



SPÅRVAGNSDEPÅ RINGÖN

Etapp 2

g - PROJEKTERINGS PM GEOTEKNIK

ETAPP 1B – FUNKTIONSHANDLING

ETAPP 2 – SYSTEMHANDLING

Handläggare/upprättad av (konsult)	Granskad av (konsult)	Godkänd av (TA konsult)
Henrik Cullin/Sweco Civil AB	Tomas Bennet/Sweco Civil AB	Per Lager/Sweco Civil AB
Handläggare (beställare)	Granskad av (beställare)	Godkänd av (beställare)

Datum	Utgåva	Orsak till revidering	Upprättad av
2017-01-31	1.1	Kompletteringar enligt planerat	Henrik Cullin/Sweco Civil AB

PROJEKTERINGS PM GEOTEKNIK

Trafikkontoret Göteborgs Stad

Spårvagnsdepå Ringön – Etapp 1B och 2

Geoteknisk undersökning

Uppdragsnummer 7501892 och 7501981

Projekterings PM Geoteknik

Diarienummer 3351/16



SYSTEMHANDLING

GÖTEBORG

2017-01-31

Sweco Civil AB

Geoteknik, Göteborg

1	Objekt	5
2	Underlag för projekteringen	5
3	Styrande dokument	6
4	Geotekniska förutsättningar	6
4.1	Områdets historia	6
4.2	Området idag	6
4.3	Topografi och ytbeskaffenhet	7
4.4	Geotekniska förhållanden	8
4.4.1	Jordlagerföljd	8
4.4.2	Egenskaper	9
4.4.3	Hydrogeologiska förhållanden	10
4.5	Valda värden	11
4.5.1	Tunghet, effektiv tunghet och skjuvhållfasthet	11
4.5.2	Deformationsegenskaper	14
4.5.3	Övriga egenskaper	16
5	Geotekniska problemställningar	18
5.1	Grundläggning	18
5.2	Sättningar	18
5.3	Stabilitet	19
5.4	Schakt	19
5.5	Upplyft	19
5.6	Omgivningspåverkan	19
6	Analys	20
6.1	Allmänt	20
6.2	Stabilitet	21
6.2.1	Förutsättningar	21
6.2.2	Laster	23
6.2.3	Beräkningar	23
6.3	Sättningar	24
6.3.1	Analys av rådande spänningstillstånd i jorden	24
6.3.2	Förutsättningar	25
6.3.3	Laster	28
6.3.4	Beräkningar	30
6.4	Pålning	35
6.4.1	Förutsättningar	35
6.4.2	Laster	36
6.4.3	Beräkningar	38
7	Sammanfattning	40

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Bilagor

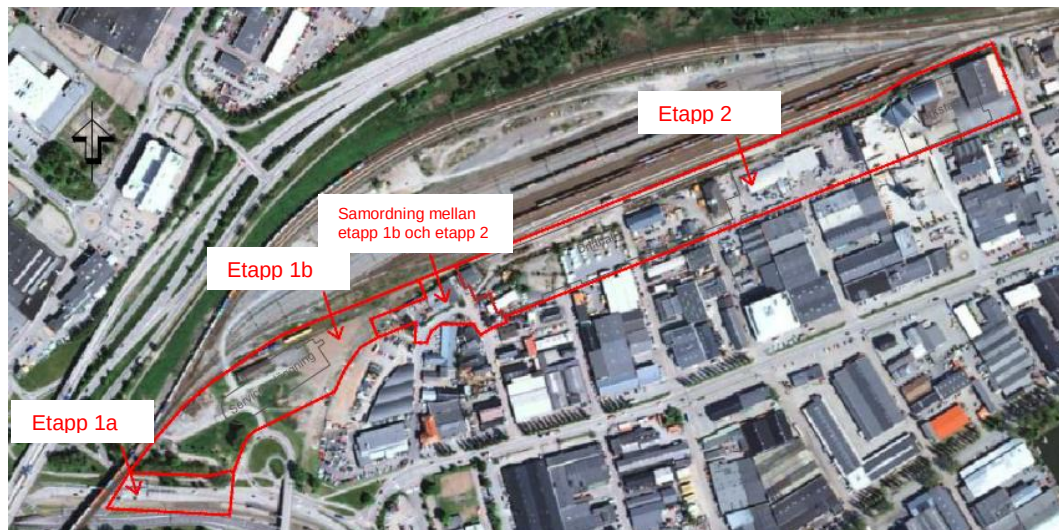
- 1 Sammanställning av uppmätta portryck och grundvattennivåer samt vald portrycksfördelning
- 2 Sammanställning av valda värden för lerans egenskaper
- 3 Stabilitetsberäkning
- 4 Spänningsanalys
- 5 Sättningsberäkning - Drifthall
- 6 Sättningsberäkning - Spårrområden

1 Objekt

På uppdrag av BBH Arkitekter och Ingenjörer har Sweco med flera konsulter upprättat en systemhandling för en samverkansentreprenad gällande uppförande av en ny spårvagnsdepå på Ringön, Hisingen i centrala Göteborg.

Området som omfattas av spårvagnsdepån är ca 100 000 kvm stort och ligger ca 500 m norr om Göta Älv och begränsas i norr av Kville bangård, i sydväst av Hjalmar Brantingsgatan och i öster av Ringömotet. Anläggningen skall byggas i Göteborgs stad, Trafikkontorets regi och omfattar 3 byggnader, spårområden (såväl i som utanför byggnaderna), parkeringsyta samt en ny lokalväg.

Uppförandet av spårvagnsdepån utgörs av olika etapper; etapp 1a och 1b samt etapp 2. Etapp 1a innefattar anslutningen till befintligt trafikerat spår, etapp 1b omfattar en enklare byggnad med skärmtak samt tillhörande spår. Etapp 2 omfattar drifthall, verkstadshall samt spår och parkeringsyta. Denna utrednings-PM behandlar etapp 1b och etapp 2 (se figur 1) och innehåller geotekniska förutsättningar, analyser, beräkningar samt förslag på byggtkniska lösningar och geotekniska åtgärder.



Figur 1 Etappindelning

2 Underlag för projekteringen

Undersökningar som ligger till grund för denna Projekterings-PM redovisas i handling g-BS101 "Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Spårvagnsdepå Ringön, Etapp 1b och 2", Sweco Civil AB, daterad 2016-12-22, som upprättats i samband med detta projekt.

3 Styrande dokument

Nedan listas styrande dokument för aktuellt projekt:

- Anläggnings AMA 13
- Teknisk Handbok (TH 2016:2), Göteborgs Stad Trafikkontoret
<<http://th.tkgbg.se>>
- IEG – Rapport 6:2008, Rev1 (Slänter och bankar)
- IEG – Rapport 8:2008, Rev 2 (Pålgrundläggning)
- Pålkommisionens rapport 100 (Kohesionspålar)

4 Geotekniska förutsättningar

Alla undersökningar som utförts i samband med denna utredning redovisas i sin helhet i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) (handling g-BS101). Där redovisas även tidigare utförda undersökningar som beaktats i detta projekt.

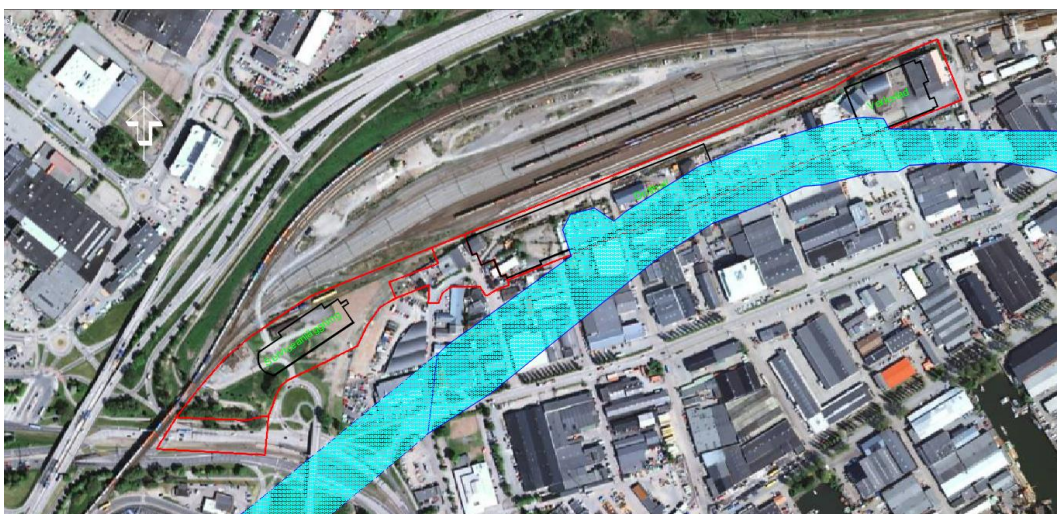
4.1 Områdets historia

Hela Ringön, och mycket därtill, var i början av 1800-talet ett vassområde som låg helt under vatten. Området benämndes Tingstadsvass. Vattendjupet var dock bara någon meter. Omkring 1870-talet framkom ett behov av att skapa mer hamnområden i Göteborg. Detta gjorde att man muddrade Göta Älv, och med dess muddermassor fyllde man ut Tingstadsvass. Efter att Tingstadsvass fylldes ut, grävdes en ringformad kanal i det nya landområdet och skapade en slags ringformad ö, därav namnet Ringön.

Kanalens syfte var att medelstora transportfartyg skulle använda sig av den för lastning och lossning, men kanalen kom tillslut istället att hindra verksamheten på Ringön. En successiv igenfyllning av kanalen påbörjades omkring 1930-talet och den sista delen fylldes igen så sent som 1958. Uppgifter om vilka massor som användes vid kanalens igenfyllning saknas.

4.2 Området idag

Hela den aktuella entreprenaden ligger på det uppfyllda området som tidigare var vassområde och låg under vatten. Delar av entreprenaden sammanfaller med tidigare läge av Ringkanalen, se figur 2.



Figur 2 Området med ungefärligt läge av den igenfyllda Ringkanalen

Området består idag främst av två områdestyper; bangårdsområde i norr och i övrigt småskalig industriell verksamhet (som i skrivandets stund håller på att avvecklas med flera rivna byggnader som följd). Exempel på industriell verksamhet som har bedrivits, eller bedrivs, är verkstadsindustrier, bilvårdsanläggningar, bilskrotar, virkesupplag, asfaltsverk, ytbehandlingsverksamhet, betongindustri etc.

4.3 Topografi och ytbeskaffenhet

Större delen av området är platt med nivåer omkring +3 till +4,5, (där den högre nivån gäller i öster) men i den sydvästra delen faller markytan något brantare från ca +3 till ca -1, nere vid Hjalmar Brantingsgatan som alltså ligger under havsnivå.

Stor del av området täcks av byggnader, men i övrigt utgörs största delen av marken av asfalterade ytor. Byggnader håller i dagsläget på att rivas. Marken inne på bangårdsområdet (som omfattas av projektet) utgörs främst av grusade ytor, men även makadambelagda områden finns. Marken som omfattas av etapp 1b utgörs främst av grusade ytor där ogräs och låg vegetation dominerar. Delar av detta område är bevuxna med sly. Träd finns enbart i anslutning till Hjalmar Brantingsgatan.

Berget går i dagen på ett ca 10 kvadratmeter stort område precis utanför arbetsområdet vid den östra kortsidan. Bergknallen är ca 0,5-1 m högre än omgivande mark som ligger på nivå +5,4, dvs bergytan är ca +5,9 till +6,4.

4.4 Geotekniska förhållanden

4.4.1 Jordlagerföljd

Nedanstående jordlagerföljd råder i stort sett i hela området, men allra längst österut i närheten av berg i dagen råder mycket lokalt helt avsaknad av lerlager.

Jordlagerföljden inom området är från markytan och nedåt:

- Fyllning
- Lera
- Friktionsjord
- Berg

Fyllning

Fyllnadsmäktigheten i området varierar mestadels mellan ca 2 – 4, m. Generellt utgörs jorden ovanför nollnivån av fyllnadsmassor. Största delen av fyllnadsmassorna ovan den tidigare älvbottennivån (nivå 0) utgörs av muddermassor från Göta älv. Muddermassorna utgörs generellt av lera med varierande innehåll av silt, sand och gyttja. Även snäckskal och växtdelar förekommer. Muddermassorna skiljer sig något från underliggande naturligt avsatta lerlager genom sin inhomogenitet, dvs på grund av omlagringen och den varierande graden av silt-, gyttje- och sandinnehåll varierar dess egenskaper såsom vattenkvot och skjuvhållfasthet betydligt mer än underliggande lerlager. Det tycks förefalla så att muddermassorna längst österut i området är mindre leriga och istället ibland har sand eller silt som huvudord. Värt att notera är att muddermassorna vid jordartsbestämningen i såväl fält som lab ofta saknar notering om att det handlar om fyllnadsmassor.

Ovanpå muddermassorna återfinns oftast ett lager med sandigt grus eller grusig sand som fungerar som det bärkraftigare jordlagret. Detta lager varierar i mäktighet mellan ca 1 – 3 m. I denna fyllning har det påträffats bitar av asfalt och tegel, trä, järnskrot och övrigt byggavfall. Det är många gånger svårt att avgöra vad som är muddermassor och vad som är fyllning ovan muddermassorna. Överst återfinns generellt någon decimeter vegetationsjord, alternativt asfaltsbeläggning.

De borrhäls punkter som sammanfaller med tidigare läge av Ringkanalen visar dock på avsaknad av muddermassor, men istället återfinns en större fyllnadsmäktighet på ca 5 - 7 m. Fyllningen här är av högst varierande innehåll och huvudordet varierar från lera till grus. Andelen övrigt material är påtagligare här och tegel-, trä-, glas-, betong- och övriga byggrester har påträffats i de flesta provtagningspunkter längs den igenfyllda kanalen.

Markens föroreningsgrad har undersökts, och på många ställen har både starka lukter och färgnyanser påträffats i jordmassorna. Se MUR/Miljö (handling N-BS101) för utförligare beskrivning.

Diverse skrot och rester finns i fyllnadsmassorna i allmänhet, och i den igenfyllda kanalen i synnerhet och enligt tidigare utredningar har även rustbäddar och trävirke påträffats.

Lera

Detta jordlager utgörs av den naturligt avsatta leran vars mäktighet i området varierar stort. Från att bara vara någon meter mäktigt längst i öster (nära berg i dagen) till att vara över 75 m mäktigt längre västerut. Tidigare utredningar visar på sonderingar med lermäktigheter över 100 m nära det aktuella området. Generellt har de djupare sonderingarna i detta projekt avbrutits på 70 m djup om inget underliggande jordlager har påträffats. Ritning g00-100.1-21-002 visar lerlagrets ungefärliga mäktighet.

I lerlagrets översta 0,3 m (gränsen mellan lerlagret och muddermassorna), på nivån ca -0,3 återfinns generellt ett torvliknande skikt bestående av delvis förmultnade vassrester och andra växtdelar, vilket härstammar från den tidigare vassbeklädda älvbotten. Skiktet syns också i sonderingarna då sonderingsmotståndet är något högre precis vid skiktet. Under detta torvskikt följer ett par meter (1- 2 m) lera med något större gytteinnehåll.

Därunder är leran homogen och inga vattenförande skikt tycks förekomma. Leran är ställvis siltig, gyttig eller sandig. På djup större än ca 10 m är leran generellt sulfidfläckig eller sulfidmelerad.

Friktionsjord

Jordlagret är inte närmre undersökt, dvs ingen provtagning är utförd, men sonderingar visar att det i vissa fall är mer än 15 m mäktigt. Lagringstätheten tycks variera mycket, och hejarsonderingar i läget för verkstadsbyggnaden visar på en ganska lös lagring i den översta delen av jordlagret och pålar måste troligtvis drivas långt ned i friktionsjorden innan tillräckligt spetsmotstånd är uppnått.

Berg

Sonderingar till berg har enbart gjorts vid ett fåtal borrhäls punkter i östra delen av området. Sonderingar visar att bergytan faller åt väster. I läget för verkstadsbyggnaden ligger bergytan på ungefär mellan 20 och 35 m djup, dvs ungefär nivå -15 till -30. För övriga byggnader kan enbart konstateras att bergytan ligger djupare än 70 m djup, i någon punkt djupare än 90 m. I närliggande områden har tidigare djupa sonderingar utförts, vilka också har avbrutits innan berg har nåtts. Vissa av dessa närliggande sonderingar har drivits över 100 m utan att berg har påträffats.

4.4.2 Egenskaper

Fyllning

Skruprovtagning visar att den naturliga vattenkvoten varierar mellan ca 10 och 120 %, där de lägre värdena (ca 10 – 40 %) avspeglar de jordlager med mindre inblandning av ler och/eller gytta. Muddermassorna, och övrig fyllning med större ler och/eller gytteinnehåll har en vattenkvot på ca 40 – 90 %. Det torvliknande skiktet som ofta återfinns mellan muddermassorna och den naturligt avsatta leran har en vattenkvot omkring 100 %.

För fyllningen finns enbart ett litet urval att tillgå gällande konflytgräns, då laboratoriet och geoteknikern i samråd bestämde att begränsa denna undersökningsmetod till enbart prov som ej tyder på betydande föroreningsgrad. Detta resulterade i mycket få

konflytgränsvärden (utförs också enbart för lera eller möjligtvis silt) dock var värdet för dessa samlat kring 70, vilket ligger ungefär mitt i intervallet för uppmätta värden för underliggande lerlager.

Inga densitetsmätningar finns att tillgå i fyllningen.

Muddermassorna kan hänföras till materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4, medan fyllningen ovan muddermassorna tillhör materialtyp 3B och tjälfarlighetsklass 2.

Lera

Kolvprovtagning i lera har utförts i 3 borrhål, men ytterligare 3 tidigare kolvprovtagningar i lera finns att tillgå i området. Dessutom har skruvprovtagning utförts i det naturligt avsatta lerlagret i några borrhål. Laboratorieundersökningar visar att lerans densitet varierar mellan ungefär 1,45 t/m³ till 1,7 t/m³.

Den naturliga vattenkvoten varierar mellan 50 och 100 %, där de höga värdena (ca 80-100) återfinns ned till ca 15-20 m djup. Nedanför detta djup ligger värdena omkring 50 - 70 %. Lerans konflytgräns varierar mellan ca 55 – 90 % och följer ungefär samma trend som vattenkvoten. Generellt gäller att med ett större gyttjeinnehåll ökar vattenkvoten och konflytgränsen, och med ett större silt- och/eller sandinnehåll minskar vattenkvoten och konflytgränsen.

I områdets östra del (verkstadsbyggnaden) är både vattenkvot och konflytgräns något lägre än för resterande del av området. Här är både vattenkvot och konflytgräns ca 50-60 %.

Den odränerade skjuvhållfastheten har undersökts med hjälp av vingförsök, fallkonförsök, CPT-sonderingar samt direkta skjuvförsök. En relativt liten spridning av resultaten har erhållits. Skjuvhållfastheten är mycket låg i den övre delen, och ökar sedan mot djupet.

Lera är mellansensitiv. Det finns sannolikt ej kvicklera inom området då provtagningspunkterna är relativt utspridda i området och inga sensitivitetsvärden över 30 har erhållits.

Lerans deformationsegenskaper är utvärderade från CRS-försök utförda i detta projekt, men även från tidigare utförda försök i området. Totalt finns CRS-försök att tillgå i 5 borrhål i området. Försöken är utförda på utspridda nivåer, allt från 3 m djup till 40 m djup och sammanlagt finns ca 35 försök att tillgå. Lera är normalt- till lätt överkonsoliderad med överkonsolideringsgrad (OCR) generellt mellan 1,0 och 1,3.

Lera tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4.

I kapitel 4.5 redovisas samtliga valda värden för lerans egenskaper.

4.4.3 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattennivån i övre akvifären varierar med årstid och nederbörds mängd och bedöms variera mellan 0,5 – 2,5 meter under markytan. Mätningar utförda nära Hjalmar Brantingsvägen, som ligger på lägre nivå än det övriga området, uppvisar en grundvattenyta på det större djupet, dvs ca 2,5 m under marken. Detta motsvarar en nivå på ca -1, dvs under nivån för Göta älv.

Utförda portrycksmätningar visar att hydrostatiskt portryck råder genom hela lerprofilen med undantag för området längre österut (verkstadsbyggnaden) där istället ett tryck något lägre (ca 9 kPa/m) än hydrostatiskt råder.

I den undre akvifären, dvs i friktionsjorden under lerlagret, har en grundvattenmätning utförts i läget för verkstadsbyggnaden och trycknivån där sammanfaller med motsvarande grundvattenyta i övre akvifären. Således råder inget artesiskt vattentryck. I bilaga 1 återfinns diagram där uppmätta vattentryck/portryck redovisas i diagram tillsammans med vald portrycksfördelning.

4.5 Valda värden

I följande delkapitel redovisas, de valda värden (X_{vald}) som använts för beräkningar inom ramen för detta projekt. I bilaga 2 redovisas härledda värden samt valda värden för respektive egenskaper i diagramform.

4.5.1 Tunghet, effektiv tunghet och skjuvhållfasthet

Då egenskaperna skiljer sig något åt för verkstadsdelen jämfört med övrig mark i området finns en separat tabell för verkstadsdelen. Den odränerade skjuvhållfastheten i tabellerna nedan är vald utifrån en sammanställning där värdena är korrigerade med avseende på flytgräns. I bilaga 2 redovisas även en sammanställning (och valt värde) över den odränerade skjuvhållfastheten där enbart okorrigerade vingförsök finns med. Denna sammanställning och dess valda värde används vid beräkning av en påles geotekniska bärformåga, se kapitel 6.4.

Tabell 1 Sammanställning av valda egenskaper.

Ca Djup [m]	Jordlager	Materialegenskap	X_{vald}
0 till varierande	Fyllning F: saGr/grSa	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	18 kN/m ³ 10 kN/m ³ 35°
varierande till 3-4	Fyllning (Muddermassor) F: siLe/saLe/gyLe	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u	15,5 kN/m ³ 5,5 kN/m ³ 12,5 kPa
varierande till 5	Lera Le	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u	15,5 kN/m ³ 5,5 kN/m ³ 12,5 kPa
5 till 10	Lera Le	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u	15,5 kN/m ³ 5,5 kN/m ³ 12,5+1,17×z ¹ kPa
10 till 17	Lera Le	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u	15,2 kN/m ³ 5,2 kN/m ³ 12,5+1,17×z ¹ kPa
17 till uk lera	Lera Le	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u	16,3 kN/m ³ 6,3 kN/m ³ 12,5+1,17×z ¹ kPa

¹ Där z räknas från 5 meters djup under markytan.

<i>uk lera till berg</i>	<i>Friktionsjord Fr</i>	<i>Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Friktionsvinkel², ϕ'</i>	<i>18,5 kN/m³ 8,5 kN/m³ 38°</i>
------------------------------	-----------------------------	---	---

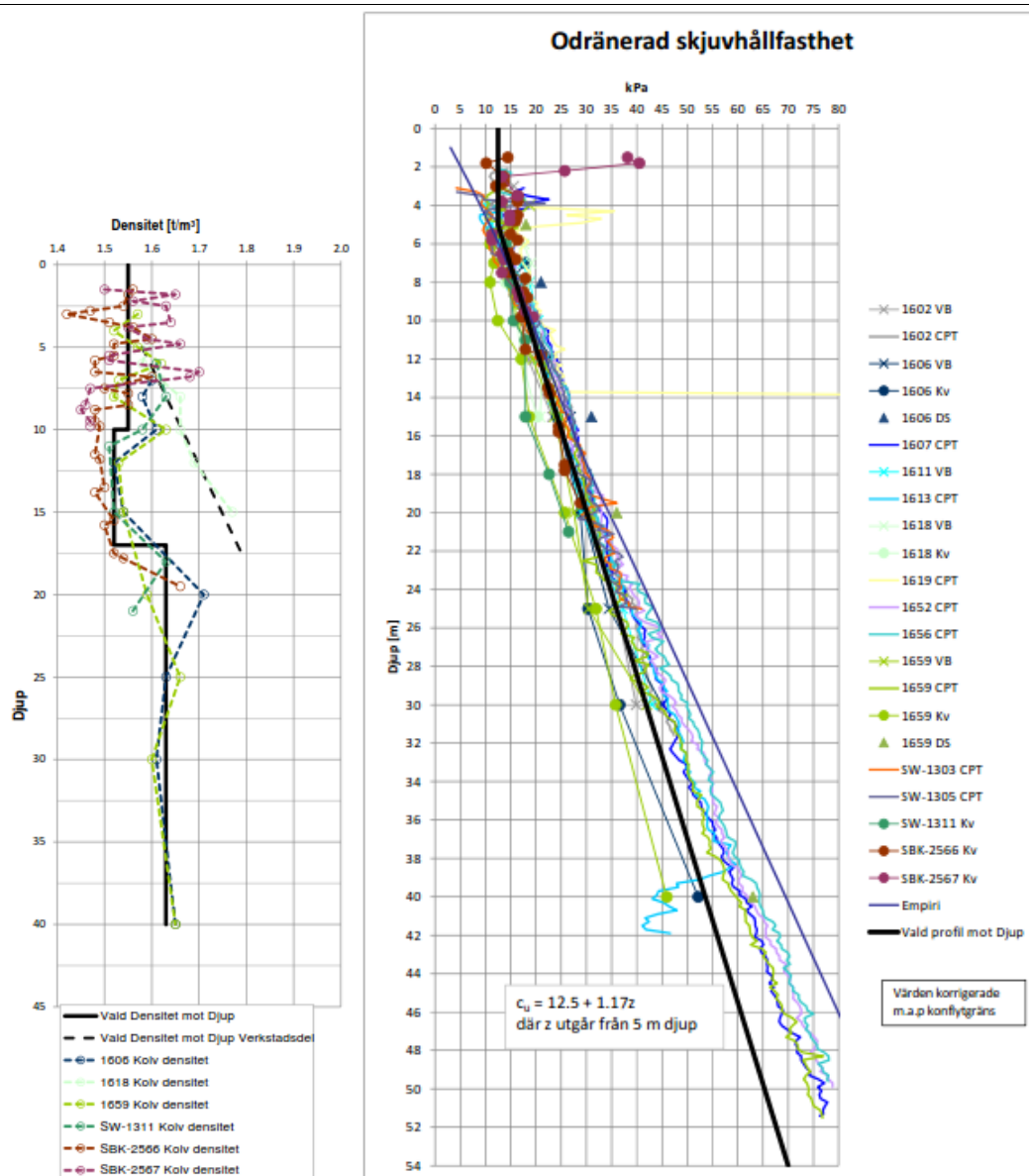
² Friktionsvinkeln är utvärderad från CPT-sondering

Tabell 2 Sammanställning av valda egenskaper - Verkstadsbyggnad

Ca Djup [m]	Jordlager	Materialegenskap	X _{vald}
0 till varierande	Fyllning F:saGr/grSa/leSi	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	18 kN/m ³ 10 kN/m ³ 35°
varierande till 5	Fyllning (Muddermassor) F: siLe/saLe/gyLe	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u	15,8 kN/m ³ 5,8 kN/m ³ 12,5 kPa
5 till uk lera	Lera Le	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u	15,8+0,17×z ¹ kN/m ³ 5,8+0,17×z ¹ kN/m ³ 12,5+1,17×z ¹ kPa
uk lera till berg	Friktionsjord Fr	Tunghet, γ Effektiv tunghet under GW, γ' Friktionsvinkel ² , ϕ'	18,5 kN/m ³ 8,5 kN/m ³ 38°

För samtliga lerlager, inklusive muddermassorna, gäller att skjuvhållfastheten vid dränerade förhållanden kan antas ha en friktionsvinkel på 30 grader och ett kohesionsintercept på 10 % av den odränerade skjuvhållfastheten listad i tabellerna ovan.

I figur 3 nedan återfinns diagram med härledda och valda värden för densitet och odränerad skjuvhållfasthet. För den odränerade skjuvhållfastheten gäller att värden är korrekterade med avseende på flytgräns.

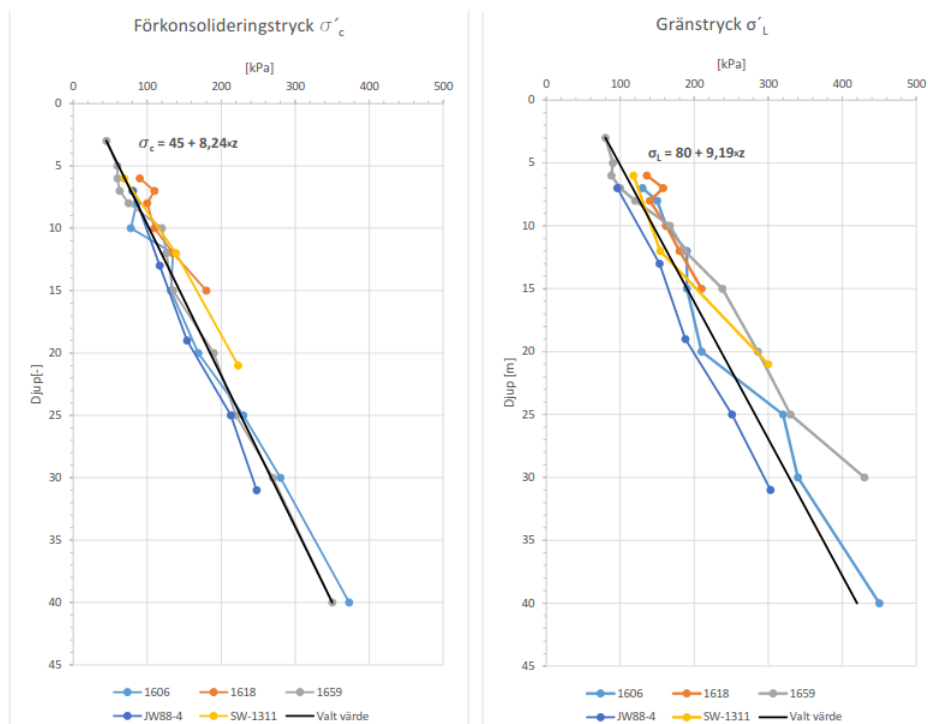


Figur 3 Härladda och valda värden för densitet (t.v) och odränerad skjuvhållfasthet (t.h)

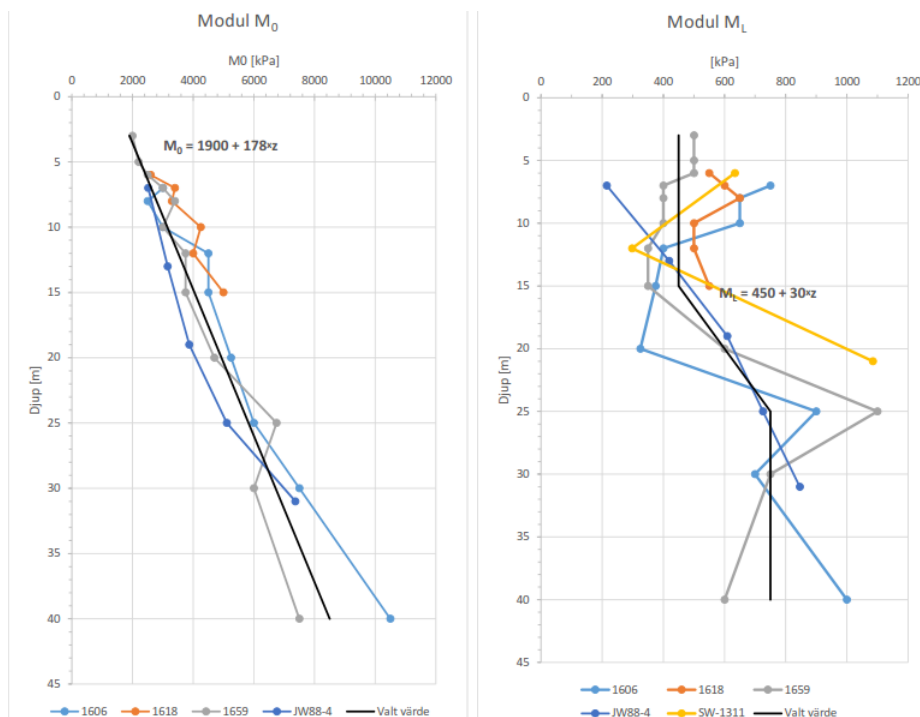
4.5.2 Deformationsegenskaper

Härladda värden från CRS-försök på den naturligt avsatta lerans förkonsolideringstryck (σ'_c), gränstryck (σ'_L) och kompressionsmodulens olika värden (M_0 , M_L och M') återfinns i figur 4 - 6 nedan tillsammans med valda värden för respektive egenskap. Parametrarna

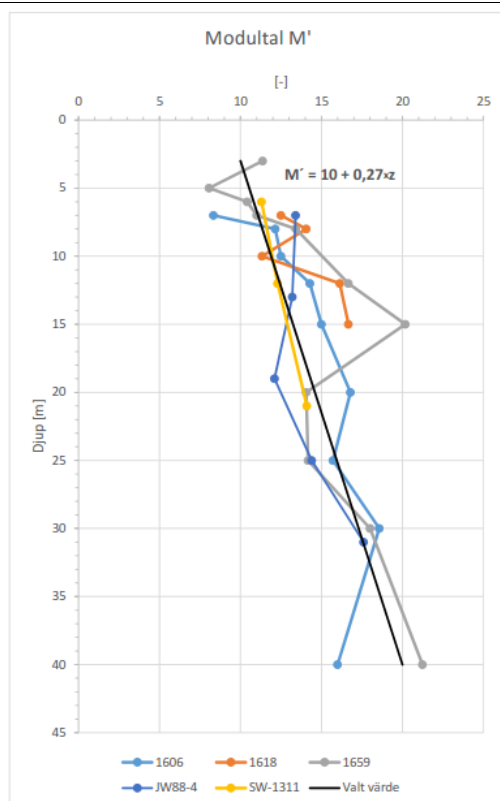
För samtliga valda värden i diagrammen där en förändring råder med djupet (z) utgår z från djupet 3 m under markytan. Dock med undantag av modulen M_L där istället z utgår ifrån djupet 15 m.



