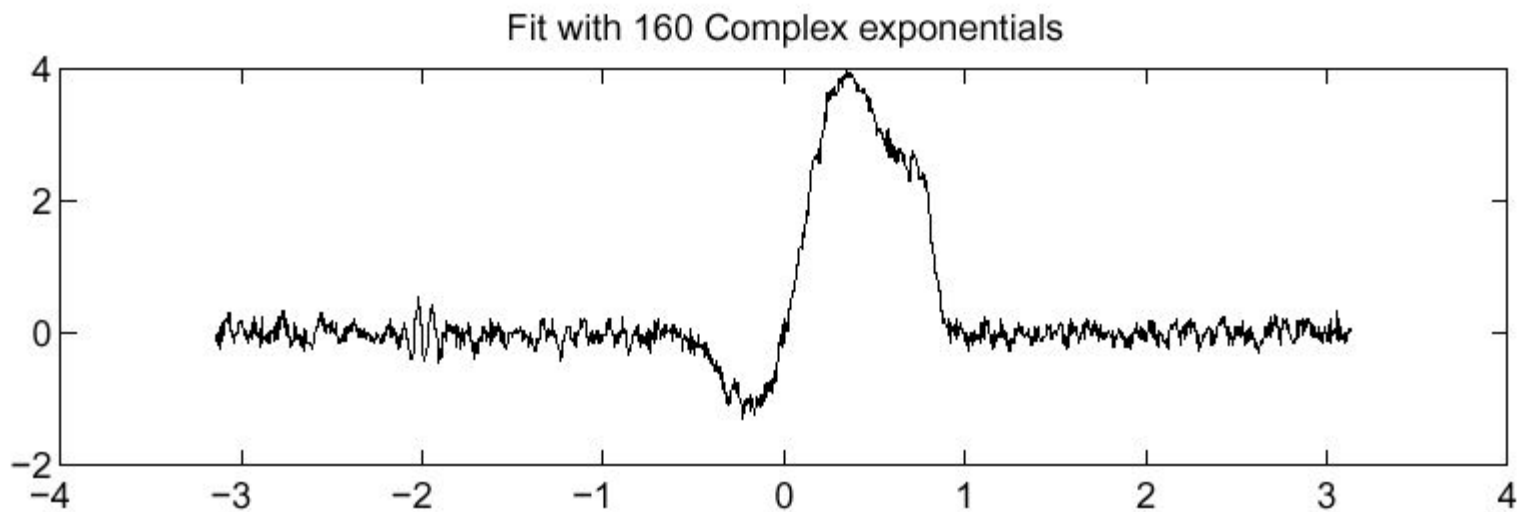
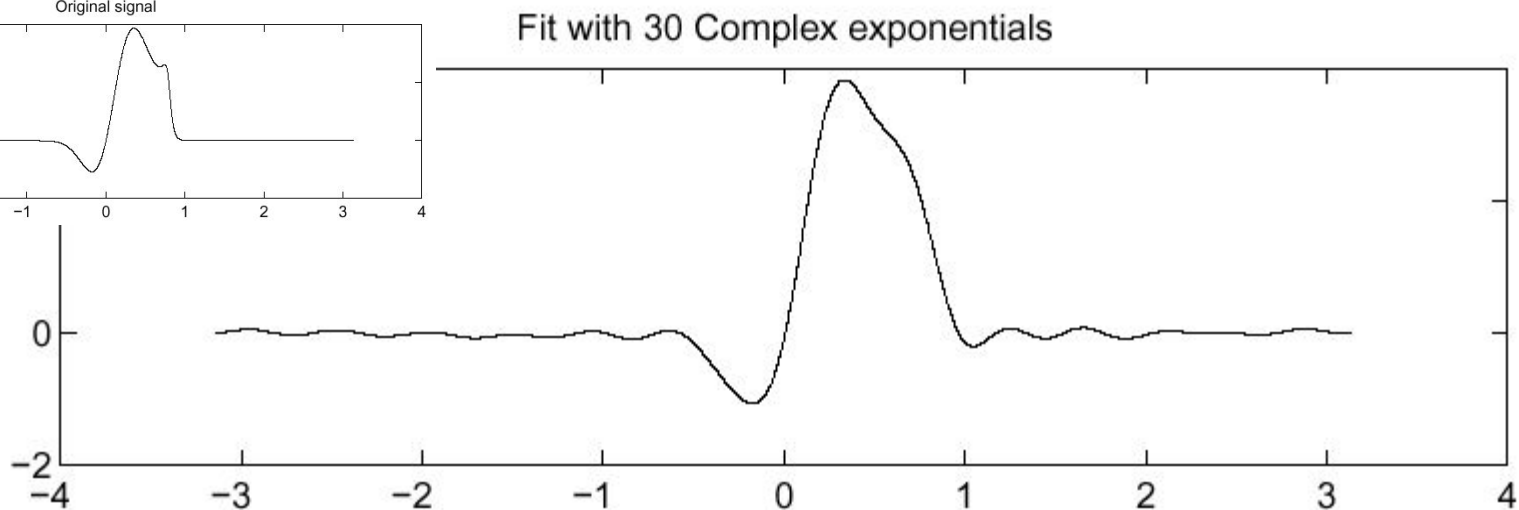
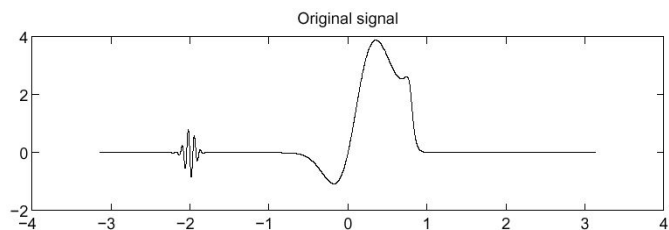
- $\text{med}(\text{abs}(d_{n-1,i} - \text{med}(d_{n-1,i})))$

