



# Gamla Uppsala Skola

PM Geoteknik

## PM Geoteknik

Uppdragsnummer  
D0133217

Datum  
2024-01-22

Beställare  
Uppsala Kommun Skolfastigheter AB

Revidering  
2024-02-02

Beställarens referens  
Victoria Wiren

Uppdragsledare  
Eva-Karin Jonsson

Telefon  
+46105054150

Mail  
eva-karin.jonsson@afry.com

Upprättad av:  
Viktor Hardyson

Granskad av:  
Lars-Göran Iwers

## Gamla Uppsala Skola

PM Geoteknik

## Innehållsförteckning

1	Objekt .....	3
2	Syfte .....	3
3	Utförda undersökningar .....	3
4	Befintliga förhållanden.....	4
4.1	Topografi, ytbeskaffenhet och markanvändning .....	4
4.2	Geologi.....	4
5	Geotekniska förhållanden.....	5
5.1	Hydrologi.....	6
6	Beräkningsförutsättningar.....	6
6.1	Dimensionerade värde .....	6
6.2	Materialfaktorn $\gamma$ M .....	6
6.3	Omräkningsfaktorn $\eta$ n .....	7
6.4	Materialegenskaper $\bar{x}$ .....	7
7	Sättningar .....	8
8	Ras och skred .....	8
9	Slutsats & Rekommendationer .....	9
9.1	Rekommendation .....	9
9.2	Grundvatten.....	9
9.3	Schakt .....	9
9.4	Hårdgjorda ytor .....	9
9.5	Radon .....	9
10	Förslag inför projektering.....	9

# 1 Objekt

AFRY har på uppdrag av Uppsala Kommun Skolfastigheter AB utfört en geoteknisk undersökning och en markmiljöundersökning för rubricerat objekt.



Figur 1.1: Aktuell område för geoteknisk undersökning visas som röd figur (Hämtad 2023-12-21 från Google Earth)

## 2 Syfte

Föreliggande geotekniska undersökning har utförts med syfte att utreda markförhållandena och beskriva områdets geotekniska förutsättningar med avseende på planerade nybyggnation av skola.

## 3 Utförda undersökningar

AFRY har utfört geotekniska och miljötekniska fältundersökningar under fyra dagar, 4 – 7 december 2023.

Resultat av utförda undersökningar redovisas i separat handling "Markteknisk undersökningsrapport (MUR)" Benämnd "G-MUR Geoteknik Gamla Uppsala Skola" daterad 2024-01-22.

