



DETALJPLAN
KONGAHÄLLA, del 2
PM - Sättningsutredning

Kungälv kommun

2009-09-11

Upprättad av: Fredrik Forslund
Granskad av: Michael Engström



Kund

Kungälv kommun
Karoline Rosgardt
Samhällsbyggnad
442 81 Kungälv

Konsult

WSP Samhällsbyggnad
Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Rullagergatan 4
Tel: +46 31 727 25 00
Fax: +46 31 727 25 01
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

Kontaktpersoner

Kontaktperson

Fredrik Forslund Tel 031-72 72 825,

fredrik.forslund@wspgroup.se

Michael Engström Tel 031-72 72 605,

michael.engstrom@wspgroup.se

Innehåll

Uppdrag	3
Geotekniska undersökningar	3
Jordegenskaper	3
Lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper	3
Geohydrologiska förhållanden	4
Sättningsutredning	4
Beräkningsförutsättningar	4
Beräkningsresultat	5
Geotekniska rekommendationer	5

Bilagor

Bilaga A – Utvärdering av jordens egenskaper, 10 sidor

Bilaga B – Sättningsberäkningar, 8 sidor

Uppdrag

WSP har på uppdrag av Kungälv kommun utfört en geoteknisk utredning med avseende på sättningar på den så kallade Kongahällatomten i Kungälv. Kungälvs kommun planerar att omvandla den s.k. Kongahällatomten till en ny stadsdel. Den nya stadsdelen kommer att innehålla en blandning av handel, verksamheter och boende.

Geotekniska undersökningar

Nu utförda undersökningar

Den geotekniska fältundersökningar utfördes i Augusti 2009 och redovisas i enskild rapport

- ”Rapport Geoteknisk undersökning (R/geo) Kongahälla”, Arbetsnummer 10107725, Daterad 2009-09-09. Utförd av WSP på uppdrag av Kungälvs kommun.

Tidigare utförda undersökningar

Området har undersökts vid ett flertal tillfällen av olika företag. I nedanstående handlingar finns de tidigare utförda utredningar och undersökningar sammanfattade;

- ”Detaljplan Kongahälla, Kungälvs kommun, PM-Planeringsunderlag, Geoteknik”, daterad 2008-05-21, Arbetsnummer 10107725, WSP Samhällsbyggnad
- ”Rapport Geoteknisk undersökning (R/geo) Kongahälla”, Arbetsnummer 10107725, Daterad 2009-09-09, Projektnummer 10107725, WSP Samhällsbyggnad

Jordegenskaper

Den naturliga jorden består överst av ett ytskikt av mulljord ovan mycket lös till lösa lera som vilar på friktionsjord till berg. Inom stora delar av planområdet förekommer överst någon meter fyllnadsmaterial ovan den lösa leran. Det totala djupet till berg varierar mellan ca 15 och 50 m.

Jordarnas egenskaper beskrivs i tidigare upprättat PM.

- ”Detaljplan Kongahälla, Kungälvs kommun, PM-Planeringsunderlag, Geoteknik”, daterad 2008-05-21, Arbetsnummer 10107725, WSP Samhällsbyggnad

Nedan beskrivs dock lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper mer i detalj utgående från utförda laboratorieanalyser.

Lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper

Lerans korrigerade skjuvhållfasthet är överst ca 10 kPa ned till nivå +1 och klassas som mycket låg, därunder ökar den med ca 1,3 kPa/m. Lerans vattenkvot varierar mellan ca 90 och 120 % ner till nivån -1 och minskar därunder relativt konstant för att vara ca 60 % på nivån -24.

Lerans konfolytgräns varierar mellan 75 och 100 % ned till nivån -4 och minskar därunder relativt konstant för att vara 70 % på nivån -24. Densiteten för leran ligger kring 1,45 t/m³ ned till nivån -5 för att därunder öka med djupet till 1,6 t/m³ vid nivå -20. Leran är mellansensitiv till högsensitiv med sensitivitetvärden mellan 10 och 40. Leran inom området är mycket sättningkänslig till följd av lerans låga kom-

pressionsmoduler. Lerans kompressionsmodul M_L ökar mot djupet från att i överkant ligga på ca 200 kPa till ca 1100 kPa på 25 m djup. Utvärderade och antagna modul (M_L) finns redovisade i *Bilaga A*, för borrhål 10, 11 och 12. Lerans permeabilitet varierar mellan $7 \cdot 10^{-10}$ och $6 \cdot 10^{-9}$ m/s. Leran är enligt utförda kompressionsförsök något överkonsoliderad ned till ca 4 m djup, vid en antagen grundvattenyta 1 m under markytan. Därunder är leran normalkonsoliderad med överkonsolideringskvot (OCR) på mellan 1,3 och 1,5. Effektivspänningsdiagram finns redovisade i *bilaga A* för borrhål 10 och 11.

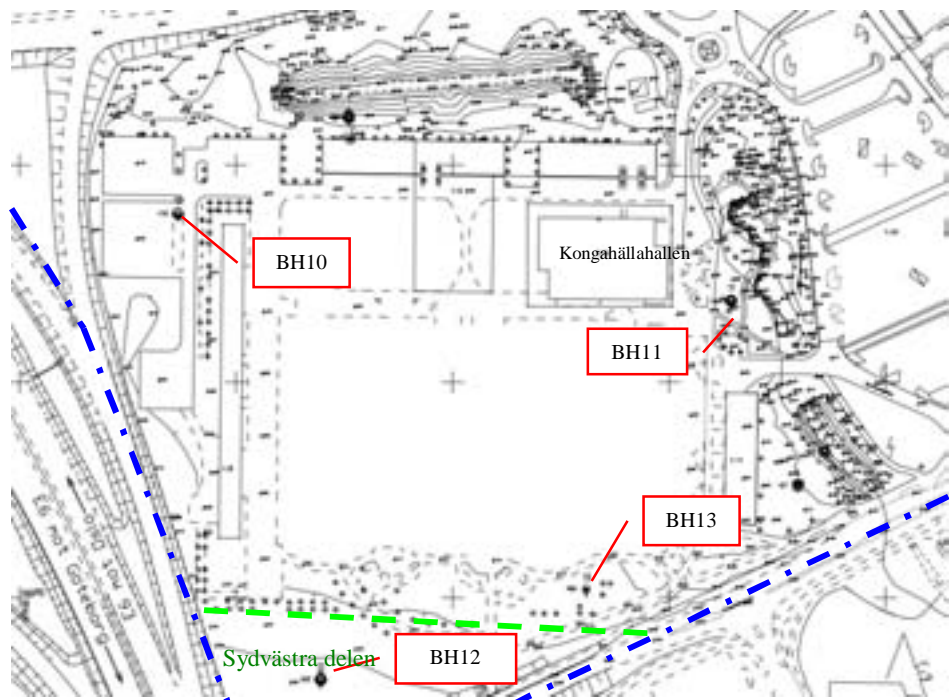
Geohydrologiska förhållanden

Vattenytor observerade i skruvprovtagningshålen i planområdet ligger ca 1 m under markytan, dvs i underkant på torrskorpeleran. Nu uppmätta portryck indikerar på ett något artesiskt tryck mot djupet. Vid portrycksmätningarna uppmättes att de övre lerlagrens portryck motsvarar en grundvattennivå belägen ca 0,5 m under markytan och på 23 m djup en grundvattennivå ca 0,5 m över markytan, se bilaga A. Sättningsberäkningarna har utförts med utgående från hydrostatiskt tryck från underkant torrskorpeleran.

Sättningsutredning

Beräkningsförutsättningar

Sättningsberäkningar har utförts med GeoSuite Settlement, vilket idag anses vara branschstandard för beräkning av sättningar i Sverige. Krypsättningarna har beräknats enligt Chalmers krypmodell. Ingångsvärden för jordegenskaperna är utvärderade i *Bilaga A*, samt med permeabilitet utvärderad från CRS-försök. Ingående jordegenskaper och parametrar i beräkningarna är sammanfattade i *Bilaga A*. Beräkningsmodellen har det antagits att leran dräneras både uppåt och nedåt, dubbeldränerad modell. Beräkningarna har utförts vid *borrhål 10, 11, 12 och 13*, se planskiss nedan:



Figur 1. Beräkningspunkternas läge.

Laster

Markytan är planerad, i nuvarande utställningshandling, att läggas på nivå +8 vid områdets västra del, intill det blivande CHK, vilket innebär att markytan ställvis kommer att höjas med upp till ca 2 m i den nordvästra delen. Sättningsanalys har utförts för de två punkterna. Beräkningarna har utförts för några olika belastningar motsvarande 0,25 till 1,5 m uppfyllnad av krossmaterial.

Beräkningsresultat

Beräkningsresultatet redovisas sammanfattat i tabellform nedan. I *Bilaga B* redovisas beräkningarna i detalj.

Tabell 1: Beräkningsresultat

Tillskottslast	Norra delen				Södravästra delen		Sydöstra delen	
	BH10		BH11		BH12		BH13	
	Sättning 10 år [m]	Sättning 50 år [m]	Sättning 10 år [m]	Sättning 50 år [m]	Sättning 10 år [m]	Sättning 50 år [m]	Sättning 10 år [m]	Sättning 50 år [m]
5 kPa	0,05	0,20	0,05	0,15	0,10	0,15	0,10	0,20
10 kPa	0,10	0,35	0,10	0,25	0,15	0,20	0,15	0,25
20 kPa	0,20	0,60	0,20	0,40	0,20	0,30	0,25	0,40
30 kPa	0,30	0,95	0,30	0,70	0,30	0,50	0,30	0,70

Utförda sättningsberäkningar visar att relativt stora långtidssättningar kommer uppstå även för små lastökningar. Sättningarna utbildas för de små lasterna (5-10 kPa) ned till ca 8 m djup. För de större lasterna (20 och 30 kPa) utbildas huvuddelen av sättningsarna ned till ca 16-17 m djup.