Porovnání odstranění šumu



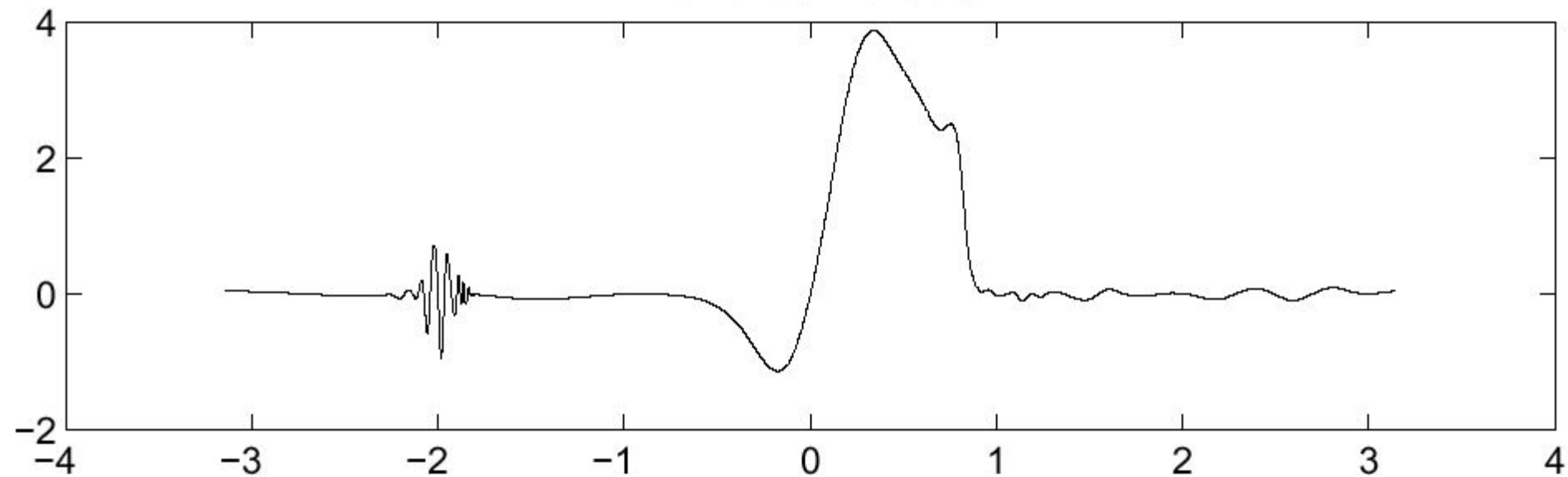


Fourier denoising

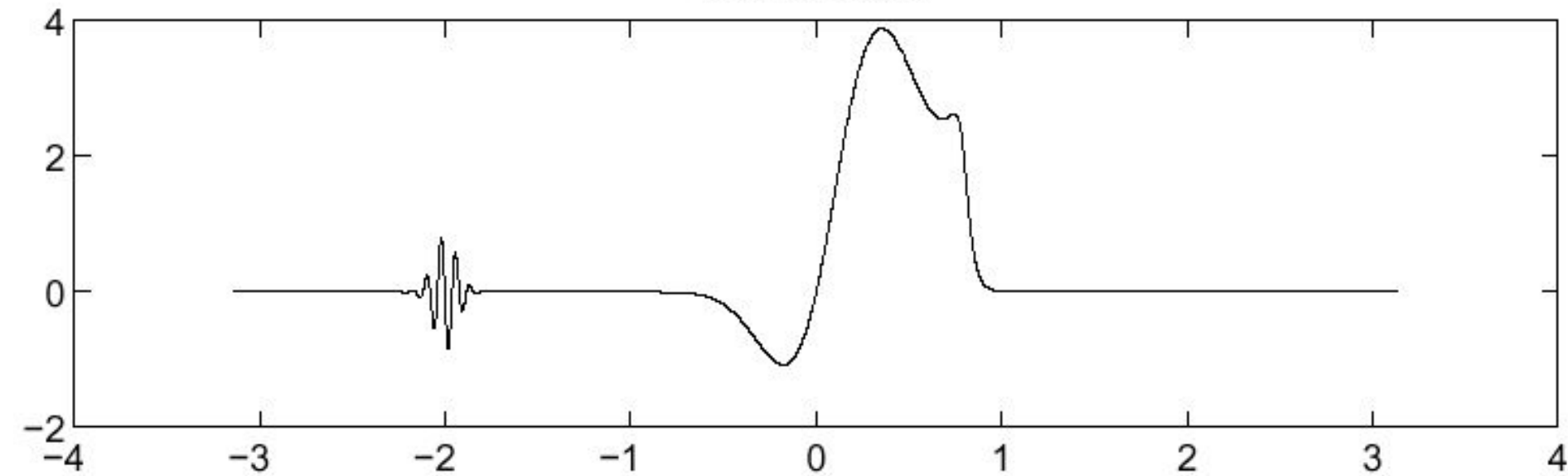


Wavelet denoising

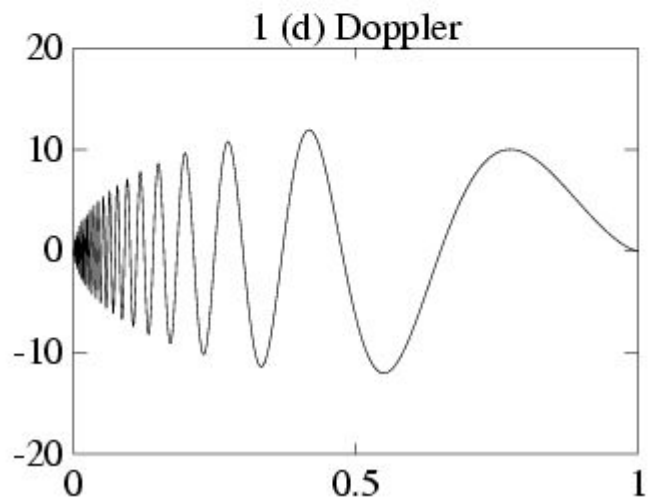
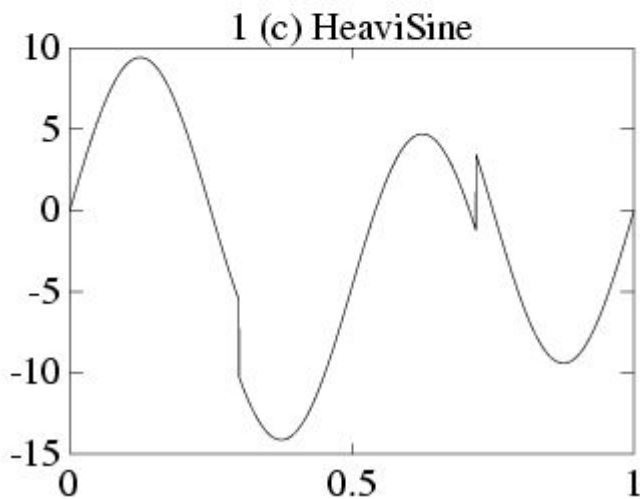
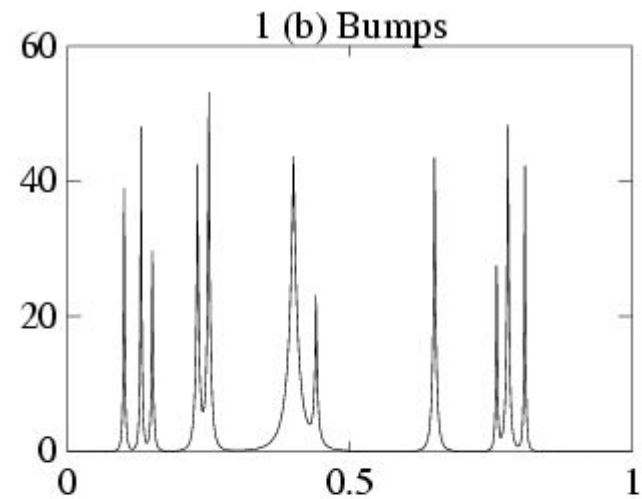
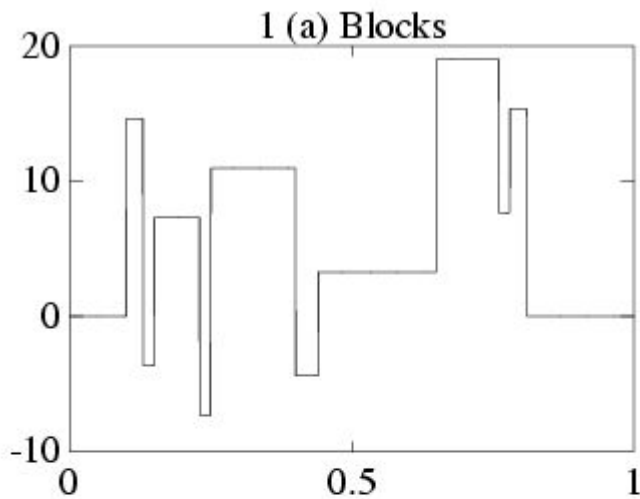
Fit with 30 Wavelets



