

KUND

LUGNET I FALUN AB

PM GEOTEKNIK

LUGNET MULTIARENA, FALUN

Detaljplan

2023-05-26



PM GEOTEKNIK

LUGNET MULTIARENA, FALUN

Detaljplan

KUND

Lugnet i Falun AB

KONSULT

WSP

Bergmästaregatan 2
791 30 Falun
Besök: Bergmästaregatan 2
Tel: +46 10 7225000
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Uppdragsledare Geoteknik

Maximilian Klaube
+46 10 722 5000
Maximilian.klaube@wsp.com

Granskare Geoteknik

Kent Sundvall
+46 10 722 5789
Kent.sundvall@wsp.com

PROJEKT
PM Geoteknik

UPPDRAGSNAMN
Lugnet – Multiarena, Falun

UPPDRAGSNUMMER
10351357

FÖRFATTARE
Oliver Jackson

DATUM
2023-05-26

ÄNDRINGSDATUM
2023-09-04

GRANSKAD AV
Kent Sundvall

GODKÄND AV
Maximilian Klaube

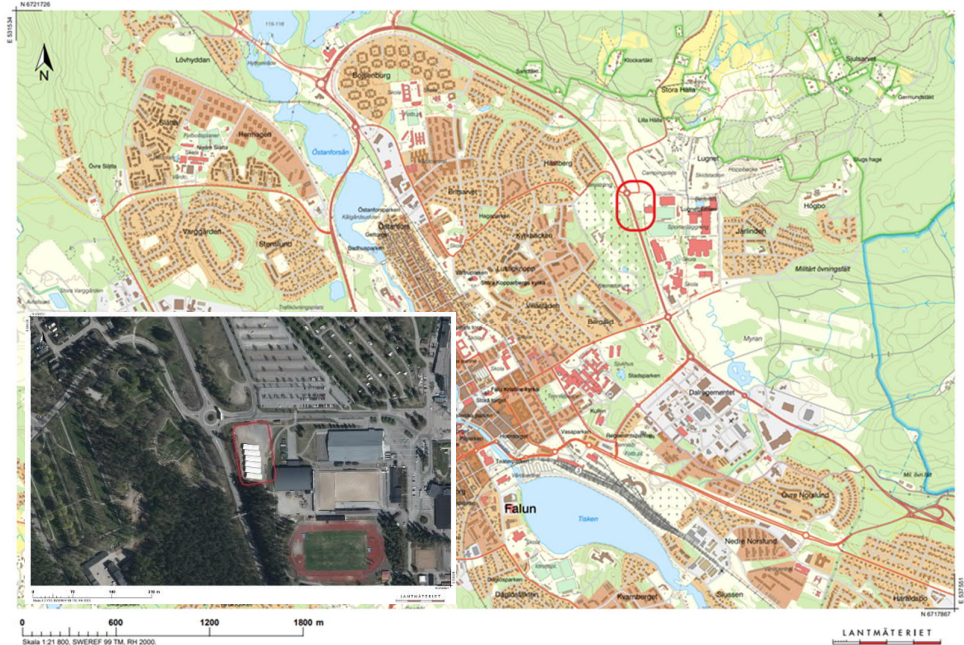
INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Uppdrag	4
1.1	Planerad byggnation	4
1.2	Dokumentets syfte	5
2	Styrande dokument	5
3	Utförda undersökningar	6
3.1	Tidigare utförda undersökningar	6
3.2	Nu utförda undersökningar	6
4	Befintliga förhållanden	6
4.1	Topografiska förhållanden	6
4.2	Befintliga konstruktioner	6
5	Geotekniska förhållanden	6
5.1	Allmänt	6
5.2	Jordlagerföljd	6
5.3	Geohydrologiska förhållanden	7
5.4	Stabilitetsförhållanden	8
6	Beräkningsförutsättningar	8
6.1	Allmänt	8
6.2	Dimensionerande jordegenskaper för plattgrundläggning	8
6.3	Dimensionerande jordegenskaper för pålgrundläggning	9
6.4	Valda jordegenskaper	9
6.5	Dimensionerande grundvatten	10
7	Beräkningar	10
7.1	Sättningsberäkningar	10
8	Geotekniska rekommendationer	11
8.1	Allmänna rekommendationer för schakt och fyllning	11
8.2	Grundläggning	12
9	Förslag till kompletterande undersökningar	12
10	Kontroll	13

1 UPPDRAG

WSP Sverige AB har på uppdrag av Lugnet i Falun AB utfört en geoteknisk undersökning för rubricerat objekt.

