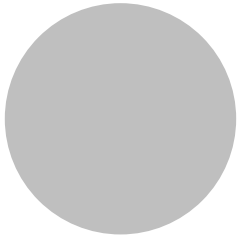


---

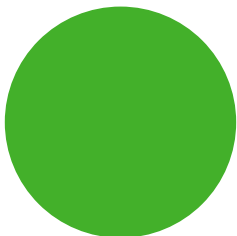
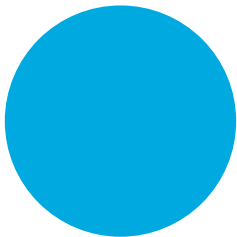
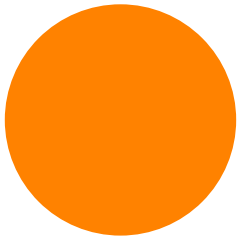
## PM Geoteknik

---



Stockholm, Östberga  
Österbergabacken

---



## Innehåll

1	Objekt .....	2
2	Ändamål .....	2
3	Utförda undersökningar .....	3
3.1	Geotekniska undersökningar .....	3
3.2	Övriga underlag .....	3
4	Styrande Dokument.....	3
5	Geoteknisk Kategori .....	3
6	Planerade konstruktioner.....	3
7	Topografi, mark- och geotekniska förhållanden .....	3
8	Schakt- och sättnings- och stabilitetsförhållanden .....	4
9	Markradon .....	4
9.1	Mätningar och bedömningsgrunder .....	4
9.1.1	Radiumhalt.....	4
9.1.2	Aktivitetsindex .....	5
9.2	Resultat.....	5
9.3	Utvärdering och rekommendationer.....	5
10	Sulfid-undersökning .....	6
10.1	Syfte.....	6
10.2	Provtagning och analys.....	6
10.3	Bedömningsgrunder.....	6
10.4	Resultat och bedömning .....	6
11	Utvärdering markmiljötekniska analysresultat.....	7
12	Grundläggning av byggnader.....	7
13	Grundvattenhantering .....	8
14	Sammanställning av härledda egenskaper.....	8
15	Förslag till kompletterande undersökningar .....	12
16	Bilagor.....	12

Uppdragsnamn  
**Östberga delområde 4**

Uppdragsgivare  
**Fastighets AB Östbergabackarna**  
**Anna Larsson**

Vår handläggare  
**Tomas Schedwin/Jonas Nilsson**

Datum  
2021-05-11

## 1 Objekt

Bjerking AB har på uppdrag av Fastighets AB Östbergabackarna utfört en geoteknisk undersökning på nordvästra hörnet av fastigheten Årsta 1:1 som underlag för projektering av planerat bostadshus under detaljplansskede. Det undersökta området ligger i Östberga, Stockholm.



Figur 1. Ungefärligt undersökningsområde markerat med streckad linje. Kartmaterial från Bjerking kartportal/Lantmäteriet 2021-03-02.

## 2 Ändamål

Syftet med uppdraget har varit att klarlägga geotekniska förhållanden och förutsättningar inför uppförande av bostadshus vid Östbergabacken i Östberga, Stockholm.

**Denna PM utgör underlag för projektering och ingår inte i ett eventuellt förfrågningsunderlag.**

### 3 Utförda undersökningar

#### 3.1 Geotekniska undersökningar

Resultatet av utförda undersökningar framgår av MUR (markteknisk undersökningsrapport) med uppdragsnummer 21U0312, dat.2021-03-22, upprättad av Bjerking AB.

#### 3.2 Övriga underlag

Utöver fältundersökningarna som presenteras i ovan nämnda MUR har markytan lästs av med laserscanning. Resultaten är inarbetade i ritningsunderlagen.

### 4 Styrande Dokument

Denna PM ansluter till SS-EN 1997 med tillhörande nationell bilaga enligt Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (Eurokoder), BFS 2013:10, EKS 10.

