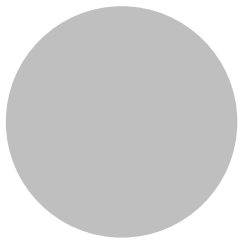


---

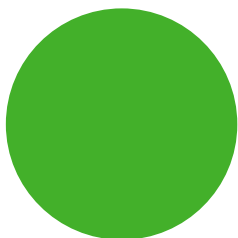
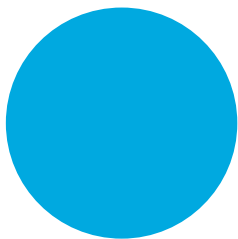
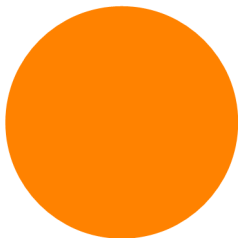
## Projekterings PM/ Miljö- och Geoteknik

---



HSB Stenhagen, Berthåga 50:1  
Uppsala kommun

---





# Projekterings-PM/ Miljö- och geoteknik

Uppdragsnamn  
**HSB Stenhagen**  
**Berthåga 50:1**  
**Uppsala kommun**

HSB Produktion i Uppsala HB  
FE 393  
838 73 Frösön

Uppdragsgivare  
**HSB Produktion i Uppsala HB**

Våra handläggare  
**Jessika Ahlund Harbom (Miljöteknik)**  
**Jonas Fryksten (Geoteknik)**

Datum **2017-08-15**  
**2017-07-07**

## Innehåll

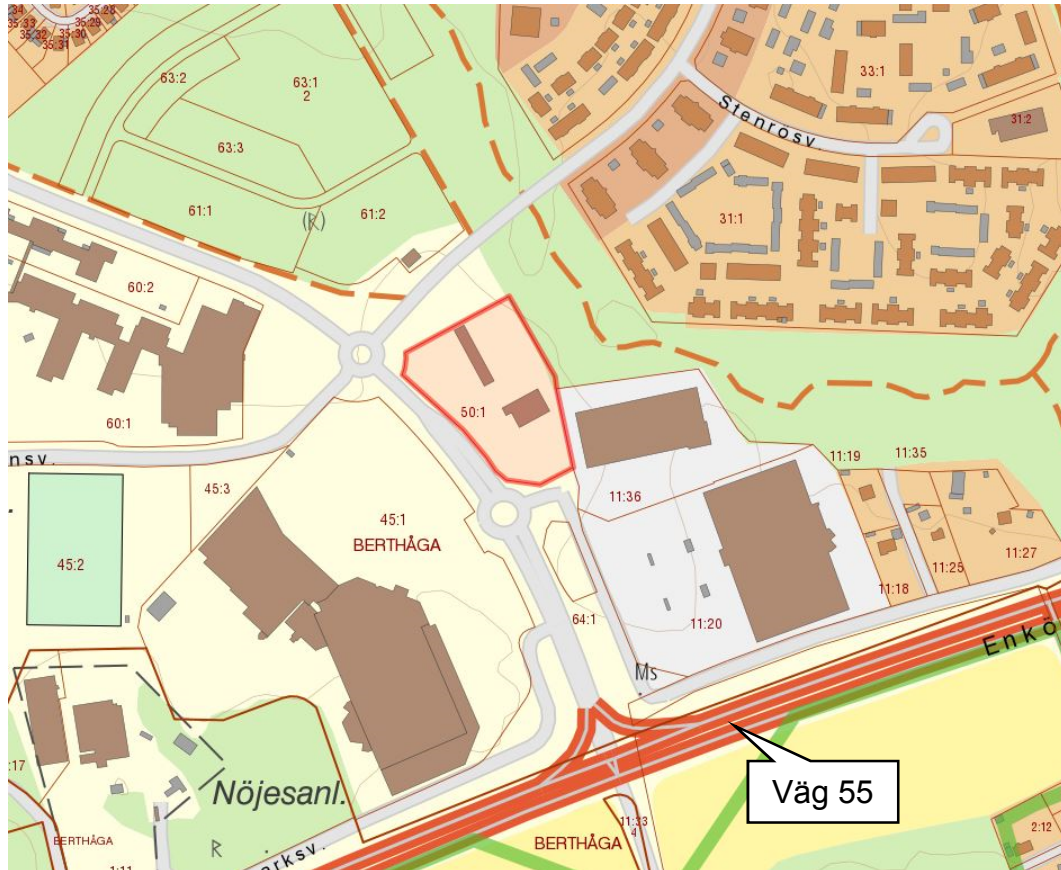
1	Uppdrag .....	2
2	Objektbeskrivning - översiktlig .....	2
3	Historik .....	3
4	Utförda undersökningar .....	3
5	Markförhållanden .....	4
6	Grundvatten, ytvatten.....	4
7	Sättningar - allmänt.....	4
8	Miljöteknik .....	5
9	Radon .....	10
10	Grundläggning.....	11
11	Schakt, stabilitet .....	16
12	Övrigt.....	16

## Bilagor

Benämning	Innehåll	Skala	Daterad
G-10.1-02	Plan med nivå för underkant lera	A3: 1:500	2017-07-07
N-10.1-02	Plan med miljöanalysresultat	A3: 1:500	2017-07-07

## 1 Uppdrag

Bjerking AB har på uppdrag av HSB Produktion i Uppsala utfört en miljö- och geoteknisk undersökning på fastigheten Berthåga 50:1 som underlag för projektering av nya flerbostadshus. Det undersökta området ligger i Stenhagen, ca 5 km väster om Uppsala centrum. Se Figur 1 för ungefärligt undersökningsområde.



