Beställare: Framtiden Byggutveckling AB

Uppdrag: Drakblommegatan detaljplan

Projekterings PM Geoteknik

AFRY
ÅF PÖYRY

# PM Geoteknik

Uppdrag: Drakblommegatan detajplan

Datum: 2022-01-14

Uppdragsnummer: 210109

Revidering:

GNR: G21158

Beställare: Framtiden Byggutveckling AB

Beställarens referens: Linus Ånevall

Uppdragsledare: Fredrik Ekmark

Telefon: 010 505 07 88

Mail: fredrik.ekmark@afry.com

| | |
|---|---|
| Geoteknik upprättad av: | Darko Asanovic |
| Geoteknik granskad av: | Fredrik Ekmark |
| Miljöteknik upprättad av: | Marie Hagström och Frida Gustafsson |
| Miljöteknik granskad av: | Erik Sterud |

# PM Geoteknik

## Innehållsförteckning

1 Objekt ..... 4

2 Syfte ..... 4

3 Styrande dokument ..... 5

4 Underlag för projektering ..... 5
4.1 Planerad aktivitet ..... 5
4.2 Utförda undersökningar ..... 6

5 Befintliga förhållanden ..... 6
5.1 Topografi ..... 7
5.2 Ytbeskaffenhet ..... 7
5.3 Befintliga byggnader och anläggningar ..... 7
5.4 Geotekniska förhållanden ..... 7
5.4.1 Jorddjup ..... 7
5.4.2 Jordlagerföljd ..... 8
5.4.3 Jordegenskaper ..... 9
5.5 Hydrogeologiska förhållanden ..... 11
5.6 Sättningsförhållanden ..... 11
5.7 Stabilitetsförhållanden ..... 11
5.8 Markgasförhållanden ..... 11
5.8.1 Radonriskområde eller radonmarkklassning ..... 11
5.8.2 Utförda undersökningar ..... 12
5.9 Miljötekniska förhållanden ..... 12
5.9.1 Markanvändning (tidigare, nuvarande och framtida) ..... 12
5.9.2 Skyddsvärda objekt inklusive brunnar ..... 14
5.9.3 Jämförvärden ..... 14
5.9.4 Resultat ..... 16
5.9.5 Statistisk utvärdering och representativa halter ..... 18

6 Rekommendationer ..... 19
6.1 Markgasförhållanden ..... 19
6.2 Miljötekniska förhållanden ..... 19
6.3 Schaktnings- och fyllningsarbeten ..... 21
6.4 Grundläggning ..... 21
6.5 Omgivningspåverkan ..... 21


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

## Bilagor

Bilaga 1..... Analyssvar med jämförvärden


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

## 1 Objekt

På uppdrag av Framtiden Byggutveckling AB har AFRY utfört geotekniska undersökningar och miljötekniska markundersökningar inom fastigheten Kvillebäcken 43:1 som är belägen i stadsdelen Kvillebäcken, Göteborgs stad, Västra Götalands län. Berörd fastighet ligger ca 3 km nordväst om Göteborgs centrala delar, se Figur 1.1.

*Figur 1.1 Satellitkarta som redovisar fastigheten Kvillebäcken 43:1 markerat i rött inom vilka geotekniska undersökningar genomförts.*

## 2 Syfte

Föreliggande geotekniska utredning har utförts med syfte att utreda markförhållandena och beskriva områdets geotekniska förutsättningar inför ny detaljplan på fastigheten Kvillebäcken 43:1. På fastigheten planeras nybyggnation av bostäder. Utredningen omfattar även miljötekniska förhållanden i jord.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

## 3 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga.

Styrande dokument är:

| | |
|---|---|
| SS-EN 1997-1:2005 | Eurokod 7 - Dimensionering av geokonstruktioner – Del 1: Allmänna regler |

För nationella val till Eurokod gäller följande dokument:

| | |
|---|---|
| BFS 2019:1, EKS 11 | Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder). |

Följande dokument är rådgivande för objektet:

| | |
|---|---|
| IEG Rapport 2:2008, Rev. 2 | Tillämpningsdokument Grunder, SGF |
| IEG Rapport 6:2008, Rev. 1 | Tillämpningsdokument Slänter och bankar, SGF |
| IEG Rapport 7:2008 | Tillämpningsdokument Plattgrundläggning, SGF |
| IEG Rapport 8:2008 | Tillämpningsdokument Pålgrundläggning, SGF |
| IEG Rapport 2:2009, Rev. 1 | Tillämpningsdokument Stödkonstruktioner, SGF |
| IEG Rapport 4:2010 | Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar, SGF |

## 4 Underlag för projektering

### 4.1 Planerad aktivitet

Inom fastigheten planeras nybyggnation av ca 200 lägenheter. I Figur 4.1 redovisas planerad byggnation på fastigheten.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

*Figur 4.1 Bebyggelseskiss planerad nybyggnation inom berörd fastighet.*

## 4.2 Utförda undersökningar

AFRY har utfört geotekniska och miljötekniska undersökningar under november och december 2021. Resultat av utförda undersökningar redovisas i separat handling ”Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik, (MUR/Geo)”, daterad 2022-01-14.

# 5 Befintliga förhållanden

I Figur 5.1 redovisas undersökt fastighet med röd markering, det undersökta området avgränsas i norr av Björlandavägen, i väst av Wieselgrensgatan och i söder av Drakblommegatan.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

*Figur 5.1 Satellitkarta över fastigheten Kvillebäcken 43:1 markerat i rött.*

## 5.1 Topografi

Marknivåerna inom berört område avtar generellt i sydöstlig riktning. I nordöstra delen av fastigheten återfinns den högsta uppmätta marknivån på ca +9,8. De lägsta marknivåerna på ca +8,4 återfinns i sydöstra hörnet av fastighetsområdet. Generellt är topografin inom fastigheten relativt flack.

## 5.2 Ytbeskaffenhet

Den undersökta fastigheten består av hårdgjorda parkeringsytor i väst, längre österut förekommer gång och cykelvägar som leder till respektive entré/trappuppgång. Det förekommer även gräsytor med träd runt byggnaderna.

## 5.3 Befintliga byggnader och anläggningar

Inom fastigheten förekommer det markförlagda ledningar, parkeringsplatser, byggnader, soprum och cykelförråd.