### 5 Geoteknisk Kategori

Utredning är utförd i enlighet med geoteknisk kategori 2 (GK2).

### 6 Planerade konstruktioner

Planerade konstruktioner utgörs av tre bostadshus med innergård.

Huset uppförs i 4-10 våningar med garage. Nivå för lägsta golv är +32,0.

### 7 Topografi, mark- och geotekniska förhållanden

Marknivån i de sonderade punkterna varierar mellan + 30,5 och + 32,5. Området blir högre i västra delen i skogsdungen.

Området består av i östra delen av mäktigare jordlager medan den västra delen består av berg i dagen.

#### *Fyllning*

Fyllningen har en mäktighet på cirka 1 meter och består av lerig silt med växtdelar och inslag av grus och sand. Fyllningen är av materialtyp 5B och är av tjälfarlighet 4.

#### *Lera/kohesionsjord*

Leran utgörs av cirka 2 meter torrskorpelera alternativt lera av torrskorpekarraktär. Under torrskorpeleran finns ett lager cirka 2 meters lager av siltig lera med silt- och finsandskikt. Leran är av materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass på 4.

#### *Friktionsjord*

Den naturligt lagrade friktionsjorden består av grusig siltig sand och silt. Friktionsjorden har en mäktighet på cirka 3 meter.

Sanden är av materialtyp 4A med en tjälfarlighetsklass på 3 medan silten är av materialtyp 5A och är av tjälfarlighetsklass på 4.

#### *Berg*

Bergets överyta har registrerats på nivå +24,8 – +31,9 vilket motsvarar 6,5 – 0,5 m under befintlig marknivå. Generellt återfinns de högsta nivåerna för bergets överyta i områdets östra del.

Berget utgörs enligt SGU:s berggrundskarta av vacka och gnejs, något som delvis bekräftats vid platsbesök och fältundersökningar. Området består delvis av berg i dagen/berghällar men största delen av området är täckt av ett tunt jordlager med vegetation och (vid undersökningstillfället) stora mängder snö.

#### Grundvatten

Grundvattnets trycknivå har uppmätts i grundvattenrör 21B05GV och har under perioden 21-02-26 -21-03-05 uppmätts till +31,0 vilket motsvarar 0,1 m över befintlig marknivå i läge för grundvattenröret.

## 8 Schakt- och sättnings- och stabilitetsförhållanden

### Schaktstabilitet för grundläggning

Temporära schakt för exempelvis ledningar kan göras med en släntlutning på 1:1 ner till ett djup av 1,5 meter.

### Markstabilitet/bärighet

Innan etablering av exempelvis en mobilkran/betongpumpbil ska geotekniker kontaktas för att kontrollera att jorden har erforderlig bärförmåga.

### Sättningar

Prover avseende sättningar kunde ej utföras på grund av jordarternas karaktär. Det bedöms att 0,5 meters uppfyllnad kan utföras utan att skadliga sättningar uppstår.

## 9 Markradon

### 9.1 Mätningar och bedömningsgrunder

Mätningar med gammadetektor har genomförts vid fyra berghällar jämnt fördelade på undersökningsområdet. Se MUR, daterad 2021-03-22 och planritning G-10-1-001 för metod och positioner.

Radiuminnehåll i Bq/kg (becquerel per kg) och aktivitetsindex (gammaindex) har beräknats utifrån den beräkningsformel som anges i vägledning till Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2018:4) om naturligt förekommande radioaktivt material och byggnadsmaterial.

Utförda mätningar jämförs med de bedömningsgrunder som finns redovisade i Byggnadsrådets skrift "Markradon - Riktlinjer för markradonundersökningar", (Byggnadsrådet T20. Utgiven 1989). Bedömningsgrunder finns både för radonhalt i mark samt för gammastrålning från berg och sprängsten.

