



2016-10-14

PM GEOTEKNIK

Västlänken, utökning av bangården i Olskroken Geoteknisk utredning för detaljplan

Framställd för:
Göteborgs stad



Uppdragsnummer: 1451220641

PM GEOTEKNIK





Innehållsförteckning

1.0	BAKGRUND OCH SYFTE	1
2.0	OBJEKTBESKRIVNING	2
3.0	UNDERLAG	2
3.1	Kartor, ortofoto, mätdata mm	2
3.2	Koordinat- och höjdsystem	3
3.3	Geotekniska undersökningar	3
4.0	OMRÅDESBESKRIVNING	3
4.1	Topografi och områdesbeskrivning	3
4.2	Historisk översikt	4
5.0	BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR OCH KONSTRUKTIONER	5
5.1	Befintliga anläggningar och konstbyggnader	5
5.2	Befintliga byggnader	6
6.0	GEOTEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR	7
6.1	Översiktliga jordlagerförhållanden	7
6.2	Delområdesbeskrivning (jordlager/egenskaper/portryck)	8
6.3	Vattenförhållanden	13
6.4	Erosion	13
6.5	Sättningsförhållanden	15
7.0	FÖRUTSÄTTNINGAR NY DETALJPLAN	16
7.1	Stabilitet	16
8.0	BERGTEKNIK	22
9.0	MARKRADON	22
10.0	OMGIVNINGSPÅVERKAN I BYGGSKEDET	22
11.0	SAMMANFATTNING OCH REKOMMENDATIONER	22
11.1	Stabilitet	22
11.2	Grundläggning och sättningar	22
11.3	Ledningar	23
11.4	Schakt- och fyllnadsarbeten	23
12.0	PLANBESTÄMMELSE	23

Bilagor

BILAGA A

Grundläggning av befintliga anläggningar och konstruktioner i anslutning till planområdet

BILAGA B

Sammanställning av parametrar

BILAGA C

Dimensionerande materialparametrar

BILAGA D

Stabilitetsanalyser

RITNINGAR

AKF05-08-110_002 till AKF05-08-110_005 (planer A1, 1:1000)



UPPDRAGSINFORMATION

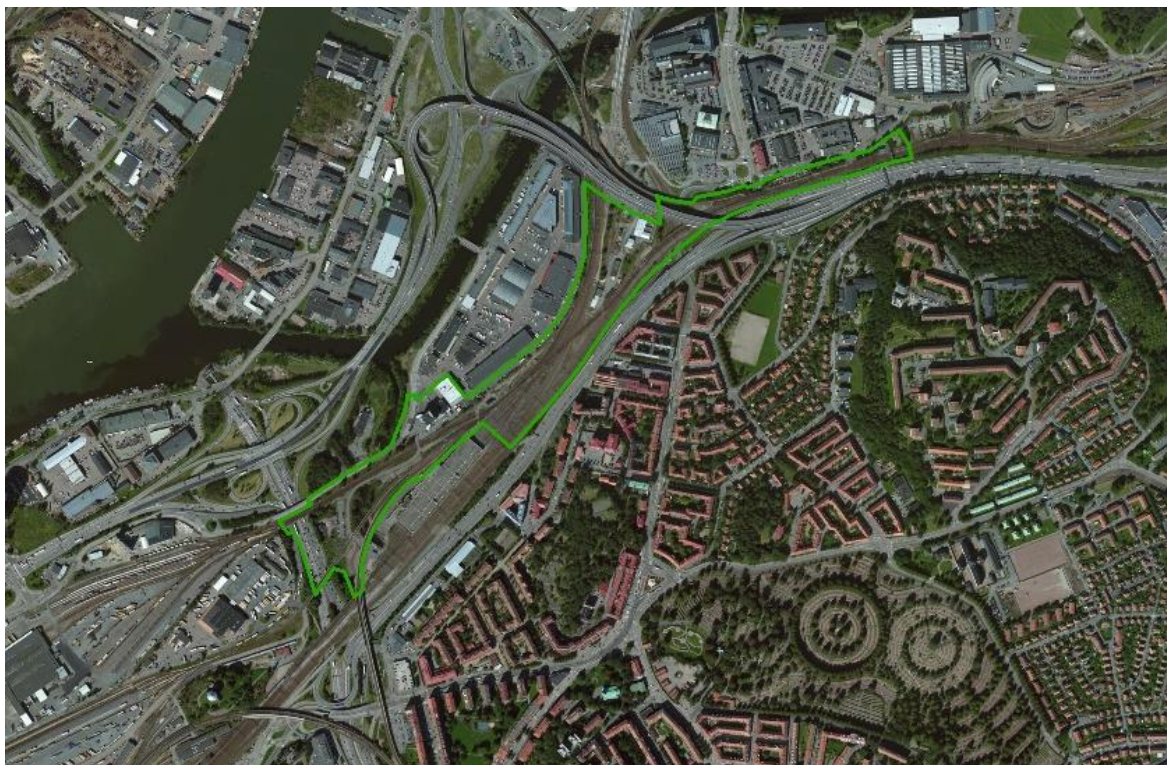
Uppdrag	Västlänken, utökning av bangården i Olskroken. Geoteknisk utredning för detaljplan.
Plats	Inom stadsdelen Olskroken och Bagaregården, Göteborg
Uppdragsgivare	Göteborgs Stad
Uppdragsnr	1451220461
Konsult	Golder Associates AB
Uppdragsledare	Karolina Sanell
Ansvarig geotekniker	Ola Skepp
Handläggare	Johan Utas

1.0 BAKGRUND OCH SYFTE

På uppdrag av Göteborgs Stad, har Golder Associates utfört en geoteknisk utredning i samband med framtagande av detaljplan för Västlänken, utökning av bangården i Olskroken. Denna PM Geoteknik ersätter tidigare upprättad PM Geoteknik av Sweco Civil AB/Golder Associates (daterad 2015-10-01, Rev A daterad 2016-04-04).

Bakgrunden till upprättandet av ny PM Geoteknik är att en ny lösning har tagits fram för de planerade järnvägsspåren över Gullbergsån vilket innebär att det inte kommer att erfordras en omledning av Gullbergsån genom området (vilket tidigare utformning krävde). Även i östra delen av sträckan, vid Partihallsförbindelsen, har spårutformningen ändrats.

Översiktskarta över detaljplaneområdet kan ses i figuren nedan.



Figur 1: Ortofoto över planområdet vid Olskroken.

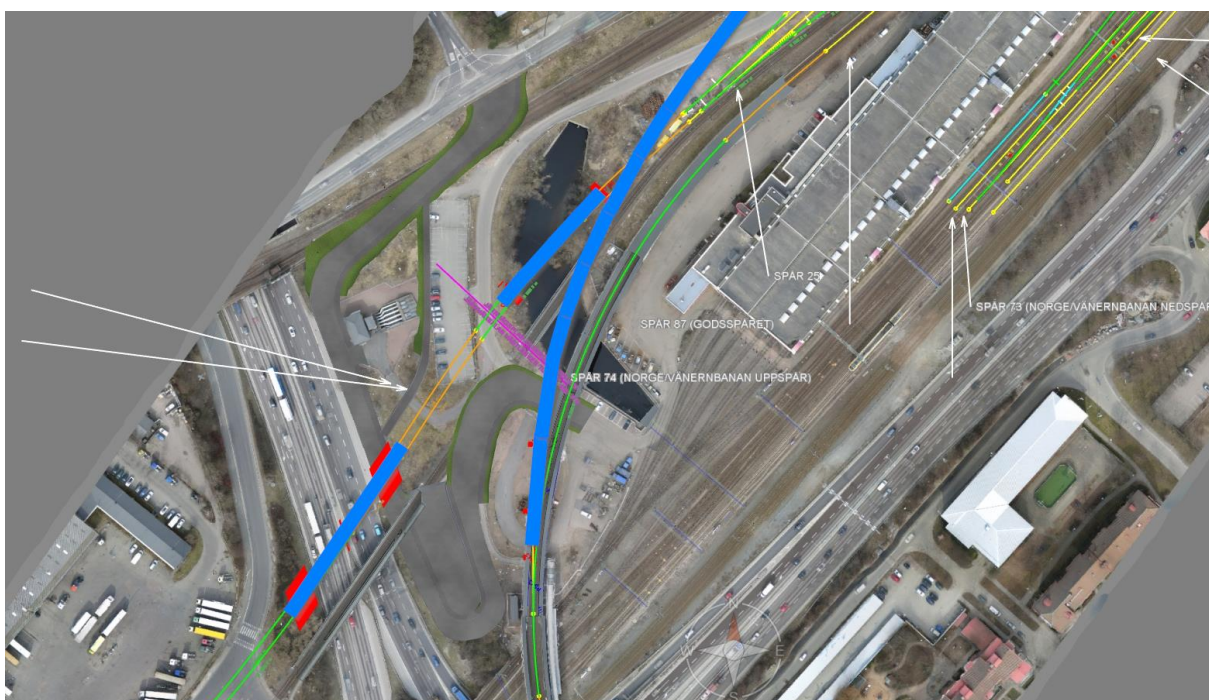


Syftet med den geotekniska utredningen för detaljplanen är att redogöra för de geotekniska förhållandena och hur de inverkar på planerad exploatering enligt detaljplanen. Markens lämplighet för ändamålet enligt detaljplanen ska klargöras med avseende på de geotekniska förutsättningarna vad gäller grundläggning, byggbarhet etc.

2.0 OBJEKTBESKRIVNING

Inom planområdet planeras drygt 8,5 km nya järnvägsspår, ett antal nya järnvägsbroar, två nya samt gångbro och gång-/cykelbro. Ombyggnad ska ske av några befintliga järnvägsbroar.

Området genomkorsas av Gullbergsån men framtagna nya lösningar för järnvägsspåren över Gullbergsån påverkar inte åfåran som därmed kan ligga kvar i nuvarande läge (det inget behov av omledning), se Figur 2. Föreslagen utformningen innebär att broar kan byggas utan att pelare placeras i ån.



Figur 2: Illustration över föreslagen lösning för järnvägsspår vid Gullbergsån. Blå linjer illustrerar planerade nya broar.

3.0 UNDERLAG

3.1 Kartor, ortofoto, mätdata mm

Som underlag för denna geotekniska utredning för detaljplan har nedanstående underlagsmaterial nyttjats. Huvuddelen av underlagsmaterialet har erhållits från Göteborgs Stad.

- Digital primärkarta med 0,5 m ekvidistans (AutoCad-format).
- Terrängmodell som är upprättad för projekteringen av Västlänken och Olskrokens planskildhet
- Ortofoton över aktuellt planområde
- Stadsbyggnadskontorets detaljerade jordartskarta från år 2006



3.2 Koordinat- och höjdsystem

Ny detaljplan upprättas i koordinatsystem SWEREF 991200 och höjdsystem RH2000. Samtligt underlagsmaterial har erhållits eller transformerats till dessa system.

3.3 Geotekniska undersökningar

I samband med framtagandet av järnvägsplan och systemhandling för Västlänken och Olskrokens planskildhet har ett stort antal geotekniska fält- och laboratorieundersökningar genomförts under åren 2012-2013. Undersökningarna redovisas i följande handling:

- PM F 05 – 004, Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik (MUR Geoteknik), Västlänken Trafikverket, daterad 2013-09-30, rev 2014-06-19, projektnummer 2305478.

Inventering av tidigare utförda geotekniska undersökningar har genomförts för området och redovisas i följande handling:

- PM F 05 – 001, Inventering tidigare utförda geotekniska undersökningar, Västlänken Trafikverket, daterad 2013-07-05, rev 2014-06-19, projektnummer 2305478.

Av de tidigare utförda undersökningarna kan stabilitetskarteringen av befintliga förhållanden inom Göteborgs stad (från år 2011) speciellt nämnas.

De undersökningar som har utförts för järnvägsplane- och systemhandlingsskedet samt tidigare utförda undersökningar som ligger till grund för denna utredning redovisas på planritningar AKF05-08-160_002 till AKF05-08-160_005.

För att klarlägga förutsättningarna kring sättningsproblematiken inom området har kartläggning av befintliga byggnader och anläggningar och dess grundläggning genomförts. Tidigare utförda sättningsuppföljningar av befintliga byggnader, anläggningar och i mark har samlats in och analyserats. Befintliga grundvattenrör och portrycksstationer har kartlagts och mätdata för dessa har samlats in.

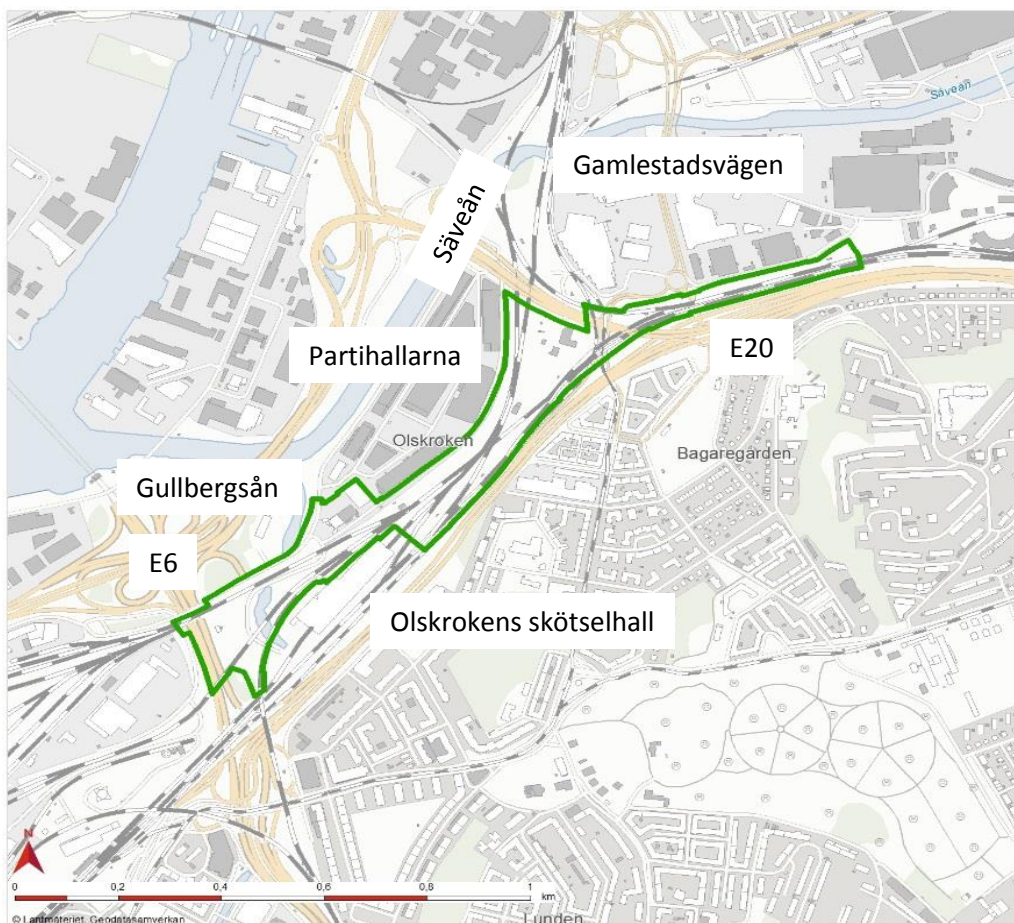
Inom projekt Västlänken och Olskrokens planskildhet har nya grundvattenrör och portrycksstationer samt nya mät-dubbar i mark och byggnader samt bälgsättningsmätare installerats. Sättningsuppföljning av nya och befintliga mät-dubbar inom kontrollområdet pågår och planeras att fortsätta under hela projektet.

4.0 OMRÅDESBESKRIVNING

4.1 Topografi och områdesbeskrivning

Detaljplaneområdet vid Olskroken är beläget på norra sidan av sträckningen för väg E20. I väster avgränsas planområdet av E6 (Gullbergsmotet) och i öster sträcker sig området ca 300 m öster om Gamlestadsvägen. I norr avgränsas området av Partihallarna.

Området utgörs i huvudsak av järnvägsspår, bangårdar samt gator och vägar. Gullbergsån rinner igenom södra delen av området och mynnar ut i Sävåån strax väster om utredningsområdet. Inom området finns även ett antal byggnader.



Figur 3: Översikt planområde för Västlänken, utökning av bangården i Olskroken.

Topografin är relativt flack och lutar generellt svagt mot den sydvästra delen av området. Marknivån varierar mellan ca +8 längst i öster till ca +2 i området kring Gullbergsån i väster. E6 ligger i skärning i områdets sydvästra del på nivån ca -2,5.

4.2 Historisk översikt

Området vid Partihallarna utgjordes ursprungligen till viss del av sankmarksområde som under senare delen av 1800-talet fylldes igen. Gullbergsåns sträckning har inom området förändrats i takt med att marken under 1900-talet bebyggdes. Tidigare hade ån sitt flöde ungefär där E6 ligger idag. I samband med byggandet av E6 och Olskroksmotet på slutet av 1950-talet grävdes Gullbergsån om och kulverterades på delar av sträckan. Områdets utveckling från i början av 1800-talet till 1920-talet illustreras i Figur 4.

Nästan all bebyggelse, som består av industri- och lagerbyggnader, har skett under 1900-talet. Längs med sträckan förekommer ett antal stora infrastrukturanläggningar såsom väg E6, Partihallsförbindelsen, spårområden etc.



Källa, Jubileumsutställningen 1923



Göteborg år 1820



Göteborg år 1860



Göteborg år 1923

Figur 4: Historiska kartor som visar utfyllnad samt omläggningar av åarna.

5.0 BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR OCH KONSTRUKTIONER

En detaljerad beskrivning av befintliga byggnader/anläggningar/konstruktioner etc. (och dess grundläggning) återfinns i "PM F 11 – 002 Inventering av byggnader och konstbyggnader, källor och information" samt "PM F 05 – 002 Befintliga grundförstärkningar och grundrester".

5.1 Befintliga anläggningar och konstbyggnader

Området utgörs i huvudsak av järnvägsspår, bangårdar samt gator och vägar. Längs den sydvästra delen av området ligger industri- och lagerområdet Partihallarna. Gullbergsån rinner igenom södra delen av området och mynnar ut i Säveån strax väster om utredningsområdet.

Inom området finns ett antal befintliga brokonstruktioner:

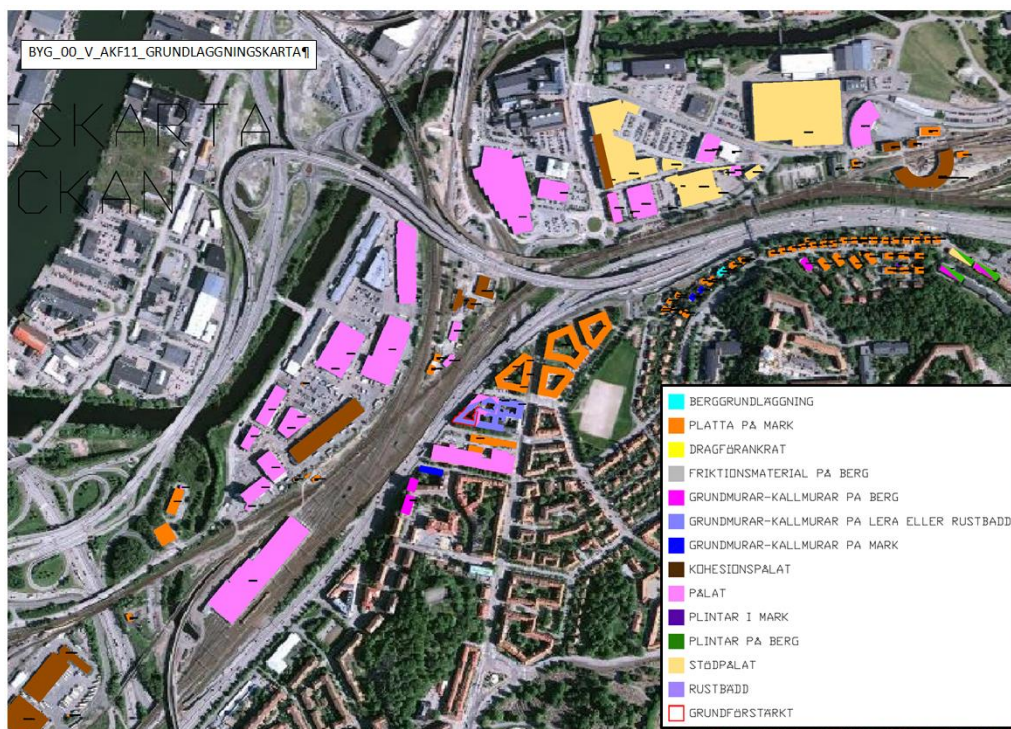


- Järnvägsbro över Gamlestadsvägen
- Vägport 3500-499-1 under Västra Stambanan i Ånäsvägens förlängning
- Skäran, Järnvägsbro 3500-4359-1
- Väg 45/E20, Partihallsförbindelsen, Ånäsmotet
- Bro 3500-5060, järnvägsbro över E6 vid Partihandelsgatan
- Godstågsviadukten, järnvägsbro mellan Olskroken och Gubbero från 2009
- Godstågsviadukten, gamla järnvägsbron från 1935
- 1480-1012, Kulvert för Gullbergsån
- Järnvägsbro 3500-5061-1, över E6 (Skansenspåret)
- Järnvägsbro 3500-5062-1, över Gullbergsån (Skansenspåret)
- VA-ledningar grundlagda på betongplatta eller pålad betongplatta

I området och framför allt i anslutning till brokonstruktionerna har geotekniska förstärkningsåtgärder utförts. Förstärkningsåtgärderna utgörs i huvudsak av bankpållningar och påldäck men även lättfyllnader och KC-pelare återfinns inom området.

5.2 Befintliga byggnader

Befintliga byggnader i området är huvudsakligen pålgrundlagda. I nedanstående figur presenteras grundläggning av befintliga anläggningar och konstruktioner i anslutning till planområdet.



Figur 5: Befintliga anläggningar och konstruktioner.

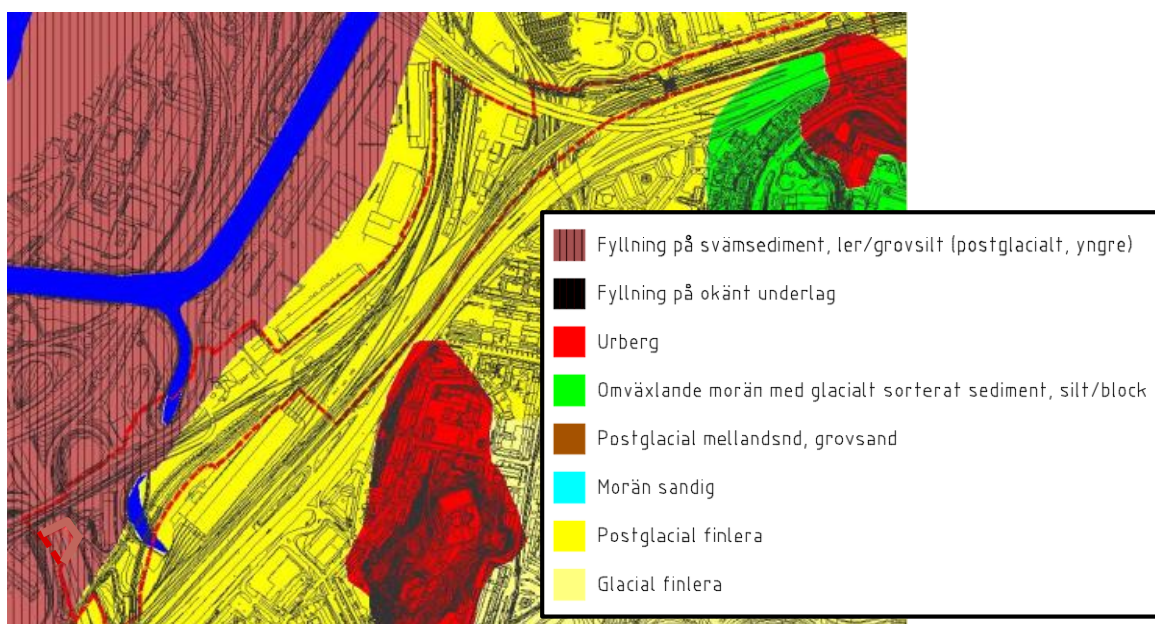
I BILAGA A presenteras en något större översikt på befintliga grundläggningar i planområdets närhet.



