

# Projekterings-PM Geoteknik

Bromstensgluggen kvarter I

Svenska Bostäder

Uppdragsnummer: 6735

**Upprättad av:** Isabelle Hajek

**Datum:** 2022-03-09

**Rev:** 2022-07-08

**Granskad av:** Erik Arnér

## Innehåll

1	Allmänt .....	3
1.1	Uppdrag och syfte .....	3
1.2	Underlag .....	3
1.3	Styrande dokument .....	3
2	Befintliga förhållanden.....	4
2.1	Området .....	4
2.2	Topografi och geologi.....	4
2.3	Jordlagerförhållanden .....	4
2.3.1	Bergnivåer .....	5
2.4	Grundvatten .....	5
3	Radongas.....	6
4	Planerade hus .....	7
5	Beräkningar.....	8
5.1	Sättningsberäkningar .....	8
6	Grundläggning.....	9
6.1	Förutsättningar .....	9
6.2	Grundläggning byggnad.....	9
6.3	Grundläggning innergård och entréer .....	11
6.4	Schakter .....	12
6.5	Parametrar för grundläggning .....	12
6.6	Radonskydd .....	13
7	Vidare arbeten.....	14

## Ändringslogg

2022-07-08	Avsnitt 2.4 kompletterat med fler mätningar av grundvattennivåer.
	Avsnitt 3 och 6.6 om radon och radonskydd tillagt.

## 1 Allmänt

### 1.1 Uppdrag och syfte

Iterio AB har på uppdrag av Svenska Bostäder utfört en detaljerad geoteknisk undersökning för bostadsbebyggelse på en fastighet i Bromsten, Stockholm. Föreliggande handling syftar till att redovisa markförhållanden och geotekniska förutsättningar för grundläggning och schakt inom området för planerade byggnader. PM:et är avsett att ligga till grund för vidare projektering.



Figur 1 Ungefärligt undersökningsområde markerat med orange.

### 1.2 Underlag

Underlag för upprättande av denna handling har varit:

- Undersökningsrapport Geoteknik (MUR), Bromstensluggen framtagen av Iterio AB, daterad 2022-03-09,
- SGUs jordartskarta ([www.sgu.se](http://www.sgu.se)),
- Garageplan och entréplan erhållen av Varg Arkitekter, daterad 2022-03-03,
- Ledningslägen erhållna från Stockholms Stads Samlingskarta Schakt daterad 2022-02-08.

### 1.3 Styrande dokument

Styrande handlingar är:

- SS-EN 1997 Eurokod 7, inkl nationella bilagor
- BFS 2013:10, EKS 11

## 2 Befintliga förhållanden

### 2.1 Området

Aktuellt område omfattar planerat kvarter på fastigheten Bromsten 9:2, beläget i Stockholms Stad.

Öster om kvarteret går Ulvsundavägen och till väster finns ett bostadskvarter. I nuläget består området av ängsmark med kringliggande skogspartier samt en grusväg i väst, se figur 1.

En kraftledning är belägen i norra delen av området. Tidigare har området varit ett militärt övningsområde.

### 2.2 Topografi och geologi

Marknivåerna inom det aktuella området varierar mellan ca +8,4 och +11,6, med de högsta nivåerna på fastmarkspartier.

Inom området går ett dike med strömningsriktning från söder mot nordost.

Enligt Geoarkivets byggnadsgeologiska karta består området av lera, morän och berg i dagen. Kartan är dock översiktlig och ger endast indikation på jordlagerutbredning över ett större område.



Figur 2 Aktuella jordartsförhållanden enligt Geoarkivet byggnadsgeologiska karta. Gult indikerar lera, blått morän och rött berg.

### 2.3 Jordlagerförhållanden

Inom området varierar jordlagerförhållanden. Området består mestadels av ett lerområde med varierande mäktighet. I den östra delen förekommer fastmarkspartier med berg i dagen. Inom lerområdet är jordlagerföljden fyllning, torrskorpelera, lera och därefter friktionsjord alternativt torrskorpelera, lera och därefter friktionsjord följt av berg. I ett fåtal punkter ligger leran på bergets överyta. Bergets nivå har endast undersökts i ett fåtal punkter.