#### 9.1.1 Radiumhalt

Halten radium beräknas baserat på uppmätta uranhalter. Resultatet jämförs med de bedömningsgrunder som finns redovisade i "Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader"<sup>1</sup>, se tabell 3.

**Tabell 3. Riktlinjer för radiumhalt (Bq/kg) i mark bestående av sprängsten enligt Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader.**

Material	Lågradonmark	Normalradonmark	Högradonmark
Berg	<60 Bq/kg	60–200 Bq/kg	>200 Bq/kg
Sprängsten	<25 Bq/kg	25–100 Bq/kg	>100 Bq/kg

<sup>1</sup> Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader, Clavensjö, Åkerblom, 2004

### 9.1.2 Aktivitetsindex

Aktivitetsindex i fyllnadsmaterialet beräknas utifrån uppmätta halter radium-226, kalium-40 och torium-232. Indexet indikerar materialets lämplighet som byggmaterial och används för att begränsa stråldosen (från gammastrålning) till människor då flera naturligt förekommande radioaktiva ämnen samtidigt bidrar till exponering.

EU:s nya strålskyddsdirektiv (2013/59/Euratom) anger att om aktivitetsindex för ett byggnadsmaterial är högre än 1 får materialet inte användas på ett sådant sätt att exponeringen från gammastrålningen från materialet riskerar att överskrida referensnivån 1 millisievert årlig effektiv dos (1 mSv/år). Referensnivån ska inte tillämpas som något gränsvärde. Enligt nya föreskrifter som har tagits fram av Strålsäkerhetsmyndigheten (SSMFS:2018:4) ska den som använder ett byggnadsmaterial med aktivitet index som överstiger 1, planerar användningen så att referensnivån inte riskerar att överskridas. Om aktivitetsindex är 1 eller lägre kan materialet användas obegränsat utan att referensnivån riskerar att överskridas i den färdiga byggnaden. Att beräkna aktivitetsindex från fyllnadsmaterial ger en bild på hur mycket gammastrålning kan stråla från ett golv.

## 9.2 Resultat

Nedan redovisas resultaten från gammaspektrometriska mätningar genomförda på berghällar vid Östbergabacken. Se tabell 2.

Tabell 1. Resultat från gammaspektrometer.

Punkt	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Dosraten (µSv/h)	Radiumhalt (Bq/kg)	Aktivitets-index	Material	Markradonklass
1	2,9	3,1	14,3	0,14	38,1	0,71	Berg	Lågradonmark
2	2,4	2,9	4,4	0,71	35,7	0,46	Berg	Lågradonmark
3	2,6	4,8	13,7	1,17	59,0	0,74	Berg	Lågradonmark
4a	2,2	3,3	16,7	1,11	40,6	0,70	Berg	Lågradonmark
4b	2,2	3,0	17,0	1,10	36,9	0,69	Berg	Lågradonmark

### 9.3 Utvärdering och rekommendationer

De beräknade radiumhalterna inom undersökningsområdet ligger i intervallet 35,7–59,0 Bq/kg, vilket innebär att marken klassas som lågradonmark. En lågradonmark är dock inte helt riskfri. Det finns alltid tillräckligt med radon i marken som kan ge upphov till en förhöjd radonhalt i inomhusluften.

Rekommendationen är att den planerade byggnationen bör utföras radonskyddat för att undvika radonproblem.

Dosraten (gammastrålningsnivåer) från marken är relativt hög och det beror på höga toriumhalter i marken. Torium ger inte upphov till höga radonhalter i inomhusluften.

Det är också viktigt att beakta halter av radioaktiva ämnen i eventuellt fyllnadsmaterial som transporteras dit under byggnationen.

Vid byggnation är det även viktigt att beakta om exempelvis kantsolering med hög luftgenomsläpplighet används, exempelvis lättklinkerblock, sockelelement med genomgående mineralull eller element med öppna vertikala fogar. Dessa kan fungera som läckagevägar för radonhaltig jordluft in i byggnaden.