6.0 GEOTEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

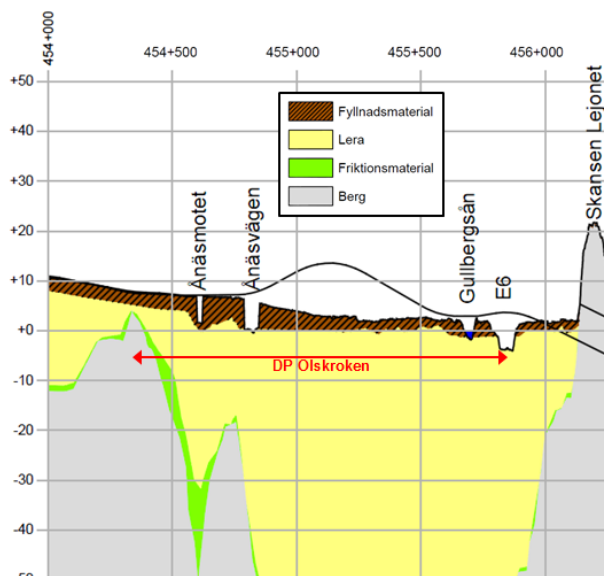
6.1 Översiktliga jordlagerförhållanden

Jordlagerförhållanden varierar stort inom planområdet, där mäktiga jordlager (>50 m) återfinns mellan E6 och Ånåsvägen. Berget ligger som djupast i höjd med Gullbergsån, där jordlagrets mäktighet uppgår till maximalt 110 m. Jordlagrets mäktighet minskar sedan längs planområdets sträckning i såväl östlig och västlig riktning. Inom planområdet som sträcker sig i östlig riktning är jordmäktigheten som minst i områdets östligaste del där jordmäktigheten är mindre än 10 m. Jordlagren utgörs generellt överst av *fyllning*. De naturligt avsatta jordlagren består av *lera* som vilar på *friktingsjord* ovan *berg*.



Figur 6: Utsnitt av SGU:s jordartskarta.

De relativt stora variationerna i jordmäktighet framgår tydligt i nedanstående översiktliga jordlagerprofil längs sträckningen för Västlänken och Olskrokens planskildhet inom planområdet (Figur 7).



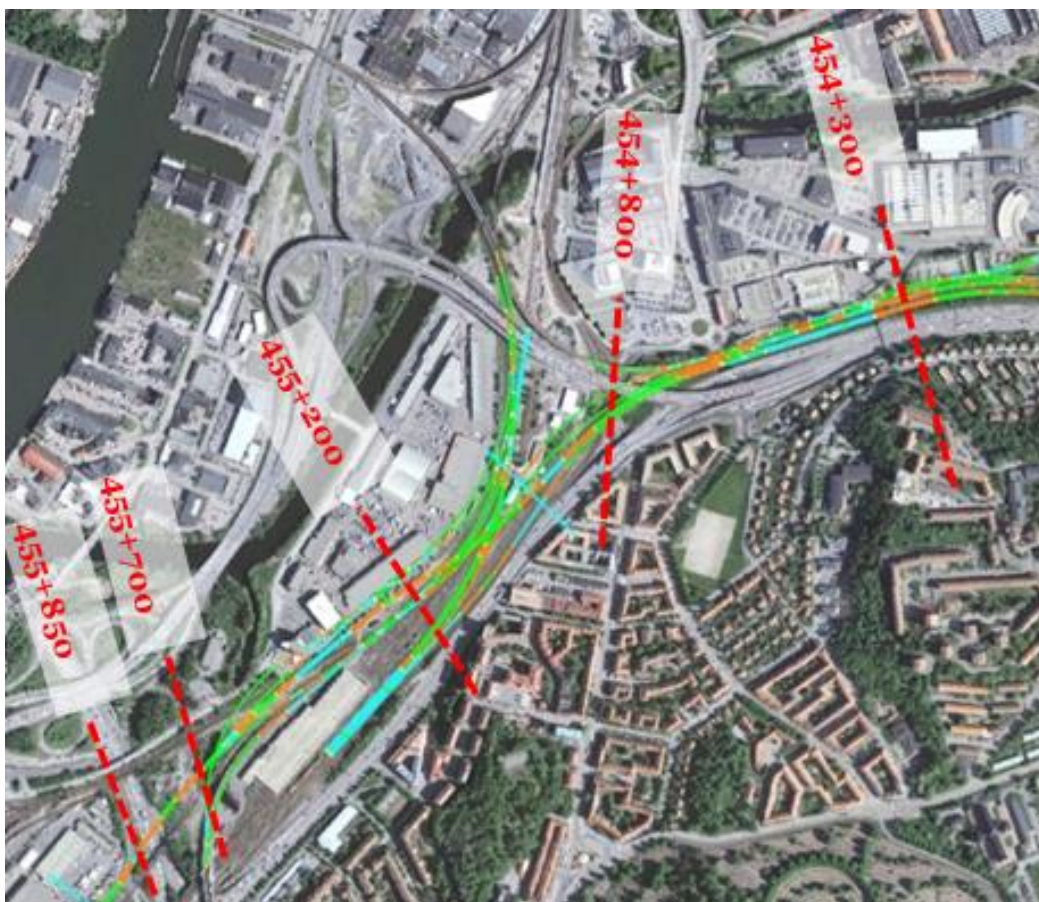
Figur 7: Översiktlig jord- och bergprofil längs Västlänken och Olskrokens planskildhet inom planområdet.



6.2 Delområdesbeskrivning (jordlager/egenskaper/portryck)

De geotekniska förutsättningarna varierar inom planområdet, såväl vad gäller jordmaktigheter som dess egenskaper. I nedanstående kapitel presenteras en detaljerad beskrivning av de geotekniska förutsättningarna (från öster mot väster) i vilken planområdet har delats upp i mindre delområden baserade på de rådande geotekniska förhållandenas variation. En komplett detaljerad sammanställning och utvärdering av de geotekniska egenskaperna/parametrarna redovisas i diagram i BILAGA B.

Figur 8 illustrerar den geografiska delområdesindelningen vilken är benämnd enligt längdmätningen på järnvägssträckningen.



Figur 8: Indelning av delområden.



6.2.1 Malmsjögatan Ö – Ånäsvägen/Partihallsbron (ca km 454+300–454+800)

Jordlagerbeskrivning

Fyllning

Jordlagren utgörs överst av fyllning med en mäktighet som är ca 1-2 m. Mäktigheten överstiger dock i vissa fall 2 m inom spårområden, gator och vägar. Den översta 0,5-1 metern utgörs av väg- och järnvägsöverbyggnadsmaterial (framförallt hårt packat grus- och stenmaterial). Under överbyggnaderna följer generellt finkornigare material såsom sand, silt och lera men även organisk jord och tegelrester förekommer.

Lera

Under fyllningen återfinns vanligtvis överst ett ca 1-1,5 m mäktigt lager torrskorpelera. Under torrskorpeleran följer en relativt homogen lera vars mäktighet varierar mellan 3-30 m. Leran är lös men blir fastare mot djupet. Lerans mäktighet avtar generellt mot söder. De minsta mäktigheterna (mellan ca 3-5 m) återfinns strax norr om spårområdet i höjd med korsningen Malmsjögatan/Von Utfallsgatan. Från detta område ökar mäktigheten i såväl västlig som östlig riktning. I västra delen, kring Ånäsmotet och Partihallsförbindelsen, är lerans mäktighet ca 20-30 m.

Friktionsjord

Under leran följer ett lager friktionsjord innan berget tar vid. Längs Malmsjögatan (södra sidan av spåren) bedöms friktionsjordsmäktigheten vara ca 4-10 m med en ökande mäktighet mot väster. Tidigare utförda sonderingar visar att det finns en svacka i berget, i höjd med Ånäsmotet, där friktionsmäktigheten är uppemot 20 m. Från Ånäsmotet avtar mäktigheten i såväl västlig som sydlig riktning. Västerut vid Partihallsförbindelsen är friktionsjordens mäktighet ca 1-4 m.

Geotekniska parametrar, översiktlig beskrivning

Lerans densitet är generellt ca 1,6-1,65 t/m³. Den naturliga vattenkvoten är ca 80% i den övre delen för att därunder successivt minskar något till ca 65%. Leran är generellt mellansensitiv inom de översta 15 m men övergår till att vara högsensitiv ($S_r=30-60$) därunder. Inom det aktuella området visar undersökningar på att det lokalt förekommer enstaka nivåer med högsensitiv lera (kvicklera). Några sammanhängande partier med kvicklera har dock inte noterats.

Den odränerade skjuvhållfastheten (C_{uk}) är 12 kPa ner till 4 m djup för att därunder ha en hållfasthetstillväxt som ökar med ca 1,6 kPa/m.

Leran är på 4 m djup överkonsoliderad med ca 30 kPa (motsvarar en överkonsolideringsgrad, ca $OCR=1,8$). Överkonsolideringen ökar mot djupet till att vara ca 80 kPa på ca 30 m djup (motsvarar ca $OCR=1,4$).

Grundvatten och portryck

Grundvatten förekommer dels i de ytliga jordlagren, som till stor del består av fyllnadsmaterial, och dels i friktionsjordslagren under de mäktiga lerlagren. Mätningar i det övre magasinet visar på att grundvattennivån ligger på ca 1 m djup under markytan.



6.2.2 Ånäsvägen/Partihallsbron – Partihallarna (ca km 454+800–455+200)

Jordlagerbeskrivning

Fyllning

Jordlagren utgörs överst av fyllning med en mäktighet på ca 0,5-2 m. Den översta metern utgörs generellt av väg- och järnvägsöverbyggnadsmaterial (framförallt hård packat grus- och stenmaterial) som härrör från 1900-talet. Under överbyggnader följer finkornigare material såsom sand, silt och lera men även organisk jord förekommer.

Lera

Under fyllningen följer generellt ett tunnare lager (<1 m) siltig lera. Den siltiga leran vilar i sin tur på en homogen, lös till halvfast lera. Längst i öster, vid Partihallsförbindelsen, visar tidigare utförda undersökningar att lerans mäktighet är ca 25-35 m med en snabbt ökande mäktighet västerut. Strax sydväst om Partihallsförbindelsen, vid området kring omformarstationen, har fast botten påträffats ca 60 m under markytan.

Friktionsjord

Under leran följer ett lager friktionsjord vilandes på berg. Friktionsjorden är inom detta område förhållandevis mäktig. Längst i norr, vid Partihallsförbindelsen har tidigare utförda hejarsonderingar utförts till stopp ca 5-14 m ner i den underliggande friktionsjorden.

Geotekniska parametrar, översiktlig beskrivning

Lerans densitet är inom delområdet ca 1,6 t/m³ ned till nivån -33 för att därunder öka till ca 1,8 t/m³ vid nivån -60. Lerans vattenkvot är generellt ca 50-75% med en avtagande tendens mot djupet. Leran är inom delområdet mellansensitiv ($s_r=10-30$).

Den odränerade skjuvhållfastheten (c_{uk}) är 15 kPa ner till nivån -5 och därunder är hållfasthetstillväxten 1,9 kPa/m.

Leran är på 7 m djup överkonsoliderad med ca 20 kPa (ca $OCR=1,4$). Överkonsolideringen ökar konstant mot djupet till att vara ca 150 kPa på ca 60 m djup (ca $OCR=1,4$).

Grundvatten och portryck

Grundvatten förekommer dels i de ytliga jordlagren, som till stor del består av fyllnadsmaterial, och dels i friktionsjordslagren under de mäktiga lerlagren. Mätningar i det övre magasinet visar på att grundvattennivån ligger på ca 1 m djup under markytan.

Utförda mätningar visar att trycknivån i leran motsvarar en grundvattenyta på nivån +1,5 och en trycknivåökning mot djupet med 10,5 kPa/m. Detta visar på att det råder ett visst övertryck mot djupet jämfört med en hydrostatisk portrycksprofil.



6.2.3 Partihallarna – Gullbergsån (ca km 455+200–455+700)

Jordlagerbeskrivning

Fyllning

Jordlagren utgörs överst av fyllning med en mäktighet på ca 0,5-2 m. Den översta metern utgörs generellt av väg- och järnvägsöverbyggnadsmaterial (framförallt hård packat grus- och stenmaterial) som härrör från 1900-talet. Under överbyggnader följer finkornigare material såsom sand, silt och lera men även organisk jord förekommer.

Lera

Under fyllningen följer generellt ett tunnare lager (<1 m) siltig lera. Torrskorpelera har inom ett fåtal borrhål påträffats direkt under fyllnadsmaterialet. Den siltiga leran/torrskorpeleran vilar i sin tur på en homogen, lös till halvfast lera. Lerans mäktighet är generellt över 60 m inom hela delsträckan. I den södra delen av sträckan, i området kring Gullbergsån, är lerans mäktighet ca 80-90 m.

Friktionsjord

Under leran följer ett lager friktionsjord vilandes på berg. Friktionsjorden är inom detta område förhållandevis mäktig. Strax väster om Gullbergsån är friktionsjordens mäktighet större än ca 20 m.

Geotekniska parametrar, översiktlig beskrivning

Lerans densitet är inom delområdet varierar mellan ca 1,5-1,75 t/m³ där den högre densiteten förekommer på större djup. Lerans vattenkvot varierar mellan 60-110 % där de högre värdena generellt återfinns inom de översta 20 m av lerprofil och de lägre därunder. Konflytgränsen varierar mellan 60-100% med fördelningen genom lerprofilen motsvarande vattenkvoten. Leran är inom delområdet mellansensitiv ($s_r=10-30$).

Den odränerade skjuvhållfastheten (c_{uk}) är 16 kPa ner till nivå -8 och därunder är hållfasthetstillväxten 1,6 kPa/m.

Leran är på 9 m djup överkonsoliderad med endast ca 5 kPa (ca $OCR=1,1$). Överkonsolideringen ökar konstant mot djupet till att vara ca 100 kPa på ca 60 m djup (ca $OCR=1,4$).

Grundvatten och portryck

Grundvatten förekommer dels i de ytliga jordlagren, som till stor del består av fyllnadsmaterial, och dels i friktionsjordslagren under de mäktiga lerlagren. Mätningar i det övre magasinet visar på att grundvattennivån ligger på ca 1 m djup under markytan

Utförda mätningar visar att trycknivån i leran motsvarar en grundvattenyta på nivå +1,5 och en trycknivå-ökning mot djupet med 11 kPa/m. Detta visar på att det råder ett övertryck mot djupet jämfört med en hydrostatisk portrycksprofil.



6.2.4 Gullbergsån – Väg E6(ca km 455+700–455+850)

Jordlagerbeskrivning

Fyllning

Fyllningens mäktighet är generellt ca 2-3 m. Inom området för E6 och Gullbergsån kan mäktigare fyllnadslager påträffas vilket troligen sammanfaller med Gullbergsåns tidigare läge. Fyllnadslagren, som härrör från slutet av 1800-tal och 1900-talet, utgörs generellt överst av väg- och spårfillnadsmaterial men även finkornigare jord som sand, silt, lera och organisk jord förekommer ytligt.

Lera

Under fyllningen följer ca 1 m silt/siltig lera som övergår till en homogen, lös lera som blir fastare mot djupet. Utförd sondering till stopp visar att lerans mäktighet är ca 80-90 m.

Friktionsjord

Under leran finns en fast lagrad friktionsjord med stor mäktighet. Utförd jordbergsondering har avbrutits ca 20 m ner i friktionsjorden.

Geotekniska parametrar, översiktlig beskrivning

Lerans densitet är ca 1,5-1,75 t/m³ där den högsta uppmätta densiteten förekommer på stora djup. Vattenkvoten varierar mellan 60-100% med svagt minskande tendens mot djupet. Konflytgränsen varierar mellan 60-80% genom lerprofilen. Leran är inom delområdet mellansensitiv ($s_r=10-30$).

Den odränerade skjuvhållfastheten (c_{uk}) är 15 kPa ner till nivån -9 och därunder är hållfasthetstillväxten 1,7 kPa/m.

Leran är överkonsoliderad med ca 20 kPa ner till nivån -20 (ca $OCR=1,4-1,1$). Överkonsolideringen ökar därunder konstant mot djupet till att vara ca 110 kPa på ca 60 m djup (ca $OCR=1,3$).

Grundvatten och portryck

Grundvatten förekommer dels i de ytliga jordlagren, som till stor del består av fyllnadsmaterial, och dels i friktionsjordslagren under de mäktiga lerlagren. Mätningar i det övre magasinet visar på att grundvattennivån ligger på ca 1 m djup under markytan.

Utförda mätningar visar att portrycksnivån i leran motsvarar en grundvattenyta på nivån +1,0 med en i princip hydrostatisk portrycksprofil.

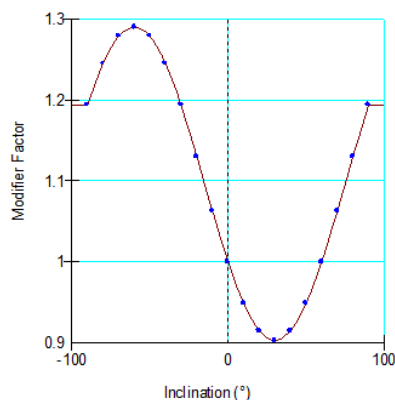
6.2.5 Generella geotekniska parametrar för samtliga delområden

De geotekniska undersökningarna som utgör geotekniskt underlag för Västlänken och Olskrokens planskildhet har bland annat utförts ett antal odränerade aktiva triaxialförsök där något av dem är utförda inom planområdet vid Olskroken. Resultaten av triaxialförsöken redovisas tillsammans med övriga hållfasthetsbestämningar i diagram i BILAGA B. Utförda triaxialförsök för Västlänken och Olskrokens planskildhet visar entydigt att skjuvhållfastheten vid ett aktivt brott är markant högre (ca 30-50%) än vid direkt skjuvning (vilket även överensstämmer med empiriska relationer). Försöken visar därmed att hållfasthetsanisotropi kan tillgodoses i leran.

Vid utförda stabilitetsanalyser har hållfasthetsanisotropi använts med anisotropifunktionen $K_0=0,7$ (enligt Skredkommissionens anvisningar, rapport 3:95) vilket normalt råder för västsvenska leror. Detta betyder i praktiken att i glidytorernas aktivzon, beroende på skjuvytans lutning mot horisontalplanet, erhålls en förhöjning av den odränerade skjuvhållfastheten med ca 0-30% (sinusformad funktion beroende på



skjuvplanets lutning, Figur 9). I glidyornas passivzon erhålls däremot en reducering av skjuvhållfastheten med ca 0-10%. Effekten av anisotropi blir därmed större ju brantare slänten och glidyten är.



Figur 9: Anisotropifunktion, $K_0=0,7$.

Valet av anisotropifunktion ($K_0=0,7$) kan tyckas vara något försiktigt med hänsyn till att de utförda triaxialförsöken visar att skjuvhållfastheten vid ett aktivt brott är så mycket högre än vid direkt skjuvning. Med hänsyn till en viss spridning i de utförda försöken anses det dock i detta skede utgöra ett rimligt ansättande.

Vid betraktande av dränerade brott i lera (kohesionsjord) har följande parametrar använts:

- $\phi'_k=30^\circ$
- $c'_k=0,1 \cdot c_{uk}$ (där c_{uk} är karakteristisk odränerad skjuvhållfasthet)

Karaktäristiska värden för friktionsvinkeln för befintlig överbyggnad, äldre fyllning samt underliggande friktionsjord framgår av nedanstående tabell.

Jordlager	Friktionsjord, ϕ'
Fy/Gr/Sa (Befintlig överbyggnad, nyare fyllning)	38°
Fy/Sa/Si (Äldre befintlig fyllning)	35°
Friktionsjord (Naturligt avsatt friktionsjord som under leran)	39°

6.3 Vattenförhållanden

Karaktäristiska vattenstånd (lägsta lågvatten samt medellågvatten) i Gullbergsån och i Sävåån redovisas i nedanstående tabell (Tabell 1).

Tabell 1: Karakteristiska vattenståndsnivåer i Gullbergsån och i Sävåån (RH2000)

MLW	-0,58
LLW (100 år)	-1,00

6.4 Erosion

Generellt pågår ingen synlig erosion inom utredningsområdet. Inom huvuddelen av området längs både Sävåån och Gullbergsån återfinns ett erosionsskydd av relativt finkrossad sprängsten längs strandkanterna.



Vidare är slänterna mot vattendragen i allmänhet bevuxna med träd, buskar och vattenkrävande växtlighet. Exempel på detta utseende illustreras i Figur 10 och Figur 11.



Figur 10: Strandskoning och växtlighet längs Säveån i anslutning till Partihallarna (foto taget mot söder).



Figur 11: Bevuxet område med erosionsskydd strax öster om Marieholmsleden (foto taget mot väster).

I anslutning till kulverteringarna under Partihallsgatan och järnvägsbangården finns stödmurar av betong liksom den högra sidan av Figur 12 visar.



Figur 12: Växtlighet, strandskoning samt kulvertering under Partihallsgatan vid Gullbergsån (fotoriktning mot söder).

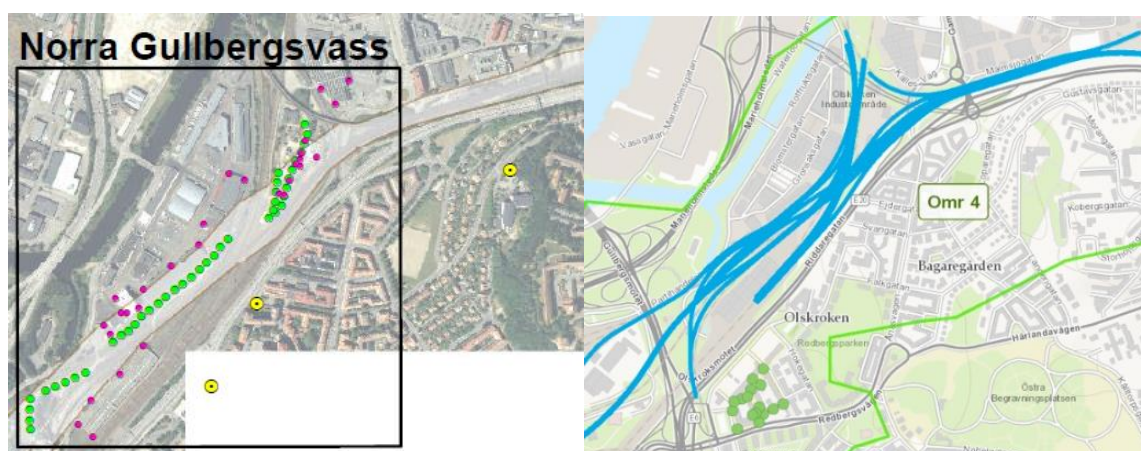


6.5 Sättningsförhållanden

6.5.1 Pågående sättningar i mark

Lerans spänningssituation inom området innebär att det sedan lång tid tillbaka pågår sättningar i marken. Sättningarna är orsakade av belastningar på leran, från utfyllnader, äldre bebyggelse med äldre grundläggning samt grundvattenpåverkan. Marksättningarna är särskilt märkbara i övergångarna mellan pålade eller grundförstärkta konstruktioner och oförstärkt mark.

