

---

# Projekterings-PM Geoteknik och miljöteknik

---

Kvarngärdet 9:8  
Uppsala kommun

---





# Projekterings-PM/Geoteknik & miljöteknik

Uppdragsnamn  
**Kvarngärdet 9:8**  
**Uppsala kommun**  
**Södra Djäknen**

Besqab Projektutveckling AB  
Dag Hammarskjölds väg 36A  
751 83 Uppsala

Uppdragsgivare  
**Besqab Projektutveckling AB**

Våra handläggare  
**Mattias Petersson/Geoteknik**  
**Jessica Ahlund Harbom/Miljöteknik**

Datum  
**2015-11-13**

## Innehåll

1	Uppdrag .....	3
2	Objektsbeskrivning – översiktlig .....	3
3	Utförda undersökningar .....	3
4	Markförhållanden .....	3
5	Grundvatten, ytvatten.....	3
6	Sättningar - allmänt.....	4
7	Radon .....	4
8	Miljö.....	4
8.1	Jord .....	4
8.2	Asfalt .....	5
8.3	Sulfidlera .....	6
8.4	Anmälan om förorening.....	6
9	Grundläggning .....	7
9.1	Omräkningsfaktor .....	7
9.2	Partialkoefficienter.....	8
9.3	Valda materialegenskaper .....	8
10	Schakt, stabilitet .....	9
10.1	Allmänt .....	9
10.2	Garage .....	9
11	Övrigt.....	9

## 1 Uppdrag

Bjerking AB har på uppdrag av Besqab Projektutveckling AB utfört en geoteknisk- och miljöteknisk undersökning på fastighet Kvarngärdet 9:8 som underlag för projektering av bostadshus.

## 2 Objektsbeskrivning – översiktlig

Ett bostadshus 8 våningar varav två som garage planeras. Byggnaden är ca 65,5 m lång och ca 41 m bred. Som djupaste planeras färdigt golv i garaget ca 5 m under markytan.

## 3 Utförda undersökningar

Resultatet av utförda undersökningar framgår av Markteknisk undersökningsrapport med uppdragsnummer 15U28031, daterad 2015-11-04, upprättad av Bjerking AB.

## 4 Markförhållanden

Jordlagerföljden består i allmänhet av **fillning** överlagrande **torrskorpelera** och **lera** vilandes på **friktionsjord** och **berg**. Sonderingarna har erhållit stopp i friktionsjord ca 26,5 m och ca 30,5 m under markytan medan sonderingar för kontroll av djup till berg anträffat bergytan mellan ca 32 m och ca 37,5 m under markytan.

**Fyllningens** mäktighet varierar i undersökta punkter mellan ca 1 m och 1,6 m. Dess beskaffenhet består i allmänhet av ett lager sand ovan lera eller torrskorpelera.

**Torrskorpelerans** mäktighet varierar i undersökta punkter mellan ca 0,6 m och ca 1,1 m och är siltig.

**Lerans** mäktighet varierar i undersökta punkter mellan ca 24 m och ca 28 m. Dess tunghet är som lägst ca 16 kN/m<sup>3</sup> och som högst ca 18 kN/m<sup>3</sup>. Lerans vattenkvot varierar mellan ca 42 % och ca 77 %. Leran bedöms som mellansensitiv och högplastisk till mycket högplastisk. Lerans odränerade skjuvhållfasthet klassificeras som mycket låg till låg. Utifrån empiri klassificeras leran som normalkonsoliderad.

**Friktionsjordens** mäktighet varierar i undersökta punkter mellan ca 5,5 m och 7,8 m.

**Berget** har inte undersökts närmare.

## 5 Grundvatten, ytvatten

Grundvattnets trycknivå har inte särskilt kontrollerats inom ramen för detta uppdrag. Bjerking har däremot tidigare haft ett observationsrör vid Höganäshöjden c:a 400 meter öster om aktuellt område. Nivån i detta rör har vid mätningarna under perioden 1981 – 2006 varierat mellan +3,4 och +4,9 med en medelnivå på +4,3. Inom den aktuella fastigheten kan grundvattnets trycknivå antas ligga ca 1 meter högre vilket innebär ca +5,5. Nivån motsvarar ca 4 m under befintlig markyta. Ytvatten inom området avbördas huvudsakligen via befintligt dagvattensystem.

