

KUND

LULEÅ KOMMUN

# TILLHÖRANDE DETALJPLAN FÖR TREKANTEN, LULEÅ

PM GEOTEKNIK

2022-11-25



wsp

# TILLHÖRANDE DETALJPLAN FÖR TREKANTEN, LULEÅ

## PM GEOTEKNIK

### KUND

**Luleå kommun**

### KONSULT

#### **WSP**

Smedjegatan 24  
972 31 Luleå  
Besök: Smedjegatan 24  
Tel: +46 10-722 50 00  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
**wsp.com**

### KONTAKTPERSONER

#### **Uppdragsledare**

Rebecka Westerberg  
Telefon: 010-722 50 91  
E-post: rebecka.westerberg@wsp.com

#### **Geotekniker**

Adam Sjödin  
Telefon: 010-722 76 77  
E-post: adam.sjodin@wsp.com

PROJEKT  
Trekanten, SBF 2021-592

UPPDRAGSNAMN  
Översiktligt geotekniskt och  
markmiljötekniskt utlåtande  
Trekanten

UPPDRAGSNUMMER  
10322663

FÖRFATTARE  
Adam Sjödin

DATUM  
2022-11-25

Granskad av  
Rebecka Westerberg

Godkänd av  
Rebecka Westerberg

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>UPPDRAG</b>	<b>5</b>
1.1	OBJEKT	5
1.2	PLANERAD BYGGNATION	6
1.3	DOKUMENTETS SYFTE	6
<b>2</b>	<b>UNDERLAG</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>STYRANDE DOKUMENT</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>PROJEKTERINGSANVISNINGAR</b>	<b>8</b>
4.1	PROJEKTERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR OCH BERÄKNINGSANVISNINGAR	8
4.2	FROSTDJUP OCH KLIMATZON	8
4.3	GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS	8
<b>5</b>	<b>BEFINTLIGA OCH TIDIGARE FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>8</b>
5.1	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	8
5.1.1	Topografi	8
5.2	TIDIGARE FÖRHÅLLANDEN	9
<b>6</b>	<b>GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>10</b>
6.1	JORDLAGERFÖLJD	10
6.2	GEOTEKNISKA PARAMETRAR	12
6.2.1	Partialkoefficienter	13
6.2.2	Omräkningsfaktorer	13
<b>7</b>	<b>HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>MILJÖTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>14</b>
<b>9</b>	<b>SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN</b>	<b>15</b>
9.1	ÖVERSIKTLIGA SÄTTNINGSBERÄKNINGAR	15
<b>10</b>	<b>SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER</b>	<b>15</b>
10.1	UNDERJORDSGARAGE	16
10.2	FÖRDELNINGSSSTATION	19
10.3	HÅRDGJORDA YTOR OCH BYGGNADER	20
10.4	KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR	20

## BILAGOR

Bilaga 1 – Valda värden

Bilaga 2 – Tolkad jordprofil

Bilaga 3 – Översiktliga sättningsberäkningar

## TILLHÖRANDE HANDLINGAR

Markteknisk undersökningsrapport (MUR), daterad 2022-11-25, framtagen av WSP Sverige AB.

# 1 UPPDRAG

## 1.1 OBJEKT

WSP Sverige AB har på uppdrag av Luleå kommun utfört en geoteknisk och miljöteknisk undersökning inom området kring och på Trekantens parkering i Norra hamn, Luleå, se Figur 1.1. Aktuellt område för undersökningen utgör del av Innerstaden 2:1 samt Innerstaden 2:13, se Figur 1.2.



Figur 1.1. Översiktskarta över aktuellt område för undersökning, inringat i rött (Kartbild hämtad från Lantmäteriet, bilddatum 2019).



Figur 1.2. Flygbild över aktuellt område för undersökning, inringat i rött (Flygbild hämtad från Lantmäteriet, bilddatum 2019).

## 1.2 PLANERAD BYGGNATION

Stadsbyggnadsförvaltningen (SBF) på Luleå kommun har fått i uppdrag att arbeta med förslag till detaljplan för del av Innerstaden 2:1 samt Innerstaden 2:13 i syfte att pröva förutsättningarna för uppförande av teknisk anläggning (fördelningsstation för Luleå Energis behov) och att utveckla platsen till mötesplats.

Ett underjordiskt garage kan vara en lösning på platsen, trafikstrukturen runt platsen kan komma att förändras, eventuellt likaså bebyggelse som stärker mötesplatsen kan tillkomma.

## 1.3 DOKUMENTETS SYFTE

Detta PM syftar till att beskriva de geotekniska förhållandena inom aktuellt område med avseende på jordarter, bergförekomst, grundvatten samt ge rekommendationer gällande fortsatt utredning och projektering. Detta PM ska även redogöra förutsättningar för kalkylunderlag till beställare och ligga till grund för fortsatt arbete med detaljplanen.

De geotekniska förutsättningarna krävs för att erhålla ett bättre underlag att diskutera möjligheter och begränsningar för olika alternativ och lösningar på platsen i sin i helhet.

Detta PM Geoteknik ersätter PM Översiktligt geotekniskt- och markmiljötekniskt utlåtande, Tillhörande detaljplan för Trekanten, Luleå, daterad 2021-09-06, med hänsyn till de geotekniska förutsättningarna inom aktuellt område.

### **Begränsningar**

Denna handling skall ej utgöra någon del av eller ingå i ett förfrågningsunderlag.

## 2 UNDERLAG

Följande underlag har nyttjats för utredningen:

- Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Tillhörande detaljplan för Trekanten, Luleå, upprättad av WSP Sverige AB, daterad 2022-11-25
- Översiktlig miljöteknisk markundersökning (MMU), Tillhörande detaljplan för Trekanten, Luleå, upprättad av WSP Sverige AB, daterad 2022-11-25
- PM Översiktligt geotekniskt- och markmiljötekniskt utlåtande, Tillhörande detaljplan för Trekanten, Luleå, upprättad av WSP Sverige AB, daterad 2021-09-06
- Geoteknisk undersökning för ny väg mellan Smedjegatan och Skeppsbrogatan (den s k Namnlösa gatan). KM år 1958
- Geoteknisk undersökning, Trekanten invid Kv Uttern, utförd av WSP Samhällsbyggnad år 2004
- Rapport, Kulturens hus, Kommentarer till utförd grundläggning i relation till Skanskas ÄTOR, upprättad av WSP Samhällsbyggnad, daterad 2006-07-05
- Rapport, Kulturens hus, Mark-/geo-/schaktkontroll, Fortlöpande dagbok, upprättad av WSP Samhällsbyggnad, daterad 2005-06-20
- Geoarkiv, Luleå kommun
- Information kring utformning av Fördelningsstation, erhållet via samtal med Lars Molin, Luleå Energi
- Skisser över olika scenario för omvandling av Trekanten och placering av underjordsgarage, erhållna av Luleå kommun 2022-02-03
- Rapport 02.15.4 SMHI, Dimensionerande havsnivåer Luleå hamn, version 1, upprättad av SMHI, daterad 2014-09-16

## 3 STYRANDE DOKUMENT

Denna rapport ansluter till Eurokod 7 del 1 (SS-EN 1997-1) och SS-EN 1997-2, med tillhörande nationell bilaga BFS 2019:1 – EKS 11 (Boverket).

Följande styrande och rådgivande dokument har beaktats:

- TK Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0667, version 2.0)
- TR Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0668, version 2.0)
- IEG:s tillämpningsdokument, Eurokod 7
- AMA Anläggning 20 med tillägg och ändringar enligt TRVAMA Anläggning 20 (TDOK 2020:0245, version 2.0).
- Jords egenskaper, SGI Information 1:2008

## 4 PROJEKTERINGSANVISNINGAR

### 4.1 PROJEKTERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR OCH BERÄKNINGSANVISNINGAR

Dimensionering av geokonstruktioner skall utföras enligt BFS 2019:1 (Boverket) EKS 11 med tillhörande nationella val samt SS-EN 1997-1.

Dimensionering för olika typer av geokonstruktioner görs enligt tabell I-1 BFS 2019:1 EKS 11, vilket för plattgrundläggning och stödkonstruktioner innebär dimensioneringsätt 3 (DA3). För pålgrundläggning tillämpas dimensioneringsätt 2 (DA2) för geoteknisk bärförmåga och dimensioneringsätt 3 (DA3) för konstruktiv bärförmåga.

### 4.2 FROSTDJUP OCH KLIMATZON

Området ligger i klimatzon 5 enligt Figur RA CBB.1/1, AMA Anläggning 20. Tjälfrött djup är cirka 2,3 m enligt Figur CEB.42/1, AMA Anläggning 20.

### 4.3 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS

För geotekniska konstruktioner i detta skede har geoteknisk kategori 2 (GK2) valts. Allmänna kriterier för val av geoteknisk kategori (GK) presenteras i Figur 5.2 i IEG Rapport 2:2008, Rev 3, Grunderna i Eurokod 7.

Säkerhetsklass 2 (SK2) har valts för detta skede eftersom risken för allvarliga personskador bedöms som normal. Val av säkerhetsklass utförs enligt BFS 2019:1 (Boverket) EKS 11.

## 5 BEFINTLIGA OCH TIDIGARE FÖRHÅLLANDEN

### 5.1 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

Aktuellt område ligger vid Norra hamn i centrala Luleå och utgör del av Innerstaden 2:1 samt Innerstaden 2:13. I dagsläget utgörs området i huvudsak av parkeringsytor och vägar. Området består därmed till största del av hårdgjorda ytor, men även mindre grönområden och plattförlagda ytor förekommer.

Området omges av kvarteret Uttern, Strutsen och Stadsviken. Området utgörs av Namnlösa gatan, del av Smedjegatan, del av Skeppsbrogatan, Kulturhusrondellen samt del av Bodenvägen.

Befintliga närliggande byggnader är grundlagda med källor. Befintliga byggnaders exakta grundläggningsmetod är ej närmare undersökt.

Inom området finns markförlagda ledningar och kablar.

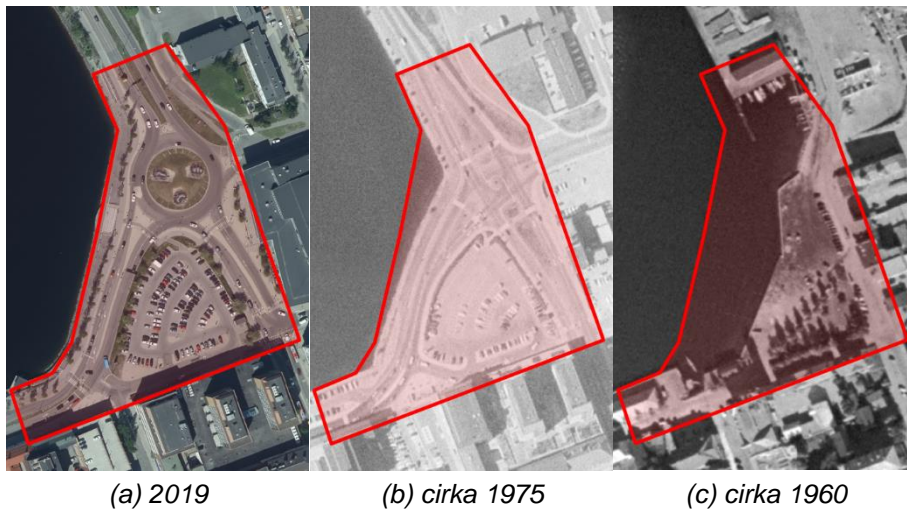
#### 5.1.1 TOPOGRAFI

Området är förhållandevis plant. Markens nivå i undersökningspunkter varierar mellan +3,1 och +4,1 (enligt RH 2000).



## 5.2 TIDIGARE FÖRHÅLLANDEN

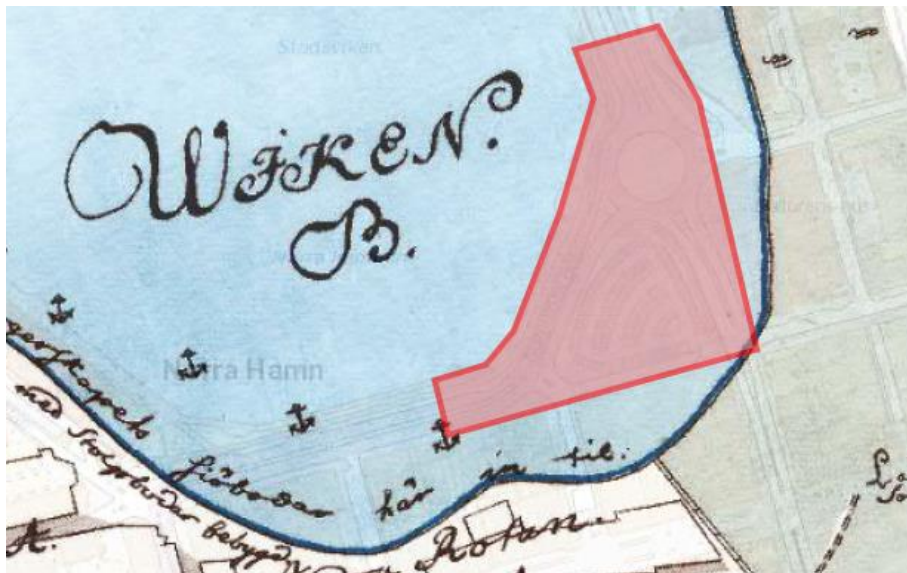
Historiskt sett har utfyllnader utförts för aktuellt område. Historiska flygfoton från cirka 1960, cirka 1975 och från 2019 illustrerar områdets förändringar de senaste 60 åren, se Figur 5.1.



Figur 5.1. Historiska flygbilder över aktuellt område (inringat i rött). (Historiska flygbilder hämtade från Lantmäteriet).

Som Figur 5.1 visar har området successivt fyllts ut och den största märkbara utfyllnaden som utförts var mellan cirka 1960 och 1975 då utfyllnad för ny kajlinje och Namnlösa gatan gjordes.

En historisk karta över Luleå stad år 1750 illustrerar hur aktuellt område (inringat i rött) för cirka 270 år sedan utgjorde vatten och havsbotten.



Figur 5.2. Historisk karta över Luleå stad år 1750, aktuellt område inringat i rött. (Historisk karta hämtad från <https://kartor.lulea.se/historiska/>).

# 6 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

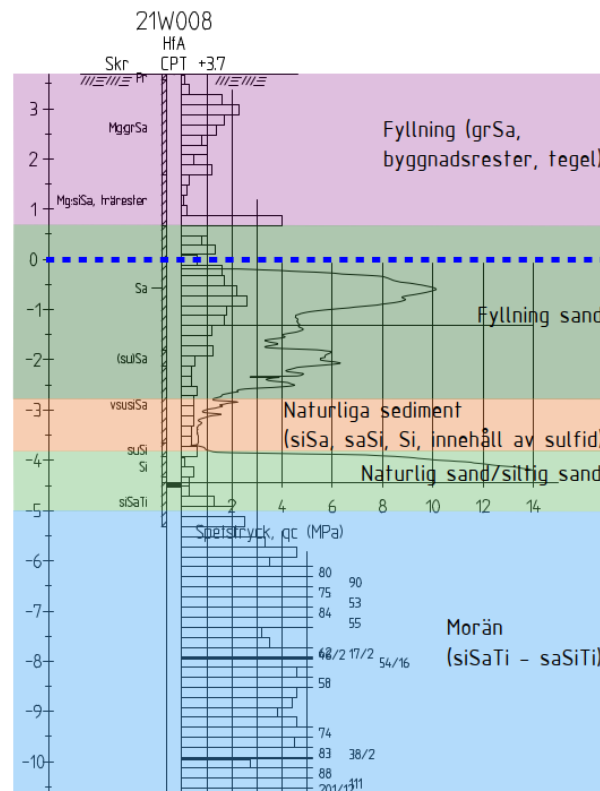
## 6.1 JORDLAGERFÖLJD

Nedanstående jordlagerbeskrivningar med avseende på materialtyp och tjälfarighetsklass enligt AMA Anläggning 20, Tabell CB/1. I jordlagerbeskrivningar anges (MX/TX) efter jordart, där står M för materialtyp och T för tjälfarighetsklass.

