

PM Geoteknik  
Tälle 27:13 Ljusdal

Uppdragsnummer 15230087

2023-11-21

Rev A 2024-06-10

Förstudie

För granskning

## Uppdrag

Tälle 27:13 Ljusdal

## Handläggare

Filip Franzén

[filip.franzen@lektus.se](mailto:filip.franzen@lektus.se)

## Granskare

Göran Klippenberger

[goran.klippenberger@lektus.se](mailto:goran.klippenberger@lektus.se)

Granskad 2023-11-13

## Uppdragsledare

Göran Klippenberger

[goran.klippenberger@lektus.se](mailto:goran.klippenberger@lektus.se)

## Beställare

AB Ljusdalshem

Håkan Andersson

[hakan.andersson@ljusdalshem.se](mailto:hakan.andersson@ljusdalshem.se)

## Innehållsförteckning

1	Uppdrag.....	3
2	Syfte och begränsningar .....	3
3	Underlag .....	3
4	Styrande dokument.....	3
5	Objekt .....	3
5.1	Blivande anläggning.....	3
5.2	Områdesbeskrivning .....	4
5.3	Topografi .....	5
5.4	Geotekniska förutsättningar .....	5
5.5	Hydrogeologiska förutsättningar.....	6
6	Beräkningar .....	6
6.1	Stabilitetsberäkningar .....	6
6.2	Sättningsberäkningar .....	6
7	Geotekniska åtgärder.....	8
7.1	Stabilitet.....	8
7.2	Sättningar .....	8
7.3	Grundläggning .....	8
7.4	Övriga geotekniska åtgärder .....	9
8	Rekommendationer.....	9
9	Bilagor .....	9

Revidering	Datum	Beskrivning
Rev A	2024-06-10	Avser tillkommande funktionstest av grundvattenrör, fortsatta grundvattenmätningar samt markmiljöundersökning.

## 1 Uppdrag

Lektus har på uppdrag av AB Ljusdalshem utfört geotekniska och markmiljöundersökningar inför detaljplaneskede på fastigheten Tälle 27:13 i Ljusdal.

## 2 Syfte och begränsningar

Syftet med denna handling är att verka som underlag för framtagande av detaljplan.

Denna handling redovisar de geotekniska och hydrogeologiska förutsättningarna för planerad anläggning samt anger rekommenderade geotekniska åtgärder.

## 3 Underlag

Följande underlag har använts vid upprättande av denna handling:

- SGU:s jordartskarta 1:25 000
- SGU:s jorrdjupskarta
- Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Geoteknisk undersökning Tälle 27:13 Ljusdal, Lektus tillsammans med tillhörande bilagor och ritningar daterad 2023-11-21
- Markteknisk undersökningsrapport / Geoteknik (MUR), Kombohus Ljusdal, Sweco, tillsammans med tillhörande bilagor och ritningar daterad 2016-02-26

## 4 Styrande dokument

Följande standarder har använts vid upprättande av denna handling:

- SS-EN 1997-1 och SS-EN 1997-2 med tillhörande nationell bilaga
- SGF beteckningssystem 2001:2
- AMA Anläggning 20
- SGF Fätlhandbok 1:2013

Följande rådgivande dokument har använts vid upprättande av denna handling:

- TK Geo 13 version 2.0 (TDOK 2013:0667)
- TR Geo 13 version 2.0 (TDOK 2013:0668)

## 5 Objekt

### 5.1 Blivande anläggning

AB Ljusdalshem planerar uppföra ett flerbostadshus i fyra våningsplan omfattande cirka 25 lägenheter på fastigheten. Detaljplanen avser medge byggnation av byggnad av maximalt 500 m<sup>2</sup>. Byggnadens utformning i övrigt eller placering på fastigheten är vid tidpunkten för upprättandet av denna handling inte bestämt.

---

## 5.2 Områdesbeskrivning

Fastigheten ligger i centrala Ljusdal cirka 300 meter öster om Ljusdals järnvägsstation. Fastigheten avgränsas i söder av Norra Järnväggsgatan och i öster av Molinsgatan. I norr och väster avgränsas fastigheten av grannfastigheter. Fastigheten är idag obebyggd och består av en gräsyta. Fram tills nyligen fanns en liten byggnad i det sydvästra hörnet av fastigheten, se Figur 1 nedan.