Figur 4 Härladda och valda värden för förkonsolideringstryck (t.v) och gränstryck (t.h)



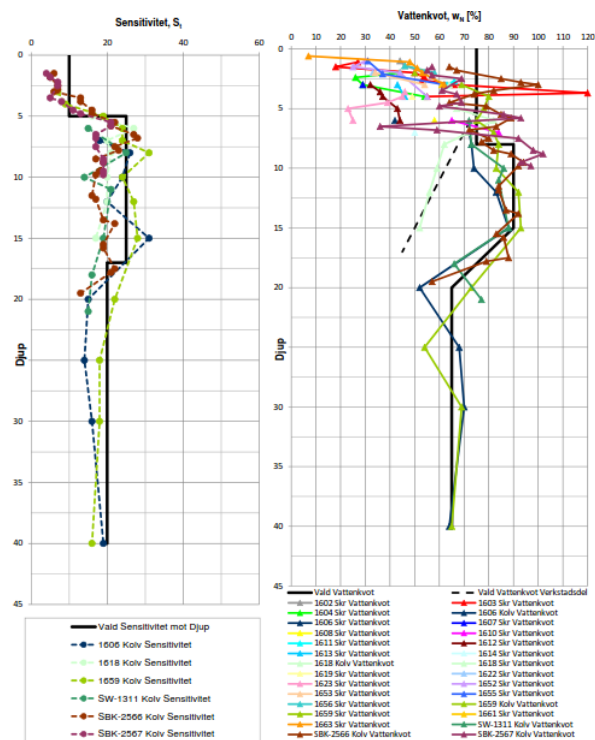
Figur 5 Härladda och valda värden för M_0 (t.v) och M_L (t.h)



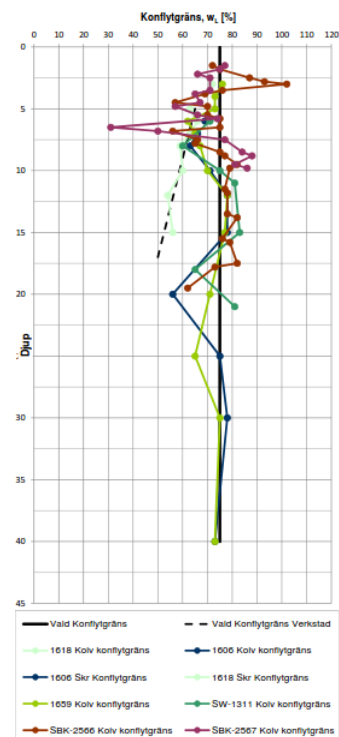
Figur 6 Härladda och valda värden för modultalet M'

4.5.3 Övriga egenskaper

I figur 7 - 8 återfinns härladda och valda värden för sensitivitet, naturlig vattenkvot och konflytgräns.



Figur 7 Härlädda och valda värden för sensitivitet (t.v) och naturlig vattenkvot (t.h)



Figur 8 Härlädda och valda värden för konflytgräns

5 Geotekniska problemställningar

5.1 Grundläggning

Då leran är känslig för större belastning, vilket byggnaderna kan medföra, föreslås att byggnadernas last förs ned djupare i jorden med hjälp av pålar, dvs pålgrundläggning föreslås för samtliga byggnader.

Undersökningarna visar på lerdjup större än 70 m i läget för skärmtaksbyggnaden och drifthallen, medan lerdjupen är ca 10-30 i läget för verkstadsbyggnaden. Med ledning av detta förslås att skärmtaksbyggnaden och drifthallen grundläggs med mantelburna kohesionspålar och verkstadsbyggnaden grundläggs med spetsburna pålar där pålarna står på bärkraftigt friktionsjordlager eller berg under lerlagret.

För kohesionspållning är praxis att den geotekniska bärförmågan räknas fram utifrån vald beräkningsmodell. Vidare bestämmer konstruktören den konstruktiva bärförmågan för pålelementet. I kapitel 6.4 återfinns beräkningen av den geotekniska bärförmågan för olika pållängder.

Hejarsonderingar har utförts i läget för verkstadsbyggnaden för att undersöka lagringstätheten hos friktionsjorden och därmed kunna uppskatta en ungefärlig pållängd. Uppskattad pållängd varierar mellan 20 – 30 m för verkstadsbyggnaden, där 20 m gäller vid östra delen av byggnaden och 30 m i västra delen. Detta är dock enbart uppskattningar utifrån hejarsonderingarna och den erforderliga geotekniska bärförmågan skall verifieras i samband med pålningsarbetet. Det kan inte uteslutas att pålar måste drivas ända ned till bergytan innan tillräcklig bärförmåga kan verifieras.

5.2 Sättningar

Då området är uppfyllt från nivå 0 till nivå +3 innebar detta en betydande lastökning. Denna lastökning innebar sannolikt konsolideringssättningar hos lerlagret. Pålastningen skedde för ca 120-150 år sedan och kanske är majoriteten av sättningarna redan uttagna. Portrycksmätning och labförsök i leran tyder också på att så är fallet. Dock saknas sättningsmätningar för att säkerställa detta.

Vad som torde vara en värre ur sättningssynpunkt är den igenfyllda Ringkanalen som delvis sammanfaller med området. Senaste delen av denna kanal fylldes igen för ca 60 år sedan och fyllnadsmäktigheterna är upp mot 7 m. Dock signalerar inte heller dessa labförsök och portrycksmätningar att några större konsolideringssättningar återstår.

Vad som också bör nämnas är att även om leran har konsoliderat för den ökade belastningen så kan krypdeformationer pågå i leran.

Den ökade markbelastningen, i form av byggnader, uppfyllnader och spårvagnar etc, som kan förväntas uppkomma kan orsaka sättningar och måste utredas.

Man kan inte utesluta att lastkompensering med hjälp av lätta material såsom lättklinker, skumglas eller cellplast erfordras för att begränsa sättningarna.

I kapitel 6.3 återfinns sättningsberäkningar för olika belastningsfall som kan tänkas uppkomma.

5.3 Stabilitet

I huvudsak är marken i området plan och inga stabilitetsproblem torde här finnas, men i väster finns en slänt ned mot befintlig spårväg som går i Hjalmar Brantingsgatan. I slänten kommer spårvagnsräls att byggas. Då det saknas höjduppgifter för blivande spår i denna slänt kan man i dagsläget inte göra någon stabilitetsberäkning för ett permanentskede, men för att få en uppfattning om släntens stabilitet kan beräkningar utföras med befintliga förhållanden, se kapitel 6.2. Dessa kan indikera och vägleda för kommande höjsättning och markprojektering i släntområdet.

5.4 Schakt

I samband med byggnationen kommer schakt att utföras. Fyllnadsmassornas innehåll kan inte helt förutsägas, varför det kan vara svårt att schakta i dessa massor. Tex kan järnskrot och diverse byggrester försvåra schaktarbetet.

5.5 Upplyft

Då delar av byggnaderna grundläggs under grundvattennivå måste dessa delar vara dimensionerande för att klara den upplyftande kraft som vattnet utövar på konstruktionen.

5.6 Omgivningspåverkan

Pålningssarbetet innebär att jord trycks undan i och med att stora mängder betongpålar slås ned i jorden. Detta kan ge upphov till markrörelser i horisontalled, men även viss hävning av markytan kan förekomma.

Vibrationer fortplantar sig lätt i lera, vilket man bör ta hänsyn till under t ex pålsagningsarbetet.

6 Analys

6.1 Allmänt

Vid analys och dimensionering inom geoteknik används ett förfarande med flera olika steg som på ett eller annat sätt beaktar osäkerheter i materialparametrar, laster och beräkningsmodellen. Förfarandet (dimensioneringssättet) kan se lite olika ut beroende på vilket typ av analys som utförs.

Dimensioneringssätt 3 (DA3) används generellt för geotekniska analyser. Dock gäller dimensioneringssätt 2 (DA2) vid bestämning av en påles bärförmåga.

För DA3 gäller att partialkoefficienter läggs på både materialparametrar och laster, medan man för DA2 istället lägger osäkerheten på laster och på bärförmågan.

Följande gäller för respektive materialegenskap från härlett värde till dimensionerande värde:

Från fältundersökningarna och/eller lab fås härledda värden ($\bar{X}$), där enbart systematiska fel har beaktats. Korrigering av konflytgräns och överkonsolideringsgrad är dock gjort för den odränerade skjuvhållfastheten. I särskilda fall används dock okorrigerade värden av den odränerade skjuvhållfastheten. Detta gäller t ex vid beräkning av en påles geotekniska bärförmåga.

Vidare fås ett valt värde (X_{vald}) då ett val för respektive parameter görs utifrån sammanställningen av de härledda värdena. Valet beaktar empiri, och en bedömning av respektive härledda värdes relevans/riktighet görs.

För att erhålla ett karakteristiskt (X_k) värde multipliceras det valda värdet med en faktor (η) som beaktar omfattningen och kvalitén av markundersökningen, konsekvensen för ett eventuellt brott/olägenhet samt geokonstruktionens utformning.

$$X_k = \eta * X_{vald}$$

Vidare divideras det karakteristiska värdet med en partialkoefficient (görs ej i DA2) för att erhålla det dimensionerande värdet.

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M}$$

Vid framtagandet av laster multipliceras lasten bland annat med en partialkoefficient för respektive säkerhetsklass (γ_d). I tabell 3 nedan ges storleken på denna.

Tabell 3 Partialkoefficient för säkerhetsklass

Partialkoefficient, γ_d	Värde
Säkerhetsklass 1 (SK1)	0,83
Säkerhetsklass 2 (SK2)	0,91
Säkerhetsklass 3 (SK3)	1,00

Vid stabilitetsberäkningar utförda med dator används dock partialkoefficienten för SK2 även vid beräkningar utförda i SK1 eller SK3. Detta innebär att säkerheten har omformats till att istället ligga på säkerhetsfaktorn mot stabilitetsbrott. Med denna tillämpning fås att säkerhetsfaktorn mot stabilitetsbrott är enligt tabell 4 nedan.

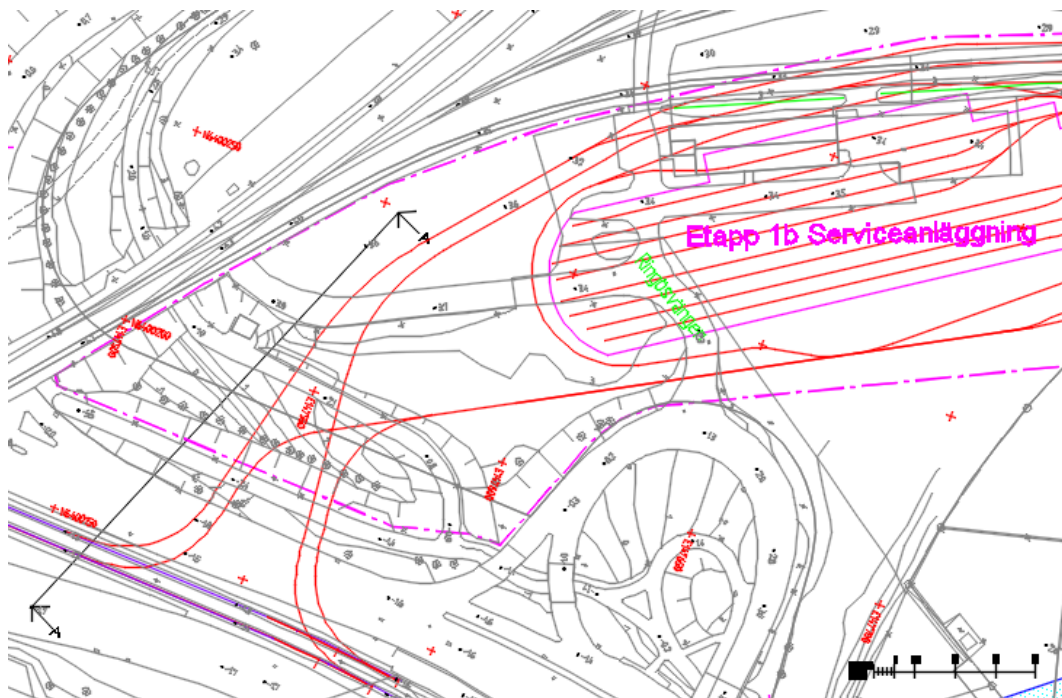
Tabell 4 Säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott, F_{EN}

Totalsäkerhetsfaktor, F_{EN}	Värde
Säkerhetsklass 1 (SK1)	0,90
Säkerhetsklass 2 (SK2)	1,00
Säkerhetsklass 3 (SK3)	1,10

6.2 Stabilitet

6.2.1 Förutsättningar

Stabilitetsberäkningar har utförts i en sektion (Sektion A) i slänten ned mot Hjalmar Brantingsgatan, se figur 9 nedan. Läget på sektionen är valt dels på grund av att slänten här är som "värst" rent geometriskt, men även för att projekterad spårväg i nuläget i princip sammanfaller med sektionens läge. Beräkningen är utförd för befintliga förhållanden och kan ligga till grund för utformning och höjdsättning av projekterad spårväg i slänten.



Figur 9 Läget för beräknad stabilitetssektion

Stabilitetsberäkningar har utförts i programmet GeoStudio 2016 (Slope/W) version 8.16.1.13452. Glidytorna har beräknats som cirkulär cylindriska.

- Geoteknisk Kategori: 2 (GK2)
- Säkerhetsklass: 2 (SK2)
- Dimensioneringssätt: DA3

Vid ovan angivna förutsättningar gäller för att uppnå IEG:s krav (Rapport 6:2008, Rev A, slänter och bankar) att erforderlig säkerhetsfaktor vid dimensionering är $F_{EN}=1,0$ (SK2). Beräknad sektion är en analys av befintliga stabilitetsförhållanden, varför inte nödvändigtvis samma krav gäller.

För utförda stabilitetsberäkningar har en hydrostatisk porttrycksprofil antagits enligt kapitel 4.4.3.

Partialkoefficienter

Partialkoefficienter för jordmaterial redovisas nedan i tabell 5 (IEG 6:2008)

Tabell 5 Partialkoefficienter för materialparametrar i brottgränstillstånd, γ_m

Jordparameter	Symbol	Värde
Friktionsvinkel ($\tan \phi'$)	$\gamma_{\phi'}$	1,3
Kohesionsintercept	$\gamma_{c'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	γ_{cu}	1,5
Tunghet	γ_r	1,0

η -faktorer

För ingående beskrivning av respektive η -faktor hänvisas till IEG 6:2008. Observera att val av η -faktorer görs specifikt för typen av analys, varför uppsättningen kan se olika ut för t ex stabilitetsberäkningar jämfört med bärförmågeberäkningar för pålar.

Tabell 6 Redovisning av valda η -faktorer.

Delfaktor	C_u	ϕ'	c'
$\eta_{(1,2)}=$	1	1	1
$\eta_{(3)}=$	1,10	1,10	1,10
$\eta_{(4,5,6,7)}=$	1	1	1
$\eta_{(8)}=$	1	1	1
$\eta_{(1,2,3,4,5,6,7,8)}=$	1,10	1,10	1,10

6.2.2 Laster

Dimensionerande laster påverkas av gällande säkerhetsklass och dimensioneringssätt. I detta fall gäller SK 2 och dimensioneringssätt DA2, vilket innebär att partialkoefficienten $\gamma_d = 0,91$ används.

För stabilitetsberäkningarna har den geotekniska lasten beräknats utifrån följande ekvation:

$$\text{Geo.last} = 0,91 \cdot 1,1 \cdot G_{kj} + 0,91 \cdot 1,4 \cdot Q_{kj} = 1,00 \cdot G_{kj} + 1,27 \cdot Q_{kj}$$

Där:

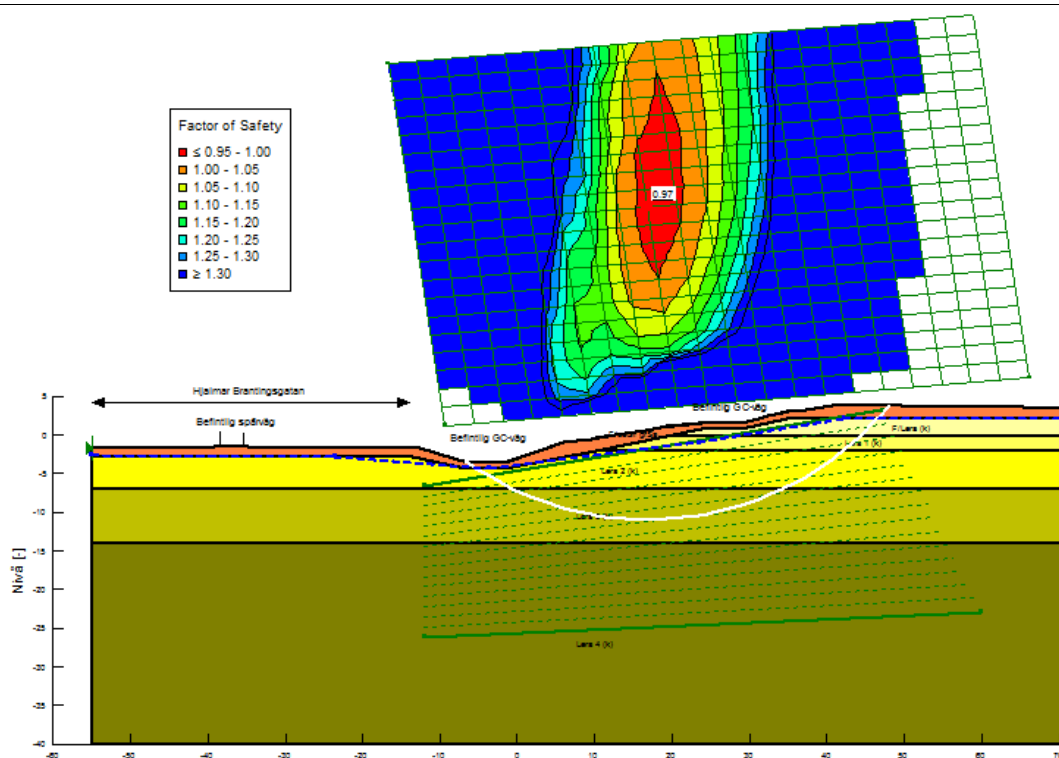
G_{kj} = permanent last (egentyngd från jordmaterial)

Q_{kj} = variabel last (trafiklast)

I detta fall har ingen last använts i beräkningarna. Beräkningen är utförd för att illustrerade de befintliga stabilitetsförhållandena i slänten inför kommande skeden.

6.2.3 Beräkningar

Beräkning utförd i sektion A med kombinerad analys visar en säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott som är 0,97. Den befintliga släntstabiliteten uppfyller således knappt säkerhetsklass 2 (vilket skall gälla för blivande anläggning). Det skall tilläggas att ingen last på pådrivande sida är pålagd, vilket förvärrar situationen ytterligare. Dock skall nämnas att man eventuellt kan tillgodoräkna sig ändyteffekter av glidytor då beräknad geometri gäller för en relativt kort utbredning i slänten, vilket kommer öka upp säkerheten något. Figur 10 nedan visar den värsta glidyten, beräkningen återfinns i sin helhet i bilaga 3.



Figur 10 Värsta glidytan för befintliga förhållanden i beräkningssektion A

6.3 Sättningar

6.3.1 Analys av rådande spänningstillstånd i jorden

För att kunna dra slutsatser om bland annat sättningsförlopp har en spänningsanalys av rådande spänningstillstånd i jorden utförts. I sammanlagt 5 borrhål har spänningsanalys gjorts. I samtliga borrhål har kolvprovtagning och CRS-försök utförts. Följande borrhål har analyserats från väster till öster:

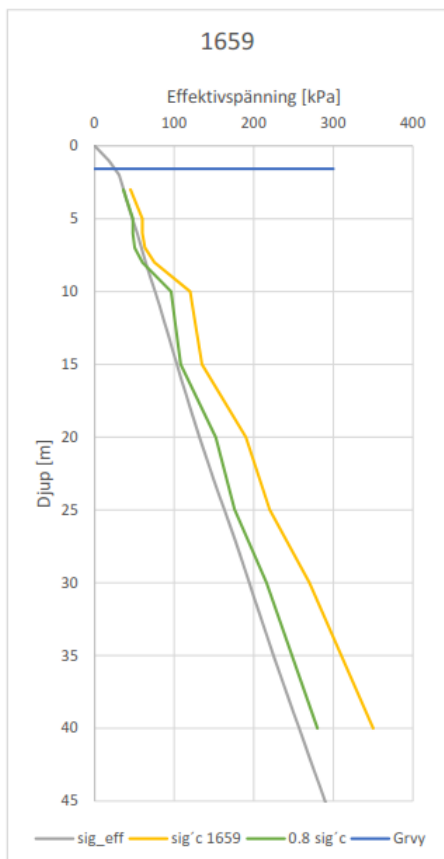
Tabell 7 Borrhål där spänningsanalys är utförd

Borrhåls-ID	Blivande byggnad	I eller utanför Ringkanalen	Ettapp
1659	Skärmtaksbyggnad	Utanför	1b
1606	Drifthall	I kanalen	2
SW-1311	Drifthall	Utanför	2
JW88-4	Drifthall	I kanalen	2
1618	Verkstadsbyggnad	På gränsen	2

Spänningssituationen ser ganska likartad ut för samtliga analyserade borrhåll. Leran är normalt- till lätt överkonsoliderad med OCR som mestadels ligger kring 1,0 – 1,3. Figur

11 nedan visar rådande effektivspänning och förkonsolideringstryck för borrhål 1659 belägen där den blivande skärmtaksbyggnaden planeras uppföras.

Från CPT-sonderingar utvärderas också rådande effektivspänning samt förkonsolideringstryck, men då förkonsolideringstrycket beräknas empiriskt väger inte denna metod lika tungt. I detta fall är dock CPT-analyserna samstämmiga med övriga spänningsanalyser. Se bilaga 9 till MUR (handling g-BS101) för CPT-utvärderingar.



Figur 11 Spänningsanalys borrhål 1659

Generellt gäller att överkonsolideringsgraden varierar mer i den övre delen av lerprofilen. Här är således osäkerheten något större, men då portrycksmätningarna hittills inte har påvisat något poröverttryck någonstans bedöms leran ha konsoliderat för rådande belastningssituation. Enligt spänningsanalysen är leran normalt- till lätt överkonsoliderad ned till stort djup i vissa punkter, vilket innebär att krypsättningar sannolikt pågår i jorden, och att leran är känslig för ytterligare belastning. Samtliga spänningsdiagram återfinns i bilaga 4.

6.3.2 Förutsättningar

Sättningsberäkningar har utförts dels för den kohesionspålade drifthalen, men även för spårområdena utanför byggnaderna.

6.3.2.1 Drifthalen

För sättningsberäkningar gällande drifthalen har beräkningar utförts med olika pållängder; från 20 m till 50 m.

En beräkningsmetod från pålkommissionens rapport 100 har använts där lasten från byggnaden ansätts med ytlaster med konstant lastintensitet fördelade i djupled mellan det neutrala lagret och pålarnas spets. Lastspridningen beräknas sedan med 2:1-metoden. Sättningen nedanför det neutrala lagret och ned till lerans underkant beräknas sedan med konventionell metod. I beräkningarna förutsätts att lerlagrets underkant ligger på 100 m djup. I sättningsberäkningen för drifthalen tas ingen hänsyn till kryp. Dock bör den beräknade sättningen för spårområdena som härstammar från kryp, kunna adderas till den beräknade sättningen för drifthalen.

6.3.2.2 Spårområden

Sättningsberäkningar för spårområden utanför byggnaderna har utförts för två olika scenarios med något skilda markförhållanden som beskrivs nedan:

Scenario 1 – Uppfylld mark

Scenario 1 kännetecknas av den jordlagerföljd som råder i större delen av hela området, dvs från markytan och nedåt: 1 m fyllning, 2 m muddermassor som utgörs av lera och därunder naturligt lagrad lera till mycket stort djup. Beräkningen förutsätter att lerlagret fortsätter djupare än 70 m, vilket gäller vid drifthalen och väster om denna.

Muddermassorna har legat i ca 150 år och har sannolikt genererat stora konsolideringssättningar allt sedan dess. Större delen av sättningarna från denna pålastning torde dock vara avklarade av spänningsanalysen att döma.

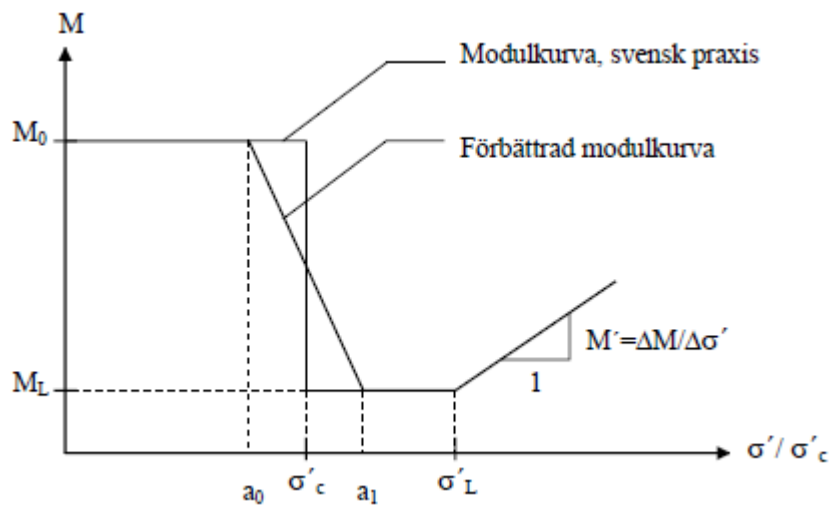
Scenario 2 – Ringökanalen

Scenario 2 kännetecknas av jordlagerföljden som gäller i den igenfyllda Ringökanalen som delvis ligger i området. Här utgörs jordlagerföljden från markytan och nedåt av ett mäktigare lager av fyllnadsmassor som i huvudsak utgörs av friktionsjord. Därunder finns naturligt lagrad lera till stort djup. I beräkningen förutsätts att friktionsjordlagret är 7 m mäktigt.

Fyllnadsmassorna har legat i ca 60 – 80 år och sannolikt har även större delen av sättningarna här utbildats av spänningsanalysen att döma.

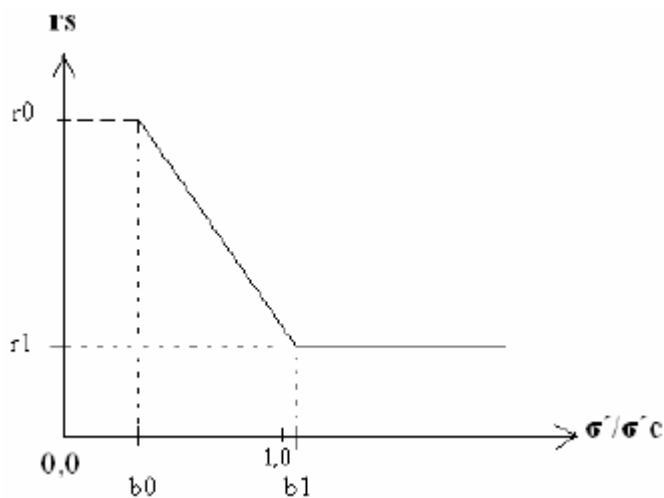
Sättningsberäkningar har utförts i programmet Geosuite Settlement, version 15.2.1.0. Vidare har jordmodellen *Chalmers with creep* använts för leran, och modellen *Janbu* för fyllnadsmassorna.

Jordmodellen *Chalmers with creep* använder en kompressionsmodul, M , som till skillnad från tidigare svensk praxis inte förändras lika drastiskt för spänningar runt förkonsolideringstrycket. Figur 12 nedan visar modulens principiella utseende.



Figur 12 Principiellt utseende för kompressionsmodulen

Modellen tar också krypsättningar i beaktande och använder sig av tidsmotståndstalet, r , som är en parameter som fås från stegvisa ödometerförsök, vilka utförs på geotekniska laboratorium. Metoden är relativt tidsödande och i detta projekt har istället parametern beräknats med empiriska samband beskrivna i litteraturen (Tekniskt PM – Val av kryptal för lösa plastiska leror, 2009-02-13). Tidsmotståndstalet varierar med spänningsnivån i jorden och dess principiella utseende kan ses i figur 13.



Figur 13 Principiellt utseende för tidsmotståndstalet, r

Materialegenskaper som används vid sättningsberäkningar utgörs av medelvärden, och vidare sätts samtliga partialfaktorer för materialegenskaper till 1,0. Likaså partialkoefficient för last sätts till 1,0. Deformationsegenskaper för leran återfinns i bilaga 2.

6.3.3 Laster

6.3.3.1 Drifthallen

För att beräkna nivån för det neutrala lagret har en last på 300 kN per påle använts. Pållasterna varierar inom byggnaden, och lasten på 300 kN bedöms utgöra medelpållasten sett över lång tid.

Lasten som används för sättningsberäkningen är i form av en ytlast för hela byggnadens golvarea. Storleken på denna är framräknad genom att summera samtliga pållaster á 300 kN vilka verkar på hela byggnadens area, dvs den utbredda lasten blir då

$$q_{tot} = \frac{Q_{tot}}{A} = \frac{n_{p\ddot{a}lar} \cdot Q_{p\ddot{a}le}}{B \cdot L} = \frac{1264 \cdot 300}{45 \cdot 300} = 28 \text{ kPa}$$

Denna last delas sedan upp i ytlaster med konstant intensitet som ansätts i jordprofilen från neutrala lagrets nivå och ned till pålspetsen. Lastspridningen beräknas med 2:1-metoden från neutrala lagret och ända ned till lerans underkant. Tillskottslasten på djupet z beräknas då med följande ekvationer som bygger på ovanstående lastansättning och spridning.

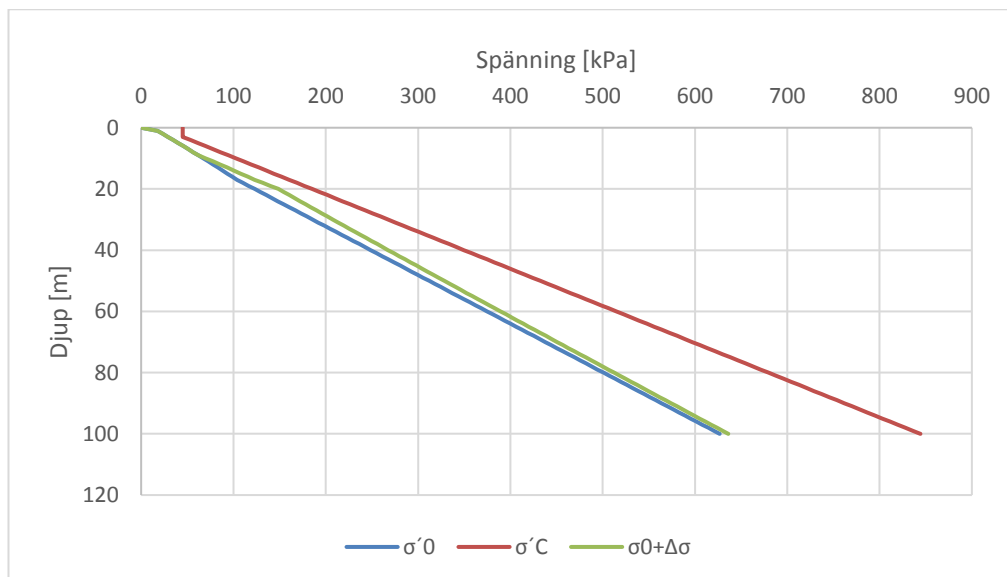
$$\Delta\sigma(z) = \frac{Q}{L_P - z_n} \cdot \frac{z - z_n}{B \cdot [B + (z - z_n)]} \quad \text{för } z_n \leq z \leq L_P$$

$$\Delta\sigma(z) = \frac{Q}{[B + (z - L_P)] \cdot [B + (z - z_n)]} \quad \text{för } z > L_P$$

För laster med icke-kvadratisk verkningsyta kan ovanstående uttryck användas med den ekvivalenta plattbredden B_{ekv} istället för B .

$$B_{ekv} = \sqrt{B \cdot L}$$

I figur 14 kan lastspridningen ses för beräkningen med 20 m långa pålar. Det neutrala lagret ligger för denna pållängd på 9 m djup.



Figur 14 Lastspridningen för beräkning med 20 m långa pålar

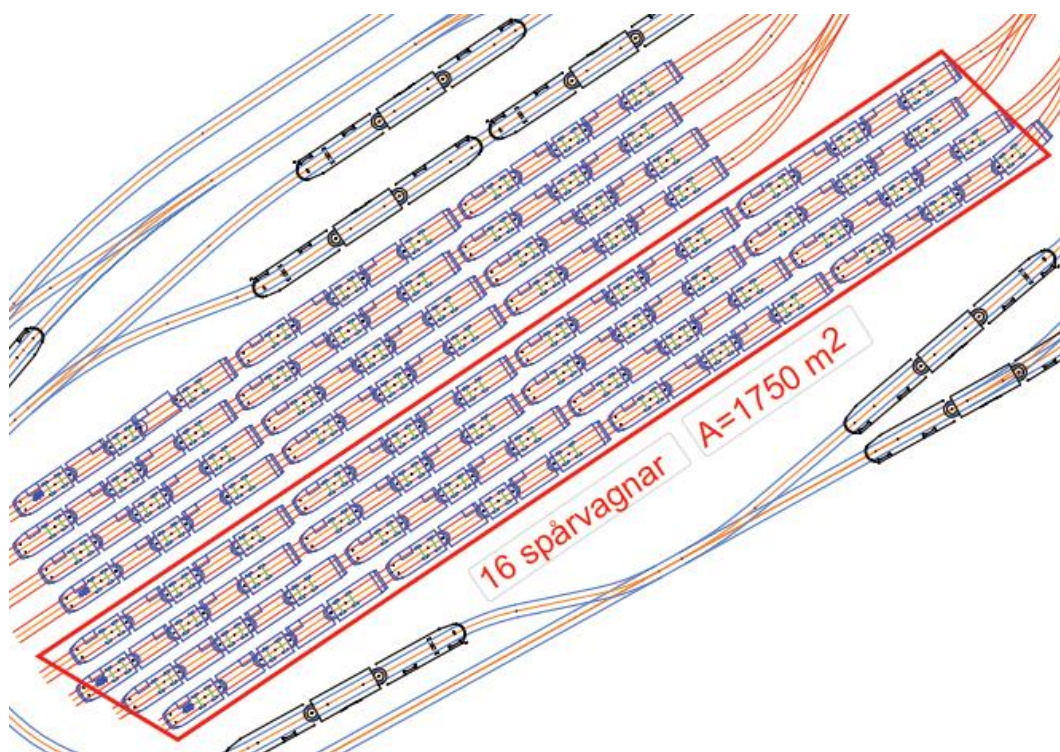
6.3.3.2 Spårområden

Projekterade mark och/eller spårnivåer för projektet har efterfrågats, men inte funnits att tillgå. Nivå för färdig mark/golv i byggnaderna är dock +3,3 (RH2000). Det förefaller naturligt att anta att även denna nivå kommer att gälla för spårområden utanför byggnaderna.