Efter byggnadernas färdigställande rekommenderas en kontroll av radongas i inomhus-luften. För nybyggda byggnader får radonhalten i inomhusluft inte överstiga 200 Bq/m<sup>3</sup> (Boverkets byggregler, BBR, BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2015:3 (BBR 22)).

## 10 Sulfid-undersökning

### 10.1 Syfte

Syftet med provtagningen av berg/borrkax är att undersöka dess halt av totalsvavel och tungmetaller för vidare bedömning om eventuell återanvändning av bergmassor efter losshållning.

### 10.2 Provtagning och analys

Prover av borrkax är tagna i samband med jord-berg-sondering. För metod och position se MUR, daterad 2021-03-22 och planritning G-10-1-001. Borrkaxet har krossats, malts och homogeniserats samt analyserats avseende vanligt förekommande tungmetaller och totalhalt svavel av ALS ackrediterat laboratorium i Luleå. Proverna har analyserats som ett samlingsprov representativt för majoriteten av bergmassan. Anledningen är att inga tydliga variationer i bergart kunnat beskrivas vid fältundersökningarna i februari 2021.

### 10.3 Bedömningsgrunder

Mängden svavel i berg-proverna jämförs mot Trafikverkets riktvärde för återanvändning av krossmassor i vägprojekt; Trafikverkets handbok för sulfider (2015), samt en remiss-rapport avseende hantering av sulfidförande bergmaterial beställd av Stockholms Stad (granskningshandling: 2020). Hantering och rekommenderade metoder för provtagning och analys finns att hitta i Naturvårdsverkets handbok 2010:1. På grund av svavlets kemiska egenskaper bör följande parametrar beaktas:

- Förurning av vatten vid oxidation av materialet vilket riskerar negativa konsekvenser för ekosystem över en lång tid.
- Utfällning av andra oxider, bland annat tungmetaller, kan leda till vidare processer som leder till korrosion av konstruktioner och igensättning av ledningar, mm.
- Urlakning av andra metaller som i sin tur orsakar problem i omgivande miljöer.

Bedömningen görs med hänsyn till de risker som kan uppstå vid förändrad markanvändning (exponering och oxidation av sulfidhaltigt material) och återanvändning av berg i form av kross-material.

Bedömningen tar till en början hänsyn till totalhalt svavel och mängden kross-material som planeras att lossgöras/återanvändas och om halten svavel överstiger 1000 mg/kg torrs substans (riktvärde enligt Granskningshandling, Stockholms Stad; 2020) bedöms det föreligga risk för urlakning med förurning som följd. Ett följande steg i en sådan här utredning är att genomföra analyser som tar fram förurnings- och neutralisations-potential hos materialet. Detta är genomfört april 2021.

### 10.4 Resultat och bedömning

I tabell 3 presenteras utvärderade resultat.

Tabell 2. Resultat från kemisk analys av borrkax, enhet mg/kg torrs substans.

samlingsprov	21B15 0-2m
TS_105°C (%)	99,8
As, Arsenik	<3
Sb, Antimon	0,558
Cd, Kadmium	0,11
Co, Kobolt	14,2

Cr, Krom	56,9
Cu, Koppar	54,1
Hg, Kvicksilver	<0.05
Mn, Mangan	249
Ni, Nickel	34,5
Pb, Bly	10,7
V, Vanadin	74
Zn, Zink	64,8
Fe, Järn	15 300
S, Svavel	<b>7180</b>

Resultaten visar att samtliga registrerade metaller förekommer i halter under Känslig Markanvändning men att svavelhalten i provet visar på förhöjd halt (7180 mg/kg).

Kompletterande ABA-test genom lakning visar skillnaden mellan materialets förmåga att försura eller neutralisera lakvattnet där ratio 1 är jämnvikt, <1 är mer försurning och >1 är mer neutralisering. I prov 21B15 (0-2m) är ratio 0,38 vilket innebär att materialet är mer försurande än neutraliserande.

