



Svensk Djupstabilisering  
Swedish Deep Stabilization Research Centre

**Arbetsrapport 2**  
1997-01-09

# KC-förstärkning för schakt inom spont, Filipstad Brygge, Oslo

Phung Doc Long  
Håkan Bredenberg

## **Svensk Djupstabilisering**

Svensk Djupstabilisering (SD) är ett centrum för forskning och utveckling inom djupstabilisering med kalk-cementpelare. Verksamheten syftar till att initiera och bedriva en branschsamordnad forsknings- och utvecklingsverksamhet, som ger säkerhetsmässiga, funktionsmässiga och ekonomiska vinster som tillgodoser svenska intressen hos samhället och industrin. Verksamheten baseras på en FoU-plan för åren 1996-2000. Medlemmar är myndigheter, kalk- och cementleverantörer, entreprenörer, konsulter, forskningsinstitut och högskolor.

Verksamheten finansieras av medlemmarna samt genom anslag från Byggforskningsrådet, Svenska byggbranschens utvecklingsfond och Kommunikationsforskningsberedningen.

Svensk Djupstabilisering har sitt säte vid Statens geotekniska institut (SGI) och leds av en styrgrupp med representanter för medlemmarna.

Ytterligare upplysningar om verksamheten lämnas av SD:s projektledare Göran Holm, tel: 013-20 18 61, 070-521 09 39, fax: 013-20 19 13, e-mail: [holm@geotek.se](mailto:holm@geotek.se), <http://www.sgi.geotk.se/sd.htm>.

## **Swedish Deep Stabilization Research Centre**

The Swedish Deep Stabilization Research Centre coordinates research and development activities in deep stabilization of soft soils with lime-cement columns. A joint research programme based on the needs stated by the authorities and the industry is being conducted during the period 1996 - 2000. Members of the Centre include authorities, lime and cement manufactures, contractors, consultants, research institutes and universities.

The work of the Swedish Deep Stabilization Research Centre is financed by its members and by research grants.

The Swedish Deep Stabilization Research Centre is located at the Swedish Geotechnical Institute and has a Steering Committee with representatives chosen from among its members.

Further information on the Swedish Deep Stabilization Research Centre can be obtained from the Project Manager, Mr G Holm, tel: +46 13 20 18 61, fax: +46 13 20 19 13 or e-mail: [holm@geotek.se](mailto:holm@geotek.se), <http://www.sgi.geotk.se/sd.htm>.



**Svensk Djupstabilisering**  
Swedish Deep Stabilization Research Centre

## **Arbetsrapport 2**

1997-01-09

# **KC-förstärkning för schakt inom spont, Filipstad Brygge, Oslo**

Phung Doc Long, Stabilator AB  
Håkan Bredenberg, Stabilator AB

# Förord

Svensk Djupstabilisering (SD) baserar verksamheten på sin FoU-plan, som bl a innehåller ett antal stora FoU-projekt. För att öka underlaget för dessa forskningsprojekt satsar SD på kompletterande mätningar/analyser i lämpliga förstärkningsprojekt. Redovisningen av dessa mätningar/analyser granskas ej av SD, utan redovisade resultat och framförda åsikter är författarens. Redovisningarna är arbetsrapporter inom SD. De ingår i SD:s arbetsrapportserie och skall endast användas internt inom SD och ej spridas utanför SD.

Föreliggande arbetsrapport är en redovisning som underlag för ett utökat användningsområde för metoden.

Linköping i juni 1998

Göran Holm  
Projektledare för SD

## Arbetsrapport

Beställning  
(endast för  
medlemmar av SD)

Upplaga

Svensk Djupstabilisering  
c/o Statens geotekniska institut  
581 93 Linköping

Tel: 013-20 18 62  
Fax: 013-20 19 13  
E-post: [sussyl@geotek.se](mailto:sussyl@geotek.se)

150 ex

# Innehåll

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Inledning</b>                                            | 3  |
| <b>2. Spont med KC-pelare (FILIP1)</b>                         | 4  |
| 2.1 <i>Elementnät</i>                                          | 5  |
| 2.2 <i>Materialmodeller</i>                                    | 6  |
| 2.3 <i>Indata</i>                                              | 6  |
| 2.4 <i>Beräkningsprocedur</i>                                  | 6  |
| <b>3. Spont utan KC-pelare (FILIP0)</b>                        | 4  |
| 3.1 <i>Elementnät</i>                                          | 5  |
| 3.2 <i>Materialmodeller</i>                                    | 6  |
| 3.3 <i>Indata</i>                                              | 6  |
| 3.4 <i>Beräkningsprocedur</i>                                  | 6  |
| <b>4. Beräkningsresultat - Jämförelse mellan de två fallen</b> | 4  |
| 4.1 <i>Jordrörelse och spontrörelse</i>                        | 5  |
| 4.2 <i>Spänningar i sponten</i>                                | 6  |
| 4.2 <i>Staglaster</i>                                          | 6  |
| <b>5. Slutsatser</b>                                           | 4  |
| <b>6. Referenser</b>                                           | 4  |
| <b>Bilaga A. Utmättningsresultat</b>                           | A1 |

# KC-förstärkning för schakt inom spont, Filipstad Brygge, Oslo - En numerisk analys med PLAXIS

*Phung Duc Long, Tekn Dr  
Håkan Bredenberg, Tekn Dr  
Stabilator AB*

## 1. Inledning

Djupstabilisering med kalk- och kalk-cementpelare (KC-pelare) har använts i Sverige i 20 år. Under de senaste åren har miljontals meter KC-pelare använts och metoden har blivit den dominerande jordförstärkningsmetoden inom infrastrukturbyggandet i Sverige. En kraftig ökning i krav och intressenter av KC-pelare har lett till ett stort FoU-projekt "*Svensk Djupstabilisering*", (Holm m. fl., 1996).

KC-pelare används normalt för att begränsa sättningar och förbättra stabiliteten för väg- och järnvägsbankar på lös lera. Vid Filipstad brygge i Oslo, en av Stabilators grundläggningsentreprenader för Skanska:s räknning, har KC-pelare använts i samband med spont. Sponten är bakåtförankrad med förspända dragstag, som förankras i en befintlig tunnel, se Fig.1. Bakom sponten finns trafikytor samt ledningar i gatumarken. Syftet med KC-pelarna är att öka den lösa lerans styvhet så att mindre sidorörelser och hävningar uppkommer inne i schakten. En av ledningarna är en mycket sättningskänslig, gammal vattenledning. Utan KC-pelare inne i grunden skulle mot nedschaktningen svarande hävning samt sidorörelser av spontens utböjning orsaka stora sättningar i gatumarken, vilket skulle kunna skada ledningarna och ge trafikstörningar.

Mättningsresultaten visar att spontens uppkommande sidorörelser och sättningar bakom sponten blivit godtagbart liten storlek. Som en del av *Svensk Djupstabilisering projektet*, skall den använda metodiken beskrivas så att den kan komma till mer allmän kännedom och användning. Det är bra att man teoretiskt kan bevisa KC-pelarnas effekter genom att utföra några teoretiska beräkningar med respektive utan KC-pelare. I denna rapport, skall de två problemen, *spont med och utan KC-pelare*, analyseras med hjälp av PLAXIS, ett avancerat numeriskt program. PLAXIS version 6 (Finite element code for soil and rock plasticity) utvecklas av Plaxis B.V., Holland (Vermeer m.fl., 1995). På Stabilator AB, har PLAXIS använts för att lösa flera praktiska problem, se Phung & Bredenberg (1995), och Phung (1995a,b, 1996a,b).

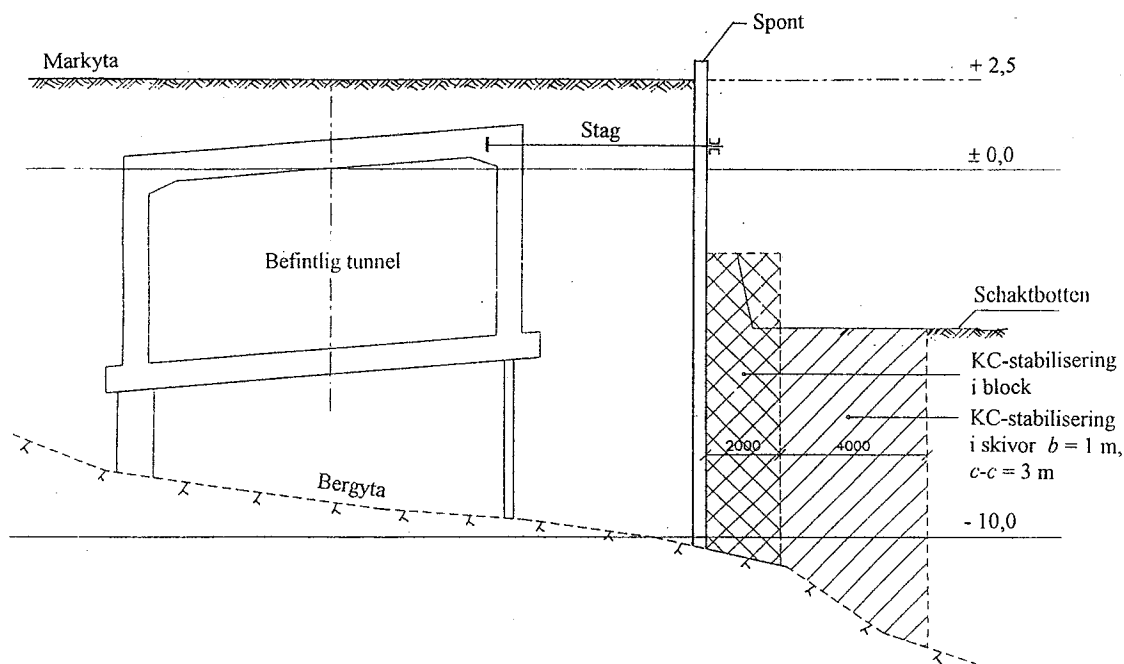


Fig. 1. KC-förstärkning för schakt med spont, Filipstad Brygge i Oslo.