Nedanstående beskrivningar hänvisar till "områdets östra del" respektive "områdets västra del". Gränsdragning för områdesindelningen tydliggörs i Bilaga 2.

Jorden inom området utgörs i huvudsak av fyllningar på naturligt lagrade silt- och sandsediment ovan naturligt fast lagrad morän. Jordprofilen för naturligt lagrade silt- och sandsediment samt moränens överyta faller generellt i nivå i riktning mot områdets västra del (i riktning mot Stadsviken).

I Figur 6.1 illustreras principiell skiss över jordlagerföljd. I Bilaga 2 redovisas tolkad jordprofil inom området.



Figur 6.1. Principiell skiss över jordlagerföljd.

### **Fyllning (grSa, byggnadsrester, tegel)**

Det översta lagret med fyllningar utgörs av grusig sand (M2/T1). Fyllningarnas mäktighet varierar mellan cirka 3–4 meter inom området.

I fyllningar inom områdets östra del påträffas byggnadsrester i form av tegel, aska och trä. I punkter, 43C1710, 43C1711, 43C1713 och 21W011 har tegel påträffats i fyllnadsmassorna. I punkt 43C1707 har tegel och aska påträffats, och i punkt 21W008 har trärester påträffats i fyllnadsmassorna.

Fyllningarnas geotekniska parametrar redovisas i kapitel 6.2.

### **Fyllning sand**

Det undre lagret med fyllningar utgörs i huvudsak av sand (M2/T1) med mäktighet varierande mellan cirka 2–10 meter. Fyllningarnas mäktighet är större i områdets västra del.

Inslag av sulfid i sandfyllningen kan förekomma i den nedre delen av jordlagret, det vill säga i övergången till naturliga sediment.

Sandfyllningarnas lagringstäthet varierar mellan mycket lös och lös lagrad. Enligt utförda siktanalyser har sandfyllningen en finjordshalt mellan 8,4–13,3 %. Sandfyllningarnas geotekniska parametrar redovisas i kapitel 6.2.

Om sanden har fyllts genom tippning i vatten är det troligt att grövre fraktioner ligger i botten på lagret och mindre fraktioner i övre delen av lagret.

### **Naturliga sediment (siSa, saSi, Si)**

Under sandfyllningarna påträffas naturliga sediment. Naturliga sediment varierar mellan siltig sand (M3B/T2), sandig silt (M4A-5A/T3-4) och silt (M5A/T4) med mäktighet varierande mellan cirka 0,5–2,5 meter. Mäktigheten på de naturliga sedimenten är större i området västra del.

Naturliga sedimentens lagringstäthet varierar mellan mycket lös och lös lagrad. Geotekniska parametrar för naturliga sediment redovisas i kapitel 6.2.

Miljötekniska laboratorieundersökningar (ICP-analyser) på jordprover från punkterna 21W008, 21W011 och 21W012 har påvisat att naturliga sediment innehåller sulfid. Naturliga sediment inom området bör förutsättas innehålla sulfid.

Naturliga sediment kan sannolikt vara skiktade och därmed ha en någorlunda låg vertikal vattengenomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet) och en högre horisontell vattengenomsläpplighet. Den horisontella vattengenomsläppligheten kan vara omkring 10–100 gånger större än den vertikala vattengenomsläppligheten.

### **Naturlig sand/siltig sand**

Naturliga sediment underlagras av ett lager naturlig sand/siltig sand (M2-M3A/T1-2) med mäktighet varierande mellan cirka 0,5–2 meter. Mäktigheten på den naturliga sanden är generellt större i områdets västra del.

Naturliga sandens lagringstäthet varierar mellan lös och medelfast lagrad. Geotekniska parametrar för sanden redovisas i kapitel 6.2.

### **Morän (siSaTi – saSiTi)**

Naturlig morän varierar mellan siltig sandmorän (M3B-4A/T2-3) och sandig siltmorän (M5A/T4). Moränens lagringstäthet ökar med djupet och går från att vara fast till mycket fast lagrad. Moränens geotekniska egenskaper redovisas i kapitel 6.2.

Morän påträffas mellan cirka 6–17 meter djup under markytan, där djup från markytan till morän är som störst i områdets västra del.

Jord-bergsonderingar visar att moränen är något blockig till blockig.

## **Berg**

Bedömning av bergets överyta (bergnivå) är baserad på två jord-bergsonderingar (21W003 och 21W012) där berg och sannolikt berg påträffats på cirka 37,2 respektive 36,7 meter djup under markytan vilket motsvarar nivå cirka -33,2.

I fastighet Tjäders östra del har tidigare jord-bergsonderingar utförts och berg påträffades på djupet 34,7 meter under markytan vilket motsvarar nivå cirka -31,5.

### **Stoppnivåer för slagna pålar och sponter**

Stoppnivåer för slagna pålar och sponter har bedömts utifrån metodstopp från utförda hejarsonderingar. Generellt gäller att stoppnivåer följer jordprofilen för moränens överyta.

I områdets östra del bedöms förväntade stoppnivåer för slagna pålar och sponter vara mellan cirka 8,5–14,5 meter under markytan vilket motsvarar nivåer mellan cirka -5 och -11.

I områdets mittersta och västra del bedöms förväntade stoppnivåer för slagna pålar och sponter vara mellan cirka 17–19 meter under markytan vilket motsvarar nivåer mellan cirka -13 och -16.

## **6.2 GEOTEKNISKA PARAMETRAR**

Karakteristiska värden samt förslag på dimensionerande värden för jorden i området redovisas i Tabell 6.1. Karakteristiska värden är baserade på omräkningsfaktorer i kapitel 6.2.2 och härledda värden redovisade i Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Tillhörande detaljplan för Trekanten, Luleå, upprättad av WSP Sverige AB, daterad 2022-11-25, samt empiri enligt tabeller 5.2-1, 5.2-2 och 5.2-3 i TK Geo 13.

Valda värden redovisas i Bilaga 1.

Dimensionerande värden är framtagna utifrån föreslagna partialkoefficienter i kapitel 6.2.1.

Framtagande av dimensionerande värden skall göras enligt IEG Rapport 2:2008 Tillämpningsdokument Grunderna i Eurokod 7, kapitel 9.2.

Observera att nedan angivna värden endast är förslag och att det slutligen åligger ansvarig konstruktör att bestämma dimensionerande värden då dessa kan variera beroende på val av grundläggningsmetod, storlek på grundplattor, typ av stödkonstruktioner och så vidare.

Tabell 6.1. Förslag på karakteristiska och dimensionerande värden.

Material Jordtyp (Mäktighet) [m]	Tunghet $\gamma_k = \gamma_d$ $\gamma (\gamma')$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Lagrings- täthet	Hållfasthets- egenskaper $\phi' [^\circ] / C_u$ [kPa]	Deformations- egenskaper E [MPa]
Fyllning grusig sand, byggnadsrester (cirka 3–4 meter)	19 (11)	-	$\phi'_k = 35$ $\phi'_d = 28$	$E_k = 20$ $E_d = 20$
Fyllning sand (cirka 2–10 meter)	18 (10)	Mycket lös till lös	$\phi'_k = 32\text{--}35$ $\phi'_d = 26\text{--}28$	$E_k = 10\text{--}20$ $E_d = 10\text{--}20$
Naturliga sediment siltig sand, sandig silt, silt (cirka 0,5–2,5 meter)	17 (9)	Mycket lös till lös	$\phi'_k = 32$ $\phi'_d = 26$ $C_{u,k} = 50$ $C_{u,d} = 32$	$E_k = 5$ $E_d = 5$
Naturlig sand sand/siltig sand (cirka 0,5–2 meter)	18 (10)	Lös till medelfast	$\phi'_k = 32\text{--}37$ $\phi'_d = 26\text{--}30$	$E_k = 10\text{--}30$ $E_d = 10\text{--}30$
Morän siltig sandmorän-sandig siltmorän	20 (12)	Fast till mycket fast	$\phi'_k = 37\text{--}43$ $\phi'_d = 30\text{--}36$	$E_k = 30\text{--}50$ $E_d = 30\text{--}50$

### 6.2.1 PARTIALKOEFFICIENTER

Förslag på partialkoefficienter enligt Tabell 6.2 gäller vid dimensionering enligt Eurokod 7 och omräkning till dimensionerande värden.

För dimensionering i bruksgränstillstånd är partialkoefficient för elasticitetsmodul 1,0.

Tabell 6.2. Förslag på partialkoefficienter för materialparameter.

Jordparameter	Symbol	Partialkoefficient, $\gamma_M$
Tunghet	$\gamma$	1,0
Friktionsvinkel $\tan \phi'$	$\phi'$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	$C_u$	1,5
Elasticitetsmodul	E	1,0

### 6.2.2 OMRÄKNINGSFAKTORER

Förslag på omräkningsfaktor,  $\eta$ , i Tabell 6.3 gäller vid dimensionering enligt Eurokod 7 och framtagande av karakteristiska värden.

Tillvägagångssätt för val av omräkningsfaktorn presenteras i respektive IEG Tillämpningsdokument.

Tabell 6.3. Sammanställning förslag på omräkningsfaktor  $\eta$ .

Omräkningsfaktor, $\eta$	$\phi'$
$\eta_{tot}$	1,0

Observera att faktorn  $\eta$  varierar med typ av geokonstruktion samt närhet från geokonstruktion till relevanta undersökningspunkter samt spridning i resultatet. I detta skede har faktorn  $\eta$  endast antagits till 1,0 för att kunna beräkna karakteristiska och dimensionerande värden. Det åligger ansvarig konstruktör att slutligen bedöma omräkningsfaktorn.

## 7 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Grundvattenrör installerade och avlästa under oktober 2021 indikerar att grundvattennivån inom området ligger mellan cirka +0,2 och +0,5.

Grundvattennivån inom området bedöms korrelera med havsytans nivåer. Detta eftersom jordmaterialet (sandfyllningar) är väl genomsläppliga finns en hydraulisk kontakt med vattenstånden i norra Stadsfjärden som följer havets vattenstånd.

Karakteristiska vattenstånd för Södra hamn i Luleå år 2013 och framtidens klimat (år 2100) presenteras i Tabell 7.1. Karakteristiska vattenstånd har hämtats från rapport 02.15.4 SMHI, Dimensionerande havsnivåer Luleå hamn, daterad 2014-09-16.

Tabell 7.1. Karakteristiska vattenstånd för Södra hamn i Luleå år 2013 och för framtidens klimat (år 2100) enligt höjdsystemet RH 2000.

Vattenstånd	2013 [cm rel RH 2000]	2100 [cm rel RH 2000]
Högsta högvatten, HHW	174	187
Medel högvatten, MHW	113	126
Lägsta högvatten, LHW	46	60
Medelvatten, MW	9	23
Högsta lågvatten, HLW	-15	-2
Medel lågvatten, MLW	-67	-54
Lägsta lågvatten, LLW	-119	-106
Differens mellan HHW-LLW	293	293

## 8 MILJÖTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

Miljötekniska förhållanden beskrivs i separat rapport "Översiktlig miljöteknisk markundersökning (MMU), Tillhörande detaljplan för Trekanten, Luleå, upprättad av WSP Sverige AB, daterad 2022-06-03".

## 9 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN

Vid påförande av laster i form av uppfyllnad av markytor, byggnader, garage kan sättningar i jord förutsättas att bildas. Sättningarnas storlek varierar med storleken på påförd last samt jordens deformationsegenskaper. Generellt bedöms att sättningar sker momentant vid belastning då befintliga fyllningar av sand är väl genomsläppliga.

### 9.1 ÖVERSIKTLIGA SÄTTNINGSBERÄKNINGAR

Översiktliga sättningsberäkningar har utförts för underjordsgarage och fördelningsstation. Observera att beräknade sättningar ska ses som en grov indikation på förväntade sättningar vid belastning snarare än faktiska resultat.

#### **Förutsättningar sättningsberäkning för underjordsgarage**

Grundläggning med sula på nivå -1 (enligt RH 2000). Belastning från sula på 200 kPa fördelat över 4x4 meter. Ursprunglig effektivspänning på nivå -1 är 73 kPa vilket ger en spänningsökning på 127 kPa.

#### **Förutsättningar sättningsberäkning för fördelningsstation**

Grundläggning med platta på nivå +3,5 (enligt RH 2000). Belastning antas till 50 kPa fördelat över 10x10 meter.

#### **Resultat**

Översiktliga beräkningar indikerar på att sättningar för underjordsgarage är i storleksordningen 4–8 centimeter och att sättningar för fördelningsstation är i storleksordningen 2–5 centimeter.

Fullständiga översiktliga sättningsberäkningar redovisas i Bilaga 3.

## 10 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

I den framtida planen finns ett flertal olika tänkbara scenarier som kan påverkas av de geotekniska och hydrologiska förhållandena. Dessa har definierats som:

- Anläggande av underjordsgarage
  - Schakt och spont
  - Grundvattennivån och länshållning
  - Omgivningspåverkan och vattenverksamhet
- Anläggande av fördelningsstation
- Anläggande av hårdgjorda ytor och byggnader

Anläggande av tunnlar har inte beaktats specifikt i denna utredning men grundläggningförhållanden, geotekniska och hydrologiska förutsättningar för tunnlar är likt förutsättningarna för ett underjordsgarage.

## 10.1 UNDERJORDSGARAGE

Anläggande av ett underjordsgarage har beaktats ur ett geotekniskt och byggtkniskt perspektiv, och har diskuterats i samråd med Fredrik Clifford, Expert Geoteknik på WSP Sverige AB samt Patrik Lissel, Hydrogeolog på WSP Sverige AB.

Både 1-vånings och 2-vånings underjordsgarage har beaktats, där det är antaget att ett 1-vånings underjordsgarage utgör cirka 3–4 meter i höjd och ett 2-vånings underjordsgarage utgör cirka 6–7 meter i höjd. Detta betyder att schaktbotten för 1-vånings underjordsgarage är cirka 4 meter under markytan och då cirka 1 meter under grundvattennivån.

För 2-vånings underjordsgarage är schaktbotten cirka 7 meter under markytan och då cirka 4 meter under grundvattennivån.

Vattentät betong kommer vara nödvändig för garagekonstruktionen då konstruktionen grundläggs på ett djup under grundvattenytan. Vattentät betong bör utföras upp till nivå cirka +1,0.

Kapitlet delas nedan upp i olika fokusobjekt som berör det byggtkniska ur ett geotekniskt och hydrologiskt perspektiv.