**Figur 1** Flygfoto hämtat från Lantmäteriets hemsida 2023-10-03. Aktuell fastighet är inom den röda markeringen. © Lantmäteriet

Cirka 1960 fanns en mindre byggnad i fastighetens sydvästra hörn. I övrigt bestod fastigheten då precis som nu av en gräsyta, se Figur 2 nedan.



**Figur 2** Historiskt flygfoto taget cirka 1960 hämtat från Lantmäteriets hemsida 2023-10-03. Aktuell fastighet är inom den röda markeringen. © Lantmäteriet

### 5.3 Topografi

Markytan på fastigheten sluttar nedåt i sydlig riktning. Marknivån i undersökta punkter är på +133,2 till +134,0 m.ö.h.

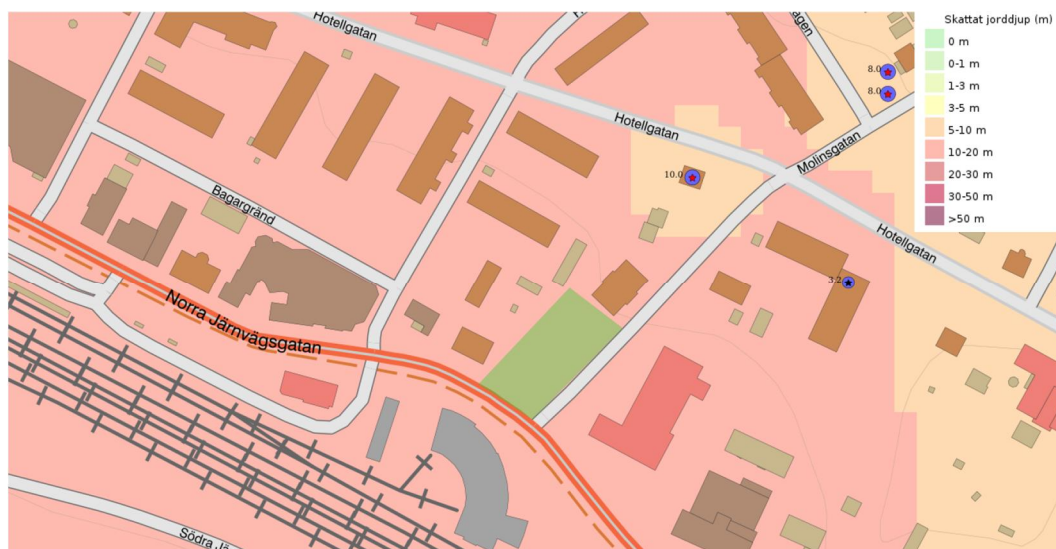
### 5.4 Geotekniska förutsättningar

Enligt SGU:s jordartskarta 1:25 000 utgörs det översta skiktet i jordprofilen i undersökt område av lera på den aktuella fastigheten, se Figur 3 nedan.



**Figur 3** SGU:s jordartskarta 1:25 000 hämtad från SGU:s hemsida 2023-10-03. Aktuell fastighet är inom den röda markeringen. Gult område markerar lera. © Sveriges geologiska undersökning

Enligt SGU:s jorddjupskarta är bedömt jorddjup inom aktuell fastighet 10–20 meter, se Figur 4 nedan.



**Figur 4** SGU:s jorddjupskarta hämtad från SGU:s hemsida 2023-10-03. Aktuell fastighet är inom den gröna markeringen. Terrakottafärgat området markerar ett bedömt jorddjup om 10–20 meter. © Sveriges geologiska undersökning

Enligt utförda geotekniska undersökningar består den naturliga jordprofilen i området av humusjord på sedimentjord på morän på berg. Ställvis förekommer fyllning överst i jordprofilen. Det totala jorddjupet är inte undersökt men är som minst cirka 4,1–5,8 meter.

Sedimentjorden består av löst till fast lagrad lerig silt. Sedimentjordarnas mäktighet bedöms vara 0,8–1,4 meter i undersökta punkter. Lerig silt tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4.

Sedimentjordarna underlagras av siltig sandmorän med fast till mycket fast lagringstäthet. Ställvis förekommer ett cirka 0,2–0,4 meter mäktigt skikt med lös lagringstäthet på cirka 3,2–3,6 meters djup under befintlig markyta. Moränens mäktighet är inte undersökt men bedöms vara som minst cirka 3,3–4,8 meter. Den siltiga sandmoränen tillhör 4A och tjälfarlighetsklass 3.