Figur 1 Ungefärligt undersökningsområde markerat med röd begränsningslinje. Bild från Bjerking's kartportal.

## 2 Objektbeskrivning - översiktlig

Inom fastigheten planeras för nya flerbostadshus med mellan 5,5 och 7,5 våningar. De flesta husen planeras utan källare men ett underjordiskt garage planeras i den östra delen. Av Figur 2 framgår den planerade bebyggelsen i plan.



Figur 2 Urklipp ur preliminär situationsplan, daterad 15.11.12.

### 3 Historik

Undersökningsområdet (Berthåga 50:1) utgjordes år 1980 av åkermark, enligt Ekonomiska kartan från Lantmäteriet (Historiska kartor). En väg, som ledde till dåtidens Herrhagen, låg i områdets östra kant. Denna väg fanns inte år 1950, då området utgjordes helt av åkermark, enligt Ekonomiska kartan från Lantmäteriet (Historiska kartor).

Golder Associates gjorde en miljöteknisk markundersökning av intilliggande fastigheter, Berthåga 11:15 mfl, 2007 inför nybyggnationen av affärslokalerna. Utredningen påvisade förhöjda halter av koppar, PAH och aromater.

### 4 Utförda undersökningar

Resultatet av utförda undersökningar framgår av Markteknisk undersökningsrapport – Miljö- och Geoteknik (MUR) med uppdragsnummer 17U32548, daterad 2017-07-07, upprättad av Bjerking AB.

## 5 Markförhållanden

Jordlagerföljden består i allmänhet överst av ett lager **fyllning** överlagrandes **lera** ovan **friktionsjord** vilandes på **berg**. Bergets överyta har som närmast påträffats 1,4 m under befintlig markyta. Som djupast återfinns berget på mer än 6,5 meters djup (där sondering i BG17003 avslutades).

**Fyllningens** mäktighet varierar i undersökta punkter mellan 0,3 m och 0,9 m. Dess innehåll varierar i allmänhet mellan sand och grus men utanför de hårdgjorda ytorna innehåller den även lera och mulljord. Fyllningen bedöms ingå i schaktbarhetsklass 2-3<sup>1</sup>.

**Lerans** mäktighet varierar i undersökta punkter mellan 0,6 m och 3,2 m. Leran utgörs överst av **torrskorpelera** ner till ca 2 meters djup under markytan. Lerans tunghet har uppmätts till 19,1 kN/m<sup>3</sup> och dess vattenkvot till 41 %. Lerans odränerade skjuvhållfasthet benämns som hög i de övre lagren men mycket låg på större djup. Som lägst har den odränerade skjuvhållfastheten mätts till 13 kPa. Leran är till stor del siltig med siltskikt samt sandskikt. Leran bedöms omfattas av materialtyp 5A<sup>2</sup> och schaktbarhetsklass 1-2<sup>1</sup>.

**Friktionsjordens** mäktighet varierar i undersökta punkter mellan 0 m och ca 4,5 m. Friktionsjorden har i skruvprovtagning bedömts som siltig sandig **Morän**. Notera att ett flertal block har genomborrats vid sondering i friktionsjorden.

**Berget** har inte undersökts närmare.

## 6 Grundvatten, ytvatten

Mot bakgrund av registrerade grundvattenobservationer, se kapitel *Hydrogeologiska undersökningar* i tillhörande MUR, bedöms grundvattenytans nolltrycksnivå fluktuera kring nivån ca +28,0, d.v.s. på ca 2-3 meters djup.

Ytvatten sjunker normalt ner i fyllning och mulljordslager eller avbördas via befintligt dagvattensystem. Vid riklig nederbörd eller tjälade förhållanden kan även ytavrinning ske i terrängens lutningsriktning.

## 7 Sättningar - allmänt

Lerans sättningsegenskaper har utvärderats från ett ostört lerprov upptaget i södra delen av undersökningsområdet. Utfört CRS-försök har dock varit stört, vilket kan bero på att provet utgjordes av torrskorpelera.

För indikation på förväntade sättningar har lerans egenskaper bedömts empiriskt mot bakgrund av vingförsök och fallkon-försök. Notera att lerans verkliga sättningsegenskaper kan skilja sig åt markant gentemot antaget.

Resultatet från den översiktliga sättningsanalysen redovisas i Tabell 1. I beräkningen har en utbredd last om 10 kPa och 50 kPa utan lastspridning mot djupet valts. Detta motsvarar ungefär lasten från markhöjning med ca 0,5 m respektive ca 2,5 m.

*Tabell 1 Överslag på lerans primära sättningar.*

Lerdjup [m] (inkl. torrskorpelera)	10 kPa Sättning [cm]	50 kPa Sättning [cm]
2	0,5	2
4	1	7

<sup>1</sup> Bygghälsöversynens rapport R130:1985, klassificeringssystem -85.

<sup>2</sup> AMA anläggning 13

Besvärande sättningar kan alltså uppstå vid stora laster, ojämna lerdjup och stora punktlaster.