Det skall beaktas att arbetsområdet är beläget inom yttre skyddsområde för Uppsala kommuns vattentäkt. Vid arbeten djupare än inom 1 m över högsta grundvattenyta (grundvattentrycknivå), ska ansökan om dispens från skyddsföreskrifterna göras hos Länsstyrelsen i Uppsala län. Det gäller i detta fall för pålningsarbeten, spontslagning samt schaktarbeten för källare.

## 6 Sättningar - allmänt

Lerans deformationsegenskaper och konsolideringsgrad har utvärderats empiriskt. Lerans bedöms klassificeras som normalkonsoliderad, vilket innebär att all tillskottslast kommer resultera i sättningar. Antagandet bör kontrolleras med kompletterande porttrycksmätning och CRS-försök vid detaljprojektering av konstruktioner som är känslig för deformationer. Att det även pågår sättningar p.g.a. tidigare uppfyllnader är ett rimligt antagande med avseende på tidigare erfarenheter inom Kvarngärdet.

Ett överslag på de primära sättningarna har utförts för en last motsvarande en uppfyllning av marknivån med 0,5 m respektive 1 m (10 kPa respektive 20 kPa). Lasten är jämnt utbredd och ingen lastspridning sker. Se Tabell 1 för resultat.

Tabell 1 Överslag sättningar med avseende på last och lermäktighet.

Lerdjup	10 kPa Sättning [cm]	20 kPa Sättning [cm]
25	25	50
30	30	60

Utöver beräknade sättningar ovan kan ytterligare sättningar uppträda i okvalificerad fyllning samt krypsättningar. Krypsättningar uppstår i leran då effektivspänning inklusive tillskottslasten uppgår till mer än 80 % av lerans förkonsolideringsspänning.

## 7 Radon

Radonhalten har inte kontrollerats för rubricerat projekt. Med anledning av de stora lerdjupen och att byggnaden utförs i två garageplan så rekommenderas att byggnaden utförs radonskyddad.

## 8 Miljö

### 8.1 Jord

I samband med den geotekniska undersökningen sparades jordprover från skruvprovtagning inför kontroll av eventuellt föroreningsinnehåll. Jordproverna togs som samlingsprov per avvikande skikt eller jordart. Jordproverna förvarades i diffusionstäta påsar och förslöts direkt efter provtagning. Samtliga prover har förvarats mörkt och svalt genom hela kedjan i väntan på urvalsprocessen och därefter analys.

Totalt har 10 stycken jordprover från borrhöjningarna 15BG01F, 15BG03F och 15BG06-15BG08 analyserats på Eurofins Environment AB. Proverna analyserades med avseende på metaller, PAH samt alifater och aromater. Laboratoriet är ackrediterat för dessa typer av analyser.

För bedömning av jordprovernas föroreningsnivå har Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning, KM, och mindre känslig markanvändning, MKM, enligt rapport 5976, använts.

- KM - Känslig markanvändning, där markkvaliteten inte begränsar val av markanvändning. Alla grupper av människor (barn, vuxna, äldre) kan vistas permanent inom området under en livstid. Grundvatten inom och intill området skyddas.

- MKM - Mindre känslig markanvändning, där markkvaliteten begränsar val av markanvändning till exempelvis kontor, industrier eller vägar. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas i området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som vistas i området tillfälligt. Grundvatten 200 m nedströms området skyddas.

De laboratorieanalyser som genomförts visar att det finns halter över riktvärden för känslig markanvändning (KM) i borrhöjningarna 15BG01F (1,0-1,4 m u my) och 15BG07F (0-1,0 m u my). I borrhöjning 15BG01F påvisades halter av alifater, troligen rester från motorolja. Även i borrhöjning 15BG08 påvisades rester av motorolja, halterna är under gränsvärdet för känslig markanvändning. I borrhöjning 15BG07 påvisades PAH<sub>hög</sub> 2xKM.