Sammanfattningsvis kan man fastslå att det föreligger risk för urlakning om bergmassorna utsätt för vattenflöden. Bjerking's bedömning är att lossgjorda bergmassor bör hållas torra, ovan grundvattenytan och inte i dagvattenmagasin, etcetera. Om bergmassorna önskas användas på annat sätt, till exempel i stenkistor för vattenbuffring, ska neutraliserande material (t.ex. kalcit) blandas in.

## 11 Utvärdering markmiljötekniska analysresultat

Analysresultaten har utvärderats efter Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark

I borrhål 20B03 och 20B05 påträffades halter av bly över gränsvärdet för mindre ringa risk (MRR).

## 12 Grundläggning av byggnader

Huset föreslås att grundläggas i huvudsak med delar grundläggning bestående av pålgrundläggning och plattgrundläggning. Uppskattad grundläggningsbestod redovisas i bilaga G-12-3-01

### Pålgrundläggning

Grundläggning föreslås ske med borrarade pålar av stål.

Borrarade pålar förutsetts borraras minst 0,5 m eller 3x pålens diameter i friskt berg.

Lägsta golv utförs som fribärande.

### Plattgrundläggning

Plattgrundläggning ska utföras tjälsäkert.

Plattgrundläggning akualiseras för del av undersökningsområdet. Vid grundläggning med plattor ska grundläggning ske på berg eller sprängt berg, på minst 0,2 m packad fyllning på berg eller på packad sprängbotten. All befintlig fyllning och jord schaktas bort. Packad fyllning utförs



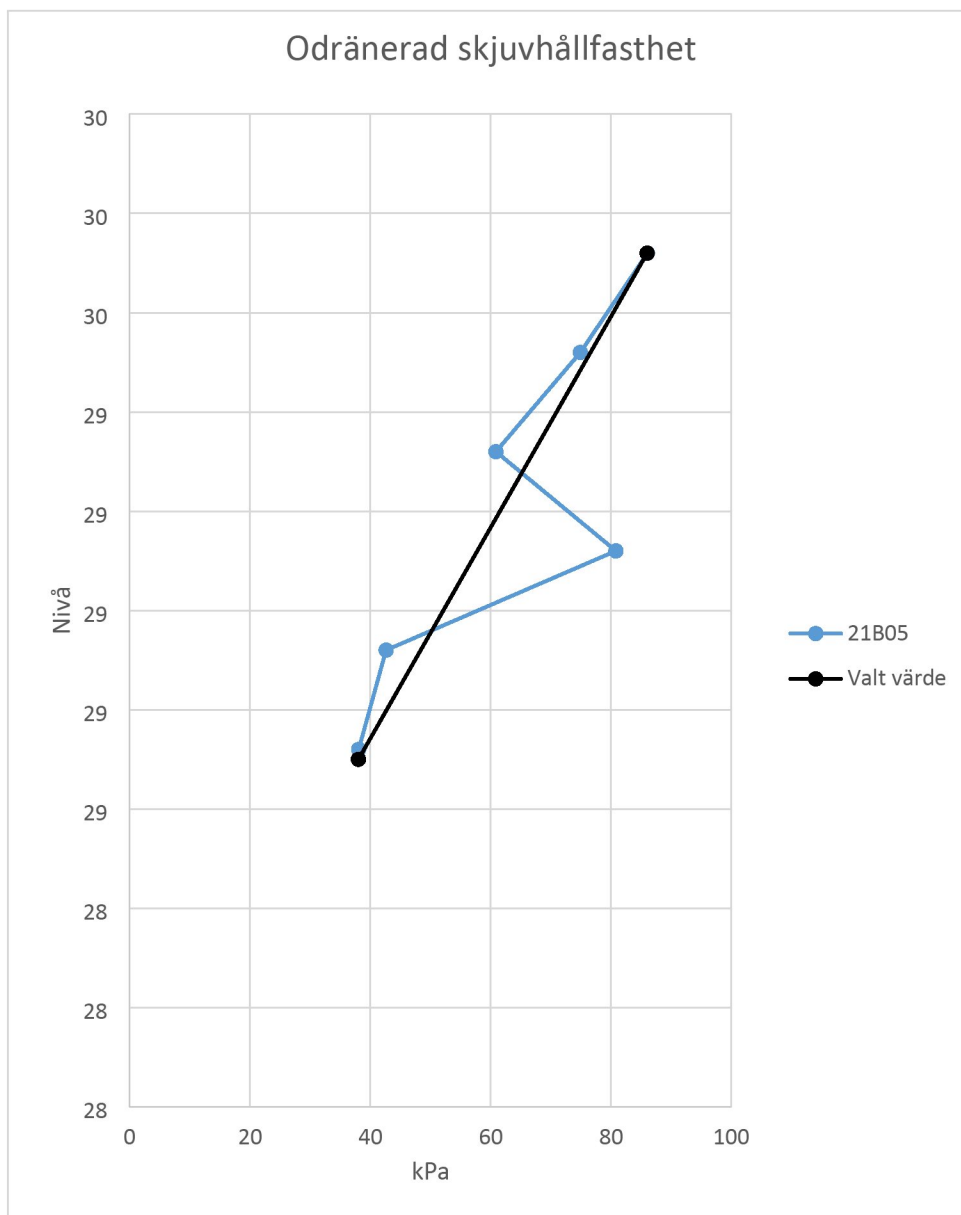
enligt AMA Anläggning 17 CEB.2. Bergschakt för grundläggning på fast berg utförs enligt AMA 17 CBC.562 Packad sprängbotten utförs enligt AMA 17 CBC.561.

