



Skandia Fastigheter och Hemsö Development
KV. MULLVADEN & KV. MURMELDJURET, MÖLNDAL
Geoteknisk utredning för detaljplan

TEKNISK PM, GEOTEKNIK

Göteborg 2017-02-15

ELU Konsult AB
Avd. Geoteknik, Göteborg

Handläggare:	Therese Hedman
Granskare:	Gary Axelsson
Uppdragsnummer:	60040
Dokumentbeteckning:	PM-G01
Revidering:	

Innehållsförteckning

	Sida nr
1 ORIENTERING	4
2 PLANERAD EXPLOATERING	4
3 TIDIGARE GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR	5
4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	6
4.1 Topografi.....	6
4.2 Jordlagerföljd	6
4.3 Geohydrologiska förhållanden	6
4.4 Sättningsförhållanden.....	7
4.5 Stabilitetsförhållanden	7
4.6 Markgasförhållanden	7
4.7 Markmiljöförhållanden	7
4.8 Befintliga byggnader	8
5 DETALJERAD STABILITETSUTREDNING	8
5.1 Allmänt.....	8
5.2 Geometri	8
5.3 Materialegenskaper	8
5.4 Vattenstånd och portryck	9
5.5 Laster	9
5.6 Beräkningssektioner	9
5.7 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer.....	9
5.8 Beräkningar i Slope/W	10
5.8.1 Allmänt	10
5.8.2 Analysmodell	10
5.8.3 Resultat	10
6 GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER	10
6.1 Allmänt.....	10
6.2 Mark.....	10
6.3 Ledningar och kablar	11
6.4 Grundläggning.....	11
6.5 Schaktarbeten.....	11
6.6 Pålningsarbeten	11
7 PRELIMINÄRT UNDERLAG FÖR DIMENSIONERING	12
7.1 Allmänt.....	12

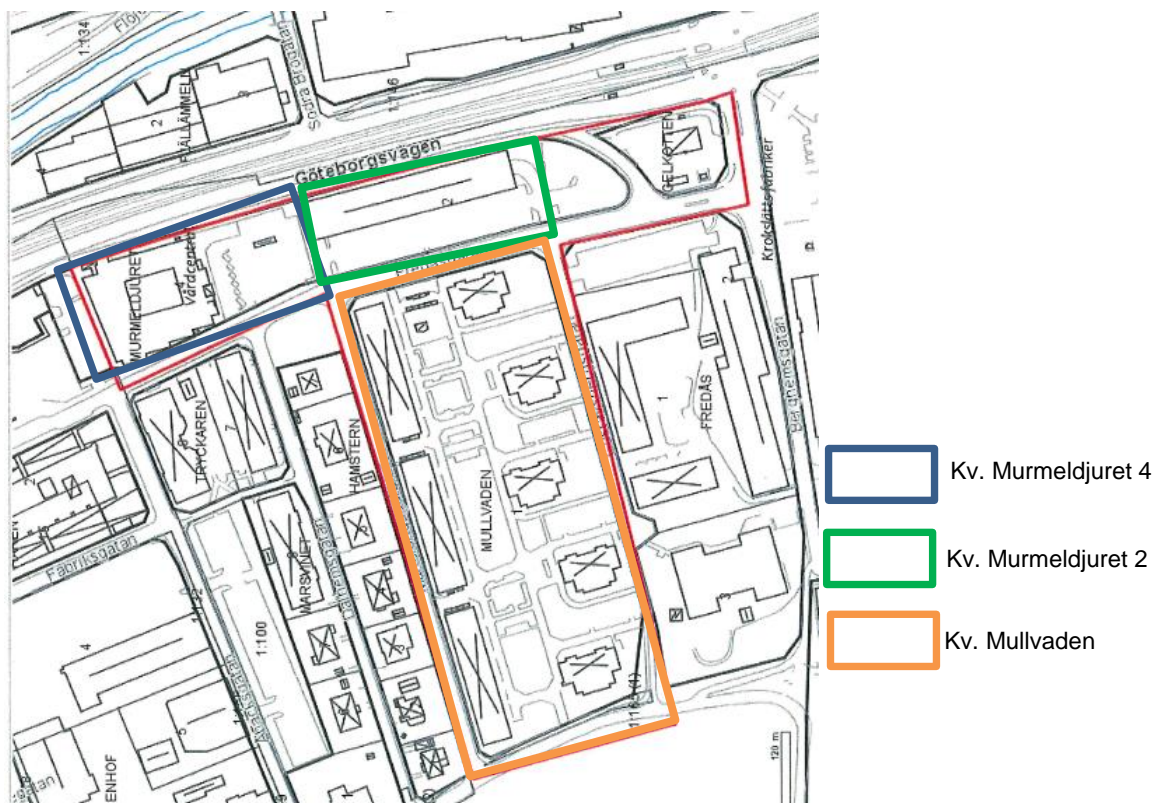
Förteckning över bilagor

- 1 HÄRLEDDA VÄRDEN
- 2 STABILITETSBERÄKNING

1 ORIENTERING

Inom Kv. Mullvaden, Kv. Murmeldjuret 2 och Kv. Murmeldjuret 4 planeras nybyggnation av bostadshus och påbyggnation av befintliga byggnader.

ELU Konsult AB har på uppdrag av Skandia Fastigheter och Hemsö Development utfört en geoteknisk utredning som underlag för detaljplan och kommande projekterings- och byggsleden.

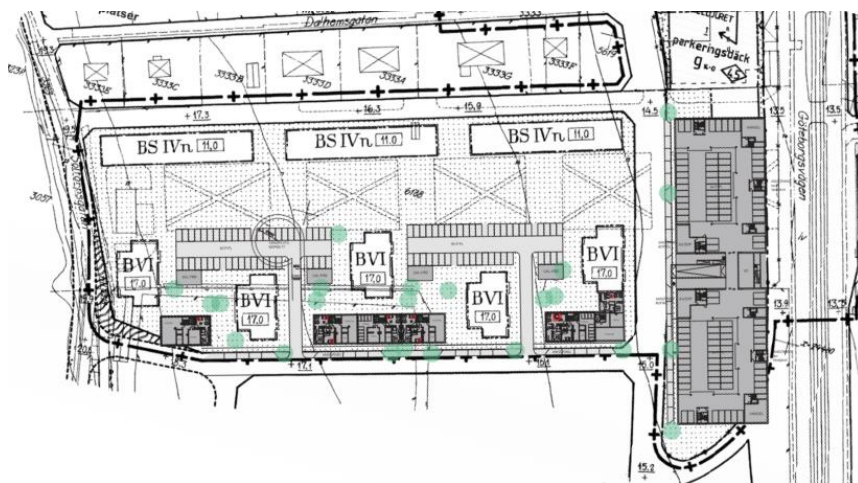


Figur 1.1. Aktuellt planområde.

2 PLANERAD EXPLOATERING

Inom Kv. Mullvaden planerar Skandia Fastigheter nybyggnation av 3 st lamellhus i 5 våningar med en area på ca 200 m², 500 m² respektive 450 m², samt påbyggnation av befintliga lamellhus med 1 våning. Befintliga punkthus inom området planeras även att byggas på med 2 våningar. Inom Kv. Murmeldjuret 2 planeras en nybyggnation av ett bostadshus längs Göteborgsvägen i 6 våningar med en area på ca 3500 m².

Inom Kv. Murmeldjuret 4 planerar Hemsö Development en påbyggnation av ett befintlig kontorshus och vårdcentral med 2 våningar samt en tillbyggnad i 6 våningar med en area på ca 1000 m².



Figur 2.1. Planerad byggnation inom Kv. Mullvaden och Kv. Murmeldjuret 2. (Förslagsskisser från Krook & Tjäder)



Figur 2.2. Planerad på- och nybyggnation inom Kv. Murmeldjuret 4. (Förslagsskisser från Krook & Tjäder)

3 TIDIGARE GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

Tidigare relevanta utförda geotekniska undersökningar inom aktuellt område och i närliggande områden finns redovisade i följande rapporter:

- *"Nya Krokslätt. Geoteknisk undersökning för detaljplan. Kängurun 21 m.fl., Mölndals stad. Rapport Geoteknisk undersökning (RGeo)"* Uppdragsnummer 10142412, daterad 2010-12-08. Utförd av WSP Samhällsbyggnad.
- *"Kv. Murmeldjuret, Mölndal. Utlåtande över geoteknisk undersökning för planerat konstorshus."* Daterad 1978-08-22. Upprättad av Armerad Betong vägförbättringar AB.
- *"Fjällämmeln 3, Mölndal. Rapport Geoteknisk undersökning (RGeo)." Daterad 2011-02-11. Uppdragsnummer 1021040. Upprättad av Norconsult AB.*
- *"Mölndal lokalgata vid Södra Brogatan. Utlåtande över grundförhållandena"* Daterad 1971-04-05. Upprättad av Kjessler & Mannerstråle.
- *"Lackarebäck översvämningsskydd. Rapport över geotekniska undersökningar (RGeo)"* Daterad 2007-05-01. Upprättad av Gatubolaget.