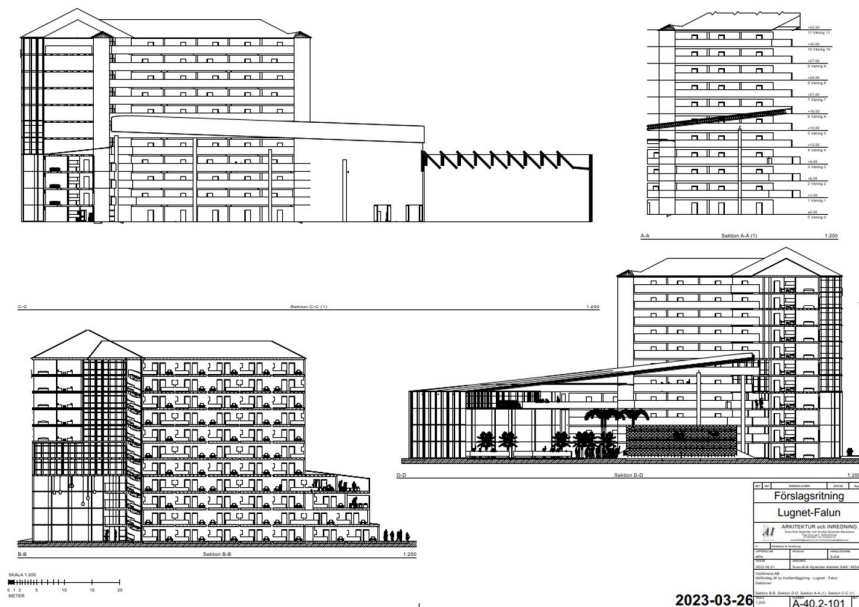
Undersökningsområdet ligger i området Järlinden-Bojsenburg i nordöstra delen av Falun, ca 3 km norr om Faluns centralstation, se figur 1 nedan.



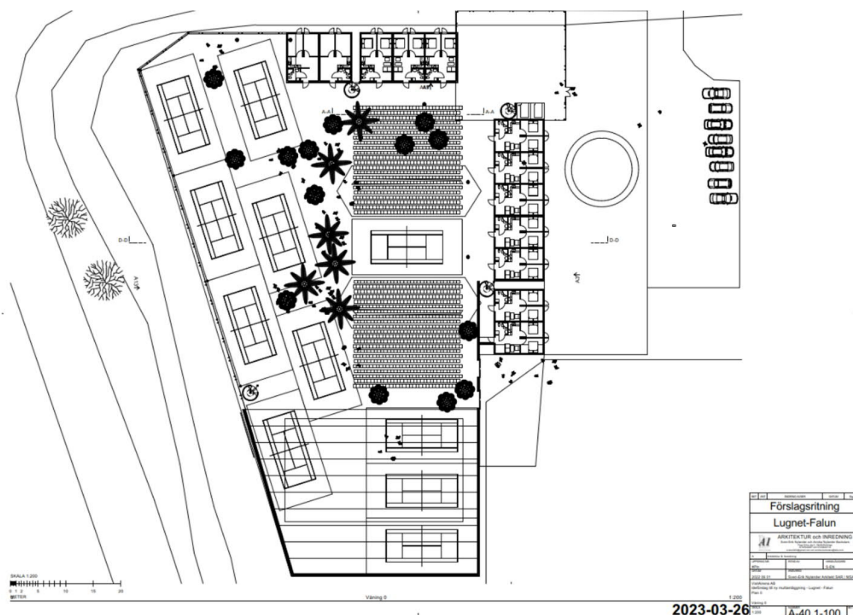
Figur 1. Översiktskarta med aktuellt område för geoteknisk undersökning markerat i rött (Källa: Lantmäteriet, bilddatum 2023-04-24).

1.1 PLANERAD BYGGNATION

På aktuell fastighet, Falun Lugnet 2:1, planeras nybyggnation av en multiarena med boende i en byggnad med ca 10 våningar. Se figur 2 och 3 nedan.



Figur 2. Sektionsritning av den planerade byggnaden.



Figur 3. Planritning av den planerade byggnaden.

1.2 DOKUMENTETS SYFTE

Denna utredning och detta dokument har till syfte att översiktligt redogöra för de geotekniska och geologiska förutsättningarna på aktuellt område.

Utredningen ska ligga till grund för uppförande av detaljplan.