Fast botten med hejarsondering har påträffats på nivå cirka +127,7 till +129,4 m.ö.h. motsvarande cirka 4,1–5,8 meter under befintlig markyta.

Berg har ej påträffats i någon av de utförda sonderingarna.

## 5.5 Hydrogeologiska förutsättningar

Grundvattenmätningar är utförda i installerade grundvattenrör enligt Tabell 1 nedan.

*Tabell 1 Sammanställning av grundvattenmätningar i installerade grundvattenrör.*

ID	Min		Max		Mätperiod
	[m.ö.h.]	[m.u.my.]	[m.ö.h.]	[m.u.my.]	
23L007G	+130,11	3,13	+130,58	2,66	2023-10-26 – 2024-06-03

## 6 Beräkningar

### 6.1 Stabilitetsberäkningar

Inga stabilitetsberäkningar har utförts inom ramen för uppdraget.

### 6.2 Sättningsberäkningar

#### 6.2.1 Allmänt

Sättningsberäkningar för ett fiktivt flerbostadshus i fyra våningsplan med yttlig grundläggning har utförts. En sättningsberäkning har utförts för respektive sonderingspunkt för att erhålla ett representativt värde.

#### 6.2.2 Beräkningsmodell

Sättningsberäkningar är utförda med lastspridning enligt 2:1-metoden.

Påfört tillskottslast sprids ner till respektive jordlager i enlighet med ekvation (1) nedan:

$$\Delta\sigma = \frac{q*b*l}{(b+z)(l+z)} \quad (1)$$

Där

$q =$  påförd last

$b =$  lastens utbredning i bredd

$l =$  lastens utbredning i längd

$z =$  djup ner till respektive jordlagers mitt

Storleken på sättningen i respektive jordlager beräknas i enlighet med ekvation (2) nedan:

$$\delta = h \left( \frac{\sigma' - \sigma'_0}{M_0} \right) \quad (2)$$

Där

$h =$  jordlagrets mäktighet

$\sigma' = \Delta\sigma + \sigma'_0$

$\sigma'_0 = \sigma - u$

$\sigma =$  jordtryck på aktuell nivå

$u =$  portryck på aktuell nivå

$M_0 =$  sättningens modul i överkonsoliderat tillstånd

### 6.2.3 Materialparametrar

Jordens karakteristiska värden för deformationsegenskaper är utvärderade utifrån utförda hejarsonderingar. Empiriska värden för jordens tunghet har använts då denna inte går att utvärdera utifrån utförda sonderingar eller provtagningar.

Ansatta materialparametrar redovisas i respektive sättningsberäkning i bilaga 1.

### 6.2.4 Grundvatten

Ansatt grundvattennivå utgår från grundvattenmätningar i installerat grundvattenrör och redovisas i respektive sättningsberäkning i bilaga 1.

### 6.2.5 Laster

Fiktiv jämnt fördelad last om 40 kPa med utbredningen 25x20 meter har använts i sättningsberäkningarna.

Ansatta laster redovisas i respektive sättningsberäkning i bilaga 1.

### 6.2.6 Antaganden

Utöver de antaganden som nämnts ovan har följande antaganden gjorts vid stabilitetsberäkningarna:

- De geotekniska förhållandena motsvarar de som gäller i utförda sonderingspunkter vid sonderingstillfället.
  - Tillämpade laster som använts i sättningsberäkningarna är baserade på antaganden om schablonmässiga laster för bostadshus.
  - Grundläggning sker efter utskiftning av 0,5 meter sedimentjord mot kapillärbrytande lager av krossmaterial.
-



## 6.2.7 Resultat

Resultaten från sättningsberäkningarna redovisas i respektive sättningsberäkning i bilaga 1 samt i Tabell 2 nedan.

*Tabell 2 Sammanställning av resultaten från sättningsberäkningarna.*

Undersökningpunkt	Sättning [cm]
23L001	0,4
23L002	0,4
23L003	0,4
23L004	0,5
23L005	0,6
23L006	0,4
23L007	0,4

## 7 Geotekniska åtgärder

### 7.1 Stabilitet

Stabiliteten bedöms vara tillfredställande i området.