Där fyllning förekommer är mäktigheten ca 0,4 – 1,6 m. Enligt laboratorieanalys i ett fåtal punkter utgörs fyllningen av sandig torrskorpelera med enstaka gruskorn, tegel- och gipsrester.

Lerans mäktighet är ca 1 – 8,2 m varav lerans översta ca 0,2 till 2,1 m bedöms vara av torrskorpekaraktär. Vid kolvprovtagning i punkt 22IT03 bestämdes lerans odränerade skjuvhållfasthet till mellan ca 10 och 15 kPa (korrigerade värden). Provtagning har påvisat att leran har hög sensitivitet, som högst 45, i punkt 22IT03 på 4 – 7 m djup i den norra delen av kvarteret.

Leran underlagras delvis av berg och delvis av friktionsjord, troligen sand eller morän. Block har påträffats i friktionsjorden. Utförda jord-bergsonderingar visar att friktionsjordens mäktighet är ca 0,5 – 2,2 m.

### 2.3.1 Bergnivåer

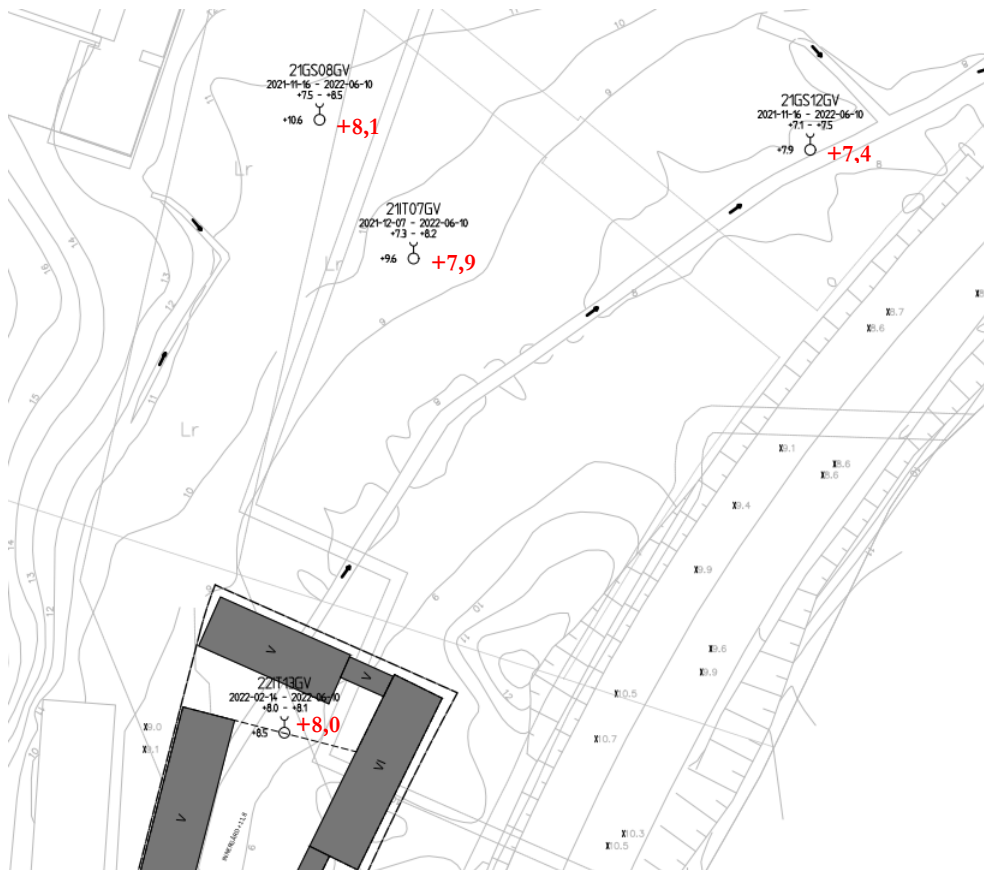
Utförda sonderingar visar att djup till berg varierar mellan 0 och >9,2 m under befintlig markyta. Jorddjupen är som störst i norra delen av området, och grundar upp mot öst samt mot det sydvästra hörnet av kvarteret.