Sättningsutvecklingen skiljer sig inom området och sättningsarna utbildas något fortare i den *sydvästra och sydöstra delen* där lermäktigheten är mindre. I den *norra delen* utbildas sättningsarna något långsammare till följd av att lermäktigheten ökar. Den totala sättningen blir minst i den *sydvästra delen* av området, medan sättningsarna vid den *norra och den sydöstra delen* blir betydligt större.

Eftersom marknivån varierar utmed området så varierar pålastningen och därmed sättningsförfarandet. Vid t ex en uppfyllnad till nivå +8 beräknas det vid borrhpunkt 10 sätta sig ca 0,60 m medan det vid borrhpunkt 12 kommer att sätta sig ca 0,15 m efter 50 år.

Huruvida befintlig fyllning inom detaljplaneområdets centrala delar har påverkat sättningsförfarandet har ej undersökts, men sättningsarna bedöms pågå i området.

Geotekniska rekommendationer

Med de nu planerade marknivåerna i det nya området uppstår det oacceptabelt stora och långvariga konsolideringssättningar. WSP rekommenderar att områdets nya byggnader och gator läggs lågt (nära dagens marknivåer) för att undvika skadliga differenssättningar mellan de pålade konstruktionerna och omgivande mark.

Viktigt är vid bedömning av framtida sättningsarna till följd av tillskottslast på leran utgår från befintliga grundvattenförhållanden inte ändras. Skulle grundvattennivån sänkas en halv meter lägre motsvarar det en tillskottslast på ca 5 kPa.

Lastkompensation med lättfyllning av cellplast eller lättklinker är ett alternativ, men bedöms vara kostsamt för stora uppfyllnadsvolymer. Vidare kan man inom ytor som inte är sättningskänsliga som eventuella park-/grönytor kunna acceptera någon decimeter sättningsarna, vilket skulle minska kompensationen med lättfyllning. Utläggning

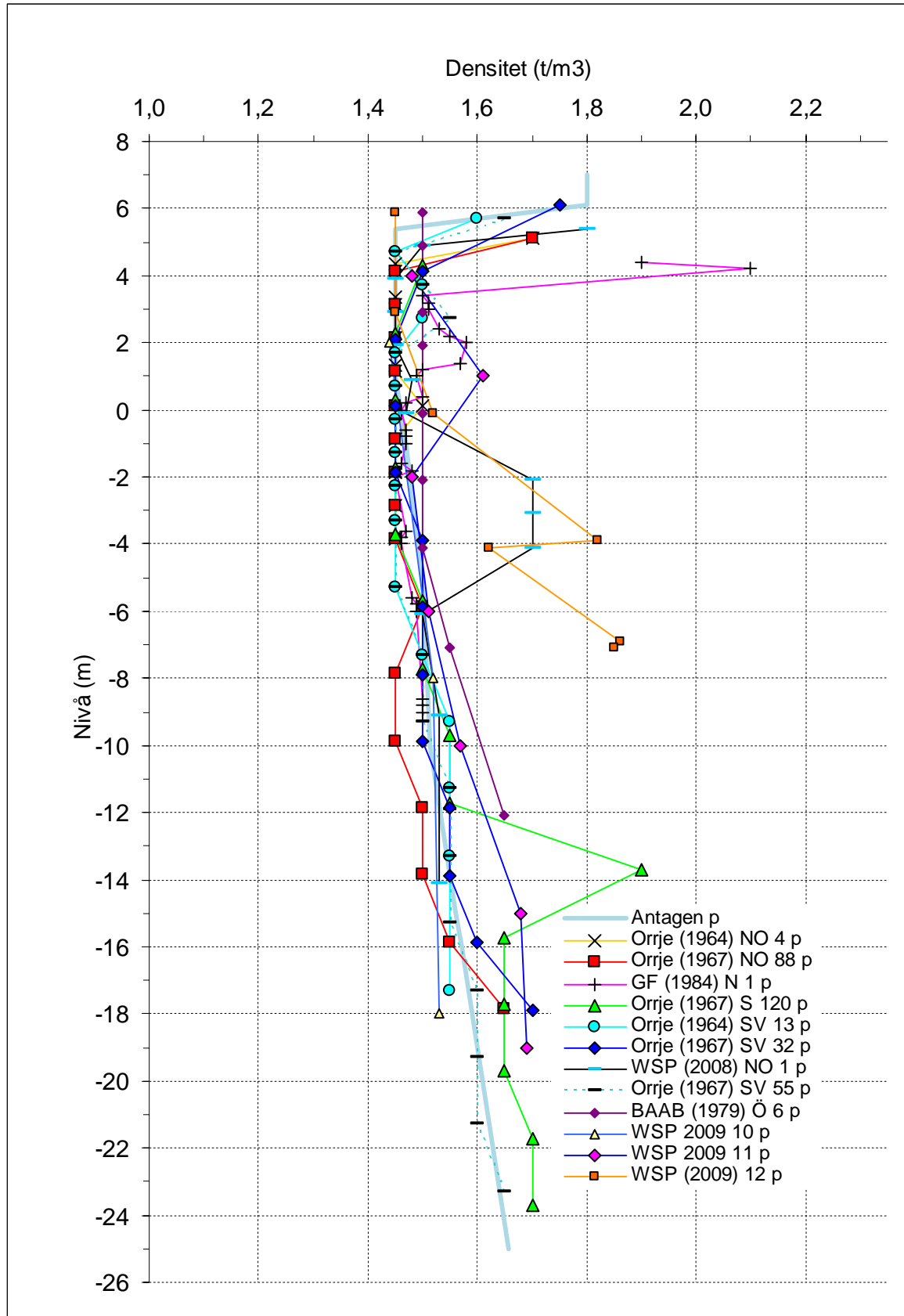


av lättfyllning förutsätter att inte grundvatten-/ytvattennivån stiger så att det uppstår bottenuppträckning och lättfyllningen lyfts uppåt.