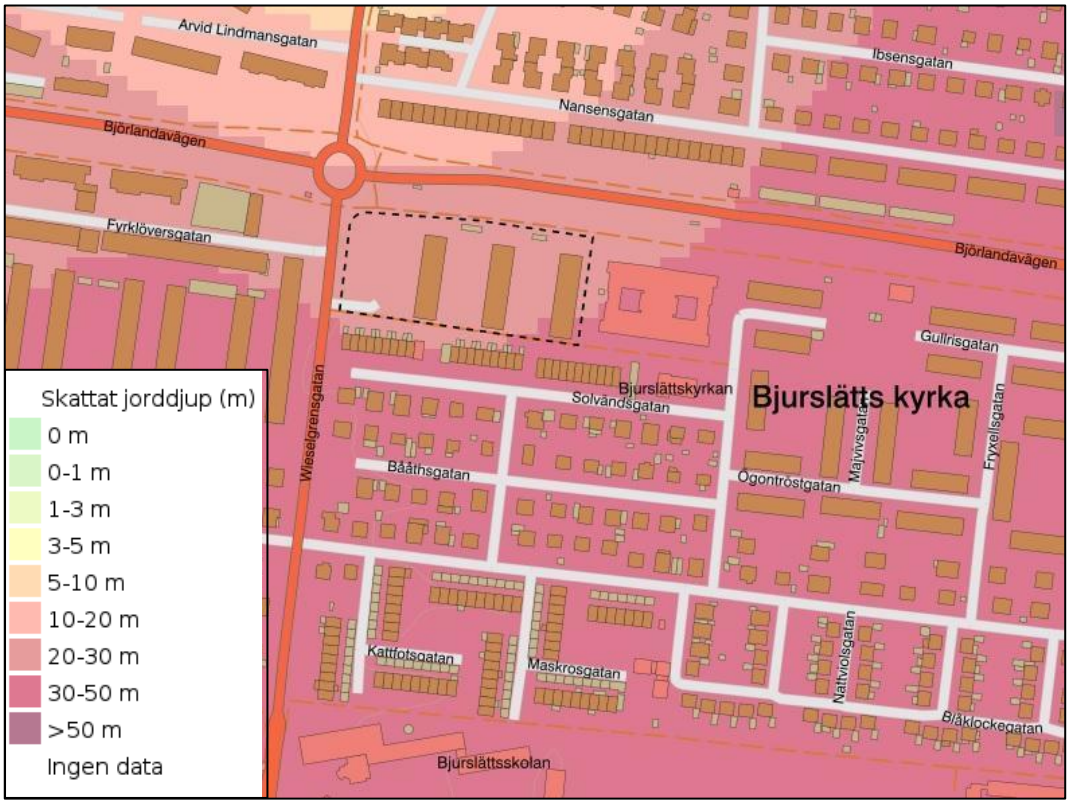
## 5.4 Geotekniska förhållanden

### 5.4.1 Jorddjup

Enligt Sveriges geologiska undersökning (SGU) jorddjupskarta skattas jorddjupet inom fastighetsområdet uppgå till mellan 20 och 30 m i större delen av området. Mot sydöst tilltar jorddjupen och kan uppgå till ca 50 m.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik




*Figur 5.2 Urklipp från SGU:s jorddjupskarta, streckad svart markering redovisar fastighetsgräns för Kvillebäcken 43:1.*

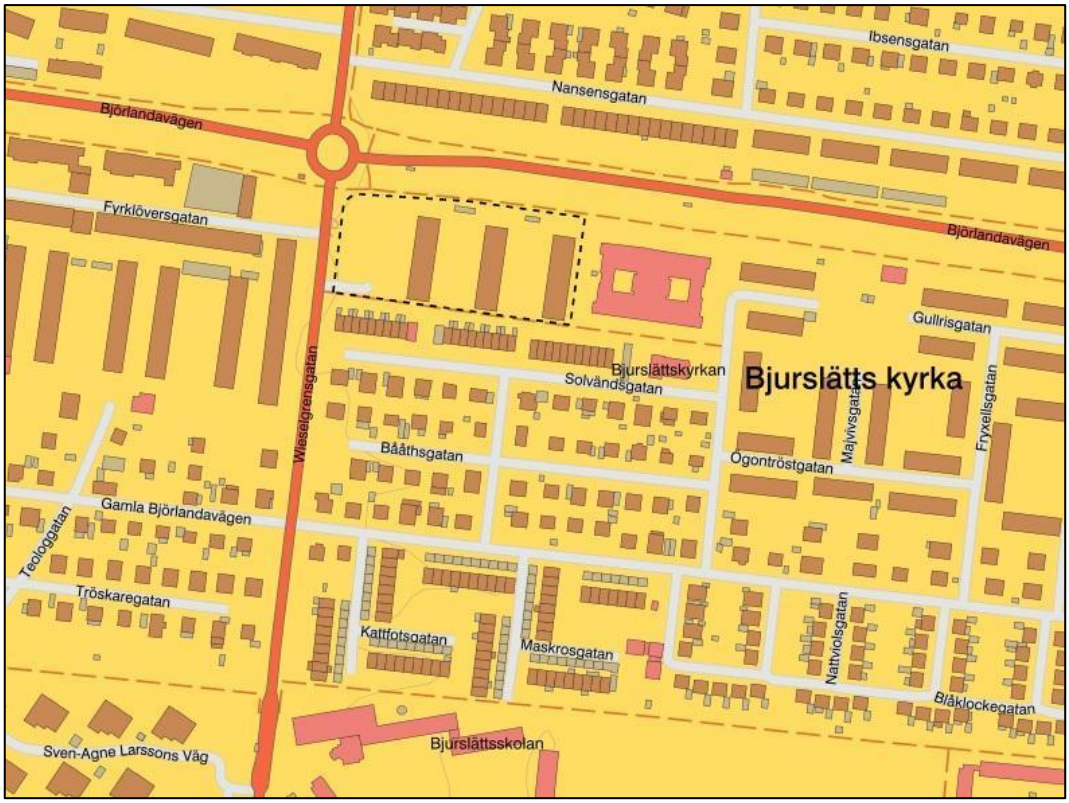
Enligt nu utförda undersökningar varierar jorddjupen mellan ca 60 och 70 m. Mäktigast jorddjup har påträffats i punkt 21AF10 som är belägen i sydöstra delen av fastighetsområdet.

### 5.4.2 Jordlagerföljd

Enligt SGU:s jordarskarta bedömds de naturligt lagrade, ytliga jordlagren inom undersökt område generellt utgöras av postglacial lera. Leran bedöms vila ovanpå ett friktionslager som i sin tur vilar på berg.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik




*Figur 5.3 Urklipp från SGU:s jordartskarta, streckad svart markering redovisar fastighetsgräns för Kvillebäcken 43:1.*

Enligt nu utförda undersökningar inom detaljplaneområdet utgörs den generella jordprofilen från markytan i huvudsak av:

| | |
|---|---|
| **Fyllning** | på ca 0,00 - 1,00 m djup |
| **Torrskorpelera** | på ca 1,00 - 1,50 m djup |
| **Lera** | på ca 1,50 - 70,7 m djup |
| **Friktionsjord/Berg** | på > 70,7 m djup |