## 2.4 Grundvatten

Ett grundvattenrör, 22IT13GV, för nivåmätning har installerats i området, se tabell 1. Vid två mättillfällen var röret fruset varav ingen mätning kunde utföras. Tre befintliga grundvattenrör har mätts norr om det aktuella området.

Tabell 1 Grundvattenmätningar inom området.

GV-rör	Mätperiod	Uppmätta nivåer (RH2000)	Motsvarande djup under befintlig mark	Anmärkning
22IT13GV	2022-02-14 – 2022-06-10	+8,0 - +8,2	0,5 – 0,3 m	5 mätning (varav 2 hade ispropp)
21IT07GV	2021-12-07 – 2022-03-03	+7,3 - +8,2	1,4 – 2,3 m	4 mätningar
21GS08GV	2021-11-16 – 2022-06-10	+7,5 - +8,5	2,1 – 3,1 m	5 mätningar
21GS12GV	2021-11-16 – 2022-06-10	+7,1 - +7,5	0,4 – 0,8 m	5 mätningar



Figur 3 Resultat från grundvattenmätning. Medelhärde nivå markerat med röd text.

Området är troligen ett översvämningsområde. Höga ytvattennivåer kan förekomma.

### 3 Radongas

Mätning av radongashalt i mark har utförts i maj 2022. Mätningen har utförts i jord, samt indirekt med en gammameter på berg-i-dagen. Mätningen i jord har utförts på 0,7 meters djup. Angivna värden har korrigerats för referensdjupet 1,0m. För resultat se tabell 2 och 3.

Markradonhalten i jord mättes momentant med instrument Markus 10 i 5 punkter. Gammastrålning mättes med gammaspktrometer i 7 punkter från berghällar. Uppmätta värden har korrigerats med avseende på provtagningsdjup och jämförts med de bedömningsgrunder som finns redovisade i Byggeforskningsrådets skrift "Markradon. Riktlinjer för markradonundersökningar" (Byggeforskningsrådet T20. Utgiven 1989).

Vid mättillfället 4 maj 2022 gick det inte att få till mätpunkter vid sydvästra byggnaden utan garage då grundvattnet låg för högt.

Tabell 2 Resultat från radonundersökning med Markus 10. Mätningarna representerar halter i befäktlig lerig fyllning. Gräns för högradonmark i lera är 80 kBq/m<sup>3</sup>.

Mätpunkt	Material på mätdjupet	Mätvärde [kBq/m <sup>3</sup> ]	Mätvärde [kBq/m <sup>3</sup> ] Korrigerat*	Klassificering
22IT02R	Fy	1,8	2,1	Lågradonmark
22IT06R	Fy (sa Let)	239,4	275	Högradonmark
22IT08R	Fy	119,4	137	Högradonmark
22IT33R	Fy	75,0	89	Högradonmark
22IT39R	Gräns Fy/Le	27,6	32	Lågradonmark

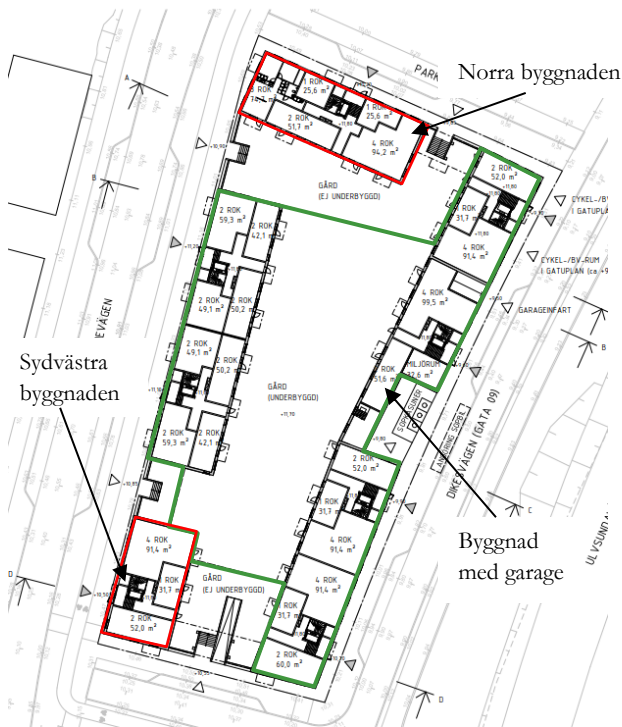
\*Korrigerat till referensdjupet 1,0m map på mätdjup (effekten av diffusion och luftväxling)