4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

4.1 Topografi

Samtliga nivåer är angivna i höjdsystem RH2000.

Aktuellt område är beläget i området Krokslätt i Mölndals kommun. Området avgränsas i öster av Göteborgsvägen, i söder av Gustavsbergsgatan och i norr av Marielundsgatan. I väster avgränsas området av Soltorpsgatan. Marknivåerna i området varierar mellan ca +10 i väster till ca +5 i öster. Ytbeskaffenheten i området består av delvis hårdgjorda ytor och delvis gräsbevuxna ytor.

I öster, ca 80 m från aktuellt planområde, rinner Mölndalsån i syd-nordlig riktning. Slänten ned mot Mölndalsån har enligt uppgifter i tidigare utredningar en släntlutning mellan 1:1,5 och 1:2. Bottennivån bedöms enligt tidigare utredningar ligga på nivå ca -0,5.

4.2 Jordlagerföljd

Jorddjupen inom området varierar mellan ca 12 m och 40 m med ökande jorddjup i riktning mot Mölndalsån. Generellt består jorden överst av en ca 1-1,5 m mäktig torrskorpelera eller fyllning, följt av ca lera med en mäktighet mellan 10 och 30 m varav de övre 5-10 metrarna består av gyttjig lera. Under leran följer ett lager friktionsjord på berg.

Den **grusiga sandiga Fyllningen (Fy/GrSa)** och **torrskorpeleran (Let)** har inslag av mulljord och tegelrester. Den naturliga vattenkvoten har uppmätts till mellan 8 % och 33 %.

I geotekniskt laboratorium har **leran (Le)** benämnts som grå, gråsvart och rostfläckig med inslag av skalrester. I de övre 5-10 metrarna är leran **gyttjig (gyLe)** med en uppmätt naturlig vattenkvot mellan ca 80 % och 120 %. Konflytgränsen har uppmätts till mellan 80 % och 120 %. Lerans densitet är 1,5 t/m³ ned till ca 20 m under markytan för att därefter öka till 1,6 t/m³. Leran klassificeras som mellansensitiv och har en extremt låg till låg odränerad skjuvhållfasthet på 10 kPa ned till ca 6 m under markytan för att därefter öka med 1,1 kPa/m.

Friktionsjorden som underlagrar leran har en hög relativ fasthet.

En sammanställning av härledda värden samt valda erfarenhetsvärden för jordegenskaper redovisas i tabell 5.1.

4.3 Geohydrologiska förhållanden

Grundvattenytan har uppmätts ligga mellan 0,2 m och 1 m under befintlig markyta. Portrycken i leran har en hydrostatisk ökning mot djupet från rådande grundvattenyta.

Enligt uppgifter i tidigare utredningar är karakteristiska vattenstånd för Mölndalsån enligt nedan:

Lägsta lågvatten (LLW)	+1,35
Reglerad medelvattennivå (MW)	+1,55
Högsta Högvatten (HHW)	+3,55
Dimensionerande högsta högvatten (HHW)	+4,95

Med dimensionerande högsta högvatten avses en prognosticerad framtida nivå för ett 100-årsflöde. Med avseende på marknivåer närmast Mölndalsån finns en risk att de östra delarna av aktuellt planområde kan drabbas av framtida översvämningar.

4.4 Sättningsförhållanden

Utvärdering av CRS-försök utförda i ett närliggande område visar att leran är normalkonsoliderad till svagt överkonsoliderad med en överkonsolideringskvot (OCR) kring 1,2. Detta innebär att vid en ökad belastning kommer långtidssättningar att uppstå. Även pågående sättningar kan förekomma från tidigare uppfyllnader i området.

4.5 Stabilitetsförhållanden

Stabiliteten ned mot Mölndalsån har tidigare kontrollerats i samband med projektering av en lokalgata vid Södra Brogatan. Resultatet visade på tillfredställande säkerhet mot brott förutom i en sektion vid en planerad vändplats. Föreslagen förstärkningsåtgärd var en utskiftning av befintliga massor mot lättfyllning.

Stabiliteten har tidigare även kontrollerats i samband med projekteringen av en affärsbyggnad öster om aktuellt planområde. Resultatet visade att stabiliteten var tillfredställande med en belastningsrestriktion på 2 m från släntkrön.

Stabiliteten för aktuellt planområde har kontrollerats i föreliggande utredning. Beräkningsförutsättningar och resultat redovisas i avsnitt 5.

4.6 Markgasförhållanden

Ingen radonundersökning har utförts inom aktuellt område men marken kan utifrån förekommande jordar, klassas som låg- normalradonmark. Det kan dock inte uteslutas att det i befintliga fyllnadsmassor kan finnas radonemitterande material.

4.7 Markmiljöförhållanden

Ingen undersökning angående markmiljö har utförts i samband med tidigare fältundersökningar inom det aktuella området. Inga indikationer har påträffats, vid de geotekniska undersökningarna, på att markmiljöföroreningar finns i området.

I södra delen av det aktuella området finns dock en befintlig bensinmack och marken här kan vara förorenad.

4.8 Befintliga byggnader

I aktuellt område finns tre befintliga lamellhus längs Marielundsgatan. Varje lamellhus är 4 våningar högt med en källarvåning och har en area på ca 750 m². Husen är grundlagda på stödpålar av betong.

Söder om lamellhusen finns fem punkthus som är 6 våningar höga samt med en källarvåning. Varje hus upptar en yta på ca 400 m². Husen är grundlagda på stödpålar av betong.

I västra delen av området finns ett parkeringsdäck i 2 våningar varav en är under mark. Byggnaden upptar en yta på ca 1600 m² och är grundlagt på ca 20 m långa kohesionspålar i trä.

Inom Kv. Murmeldjuret 4 ligger idag en vårdcentral. Byggnaden är 4 våningar hög och upptar en yta på ca 1600 m². Grundläggningen är inte säkerställd men är troligtvis utförd med stödpålar av betong.

I det aktuella planområdets södra del finns en befintlig bensinmack. Ingen information har påträffats om bensinmackens grundläggning.

5 DETALJERAD STABILITETSUTREDNING

5.1 Allmänt

I föreliggande utredning har en detaljerad stabilitetsutredning utförts. I nedanstående avsnitt redovisas beräkningsförutsättningar och resultat.

Tillståndsbedömning av aktuell slänt med avseende på stabilitet har utförts i enlighet med SS-EN 1997-1. Stabilitetsberäkningarna har utförts med dimensionerande värden enligt IEG Rapport 6:2008, rev.1.

5.2 Geometri

Marknivåer och jordlagergränser i beräkningssektionerna har bedömts utifrån geotekniska undersökningar utförda i tidigare utredningar.

Förstärkningsåtgärder föreslagna i tidigare stabilitetsutredningar har inte tagits hänsyn till då det föreligger en osäkerhet huruvida dessa blivit utförda eller inte.

5.3 Materialegenskaper

Utvärderade karakteristiska och dimensionerande värden på materialparametrar redovisas i tabell 5.1.

Tabell 5.1 Karakteristiska värden valda utifrån resultaten från de geotekniska undersökningarna inom aktuellt område.

Jordlager	Egenskap	Karakteristiska värden	Dimensionerande värden
Fy/grsa	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 18 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 18 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 35^\circ$	$\varphi' = 28,3^\circ$
gyLe/Le	Tunghet (ned till nivå -14)	$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15 \text{ kN/m}^3$
	Tunghet (Från nivå -14)	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet (d=0 vid nivå -2)	$c_u = 10 + 1,1 \cdot d \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,10$, $\varphi' = 30^\circ$	$c_u = 6,7 + 0,73 \cdot d \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,115$, $\varphi' = 23,9^\circ$
Friktionsjord	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 37^\circ$	$\varphi' = 30,1^\circ$

5.4 Vattenstånd och portryck

I stabilitetsberäkningarna har lägsta lågvatten (LLW +1,35) använts för odränerad analys och medelvatten (MW +1,55) för kombinerad analys.