Begränsningar

Denna handling är ej framtagen som ett underlag för projektering eller bygghandling.

2 STYRANDE DOKUMENT

Denna rapport ansluter till Eurokod 7 del 1 (SS-EN 1997-1) och SS-EN 1997-2, med tillhörande nationell bilaga.

Följande övriga styrande och rådgivande dokument har beaktats:

- TK Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0667, version 2.0) / TRVINFRA-00230 (version 2.0)
- TR Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0668, version 2.0)
- IEG:s tillämpningsdokument "Plattgrundläggning" (Rapport 7:2008)
- IEG:s tillämpningsdokument "Grunderna i Eurokod 7" (Rapport 2:2008, revidering 3)
- AMA Anläggning 20 med tillägg och ändringar enligt TRVAMA Anläggning 20 (TDOK 2020:0245, version 2.0).

3 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

3.1 TIDIGARE UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

Ramboll – Rapport Geoteknisk undersökning (RGeo), Falu kommun Multihall Lugnet, uppdragsnummer 61350618232, daterad 2006-05-04.

Ramboll – Teknisk PM Geoteknik, Falu kommun Multihall Lugnet, uppdragsnummer 61350618232, daterad 2006-05-04.

3.2 NU UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

Se markteknisk undersökningsrapport (MUR), Detaljplan, Lugnet Multiarena, Falun, daterad 2023-05-26.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

I dagsläget består undersökningsområdet av ett grusområde, med en asfalterad yta i den nordöstra delen.

En GC-bana går längs den östra gränsen bortom vilken Hall Tech Arena ligger. Den södra gränsen är angränsad av ett skogsparti. Ett litet gräsområde löper längs den västra gränsen bortom vilken Lugnetleden går i nordsydlig riktning och ansluter till en stor cirkulationsplats vid undersökningsplatsens nordvästra gräns.

4.1 TOPOGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN

Marken inom området är relativt plan, med marknivåer som för undersökningspunkterna varierar mellan ca +156,8 och + 156,0.

4.2 BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER

Det finns inga ledningar eller konstruktioner i undersökningsområdet idag. Det finns dock vattenledningar i närheten av undersökningsområdets östra gräns

5 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

5.1 ALLMÄNT

Materialtyp och tjälfarlighetsklass

Nedanstående jordlagerbeskrivningar med avseende på materialtyp och tjälfarlighetsklass hänvisar till AMA Anläggning 20, Tabell CB/1. Efter jordart anges (MX/TY), där står M för materialtyp och T för tjälfarlighetsklass.

5.2 JORDLAGERFÖLJD

Allmänt

Med hänsyn till svårigheter att penetrera fyllnadsmaterialet med skruvprovtagning, bedöms fyllningen bestå av stora mängder sten och block.

Som ett resultat av svårigheterna att tränga igenom fyllnadsmaterialet endast en av fem skruvprovtagningar som genomfördes penetrera genom fyllnadslagret och provta jorden under. Härav finns det knapphändigt med underlag för jordartsbenämning och jordlagers mäktighet under fyllnadsmaterialet, djupare än ca 1,5 m u.m.y.

Jordlagerföljden har därför tolkats med hjälp av SGU:s jordartskarta och den arkivstudie som refereras till i kapitel 3.1 i detta dokument, tillsammans med resultat från den geotekniska undersökning som genomförts i samband med denna rapport.

Fyllnadsmaterial

Fyllningen är inhomogen och består av varierande blandningar av silt, sand och grus, med tegel och växtdeklar i området (M5B/T4). Svårigheter att komma igenom fyllningen med skruvprovtagare tyder på att det finns stora mängder sten och block. Fyllnadsmaterialet mättes till ca 3 m vid borrhål 23W05 medan övriga borrhål trängde in till 1,5 m utan att komma igenom fyllningen. Fyllnadsmaterialet uppstår en stor variation i jordegenskaper över hela området med friktionsvinkel från 29° till 43° och E-modul från 1 MPa till 90 MPa.

Lera

Siltig lera upptäcktes under fyllningen i borrhål 23W05. Den har en genomsnittlig E-modul på ca. 25 MPa och anses vara lös till medelfast lagrad. Genom tolkning av härledda värden som utvärderats från jordsonderingar uppskattas lerans mäktighet till ca 1 till 1,5 m.

