

Projekteringsunderlag PM/ Geoteknik  
DETALJPLAN D149 BERGEFORSSEN



**Uppdrag:** 342076 Detaljplan D149 Bergeforsen  
**Titel på rapport:** PM Geoteknik – Detaljplan D149 Bergeforsen  
**Status:** Slutrapport  
**Datum:** 2024-05-14

**Medverkande**

**Beställare:** Timrå kommun  
**Kontaktperson:** Elisabeth Pettersson  
**Konsult:** Tyréns Sverige AB  
**Uppdragsansvarig:** Håkan Döss Henriksson  
**Handläggare:** Johanna Eriksson  
**Kvalitetsgranskare:** Per Olof Sjödin

**Revideringar**

**Revideringsdatum:** -  
**Version:** -  
**Initialer:** -

## Innehållsförteckning

<b>1 Objekt.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Ändamål.....</b>	<b>6</b>
<b>3 Underlag för projekterings PM.....</b>	<b>6</b>
<b>4 Styrande dokument.....</b>	<b>6</b>
<b>5 Ny detaljplan och geotekniska frågeställningar.....</b>	<b>7</b>
5.1 Ny detaljplan.....	7
5.2 Geotekniska frågeställningar.....	8
<b>6 Markförhållanden.....</b>	<b>8</b>
6.1 Geotekniska förhållanden.....	8
6.2 Hydrogeologiska förhållanden.....	8
<b>7 Dimensionering och beräkning.....</b>	<b>9</b>
7.1 Beskrivning av geokonstruktion.....	9
7.2 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass.....	9
7.2.1 Geoteknisk kategori.....	9
7.2.2 Säkerhetsklass.....	9
7.3 Utvärdering av geokonstruktionens dimensionerande värden.....	9
7.3.1 Valda värden.....	10
7.3.2 Karakteristiska värden.....	11
7.3.3 Dimensionerande värden.....	11
7.3.4 Dimensionerande hydrogeologiska förutsättningar.....	12
7.4 Modellosäkerheter.....	12
7.5 Gjorda antaganden.....	13
7.5.1 Laster.....	13
7.5.2 Krav på geokonstruktionen.....	13
7.6 Beräkningar.....	13
7.6.1 Brottgräns.....	13
7.6.2 Bruksgräns.....	14
<b>8 Rekommendationer.....</b>	<b>15</b>
8.1 Inledning.....	15
8.2 Grundläggning.....	15
8.3 Schaktarbeten.....	15

8.4 Fyllningsarbeten .....	15
8.5 Anläggning av hårdgjorda ytor .....	16
8.6 Grundvattensänkning .....	16

### **Bilagor**

Beteckning	Datum	Rev. datum
Bilaga 1 – Valda Värden	2024-05-14	

### **Tillhörande dokument/hänvisningar**

Beteckning	Datum	Rev. datum
MUR – Detaljplan Bergeforsen	2024-05-14	

## Inledning

Föreliggande PM Projekteringsunderlag behandlar projekteringsförutsättningar avseende geoteknik och grundvatten för rubricerat objekt. Sammanställning av tidigare och nu utförda undersökningar redovisas i en separat rapport, Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geoteknik).

PM/Geoteknik redogör för geotekniska förutsättningar som underlag till ändringen av detaljplanen för området.

## 1 Objekt

Tyréns Sverige AB har på uppdrag av Timrå Kommun utfört en geoteknisk och hydrogeologisk utredning i samband med ändring av detaljplanen för ett område i centrum av Bergforsen, Timrå.

Elisabeth Pettersson har varit beställarens kontaktperson. Håkan Döss Henriksson har varit uppdragsansvarig för Tyréns Sverige AB och Johanna Eriksson har varit geoteknisk handläggare. Intern granskning har utförts av Per Olof Sjödin.