Grundvattenytan antas ligga i underkant fyllning med en hydrostatisk portrycksfördelning mot djupet.

5.5 Laster

Trafiklast för körfält ansätts till ett dimensionerande värde på 13 kPa. För gång- och cykelväg ansätts ett dimensionerande värde på 6,4 kPa. Trafiklasten för spårvägar har beräknats enligt *Spårväglast 2004 (Trafikkontoret 1996)* med en dimensionerande last på 19 kPa som antas verka på en bredd av 4,2 m symmetriskt om spårmittpunkt.

Då befintliga byggnader är pågrundlagda förutsätts inget lasttillskott ges från dessa.

5.6 Beräkningssektioner

Vald beräkningssektion redovisas i bilaga 2.

5.7 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer

Då inga exceptionella jord- och belastningsförhållanden råder i området förutsätts säkerhetsklass 2 gälla. Vid stabilitetsberäkningar med partialkoefficientmetoden ska krav på erforderlig säkerhetsfaktor i säkerhetsklass 2 (SK2) vara lägst 1,0 ($F_{EN} \geq 1,0$).

5.8 Beräkningar i Slope/W

5.8.1 Allmänt

Stabilitetsberäkningarna har utförts med programmet Slope/W, version 2012. I Slope/W beräknas säkerhetsfaktorer mot skred med jämviktsteorier i det vertikala planet.

5.8.2 Analysmodell

I de aktuella analyserna har cirkulär cylindriska och sammansatta glidytor beräknats med Morgenstern-Price's lamellmetod. Beräkningarna har utförts med kombinerad och odränerad analys.

5.8.3 Resultat

Resultatutskrifter från stabilitetsberäkningarna redovisas i bilaga 2. En sammanställning av beräkningsresultaten redovisas i tabell 5.2.

Tabell 5.2. Sammanställning av resultat från stabilitetsberäkningar

Sektion	Glidyta	Säkerhetsfaktor $F_{c, EN}$		Säkerhetsfaktor $F_{komb, EN}$	
		LLW +1,35		MW +1,55	
		Beräknad	Erforderlig	Beräknad	Erforderlig
A	Befintliga förhållanden	1,98	1,0	2,96	1,0

6 GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER

6.1 Allmänt

I detta kapitel ges geotekniska rekommendationer för utförande av de planerade byggnadernas grundkonstruktion samt återstående detaljprojektering för markanläggningar m.m. Inför detaljprojektering krävs kompletterande geotekniska undersökningar inom det aktuella området.

6.2 Mark

Marken i området är sättningkänslig och all ytterligare markbelastning utan några förstärkningsåtgärder bör därför undvikas i möjligaste mån. Vid eventuella uppfyllnader bör dessa lastkompenseras genom utskiftning med lättfyllning. Anslutningar mellan oförstärkt mark och pålade byggnader bör utformas flexibla för att kunna ta upp eventuella sättningsskillnader. Större och/eller långvariga grundvattensänkningar bör undvikas med hänsyn till risken för sättningar.

Stabiliteten för befintliga förhållanden ned mot Mölndalsån har kontrollerats i en sektion. Stabiliteten för glidytor som påverkas av aktuellt planområde uppfyller väl kravet på erforderlig säkerhet mot brott. Då planerade byggnader rekommenderas att grundläggas på stödpålar påverkar inte planerade förhållanden stabiliteten mot Mölndalsån.

6.3 Ledningar och kablar

Samtliga ledningar bör utformas med flexibla kopplingar för att kunna ta eventuella sättningsskillnader mellan oförstärkt mark och pålade konstruktioner. Återfyllning i djupa ledningsgravar bör lastkompenseras med lättfyllning för att inte orsaka sättningar. För att undvika grundvattensänkning i området bör strömningsavskärmande fyllning användas i ledningsgravar under nivån för underkant torrskorpelera/fyllning.

6.4 Grundläggning

Planerade byggnader bör pågrundläggas med hänsyn till jordens bärförmåga och risken för skadliga sättningar. Lerans hållfasthet och jorddjupen vid planerade byggnader är sådana att spetsburna betongpålar är att föredra. Pålängder för spetsburna pålar bedöms variera mellan 12 m och 40 m. Kompletterande geotekniska undersökningar rekommenderas för en noggrannare bedömning av pålstoppnivåer samt för att ytterligare undersöka sättningsförhållandena i området.

Eventuella källarkonstruktioner bör, med hänsyn till risken för framtida översvämningar göras vattentät upp till en nivå på +4,95.

Generellt kan det aktuella området klassas som låg- normalradonmark. Inför detaljprojekteringen bör dock en undersökning av markradon i befintlig fyllning utföras för bestämning om radonsäker eller radonskyddande grundläggning krävs för byggnaderna.

För påbyggnader måste befintlig grundläggning verifieras för den högre belastning detta innebär. Eventuell grundförstärkning av befintlig konstruktion kan krävas och rekommenderas då att utföras med borrade stålrörspålar ned till berg.

6.5 Schaktarbeten

Schakter kan, med hänsyn till gällande stabilitetskrav, utföras med schaktslänter med en lutning på 1:2 upp till 1,5 m djup och med obelastat släntröskron. För djupare schakter krävs stödskonstruktioner eller avlastningsschakter. Spont kommer även krävas där det på grund av utrymmesskäl inte går att anlägga schaktslänter, t.e.x mot befintliga vägar och/eller ledningar.

Schaktarbeten kan ge upphov till skadliga markrörelser och markvibrationer. Omgivningspåverkan på grund av schaktarbeten ska utredas i detaljprojekteringen och en riskanalys bör tas fram med tillåtna värden på markrörelser och markvibrationer.

Samtliga schakter bör med hänsyn till jordens låga hållfasthet, detaljprojekteras innan schaktarbeten påbörjas.

6.6 Pålningensarbeten

Pålningensarbetet kan ge upphov till skadliga markrörelser på omgivande byggnader och ledningar i form av markhävning och markvibrationer. En riskanalys om tillåtna markrörelser bör tas fram dels för att identifiera riskobjekt och dels för att ta fram kravnivåer för dessa objekt. Omgivningspåverkan på

grund av markhävning orsakat av pålningsarbete kan minskas genom att driva pålningsarbetet i riktning bort från känsliga objekt samt genom att dra lerproppar ned till ca 7 m djup. Noggranna besiktningar samt i vissa fall vibrationsmätningar, bör utföras inför och under pålningsarbeten.