Sättningsinventering har visat på att sättningsuppföljning inom ett fåtal kvarter har pågått sedan 1987 med den senaste mätningen gjord under 2010. Dessutom har ett antal mätpunkter/sättningsdubbar av olika slag installerats inom ramen för Västlänken och Olskrokens planskildhet med en placering enligt nedanstående översiktsfigur. Dessa har mätts under perioden 2013-2014.



Figur 13: Mätpunkter längs Västlänken och Olskrokens planskildhets korridor (till vänster) samt närliggande punkter som identifierats under pågående inventering (till höger).

Sättningshastigheten varierar mellan delområdena likaväl som inom delområdena. Prognos av marksättningar i området påvisar pågående sättningar av följande omfattning:

Område/delsträcka	Sättningshastighet
Öster om Partihallsbron	ca 5 mm/år
Partihallsbron-Gullbergssån	ca 5-8 mm/år
Väster Gullbergssån	ca 12 mm/år



7.0 FÖRUTSÄTTNINGAR NY DETALJPLAN

7.1 Stabilitet

7.1.1 Beräkningsförutsättningar

Stabilitetsförhållandena för planområdet ska uppfylla rekommenderad säkerhet enligt gällande IEG rapporter (rapport 4:2010 eller 6:2008).

I planskeden tillämpas normalt rapport 4:2010 men vid projektering/dimensionering rapport 6:2008. Den huvudsakliga skillnaden dessa föreskrifter emellan är att värderingen av stabilitetsförhållandena baseras på totalsäkerhetsanalyser (4:2010) respektive partialsäkerhetsanalyser (6:2008). Då utförda stabilitetsanalyser för de planerade förutsättningar enligt detaljplanen utförts i Systemhandlingsskedet av Västlänken och Olskrokens planskildhet, i enlighet med rapport 6:2008, har partialsäkerhetsanalys valts som utgångspunkt för värderingen av stabilitetsförhållandena och bedömning av markens lämplighet för ändamålet enligt detaljplanen.

Analyser

Beräkningarna följer beräkningsgången enligt IEG rapport 6:2008.

■ Dimensioneringssätt: DA3

Beräkningarna har utförts i *säkerhetsklass 3 (SK3)* för de glidytor som berör järnvägsbankar och *säkerhetsklass 2 (SK2)* för övriga markområden.

Stabilitetsanalyserna har utförts med programmet GeoStudio 2012 (Slope/W version 8.12) med beräkningsmetod enligt Morgenstern-Price för cirkulärcylindriska glidytor. Beräkningarna av stabiliteten har utförts som odränerad respektive kombinerad analys.

Utformning och geometri

Som underlag till geometrin vid stabilitetsberäkningen har befintligt kartmaterial för området (digital primärkarta med 0,5 m ekvidistans) samt markavvägningar använts.

Marklaster och schaktning

Dimensionerande markbelastningen inom gator och vägar har ansatts till 14 kPa och inom parkerings- och uppställningsytor till 7 kPa, enligt IEG Rapport 6:2008 och TKGeo.

Trafiklaster på järnvägen är enligt TK Geo (tabell 4.3-1 Tåglast 1 - STAX/stvm 22,5/8 och 25/8), se respektive stabilitetsanalys samt dimensioneringsvärden i BILAGA C.

7.1.2 Rekommenderad säkerhet

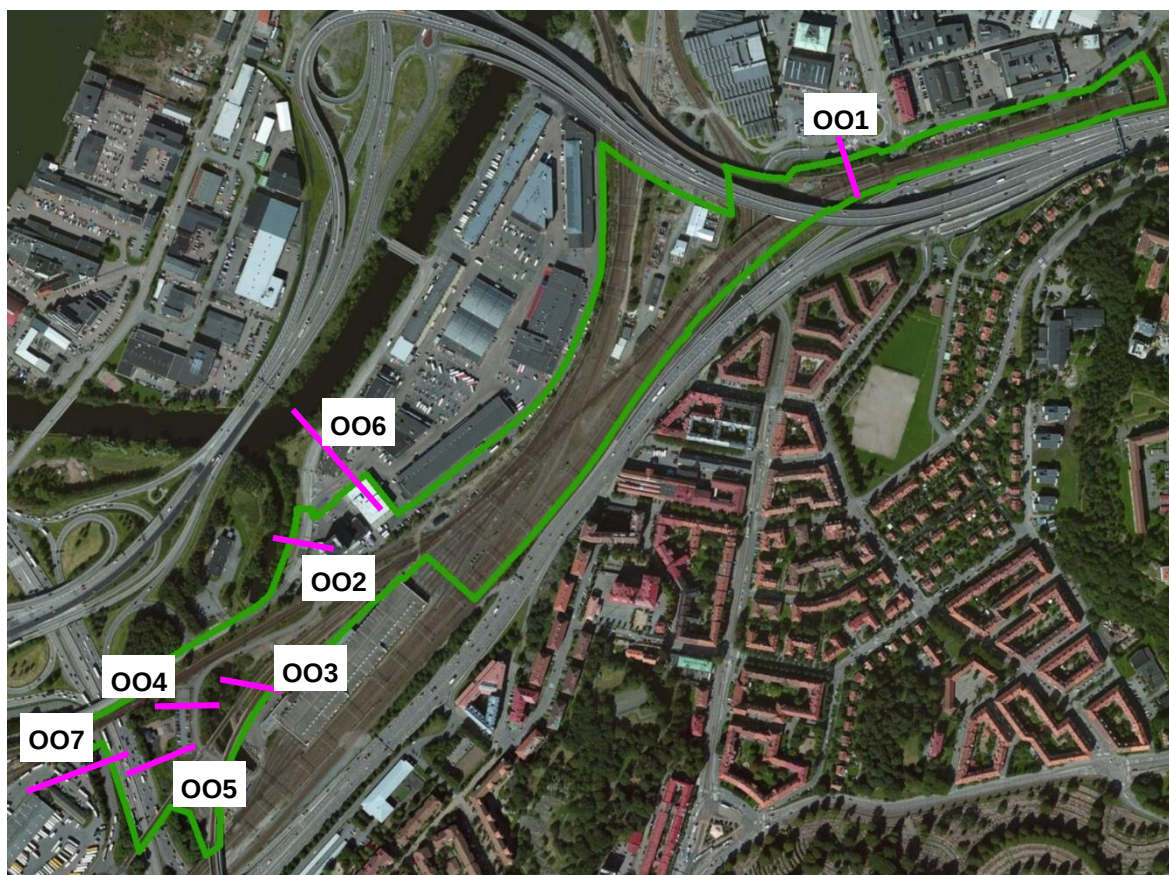
I enlighet med IEG rapport 6:2008 rekommenderas en säkerhet mot stabilitetsbrott på $F_{EN}>1,1$ (SK3) för slänter och glidytor inom och i direkt anslutning till järnvägsbankar respektive $F_{EN}>1,0$ (SK2) för övriga delar.

7.1.3 Befintliga förhållanden

Stabiliteten inom området har, för *befintliga förhållanden* i naturliga slänter idag, analyserats i 7 stycken representativa sektioner (benämnda OO1 till OO7) i slänter mot järnvägsbank, mot Gullbergsån/Säveån samt mot vägskärningen mot E6:an, med sektionslägen enligt Figur 14. Använda materialparametrar för utförda stabilitetsanalyser redovisas i tabell på respektive stabilitetsberäkning i BILAGA D.



De studerade slänterna OO1 - OO4 berör järnvägsbankar och ska således uppfylla säkerhetskravet för SK3 (dvs. $F_{EN} > 1,1$), för övriga sektioner gäller SK2.



Figur 14: Sektionslägen inom DP Olskroken.

Säkerheten mot stabilitetsbrott mot Gullbergsån är bitvis något låg. I slänten längs den västra sidan (sektion OO4) är lägsta säkerhetsfaktor mot brott ca $F_{EN} = 0,9$ vilket ej kan anses vara helt tillfredsställande. Glidyrtorna med lägsta säkerhetsfaktor mot brott har en utbredning av ca 20-40 m. Stabiliteten för slänten längs östra sidan av ån (sektion OO2 och OO3) uppfyller rekommenderad säkerhet, dvs. ca $F_{EN} > 1,1$.

Säkerheten i skärningsslänterna ned mot väg E6 är ca $F_{EN} = 1,0$ (sektion OO5 resp. OO7) vilket uppfyller rekommenderad säkerhet, $F_{EN} > 1,0$. De studerade sektionerna representerar inte några släntavsnitt/markområden med förekommande järnvägsbank, gällande säkerhetsklass är därmed SK2.

Säveån ligger på ett stort avstånd från planområdet och stabilitetssituationen påverkas inte av den planerade exploateringen. Säkerheten invid Säveåns strand (sektion OO6) är ca $F_{EN} = 1,1$ för glidyrtor med en utbredning av ca 20-30 m. Säkerheten för glidyrtor mot Säveån med en utbredning fram till planområdet är ca $F_{EN} = 1,8$.

Utförda stabilitetsanalyser visar att stabilitetsförhållandena idag är tillfredsställande inom huvuddelen av planområdet (dvs. $F_{EN} > 1,1$ resp. $F_{EN} > 1,0$ vilket motsvarar rekommenderad säkerhetsnivå enl. IEG). Säkerheten mot stabilitetsbrott för slänterna mot Gullbergsån är dock bitvis något låg för befintliga förhållanden vilket innebär att stabilitetsförbättrande åtgärder kommer att behöva utföras.



Sammanställning av stabilitetsförhållanden

Utförda beräkningssektioner är placerade med syfte att täcka in och representera de *befintliga* och *blivande* stabilitetsförhållandena inom det aktuella området.

I nedanstående tabell redovisas lägsta säkerhetsfaktorer mot brott i utförda stabilitetsanalyser för befintliga förhållanden. Stabilitetsanalyserna redovisas i sin helhet i BILAGA D.

Tabell 2: Säkerhetsfaktor mot brott i de analyserade beräkningssektionerna.

Sektion	Befintliga förhållanden	
	Odrän. analys, F_c	Komb. analys, F_{komb}
Sektion OO1 (SK3)	1,2	1,2
Sektion OO2 (SK3)	1,3	1,3
Sektion OO3 (SK3)	1,1	1,1
Sektion OO4 (SK3)	0,9	0,9
Sektion OO5 (SK2)	1,0	1,0
Sektion OO6 (SK2)	1,8 (1,2*)	1,8 (1,2*)
Sektion OO7 (SK2)	1,0	1,0

*) Avser korta glidytor invid Säveåns strand.

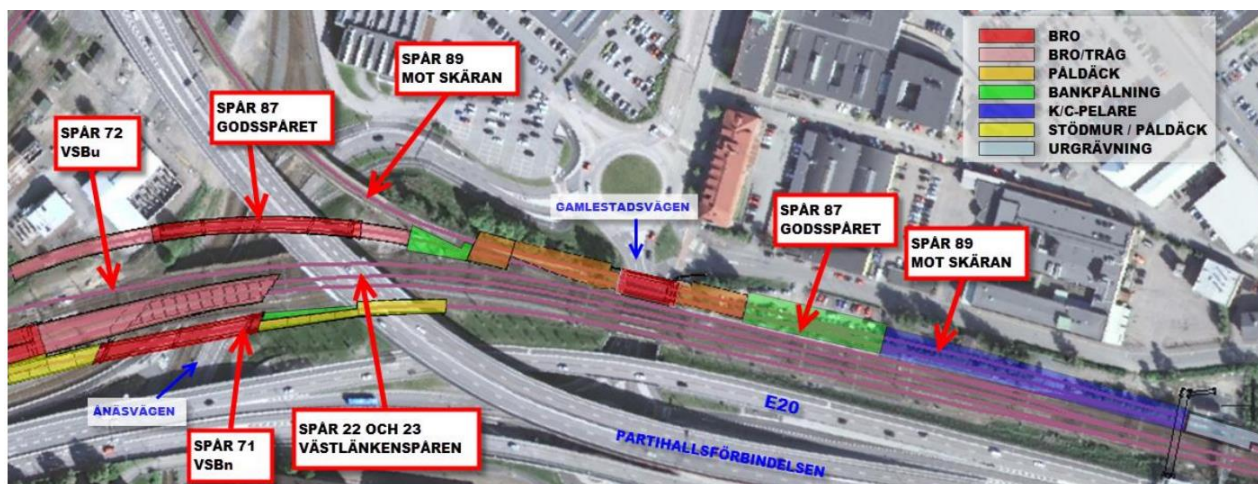
Stabilitetsförhållandena i området som representeras av sektion OO4, som delvis berör järnvägsbank enligt detaljplanen, erfordrar geotekniska förstärkningsåtgärder för att uppnå rekommenderad säkerhetsnivå ($F_{EN} > 1,1$) enligt gällande norm (IEG rapport 6:2008).

7.1.4 Förutsättningar enligt ny detaljplan

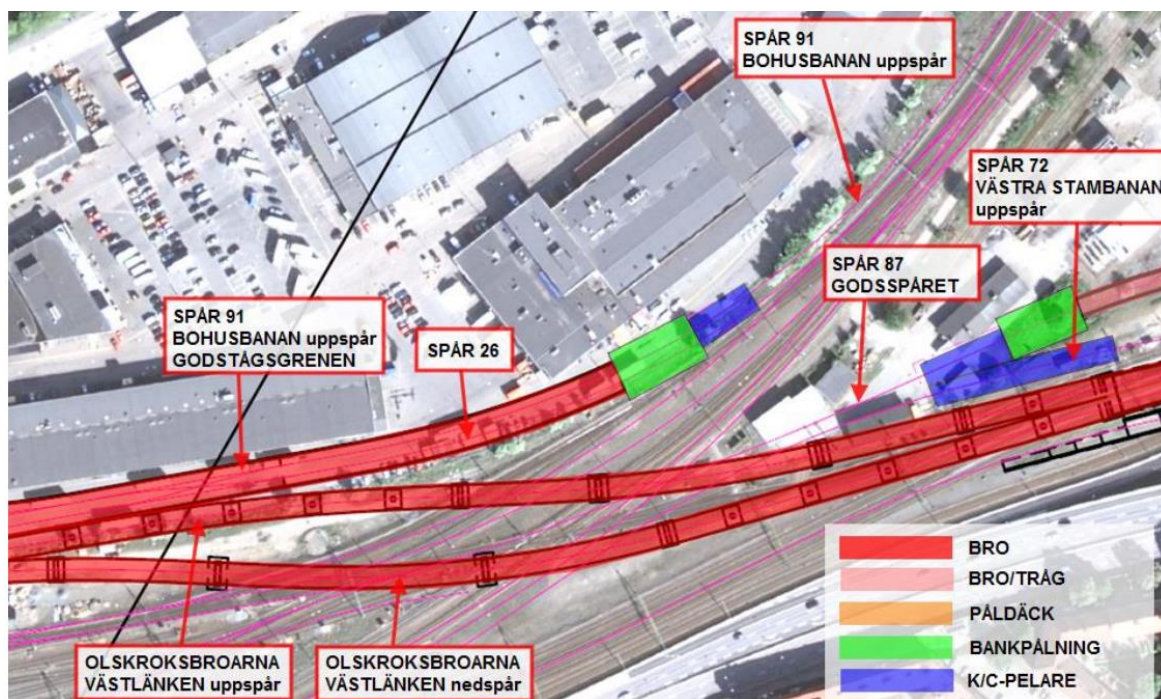
För att möjliggöra planerad järnvägsutbyggnad inom området erfordras omfattande geotekniska grundförstärkningsåtgärder i form av bl.a. påldäck, bankpålning och KC-pelarförstärkning.

I projekteringsskedet har förslag på omfattning av åtgärder föreslagits för att uppnå en acceptabel funktion ur stabilitets- och sättningshänseende. De föreslagna åtgärderna som togs fram i systemhandlingsskedet redovisas i Figur 15 och Figur 16.

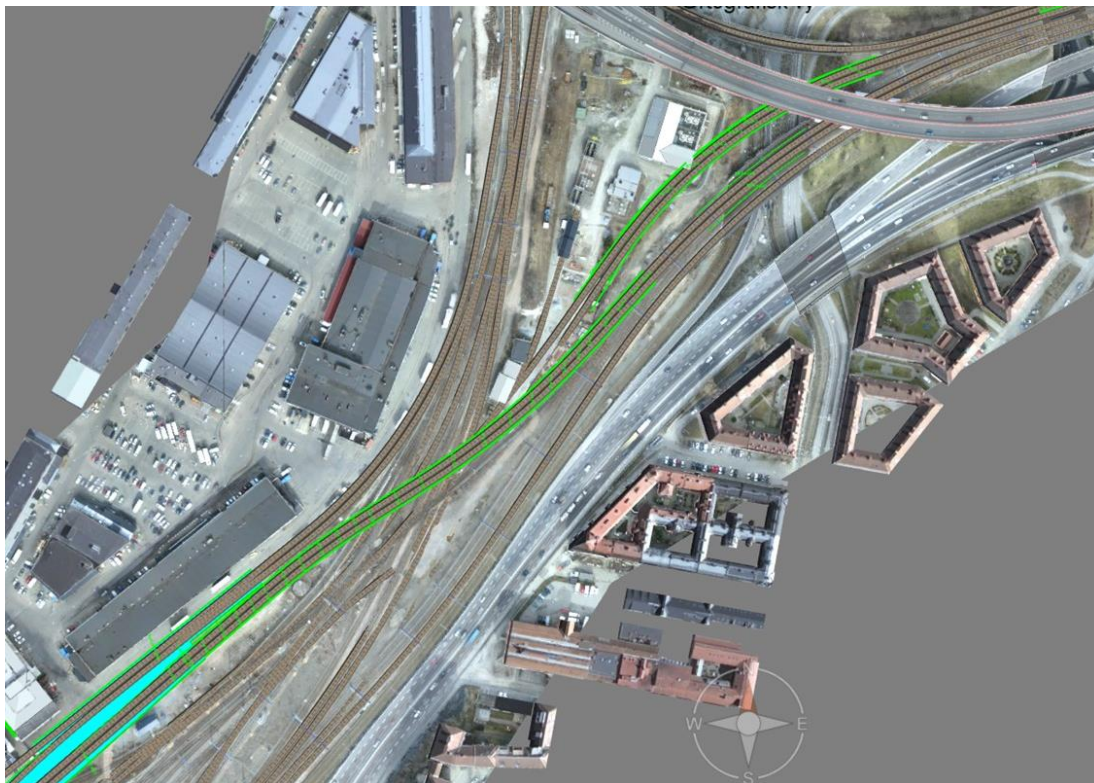
I detaljprojekteringen har det skett en del förändringar i spårutformningen jämfört med systemhandlingen, se Figur 17. Grundförstärkningsåtgärder för det nya förslaget utformas enligt samma principer som systemhandlingen, dvs. pålgrundlagda broar, påldäck, bankpålar och KC-pelare.



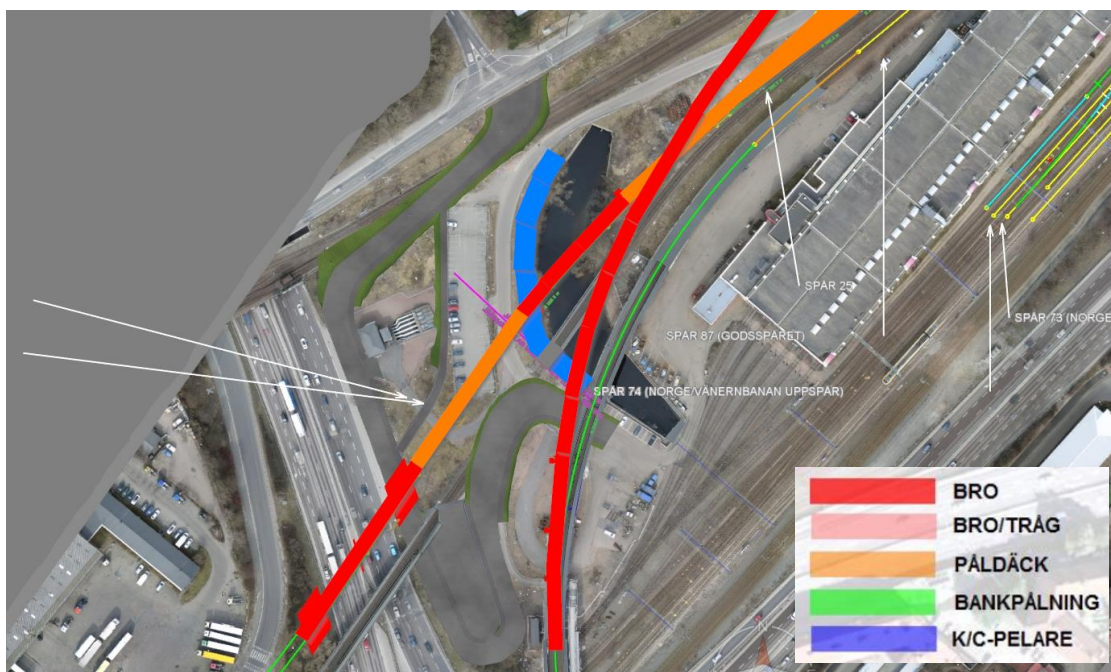
Figur 15: Spårutformning vid Partihallsförbindelsen så som den redovisades i systemhandlingen (Enl Systemhandling, verifikationsdokument Anslutning Olskroken – Geoteknik, 2014-06-17, revC 2015-07-03).



Figur 16: Spårutformning väster om Partihallsförbindelsen så som den redovisades i systemhandlingen (Enl Systemhandling, verifikationsdokument Anslutning Olskroken – Geoteknik, 2014-06-17, revC 2015-07-03).

