

# Modelování

## Baarovy deformace

```
x = 0:0.2:1;
y = 0:0.2:1;
z = 0:0.2:1;

[xx,yy,zz] = meshgrid(x,y,z);

scatter3(xx(:),yy(:),zz(:));
axis equal
```

## Změna měřítka

```
x = 0:0.2:1;
y = 0:0.2:1;
z = 0:0.2:1;

[xx,yy,zz] = meshgrid(x,y,z);

sx = 5;
sy = 0.5;
sz = 2;
X = xx * sx;
Y = yy * sy;
Z = zz * sz;

scatter3(X(:),Y(:),Z(:));
axis equal
```

## Deformace zeslabení

```
x = 0:0.2:1;
y = 0:0.2:1;
z = 0:1:10;

[xx,yy,zz] = meshgrid(x,y,z);

for i = 1 : size(xx,3)
    X(:, :, i) = (10*i/2) * xx(:, :, i);
end
for i = 1 : size(xx,3)
    Y(:, :, i) = (5 * i) * yy(:, :, i);
end

Z = zz;

scatter3(X(:),Y(:),Z(:));
axis equal
```

## Deformace zkroucení

```
x = 0:0.2:1;
y = 0:0.2:1;
z = 0:0.1:1;

[xx,yy,zz] = meshgrid(x,y,z);

for i = 1 : size(xx,3)
    X(:,:,i) = xx(:,:,i)*cos(pi*i/3) - yy(:,:,i)*sin(pi*i/3);
end
for i = 1 : size(yy,3)
    Y(:,:,i) = yy(:,:,i)*cos(pi*i/2) - yy(:,:,i)*sin(pi*i/2);
end

Z = zz;

scatter3(X(:),Y(:),Z(:));
axis equal
```

## Deformace zkroucení

```
x = 0:0.2:1;
y = 0:0.2:1;
z = 0:1:10;

[xx,yy,zz] = meshgrid(x,y,z);

for i = 1 : size(xx,3)
    X(:,:,i) = xx(:,:,i)*cos(pi*i/3) + yy(:,:,i)*sin(pi*i/3);
end
for i = 1 : size(yy,3)
    Y(:,:,i) = xx(:,:,i)*sin(pi*i/2) - yy(:,:,i)*cos(pi*i/2);
end

Z = zz;

scatter3(X(:),Y(:),Z(:));
axis equal
```

## Deformace ohnutí

```
y0 = 0.5;
ymin = 0.4;
ymax = 0.8;
k = 0.5;

x = 1;
y = 0:0.2:1;
z = 1;
```

```

[xx,yy,zz] = meshgrid(x,y,z);

X = xx;
Y = yy;
Z = zz;

figure,
hold on;
for i = 1 : size(xx,1)
    for j = 1 : size(xx,2)
        for l = 1 : size(xx,3)
            if(yy(i,j,l) < ymin)
                theta = k*(ymin - y0);
                Y(i,j,l) = -sin(theta)*(zz(i,j,l) - 1/k) + y0 + cos(theta)*(yy(i,j,l) - ymin);
                Z(i,j,l) = cos(theta)*(zz(i,j,l) - 1/k) + 1/k + sin(theta)*(yy(i,j,l) - ymin);
            %
                scatter3(X(i,j,l),Y(i,j,l),Z(i,j,l),'r');
            elseif(yy(i,j,l) > ymax)
                theta = k*(ymax - y0);
                Y(i,j,l) = -sin(theta)*(zz(i,j,l) - 1/k) + y0 + cos(theta)*(yy(i,j,l) - ymax);
                Z(i,j,l) = cos(theta)*(zz(i,j,l) - 1/k) + 1/k + sin(theta)*(yy(i,j,l) - ymax);
            %
                scatter3(X(i,j,l),Y(i,j,l),Z(i,j,l),'g');
            else
                theta = k*(yy(i,j,l) - y0);
                Y(i,j,l) = -sin(theta)*(zz(i,j,l) - 1/k) + y0;
                Z(i,j,l) = cos(theta)*(zz(i,j,l) - 1/k) + 1/k;
            %
                scatter3(X(i,j,l),Y(i,j,l),Z(i,j,l),'b');
            end
        end
    end
end
hold off;

scatter3(X(:),Y(:),Z(:));
view([90 03])
%axis equal

```

## Dělení

Krychle - dělení Doo Sabin

```

vrcholy = [0 0 0; %1
           10 0 0; %2
           10 10 0; %3
           0 10 0; %4
           0 0 10; %5
           10 0 10; %6
           10 10 10; %7
           0 10 10];%8

hrany = [1 2;
         2 3;
         3 4;
         4 1;
         1 5;