7 PRELIMINÄRT UNDERLAG FÖR DIMENSIONERING

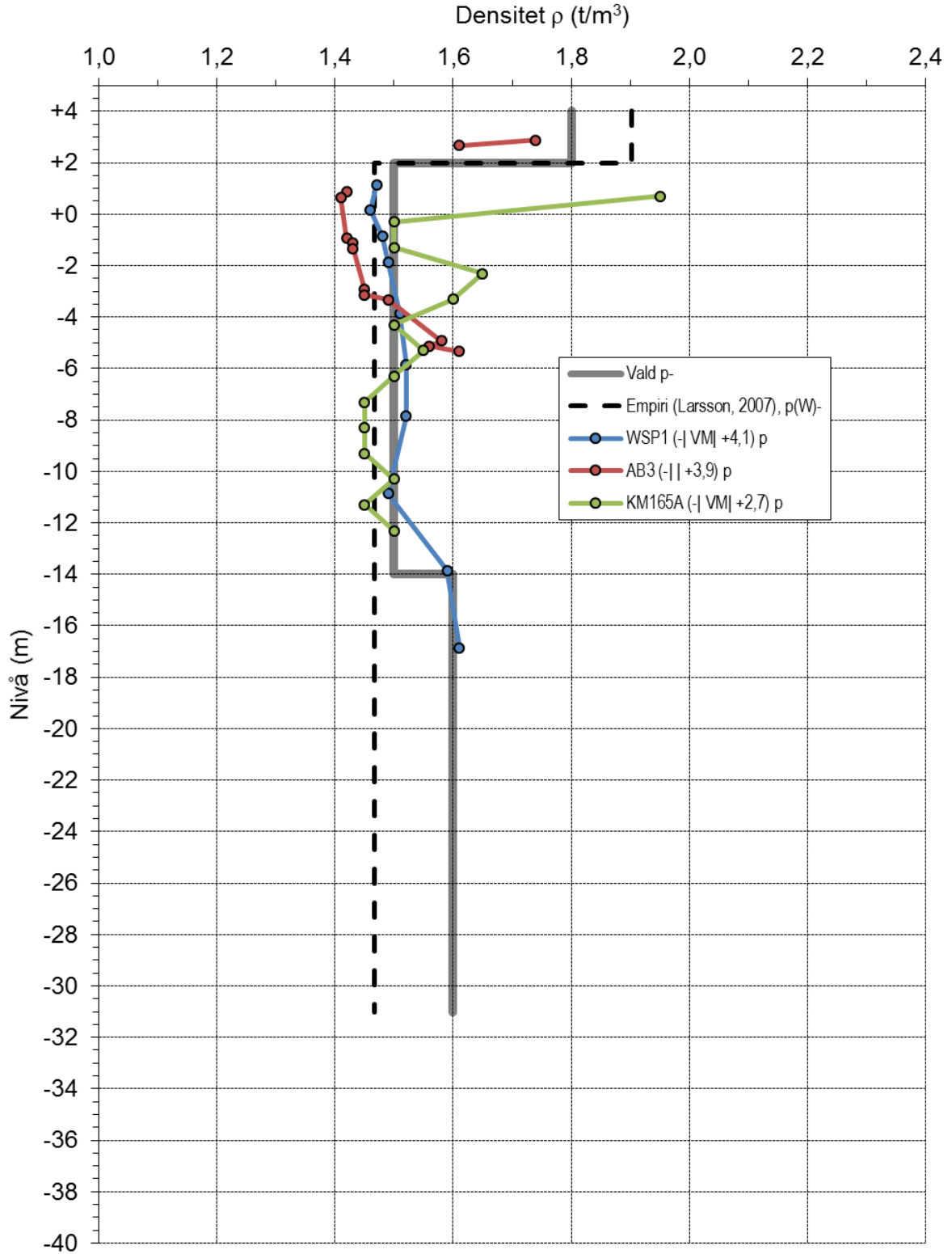
7.1 Allmänt

Dimensionering, utförande och kontroll av permanenta och temporära grundkonstruktioner skall utföras enligt Eurokod i som lägst geoteknisk kategori 2 (GK 2). Grundkonstruktioner hänförs till säkerhetsklass 2 (SK 2).

Total- och lokalstabilitet för schakter och permanenta slänter utformas och utförs enligt säkerhetsklass 2 med säkerhetsfaktor mot brott som är lägst 1,0-faldig ($F_{EN} \geq 1,0$).

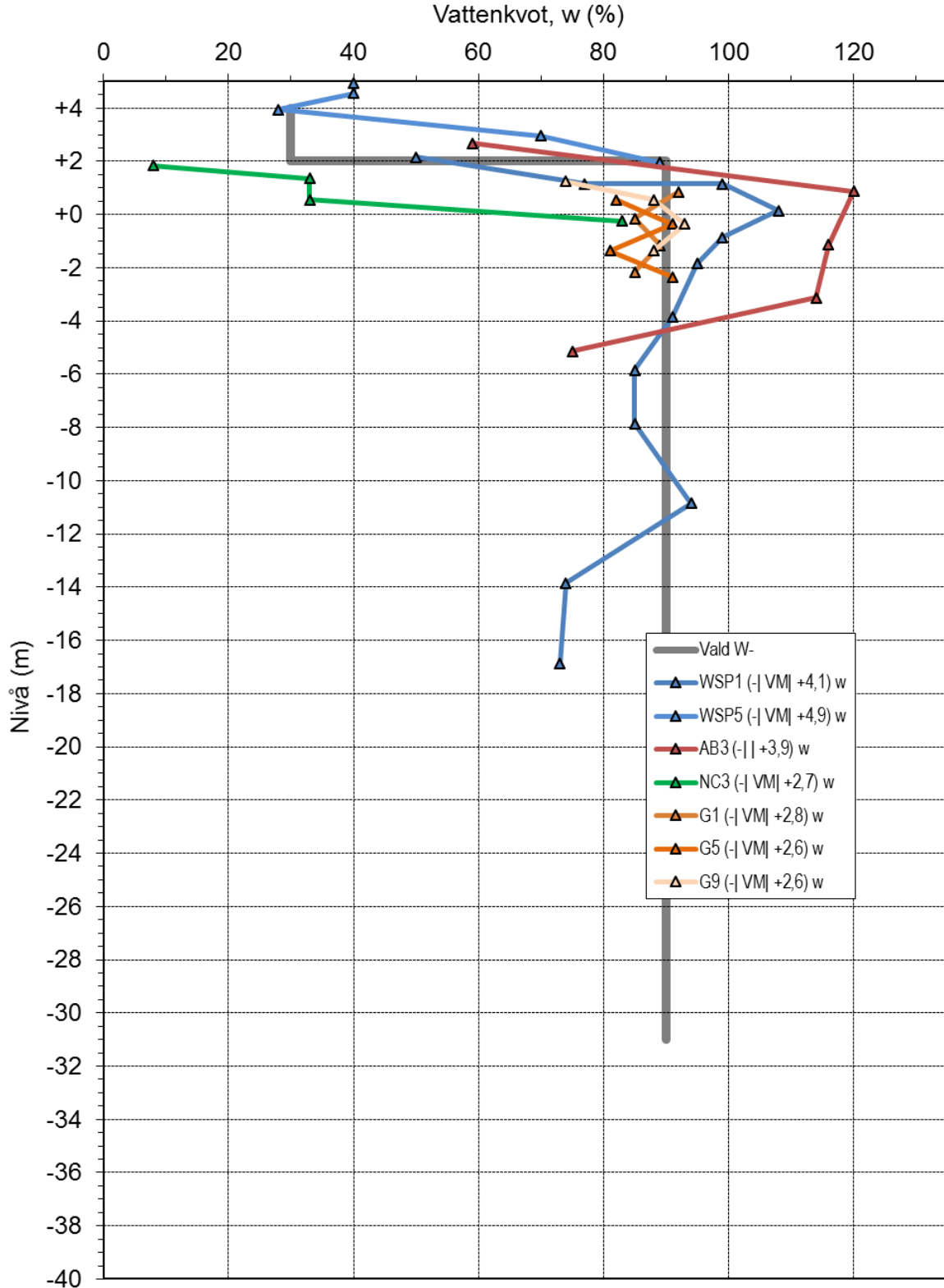
Gällande föreskrifter vid dimensionering av grundkonstruktioner tillhörande byggnader är Eurokod enligt dokument SS-EN-1997-1 och med nationella val enligt Boverkets dokument BFS 2013:10 EKS 9.

Härledda värden för jordgenskaper



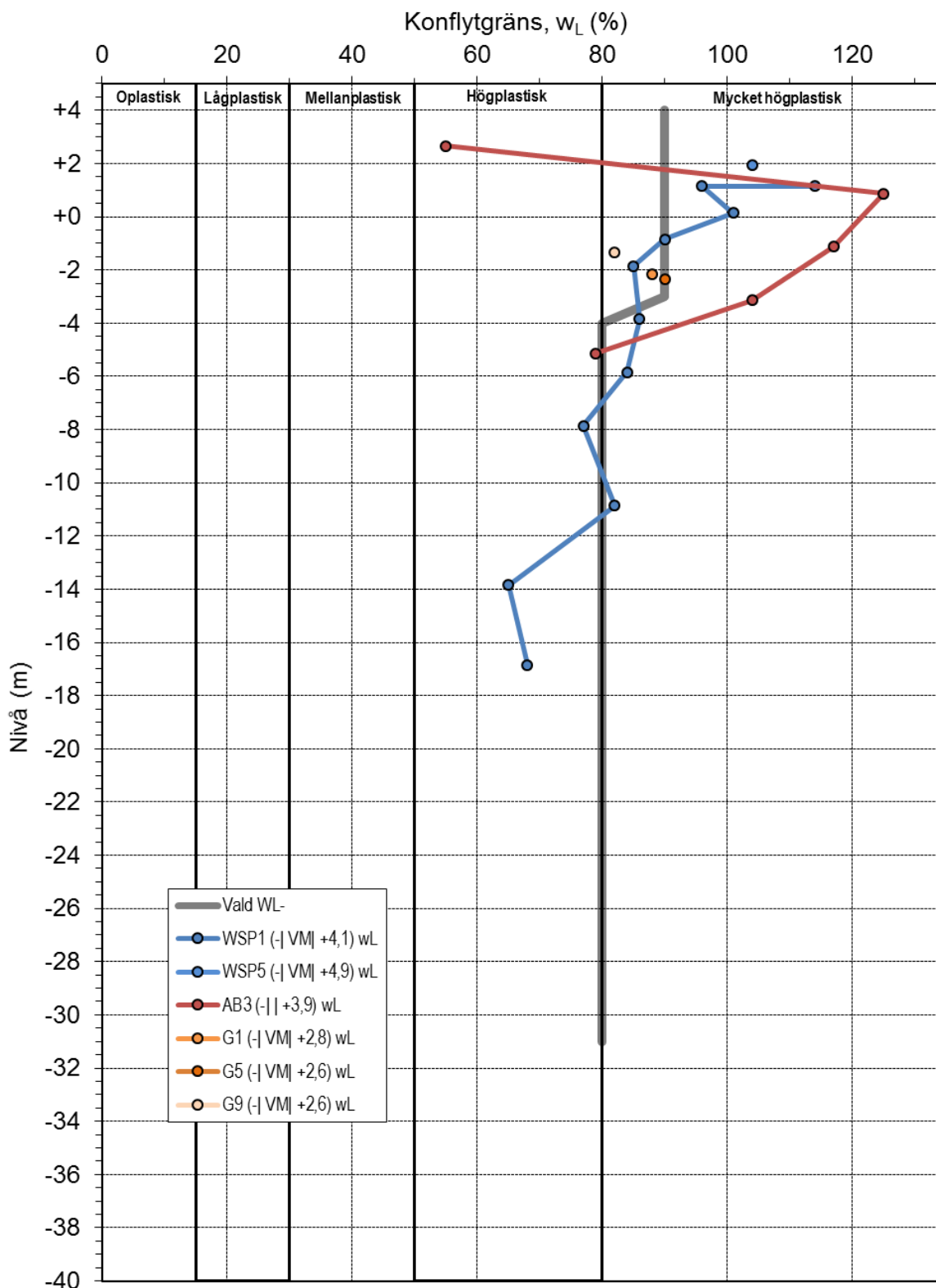
Figur 1.1 Resultat från bestämningar av densitet med valda, karakteristiska värden. Korrelation mot nivå.

