

Vedlegg D: MATLAB-koder fra beregninger ved bjelkemodell for elastiske fundamenter

```
%Beregning av silotrykk, lengde på ustabil sone og fjærstivhet i grunnen
clear all
clf
clc

%Først angis alle variablene:
gamma = 20;           %Tyngdetetthet på overdekning [kN/m3]
phi = 35;             %Friksjonsvinkel på løsmasse [grader]
c = 10;               %Kohesjon på massen foran stuff [kPa]
Ko = 0.5;             %Lateral jordtrykkskoeffisient
v=0.4;               %Poissons ratio
E=20000;             %Youngs modulus løsmasse [kPa]
HL = 1.7;            %Høyde av løsmasse på stuff [m]

R = 7.5;              %Tunnelens radius[m]
H = 10;              %Vertikal høyde i tunnelen [m]
h = 16;              %Overdekning [m]
Le = 1.5;            %Avanseringslengde/inndrift [m]

thetaL = 8;          %Installasjonsvinkel på stag [grader]
St = 0.4;            %c/c, monteringsavstand mellom stålrør [m]
Lp = 15;             %Lengde på stålrør [m]
SL = 3;              %Avstand mellom hver rørskjerm [m]
Po = 15;             %Overliggende last [m]

ccgrad=3.5;          %Grader mellom hvert stålrør [grader]
gradprof= 60;        %Hvor mange grader ut i profilet skjermen skal
%gå[grader]
thetaT=(0:ccgrad:gradprof); %Transversal installasjonsvinkel[grader]
%%
%Generelle beregninger som gjelder alle metodene med antatte forenklinger

%Lengde som kraften skal beregnes for:
UstabSone= (2*Le)+(HL*(tand(45-(phi/2)))));
B= UstabSone/2; %Finner Lengden som skal benyttes i Terzaghis formel

%Beregning av fjærkonstanten ved punkter for bruk i FAP
K=E/((1-(2*v*Ko)))/1000;

SigmaV=(((((B*gamma)-c)/(Ko*tand(phi)))*(1-exp((-Ko*(h+(R-
(R*cosd(thetaT))))*tand(phi))/B)))+(Po*exp((-Ko*(h+(R-
(R*cosd(thetaT))))*tand(phi))/B))));
Sigmay=SigmaV*St;      %kN/m
Sigmah=Sigmay*Ko;      %kN/m
Sigmann=(Sigmay.*(cosd(thetaT).^2)+(Sigmah.*(sind(thetaT).^2)); %kN/m
FnSong = sqrt(((Sigmay.^2).*cosd(thetaT))+((Sigmah.^2).*sind(thetaT))); %
%kN/m
```

```

figure(1)
subplot(1,2,1)
plot(thetaT, Sigmman, '*')
ylabel('Kraft pr. lengdemeter [kN/m]')
xlabel('Grader fra midt i profilet og ut mot vegg')
title('Silotrykk på hvert stag; Mohrs spenningssirkel')
axis([0 60 22 34]);
grid on

subplot(1,2,2)
plot(thetaT, FnSong, '*')
ylabel('Kraft pr. lengdemeter [kN/m]')
xlabel('Grader fra midt i profilet og ut mot vegg')
title('Silotrykk på hvert stag; etter Song sin beregning')
axis([0 60 22 34]);
grid on

figure(2)
f = figure(2);
set(f,'Position',[600 300 588.5 88]);
dat = { ' Beregnet lengde på ustabil sone',UstabSone, ' meter';...
        ' Beregnet silotrykk på stålrør med størst last',max(Sigmman), '
kN/m';...
        ' Beregnet fjærkonstant på løsmasse',K, ' MPa';};
columnname = { ' Lastberegning på stålrør etter egen modell
', 'Verdi', 'Enhet'};
columnformat = {'char', 'numeric', 'char'};
t = uitable('Units','normalized','Position',...
            [0.05 0.05 0.755 0.87], 'Data', dat,...
            'ColumnName', columnname,...
            'ColumnFormat', columnformat,...
            'RowName',[]);