```

```

2 6;
3 7;
4 8;
5 6;
6 7;
7 8;
8 5];

plochy = [4 3 2 1;
          1 2 6 5;
          1 5 8 4;
          3 4 8 7;
          2 3 7 6;
          5 6 7 8];

ploskoveVrcholy = zeros(size(plochy,1),3);
for i = 1 : size(plochy, 1)
    VF = [0 0 0];
    for j = 1 : size(plochy,2)
        % ploskove vrcholy VF
        VF = VF + vrcholy(plochy(i,j),:);
    end
    ploskoveVrcholy(i,:) = VF/size(plochy,2);
end

stredyHran = zeros(size(hrany,1),3);
for i = 1 : size(hrany,1)
    stredyHran(i,:) = (vrcholy(hrany(i,1),:) + vrcholy(hrany(i,2),:))/2;
end

vrcholy2 = [];
for i = 1 : size(vrcholy,1)
    for j = 1 : size(plochy, 1)
        if(sum(plochy(j,')==i)==0)
            [i, j];
            continue;
        end
        indexVrcholuVPlose = find(plochy(j,:) == i,1);
        indexSousednihoVrcholu1 = mod(indexVrcholuVPlose-1,4);
        if indexSousednihoVrcholu1 == 0
            indexSousednihoVrcholu1 = 4;
        end
        indexSousednihoVrcholu2 = mod(indexVrcholuVPlose+1,4);
        if indexSousednihoVrcholu2 == 0
            indexSousednihoVrcholu2 = 4;
        end

        sousedniVrchol1 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu1);
        sousedniVrchol2 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu2);
        indexHrany1 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol1]),'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol1,i]));
        indexHrany2 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol2]),'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol2,i]));
        V2 = vrcholy(i,:) + ploskoveVrcholy(j,:) + stredyHran(indexHrany1,:) + stredyHran(indexHrany2,:);
        V2 = V2 / 4;
        vrcholy2 = [vrcholy2;V2];
    end
end

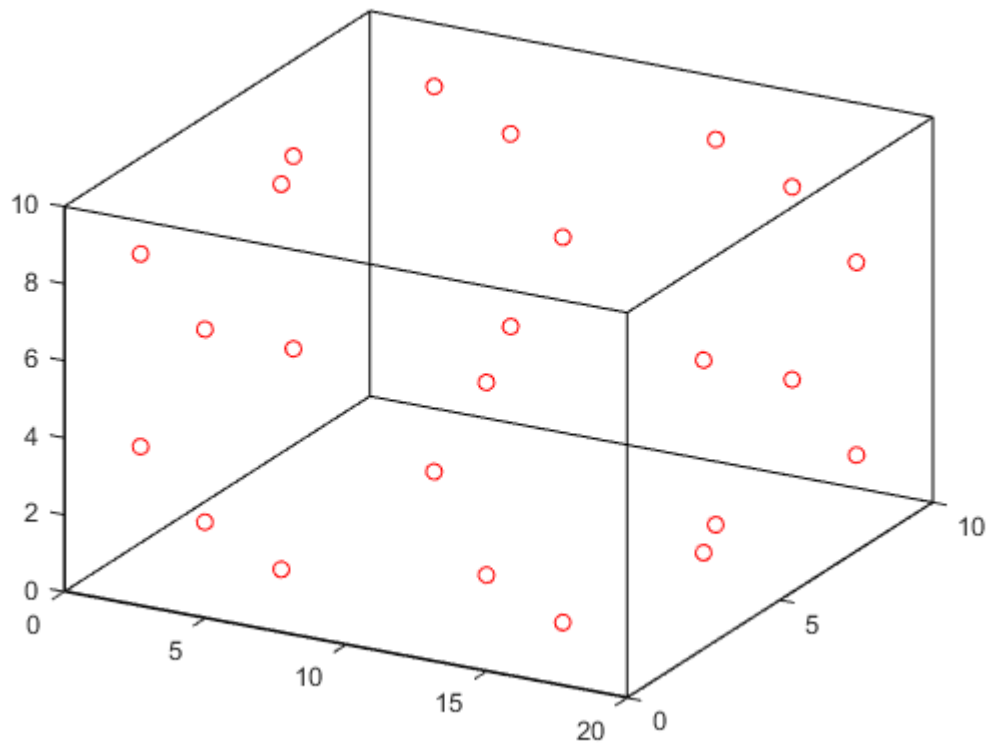
```

```

end
end

plot3(vrcholy2(:,1),vrcholy2(:,2),vrcholy2(:,3),'or');
hold on
for i = 1 : size(hrany,1)
    plot3([vrcholy(hrany(i,1),1),vrcholy(hrany(i,2),1)], [vrcholy(hrany(i,1),2),vrcholy(hrany(i,2),2)], [vrcholy(hrany(i,1),3),vrcholy(hrany(i,2),3)], 'or');
end
hold off;

```



Krychle s vykreslením hran

```

vrcholy = [0 0 0; %1
           10 0 0; %2
           10 10 0; %3
           0 10 0; %4
           0 0 10; %5
           10 0 10; %6
           10 10 10; %7
           0 10 10]; %8
hrany = [1 2;
         2 3;
         3 4;
         4 1;
         1 5;

```

```

    2 6;
    3 7;
    4 8;
    5 6;
    6 7;
    7 8;
    8 5];

plochy = [4 3 2 1;
          1 2 6 5;
          1 5 8 4;
          3 4 8 7;
          2 3 7 6;
          5 6 7 8];

figure, hold on
for i = 1 : size(hrany,1)
    plot3([vrcholy(hrany(i,1),1),vrcholy(hrany(i,2),1)], [vrcholy(hrany(i,1),2),vrcholy(hrany(i,2),2)]), 'r');
end

ploskoveVrcholy = zeros(size(plochy,1),3);
for i = 1 : size(plochy, 1)
    VF = [0 0 0];
    for j = 1 : size(plochy,2)
        % ploskove vrcholy VF
        VF = VF + vrcholy(plochy(i,j),:);
    end
    ploskoveVrcholy(i,:) = VF/size(plochy,2);
end

stredyHran = zeros(size(hrany,1),3);
for i = 1 : size(hrany,1)
    stredyHran(i,:) = (vrcholy(hrany(i,1),:) + vrcholy(hrany(i,2),:))/2;
end

vrcholy2 = [];
prislusnostPlocha = [];
prislusnostVrchol = [];
prislusnostHrana = [];

for i = 1 : size(vrcholy,1)
    for j = 1 : size(plochy, 1)
        if(sum(plochy(j,:)==i)==0)
            continue;
        end
        indexVrcholuVPlose = find(plochy(j,:) == i,1);
        indexSousednihoVrcholu1 = mod(indexVrcholuVPlose-1,4);
        if indexSousednihoVrcholu1 == 0
            indexSousednihoVrcholu1 = 4;
        end
        indexSousednihoVrcholu2 = mod(indexVrcholuVPlose+1,4);
        if indexSousednihoVrcholu2 == 0