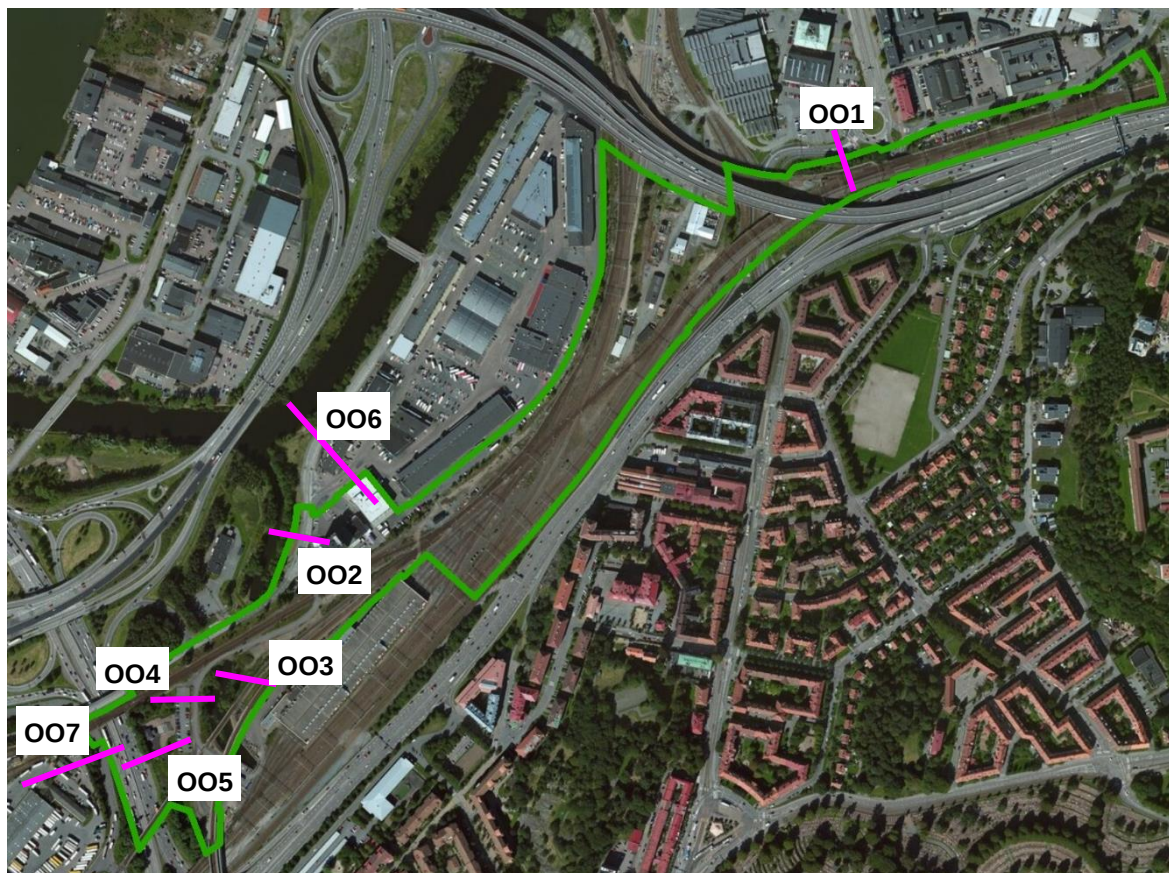


Figur 17: Ny föreslagen spårutformning vid Partihallsförbindelsen.



Figur 18: Föreslagna geotekniska grundförstärkningsåtgärder och broar vid Gullbergsån.
(pågående detaljprojektering).

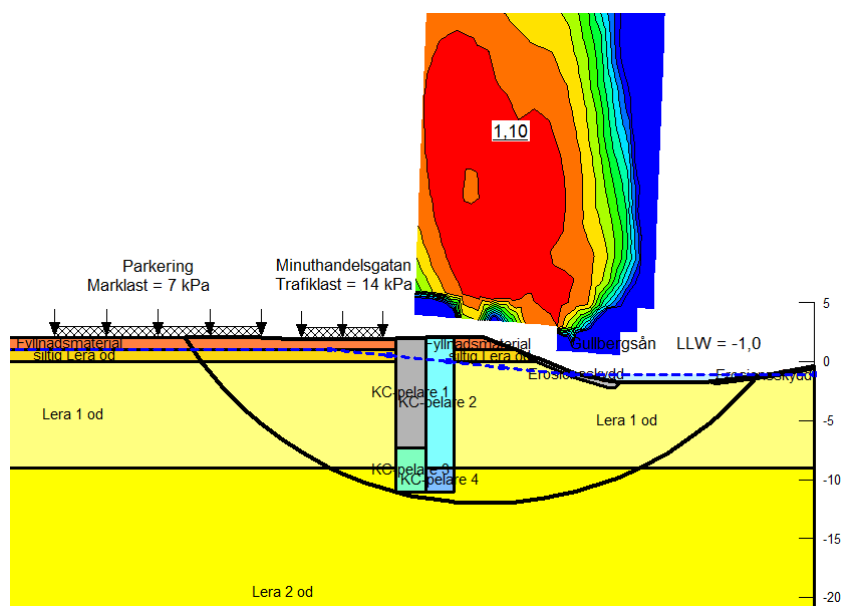
Stabilitetsförhållandena för den nya järnvägsanläggningen har för objektet analyserats i beräkningssektioner enl. Figur 14.



Figur 19: Placering av sektioner med stabilitetsanalyser.

Vid utförande av nämnda förstärkningsåtgärder enl. Figur 18 uppnås en tillfredsställande stabilitet ($F_{EN} > 1,1$) inom hela planområdet (enl. utförda stabilitetsanalyser, vilka bifogas i BILAGA D).

Slänten mot Gullbergsån (sektion OO4) behöver grundförstärkas (lämpligen med KC-pelare enligt nedanstående förslag) för att uppnå en tillräcklig säkerhet mot stabilitetsbrott.



Figur 20: Förslag på typutseende grundförstärkning av slänten längs Gullbergsån.



8.0 BERGTEKNIK

Det förekommer ingen risk för bergras och blocknedfall som kan påverka (inom eller i anslutning till) planområdet.

9.0 MARKRADON

I Göteborgsområdet innehåller berggrunden radon i måttliga eller höga halter. Marken inom det aktuella området utgörs av mäktig lera på en berggrund med normala till låga radiumhalter. Ovan lerlagret förekommer ca 0,5-3 m fyllnadsmassor av varierande sammansättning. Enligt SGU:s radonriskarta över Göteborg är marken att klassa som normalriskområde.

10.0 OMGIVNINGSPÅVERKAN I BYGGSKEDET

Vid schaktnings- och fyllnadsarbeten måste åtgärder vidtas för att inte orsaka utdränering och grundvattensänkning mot omkringliggande byggnader, anläggningar och kulturmiljö. Detta för att inte äventyra befintliga grundläggningar med skadliga sättningar som konsekvens.

Risker och faktorer som i ett byggskede är särskilt viktiga att beakta är bl.a. följande:

Sättningar/hävning

Sättningar och hävning i omkringliggande fastigheter kan under byggnadstiden uppstå bland annat till följd av följande anledningar:

- Vid pålningsarbete sker massundanträngning som kan medföra hävning i intilliggande byggnader. Detta kan förebyggas genom upptagning av lerproppar före pålningsarbeten.
- Spontdragning kan ge hålrum som leder till deformationer i marken.

Vibrationer

Spontning och eventuella påslagningsarbeten ger upphov till vibrationer vars storlek måste beaktas och begränsas vid utförande så att de inte medför skador på omkringliggande byggnader och anläggningar.

11.0 SAMMANFATTNING OCH REKOMMENDATIONER

11.1 Stabilitet

För att möjliggöra den planerade järnvägsutbyggnaden kommer geotekniska förstärkningsåtgärder för att utföras för att uppfylla projekteringskraven (map sättningar och stabilitet) enligt TKGeo. Rekommenderade säkerhetsnivåer mot stabilitetsbrott, enligt rapport IEG rapport 6:2008, kommer därmed att uppfyllas.

Befintliga stabilitetsförhållanden inom planområdet uppfyller rekommenderade säkerhetsnivå inom samtliga delar med undantag för ett släntavsnitt längs Gullbergsåns västra sida där stabilitetsförbättrande åtgärder erfordras.

11.2 Grundläggning och sättningar

Marken inom planområdet är sättningsbenägen och all form av ökade markbelastningar, till exempel genom uppfyllnader, grundvattensänkning etc. medför långtidsbundna sättningar. Den pågående sättningshastigheten i mark är i storleksordningen 5-10 mm/år där den största sättningshastigheten förekommer i områdets västra delar.



Marken inom planområdet kan dock generellt anses vara relativt sättningsbenägen och all form av ökade markbelastningar, till exempel genom uppfyllnader, grundvattensänkning etc. medför långtidsbundna sättningar. Belastningsökningar (för såväl permanenta och temporära skeden) inom området ska undvikas med avseende på risken för att oönskade sättningar och sättningsdifferenser uppstår för planerade eller befintliga byggnader och anläggningar.

Nya byggnader och tyngre sättningskänsliga konstruktioner grundläggs lämpligen med pålgrundläggning. Någon form av utjämning rekommenderas vid övergångar mellan pålade konstruktioner och omgivande mark, vid exempelvis entréer eller inom trafikerade ytor, för att hantera stora sättningsdifferenser. Utjämning kan exempelvis ske genom utspetsning med lättfyllning, länkplattor, KC-pelare etc. Ledningar som skall anslutas till byggnader måste utformas så att de kan hantera/klara vissa påkänningar i form av rörelser.

Vid detaljprojektering av pålgrundläggning skall negativ mantelfriktion beaktas (till följd av pågående sättningar). Storleken på påhängslasterna bestäms i projekteringsskedet. Med anledning av massundantäckning vid pålningsarbeten rekommenderas att lerproppar skall dras innan installation av pålar för att därigenom minska risken för skador på intilliggande ledningar och byggnader. Pålning inom området kan försvåras till följd av fyllnadsmaterialet i ytan.

I samband med detaljprojektering och byggskede skall en byggnadsteknisk beskrivning upprättas där de geotekniska frågeställningarna noggrant beaktas. Vidare skall ett kontrollprogram med avseende på omgivningspåverkan upprättas som bl.a. beskriver krav och uppföljning av grundvattennivåförändringar och rörelser i intilliggande fastigheter och anläggningar.

11.3 Ledningar

I samband med anläggande och nivåsättning av området skall hänsyn tas till befintliga ledningar inom det aktuella området så att dessa inte kommer till skada till följd av belastningar och sättningar från markuppfyllnader.

Nya ledningar kan i allmänhet utföras utan speciell grundläggning. För djupa schakter (över 2 m) erfordras spont alternativt flacka slänter.

11.4 Schakt- och fyllnadsarbeten

Generellt gäller att schakter inom området bör utföras inom temporära stödkonstruktioner för att minimera omgivningspåverkan.

Vid schaktarbeten, med och utan temporära stödkonstruktioner, samt fyllnadsarbeten ska risk för stabilitetsbrott och markrörelser beaktas. Schaktslänter och temporära stödkonstruktioner ska anpassas efter jordlagrens uppbyggnad och hållfasthet, samt med beaktande av förekommande belastningar och pågående trafik intill schakt.

Schakter och temporära stödkonstruktioner ska utformas så att inte grundvattenförändringar som kan leda till betydande skada för byggnader och anläggningar uppstår.

12.0 PLANBESTÄMMELSE

Med avseende på de rådande geotekniska förhållandena och förutsättningarna inom och i anslutning till det aktuella planområdet anses det inte erfordras några planbestämmelser med avseende på de geotekniska förutsättningarna.



GOLDER ASSOCIATES AB

Göteborg 2016-10-14

Johan Utas
Handläggare

Karolina Sanell
Uppdragsansvarig

Ola Skepp
Ansvarig geotekniker

JU/KS/OS

Org.nr 556326-2418

VAT.no SE556326241801

Styrelsens säte: Stockholm

g:\projekt\2014\1470641_västlänken mpu02\13_arbmr\dokument\dp_olskroken\dp_olskroken-pm_geoteknik.docx

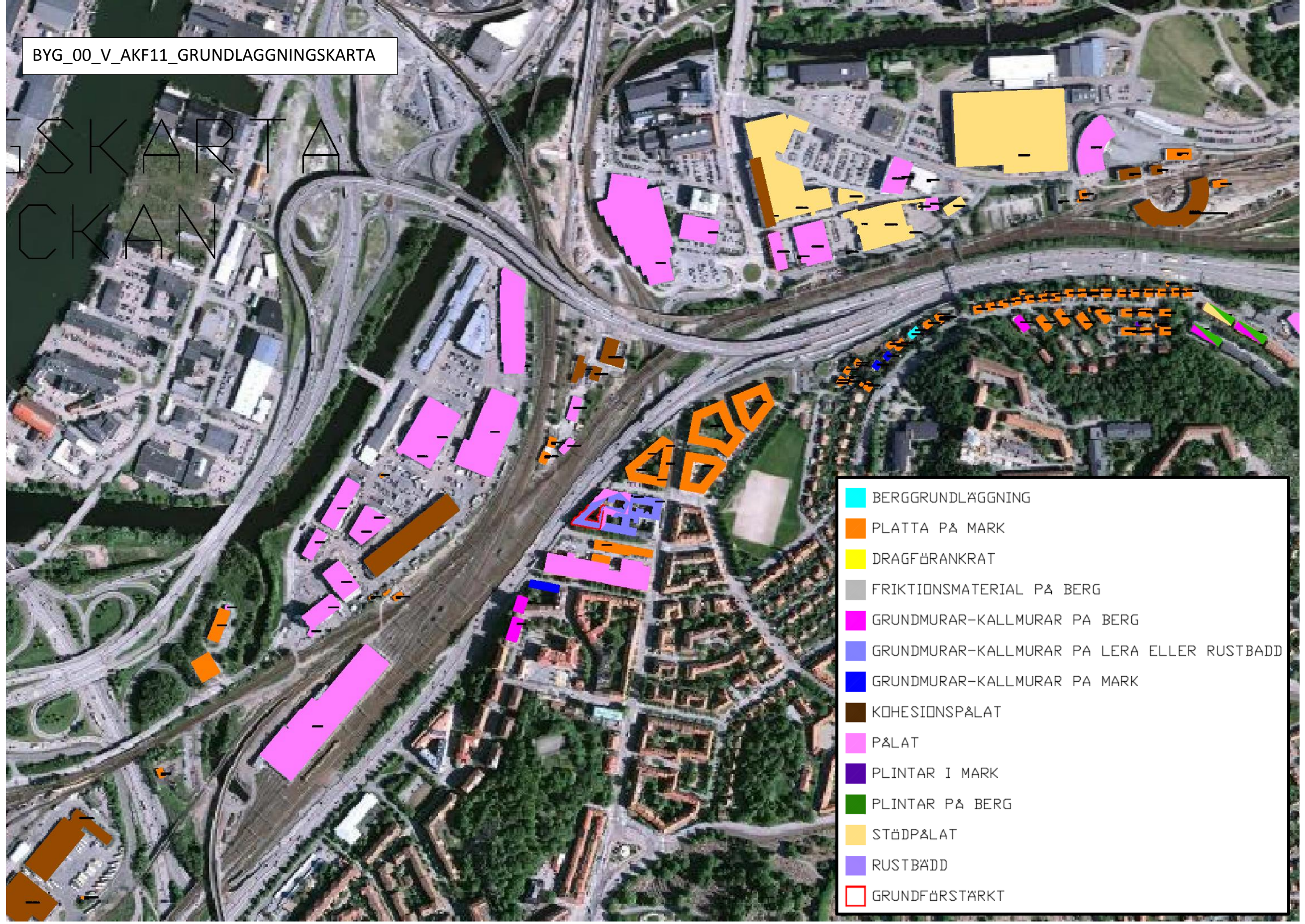


BILAGA A

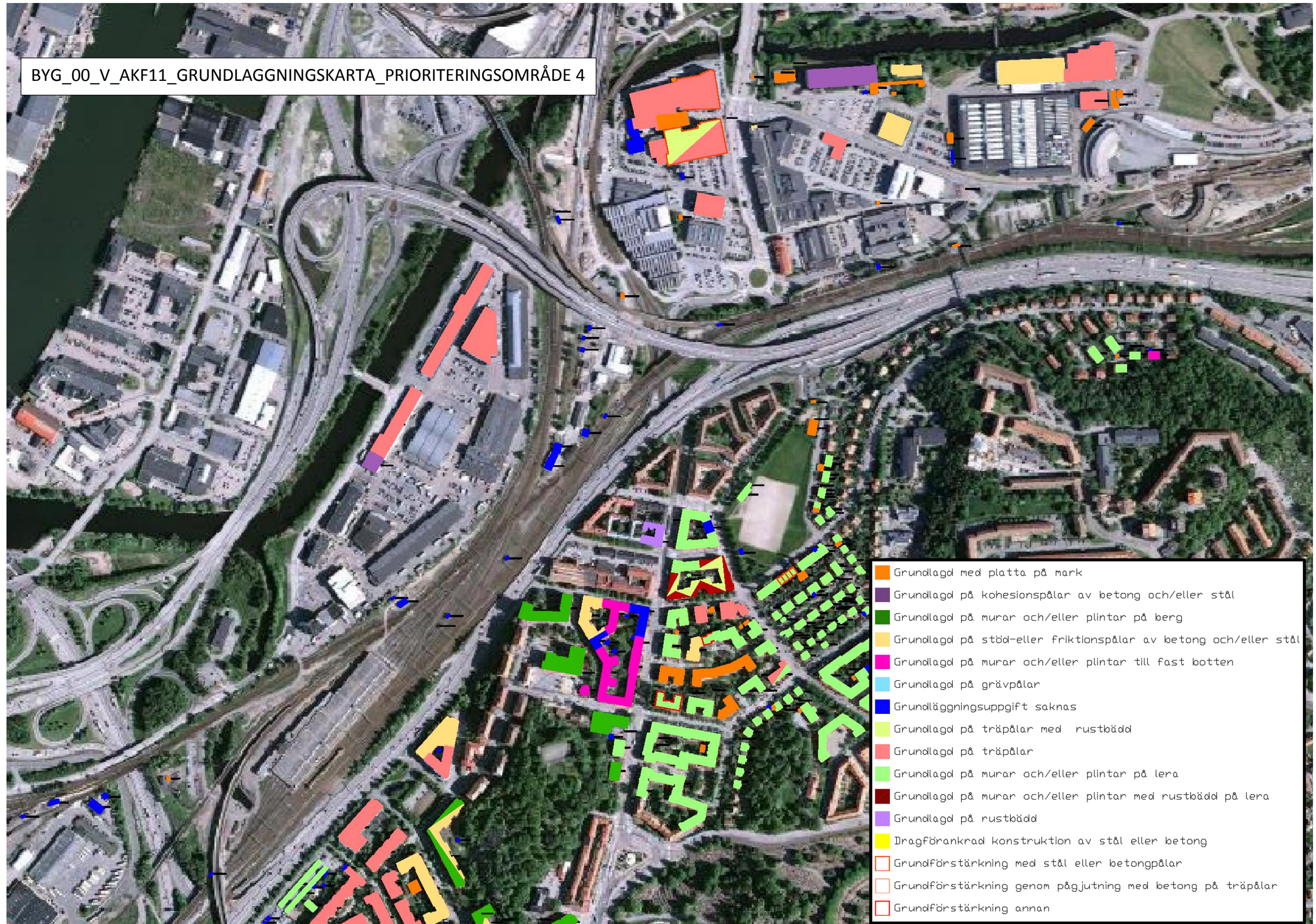
Grundläggning av befintliga anläggningar och konstruktioner i anslutning till planområdet

BYG_00_V_AKF11_GRUNDLAGGNINGSKARTA

SKARTA
CKAN

- 
- BERGGRUNDLÄGGNING
 - PLATTA PÅ MARK
 - DRAGFÖRANKRAT
 - FRIKTIONSMATERIAL PÅ BERG
 - GRUNDMURAR-KALLMURAR PÅ BERG
 - GRUNDMURAR-KALLMURAR PÅ LERA ELLER RUSTBÄDD
 - GRUNDMURAR-KALLMURAR PÅ MARK
 - KOHESIONSPÅLAT
 - PÅLAT
 - PLINTAR I MARK
 - PLINTAR PÅ BERG
 - STÖDPÅLAT
 - RUSTBÄDD
 - GRUNDFÖRSTÄRKT