### **Schakt och spont**

Vid utförande av jordschakt kommer tätspont (stålspont) behöva användas oavsett 1- eller 2-vånings underjordsgarage. Detta för att minimera utbredning av schaktslänter för omgivande byggnader och infrastruktur samt för tätande egenskaper mot inläckage i schakten.

Sponten slås lämpligen ner i moränen för ett 2-vånings underjordsgarage, detta för att erhålla en tätning mellan spont och morän. Då en tät spontkonstruktion används kommer grundvattnet behöva transportera sig på sidan av spontlådan eller under sponten, och då genom moränen. Moränen bedöms ha en låg vattengenomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet) vilket gör att grundvattnets flöde bromsas, och mängden uppströmmande vatten i schakten kommer vara hanterbart genom länshållning.

För ett 1-vånings underjordsgarage behöver sponten inte nödvändigtvis slås ner i moränen. Schaktbotten för 1-vånings underjordsgarage bedöms ligga cirka 1 meter under grundvattenytan och länshållning av schaktbotten vid den nivån bedöms vara rimligt att kunna utföra.

Djup till morän är större i områdets västra del än i områdets östra del, vilket gör att spontlängder (för sponter slagna ner i morän) i områdets östra del blir betydligt kortare än spontlängder i områdets västra del. Stoppnivåer för slagna sponter bedöms variera mellan cirka 8,5–14,5 meter under markytan i områdets östra del, och mellan cirka 17–19 meter under markytan i områdets västra del.

Både för 1- och 2-vånings underjordsgarage måste även spontstabiliteten beaktas med avseende på jordtryck och dimensionerande grundvattennivåer (högsta havsnivå). För 2-vånings underjordsgarage är det troligt att spont måste slås ner i morän för att erhålla tillräcklig stabilitet. För 1-vånings underjordsgarage behöver spont inte nödvändigtvis slås ner i morän, förutsatt att spontstabiliteten är tillräcklig.



När spont inte slås ner i moränen finns utmaningen med inströmning av grundvatten genom lagret med sandfyllningar under sponten och ovan naturliga sediment. Denna inströmning av grundvatten upp i schaktbotten bedöms vara hanterbar genom länshållning (för 1-vånings underjordsgarage) men kan vara problematisk och svårhanterlig. Om stora mängder grundvatten strömmar in krävs större pumpkapaciteter för att klara av att länshålla. Om länshållningen inte är erforderlig kan uppluckring av schaktbotten inträffa vilket ej är önskvärt.

Att laborera med spontlängder (ur ekonomisk synpunkt) kan ske på bekostnad av länshållning. Att slå spont ner i moränen kanske inte är det mest kostnadseffektiva, men den lösningen tar bort problemet med större mängder inströmande vatten i schaktbotten. En ordentlig utredning kring detta bör utföras i senare skede.

Ett grovt förslag på utförande är då slå spont ner i sandfyllning eller morän och schakta ner i mitten av schaktgropen så att jord närmast spont lämnas som en tryckbank. Sedan gjuts (del) betongkonstruktionens bottenplatta i mitten av schaktgropen. Hammarband fästs i övre delen av sponten och stämp förankras inifrån i bottenplattan för mothåll. Sedan kan tryckbanken schaktas bort och resten av betongplattan gjutas. När betongplatta gjutits klart flyttas stämp till plattans kant så att väggar kan börja gjutas.

Med tanke på närhet till havet, stadsmiljö samt djupet till berg bedöms stötning med stämplösning som lämplig metod. Stämplösning behöver detaljstuderas då stämpan sannolikt behöver avsträvas på grund av de stora spännvidderna. Detta behöver samordnas med konstruktörer.

En alternativ metod för schaktarbete är användning av slitsmurar eller sekantpåleväggar ner i morän. Dessa metoder tål mycket moment och krafter, är tätande och kan med fördel utgöra bärande delar i färdig konstruktion. Denna metod bedöms dock vara mycket mer kostsam i förhållande till spontning.

I rapport Kulturens hus, Kommentarer till utförd grundläggning i relation till Skanskas ÄTOR och rapport Kulturens hus, Mark-/geo-/schaktkontroll, Fortlöpande dagbok, upprättade av WSP Samhällsbyggnad under 2015 beskrivs hur Skanska upplevt vissa svårigheter gällande spontningen för grundläggning av Kulturens hus. Svårigheten var att få ner sponten tillräckligt djup i den underliggande moränen. Eftersom en morän innehåller osorterat jordmaterial från ler/silt till stenar och block kan svårigheter beträffande neddrivning av spont förekomma. Denna information bör tas i beaktande i senare skede och fortsatt utredning för aktuellt projekt.

### **Grundvatten och länshållning**

För anläggande av ett underjordsgarage kommer grundvattnet vara den viktigaste faktorn. Grundvattnet kommer påverka utförande, risker, kostnader etcetera.

Vid anläggande av ett underjordsgarage kommer en stor schaktgrop med tätspont behövas för att erhålla en tätlåda. Om tätspont slås ner i morän erhålls bästa möjliga tätande effekt och enligt Patrik Lissel, Hydrogeolog på WSP Sverige AB, kommer dimensionerande flöde för länshållning utgöras av cirka 80–90% nederbörd och 10–20% inläckage av grundvatten.

För en stor schaktgrop finns ingen möjlighet att täcka över schakten vilket medför ansamling av regnvatten som måste pumpas bort.

Vad som blir viktigt att klargöra i senare skeden är hur snabbt länshållning kan göras efter inkommande regnvatten. Ansamling av regnvatten på schaktbotten måste tas bort omgående.

Två olika metoder för länshållning har beaktats, pumpgropar och borrhade filterbrunnar. Pumpgropar bedöms vara mest kostnads- och byggnadseffektivt samt tillräckligt för att länshålla schakten. Detta förutsätter dock att inströmningen av vatten upp i schaktbotten inte är för stort.

Ett grovt förslag på utförande är att successivt gå djupare med schakten och samtidigt länshålla med dränpumpar i pumpgropar inom spontlådan. Pumpgropar rekommenderas kombineras med långsgående drändiken i schaktbotten som ansluter groparna, detta för att kanalisera och möjliggöra transport av inkommande vatten, och således effektivisera länshållningen.

Uppskattningsvis behövs sex stycken dränpumpar i pumpgropar, cirka 60 centimeter under schaktbotten och totalt 500 m långa drändiken, cirka 0,3 meter djupa.

Länshållning med borrhade filterbrunnar är också en möjlig metod för länshållning. Denna metod bedöms dock bli mer kostsam än länshållning med pumpgropar. Filterbrunnar borrar ner till nivå under schaktbotten pumpning av grundvattnet gör att vattnet sugas underifrån, till skillnad från pumpgropar där vattnet sugas upp.

Ett sug underifrån är lämpligare ur ett hydrogeologiskt perspektiv, detta för att motverka uppluckring av schaktbotten, däremot bedöms inte uppluckring bli ett betydande problem vid länshållning med pumpgropar om spont är slagen i moränen. Om spont slås ner sandfyllningen och lämnar en lucka mellan botten av spont och naturliga sand- och siltsediment kan borrhade filterbrunnar vara en mer lämplig metod för länshållning. En ordentlig utredning kring detta bör utföras i senare skede. Viktigt att beakta är djup till vilket filterbrunnar borrar, om filterbrunnar placeras i vattenförande skikt kan erforderlig pumpkapacitet bli orimligt hög.

Länsvatten kommer bedömt behövas renas innan det kan släppas ut i havet eller i VA-systemet. Vattenrening kan exempelvis göras genom sedimentationscontainer, vattenreningscontainer, partikelavskiljare etcetera.

### **Omgivningspåverkan och vattenverksamhet**

Grundvattentillgången i jorden bedöms vara oändlig då jorden i området har en hydraulisk kontakt med vattenstånden i norra Stadsfjärden. Det bedöms i stort sett vara väldigt svårt att avsänka grundvattnet utanför spontlådan i samband med länshållning inom spontlådan. Även om grundvattnet sänks lokalt inom spontlådan vilket indirekt inducerar en grundvattensänkning utanför spontlådan så kommer grundvattnet utanför spontlådan att fyllas på genom den goda kontakten med ytvattnet/havet.

Länshållning av grundvatten inom spontlådan vid utförande av schaktarbeten bedöms inte orsaka någon skadlig omgivningspåverkan. Enligt Patrik Lissel, hydrogeolog på WSP Sverige AB, är grundvattensänkningen vid utförande av ett

1-vånings underjordsgarage så liten att det i princip är uppenbart att länshållningen inte kommer orsaka någon betydande omgivningspåverkan.

Länshållning av grundvatten för schaktarbetena avser i detta fall sänkning, och bortledning av grundvatten vilket enligt Miljöbalken (1998:808) är vattenverksamhet.

Enligt 9 §, kapitel 11 i Miljöbalken (1998:808), krävs tillstånd för vattenverksamhet där ansökan av tillstånd till vattenverksamhet prövas av mark- och miljödomstolen. Det kan ta upp till 1–1,5 år för att få ett sådant tillstånd. Samtidigt föreskriver Miljöbalken (1998:808) i 12 §, kapitel 11, att tillstånd eller anmälan enligt 9 § behövs inte, om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan på vattenförhållandena.

Enligt Patrik Lissel, hydrogeolog på WSP Sverige AB, är det fullt möjligt att argumentera för att länshållning av grundvatten vid schaktarbeten inom Trekanten inte orsakar någon omgivningspåverkan och att vattenverksamheten således inte utgör en tillståndspliktig vattenverksamhet enligt 12 §.

För att vattenverksamheten inte ska utgöra tillståndspliktig vattenverksamhet måste det påvisas genom vidare utredningar, flödesberäkningar etcetera. Under utförande av schaktarbeten och länshållning måste kontinuerlig mätning/uppföljning av grundvattnet utanför spontlådan göras för att säkerställa att omgivningen inte påverkas. Detta görs förslagsvis genom mätning i flertalet grundvattenrör placerade i aktuell omgivning. Stor vikt bör läggas vid upprättande av kontrollprogram samt uppföljning av kontrollprogram. Byggherren är alltid ansvarig för vattenverksamhet.

## 10.2 FÖRDELNINGSTATION

Enligt Lars Molin på Luleå Energi utgör utrymmet för fördelningsstationen cirka 400 m<sup>2</sup>. Anläggning består bland annat av två transformatorer som väger runt 100 ton styck och utgör cirka 100 m<sup>2</sup> per transformator. Transformatordelarna utgör cirka 8 meter höga utrymmen och måste utgå från markplan för att möjliggöra för installation och byten då transformatorer måste skjutas/lyftas till och från trailer via speciella anordningar. Vidare bör fördelningsstationen placeras på en gjuten grundplatta och bärande balkar.

Grundläggning av fördelningsstation kan eventuellt göras ovan befintliga fyllningar bestående av grusig sand eller ovan nya fyllningar av friktionsjord (vid en eventuell markhöjning). Detta beror på faktisk lastnedräkning för fördelningsstationen, vilket bör utredas mer i detalj i senare skede.

Momentana sättningar kan förväntas ske under byggnationen. Tidsberoende sättningar bedöms inte vara av betydelse eftersom underliggande fyllningar, som främst utgörs av sand, är tillräckligt genomsläppliga och kommer sätta sig någorlunda momentant vid belastning.

Om det visar sig att bärigheten i marken ej är tillräcklig eller att för stora sättningar bedöms uppkomma bör lämpligen fördelningsstationen grundläggas på ny krossfyllning ovan morän efter att befintliga fyllningar bortschaktats. Förslagsvis placeras fördelningsstationen i den östra delen av området där djup från markytan till moränens överyta är som minst (cirka 6–8 meter). Det bedöms generellt vara fördelaktigt att grundlägga fördelningsstationen i områdets östra del eftersom där är mäktigheten på befintliga fyllningar mindre än mäktigheten i områdets västra del.

Men också för att tillgängligheten för installation/byten av transformatorer bedöms som bättre i områdets östra del där nära anslutning till exempelvis Smedjegatan finns.

### 10.3 HÅRDGJORDA YTOR OCH BYGGNADER

Anläggning av hårdgjorda ytor bedöms inte vara något problem ur ett geotekniskt eller hydrologiskt perspektiv. Hårdgjorda ytor kan uppföras direkt ovan befintliga fyllningar bestående av grusig sand eller direkt på nya fyllningar (vid en eventuell markhöjning), förutsatt att nya fyllningar utgörs av friktionsjord.

Grundläggning av normala byggnader (laster kring 20–40 kPa) bedöms kunna grundläggas direkt på befintliga fyllningar bestående av grusig sand eller direkt på nya fyllningar (friktionsjord). Momentana sättningar kan förväntas ske under byggnationen. Tidsberoende sättningar bedöms inte vara av betydelse eftersom underliggande fyllningar, som främst utgörs av sand, är tillräckligt genomsläppliga och kommer sätta sig någorlunda momentant vid belastning.

Vid grundläggning av tunga byggnader bör grundläggning ej ske på befintliga fyllningar. I den östra delen av området bör byggnader grundläggas i moränens överyta, vilket skulle innebära schaktdjup på cirka 6–8 meter under markytan. Om grundläggning i moränens överyta inte är möjligt i den östra delen grundläggs byggnader i stället med slagna stålplålar. I den västra delen av området grundläggs byggnader lämpligen med slagna stålplålar då schaktdjup till moränens överyta är cirka 13–17 meter under markytan.

### 10.4 KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR

Kompletterande undersökning med avseende på geoteknik bedöms ej krävas i detta skede, med nuvarande förutsättningar, för fortsatt utredning av detaljplan. Däremot om förutsättningar förändras och/eller specificeras i skede för detaljprojektering kan kompletterande geotekniska undersökningar komma att erfordras.

## VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 48 700 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

**wsp.com**

**WSP Sverige AB**  
Smedjegatan 24  
972 31 Luleå  
Besök: Smedjegatan 24

T: +46 10-722 50 00  
Org nr: 556057-4880  
**wsp.com**



# BILAGA 1

## Valda värden

5 sidor

Bilagan tillhör PM Geoteknik, Tillhörande detaljplan för Trekanten, Luleå, daterad 2022-11-25

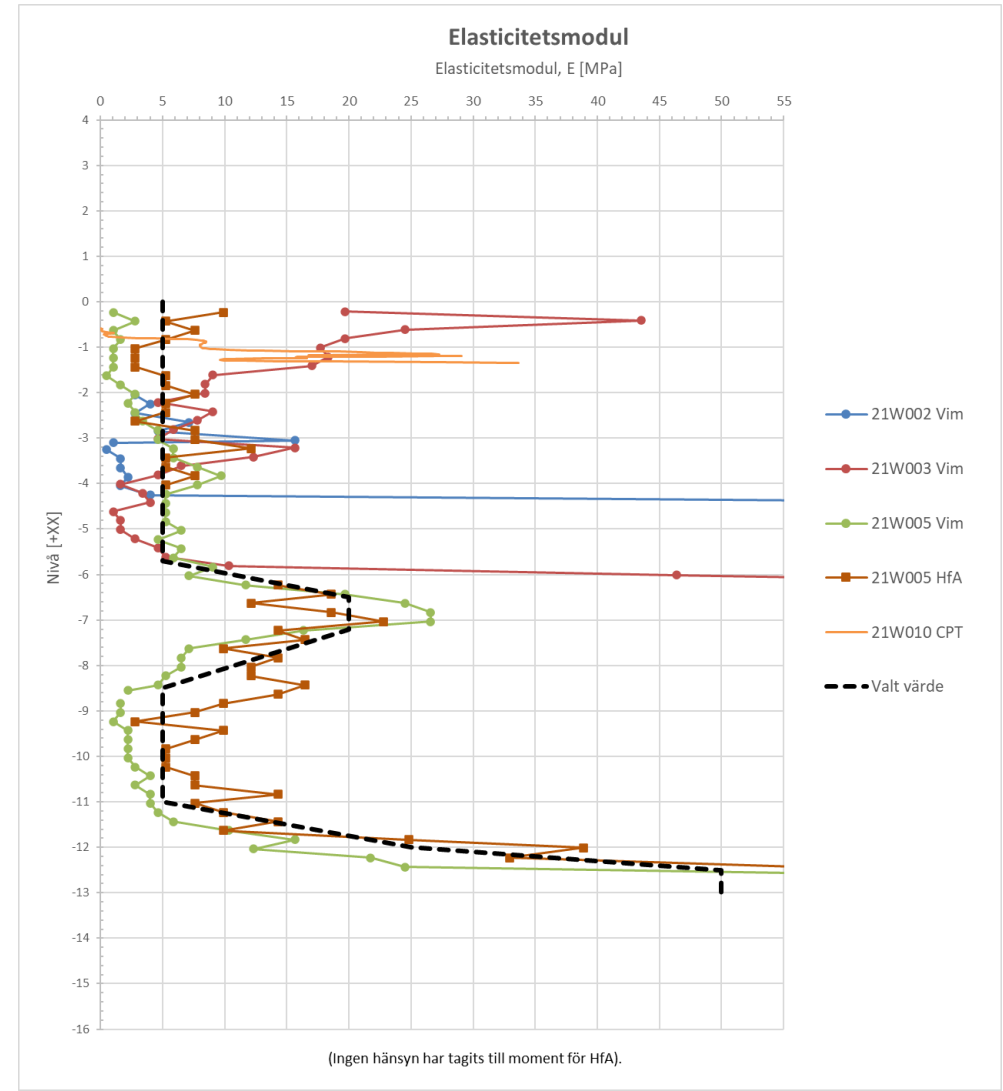
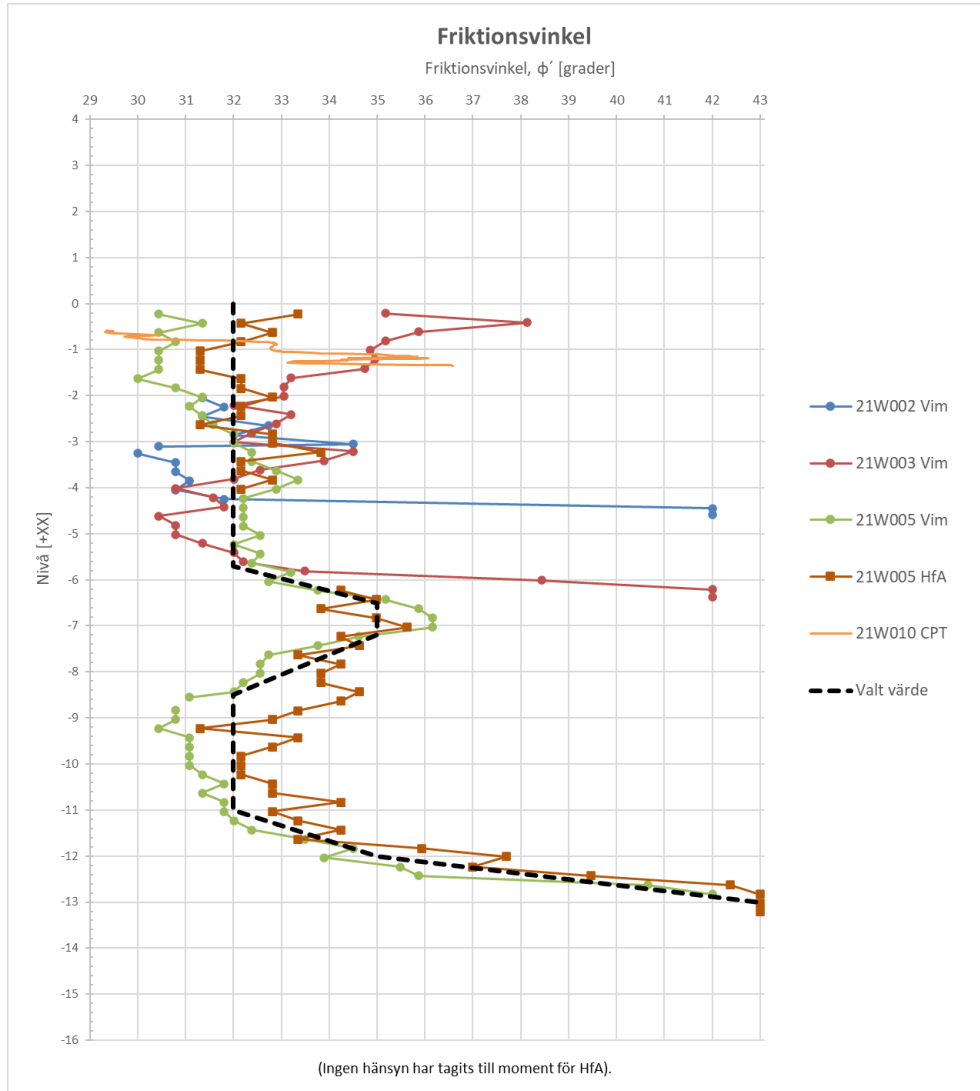
### Innehåll

<i>Valda värden</i>	<i>Undersökningspunkt</i>	<i>Sida</i>
Friktionsvinkel och elasticitetsmodul	21W002, 21W003, 21W005, 21W010	2
Friktionsvinkel och elasticitetsmodul	21W006, 21W007, 21W009	3
Friktionsvinkel och elasticitetsmodul	21W008, 21W011, 21W012	4
Odränerad skjuvhållfasthet	21W008, 21W009	5

### Hållfasthets- och deformationsegenskaper

(21W002, 21W003, 21W005, 21W010)

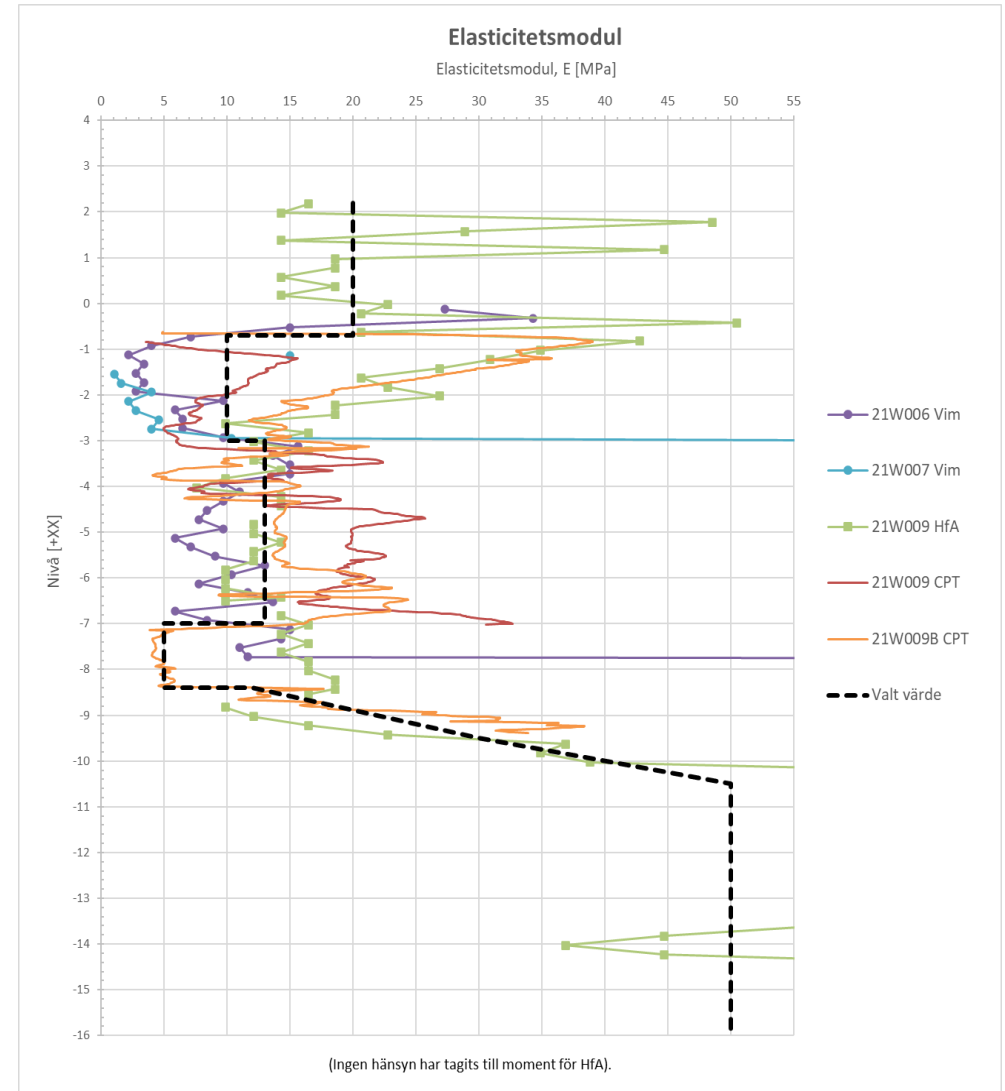
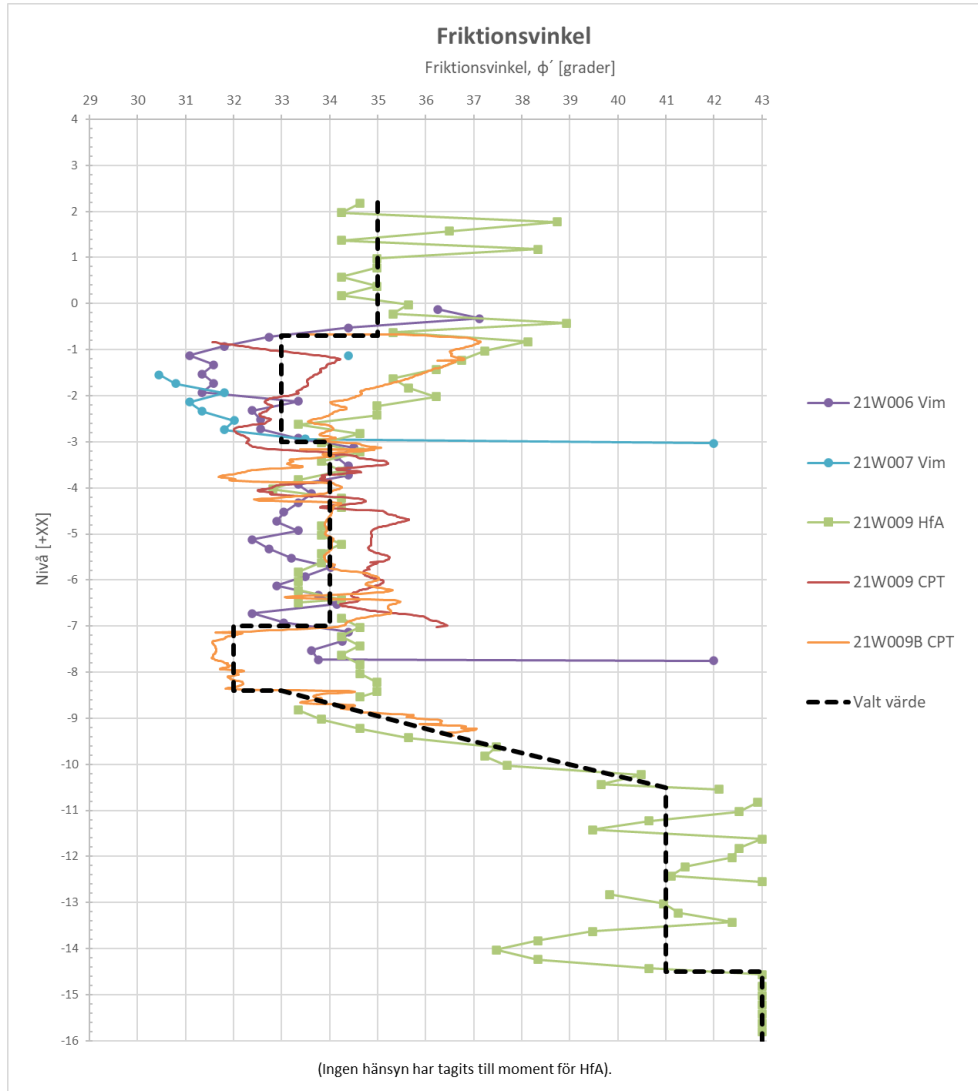
#### Friktionsvinkel och elasticitetsmodul



## Hållfasthets- och deformationsegenskaper

(21W006, 21W007, 21W009)