### 5.4.3 Jordegenskaper

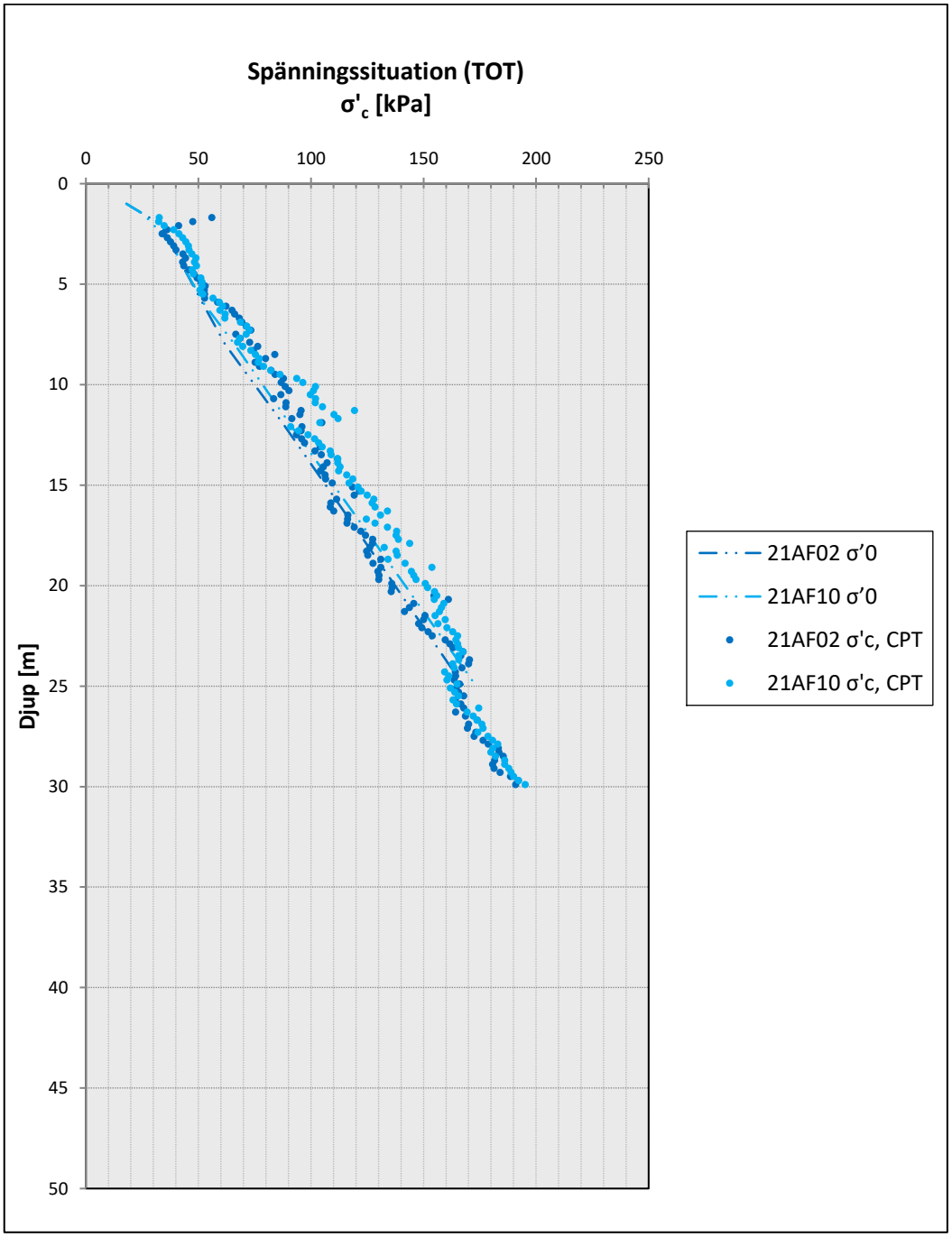
**Leran** under torrskorpan har en vattenkvot som varierar mellan ca 61 och 112%, samt en konflytgräns mellan ca 63 och 76%. Densiteten varierar mellan ca 1,45 och 1,67 t/m$^3$. Sensitiviteten uppmätt från konförsök varierar mellan 18 och 54, vilket klassar leran som mellan- till högsensitiv. I punkt 21AF10 har **kvicklera** påträffats på djupet 4 m under markytan.

**Lerans** odränerade skjuvhållfasthet (korrigerad med anseende på konflytgräns enligt ”Supplement nr 1 till Pålkommissionens rapport 100”) från 2 m djup bedöms uppgå på 8 kPA + 1,4 kPa/m ner på 12 m djup. Från 12 m djup bedöms den odränerade skjuvhållfastheten uppgå till 22 kPa + 1,6 kPa/m.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

Med en vald grundvattenyta på 1,0 m under befintlig markyta och med ökning mot djupet bedöms leran vara **normalkonsoliderad** enligt utvärdering från CONRAD version 3.10. Lerans **överkonsolideringsgrad (OCR)** bedöms uppgå till ~ 1,0. I Figur 5.4 redovisas sammanställning över spänningssituationen i punkterna 21AF02 och 21AF10.




*Figur 5.4 Sammanställning över spänningssituation i punkterna 21AF02 och 21AF10.*


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

## 5.5 Hydrogeologiska förhållanden

Vatten förekommer i friktionsjorden som grundvatten. Grundvattennivån bedöms variera beroende på årstid och nederbörd. Grundvattenytan bedöms ligga på mellan ca 0,5 och 2,0 m under markytan.

## 5.6 Sättningsförhållanden

Generellt utgörs områden med närhet till Göta Älv av mycket mäktiga lerlager som är normalkonsoliderade eller lätt överkonsoliderade. Vilket resulterar i en jordprofil som är känslig för sättningar och där det troligen pågår ett sättningsförlopp.

## 5.7 Stabilitetsförhållanden

Utifrån områdets topografiska förhållanden med lutningar på mindre än 1:10 och avståndet till Göta älv bedöms det inte föreligga några totalstabilitetsproblem inom det undersökta området.

## 5.8 Markgasförhållanden

Radon är en gas som bildas i jord och berg vid sönderfall av uran och torium. Jordluft och vatten kan på grund av berggrunden innehålla höga radonhalter vilket i sin tur kan ge upphov till förhöjda halter inomhus då jordluften sugs in i otäta byggnader eller vatten pumpas ur borrade brunnar. Även stenbaserade byggnadsmaterial kan avge radongas.

Markegenskaper, förutom innehållet av radon och uran, som har stor betydelse vid bedömning av radonrisker är kornstorlek, porositet, vattenhalt och jordlagrens mäktighet. Radongasen transporteras genom jordlagren med jordluft och grundvatten. Hos leror är vattenhalterna vanligtvis höga samt permeabiliteten låg vilket medför att transporten av radongas försvåras. Jordarter, som sand, grus och grusiga moräner, med hög porositet och genomsläpplighet innehåller stora mängder luft vilket gör transporten av radongas enklare. En byggnad har normalt ett svagt undertryck gentemot jordluften och kan därför suga in markradon.

Metod och gränsvärden för markradonundersökning beskrivs i ”Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader” (Clavensjö, Åkerblom 2004) och Radon i bostäder – markradon (BRF R85:1988).

### 5.8.1 Radonriskområde eller radonmarkklassning

Markradonundersökningar kan utföras enligt två definitioner:

- Indelning i radonriskområden (radonriskområde)
- Klassning av radonmark (radonmarkklassning)

Enligt radonboken gäller indelningen i radonriskområden (lågrisk-, normalrisk- och högrisk) orörda markförhållanden, där ingen hänsyn är tagen till markbearbetning i samband med exploatering. De flesta kommuner har radonriskkartor men det kan alltid finnas enstaka


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

områden med avvikande bedömning och därför rekommenderas alltid platsspecifik mätning för aktuell plats.

Vid klassning av radonmark (låg-, normal- och högradonmark) ska hänsyn tas till markförhållandena när byggnaden är färdigställd, vilket innebär hänsyn till bl.a. schaktning, sprängning, uppfyllnader och ledningsgravar. Berg och jord som påverkas av byggnationen behöver vara åtkomligt för provtagning/mätning. Till radonmarkklassning kommer dessutom krav på åtgärder vid nybyggnation.

AFRYs undersökningar i området är gjorda enligt definitionen för radonriskområde.

### 5.8.2 Utförda undersökningar

Vid mätningar, baserat på radonhalt i befintlig fyllning har värden motsvarande högriskområde uppmätts i norra delen av undersökningsområdet och lågriskområde i övriga delar.