Tabell 3 Resultat från radonmätning med gammastrålning. Lågradonmark innebär en gammastrålning på under ca 8 till 12 µR/h.

Mätpunkt	Mätvärde [DR, nSv/h]	Mätvärde [µR/h]	Klassificering
22IT61R	130,58	13	Normalradonmark
22IT62R	115,53	12	Låg- till normalradonmark
22IT63R	96,31	10	Låg- till normalradonmark
22IT64R	73,11	7	Lågradonmark
22IT65R	24,02	2	Lågradonmark
22IT66R	20,5	2	Lågradonmark
22IT20R	77,75	8	Lågradonmark

#### 4 Planerade hus

Den planerade bebyggelsen innefattar flerbostadshus. Färdig golvnivå för planerad bebyggelse varierar. Vid entréer är de anpassade för blivande vägnivåer och varierar mellan ca +9,3 och +11,2. Strax innanför entréerna finns en trappa upp till entréplan och där är färdig golvnivå +11,8. Planerad bebyggelse planeras delvis med garage under mark, se figur 4. Garage färdigt golv planeras till +7,7, vilket innebär en schaktbotten på ca +6,7.



Figur 4 Planerat entréplan, daterad 2022-03-03.

## 5 Beräkningar

### 5.1 Sättningsberäkningar

Resultaten från laboratorieanalys tyder på att leran är överkonsoliderad med OCR-tal mellan 1,4–1,7.

Sättningar har beräknats med beräkningsprogrammet Geosuite settlements version 15.3. Krypsättningar har beaktats i beräkningarna.

Lerans sättningsegenskaper har undersökts i punkt 22IT03. I beräkningarna har en grundvattennivå på 0,75 meter under markytan använts (nivå +8,0). Resultaten förutsätter att grundvattennivån i området bibehålls.

Beräkningarna har utförts för rådande förhållanden och med laster i storlek på 10 kPa, 20 kPa, 30 kPa samt 50 kPa. Detta motsvarar ungefär uppfyllningar på 0,5, 1,0, 1,5 och 2,5 m. Se resultat i Tabell 4.



Tabell 4 Resultat från beräknade sättningar (m) med 7,6 m lös lera.

Last	Uppfyllnad	1 år	2 år	5 år	10 år	20 år	40 år	100 år
10 kPa last (utan kryp)	0,5 m	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
10 kPa last (med kryp)	0,5 m	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
20 kPa last (utan kryp)	1 m	0,04	0,05	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11
20 kPa last (med kryp)	1 m	0,06	0,09	0,14	0,19	0,23	0,28	0,34
30 kPa last (utan kryp)	1,5 m	0,07	0,10	0,15	0,19	0,25	0,29	0,32
30 kPa last (med kryp)	1,5 m	0,09	0,14	0,22	0,30	0,39	0,51	0,66
50 kPa last (utan kryp)	2,5 m	0,12	0,17	0,27	0,37	0,50	0,61	0,69
50 kPa last (med kryp)	2,5 m	0,14	0,20	0,32	0,45	0,61	0,82	1,05

## 6 Grundläggning

### 6.1 Förutsättningar

Grundläggningsarbeten ska dimensioneras, planeras, utföras och kontrolleras i Säkerhetsklass 2 (SK2) och Geoteknisk kategori 2 (GK2).

### 6.2 Grundläggning byggnad

#### Norra byggnaden

Den norra byggnaden som saknar källare rekommenderas grundläggas med slagna spetsbärande betongpålar. Pålängder bedöms bli mellan ca 5 och 10 m långa. Pålar utsätts för påhängslast då sättning sker på grund av uppfyllningen vilket behöver beaktas vid dimensionering av pålar.