## 4 Befintliga förhållanden

### 4.1 Topografi, ytbeskaffenhet och markanvändning

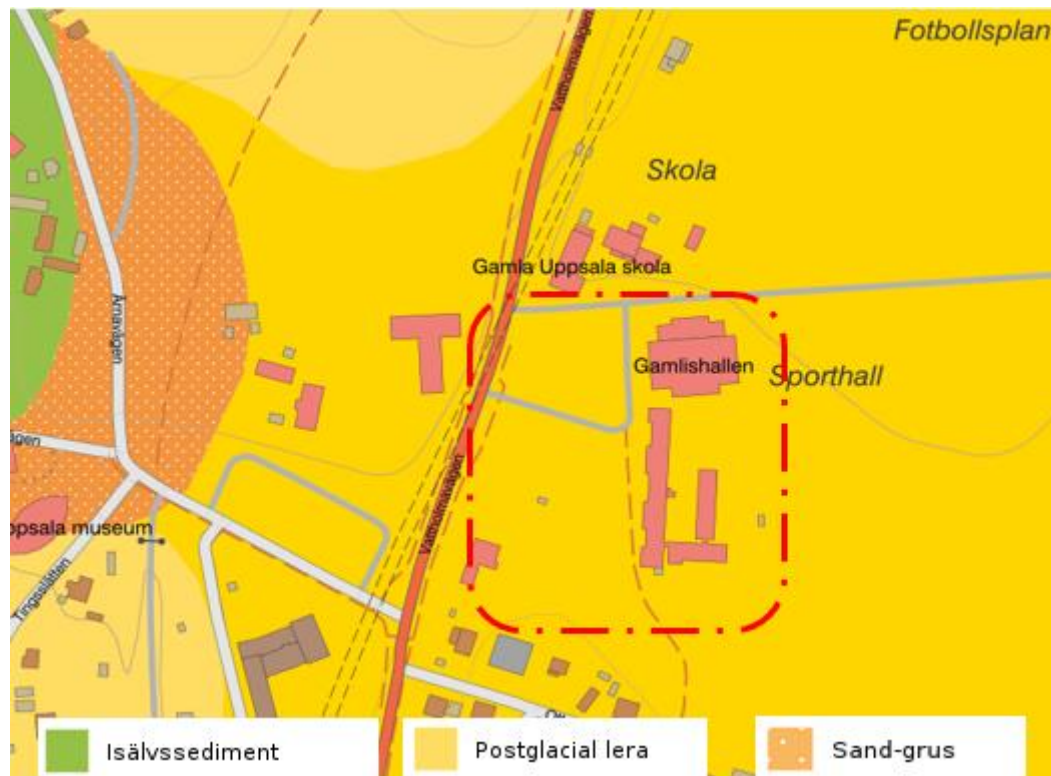
Undersökningsområdet är beläget inom fastigheten Gamla Uppsala 27:1 i Uppsala kommun. I dagsläget består den norra delen av undersökningsområdet av en parkering och en idrottshall. I den östra delen av området återfinns modulbyggnader som huserar den nuvarande skolan, tillsammans med en tillhörande skolgård bestående av grus- och asfaltsytor. Åkermark utgör den södra delen av undersökningsområdet, medan den västra delen utgörs av öppna gräsytor.

Norr om undersökningsområdet finns bland annat skolbyggnader, medan åkermark återfinns öster om området. I söder gränsar undersökningsområdet till ett bostadsområde, och i väster sträcker sig Vattholmavägen. Under Vattholmavägen passerar även en järnvägstunnel.

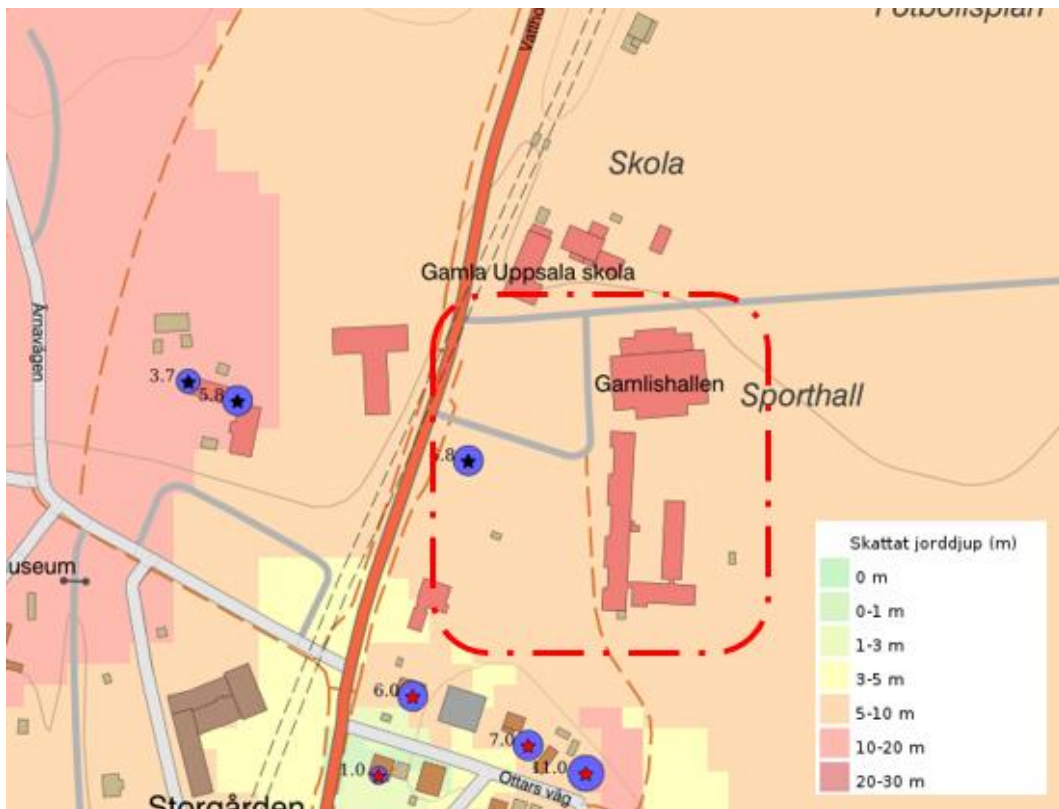
Enligt utförda undersökningspunkter ligger marknivån inom undersökningsområdet mellan ca +25,8 m.ö.h till ca + 28,8 m.ö.h. Utanför undersökningsområdet är markytan generellt sluttande mot nordväst och västerut.