Härledda värden för jordegenskaper



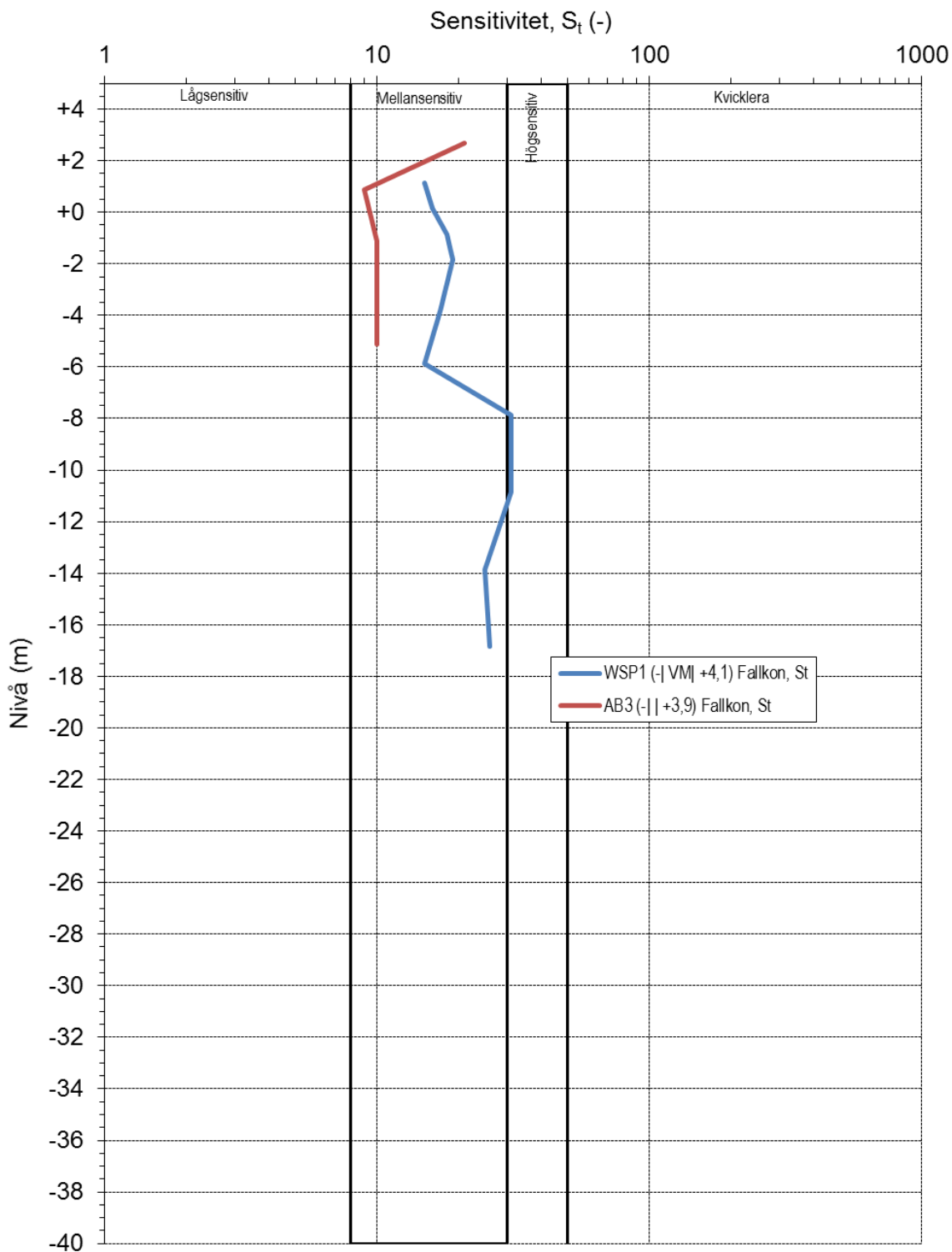
Figur 1.2 Resultat från bestämningar av vattenkvot med valda, karakteristiska värden. Korrelation mot nivå.

Härledda värden för jordegenskaper



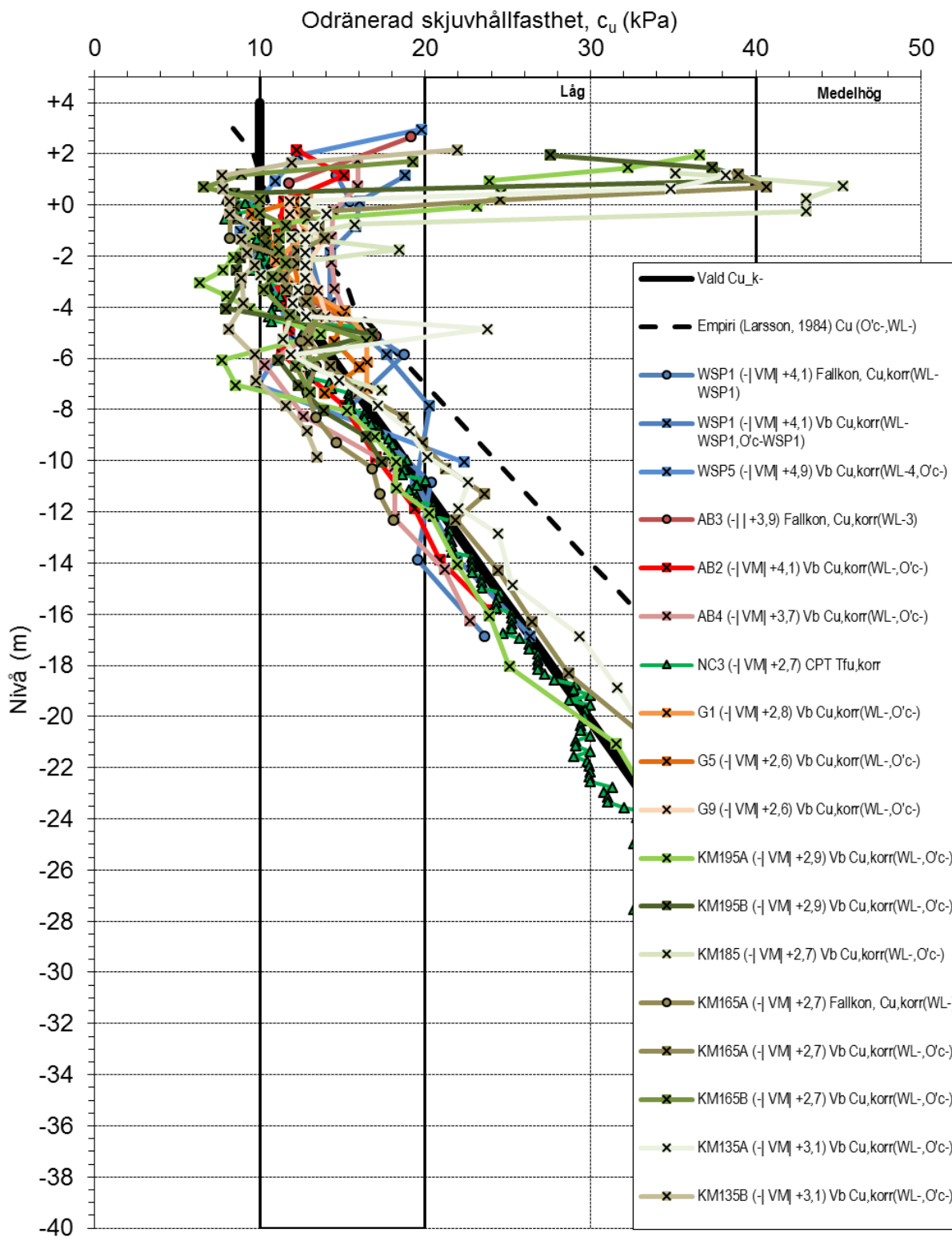
Figur 1.3 Resultat från bestämningar av konflytgräns med valda, karakteristiska värden. Korrelation mot nivå.