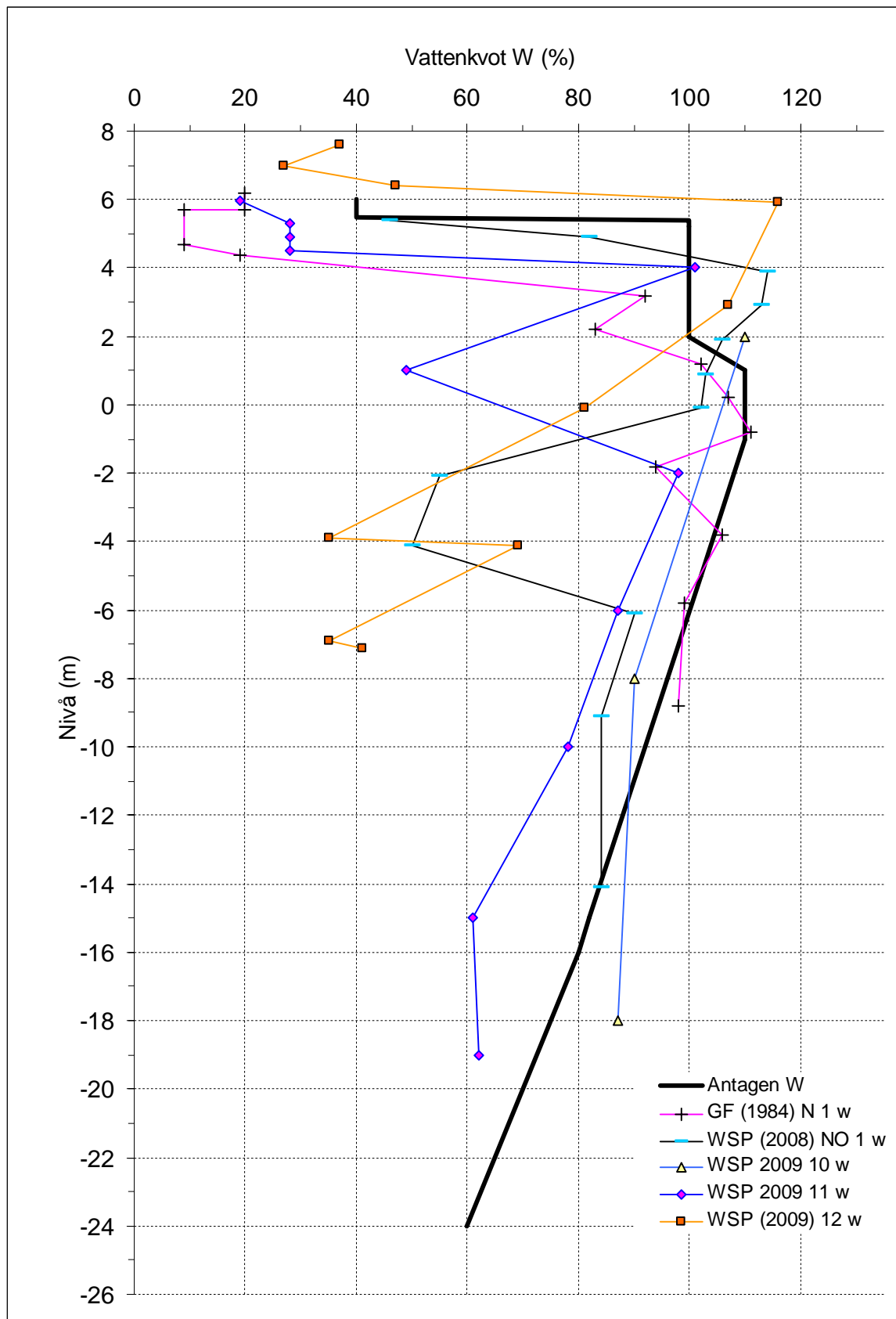
WSP Samhällsbyggnad, avd Geo 2009-09-11

Fredrik Forslund

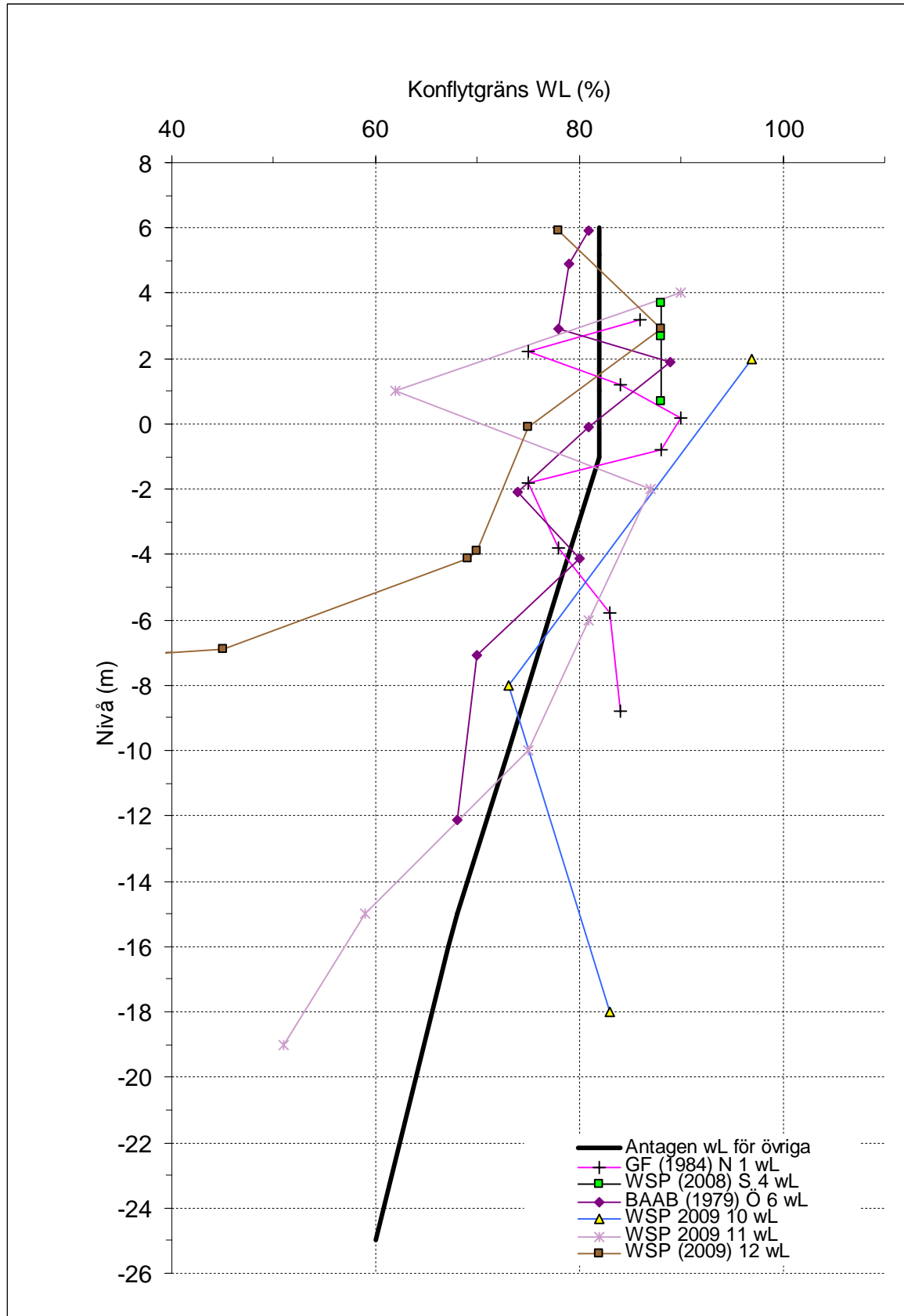
Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper



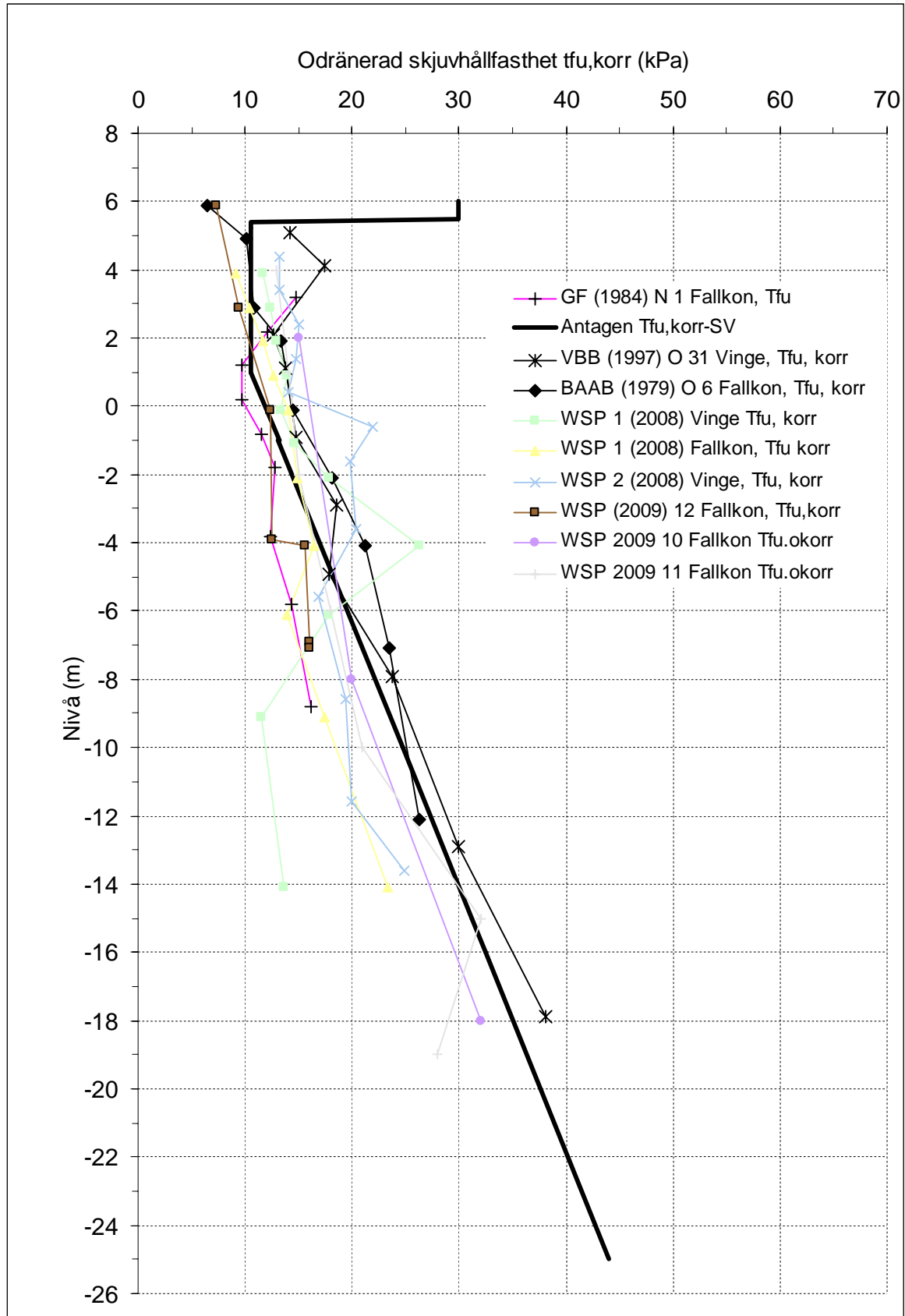
Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper



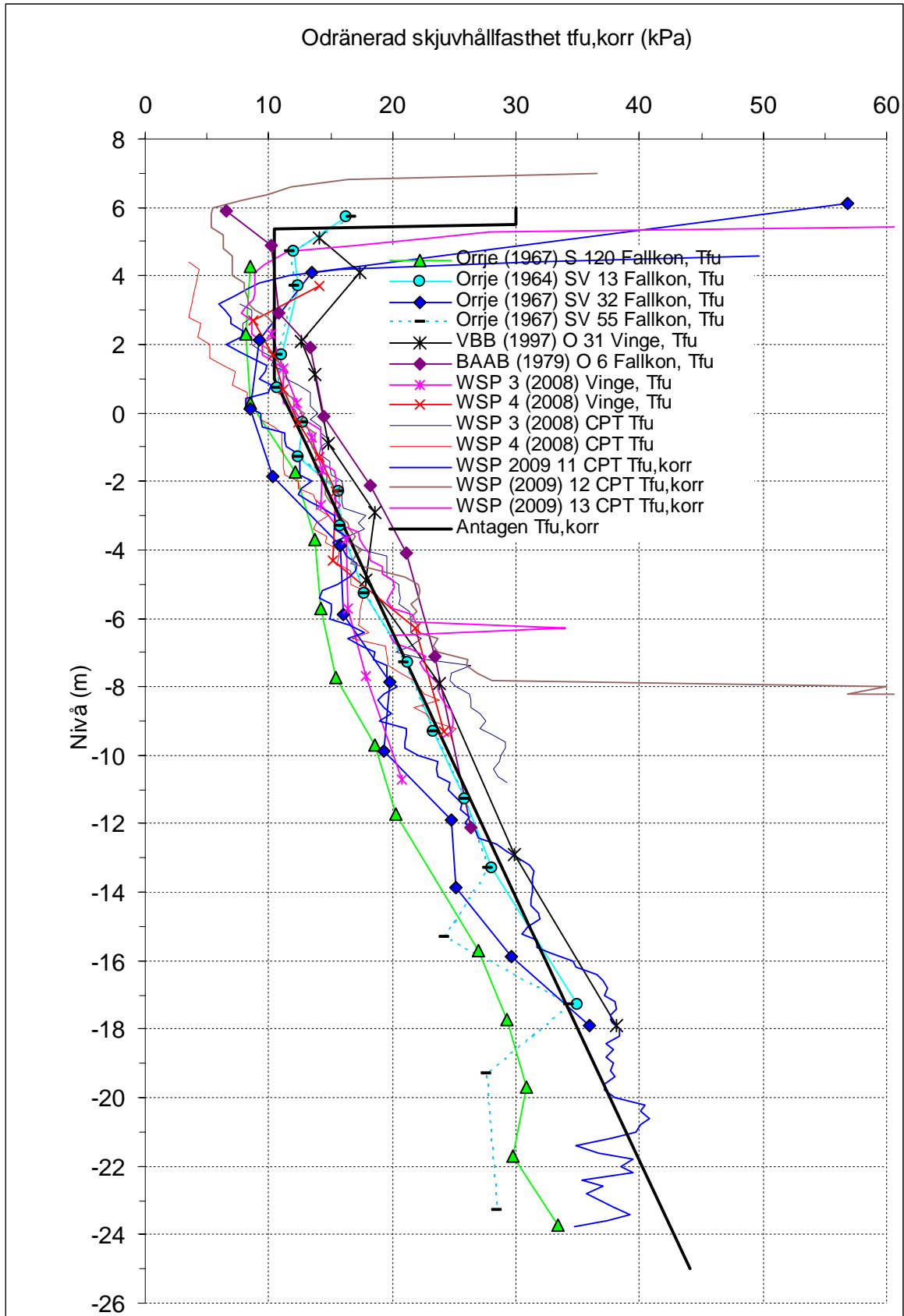
Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper



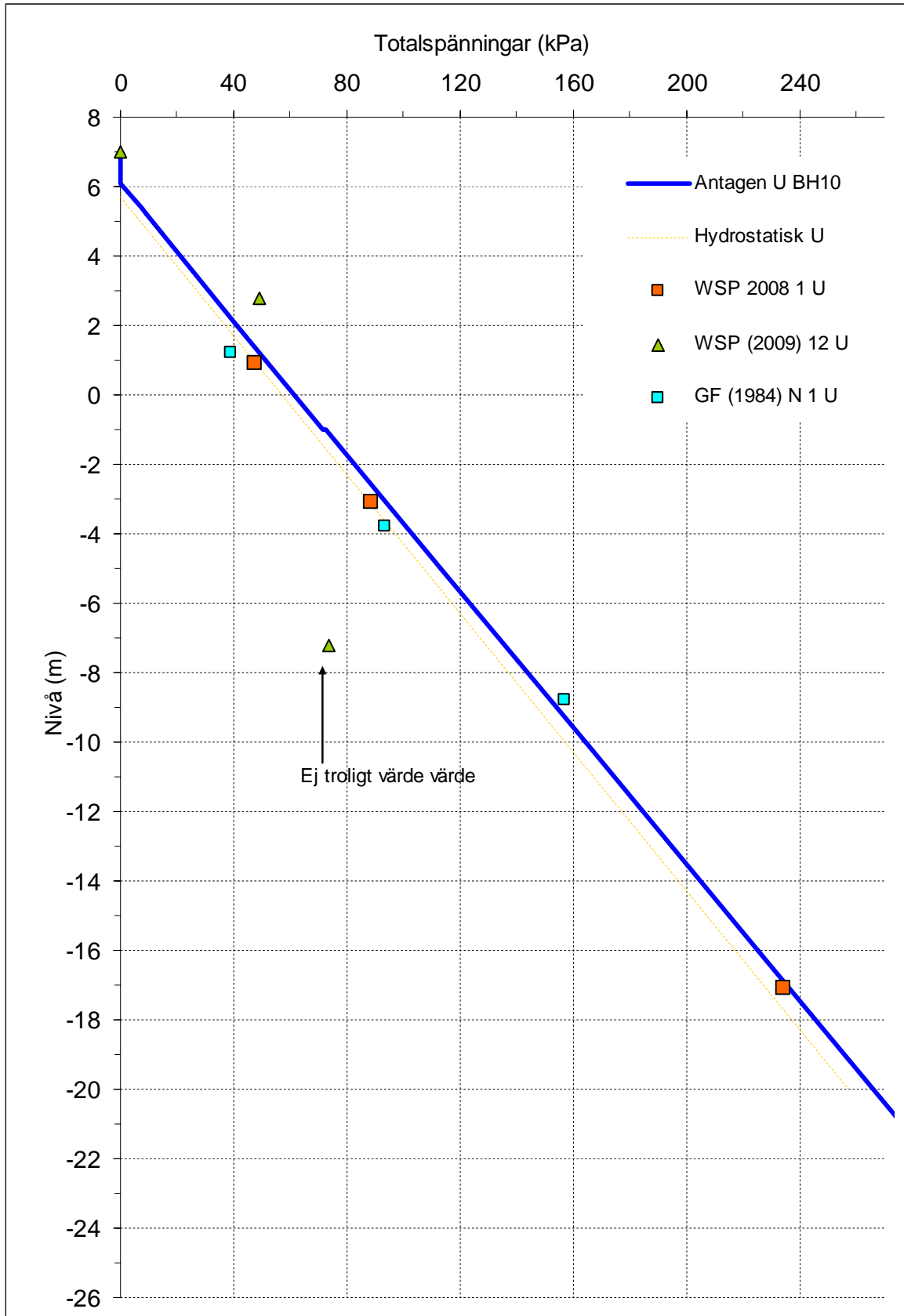
Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper



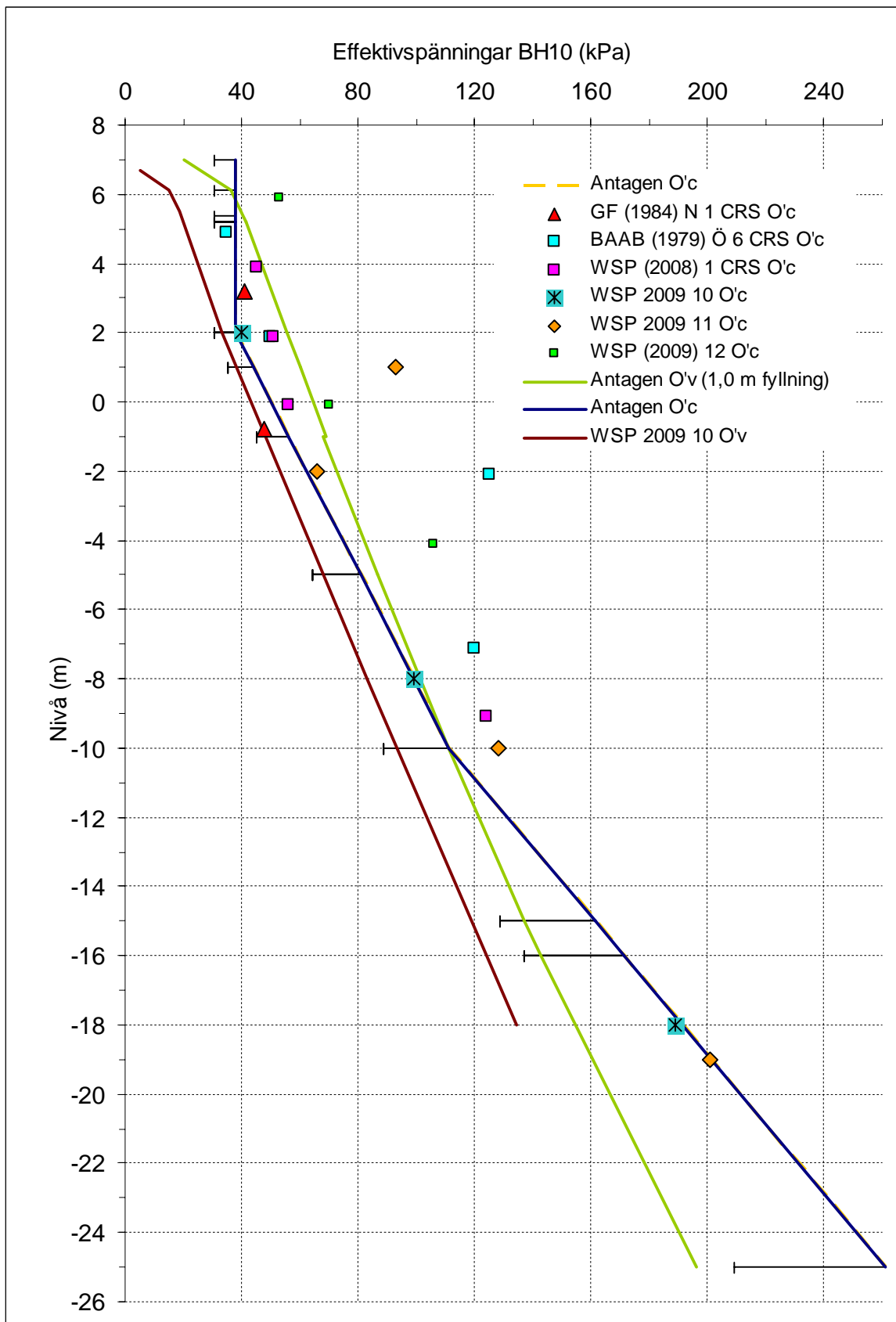
Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper



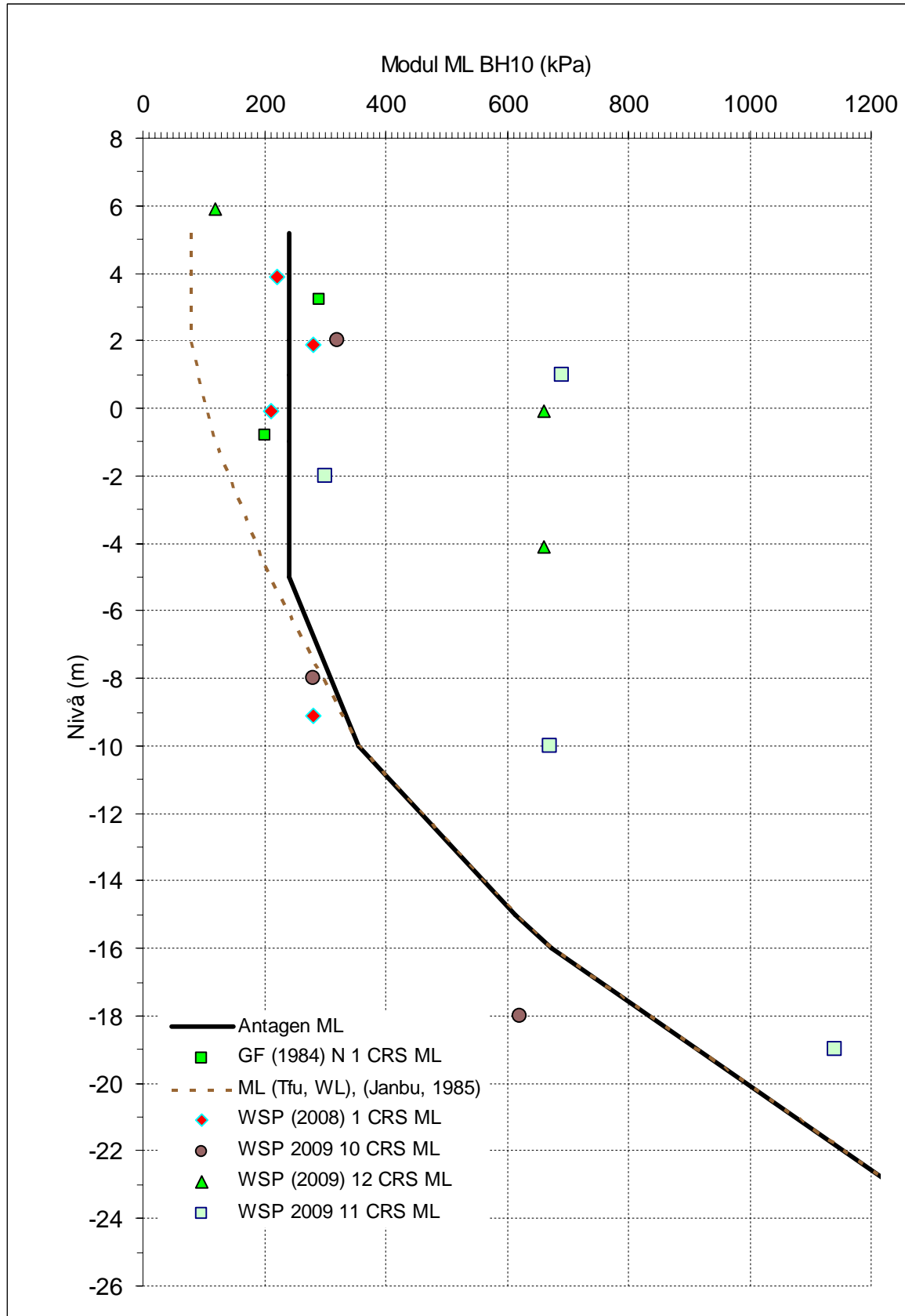
Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper



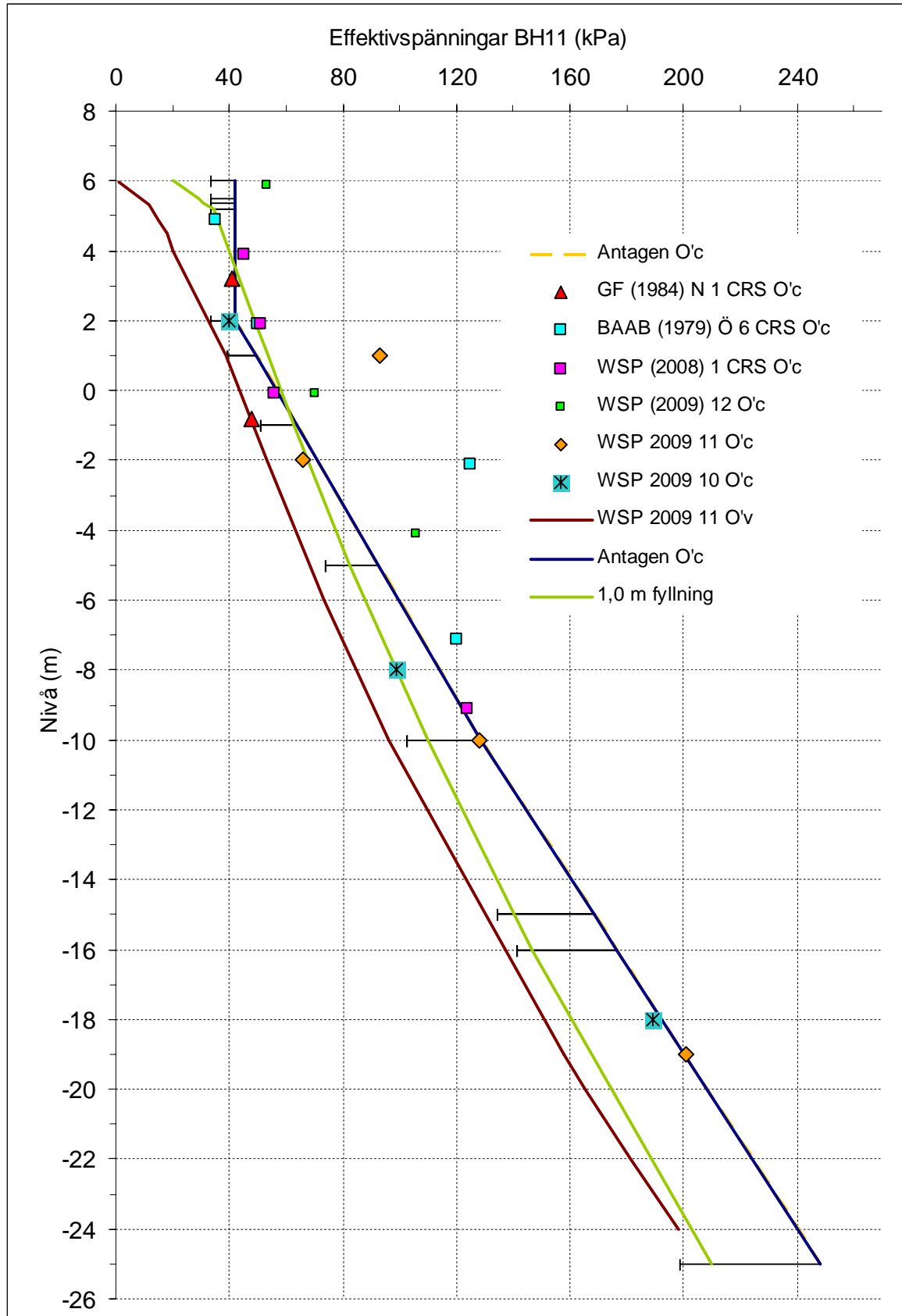
Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper



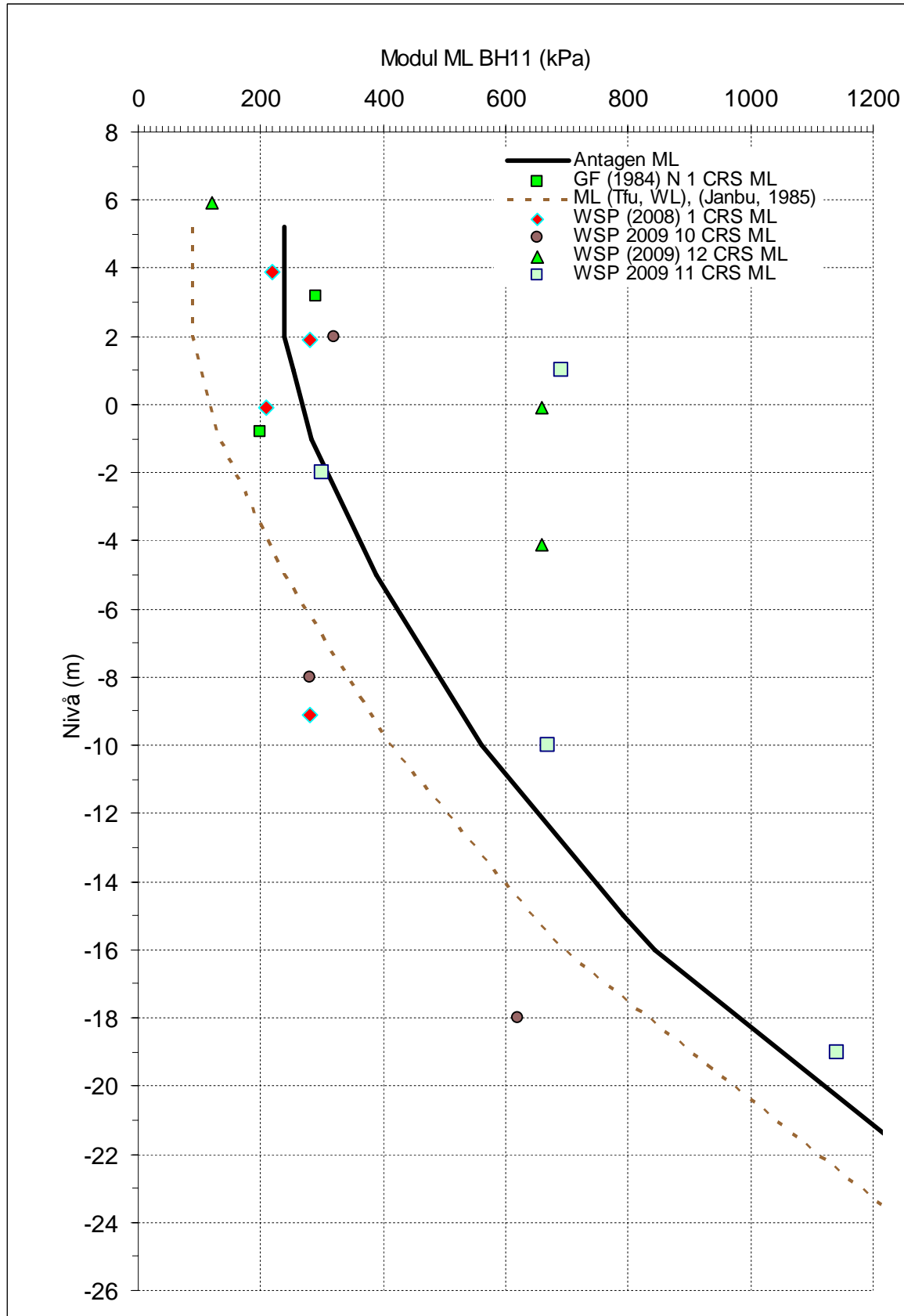
Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper



Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper



Utvärdering av lerans hållfasthets- och deformationsegenskaper

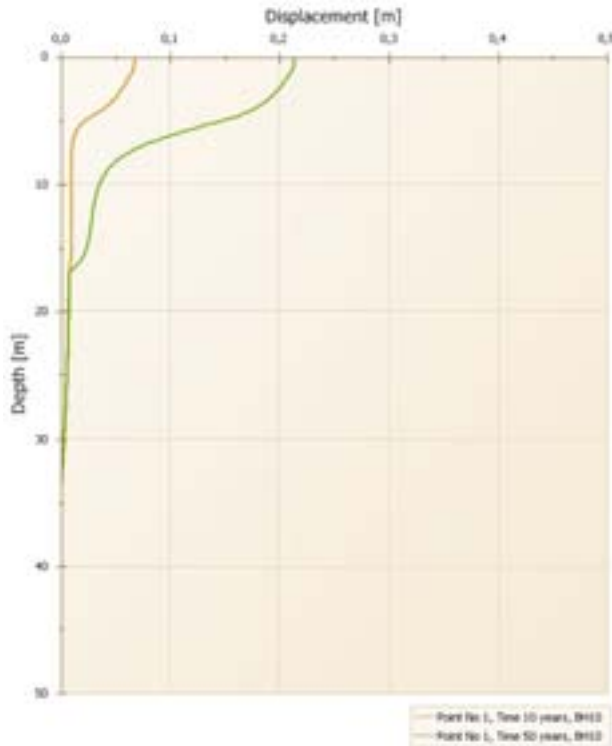


Sättningsberäkningar

I denna bilaga redovisas de beräknade sättningarna mot djupet för olika borrhål och ökande belastningar.

Borrhål 10

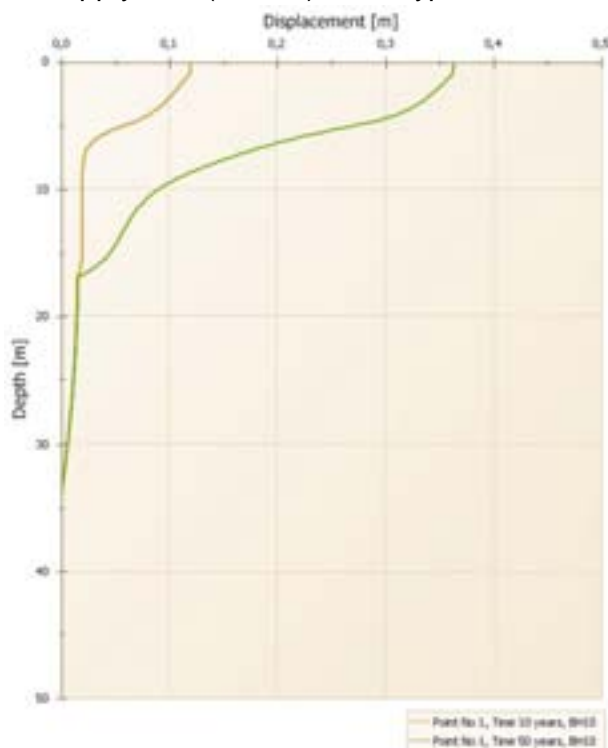
0,25 m uppfyllnad (5 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.



	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,06	0,22

Borrhål 10

0,5 m uppfyllnad (10 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.

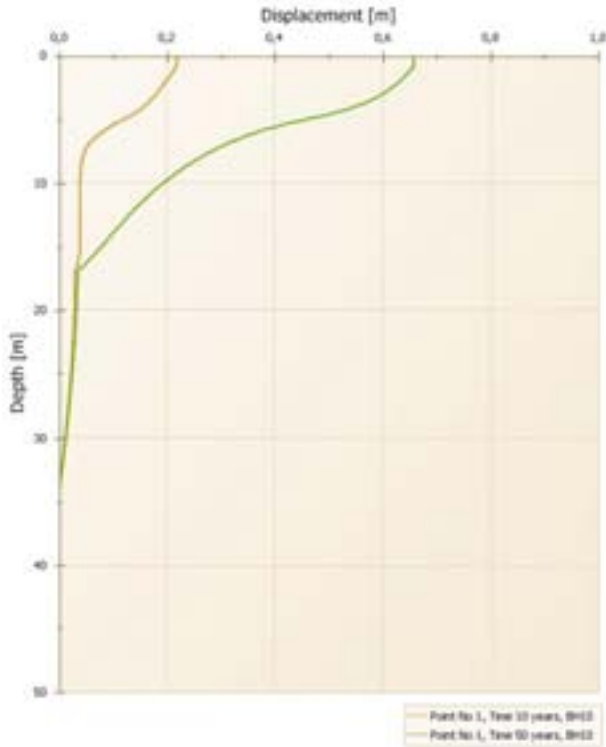


	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,12	0,36

Sättningsberäkningar

Borrhål 10

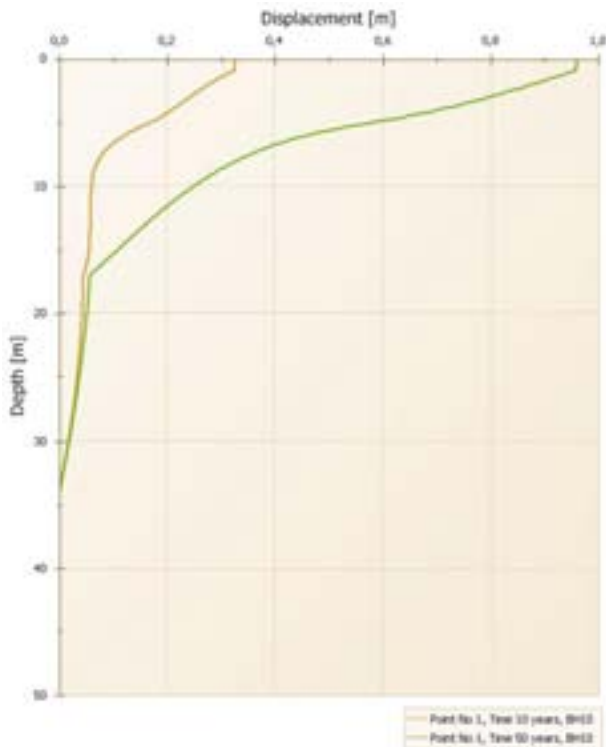
1 m uppfyllnad (20 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.



	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,21	0,63

Borrhål 10

1,5 m uppfyllnad (30 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.