## 8 Miljöteknik

I samband med den geotekniska undersökningen gjordes en miljöteknisk undersökning för kontroll av eventuell föroreningsinnehåll i marken. Provtagning har utförts med hjälp av borrhandsvagn och skruvborr. Provtagningarna har utförts av Jessika Ahlund Harbom med Magnus Björkbäck som borrhandsförare.

Jordproverna togs som samlingsprov per avvikande skikt eller jordart. Mellan varje provtagningsspunkt har borrhandsrustningen rengjorts alternativt skruvborren byts ut mot en ny för att undvika korskontaminering. Generellt för provtagningen har SGF Rapport 2:2013 samt NVs rapport 4310 och 4311 följts. 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.

### 8.1 Fältiakttagelser

#### 8.1.1 Fältiakttagelser, jord

Generellt täcks fastigheten av asfalt eller gräsytor och fyllning av varierande mäktighet, ca 0,3 till ca 0,9 meter under markytan. I borrhandspunkt BG17006 påträffades något tegel i fyllningen. Under fyllningen var det lera.

Bedömda jordarter för de uttagna jordproverna och övriga fältanteckningar finns sammanställda i tillhörande MUR, se bilaga 1.

#### 8.1.2 Fältiakttagelser, asfalt

Asfaltsproverna uppvisade en torr och spröd karaktär utan lukt av tjära.

### 8.2 Provurval och laboratorieundersökningar

Med hjälp av fältanteckningar utvaldes sju stycken jordprover, både för enstaka skikt och samlingsprov, för vidare analys. Laboratorieundersökningar har utförts på Eurofins Environment Testing AB. Laboratoriet är ackrediterat för dessa typer av analyser.

#### 8.2.1 Utförda undersökningar

Med hjälp av fältanteckningar har jordprover valts ut för vidare analys vid det ackrediterade laboratoriet Eurofins Environment AB.

7 stycken jordprover från borrhandspunkterna BG17001, BG17003, BG17004, BG17005, BG17007, BG17009 och BG17011 har analyserats. Samlingsprov gjordes av BG17001 och BG17003, BG17004 och BG17005 respektive BG17009 och BG17011.

För analys med avseende på metaller av underliggande lera gjordes ett samlingsprov från BG17001, 03, 04, 05, 07 och 11.

För lakbarhet av fyllningen gjordes ett samlingsprov av proverna från borrhandspunkterna BG17004/05 (0,05-0,7/0,5 m u my), 07/11 (0,05-0,5/0,7 m u my) och 09 (0-0,2 m u my).

För lakbarhet av underliggande lera gjordes ett samlingsprov av proverna från borrhandspunkterna BG17001/03 (0,8/1,0-1,2 m u my), 04/05 (0,7/0,5-1,0 m u my) och 07/11 (0,5/0,7-1,0 m u my).

Omfattning framgår nedan.

- 4 stycken analyser med avseende på BTEX och alifater/aromater.
- 7 stycken analyser med avseende på polycykliska aromatiska föreningar (PAH).
- 5 stycken analyser med avseende på metaller inkl kvicksilver.
- 4 stycken analyser med avseende på PCB.
- 6 stycken analyser med avseende på TOC (totalt organiskt kol).

- 2 stycken analyser med avseende på lakbarhet.

Två stycken asfaltsprover från borrhöjningarna BG17004 och BG17007 har valts ut för vidare analys vid det ackrediterade laboratoriet Eurofins Environment AB.

Omfattning framgår nedan:

- 2 stycken analyser med avseende på PAH-16.

### 8.2.2 Bedömningsgrunder, jord

Uppmätta halter i jord jämförs med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark<sup>3</sup>. Naturvårdsverket har under juni 2016 publicerat nya och reviderade riktvärden<sup>4</sup> vilka är gällande från 1 juli 2016. Riktvärdena bygger på ett antal exponeringsvägar för människor såsom intag av jord, hudkontakt, inandning av ångor och inandning av damm. Vidare har hänsyn även tagits till miljöeffekter inom området och för närliggande ytvatten. Det finns riktvärden för två typer av markanvändning.

- 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.

Då användningen av området även fortsättningsvis kommer vara avsett för kontor görs bedömningen att Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning, MKM, bör tillämpas som efterbehandlingsmål på denna fastighet.

### 8.2.3 Bedömningsgrunder, asfalt

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>5</sup>.

*Tabell 2 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 som bär- och slittlager inom vägkonstruktioner.
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 (Miljöförvaltningarna i Stockholm, Göteborg och Malmö). En särskild bedömning krävs (Vägverket)

<sup>3</sup> Naturvårdsverket rapport 5976. 2009.

<sup>4</sup> <http://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/forenadede-omraden/berakning-riktvarden/generella-riktvarden-20160707.pdf>. Nedladdad 2016-08-16.

<sup>5</sup> Tjära i asfaltsbeläggningar – gemensamma rutiner för Stockholm, Göteborg och Malmö, 2003-09-01.

### 8.3 Analysresultat, jord

Analysresultaten från borrhöjningarna BG17001/03, 04/05, 07/11 och 09 har sammanställts i Tabell 3. För polycykliska aromatiska kolväten (PAH) redovisas endast summaparametrar. Resultat av enskilda analysparametrar återfinns i Bilaga 5 i tillhörande MUR.