Figur 1. Översiktskarta med detaljplaneområdet markerat med rött (Lantmäteriet)

## 2 Ändamål

Syftet med den geotekniska utredningen är att utifrån de satta kraven på byggnadshöjder och därmed antagna och tänkta laster, utreda eventuella stabilitets- eller sättningsproblem som råder inom aktuellt område. Samt ta fram underlag för grundläggning och beskriva möjliga grundläggningsrekommendationer.

## 3 Underlag för projekterings PM

1. MUR/Geoteknik – Detaljplan Bergeforsen, Tyréns Sverige AB, 2024-04-26.
2. Plankarta och planberskrivning tillhandahållet av Timrå kommun.
3. Tidigare undersökningar på angränsande fastigheter.

## 4 Styrande dokument

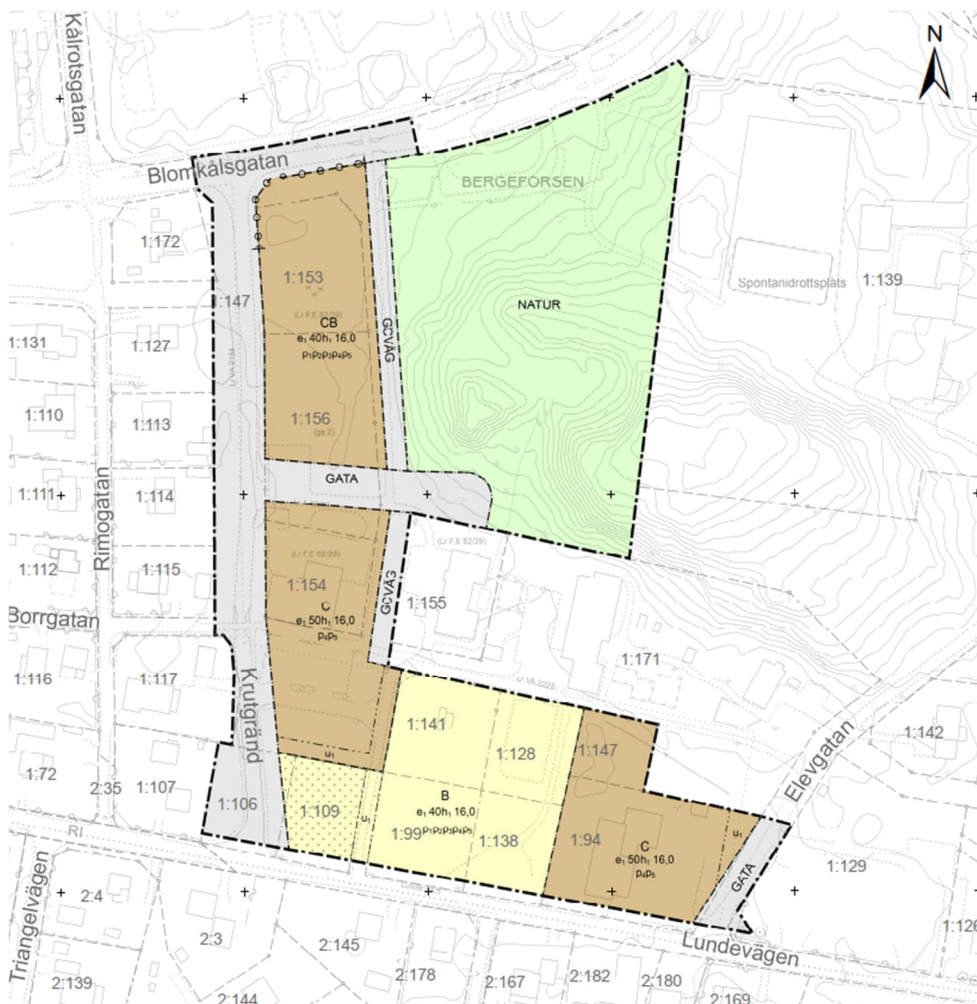
Tabell 1. Styrande dokument.