## 5.9 Miljötekniska förhållanden

### 5.9.1 Markanvändning (tidigare, nuvarande och framtida)

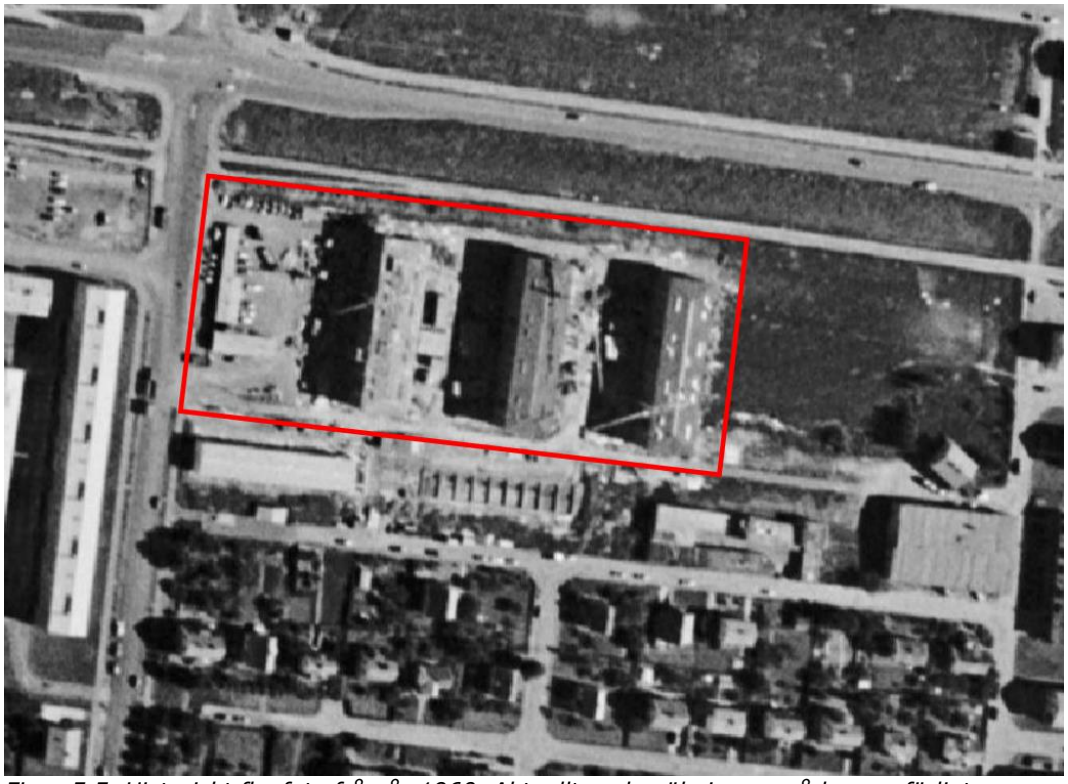
Tidigare och nuvarande markanvändning

Av flygfoton från 1960 samt 1975 framgår att fastigheten idag till stor del är oförändrad från dess ursprungliga utseende, se figur 5.5 och figur 5.6. Vid angränsande fastigheter har markanvändningen däremot förändrats genom åren. På flygfotot från 1960 ses grönytor norr och öster om fastigheten. På flygfotot från 1975 framgår det att dessa grönytor exploaterats och nya byggnader ses öster och norr om fastigheten.

Utdrag har gjorts ur Länsstyrelsen i Västra Götalands databas över potentiellt förorenade områden (EBH-stödet). På fastigheten finns inget riskklassat objekt registrerat. Nordväst om fastigheten, på andra sidan om Björlandavägen, finns ett potentiellt förorenat objekt utan tilldelad riskklass. Det rör sig om en eventuell bilvårdsanläggning/bilverkstad samt åkerier som tidigare bedrivits på fastigheten. Enligt tidigare fastighetsägare lär det dock rört sig om verksamhet i mindre skala.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik



*Figur 5.5. Historiskt flygfoto från år 1960. Aktuellt undersökningsområde ungefärligt markerat med röd heldragen rektangel. © Lantmäteriet*


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

*Figur 5.6. Historiskt flygfoto från år 1975. Aktuellt undersökningsområde ungefärligt markerat med röd heldragen rektangel. © Lantmäteriet*

Framtida markanvändning

Nuvarande bostadshus med 160 lägenheter planeras enligt ny detaljplan rivas och ersättas med två nya bostadshus i halvslutna kvarter. Detta medför att markanvändningen kommer lämnas oförändrad. De nya bostadshusen kommer rymma cirka 200 lägenheter. På fastigheten kommer även ett miljörum samt cykelförråd uppföras.

## 5.9.2 Skyddsvärda objekt inklusive brunnar

Av Naturvårdsverkets kartverktyg ”Skyddad Natur” framgår att inget skyddsobjekt finns registrerat inom undersökningsområdet.

Enligt SGU:s kartvisare för brunnar finns inga dricksvattenbrunnar registrerade i närheten till undersökningsområdet, det går dock inte att utesluta att äldre grävda brunnar som inte finns registrerade i brunnsarkivet kan återfinnas i området. Flera energibrunnar finns registrerade 200-300 meter norr och väster om undersökningsområdet, men dessa ses ej som skyddsvärda då de ej används för dricksvatten.

## 5.9.3 Jämförvärden

### 5.9.3.1 Jord

Analysresultaten har jämförts mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark med avseende på Känslig Markanvändning (KM) och Mindre Känslig Markanvändning


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

(MKM). Jämförelsen har utförts mot de reviderade riktvärdena för förorenad mark som gäller från 1 juli 2016.[1] Dessa riktvärden baseras på ett antal olika aspekter som exempelvis hälsorisker, skydd av grundvatten och skydd av markmiljö.

I riktvärdesmodellen används två olika typer av markanvändning för beräkning av Naturvårdsverkets generella riktvärden:

- Känslig Markanvändning, KM, där markkvaliteten inte begränsar val av markanvändning. Alla grupper av människor kan vistas permanent inom området under en livstid. De flesta markekosystem samt grundvatten och ytvatten skyddas. KM gäller generellt för exempelvis bostadsmark.
- Mindre Känslig Markanvändning, MKM, där markkvaliteten begränsar val av markanvändning till t ex kontor, vägar eller industrier. Exponerade grupper antas vara personer som vistas inom området under sin yrkesverksamma tid. Barn och äldre antas vistas tillfälligt inom området. Markkvaliteten ger förutsättningar för markfunktioner som är av betydelse vid mindre känslig markanvändning. Grundvatten (på ett avstånd om 200 m) samt ytvatten skyddas. MKM gäller generellt för exempelvis fastigheter där industriell verksamhet förekommer.

<u>Generellt bör Naturvårdverkets riktvärde för känslig markanvändning, KM, vara styrande för aktuellt projekt då planerad markanvändning är byggnader för bosättning.</u>

I nästa steg, inför planering av schaktarbeten och områden som berörs av schaktning, kan nivåerna för Mindre än Ringa Risk, MRR, användas för jämförelser[2] avseende överskottsmassor (avfall) som återanvänds för anläggningsändamål utanför aktuellt projektområde, dock inte för så kallad kvittbildning. Nivåerna för MRR motsvarar en nivå när risken är mindre än ringa och överskottsmassorna/avfallet kan användas utan anmälan till den kommunala nämnden om det inte finns andra föroreningar som påverkar risken samt att användningen inte sker inom ett område där det krävs särskild tillsyn. Haltnivåerna för MRR har även inkluderats i jämförelsetabellen i Bilaga 3. Tillämpningen av MRR begränsas dock av ett antal parametrar/krav som ska vara uppfyllda för att anläggningsmålet och tillämpningen av ovanstående handbok ska vara uppfyllda. Resultat, slutsatser och diskussion i föreliggande rapport utgår därför första hand ifrån jämförelser med de generella scenariona KM och MKM.

Jämförelse har också utförts mot Avfall Sveriges jämförelsevärden för farligt avfall (FA).[3]

#### 5.9.3.2 Asfalt

Asfalt inom aktuellt projekt jämförs mot Naturvårdsverkets vägledning för avfallsklassificering från 2013 (Naturvårdsverket, 2013) samt direktiv från Miljöförvaltningen Göteborgs Stad (Göteborgs stad, 2021) enligt Tabell 5.1.