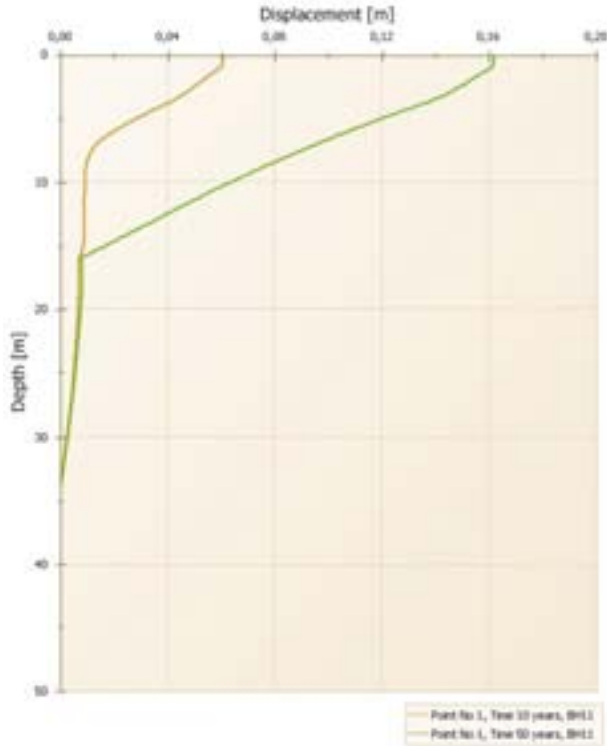


	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,32	0,95

Sättningsberäkningar

Borrhål 11

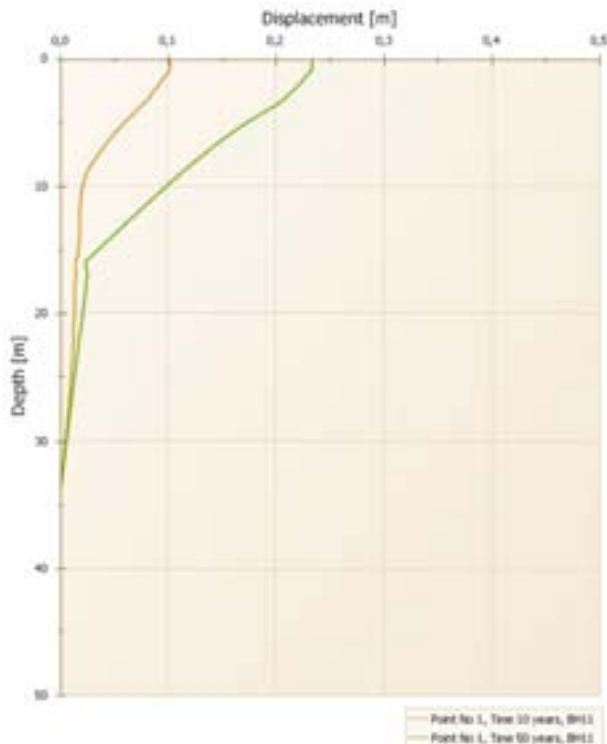
0,25 m uppfyllnad (5 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.



	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,05	0,16

Borrhål 11

0,5 m uppfyllnad (10 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.

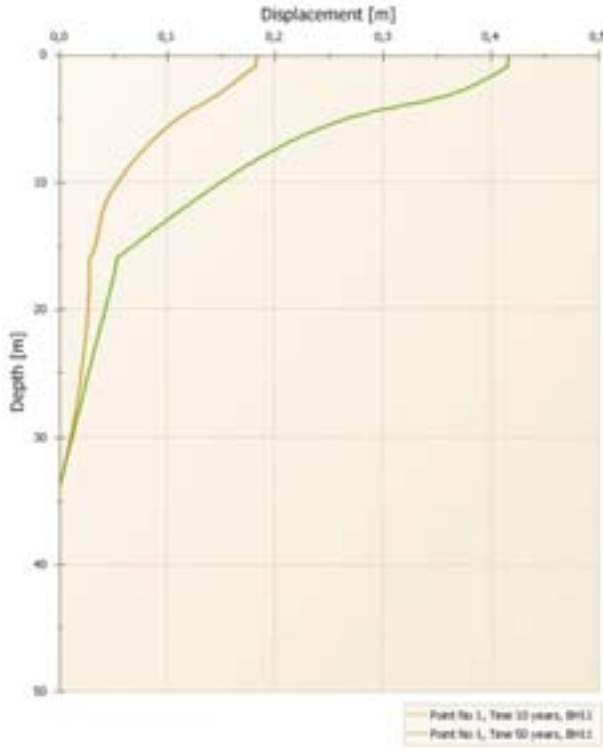


	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,10	0,24

Sättningsberäkningar

Borrhål 11

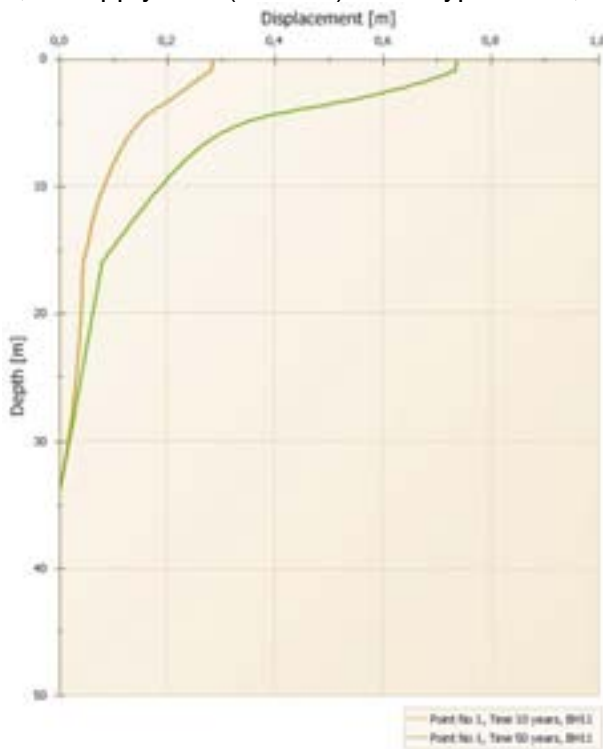
1 m uppfyllnad (20 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.



	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,19	0,41

Borrhål 11

1,5 m uppfyllnad (30 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.

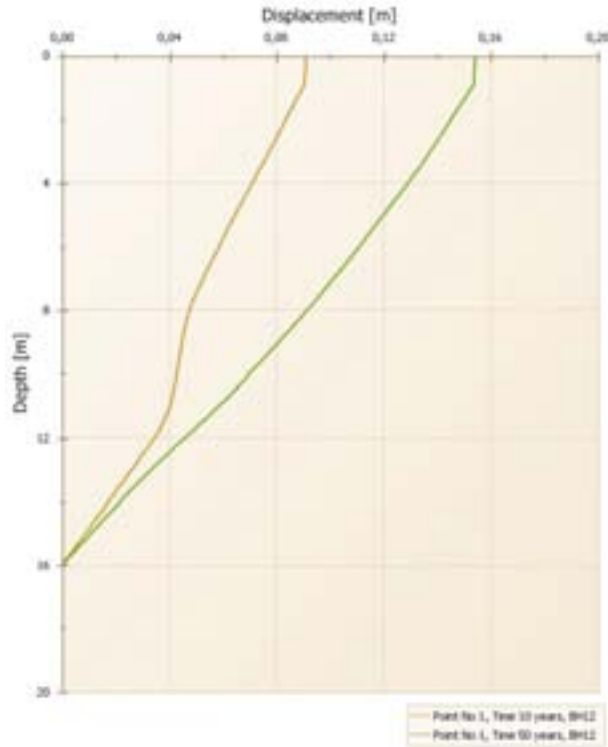


	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,28	0,72

Sättningsberäkningar

Borrhål 12

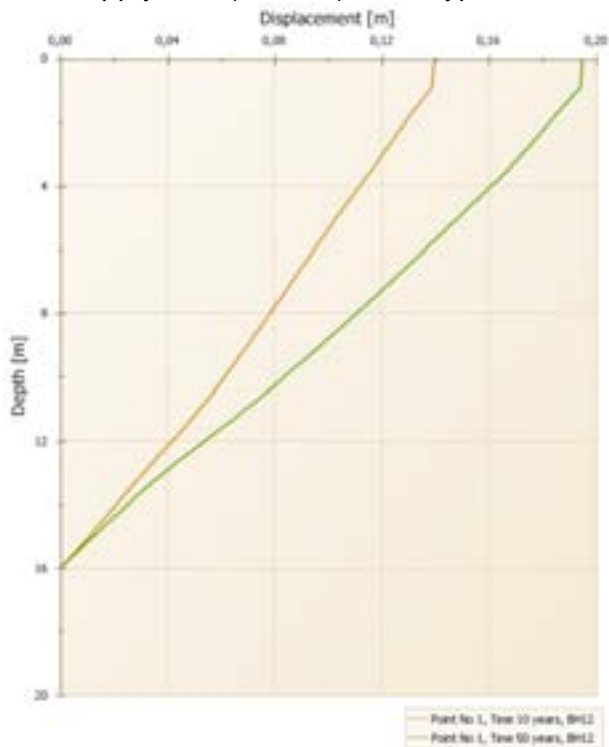
0,25 m uppfyllnad (5 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.



	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,09	0,15

Borrhål 12

0,5 m uppfyllnad (10 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.