### Friktionsvinkel och elasticitetsmodul

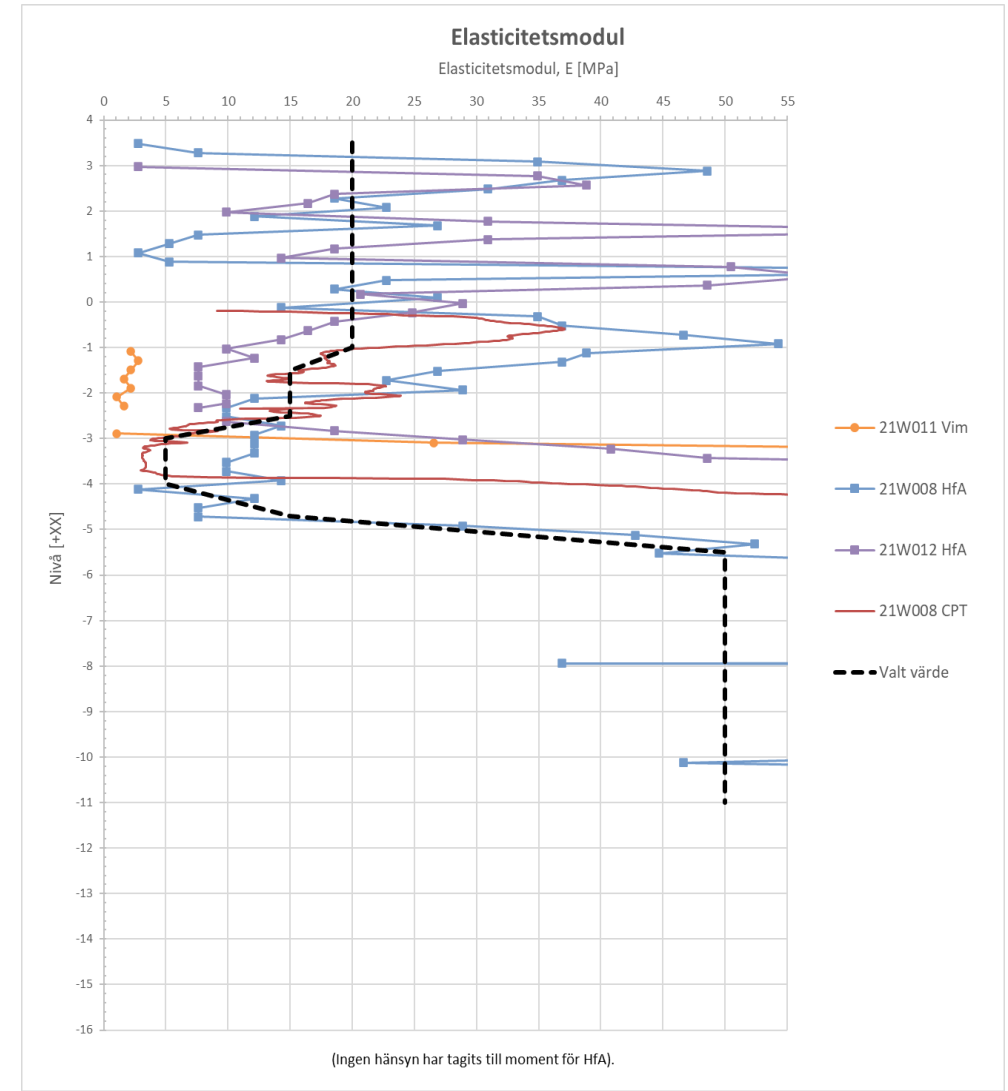
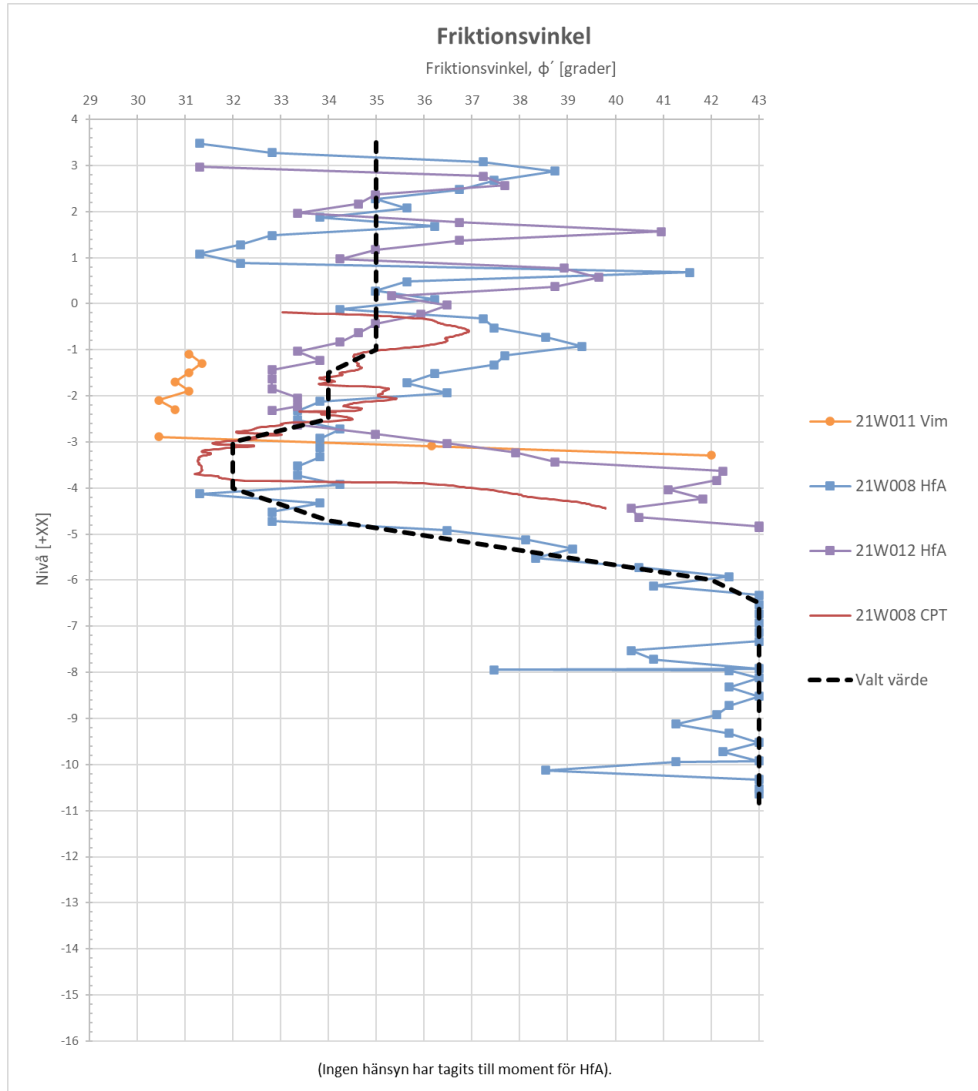




## Hållfasthets- och deformationsegenskaper

(21W008, 21W011, 21W012)

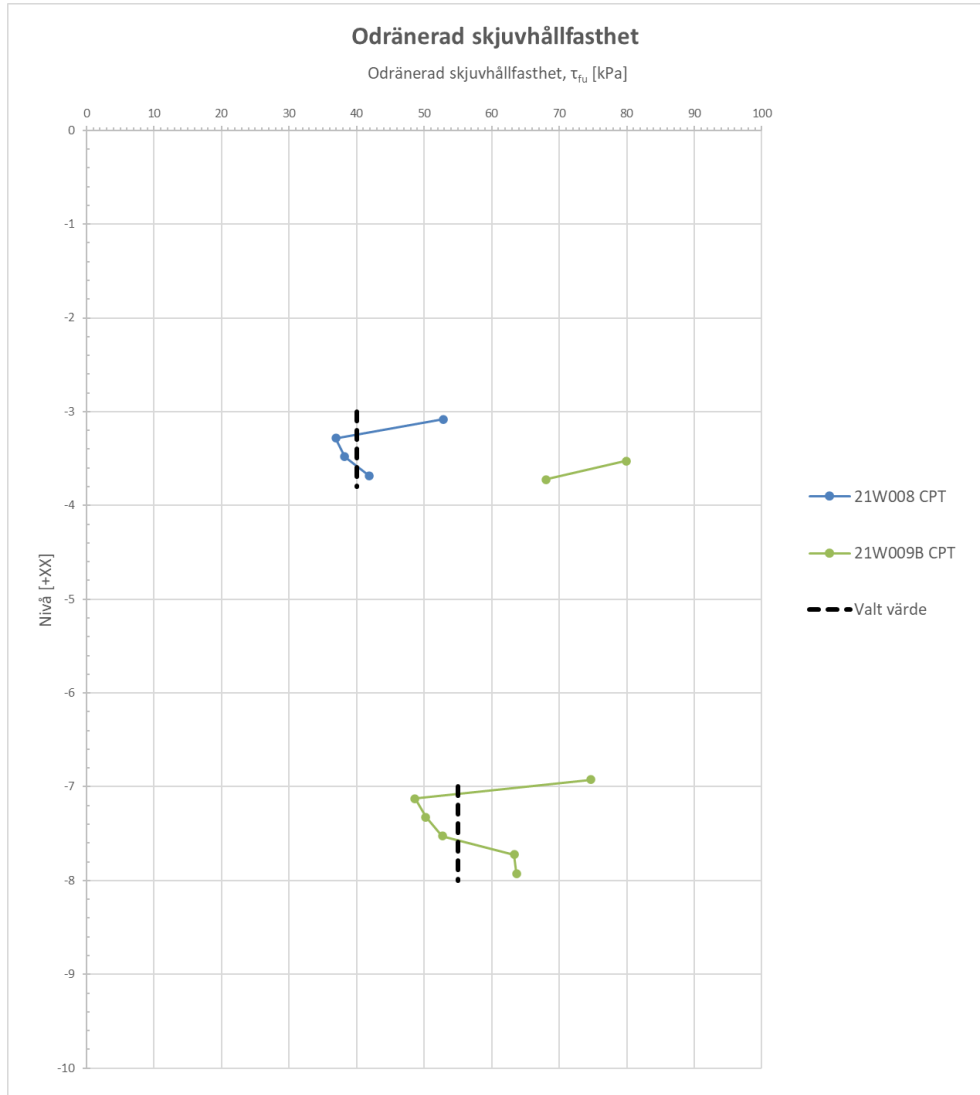
### Friktionsvinkel och elasticitetsmodul



## Hållfasthetsegenskaper

(21W008, 21W009)

### Odränerad skjuvhållfasthet



# BILAGA 2

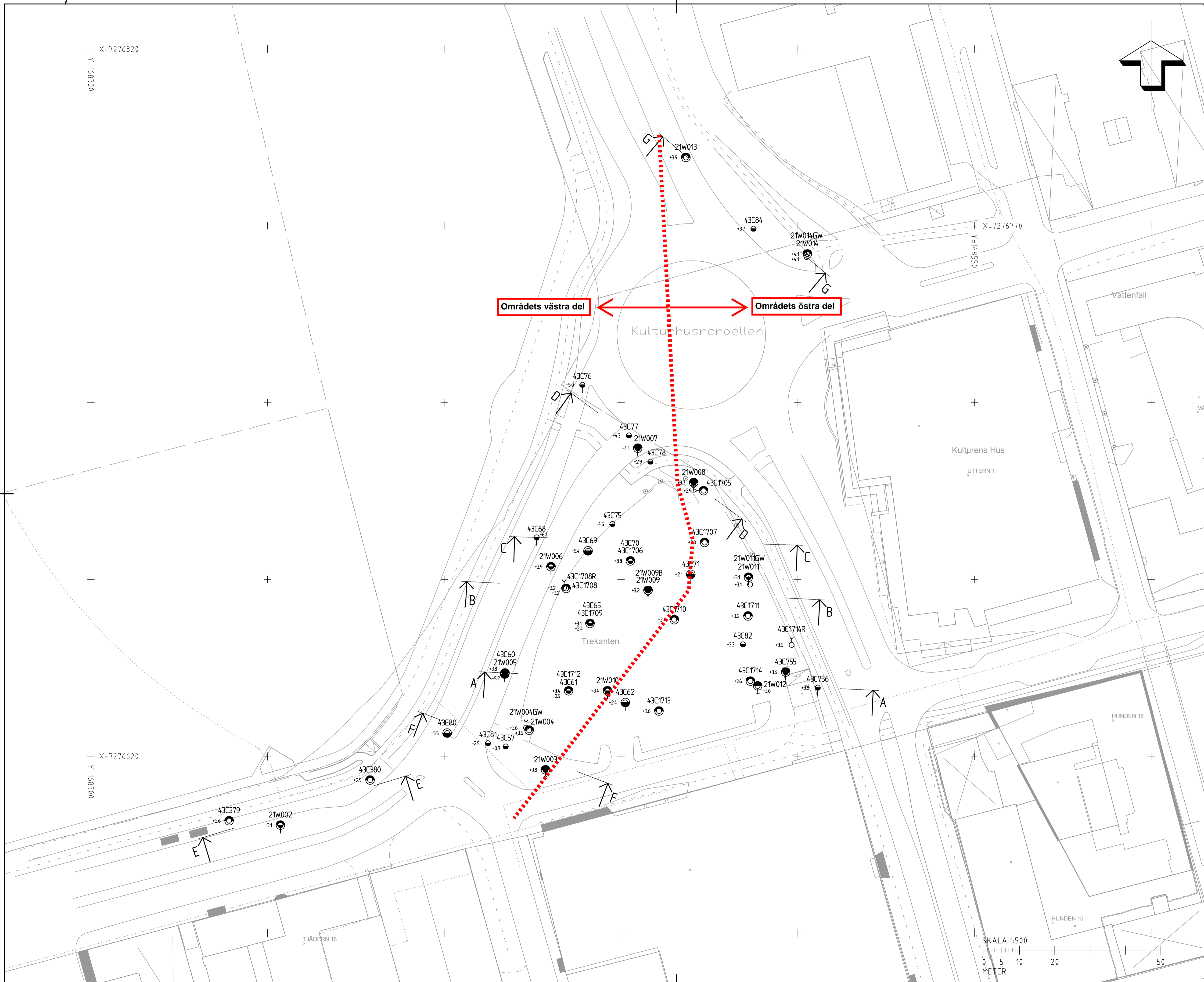
## Tolkad jordprofil

9 sidor

Bilagan tillhör PM Geoteknik, Tillhörande detaljplan för Trekanten, Luleå, daterad 2022-11-25

### Innehåll

<i>Tolkad jordprofil</i>	<i>Ritning</i>	<i>Sida</i>
Planritning	G-10-1-01	2
Sektion A-A	G-10-2-01	3
Sektion A-A	G-10-2-02	4
Sektion B-B	G-10-2-03	5
Sektion C-C	G-10-2-04	6
Sektion D-D, E-E	G-10-2-05	7
Sektion F-F	G-10-2-06	8
Sektion G-G	G-10-2-07	9



**KOORDINATSYSTEM**  
PLAN: SWEREF 99 21 25  
HÖJD: RH 2000

**BETECKNINGAR**  
SE SGF'S KOMPLETTERADE  
BETECKNINGSBLAG "BERG OCH JORD"  
DATERAT 2016-11-01  
OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM  
VERSION 2001:2, www.sgf.net

**ANMÄRKNINGAR**

BORRHÅLSFÖRTECKNING

- 43C75x - UTFÖRD ÅR 1956
- 43Cxx - UTFÖRD ÅR 1958
- 43C1580 - UTFÖRD ÅR 1970
- 43C3xx - UTFÖRD ÅR 1979
- 43C17xx - UTFÖRD ÅR 2004
- 21Wxxx - UTFÖRD ÅR 2021 AV WSP

KARTRÄTTIGHETER LULEÅ KOMMUN.  
UTDRAG UR PRIMÄRKARTAN 2021.

