

Przetwarzanie Sygnałów Cyfrowych

Parametry sygnałów cyfrowych

Jan Rosa 410269 AiR

Wstęp

W sprawozdaniu powinny znaleźć się:

- 1) Informacje na temat co to są falki?
- 2) Jakiego są zastosowania falki?
- 3) Wykonane zadania - skrypty w m.plikach oraz otrzymane wykresy.
- 4) Wnioski z przeprowadzonych zadań.

Zad 1

Obliczyć współczynnik d5 z zastosowaniem falki 'db2' dla: wiatrak_20.wav, wiatrak_21.wav, wiatrak_23.wav, wiatrak_24.wav, przekladnia20.wav, przekladnia21.wav, przekladnia23.wav, przekladnia24.wav

```
clear all;
files_names = ["wiatrak_20.wav"; "wiatrak_21.wav"; 'wiatrak_23.wav'; 'wiatrak_24.wav'; 'przekladnia20.wav'; 'przekladnia21.wav'; 'przekladnia23.wav'; 'przekladnia24.wav'];
files = [[]];
for i = 1:size(files_names)
    [data, fz] = audioread(files_names(i));
    files(i,:) = data;
end
t = (0:size(data)-1)/fz;
clear data;
clear i;
```

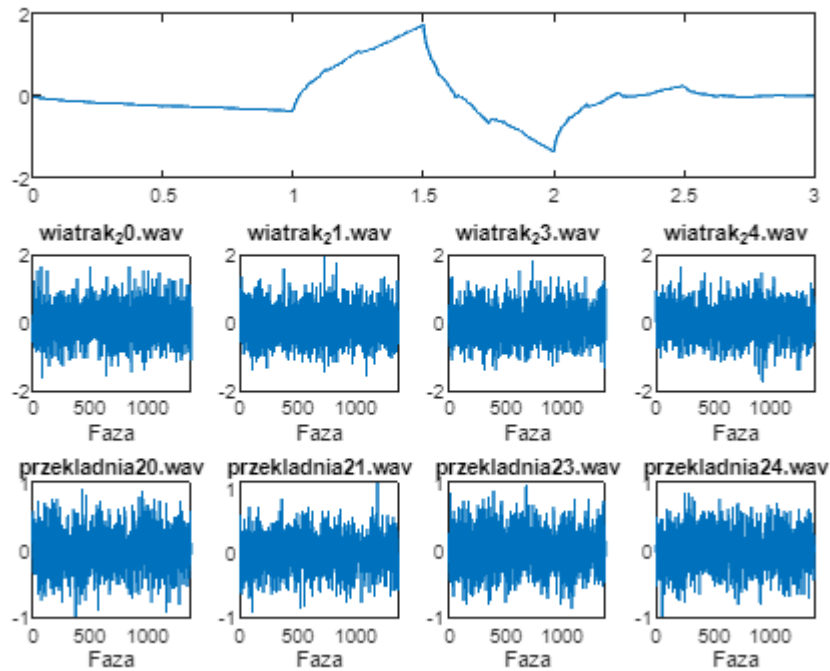
Kolejne wiersze oznaczają współczynniki kolejnych ww. plików

```
d5_vec = [];
for i = 1:size(files)
    data = files(i,:);
    [c,l] = wavedec(data,5,'db2');
    [d5] = detcoef(c,l,5);
    d5_vec(i,:) = d5;
end
clear d5;
d5_vec
```

```
d5_vec = 8x1381
    0.0002    -0.5798     0.2724    -0.1505    -0.5589    -0.0098    -0.5030    -0.1771 ...
   -0.0237     1.0299    -0.5605     0.6642    -0.3540    -0.1975     0.6721    -0.2895
   -0.0092     0.4170     0.2614     0.5194     0.3509     0.1823    -0.4931    -0.1310
     0.0129     0.9633    -0.3039    -0.2653     0.5486    -0.1509    -0.0340    -0.0489
     0.0991     0.5636     0.0769     0.1056    -0.1228    -0.0567     0.0412    -0.3364
   -0.0882     0.4629    -0.2254    -0.5982    -0.2606     0.5902    -0.3898    -0.1755
     0.0201    -0.1864     0.2455    -0.0205     0.1849    -0.3301    -0.0386    -0.0009
```

-0.0241 0.0732 -0.1612 0.0976 -0.5347 -0.3691 -0.0714 0.2332

```
plotwavelet(d5_vec, 'db2', files_names)
```