## 2. Spont med KC-pelare (FILIP1)

Problemet, som kallas FILIP1, skall analyseras för att få reda på:

- jordrörelsen, inne i schakten och bakom sponten;
- spontens utböjningar och spänningar.

### 2.1 Elementnät

Problemet löses genom att välja plant deformationstillstånd (*plane-strain*). Jord simuleras av 15-nod element, sponter av böjelement (*Walls, Plates and Shells Element*), och stag av ankarelement (*Anchor Element*). Mellan spont och jord ligger interfacelement. Eftersom staget är förankrad i den befintliga tunneln som ligger på pålar och kan ha lite rörelse, skall staget simuleras av "fixed-end" ankarelement. Elementnätet för problemet visas i Fig. 2.

### 2.2 Indata

#### Jordmaterial

Jordmaterial, nämligen lera, simuleras med plastisk-elastisk Mohr-Coulomb modell (*Modell = 2*) med dränerat tillstånd (*Mtype = 1*) eller odränerat tillstånd (*Mtype = 2*). Endast ett materialdataset är använt för jord, se Tabell 1.

## KC-pelarmaterial

KC-pelare är simulerade med plastisk-elastisk Mohr-Coulomb modell (*Model* = 2) med dränerad tillstånd (*Mtype* = 1) eller odränerat tillstånd (*Mtype* = 2). Två olika materialdataset är använt för KC-pelare: stabilisering i block och stabilisering i skivor (*b* = 1m, *c-c* = 3m). För KC-stabilisering i block, kan materialegenskaper väljas som "bra" KC-pelare enligt Liedberg m.fl. (1996a och b). För KC-stabilisering i skivor, väljes G-modulen utgöra ungefär en tredje del av den hos KC i block.

**Tabell 1. Indata för PLAXIS**

|                                     | Data set nr.1<br>(Lera) | Data set nr.2<br>(KC-pelare i<br>block) | Data set nr.3<br>(KC-pelare i<br>skivor) |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| <i>Y-top</i> (m)                    | 14                      | 14                                      | 14                                       |
| <i>Model</i>                        | 2                       | 2                                       | 2                                        |
| <i>Mtyp</i>                         | 1,2                     | 1,2                                     | 1,2                                      |
| <i>W-dry</i> (kN/m <sup>3</sup> )   | 16                      | 16                                      | 16                                       |
| <i>W-wet</i> (kN/m <sup>3</sup> )   | 16                      | 16                                      | 16                                       |
| <i>G-layer</i> (kN/m <sup>2</sup> ) | 800                     | 5000                                    | 2200                                     |
| <i>v</i>                            | 0.3                     | 0.3                                     | 0.3                                      |
| <i>c-layer</i> (kPa)                | 5                       | 50                                      | 20                                       |
| <i>c-depth</i> (kPa)                | 0                       | 0                                       | 0                                        |
| <i>φ</i> (°)                        | 24                      | 35                                      | 30                                       |
| <i>ψ</i> (°)                        | 0                       | 0                                       | 0                                        |
| <i>Tension</i>                      | N                       | N                                       | N                                        |
| <i>R-interface</i>                  | 0.67                    | 0.67                                    | 1.00                                     |
| <i>K<sub>o</sub></i>                | 0.80                    | 0.50                                    | 0.50                                     |

## Spontmaterial

Spont, som används i projektet är typ AZ13. Den har följande egenskaper (per krönmeter):

$$\begin{aligned}A &= 137 \text{ cm}^2 = 137 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\I &= 13\,200 \text{ cm}^4 = 13\,200 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4 \\W_x &= 1300 \text{ cm}^3 = 1300 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \\Weight &= 107 \text{ kg} = 1.07 \text{ kN} \\E_{stål} &= 210 \cdot 10^6 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Böjelement som används för att simulera sponten har därför följande egenskaper: (per krönmeter):

$$\begin{aligned}EA &= 210 \cdot 10^6 \cdot 137 \cdot 10^{-4} = 2\,877\,000 \text{ kN} \\EI &= 210 \cdot 10^6 \cdot 13\,200 \cdot 10^{-8} = 41\,370 \text{ kNm}^2 \\Weight &= 1.07 \text{ kN}\end{aligned}$$

## Stagmaterial

Antag att Stabilators Supa-lina 7Ø12.7 ( $A = 7 \text{ cm}^2 = 7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ ) används som stag, med ett centrumavstånd  $c = 5 \text{ m}$ . Ankarelement som används för att simulera stagen har därför följande egenskaper (per krönmeter):

$$\begin{aligned} EA &= (210 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 10^{-4}) / 5 = 29\,400 \text{ kN} \\ F_{ultimate} &= 1300 / 5 = 260 \text{ kN} \end{aligned}$$

### 2.3 Beräkningsprocedur

Två beräkningar har utförts: *odränerande* och *dränerande* beräkningar. Problemet löses genom att utföra följande beräkningssteg:

- Initiera spänning av jordvikt. Eftersom markytan är horisontell, kan  $K_o$ -proceduren användas. Alla element (även KC-pelareelement) har lerans egenskaper. Sponten och staget är "avstängt".
- Byt KC-pelareelementens egenskaper till "KC". Kör s.k. "nil-steps".
- Kör plastisk beräkning option med *Staged construction*.
- Kör plastisk beräkning option med *Total multiplier* ( $\Sigma Mchange = 1$ ).

## 3. Spont utan KC-pelare (FILIP0)

Problemet skall simuleras och analyseras på samma sätt som spont med KC-pelare, se sektionen 2. Elementnät för problemet FILIP0 är samma som FILIP1, se Fig. 3. Den enda skillnaden från problem FILIP1 är materialegenskaper

### Beräkningsprocedur

Två beräkningar har utförts: *odränerande* och *dränerande* beräkningar. Problemet löses genom att utföra följande beräkningssteg:

- Initiera spänning av jordvikt. Eftersom markytan är horisontell, kan  $K_o$ -proceduren användas. Alla element (även KC-pelareelement) har lerans egenskaper. Sponten och staget är "stängt av".
- Kör plastisk beräkning option med *Staged construction*.
- Kör plastisk beräkning option med *Total multiplier* ( $\Sigma Mchange = 1$ ).

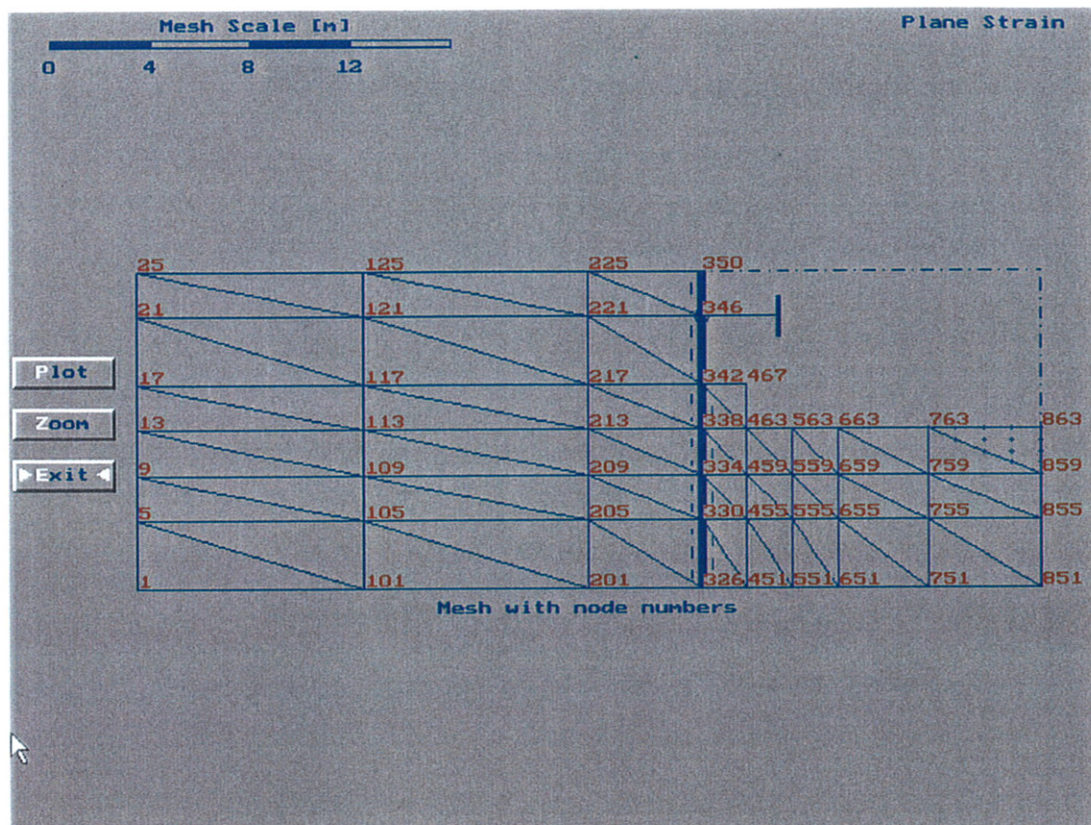


Fig. 2. Spont med KC-pelare, Filipstad Brygge i Oslo - Elementnät för PLAXIS (Problem FILIP1).