### 7.2 Sättningar

Sättningar om upp till 1 cm kan förväntas utbildas under ett flervåningshus i fyra våningsplan med ytlig grundläggning och ytmåttet 25 x 20 meter.

Sättningarnas storlek blir mindre om byggnadens storlek minskar i yta eller höjd. I det fall huset anläggs med källare innebär det att sättningarna under byggnaden blir mindre än de som framgår av beräkningarna.

Grundvattenobservationer har utförts under perioden oktober till juni. Verklig grundvattennivå kan alltså under delar av året vara både högre och lägre än de värden som fångats upp i utförda grundvattenmätningar. Då förekommande jordar inte är sättning känsliga har grundvattennivån ingen betydande påverkan på de förväntade sättningarnas storlek.

### 7.3 Grundläggning

De geotekniska förutsättningarna är likvärdiga över hela det undersökta området. Byggnaden föreslås grundläggas med platta på mark efter vegetationsavtagning och utskiftning av de ytligaste, löst lagrade sedimentjordarna vilka ersätts med packningsbara massor av friktionsjord eller krossmaterial upp till grundläggningsnivå. Försumbara sättningar kan utbildas i de naturligt lagrade jordarna under byggnaden.

Förekommande jordar av lerig silt och siltig sandmorän bedöms ha medelhög till låg genomsläpplighet för vatten och därmed relativt täta. Grundläggningen behöver förses med dränering.

Jordar tillhörande tjälfarlighetsklass 3 och 4 finns ovan tjälfritt djup. Grundläggningen utförs isolerad för att förebygga tjälskador.

Byggnad kan utföras med källarplan då bergfritt djup uppgår till minst cirka 4,1 meters djup under befintlig markyta. Då grundvattenobservationer har utförts under perioden oktober till juni kan verklig grundvattennivå under delar av året alltså vara både högre och lägre än de värden som fångats upp i utförda grundvattenmätningar. Grundvattenytan kan förekomma ovan förväntad grundläggningsnivå i det fall källarplan ska anläggas vilket innebär att en permanent grundvattensänkning kan krävas. En eventuell permanent grundvattensänkning till följd av anläggande av källarplan bedöms inte ha någon omgivningspåverkan.

#### 7.4 Övriga geotekniska åtgärder

Överbyggnad för hårdgjorda ytor dimensioneras för terrass av material tillhörande tjälfarlighetsklass 4. I det fall sedimentjordarna skiftas ut ner till moränen dimensioneras överbyggnad för hårdgjorda ytor för terrass av material tillhörande tjälfarlighetsklass 3.

Utskiftade sedimentjordar bedöms inte vara lämpade att använda som fyllning under byggnader, hårdgjorda ytor eller andra anläggningar. De kan användas som fyllning i grönytor eller för terrängmodellering.

## 8 Rekommendationer

Undersökning av markradon är inte utfört men rekommenderas utföras på fastigheten. Enligt SGU:s kartmaterial föreligger viss risk för markradon i området.

## 9 Bilagor

I Tabell 3 nedan redovisas samtliga bilagor som ingår i denna handling.

*Tabell 3 Sammanställning av samtliga bilagor som ingår i handlingen.*

Namn på bilaga	Antal sidor
Bilaga 1 Sättningsberäkningar	7

# Bilaga 1 Sättningsberäkningar

Tillhör PM Geoteknik  
Geoteknisk undersökning Tälle 27:13 Ljusdal

## Sättningsberäkning

Plats: sonderingspunkt 23L001

Pålastning: Fiktiv last från flerbostadshus i fyra våningsplan

Antal jordlager

4

Antal sättningsbenägna lager

4

Grundvattendjup

-2,7 m

Last

q= 40 kPa

B = 20,0 m

Grundläggningsdjup

0,00 m

L= 25,0 m

Lager	Skikt mitt, z	Lagertjocklek	$\rho$	$\sigma$	u	$\sigma'_0$	$\Delta\sigma$	$\sigma'$	$\sigma'_c$	$\sigma'_L$	$M_0$	$M_L$	$M'$	$\varepsilon$	Sättning
	[m]	[m]	[t/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]		[m]
clSi	-0,50	1,00	1,70	8,50	0,00	8,50	38,26	46,76			20000			0,0019	0,002 m
siSaTi	-1,70	1,40	2,00	31,00	0,00	31,00	34,52	65,52			70000			0,0005	0,001 m
siSaTi	-2,60	0,40	2,00	49,00	0,00	49,00	32,06	81,06			35000			0,0009	0,000 m
siSaTi	-4,00	2,40	2,00	77,00	13,40	63,60	28,74	92,34			86000			0,0003	0,001 m
	Totalt djup	5,20													
<b>Totalt</b>															<b><u>0,004 m</u></b>