Då befintlig markyta i området (bortsett från slänten ned mot Hjalmar Brantingsgatan) ligger på nivå +3 eller högre kommer sannolikt inte last i form av nya uppfyllnader belasta området mer än marginellt. Istället kommer den avschaktning, som kommer att krävas i stora delar av området (upp till ca 2 m schakt längst i öster), innebära en viss avlastning för marken. Dock kan utskiftning av befintliga förorenade fyllnadsmassor krävas, med en eventuell belastningsökning då de nya massorna kan ha större tunghet. Även denna lastökning kan anses vara marginell.

För spårområdena såväl i- som utanför byggnaderna gäller att de kommer att belastas av uppställda spårvagnar under längre tider.

En M32-spårvagn (som är den tyngsta som används) väger obelastad ca 42 ton. Det är svårt att uppskatta hur stor yta denna last verkar på, då detta beror på hur rälen sprider lasten och hur spåröverbyggnaden ser ut. Det värsta scenariot inträffar då spårvagnar står uppställda på stora delar av uppställningsytan. Nedanstående bild (figur 15) beskriver vilken area som spårvagnslasten har beräknats utifrån. På beräknad area står 16 st spårvagnar á 42 ton.



Figur 15 Spårvagnslasten har beräknats för markerad yta med 16 uppställda vagnar

Detta ger följande totala spårvagnslast:

$$P = 16mg = 16 \cdot 42000 \cdot 9,82 = 6600 \text{ kN}$$

Betraktat som en utbredd last erhålls följande dimensionerande last (då partialfaktor för laster i bruksgränsstadium är 1,0).

$$q_d = \frac{P}{A} = \frac{6600}{1750} \text{ kN/m}^2 \approx 4 \text{ kPa}$$

För respektive scenario (enligt kapitel 6.3.3) har två beräkningar utförts med 5 kPa, respektive 10 kPa utbredd last, vilket alltså innebär att sammanlagt 4 beräkningar har utförts.

Beräkningar med lasten med 5 kPa kan anses motsvara spårytorna mellan byggnaderna förutsatt att ingen uppfyllnad kommer att ske, medan beräkningarna med den större lasten är utförd dels som en känslighetskontroll (eftersom många osäkerheter finns i såväl jordparametrar som last), men den kan även motsvara lasten från spårvagnsuppställningsytor i byggnader med fribärande betonggolv. Enligt konstruktionshandlingar torde dock golvet bli icke fribärande, men det känns relevant att undersöka huruvida det är en fungerande lösning (sett från ett geotekniskt perspektiv) att ha ett fribärande betonggolv istället.

Programmet räknar med en lastspredning mot djupet enligt Boussinesq elasticitetsteori.

6.3.4 Beräkningar

6.3.4.1 Drifthall

Beräkningar har utförts för 20, 30, 40 och 50 m långa pålar.

Det neutrala lagret, dvs nivån där den relativa förskjutningen mellan jord och påle är noll, beräknas genom att teckna en jämviktsekvation mellan lasteffekten (E) och bärförmågan (R) i en påle. Följande ekvation gäller då

$$\begin{aligned} E &= R \\ \Leftrightarrow Q_{\infty} + \int_0^{Z_N} f_m dA &= \int_{Z_N}^{L_P} f_m dA \\ \Leftrightarrow Q_{\infty} + \int_0^{Z_N} \mu \cdot \alpha \cdot \bar{c}_u dA &= \int_{Z_N}^{L_P} \alpha \cdot \bar{c}_u dA \end{aligned}$$

Där följande beteckningar gäller:

Q_{∞} är långtidspållasten, 300 kN

Z_N är det beräknade neutrala lagrets djup från markytan

μ är reduktionsfaktor för negativ mantelfriktion, sätts till 0,7

α är oreducerad vidhäftningsfaktor, sätts till 1,0

$\bar{c}_u$ är den odränerade skjuvhållfastheten. Se bilaga 2.3.

Tabell 8 nedan redovisar det neutrala lagrets läge för olika pållängder:

Tabell 8 Neutrala lagrets läge för olika pållängder

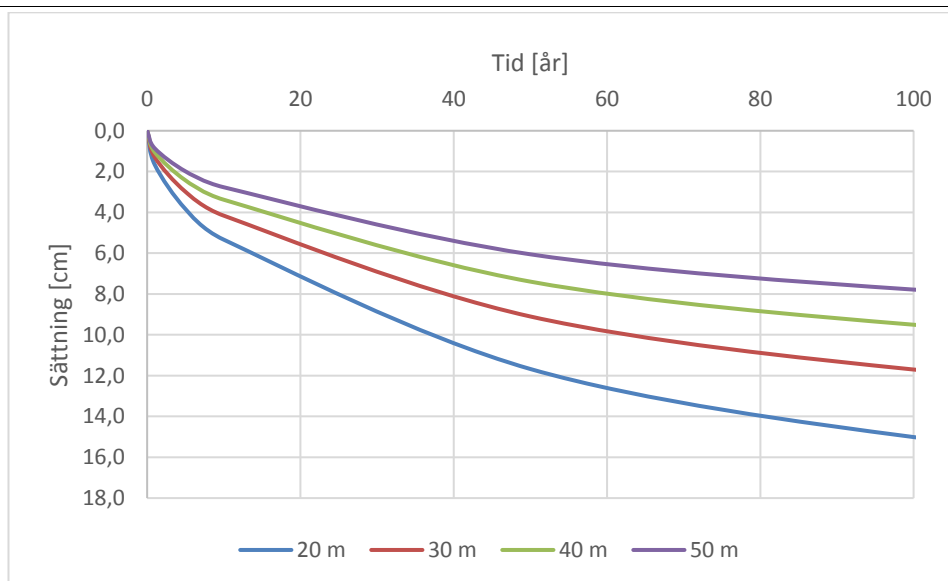
Pållängd [m]	Neutrala lagret (m u markytan) [m]
20	9
30	18
40	26
50	34

För samtliga beräknade pållängder överskrids aldrig förkonsolideringstrycket (Bilaga 2.7) längs jordprofilen, och således används modulen M_0 (Bilaga 2.9) för den beräknade sättningen.

Den totala sättningen, samt sättningen efter 5, 10, 50 samt 100 år för de olika pållängderna kan ses i tabell 9. I figur 16 ser man sättningen som funktion av tiden för de olika pållängderna.

Tabell 9 Total sättning, samt sättning efter 5, 10, 50 och 100 år

Pållängd [m]	Total sättning [cm]	5 år [cm]	10 år [cm]	50 år [cm]	100 år [cm]
20	16,7	3,8	5,3	11,7	15,0
30	13,0	3,0	4,2	9,1	11,7
40	10,6	2,4	3,4	7,4	9,5
50	8,6	2,0	2,8	6,1	7,8



Figur 16 Sättning som funktion av tiden

Beräkningarna återfinns i sin helhet i bilaga 5.

6.3.4.2 Spårområden

Sättningsberäkningarna kräver mycket indata i form av jordparametrar. De flesta parametrarna har erhållits från labförsök, några har fått från empiri och någon parameter har beräknats utifrån andra kända parametrar.

I tabell 10 listas de egenskaper, och en kort beskrivning av dessa, som utgör indata till jordmodellen *Chalmers with creep*, som används för leran i sättningsberäkningarna.

Tabell 10 Indata till jordmodellen *Chalmers with creep*

Beskrivning av indata	Symbol	Värde	Kommentar
Jordens tunghet	γ	Varierar	Vald som medelvärden utifrån upptagna kolv-jordprover. Se bilaga 2.
Lerans modul för spänning lägre än förkonsolideringstrycket	M_0	Varierar	Vald som medelvärden utifrån CRS-försök. Se bilaga 2.
Lerans modul för spänning större än förkonsolideringstrycket men lägre än gränstrycket	M_L	Varierar	Vald som medelvärden utifrån CRS-försök. Se bilaga 2.
Lerans modultal. Definierar modulens ökning per spänningseenhet för spänning större än gränstrycket	M'	Varierar	Vald som medelvärden utifrån CRS-försök. Se bilaga 2.

Faktor som anger vid vilken spänningsandel av förkonsolideringstrycket då lerans modul börjar avta.	a_0	0,6	Sätts vanligtvis till 0,6
Faktor som anger vid vilken spänningsandel över förkonsolideringstrycket då lerans modul har nått sitt lägsta värde (M_L).	a_1	1,2	Sätts vanligtvis till 1,2
Lerans förkonsolideringstryck	σ'_c	Varierar	Vald som medelvärden utifrån CRS-försök. Se bilaga 2.
Lerans gränstryck.	σ'_L	Varierar	Vald som medelvärden utifrån CRS-försök. Se bilaga 2.
Referenstid för lerans tidsmotståndstal	t_{ref}	-1 dygn	Tidsmotståndstalen är angivna med denna referenstid
Faktor som anger vid vilken spänningsandel av förkonsolideringstrycket då lerans tidsmotståndstal börjar avta.	b_0	0,8	Väljs utefter andel av förkonsolideringstrycket som leran varit utsatt för en längre tid. I detta fall 0,8
Faktor som anger vid vilken spänningsandel över förkonsolideringstrycket då lerans tidsmotståndstal når sitt låga värde.	b_1	1,1	Sätts vanligtvis till 1,1
Lerans tidsmotståndstal för spänning lägre än förkonsolideringstrycket	r_0	Varierar	Beräknas enligt tekniskt PM ³ och varierar linjärt mellan ca 2000 till ca 26000 där de högre värdena är mot djupet
Lerans tidsmotståndstal för spänning större än förkonsolideringstrycket	r_1	100	Beräknas utifrån lerans uppmätta vattenkvot enligt tekniskt PM ³
Lerans permeabilitet i in-situ tillstånd	k_{init}	0,05 m/år	Fås från CRS-försök. Se MUR-Bilaga 4.
Lerans permeabilitetminskning med ökad töjning, där permeabiliteten beräknas med 10-logaritmen	β_k	4	Fås från CRS-försök. Se MUR-Bilaga 4.

I tabell 11 listas de egenskaper, och en kort beskrivning av dessa, som utgör indata till jordmodellen *Janbu* som används för fyllningen (dock inte muddermassorna) i sättningsberäkningarna.

³ Tekniskt PM – Val av kryptal för lösa plastiska leror, 2009-02-13

Tabell 11 Indata till jordmodellen Janbu

Beskrivning av indata	Symbol	Värde	Kommentar
Jordens tunghet	γ	18 kN/m ³	Empiriskt värde utifrån tabell 5.2-1 i TK Geo 13.
Fyllnadsjordens modul för spänning lägre än förkonsolideringstrycket	M_{0c}	5 MPa	Empiriskt försiktigt valt värde utifrån tabell 5.2-2 i TK Geo 13.
Fyllnadsjordens modultal. Definierar modulens ökning per spänningseenhet för spänning större än förkonsolideringstrycket	m	300	Värdet används inte i beräkningen då förkonsolideringstrycket är satt tillräckligt högt för att ej överskridas.
Referensspänning som (tillsammans med modultalet) används för att definiera modulen för spänningar ovan förkonsolideringstrycket	σ'_{ref}	100 kPa	Värdet används inte i beräkningen då förkonsolideringstrycket är satt tillräckligt högt för att ej överskridas.
Jordens förkonsolideringstryck	σ'_c	80 kPa	Satt tillräckligt högt för att inte överskridas.
Fyllnadsjordens permeabilitet i in-situ tillstånd	k_{init}	1000 m/år	Empiriskt värde
Fyllnadsjordens permeabilitetsminskning med ökad töjning, där permeabiliteten beräknas med 10-logaritmen	β_k	0,01	Satt som litet värde då permeabiliteten för friktionsjord inte varierar mycket med töjningen.

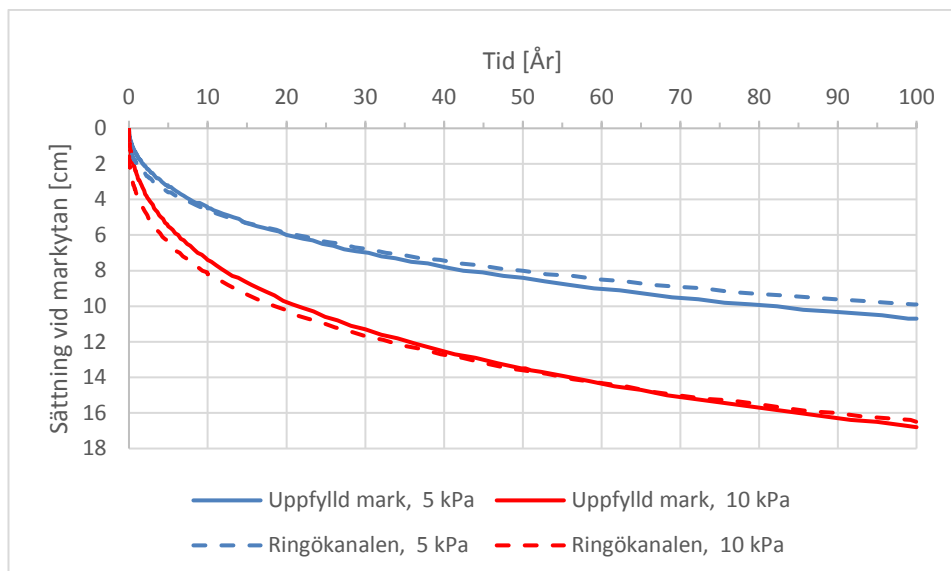
Vidare ansätts vald portycksprofil som återfinns i bilaga 1.1, dvs grundvattenytan ligger 1 m under marknivån och hydrostatiskt tryck råder till ca 17 m djup för att därunder öka med ca 11 kPa/m ner till ca 30 m djup, där återigen hydrostatiskt porvattentryck råder.

I tabell 12 kan beräknad sättning i cm efter 5, 10, 50 och 100 år utläsas för de olika fallen.

Tabell 12 Beräknad sättning

Fall	5 år	10 år	50 år	100 år
Scenario 1 – Uppfylld mark. 5 kPa last	3	5	8	11
Scenario 1 – Uppfylld mark. 10 kPa last	5	7	13	17
Scenario 2 – Ringökanalen. 5 kPa last	4	5	8	10
Scenario 2 – Ringökanalen. 10 kPa last	6	8	14	16

En grafisk sammanställning kan ses i figur 17, och all indata samt alla resultat för beräkningen återfinns i bilaga 6.



Figur 17 Beräknad sättning för de fyra olika fallen

6.4 Pålning

6.4.1 Förutsättningar

Beroende på vilken typ av analys beträffande pålning som utförs så används olika beräkningsförfarande. Den analys som är utförd i detta skede är den geotekniska bärförmågan för kosionspål (GEO), vilket görs i dimensioneringssätt DA2. Dock åligger det en konstruktör att beräkna den konstruktiva bärförmågan (STR) hos pålelementet. Denna analys utförs i dimensioneringssätt DA3, varför förutsättningar här listas i båda dessa dimensioneringssätt.

Nedan listas gällande dimensioneringsförutsättningar enligt IEG:s rapport 8:2008.

- Dimensioneringssätt DA2 för gränstillstånd GEO
- Dimensioneringssätt DA3 för gränstillstånd STR
- Geoteknisk kategori 2 (GK2)
- Säkerhetsklass 2 (SK2), vilket innebär $\gamma_d = 0,91$

Partialkoefficienter

Partialkoefficienter för jordmaterial redovisas i nedanstående tabell enl. tabell 3.2 i IEG 6:2008 (används enbart i DA3)

Tabell 13 Partialkoefficienter för materialparametrar i brottgränstillstånd, γ_m

Jordparameter	Symbol	Värde
Friktionsvinkel ($\tan \phi'$)	$\gamma_{\phi'}$	1,3
Effektiv kohesion	$\gamma_{c'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	γ_{cu}	1,5
Tunghet	γ_γ	1,0

För den geotekniska bärförmågeberäkningen används två olika partialkoefficienter; den ena beaktar modellosäkerhet (γ_{Rd}) och den andra beaktar övriga osäkerheter (γ_R) och varierar beroende på typ av bärförmåga (spetsburen, mantelburen, total eller dragbelastad) och typ av påle. Valda värden på dessa partialkoefficienter är:

Tabell 14 Valda partialkoefficienter för den geotekniska bärförmågeberäkningen

Partialkoefficient	Värde	Värdet bygger på följande argument enligt IEG 8:2008
γ_{Rd}	1,1	α -metoden enligt PKR100 ⁴ med skjuvhållfasthet utvärderad från direkta skjuvförsök och/eller triaxförsök
γ_R	1,2	Mantelburen, slagen påle

η -faktorer

Valda η -faktorer redovisas i tabell nedan.

Tabell 15 Valda η -faktorer.

Delfaktor	Valt värde
$\eta_{(1,2,3,4)} =$	1,00
$\eta_{(5,6)} =$	1,00
$\eta_{(7,8)} =$	1,00
$\eta_{(1,2,3,4,5,6,7,8)} =$	1,00

6.4.2 Laster

Lasterna för pålar beräknas olika beroende på dimensioneringssätt. För bärförmågeberäkningen (GEO) gäller följande lastkombination:

$$E_d = \gamma_d \cdot 1,35 \cdot (G + G_{neg}) + \gamma_d \cdot 1,50 \cdot \psi_0 \cdot Q_{k, långtid}$$

⁴ Pålkommisssions rapport 100 Kohesionspålar

För beräkning av lasteffekt i STR gäller följande lastkombination (där man skiljer på geotekniska laster och konstruktionslaster):

$$E_d = E_{d,geo} + \gamma_d \cdot 1,35 \cdot G_k + \gamma_d \cdot 1,5 \cdot \psi_0 \cdot Q_{k,långtid}$$

Där de geotekniska lasterna beräknas:

$$E_{d,geo} = \gamma_d \cdot 1,1 \cdot (G_G + G_{neg}) + \gamma_d \cdot 1,4 \cdot Q_G$$

Påhängslast, G_{neg}

Påhängslaster som orsakas av pågående sättningar, även kallat negativ mantelfriktion, ska betraktas som en yttre last. Lasten medräknas enbart i den del av jordprofilen där jorden rör sig mer än pålen. Beräkningsmässigt kan man, enligt Pålkommisionens rapport 100, anta att påhängslaster verkar på den del av pålen där rådande effektivspänning i jorden överstiger 80 % av jordens förkonsolideringstryck.

I detta fall bedöms påhängslaster förekomma ner till nivå -7 (ca 10 m djup). Påhängslaster medräknas enbart på den del av pålen där vidhäftningen är så stor att sättningen kan anses orsaka en last på pålen. I detta fall medräknas således inte delen av pålen genom fyllnadsmassorna. Detta innebär att pådelen från nivå 0 ned till nivå -7, dvs 7 m av pålen medräknas.

Lasten skall ses som en geoteknisk last, vilket skiljer sig gentemot en konstruktiv last genom att olika partialkoefficienter används i gränstillstånd STR (vilket enligt praxis utförs av en konstruktör). I dimensioneringssätt DA2 (GEO), vilket används för bärförmågeberäkningen görs ingen skillnad på geoteknisk och konstruktiv last.

Enligt IEG kan den negativa mantelkohesionen beräknas genom följande relation:

$$g_{neg} = 0,7 \cdot \overline{c_{uk}}$$

$\overline{c_{uk}}$ är karakteristiskt värde för den okorrigerade⁵ odränerade skjuvhållfastheten längs medräknad del av pålen. Enligt Pålkommisionens rapport 100 *Kohesionspålar* (PKR100) bör man använda okorrigerade skjuvhållfasthetsvärden och likaså enbart värden från vingförsök. En sammanställning över härledda värden samt valt värde för den odränerade skjuvhållfastheten återfinns i bilaga 2.3. Då skjuvhållfastheten ökar med djupet används det beräknade medelvärde av skjuvhållfastheten längs den medräknade delen av pålen.

Vidare multipliceras g_{neg} med medräknad area av pålen för att erhålla påhängslasten.

$$G_{neg,k} = g_{neg} \cdot \theta \cdot L$$

För en slagen betongpåle med sidomått 300 mm fås följande värden:

$$\overline{c_{uk}} = 20,0 \text{ kPa}$$

$$g_{neg} = 0,7 \cdot \overline{c_{uk}} = 0,7 \cdot 20,0 = 14,0 \text{ kPa}$$

$$G_{neg,k} = g_{neg} \cdot \theta \cdot L = 14,0 \cdot 0,3 \cdot 4 \cdot 7 = 118 \text{ kN}$$

Dimensionerande värden för påhängslasten blir då:

⁵ Okorrigerad med avseende på flytgräns

$$G_{neg,d} = \gamma_d \cdot 1,35 \cdot G_{neg} = 0,91 \cdot 1,35 \cdot 118 = 145 \text{ kN} \quad \text{DA2 (GEO)}$$

$$G_{neg,d} = \gamma_d \cdot 1,10 \cdot G_{neg} = 0,91 \cdot 1,10 \cdot 118 = 118 \text{ kN} \quad \text{DA3 (STR)}$$

6.4.3 Beräkningar

Den geotekniska bärförmågan för kohesionspålningen är beräknad med beräkningsmodell enligt Pålkommisionens rapport 100 *Kohesionspålar* (PKR100), och vidare har IEG:s tillämpningsdokument rapport 8:2008 tillämpats.

Enbart pållängden under påhängslastens underkant (nivå -7) ger bärförmågebidrag. Likaså beräknas medelvärde för skjuvhållfastheten längs pålen på samma pållängd. På samma sätt som för beräkningen av påhängslast används den okorrigerade odränerade skjuvhållfastheten. Vidare bortses helt ifrån spetsmotståndet.

Bärförmågan är beräknad för olika pållängder, men övrig indata till beräkningsmodellen återfinns i tabell 16 nedan. För beskrivning av beräkningsmodellen hänvisas till PKR100.

Tabell 16 Indata till bärförmågeberäkningen

Beskrivning av indata	Beteckning	Värde	Kommentar
Pålens längd	$L_{påle}$	Varierande	Beräkningar genomförs för många olika pållängder
Pålens omkrets	$\theta_{påle}$	1,2 m	En påle med kvadratisk tvärsnitt och sidlängd 0,3 m förutsätts
Okorrigerat värde för vidhäftningen	α_{okorr}	1,0	Sätts normalt till 1,0
Korrektionsfaktor som beaktar pålens diameter	κ_{ϕ}	0,9	Sätts normalt till 0,9 för pålar med diameter 0,2 - 0,35 m
Korrektionsfaktor som beaktar pålens tvärsnittsförändring längs med pålen	κ_f	1,0	Sätts normalt till 1,0 för icke-varierande tvärsnitt
Korrektionsfaktor som beaktar lerans överkonsolideringsgrad	κ_{OCR}	1,0	För normal- till lätt överkonsoliderade leror i Sverige används normalt värdet 1,0
Korrektionsfaktor som beaktar tidsrymden mellan installation av pålen och pålastning	κ_T	1,0	För betongpåle med mer än 4 månaders tidsrymd används 1,0
Korrektionsfaktor som beaktar lerans	κ_t	0,7 för långtidslast	För långtidslast (egentyngd, påhängslast etc) används normalt

varaktighetsberoende skjuvhållfasthet.	1,0 för korttidslast	värdet 0,7, och för korttidslast (trafiklast etc) värdet 1,0
---	-------------------------	---

Den geotekniska bärförmågan är beräknad för olika pållängder och lastvaraktighet och redovisas i tabell 17.

Tabell 17 En påles geotekniska bärförmåga (kohesionspålar) för olika pållängder

Karakteristiskt värde			Dimensionerande värde	
L [m]	R _{lång,k} [kN]	R _{kort,k} [kN]	R _{lång,d} [kN]	R _{kort,d} [kN]
20	170	243	129	184
25	283	405	214	306
30	415	594	315	450
35	567	810	429	613
40	737	1053	558	797
45	926	1323	701	1002
50	1131	1616	857	1224

Observera dock att även stödburna pålar måste ha tillräcklig hög geoteknisk bärförmåga. Denna verifieras dock i samband med installationen genom så kallad stötvågsmätning.

7 Sammanfattning

Grundläggning

Samtliga bärande delar av byggnaderna ska pågrundläggas för att få ned, och fördela, lasten i jorden för att begränsa sättningarna. Om delar av golvkonstruktionen är fribärande måste någon form av frikoppling finnas mellan bärande och fribärande delar så att rörelser kan tillåtas för de fribärande delarna.

Skärmtaksbyggnaden och drifthallen bör kohesionspålas då lerdjupet är för stort för att nå fastare jordlager. Verkstadsbyggnaden bör pålas med stödburna pålar.

Vissa delar av konstruktionen grundläggs under grundvattennivån, vilket konstruktören måste ta hänsyn till i dimensioneringen av dessa betongkonstruktioner. Pålar för dessa konstruktioner måste klara av att ta dragbelastning.

Hänsyn skall tas till rådande materialtyp och tjälfarlighetsklass (se kap 4.4.2) för aktuella jordlager vid dimensionering av grundläggning och överbyggnader.

Sättningar

Kapitel 6.3 indikerar att vissa sättningar kommer att utbildas vid ytterligare markbelastning. Som alltid är sättningsberäkningar osäkra och man bör se på dem som vägledande och inte som exakta värden.

I projektet finns inga specificerade gränsvärden för vilka sättningsnivåer som kan tolereras innan funktionen inte längre kan upprätthållas. Beroende på vad som kan accepteras kan olika förfaranden vara aktuella.

För att minska sättningarna i spårområden utanför byggnaderna kan man lägga lättfyllnadsmaterial, såsom lättklinker, cellplast eller skumglas under överbyggnaden. Detta lätta material innebär att man kompenserar för lastökningen på markytan. För att kompensera helt för en last om 5 kPa behövs ca 3-4 dm lättfyllnadsmaterial (beroende på typ av lättfyllnadsmaterial).

Ett annat alternativ är att man nivåjusterar spår och/eller mark efter en viss tid om så är erforderligt för att upprätthålla funktionen.

Vilket alternativ som är mest fördelaktigt är svårt att svara på och en kalkyl för båda förslagen skulle behöva upprättas. Vid en sådan kalkyl kan de beräknade sättningarna ligga till grund för att bestämma efter hur lång tid en nivåjustering måste göras. Likaså kan man utgå ifrån att ca 7 cm lättfyllning behövs för att kompensera för varje kPa i tillförd last.

Beträffande sättningar för byggnader så tyder beräkningarna på en ganska likvärdig sättningsstorlek gentemot spårområdena. Dessa sättningar härstammar dock främst ifrån kompression som sker djupare i jorden i och med pålarnas förmåga att föra ned lasten djupare i jorden. Detta innebär att en lastkompensation av den ytliga jorden inte påverkar sättningarnas storlek i lika hög grad förutsatt att grundplattan inte är fribärande. För att begränsa dessa sättningar kan en ökning av pållängden anses vara den mest fördelaktiga lösningen.

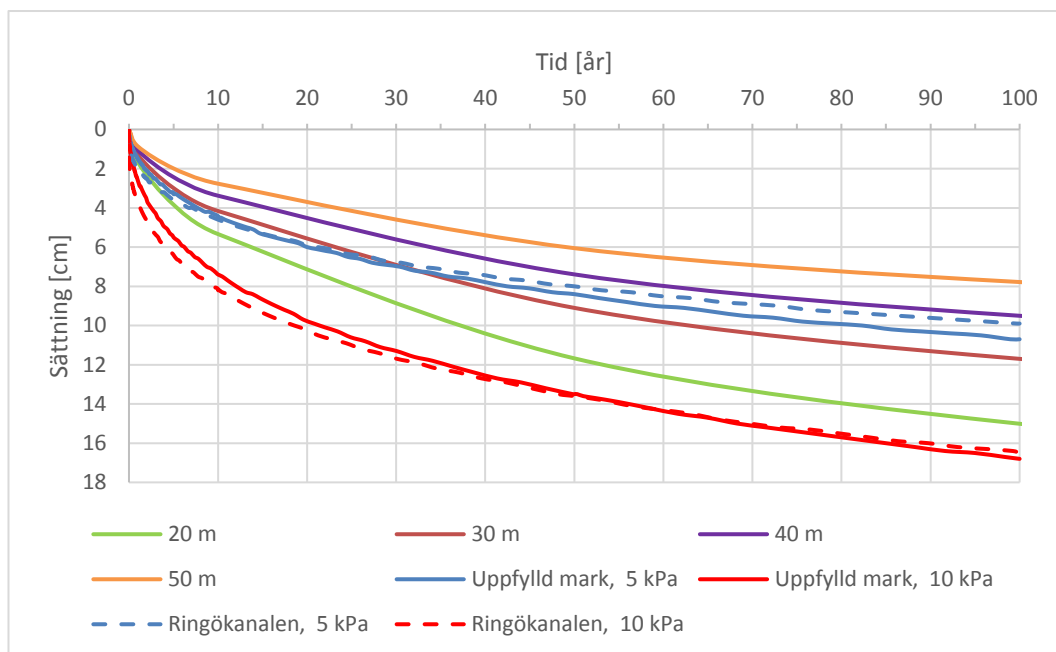
Sett från ett geotekniskt perspektiv är de beräknade sättningarna relativt små, då det är frågan om att bebygga områden där jorden utgörs av betydande lermäktigheter.

Tidsförloppet är som förväntat när man belastar lerjord, dvs att det tar lång tid innan marken har satt sig färdigt pga den mycket låga permeabiliteten.

Eftersträvansvärt är att styra designen (pållängder och/eller eventuell lastkompensation under spårområden) så att byggnader sätter sig ungefär lika mycket och med ungefär samma hastighet som omgivande spårområden. Då beräkningarna tyder på likartade sättningsförlopp för byggnader och spårområden beträffande storlek och tid, är det en möjlighet att helt enkelt låta marken sätta sig utan att göra specifika åtgärder för sättningar. Jordartsförhållandena är likartade under större delen av området vilket också minskar risken för ojämna sättningar.

Figur 18 visar beräknad sättning med tiden för både spårområden och drifthall, och som synes är sättningsförloppen ganska likvärdiga till både storlek och tidsförlopp.

För att ytterligare underlätta en jämn övergång mellan pålade konstruktioner och icke-pålad mark bör länkplattor, eller annan övergångskonstruktion användas. Detta avser främst övergångar där kontinuerliga spår finns på marken.



Figur 18 Sättningsförlopp för drifthall och spårområden

Pålning

För att förhindra massundanträngning och markhävning skall lerproppar dras i samband med påslagningsarbetet.

Fyllnadsmassornas osäkra innehåll kan utgöra en svårighet vid påslagningen. Man har hittat mycket byggnadsrester, metallskrot trävirke etc.

Vibrationer fortplantar sig bra i lera, vilket man bör ta hänsyn till under t ex påslagningsarbetet.

Stabilitet

Befintlig stabilitet i slänten ned till Hjalmar Brantingsvägen är ansträngd och utförligare beräkningar skall göras i bygghandlingsskedet för att säkerställa att slänten utformas med erforderlig stabilitet.