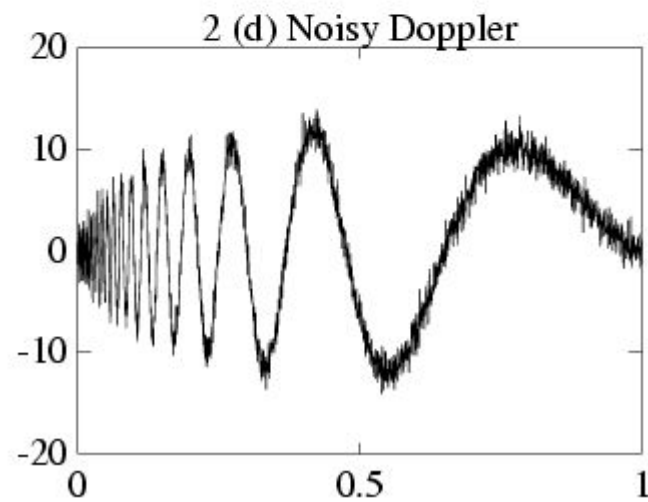
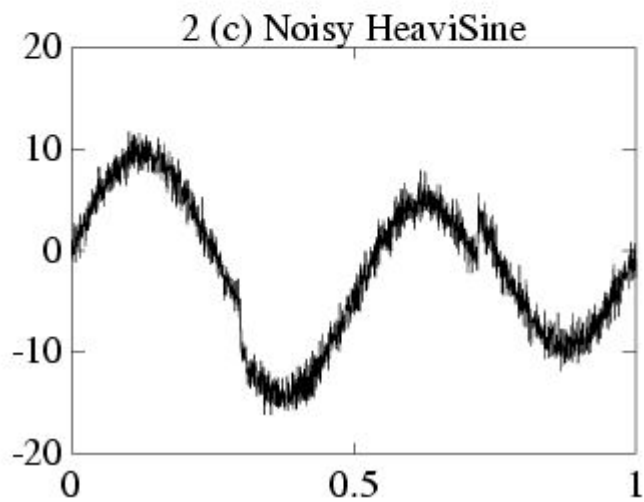
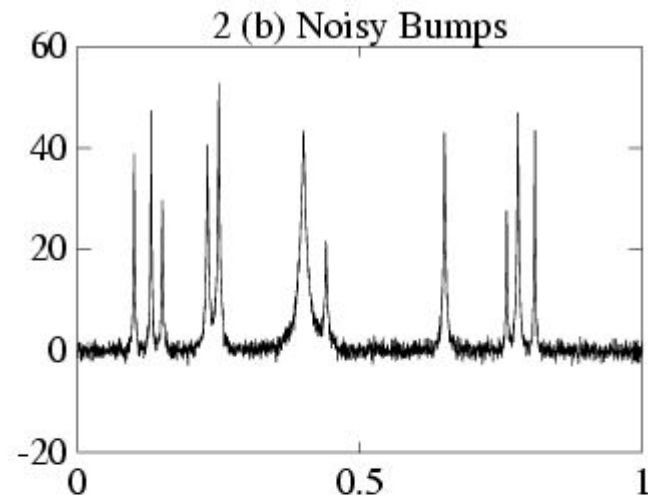
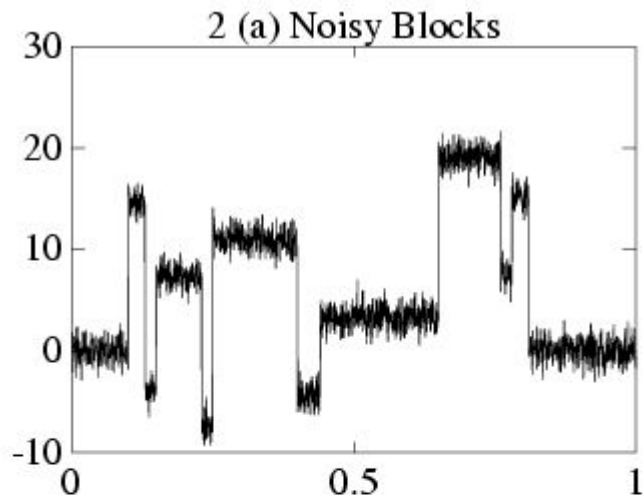
Original signal



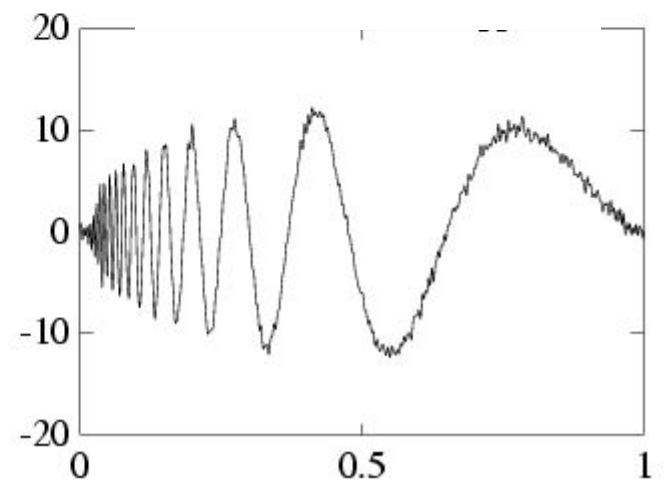
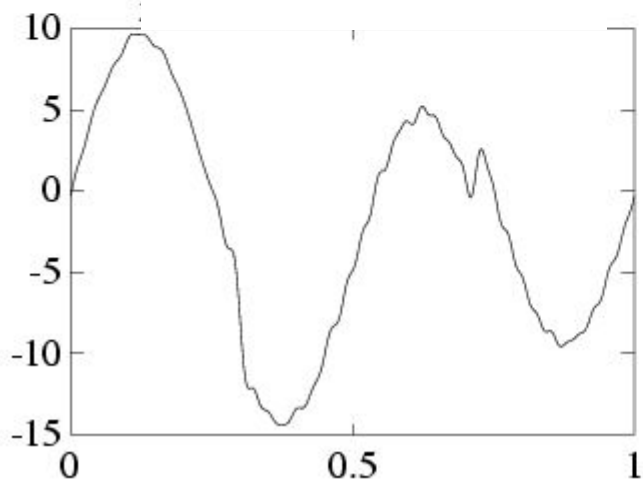
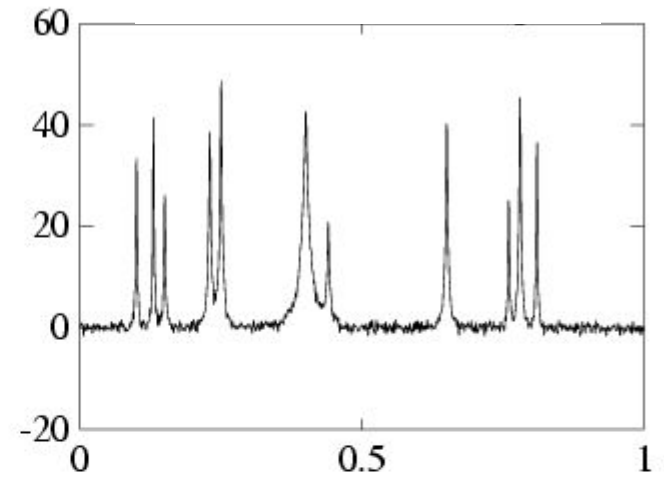
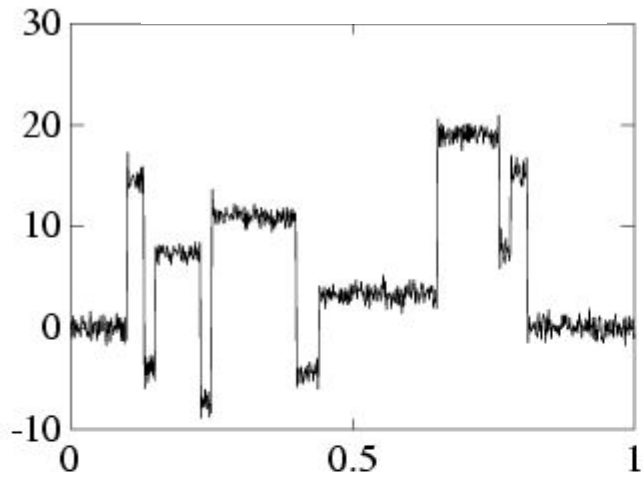
Originály