Tabell 3 Sammanställning laboratorieanalyser för jordprov, enheter är mg/kg TS.

Provpunkt	BG17001/03	BG17001/03	BG17004/05	BG17004/05	Riktvärden	
Djup (m u my)	0-0,8/1,0	0,8/1,0-1,2	0,050-07-0,5	0,5/0,7-1,0	KM	MKM
Jordart	Fyllning	Lera	Fyllning	Lera		
<b>Organiska ämnen</b>						
TOC (% TS)	0,4	-	<0,2	-		
<b>Alifater</b>						
>C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub>	< 3,0	-	< 3,0	-	25	120
>C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub>	< 5,0	-	< 5,0	-	25	500
>C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub>	< 5,0	-	< 5,0	-	100	500
>C <sub>16</sub> -C <sub>35</sub>	16	-	< 10	-	100	1000
<b>Aromater</b>						
>C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub>	< 4,0	-	< 4,0	-	10	50
>C <sub>10</sub> -C <sub>16</sub>	< 0,90	-	< 0,90	-	3	15
>C <sub>16</sub> -C <sub>35</sub>	< 0,50	-	< 0,50	-	10	30
<b>PAH (summa)</b>						
PAH L	< 0,045	< 0,045	< 0,045	< 0,045	3	15
PAH M	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	3,5	20
PAH H	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11	1	10
<b>PCB-7</b>	0,011	-	< 0,0070	-	0,008	0,2
<b>Metaller</b>						
As, arsenik	2,9	-	< 1,9	-	10	25
Ba, barium	35	-	11	-	200	300
Pb, bly	7,8	-	5,9	-	50	400
Cd, kadmium	< 0,20	-	< 0,20	-	0,8	12
Co, kobolt	5,7	-	2,4	-	15	35
Cu, koppar	12	-	3,5	-	80	200
Cr, krom	16	-	10	-	80	150
Hg, kvicksilver	< 0,010	-	< 0,010	-		
Ni, nickel	8,9	-	2,7	-	40	120
V, vanadin	26	-	15	-	100	200
Zn, zink	42	-	29	-	250	500

Referens: Halter som överskrider Naturvårdsverkets generella riktvärden (NV rapport 5976, 2009, reviderade i juni 2016) för KM (känslig markanvändning) markeras i **gult/fetstil** och för MKM (mindre känslig markanvändning) markeras i **rosa/understruken fetstil**. TOC = beräknad total halt organiskt material. PAH = polycykliska aromatiska kolväten. u.d. – markerar ej analyserat.



Tabell 4 Sammanställning laboratorieanalyser för jordprov, enheter är mg/kg TS.

Provpunkt	BG17009	BG17007/11	BG17007/11	BG17001/03; 04/05/ 07/11	Riktvärden	
Djup (m u my)	0-0,2	0,05-0,5/0,7	0,5/0,7-1,0	0,8/1,0-1,2; 0,5/0,7-1,0; 0,5/0,7-1,0	KM	MKM
Jordart	Fyllning	Fyllning	Lera	Lera		
<b>Organiska ämnen</b>						
TOC (% TS)	1,7	0,2	-	-		
<b>Alifater</b>						
>C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub>	< 3,0	< 3,0	-	-	25	120
>C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub>	< 5,0	< 5,0	-	-	25	500
>C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub>	< 5,0	< 5,0	-	-	100	500
>C <sub>16</sub> -C <sub>35</sub>	< 10	15	-	-	100	1000
<b>Aromater</b>						
>C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub>	< 4,0	< 4,0	-	-	10	50
>C <sub>10</sub> -C <sub>16</sub>	< 0,90	< 0,90	-	-	3	15
>C <sub>16</sub> -C <sub>35</sub>	< 0,50	< 0,50	-	-	10	30
<b>PAH (summa)</b>						
PAH L	< 0,045	< 0,045	< 0,045	-	3	15
PAH M	< 0,075	< 0,075	< 0,075	-	3,5	20
PAH H	< 0,11	< 0,11	< 0,11	-	1	10
<b>PCB-7</b>	< 0,0070	< 0,0070	-	-	0,008	0,2
<b>Metaller</b>						
As, arsenik	3,7	< 1,9	-	< 2,4	10	25
Ba, barium	54	19	-	53	200	300
Pb, bly	11	6,7	-	9,7	50	400
Cd, kadmium	< 0,20	< 0,20	-	< 0,20	0,8	12
Co, kobolt	6,8	3,7	-	7	15	35
Cu, koppar	15	17	-	16	80	200
Cr, krom	24	21	-	22	80	150
Ni, nickel	< 0,011	< 0,010	-	< 0,012	40	120
V, vanadin	15	8,8	-	16	100	200
Zn, zink	33	24	-	26	250	500

Referens: Halter som överskrider Naturvårdsverkets generella riktvärden (NV rapport 5976, 2009, reviderade i juni 2016) för KM (känslig markanvändning) markeras i **gult/fetstil** och för MKM (mindre känslig markanvändning) markeras i **rosa/understruken fetstil**. TOC = beräknad total halt organiskt material. PAH = polycykliska aromatiska kolväten. u.d. – markerar ej analyserat.

De laboratorieanalyser som genomförts visar att samlingsprovet för fyllningen i BG17001 och BG17003 av summa PCB är över Naturvårdsverkets riktvärde för känslig markanvändning, KM. I övriga analyserade prover var samtliga analyserade ämnen halter under riktvärdet för känslig markanvändning, KM.