[1] Naturvårdsverket, 2009. Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976. Inklusive justerade riktvärden publicerade 2016.
[2] NV handbok 2010:1, Återvinning av avfall i anläggningsändamål.
[3] Avfall Sverige (2019). *Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor,* rapport 2019:01.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

*Tabell 5.1 Hanteringskrav för de olika föroreningsnivåer av PAH-16 i asfalt enligt Naturvårdsverkets vägledning för avfallsklassificering (2013) och direktiv från Miljöförvaltningen Göteborgs Stad.*

| Halt summa PAH-16 | Hantering |
|---|---|
| 0–70 ppm | Asfalt som innehåller halter under 70 mg/kg PAH-16 betraktas inte som tjärasfalt. Uppbruten och/eller riven asfalt med halter under 70 mg/kg PAH-16 ska i första hand återföras till asfaltverk för tillverkning av ny asfalt men kan återvändas inom väg- och trafikprojekt. Restriktioner kan förekomma i känsliga områden. Vid annan hantering ska anmälan i enlighet med 29 kap. 35§ miljöprövningsförordningen göras till miljöförvaltningen **Samråd med miljöförvaltningen (rekommenderas). Anmälan kan krävas.** |
| 70–300 ppm | Uppbruten tjärasfalt som innehåller halter under 300 mg/kg PAH-16 klassas i normalfallet som icke farligt avfall, under förutsättning av halten bens(a)pyren underskrider 50 mg/kg. Kan vara möjlig att återanvända i bundna lager inom trafikprojekt, ej inom vattenskyddsområde. Tjärasfalt bör ej återanvändas i obundna lager. **Samråd med miljöförvaltningen. Anmälan krävs.** |
| >300 ppm | Farligt avfall => klass 1 deponi Kan i vissa fall återanvändas i bundna lager. För frågor om återanvändning av tjärasfalt med halter över 300 mg/kg PAH-16, eller där halten bens(a)pyren är över 50 mg/kg tas kontakt med länsstyrelsen. **Samråd med länsstyrelsen. Tillståndsansökan krävs.** |

## 5.9.4 Resultat

### 5.9.4.1 Fältobservationer

Inom parkeringsytan visade sig jordlagerföljden i provtagna punkter utgöras av cirka 1 meter fyllnadsmaterial, bestående av grusig sand, följt av bedömd naturlig jordart bestående av siltig lera. Inom grönytorna visade sig jordlagerföljden i provtagna punkter utgöras av cirka 0,5 meter fyllnadsmaterial bestående av mullhaltig jordart följt av naturlig jordart bestående av siltig lera. Vid provtagningen observerades ingen indikation på förekomst av föroreningar.

### 5.9.4.2 Jord

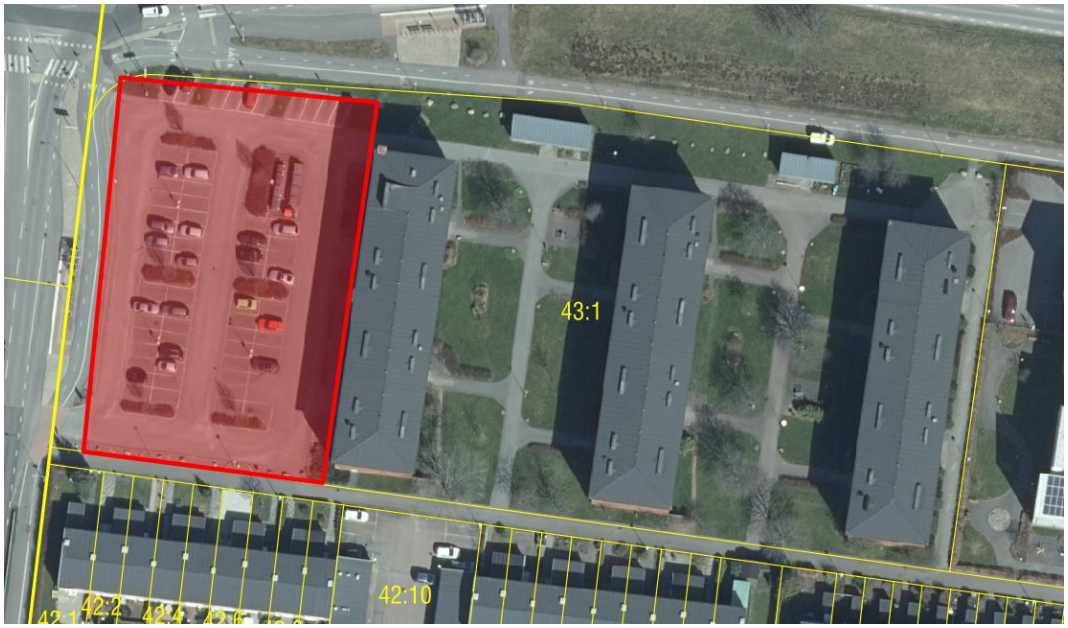
Från 12 provpunkter har totalt 13 prover skickats in för analys vid ackrediterat laboratorium. Samtliga prover har analyserats med avseende på BTEX (bensen, toluen, etylbensen, xylen), alifater, aromater, PAH (Polycykliska aromatiska kolväten) och metaller. För tre av proverna (21AF02, 21AF03 och 21AF13) beräknades även totalt organiskt kol (TOC,% TS).

Halter överstigande gällande riktvärden har påvisats i sju av totalt 13 prover. I fem av proverna har förhöjda halter av PAH med låg, medelhög och/eller hög molekylvikt påvisats. Det rör sig om halter över KM, MKM och i två fall över FA. Fyra av proverna har även förhöjda halter av större aromatiska kolväten (>C10-16 och >C16-35) över KM eller MKM.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

Samtliga fem prover med förhöjda halter av aromater och PAH är uttagna i provpunkter från den parkeringsyta som ligger väster om byggnaderna på fastigheten (provpunkterna 21AF01, 21AF02, 21AF03 och 21AF04), parkeringsytan är markerad i Figur 5.7. Fyra av fem prover är från samma djup om 0,5-1 meter under markytan (m.u.my).




*Figur 5.7. Karta med parkeringsyta markerad i rött.*

I två av totalt 13 prover (21AF02 respektive 21AF11) har halter över KM för arsenik respektive kobolt påvisats. Båda dessa prover kommer från ett djup om 1-1,5 m.u.my. I ett av de ytliga samlingsproven (21AF13) har halt av bly över KM påvisats.

För de prover där TOC beräknats varierade halten totalt organiskt kol mellan 0,57 och 4,1 % TS.

I bilaga 3 redovisas en sammanställning av resultaten för samtliga jordprover som har analyserats på laboratorium och i jämförelse med gällande riktvärden.

#### 5.9.4.3 Asfalt

Två asfaltsprover (21AF02 och 21AF03), från parkeringsytan väster om byggnaderna på fastigheten, skickades in för analys vid ackrediterat laboratorium.

Analyserade prov på asfalt påvisade endast låga halter av PAH-16 (<70 mg/kg TS) vilket innebär att asfalten ej är att betrakta som tjärasfalt. I Tabell 5.2 redovisas resultatet av de asfaltsprov som har analyserats på laboratorium med avseende på summa PAH-16.

*Tabell 5.2 Analysresultat för asfaltsprover. Halterna anges i mg/kg TS.*

| Parameter | 21AF02_Asfalt | 21AF03_Asfalt |
|---|---|---|
| Summa PAH-16 | 20 | 14 |


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

### 5.9.5 Statistisk utvärdering och representativa halter

Föroreningssituationen skiljer sig betydligt mellan parkeringsytan i väst och grönytorna i öst, varför fastigheten delats in i två separata typområden. Utvärderingen av föroreningarna har skett med hänsyn till dessa två typområden.