Härledda värden för jordegenskaper



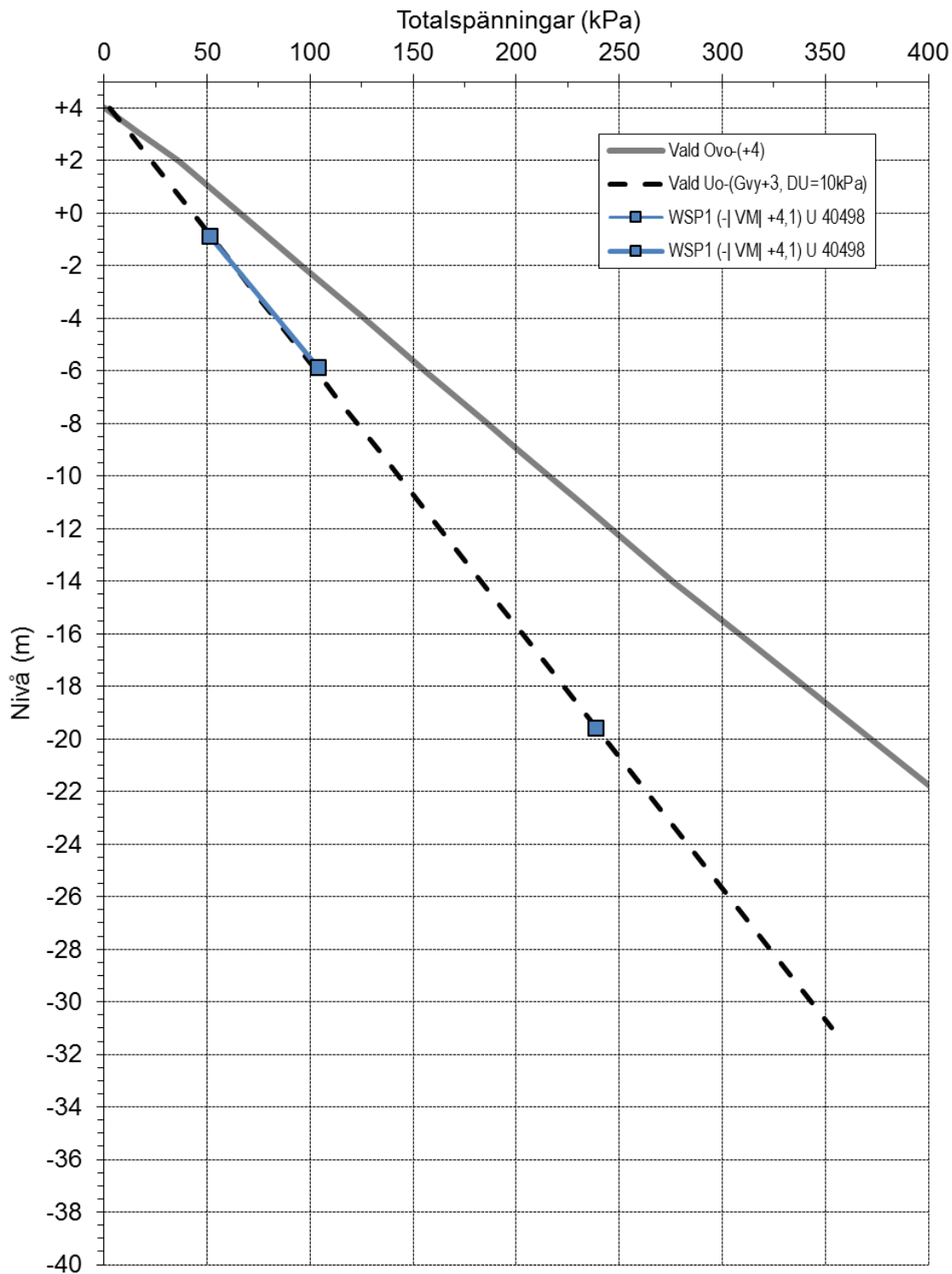
Figur 1.4 Resultat från bestämningar av sensitivitet. Korrelation mot nivå.

Härledda värden för jordegenskaper



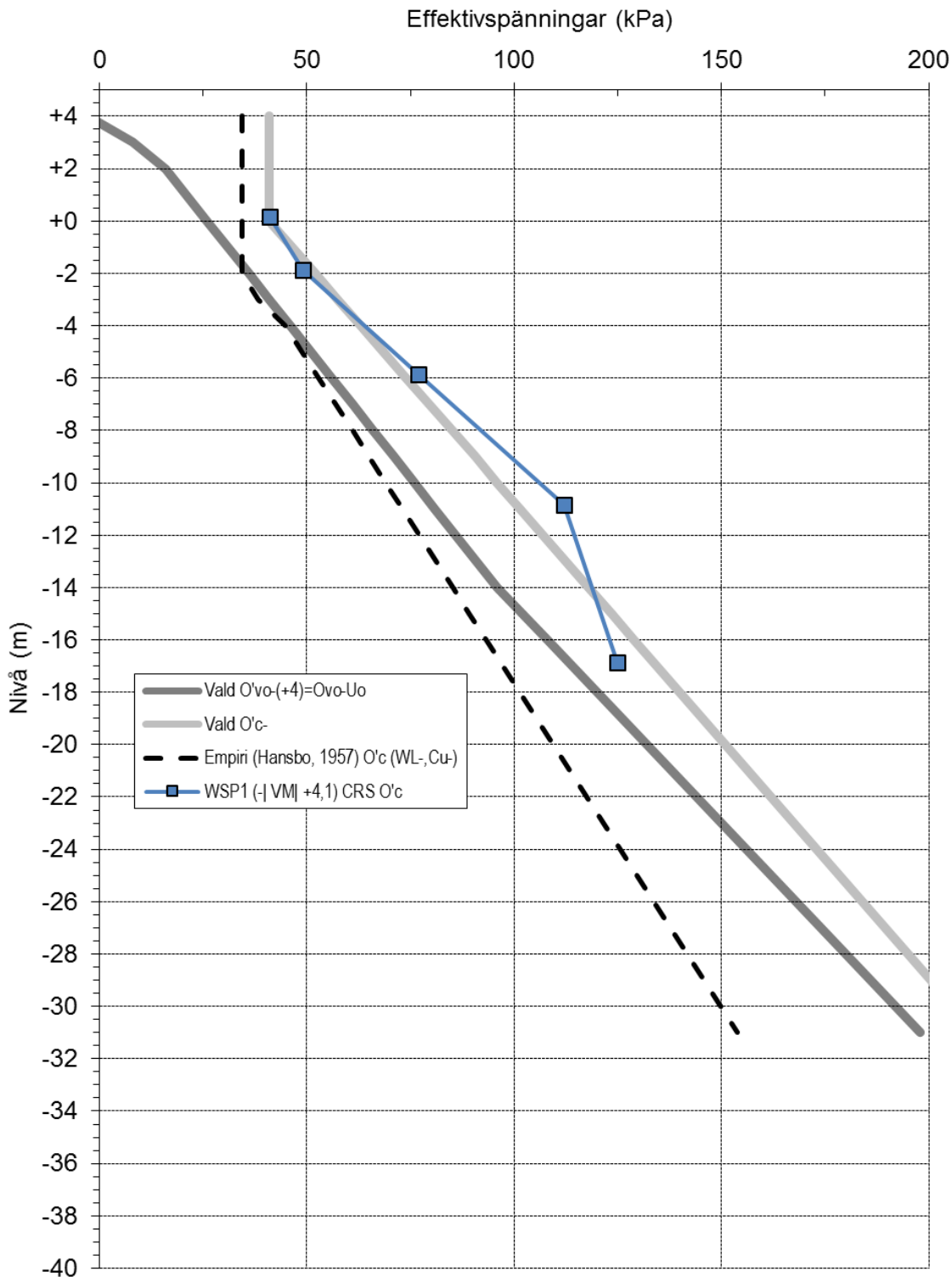
Figur 1.5 Resultat från bestämningar av odränerad skjuvhållfasthet med valda, karakteristiska värden. Korrelation mot nivå.