I borrhöjningen 15BG03F (0,4-1,3 m u my) var halterna av PAH över gränsvärdet för mindre känslig markanvändning (MKM). Även halter av aromater, även dessa rester från motorolja, påvisades i borrhöjningen.

Påvisade föroreningar återfinns i fyllningen. Föroreningarna är inte avgränsade och inför framtida nybyggnationer ges rekommendationen att en avgränsning bör göras av den förorenade fyllningen.

I samband med nybyggnation på fastigheten rekommenderas att en sanering utförs vid de borrhöjningar där analysresultaten visar halter över riktvärdet för känslig markanvändning. Förorenade massor ska då transporteras till godkänd mottagningsanläggning.

Övriga analyserade prover har halter under riktvärdet för känslig markanvändning.

Provtagningspunkternas läge framgår av planritning N-10.1-01, se tillhörande MUR.

## 8.2 Asfalt

För bedömning av asfaltens PAH-innehåll har ett asfaltsprov uttagits i borrhöjning 15BG03F. Provtagningen utfördes genom asfaltens hela mäktighet. I borrhöjning 15BG02 fanns ett asfaltslager under fyllningen, ca 0,1-0,2 m u my, som prov togs. Proverna skickades till Eurofins Environment AB för analys med avseende på PAH-16. Laboratoriet är ackrediterat för denna typ av analys.

Naturvårdsverket har inte tagit fram några generella riktvärden för summa PAH-16 i asfalt. För att kunna bedöma hur asfalt ska hanteras har miljöförvaltningarna i Stockholm, Göteborg och Malmö tagit fram gemensamma riktlinjer för hantering av asfalt innehållande PAH<sup>1</sup>. Vägverket har också tagit fram en vägledning för återanvändning av asfalt<sup>2</sup>. Notera även att enligt avfallsförordningen SFS 2001:1063 klassificeras bitumenblandningar innehållande stenkolstjära med en koncentration av  $\geq 0,1$  % som farligt avfall.

Analys av asfalten i borrhöjning 15BG02 och 15BG03F visade låga halter av PAH (klass 1) och får fritt i användas i vägprojekt, dvs både som slitlager och bärlager, se tabell 1 nedan.

<sup>1</sup> Tjära i asfaltsbeläggningar – gemensamma rutiner för Stockholm, Göteborg och Malmö, 2003-09-01.

<sup>2</sup> Hantering av Tjähaltiga beläggningar. Vägverket, Publikation 2004:90

Tabell 3: Riktlinjer av hantering av asfalt enligt gemensamma riktlinjer från miljöförvaltningarna i Stockholm, Göteborg och Malmö samt VV publ. 2004:90.

Klass	Summa PAH 16	Hantering
Klass 1	< 70 ppm	Fri användning i vägprojekt, dvs både som slitlager och bärlager.
Klass 2	≥ 70 < 300 ppm	Obegränsad användning i vägkonstruktion som bundet eller obundet bärlager/förstärkningslager under ny asfalt.
Klass 3	≥ 300 < 1000 ppm	Begränsad användning i vägkonstruktion som bundet eller obundet bärlager/förstärkningslager under ny asfaltsbeläggning. Ej inom vattenskyddsområde och alltid i samråd med miljömyndigheten.
Klass 4	≥ 1000 ppm alt. ≥ 0,1% konc. stenkolstjära	Farligt avfall En särskild bedömning krävs (Vägverket)

### 8.3 Sulfidlera

Kontroll av svavelinnehållet i leran har gjorts i borrhål 15BM04F från nivåerna 5 och 8 m u my. Proverna har tagits med kolborr och förvarades i provtagningshylsan samt diffusionstäta påsar direkt efter provtagning. Samtliga prover har förvarats mörkt och svalt genom hela kedjan i väntan på analys.

Proverna analyserades med avseende på totalsvavel av Eurofins Environment AB. Laboratoriet är ackrediterat för dessa typer av analyser.