### 4.2 Geologi

Enligt SGU:s jordart och jorddjupskarta består undersökningsområdet till ytan av glacial lera och med ett djup till berg på ca 5 – 10 meter. Se Jordart och jorddjupsfigurer nedan.



Figur 4.1 - Aktuellt undersökningsområde avgränsas med röda sträck.  
(Hämtad 2024-01-11 från [www.sgu.se](http://www.sgu.se)).



Figur 4.2 - Aktuellt undersökningsområde avgränsas med röda sträck.  
(Hämtad 2024-01-11 från [www.sgu.se](http://www.sgu.se)).

## 5 Geotekniska förhållanden

Inom den nordvästra delen av undersökningsområdet planeras en ny skolbyggnad att byggas. Den geotekniska fältundersökningen har utförts primärt för att undersöka jordförhållandena i läget för den planerade skolbyggnaden. För mer information om specifika borrhningar se Markteknisk Undersökningsrapport (MUR)

Nedan följer en beskrivning av jordlagerföljden enligt utförda markundersökningar.

Från markytan

- 0 – 1 meter – Sandig fyllning med inslag av grus, silt och lera.
- 1 – 2 meter – Skiktet mellan 1 och 2 meter är varierande i komposition, några av de tidigare och nu utförda undersökningarna visar på en djupare fyllning, andra på en siltig Finsand eller en sandig siltig Torrskorpelera.
- 2 – 4 meter – Finsand som övergår mot djupet till Sand.
- 4 – 8 meter – grusig Sand.
- 8 – 12 meter – Berg.

Berg förekommer redan 8 meter under markytan, undantaget är vid punkt 23A002 där berget är djupare och förekommer först vid 12 meter under markytan.

Den geotekniska fältundersökningen visar att jorden i undersökningsområdet inte stämmer överens med SGU jordart och jorddjupskarta.

Den stora avvikande faktorn är att den ytliga jorden inte består av glacial lera utan är mer sandigt.

## 5.1 Hydrologi

Två stycken filterförsedda grundvattenrör har installerats och grundvattnet har lodats i grundvattenrören. Ett PEH markmiljörör har även installerats för miljöundersöknings syfte. Funktionskontroll av installerade grundvattenrör har utförts enligt SGF Fälthandbok 1:2013.

Tabell 5.1 – Information om grundvattenrör

Punkt	X	Y	Z	Z – R.Ö.K	Rörlängd	Material
23A001G	6642822,8	129760,6	25,7	26,2	8,5 meter	Stål
23A007G	6642726,2	129842,9	27,1	27,1	6,6 meter	Stål
23A102GM	6642794,9	129756,3	26,1	27,1	4 meter	PEH

Tabell 5.2 – Avläsningar av grundvattennivåer i grundvattenrör.