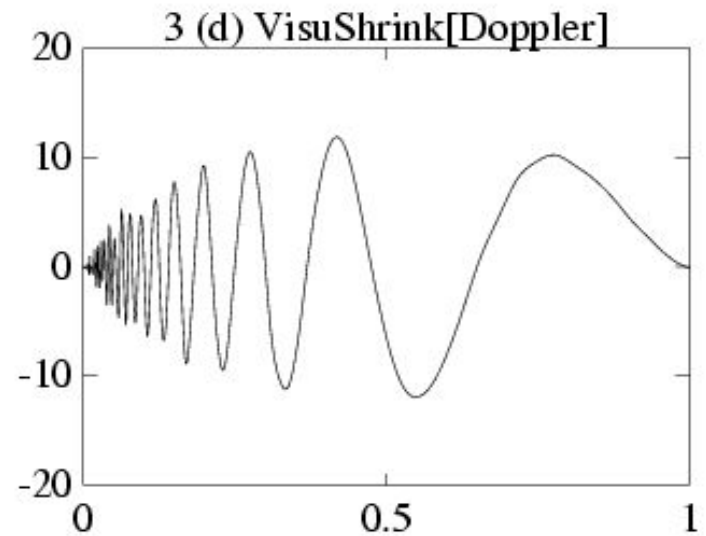
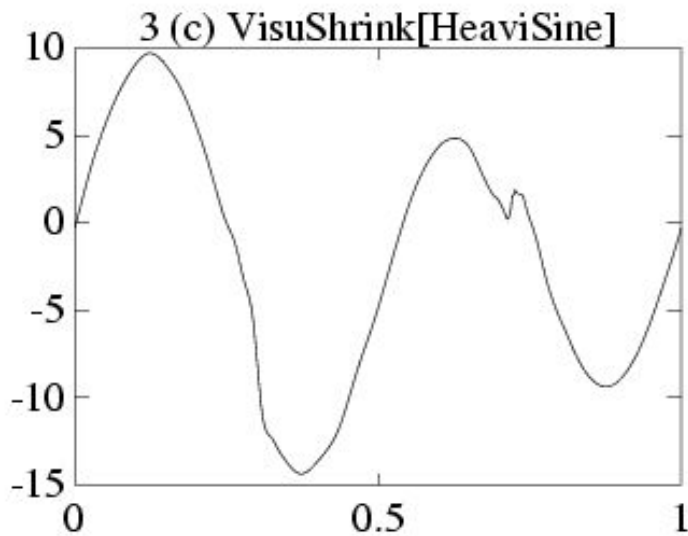
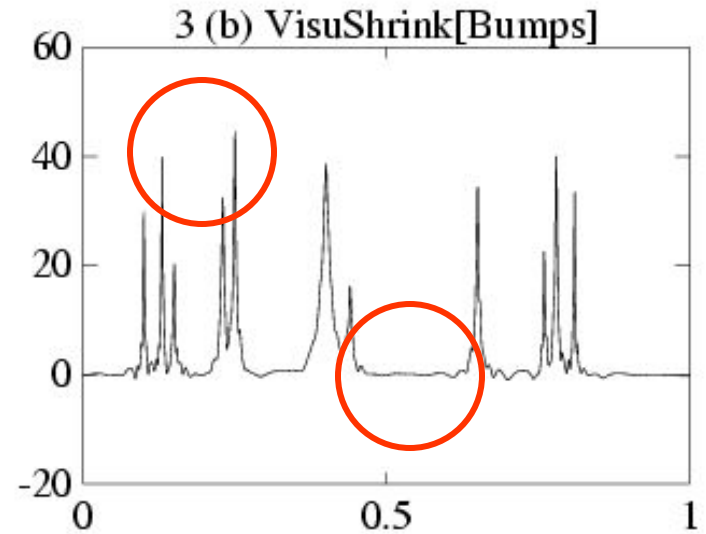
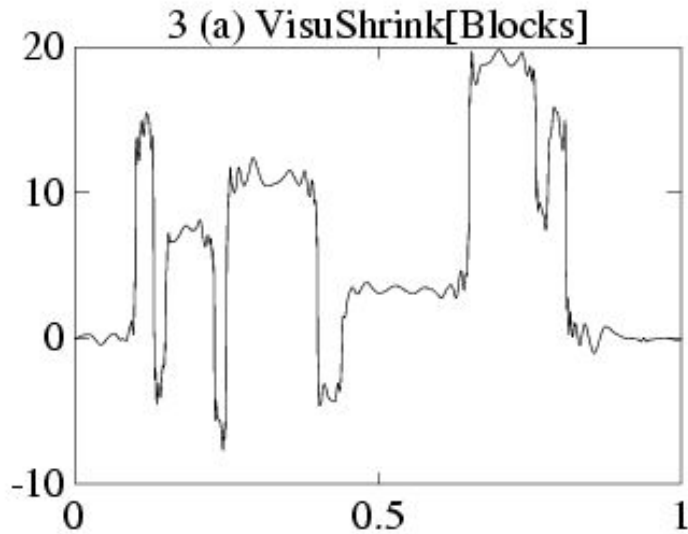
Originály + šum