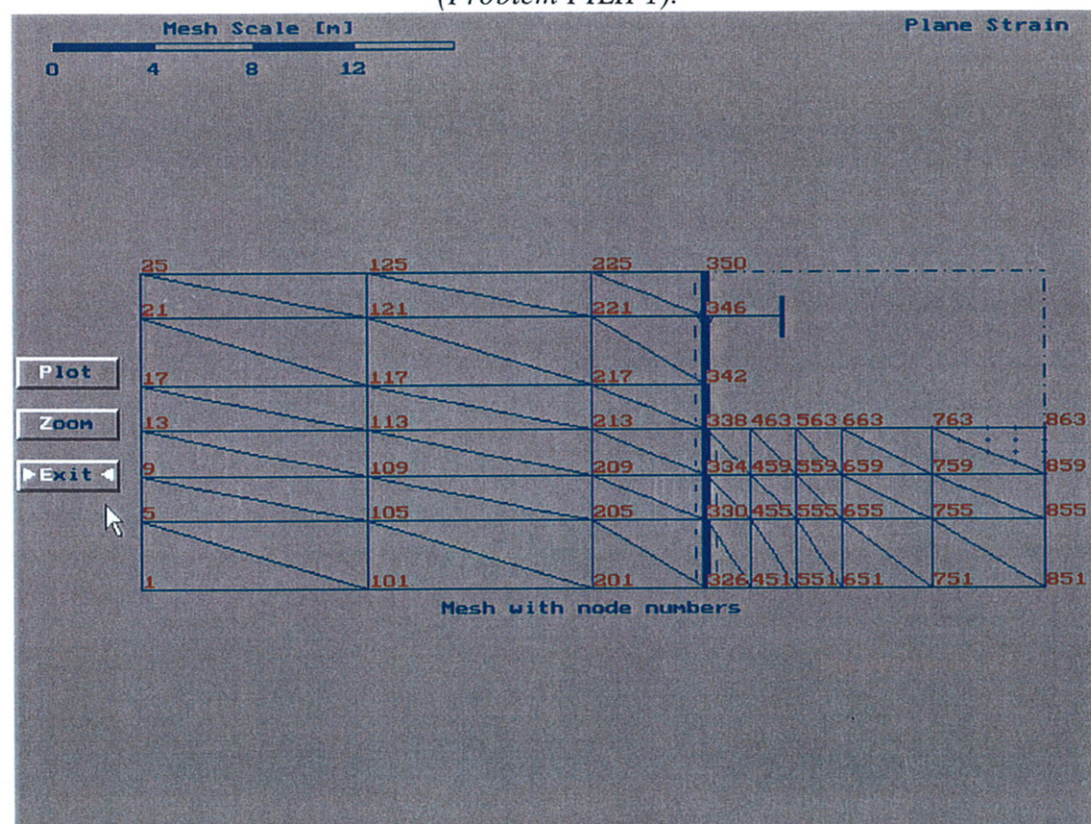


Fig. 3. Spont utan KC-pelare, Filipstad Brygge i Oslo - Elementnät för PLAXIS (Problem FILIP0).

#### 4. Beräkningsresultat - Jämförelse mellan de två fallen: spont utan och med KC-pelare

Beräkningsresultaten för de två problemen, *spont utan KC-pelare* (FILIP0) och *spont med KC-pelare* (FILIP1), skall visas och jämföras med varandra i denna sektion:

- Jordrörelser (total, horisontell och vertikal),
- Spontrörelser,
- Böjmoment- och skjuvkraftfördelning i spont,
- Staglaster.

##### 4.1 Jordrörelser och spontrörelser

Användning av KC-pelare leder till häftig minskning i jordrörelsen. Beräknings-resultaten visar att jordrörelser både horisontella och vertikala, i fallet av *spont med KC-pelare* (FILIP1) är mycket mindre än vid *spont utan KC-pelare* (FILIP0). Sättningar bakom sponten med KC-pelare minskar 30÷55% i jämförelse med sponten utan KC-pelare. Hävning av schaktbotten framför sponten minskar upp till 80÷95% vid avståndet 2m från sponten. Jord i närheten av spontens mittpunkt har störst horisontell rörelse i det jordrörelsefältet, med en större intensitet vid spont utan KC-pelare än vid spont med KC-pelare. Horisontell rörelse, både hos jorden och sponten, minskar ca 30% i odränerande tillstånd och 60% i dränerande tillstånd. Beräkningsresultaten sammanfattas i Tabell 2a och 2b. Fig. 4 och 6 visar jordrörelser i odränerande tillstånd.

##### 4.2 Böjmoment och skjuvkraft i spont

Böjmoment- och skjuvkraft-fördelning längs sponten visas i Fig. 7 för spont med och utan KC-pelare. Både böjmoment och skjuvkraft vid spont med KC-pelare är mindre än vid spont utan KC-pelare. De största värdena av böjmoment och skjuvkraft i de två fallen jämförs i Tabell 3.

##### 4.3 Stagkrafter

Stagkrafter vid spont med KC-pelare är också mindre än vid spont utan KC-pelare. Resultaten sammanfattas i Tabel 4a och 4b.

**Tabell 2. Jordrörelse och spontrörelse (mm)**

| <b>a) Odränerande beräkning</b>                            | <b>Spont utan KC<br/>(FILIP0-DY)</b> | <b>Spont med KC<br/>(FILIP1-DY)</b> | <b>Minskning<br/>(%)</b> |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| • <b>Horisontell jordrörelse:</b><br><i>Maximal</i>        | 124 (nod 363)                        | 84 (nod 363)                        | 32                       |
| • <b>Vertikal jordrörelse:</b><br><i>Maximal (hävning)</i> | 63 (nod 513)                         | 42 (nod 863)                        | 33                       |
| <i>Hävning 2m frmför spanten</i>                           | 60 (nod 463)                         | 12 (nod 463)                        | 80                       |
| <i>Sättning bakom spont</i>                                | 42 (nod 225)                         | 18 (nod 225)                        | 57                       |
| • <b>Maximal spontrörelse:</b>                             | 123                                  | 85                                  | 31                       |

| <b>b) Dränerande beräkning</b>                             | <b>Spont utan KC<br/>(FILIP0-DX)</b> | <b>Spont med KC<br/>(FILIP1-DX)</b> | <b>Minskning<br/>(%)</b> |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| • <b>Horisontell jordrörelse:</b><br><i>Maximal</i>        | 157 (nod 363)                        | 66 (nod 363)                        | 58                       |
| • <b>Vertikal jordrörelse:</b><br><i>Maximal (hävning)</i> | 377 (nod 463)                        | 325 (nod 863)                       | -                        |
| <i>Hävning 2m frmför spanten</i>                           | 377 (nod 463)                        | 24 (nod 463)                        | 94                       |
| <i>Sättning bakom spont</i>                                | 52 (nod 225)                         | 36 (nod 225)                        | 31                       |
| • <b>Maximal spontrörelse:</b>                             | 153                                  | 66                                  | 57                       |

Anm: elementsnod, se Fig. 2 och 3.

**Tabell 3. Bjömoment och skjuvkraft i spont**

| <b>a) Odränerande beräkning</b>  | <b>Spont utan KC<br/>(FILIP0-DY)</b> | <b>Spont med KC<br/>(FILIP1-DY)</b> | <b>Minskning<br/>(%)</b> |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <i>Maximal böjmoment (kNm/m)</i> | 322                                  | 252                                 | 22                       |
| <i>Maximal skjuvkraft (kN/m)</i> | 176                                  | 151                                 | 15                       |

| <b>b) Dränerande beräkning</b>   | <b>Spont utan KC<br/>(FILIP0-DX)</b> | <b>Spont med KC<br/>(FILIP1-DX)</b> | <b>Minskning<br/>(%)</b> |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <i>Maximal böjmoment (kNm/m)</i> | 457                                  | 157                                 | 66                       |
| <i>Maximal skjuvkraft (kN/m)</i> | 206                                  | 124                                 | 40                       |

**Tabell 4. Staglaster**

| <b>a) Odränerande beräkning</b> | <b>Spont utan KC<br/>(FILIP0-DY)</b> | <b>Spont med KC<br/>(FILIP1-DY)</b> | <b>Minskning<br/>(%)</b> |
|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <i>Staglaster (kN/m)</i>        | 221                                  | 211                                 | 5                        |

| <b>b) Dränerande beräkning</b> | <b>Spont utan KC<br/>(FILIP0-DX)</b> | <b>Spont med KC<br/>(FILIP1-DX)</b> | <b>Minskning<br/>(%)</b> |
|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <i>Staglaster (kN/m)</i>       | 212                                  | 175                                 | 17                       |