Vid den parkeringsyta som ligger väster om byggnaderna på fastigheten (omfattande provpunkterna 21AF01, 21AF02, 21AF03 och 21AF04) har halter påtagligt överstigande tillämpat riktvärde (KM) påträffats avseende på petroleumämnen och PAH. Inom grönytorna, på östra delen av fastigheten, har petroleumämnen och PAH påvisats i halter under KM och hanteras därför inte vidare i föreliggande avsnitt.

Avseende metaller har enstaka prover påvisat halter av bly, kobolt och arsenik överskridande KM. Samtliga övriga metaller har påträffats i totalhalter underskridande KM, varför endast bly, kobolt och arsenik hanteras vidare i föreliggande avsnitt.

Vid bedömning av respektive ämnes representativa halt beaktas skyddsobjekt och exponeringsvägar. Generellt bedöms medelvärdet av påvisade halter inom ett område vara representativt, om möjligt beräknat genom den statistiska metoden UCLM95.

Beroende på variansen mellan påvisade halter för ett ämne kan tillämpning av aritmetiskt medelvärde som representativ halt riskera att underskatta det verkliga medelvärdet inom området. Den statistiska metoden UCLM95[4] tar hänsyn och höjd för variansen inom ett dataset.

Om UCLM95 beräknas till exempelvis 15,6 mg/kg kan följande uttalande göras: ”Sannolikheten att den verkliga medelhalten inom området är lägre än 15,6 mg/kg TS är 95%” eller ”Risken att den verkliga medelhalten inom området är högre än 15,6 mg/kg är 5%”.

För beräkningar av UCLM95 har SGI:s beräkningsverktyg ”Statistisk utvärdering – version 2” använts.

I **Fel! Hittar inte referenskälla.** redovisas statistik avseende bly och kobolt baserat på 8 a nalyssvar från den östra delen av fastigheten som utgörs av grönytor.

I Tabell 2 redovisas statistik avseende arsenik baserat på 5 analyssvar från västra delen av fastigheten som utgör parkeringsyta, markerat i rött i Figur 5.7. På grund av att antalet prover är för få för att utvärdera resultaten genom UCLM95 så tillämpas det aritmetiska medelvärdet avseende arsenik.

*Tabell 1. Redovisning av minsta värde (min), maximalt värde (max), medelvärde (medel), medianvärde (median) samt UCLM95, avseende bly och kobolt baserat endast på analyssvar från området som inte utgör parkering.*

| Parameter | Antal prover | Min | Max | Medel | Median | UCLM95 (fördelningsfri metod) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bly | 8 | 7,7 | 52 | 27,59 | 26,5 | 48,38 |
| Kobolt | 8 | 4,9 | 20 | 9,66 | 7,25 | 18,05 |

[4] Upper Confidence Level of the Mean


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

*Tabell 2. Redovisning av minsta värde (min), maximalt värde (max), medelvärde (medel), medianvärde (median) baserat endast på analyssvar från området som utgör parkering (markerat i rött i Figur 5.7).*

| Parameter | Antal prover | Min | Max | Medel | Median |
|---|---|---|---|---|---|
| Arsenik | 5 | 1,9 | 13 | 4,8 | 2 |

# 6 Rekommendationer

## 6.1 Markgasförhållanden

Inom ytor för grundläggning av nya byggnader ska befintlig fyllning avlägsnas. Befintlig fyllning ska inte heller användas som motfyllning av nya byggnader. Under dessa förutsättningar kan marken inom det undersökta området betraktas som lågriskområde.

Fyllning som tillförs området utifrån för grundläggning eller motfyllning av nya byggnader ska klassificeras genom mätning av gammastrålning innan den används

## 6.2 Miljötekniska förhållanden

Utifrån analysresultaten från nu utförd markundersökning kan det konstateras att föroreningar, främst petroleumämnen och PAH, förekommer inom delar av området. Sju av totalt 13 analyserade prover uppvisar halter över riktvärden för KM, MKM eller FA. Den mer betydande föroreningssituationen (halter överstigande MKM och FA) är kopplad till den parkeringsyta som ligger väster om byggnaderna på fastigheten.

Vid parkeringsytan har det påvisats förorening av PAH och tyngre aromatiska kolväten. Asfaltsproverna från nuvarande asfaltslager påvisade halter under gällande riktvärden för tjärasfalt varför de förhöjda halterna av PAH ej bedöms vara orsakade av nuvarande asfaltslager. Det kan dock inte uteslutas att det tidigare funnits tjärasfalt på fastigheten som bidragit till föroreningshalterna.

Inom fastigheten har enstaka halter av arsenik, kobolt och bly påvisats som med försumbarmarginal överstiger riktvärdet för KM.

AFRY:s rekommendationer utifrån ovanstående resultat delas upp i två delar, utifrån föroreningsförekomst, och är följande:

*Västra delen av fastigheten (parkeringsyta markerad i rött i Figur 5.7)*

- Den parkeringsyta som ligger väster om byggnaderna på fastigheten bör schaktsaneras för den föroreningen av PAH och aromater som påvisats ned till 1 m.u.my. Föroreningarna är inte avgränsade i djup- och sidled varför miljökontroll föreslås ske i samband med schaktsaneringen av området.

- I ett prov har halter precis överstigande riktvärdet för KM avseende arsenik påträffats på ett djup av 1-1,5 m.u.my. Utifrån den statistiska utvärderingen framkommer att den representativa halten avseende arsenik underskrider


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

riktvärdet för KM. Arsenikförekomsten bedöms med anledning av den representativa halten, i kombination med djupet, ej utgöra någon risk för människa eller miljö.

*Östra delen av fastigheten (grönytor och byggnader)*

- Prover från grönytorna på fastigheten har inte påvisat halter överskridande de tillämpade riktvärdena för petroleumämnen eller PAH. Genom detta bedöms massor från dessa ytor, utifrån ett miljötekniskt perspektiv, kunna återanvändas inom undersökningsområdet utan risk för människa eller miljö. Återanvändning inom området är starkt motiverat med hänsyn till avfallshierarkin samt för att minimera transporter och deponering av massor och därmed bidra till de nationella miljömålen om klimatpåverkan och resurshushållning.

- I ett av de ytliga jordproverna som uttagits från fastighetens grönytor har en halt av bly precis överskridande KM påvisats. Halten bedöms inte ha orsakats av någon lokal punktkälla utan antas bero på allmänt och diffust stadsnära nedfall. Utifrån den statistiska utvärderingen framkommer att den representativa halten avseende bly underskrider riktvärdet för KM och blyförekomsten bedöms ej utgöra någon risk för människa eller miljö.

- I ett prov har halter precis överstigande riktvärdet för KM avseende kobolt påträffats på ett djup av 1-1,5 m.u.my. Utifrån den statistiska utvärderingen framkommer att även den representativa halten överskrider KM med liten marginal. Det bör dock påpekas att det tidigare har noterats bakgrundshalter av kobolt överstigande KM för närområdet[5]. I och med denna notering, samt med avseende på att halten inte påträffats i ytlig jord utan på ett djup av 1-1,5 m.u.my, bedöms koboltförekomsten bero på bakgrundshalter. Riktvärdet för KM avseende kobolt styrs av intag av växter[6] och med avseende på markanvändningen och det djup föroreningen förekommer bedöms den ej utgöra någon risk för människa eller miljö.

- Vid återanvändning av massor från undersökningsområdet på annan plats, utanför aktuell fastighet, ska en anmälan upprättas eller tillstånd sökas hos tillsynsmyndigheten, vilket i det här fallet är Miljöförvaltningen i Göteborg stad.