Friktionsjord

Det är tolkat från sonderingar att friktionsjord, sannolik morän, ligger under det lösa jordskiktet. Under ca 3,5 m djup är den genomsnittliga friktionsvinkeln ca 39° och den genomsnittliga e-modulen ca 75 MPa. Detta jordlager anses vara fast till mycket fast lagrat med en uppskattad mäktighet från sonderingar på upp till ca 5 m i vissa delar.

Fast botten

Djupet till fast botten/berg varierar mellan ca 5 och 10 m under mark ytan. Medeldjup till berg/förmodat berg från två utförda jordbergsonderingar (JB-2) och två hejarsonderingar (Hfa) är ca 7 m under mark ytan. Sonderingar har avbrutits på grund av att de ej kunde neddrivas enligt för metoden normalt förfarande eller på grund av stopp mot berg. Borrhål 23W03 avbröts på 2,2 m under mark ytan på grund av stopp mot sten/block.

Enligt SGU:s jordjupskarta kan bergnivån förväntas ligga på mellan ca 5 och 10 m djup under befintlig markyta.

5.3 GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Grundvattenytan bedöms utifrån undersökningar ligga på mellan nivåerna +153,1 och +154,7. Det motsvarar ca 1,6 m under markytan i undersökningsområdets nordvästra del och ca 3,3 m under markytan i sydöstra delen.

Portrycket i leran bedöms öka hydrostatiskt från ansatt nivå.

5.4 STABILITETSFÖRHÅLLANDEN

Marken i området är plan och det bedöms därför att risken för stabilitetsproblem är mycket låg.

6 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

6.1 ALLMÄNT

Typ av geoteknisk konstruktion	plattgrundläggning
Säkerhetsklass:	SK2, $\gamma_d= 0,91$
Geoteknisk kategori	GK2
Laster och lasteffekter:	Beräknas av konstruktör

6.2 DIMENSIONERANDE JORDEGENSKAPER FÖR PLATTGRUNDLÄGGNING

Dimensionerande värden, $X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot X_k$

γ_m , partialkoefficient, enligt tabell 1 nedan.

Tabell 1: partialkoefficienter, γ_m .

Materialegenskap	γ_m
Friktionsvinkel, ϕ'	1,3
Skjuvhållfasthet, τ	1,5
Tyngd, γ	1,0
Elasticitetsmodul, E/M	1,0

Karakteristiskt värde, $X_k = \eta \cdot \bar{X}$

För friktionsvinkel sker omräkning enligt, $\phi'_d = \tan^{-1} \left(\frac{1}{\gamma_m} \cdot \eta \tan(\phi_{valt}) \right)$

η , enligt tabell 2 och 3 nedan.

Tabell 2: Valda η -faktorer friktionsjord.

Delfaktor	Värde för ϕ'	Värde för γ	Värde för E	Motiv till valda η -faktorer:
$\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4$	1,0	-	-	Normal omfattning, dränerad
$\eta_5\eta_6$	0,9	-	-	Rektangulär platta
$\eta_7\eta_8$	1,1	-	-	Segt brott, dränerat
η_{tot} (prod)	1,0	1,0	1,0	

Tabell 3: Valda η -faktorer kohesionsjord.

Delfaktor	Värde för τ	Värde för γ	Värde för M	Motiv till valda η -faktorer:
$\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4$	1,0	-	-	Normal omfattning, odränerad
$\eta_5\eta_6$	0,9	-	-	Kvadratisk platta
$\eta_7\eta_8$	1,0	-	-	Segt brott, odränerat
η_{tot} (prod)	0,9	1,0	1,0	

6.3 DIMENSIONERANDE JORDEGENSKAPER FÖR PÅLGRUNDLÄGGNING

Dimensionerande värden, $\bar{X}_d = \frac{\bar{X}_k}{\gamma_M}$

γ_m , partialkoefficient, enligt tabell 4 nedan.

Tabell 4: Partialkoefficienter, γ_m .

Materialegenskap	γ_m
Friktionsvinkel, φ'	1,3
Skjuvhållfasthet, τ	1,5
Tyngd, γ	1,0
Effektiv kohesion	1,3

Vid dimensionering av pålar skall omräkningsfaktorerna väljas enligt IEG: 8:2008 Pålgrundläggning eller enligt tabell 5.

Tabell 5: Valda η -faktorer för Pål grundläggning.