```

```

        indexSousednihoVrcholu2 = 4;
    end

    sousedniVrchol1 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu1);
    sousedniVrchol2 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu2);
    indexHrany1 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol1],'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol1,i],'rows')));
    indexHrany2 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol2],'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol2,i],'rows')));
    V2 = vrcholy(i,:) + ploskoveVrcholy(j,:) + stredyHran(indexHrany1,:) + stredyHran(indexHrany2,:);
    V2 = V2 / 4;
    vrcholy2 = [vrcholy2;V2];
    prislusnostPlocha = [prislusnostPlocha; j];
    prislusnostVrchol = [prislusnostVrchol; i];
    prislusnostHrana = [prislusnostHrana; indexHrany1 indexHrany2];
end
end

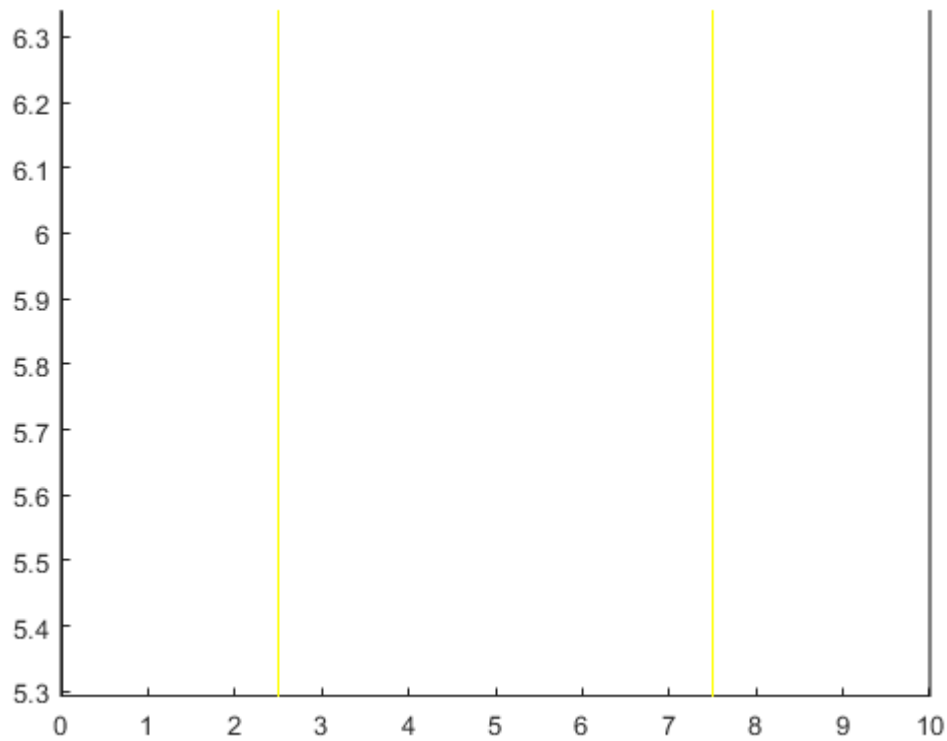
% vykresleni ploskovych hran
for i = 1 : size(plochy, 1)
    for j = 1 : size(plochy, 2) - 1
        idx1 = find(and(prislusnostPlocha == i, prislusnostVrchol == plochy(i,j)), 1);
        idx2 = find(and(prislusnostPlocha == i, prislusnostVrchol == plochy(i,j+1)), 1);
        plot3([vrcholy2(idx1,1), vrcholy2(idx2,1)],[vrcholy2(idx1,2), vrcholy2(idx2,2)],[vrcholy2(idx1,3), vrcholy2(idx2,3)]);
    end
    idx1 = find(and(prislusnostPlocha == i, prislusnostVrchol == plochy(i,1)), 1);
    idx2 = find(and(prislusnostPlocha == i, prislusnostVrchol == plochy(i,end)), 1);
    plot3([vrcholy2(idx1,1), vrcholy2(idx2,1)],[vrcholy2(idx1,2), vrcholy2(idx2,2)],[vrcholy2(idx1,3), vrcholy2(idx2,3)]);
end

% vykresleni vrcholovych hran
for i = 1 : size(vrcholy, 1)
    idx = find(prislusnostVrchol == i);
    for j = 1 : size(idx) - 1
        plot3([vrcholy2(idx(j),1), vrcholy2(idx(j+1),1)],[vrcholy2(idx(j),2), vrcholy2(idx(j+1),2)],[vrcholy2(idx(j),3), vrcholy2(idx(j+1),3)]);
    end
    plot3([vrcholy2(idx(1),1), vrcholy2(idx(end),1)],[vrcholy2(idx(1),2), vrcholy2(idx(end),2)],[vrcholy2(idx(1),3), vrcholy2(idx(end),3)]);
end

plot3(vrcholy2(:,1),vrcholy2(:,2),vrcholy2(:,3),'or');

hold off;

```



### Doo Sabin -- čtyřstěn

```

vrcholy = [0 0 0;      %1
           15 5 0;     %2
           2 10 0;     %3
           5 5 10];    %4

hrany = [1 2;
         1 3;
         1 4;
         2 3;
         2 4;
         3 4];

plochy = [1 3 2;
          1 4 3;
          1 2 4;
          2 3 4];

ploskoveVrcholy = zeros(size(plochy,1),3);
for i = 1 : size(plochy, 1)
    VF = [0 0 0];
    for j = 1 : size(plochy,2)
        % ploskove vrcholy VF
        VF = VF + vrcholy(plochy(i,j),:);
    end
end

```



```

    end
    ploskoveVrcholy(i,:) = VF/size(plochy,2);
end

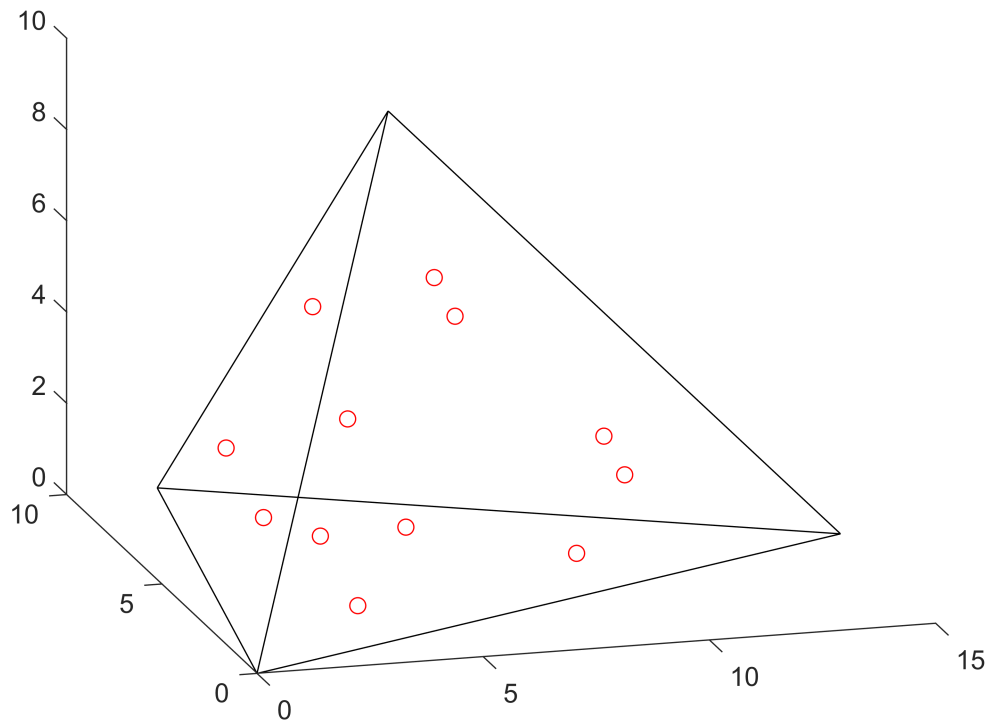
stredyHran = zeros(size(hrany,1),3);
for i = 1 : size(hrany,1)
    stredyHran(i,:) = (vrcholy(hrany(i,1),:) + vrcholy(hrany(i,2),:))/2;
end

vrcholy2 = [];
for i = 1 : size(vrcholy,1)
    for j = 1 : size(plochy, 1)
        if(sum(plochy(j,')==i)==0)
            [i, j];
            continue;
        end
        indexVrcholuVPlose = find(plochy(j,:) == i,1);
        indexSousednihoVrcholu1 = mod(indexVrcholuVPlose-1,3);
        if indexSousednihoVrcholu1 == 0
            indexSousednihoVrcholu1 = 3;
        end
        indexSousednihoVrcholu2 = mod(indexVrcholuVPlose+1,3);
        if indexSousednihoVrcholu2 == 0
            indexSousednihoVrcholu2 = 3;
        end

        sousedniVrchol1 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu1);
        sousedniVrchol2 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu2);
        indexHrany1 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol1],'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol1,i],'rows')),'rows');
        indexHrany2 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol2],'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol2,i],'rows')),'rows');
        V2 = vrcholy(i,:) + ploskoveVrcholy(j,:) + stredyHran(indexHrany1,:) + stredyHran(indexHrany2,:);
        V2 = V2 / 4;
        vrcholy2 = [vrcholy2;V2];
    end
end

plot3(vrcholy2(:,1),vrcholy2(:,2),vrcholy2(:,3),'or');
hold on
for i = 1 : size(hrany,1)
    plot3([vrcholy(hrany(i,1),1),vrcholy(hrany(i,2),1)], [vrcholy(hrany(i,1),2),vrcholy(hrany(i,2),2)]);
end
hold off;