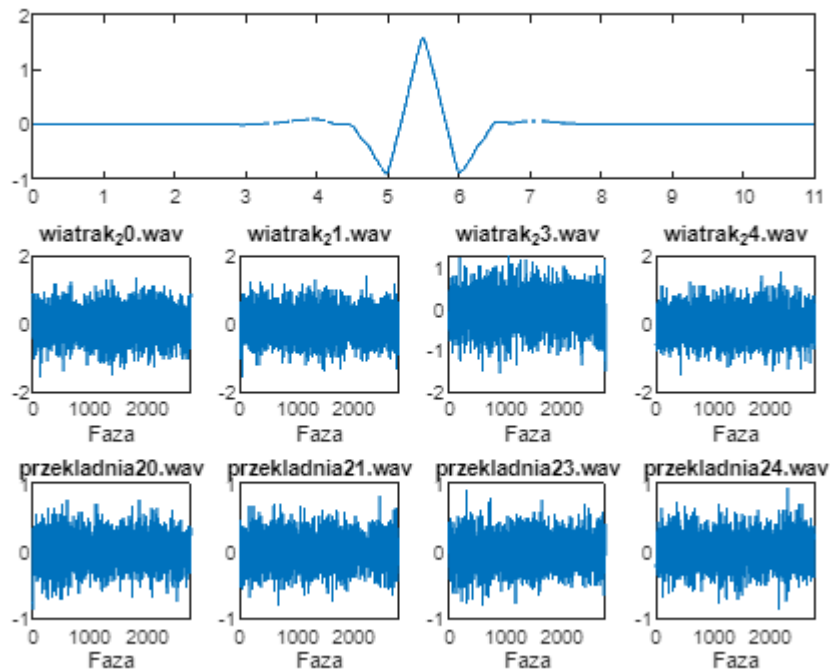
Zad 2

Obliczyć współczynnik a4 z zastosowaniem falki 'coif2' dla: wiatrak_20.wav,
wiatrak_21.wav, wiatrak_23.wav, wiatrak_24.wav, przekladnia20.wav, przekladnia21.wav,
przekladnia23.wav, przekladnia24.wav

```
a4_vec = [];  
for i = 1:size(files)  
    data = files(i,:);  
    [c,l] = wavedec(data,4,'coif2');  
    [a4] = appcoef(c,l,'coif2',4);  
    a4_vec(i,:) = a4;  
end  
clear a4;  
a4_vec
```

```
a4_vec = 8x2766  
    0.8847    0.8637    0.8575    0.8751    0.8698    0.9195    0.4358   -0.0378 ...  
   -0.0921   -0.1273   -0.0813   -0.0960   -0.1245   -0.1977    0.4450    0.2226  
   -0.4956   -0.3271   -0.3623   -0.4771   -0.3706   -0.3461   -0.2816    0.1447  
   -0.5993   -0.6301   -0.6222   -0.6591   -0.6124   -0.7278    0.1650    0.5222  
   -0.7636   -0.7740   -0.7559   -0.7545   -0.7461   -0.8531   -0.1523    0.0976  
   -0.0077    0.0898    0.0782   -0.0610    0.0541    0.0855    0.0901    0.1077  
    0.4091    0.3846    0.3784    0.4221    0.3996    0.4115    0.1820   -0.2484  
   -0.1909   -0.2388   -0.1935   -0.1828   -0.2288   -0.2493   -0.0736    0.1137
```

```
plotwavelet(a4_vec, 'coif2',files_names)
```