<b>Dokument</b>	<b>Datum</b>
Eurokod 7, Dimensionering av geokonstruktioner del 1 och 2 SS-EN 1997-1:2005 samt SS-EN 1997-2:2007	2005-02-18 2007-03-30
TRVINFRA-00230 V1.0 Geokonstruktion, Dimensionering och utförning	2022-01-11
AMA Anläggning 23	
IEG 2:2008 R3 Tillämpningsdokument Grunder	2013-12-15
IEG 4:2008 R1 Tillämpningsdokument Dokumenthantering	2013-12
IEG 6:2008 R1 Tillämpningsdokument Slänter och Bankar	2010-01
SGI Vägledning 8 Utredning av släntstabilitet	2011-03
IEG 7:2008 Tillämpningsdokument Plattgrundläggning	2010-12

## 5 Ny detaljplan och geotekniska frågeställningar

### 5.1 Ny detaljplan

I den nya detaljplanen sker förändringar av gator, GC-väg, prickmark samt omfattning av bostäder och centrumverksamhet. Regleringen av byggnader blir friare gällande placering och storlek. Byggnaderna får max ha en nockhöjd på 16 m, uppgå till 40-50% av fastighetsytan och placeras olika nära tomtgränsen beroende på typ av byggnad. Utifrån nockhöjden har det antagits att max 4 våningar får plats inom byggnaderna. Figur 2 visar plankartan över nya ändrade detaljplanen.



Figur 2. Plankarta över detaljplan.

## 5.2 Geotekniska frågeställningar

Stora delar av området är idag obebyggda områden med skog eller öppna gräsytor, för dessa ytor behöver risk för sättningar utredas för den nya byggnadsregleringen i detaljplanen.

Utöver detta ska även risk för ras och skred utredas för området.

## 6 Markförhållanden

### 6.1 Geotekniska förhållanden

Jorden består i ytan av humusjord till ca 2-3 dm djup där ett lager av sand och finsand finns. I sandlagret förekommer på några ställen skikt av silt. Lagret har en mäktighet på 2 m i norra området och 4 m i södra delarna, friktionsvinkeln och elasticitetsmodulen avtar mot djupet. Friktionsvinkeln börjar på 38° och minskar med 2° per meter, elasticitetsmodulen börjar på 20 MPa och avtar med 15MPa första metern för att sedan stabiliseras på 5MPa.

Sandlagret övergår sedan till ett lager med finsandig silt som ligger mellan 2-6m under markytan. Friktionsvinkeln för siltlagret beter sig liknande som för sandlagret och avtar med 2° per meter och elasticitetsmodulen ligger kvar på 5 MPa.

På 6 meters djup förekommer siltig lera med en mäktighet på 6m. Leran har en skjuvhållfasthet på ca 40 kPa och en elasticitetsmodul på 5 MPa. På 12 meters djup överlagrar sedan leran en morän. Ca 14 m under markytan får moränen en högre lagringstäthet och elasticitetsmodulen ökar till 20 MPa.

### 6.2 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenytan är uppmätt på två ställen inom detaljplanen och varierar mellan 1-1,5m under markytan vilket ger nivåer på +30,3 till +31,6.



## 7 Dimensionering och beräkning

### 7.1 Beskrivning av geokonstruktion

Byggnader rekommenderas generellt att grundläggas med platta på mark.

### 7.2 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

#### 7.2.1 Geoteknisk kategori

Planerad anläggning avseende grundläggning och eventuella stödkonstruktioner hänförs till geoteknisk kategori 2 (GK2).

#### 7.2.2 Säkerhetsklass

Planerad anläggning avseende grundläggning och eventuella stödkonstruktioner hänförs till säkerhetsklass 2 (SK 2).

Tabell 2. Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass.