## Sättningsberäkning

Plats: sonderingspunkt 23L002  
 Pålastning: Fiktiv last från flerbostadshus i fyra våningsplan

Antal jordlager 4

Antal sättningsbenägna lager 4

Grundvattendjup -2,7 m  
 Last q= 40 kPa B = 20,0 m  
 Grundläggningsdjup 0,00 m L= 25,0 m

Lager	Skikt mitt, z	Lagertjocklek	$\rho$	$\sigma$	u	$\sigma'_0$	$\Delta\sigma$	$\sigma'$	$\sigma'_c$	$\sigma'_L$	$M_0$	$M_L$	$M'$	$\varepsilon$	Sättning
	[m]	[m]	[t/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]			[m]
clSi	-0,60	1,20	1,70	10,20	0,00	10,20	37,92	48,12			20000			0,0019	0,002 m
siSaTi	-1,80	1,20	2,00	32,40	0,00	32,40	34,23	66,63			84000			0,0004	0,000 m
siSaTi	-3,00	1,20	2,00	56,40	3,40	53,00	31,06	84,06			46000			0,0007	0,001 m
siSaTi	-4,10	1,00	2,00	78,40	14,40	64,00	28,52	92,52			90000			0,0003	0,000 m
	Totalt djup	4,60													
<b>Totalt <u>0,004 m</u></b>															

## Sättningsberäkning

Plats: sonderingspunkt 23L003

Pålastning: Fiktiv last från flerbostadshus i fyra våningsplan

Antal jordlager

4

Antal sättningsbenägna lager

4

Grundvattendjup

-2,7 m

Last

q = 40 kPa

B = 20,0 m

Grundläggningsdjup

0,00 m

L = 25,0 m

Lager	Skikt mitt, z	Lagertjocklek	$\rho$	$\sigma$	u	$\sigma'_0$	$\Delta\sigma$	$\sigma'$	$\sigma'_c$	$\sigma'_L$	$M_0$	$M_L$	$M'$	$\varepsilon$	Sättning
	[m]	[m]	[t/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]		[m]
clSi	-0,50	1,00	1,70	8,50	0,00	8,50	38,26	46,76			21000			0,0018	0,002 m
siSaTi	-1,70	1,40	2,00	31,00	0,00	31,00	34,52	65,52			72000			0,0005	0,001 m
siSaTi	-2,90	1,00	2,00	55,00	2,40	52,60	31,30	83,90			55000			0,0006	0,001 m
siSaTi	-4,40	2,00	2,00	85,00	17,40	67,60	27,88	95,48			83000			0,0003	0,001 m
	Totalt djup	5,40													
<b>Totalt <u>0,004 m</u></b>															

## Sättningsberäkning

Plats: sonderingspunkt 23L004  
 Pålastning: Fiktiv last från flerbostadshus i fyra våningsplan

Antal jordlager 4

Antal sättningsbenägna lager 4

Grundvattendjup -2,7 m  
 Last q= 40 kPa B = 20,0 m  
 Grundläggningsdjup 0,00 m L= 25,0 m

Lager	Skikt mitt, z	Lagertjocklek	$\rho$	$\sigma$	u	$\sigma'_0$	$\Delta\sigma$	$\sigma'$	$\sigma'_c$	$\sigma'_L$	$M_0$	$M_L$	$M'$	$\varepsilon$	Sättning
	[m]	[m]	[t/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]		[m]
clSi	-0,50	1,00	1,70	8,50	0,00	8,50	38,26	46,76			17000			0,0023	0,002 m
siSaTi	-1,80	1,60	2,00	33,00	0,00	33,00	34,23	67,23			62000			0,0006	0,001 m
siSaTi	-3,20	1,20	2,00	61,00	5,40	55,60	30,57	86,17			26000			0,0012	0,001 m
siSaTi	-4,65	1,70	2,00	90,00	19,90	70,10	27,36	97,46			80000			0,0003	0,001 m
	Totalt djup	5,50													
<b>Totalt <u>0,005 m</u></b>															