BYG_00_V_AKF11_GRUNDLAGGNINGSKARTA_PRIORITERINGSOMRÅDE 4



BYG_00_V_AKF11_GRUNDLAGGNINGAR_KONSTBYGGNADER

- Pålning

- Kulvert

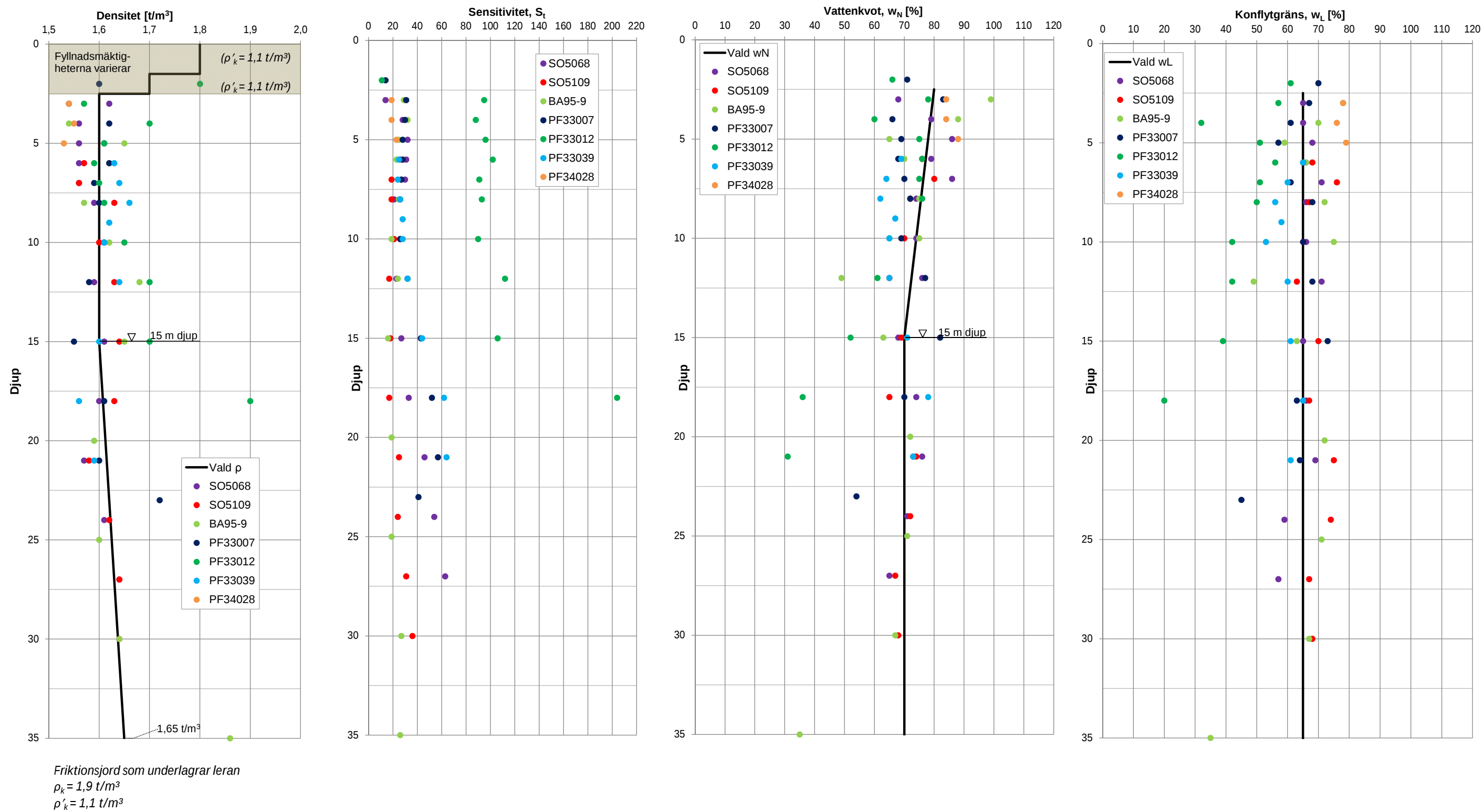


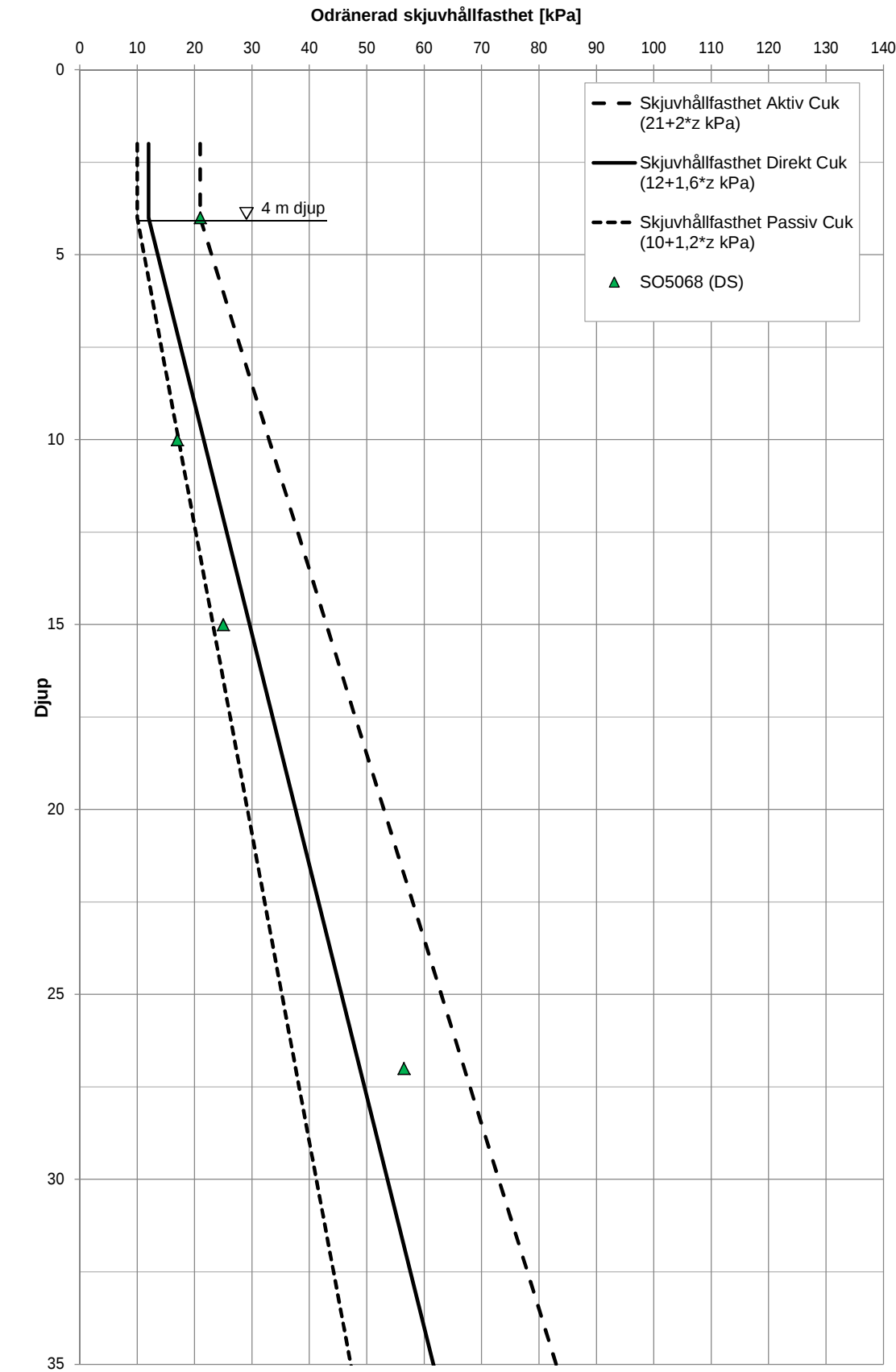


BILAGA B

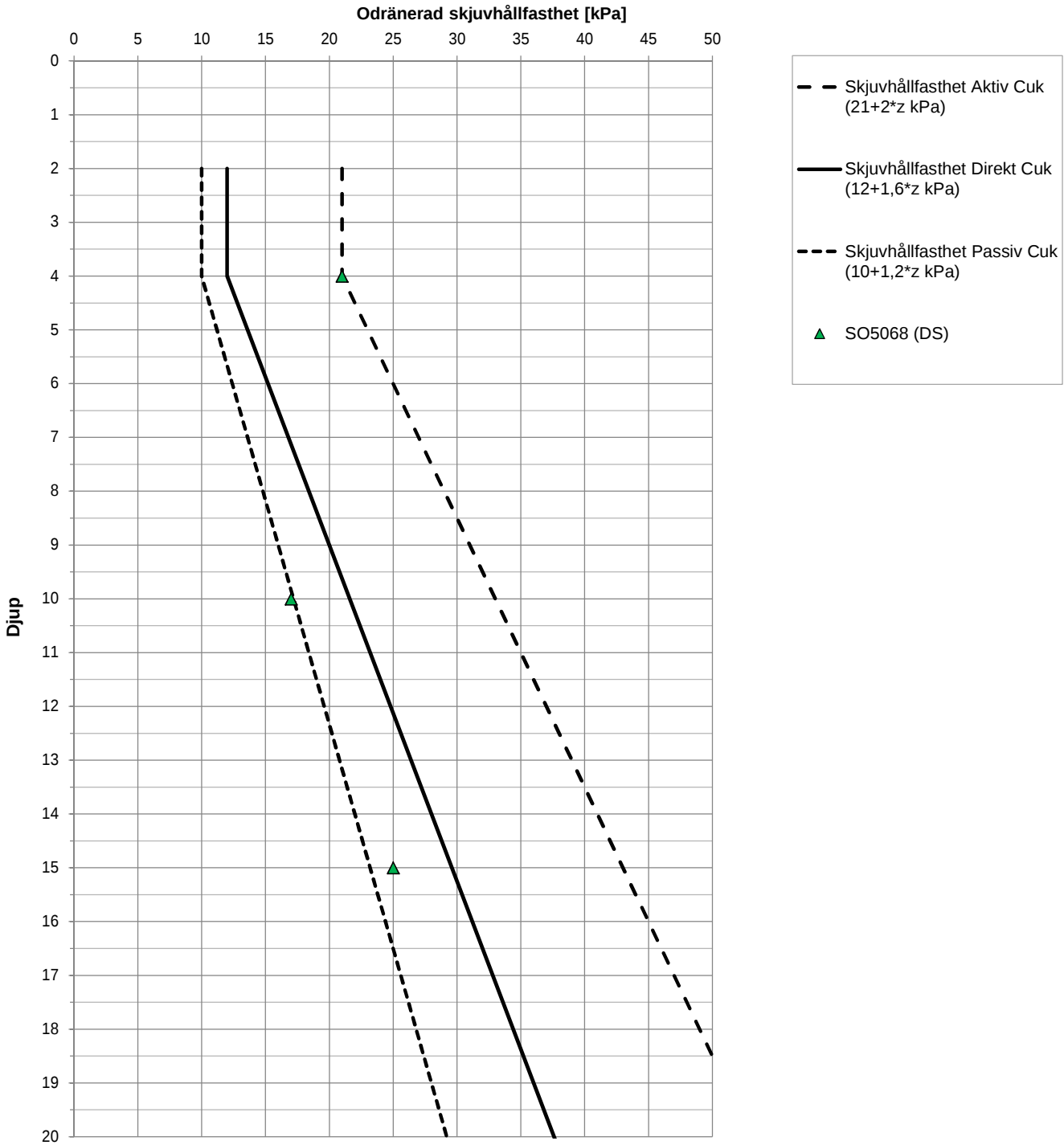
Sammanställning av parametrar

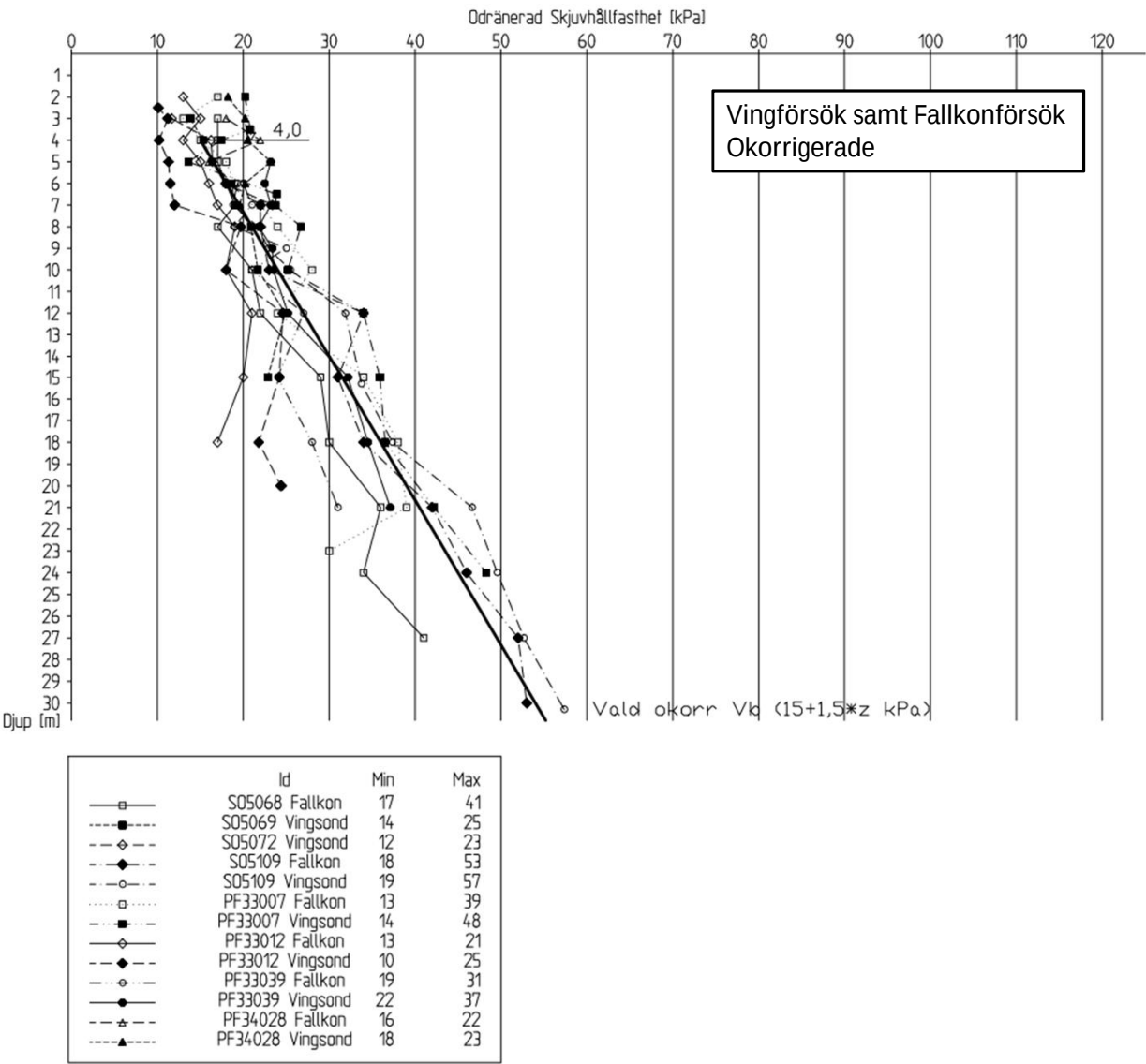
2014-06-19





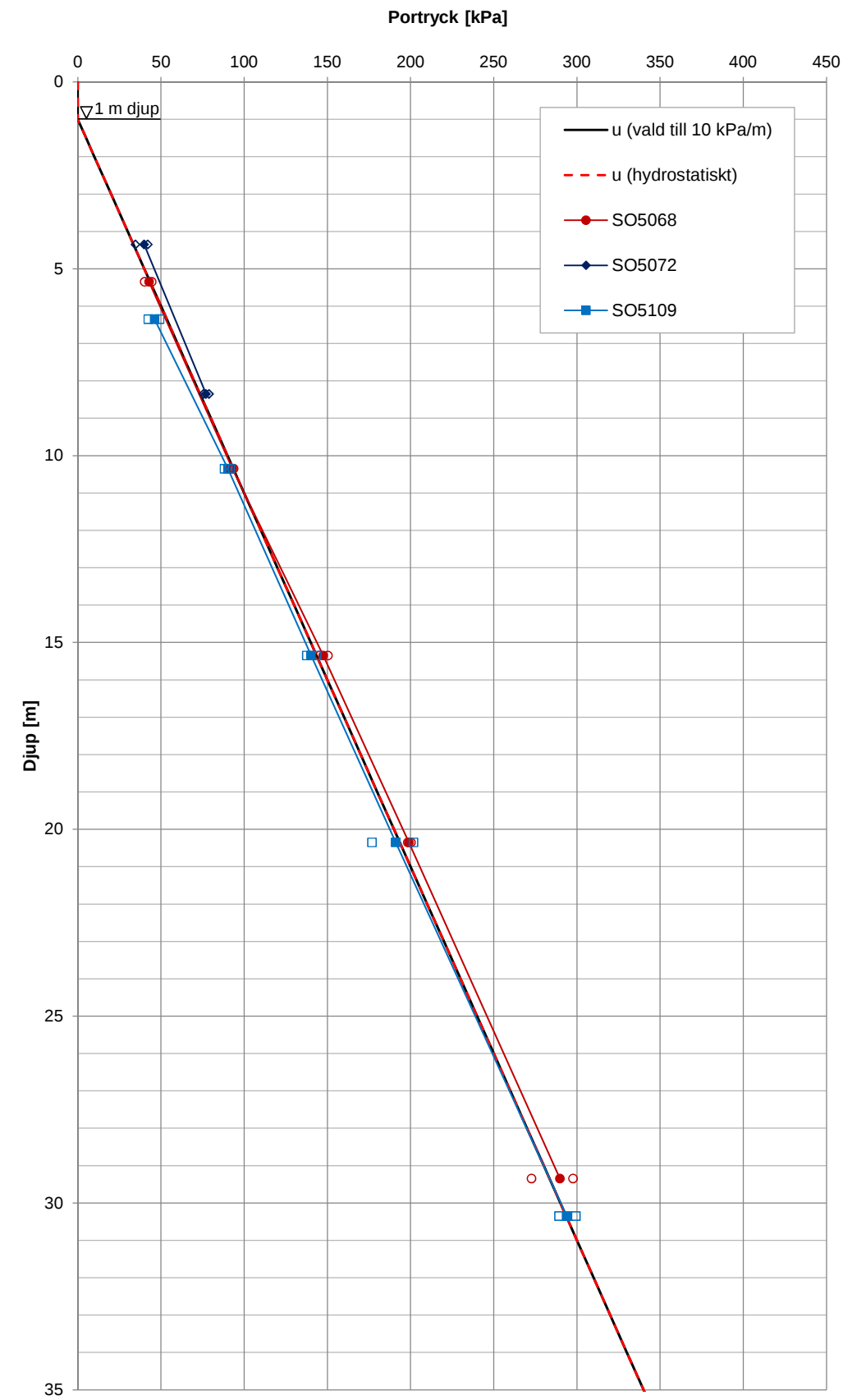
Detalj - Övre delen av jordprofilen

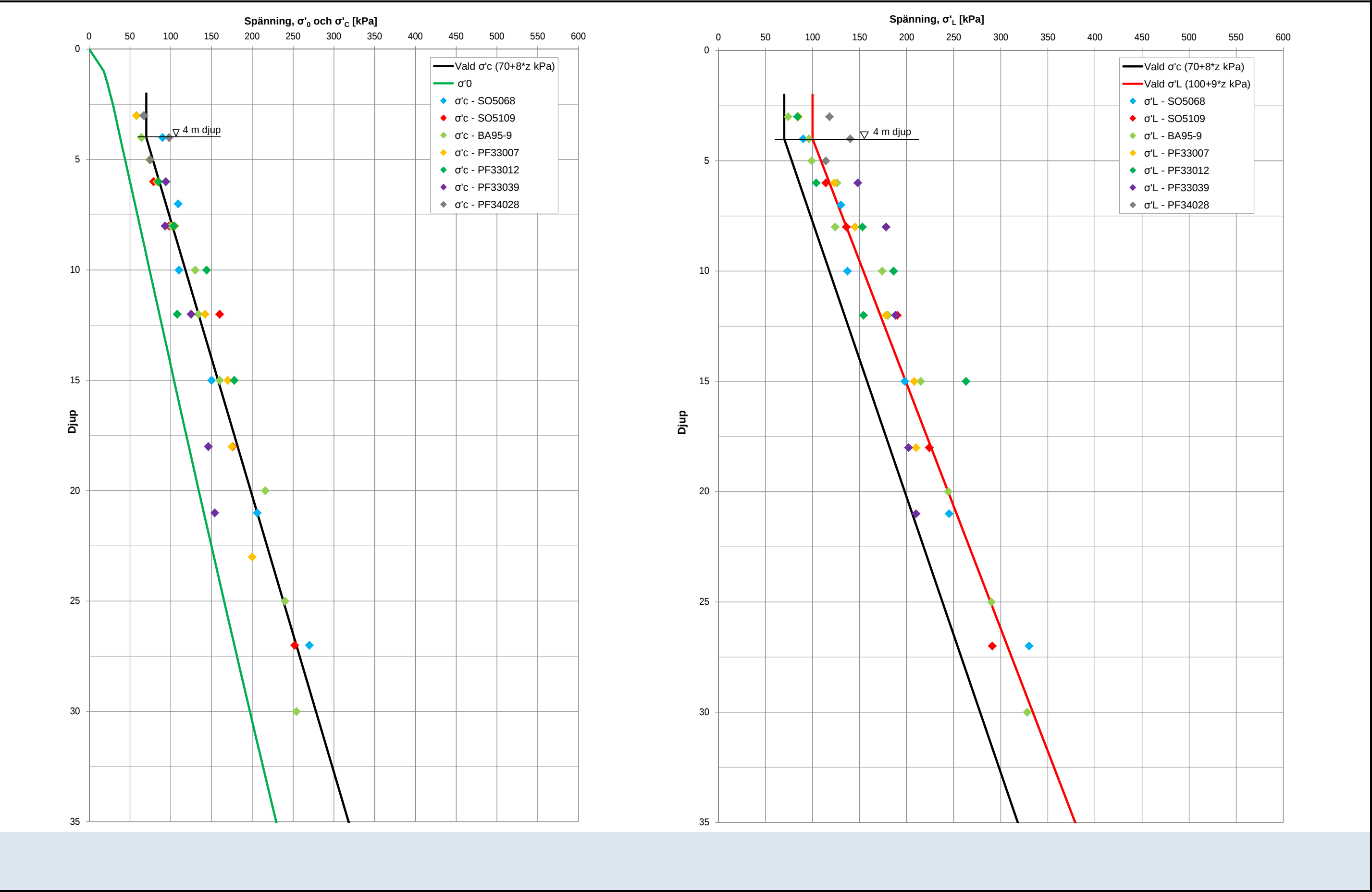


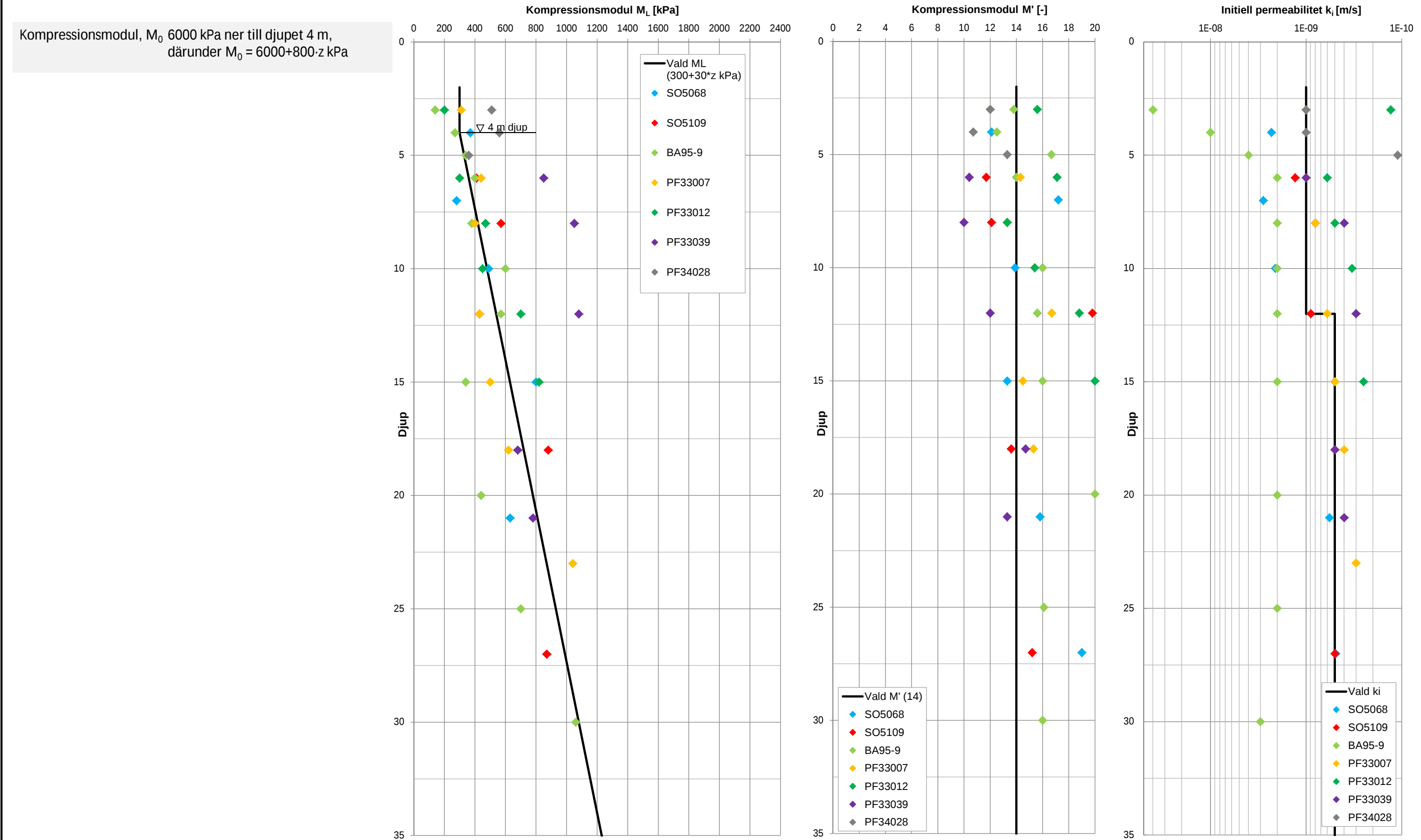


Linjer och fyllda symboler avser medelvärde.
Icke ifyllda symboler avser uppmätt min.- och max-värde.