```



```
T = table(vrcholy2)
```

```
T = 12x1 table
```

	vrcholy2		
1	3.5417	3.1250	0
2	1.4583	3.1250	2.0833
3	4.1667	2.0833	2.0833
4	9.1667	5	0
5	9.7917	3.9583	2.0833
6	10.2083	6.0417	2.0833
7	4.2917	6.8750	0
8	2.2083	6.8750	2.0833
9	5.3333	7.9167	2.0833
10	3.3333	5	5.8333
11	6.0417	3.9583	5.8333
12	6.4583	6.0417	5.8333

## Krychle - dělení Midedge

```
vrcholy = [0 0 0; %1
           10 0 0; %2
           10 10 0; %3
           0 10 0; %4
           0 0 10; %5
           10 0 10; %6
           10 10 10; %7
           0 10 10];%8

hrany = [1 2;
         2 3;
         3 4;
         4 1;
         1 5;
         2 6;
         3 7;
         4 8;
         5 6;
         6 7;
         7 8;
         8 5];

plochy = [4 3 2 1;
          1 2 6 5;
          1 5 8 4;
          3 4 8 7;
          2 3 7 6;
          5 6 7 8];

stredyHran = zeros(size(hrany,1),3);
for i = 1 : size(hrany,1)
    stredyHran(i,:) = (vrcholy(hrany(i,1),:) + vrcholy(hrany(i,2),:))/2;
end

vrcholy3 = [];
for i = 1 : size(vrcholy,1)
    for j = 1 : size(plochy, 1)
        if(sum(plochy(j,')==i)==0)
            continue;
        end
        indexVrcholuVPlose = find(plochy(j,:) == i,1);
        indexSousednihoVrcholu1 = mod(indexVrcholuVPlose-1,4);
        if indexSousednihoVrcholu1 == 0
            indexSousednihoVrcholu1 = 4;
        end
        indexSousednihoVrcholu2 = mod(indexVrcholuVPlose+1,4);
        if indexSousednihoVrcholu2 == 0
            indexSousednihoVrcholu2 = 4;
        end

        sousedniVrchol1 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu1);
        sousedniVrchol2 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu2);
        indexHrany1 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol1], 'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol1,i], 'rows')),'rows');
```

```

        indexHrany2 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol2],'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol2,i],...
V2 = stredyHran(indexHrany1,:) + stredyHran(indexHrany2,:);
V2 = V2 / 2;
vrcholy3 = [vrcholy3;V2];
    end
end

plot3(vrcholy3(:,1),vrcholy3(:,2),vrcholy3(:,3),'or');
hold on
for i = 1 : size(hrany,1)
    plot3([vrcholy(hrany(i,1),1),vrcholy(hrany(i,2),1)], [vrcholy(hrany(i,1),2),vrcholy(hrany(i,2),2)], [vrcholy(hrany(i,1),3),vrcholy(hrany(i,2),3)]);
end
hold off;

```

### Midedge čtyřstěn

```

vrcholy = [0 0 0;      %1
           15 5 0;    %2
           2 10 0;    %3
           5 5 10];  %4

hrany = [1 2;
         1 3;
         1 4;
         2 3;
         2 4;
         3 4];

plochy = [1 3 2;
          1 4 3;
          1 2 4;
          2 3 4];

stredyHran = zeros(size(hrany,1),3);
for i = 1 : size(hrany,1)
    stredyHran(i,:) = (vrcholy(hrany(i,1),:) + vrcholy(hrany(i,2),:))/2;
end

vrcholy3 = [];
for i = 1 : size(vrcholy,1)
    for j = 1 : size(plochy, 1)
        if(sum(plochy(j,:)==i)==0)
            [i, j];
            continue;
        end
        indexVrcholuVPlose = find(plochy(j,:) == i,1);
        indexSousednihoVrcholu1 = mod(indexVrcholuVPlose-1,3);
        if indexSousednihoVrcholu1 == 0
            indexSousednihoVrcholu1 = 3;
        end
    end
end