2017-01-31

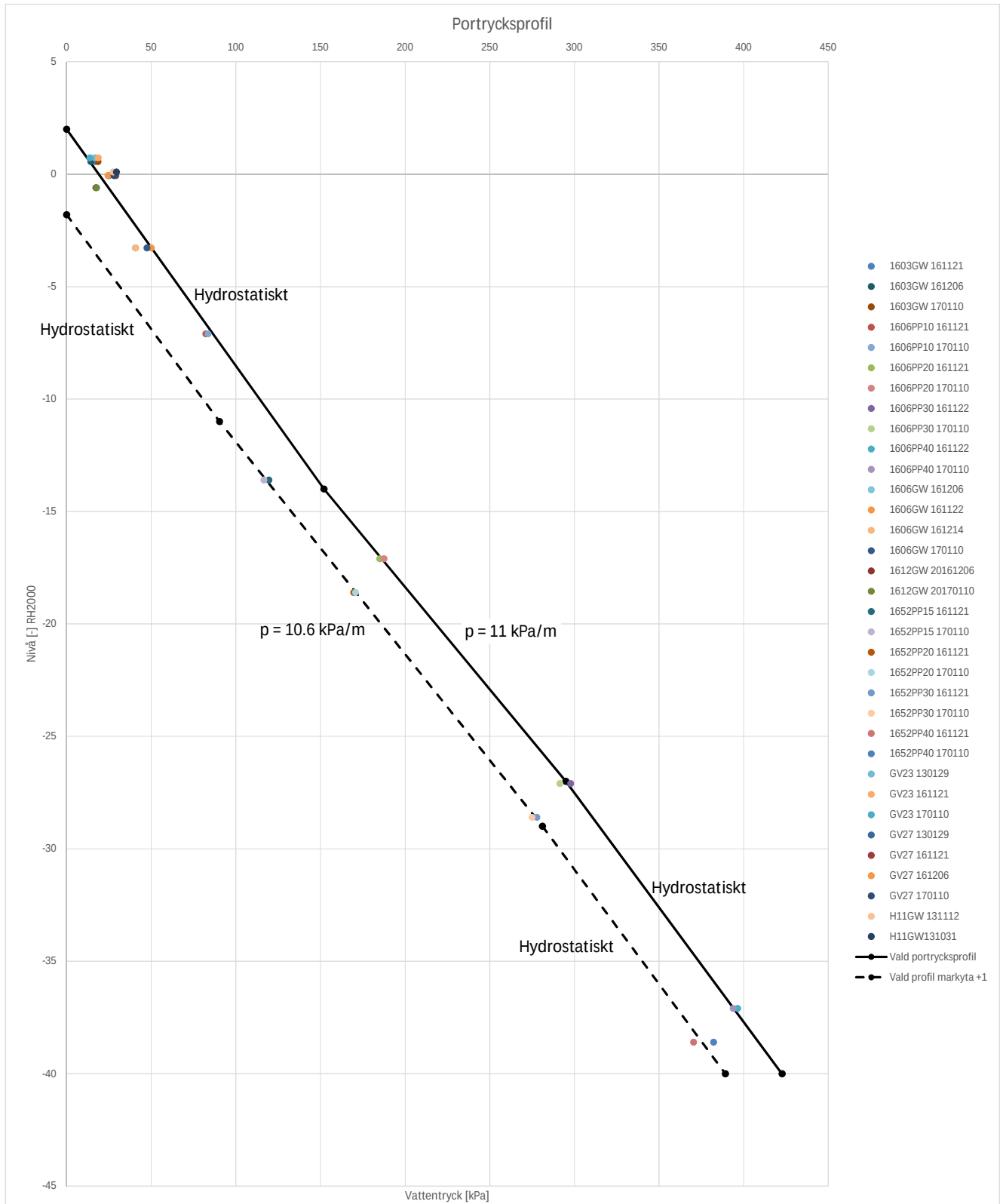
Sweco Civil AB
Geoteknik Göteborg

Henrik Cullin

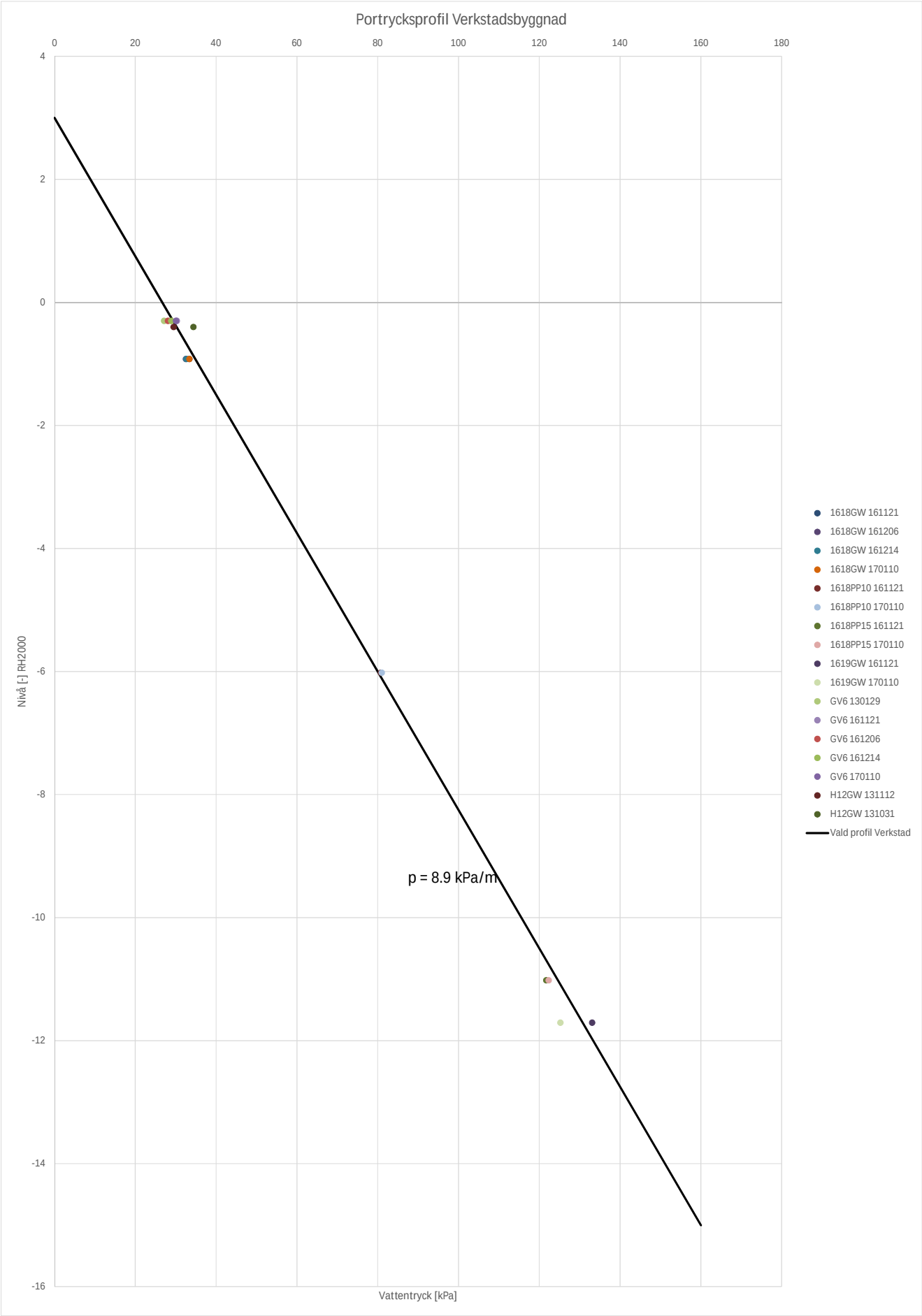
Per Lager

Bilaga 1

Bilaga 1.1

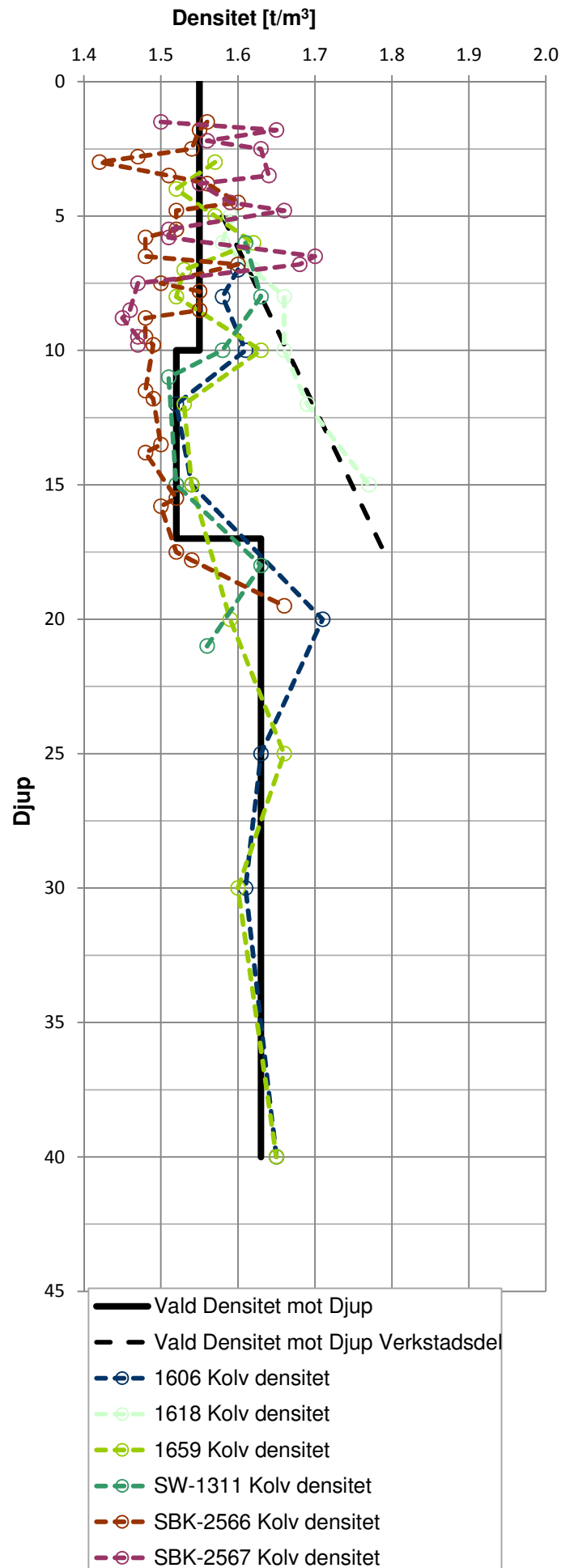


Bilaga 1.2

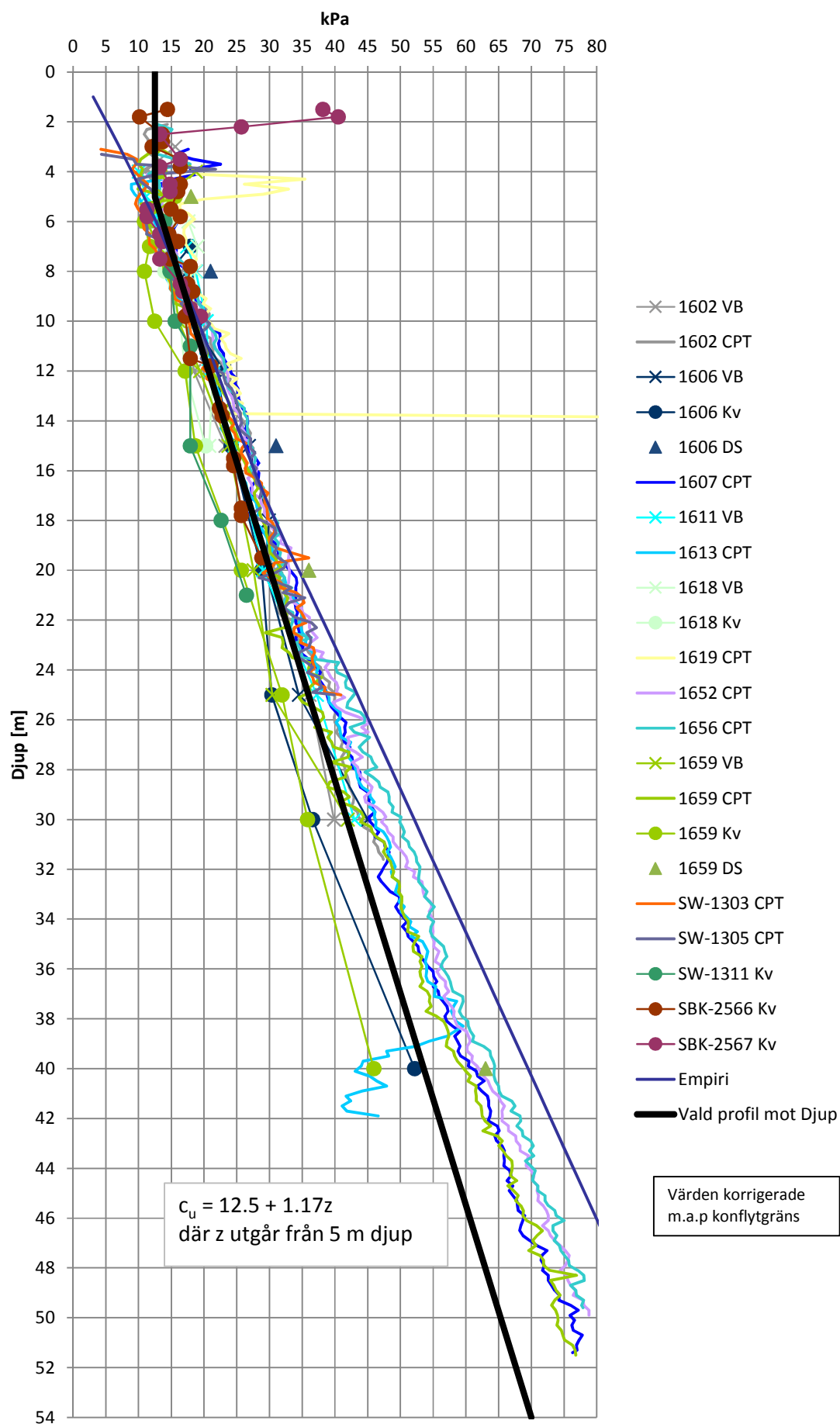


Bilaga 2

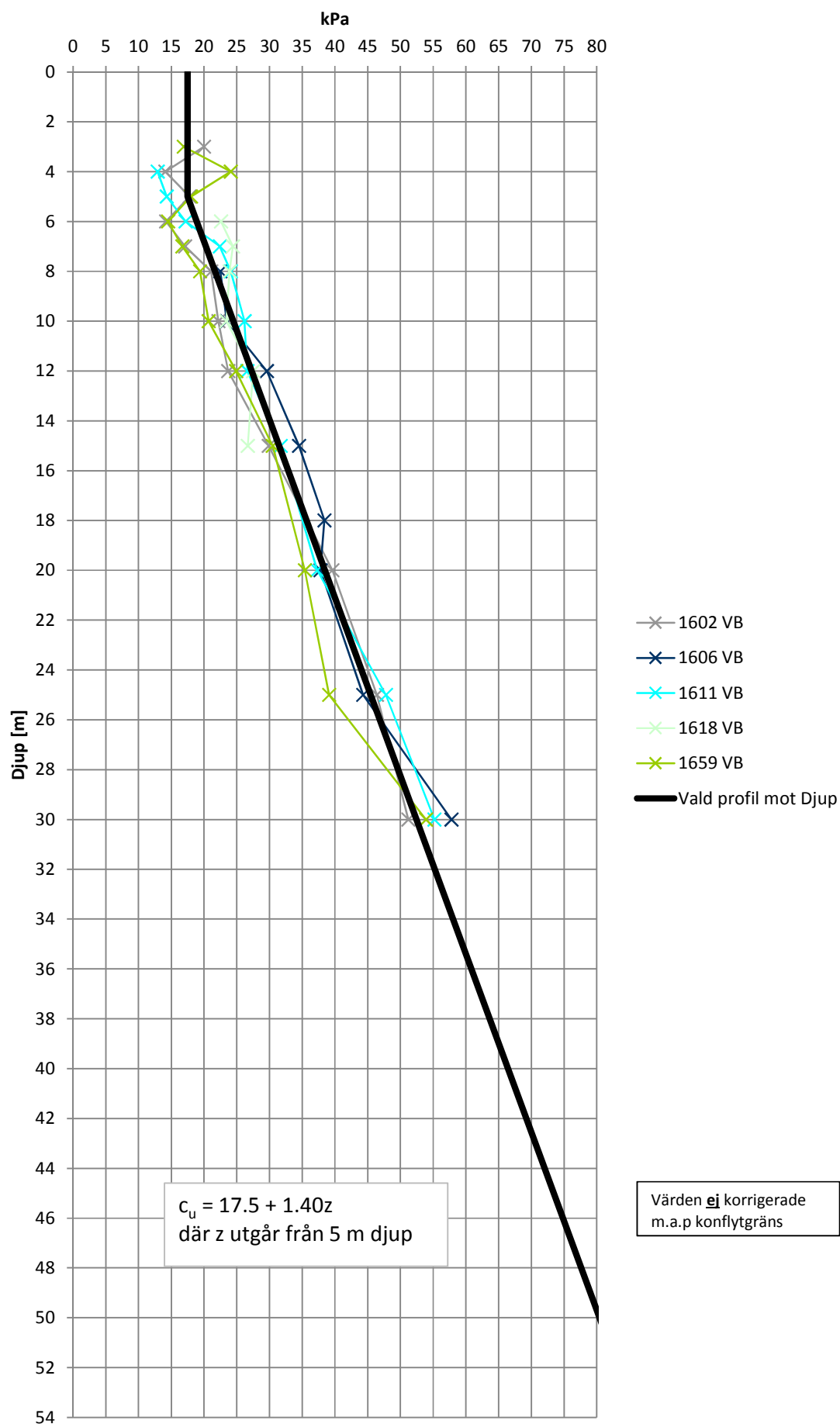
Bilaga 2.1



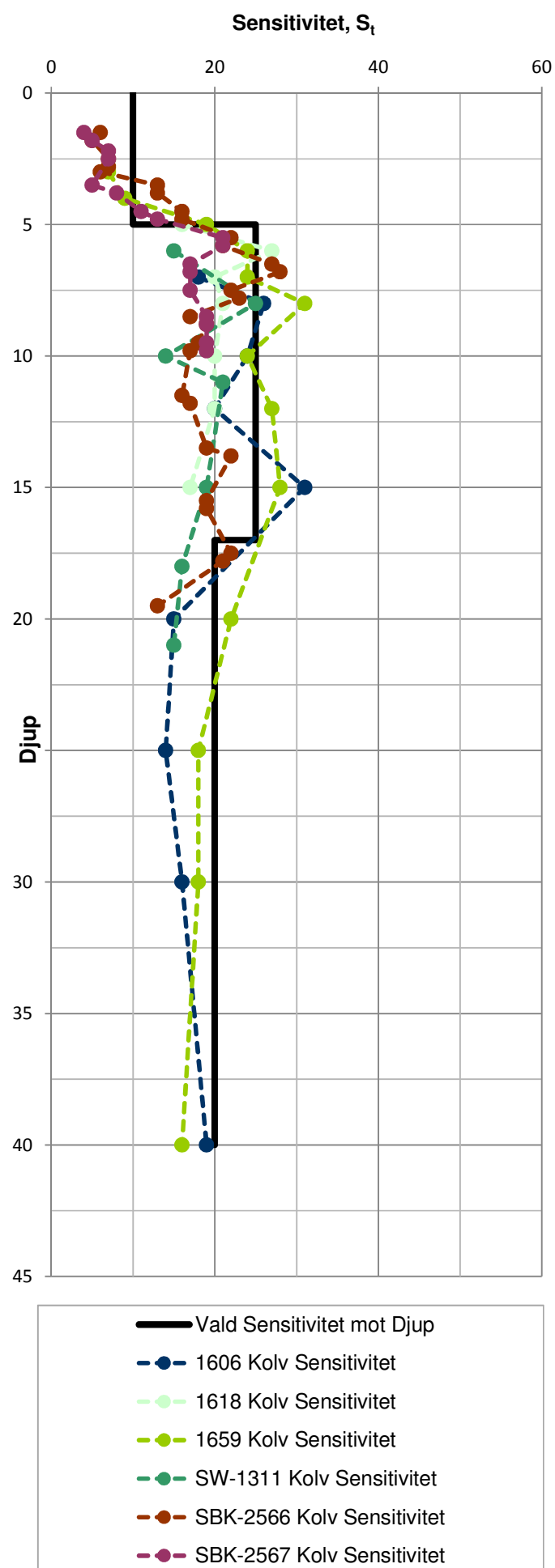
Odränerad skjuvhållfasthet



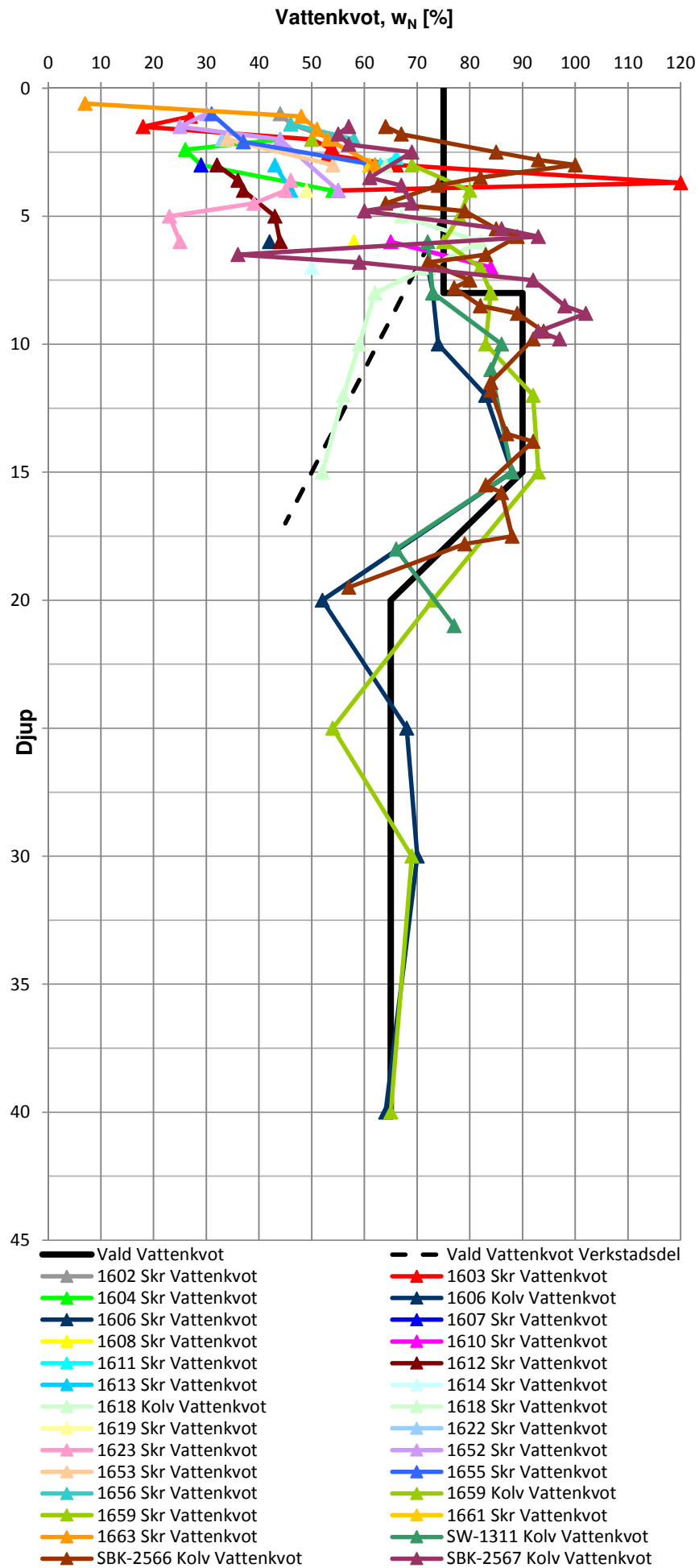
Odränerad skjuvhållfasthet



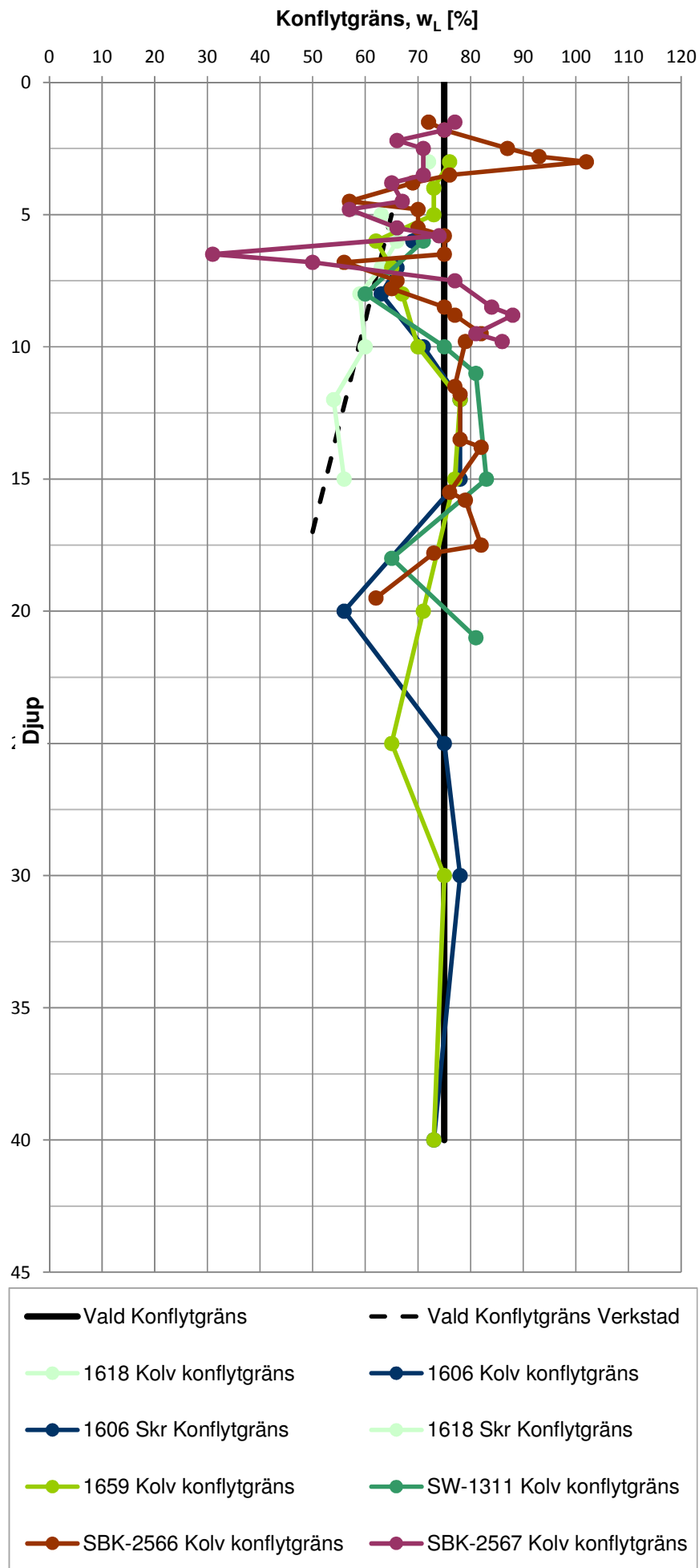
Bilaga 2.4

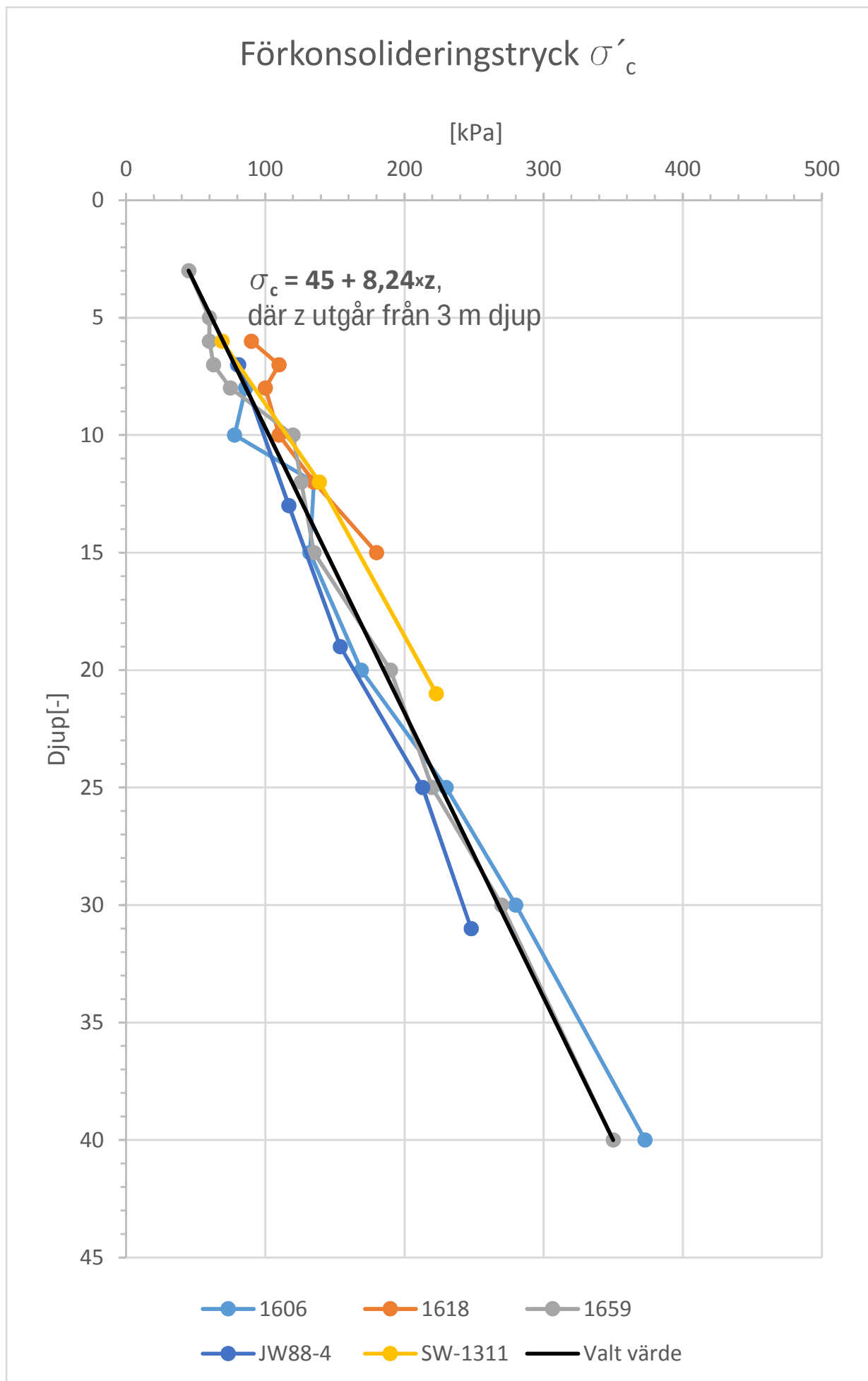


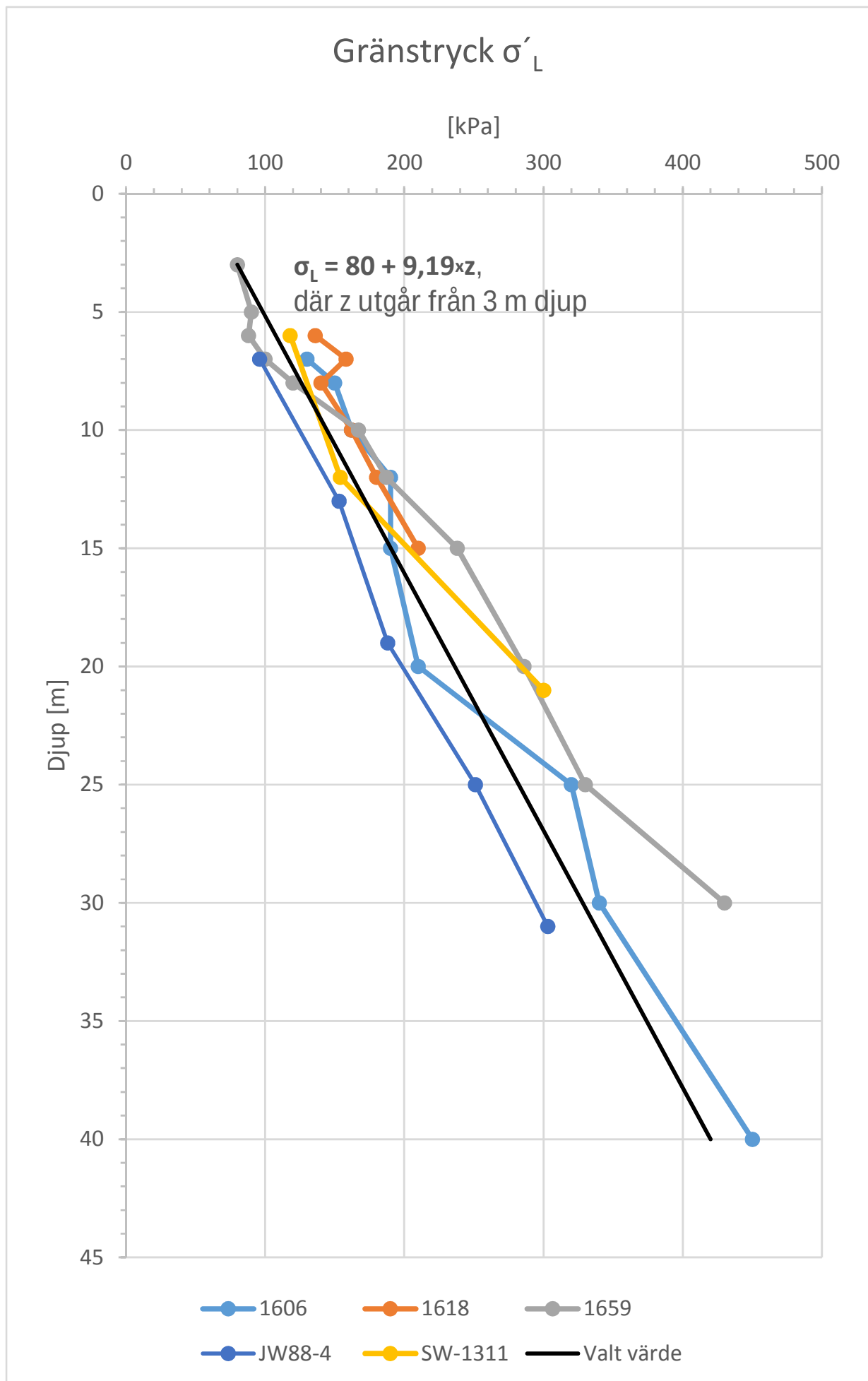
Bilaga 2.5



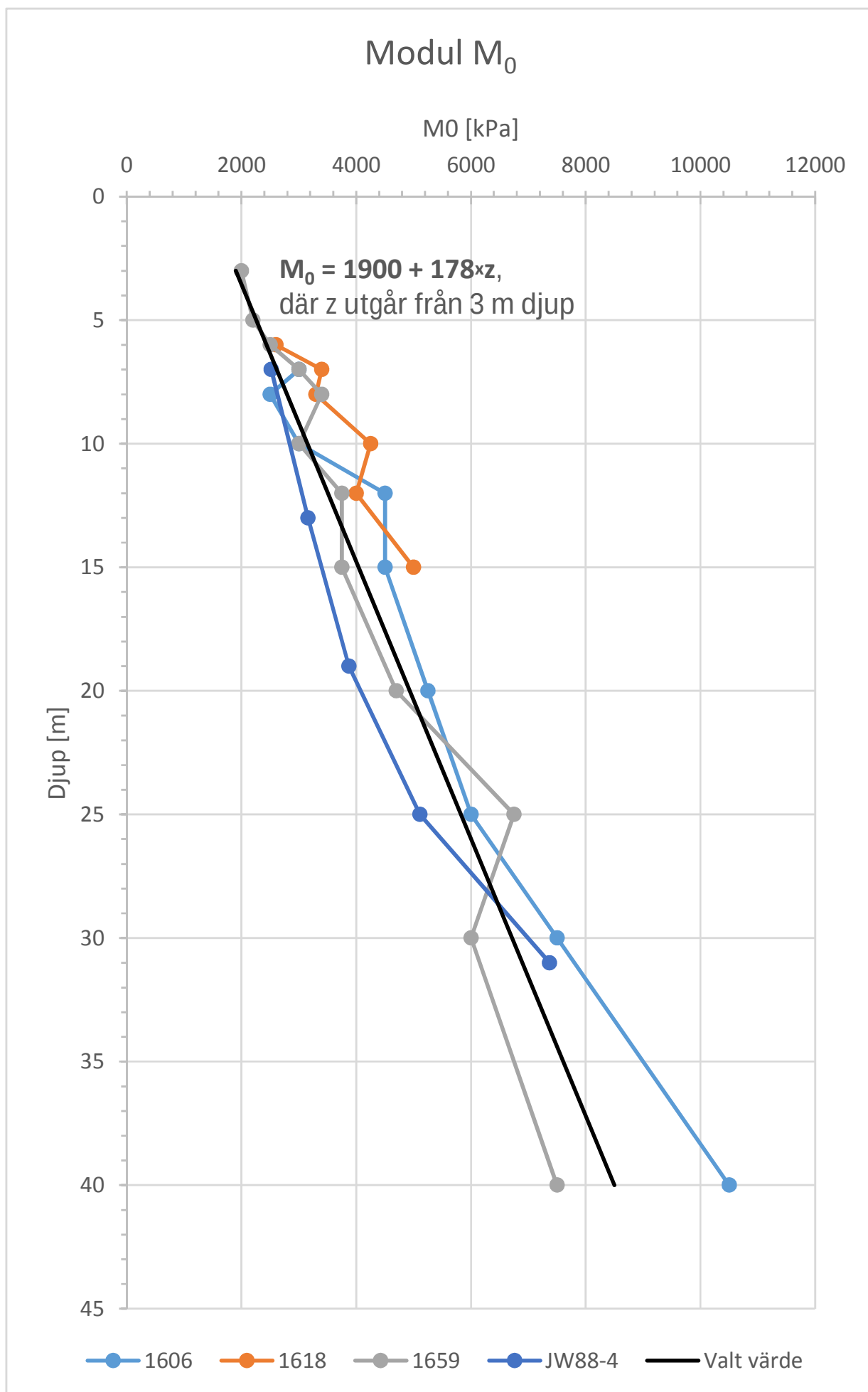
Bilaga 2.6

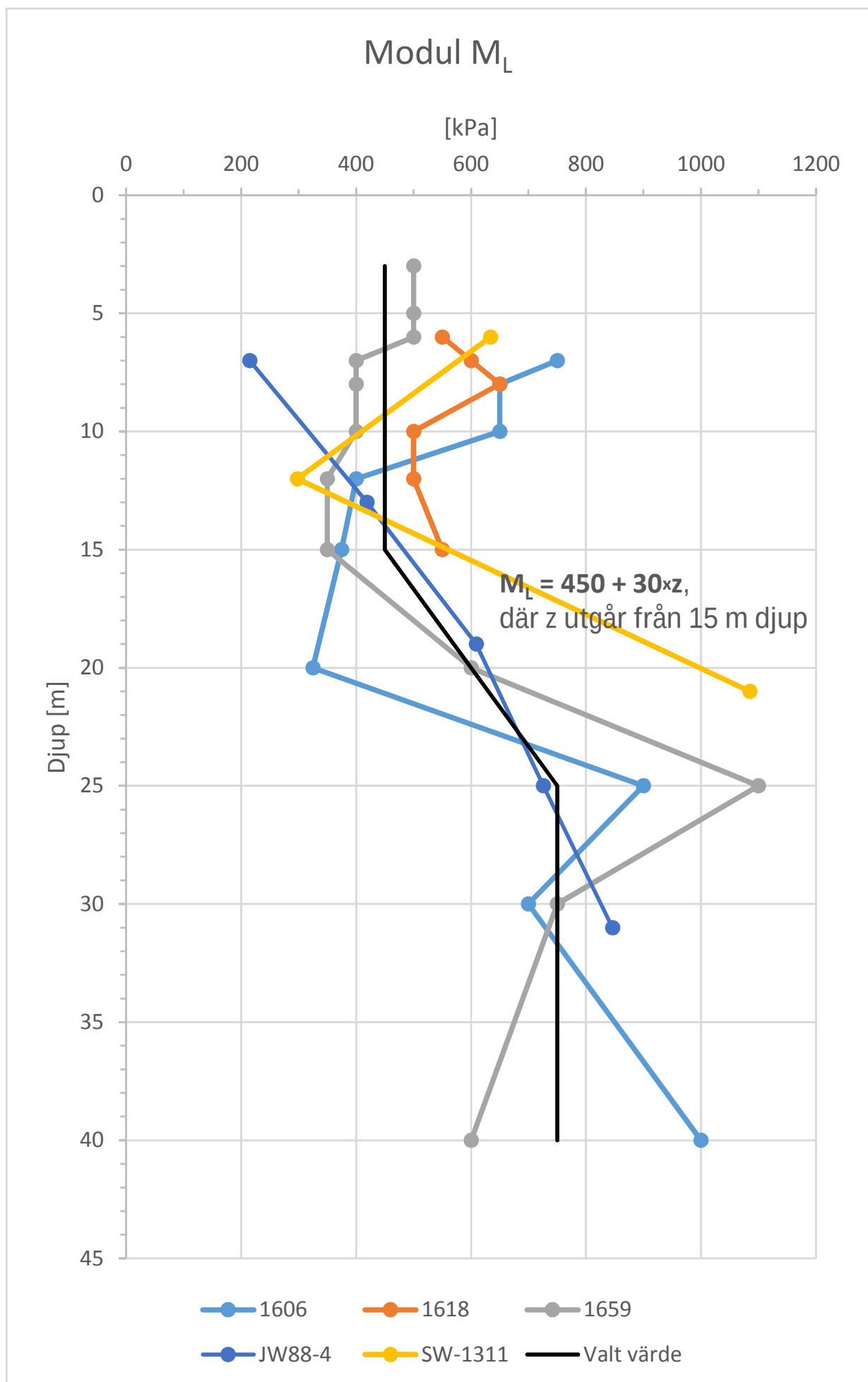


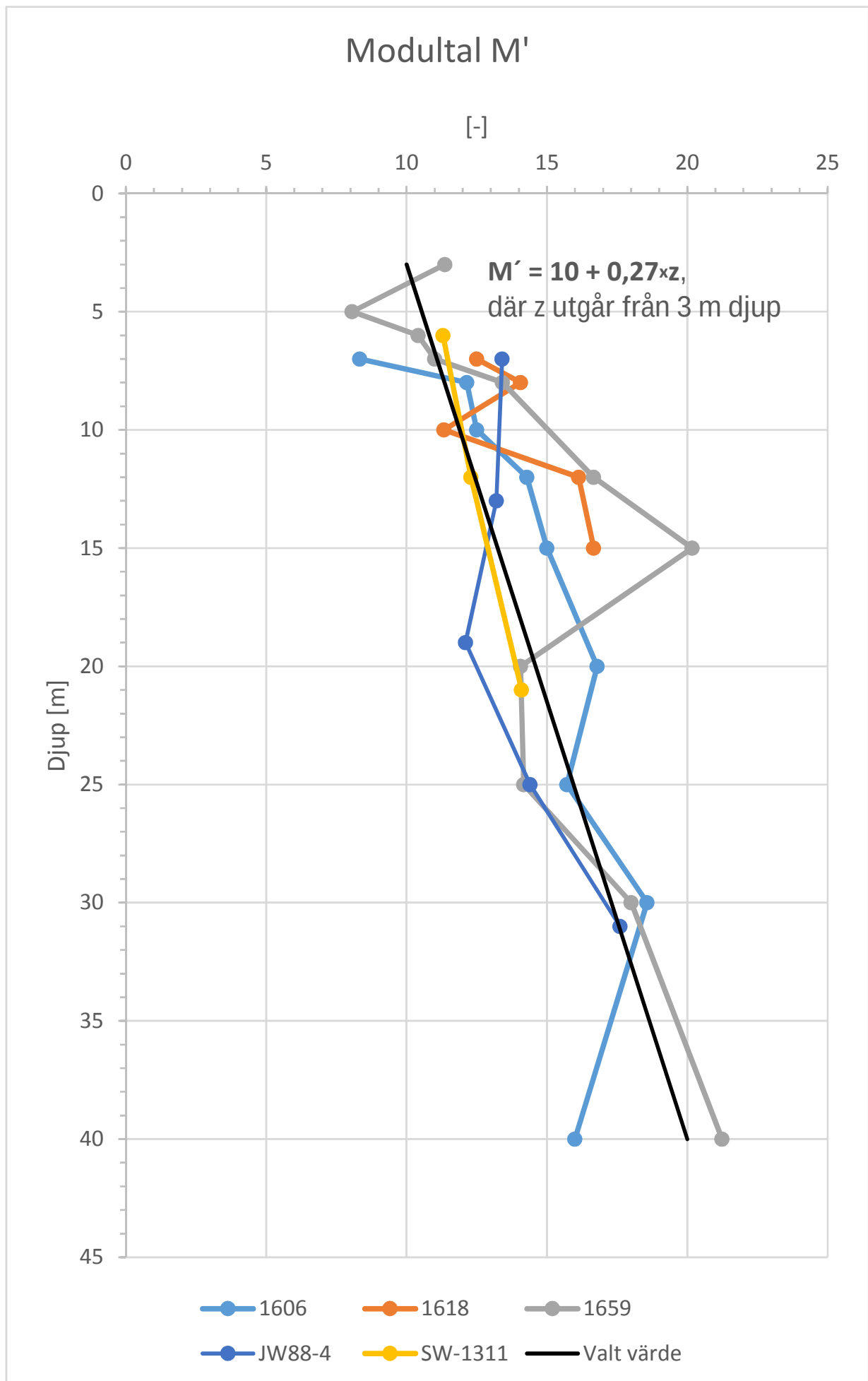




Bilaga 2.9







Bilaga 3



Name: F/Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Phi: 23.95 °
C-Top of Layer: 1.06 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 9.17 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Piezometric Line: 1



Name: F/saGr ofSa
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.3 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1



Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Phi: 23.95 °
C-Datum: 1.06 kPa
C-Rate of Change: 0.1 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 9.17 kPa
Cu-Rate of Change: 0.858 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -2 m
Piezometric Line: 1



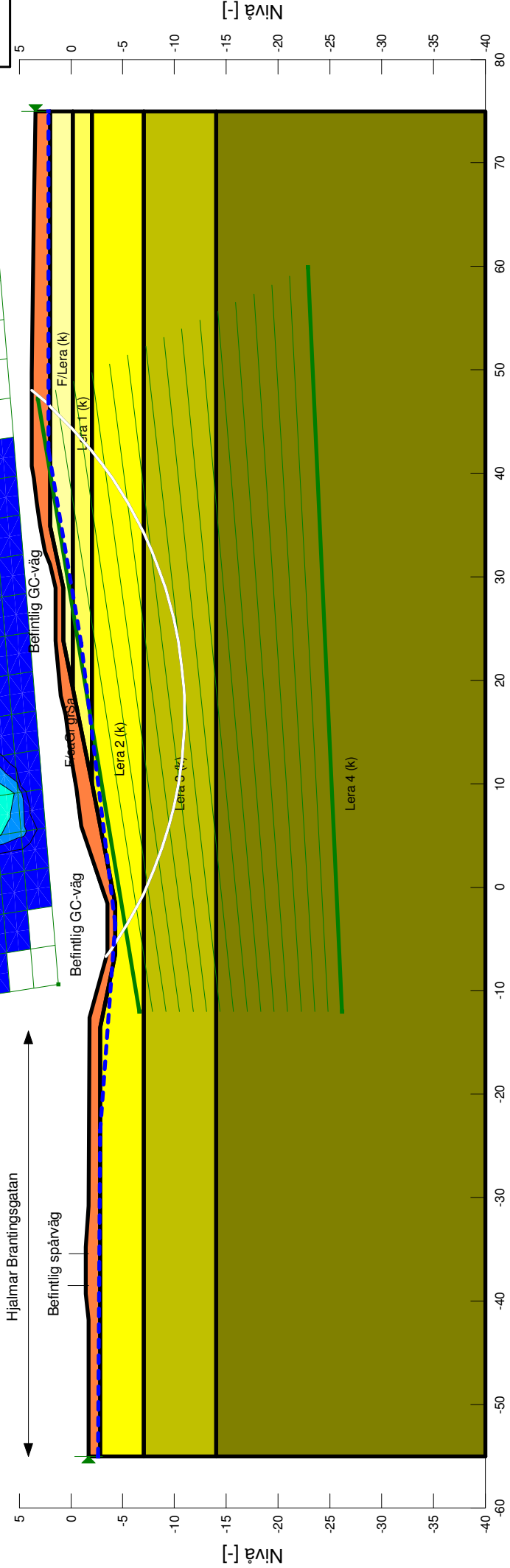
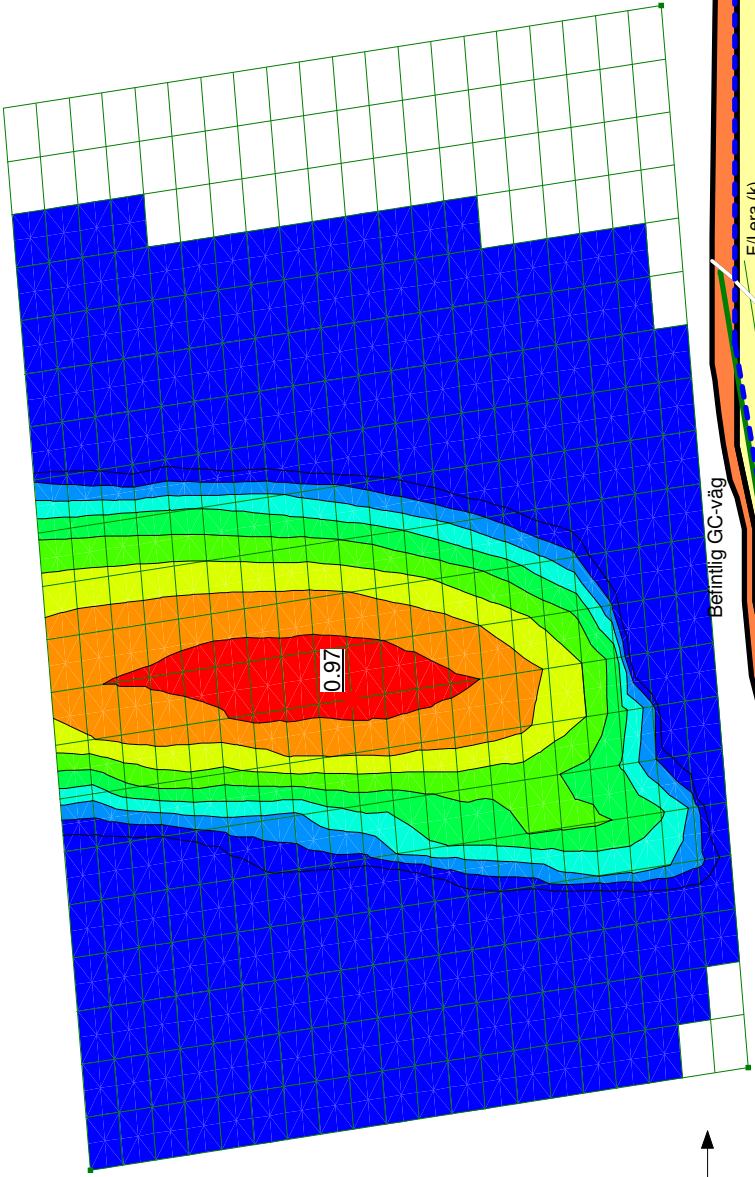
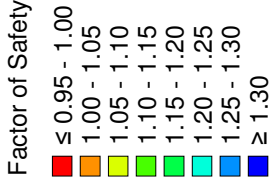
Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Phi: 23.95 °
C-Top of Layer: 1.06 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 9.17 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Piezometric Line: 1