<b>Säkerhetsklass</b>	<b>Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass, <math>\gamma_d</math></b>
SK 1	0,83
<b>SK 2</b>	<b>0,91</b>
SK 3	1,0

### 7.3 Utvärdering av geokonstruktionens dimensionerande värden

Grundläggningen dimensioneras enligt Eurokod 7 (EN 1997) där geokonstruktionen hänförs till geoteknisk kategori enligt ovan.

Beräkningar i brott- och bruksgränstillstånd utförs med nedanstående parametrar och partialkoefficienter. Dessa är utvärderade ur undersökningsresultaten med stöd av IEG:s tillämpningsdokument Grunder (Rapport 2:2008).

Utgångspunkt är härledda värden som är uppmätta vid fält- eller laboratorieundersökning.

Utifrån härledda värden bedöms ett valt värde  $X_{valt}$  vilket är utvärderat från sammanställning av härledda värden för respektive parameter, där felaktiga mätvärden exkluderats. Hänsyn tas till empiri och olika undersökningsmetoders relevans för aktuell brottmekanism.”

Karakteristiska värden  $X_k$  erhålls genom att reducera eller öka det valda värdet  $X_{valt}$  med en omräkningsfaktor  $\eta$  enligt ekvation (1).

Omräkningsfaktorn beaktar bland annat tillförlitligheten i undersökningen samt osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell konstruktion.

$$X_k = \eta \cdot X_{valt} \quad (1)$$

$\eta$  Omräkningsfaktor som tar hänsyn till osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell geokonstruktion enligt.

$X_{valt}$  Det valda värdet (bör beräknas eller uppskattas som medelvärdet av härledda värden).

Dimensionerande värdet  $X_d$  erhålls genom att applicera den geotekniska parametern  $\gamma_M$  till det karakteristiska värdet enligt ekvation (2) och används då ett lågt värde är dimensionerande.

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot X_k \quad (2)$$

Ekvation (3) nyttjas när ett högt värde är dimensionerande.

$$X_d = \gamma_M \cdot X_k \quad (3)$$

Där  $\gamma_M$  är en fast partialkoefficient.

### 7.3.1 Valda värden

Värden är valda utifrån utvärderade CPT-sonderingar som presenteras i Bilaga 3 – Härledda Värden i tillhörande MUR, se även Bilaga 1 – Valda värden till hörande denna rapport. Tungheten för jordmaterialen har valts utifrån tabell A1-1 i TRVINFRA-00230 bilaga A.

Tabell 3. Valda värden för parametrar i jordmodellen.

<b>Djup [m umy]</b>	<b>Material</b>	<b>M/T*</b>	<b><math>\gamma_{valt}</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b><math>\phi_{valt}</math> [°]</b>	<b><math>C_{u, valt}</math> [kPa]</b>	<b><math>E_{valt}</math> [MPa]</b>
0-1	Sand	1/2	18	38	-	20
1-2	Sand	1/2	18	38-2/m	-	20-15/m
2-6	Finsandig silt	4A/3	17	36-2/m		5
6-12	Lerig silt	5A/4	17	-	40	5
12-16	Morän	5A/4	20	-	40	5
16-18	Morän	5A/4	20	34	-	20

\*Materialtyp/Tjälfarlighetsklass enligt AMA 23

### 7.3.2 Karakteristiska värden

Valt värde enligt ovan justeras med faktorn  $\eta$  enligt TRVINFRA-00230 6.2.5.4 och avser då i enlighet med SS-EN 1997-1 egenskapens karakteristiska värde. Ett tabellvärde i enlighet med TRVINFRA-00230 är att betrakta som ett karakteristiskt värde på vilket ingen ETA-faktor( $\eta_{tot}$ ) ska appliceras.

Omräkningsfaktorer har bedömts enligt IEG Tillämpningsdokumentet för plattgrundläggning och redovisas i Tabell 4. Undersökningspunkterna är belägna inom ett relevant område från de tänkta konstruktionerna och sättningsberäkningar. De påvisar även en homogenitet i resultat, bedöms ha samma geologiska bildningssätt och geologiska historia.