```

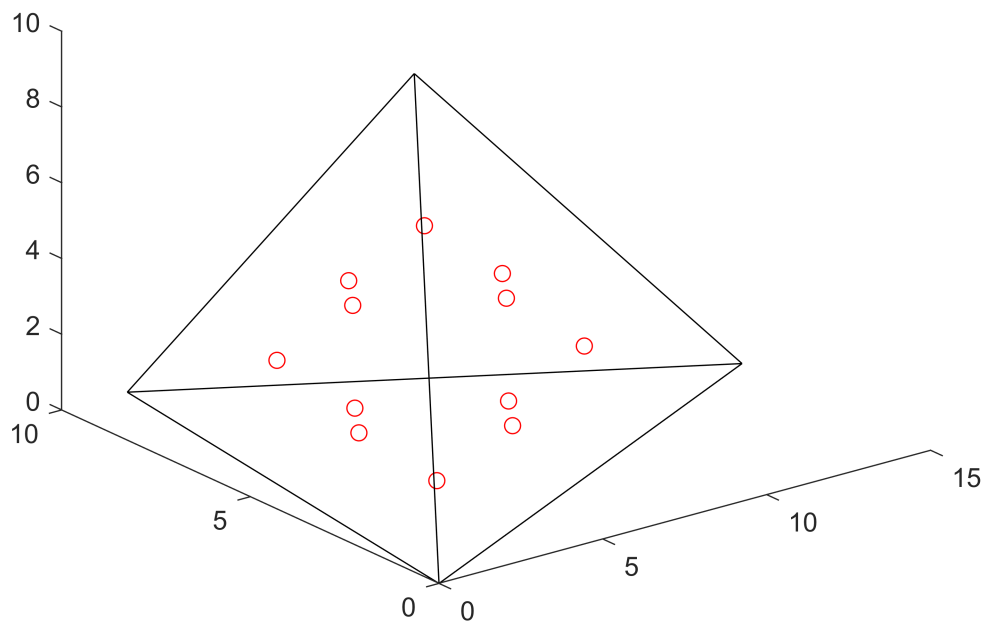
```

indexSousednihoVrcholu2 = mod(indexVrcholuVPlose+1,3);
if indexSousednihoVrcholu2 == 0
    indexSousednihoVrcholu2 = 3;
end

sousedniVrchol1 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu1);
sousedniVrchol2 = plochy(j,indexSousednihoVrcholu2);
indexHrany1 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol1],'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol1,i],'rows')));
indexHrany2 = find(or(ismember(hrany,[i,sousedniVrchol2],'rows'),ismember(hrany,[sousedniVrchol2,i],'rows')));
V2 = stredyHran(indexHrany1,:) + stredyHran(indexHrany2,:);
V2 = V2 / 2;
vrcholy3 = [vrcholy3;V2];
end
end

plot3(vrcholy3(:,1),vrcholy3(:,2),vrcholy3(:,3),'or');
hold on
for i = 1 : size(hrany,1)
    plot3([vrcholy(hrany(i,1),1),vrcholy(hrany(i,2),1)], [vrcholy(hrany(i,1),2),vrcholy(hrany(i,2),2)], vrcholy(hrany(i,1),3),vrcholy(hrany(i,2),3)),'or');
end
hold off;

```



```
T = table(vrcholy3)
```

```
T = 12x1 table
```

	vrcholy3		
1	4.2500	3.7500	0
2	1.7500	3.7500	2.5000
3	5	2.5000	2.5000
4	8	5	0
5	8.7500	3.7500	2.5000
6	9.2500	6.2500	2.5000
7	4.7500	6.2500	0
8	2.2500	6.2500	2.5000
9	6	7.5000	2.5000
10	3	5	5
11	6.2500	3.7500	5
12	6.7500	6.2500	5

### Krychle - dělení Catmull-Clark

```
vrcholy = [0 0 0; %1
           10 0 0; %2
           10 10 0; %3
           0 10 0; %4
           0 0 10; %5
           10 0 10; %6
           10 10 10; %7
           0 10 10];%8
```

```
hrany = [1 2;
         2 3;
         3 4;
         4 1;
         1 5;
         2 6;
         3 7;
         4 8;
         5 6;
         6 7;
         7 8;
         8 5];
```

```
plochy = [4 3 2 1;
          1 2 6 5;
          1 5 8 4;
          3 4 8 7;
          2 3 7 6;
          5 6 7 8];
```

```

ploskoveVrcholy = zeros(size(plochy,1),3);
for i = 1 : size(plochy, 1)
    VF = [0 0 0];
    for j = 1 : size(plochy,2)
        % ploskove vrcholy VF
        VF = VF + vrcholy(plochy(i,j),:);
    end
    ploskoveVrcholy(i,:) = VF/size(plochy,2);

end

hranoveVrcholy = zeros(size(hrany,1),3);
for i = 1 : size(hrany,1)
    indexPlochy = find(sum(or(plochy==hrany(i,1),plochy==hrany(i,2)),2)==2);
    hranoveVrcholy(i,:) = (vrcholy(hrany(i,1),:) + vrcholy(hrany(i,2),:) + ploskoveVrcholy(indexPlochy));

end

vrcholoveVrcholy =zeros(size(vrcholy,1),3);
for i = 1 : size(vrcholy,1)
    V2plochy = [0 0 0];
    n = 0;
    for j = 1 : size(plochy, 1)
        if(sum(plochy(j,:)==i)==0)
            continue;
        end
        n = n + 1;
        V2plochy = V2plochy + ploskoveVrcholy(j,:);
    end
    V2plochy = V2plochy / n;
    V2hrany = [0 0 0];
    n = 0;
    for j = 1 : size(hrany, 1)
        if(sum(hrany(j,:)==i)==0)
            continue;
        end
        n = n + 1;
        V2hrany = V2hrany + hranoveVrcholy(j,:);
    end
    V2hrany = V2hrany / n;

    V2 = (V2plochy + V2hrany + (n-2)*vrcholy(i,:))/n;
    vrcholoveVrcholy(i,:) = V2;

end

vrcholy4 = [ploskoveVrcholy;hranoveVrcholy;vrcholoveVrcholy];

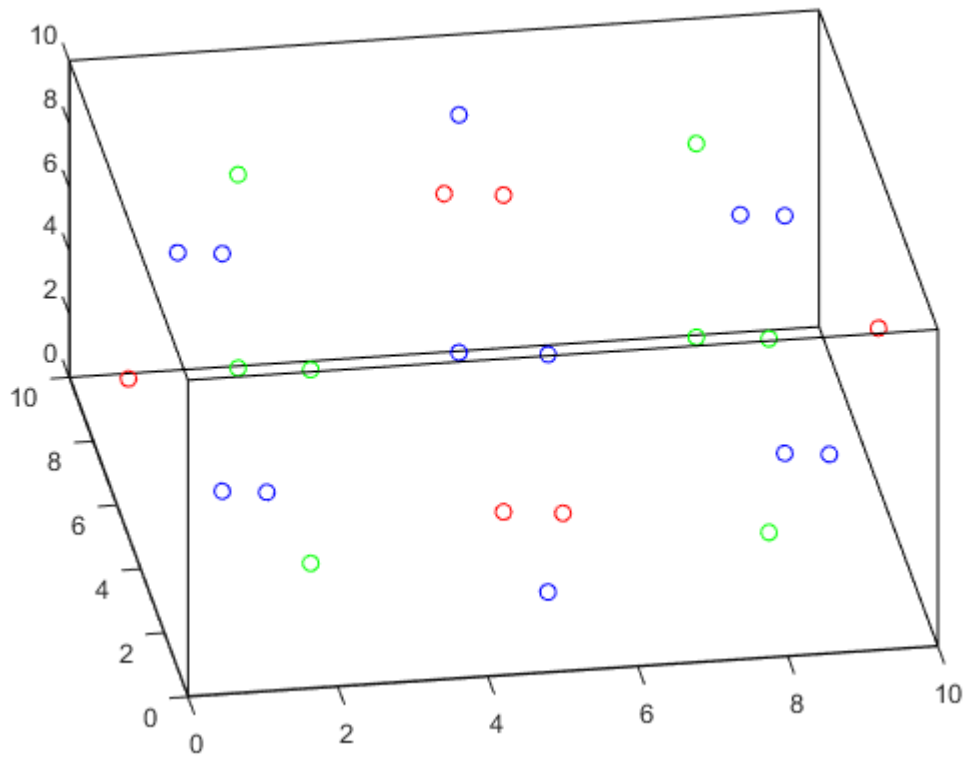
plot3(ploskoveVrcholy(:,1),ploskoveVrcholy(:,2),ploskoveVrcholy(:,3),'or');
hold on
plot3(hranoveVrcholy(:,1),hranoveVrcholy(:,2),hranoveVrcholy(:,3),'ob');
plot3(vrcholoveVrcholy(:,1),vrcholoveVrcholy(:,2),vrcholoveVrcholy(:,3),'og');