Punkt	Datum för mätning	Nivå uppmätt grundvattenyta	Djup i m u my för uppmätt grundvattenyta	Anmärkning
23A001G	2023-12-06	Torr	Torr	
23A007G	2023-12-07	Torr	Torr	Dexlad
23A102GM	2023-12-07	Torr	Torr	

## 6 Beräkningsförutsättningar

### 6.1 Dimensionerade värde

$$X_d = 1/\gamma_M * \eta * \bar{x}$$

$X_d$  = Dimensionerande värde

$\gamma_M$  = Materialfaktor (partialkoefficient)

$\eta$  = Omräkningsfaktor (korrektionsfaktor)

$\bar{x}$  = Materialegenskaper (medelvärde)

### 6.2 Materialfaktorn $\gamma_M$

För plattgrundläggning ska, enligt tabell I-1, BFS 2011:10 EKS 8, dimensioneringsätt DA 3 användas.

För DA 3 används uppsättning M2 och materialfaktorer väljs i tabell I6, BFS 2011:10 EKS 8. Se tabell nedan för val av materialfaktorer.

- M2 tillämpas vid DA3
- $\gamma_{\phi'}$  tillämpas på  $\tan(\phi')$

Tabell 6.1 – Materialfaktorer

Jordparametrar	Beteckning	Uppsättning M2
Effektiv Kohesion	$\gamma_c$	1,3
Odränerad Skjuvhållfasthet.	$\gamma_{cu}$	1,5
Tunghet	$\gamma_V$	1,0
Friktionsvinkel	$\gamma_{\phi'}$	1,3

### 6.3 Omräkningsfaktorn $\eta$

Omräkningsfaktorn  $\eta$  beräknas som produkten av  $\eta = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_8$ , där delfaktorerna tar hänsyn till följande:

- Egenskapens naturliga variation (definierad i form av variationskoefficienten  $V$ ),  $\eta_1$
- Antal oberoende undersökningspunkter,  $\eta_2$
- Osäkerhet relaterad till bestämning av jordens egenskaper,  $\eta_3$
- Geokonstruktionens närhet till undersökningspunkt,  $\eta_4$
- Omfattning av den del av marken som bestämmer beteendet hos geokonstruktion i det betraktade gränstillståndet,  $\eta_5$
- Geokonstruktionens förmåga att överföra laster från veka till fasta delar i marken,  $\eta_6$
- Typ av brottmekanism (sprött eller segt),  $\eta_7$
- Parameterns vikt i förhållande till övriga parametrar,  $\eta_8$

Tabellen nedan innehåller omräkningsfaktorer för befintliga förhållanden och för ny fyllning.

Omräkningsfaktorn för tunghet och E-modul är 1.

Tabell 6.2 - Omräkningsfaktorn

Mäktighet (m)	Material	$n^1 n^2 n^3 n^4$	$n^5 n^6$ *	$n^{7,8}$	$\eta^{tot}$
0 - 1	Befintlig fyllning	0,9	1,0	1,0	0,9
1 - 2,5	Siltig Finsand	0,8	1,0	1,1	0,9
2,5 - 7	Grusig Sand	1,0	1,0	1,1	1,1
-	Ny fyllning	1,0	1,0	1,1	1,1

\* Begränsad kännedom, väljs av konstruktör.

### 6.4 Materialegenskaper $\bar{x}$

Valda värden på jordens materialegenskaper i det undersökta området framgår av tabell 6.3 nedan. Värdena har erhållits genom värdering av resultat från utförda sonderingar, laborationsanalyser samt empiri.

Tabell 6.3 Materialegenskaper (värden mellan angivna djup beräknas genom interpolering)

Jordart	Djup under markytan [m]	Tunghet under gvy [ $\text{kN/m}^3$ ]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Friktionsvinkel [ $^\circ$ ]	Elasticitetsmodul [MPa]	Materialklass/Tjälfarlighet
Befintlig fyllning	0 - 2,5	18	-	-		2/1
Siltig Finsand	2,5 - 4	18		28		5A/4
Grusig Sand	2,5 - 7	18		30		2/1
Ny fyllning	-	20	-	36		2/1



## 7 Sättningar

Inga konstruktionsuppgifter om den planerade skolbyggnaden finns att tillgå, sättningsberäkningen kan därför behöva ses över i ett senare skede.