Härledda värden för jordegenskaper



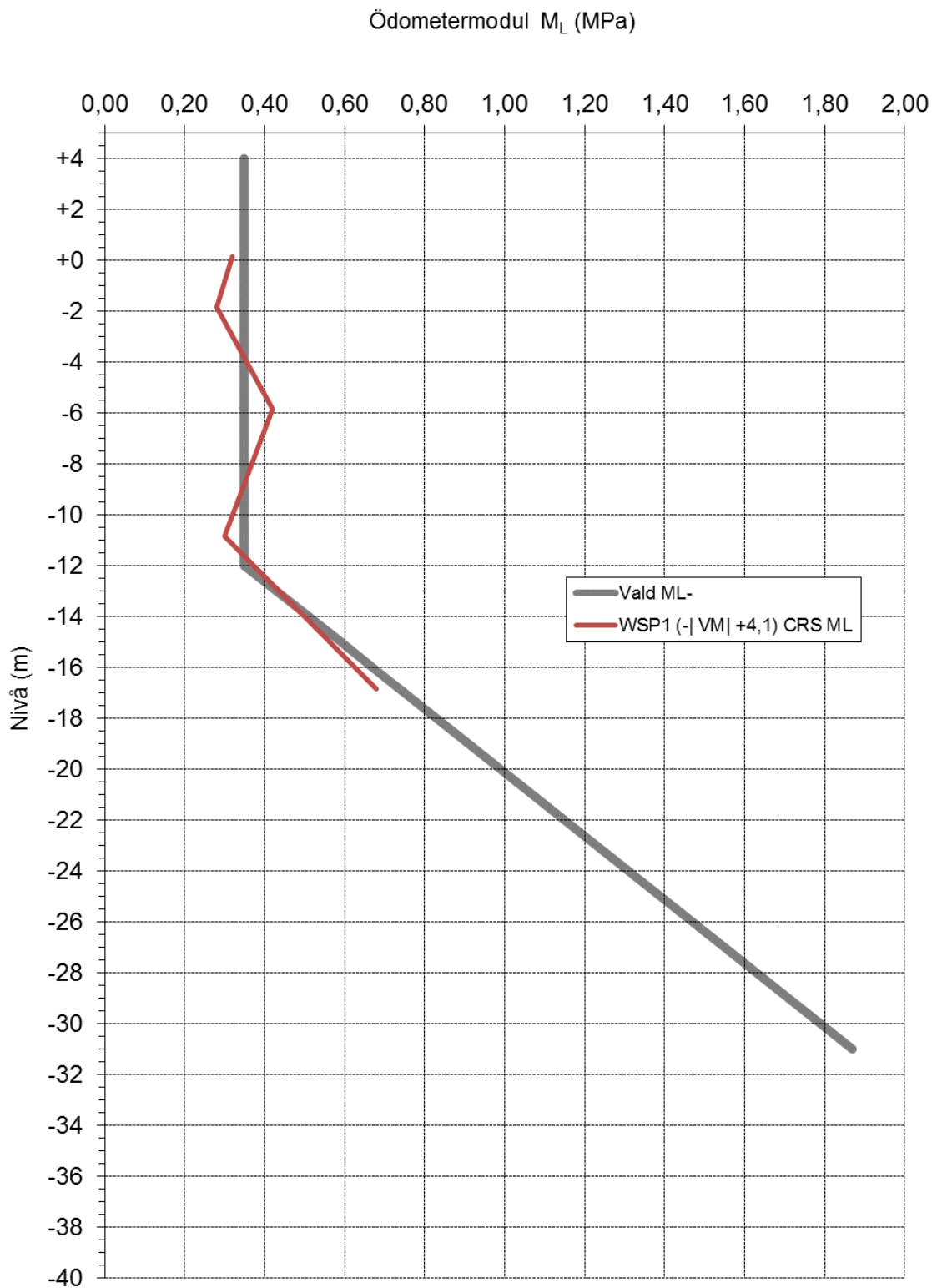
Figur 1.6 Resultat från mätningar av portryck i leran och friktionsjorden. Korrelation mot nivå.

Härledda värden för jordegenskaper

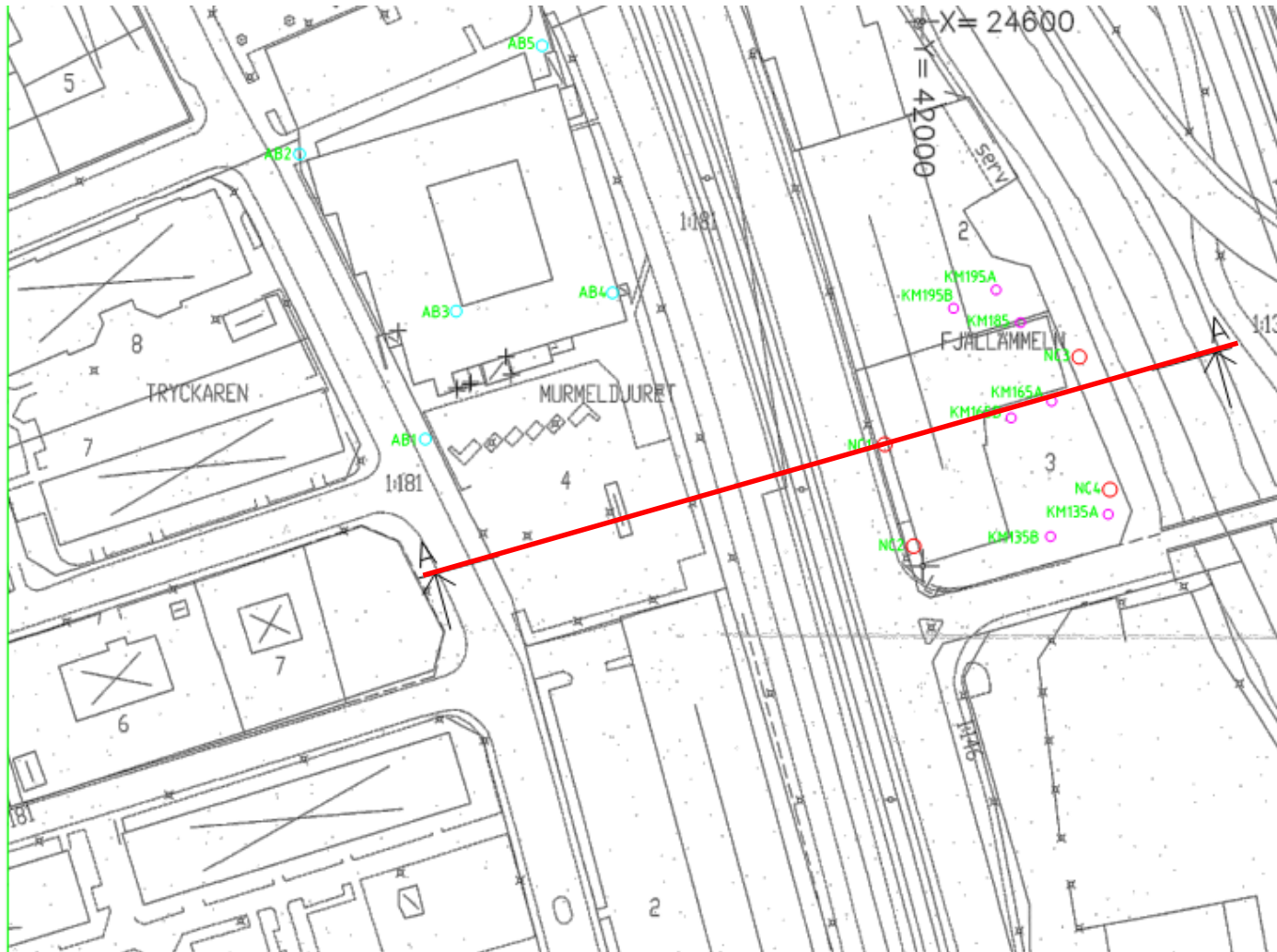


Figur 1.7 Resultat från bestämningar av förkonsolideringsspänning med valda, karakteristiska värden. Korrelation mot nivå.