Provtagningspunkternas läge framgår av planritning N-10.1-01 i tillhörande MUR samt föroreningshalterna och nivåerna i planritning N-10.1-02.

#### 8.4 Analysresultat, asfalt

Analysresultaten har sammanställts i tabellerna nedan. För PAH redovisas endast summaparametrar i tabellerna. Resultat av enskilda analysparametrar återfinns i Bilaga 7 i tillhörande MUR.

Tabell 5 Utförd laboratorieanalys på asfalt, enheter är mg/kg TS.

Prov (djup)	PAH cancerogena	PAH övriga	Summa PAH 16	Klass enligt tabell 3
BG17004 (0-0,05 m)	0,67	0,91	1,7	Klass 1
BG17007 (0-0,05 m)	0,47	0,45	0,91	Klass 1

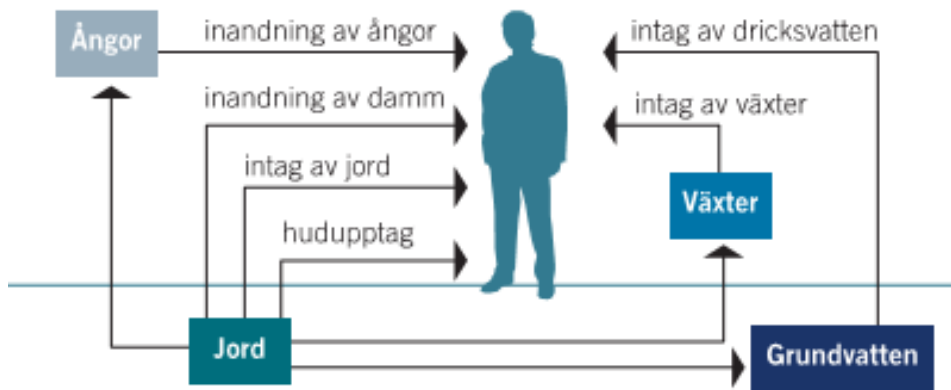
De laboratorieanalyser som genomförts visar att halterna av PAH-16 motsvarande klass 1, dvs mindre än 70 ppm, i båda analyserade prover.

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

### 8.5 Enkel riskbedömning

Eftersom alla punkterna endast är att betrakta som stickprov och någon kontroll av föroreningens utbredning inte har skett kan någon omfattande riskbedömning inte göras. Påträffad förorening i BG17001/03 kan vara mycket lokal men kan även täcka ett större område av mellan byggnaden och gång- och cykelvägen, utifrån resultaten av enstaka borrhyp kan detta inte avgöras. Föroreningens ursprung är inte heller känt. Troligast är att det rör sig om förorenad fyllning som transporterats hit men det skulle också kunna vara förorening från tidigare verksamhet på platsen.

I Naturvårdsverkets rapport 5976 finns nedanstående konceptuella figur som visar exponeringsvägar för människor som vistas inom det förorenade området. Utöver dessa måste man även ta hänsyn till transport och spridning av föroreningar i miljön, skydd av yt- och grundvatten samt skydd av markmiljön.



Figur 3 Konceptuell modell för exponeringsrisker, NV rapport 5976.

Den påvisade föroreningen ligger 0-0,8/1,0 meter under markytan, trots att den är ytlig är exponeringen för människor liten då området intill idag används som gång- och cykelväg. Den tiden människor vistas på platsen är relativt kort.

### 8.6 Efterbehandling

Innan markarbetena inom det berörda förorenade området, vid borrhyp BG17001 och BG17003 där analysresultaten visar halter över riktvärdet för känslig markanvändning för summa PCB, påbörjas rekommenderar Bjerking att en avgränsning av föroreningen görs för att bedöma utbredningen av det föroreningsskadade området. Därefter rekommenderas att en efterbehandling utförs innan eller i samband anläggningsarbetena. Förorenade massor ska då transporteras till godkänd mottagningsanläggning.

Utifrån föroreningsgrad och egenskaper hos de förorenade massorna behandlas de på olika sätt hos mottagningsanläggningarna. I NFS 2004:10 finns olika kriterier beskrivna hur en klassindelning av förorenade massor kan utföras. Det är tre klasser - inert avfall, icke-farligt avfall och farligt avfall.

### 8.7 Mottagningsanläggning

Utifrån föroreningsgrad och egenskaper hos de förorenade massorna behandlas de på olika sätt hos mottagningsanläggningarna. I NFS 2004:10 finns olika kriterier beskrivna hur en klassindelning av förorenade massor kan utföras. Det är tre klasser – inert avfall, icke farligt avfall och farligt avfall.

De massor som överskrider känslig markanvändning (KM) men inte är farligt avfall kan tas omhand på deponi för inert avfall om de uppfyller de kriterier som beskrivs i NFS 2004:10.

Två lakttest, tvåstegs skaktest, har utförts på massorna från samlingsprovet BG17004/5, 7/11 och 9 vid djupen från 0,05-0,5 m u my respektive 0,5-2 m u my. Resultaten av lakbarheten för samlingsprovet den övre fyllningen visar på liten lakbarhet av metallerna och TOC <0,2 % TS. Även analysresultaten av samlingsprovet av underliggande lera visade på liten lakbarhet av metallerna och TOC 0,3 % TS.