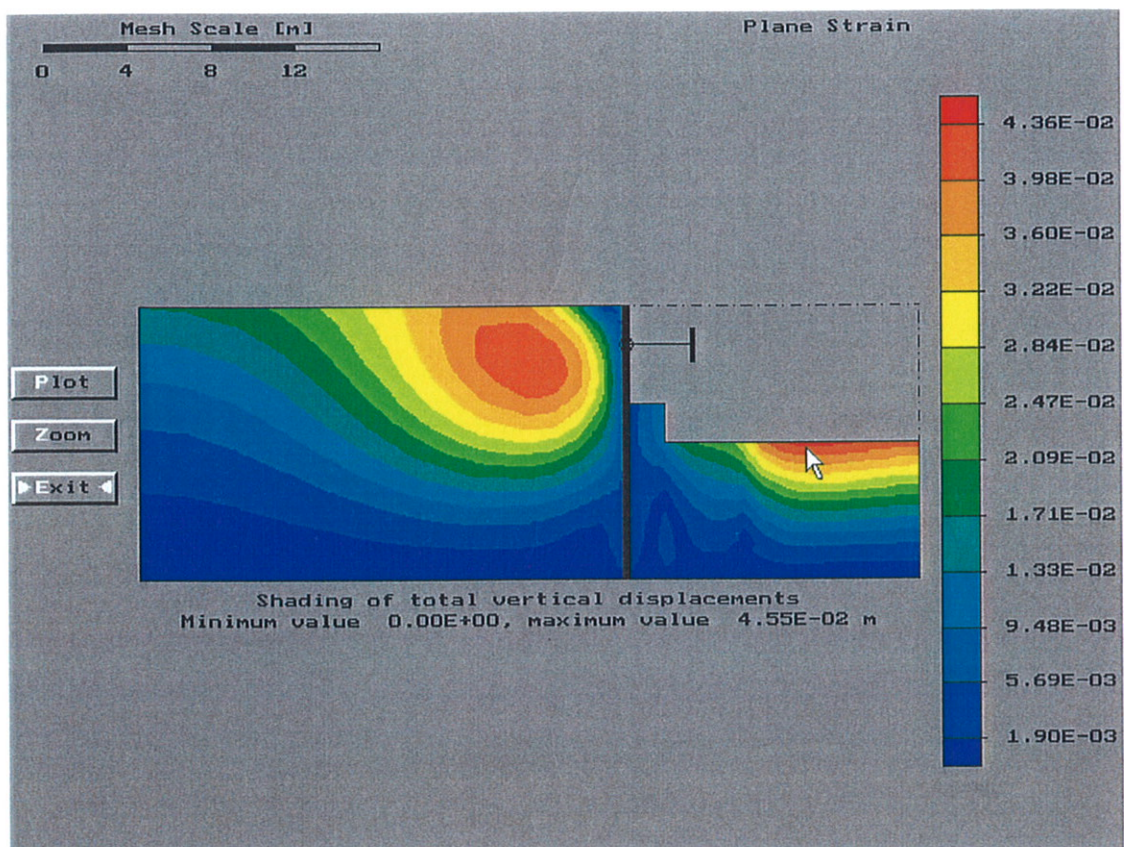


Fig. 4a. Spont med KC-pelare - Vertikal jordrörelser, Odränerande beräkning

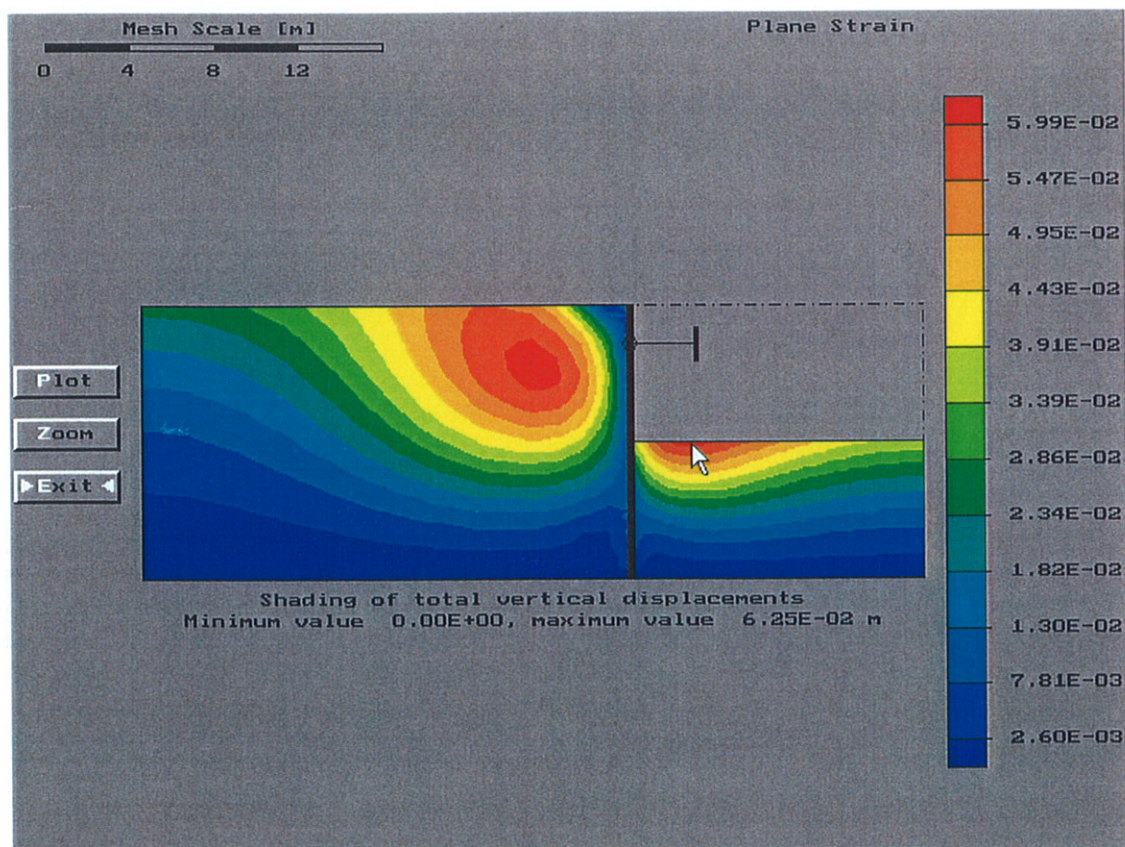


Fig. 4b. Spont utan KC-pelare - Vertikal jordrörelser, Odränerande beräkning

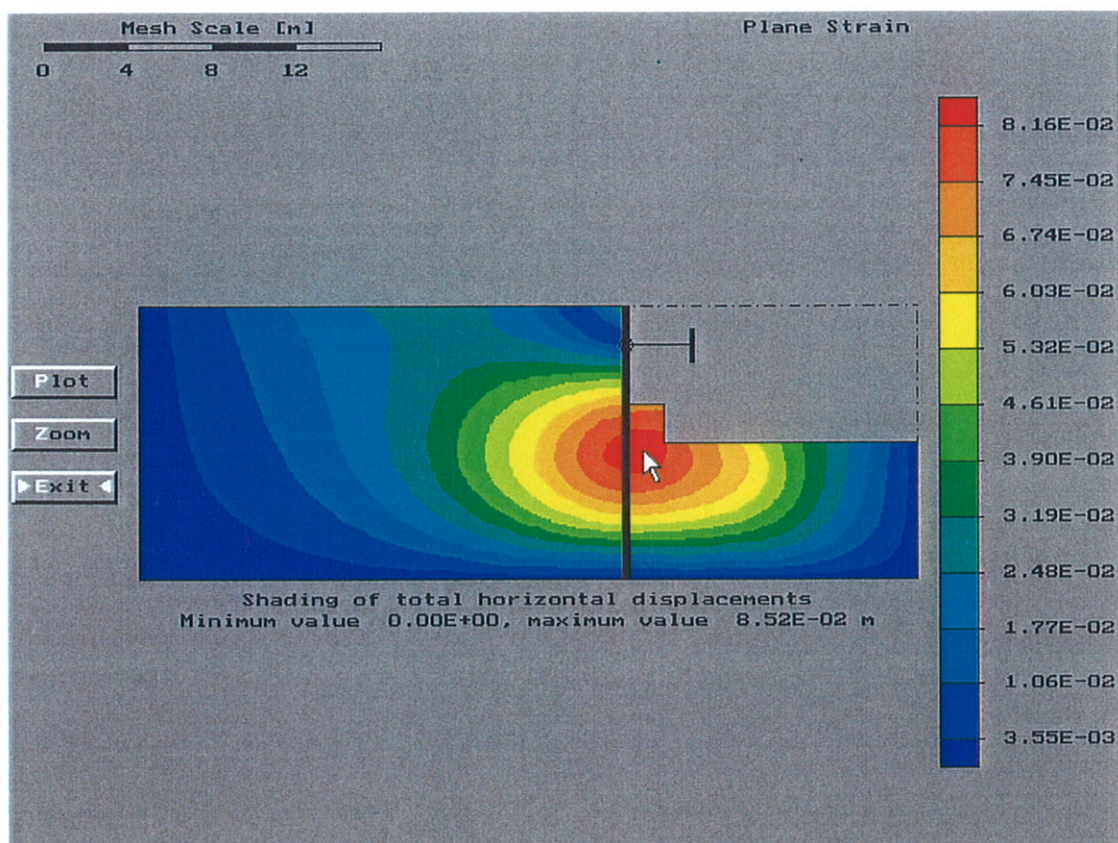


Fig. 5a. Spont med KC-pelare - Horisontell jordrörelser, Odränerande beräkning

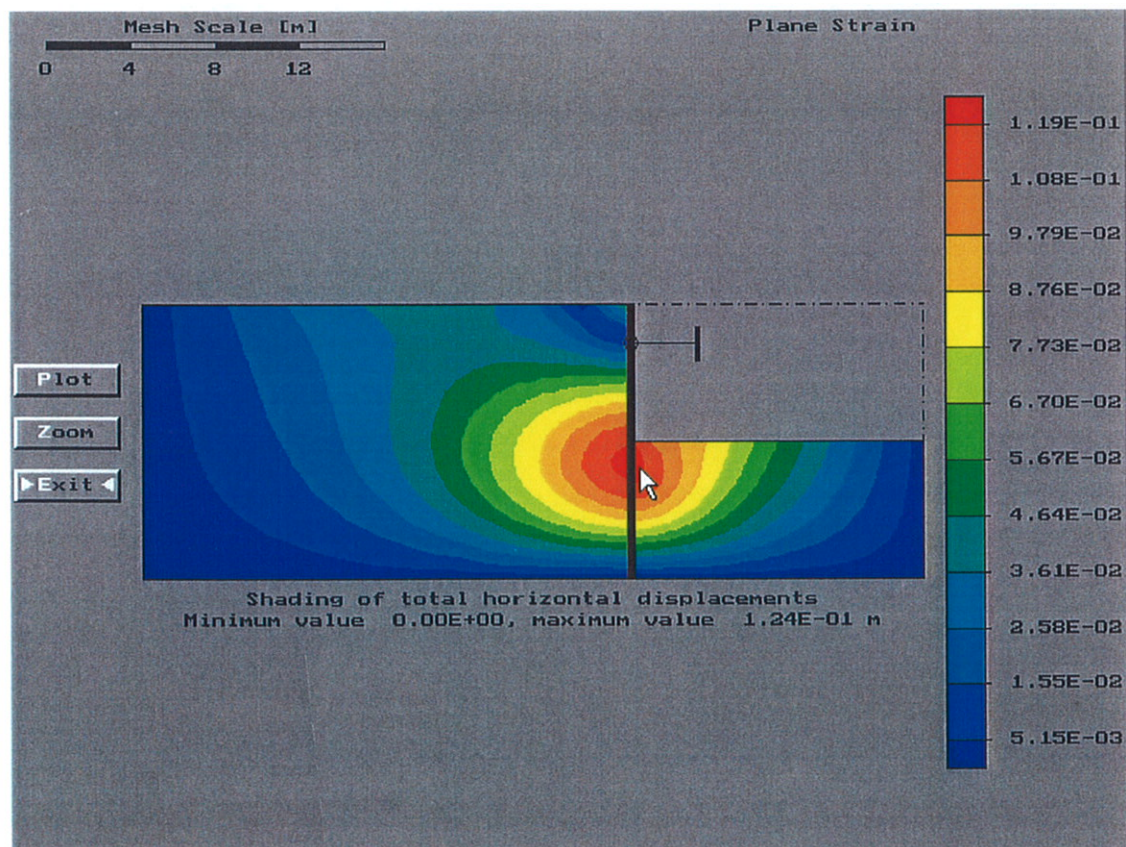


Fig. 5b. Spont utan KC-pelare - Horisontell jordrörelser, Odränerande beräkning

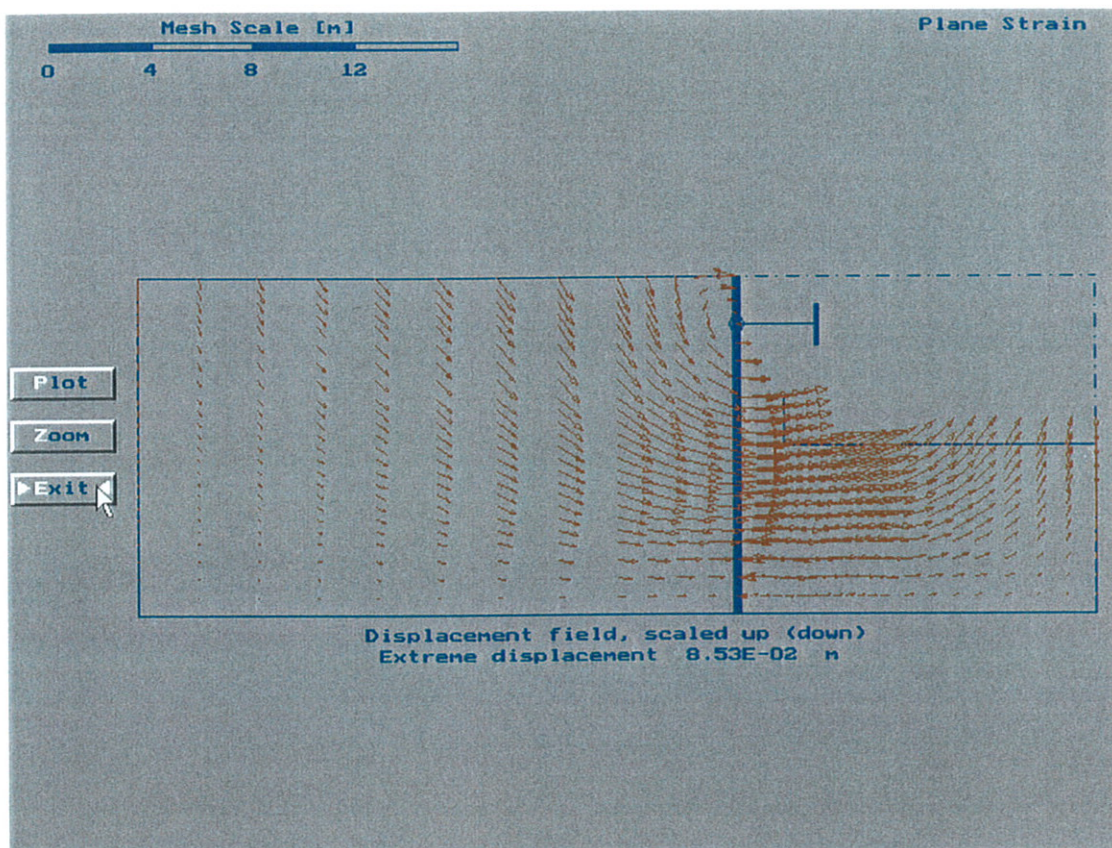


Fig. 6a. Spont med KC-pelare - Jordrörelsefält, Odränerande beräkning

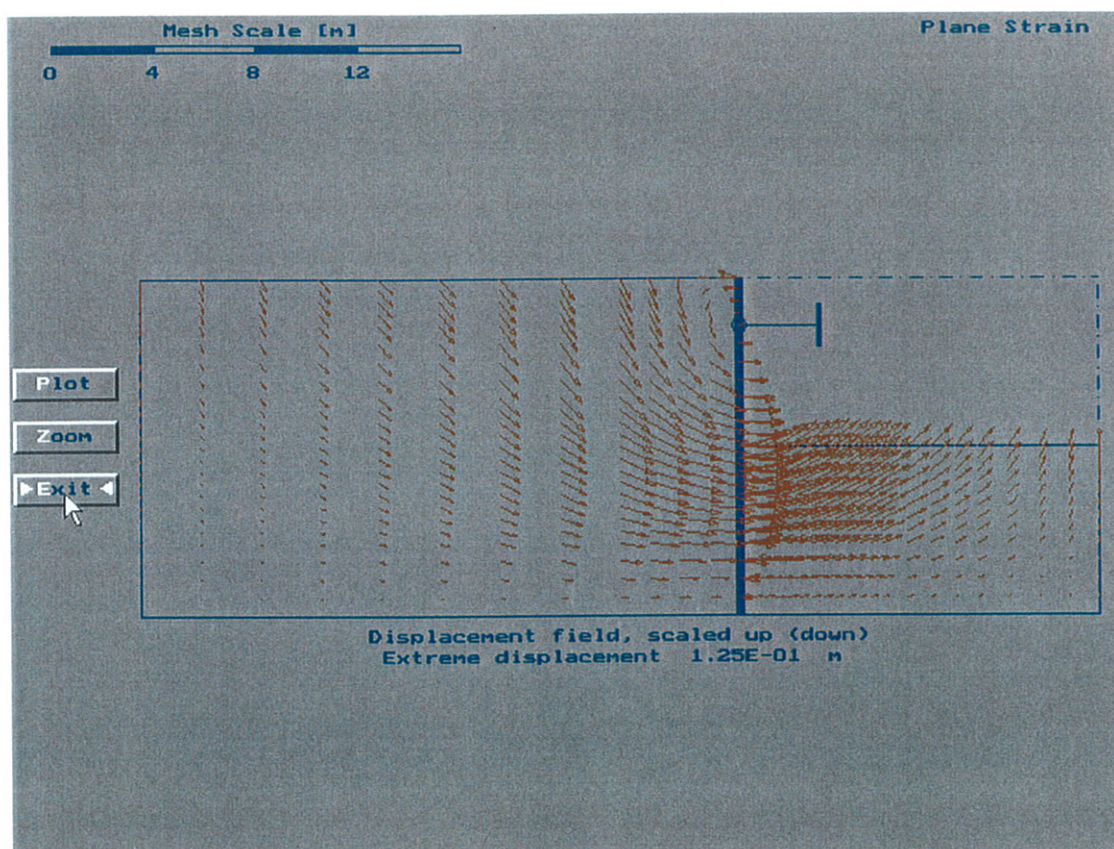


Fig. 6b. Spont utan KC-pelare - Jordrörelsefält, Odränerande beräkning

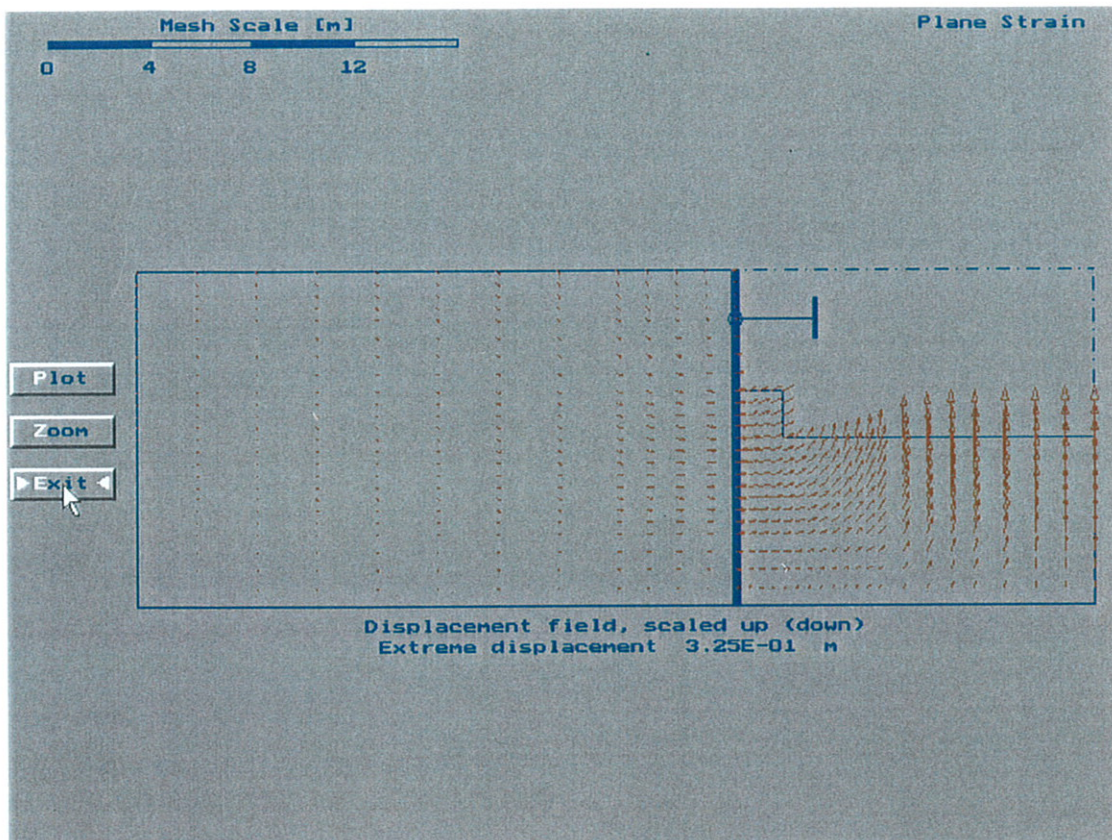


Fig. 7a. Spont med KC-pelare - Jordrörelsefält, Dränerande beräkning

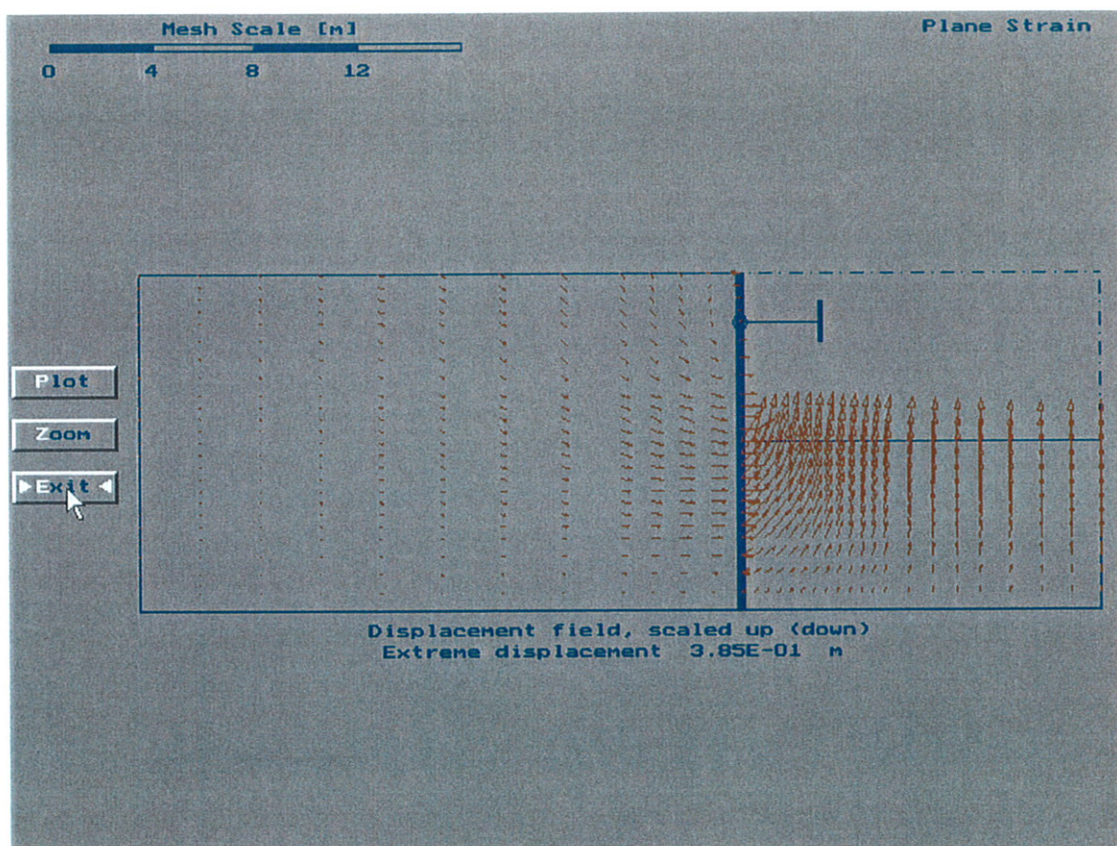


Fig. 7b. Spont utan KC-pelare - Jordrörelsefält, Dränerande beräkning

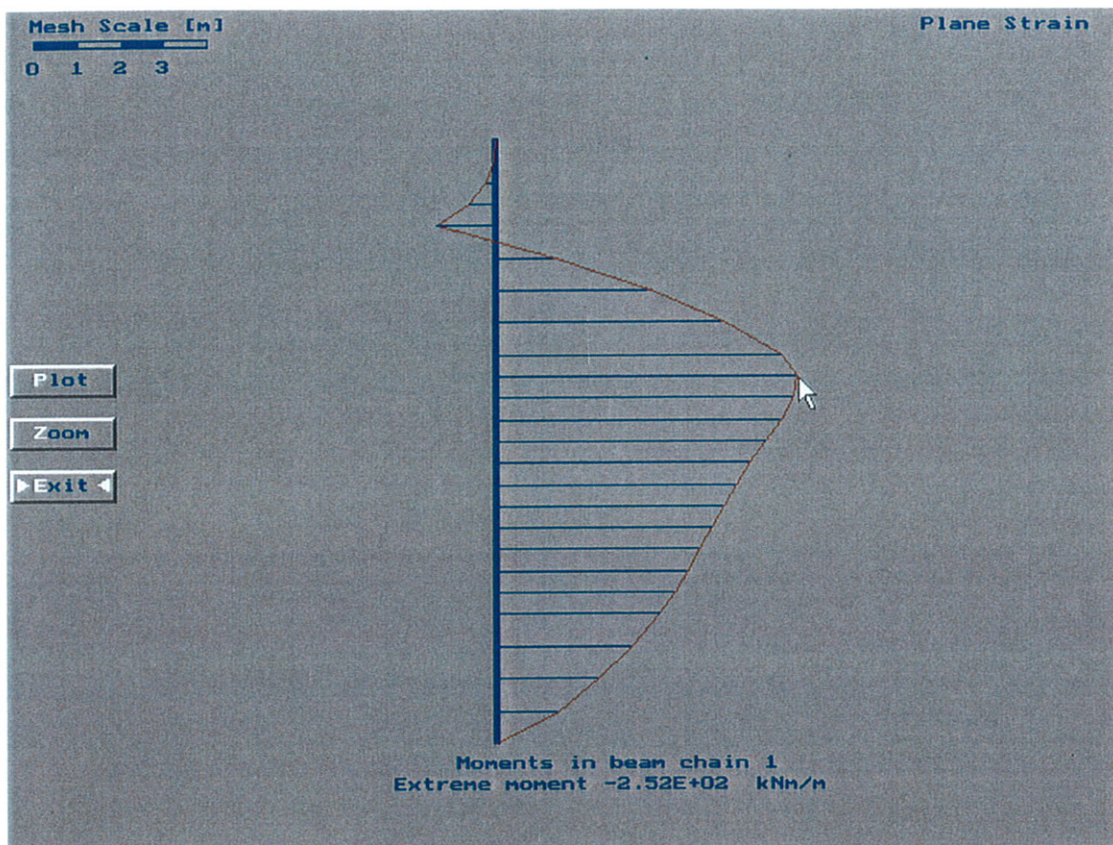


Fig. 8a. Spont med KC-pelare -Böjmoment vid sponten, Odränerande beräkning