..... Gränsdragning mellan  
områdets östra och västra del

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----------------	-------	------

**TREKANTEN**  
LULEÅ KOMMUN

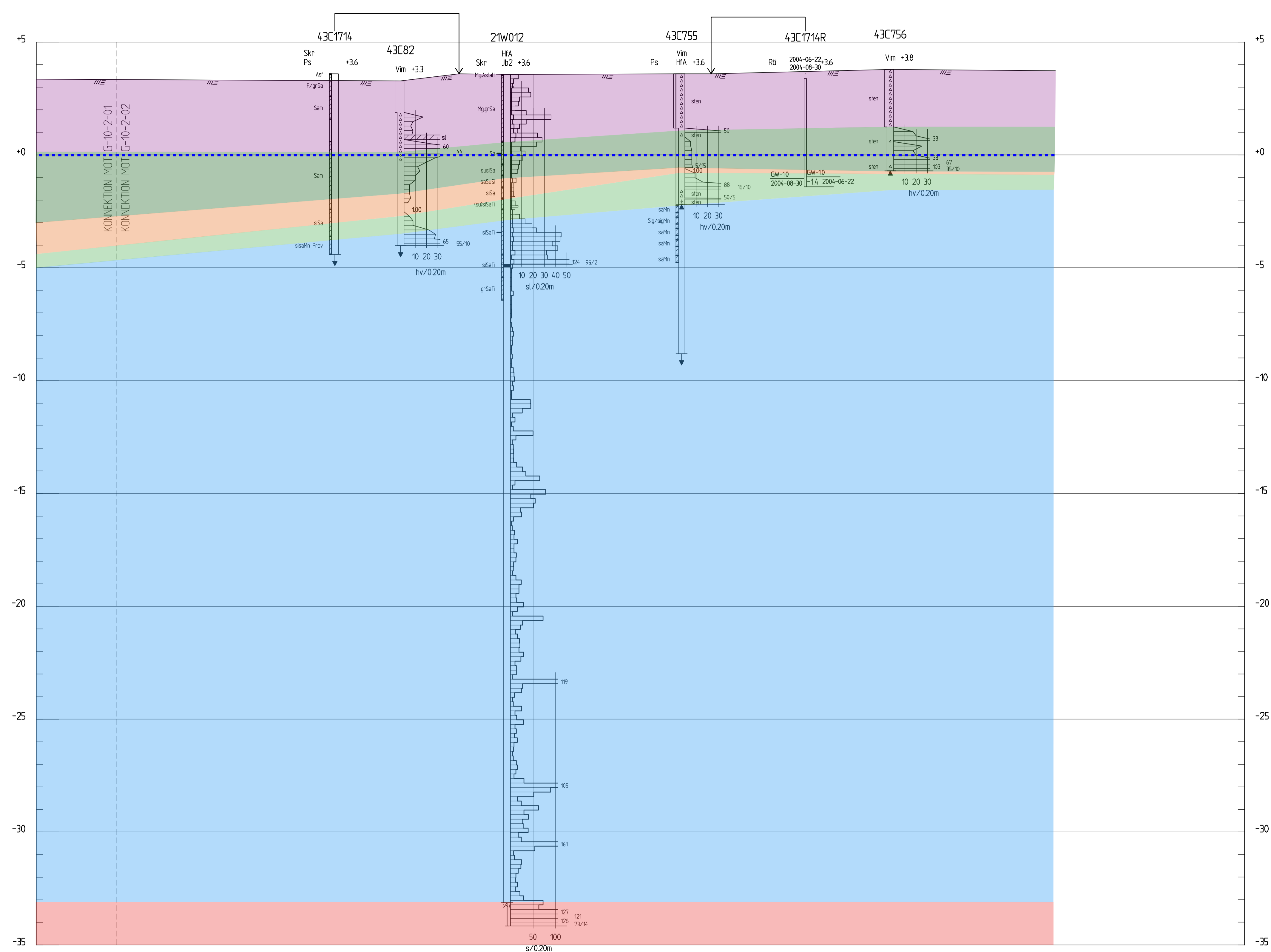
WSP Samhällsbyggnad  
Box 502 (D Sfrandgatan 24)  
901 10 Umeå  
TEL: 010-722 50 00  
www.wsp.com



UPPDRAG NR 10322663	RITAD/KONSTRUERAD AV R.SINGH	HANDLÄGGARE A.SJÖDIN
DATUM 2022-11-25	ANSVARIG R.WESTERBERG	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING  
PLAN  
SKALA 1:500  
A1  
G-10-1-01





SEKTION A-A  
 1:100

**KOORDINATSYSTEM**  
 PLAN: SWEREF 99 21 25  
 HÖJD: RH 2000

**BETECKNINGAR**  
 SE SGF'S KOMPLETTERADE  
 BETECKNINGSBLAG "BERG OCH JORD"  
 DATERAT 2016-11-01  
 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM  
 VERSION 2001:2, www.sgf.net

MARKYTA (UNGEFÄRLIG)

- ANMÄRKNINGAR**
- BORRHÅLSFÖRTECKNING
- 43C75x - UTFÖRD ÅR 1956
  - 43Cxx - UTFÖRD ÅR 1958
  - 43C1580 - UTFÖRD ÅR 1970
  - 43C3xx - UTFÖRD ÅR 1979
  - 43C17xx - UTFÖRD ÅR 2004
  - 21Wxxx - UTFÖRD ÅR 2021 AV WSP

	Fyllning (grSa, byggnadsrester, tegel)
	Fyllning sand
	Naturliga sediment (siSa, saSi, Si, Sa)
	Naturlig sand
	Morän
	Tolkad grundvattennivå

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----------------	-------	------

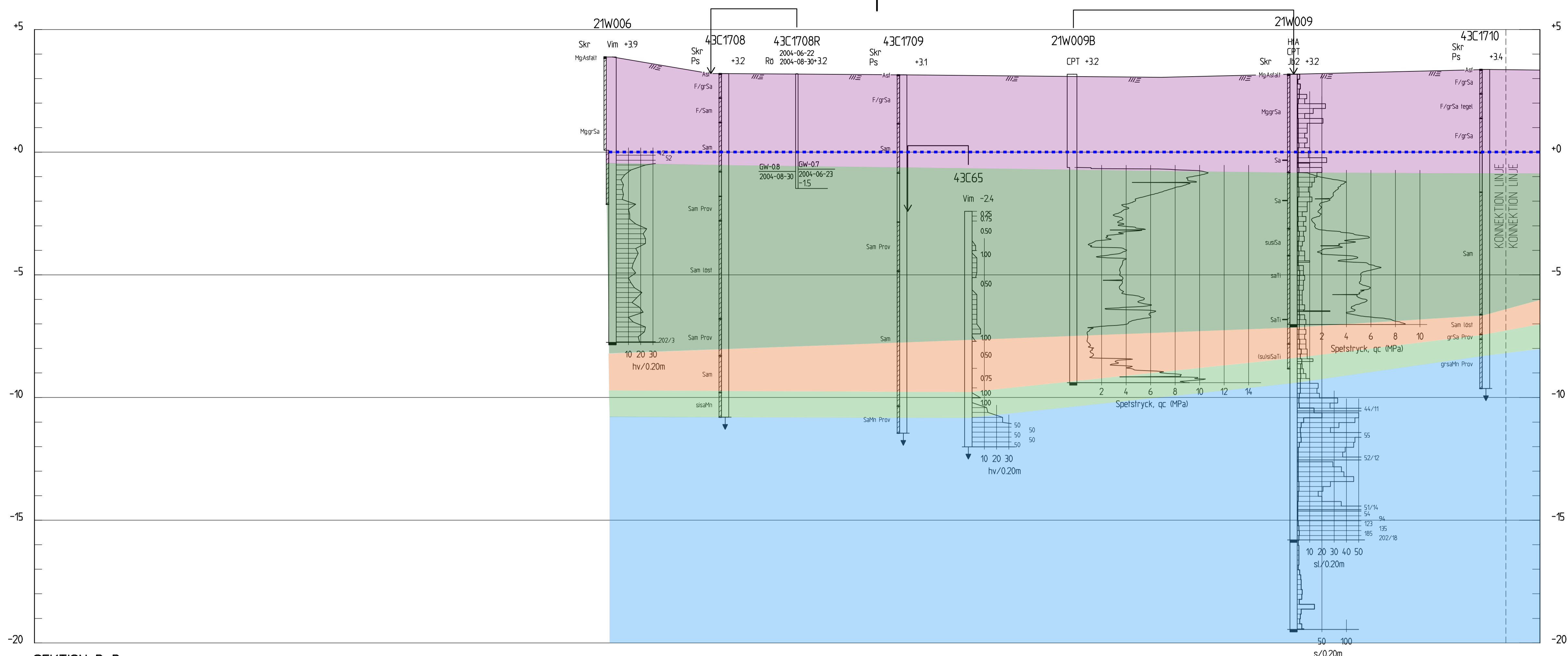
**TREKANTEN  
 LULEÅ KOMMUN**

WSP Samhällsbyggnad  
 Box 502 (S Strandgatan 24)  
 901 10 Umeå  
 TEL: 010-722 50 00  
 www.wsp.com

UPPDRAG NR 10322663	RITAD/KONSTRUERAD AV R.SINGH	HANDLÄGGARE A.SJÖDIN
DATUM 2022-11-25	ANSVARIG R.WESTERBERG	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING		
SEKTION A-A		
SKALA 1:100	NUMMER A1 G-10-2-02	BET I

FILE: R:\05-3\ULEÅ KOMMUN\0522663\N\_LADUG ÖBORG\G-10-2\01.dwg PLOTTAD: 2022-11-25 08:26:33 AV: ANVÄNDARE: SJK1574



**KOORDINATSYSTEM**  
PLAN: SWEREF 99 21 25  
HÖJD: RH 2000

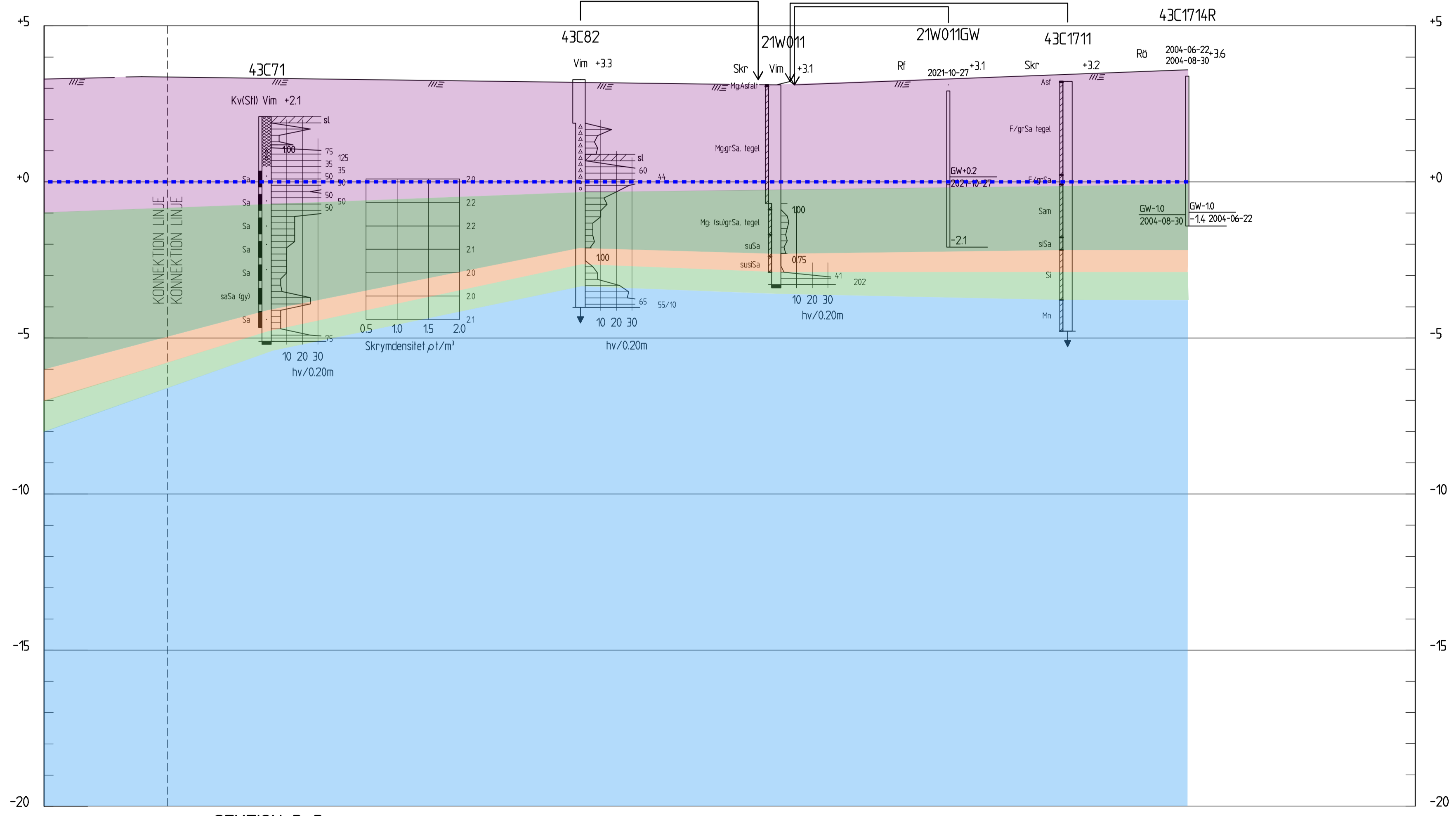
**BETECKNINGAR**  
SE SGF'S KOMPLETTERADE  
BETECKNINGSBLAG "BERG OCH JORD"  
DATERAT 2016-11-01  
OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM  
VERSION 2001:2, www.sgf.net

**ANMÄRKNINGAR**  
BORRHÅLSFÖRTECKNING

- 43C75x - UTFÖRD ÅR 1956
- 43Cxx - UTFÖRD ÅR 1958
- 43C1580 - UTFÖRD ÅR 1970
- 43C3xx - UTFÖRD ÅR 1979
- 43C17xx - UTFÖRD ÅR 2004
- 21Wxxx - UTFÖRD ÅR 2021 AV WSP

- Fyllning (grSa, byggnadsrester, tegel)
- Fyllning sand
- Naturliga sediment (siSa, saSi, Si, Sa)
- Naturlig sand
- Morän
- Tolkad grundvattennivå

SEKTION B-B  
1:100



SEKTION B-B  
1:100

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----------------	-------	------

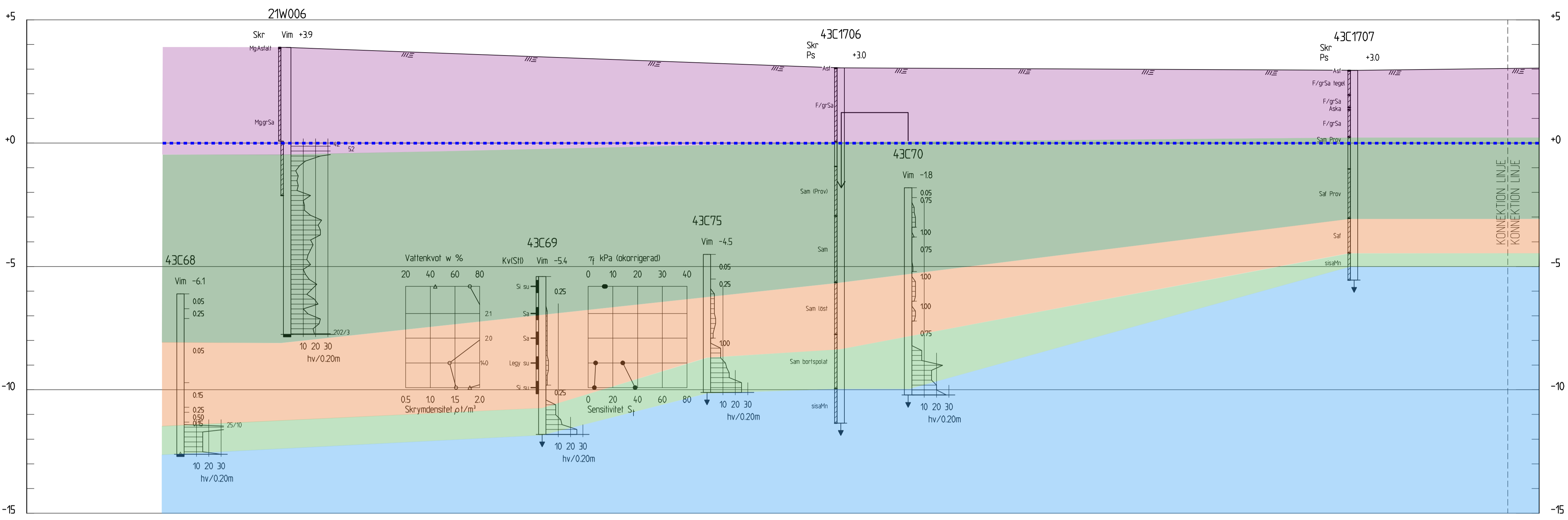
**TREKANTEN  
LULEÅ KOMMUN**

WSP Samhällsbyggnad  
Box 502 (S Strandgatan 24)  
901 10 Umeå  
TEL: 010-722 50 00  
www.wsp.com