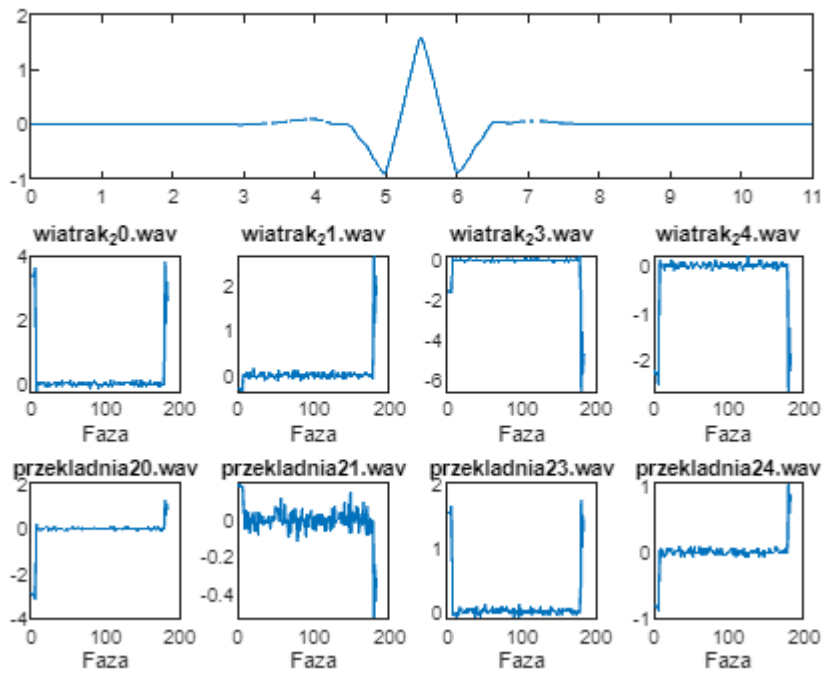
Zad 3

Obliczyć współczynnik a8 z zastosowaniem falki 'coif2' dla: wiatrak_20.wav, wiatrak_21.wav, wiatrak_23.wav, wiatrak_24.wav, przekladnia20.wav, przekladnia21.wav, przekladnia23.wav, przekladnia24.wav

```
a8_vec = [];
for i = 1:size(files)
    data = files(i,:);
    [c,l] = wavedec(data,8,'coif2');
    [a8] = appcoef(c,l,'coif2',8);
    a8_vec(i, :) = a8;
end
clear a8;
a8_vec
```

```
a8_vec = 8x183
    3.3152    3.3928    3.4003    3.4003    3.3609    3.6367    1.7409   -0.2435 ...
   -0.3001   -0.2621   -0.2962   -0.3553   -0.2630   -0.3238   -0.0770    0.0335
   -1.5064   -1.5582   -1.5816   -1.5495   -1.5548   -1.6991   -0.7430    0.0594
   -2.2414   -2.3055   -2.3241   -2.2491   -2.3028   -2.5274   -1.0369    0.1067
   -2.8530   -2.9342   -2.9387   -2.8723   -2.9204   -3.1563   -1.4812    0.1652
    0.1939    0.1687    0.1855    0.1757    0.1738    0.1805    0.1429    0.0222
    1.5128    1.5246    1.5520    1.5102    1.5247    1.6618    0.7708   -0.0598
   -0.8086   -0.8031   -0.8261   -0.8123   -0.8037   -0.8739   -0.4292    0.0179
```

```
plotwavelet(a8_vec, 'coif2',files_names)
```