Tabell 4. Sammanställning omräkningsfaktorer

<b>Materiallegenskap</b>	<b><math>\eta_{1234}</math></b>	<b><math>\eta_{56}</math></b>	<b><math>\eta_{78}</math></b>	<b><math>\eta_{tot}</math></b>
Friktionsvinkel, $\varphi$	1,0	0,9	1,0	0,9
Skjuvhållfasthet, C	0,95	0,9	1,0	0,86

Anm.: För tunghet och deformationsegenskaper väljs alltid  $\eta$  till 1,0.

Tabell 5. Karakteristiska värden för parametrar i jordmodellen.

<b>Djup [m umy]</b>	<b>Material</b>	<b>M/T*</b>	<b><math>\gamma_k</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b><math>\varphi_k</math> [°]</b>	<b><math>C_{u,k}</math> [kPa]</b>	<b><math>E_k</math> [MPa]</b>
0-1	Sand	1/2	17	34	-	20
1-2	Sand	1/2	17	34-2/m	-	20-15/m
2-6	Finsandig silt	4A/3	18	32-2/m	-	5
6-12	Lerig silt	5A/4	18	-	34	5
12-16	Morän	5A/4	20	-	34	5
16-18	Morän	5A/4	20	30	-	20

\*Materialtyp/Tjälfarlighetsklass enligt AMA 23

### 7.3.3 Dimensionerande värden

Karakteristiska värden enligt ovan justeras med partialkoefficient enligt Tabell 6 nedan och avser då i enlighet med SS-EN 1997-1 egenskapens dimensionerande värde. Detta gäller även tabellvärden i enlighet med TRVINFRA-00230.

Tabell 6. Värde för den fasta partialkoefficienten  $\gamma_m$

<b>Jordparameter</b>	<b>Symbol</b>	<b>Värde på <math>\gamma_m</math></b>
Friktionsvinkel*	$\gamma_\varphi$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	$\gamma_c$	1,5
Tunghet	$\gamma_\gamma$	1,0
E-modul**	$\gamma_E$	1,0

\*denna koefficient tillämpas på  $\tan\varphi$ .

\*\*se även partialkoefficient för osäkerhet i beräkningsmodell.

Utvärderade dimensionerande värden för aktuella jordmaterial redovisas i Tabell 7.

Tabell 7. Dimensionerande värden för parametrar i jordmodellen.

<b>Djup [m umy]</b>	<b>Material</b>	<b>M/T*</b>	<b><math>\gamma_d</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b><math>\varphi_d</math> [°]</b>	<b><math>C_{u,d}</math> [kPa]</b>	<b><math>E_d</math> [MPa]</b>
0-1	Sand	1/2	17	27	-	20
1-2	Sand	1/2	17	27-1/m	-	20-15/m
2-6	Finsandig silt	4A/3	18	26-1/m		5
6-12	Lerig silt	5A/4	18	-	23	5
12-16	Morän	5A/4	20	-	23	5
16-18	Morän	5A/4	20	24	-	20

\*Materialtyp/Tjärfarlighetsklass enligt AMA 23

### 7.3.4 Dimensionerande hydrogeologiska förutsättningar

Dimensionerande grundvattennivå ska ansättas till 1 m under markytan, vilket blir på en nivå mellan +30,7 och +31,7 för området.