Eftersom förorening har påträffats i halter som kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön ska denna rapport, i enlighet med miljöbalkens upplysningsplikt kap. 10 § 11, redovisas tillsynsmyndigheten.

Aktuell undersökning har varit av översiktlig karaktär och omfattat stickprovsprovtagning. Det kan inte uteslutas att det förekommer ytterligare föroreningar inom området.

[5] SGU:s Kartvisare. Markgeokemi, regional provtagning. Data hämtad 2022-01-11.
[6] Naturvårdsverket, 2009. Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976. Inklusive justerade riktvärden publicerade 2016.


copyright© AFRY

# PM Geoteknik

## 6.3 Schaktnings- och fyllningsarbeten

Organisk jord inom planerade byggnadsytor och hårdgjorda ytor ska skiftas ur. För att undvika tillskottslaster som riskerar att ytterligare öka långtidsbundna sättningar ska eventuella uppfyllnader lastkompenseras med lättfyllning.

Schakt och fyllning ska alltid utföras med betryggande säkerhet mot ras och skred. Släntlutningen ska anpassas till jordens hållfasthet, grundvattenförhållanden och förekommande belastningar med mera, se vidare Arbetsmiljöverket/Statens geotekniska instituts handbok ”Schakta säkert”.

Länshållning och tillfällig grundvattensänkning kan erfordras vid schaktning beroende på schaktdjup och tid för utförande.

Schaktbottenbesiktning rekommenderas i byggskedet av geotekniker.

## 6.4 Grundläggning

Grundläggning bedöms kunna utföras genom pålning, antingen med spetsburna pålar eller kohesionspålar. Pålarna ska dimensioneras efter rådande sättningsförhållanden samt planerad last från konstruktioner med beaktande av påhängslaster.

Samtliga höjningar av marknivåer som tillför tillskottslaster bör undvikas för inte ytterligare accelerera pågående sättningsförlopp. Där marknivåer ska höjas bör lastkompensation tillämpas.

Ledningar och anslutningar in till byggnad skall utföras flexibla så att rörelser medges.

Pålar till befintliga byggnader som rivs ska kapas på ett sådant djup att de inte orsakar skador i nyanlagd byggnad eller mark till följd av sättningar.

## 6.5 Omgivningspåverkan

Vid schaktnings-och packningsarbeten uppstår markrörelser som kan orsaka skador i närliggande byggnadsverk eller installationer. Markrörelser i form av vibrationer kan även medföra störningar av känsliga utrustningar och verksamheter i närområdet. En riskanalys med tillhörande föreskrifter avseende tillåtna markrörelser i samband med planerade entreprenadarbeten ska tas fram i den fortsatta projekteringen.


copyright© AFRY

# Jämförelsetabell analysresultat, jord

**Bilaga 1**
**Projektnummer:**
**210109**

| Provpunkt | Enhet | MRR[1] | KM[2] | MKM[3] | FA[4] | 21AF01 | 21AF02 | 21AF02 | 21AF03 | 21AF04 | 21AF06 | 21AF07 | 21AF09 | 21AF10 | 21AF11 | 21AF12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Provtagningsdatum | | | | | | 2021-12-01 | 2021-12-01 | 2021-12-01 | 2021-12-01 | 2021-12-01 | 2021-12-01 | 2021-12-01 | 2021-12-01 | 2021-12-01 | 2021-12-01 | 2021-12-07 |
| Provnummer | | | | | | 177-2021-12090236 | 177-2021-12090237 | 177-2021-12090242 | 177-2021-12090239 | 177-2021-12090241 | 177-2021-12090243 | 177-2021-12090244 | 177-2021-12090245 | 177-2021-12090246 | 177-2021-12090247 | 177-2021-12090248 |
| Djup | m u my | | | | | 0,5-1 | 0,5-1 | 1-1,5 | 0,5-1 | 0,5-1 | 0,5-1 | 1-1,5 | 0,5-1 | 0,5-1 | 1-1,5 | 0-0,5 |
| Torrsubstans, TS | % | | | | | 94,7 | 87,5 | 68,2 | 95,2 | 95,5 | 73,9 | 82,4 | 62,6 | 78,5 | 68,7 | 78,4 |
| **Petroleumämnen** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bensen | mg/kg TS | - | 0,012 | 0,04 | 1000 | < 0,0035 | < 0,0035 | < 0,0035 | < 0,0035 | < 0,0035 | < 0,0035 | < 0,0035 | < 0,0035 | < 0,0035 | < 0,0035 | < 0,0035 |
| Etylbensen | mg/kg TS | - | 10 | 50 | 1000 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 |
| M/P/O-Xylen | mg/kg TS | - | 10 | 50 | 1000 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 |
| Toluen | mg/kg TS | - | 10 | 40 | 1000 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 |
| Alifater >C5-C8 | mg/kg TS | - | 25 | 150 | 700 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 |
| Alifater >C8-C10 | mg/kg TS | - | 25 | 120 | 700 | < 3,0 | < 3,0 | < 3,0 | < 3,0 | < 3,0 | < 3,0 | < 3,0 | < 3,0 | < 3,0 | < 3,0 | < 3,0 |
| Alifater >C10-C12 | mg/kg TS | - | 100 | 500 | 1000 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 |
| Alifater >C12-C16 | mg/kg TS | - | 100 | 500 | 10000 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 |
| Alifater >C5-C16 | mg/kg TS | - | 100 | 500 | - | < 9,0 | < 9,0 | < 9,0 | < 9,0 | < 9,0 | < 9,0 | < 9,0 | < 9,0 | < 9,0 | < 9,0 | < 9,0 |
| Alifater >C16-C35 | mg/kg TS | - | 100 | 1000 | 10000 | 47 | 16 | < 10 | 29 | 56 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| Aromater >C8-C10 | mg/kg TS | - | 10 | 50 | 1000 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 |
| Aromater >C10-C16 | mg/kg TS | - | 3 | 15 | 1000 | 5,1 | 7,3 | < 0,90 | 26 | 30 | < 0,90 | < 0,90 | < 0,90 | < 0,90 | < 0,90 | < 0,90 |
| Aromater >C16-C35 | mg/kg TS | - | 10 | 30 | 1000 | 12 | 11 | 0,81 | 34 | 46 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 |
| **PAH** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PAH-L | mg/kg TS | 0,6 | 3 | 15 | 1000 | 0,94 | 0,85 | 0,1 | 3,2 | 2,9 | < 0,045 | < 0,045 | < 0,045 | < 0,045 | < 0,045 | < 0,045 |
| PAH-M | mg/kg TS | 2 | 3,5 | 20 | 1000 | 22 | 29 | 1,8 | 95 | 100 | < 0,075 | 0,13 | 0,26 | 0,11 | < 0,075 | 0,4 |
| PAH-H | mg/kg TS | 0,5 | 1 | 10 | 50 | 19 | 17 | 1,3 | 55 | 67 | < 0,11 | 0,13 | 0,36 | 0,12 | < 0,11 | 0,5 |
| PAH, cancerogena | mg/kg TS | - | - | - | 100 | 18 | 16 | 1,2 | 51 | 62 | < 0,090 | 0,11 | 0,31 | 0,11 | < 0,090 | 0,45 |
| PAH, övriga | mg/kg TS | - | - | - | 1000 | 24 | 31 | 2 | 100 | 110 | < 0,14 | 0,19 | 0,35 | 0,17 | < 0,14 | 0,5 |
| **Metaller** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arsenik As | mg/kg TS | 10 | 10 | 25 | 1000 | 2 | 5,2 | 13 | < 1,9 | < 1,9 | 7 | 3,3 | 6,1 | 5,6 | 9,6 | 3,7 |
| Barium, Ba | mg/kg TS | - | 200 | 300 | 50000 | 57 | 66 | 86 | 30 | 40 | 110 | 43 | 100 | 91 | 120 | 54 |
| Kadmium Cd | mg/kg TS | 0,2 | 0,8 | 12 | 1000 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20 |
| Kobolt Co | mg/kg TS | - | 15 | 35 | 1000 | 8,7 | 6,8 | 14 | 5,9 | 10 | 14 | 4,9 | 7,6 | 13 | 20 | 5,1 |
| Krom Cr, totalt | mg/kg TS | 40 | 80 | 150 | 10000 | 13 | 19 | 36 | 9,3 | 13 | 46 | 10 | 23 | 30 | 44 | 14 |
| Kvicksilver Hg | mg/kg TS | 0,1 | 0,25 | 2,5 | 50 | 0,013 | < 0,011 | < 0,014 | < 0,010 | < 0,010 | < 0,013 | < 0,011 | 0,13 | 0,016 | 0,014 | 0,12 |
| Koppar Cu | mg/kg TS | 40 | 80 | 200 | 2500 | 17 | 9,6 | 29 | 13 | 28 | 28 | 21 | 25 | 24 | 33 | 19 |
| Nickel Ni | mg/kg TS | 35 | 40 | 120 | 1000 | 9,2 | 8,9 | 25 | 6,2 | 10 | 28 | 6,2 | 12 | 18 | 28 | 7,1 |
| Bly Pb | mg/kg TS | 20 | 50 | 400 | 2500 | 6,3 | 9,6 | 19 | 4 | 9,9 | 21 | 7,7 | 36 | 17 | 24 | 29 |
| Vanadin V | mg/kg TS | - | 100 | 200 | 10000 | 32 | 37 | 48 | 19 | 34 | 53 | 17 | 41 | 42 | 56 | 27 |
| Zink Zn | mg/kg TS | 120 | 250 | 500 | 2500 | 41 | 27 | 77 | 22 | 44 | 88 | 54 | 70 | 63 | 97 | 50 |
| TOC beräknad | % | | | | | - | - | 1,9 | - | 0,57 | - | - | - | - | - | - |