Bergschakt bedöms bli 4 meter som mest.

### 13 Grundvattenhantering

För att undvika bottenuppträckning sänks grundvattentrycket i den underliggande friktionsjorden med pumpbrunnar alternativt blödarrör.

### 14 Sammanställning av härledda egenskaper



Figur 14-1 lerans odränerade skjuvhållfasthet, härledda värden och valt värde avseende lerans odränerade skjuvhållfasthet.



<b>Materialparametrar</b>				
<b>Egenskap</b>	<b>Jordlager</b>	<b>Värde</b>	<b>Partialkoefficient</b>	
			$\gamma_M$	
			<b>DA-2</b>	<b>DA-3</b>
Odränerad skjuvhållfasthet $\overline{c_u}$	Kohesionsjord av lera	Se Figur 14-1	1	1,5
Friktionsvinkel $\overline{\phi'}$		-	1	1,3
Effektiv kohesion $c'_k$		$0,1 * \overline{c_u}$	1	1,3
Tunghet $\gamma_k$ ovan gvy		18 kN/m <sup>3</sup>	1	1
Tunghet $\gamma_k$ under gvy		10 kN/m <sup>3</sup>	1	1
E-modul $E_k$		---	---	---
Odränerad skjuvhållfasthet $\overline{c_u}$	Friktionsjord, sandig grusig Siltmorän		1	1,5
Friktionsvinkel $\overline{\phi'}$		34	1	1,3
Effektiv kohesion $c'_k$		-	1	1,3
Tunghet $\gamma_k$ ovan gvy		18 kN/m <sup>3</sup>	1	1
Tunghet $\gamma_k$ under gvy		10 kN/m <sup>3</sup>	1	1
E-modul $E_k$		-	---	---
Odränerad skjuvhållfasthet $\overline{c_u}$	Packad sprängsten/ packad sprängbotten, packad enligt AMA 17		---	---
Friktionsvinkel $\overline{\phi'}$		tan 45°	1	1,3
Effektiv kohesion $c'_k$		-	1	1,3
Tunghet $\gamma_k$ ovan gvy		20 kN/m <sup>3</sup>	1	1
Tunghet $\gamma_k$ under gvy		10 kN/m <sup>3</sup>	1	1
E-modul $E_k$		45 MPa	---	---