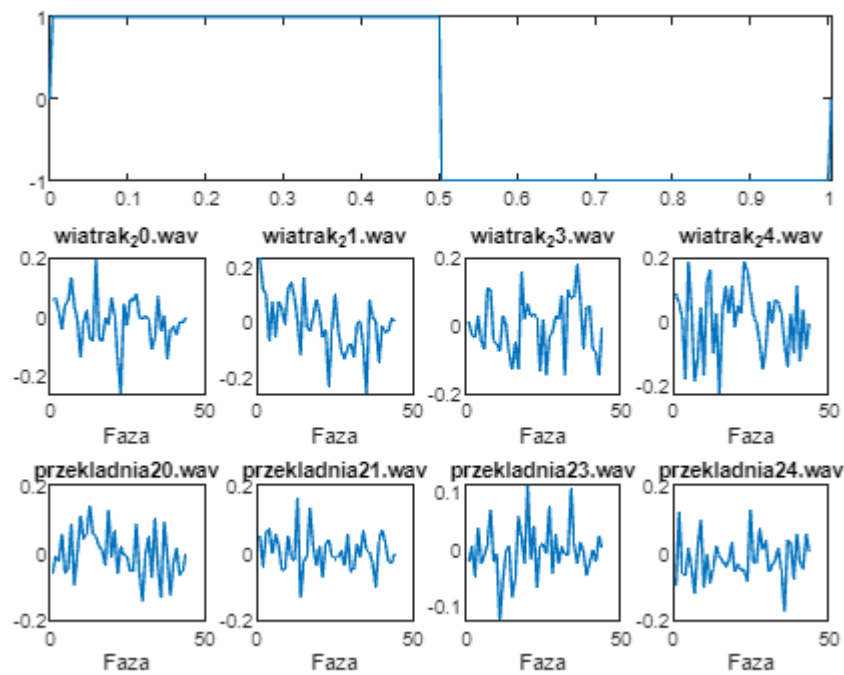
Zad 4

Obliczyć współczynnik d10 z zastosowaniem falki 'haar' dla: wiatrak_20.wav, wiatrak_21.wav, wiatrak_23.wav, wiatrak_24.wav, przekladnia20.wav, przekladnia21.wav, przekladnia23.wav, przekladnia24.wav

```
d10_vec = [];
for i = 1:size(files)
    data = files(i,:);
    [c,l] = wavedec(data,10,'haar');
    [d10] = detcoef(c,l,10);
    d10_vec(i,:) = d10;
end
clear d10;
d10_vec
```

```
d10_vec = 8x44
    0.0589    0.0642    0.0135   -0.0423    0.0408    0.0501    0.1349    0.0373 ...
    0.2303    0.1182    0.0986   -0.0717    0.0720   -0.0513    0.0760    0.0477
    0.0118   -0.0256   -0.0343    0.0276   -0.0456   -0.0686    0.1115    0.1074
    0.0885    0.0576    0.0161   -0.1793    0.1926    0.0342   -0.1872   -0.1139
   -0.0597   -0.0083   -0.0253    0.0581   -0.0581   -0.0466    0.0830   -0.0947
    0.0488   -0.0400    0.0597    0.0712   -0.0028    0.0540    0.0235   -0.0480
   -0.0235    0.0046   -0.0487    0.0381   -0.0262   -0.0110    0.0076    0.0690
   -0.0924    0.1219   -0.0622   -0.0650    0.0118   -0.0445   -0.1189    0.0157
```

```
plotwavelet(d10_vec, 'haar',files_names)
```



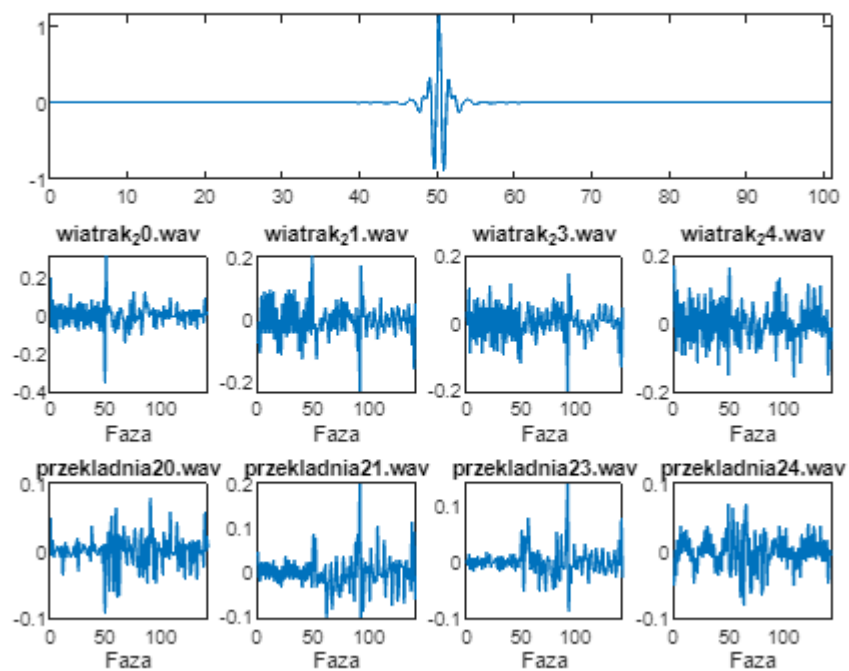
Zad 5

Obliczyć współczynnik d10 z zastosowaniem falki 'dmey' dla: wiatrak_20.wav, wiatrak_21.wav, wiatrak_23.wav, wiatrak_24.wav, przekladnia20.wav, przekladnia21.wav, przekladnia23.wav, przekladnia24.wav

```
d10_vec = [];
for i = 1:size(files)
    data = files(i,:);
    [c,l] = wavedec(data,10,'dmey');
    [d10] = detcoef(c,l,10);
    d10_vec(i,:) = d10;
end
clear d10;
d10_vec
```

```
d10_vec = 8x143
    0.1945    -0.0623     0.0803    -0.0723     0.0499     0.0214    -0.0959     0.0555 ...
   -0.0757    -0.0060    -0.1092     0.0754    -0.0420    -0.0134     0.0932    -0.0443
    0.0301    -0.0088     0.1032    -0.0895     0.0327     0.0188    -0.0502     0.0673
    0.1701    -0.0101    -0.0816     0.0982    -0.0366    -0.0282     0.0607    -0.0912
    0.0492    -0.0077     0.0144    -0.0089     0.0001     0.0005     0.0069     0.0047
    0.0430    -0.0146    -0.0224     0.0199    -0.0094    -0.0049     0.0224    -0.0151
    0.0030    -0.0059     0.0152    -0.0138     0.0085     0.0031    -0.0166     0.0096
   -0.0502     0.0012    -0.0345     0.0169    -0.0142    -0.0010     0.0361    -0.0034
```

```
plotwavelet(d10_vec, 'dmey',files_names)
```