```

```

for i = 1 : size(hrany,1)
    plot3([vrcholy(hrany(i,1),1),vrcholy(hrany(i,2),1)], [vrcholy(hrany(i,1),2),vrcholy(hrany(i,2),2)]);
end
hold off;

```



```

vrcholy = [0 0 0; %1
           10 0 0; %2
           10 10 0; %3
           0 10 0; %4
           0 0 10; %5
           10 0 10; %6
           10 10 10; %7
           0 10 10];%8

```

```

hrany = [1 2;
         2 3;
         3 4;
         4 1;
         1 5;
         2 6;
         3 7;
         4 8;
         5 6;
         6 7;
         7 8;
         8 5];

```



```

plochy = [4 3 2 1;
          1 2 6 5;
          1 5 8 4;
          3 4 8 7;
          2 3 7 6;
          5 6 7 8];

plot3(ploskoveVrcholy(:,1),ploskoveVrcholy(:,2),ploskoveVrcholy(:,3),'or');
hold on

ploskoveVrcholy = zeros(size(plochy,1),3);
for i = 1 : size(plochy, 1)
    VF = [0 0 0];
    for j = 1 : size(plochy,2)
        % ploskove vrcholy VF
        VF = VF + vrcholy(plochy(i,j),:);
    end
    ploskoveVrcholy(i,:) = VF/size(plochy,2);
end

hranoveVrcholy = zeros(size(hrany,1),3);
for i = 1 : size(hrany,1)
    indexPlochy = find(sum(or(plochy==hrany(i,1),plochy==hrany(i,2)),2)==2);
    hranoveVrcholy(i,:) = (vrcholy(hrany(i,1),:) + vrcholy(hrany(i,2),:) + ploskoveVrcholy(indexPlochy(1),:) + ploskoveVrcholy(indexPlochy(2),:));
    plot3([hranoveVrcholy(i,1), ploskoveVrcholy(indexPlochy(1),1)], [hranoveVrcholy(i,2), ploskoveVrcholy(indexPlochy(1),2)], [hranoveVrcholy(i,3), ploskoveVrcholy(indexPlochy(1),3)]);
    plot3([hranoveVrcholy(i,1), ploskoveVrcholy(indexPlochy(2),1)], [hranoveVrcholy(i,2), ploskoveVrcholy(indexPlochy(2),2)], [hranoveVrcholy(i,3), ploskoveVrcholy(indexPlochy(2),3)]);
end

vrcholoveVrcholy =zeros(size(vrcholy,1),3);
for i = 1 : size(vrcholy,1)
    V2plochy = [0 0 0];
    n = 0;
    for j = 1 : size(plochy, 1)
        if(sum(plochy(j,')==i)==0)
            continue;
        end
        n = n + 1;
        V2plochy = V2plochy + ploskoveVrcholy(j,:);
    end
    V2plochy = V2plochy / n;
    V2hrany = [0 0 0];
    n = 0;
    for j = 1 : size(hrany, 1)
        if(sum(hrany(j,')==i)==0)
            continue;
        end
        n = n + 1;
        V2hrany = V2hrany + hranoveVrcholy(j,:);
    end
    V2hrany = V2hrany / n;
end

```

```

V2 = (V2plochy + V2hrany + (n-2)*vrcholy(i,:))/n;

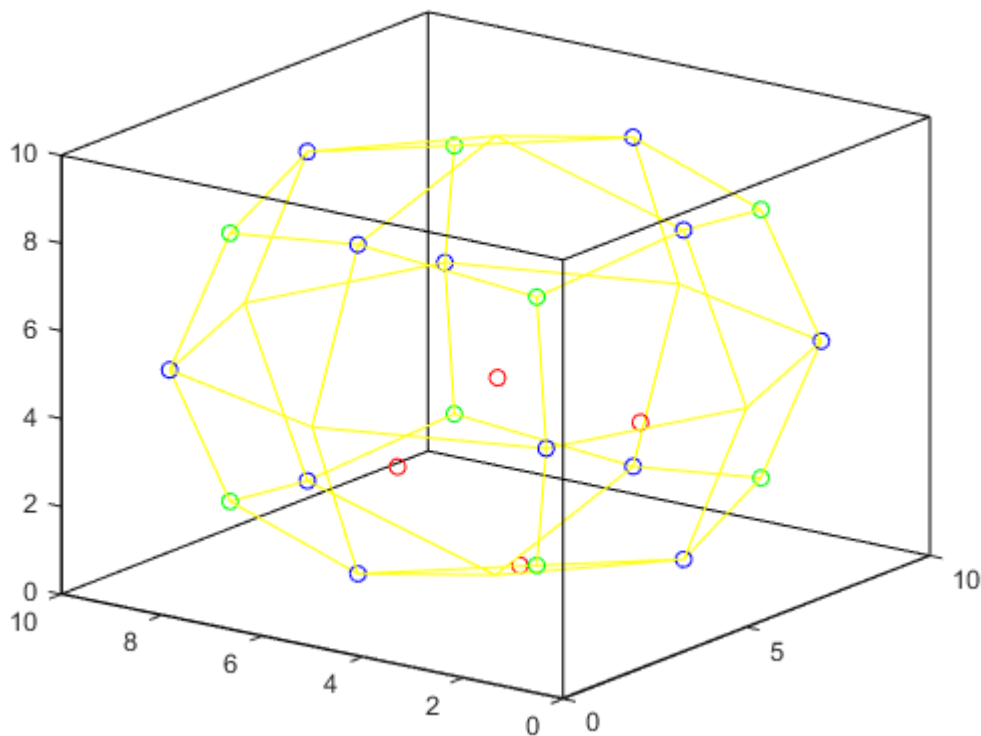
for j = 1 : size(hrany, 1)
    if(sum(hrany(j,:)==i)==0)
        continue;
    end
    plot3([hranoveVrcholy(j,1), V2(1)], [hranoveVrcholy(j,2), V2(2)], [hranoveVrcholy(j,3), V2(3)]);
    plot3([hranoveVrcholy(j,1), V2(1)], [hranoveVrcholy(j,2), V2(2)], [hranoveVrcholy(j,3), V2(3)]);
end

vrcholoveVrcholy(i,:) = V2;
end

vrcholy4 = [ploskoveVrcholy;hranoveVrcholy;vrcholoveVrcholy];

plot3(hranoveVrcholy(:,1),hranoveVrcholy(:,2),hranoveVrcholy(:,3),'ob');
plot3(vrcholoveVrcholy(:,1),vrcholoveVrcholy(:,2),vrcholoveVrcholy(:,3),'og');
for i = 1 : size(hrany,1)
    plot3([vrcholy(hrany(i,1),1),vrcholy(hrany(i,2),1)], [vrcholy(hrany(i,1),2),vrcholy(hrany(i,2),2)], [vrcholy(hrany(i,1),3),vrcholy(hrany(i,2),3)]);
end
hold off;