Delfaktor	Värde för τ	Värde för γ	Värde för M	Motiv till valda η -faktorer:
$\eta_1\eta_2$	0,93	-	-	6 oberoende fältundersökning med 20% spridning
$\eta_3\eta_4\eta_5$	1,0	-	-	God kvalitet på undersökning
η_6	1,0	-	-	Pål kan inte överföra last vid brott
η_7	1,0	-	-	Segt brott
η_8	1,0	-	-	Med hänsyn till jordmaterialets osäkerheter
η_{tot} (prod)	0,95	1,0	1,0	

6.4 VALDA JORDEGENSKAPER

Sammanställning av jordegenskaper för friktionsjord visas i tabell 6.

Sammanställning av jordegenskaper för kohesionsjord är baserad på jordlagerföljd från undersökningspunkt 23W05 och visas i tabell 7:

Tabell 6: Beräkningsparametra för friktionsjord.

Egenskaper	Värderat medelvärde	Karakteristiskt värde	Dimensionerande värde
<i>Fyllnadsmaterial 0-3 m u.m.y.</i>			
Friktionsvinkel, ϕ'	33,0°	33,0°	26,6°
E-modul, E	-	8,5 MPa	8,5 MPa
*Tunghet, γ	-	18 kN/m ³	18 kN/m³
*Effektiv tunghet, γ'	-	11 kN/m ³	11 kN/m³
<i>Friktionsjord 4 m u.m.y</i>			
Friktionsvinkel, ϕ'	39,0°	39,0°	31,9°
E-modul, E	-	75 MPa	75 MPa
*Tunghet, γ	-	18 kN/m ³	18 kN/m³
*Effektiv tunghet, γ'	-	10 kN/m ³	10 kN/m³

Tabell 7: Beräknings parametrar för kohesionsjord

Egenskaper	Värderat medelvärde	Karakteristiskt värde	Dimensionerande värde
<i>siltig lera 3-4 m u.m.y</i>			
E-modul, E	-	25,0 MPa	25,0 MPa
*Tunghet, γ	-	17 kN/m ³	17 kN/m³

*Parameter taget ifrån Krav TRVINFRA-00230 Geokonstruktion version 1.

6.5 DIMENSIONERANDE GRUNDVATTEN

Det dimensionerande värdet för grundvatten och porvattentryck ansätts i beräkningen till betongsulans underkant.

Partialkoefficienten, γ_m , sätts till 1,0.

7 BERÄKNINGAR

7.1 SÄTTNINGSBERÄKNINGAR

Mått och placering för den föreslagna byggnaden som visas i figurerna 2 och 3 har preliminärt använts som underlag för sättningsberäkningar.

Beräkningar har baserats på två scenarier. Scenario A, är utskiftning av ca. 1,5 m fyllnadsmaterial med återfyllning av en kompakterad krossfyllning.

Färdigt golv antas ligga i befintlig marknivå. Scenario B, är utskiftning av ca. 4,0 m fyllnadsmaterial med återfyllning av ca 1 m kompakterad krossfyllning.

Utförda sättningsberäkningar visar att en byggnad med nedanstående antaganden renderar i teoretisk absolut sättning utan krypsättningar enligt tabell 8 och 9 nedan.

Tabell 8: Resultande absoluta sättningar för scenario A, baserad på antagna byggnadsmått och belastning.

Byggnad	Mått (m)	Last (kPa)	Sättningar (cm)
Multiarena	60 x 100	50	1,9
Multiarena	60 x 100	100	3,7
Multiarena	60 x 100	150	5,6
Multiarena	60 x 100	200	7,4

Tabell 9: Resultande sättningar för scenario B, baserad på antagna byggnadsmått och belastning.

Byggnad	Mått (m)	Last (kPa)	Sättningar (cm)
Multiarena	60 x 100	50	0,4
Multiarena	60 x 100	100	0,8
Multiarena	60 x 100	150	1,2
Multiarena	60 x 100	200	1,6

Resultat från utförda beräkningar visar att en byggnad med en teoretisk markbelastning på 100 kPa skulle resultera i en teoretisk sättning utan krypsättning på ca 3,7 cm för scenario A och ca 0,8 cm för scenario B.

8 GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER

8.1 ALLMÄNNA REKOMMENDATIONER FÖR SCHAKT OCH FYLLNING

Grundvattensänkning

Eventuellt grundvatten skall avsänkas till 0,5 m under schaktbotten.

Schakt och upplag

Eventuell organisk jord under planerad byggnad skall utskiftas.

Schakt skall länshållas så att erosion och uppmjukning av schaktslänter och schaktbotten ej förekommer.

Då jorden innehåller silt bedöms den vara eroderingskänslig och flytbenägen, vilket innebär att arbetstekniska problem kan uppstå vid arbeten under grundvattennivån eller vid kraftig nederbörd.