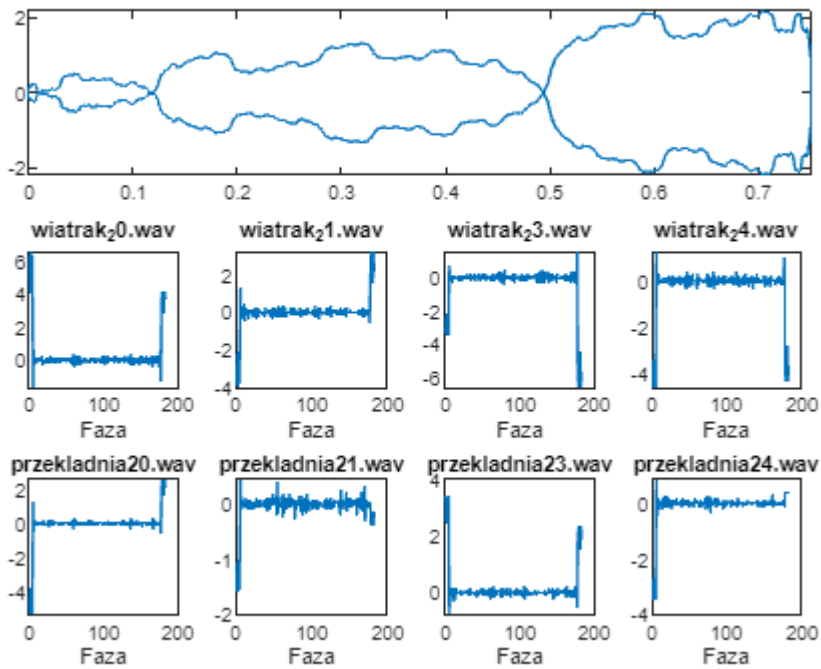
Zad 6

Obliczyć współczynnik a8 z zastosowaniem falki 'bior3.5' dla: wiatrak_20.wav, wiatrak_21.wav, wiatrak_23.wav, wiatrak_24.wav, przekladnia20.wav, przekladnia21.wav, przekladnia23.wav, przekladnia24.wav

```
a8_vec = [];
for i = 1:size(files)
    data = files(i,:);
    [c,l] = wavedec(data,8,'bior3.5');
    [a8] = appcoef(c,l,'bior3.5',8);
    a8_vec(i,:) = a8;
end
clear a8;
a8_vec
```

```
a8_vec = 8x183
    6.3051    4.1024    6.4956    4.1024    6.3051   -1.6471    0.6470   -0.2338 ...
   -3.8105   -2.1448   -3.9757   -2.1448   -3.8105    1.2401   -0.3776   -0.1238
   -3.3762   -2.2069   -3.4158   -2.2069   -3.3762    0.7348   -0.1128   -0.0649
   -4.5711   -3.3684   -4.5657   -3.3684   -4.5711    1.2116   -0.2379   -0.2296
   -5.3497   -3.7991   -5.3154   -3.7991   -5.3497    1.2525   -0.4544    0.1316
   -1.5563   -1.0349   -1.5787   -1.0349   -1.5563    0.4355   -0.1081   -0.0368
    3.4116    2.4587    3.1818    2.4587    3.4116   -0.7871    0.1607    0.0495
   -3.4643   -2.6915   -3.2598   -2.6915   -3.4643    0.8519   -0.4218    0.2038
```