För bedömning av sulfidleror ska enligt Miljöförvaltningens i Uppsala kommun (2005) undersökas vidare om de innehåller högre halter av svavel än 0,2 vikt-% (2000 ppm). En lämplig vidare undersökning är att fastställa lerans nettoneutralisationspotential, nedan i texten kallad NNP. Ett negativt NNP-värde indikerar att surt lakvatten kan förväntas uppstå. Ett positivt värde tyder, lite förenklat, på att lerans kalkinnehåll är relativt stort i förhållande till sulfidinnehållet.

Laboratorieanalyserna som genomförts visar att halterna av totalsvavel i 15BM04F 5 m y mu är 380 mg/kg TS och i 8 m u my är halten 75 mg/kg TS. Då halterna är lägre än 2000 mg/kg TS gör bedömningen att lera inte har försurande egenskaper.

### 8.4 Anmälan om förorening

Alla påvisade föroreningar ska omgående anmälas till Miljö- och hälsönämnden, Uppsala kommun, i enlighet med Miljöbalken 10 kap. 11 §.

Likaså ska Miljöförvaltningen, Uppsala kommun, informeras senast sex veckor innan eventuella markarbeten påbörjas inom förorenat område. Om nya föroreningar upptäcks vid schaktning ska Miljöförvaltningen informeras omgående.

## 9 Grundläggning

Utifrån undergrundens geotekniska förutsättningar och förväntad tillskottslast föreslås planerad byggnad grundläggas med hjälp av stödpålar till fast botten.

Förväntad pällängd bedöms utifrån utförda jordbergsonderingar. Djup till bergytan varierar inom undersökta punkter mellan ca 32 m och ca 37,5 m under markytan. För kalkyl/anbudsräkning kan en medellängd om 34,5 meter antas.

Vid dimensionering av pålar skall påhängslaster i leran beaktas.

Ledningar under plattan bör pendlas.

Källare rekommenderas att utföras i vattentät konstruktion. Dränering anläggs på nivå så att vatten kan avbördas med självfall från dräneringens lågpunkt.

Grundkonstruktionen förses med sedvanligt fuktskydd i form av kapillärbrytande och dränerande skikt samt runtomliggande dräneringsledning. För att erhålla avsedd effekt placeras dräneringen som högst i det kapillärbrytande skiktets underkant.

Vid dimensionering av grundkonstruktioner skall geoteknisk kategori 2 väljas enligt SS-EN 1997.

### 9.1 Omräkningsfaktor

Bestämning av omräkningsfaktor, Tabell 2, har utförts i enlighet med kapitel 3.2.3 IEG rapport 7:2008 för plattgrundläggning.

Tabell 2 Beräkning av omräkningsfaktor för pålgrundläggning.

Delfaktor	Förklaring	Utvärdering
$\eta_{1,2}$	Hänsyn till naturlig variation i materialet samt kvalitet och omfattning på undersökning. Antalet sonderingar som undersöker materialets hållfasthetsegenskap=4, Variation ca 15%.	0,93
$\eta_3$	Med avseende på bäddmodul. Empiri med avseende på utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet med CPT och konförsök.	1,0
$\eta_4$	Med avseende på böjknäckning och avståndet till närmsta undersökningspunkt. Avståndet till närmsta sondering är större än dubbla knäcklängden	0,95
$\eta_5$	Med avseende på hur tätt utvärdering av jordens hållfasthetsegenskap är utförd. Bedömningen är utförd tätare än varje djupmeter.	1,0
$\eta_6$	Med avseende på geokonstruktionens utformning.	Ansätts av konstruktör
$\eta_7$	Med avseende på val av påltyp.	Ansätts av konstruktör
$\eta_8$	Med avseende på de osäkerheter som finns gällande konstruktion och jordmaterial. Vanligtvis väger jordmaterialets egenskaper tyngre vid dimensionering.	1,0
<b><math>\eta_{total}</math></b>		<b>= 0,88 * <math>\eta_7</math> * <math>\eta_8</math></b>



## 9.2 Partialkoefficienter

Spetsburna pålar utförs enligt dimensioneringsätt 3, DA3, i enlighet med Eurokod SS EN 1997 (till skillnad mot pålars geotekniska bärförmåga som dimensioneras i DA2). Fasta partialkoefficienter ansluter till nationell bilaga BFS 2013:10 (EKS 9) tabell I-6 och framgår i denna rapport av Tabell 3.