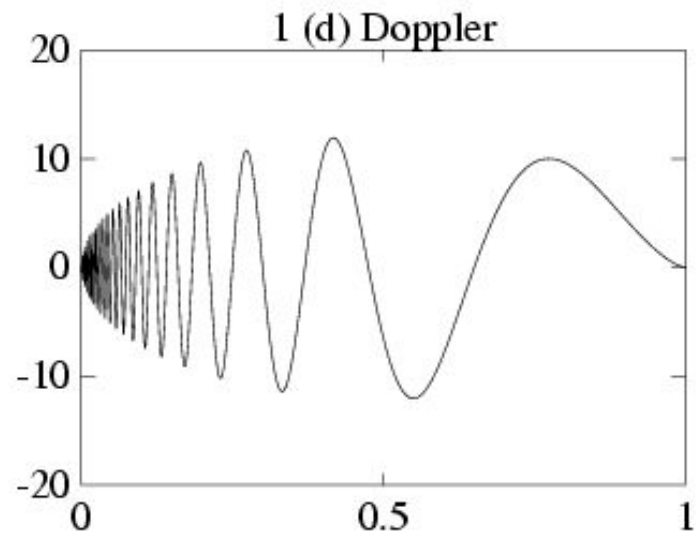
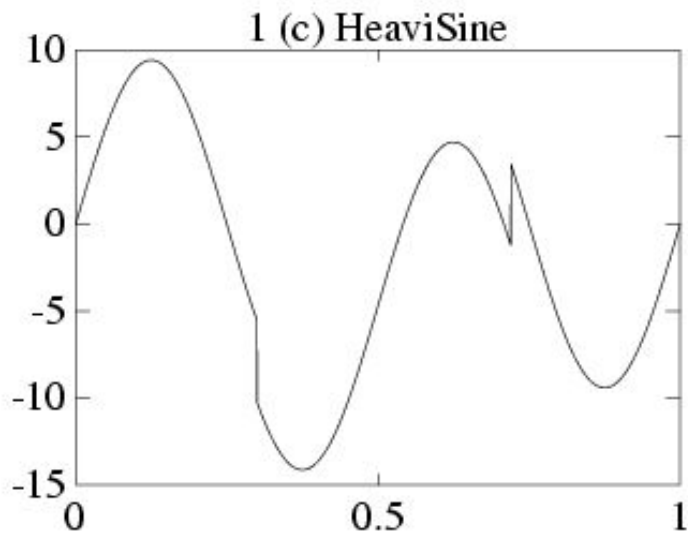
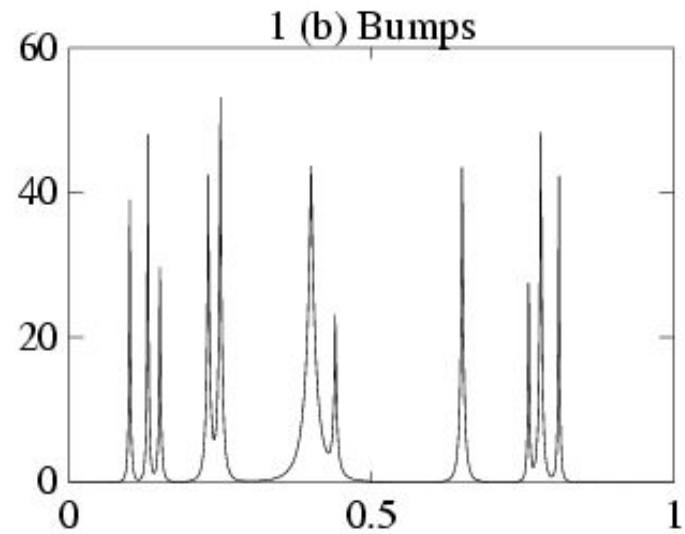
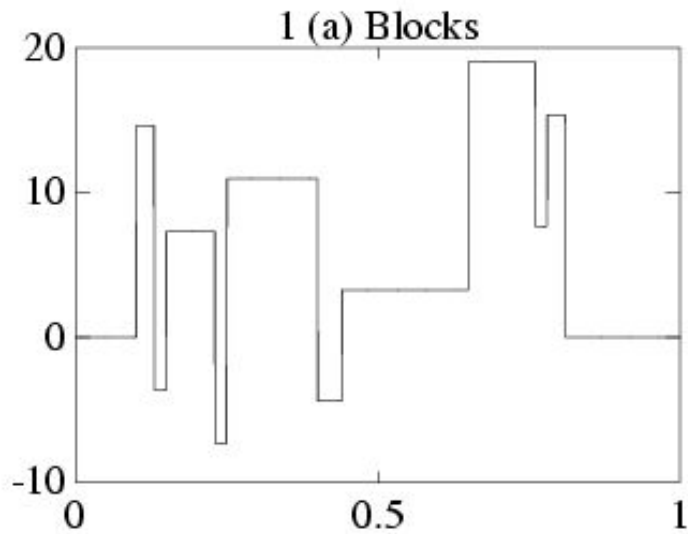
Fourier denoising



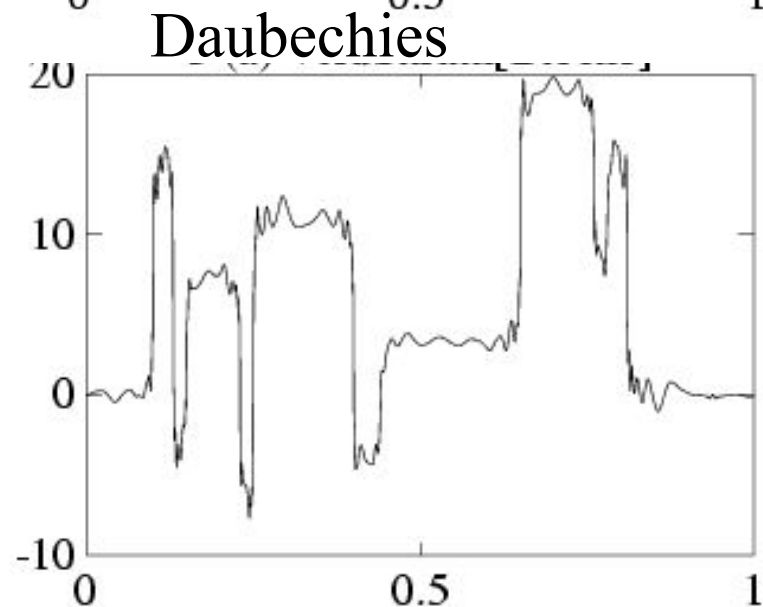
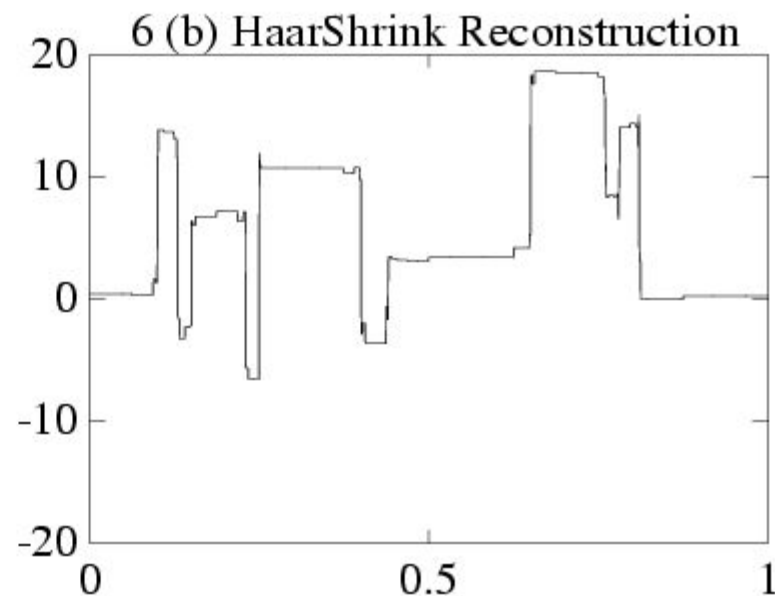
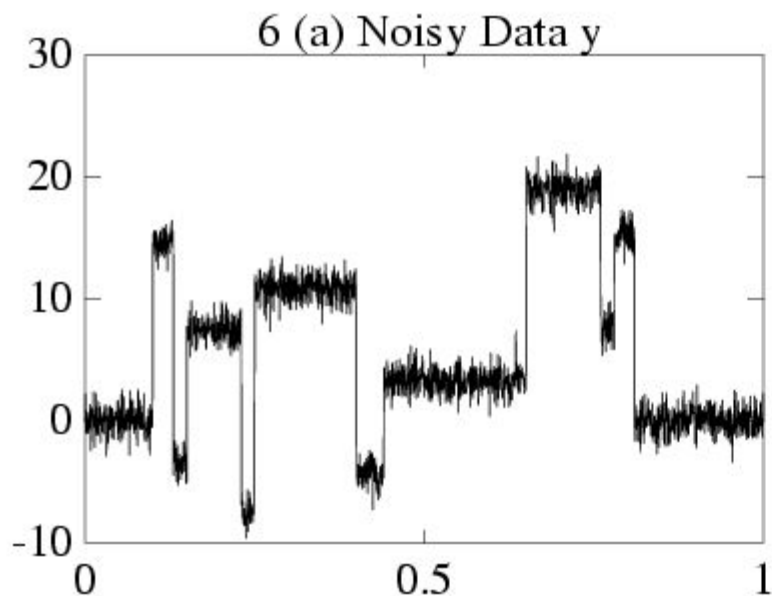
Wavelet denosing