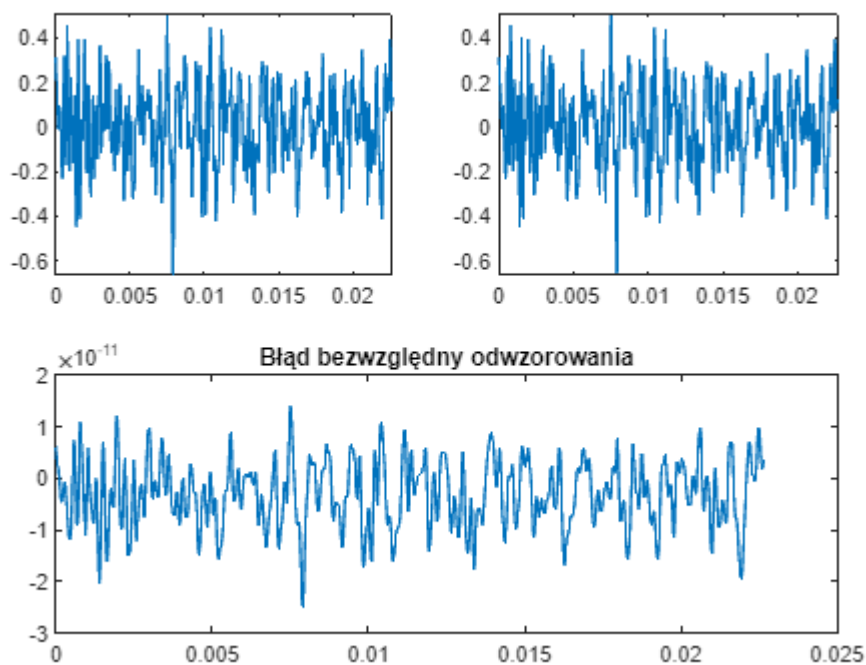
```
plotwavelet(a8_vec, 'bior3.5',files_names)
```



Zad 7

Wykonać dekompozycję obrazu 'wiatrak_20.wav' funkcją `wavedec()`, `waverec()`. Do tego celu zastosować falkę 'coif2'. Następnie zrekonstruować obraz falką 'coif2'. Proszę zaobserwować różnice. Proszę użyć 12 stopnia dekompozycji.

```
data = files(1,:);
[c,l] = wavedec(data,12,'coif2');
x = waverec(c, l, 'coif2');
probe = 1000;
figure
subplot(2,2,1)
plot(t(1:probe), data(1:probe));
subplot(2,2,2)
plot(t(1:probe), x(1:probe))
subplot(2,2,[3 4])
plot(t(1:probe), data(1:probe)-x(1:probe))
title("Błąd bezwzględny odwzorowania")
```

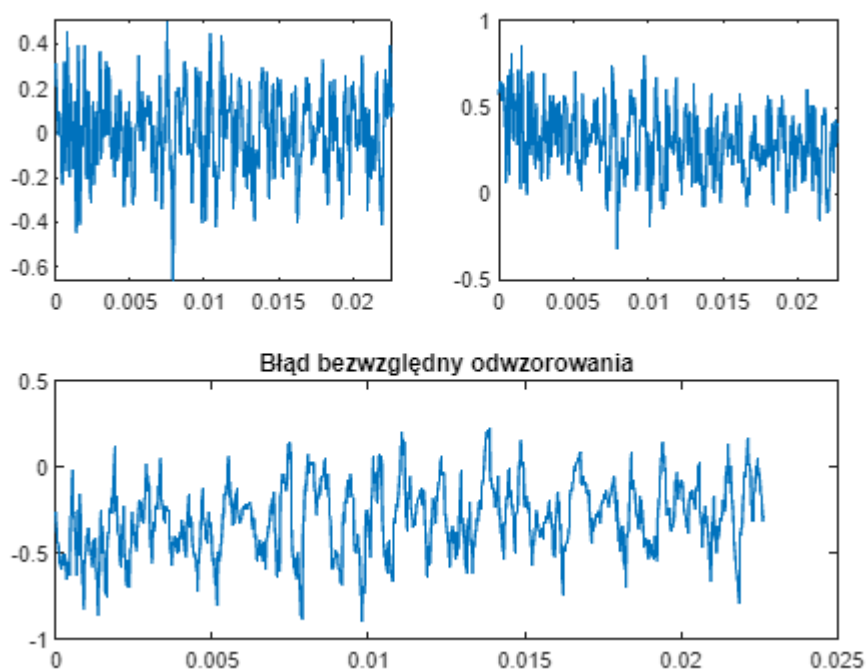


Rekonstrukcja z postaci falkowej 12 stopnia dobrze odwzorowuje oryginalny sygnał.

Zad 8

Wykonać dekompozycję obrazu 'wiatrak_20.wav' funkcjami `wavedec()`, `waverec()`. Do tego celu zastosować falkę 'coif2'. Następnie zrekonstruować obraz falką 'haar'. Proszę zaobserwować różnice. Proszę użyć 12 stopnia dekompozycji.

```
data = files(1,:);
[c,l] = wavedec(data,12,'coif2');
x = waverec(c, l, 'haar');
probe = 1000;
figure
subplot(2,2,1)
plot(t(1:probe), data(1:probe));
subplot(2,2,2)
plot(t(1:probe), x(1:probe))
subplot(2,2,[3 4])
plot(t(1:probe), data(1:probe)-x(1:probe))
title("Błąd bezwzględny odwzorowania")
```