### Omräkningsfaktor $\eta$ vid plattgrundläggning.

	Förklaring	Utvärdering
$\eta_1$	Egenskapens naturliga variation.	0,9
$\eta_2$	Antal oberoende undersökningspunkter.	0,9
$\eta_3$	Osäkerhet relaterad till bestämning av jordens egenskaper.	0,9
$\eta_4$	Geokonstruktionens närhet till undersökningspunkt.	0,9
$\eta_5$	Omfattning av den del av marken som bestämmer beteendet hos geokonstruktion i det betraktade gränstillståndet.	Bestäms av konstruktör
$\eta_6$	Geokonstruktionens förmåga att överföra laster från veka till fasta delar i marken.	Bestäms av konstruktör
$\eta_7$	Typ av brottmekanism (sprött eller segt).	Bestäms av konstruktör
$\eta_8$	Parameterns betydelse i förhållande till övriga dimensionerade egenskaper.	Bestäms av konstruktör

### Sammanvägd omräkningsfaktor ( $\eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_5 \eta_8$ ): -

Figur 14-2 beräkning av  $\eta$ -faktor.

### Omräkningsfaktor $\eta$ vid påldimensionering.

	Förklaring	Utvärdering
$\eta_1^* \eta_2^*$	Naturlig variation samt antal oberoende undersökningspunkter	0,9
$\eta_2$	Osäkerhet relaterad till undersökningsmetoden	0,9
$\eta_3$	Geokonstruktionens närhet till undersökningspunkt	Bestäms av konstruktör
$\eta_4$	Omfattning av den del av jorden som bestämmer beteendet hos geokonstruktion i det betraktade gränstillståndet	Bestäms av konstruktör
$\eta_5$	Geokonstruktionens förmåga att överföra laster mellan pålar.	Bestäms av konstruktör
$\eta_6$	Typ av brottmekanism vid böjknäckning (sprött eller segt brott)	Bestäms av konstruktör
$\eta_7$	Jordparameterns betydelse i förhållande till osäkerheter relaterade till andra lastgivande eller mothållande parametrar	Bestäms av konstruktör
$\eta_8$		

### Sammanvägd omräkningsfaktor ( $\eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_5 \eta_8$ ): -

Figur 14-3 beräkning av  $\eta$ -faktor.

### Dimensionerande bärförmåga på berg

Dimensionerande bärförmåga på berg väljs utifrån bergart, sprickighet, bergkvalitet och sprickplan. Dimensionerande bärförmåga på berg begränsas till max 3 MPa för granit och hårda

kristallina bergarter under förutsättningen att bergytan har kontrollerats med Jordbergsonderingar och besiktning.

Innan grundläggning utförs på berg ska bergsakkunnig besiktiga bergets överyta för kontroll att bergmassan och bergkvalité överensstämmer med de antaganden som har gjorts under projekteringen.

## 15 Förslag till kompletterande undersökningar

Grundvattenrören avläses månadsvis för att ge bättre bedömning av grundvattensituationen.

Vid framschaktning av bergöverytan ska denna synas av bergsakkunnig för att bekräfta gjorda antaganden kring dimensionering av grundtryck.

Innan arbeten påbörjas ska en riskanalys för vibrationsalstrande arbeten upprättas.

En kompletterande markmiljöteknisk undersökning skall utföras i syfte att avgränsa de påträffade föroreningarna samt att upprätta en riskanalys avseende spridningsvägar

## 16 Bilagor

Bilaga	Innehåll	Skala	Datum
G-12-3-01	Grundläggningsindelning	1:400	2021-03-22

### Bjerking AB

Tomas Schedwin/Jonas Nilsson  
010 211 86 11  
Tomas.schedwin@bjerking.se

### Granskad av

Jens Torsteinsrud