Originály



Wavelet denoising - volba wavelety



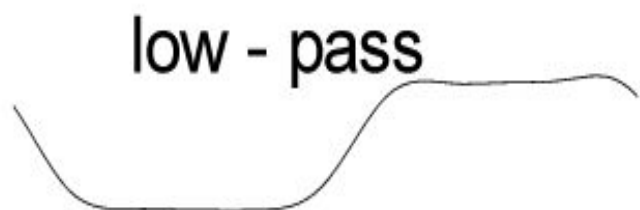
- jen pár koeficientů

- velké

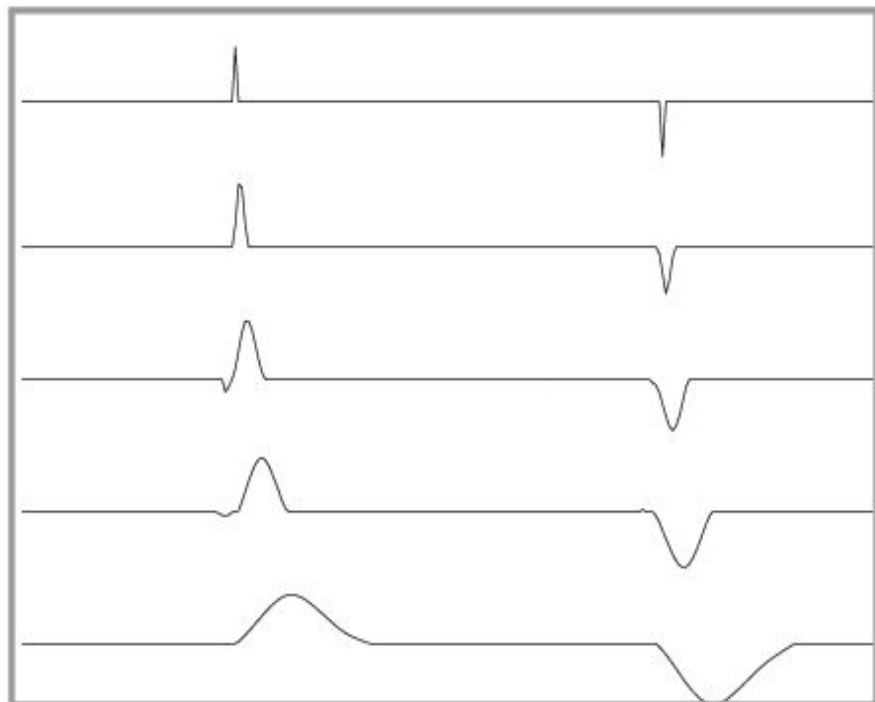
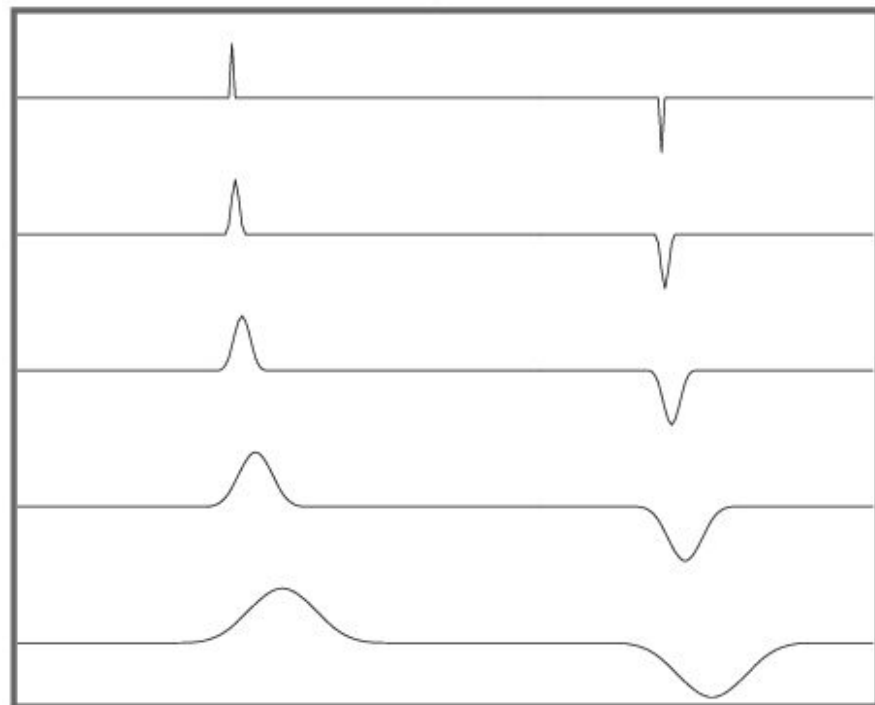
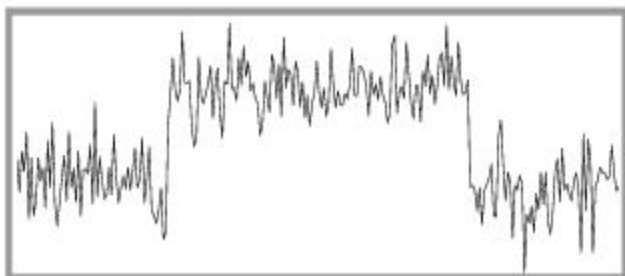
Odstraňování šumu