Wyniki są bez sensu, aby poprawnie zrekonstruować sygnał należy użyć tej samej falki jak przy transformacji falkowej

Zad 9

Obliczyć współczynnik a_{12} z zastosowaniem falki 'sym2' dla: wiatrak_20.wav,

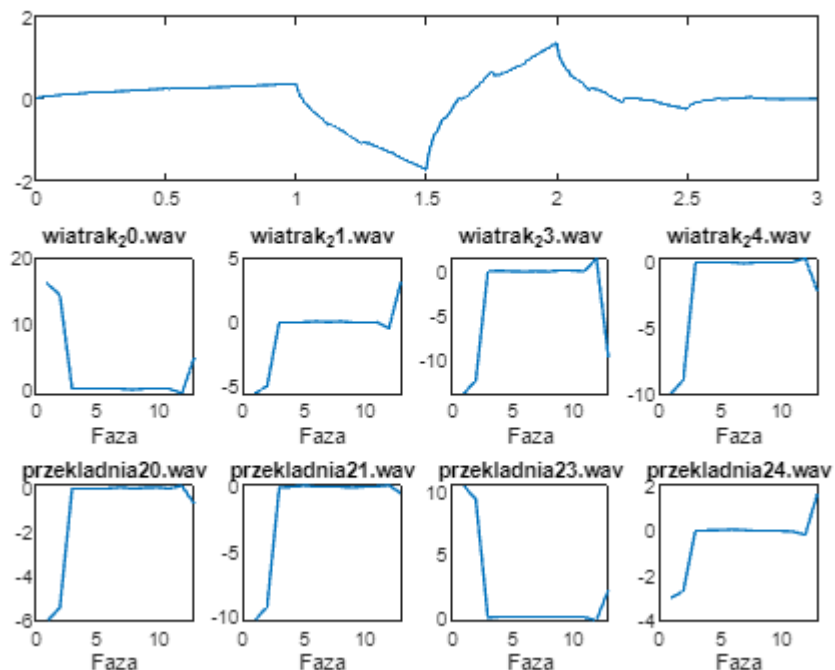
wiatrak_21.wav, wiatrak_23.wav, wiatrak_24.wav, przekladnia20.wav, przekladnia21.wav,

przekladnia23.wav, przekladnia24.wav

```
a12_vec = [];
for i = 1:size(files)
    data = files(i,:);
    [c,l] = wavedec(data,12,'sym2');
    [a12] = appcoef(c,l,'sym2',12);
    a12_vec(i,:) = a12;
end
clear a12;
a12_vec
```

```
a12_vec = 8x13
    16.0570    14.3817   -0.0363   -0.0100    0.0730   -0.0285    0.0017   -0.1080 ...
    -5.6362   -5.0331   -0.0013   -0.0736   -0.0195    0.0363   -0.0106    0.0345
   -13.9476  -12.4710   -0.0288    0.0213   -0.0263   -0.0672   -0.0212   -0.0625
   -10.0384   -8.9813    0.0130   -0.0280   -0.0268   -0.0141   -0.0797   -0.0119
    -6.0615   -5.4489   -0.0280   -0.0563   -0.0351   -0.0220    0.0180   -0.0464
   -10.4008   -9.2888   -0.0588   -0.0549    0.0850   -0.0106   -0.0371   -0.0272
    10.5749    9.4315   -0.0491    0.0030    0.0188    0.0083    0.0023   -0.0364
    -2.9775   -2.6853    0.0101    0.0134    0.0200    0.0414    0.0212   -0.0261
```

```
plotwavelet(a12_vec, "sym2",files_names)
```