Name: Lera 3 (k)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15.2 kN/m³
Phi: 23.95 °
C-Datum: 1.06 kPa
C-Rate of Change: 0.1 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 9.17 kPa
Cu-Rate of Change: 0.858 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -2 m
Piezometric Line: 1

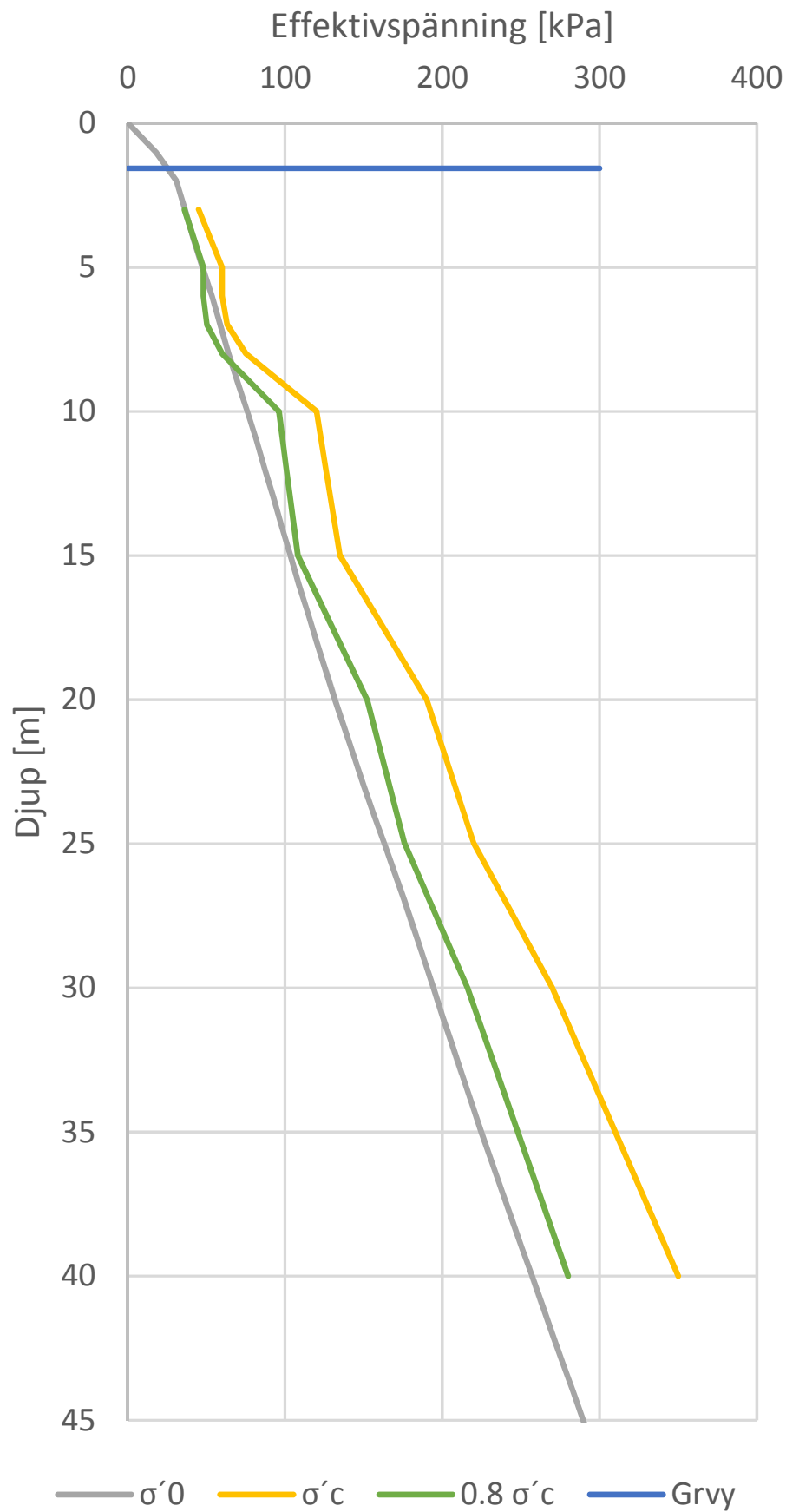


Name: Lera 4 (k)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16.3 kN/m³
Phi: 23.95 °
C-Datum: 1.06 kPa
C-Rate of Change: 0.1 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 9.17 kPa
Cu-Rate of Change: 0.858 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -2 m
Piezometric Line: 1

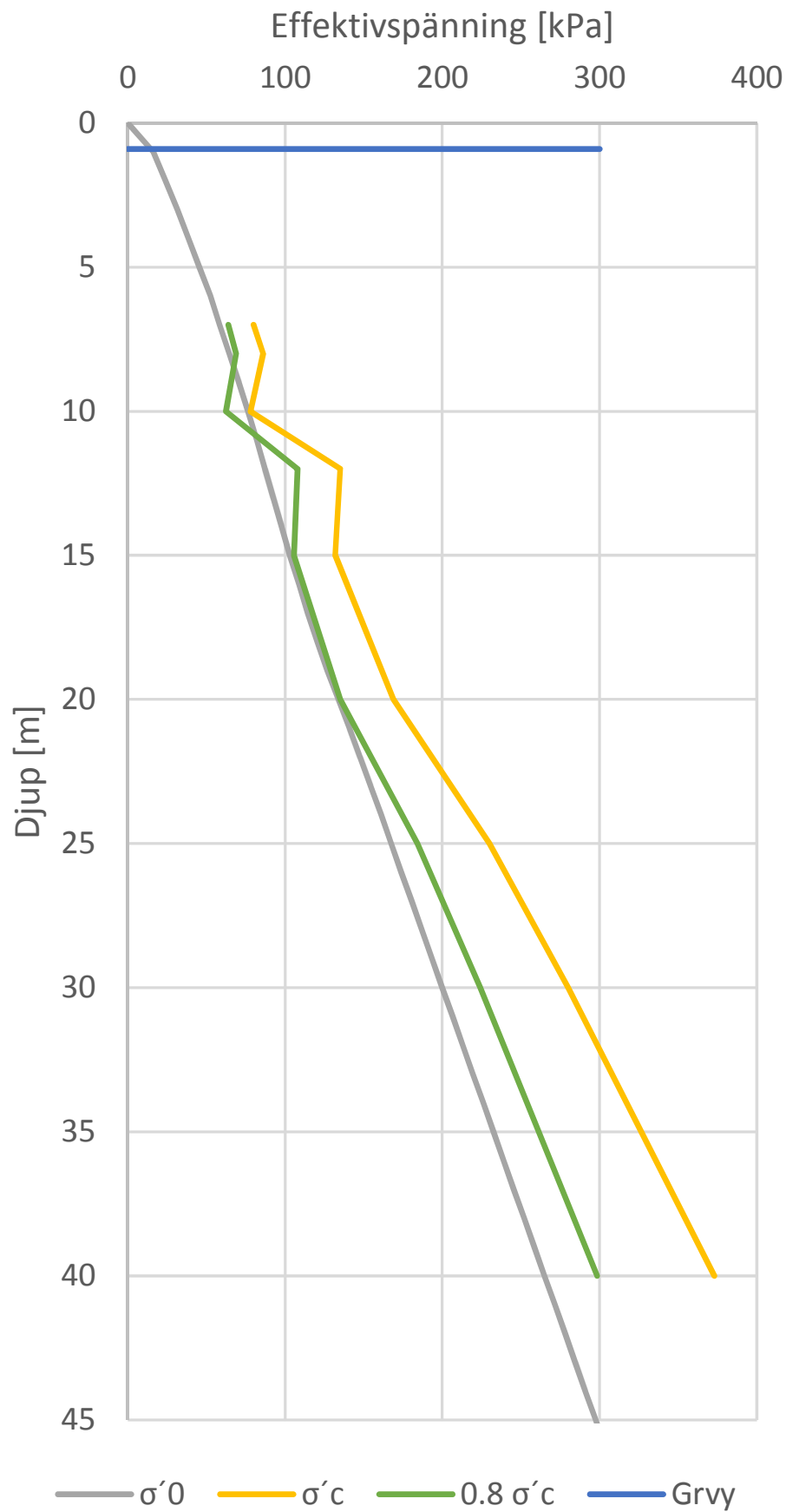


Bilaga 4

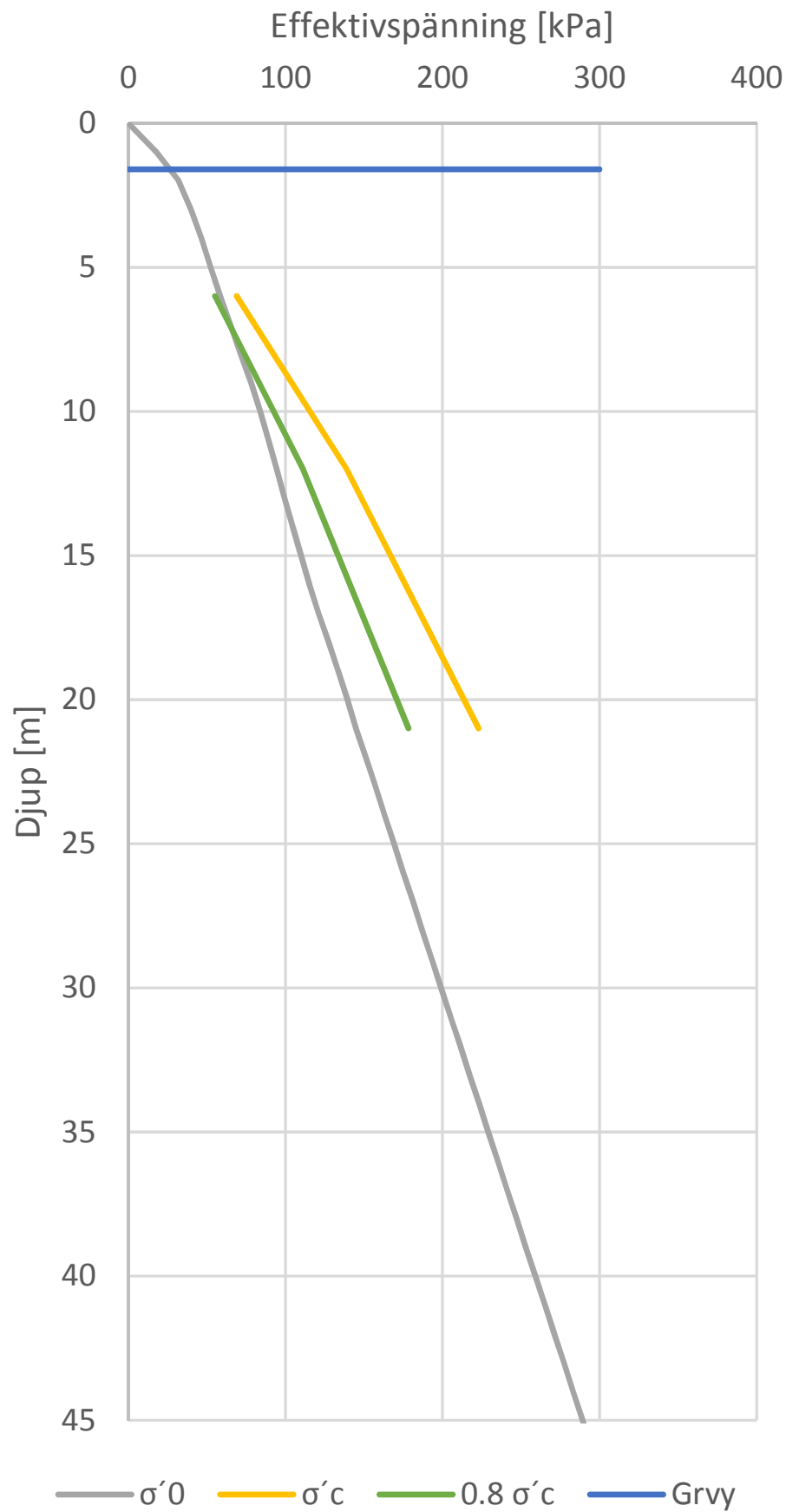
1659



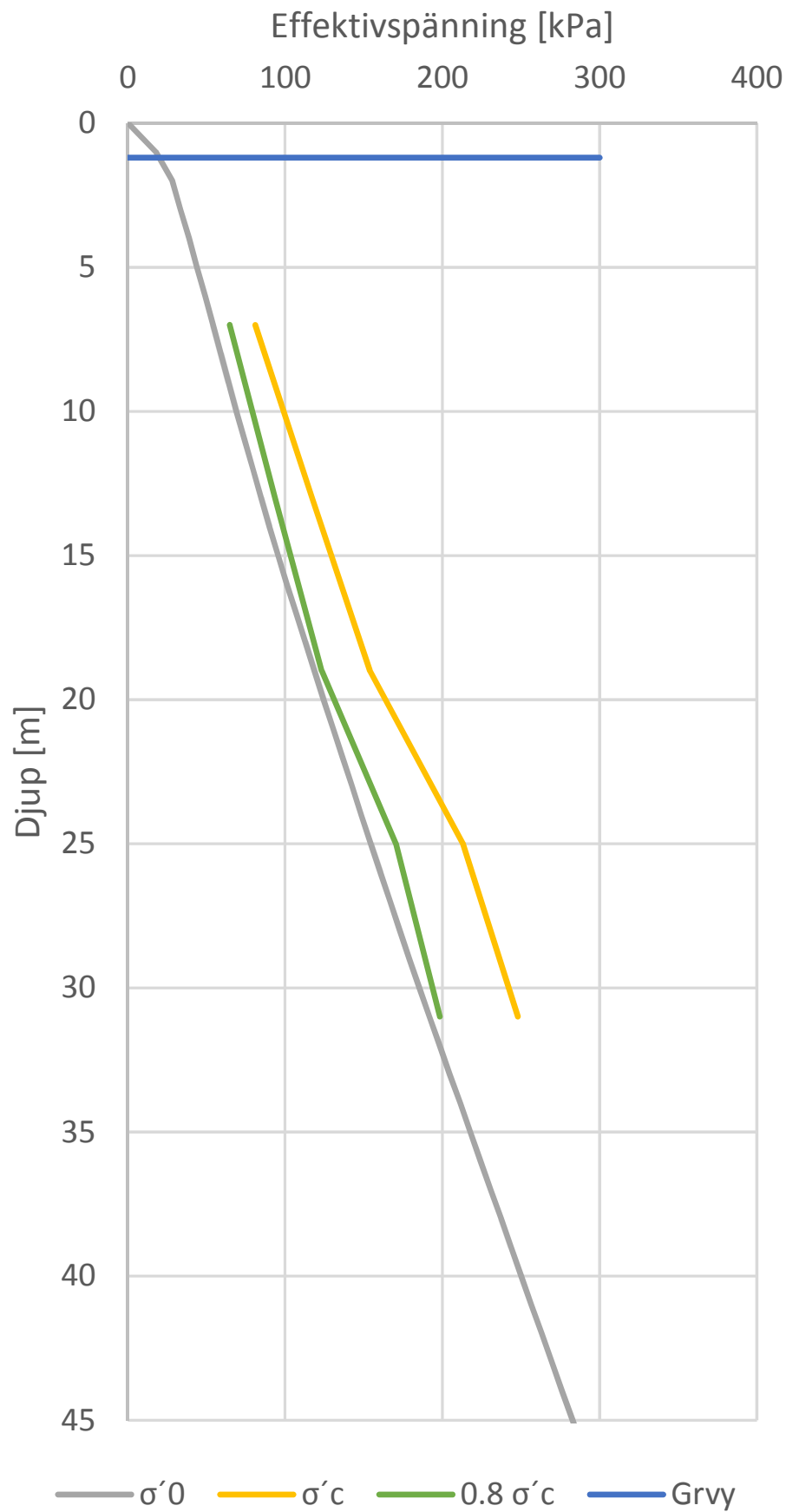
1606



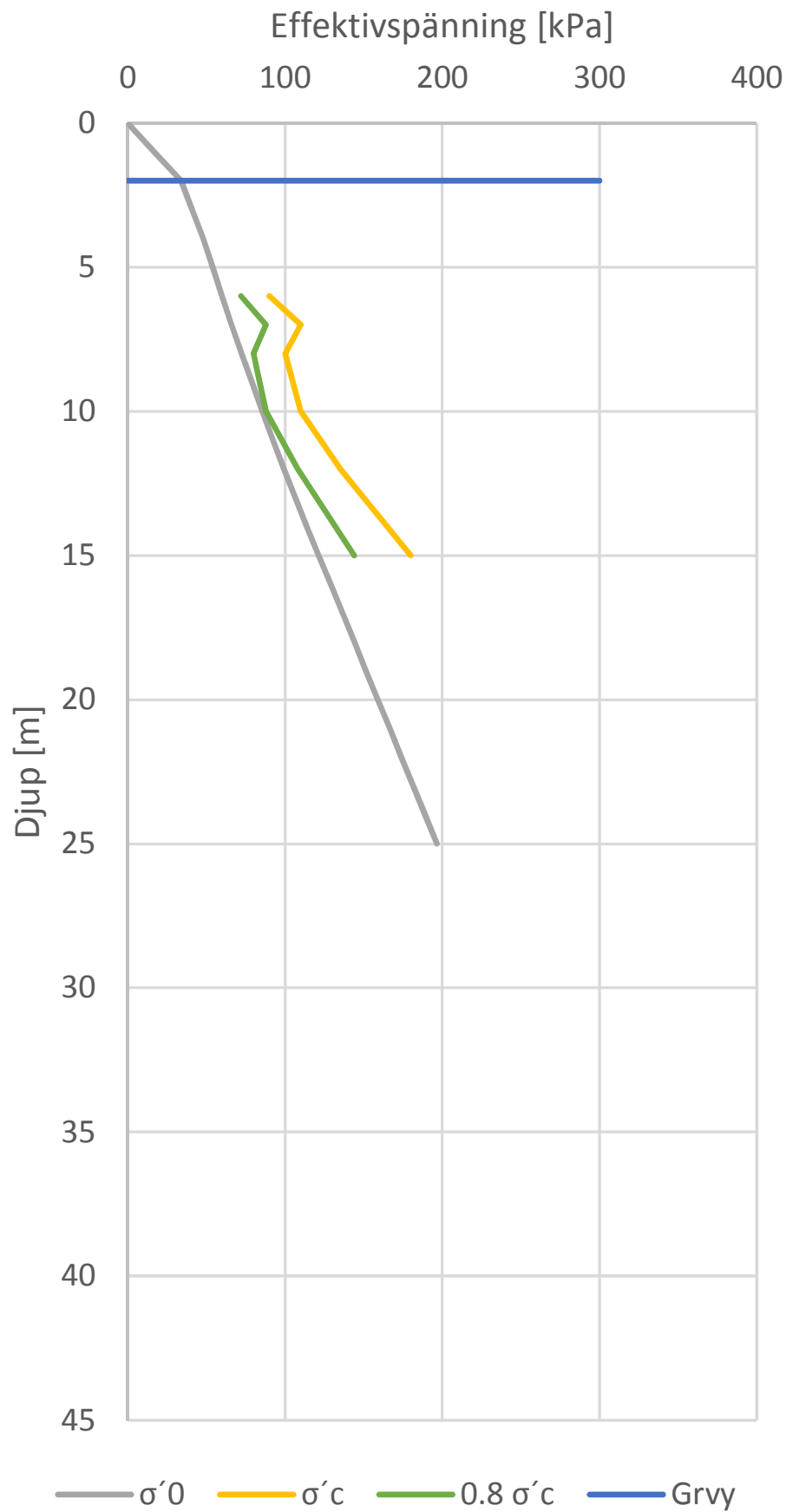
1311



JW88-4



1618



Bilaga 5

Bilaga 5.1

Sättningsberäkning 20 m påle

Pållängd	Lp	20 m		Konst.					17,5 kPa					Q					379200 kN					Konst					45 kPa					Konst					1900 kPa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Last	P	300 kN		Ändring					1,4 kPa/m					B					45 m					Ändring					8,24 kPa/m					Ändring					178 kPa/m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Nivå påltopp		+3 -		Gräns					5 m djup					L					300 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Red.fakt.påhäng	μ	0,7 -												Beqv					116,2 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Omkrets	Phi	1,2 m												η _{pållar}					1264 st																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Neutrala lagret	NL	9 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Nivå	Djup	Cu	Lasteffekt	Bärförmåga	Δσ	γ	σ ₀	u	σ ₀	σ _c	Δσ ₁	Δσ ₂	M ₀	σ ₀ +Δσ	ε ₁	ε ₂																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