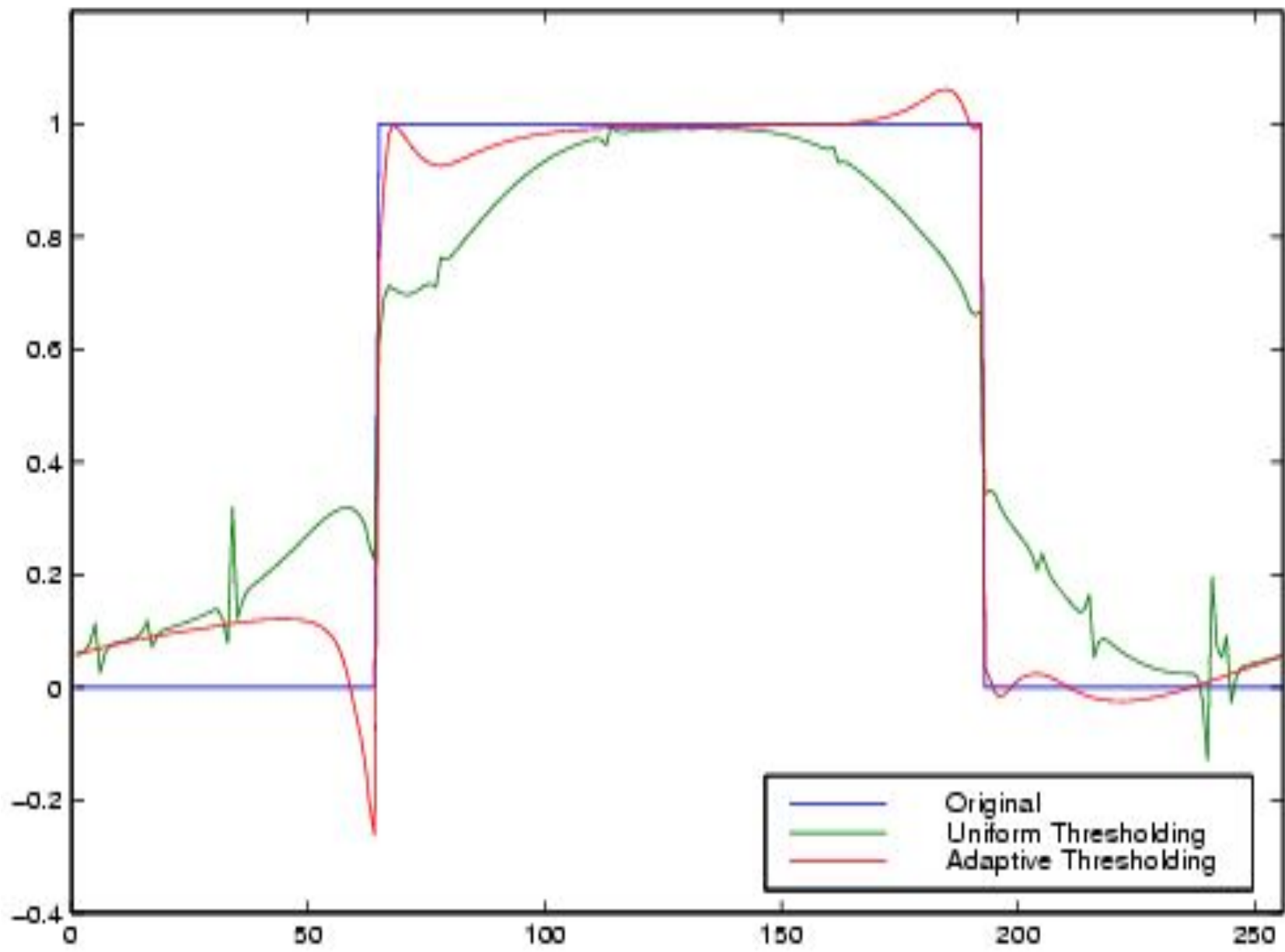
- v praxi - prahy nezávislé na velikosti obrázku
- adaptace prahu na každý band
- adaptace prahu na lokální variaci koeficientů
- spatial x scale adaptivní
- velký práh - odstranění šumu
- malý práh - zachování detailů
- adaptace podle hladkosti okolí

Odstraňování šumu



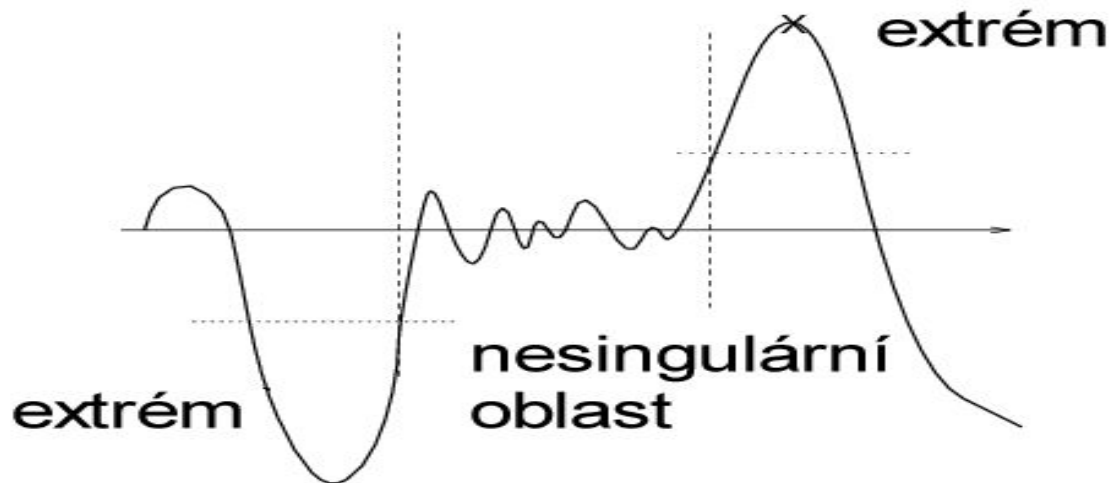
Odstraňování šumu





Odstraňování šumu

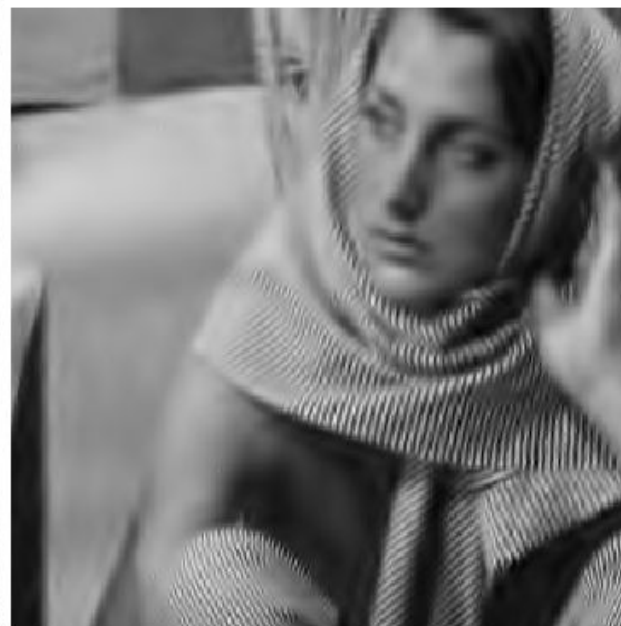
- detekce nespojitostí - hledání extrémů přes škály pyramid
- na každém stupni dekompozice prahování mezi extrémy (nerozmazává detaily)
- je-li šum silný - prahovat extrémy alespoň v 1.kroku dekompozice