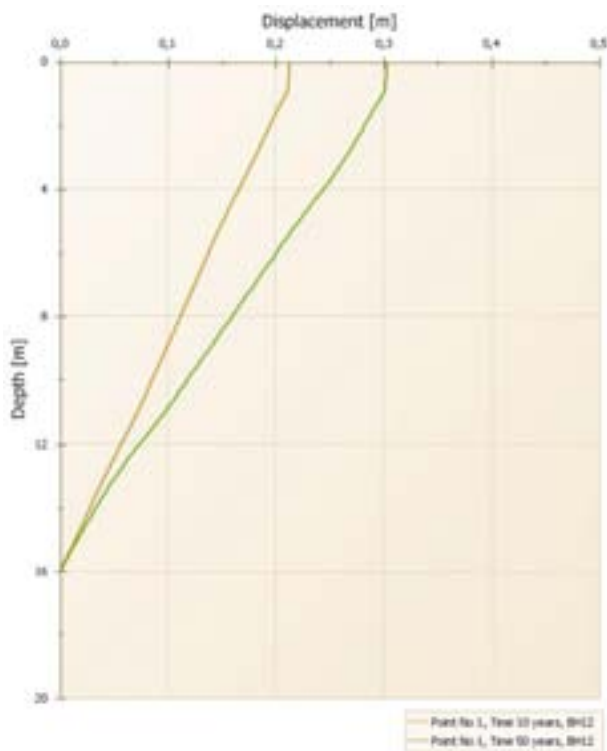


	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,14	0,19

Sättningsberäkningar

Borrhål 12

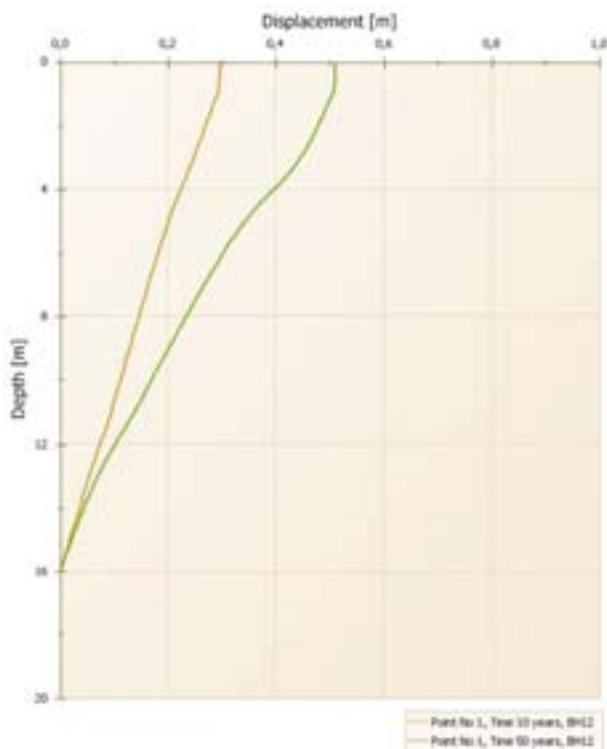
1 m uppfyllnad (20 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.



	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,21	0,30

Borrhål 12

1,5 m uppfyllnad (30 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.

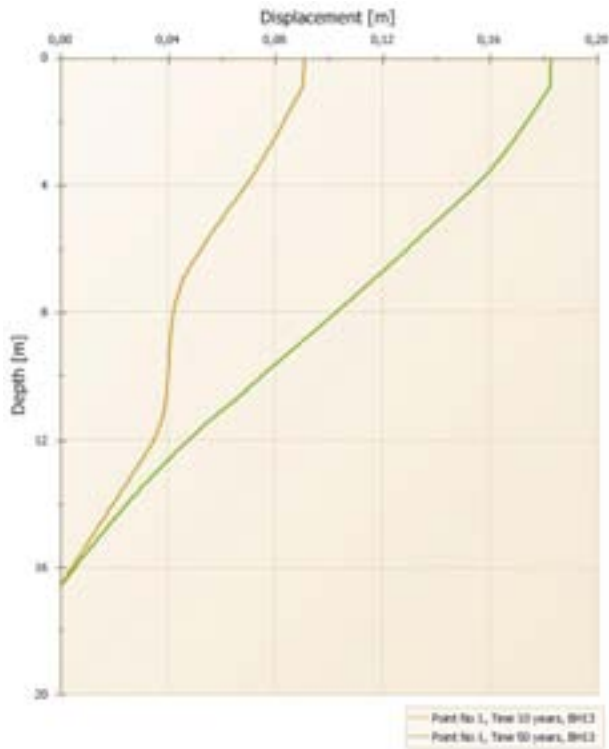


	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,30	0,50

Sättningsberäkningar

Borrhål 13

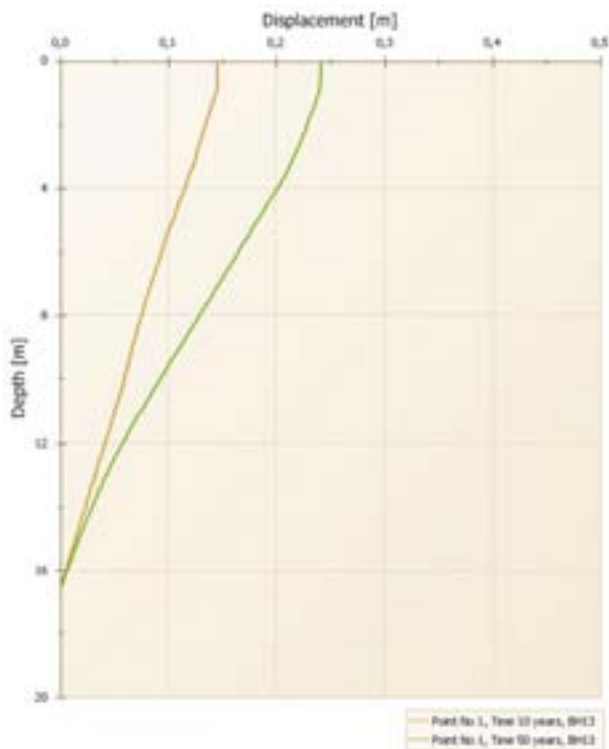
0,25 m uppfyllnad (5 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.



	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,09	0,17

Borrhål 13

0,5 m uppfyllnad (10 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.

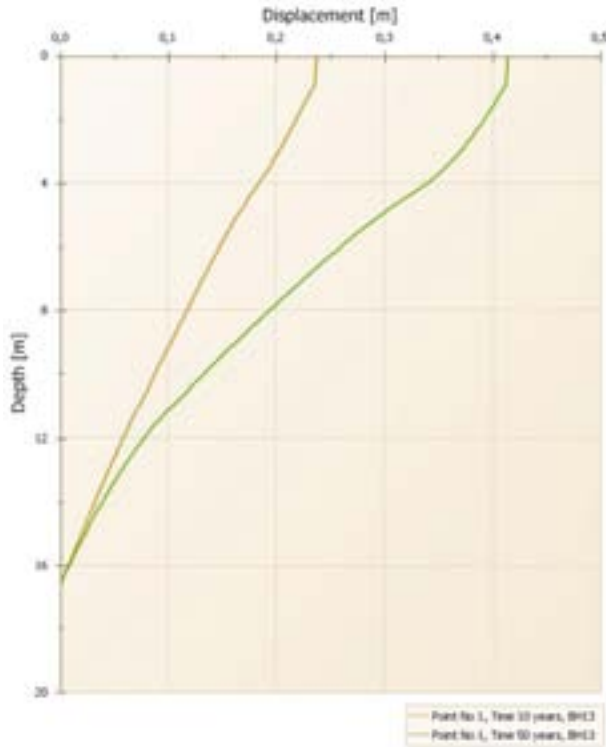


	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,15	0,25

Sättningsberäkningar

Borrhål 13

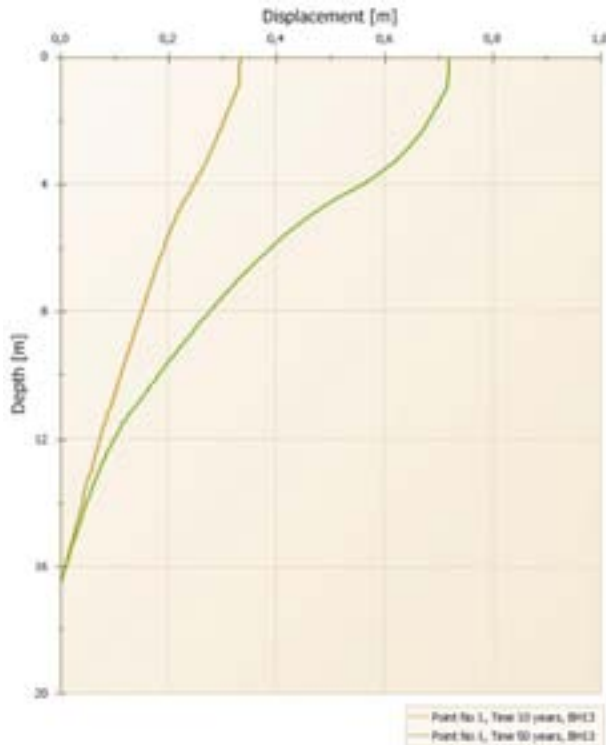
1 m uppfyllnad (20 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.



	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,24	0,41

Borrhål 13

1,5 m uppfyllnad (30 kPa) med krypeffekter, 10 och 50 år.



	Efter 10 år	Efter 50 år
Sättning [m]	0,32	0,71