Bilaga 5.2

Sättningsberäkning 30 m påle

Pållängd	Lp	30 m	Skjuvhållfasthet				Utbredd last				Förk.tryck				Modul,M0			
Last	P	300 kN	Konst.	17,5 kPa					Q	379200 kN	Konst	45 kPa	Konst	1900 kPa				
Nivå påltopp		+3 -	Ändring	1,4 kPa/m					B	45 m	Ändring	8,24 kPa/m	Ändring	178 kPa/m				
			Gräns	5 m djup					L	300 m								
									Beqv	116,2 m								
Red.fakt.påhäng	μ	0,7 -																
Omkrets	Phi	1,2 m																
Neutrala lagret	NL	18 m																

Nivå	Djup	Cu	Lasteffekt	Bärförmåga	Δσ	γ	σ ₀	u	σ' ₀	σ' _c	Δσ ₁	Δσ ₂	M ₀	σ ₀ +Δσ	ε ₁	ε ₂
3	0	0,0	300,0	1050,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	45,0	0,0	0,0	1900	0,0	0,00	0,00
2	1	0,0	300,0	1050,0	0,0	18,0	18,0	0	18,0	45,0	0,0	0,0	1900	18,0	0,00	0,00
1	2	0,0	300,0	1050,0	0,0	15,5	33,5	10	23,5	45,0	0,0	0,0	1900	23,5	0,00	0,00
0	3	0,0	300,0	1050,0	0,0	15,5	49,0	20	29,0	45,0	0,0	0,0	1900	29,0	0,00	0,00
-1	4	17,5	314,7	1050,0	0,0	15,5	64,5	30	34,5	53,2	0,0	0,0	2078	34,5	0,00	0,00
-2	5	17,5	329,4	1029,0	0,0	15,5	80,0	40	40,0	61,5	0,0	0,0	2256	40,0	0,00	0,00
-3	6	18,9	345,3	1008,0	0,0	15,5	95,5	50	45,5	69,7	0,0	0,0	2434	45,5	0,00	0,00
-4	7	20,3	362,3	985,3	0,0	15,5	111,0	60	51,0	78,0	0,0	0,0	2612	51,0	0,00	0,00
-5	8	21,7	380,6	961,0	0,0	15,5	126,5	70	56,5	86,2	0,0	0,0	2790	56,5	0,00	0,00
-6	9	23,1	400,0	934,9	0,0	15,5	142,0	80	62,0	94,4	0,0	0,0	2968	62,0	0,00	0,00
-7	10	24,5	420,5	907,2	0,0	15,5	157,5	90	67,5	102,7	0,0	0,0	3146	67,5	0,00	0,00
-8	11	25,9	442,3	877,8	0,0	15,2	172,7	100	72,7	110,9	0,0	0,0	3324	72,7	0,00	0,00
-9	12	27,3	465,2	846,7	0,0	15,2	187,9	110	77,9	119,2	0,0	0,0	3502	77,9	0,00	0,00
-10	13	28,7	489,3	814,0	0,0	15,2	203,1	120	83,1	127,4	0,0	0,0	3680	83,1	0,00	0,00
-11	14	30,1	514,6	779,5	0,0	15,2	218,3	130	88,3	135,6	0,0	0,0	3858	88,3	0,00	0,00
-12	15	31,5	541,1	743,4	0,0	15,2	233,5	140	93,5	143,9	0,0	0,0	4036	93,5	0,00	0,00
-13	16	32,9	568,7	705,6	0,0	15,2	248,7	150	98,7	152,1	0,0	0,0	4214	98,7	0,00	0,00
-14	17	34,3	597,5	666,1	0,0	15,2	263,9	160	103,9	160,4	0,0	0,0	4392	103,9	0,00	0,00
-15	18	35,7	627,5	625,0	0,0	16,3	280,2	170	110,2	168,6	0,0	0,0	4570	110,2	0,00	0,00
-16	19	37,1	658,7	582,1	2,3	16,3	296,5	180	116,5	176,8	2,3	0,0	4748	118,8	0,05	0,00
-17	20	38,5	691,0	537,6	4,6	16,3	312,8	190	122,8	185,1	4,6	0,0	4926	127,4	0,09	0,00
-18	21	39,9	724,5	491,4	6,8	16,3	329,1	200	129,1	193,3	6,8	0,0	5104	135,9	0,13	0,00
-19	22	41,3	759,2	443,5	9,1	16,3	345,4	210	135,4	201,6	9,1	0,0	5282	144,5	0,17	0,00
-20	23	42,7	795,1	394,0	11,2	16,3	361,7	220	141,7	209,8	11,2	0,0	5460	152,9	0,21	0,00
-21	24	44,1	832,1	342,7	13,4	16,3	378,0	230	148,0	218,0	13,4	0,0	5638	161,4	0,24	0,00
-22	25	45,5	870,4	289,8	15,5	16,3	394,3	240	154,3	226,3	15,5	0,0	5816	169,8	0,27	0,00
-23	26	46,9	909,8	235,2	17,5	16,3	410,6	250	160,6	234,5	17,5	0,0	5994	178,1	0,29	0,00
-24	27	48,3	950,3	178,9	19,6	16,3	426,9	260	166,9	242,8	19,6	0,0	6172	186,5	0,32	0,00
-25	28	49,7	992,1	121,0	21,6	16,3	443,2	270	173,2	251,0	21,6	0,0	6350	194,8	0,34	0,00
-26	29	51,1	1035,0	61,3	23,5	16,3	459,5	280	179,5	259,2	23,5	0,0	6528	203,0	0,36	0,00
-27	30	52,5	1079,1	0,0	25,5	16,3	475,8	290	185,8	267,5	25,5	0,0	6706	211,3	0,38	0,00
-28	31	53,9	1124,4		25,0	16,3	492,1	300	192,1	275,7	25,0	0,0	6884	217,1	0,36	0,00
-29	32	55,3	1170,8		24,6	16,3	508,4	310	198,4	284,0	24,6	0,0	7062	223,0	0,35	0,00
-30	33	56,7	1218,5		24,3	16,3	524,7	320	204,7	292,2	24,3	0,0	7240	229,0	0,33	0,00
-31	34	58,1	1267,3		23,9	16,3	541,0	330	211,0	300,4	23,9	0,0	7418	234,9	0,32	0,00
-32	35	59,5	1317,2		23,5	16,3	557,3	340	217,3	308,7	23,5	0,0	7596	240,8	0,31	0,00
-33	36	60,9	1368,4		23,1	16,3	573,6	350	223,6	316,9	23,1	0,0	7774	246,7	0,30	0,00
-34	37	62,3	1420,7		22,8	16,3	589,9	360	229,9	325,2	22,8	0,0	7952	252,7	0,29	0,00
-35	38	63,7	1474,2		22,4	16,3	606,2	370	236,2	333,4	22,4	0,0	8130	258,6	0,28	0,00
-36	39	65,1	1528,9		22,1	16,3	622,5	380	242,5	341,6	22,1	0,0	8308	264,6	0,27	0,00
-37	40	66,5	1584,8		21,7	16,3	638,8	390	248,8	349,9	21,7	0,0	8486	270,5	0,26	0,00
-38	41	67,9	1641,8		21,4	16,3	655,1	400	255,1	358,1	21,4	0,0	8664	276,5	0,25	0,00
-39	42	69,3	1700,0		21,1	16,3	671,4	410	261,4	366,4	21,1	0,0	8842	282,5	0,24	0,00
-40	43	70,7	1759,4		20,8	16,3	687,7	420	267,7	374,6	20,8	0,0	9020	288,5	0,23	0,00
-41	44	72,1	1820,0		20,5	16,3	704,0	430	274,0	382,8	20,5	0,0	9198	294,5	0,22	0,00
-42	45	73,5	1881,7		20,2	16,3	720,3	440	280,3	391,1	20,2	0,0	9376	300,5	0,22	0,00
-43	46	74,9	1944,6		19,9	16,3	736,6	450	286,6	399,3	19,9	0,0	9554	306,5	0,21	0,00
-44	47	76,3	2008,7		19,6	16,3	752,9	460	292,9	407,6	19,6	0,0	9732	312,5	0,20	0,00
-45	48	77,7	2074,0		19,3	16,3	769,2	470	299,2	415,8	19,3	0,0	9910	318,5	0,20	0,00
-46	49	79,1	2140,4		19,1	16,3	785,5	480	305,5	424,0	19,1	0,0	10088	324,6	0,19	0,00
-47	50	80,5	2208,1		18,8	16,3	801,8	490	311,8	432,3	18,8	0,0	10266	330,6	0,18	0,00
-48	51	81,9	2276,9		18,5	16,3	818,1	500	318,1	440,5	18,5	0,0	10444	336,6	0,18	0,00
-49	52	83,3	2346,8		18,3	16,3	834,4	510	324,4	448,8	18,3	0,0	10622	342,7	0,17	0,00
-50	53	84,7	2418,0		18,0	16,3	850,7	520	330,7	457,0	18,0	0,0	10800	348,7	0,17	0,00
-51	54	86,1	2490,3		17,8	16,3	867,0	530	337,0	465,2	17,8	0,0	10978	354,8	0,16	0,00
-52	55	87,5	2563,8		17,5	16,3	883,3	540	343,3	473,5	17,5	0,0	11156	360,8	0,16	0,00
-53	56	88,9	2638,5		17,3	16,3	899,6	550	349,6	481,7	17,3	0,0	11334	366,9	0,15	0,00
-54	57	90,3	2714,3		17,1	16,3	915,9	560	355,9	490,0	17,1	0,0	11512	373,0	0,15	0,00
-55	58	91,7	2791,4		16,8	16,3	932,2	570	362,2	498,2	16,8	0,0	11690	379,0	0,14	0,00
-56	59	93,1	2869,6		16,6	16,3	948,5	580	368,5	506,4	16,6	0,0	11868	385,1	0,14	0,00
-57	60	94,5	2948,9		16,4	16,3	964,8	590	374,8	514,7	16,4	0,0	12046	391,2	0,14	0,00
-58	61	95,9	3029,5		16,2	16,3	981,1	600	381,1	522,9	16,2	0,0	12224	397,3	0,13	0,00
-59	62	97,3	3111,2		16,0	16,3	997,4	610	387,4	531,2	16,0	0,0	12402	403,4	0,13	0,00
-60	63	98,7	3194,1		15,8	16,3	1013,7	620	393,7	539,4	15,8	0,0	12580	409,5	0,13	0,00
-61	64	100,1	3278,2		15,6	16,3	1030,0	630	400,0	547,6	15,6	0,0	12758	415,6	0,12	0,00
-62	65	101,5	3363,5		15,4	16,3	1046,3	640	406,3	555,9	15,4	0,0	12936	421,7	0,12	0,00
-63	66	102,9	3449,9		15,2	16,3	1062,6	650	412,6	564,1	15,2	0,0	1311			

Bilaga 5.3

Sättningsberäkning 40 m påå

Påållångd	Lp	40 m	Skjuvhåållfasthet	17,5 kPa	Utbredd last	379200 kN	Förk.tryck		Modul,M0	
Last	P	300 kN	Konst.	17,5 kPa	Q	379200 kN	Konst	45 kPa	Konst	1900 kPa
Nivå pååååå		+3 -	Äådring	1,4 kPa/m	B	45 m	Äådring	8,24 kPa/m	Äådring	178 kPa/m
			Gråns	5 m djup	L	300 m				
Red.fakt.påååå	µ	0,7 -			Beqv	116,2 m				
Omkrets	Phi	1,2 m			n _{påååå}	1264 st				
Neutrala lagret	NL	26 m								

Nivå	Djup	Cu	Lasteffekt	Bärformåga	Δσ	γ	σ ₀	u	σ' ₀	σ' _c	Δσ ₁	Δσ ₂	M ₀	σ ₀ +Δσ	ε ₁	ε ₂
3	0	0,0	300,0	1755,6	0,0	0,0	0,0	0	0,0	45,0	0,0	0,0	1900	0,0	0,00	0,00
2	1	0,0	300,0	1755,6	0,0	18,0	18,0	0	18,0	45,0	0,0	0,0	1900	18,0	0,00	0,00
1	2	0,0	300,0	1755,6	0,0	15,5	33,5	10	23,5	45,0	0,0	0,0	1900	23,5	0,00	0,00
0	3	0,0	300,0	1755,6	0,0	15,5	49,0	20	29,0	45,0	0,0	0,0	1900	29,0	0,00	0,00
-1	4	17,5	314,7	1755,6	0,0	15,5	64,5	30	34,5	53,2	0,0	0,0	2078	34,5	0,00	0,00
-2	5	17,5	329,4	1734,6	0,0	15,5	80,0	40	40,0	61,5	0,0	0,0	2256	40,0	0,00	0,00
-3	6	18,9	345,3	1713,6	0,0	15,5	95,5	50	45,5	69,7	0,0	0,0	2434	45,5	0,00	0,00
-4	7	20,3	362,3	1690,9	0,0	15,5	111,0	60	51,0	78,0	0,0	0,0	2612	51,0	0,00	0,00
-5	8	21,7	380,6	1666,6	0,0	15,5	126,5	70	56,5	86,2	0,0	0,0	2790	56,5	0,00	0,00
-6	9	23,1	400,0	1640,5	0,0	15,5	142,0	80	62,0	94,4	0,0	0,0	2968	62,0	0,00	0,00
-7	10	24,5	420,5	1612,8	0,0	15,5	157,5	90	67,5	102,7	0,0	0,0	3146	67,5	0,00	0,00
-8	11	25,9	442,3	1583,4	0,0	15,2	172,7	100	72,7	110,9	0,0	0,0	3324	72,7	0,00	0,00
-9	12	27,3	465,2	1552,3	0,0	15,2	187,9	110	77,9	119,2	0,0	0,0	3502	77,9	0,00	0,00
-10	13	28,7	489,3	1519,6	0,0	15,2	203,1	120	83,1	127,4	0,0	0,0	3680	83,1	0,00	0,00
-11	14	30,1	514,6	1485,1	0,0	15,2	218,3	130	88,3	135,6	0,0	0,0	3858	88,3	0,00	0,00
-12	15	31,5	541,1	1449,0	0,0	15,2	233,5	140	93,5	143,9	0,0	0,0	4036	93,5	0,00	0,00
-13	16	32,9	568,7	1411,2	0,0	15,2	248,7	150	98,7	152,1	0,0	0,0	4214	98,7	0,00	0,00
-14	17	34,3	597,5	1371,7	0,0	15,2	263,9	160	103,9	160,4	0,0	0,0	4392	103,9	0,00	0,00
-15	18	35,7	627,5	1330,6	0,0	16,3	280,2	170	110,2	168,6	0,0	0,0	4570	110,2	0,00	0,00
-16	19	37,1	658,7	1287,7	0,0	16,3	296,5	180	116,5	176,8	0,0	0,0	4748	116,5	0,00	0,00
-17	20	38,5	691,0	1243,2	0,0	16,3	312,8	190	122,8	185,1	0,0	0,0	4926	122,8	0,00	0,00
-18	21	39,9	724,5	1197,0	0,0	16,3	329,1	200	129,1	193,3	0,0	0,0	5104	129,1	0,00	0,00
-19	22	41,3	759,2	1149,1	0,0	16,3	345,4	210	135,4	201,6	0,0	0,0	5282	135,4	0,00	0,00
-20	23	42,7	795,1	1099,6	0,0	16,3	361,7	220	141,7	209,8	0,0	0,0	5460	141,7	0,00	0,00
-21	24	44,1	832,1	1048,3	0,0	16,3	378,0	230	148,0	218,0	0,0	0,0	5638	148,0	0,00	0,00
-22	25	45,5	870,4	995,4	0,0	16,3	394,3	240	154,3	226,3	0,0	0,0	5816	154,3	0,00	0,00
-23	26	46,9	909,8	940,8	0,0	16,3	410,6	250	160,6	234,5	0,0	0,0	5994	160,6	0,00	0,00
-24	27	48,3	950,3	884,5	2,0	16,3	426,9	260	166,9	242,8	2,0	0,0	6172	168,9	0,03	0,00
-25	28	49,7	992,1	826,6	3,9	16,3	443,2	270	173,2	251,0	3,9	0,0	6350	177,1	0,06	0,00
-26	29	51,1	1035,0	766,9	5,9	16,3	459,5	280	179,5	259,2	5,9	0,0	6528	185,4	0,09	0,00
-27	30	52,5	1079,1	705,6	7,8	16,3	475,8	290	185,8	267,5	7,8	0,0	6706	193,6	0,12	0,00
-28	31	53,9	1124,4	642,6	9,6	16,3	492,1	300	192,1	275,7	9,6	0,0	6884	201,7	0,14	0,00
-29	32	55,3	1170,8	577,9	11,4	16,3	508,4	310	198,4	284,0	11,4	0,0	7062	209,8	0,16	0,00
-30	33	56,7	1218,5	511,6	13,2	16,3	524,7	320	204,7	292,2	13,2	0,0	7240	217,9	0,18	0,00
-31	34	58,1	1267,3	443,5	15,0	16,3	541,0	330	211,0	300,4	15,0	0,0	7418	226,0	0,20	0,00
-32	35	59,5	1317,2	373,8	16,8	16,3	557,3	340	217,3	308,7	16,8	0,0	7596	234,1	0,22	0,00
-33	36	60,9	1368,4	302,4	18,5	16,3	573,6	350	223,6	316,9	18,5	0,0	7774	242,1	0,24	0,00
-34	37	62,3	1420,7	229,3	20,2	16,3	589,9	360	229,9	325,2	20,2	0,0	7952	250,1	0,25	0,00
-35	38	63,7	1474,2	154,6	21,8	16,3	606,2	370	236,2	333,4	21,8	0,0	8130	258,0	0,27	0,00
-36	39	65,1	1528,9	78,1	23,5	16,3	622,5	380	242,5	341,6	23,5	0,0	8308	266,0	0,28	0,00
-37	40	66,5	1584,8	0,0	25,1	16,3	638,8	390	248,8	349,9	25,1	0,0	8486	273,9	0,30	0,00
-38	41	67,9	1641,8		24,7	16,3	655,1	400	255,1	358,1	24,7	0,0	8664	279,8	0,28	0,00
-39	42	69,3	1700,0		24,3	16,3	671,4	410	261,4	366,4	24,3	0,0	8842	285,7	0,27	0,00
-40	43	70,7	1759,4		23,9	16,3	687,7	420	267,7	374,6	23,9	0,0	9020	291,6	0,26	0,00
-41	44	72,1	1820,0		23,5	16,3	704,0	430	274,0	382,8	23,5	0,0	9198	297,5	0,26	0,00
-42	45	73,5	1881,7		23,1	16,3	720,3	440	280,3	391,1	23,1	0,0	9376	303,4	0,25	0,00
-43	46	74,9	1944,6		22,8	16,3	736,6	450	286,6	399,3	22,8	0,0	9554	309,4	0,24	0,00
-44	47	76,3	2008,7		22,4	16,3	752,9	460	292,9	407,6	22,4	0,0	9732	315,3	0,23	0,00
-45	48	77,7	2074,0		22,1	16,3	769,2	470	299,2	415,8	22,1	0,0	9910	321,3	0,22	0,00
-46	49	79,1	2140,4		21,8	16,3	785,5	480	305,5	424,0	21,8	0,0	10088	327,3	0,22	0,00
-47	50	80,5	2208,1		21,4	16,3	801,8	490	311,8	432,3	21,4	0,0	10266	333,2	0,21	0,00
-48	51	81,9	2276,9		21,1	16,3	818,1	500	318,1	440,5	21,1	0,0	10444	339,2	0,20	0,00
-49	52	83,3	2346,8		20,8	16,3	834,4	510	324,4	448,8	20,8	0,0	10622	345,2	0,20	0,00
-50	53	84,7	2418,0		20,5	16,3	850,7	520	330,7	457,0	20,5	0,0	10800	351,2	0,19	0,00
-51	54	86,1	2490,3		20,2	16,3	867,0	530	337,0	465,2	20,2	0,0	10978	357,2	0,18	0,00
-52	55	87,5	2563,8		19,9	16,3	883,3	540	343,3	473,5	19,9	0,0	11156	363,2	0,18	0,00
-53	56	88,9	2638,5		19,6	16,3	899,6	550	349,6	481,7	19,6	0,0	11334	369,2	0,17	0,00
-54	57	90,3	2714,3		19,3	16,3	915,9	560	355,9	490,0	19,3	0,0	11512	375,2	0,17	0,00
-55	58	91,7	2791,4		19,1	16,3	932,2	570	362,2	498,2	19,1	0,0	11690	381,3	0,16	0,00
-56	59	93,1	2869,6		18,8	16,3	948,5	580	368,5	506,4	18,8	0,0	11868	387,3	0,16	0,00
-57	60	94,5	2													

Bilaga 5.4

Sättningsberäkning 50 m påle

Pållängd	Lp	50 m	Konst.	17,5 kPa	Q	379200 kN	Konst	45 kPa	Konst	1900 kPa
Last	P	300 kN	Ändring	1,4 kPa/m	B	45 m	Ändring	8,24 kPa/m	Ändring	178 kPa/m
Nivå påltopp		+3 -	Gräns	5 m djup	L	300 m				
					Beqv	116,2 m				

Red.fakt.påhäng	μ	0,7 -
Omkrets	Phi	1,2 m

Neutrala lagret	NL	34 m
-----------------	----	------

Nivå	Djup	Cu	Lasteffekt	Bärförmåga	Δσ	γ	σ ₀	u	σ' ₀	σ' _c	Δσ ₁	Δσ ₂	M ₀
3	0	0,0	300,0	2629,2	0,0	0,0	0,0	0	0,0	45,0	0,0	0,0	1900
2	1	0,0	300,0	2629,2	0,0	18,0	18,0	0	18,0	45,0	0,0	0,0	1900
1	2	0,0	300,0	2629,2	0,0	15,5	33,5	10	23,5	45,0	0,0	0,0	1900
0	3	0,0	300,0	2629,2	0,0	15,5	49,0	20	29,0	45,0	0,0	0,0	1900
-1	4	17,5	314,7	2629,2	0,0	15,5	64,5	30	34,5	53,2	0,0	0,0	2078
-2	5	17,5	329,4	2608,2	0,0	15,5	80,0	40	40,0	61,5	0,0	0,0	2256
-3	6	18,9	345,3	2587,2	0,0	15,5	95,5	50	45,5	69,7	0,0	0,0	2434
-4	7	20,3	362,3	2564,5	0,0	15,5	111,0	60	51,0	78,0	0,0	0,0	2612
-5	8	21,7	380,6	2540,2	0,0	15,5	126,5	70	56,5	86,2	0,0	0,0	2790
-6	9	23,1	400,0	2514,1	0,0	15,5	142,0	80	62,0	94,4	0,0	0,0	2968
-7	10	24,5	420,5	2486,4	0,0	15,5	157,5	90	67,5	102,7	0,0	0,0	3146
-8	11	25,9	442,3	2457,0	0,0	15,2	172,7	100	72,7	110,9	0,0	0,0	3324
-9	12	27,3	465,2	2425,9	0,0	15,2	187,9	110	77,9	119,2	0,0	0,0	3502
-10	13	28,7	489,3	2393,2	0,0	15,2	203,1	120	83,1	127,4	0,0	0,0	3680
-11	14	30,1	514,6	2358,7	0,0	15,2	218,3	130	88,3	135,6	0,0	0,0	3858
-12	15	31,5	541,1	2322,6	0,0	15,2	233,5	140	93,5	143,9	0,0	0,0	4036
-13	16	32,9	568,7	2284,8	0,0	15,2	248,7	150	98,7	152,1	0,0	0,0	4214
-14	17	34,3	597,5	2245,3	0,0	15,2	263,9	160	103,9	160,4	0,0	0,0	4392
-15	18	35,7	627,5	2204,2	0,0	16,3	280,2	170	110,2	168,6	0,0	0,0	4570
-16	19	37,1	658,7	2161,3	0,0	16,3	296,5	180	116,5	176,8	0,0	0,0	4748
-17	20	38,5	691,0	2116,8	0,0	16,3	312,8	190	122,8	185,1	0,0	0,0	4926
-18	21	39,9	724,5	2070,6	0,0	16,3	329,1	200	129,1	193,3	0,0	0,0	5104
-19	22	41,3	759,2	2022,7	0,0	16,3	345,4	210	135,4	201,6	0,0	0,0	5282
-20	23	42,7	795,1	1973,2	0,0	16,3	361,7	220	141,7	209,8	0,0	0,0	5460
-21	24	44,1	832,1	1921,9	0,0	16,3	378,0	230	148,0	218,0	0,0	0,0	5638
-22	25	45,5	870,4	1869,0	0,0	16,3	394,3	240	154,3	226,3	0,0	0,0	5816
-23	26	46,9	909,8	1814,4	0,0	16,3	410,6	250	160,6	234,5	0,0	0,0	5994
-24	27	48,3	950,3	1758,1	0,0	16,3	426,9	260	166,9	242,8	0,0	0,0	6172
-25	28	49,7	992,1	1700,2	0,0	16,3	443,2	270	173,2	251,0	0,0	0,0	6350
-26	29	51,1	1035,0	1640,5	0,0	16,3	459,5	280	179,5	259,2	0,0	0,0	6528
-27	30	52,5	1079,1	1579,2	0,0	16,3	475,8	290	185,8	267,5	0,0	0,0	6706
-28	31	53,9	1124,4	1516,2	0,0	16,3	492,1	300	192,1	275,7	0,0	0,0	6884
-29	32	55,3	1170,8	1451,5	0,0	16,3	508,4	310	198,4	284,0	0,0	0,0	7062
-30	33	56,7	1218,5	1385,2	0,0	16,3	524,7	320	204,7	292,2	0,0	0,0	7240
-31	34	58,1	1267,3	1317,1	0,0	16,3	541,0	330	211,0	300,4	0,0	0,0	7418
-32	35	59,5	1317,2	1247,4	1,7	16,3	557,3	340	217,3	308,7	1,7	0,0	7596
-33	36	60,9	1368,4	1176,0	3,5	16,3	573,6	350	223,6	316,9	3,5	0,0	7774
-34	37	62,3	1420,7	1102,9	5,1	16,3	589,9	360	229,9	325,2	5,1	0,0	7952
-35	38	63,7	1474,2	1028,2	6,8	16,3	606,2	370	236,2	333,4	6,8	0,0	8130
-36	39	65,1	1528,9	951,7	8,4	16,3	622,5	380	242,5	341,6	8,4	0,0	8308
-37	40	66,5	1584,8	873,6	10,0	16,3	638,8	390	248,8	349,9	10,0	0,0	8486
-38	41	67,9	1641,8	793,8	11,6	16,3	655,1	400	255,1	358,1	11,6	0,0	8664
-39	42	69,3	1700,0	712,3	13,1	16,3	671,4	410	261,4	366,4	13,1	0,0	8842
-40	43	70,7	1759,4	629,2	14,7	16,3	687,7	420	267,7	374,6	14,7	0,0	9020
-41	44	72,1	1820,0	544,3	16,2	16,3	704,0	430	274,0	382,8	16,2	0,0	9198
-42	45	73,5	1881,7	457,8	17,6	16,3	720,3	440	280,3	391,1	17,6	0,0	9376
-43	46	74,9	1944,6	369,6	19,1	16,3	736,6	450	286,6	399,3	19,1	0,0	9554
-44	47	76,3	2008,7	279,7	20,5	16,3	752,9	460	292,9	407,6	20,5	0,0	9732
-45	48	77,7	2074,0	188,2	21,9	16,3	769,2	470	299,2	415,8	21,9	0,0	9910
-46	49	79,1	2140,4	94,9	23,3	16,3	785,5	480	305,5	424,0	23,3	0,0	10088
-47	50	80,5	2208,1	0,0	24,7	16,3	801,8	490	311,8	432,3	24,7	0,0	10266
-48	51	81,9	2276,9		24,3	16,3	818,1	500	318,1	440,5	24,3	0,0	10444
-49	52	83,3	2346,8		23,9	16,3	834,4	510	324,4	448,8	23,9	0,0	10622
-50	53	84,7	2418,0		23,5	16,3	850,7	520	330,7	457,0	23,5	0,0	10800
-51	54	86,1	2490,3		23,2	16,3	867,0	530	337,0	465,2	23,2	0,0	10978
-52	55	87,5	2563,8		22,8	16,3	883,3	540	343,3	473,5	22,8	0,0	11156
-53	56	88,9	2638,5		22,5	16,3	899,6	550	349,6	481,7	22,5	0,0	11334
-54	57	90,3	2714,3		22,1	16,3	915,9	560	355,9	490,0	22,1	0,0	11512
-55	58	91,7	2791,4		21,8	16,3	932,2	570	362,2	498,2	21,8	0,0	11690
-56	59	93,1	2869,6		21,5	16,3	948,5	580	368,5	506,4	21,5	0,0	11868
-57	60	94,5	2948,9		21,1	16,3	964,8	590	374,8	514,7	21,1	0,0	12046
-58	61	95,9	3029,5		20,8	16,3	981,1	600	381,1	522,9	20,8	0,0	12224
-59	62	97,3	3111,2		20,5	16,3	997,4	610	387,4	531,2	20,5	0,0	12402
-60	63	98,7	3194,1		20,2	16,3	1013,7	620	393,7	539,4	20,2	0,0	12580
-61	64	100,1	3278,2		19,9	16,3	1030,0	630	400,0	547,6	19,9	0,0	12758
-62	65	101,5	3363,5		19,6	16,3	1046,3	640	406,3	555,9	19,6	0,0	12936
-63	66	102,9	3449,9		19,4	16,3	1062,6	650	412,6	564,1	19,4	0,0	13114
-64	67	104,3	3537,5		19,1	16,3	1078,9	660	418,9	572,4	19,1	0,0	13292
-65	68	105,7	3626,3		18,8	16,3	1095,2	670	425,2	580,6	18,8	0,0	13470
-66	69	107,1	3716,3		18,6	16,3	1111,5	680	431,5	588,8	18,6	0,0	13648
-67	70	108,5	3807,4		18,3	16,3	1127,8	690	437,8	597,1	18,3	0,0	13826
-68	71	109,9	3899,7		18,0	16,3	1144,1	700	444,1	605,3	18,0	0,0	14004
-69	72	111,3	3993,2		17,8	16,3	1160,4	710	450,4	613,6	17,8	0,0	14182
-70	73	112,7	4087,9		17,6	16,3	1176,7	720	456,7	621,8	17,6	0,0	14360
-71	74	114,1	4183,7		17,3	16,3	1193,0	730	463,0	630,0	17,3	0,0	14538
-72	75	115,5	4280,8		17,1	16,3	1209,3	740	469,3	638,3	17,1	0,0	14716
-73	76	116,9	4379,0		16,9	16,3	1225,6	750	475,6	646,5	16,9	0,0	14894
-74	77	118,3	4478,3		16,6	16,3	1241,9	760	481,9	654,8	16,6	0,0	15072
-75	78	119,7	4578,9		16,4	16,3	1258,2	770	488,2	663,0	16,4	0,0	15250
-76	79	121,1	4680,6		16,2	16,3	1274,5	780	494,5	671,2	16,2	0,0	15428
-77	80	122,5	4783,5		16,0	16,3	1290,8	790	500,8	679,5	16,0	0,0	15606
-78	81	123,9	4887,6		15,8	16,3	1307,1	800	507,1	687,7	15,8	0,0	15784
-79	82	125,3	4992,8		15,6	16							

Bilaga 6

GeoSuite Settlement Report

Project data

Project name: Spårvagnsdepå Ringön
Project number: 7501892
Contractor:
Comment:

Calculation name: Spårrområde_5kPa
Description: Sättningsberäkning för spårrområden med markyta +3 m.ö.h.Fy ca 1m (+3 - +2)Le(mudder) ca 2m (+2 - 0)Le >70m (0 - -70)5 kPa resp 10 kPa
File name: P:\7801\7501892\000\3. Genomförande (E)\3.1
Arbetsmaterial\Geoteknik\09_Geoarkiv\POSTGRAF.DBF\Spårrområde_5kPa.xml
Date modified: 2017-01-20 13:53

Loads

Reference depth (Z)	= 0 m	Xmax = 25
Load pressure (p_ref)	= 5 kPa	Xmin = -25
Stress distribution model	= Finite Boussinesq	Ymax = 150
		Ymin = -150

Load history:

Time [year]	Factor, f_load [-]
0,0000	1,000

Reference depth (Z)	= 0 m	Xmax = 525
Load pressure (p_ref)	= 10 kPa	Xmin = 475
Stress distribution model	= Finite Boussinesq	Ymax = 150
		Ymin = -150

Load history:

Time [year]	Factor, f_load [-]
0,0000	1,000

Reference depth (Z)	= 0 m	Xmax = 1025
Load pressure (p_ref)	= 5 kPa	Xmin = 975
Stress distribution model	= Finite Boussinesq	Ymax = 150
		Ymin = -150

Load history:

Time [year]	Factor, f_load [-]
0,0000	1,000

Reference depth (Z) = 0 m Xmax = 1525
Load pressure (p_ref) = 10 kPa Xmin = 1475
Stress distribution model = Finite Boussinesq Ymax = 150
Ymin = -150

Load history:

Time [year]	Factor, f_load [-]
0,0000	1,000

Soil layers

Point No 1, 5 kPa spår

Layer Fy (saGr) [Janbu, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	Moc [kN/m2]	m [-]	sig_pr [kN/m2]	sig_pc [kN/m2]	k_init [m/years]	Beta_k [-]	
0,00	10	18	5000	300	100	60	1000	0,01	
1,00		18	5000	300	100	60	1000	0,01	
Depth [m]									
0,00									
1,00									

Layer Le(mudder) [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
1,00	20	15,5	1544	450	9,46	0,6	1,2	35	61,62
3		15,5	1900	450	10	0,6	1,2	50	80
Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
1,00	-0.00274	0,8	1,1	2325	100	0,05	4		
3	-0.00274	0,8	1,1	2975	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
3	20	15,5	1900	450	10	0,6	1,2	50	80
5		15,5	2256	450	10,54	0,6	1,2	61,48	98,38
Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
3	-0.00274	0,8	1,1	2975	100	0,05	4		
5	-0.00274	0,8	1,1	3625	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
5	50	15,5	2256	450	10,54	0,6	1,2	61,48	98,38
10		15,5	3146	450	11,89	0,6	1,2	102,68	144,33

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
5	-0.00274	0,8	1,1	3625	100	0,05	4		
10	-0.00274	0,8	1,1	5250	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
10	50	15,2	3146	450	11,89	0,6	1,2	102,68	144,33
15,00		15,2	4036	450	13,24	0,6	1,2	143,88	190,28

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
10	-0.00274	0,8	1,1	5250	100	0,05	4		
15,00	-0.00274	0,8	1,1	6875	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
17	80	16,3	4392	510	13,78	0,6	1,2	160,36	208,66
25,00		16,3	5816	750	15,94	0,6	1,2	226,28	282,18