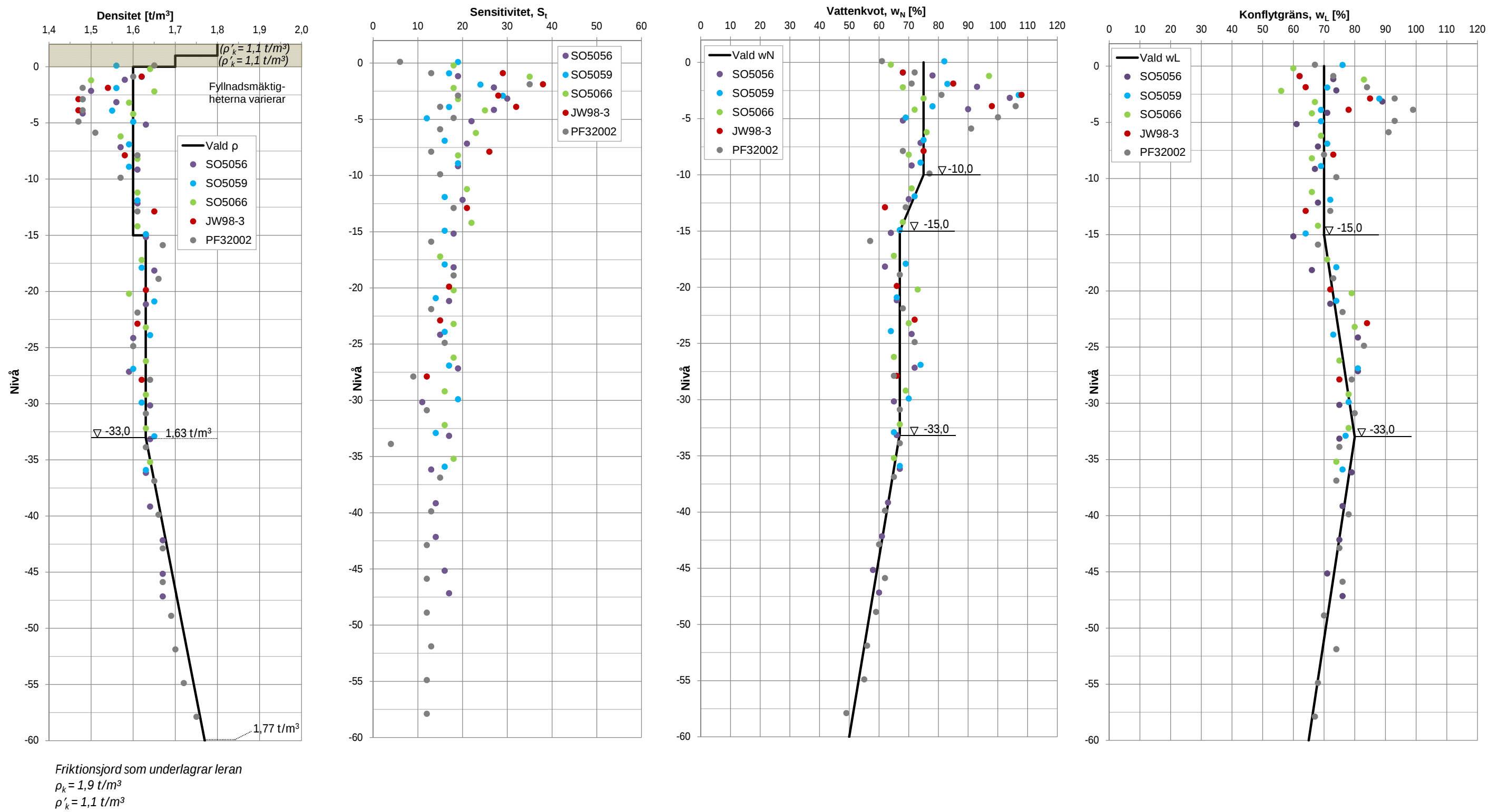
Mätperiod: 2013-04-25 - 2014-04-28

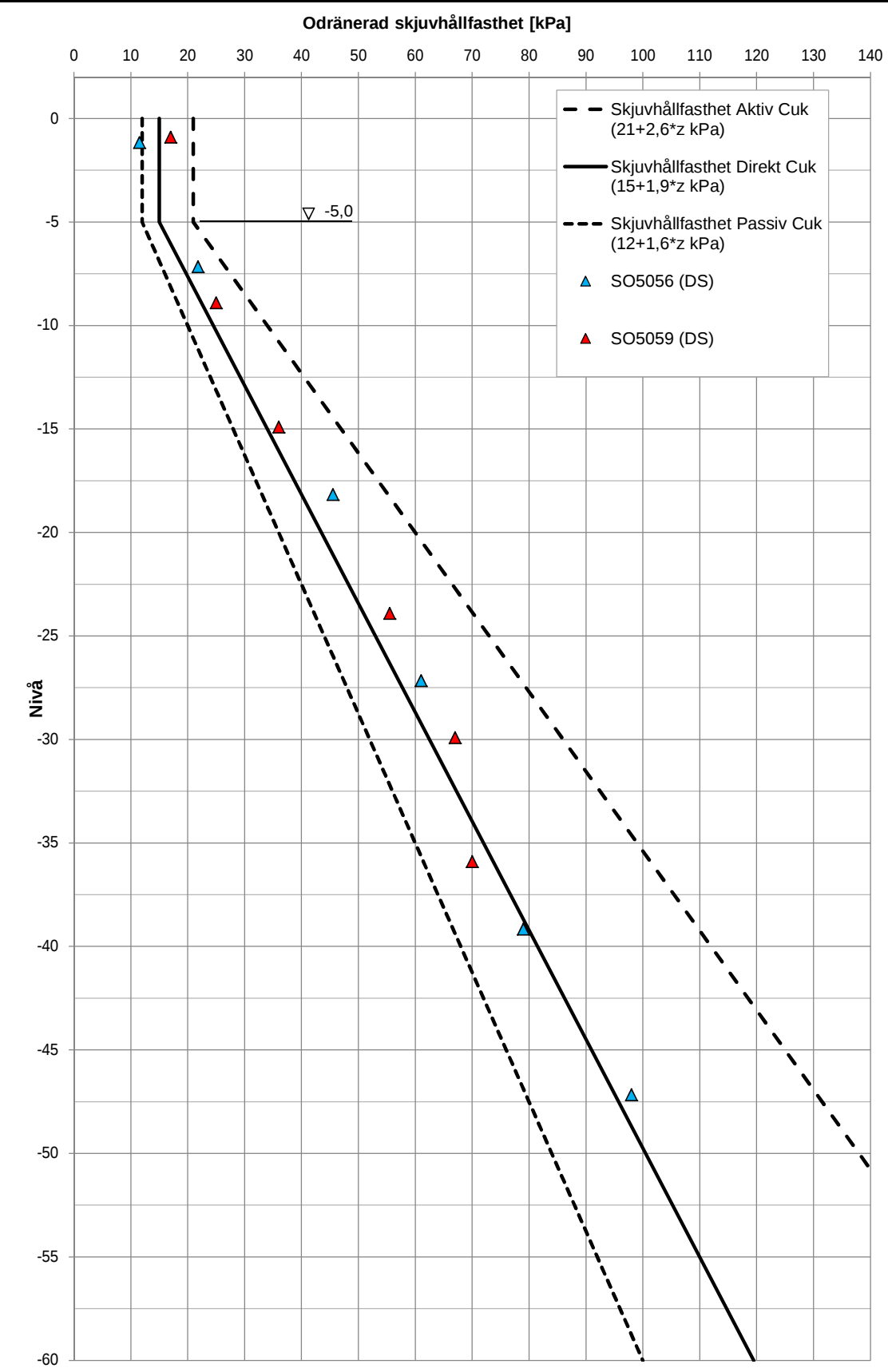




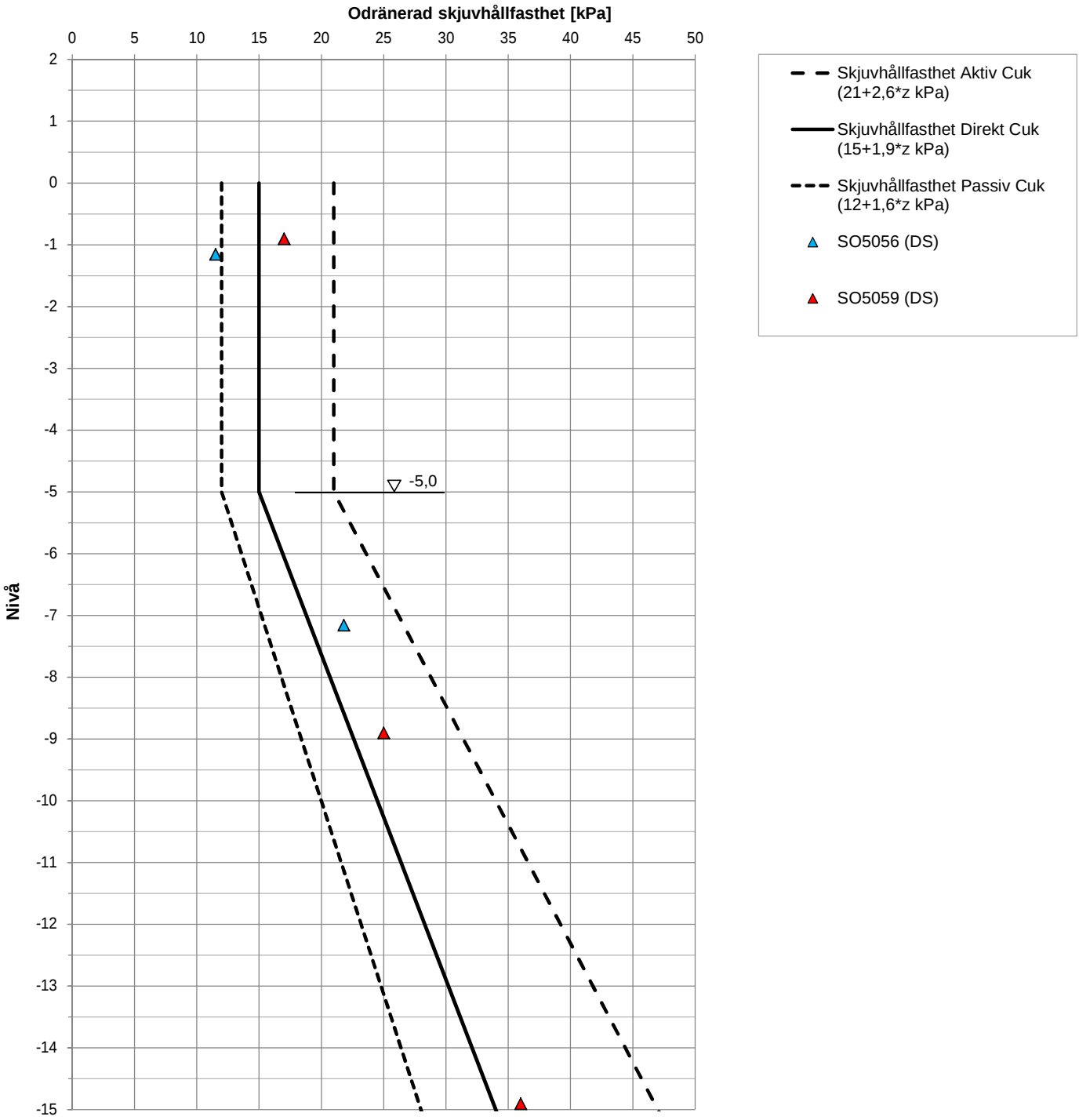


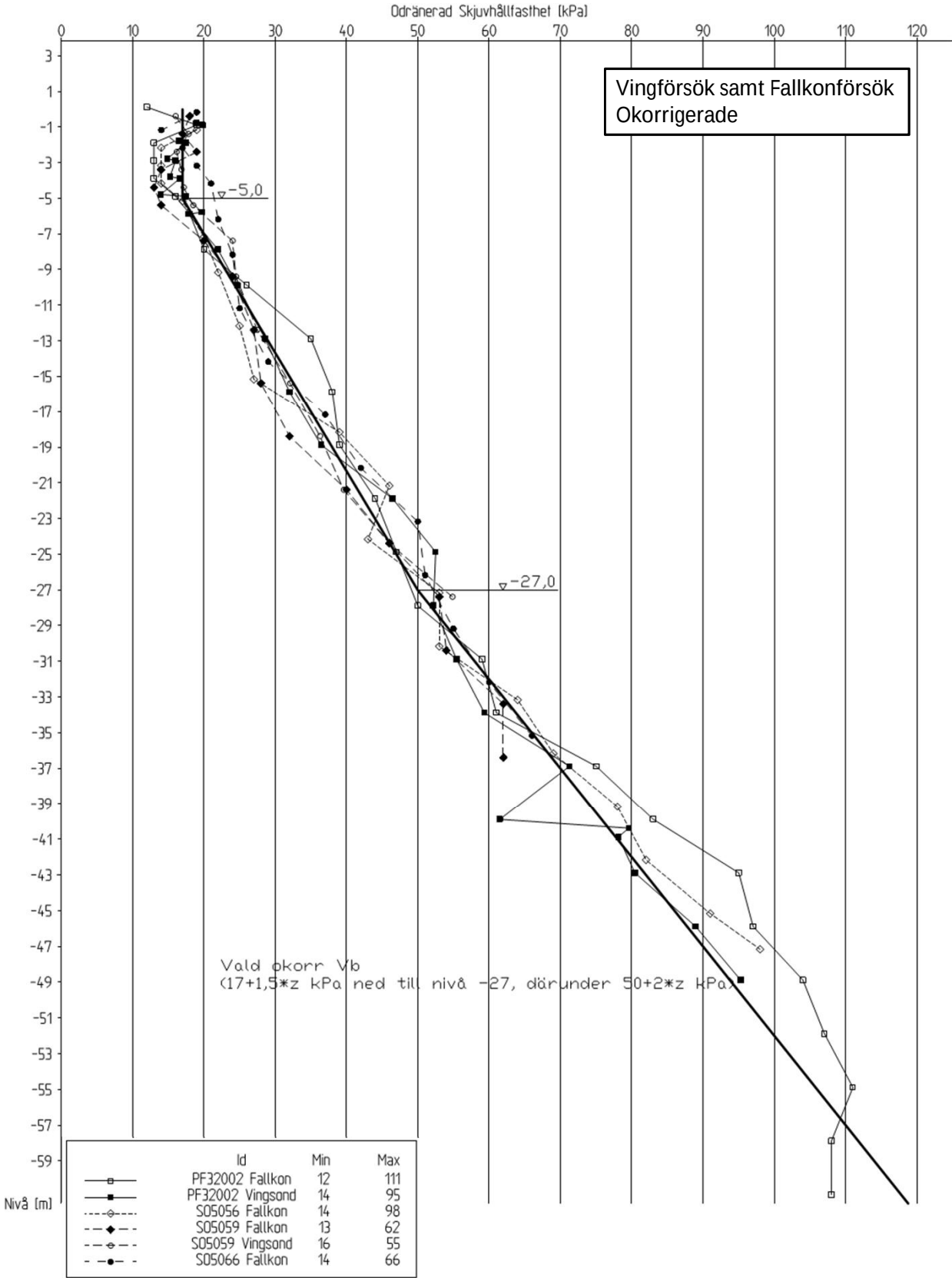
2014-06-19





Detalj - Övre delen av jordprofilen

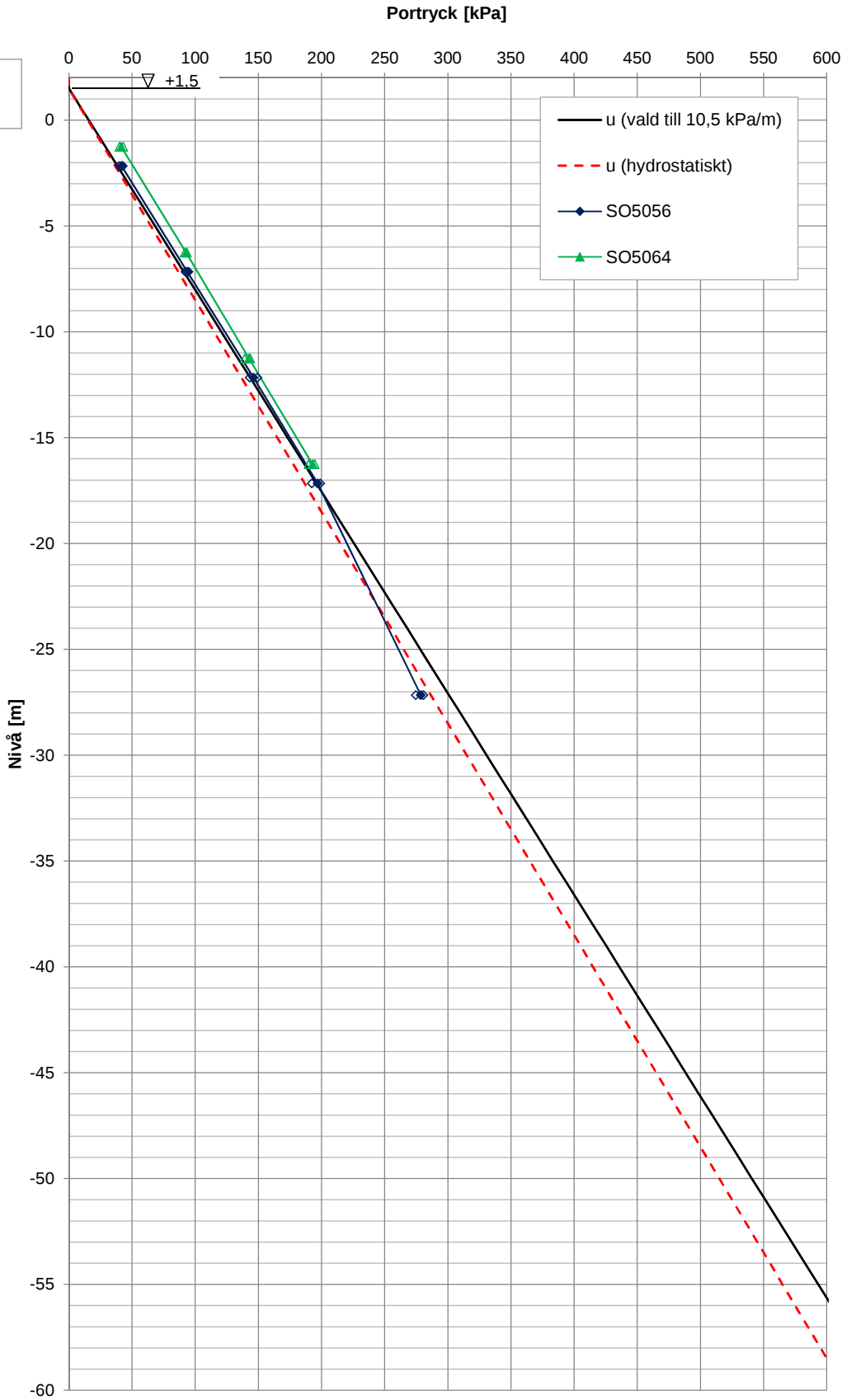


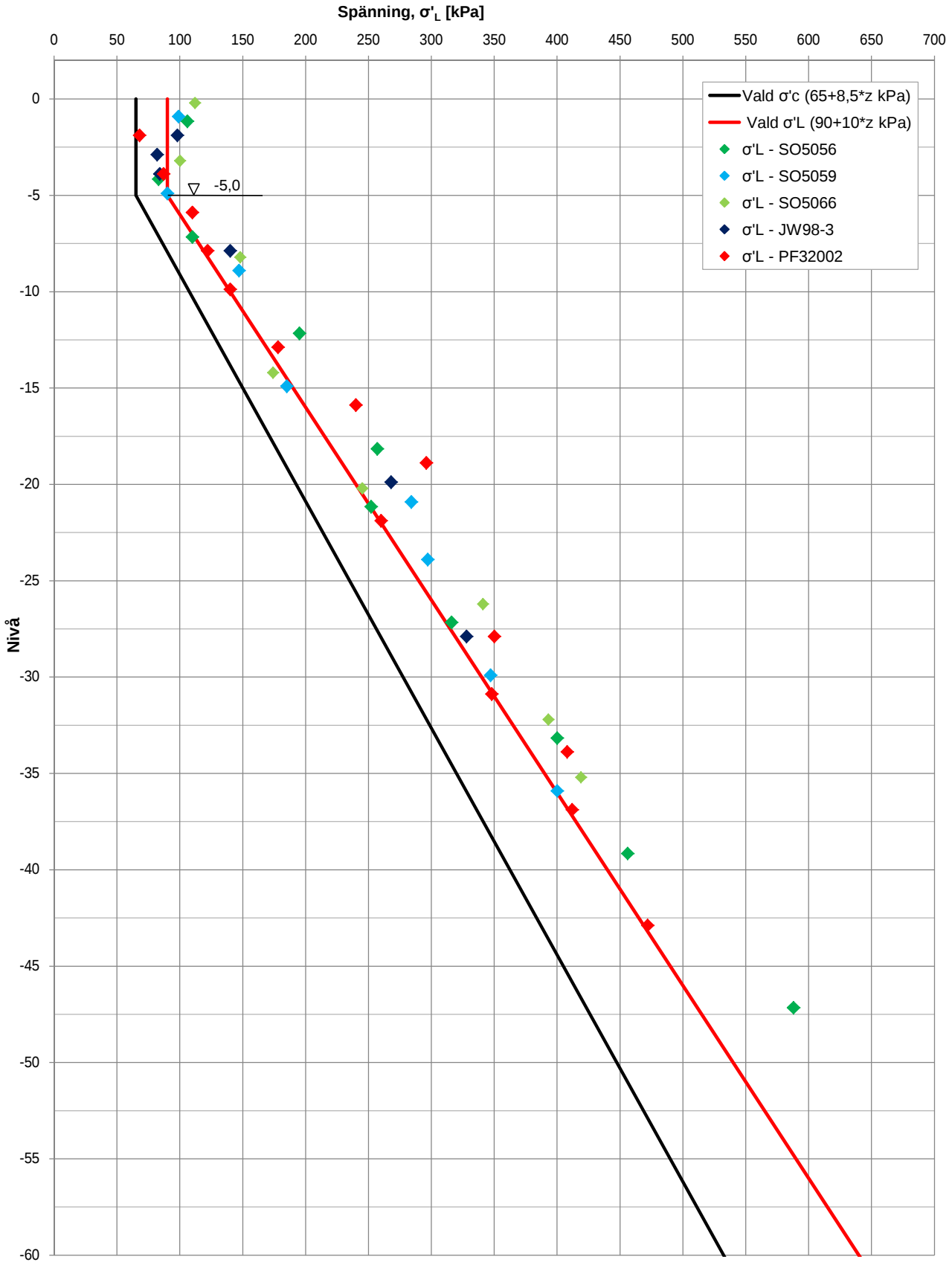
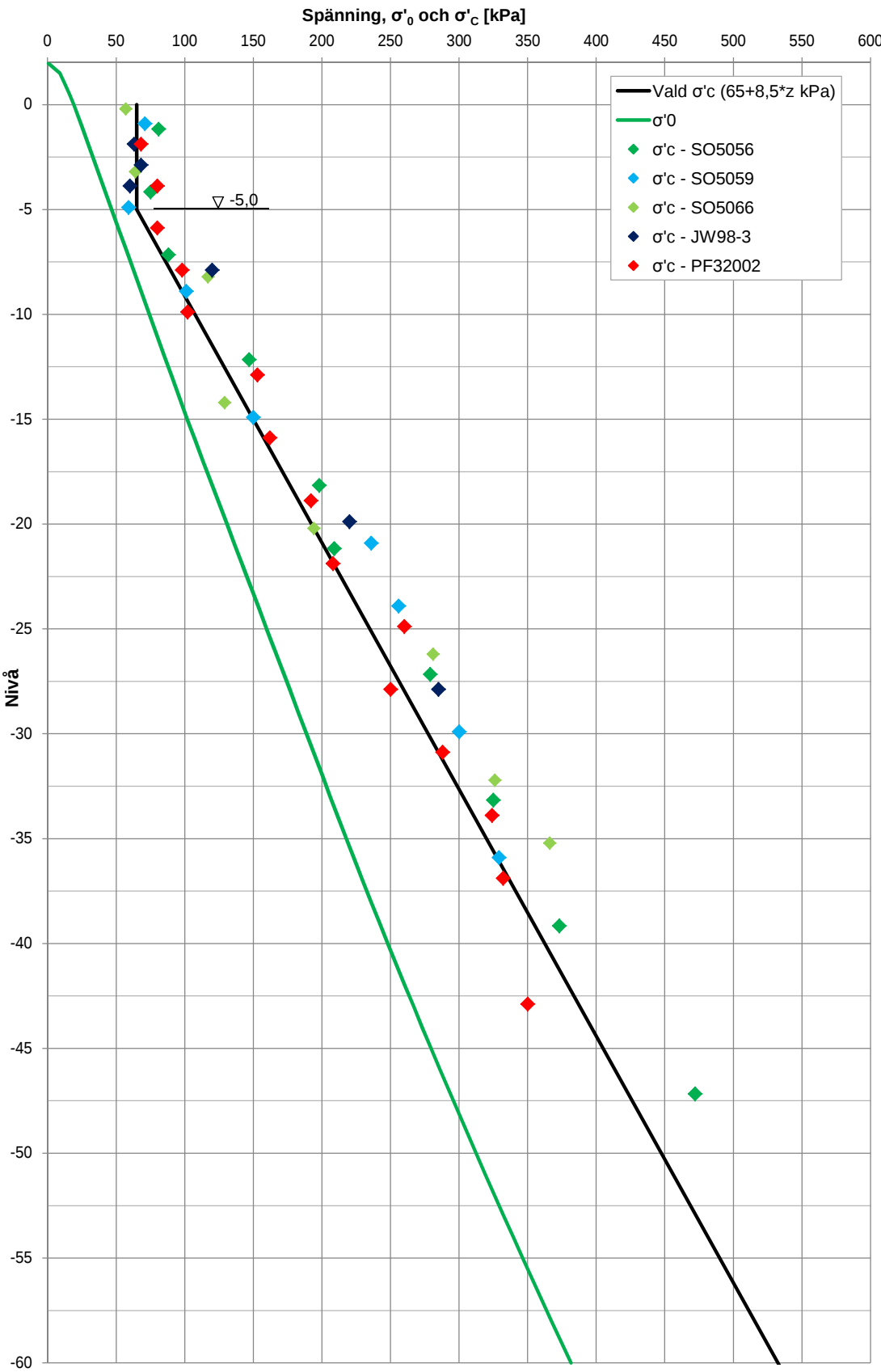