```

Kode 2: Parameterstudie 1

```

%Paramterstudie 1: Beregning av silotrykk, lengde på ustabil sone ved økt
%dybde av løsmasse i profilet på stuff
clear all
clf
clc

%Først angis alle variablene:
gamma = 20;           %Tyngdetetthet på overdekning [kN/m3]
phi = 35;             %Friksjonsvinkel på løsmasse [grader]
c = 10;               %Kohesjon på massen foran stuff [kPa]
Ko = 0.5;             %Lateral jordtrykkskoeffisient
h = 16;               %Overdekning [m]

St = 0.4;             %c/c, monteringsavstand mellom stålrør [m]
Le = 1.5;             %Inndrift [m]
Po = 15;              %Overliggende last [m]

%%

```

```

%Generelle beregninger med antatte forenklinger

for i=1:10 %for løkke som øker løsmassedybden med 1 meter per runde
%Lengde som kraften skal beregnes for:
    HL=i; % Variabel i parameterstudiet: dybde løsmasse ned i profilet på
%stuff
    UstabSone(i)= (2*Le)+(HL*(tand(45-(phi/2))));
    B(i)= UstabSone(i)/2; %Finner Lengden som skal benyttes i Terzaghis formel

    SigmaV(:,i)=((((B(i)*gamma)-c)/(Ko*tand(phi)))*(1-exp((-
Ko*(h)*tand(phi))/B(i))))+(Po*exp((-Ko*(h)*tand(phi))/B(i))));
    Sigmay(:,i)=SigmaV(:,i).*St %kN/m

end
%Input av resultater hentet i FAP generert fra SigmaV
Moment=[32.88 50.73 73.04 100.88 133.31 171.61 214.42 263.67 318.55 378.23];
Skjaer=[48.26 65.91 85.28 106.63 129.33 163.23 229 280.11 347.04 430.66];

figure(1)
subplot(1,2,1)
X=linspace(1,10,10);
plot(X,Sigmay,'k')
hold on
plot(X,Moment,'--')
plot(X,Skjaer,'r*-')
ylabel('Kraft pr. lengdemeter [kN/m] og Kraft [kN]')
xlabel('Dybde av løsmasser ned i profilet på stuff [m]')
title('Maksimumsverdier, avhengig av dybde med løsmasser på stuff')
Legend=legend('Silotrykk [kN/m]', 'Moment [kN/m]', 'Skjærkraft [kN]');
set(Legend, 'Location', 'NorthWest')
grid on
axis([1 10 0 450]);
hold off

subplot(1,2,2)
plot(X,UstabSone)
ylabel('Lengde på ustabil sone [m]')
xlabel('Dybde av løsmasser ned i profilet på stuff [m]')
title('Ustabil sone avhengig av dybde med løsmasser på stuff')
grid on
axis([1 10 2 9]);

```

Kode 3: Parameterstudie 2

```

%Beregning av silotrykk og lengde på ustabil sone ved økt avstand mellom hver
%rørskjerm
clear all
clf
clc

%Først angis alle variablene:
gamma = 20; %Tyngdetetthet på overdekning [kN/m3]
phi = 35; %Friksjonsvinkel på løsmasse [grader]
c = 10; %Kohesjon på massen foran stuff [kPa]