## 7.4 Modellosäkerheter

Vid bruksgränsdimensionering skall hänsyn tas till pålastning pga. uppfyllnad av marknivå och avlastning pga. urschaktning. Den dimensionerande sättningskillnaden  $\Delta s_d$  beräknas enligt kap 4.4.2.3 i "IEG:s Tillämpningsdokument Plattgrundläggning (7:2008)"

Tabell 8. Partialkoefficienter för osäkerhet i beräkningsmodell  $\gamma_{Rd}$ 

Beräkningsmodell	$\gamma_{Rd}$
Bärighetsberäkning enligt allmänna bärighetsekvationen	1,0
Beräkningar i bruksgränstillstånd avseende sättningar**	1,3
Dimensionering m.h.t. glidning	1,1

\*\*I den svenska tillämpningsbilagan rekommenderas att en modellfaktor,  $\gamma_{Rd}$ , införs vid beräkning av dimensionerande sättningar och sättningsdifferens för att med rimlig säkerhet kunna verifiera att man uppfyller kraven på total- och differenssättningar. Modellfaktorn sätts till  $\gamma_{Rd} = 1,3$  i bruksgränstillstånd enligt den svenska tillämpningsbilagan.

## 7.5 Gjorda antaganden

### 7.5.1 Laster

Den nya detaljplanen vill reglera högsta nockhöjd för byggnader till 16m, utifrån detta har antagande gjorts att max 4 våningar ryms inom byggnaderna. Lasten för botten planet har antagits till 20kPa och sen 10kPa per våning, vilket resulterar i en total last på 50kPa.

### 7.5.2 Krav på geokonstruktionen

Planerad grundläggning får ej medföra sättningsproblematik för planerade byggnader eller omgivande mark.

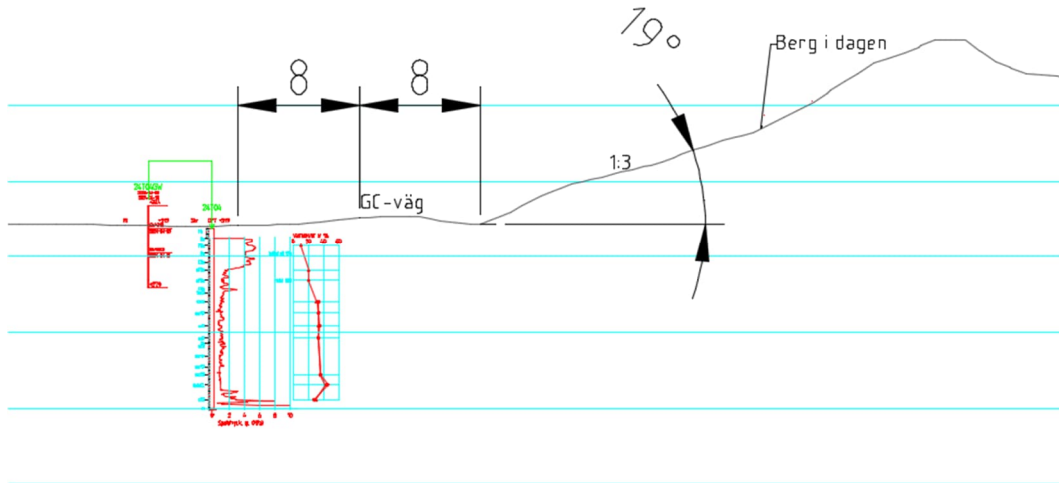
Byggnation av byggnader får ej orsaka ökad risk för ras och skred för omgivande områden.

## 7.6 Beräkningar

### 7.6.1 Brottgräns

Området där byggnader får placeras enligt detaljplanen är plana ytor med små naturliga variationer i terrängen. Skogsområdet öster om området som fortsatt ska vara naturmark har några brantare kullar med berg i dagen på toppen. Sektion S på planritningen visas i figur 3 nedan, där förhållandet mellan GC-väg, slänten och ev placering av huvudbyggnad visualiseras. Berg i dagen är inmätt och visas i sektionen och slänten dit lutar 1:3, ca 19 grader. Huvudbyggnad på fastigheterna får placeras 4m från fastighetsgränsen enligt ny reglering i detaljplanen, vilket är ungefär 4m från kanten av GC-vägen. Avståndet från slänthot till placering av huvudbyggnad blir därav ca 16m.