2014-06-19

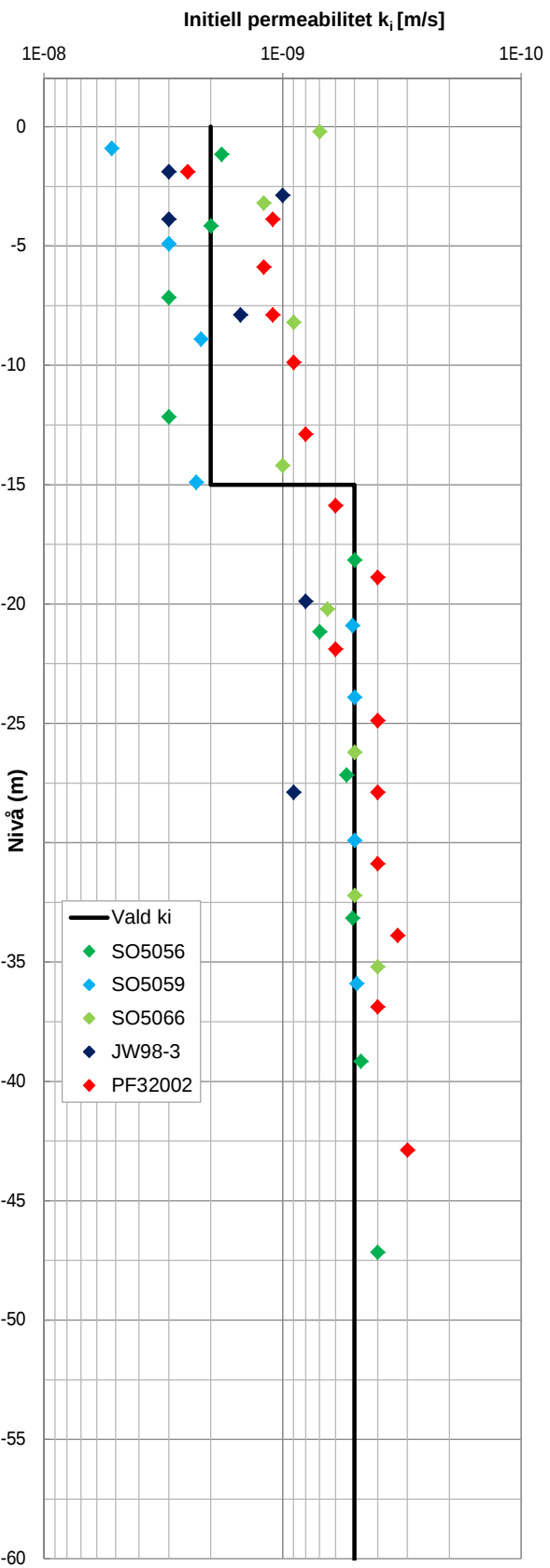
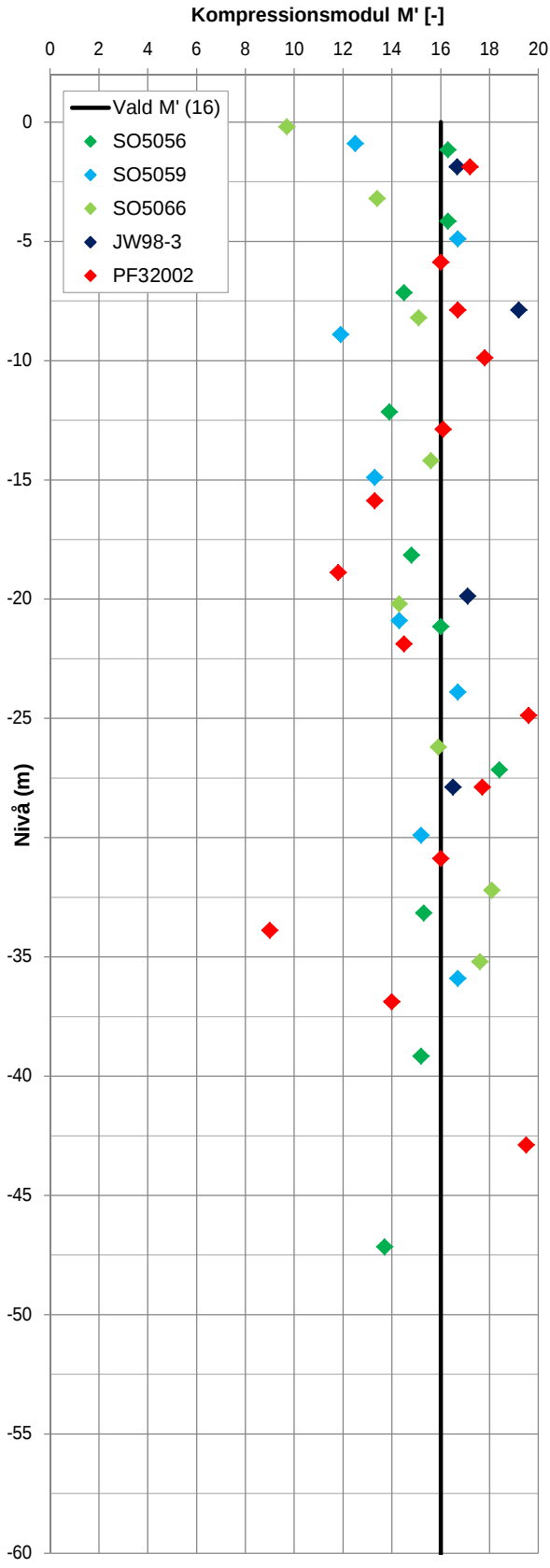
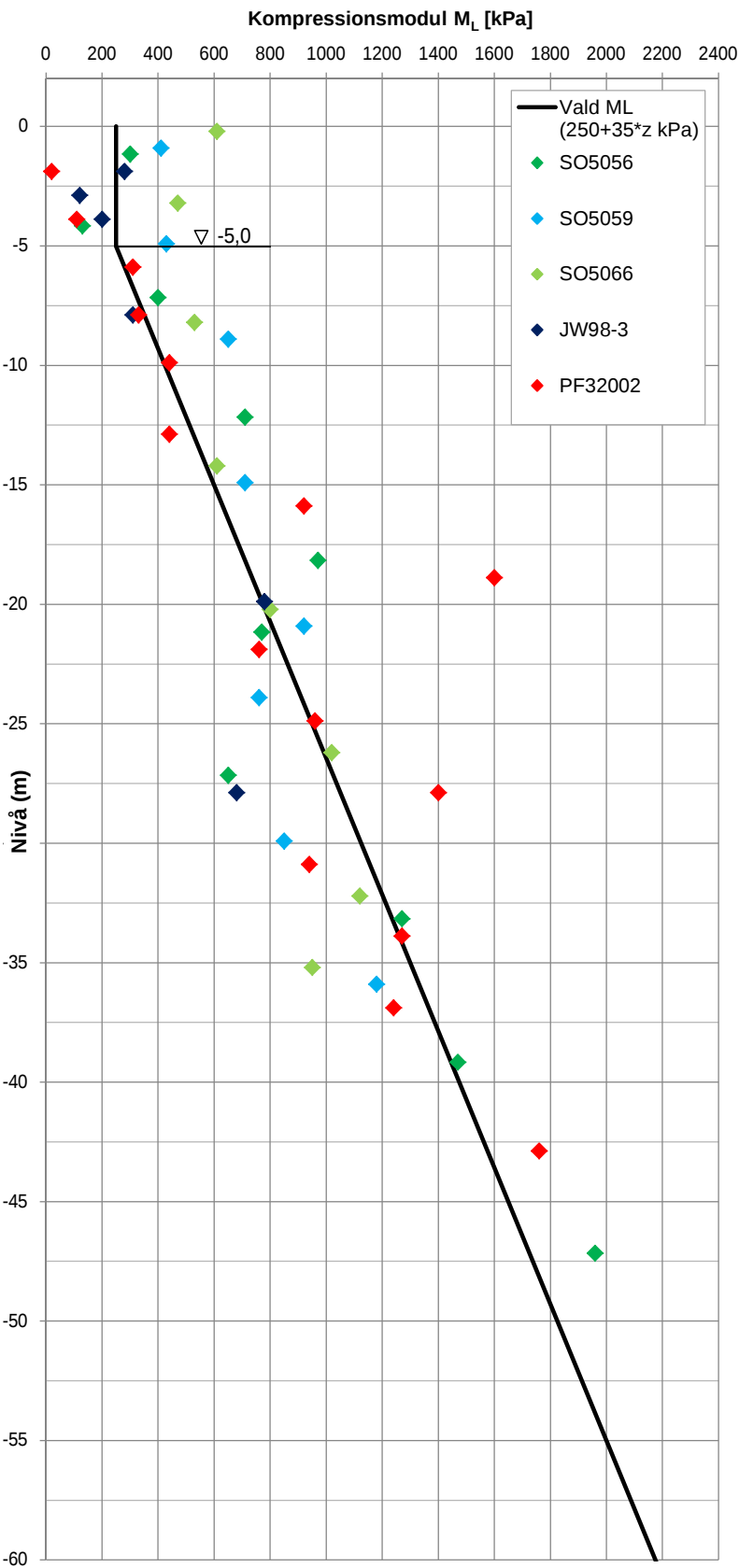
Linjer och fyllda symboler avser medelvärde
Icke ifyllda symboler avser uppmätt min.- och max-värde.

Mätperiod: 2013-04-25 - 2014-04-23

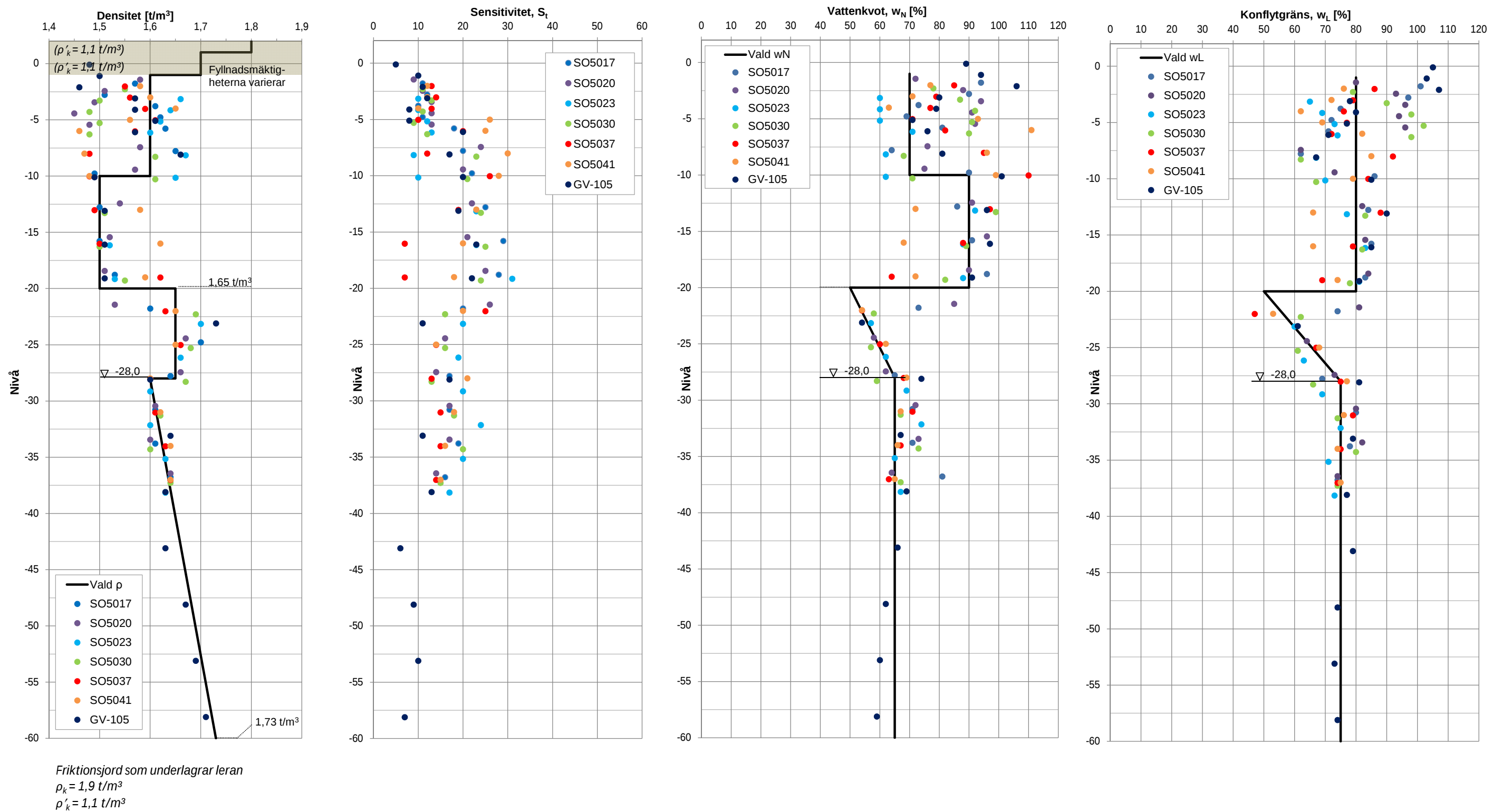


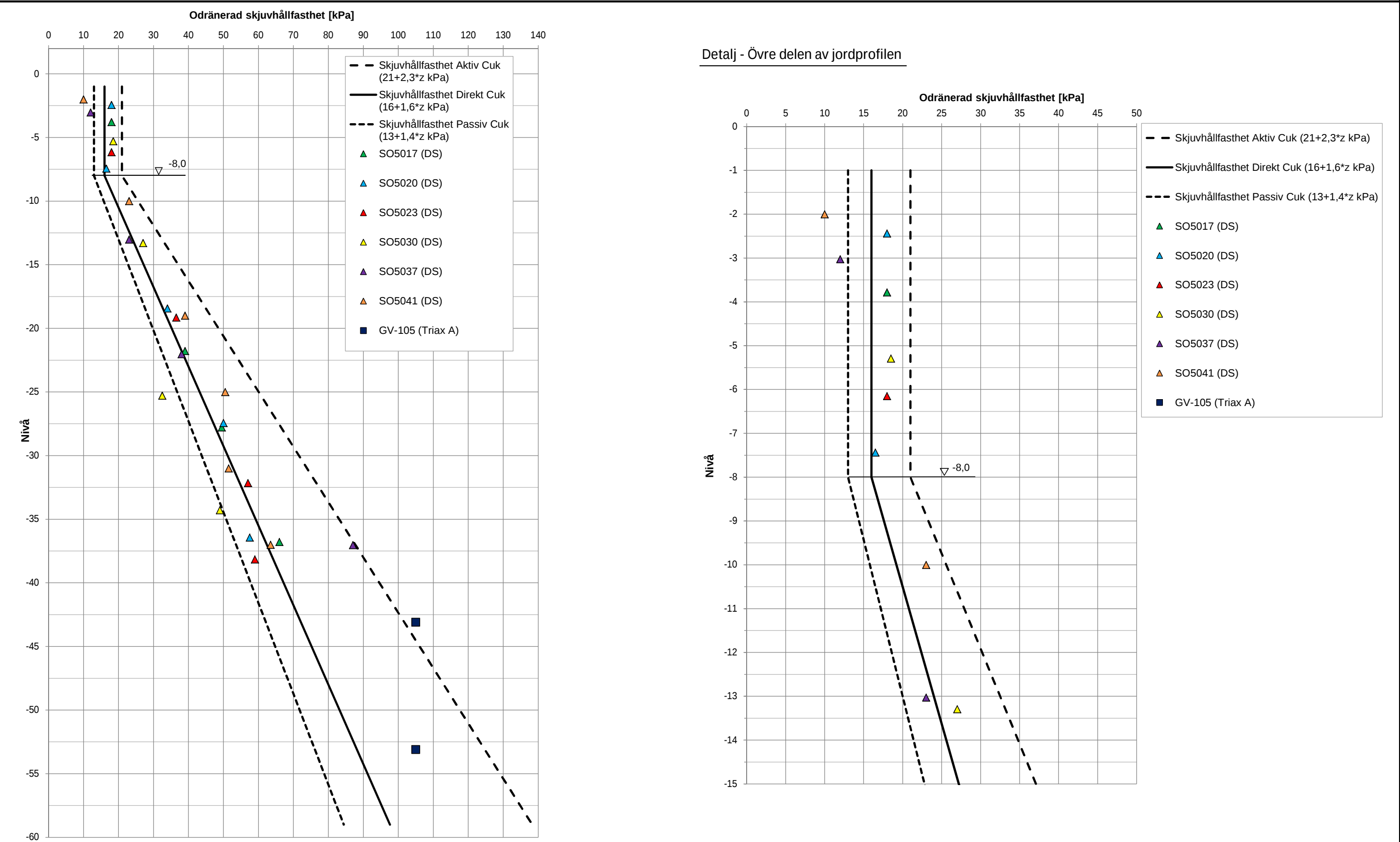


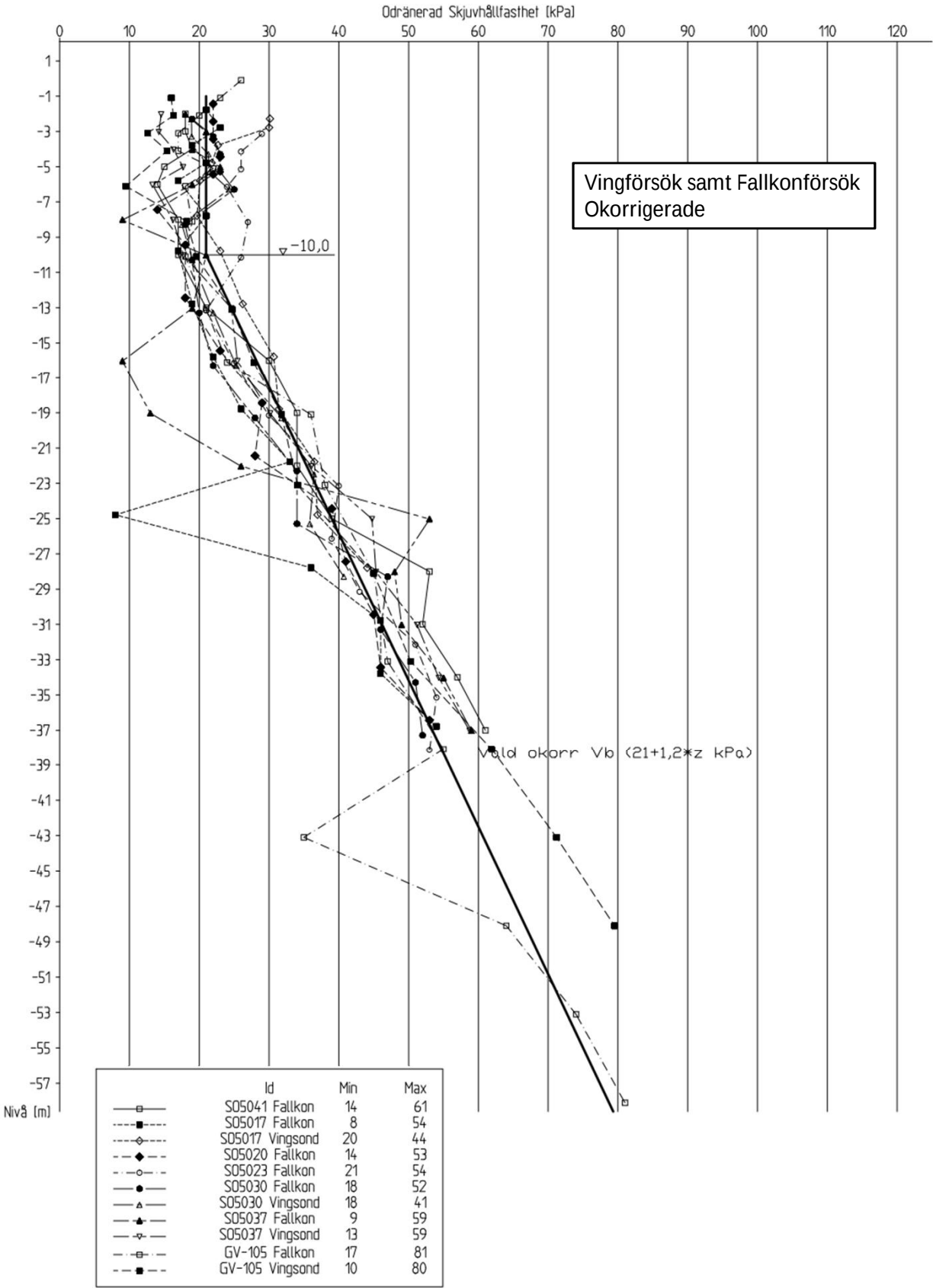
Kompressionsmodul, M_0 7500 kPa ner till nivån -5,
därunder $M_0 = 7500 + 950 \cdot z$ kPa