```



Catmull-Clark čtyřstěn

```

vrcholy = [0 0 0;      %1
           15 5 0;    %2

```

```

        2 10 0;      %3
        5 5 10];    %4

hrany = [1 2;
        1 3;
        1 4;
        2 3;
        2 4;
        3 4];

plochy = [1 3 2;
         1 4 3;
         1 2 4;
         2 3 4];

ploskoveVrcholy = zeros(size(plochy,1),3);
for i = 1 : size(plochy, 1)
    VF = [0 0 0];
    for j = 1 : size(plochy,2)
        % ploskove vrcholy VF
        VF = VF + vrcholy(plochy(i,j),:);
    end
    ploskoveVrcholy(i,:) = VF/size(plochy,2);

end

hranoveVrcholy = zeros(size(hrany,1),3);
for i = 1 : size(hrany,1)
    indexPlochy = find(sum(or(plochy==hrany(i,1),plochy==hrany(i,2)),2)==2);
    hranoveVrcholy(i,:) = (vrcholy(hrany(i,1),:) + vrcholy(hrany(i,2),:) + ploskoveVrcholy(indexPlochy));

end

vrcholoveVrcholy =zeros(size(vrcholy,1),3);
for i = 1 : size(vrcholy,1)
    V2plochy = [0 0 0];
    n = 0;
    for j = 1 : size(plochy, 1)
        if(sum(plochy(j,)==i)==0)
            continue;
        end
        n = n + 1;
        V2plochy = V2plochy + ploskoveVrcholy(j,:);
    end
    V2plochy = V2plochy / n;
    V2hrany = [0 0 0];
    n = 0;
    for j = 1 : size(hrany, 1)
        if(sum(hrany(j,)==i)==0)
            continue;
        end
        n = n + 1;

```

```

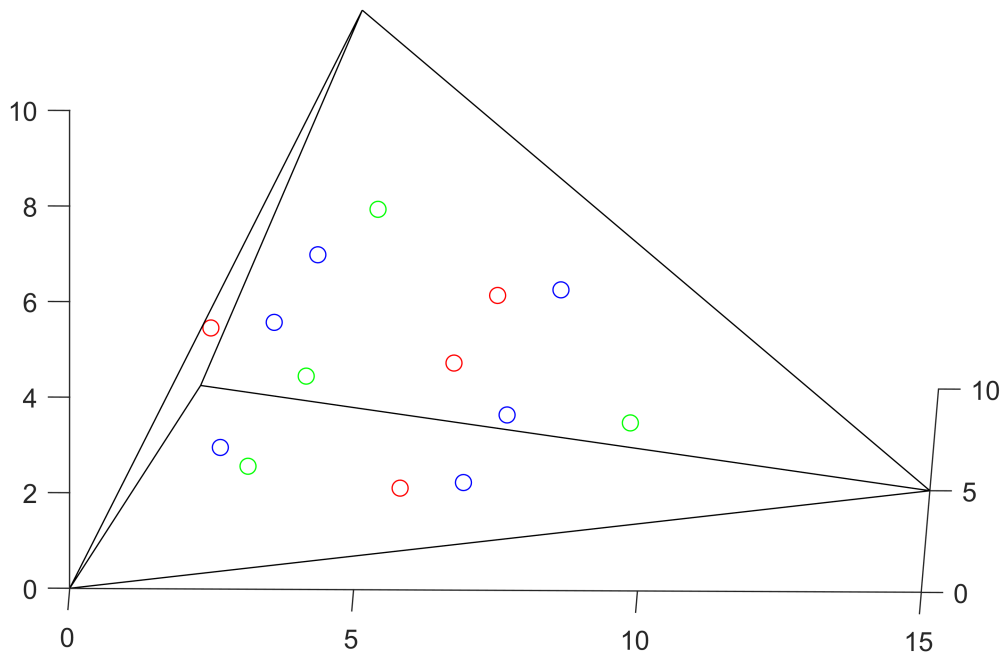
V2hrany = V2hrany + hranoveVrcholy(j,:);
end
V2hrany = V2hrany / n;

V2 = (V2plochy + V2hrany + (n-2)*vrcholy(i,:))/n;
vrcholoveVrcholy(i,:) = V2;
end

vrcholy4 = [ploskoveVrcholy;hranoveVrcholy;vrcholoveVrcholy];

plot3(ploskoveVrcholy(:,1),ploskoveVrcholy(:,2),ploskoveVrcholy(:,3),'or');
hold on
plot3(hranoveVrcholy(:,1),hranoveVrcholy(:,2),hranoveVrcholy(:,3),'ob');
plot3(vrcholoveVrcholy(:,1),vrcholoveVrcholy(:,2),vrcholoveVrcholy(:,3),'og');
for i = 1 : size(hrany,1)
    plot3([vrcholy(hrany(i,1),1),vrcholy(hrany(i,2),1)], [vrcholy(hrany(i,1),2),vrcholy(hrany(i,2),2)], [vrcholy(hrany(i,1),3),vrcholy(hrany(i,2),3)]);
end
hold off;