1-MRR- Mindre än Ringa Risk. Naturvårdsverket, Återvinning av avfall i anläggningsarbeten, Handbok 2010:1.

2-KM-Känslig Markanvändning. Naturvårdsverket, Riktvärden för förorenad mark, Rapport 5976, 2009 (uppdaterade riktvärden 2016).

3-MKM-Mindre Känslig Markanvändning. Naturvårdsverket, Riktvärden för förorenad mark, Rapport 5976, 2009 (uppdaterade riktvärden 2016).

4-FA-Farligt Avfall. Avfall Sverige, Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor, Rapport 2019:01.

# Jämförelsetabell analysresultat, jord

**Bilaga 1**
**Projektnummer:**
**210109**

| Provpunkt | Enhet | MRR[1] | KM[2] | MKM[3] | FA[4] | 21AF13 | 21AF14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Provtagningsdatum | | | | | | 2021-12-07 | 2021-12-07 |
| Provnummer | | | | | | 177-2021-12090249 | 177-2021-12090250 |
| Djup | m u my | | | | | 0-0,5 | 0-0,5 |
| Torrsubstans, TS | % | | | | | 74,5 | 75,4 |
| Petroleumämnen | | | | | | | |
| Bensen | mg/kg TS | - | 0,012 | 0,04 | 1000 | < 0,0035 | < 0,0035 |
| Etylbensen | mg/kg TS | - | 10 | 50 | 1000 | < 0,10 | < 0,10 |
| M/P/O-Xylen | mg/kg TS | - | 10 | 50 | 1000 | < 0,10 | < 0,10 |
| Toluen | mg/kg TS | - | 10 | 40 | 1000 | < 0,10 | < 0,10 |
| Alifater >C5-C8 | mg/kg TS | - | 25 | 150 | 700 | < 5,0 | < 5,0 |
| Alifater >C8-C10 | mg/kg TS | - | 25 | 120 | 700 | < 3,0 | < 3,0 |
| Alifater >C10-C12 | mg/kg TS | - | 100 | 500 | 1000 | < 5,0 | < 5,0 |
| Alifater >C12-C16 | mg/kg TS | - | 100 | 500 | 10000 | < 5,0 | < 5,0 |
| Alifater >C5-C16 | mg/kg TS | - | 100 | 500 | - | < 9,0 | < 9,0 |
| Alifater >C16-C35 | mg/kg TS | - | 100 | 1000 | 10000 | < 10 | < 10 |
| Aromater >C8-C10 | mg/kg TS | - | 10 | 50 | 1000 | < 4,0 | < 4,0 |
| Aromater >C10-C16 | mg/kg TS | - | 3 | 15 | 1000 | < 0,90 | < 0,90 |
| Aromater >C16-C35 | mg/kg TS | - | 10 | 30 | 1000 | < 0,50 | < 0,50 |
| PAH | | | | | | | |
| PAH-L | mg/kg TS | 0,6 | 3 | 15 | 1000 | < 0,045 | < 0,045 |
| PAH-M | mg/kg TS | 2 | 3,5 | 20 | 1000 | 0,66 | 0,88 |
| PAH-H | mg/kg TS | 0,5 | 1 | 10 | 50 | 0,73 | 0,89 |
| PAH, cancerogena | mg/kg TS | - | - | - | 100 | 0,64 | 0,79 |
| PAH, övriga | mg/kg TS | - | - | - | 1000 | 0,79 | 1 |
| Metaller | | | | | | | |
| Arsenik As | mg/kg TS | 10 | 10 | 25 | 1000 | 6 | 5 |
| Barium, Ba | mg/kg TS | - | 200 | 300 | 50000 | 75 | 65 |
| Kadmium Cd | mg/kg TS | 0,2 | 0,8 | 12 | 1000 | < 0,20 | < 0,20 |
| Kobolt Co | mg/kg TS | - | 15 | 35 | 1000 | 6,9 | 5,8 |
| Krom Cr, totalt | mg/kg TS | 40 | 80 | 150 | 10000 | 20 | 17 |
| Kvicksilver Hg | mg/kg TS | 0,1 | 0,25 | 2,5 | 50 | 0,15 | 0,13 |
| Koppar Cu | mg/kg TS | 40 | 80 | 200 | 2500 | 26 | 29 |
| Nickel Ni | mg/kg TS | 35 | 40 | 120 | 1000 | 11 | 9,1 |
| Bly Pb | mg/kg TS | 20 | 50 | 400 | 2500 | 52 | 34 |
| Vanadin V | mg/kg TS | - | 100 | 200 | 10000 | 37 | 29 |
| Zink Zn | mg/kg TS | 120 | 250 | 500 | 2500 | 80 | 79 |
| TOC beräknad | % | | | | | 4,1 | - |

1-MRR- Mindre än Ringa Risk. Naturvårdsverket, Återvinning av avfall i anläggningsarbeten, Handbok 2010:1.

2-KM-Känslig Markanvändning. Naturvårdsverket, Riktvärden för förorenad mark, Rapport 5976, 2009 (uppdaterade riktvärden 2016).

3-MKM-Mindre Känslig Markanvändning. Naturvårdsverket, Riktvärden för förorenad mark, Rapport 5976, 2009 (uppdaterade riktvärden 2016).

4-FA-Farligt Avfall. Avfall Sverige, Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor, Rapport 2019:01.