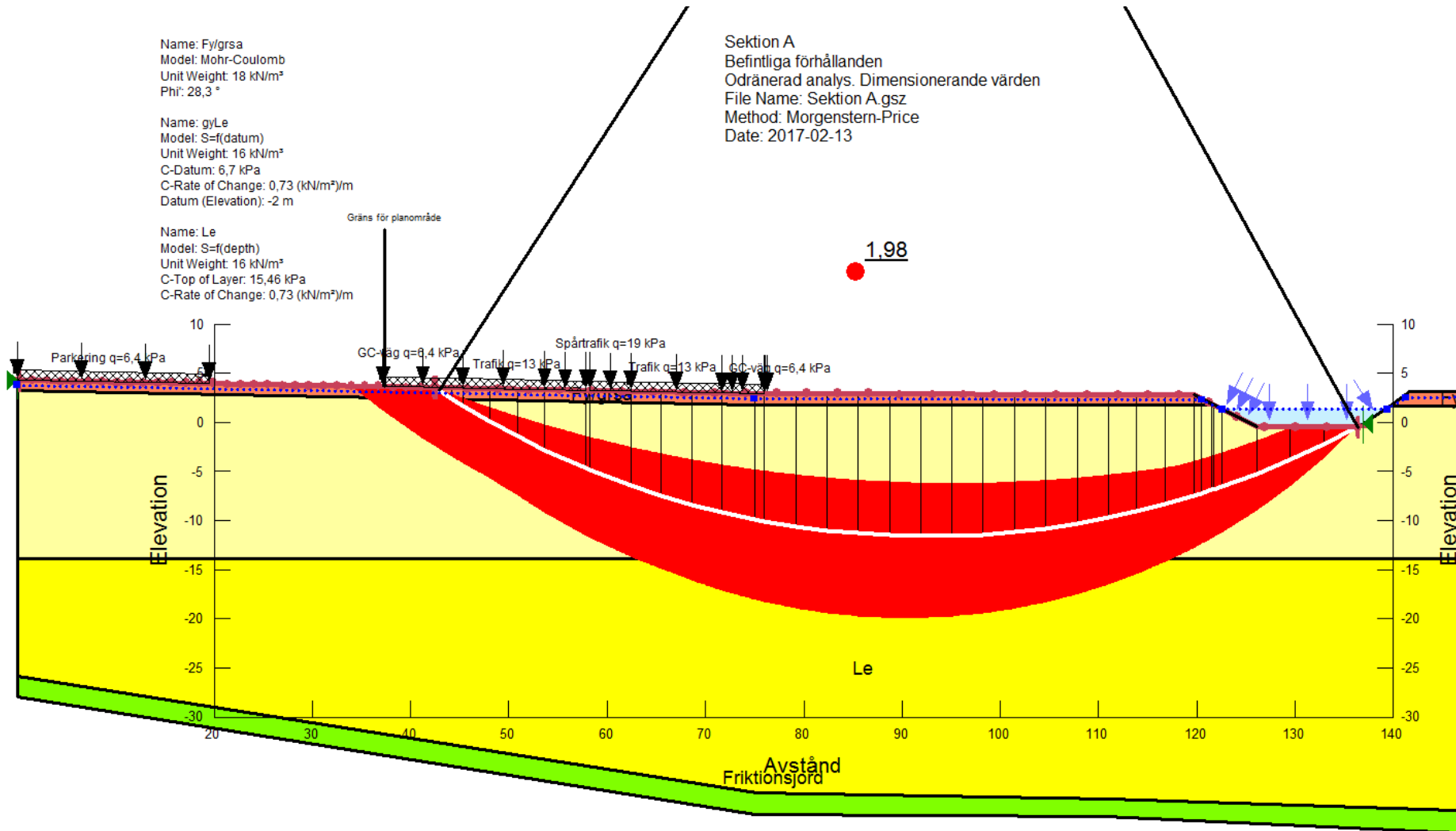
Härledda värden för jordgenskaper



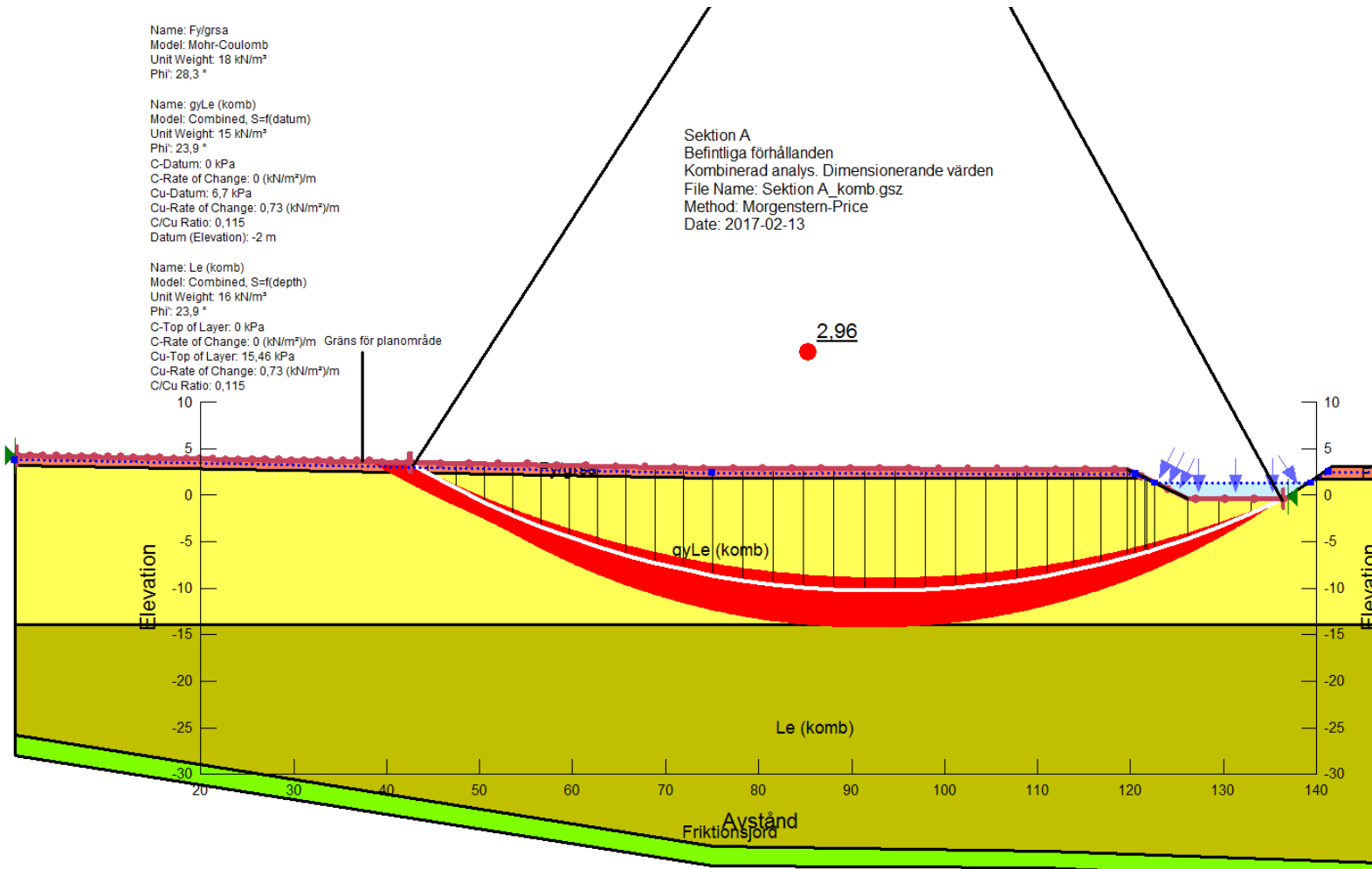
Figur 1.8 Resultat från bestämningar av ödometermodul med valda, karakteristiska värden. Korrelation mot nivå.



Figur 2.1 Placering av beräkningssektion i plan. Ungefärlig placering av tidigare utförda geotekniska undersökningar.



Figur 2.2 Sektion A. Beräkning med odränerad analys och dimensionerande värden på materialparametrar och laster.



Figur 2.3 Sektion A. Beräkning med kombinerad analys och dimensionerande värden på materialparametrar.