Bjerking AB bedömning är att de nämnda massorna kan klassas som inerta dock är det upptill varje mottagningsanläggning att göra en egen bedömning utifrån deras tillstånd enligt Miljöbalken.

### 8.8 Schaktkontroll

Bjerking AB rekommenderar att det under schaktkontrollen skall finnas en miljökontrollant närvarande på plats eller att miljökontrollanten kan kontaktas med kort varsel. Miljökontrollantens uppgift är att på plats se till att Miljöförvaltningens krav följs och kontrollera massorna under saneringen. Dessutom görs bedömningen att miljökontrollanten bör ta slutproverna i schaktbotten och schaktväggar. Områden som efter sanering och planerade markarbeten har ett massunderskott återfylls med massor som uppfyller krav från myndigheten.

### 8.9 Anmälan om förorening

Alla påvisade föroreningar ska omgående anmälas till Miljöförvaltningen, 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.

Miljöförvaltningen beslutar om åtgärdsåtgärder och försiktighetsåtgärder.

## 9 Radon

För undersökningen har radonhalten i porluften mätts i 6 punkter vars lägen och mätresultat framgår av plan G-10.1-01 och kapitlet *Radon* i tillhörande MUR.

De utförda mätningarna visar att marken inom undersökningsområdet innehåller låga till höga radonhalter.

Marken klassificeras därför som **högradonmark**, p.g.a. de högt uppmätta värdena, vilket medför att planerad byggnation skall utföras **radonsäkert**.

## 10 Grundläggning

### 10.1 Allmänt

Planerad bebyggelse bör inte grundläggas direkt på förekommande fyllning och/eller lera. För att undvika detta krävs någon typ av åtgärd, t.ex. urskiftning eller pålning. Vilken av dessa metoder som väljs kan variera inom undersökningsområdet beroende på lerdjup och planerad bebyggelse. Urskiftning kan bli relativt kostsamt i områden där underkanten av lermåktigheten återfinns på lägre nivåer, enligt planritning G-10.1-02. Observera att höjdkurvorna i denna planritning i stora områden är osäker.

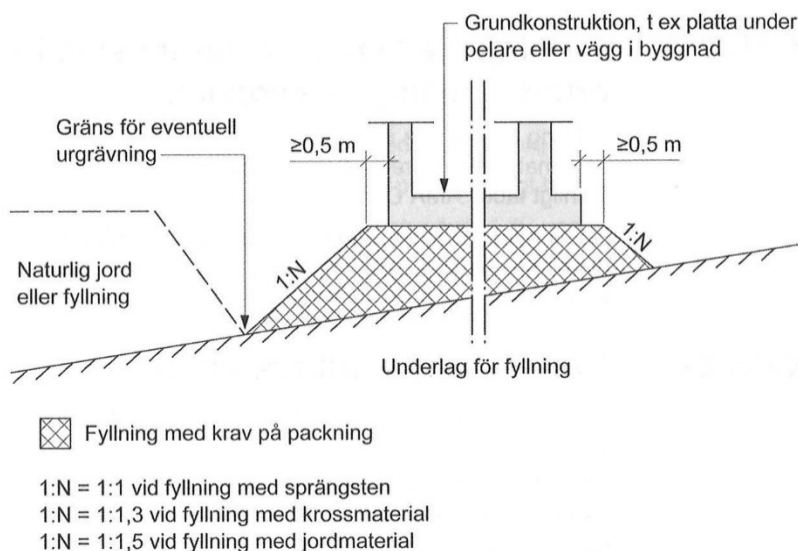
Om olika grundläggningsmetoder används för samma hus rekommenderas en rörelsetålig dilatationsfog i gränsen mellan de olika grundläggningsmetoderna för att möjliggöra mindre sättningdifferenser.

Inom en del av området planeras en källare vars grundläggningsnivå är av oss okänd men den kan komma att förläggas under grundvattenytan. Detta innebär att konstruktionen i så fall bör utformas vattentät. En tillfällig grundvattensänkning under byggskedet kommer då att erfordras. En eventuell dräneringsledning bör då läggas på en anpassad nivå så att en permanent grundvattensänkning ej sker.

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

### 10.2 Grundläggning med urskiftning

Vid grundläggning med urskiftning får ingen grundkonstruktion (plintar eller platta) stå på befintlig fyllning eller lera. Dessa jordar måste grävas bort, ner till moränen, och ersättas med ny fyllning av grus eller krossmaterial för grundläggning av byggnad. Detta ska utföras enligt CEB.212, Anläggnings AMA 13. Fyllning för byggnad skall utföras enligt figur CEB.2/1, Anläggnings AMA 13, se nedan.



Figur AMA CEB.2/1. Omfattning av packad fyllning för grundläggning av byggnad, golv o d

Figur 4 Urklipp ur AMA Anläggning 13.

### 10.2.1 Omräkningsfaktor

Omräkningsfaktorn för **egentyngden** kan sättas till  $\eta=1,0$

Omräkningsfaktorn för den **dränerade skjuvhållfastheten** (friktionsvinkeln), Tabell 6, har utförts i enlighet med kapitel 3.2.3 IEG rapport 7:2008 för plattgrundläggning.