Original



Noisy, $\sigma=25$ (mse=625)

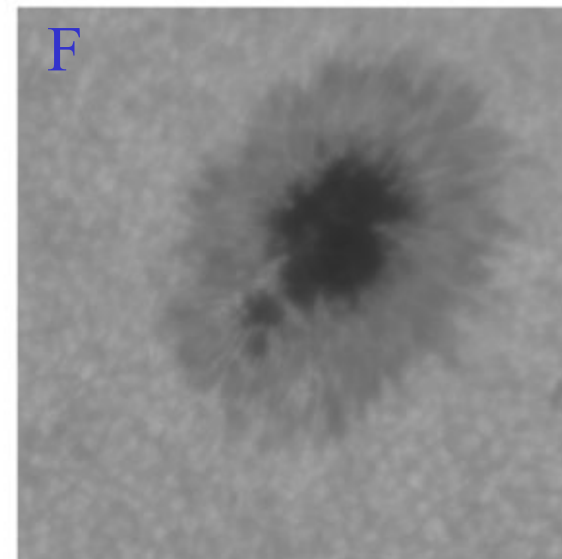
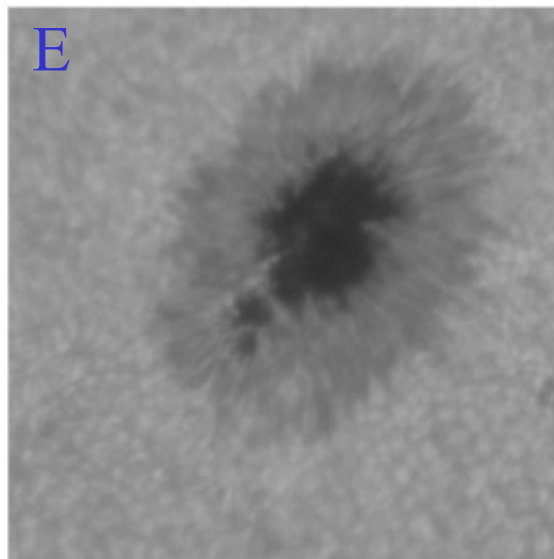
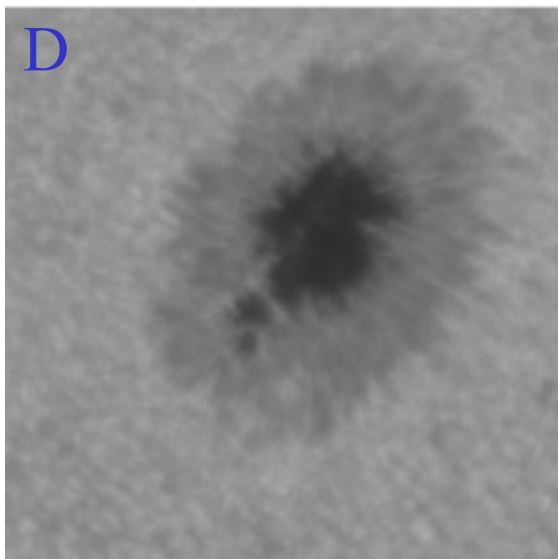
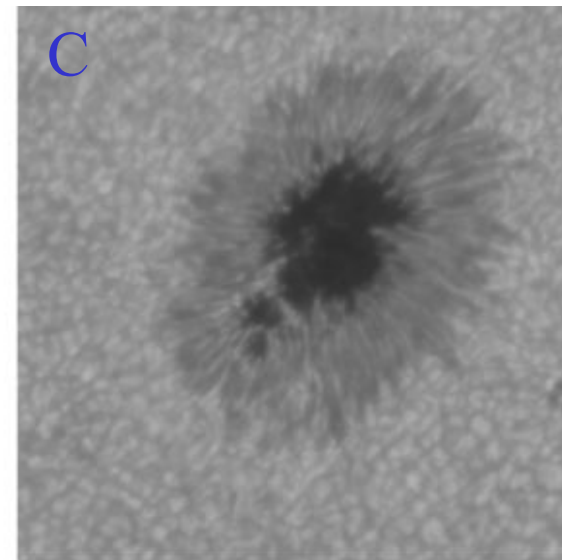
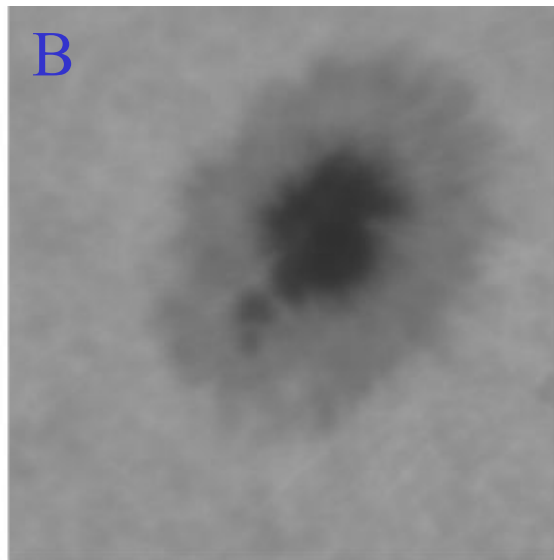
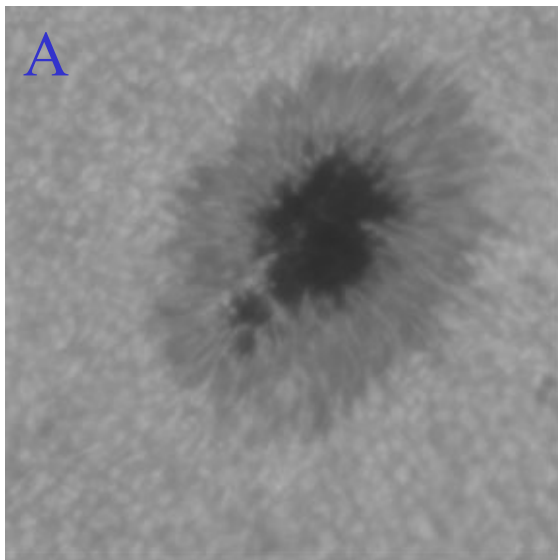


adaptivní

Aplikace wavelet

- Komprese
- Odstraňování šumu a poškození
- Fúze dat s různým rozlišením
- Problematika rozmazání
- Re prezentace
- Registrace
- Detekce struktur

Míra rozmazání



Míra rozmazání

$$g_i(x, y) = (f * h_i)(x, y), \quad i = 1, \dots, n$$

$$W_w = \| h_w(f) \|$$

$$\overline{W}_w = \| h_w(f) \| / [N(1 - 1/m^d)]^2$$

$h_w(f)$ - high pass bandy

d - hloubka DWT m - dilatační faktor

		A	B	C	D	E	F
Člověk	2 6	1 4	3 5				
W (4 D1)	0,948	0,905	1	0,923	0,973	0,921	
W (4 D2)	0,812	0,619	1	0,718	0,764	0,702	
W (10 D2)	0,870	0,767	1	0,821	0,845	0,807	