Jordlagren på schaktbotten skall förutsättas vara tjälfarliga.

Tillfälliga schaktslänter bör ej ställas brantare än 1:1,5 ovanför grundvattenytan och 1:2 under grundvattenytan. Det föreligger risk för schakt under grundvattenytan. Schaktarbeten ska anpassas efter lokala förhållanden och riktlinjer, samt rekommendationer angivna enligt handboken utgiven av arbetsmiljöverket och statens geotekniska institut "Schakta säkert".

Upplag ska ej placeras ovan befintliga ledningar.

Fyllning

Siktanalys utförd på fyllnadsmaterialet i undersökningsområdet visar att fyllningen har materialtyp 5B. Det finns variationer i procentandelen organiskt material och finhalter i fyllnadsmaterialet i undersökningsområdet. Det rekommenderas att eventuellt återanvänt fyllnadsmaterial är av materialtyp 3B eller bättre.

8.2 GRUNDLÄGGNING

Förekommande byggnad bedöms inte kunna ytgrundläggas direkt på mark utan grundförstärkning.

De övre ca. 3-4 m av jordlagerföljden i undersökningsområdet består av jord som är mycket inhomogen och uppvisar stor variation i egenskaper och bärighet. Utförda sättningsberäkningar med antagen utspridd last på 100 kPa vid utskiftning av 1,5 m jord ersatt med kompakterad krossfyllning ger en teoretisk sättning exklusive krympsättningar på 3,7 cm. På grund av variationen i övre jordlagers bärförmåga är det troligt att sättningen skulle ske olika över husgrunden, vilket kan leda till skador på planerad konstruktionen.

För att uppnå acceptabla sättningsförhållanden med plattgrundläggning erfordras en större utskiftning och att den planerade byggnaden grundläggs i det fastare jordlagret, på ett djup av cirka 4 till 4,5 m u.m.y. Denna relativt djupa utskiftning leder till schakt och packning under vatten vilket generellt är svårt att utföra.

Därmed rekommenderas byggnaden att grundläggas genom borrade stålpålar. Slagna pålar rekommenderas ej på grund av den relativt höga förekomsten av sten och block i undersökta punkter. Två jordbergsonderingar (JB-2) som genomfördes i undersökningen indikerade ett medeldjup till berg och pålstopp på ca 7 m. Till detta kommer en sträcka som ska borraras i berg.

Byggnaden ska grundläggas med följande förutsättningar och villkor:

Grundläggningen skall dimensioneras enligt Eurokod. Underlaget är framtaget för Geoteknisk kategori 2. Karakteristiska och dimensionerande jordartsp parametrar väljs enligt avsnitt "Dimensioneringsförutsättningar".

Jordlagren utgörs av tjällyftande jordarter (5A/4). Grundläggning skall utföras frostskyddat, alternativt genom utskiftning (1,8 m) av tjällyftande jordar och/eller genom termisk isolering för att förhindra skadlig tjälnedträngning. Grundläggning får ej ske på tjälad jord.

9 FÖRSLAG TILL KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR

I ett projekteringsstadium samt inför framtagande av en bygghandling rekommenderas att en kompletterande geoteknisk undersökning utförs. Om

planerad byggnads omfattning är densamma som nuvarande byggnad antas en kompletterande geoteknisk undersökning omfatta.

- 2 CPT sonderingar, för att få förbättrade parametrar och underlag gällande leran för sättningsberäkningar.
- 4 JB-2 sonderingar, för att uppskatta pållängden för kalkyl.
- 3 skruvprovtagningar genom fyllningen och i befintlig jord, för att komplettera befintligt underlag med detaljer om jordlagerföljd och jordartsbenämning under ca 1,5 m u.m.y.
- 2 provgrovar, för att få ett bättre underlag för block- förekomst i området inför schaktning och pålning.
- Installation av 2 grundvattenrör, för att ytterligare undersöka variationen i grundvattennivåer i området.

För att komma igenom fyllningsmaterialet rekommenderas att sonderingar och skruvprovtagningar utförs med hjälp av foderrör genom fyllningen.

10 KONTROLL

Kontroll ska utföras enligt Boverkets rapport BFS 2015:6 EKS 10 §13-16 samt enligt Eurocode 1997-2, kapitel 2.5 Kontroll och uppföljning.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande rådgivande konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 65 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen. Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden. **wsp.com**

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000

wsp.com