## Sättningsberäkning

Plats: sonderingspunkt 23L005

Pålastning: Fiktiv last från flerbostadshus i fyra våningsplan

Antal jordlager

4

Antal sättningsbenägna lager

4

Grundvattendjup

-2,7 m

Last

q = 40 kPa

B = 20,0 m

Grundläggningsdjup

0,00 m

L = 25,0 m

Lager	Skiktmitt, z	Lagertjocklek	$\rho$	$\sigma$	u	$\sigma'_0$	$\Delta\sigma$	$\sigma'$	$\sigma'_c$	$\sigma'_L$	$M_0$	$M_L$	$M'$	$\varepsilon$	Sättning
	[m]	[m]	[t/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]		[m]
clSi	-0,40	0,80	1,70	6,80	0,00	6,80	38,60	45,40			10000			0,0039	0,003 m
siSaTi	-1,60	1,60	2,00	29,60	0,00	29,60	34,81	64,41			71000			0,0005	0,001 m
siSaTi	-2,90	1,00	2,00	55,60	2,40	53,20	31,30	84,50			26000			0,0012	0,001 m
siSaTi	-4,60	2,40	2,00	89,60	19,40	70,20	27,47	97,67			87000			0,0003	0,001 m
	Totalt djup	5,80													
<b>Totalt <u>0,006 m</u></b>															



## Sättningsberäkning

Plats: sonderingspunkt 23L006  
 Pålastning: Fiktiv last från flerbostadshus i fyra våningsplan

Antal jordlager 4

Antal sättningsbenägna lager 4

Grundvattendjup -2,7 m  
 Last q= 40 kPa B = 20,0 m  
 Grundläggningsdjup 0,00 m L= 25,0 m

Lager	Skiktmit, z	Lagertjocklek	$\rho$	$\sigma$	u	$\sigma'_0$	$\Delta\sigma$	$\sigma'$	$\sigma'_c$	$\sigma'_L$	$M_0$	$M_L$	$M'$	$\varepsilon$	Sättning
	[m]	[m]	[t/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]		[m]
clSi	-0,30	0,60	1,70	5,10	0,00	5,10	38,94	44,04			13000			0,0030	0,002 m
siSaTi	-1,30	1,40	2,00	24,20	0,00	24,20	35,70	59,90			81000			0,0004	0,001 m
siSaTi	-2,40	0,80	2,00	46,20	0,00	46,20	32,59	78,79			36000			0,0009	0,001 m
siSaTi	-3,45	1,30	2,00	67,20	7,90	59,30	29,98	89,28			88000			0,0003	0,000 m
	Totalt djup	4,10													
<b>Totalt <u>0,004 m</u></b>															

## Sättningsberäkning

Plats: sonderingspunkt 23L007

Pålastning: Fiktiv last från flerbostadshus i fyra våningsplan

Antal jordlager

4

Antal sättningsbenägna lager

4

Grundvattendjup

-2,7 m

Last

q= 40 kPa

B = 20,0 m

Grundläggningsdjup

0,00 m

L= 25,0 m

Lager	Skikt mitt, z	Lagertjocklek	$\rho$	$\sigma$	u	$\sigma'_0$	$\Delta\sigma$	$\sigma'$	$\sigma'_c$	$\sigma'_L$	$M_0$	$M_L$	$M'$	$\varepsilon$	Sättning
	[m]	[m]	[t/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]		[m]
clSi	-0,40	0,80	1,70	6,80	0,00	6,80	38,60	45,40			16000			0,0024	0,002 m
siSaTi	-2,00	2,40	2,00	37,60	0,00	37,60	33,67	71,27			68000			0,0005	0,001 m
siSaTi	-3,60	0,80	2,00	69,60	9,40	60,20	29,63	89,83			44000			0,0007	0,001 m
siSaTi	-4,60	1,20	2,00	89,60	19,40	70,20	27,47	97,67			78000			0,0004	0,000 m
	Totalt djup	5,20													
															<b>Totalt</b> <u><b>0,004 m</b></u>