Tabell 3 Fasta partialkoefficienter.

Jordparameter	Beteckning	Uppsättning "M2"
Friktionsvinkel, $\tan(\phi)$	$\gamma_\phi$	1,3
Tunghet	$\gamma_\gamma$	1,0
E-modul	-	-
Odränerad skjuvhållfasthet	$\gamma_{cu}$	1,5

Vid dimensionering i STR/GEO ska konstruktionslast räknas enligt BFS 2013:10 tabell B-3 och geotekniska laster enligt tabell B-4

## 9.3 Valda materialegenskaper

Valda materialegenskaper har ansatts med avseende på härledda värden i kapitel 11 ur den marktekniska undersökningsrapport eller valda enligt tabellvärden ur kapitel 5 TK GEO 13. Valt värde har ansatts med avseende på dimensionering.

Tabell 4 Valda materialegenskaper vid dimensionering av spetsburna pålar.

Jord	Materialegenskaper	Valt värde
Fyllning av sand $0 < z \leq 1$	Tunghet	18 kN/m <sup>3</sup>
	Friktionsvinkel	28 grader
Fyllning av lera av torrskorpekaraktär $1 < z \leq 1,2$	Tunghet	17 kN/m <sup>3</sup>
	Skjuvhållfasthet	30 kPa
	Koh.intercept	0,115*od.skjuvh.
	Drän. friktionsvinkel	30 grader
Torrskorpelera $1,2 < z \leq 2$	Tunghet	17 kN/m <sup>3</sup>
	Skjuvhållfasthet	30 kPa
	Koh.intercept	0,115*od.skjuvh.
	Drän. friktionsvinkel	30 grader
Lera	Tunghet	16,2 kN/m <sup>3</sup> (6,2 kN/m <sup>3</sup> )* $\geq -8$ 18 kN/m <sup>3</sup> (8 kN/m <sup>3</sup> )* $< -8$
	Skjuvhållfasthet	17,5+0,5z kPa $+7 > z \geq -8$ 25+2,5z kPa $< -8$
	Koh.intercept	0,115*od.skjuvh.
	Drän. friktionsvinkel	30 grader
	Friktionsjord	Tunghet
	Friktionsvinkel	35 grader

\*Effektiv tunghet under grundvattenytan.





## 10 Schakt, stabilitet

### 10.1 Allmänt

Temporära ledningsschakt kan under förutsättning att släntkrön hålls fritt minst 1 m kan schakt i lera utföras ner till ca 2 meter från befintlig markyta i släntlutning 1:1 utan särskilda förstärkningsåtgärder. Motsvarande schakt i friktionsjord kan utföras i släntlutning 1:1,5.

Jorden kan innehålla silt och kan vid våt väderlek eller vattenmättade förhållanden er hålla flytjordsegenskaper vilket kan komma att kräva flackare slänter.

### 10.2 Garage

Schakt för garage rekommenderas att utföras inom spontkonstruktion. Öppet schakt kommer att kräva mycket stora fria ytor.

## 11 Övrigt

I god tid före pålnings- och schaktarbetenas start bör en riskanalys upprättas. Där utförs en inventering av angränsande byggnader och anläggningar. Vidare anges erforderlig omfattning av exempelvis syneförrättning, kontrollavvägning och vibrationsövervakning. Vid vibrationsövervakning anges även max tillåtna vibrationsnivåer för resp. kontrollobjekt. I aktuellt fall gäller detta för planerade schaktnings-, spontnings- och pålningsarbeten.

## Bjerking AB

Geoteknik  
Mattias Petersson  
010-211 82 56  
mattias.petersson@bjerking.se

Miljöteknik  
Jessika Ahlund Harbom  
010-211 80 54  
jessika.harbom@bjerking.se

Granskad av  
Thomas Eldh  
010-211 80 86  
thomas.eldh@bjerking.se