2014-06-19

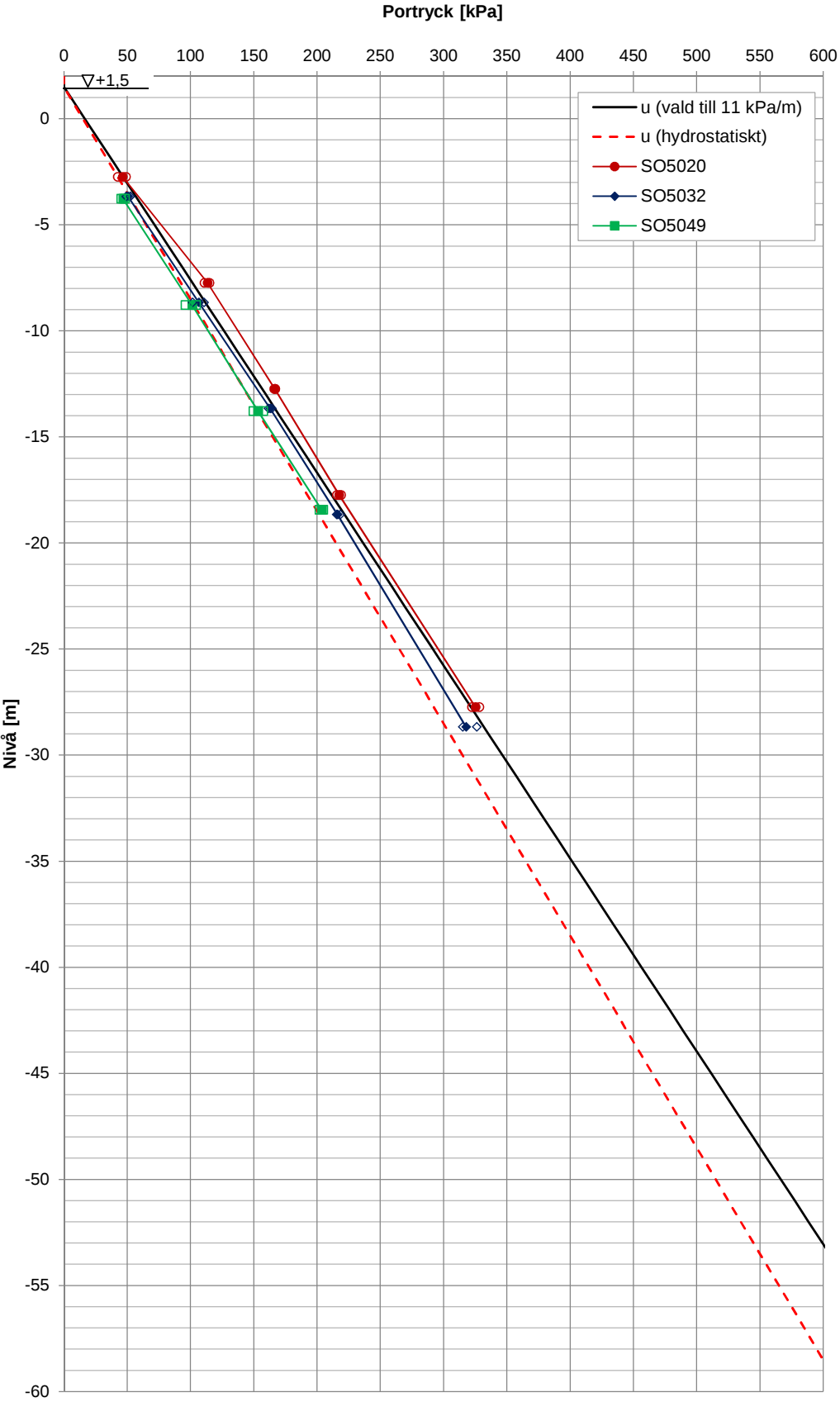


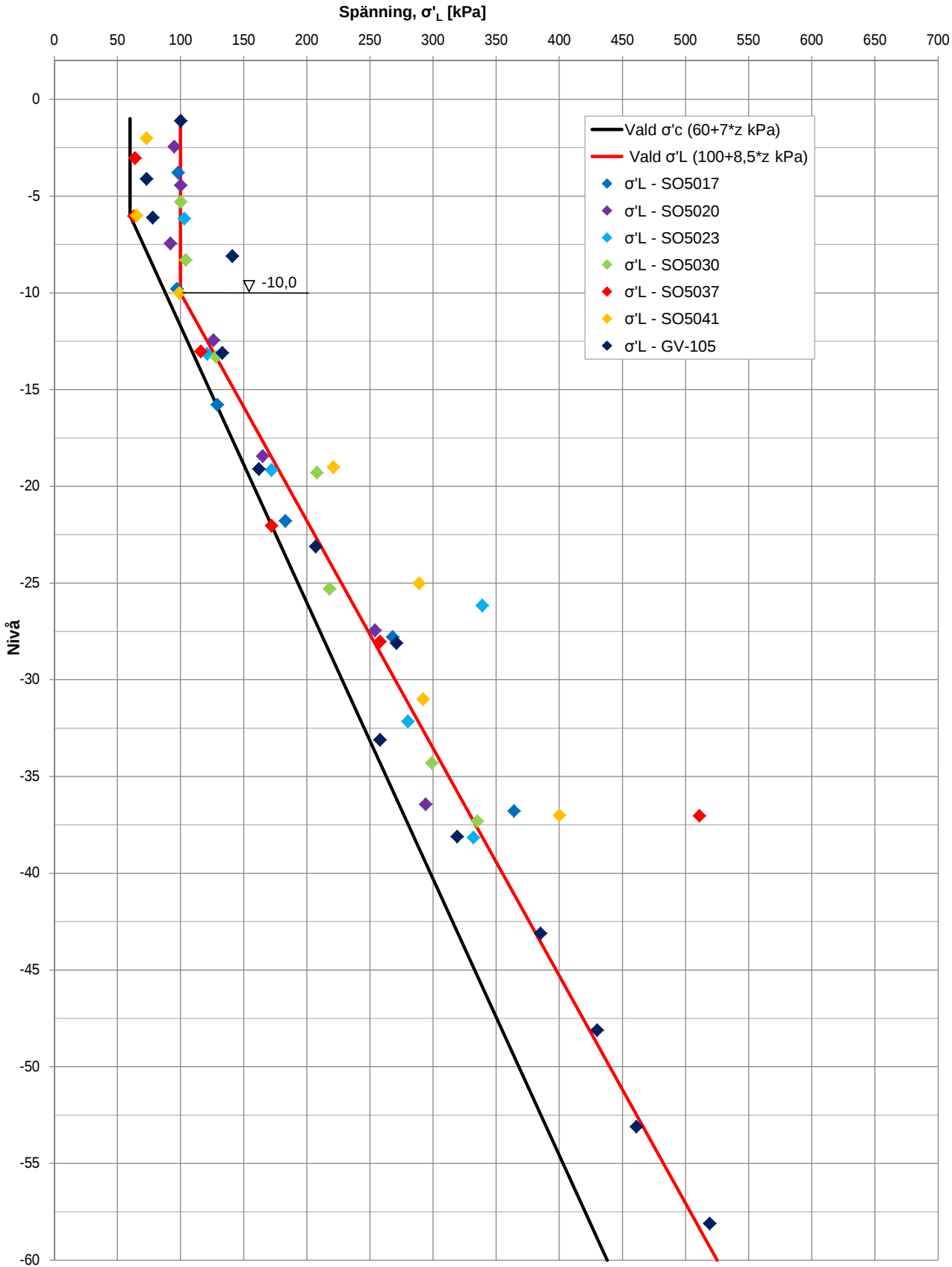
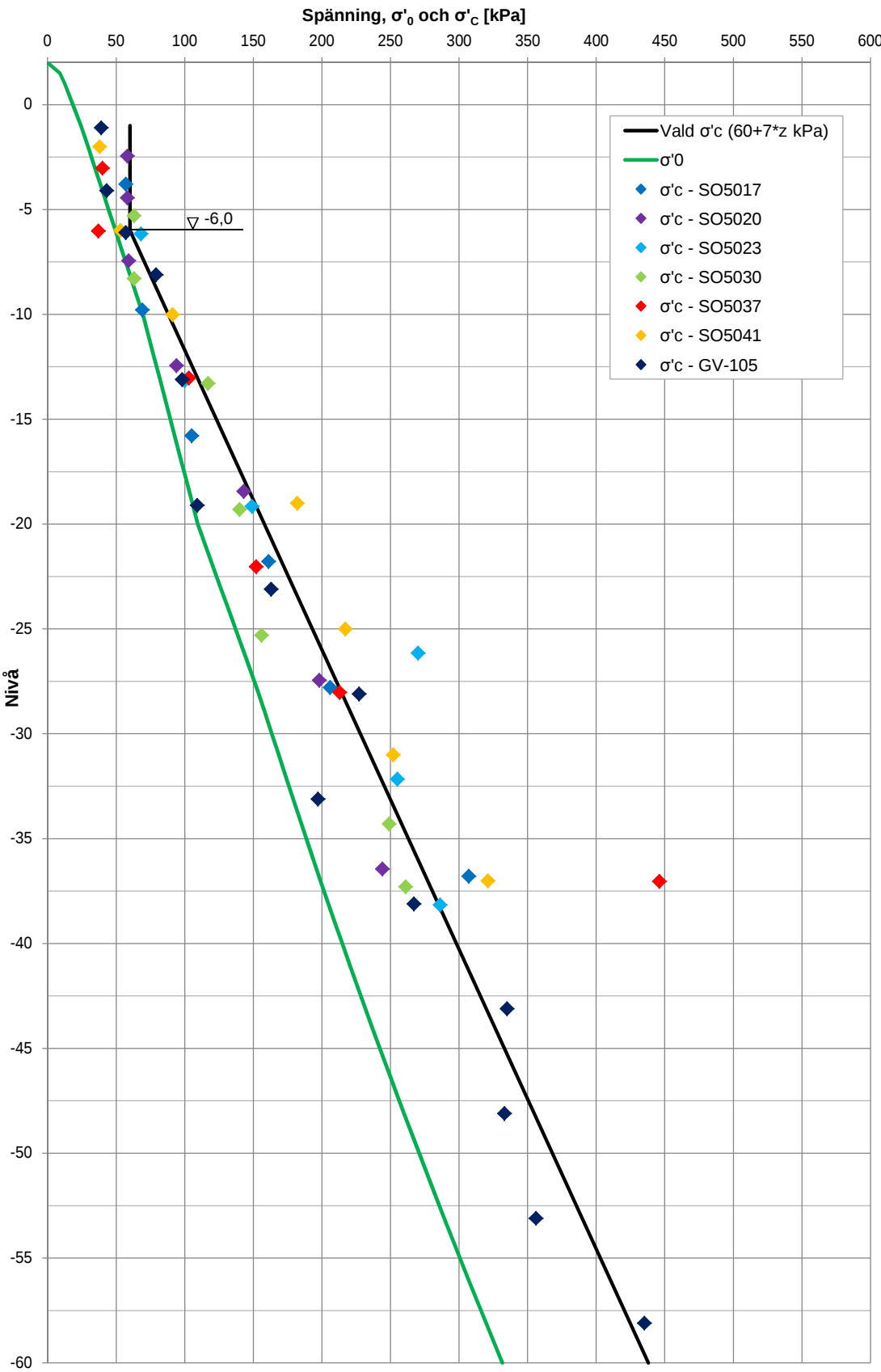


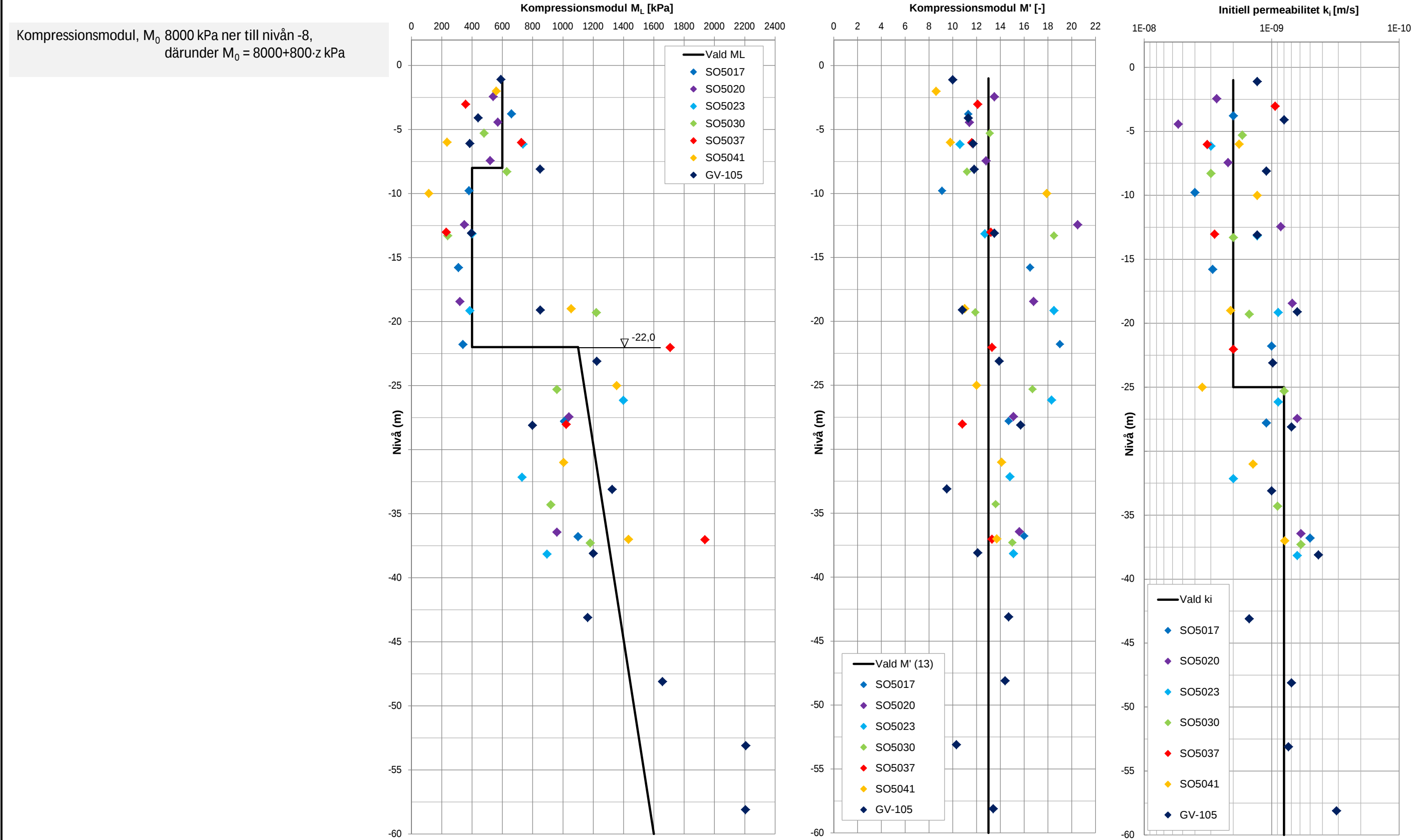


Linjer och fyllda symboler avser medelvärde
Icke ifyllda symboler avser uppmätt min.- och max-värde.

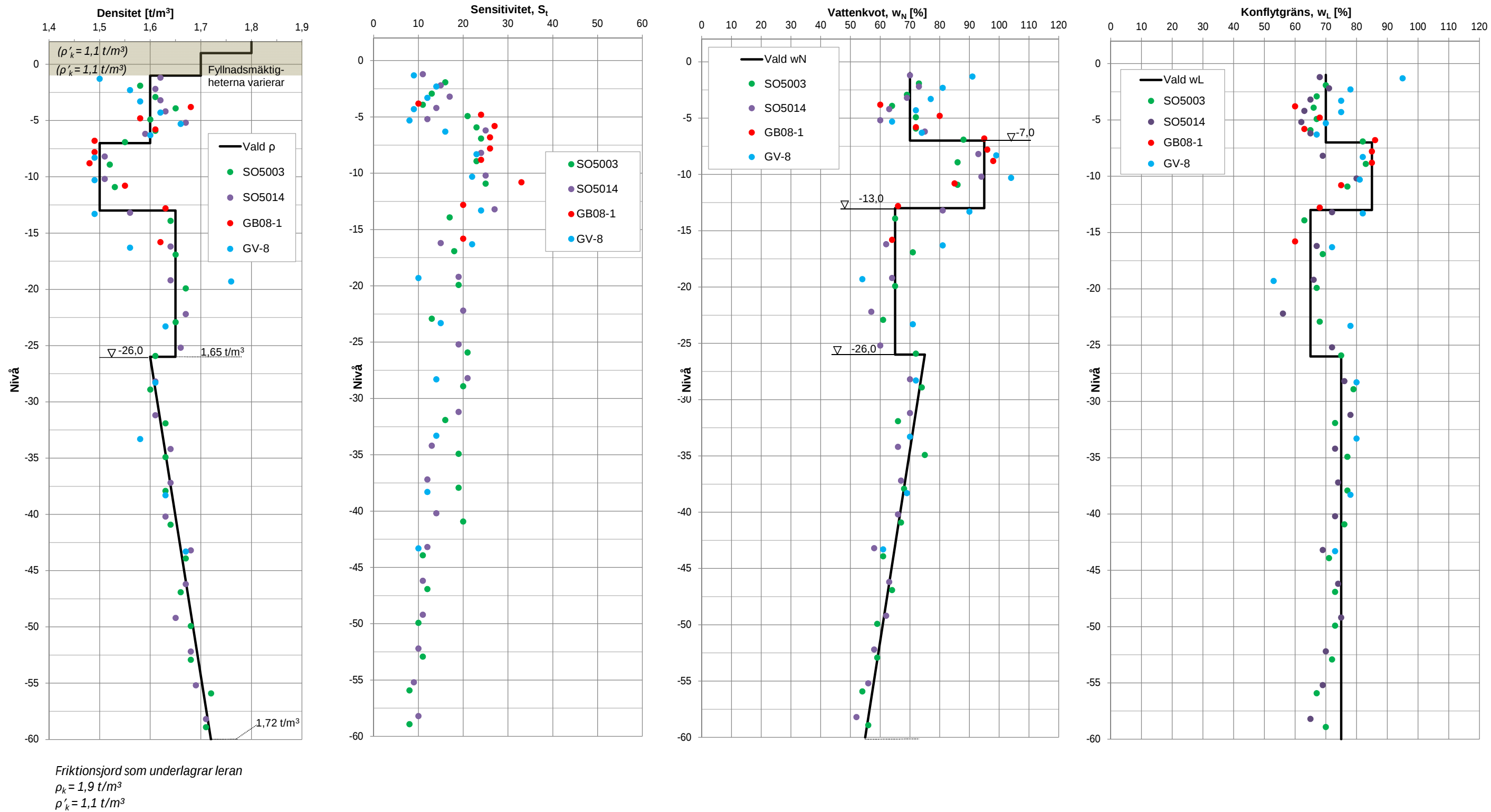
Mätperiod: 2013-02-21 - 2014-04-24

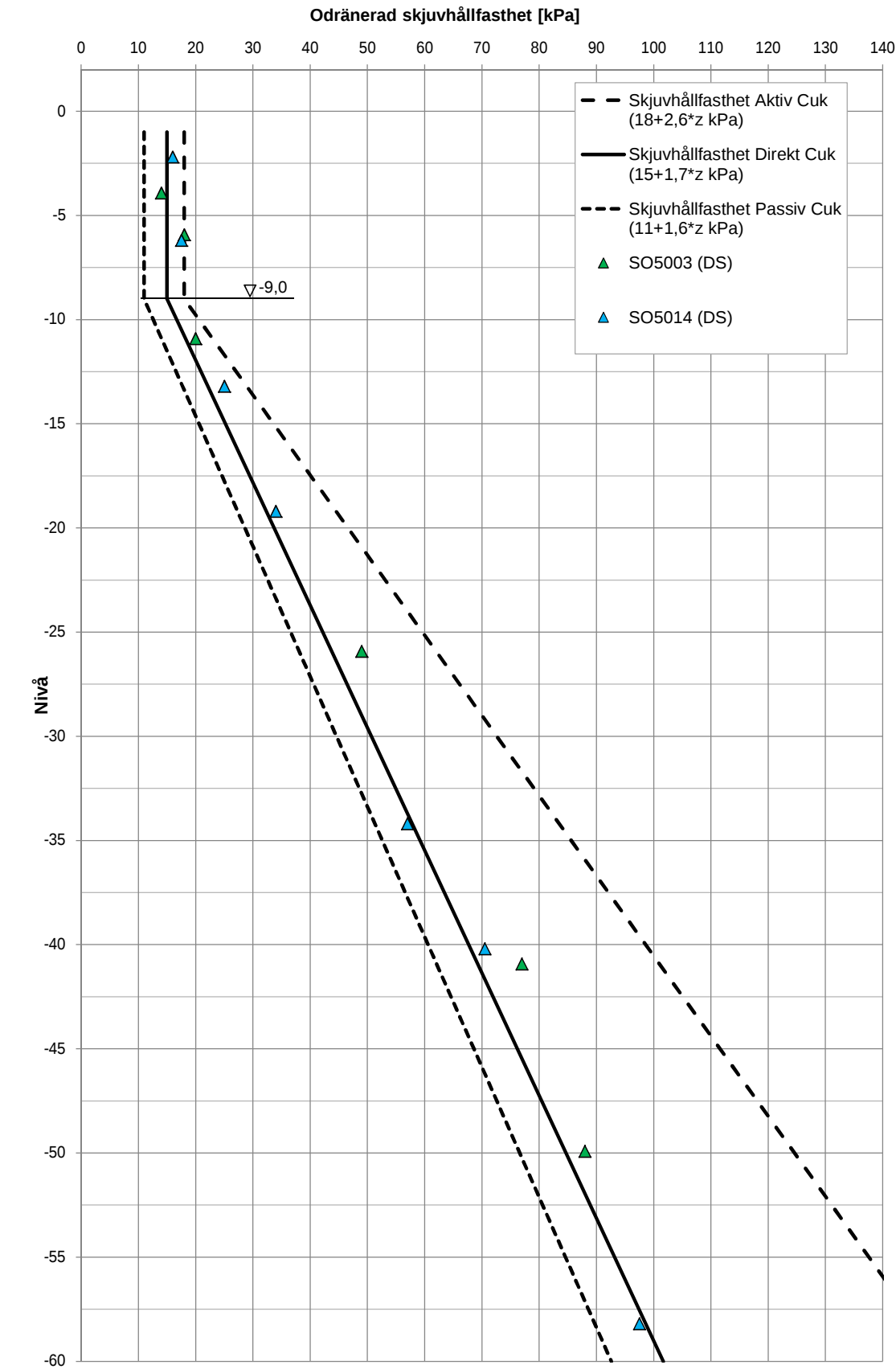






2014-06-19





Detalj - Övre delen av jordprofilen