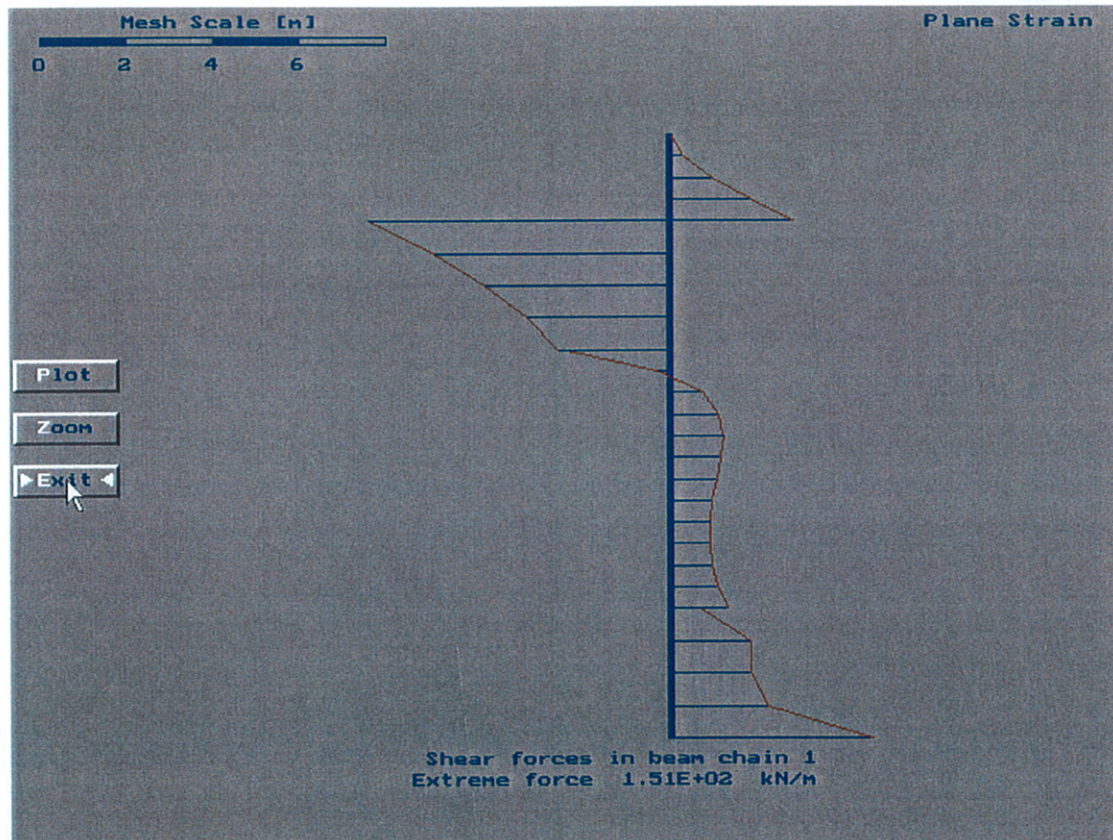


Fig. 8b. Spont med KC-pelare -Sjuvkraft vid sponten, Odränerande beräkning

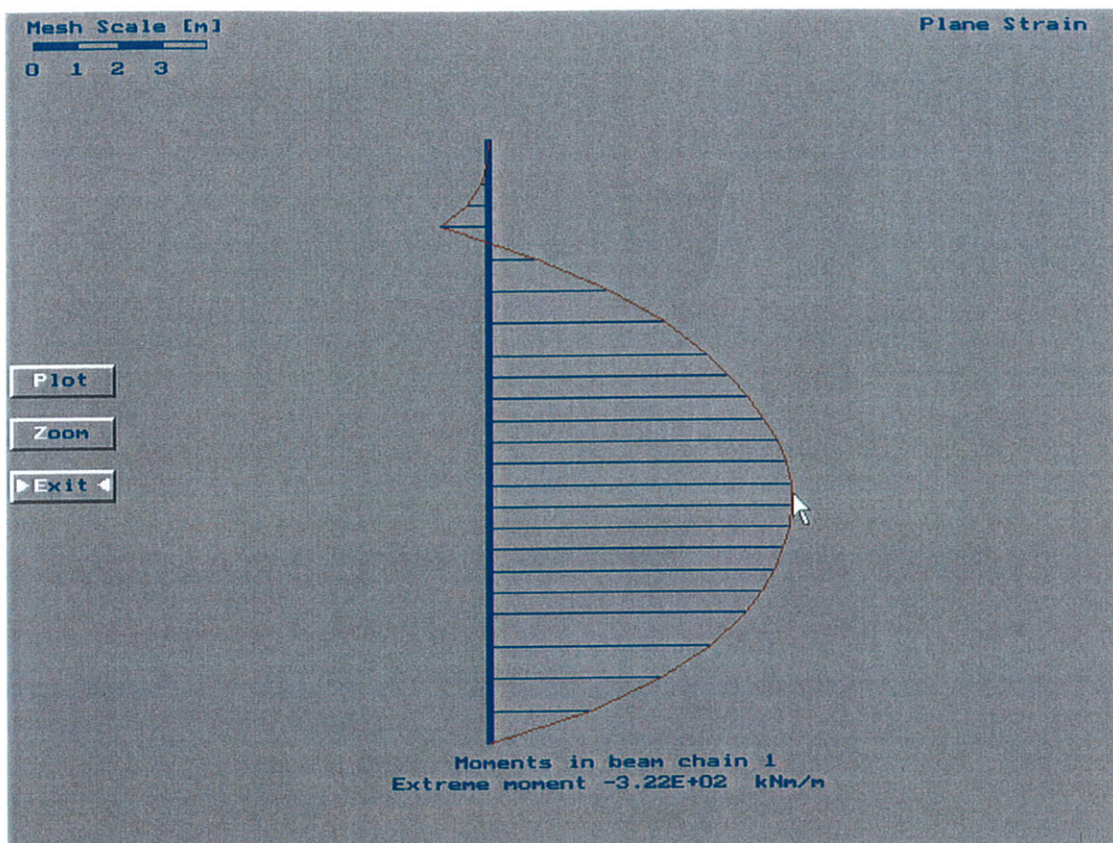


Fig. 9a. Spont utan KC-pelare -Böjmoment vid sponten, Odränerande beräkning

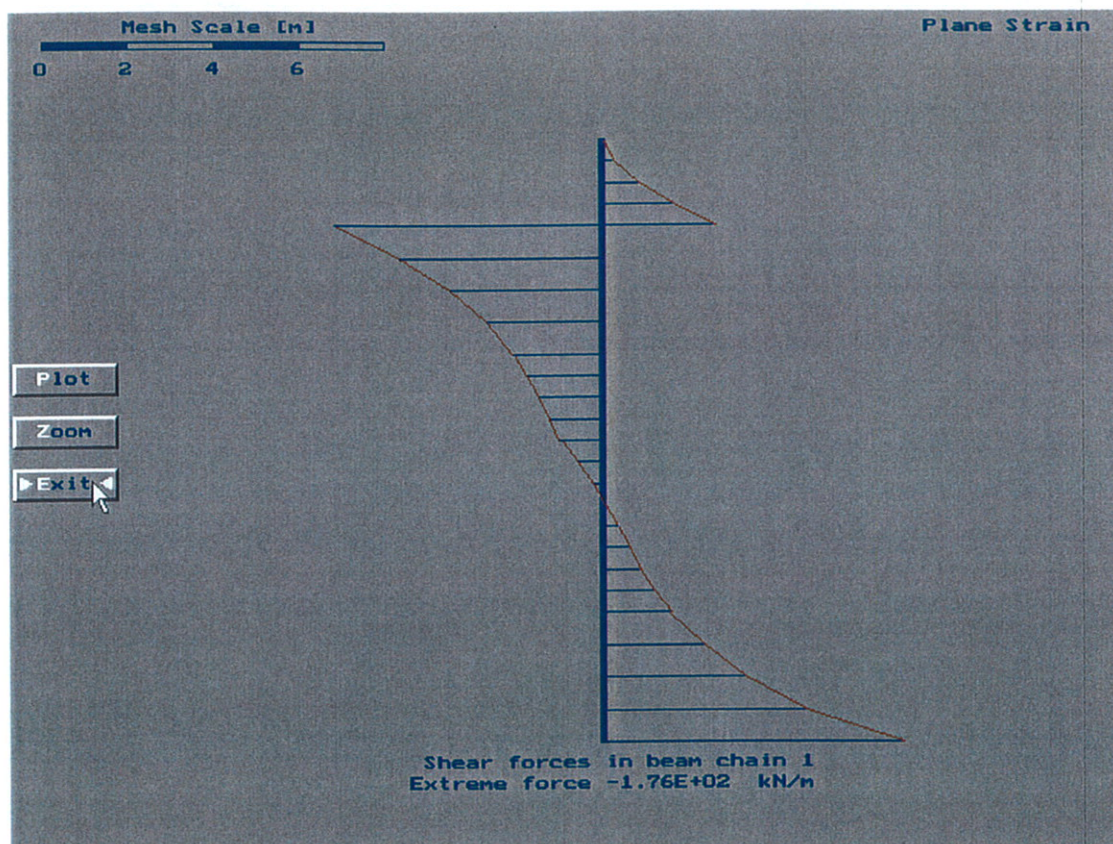


Fig. 9b. Spont utan KC-pelare -Sjuvkraft vid sponten, Odränerande beräkning

## 5. SLUTSATSER

Den numeriska analysen som utförs med PLAXIS har syftat till att ge bättre förståelse för hur jordrörelse sker med arbetssponten vid Filipstad Brygge i Oslo i två fall: spont med och utan jordförstärkning av KC-pelare.

Från beräkningsresultaten, kan man se att användning av KC-pelare leder till häftig minskning i jordrörelse: både horisontella och vertikala rörelser minskar mellan 45 till 55%. Vid schaktbotten, minskar hävningar nära sponten (området med kalkcementförstärkning) häftigt till 80÷95%, medan vid långt avstånd från sponten (området utan kalkcementförstärkning) minskar endast 15%. I jämförelse med spont utan KC-pelare, har sponten med KC-pelare 20÷65% mindre böjmoment och 15÷40% mindre skjuvkraft. Staglasten vid spont med KC-pelare är ca 5÷20% mindre än den vid spont utan KC-pelare.