```



### Catmull-Clark čtyřstěn

```

vrcholy = [0 0 0;      %1
           15 5 0;     %2
           2 10 0;     %3
           5 5 10];    %4

```

```

hrany = [1 2;
         1 3;
         1 4;
         2 3;
         2 4;
         3 4];

plochy = [1 3 2;
          1 4 3;
          1 2 4;
          2 3 4];

plot3(ploskoveVrcholy(:,1),ploskoveVrcholy(:,2),ploskoveVrcholy(:,3),'or');
hold on

ploskoveVrcholy = zeros(size(plochy,1),3);
for i = 1 : size(plochy, 1)
    VF = [0 0 0];
    for j = 1 : size(plochy,2)
        % ploskove vrcholy VF
        VF = VF + vrcholy(plochy(i,j),:);
    end
    ploskoveVrcholy(i,:) = VF/size(plochy,2);
end

hranoveVrcholy = zeros(size(hrany,1),3);
for i = 1 : size(hrany,1)
    indexPlochy = find(sum(or(plochy==hrany(i,1),plochy==hrany(i,2)),2)==2);
    hranoveVrcholy(i,:) = (vrcholy(hrany(i,1),:) + vrcholy(hrany(i,2),:) + ploskoveVrcholy(indexPlochy(1),:));
    plot3([hranoveVrcholy(i,1), ploskoveVrcholy(indexPlochy(1),1)], [hranoveVrcholy(i,2), ploskoveVrcholy(indexPlochy(1),2)], [hranoveVrcholy(i,3), ploskoveVrcholy(indexPlochy(1),3)]);
    plot3([hranoveVrcholy(i,1), ploskoveVrcholy(indexPlochy(2),1)], [hranoveVrcholy(i,2), ploskoveVrcholy(indexPlochy(2),2)], [hranoveVrcholy(i,3), ploskoveVrcholy(indexPlochy(2),3)]);
end

vrcholoveVrcholy =zeros(size(vrcholy,1),3);
for i = 1 : size(vrcholy,1)
    V2plochy = [0 0 0];
    n = 0;
    for j = 1 : size(plochy, 1)
        if(sum(plochy(j,:)==i)==0)
            continue;
        end
        n = n + 1;
        V2plochy = V2plochy + ploskoveVrcholy(j,:);
    end
    V2plochy = V2plochy / n;
    V2hrany = [0 0 0];
    n = 0;
    for j = 1 : size(hrany, 1)
        if(sum(hrany(j,:)==i)==0)
            continue;
        end
        n = n + 1;

```

```

    V2hrany = V2hrany + hranoveVrcholy(j,:);
end
V2hrany = V2hrany / n;

V2 = (V2plochy + V2hrany + (n-2)*vrcholy(i,:))/n;

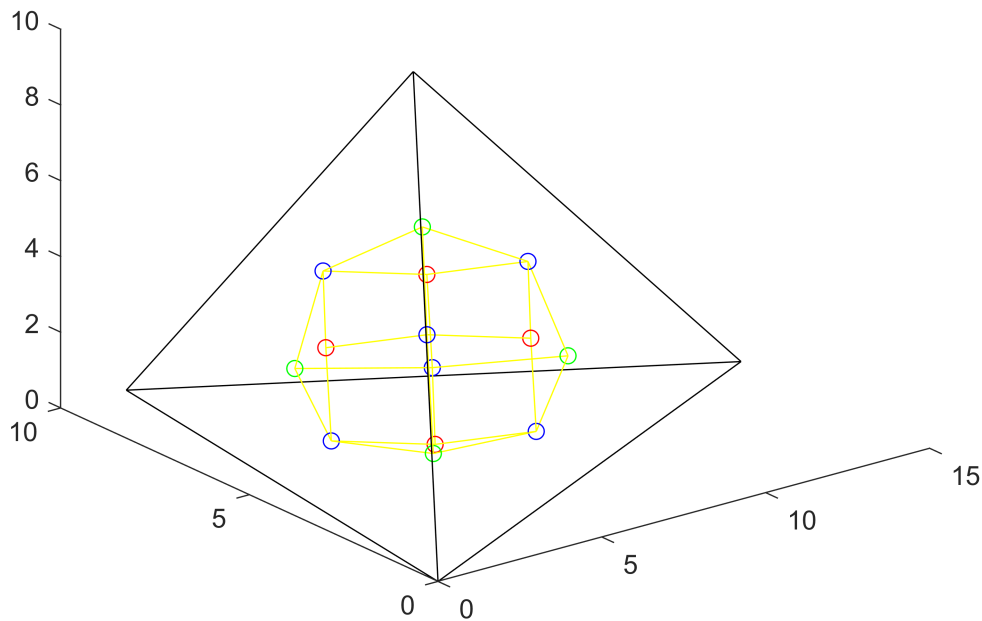
for j = 1 : size(hrany, 1)
    if(sum(hrany(j,:)==i)==0)
        continue;
    end
    plot3([hranoveVrcholy(j,1), V2(1)], [hranoveVrcholy(j,2), V2(2)], [hranoveVrcholy(j,3), V2(3)]);
    plot3([hranoveVrcholy(j,1), V2(1)], [hranoveVrcholy(j,2), V2(2)], [hranoveVrcholy(j,3), V2(3)]);
end

vrcholoveVrcholy(i,:) = V2;
end

vrcholy4 = [ploskoveVrcholy;hranoveVrcholy;vrcholoveVrcholy];

plot3(hranoveVrcholy(:,1),hranoveVrcholy(:,2),hranoveVrcholy(:,3),'ob');
plot3(vrcholoveVrcholy(:,1),vrcholoveVrcholy(:,2),vrcholoveVrcholy(:,3),'og');
for i = 1 : size(hrany,1)
    plot3([vrcholy(hrany(i,1),1),vrcholy(hrany(i,2),1)], [vrcholy(hrany(i,1),2),vrcholy(hrany(i,2),2)], [vrcholy(hrany(i,1),3),vrcholy(hrany(i,2),3)]);
end
hold off;

```



```
T = table(vrcholy4)
```

```
T = 14x1 table
```

	vrcholy4		
1	5.6667	5	0
2	2.3333	5	3.3333
3	6.6667	3.3333	3.3333
4	7.3333	6.6667	3.3333
5	6.8333	3.3333	0.8333
6	2.5000	5	0.8333
7	3.5000	3.3333	4.1667
8	7.5000	6.6667	0.8333
9	8.5000	5	4.1667
10	4.1667	6.6667	4.1667
11	3.0556	2.7778	1.3889
12	9.7222	5	1.3889
13	3.9444	7.2222	1.3889
14	5.2778	5	5.8333