Översiktlig sättningsberäkning

Plattlängden i antagandet är satt till 1 meter

Plattbredden i antagandet är satt till 1 meter

Marktrycket under plattan är antagen till 100 kPa.

Med dessa antaganden förväntas sättningarnas storlek bli mellan 2 – 3 centimeter i storleksordning.

Då skolbyggnaden kan bli 3 våningar hög så kan marktrycket bli större än det antagna 100 kPa.

## 8 Ras och skred

### **Stenras**

Rasrisken i området är bedömt som låg då ytan är relativt plan utan större höjdskillnader samt att det inte finns några större stenblock i området.

### **Jordskred**

Totalstabiliteten i området bedöms som god då området är relativt plan.

Släntstabiliteten bedöms god för schakter i befintlig jord ned till 2,5 meter under markytan med en släntlutning på 1:1,5.

Om det ska göras framtida schakter som överstiger schaktdjupet på 2,5 meter eller att schaktning ska utföras i en brantare lutning, behöver släntstabiliteten ses över.

## 9 Slutsats & Rekommendationer

Generellt består ytjorden i området av en fyllning som innehåller till största del sand, fyllningen underlagras till en början av finsand som innehåller lera och silt men därefter övergår till grövre sand med inslag av grus.

Sättningsberäkningen visar att det finns risk för sättningar om grundläggning sker direkt på markytan.

### 9.1 Rekommendation

Det är rekommenderat att grundläggning sker antingen med platta eller med plintar efter att schakt och återfyllning har utförts.

I och med den befintliga jorden och det planerade läget av skolbyggnaden är det rekommenderat att en schakt och återfyllning sker till 2,5 meter under markytan.

Därefter kan plattgrundläggning eller grundläggning med plintar utföras.

Med plintar kan schaktmängden bli mycket mindre då schakt endast behöver ske i plintarnas planerade läge.

Återfyllning bör ske med friktionsjord/krossmaterial av materialtyp 1 eller 2 enligt Tabell CE/1 Anläggnings AMA 20.

Geoteknisk kategori 2.

### 9.2 Grundvatten

Alla satta grundvattenrör i området har visat sig vara torra. Detta beror på att undersökningsområdet är i utkanten av en rullstensås och grundvattennivån troligen ligger väldigt djupt. Grundvatten bedöms inte påverka förslagna schaktningsarbeten.

### 9.3 Schakt

Schaktning kan utföras med en släntlutning på 1:1,5.

schaktgropen ska hållas torr och fri från in-rinnande ytvatten.

### 9.4 Hårdgjorda ytor

Hårdgjorda ytor så som parkeringar och mindre vägar ska skyddas från uppkomst av tjälskador. Mycket av yt-jorden i området innehåller silt. Tjälfarlighetsklassen är generellt mellan 3 och 4.

### 9.5 Radon

Ingen radonkontroll har utförts på grund av att fältarbetet utfördes vintertid.

På grund av befintliga jordarter och avstånd till berggrund bedöms risken för högradonmark som låg. Det är däremot rekommenderat att kontrollera radon under sommarhalvåret.

## 10 Förslag inför projektering

Ett alternativ till att återfylla schakten är att anlägga ett källarplan under skolbyggnaden.

Grundvattennivån bedöms djupare än den förslagna grundläggningens schaktbotten.

Utöver mer utrymme för teknikrum / förvaring / skyddsrum kan det ur en ekonomisk synpunkt finnas anledning att jämföra kostnaden med ett källarplan kontra återfyllning.

Ett källarplan med bottennivå vid rekommenderat schaktdjup fyller samma funktion som platt/pelargrundläggning efter återfyllning. Alternativet förväntas därför inte skapa några övriga sättnings eller stabilitetsproblem.