Sättningar förväntas under plattan till följd av uppfyllning, vilket resulterar i hålrum under husen. Rör under plattan samt isolering ska pendlas för att förhindra att de följer med marken vid marksättningar.

Fyllning som används under byggnadens grundläggning ska vara pålbar då pålavskärningsplanet är ovan befintlig markyta.

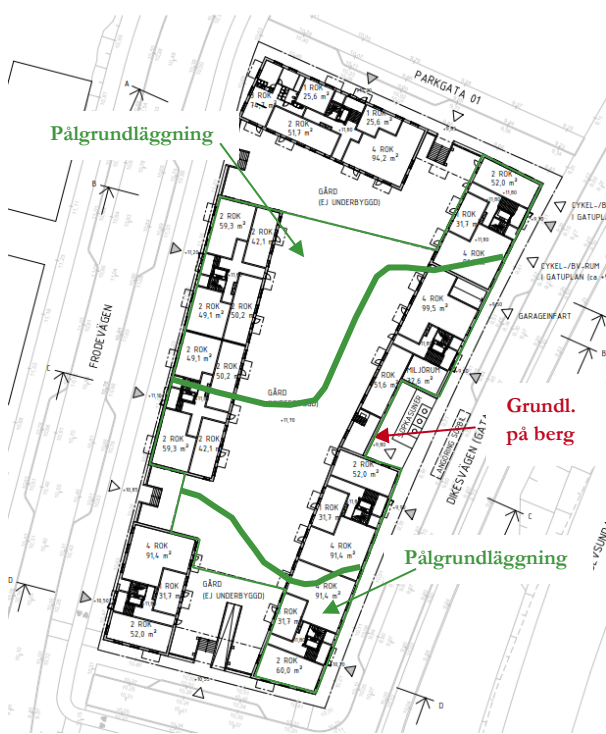
#### Byggnad med garage

Byggnaden inklusive garage kommer delvis att grundläggas på packad sprängbotten på berg. I norra och södra delen rekommenderas grundläggning med pålar för att undvika eventuella sättningar i byggnaden. En ungefärlig gräns för övergång mellan pålgrundläggning och grundläggning på berg framgår av figur 5. Ett alternativ till pålning är att skifta ur leran vid

övergången och ersätta med fyllning med packad sprängsten där återstående lerdjup är små.

Pålning kan utföras med slagna spetsbärande pålar vid pällängder  $\geq 3$  m. Vid små djup till berg bör borrade stålörspålar användas, alternativ skiftas leran ut enligt ovan. Pällängder under garage blir som längst ca 6 meter.

Grundläggning på sprängbotten sker i enlighet med Anläggnings AMA 20 kap CBC.21 och CEE.121.



Figur 5 Ungefärliga gränser mellan pälgrundläggning samt grundläggning på berg för byggnad inklusive garage.

Grundläggningsnivån av garage (+6,7) ligger under uppmätt grundvattenyta. Grundvattnets medeltrycknivå antas ligga på nivå ca +8,0. Dränering av byggnaden skulle resultera i en grundvattenavsänkning i området och kunna resultera i sättningar i omgivningen. Detta kan påverka ledningar och vägar i området. Troligen är en vattentät och odränerad konstruktion nödvändig. Ett alternativ är att se över byggnadens höjdsättning för att hamna ovanför grundvattnets trycknivå.