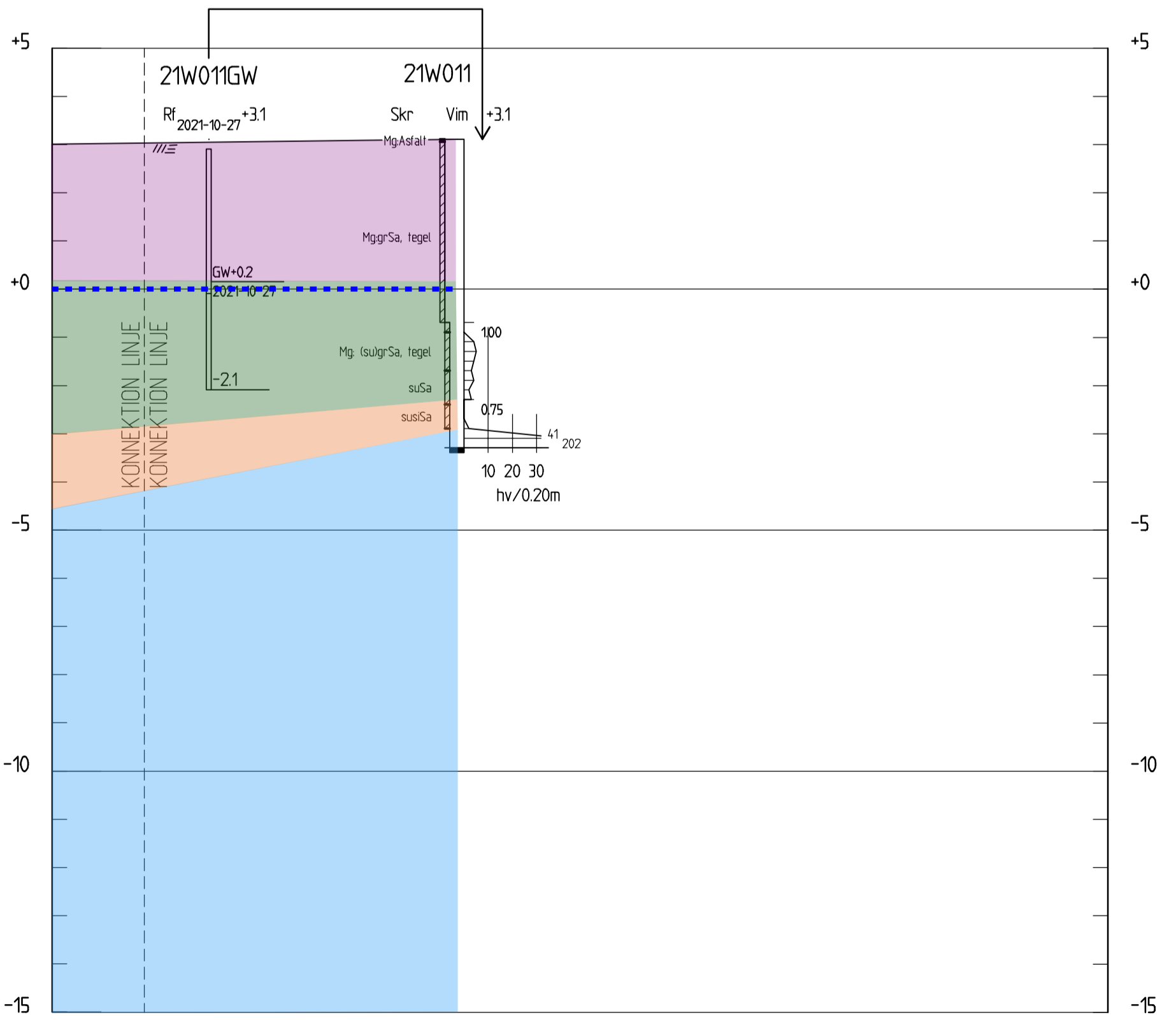
UPPDRAG NR 10322663	RITAD/KONSTRUERAD AV R.SINGH	HANDLÄGGARE A.SJÖDIN
DATUM 2022-11-25	ANSVARIG R.WESTERBERG	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING  
SEKTION B-B

SKALA 1:100	NUMMER G-10-2-03	BET I
----------------	---------------------	----------



SEKTION C-C  
1:100



SEKTION C-C  
1:100

**KOORDINATSYSTEM**  
PLAN: SWEREF 99 21 25  
HÖJD: RH 2000

**BETECKNINGAR**  
SE SGF'S KOMPLETTERADE  
BETECKNINGSBLAG "BERG OCH JORD"  
DATERAT 2016-11-01  
OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM  
VERSION 2001:2, www.sgf.net

— / — MARKYTA (UNGEFÄRLIG)

**ANMÄRKNINGAR**  
BORRHÅLSFÖRTECKNING

- 43C75x - UTFÖRD ÅR 1956
- 43Cxx - UTFÖRD ÅR 1958
- 43C1580 - UTFÖRD ÅR 1970
- 43C3xx - UTFÖRD ÅR 1979
- 43C17xx - UTFÖRD ÅR 2004
- 21Wxxx - UTFÖRD ÅR 2021 AV WSP

- Fyllning (grSa, byggnadsrester, tegel)
- Fyllning sand
- Naturliga sediment (siSa, saSi, Si, Sa)
- Morän
- Tolkad grundvattennivå

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----------------	-------	------

**TREKANTEN  
LULEÅ KOMMUN**

WSP Samhällsbyggnad  
Box 502 (D Sfrandgatan 24)  
901 10 Umeå  
TEL: 010-722 50 00  
www.wsp.com

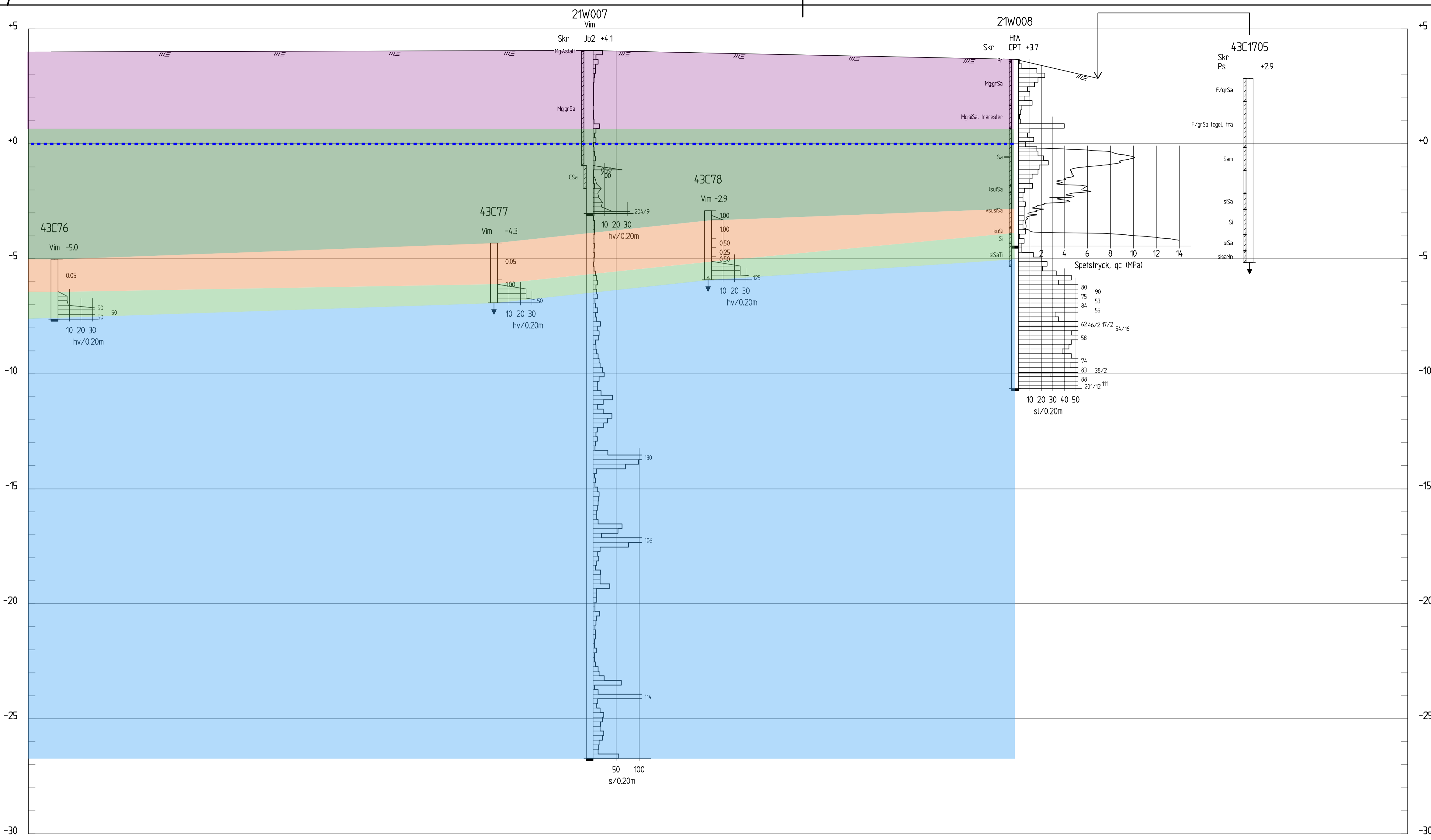


UPPDRAG NR 10322663	RITAD/KONSTRUERAD AV R.SINGH	HANDLÄGGARE A.SJÖDIN
DATUM 2022-11-25	ANSVARIG R.WESTERBERG	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING  
SEKTION C-C

SKALA 1:100	A1 G-10-2-04	NUMMER	I BET
----------------	-----------------	--------	-------





**KOORDINATSYSTEM**  
PLAN: SWEREF 99 21 25  
HÖJD: RH 2000

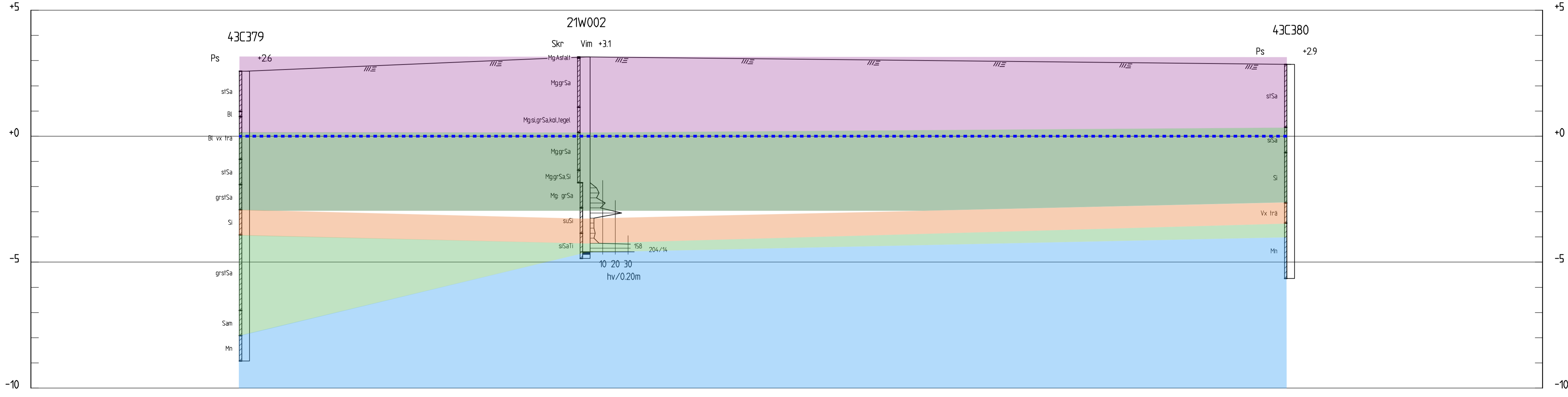
**BETECKNINGAR**  
SE SGF'S KOMPLETTERADE  
BETECKNINGSBLAG "BERG OCH JORD"  
DATERAT 2016-11-01  
OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM  
VERSION 2001:2, www.sgf.net

**ANMÄRKNINGAR**  
BORRHÅLSFÖRTECKNING

- 43C75x - UTFÖRD ÅR 1956
- 43Cxx - UTFÖRD ÅR 1958
- 43C1580 - UTFÖRD ÅR 1970
- 43C3xx - UTFÖRD ÅR 1979
- 43C17xx - UTFÖRD ÅR 2004
- 21Wxxx - UTFÖRD ÅR 2021 AV WSP

- Fyllning (grSa, byggnadsrester, tegel)
- Fyllning sand
- Naturliga sediment (siSa, saSi, Si, Sa)
- Naturlig sand
- Morän
- Tolkad grundvattennivå

**SEKTION D-D**  
1: 100



**SEKTION E-E**  
1: 100

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----------------	-------	------