Beräkningsresultaten stämmer inte överens så bra med utmättningsresultaten som visas i Bilaga C. Detta kan förklaras med följande: 1) den tunneln, som beskyddar jord och sponten mot sidorörelse, har inte stimulerats i analysen; 2) jord-egenskaperna utvärderas inte från de geotekniska undersökningsresultaten, utan är antagna. Emellertid, visar beräkningsresultaten tydligt att KC-pelare är mycket effektiva på att minska såväl jordrörelser och krafter i spont och stag.

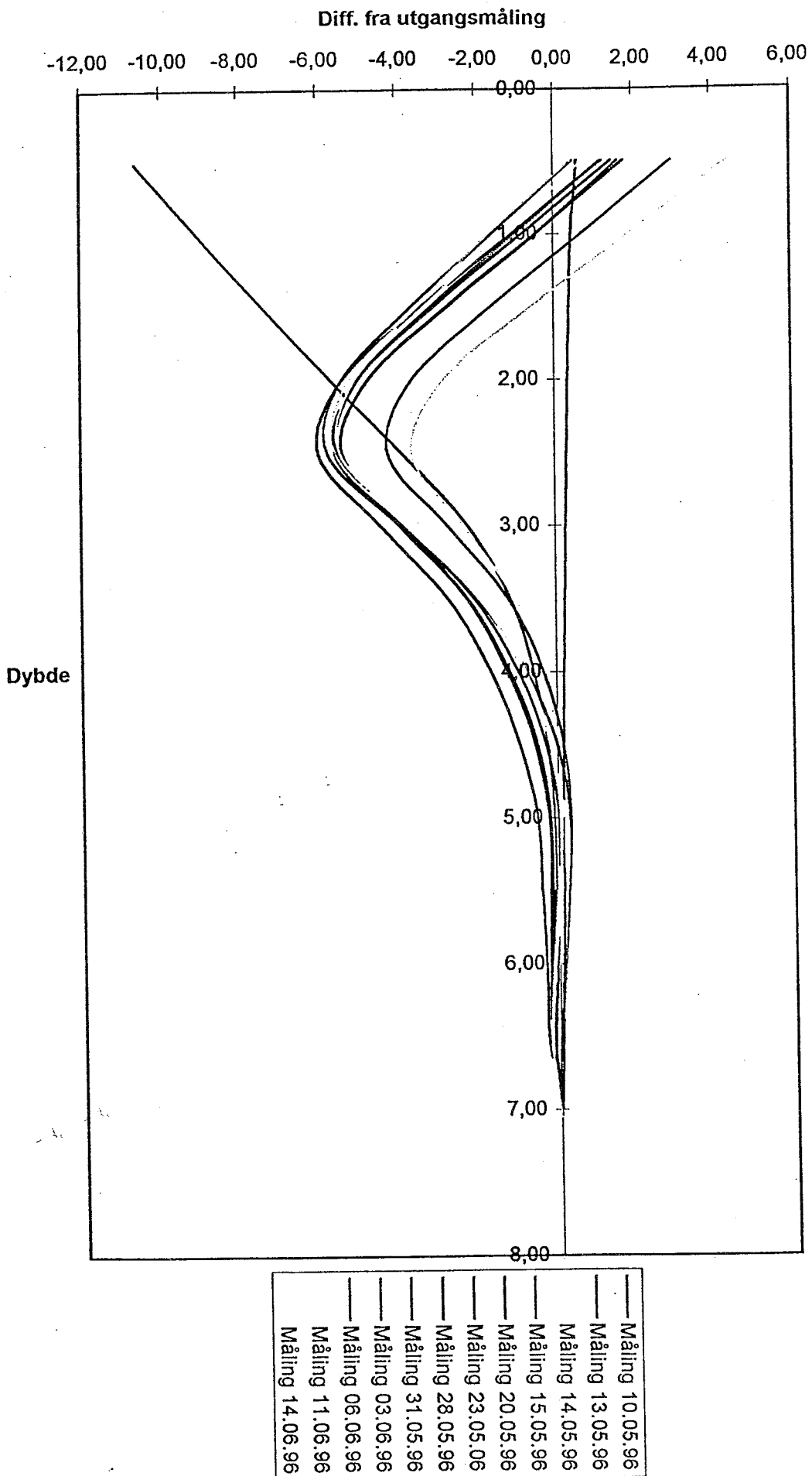
## 6. REFERENSER

- Holm, G., Nyberg, M., Dehlbom, B. (1996). Svensk Djupstabilisering - Branschgemensam FoU-satsning på djupstabilisering med kalk-cementpelare. Proc. NGM-96, Reykjavik, s 297-301.
- Liedberg, S., Baker, S., Smekal, A. (1996). Samverkan mellan kalkcementpelare och lera. Proc. NGM-96, Reykjavik, s 297-301.
- Phung Duc Long & Bredenberg, H. (1995). PLAXIS - ett effektivt beräkningsprogram för geotekniker. Bygg & Teknik, nr 8, December.