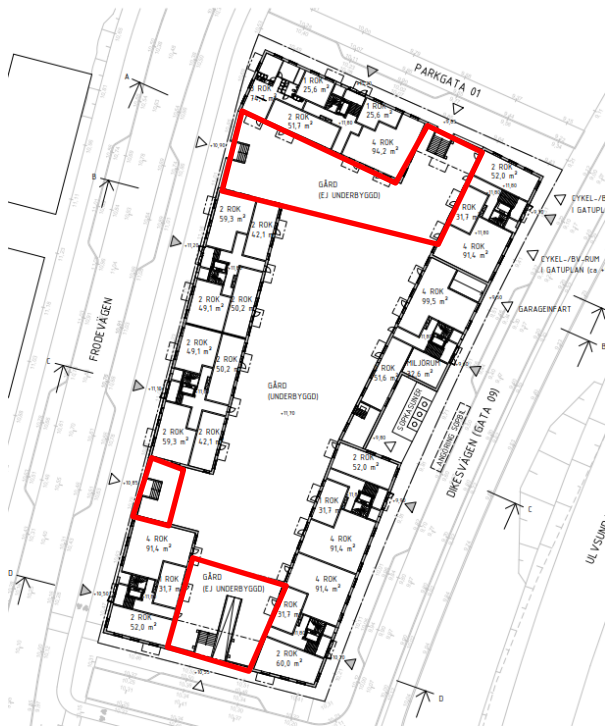
### Sydvästra byggnaden

I läge för den sydvästra byggnaden varierar jordlagerförhållandena. I mitten av byggnaden till väst finns ytnära berg med ca 0,4 m ovanliggande fyllning, medan jorddjupen för det nordöstra och sydöstra hörnet är >4,6 m respektive 3,7 m.

Den sydvästra byggnaden som saknar källare rekommenderas plattgrundläggas efter utskiftning av den befintliga fyllningen och leran, och ersättas med packad sprängsten. Vid större lerdjup kan utrymme för utskiftning vara ett problem om omgivande gata har byggts, där kan pålning bli nödvändigt.

### 6.3 Grundläggning innergård och entréer

Färdig marknivå för innergården är +11,7 inom kvarteret. Tre områden är inte underbyggda med garage, se figur 6.



Figur 6 Samtliga innergårdar som saknar garage markerade med rött.

För den norra innergården ligger planerad marknivå ca 2,5 – 3,3 m över befintliga marknivåer. Uppfyllning sker på ca 2 – 8 meter lera. Detta ger stora sättningar om ingen åtgärd vidtas. Den norra innergården rekommenderas att förstärkas med inblandningspelare (exempelvis kalkcement-pelare). Överlast efter inblandningspelare kan behövas beroende på dimensioneringen av pelarna och sättningskrav. Eventuellt kan andra åtgärder väljas i stället för inblandnings-pelare, som exempelvis lättfyllning för att minska marksättningar. Alternativ med lättfyllning innebär svårigheter att få plats med exempelvis planteringsjord över. Ett annat alternativ är att innergården grundläggs på ett påldäck. Detta skulle dock innebära en dyrare lösning.

För den västra innergården ligger planerad marknivå ca 2,5 m över befintlig marknivå. Uppfyllning sker på ca 1 – 2,5 meter lera. Lämpliga åtgärder för den västra innergården är förbelastning eller urgrävning av leran. Förbelastning kan ske utan överlast, dvs endast tidig utläggning.

För den södra innergården ligger planerad marknivå ca 3 m över befintlig marknivå. Uppfyllning sker på ca 1 – 5 meter lera. Föreslagen

förstärkningsåtgärd för den södra innergården är inblandningspelare (exempelvis kalkcement-pelare) vid större lerdjup och urgrävning där små lerdjup förekommer.

Då hålrum kommer att uppstå under byggnader som pålas kan det leda till att jord rasar in under huset. Husgrundläggning och inblandningspelare bör utformas för att förhindra detta.

Vid övergången mellan pålade byggnader och oförstärkt mark vid entréer och ledningar kan större sättningsskillnader förhindras med exempelvis länkplattor. Behov av länkplattor behöver kontrolleras vid detaljprojektering.

#### **6.4 Schakter**

All schaktning ska utföras i enlighet med Arbetsmiljöverkets handbok ”Schakta säkert”, 2015.

Schakt behöver ske i torrhet, vilket innebär att en tillfällig grundvattensänkning krävs. Behov av tätspont för att förhindra avsänkning utanför schakt behöver utredas.

Jordschakt blir som mest ca 3 m djup från befintlig mark. Vid schakt ska beaktas att leran i området har mycket låg skjuvhållfasthet. Innan djupa schakter utförs i oförstärkt mark behöver en stabilitetsutredning utföras, för att bestämma behov av spont samt lämpliga släntlutningar.