*Tabell 6 Beräkning av omräkningsfaktor för den dränerade skjuvhållfastheten vid plattgrundläggning.*

Delfaktor	Förklaring	Intervall	Utvärdering
$\eta_{1,2,3,4}$	Hänsyn till fältundersökningens omfattning och kvalitet.	0,8 - 1,1	0,9
$\eta_{5,6}$	Hänsyn till geometri och utformning. <ul style="list-style-type: none"> <li>Långsträckt/Kantförstyvad platta -&gt; 1,0</li> <li>Kvadratisk/rektangulär platta -&gt; 0,9-1,0</li> </ul>	0,9 - 1,0	Ansätts av konstruktör
$\eta_{7,8}$	Hänsyn till typ av brott.	1,1	1,1
$\eta_{total}$	<b>Sammanvägning</b>		<b><math>1,0 \times \eta_{5,6}</math></b>

### 10.2.2 Partialkoefficienter

Plattgrundläggning utförs enligt dimensioneringssätt 3, DA3, i enlighet med Eurokod SS EN 1997. Fasta partialkoefficienter ansluter till nationell bilaga BFS 2013:10 (EKS 9) tabell I-6 och framgår i denna rapport av Tabell 7.

*Tabell 7 Fasta partialkoefficienter.*

Jordparameter	Beteckning	Uppsättning "M2"
Friktionsvinkel, $\tan(\phi)$	$\gamma_\phi$	1,3
Tunghet	$\gamma_\gamma$	1,0
E-modul	-	-

### 10.2.3 Valda härledda materialegenskaper

Valda materialegenskaper har ansatts enligt tabellvärden ur kapitel 5 TK GEO 13.

*Tabell 8 Valda materialegenskaper vid dimensionering av plattgrundläggning.*

Jord	Ansatta materialegenskaper	
Friktionsjord (Morän) (naturligt lagrad)	Tunghet	19 kN/m <sup>3</sup> (11 kN/m <sup>3</sup> )*
	Friktionsvinkel	38 grader
	E-modul	10 MPa
Krossmaterial (packad enligt AMA 13)	Tunghet	18 kN/m <sup>3</sup> (11 kN/m <sup>3</sup> )*
	Friktionsvinkel	45 grader
	E-modul	45 MPa

\*Effektiv tunghet under grundvattenytan.

### 10.3 Grundläggning med pålning

Om urskiftning anses oekonomiskt och byggnader grundläggs med pålar rekommenderas borrade stödpålar till fast botten.

### 10.3.1 Omräkningsfaktor

Bestämning av omräkningsfaktor för böjknäckning i lera, Tabell 9, har utförts i enlighet med kapitel 4.3.2 IEG rapport 8:2008 för pålgrundläggning.

Tabell 9 Beräkning av omräkningsfaktor för böjknäckning i lera vid pålgrundläggning.

Delfaktor	Förklaring	Utvärdering
$\eta_{1,2}$	Hänsyn till naturlig variation i materialet samt kvalitet och omfattning på undersökning.	0,9
$\eta_3$	Med avseende på bäddmodul.	1,0
$\eta_4$	Med avseende på böjknäckning och avståndet till närmsta undersökningspunkt.	0,9
$\eta_5$	Med avseende på hur tät utvärdering av jordens hållfasthetsegenskap är utfört.	0,95
$\eta_6$	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.	1,0
<b><math>\eta_{total}</math></b>		<b>= 0,77 * <math>\eta_7</math> * <math>\eta_8</math></b>

### 10.3.2 Partialkoefficienter

Spetsburna pålar utförs enligt dimensioneringssätt 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 10.