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
17	-0.00274	0,8	1,1	7525	100	0,05	4		
25,00	-0.00274	0,8	1,1	10125	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
15,00	20	15,2	4036	450	13,24	0,6	1,2	143,88	190,28
17		15,2	4392	510	13,78	0,6	1,2	160,36	208,66

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
15,00	-0,00274	0,8	1,1	6875	100	0,05	4		
17	-0.00274	0,8	1,1	7525	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
25,00	249	16,3	5816	750	15,94	0,6	1,2	226,28	282,18
73,00		16,3	14360	750	28,9	0,6	1,2	621,8	723,3

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
25,00	-0,00274	0,8	1,1	10125	100	0,05	4		
73,00	-0.00274	0,8	1,1	25725	100	0,05	4		

Point No 2, 10 kPa spår

Layer Fy (saGr) [Janbu, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	Moc [kN/m2]	m [-]	sig_pr [kN/m2]	sig_pc [kN/m2]	k_init [m/years]	Beta_k [-]	
0,00	10	18	5000	300	100	60	1000	0,01	
1,00		18	5000	300	100	60	1000	0,01	

Depth [m]									
0,00									
1,00									

Layer Le(mudder) [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
1,00	20	15,5	1544	450	9,46	0,6	1,2	35	61,62
3		15,5	1900	450	10	0,6	1,2	50	80

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
1,00	-0.00274	0,8	1,1	2325	100	0,05	4		
3	-0.00274	0,8	1,1	2975	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
3	20	15,5	1900	450	10	0,6	1,2	50	80
5		15,5	2256	450	10,54	0,6	1,2	61,48	98,38

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
3	-0.00274	0,8	1,1	2975	100	0,05	4		
5	-0.00274	0,8	1,1	3625	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
5	50	15,5	2256	450	10,54	0,6	1,2	61,48	98,38
10		15,5	3146	450	11,89	0,6	1,2	102,68	144,33

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
5	-0.00274	0,8	1,1	3625	100	0,05	4		
10	-0.00274	0,8	1,1	5250	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
10	50	15,2	3146	450	11,89	0,6	1,2	102,68	144,33
15,00		15,2	4036	450	13,24	0,6	1,2	143,88	190,28

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
10	-0.00274	0,8	1,1	5250	100	0,05	4		
15,00	-0.00274	0,8	1,1	6875	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
17	80	16,3	4392	510	13,78	0,6	1,2	160,36	208,66
25,00		16,3	5816	750	15,94	0,6	1,2	226,28	282,18

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
17	-0.00274	0,8	1,1	7525	100	0,05	4		
25,00	-0.00274	0,8	1,1	10125	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
15,00	20	15,2	4036	450	13,24	0,6	1,2	143,88	190,28
17		15,2	4392	510	13,78	0,6	1,2	160,36	208,66

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
15,00	-0,00274	0,8	1,1	6875	100	0,05	4		
17	-0.00274	0,8	1,1	7525	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
25,00	249	16,3	5816	750	15,94	0,6	1,2	226,28	282,18
73,00		16,3	14360	750	28,9	0,6	1,2	621,8	723,3

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
25,00	-0,00274	0,8	1,1	10125	100	0,05	4		
73,00	-0.00274	0,8	1,1	25725	100	0,05	4		

Point No 3, 5 kPa kanal

Layer Fy (saGr) [Janbu, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	Moc [kN/m2]	m [-]	sig_pr [kN/m2]	sig_pc [kN/m2]	k_init [m/years]	Beta_k [-]	
0,00	70	18	5000	300	100	80	1000	0,01	
7		18	5000	300	100	80	1000	0,01	

Depth [m]									
0,00									
7									

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
7	30	15,5	2600	450	11,1	0,6	1,2	80	115
10		15,5	3146	450	11,89	0,6	1,2	102,68	144,33

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
7	-0.00274	0,8	1,1	4300	100	0,05	4		
10	-0.00274	0,8	1,1	5250	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
10	50	15,2	3146	450	11,89	0,6	1,2	102,68	144,33
15,00		15,2	4036	450	13,24	0,6	1,2	143,88	190,28

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
10	-0.00274	0,8	1,1	5250	100	0,05	4		
15,00	-0.00274	0,8	1,1	6875	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
17	80	16,3	4392	510	13,78	0,6	1,2	160,36	208,66
25,00		16,3	5816	750	15,94	0,6	1,2	226,28	282,18

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
17	-0.00274	0,8	1,1	7525	100	0,05	4		
25,00	-0.00274	0,8	1,1	10125	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
15,00	20	15,2	4036	450	13,24	0,6	1,2	143,88	190,28
17		15,2	4392	510	13,78	0,6	1,2	160,36	208,66

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
15,00	-0.00274	0,8	1,1	6875	100	0,05	4		
17	-0.00274	0,8	1,1	7525	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
25,00	249	16,3	5816	750	15,94	0,6	1,2	226,28	282,18
73,00		16,3	14360	750	28,9	0,6	1,2	621,8	723,3

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
25,00	-0.00274	0,8	1,1	10125	100	0,05	4		
73,00	-0.00274	0,8	1,1	25725	100	0,05	4		

Point No 4, 10 kPa kanal

Layer Fy (saGr) [Janbu, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	Moc [kN/m2]	m [-]	sig_pr [kN/m2]	sig_pc [kN/m2]	k_init [m/years]	Beta_k [-]	
0,00	70	18	5000	300	100	80	1000	0,01	
7		18	5000	300	100	80	1000	0,01	

Depth [m]									
0,00									
7									

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
7	30	15,5	2600	450	11,1	0,6	1,2	80	115
10		15,5	3146	450	11,89	0,6	1,2	102,68	144,33

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
7	-0.00274	0,8	1,1	4300	100	0,05	4		
10	-0.00274	0,8	1,1	5250	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
10	50	15,2	3146	450	11,89	0,6	1,2	102,68	144,33
15,00		15,2	4036	450	13,24	0,6	1,2	143,88	190,28

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
10	-0.00274	0,8	1,1	5250	100	0,05	4		
15,00	-0.00274	0,8	1,1	6875	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
17	80	16,3	4392	510	13,78	0,6	1,2	160,36	208,66
25,00		16,3	5816	750	15,94	0,6	1,2	226,28	282,18

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
17	-0.00274	0,8	1,1	7525	100	0,05	4		
25,00	-0.00274	0,8	1,1	10125	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
15,00	20	15,2	4036	450	13,24	0,6	1,2	143,88	190,28
17		15,2	4392	510	13,78	0,6	1,2	160,36	208,66

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
15,00	-0.00274	0,8	1,1	6875	100	0,05	4		
17	-0.00274	0,8	1,1	7525	100	0,05	4		

Layer Le [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
25,00	249	16,3	5816	750	15,94	0,6	1,2	226,28	282,18
73,00		16,3	14360	750	28,9	0,6	1,2	621,8	723,3

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
25,00	-0.00274	0,8	1,1	10125	100	0,05	4		
73,00	-0.00274	0,8	1,1	25725	100	0,05	4		

Pore pressure

Point No 1, 5 kPa spår

Time: 0,0 years

Ground water level: 1,00 m below ground surface

Depth [m]	Pore pressure [kPa]	Condition
0,00	0,00	Drainage
1,00	0,00	Drainage
17,00	152,00	Normal
30,00	295,00	Normal
70,00	695,00	Normal
73,00	725,00	Closed boundary

Point No 2, 10 kPa spår

Time: 0,0 years

Ground water level: 1,00 m below ground surface

Depth [m]	Pore pressure [kPa]	Condition
0,00	0,00	Drainage
1,00	0,00	Drainage
17,00	152,00	Normal
30,00	295,00	Normal
70,00	695,00	Normal
73,00	725,00	Closed boundary

Point No 3, 5 kPa kanal

Time: 0,0 years

Ground water level: 1,00 m below ground surface

Depth [m]	Pore pressure [kPa]	Condition
0,00	0,00	Drainage
1,00	0,00	Drainage
17,00	152,00	Normal
30,00	295,00	Normal
70,00	695,00	Normal

73,00

725,00

Closed boundary

Point No 4, 10 kPa kanal

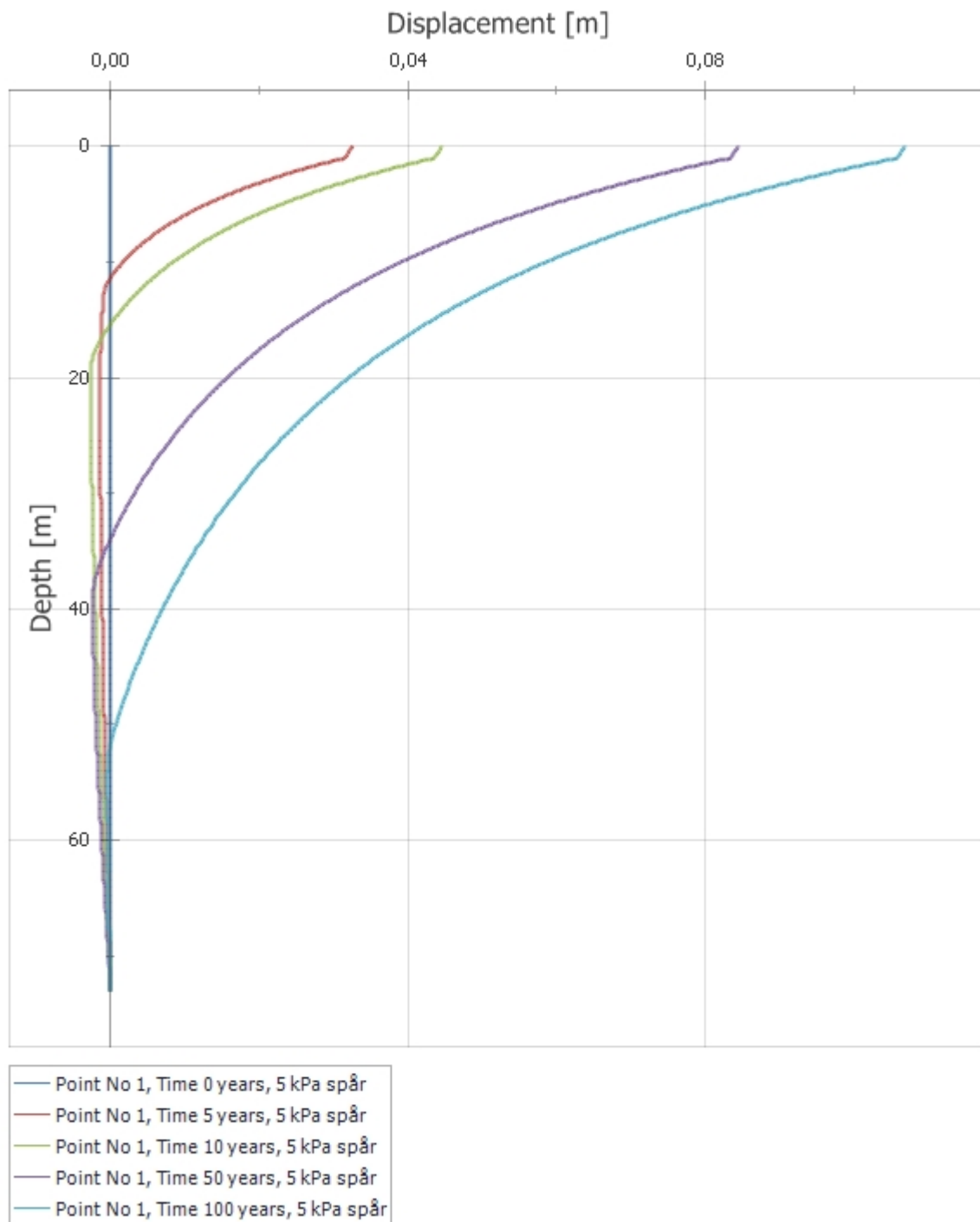
Time: 0,0 years

Ground water level: 1,00 m below ground surface

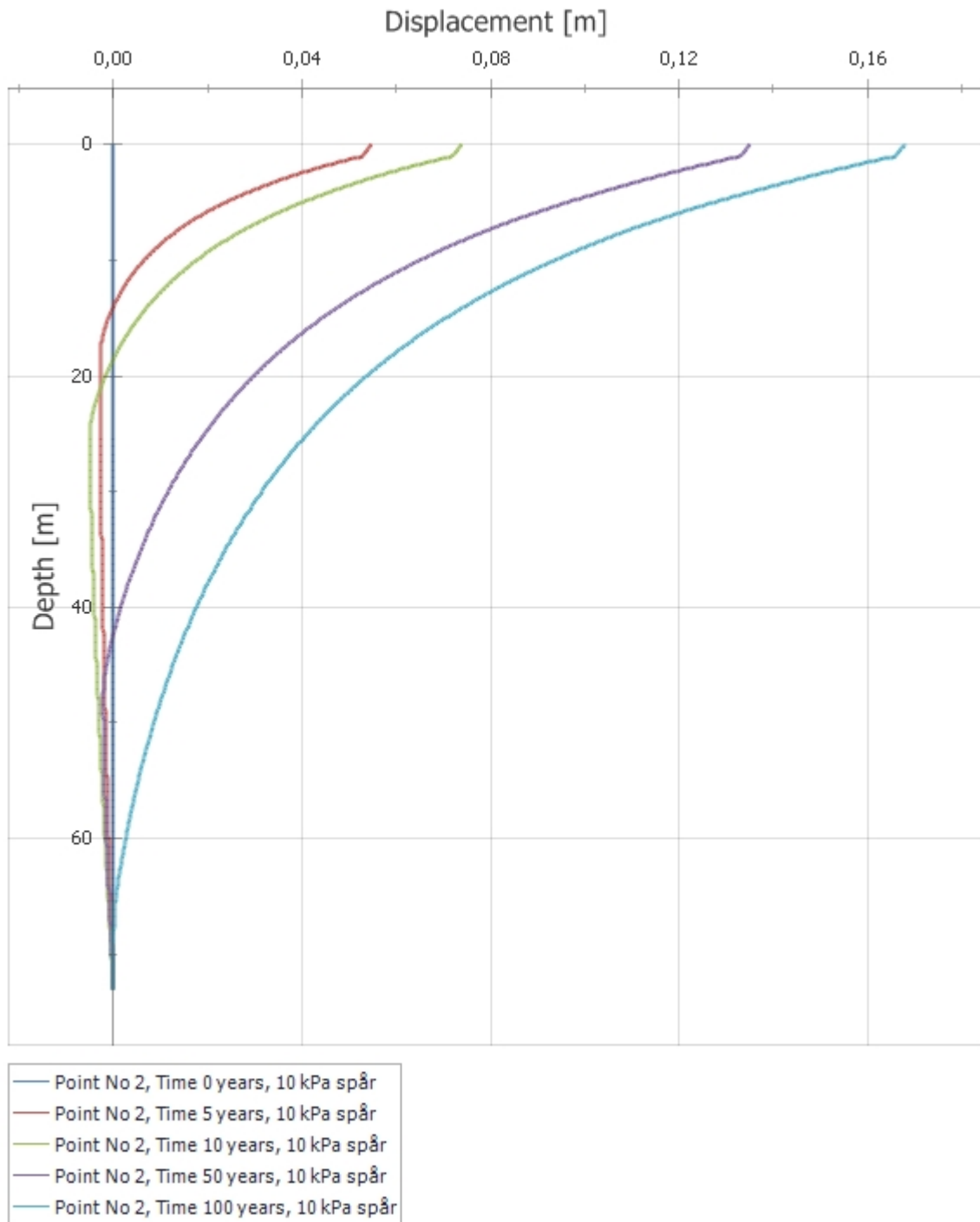
Depth [m]	Pore pressure [kPa]	Condition
0,00	0,00	Drainage
1,00	0,00	Drainage
17,00	152,00	Normal
30,00	295,00	Normal
70,00	695,00	Normal
73,00	725,00	Closed boundary

Displacement versus Depth - Graph

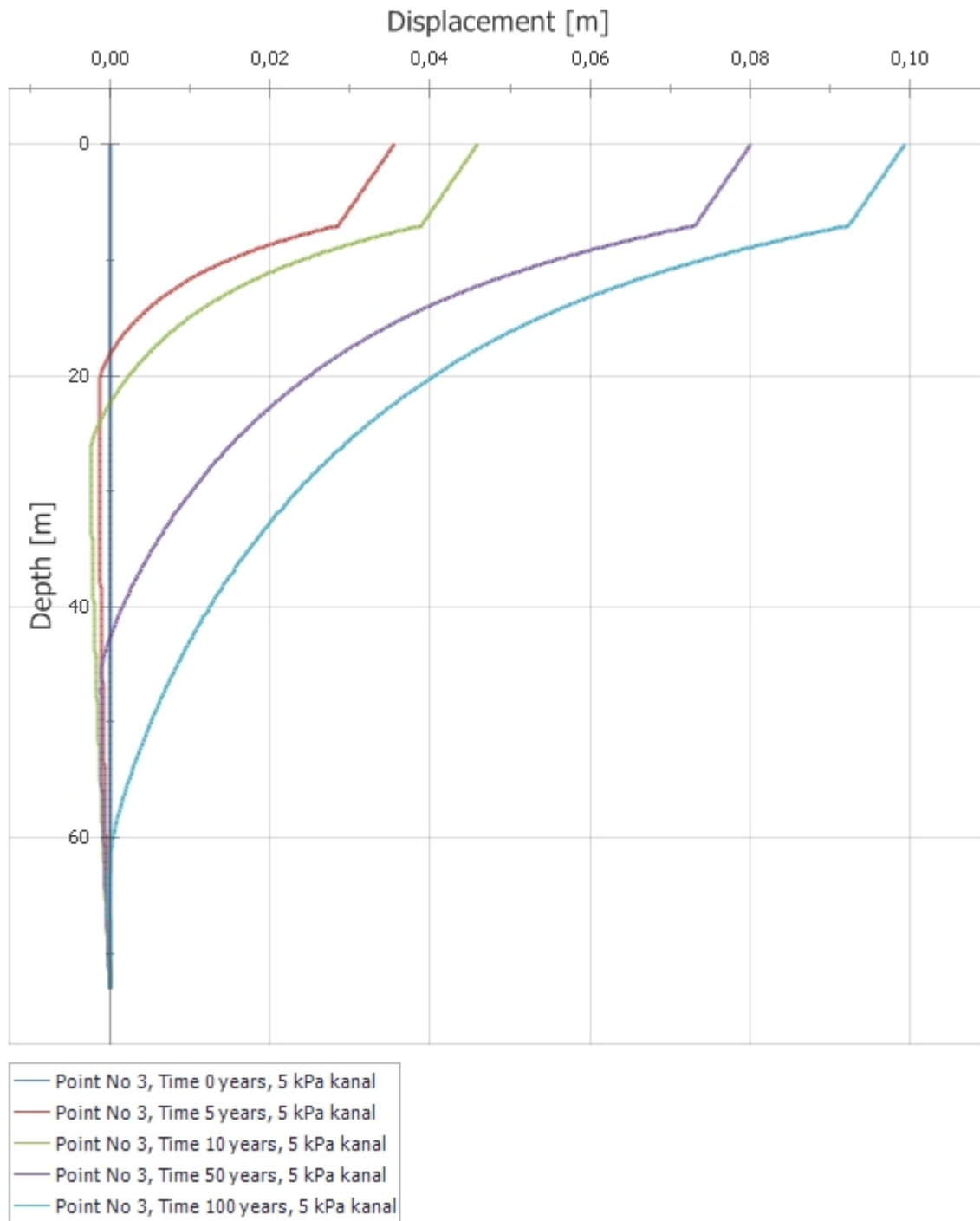
Displacement versus Depth - Graph for Point No 1, 5 kPa spår



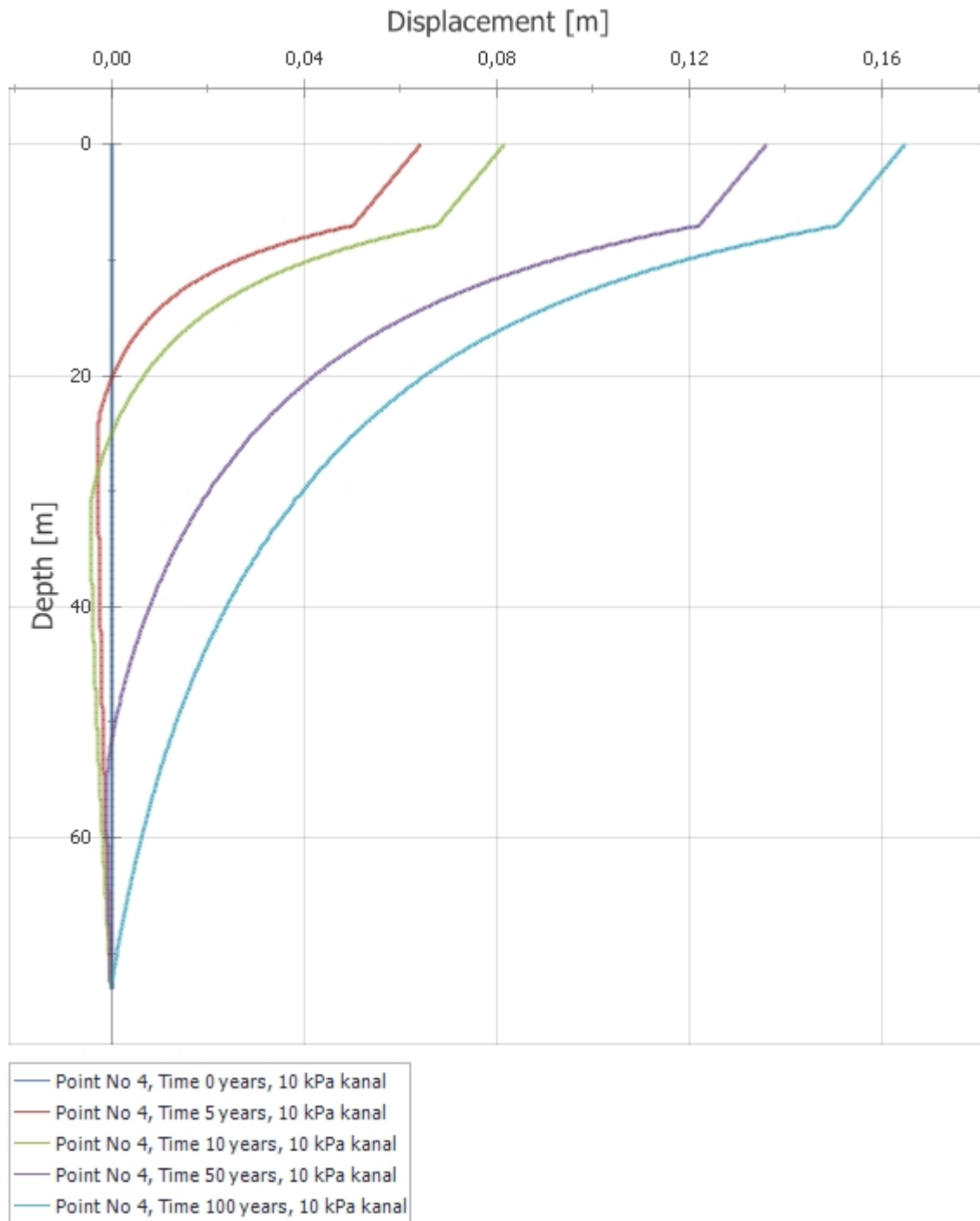
Displacement versus Depth - Graph for Point No 2, 10 kPa spår



Displacement versus Depth - Graph for Point No 3, 5 kPa kanal

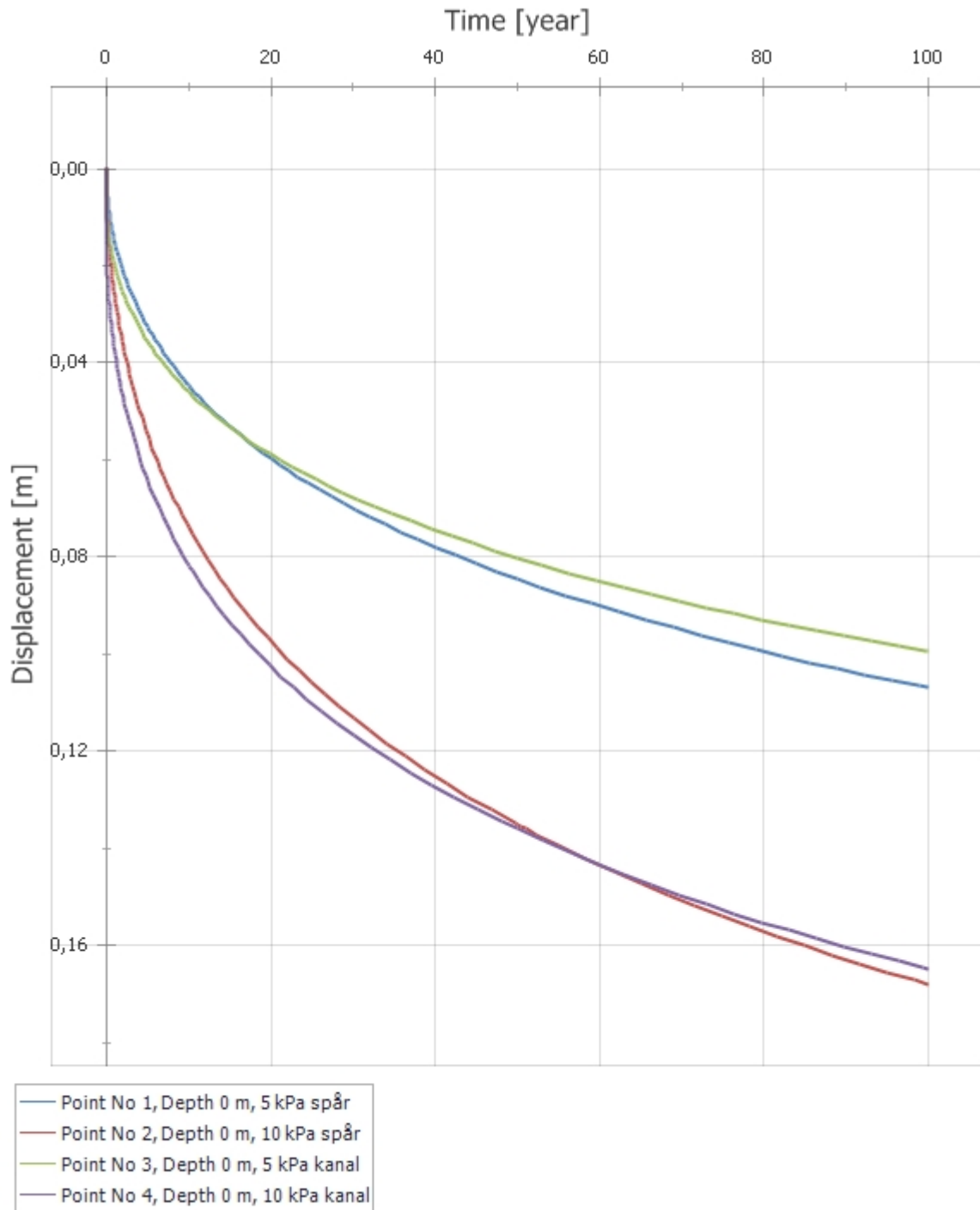


Displacement versus Depth - Graph for Point No 4, 10 kPa kanal



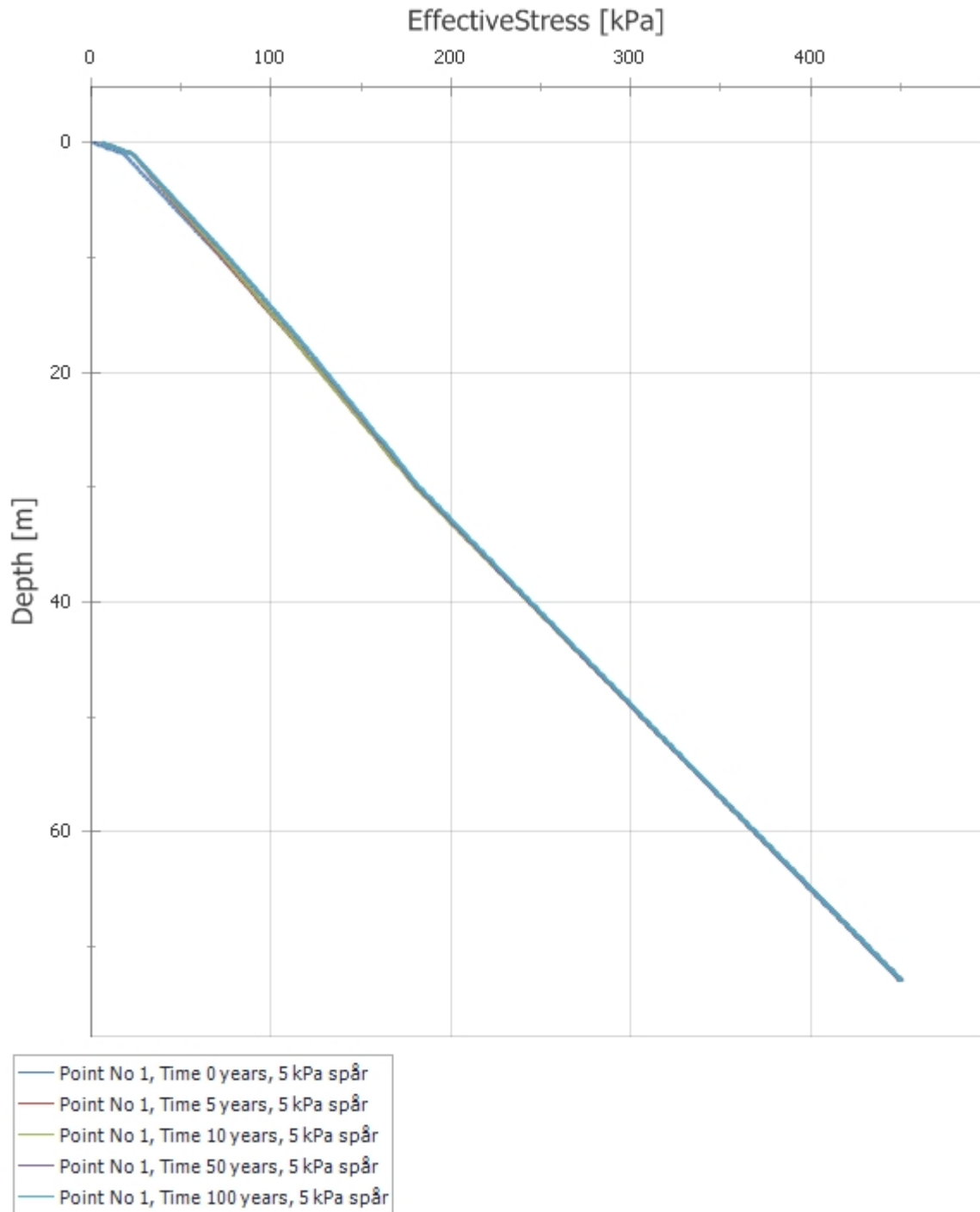
Displacement versus Time - Graph

Displacement versus Time - Graph for depth = 0 m

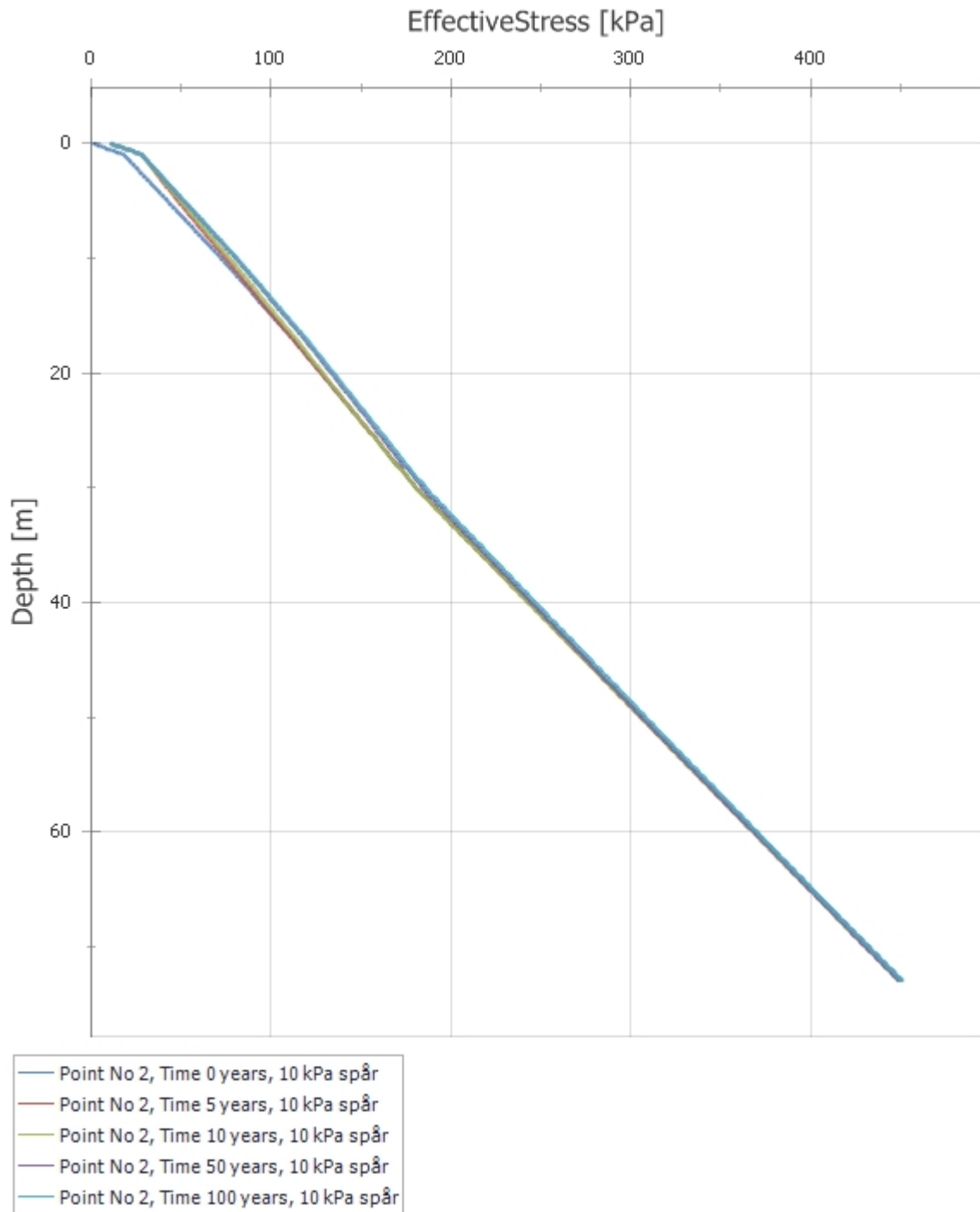


Effective Stress versus Depth - Graph

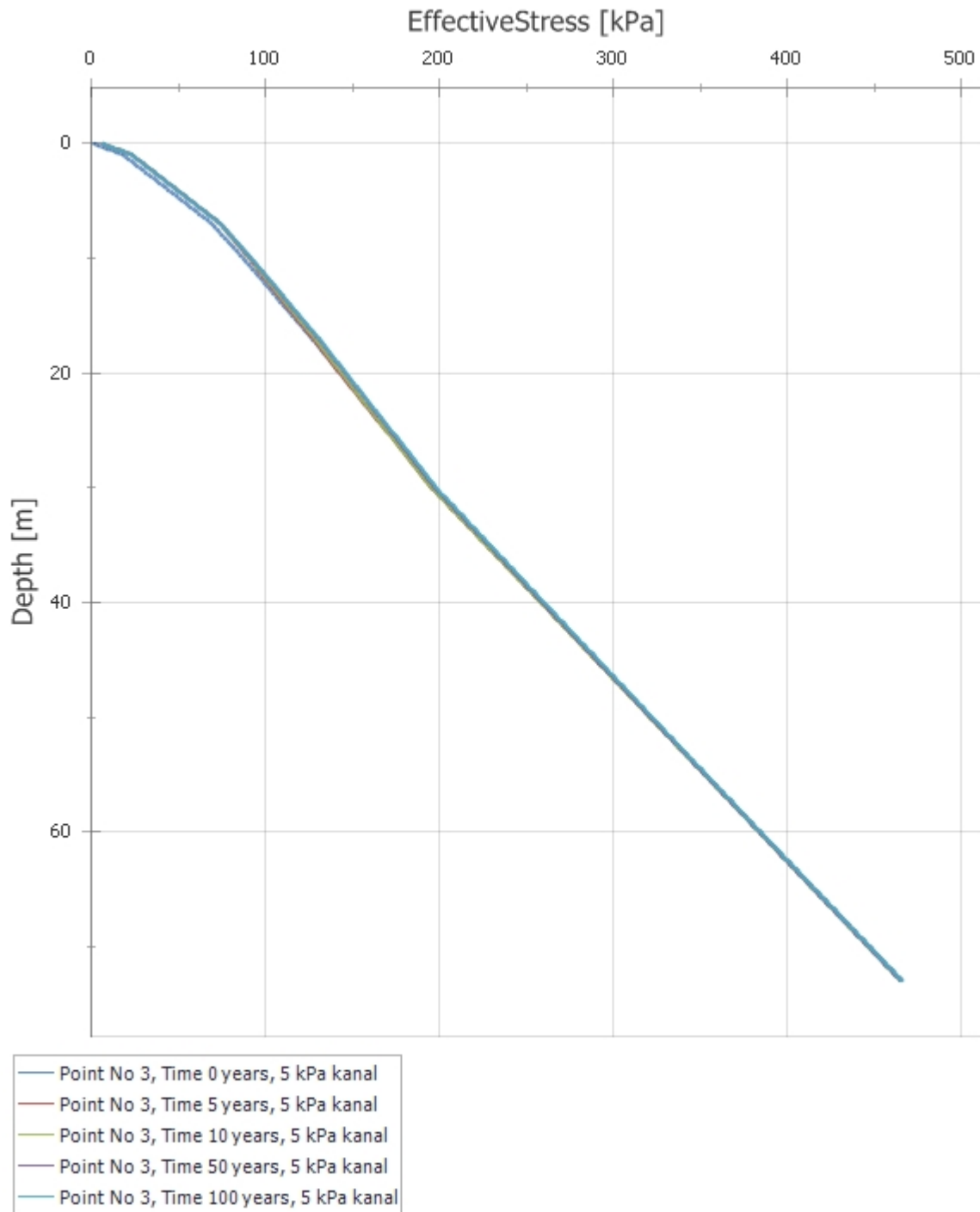
Effective Stress versus Depth - Graph for Point No 1, 5 kPa spår