Schaktbotten hamnar delvis i mycket lös lera varför särskild arbetsbädd kommer att behövas.

Avtäckning av berg inför sprängning bergschakt för grundläggning av byggnad utförs enligt Anläggnings AMA 20 kap. CBB.71 avtäckningsklass 1. Bergschakt för grundläggning av byggnad på sprängbotten utförs enligt Anläggnings AMA 20 kap. CBC.21.

Återfyllning efter urgrävning utförs enligt AMA 20 kap. CEB.2.

#### **6.5 Parametrar för grundläggning**

Parametrar för grundläggning enligt tabell 5. För tillfälliga konstruktioner av spont och schakt kan andra värden användas.

Karakteristiska materialvärden från TK Geo 5.2.2.2.1, 5.2.2.5 samt 5.2.2.8.

Karakteristisk tunghet nedan anges som tunghet över grundvattenytan ( $\gamma$ ) och effektiv tunghet under grundvattenytan ( $\gamma'$ ).

Tabell 5 Parametrar för grundläggning

Jordart	$\gamma / \gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Skjuvhållfasthet $c_{uk}$ (kPa)	Friktionsvinkel $\theta'$ (°)	$E_k = E_d$ (MPa)
Torrskorpelera	18	30	-	-
Lera	17/7	11	-	-
Ny Fyllning av bergkross och packad sprängstensfyllning	18/11	-	45	50
Naturligt lagrad friktionsjord, morän	19/12	-	36	20
Packad sprängbotten	-	-	45	200

### Val av partialkoefficienter

Partialkoefficienter ( $\gamma_m$ ) för materialparametrar i DA3 enligt VVFS 2009:19 samt BFS 2009:16.

Jordparametrar	Symbol	Värde
Friktionsvinkel	$\gamma_{\theta'}$	1,3
Effektiv kohesion	$\gamma_{c'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	$\gamma_{c_u}$	1,5
Tunghet	$\gamma_{\gamma}$	1,0

### Omräkningsfaktor, $\eta$

$$\eta_{1,2,3,4} = 0,95$$

$$\eta_{7,8} = 1,0$$

### 6.6 Radonskydd

Befintlig yttlig jord klassificeras som högradonmark. Ytberget klassificeras som lågradonmark, på gränsen mot normalradonmark.

Under stora delar av byggnaden planeras en uppfyllning under nytt golvbjälklag. Radongashalter i luften under byggnad kommer då i första hand styras av halter i tillförd fyllning.

Där byggnaden utförs med källare med första golv på +7,7 hamnar denna i naturlig lera eller på sprängbotten. Mätningar saknas i den naturliga leran (ligger under grundvattenytan).

Där grundläggning utförs i lerområdet och utan källare så ska bjälklag mot mark, för utrymmen där folk vistas stadigvarande, utföras radonsäkert.

Alternativt görs en ny mätning efter uppfyllning till underkant bjälklag för att se om det går att sänka krav på radonskydd. En bortschaktning av befintlig fyllning ökar möjligheterna att hamna i en lägre radonskyddsklass.

Där grundläggning sker på sprängbotten med källare och med första-golv på +7,7 innebär uppmätta halter på ytberget att ett radonskyddat utförande skulle vara tillräckligt förutsatt att det är samma halter på nivån för sprängbotten som i ytberget. Då denna del ligger under grundvattenytan krävs dock ändå en vattentät konstruktion, dvs i praktiken en radonsäker konstruktion.

## **7 Vidare arbeten**

Omgivande områden kan behöva kontrolleras närmare med avseende på känslighet för en grundvattensänkning.

Förutsättningar för schakt behöver kontrolleras närmare med avseende på stabilitet och utrymmeskäl.

Dimensionering och projektering av förstärkningsåtgärder vid uppfylld mark intill gränsen mellan kvartersmark och gator för att förhindra sättningsdifferens och hålrum mellan väg och byggnad behöver utredas närmare.

Val av utskiftning eller pålning för hus behöver bestämmas.