```

```

Ko = 0.5; %Lateral jordtrykkskoeffisient
HL = 1.7; %Høyde av løsmasse på stuff [m]

h = 16; %Overdekning [m]
Le = 1.5; %Avanseringslengde/inndrift [m]

St = 0.4; %c/c, monteringsavstand mellom stålrør [m]
Po = 15; %Overliggende last [m]

%%
%Generelle beregninger som gjelde alle metodene med antatte forenklinger
Le = linspace(0.5,3,10); %Lager et array med 10 stigende verdier for avstand
% mellom rørsjerm
SL = 2.*Le; % Avstand mellom hver rørsjerm til bruk i plot.

for i=1:10
%Lengde som kraften skal beregnes for:
    UstabSone(i) = (2*Le(i)) + (HL*(tand(45-(phi/2))))
    B(i) = UstabSone(i)/2; %Finner Lengden som skal benyttes i Terzaghis formel

    SigmaV(:,i) = (((B(i)*gamma)-c)/(Ko*tand(phi)))*(1-exp((-
Ko*(h)*tand(phi))/B(i)))) + (Po*exp((-Ko*(h)*tand(phi))/B(i)));
    Sigmap(:,i) = SigmaV(:,i).*St %kN/m
end
%Input av resultater hentet i FAP generert fra Sigmap
Moment=[3.66 9.69 19.51 33.93 53.28 78.08 108.61 144.84 187.66 236.66];
Skjaer=[9.16 19.59 33.13 49.32 68.18 89.22 112.10 151.70 193.82 248.57];

figure(1)
plot(SL,Sigmap,'k')
hold on
plot(SL,Moment,'--')
plot(SL,Skjaer,'r*-')
ylabel('Kraft pr. lengdemeter [kN/m] og Kraft [kN]')
xlabel('Avstand mellom hver rørsjerm [m]')
title('Maksimumsverdier, avhengig av avstand mellom hver rørsjerm')
Legend=legend('Silotrykk [kN/m]', 'Moment [kN/m]', 'Skjærkraft [kN]');
set(Legend, 'Location', 'NorthWest')
grid on
hold off

```

Kode 4: Parameterstudie 3

```

%Beregning av silotrykk økt avstand mellom hvert stålrør
clear all
clf
clc

%Først angis alle variablene:
gamma = 20; %Tyngdetetthet på overdekning [kN/m3]
phi = 35; %Friksjonsvinkel på løsmasse [grader]
c = 10; %Kohesjon på massen foran stuff [kPa]
Ko = 0.5; %Lateral jordtrykkskoeffisient

```

```

HL = 1.7; %Høyde av løsmasse på stuff [m]

R = 7.5; %Tunnelens radius[m]
h = 16; %Overdekning [m]
Le = 1.5; %Avanseringslengde/inndrift [m]
Po = 15; %Overliggende last [m]

%%
%Generelle beregninger som gjelder alle metodene med antatte forenklinger
St = linspace(0.2,0.7,10); %Lager et array med 10 stigende verdier for c/c
% mellom bolter

%Ustabil sone:
UstabSone= (2*Le)+(HL*(tand(45-(phi/2)))));
B= UstabSone/2; %Finner Lengden som skal benyttes i Terzaghis formel
% Beregning av silotrykk:
SigmaV=(((((B*gamma)-c)/(Ko*tand(phi)))*(1-exp((-
Ko*(h)*tand(phi))/B)))+(Po*exp((-Ko*(h)*tand(phi))/B)));

for i=1:10
    Sigmap(i)=SigmaV*St(i) %kN/m
end

% Input av resultater hentet i FAP generert fra Sigmap
Moment=[22.42 28.64 34.86 41.09 47.31 53.54 59.77 66 72.22 78.44];
Skjaer=[30.27 38.68 47.08 55.49 63.90 72.31 80.72 89.13 97.54 105.93];

figure(1)
%subplot(1,2,1)
plot(St,Sigmap,'k')
hold on
plot(St,Moment,'--')
plot(St,Skjaer,'r*-')
ylabel('Kraft pr. lengdemeter [kN/m] og Kraft [kN]')
xlabel('Avstand mellom hvert stålrør [m]')
title('Maksimumsverdier, avhengig av avstand mellom hvert stålrør')
Legend=legend('Silotrykk [kN/m]','Moment [kN/m]','Skjærkraft [kN]');
set(Legend,'Location','NorthWest')
grid on
hold off

```