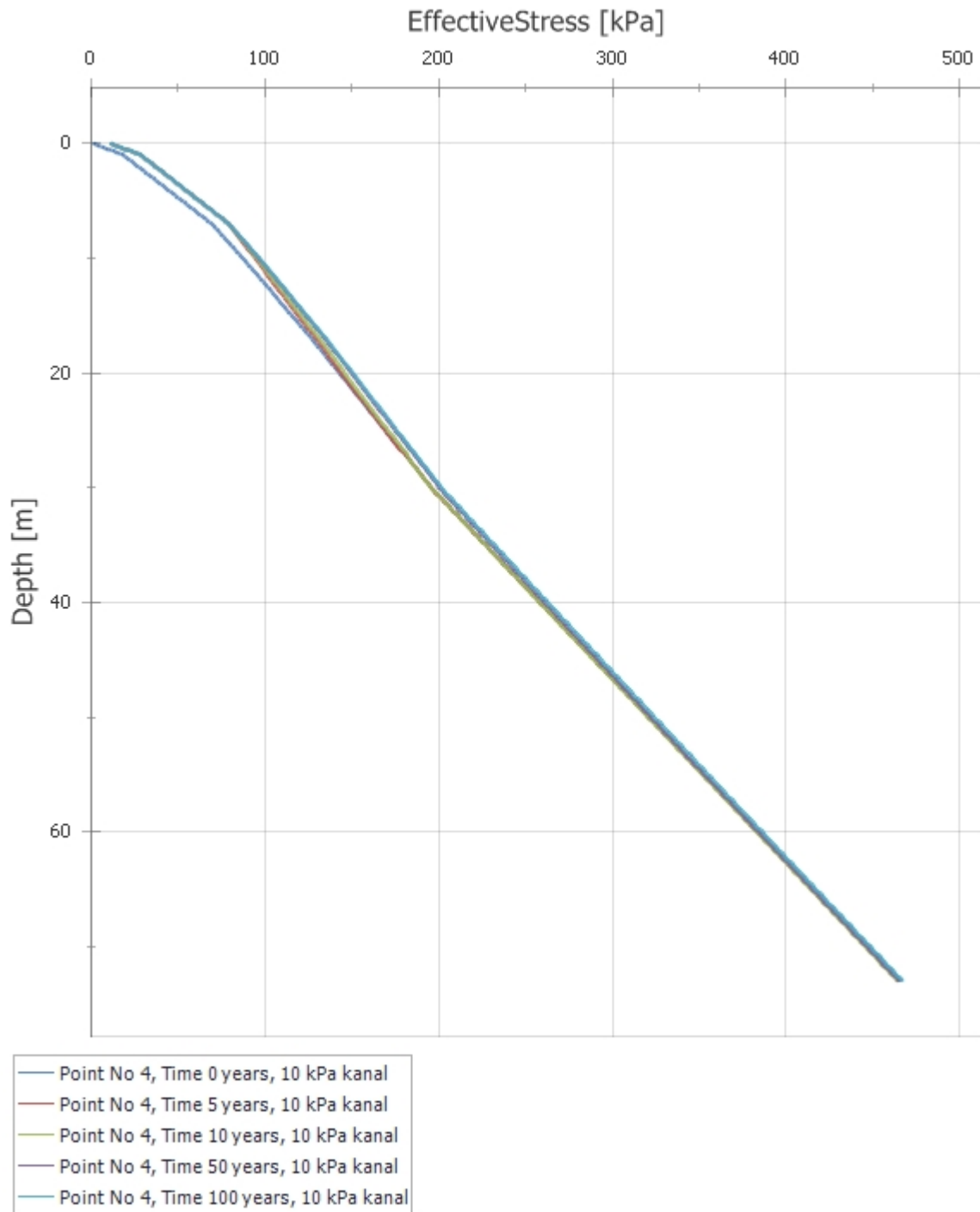
Effective Stress versus Depth - Graph for Point No 2, 10 kPa spår



Effective Stress versus Depth - Graph for Point No 3, 5 kPa kanal

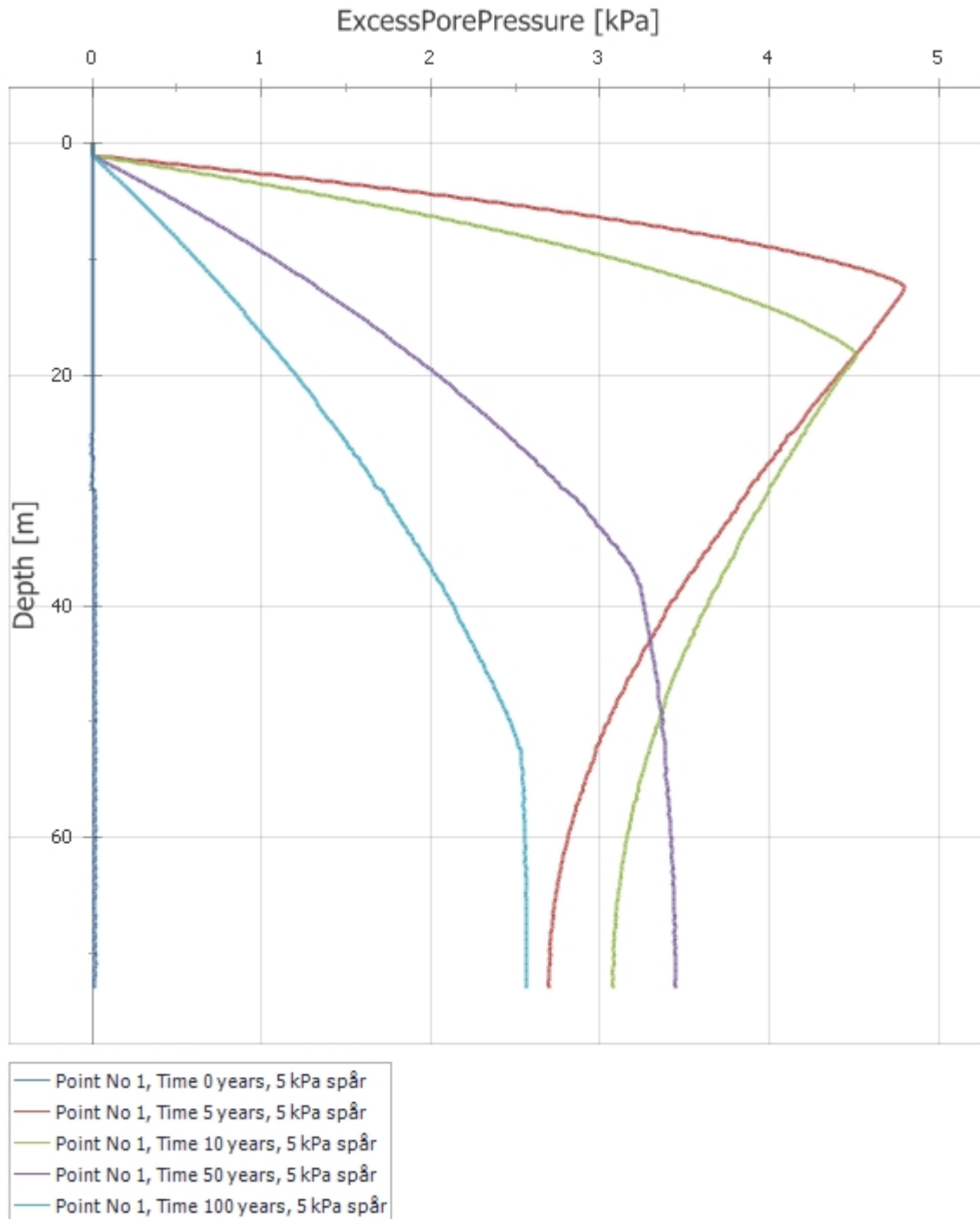


Effective Stress versus Depth - Graph for Point No 4, 10 kPa kanal

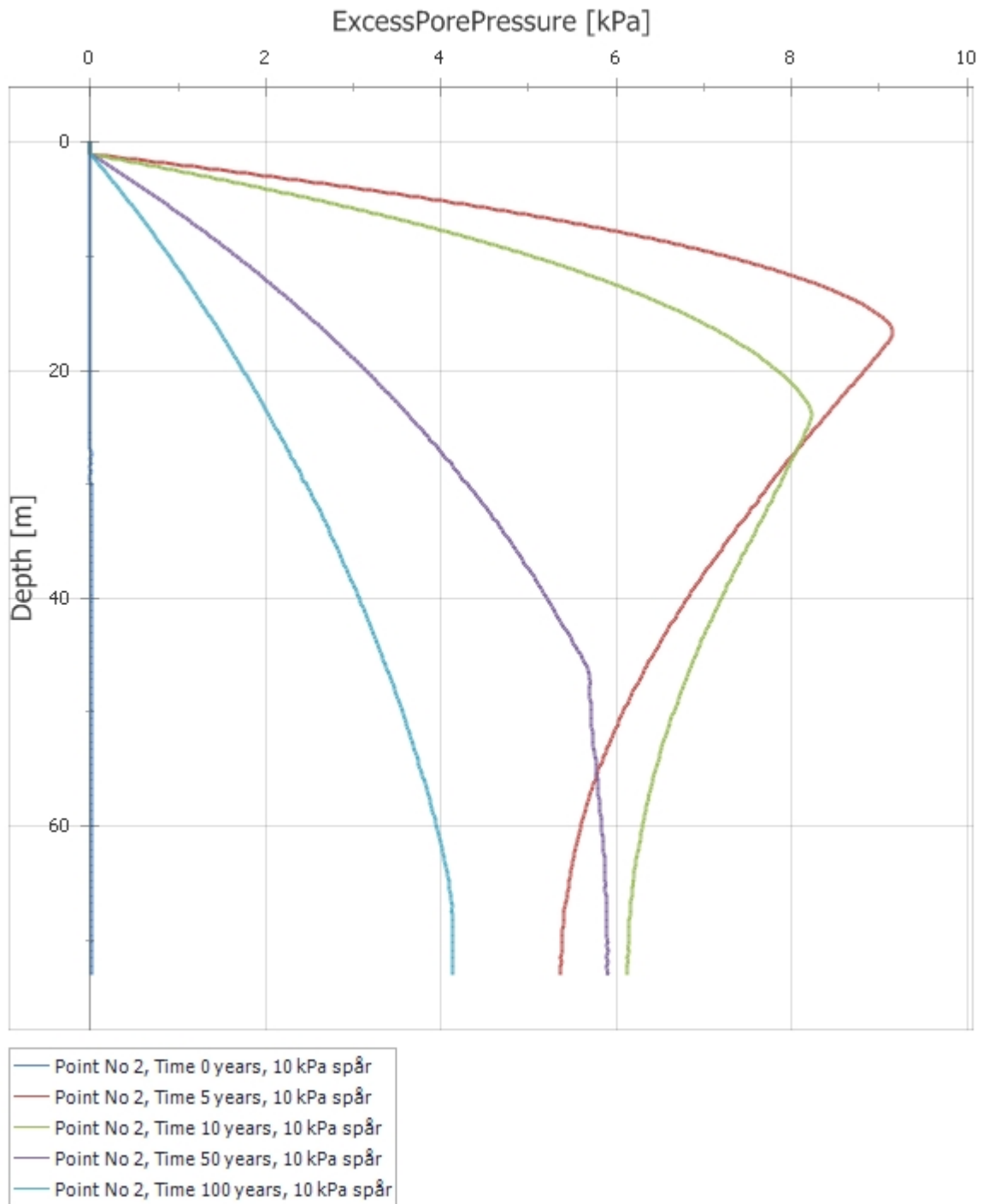


Excess Pore Pressure versus Depth - Graph

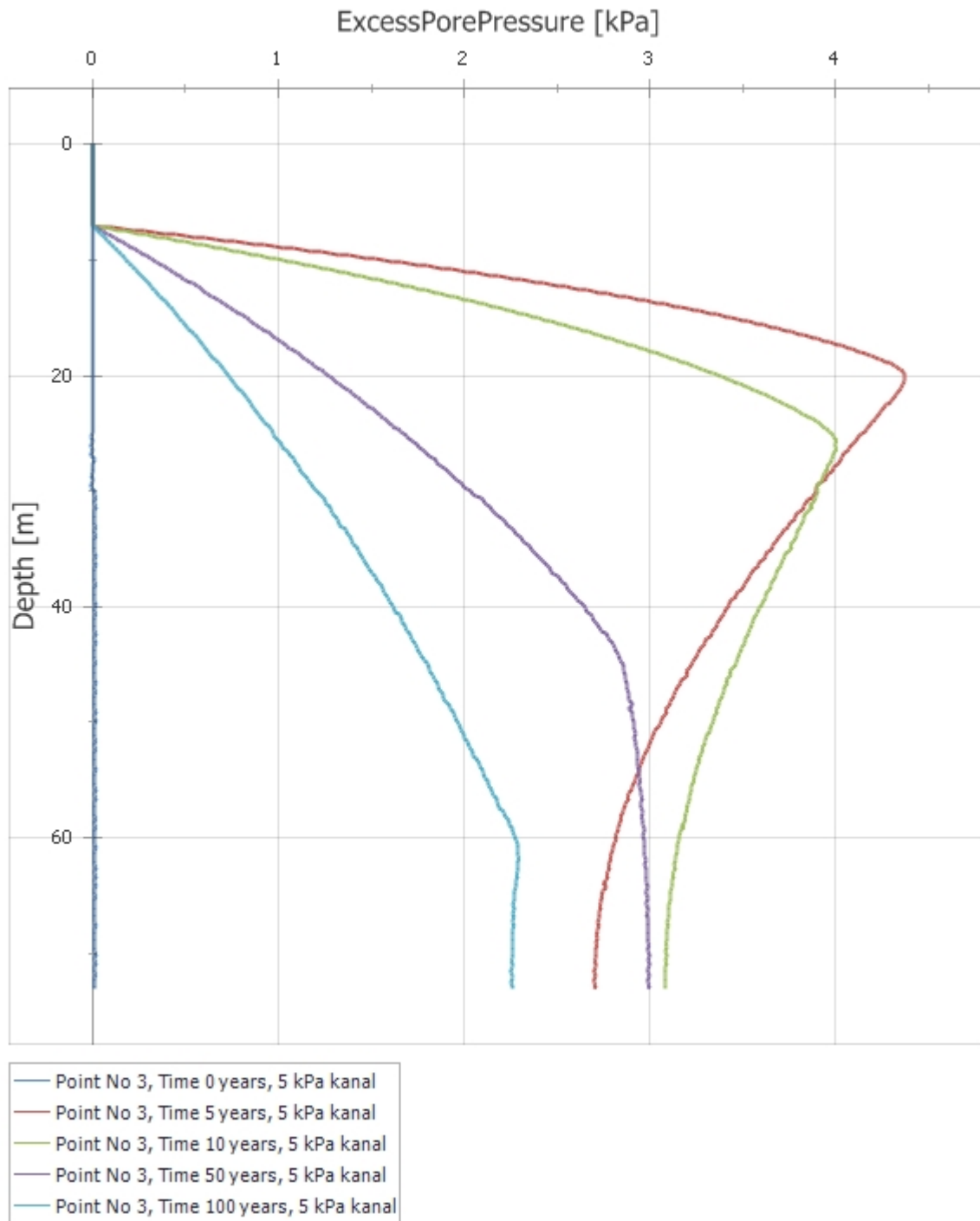
Excess Pore Pressure versus Depth - Graph for Point No 1, 5 kPa spår



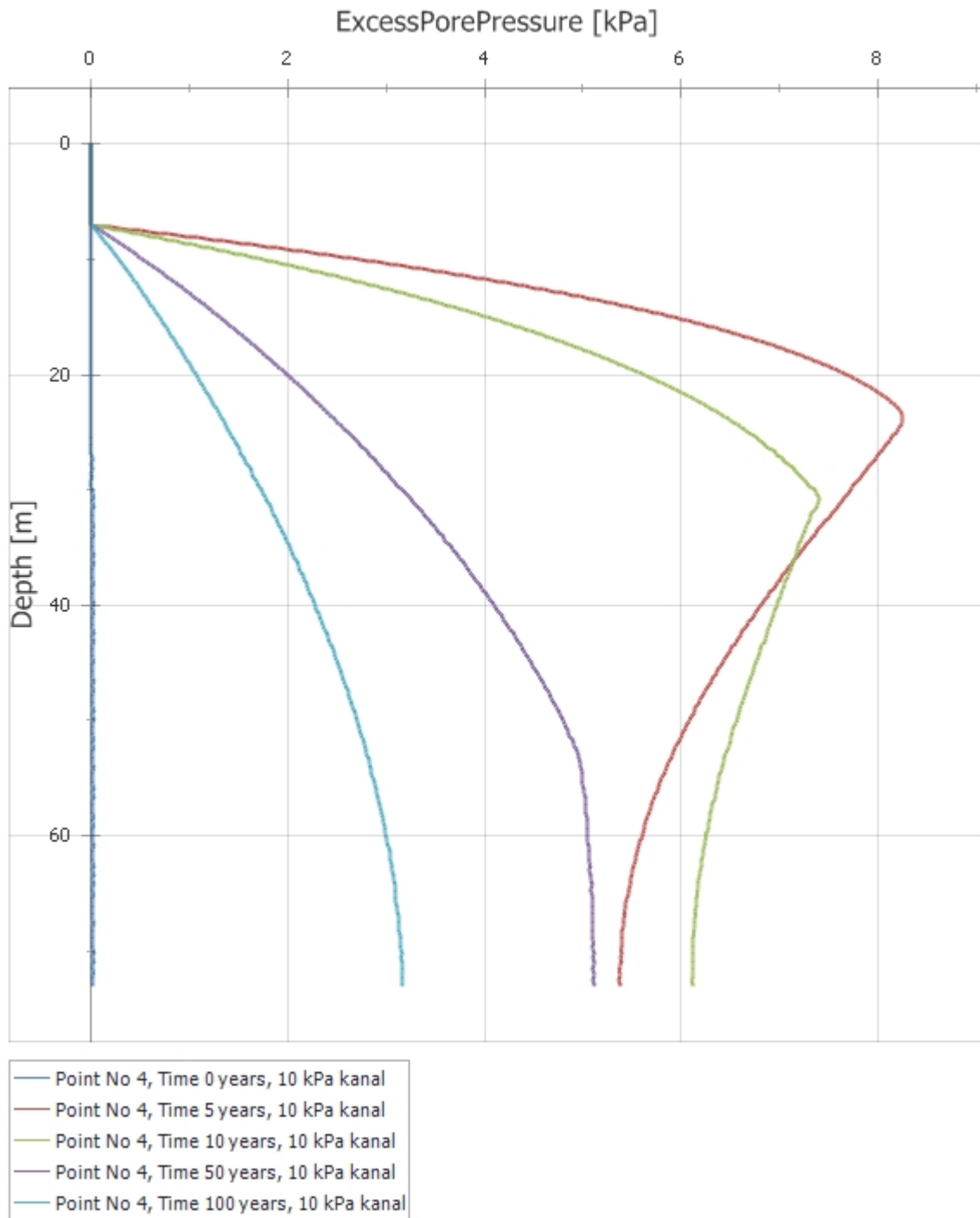
Excess Pore Pressure versus Depth - Graph for Point No 2, 10 kPa spår



Excess Pore Pressure versus Depth - Graph for Point No 3, 5 kPa kanal

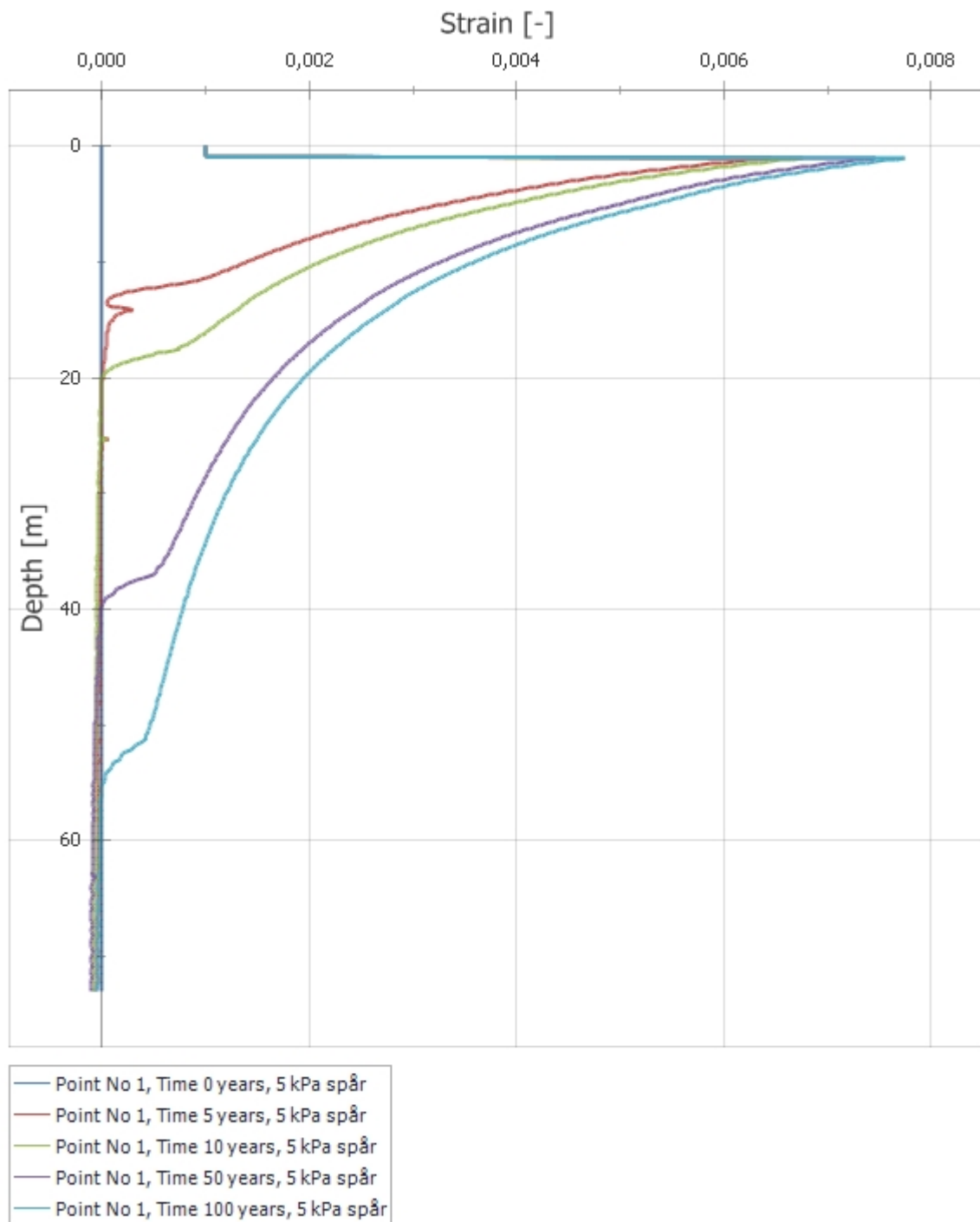


Excess Pore Pressure versus Depth - Graph for Point No 4, 10 kPa kanal

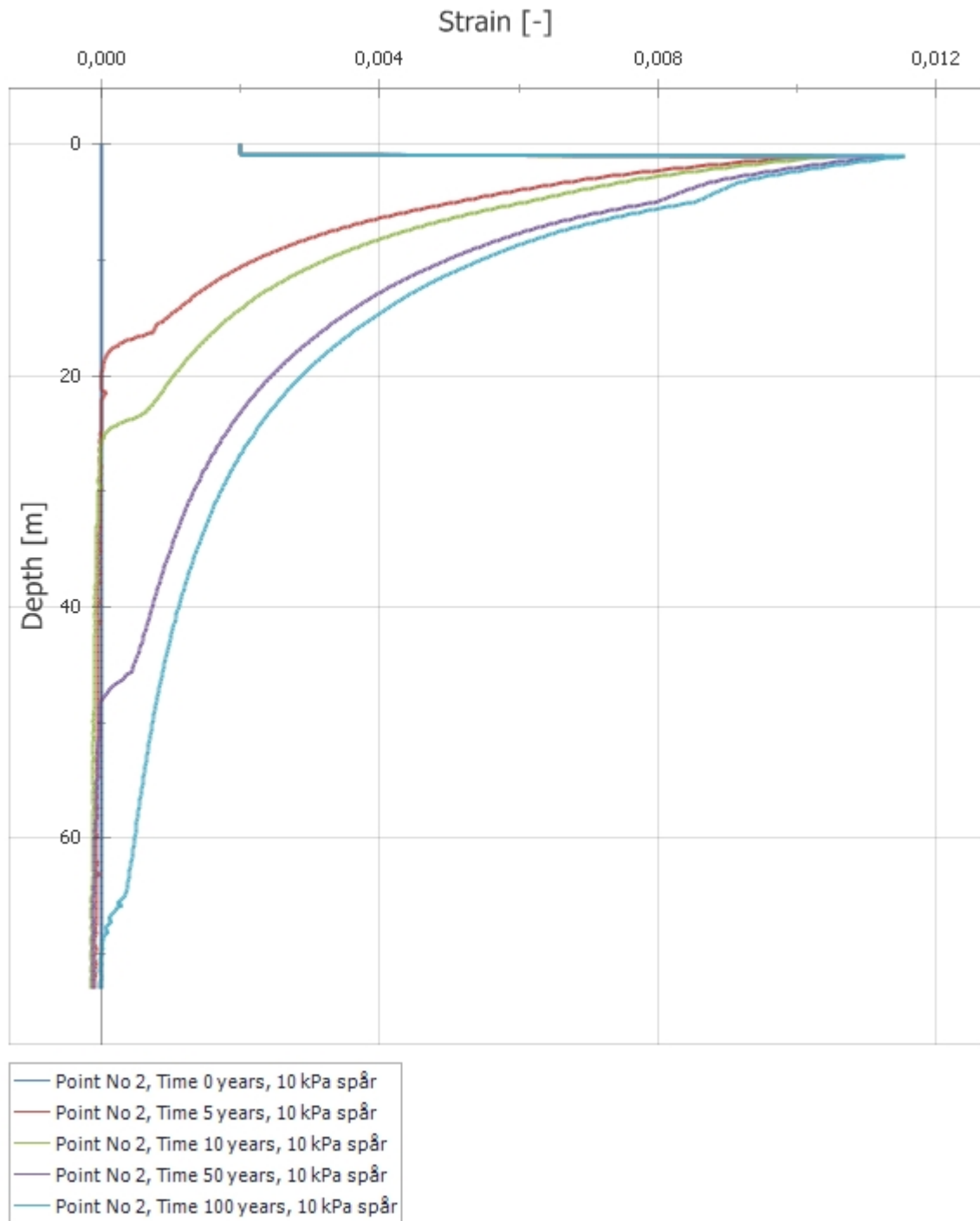


Strain versus Depth - Graph

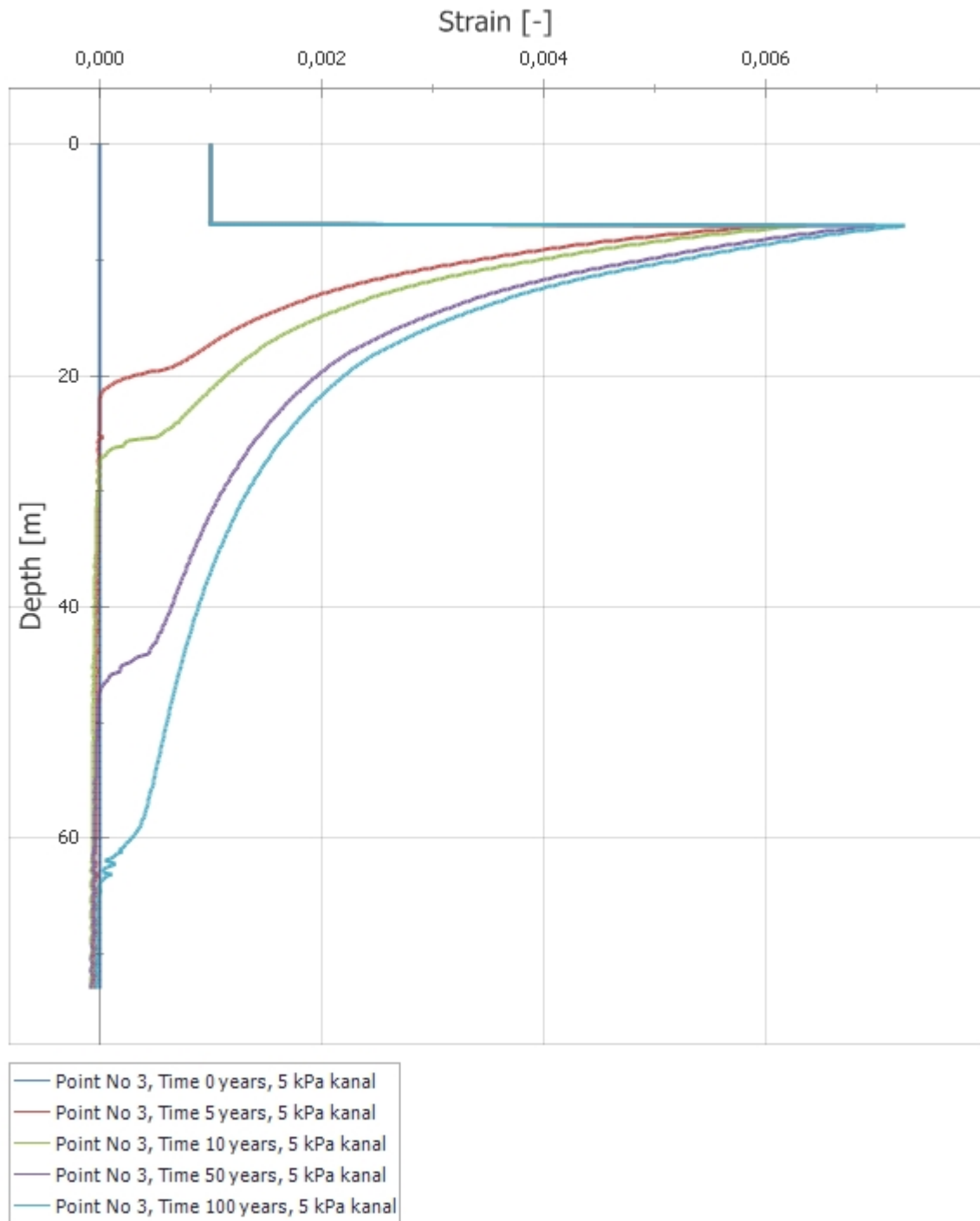
Strain versus Depth - Graph for Point No 1, 5 kPa spår



Strain versus Depth - Graph for Point No 2, 10 kPa spår



Strain versus Depth - Graph for Point No 3, 5 kPa kanal



Strain versus Depth - Graph for Point No 4, 10 kPa kanal