- Phung Duc Long (1995a). PLAXIS - ett nytt avancerat beräkningsprogram för geodimensionering på Stabilator. FoU Information nr 1, Stabilator AB, Kungsbacka.
- Phung Duc Long (1995b). Excavation with ring sheet-piling wall in Moscow - Analysis using PLAXIS. Stabilator AB, Kungsbacka.
- Phung Duc Long (1996a). Dubbeltunneln i Norra Länken (Stockholm Ringen)- En numerisk analys med PLAXIS. Stabilator AB, Kungsbacka.
- Phung Duc Long (1996b). Spont för dubbeltunneln i Norra Länken (Stockholm Ringen)- En numerisk analys med PLAXIS. Stabilator AB, Kungsbacka.
- Vermeer, P.A. et al. (1995). PLAXIS (Finite element code for soil and rock plasticity), Version 6.0 - User's manual. A.A.Balkema, Rotterdam.

**Bilaga A. Spontens rörelser - Utmätningresultat.**

Diagr1

# UNI Storebrand. Inclinometermåling. Kanal 1.



## **Publikationer utgivna av Svensk Djupstabilisering**

### **Arbetsrapport**

- |          |                                                                                                                  |             |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1</b> | <b>Arlandabanan, Norra Böjen. Sättningar hos järnvägsbank på kc-pelare</b><br>Ulf Stjerngren, Jacobson & Widmark | <b>1998</b> |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|

### **Rapport**

- |          |                                                                                                                                   |             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1</b> | <b>Erfarenhetsbank för kalk-cementpelare</b><br>Torbjörn Edstam                                                                   | <b>1997</b> |
| <b>2</b> | <b>Kalktypens inverkan på stabiliseringsresultatet. En förstudie</b><br>Helen Åhnberg & Håkan Pihl                                | <b>1997</b> |
| <b>3</b> | <b>Stabilisering av organisk jord med cement- och puzzolanreaktioner</b><br>Karin Axelsson, Sven-Erik Johansson & Ronny Andersson | <b>1998</b> |



**Svensk Djupstabilisering**

c/o SGI, 581 93 Linköping  
Tel: 013-20 18 61, Fax: 013- 20 19 13  
<http://www.sgi.geotek.se/sd.htm>