Risken för ras och skred som påverkar områden för byggnader bedöms vara minimal eftersom naturområdet med slänterna inte kommer förändras i användning och den växtlighet som finns hjälper till att stabilisera jorden i slänten. Figur 3 nedan visar släntlutning, berg i dagen samt GC-väg och avstånd till borrpunkt.



Figur 3. Sektion S med släntlutning och berg i dagen.

### 7.6.2 Bruksgräns

Överslagsmässiga sättningsberäkningar har gjorts för olika typer av laster placerade i marknivå med jordmodell enligt tabell 7. En del av sättningarna sker direkt vid markarbetena, packning och pålastning medan en del sker över tid. Differensen i sättningarna beror troligast på begränsningen i beräkningsmetoden och därav bedöms sättningarna te sig lika för de olika byggnadsdelarna. Vid byggnation och projektering av byggnader tas aktuella laster fram och noggrannare sättningsberäkningar bör utföras.

Tabell 9. Resultat av sättningsberäkningar

<b>Beräkning</b>	<b>Sättning, s</b>
Kantförstärkt platta (1x20m), linjelast 150kN/m	5cm
Platta 2x2m, last 150kPa (pelare)	7cm
Platta 3x3m, last 150 kPa (hisschakt)	9cm

## 8 Rekommendationer

### 8.1 Inledning

De nya regleringarna för byggnader i detaljplanen anses kunna utföras på ett säkert sätt utan risk för ras eller skred. Med grundläggning enligt rekommendationerna i kapitlen nedan kan även sättningsproblematik för området undvikas. Ändringarna för detaljplanen anses var lämpliga för området.

### 8.2 Grundläggning

Marken bedöms vara lämplig för den nya högsta nockhöjden på byggnader och grundläggningen föreslås utföras med platta på mark. Byggnader med källarvåning kommer behöva byggas vattentätt i och med att grundvattennivån ligger nära markytan och en sänkning av grundvattnet kan orsaka sättningar på omkringliggande byggnader. Vid schakt djupare än 2m hamnar man i vattenmättad silt vilket kan göra schaktningen svår, speciellt eftersom man vill undvika att sänka grundvattenytan på grund av omgivningspåverkan.

### 8.3 Schaktarbeten

Byggnaderna rekommenderas att grundläggas i befintlig marknivå efter ytavtäckning av allt organiskt material.

Marken innehåller silt som är mycket känsligt och starkt flytbenäget i samband med vibration och/eller vattenmättat tillstånd, detta bör beaktas vid schaktnings- och packningsarbeten.

Grundvattnet ligger ytligt och kommer behöva hanteras vid schakt djupare än 1m med länshållning etc.

Schaktslänter bör inte ställas brantare än 1:1,5 vid schakt enligt Typschakt 9 – Friktionsjord i *Schakta säkert – Säkerhet vid schaktning i jord*.

### 8.4 Fyllningsarbeten

All fyllning ska utföras med icke tjälat material under ofrusna förhållanden. Fyllningen ska bestå av materialtyp 1 eller 2 enligt AMA Anläggning 23, kapitel CEB.21. Ett materialskiljande lager av geotextil rekommenderas att läggas ut mellan schaktbotten och ny fyllning för att förhindra materialtransport.

## 8.5 Anläggning av hårdgjorda ytor

Sandlagret i ytan tillhör materialtyp 2 och tjälfarlighetsklass 1, men då siltskikt förekommer som tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4 behöver tjällyftningskänsliga ytor skyddas.

I övrigt bör inga särskilda åtgärder utföras för hårdgjorda ytor.

## 8.6 Grundvattensänkning

Tillfällig avsänkning av grundvattennivån får endast utföras om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom erforderlig pumpning. I annat fall krävs tillstånd enligt miljöbalken.



## BILAGA 1 – VALDA VÄRDEN