Tabell 10 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

### 10.3.3 Valda materialegenskaper

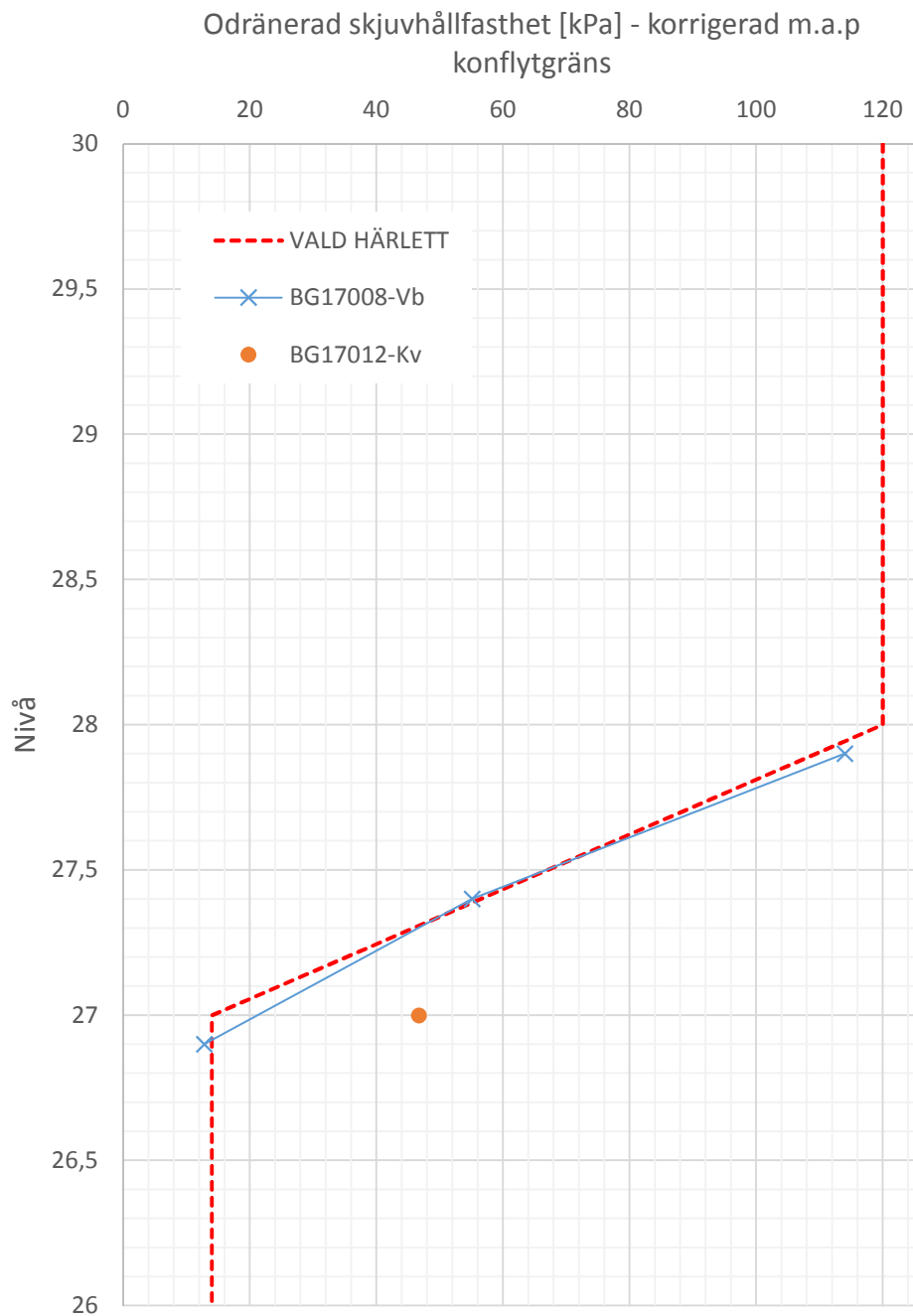
Valda materialegenskaper har ansatts med avseende på härledda värden i kapitel 13 ur den marktekniska undersökningsrapport eller valda enligt tabellvärden ur kapitel 5 TK GEO 13. Valda värden har valts med avseende på påldimensionering.

Tabell 11 Valda materialegenskaper vid dimensionering av spetsburna pålar.

Jord	Materialegenskaper	Valt värde (z avser nivå)
Lera	Tunghet	19 kN/m <sup>3</sup> (9 kN/m <sup>3</sup> )
	Skjuvhållfasthet	[z ≥ +28]: 120 kPa

Jord	Materialegenskaper	Valt värde (z avser nivå)
	(Enligt <b>Figur 5</b> )	Interpolerat mellan +27 och +28 enligt Figur 5 [z < +27]: 14 kPa
	Kohesionsintercept	0,1*od.skjuvh.
	Drän. Friktionsvinkel	30 grader
Friktionsjord (Morän)	Tunghet	19 kN/m <sup>3</sup> (11 kN/m <sup>3</sup> )*
(naturligt lagrad)	Friktionsvinkel	38 grader
	E-modul	10 MPa

\*Effektiv tunghet under grundvattenytan.



Figur 5 Valt härlett värde för den odränerade skjuvhållfastheten hos leran.



## 11 Schakt, stabilitet

Schakt i berg kan inte uteslutas. Sonderingar har till stor del inte kunnat genomföras på den plats källare planeras, p.g.a. befintlig bebyggelse.

Temporära ledningsschakt i lera ner till 2 meter från befintlig markyta kan utföras i släntlutning 1:1 utan särskilda förstärkningsåtgärder<sup>6</sup>. Detta under förutsättning att släntröner hålls fritt minst 1 m och att last på släntröner inte överstiger 2 t/m<sup>2</sup>.

Schakt för källare rekommenderas att kompletteras med en stabilitetsutredning. Nivåer och laster från arbetsfordon erfordras då.

Vid våt väderlek eller vattenmättade förhållanden kan den siltiga jorden erhalla flytjordsegenskaper vilket kan komma att kräva flackare släntr. Eventuella sandskikt kan ge inströmmade markvatten i schakt.

Schaktning kan komma att ske under grundvattenytan, beroende på källarens grundläggningsnivå. Detta skulle då innebära att länshållning erfordras.

Beroende på källarens grundläggningsnivå, kan hydraulisk bottenuppträckning behöva beaktas.

## 12 Övrigt

I god tid före arbetenas 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- och ev. pålningsarbeten.

När husen placering i plan är bestämt rekommenderas ytterligare geoteknisk borring för att undersöka lerdjup och bergnivåer. Detta speciellt i områden där undersökning inte kunde utföras i dagsläget p.g.a. den stora byggnaden, som inte är riven.

## Bjerking AB

Geoteknik	Miljöteknik	Granskad av
Jonas Fryksten 010-211 83 04 jonas.fryksten@bjerking.se	Jessika Ahlund Harbom 010-211 80 54 jessika.harbom@bjerking.se	Thomas Eldh 010-211 80 86 thomas.eldh@bjerking.se

<sup>6</sup> Typschakt 4 ur Schakta säkert 2015.