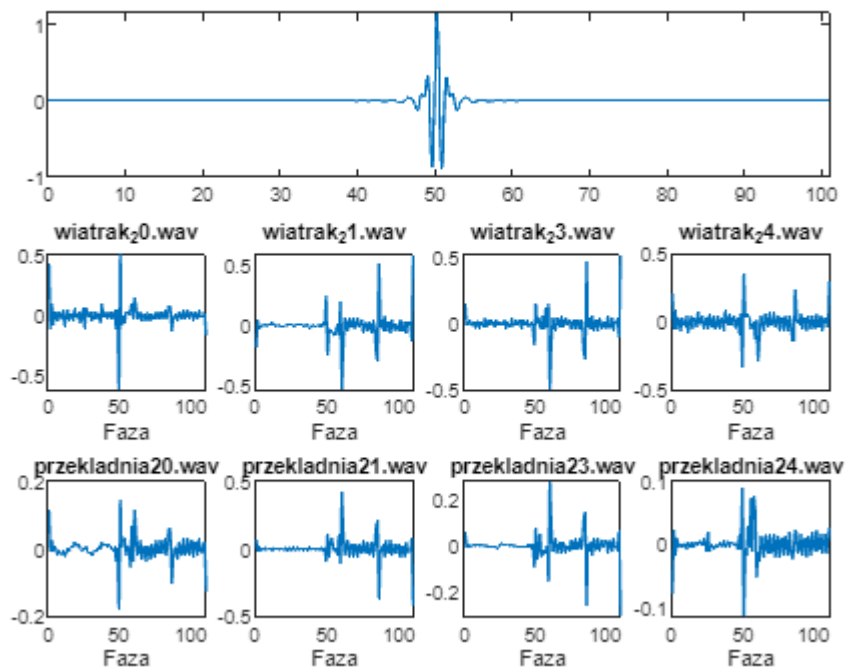
Zad 10

Obliczyć współczynnik d12 z zastosowaniem falki 'sym2' dla: wiatrak_20.wav, wiatrak_21.wav, wiatrak_23.wav, wiatrak_24.wav, przekladnia20.wav, przekladnia21.wav, przekladnia23.wav, przekladnia24.wav

```
d12_vec = [];
for i = 1:size(files)
    data = files(i,:);
    [c,l] = wavedec(data,12,'dmey');
    [d12] = detcoef(c,l,12);
    d12_vec(i,:) = d12;
end
clear d12;
d12_vec
```

```
d12_vec = 8x111
    0.4319    -0.1050     0.1049    -0.0681     0.0380     0.0099    -0.0498     0.0342 ...
   -0.1844     0.0373    -0.0280     0.0071    -0.0045     0.0033     0.0013     0.0057
    0.1540    -0.0196    -0.0078     0.0277    -0.0088    -0.0118     0.0158    -0.0342
    0.2102    -0.0547     0.0826    -0.0602     0.0352     0.0120    -0.0620     0.0363
    0.1142    -0.0098     0.0267    -0.0063     0.0064    -0.0024    -0.0160    -0.0059
    0.0700    -0.0176     0.0203    -0.0131     0.0055     0.0012    -0.0045     0.0059
    0.0552    -0.0107     0.0048    -0.0025    -0.0007     0.0001     0.0059     0.0015
   -0.0762     0.0225    -0.0179     0.0115    -0.0044    -0.0008     0.0008    -0.0057
```

```
plotwavelet(d12_vec, 'dmey',files_names)
```



Wnioski

- 1) W jaki sposób zastosować falki do ekstrakcji cech?
 - 2) Jakie parametry falek możemy zmieniać w toolboxie?
 - 3) Czym różnią się współczynniki a_1 , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 , d_5 ?
 - 4) Czym różni się transformacja falkowa od filtrów?
- 1) Na podstawie przykładu ekstrakcja cech przez transformatę falkową polega na obliczeniu współczynników a i d przez konwolucję sygnału przez falkę, pozwala to na wykrycie cech które zawiera falka.
- 2) W toolboxie możemy zmieniać rodzaj falki i poziom dekompozycji
- 3) Współczynniki $d_j(k)$ zawierają informację o wysokich częstotliwościach oraz tworzą zbiór detali. Natomiast współczynniki $a_j(k)$ zawierają informację dolnoprzepustową, czyli stanowią aproksymację sygnału. DWT jest obliczana za pomocą filtrów. Jeżeli sygnał zostanie przepuszczony przez 2 filtry, jeden przepuszczający niskie, a drugi przepuszczający wysokie częstotliwości. Wtedy zostaje rozłożony na dwie części (szczegółową, nie zawierających informacji o niskich częstotliwościach) oraz przybliżającą, nie zawierających informacji o wysokich częstotliwościach. Dekompozycja sygnału może być wykonywana wielokrotnie. (a - parametr niskich częstotliwości, d -parametr wysokich częstotliwości, [cyfra]-stopień transformaty)
- 4) Falki umożliwiają rekonstrukcję a filtry zwykle nie.

```
function [] = plotwavelet(matrix, wavelet, files_names)
p = matrix;
figure
[~,psi,xval] = wavefun(wavelet,0);
subplot(3,4,[1,2,3,4])
```

```
plot(xval,psi)
xlim([min(xval),max(xval)])
for q = 1:size(p)
    subplot(3,4,q+4)
    plot(p(q,:))
    title(files_names(q))
    xlabel('Faza')
end
end
```