**TREKANTEN  
LULEÅ KOMMUN**

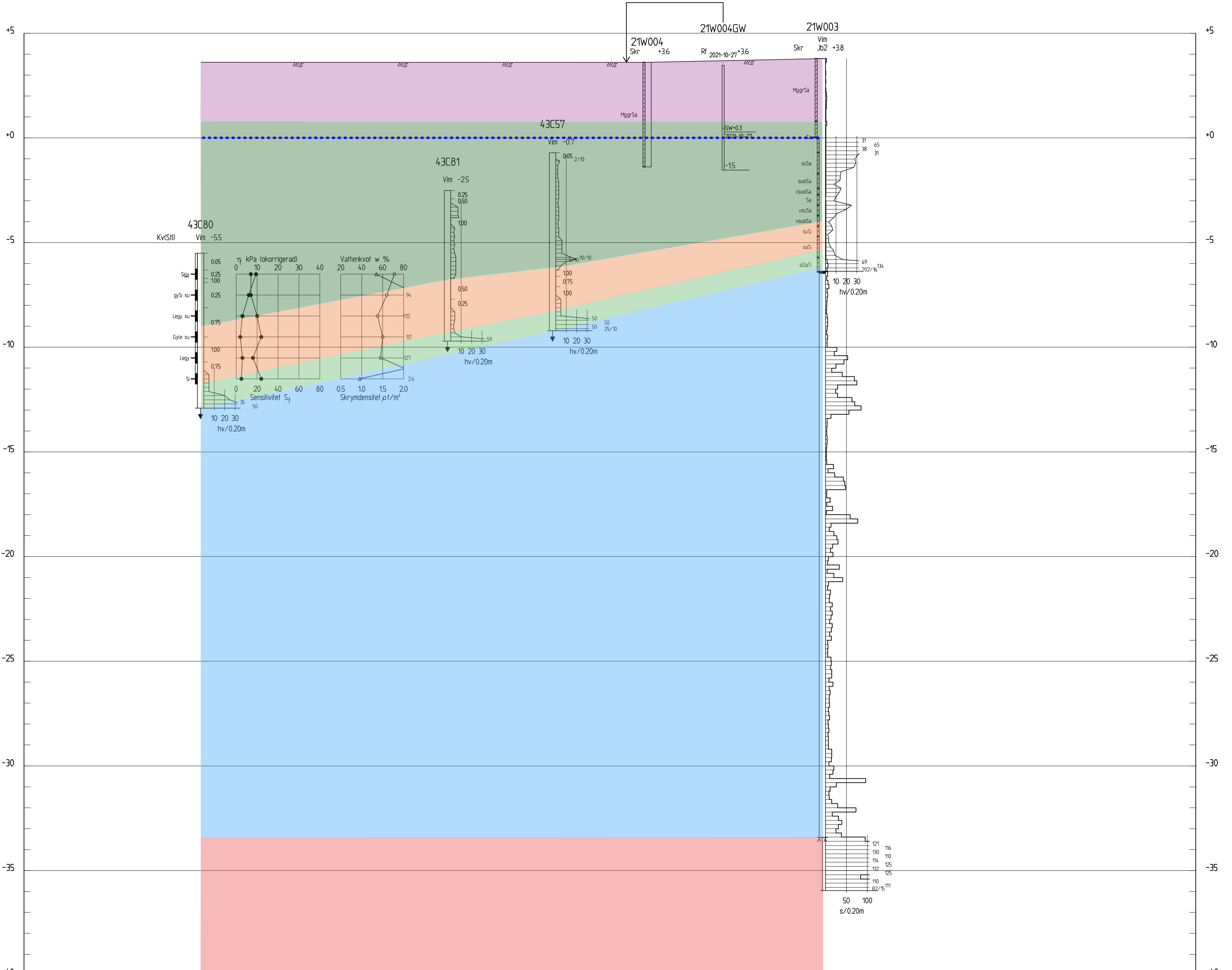
WSP Samhällsbyggnad  
Box 502 (D Sfrandgatan 24)  
901 10 Umeå  
TEL: 010-722 50 00  
www.wsp.com



UPPDRAG NR 10322663	RITAD/KONSTRUERAD AV R.SINGH	HANDLÄGGARE A.SJÖDIN
DATUM 2022-11-25	ANSVARIG R.WESTERBERG	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING  
SEKTION D-D OCH E-E

SKALA 1:100	NUMMER A1	BET G-10-2-05
----------------	--------------	------------------



SEKTION F-F  
1: 100

**KOORDINATSYSTEM**  
PLAN: SWEREF 99 21 25  
HÖJD: RH 2000

**BETECKNINGAR**  
SE SGF'S KOMPLETTERADE  
BETECKNINGSBLAG "BERG OCH JORD"  
DATERAT 2016-11-01  
OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM  
VERSION 2001:2, www.sgf.net

—//— MARKYTA (UNGEFÄRLIG)

- ANMÄRKNINGAR**
- BORRHÅLSFÖRTECKNING
- 43C75x - UTFÖRD ÅR 1956
  - 43Cxx - UTFÖRD ÅR 1958
  - 43C1580 - UTFÖRD ÅR 1970
  - 43C3xx - UTFÖRD ÅR 1979
  - 43C17xx - UTFÖRD ÅR 2004
  - 21Wxxx - UTFÖRD ÅR 2021 AV WSP

- Fyllning (grSa, byggnadsrester, tegel)
- Fyllning sand
- Naturliga sediment (siSa, saSi, Si, Sa)
- Morän
- Tolkad grundvattennivå

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----------------	-------	------

**TREKANTEN  
LULEÅ KOMMUN**

WSP Samhällsbyggnad  
Box 502 (Sfrandgatan 24)  
901 10 Umeå  
TEL: 010-722 50 00  
www.wsp.com



UPPDRAG NR 10322663	RITAD/KONSTRUERAD AV R.SINGH	HANDLÄGGARE A.SJÖDIN
DATUM 2022-11-25	ANSVARIG R.WESTERBERG	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING  
SEKTION F-F

SKALA 1:100	A1	NUMMER G-10-2-06	BET
----------------	----	---------------------	-----

FIL: R:\05-LULEÅ KOMMUN\0522663-N-LADUGÖBÄCK-10-25\01.dwg PLOTTAD: 2022-11-25 08:28:41 AV: ANVÄNDARE: SJP57874



# BILAGA 3

## Översiktliga sättningsberäkningar

3 sidor

Bilagan tillhör PM Geoteknik, Tillhörande detaljplan för Trekanten, Luleå, daterad 2022-11-25

### Innehåll

<i>Sättningsberäkning</i>	<i>Sida</i>
1-vånings underjordsgarage	2
Fördelningsstation	3

**Trekanten, Översiktligt sättningsberäkning för underjordsgarage grundlagd på sula 4x4 meter**  
 Uppskattning av sättningar under underjordsgarage. Grundläggning av sula på nivå -1.  
 Belastning från sula vid brott = 200 kPa. Ursprunglig effektivspänning på nivå -1 är 73 kPa.  
 Spänningsökning=grundtryck blir därmed 127 kPa.  
 2:1-metoden och Steinbrenners metod för spänningsfördelning i jord

2:1 metoden

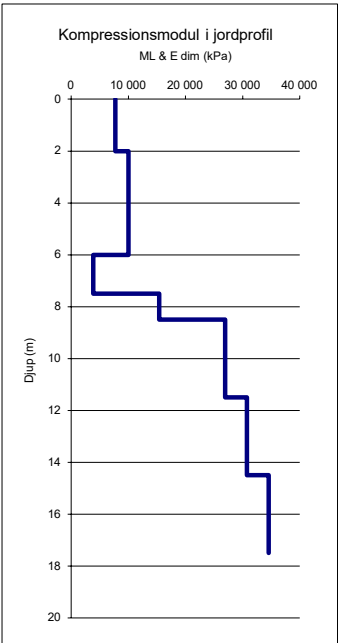
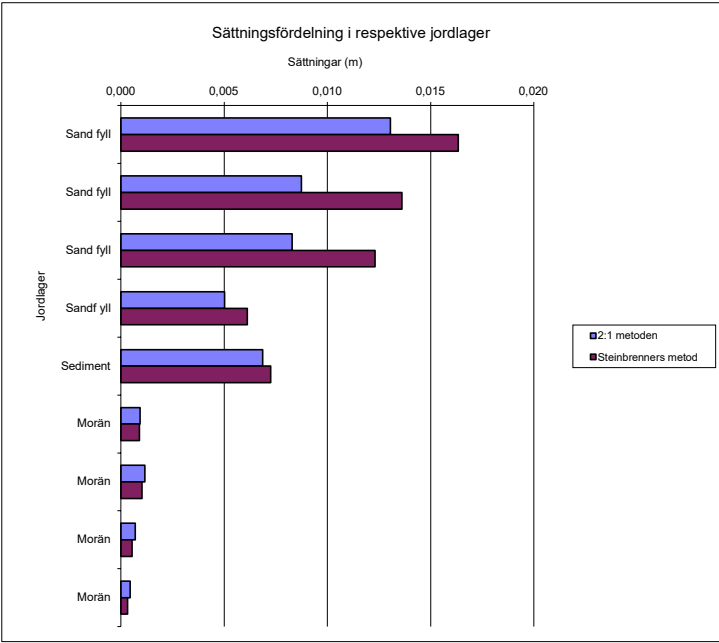
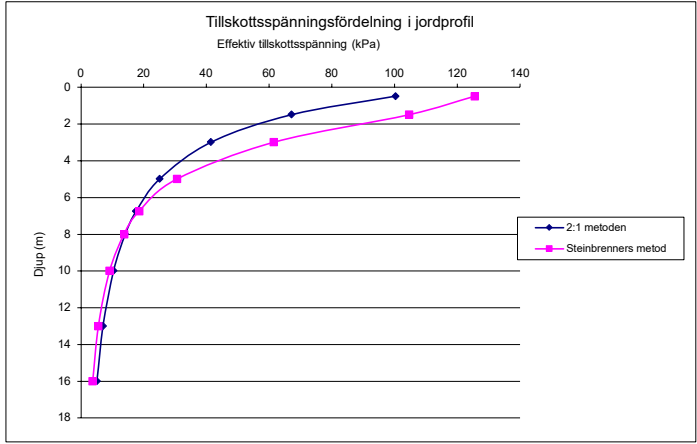
Skikt	Jord	Last i kPa	Last bredd	Last längd	Skikt höjd	Skikt mitt	Delta sigma	Gen. delta sigma	ML & Ek kar kPa	gamma	ML & E dim kPa	Sättning m	Ack. sättning
1	Sand fyll	127	4	4	1	0,5	100,35	0	10000	1,3	7692	0,013	
2	Sand fyll	127	4	4	1	1,5	67,17	0	10000	1,3	7692	0,009	0,022
3	Sand fyll	127	4	4	2	3	41,47	0	13000	1,3	10000	0,008	0,030
4	Sand fyll	127	4	4	2	5	25,09	0	13000	1,3	10000	0,005	0,035
5	Sediment	127	4	4	1,5	6,75	17,58	0	5000	1,3	3846	0,007	0,042
6	Morän	127	4	4	1	8	14,11	0	20000	1,3	15385	0,001	0,043
7	Morän	127	4	4	3	10	10,37	0	35000	1,3	26923	0,001	0,044
8	Morän	127	4	4	3	13	7,03	0	40000	1,3	30769	0,001	0,045
9	Morän	127	4	4	3	16	5,08	0	45000	1,3	34615	0,000	0,045

**Lastförutsättningar:**

Belastningsbredd  m  
 Belastningsbredd  m  
 Grundtryck  kPa

Steinbrenners metod

Skikt	Jord	Last i kPa	Last bredd	Last längd	Skikt höjd	Skikt mitt	Steinbergs formel								Delta sigma	Gen. delta sigma	ML & Ek kar kPa	gamma	ML dim kPa	Sättning m	Ack. sättning				
							z				n											Term 1	Term 2	T1+T2	1/2PI()
							m	m	m	m	m	m	m	m											
1	Sand fyll	127	2	2	1	0,5	4	4	16,00	16,00	0,328	1,226	1,554	0,159	125,62	0	10000	1,3	7692	0,016					
2	Sand fyll	127	2	2	1	1,5	1,33	1,33	1,78	1,78	0,600	0,694	1,294	0,159	104,64	0	10000	1,3	7692	0,014	0,030				
3	Sand fyll	127	2	2	2	3	0,67	0,67	0,44	0,44	0,448	0,313	0,761	0,159	61,49	0	13000	1,3	10000	0,012	0,042				
4	Sand fyll	127	2	2	2	5	0,40	0,40	0,16	0,16	0,240	0,138	0,378	0,159	30,60	0	13000	1,3	10000	0,006	0,048				
5	Sediment	127	2	2	1,5	6,75	0,30	0,30	0,09	0,09	0,149	0,081	0,230	0,159	18,57	0	5000	1,3	3846	0,007	0,056				
6	Morän	127	2	2	1	8	0,25	0,25	0,06	0,06	0,111	0,059	0,170	0,159	13,73	0	20000	1,3	15385	0,001	0,056				
7	Morän	127	2	2	3	10	0,20	0,20	0,04	0,04	0,074	0,038	0,112	0,159	9,09	0	35000	1,3	26923	0,001	0,057				
8	Morän	127	2	2	3	13	0,15	0,15	0,02	0,02	0,045	0,023	0,068	0,159	5,52	0	40000	1,3	30769	0,001	0,058				
9	Morän	127	2	2	3	16	0,13	0,13	0,02	0,02	0,030	0,015	0,046	0,159	3,69	0	45000	1,3	34615	0,000	0,058				



**Trekanten, Översiktligt sättningsberäkning för fördelningsstation**  
 Uppskattning av sättningar under underjordsgarage. Grundläggning av fördelningsstation på marknivå cirka +3,5.  
 Antaget grundtryck från fördelningsstation = 50 kPa.  
 2:1-metoden och Steinbrenners metod för spänningsfördelning i jord

2:1 metoden

Skikt	Jord	Last i kPa	Last bredd	Last längd	Skikt höjd	Skikt mitt	Delta sigma	Gen. delta sigma	ML & Ek kar kPa	gamma	ML & E dim kPa	Sättning m	Ack. sättning
1	Sand fyll	50	10	10	2	1	41,32	0	20000	1,3	15385	0,005	
2	Sand fyll	50	10	10	2	3	29,59	0	20000	1,3	15385	0,004	0,009
3	Sand fyll	50	10	10	2	5	22,22	0	10000	1,3	7692	0,006	0,015
4	Sand fyll	50	10	10	2	7	17,30	0	13000	1,3	10000	0,003	0,018
5	Sand fyll	50	10	10	2	9	13,85	0	13000	1,3	10000	0,003	0,021
6	Sediment	50	10	10	1,5	10,8	11,61	0	5000	1,3	3846	0,005	0,026
7	Morän	50	10	10	2	12,5	9,88	0	35000	1,3	26923	0,001	0,026
8	Morän	50	10	10	3	15	8,00	0	40000	1,3	30769	0,001	0,027
9	Morän	50	10	10	3	18	6,38	0	45000	1,3	34615	0,001	0,028

**Lastförsättningar:**

Belastningsbredd 10 m  
 Belastningsbredd 10 m  
 Grundtryck 50 kPa

Steinbrenners metod

Skikt	Jord	Last i kPa	Last bredd	Last längd	Skikt höjd	Skikt mitt	Steinbergs formel								Delta sigma	Gen. delta sigma	ML & Ek kar kPa	gamma	ML dim kPa	Sättning m	Ack. sättning m
							m	n	m <sup>2</sup>	n <sup>2</sup>	Term 1	Term 2	T1+T2	1/2PI()							
1	Sand fyll	50	5	5	2	1	5	5	25,00	25,00	0,269	1,293	1,562	0,159	49,71	0	20000	1,3	15385	0,006	
2	Sand fyll	50	5	5	2	3	1,67	1,67	2,78	2,78	0,574	0,826	1,400	0,159	44,58	0	20000	1,3	15385	0,006	0,012
3	Sand fyll	50	5	5	2	5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,577	0,524	1,101	0,159	35,04	0	10000	1,3	7692	0,009	0,021
4	Sand fyll	50	5	5	2	7	0,71	0,71	0,51	0,51	0,475	0,345	0,820	0,159	26,10	0	13000	1,3	10000	0,005	0,027
5	Sand fyll	50	5	5	2	9	0,56	0,56	0,31	0,31	0,371	0,238	0,609	0,159	19,39	0	13000	1,3	10000	0,004	0,030
6	Sediment	50	5	5	1,5	10,8	0,47	0,47	0,22	0,22	0,297	0,179	0,476	0,159	15,15	0	5000	1,3	3846	0,006	0,036
7	Morän	50	5	5	2	12,5	0,40	0,40	0,16	0,16	0,240	0,138	0,378	0,159	12,05	0	35000	1,3	26923	0,001	0,037
8	Morän	50	5	5	3	15	0,33	0,33	0,11	0,11	0,181	0,100	0,281	0,159	8,95	0	40000	1,3	30769	0,001	0,038
9	Morän	50	5	5	3	18	0,28	0,28	0,08	0,08	0,133	0,072	0,205	0,159	6,53	0	45000	1,3	34615	0,001	0,039

