

UPPSALA KOMMUN SKOLFASTIGHETER AB

## Almtuna Skola

Geotekniskt Projekterings PM

2019-09-27



wsp

# ALMTUNA SKOLA

## Geotekniskt Projekterings PM

### KUND

**Uppsala Kommun skolfastigheter AB**

Bo Stridh

### KONSULT

**WSP Samhällsbyggnad**

Norra Skeppargatan 11

803 20 Gävle

Besök: Norra Skeppargatan 11

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wsp.com>

### KONTAKTPERSONER

Ronni Bashiry

Tel: +46 72 0840046

[ronni.bashiry@wsp.com](mailto:ronni.bashiry@wsp.com)

Viktor Hardyson

Tel: +46 70 2612149

[viktor.hardyson@wsp.com](mailto:viktor.hardyson@wsp.com)

Mats Granström

Tel: +46 70 6237348

[mats.granstrom@wsp.com](mailto:mats.granstrom@wsp.com)

Kristoffer Rönback

Tel. +46 70 6548565

[kristoffer.ronback@wsp.com](mailto:kristoffer.ronback@wsp.com)

#### UPPDRAGSNAMN

Almtuna Skola, Miljö-Geo-Hyd

#### UPPDRAGSNUMMER

10286915

#### FÖRFATTARE

Ronni Bashiry

#### DATUM

2019-09-27

#### GRANSKAD AV

Mats Granström

#### GODKÄND AV

Viktor Hardyson

# INNEHÅLL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 UPPDRAG</b>   | <b>4</b>  |
| 1.1 PLANERAD BYGGNATION                                    | 4         |
| 1.2 SYFTE  | 5         |
| <b>2 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR</b>                            | <b>5</b>  |
| 2.1 TIDIGARE UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR                        | 5         |
| 2.2 NU UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR                              | 5         |
| <b>3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN</b>                           | <b>6</b>  |
| 3.1 TOPOGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN                              | 6         |
| <b>4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN</b>                          | <b>6</b>  |
| 4.1 JORDLAGERFÖLJD   | 6         |
| 4.2 STABILITETFÖRHÅLLANDEN                                 | 7         |
| 4.3 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN                                  | 7         |
| <b>5 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN</b>                      | <b>8</b>  |
| 5.1 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING                                | 8         |
| 5.2 UTFÖRDA FÄLTUNDERSÖKNINGAR                             | 9         |
| 5.3 GRUNDVATTENSKYDD                                       | 10        |
| <b>6 GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER</b>                      | <b>12</b> |
| 6.1 ALTERNATIV GRUNDLÄGGNING                               | 12        |
| <b>7 KONTROLL</b>  | <b>12</b> |
| <b>8 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR</b>                         | <b>13</b> |
| 8.1 ALLMÄNT  | 13        |
| 8.2 DIMENSIONERANDE JORDEGENSKAPER FÖR<br>PÅLGRUNDLÄGGNING | 13        |
| 8.3 DIMENSIONERANDE GRUNDVATTEN                            | 15        |

# 1 UPPDRAG

WSP Sverige AB har på uppdrag av Uppsala Kommun skolfastigheter AB, utfört en geoteknisk utredning, för nybyggnation av skola. Se *figur 1*.



*Figur 1: Aktuellt område för geoteknisk undersökning (Esri Basemap).*

## 1.1 PLANERAD BYGGNATION

Två byggnader planeras byggas inom området, norr om befintlig skola en större skola med 3 våningar och till söder en förskola med 2 våningar, se *Figur 2* för utformning och plats. Ingen av byggnaderna planeras ha källare, ingen golvnivå är känd för byggnaderna.



## 3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

Undersökningsområdet ligger ca 1,5 km öst om centrala Uppsala.

I området finns en skola, förskolor, idrottshallar och en större matsal. En större asfalterad och gräsyta finns i områdets södra del. Ledningar finns under mark inom området.

Byggnaderna till öst är pålgrundlagda enligt ritningar från Uppsala Skolfastigheter. Vid platsbesök har byggnaderna studerats noggrannare, där marken runt byggnaden har råkat ut för större marksättningar.

Vid planerad borrpunkt 19W014 påträffades en typ av tank ca 1–2 meter under markytan. Tanken har inte visat på några läckage av tänkbara ämnen, tanken antas då innehålla vatten. Närliggande denna sondering har det en gång i tiden varit en bassäng, tanken kan ha tillhört den. Fastighetsskötaren nämnde att tanken ej är i bruk.

Området har även varit en lertäkt för ett tegelbruk, av denna anledning består jorden överst av fyllning, i vissa delar en mäktighet om ca 3–4 meter.

### 3.1 TOPOGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN

Marknivån inom undersökningsområdet är relativt plan med marknivåer mellan ca +9 och +10

## 4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

### 4.1 JORDLAGERFÖLJD

I området består jorden överst av fyllning och därunder lera som underlagras av friktionsmaterial.

#### **Fyllnadsmaterial**

Fyllnadsmaterialet består mestadels av lera med visst inslag av grus och sand och tegelrester. Mäktigheten är mellan 2–4 meter.

#### **Lera**

Lerans mäktighet varierar mellan ca 6 och 12 m.

Leran är i sin övre del av torrskorpekaraktär därunder är leran normalkonsoliderad med skjuvhållfastheter som varierar mellan ca 13–30 kPa. *Se tabell 4 och 5.*

#### **Friktionsjord**

Friktionsjorden under leran är har mycket hög relativ fasthet. Hejarsonderingarna har nått mellan 15–18 meter under markytan innan de ej kunnat neddrivas längre.

#### **Fast botten**

Djup till berg bedöms enligt SGUs jorddjupskarta vara mellan 10-20 m.



## 4.2 STABILITETSFÖRHÅLLANDEN

Då båda byggnaderna ska byggas i plant område samt att det rekommenderas att pågrundläggas förväntas stabilitet ej vara ett problem.

## 4.3 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN

Söder om befintlig skola gjordes en sättningsberäkning för förskolan. Jorden är i området, vid vissa djup, normalkonsoliderad. Utifrån utförda beräkningar blir de förväntade sättningar för förskolan stora.

Sättningsberäkningen har utförts med följande indata:

- Långsträckt sula med bredd 1 meter
- 100 kPa last från sula
- Konflytgräns 50 %
- Grundvattennivå på ca 1 meter under markytan
- 2 meter urgrävning med återfyll av lättfyllning
- Sulans underkant placerad 0,5 meter under markytan

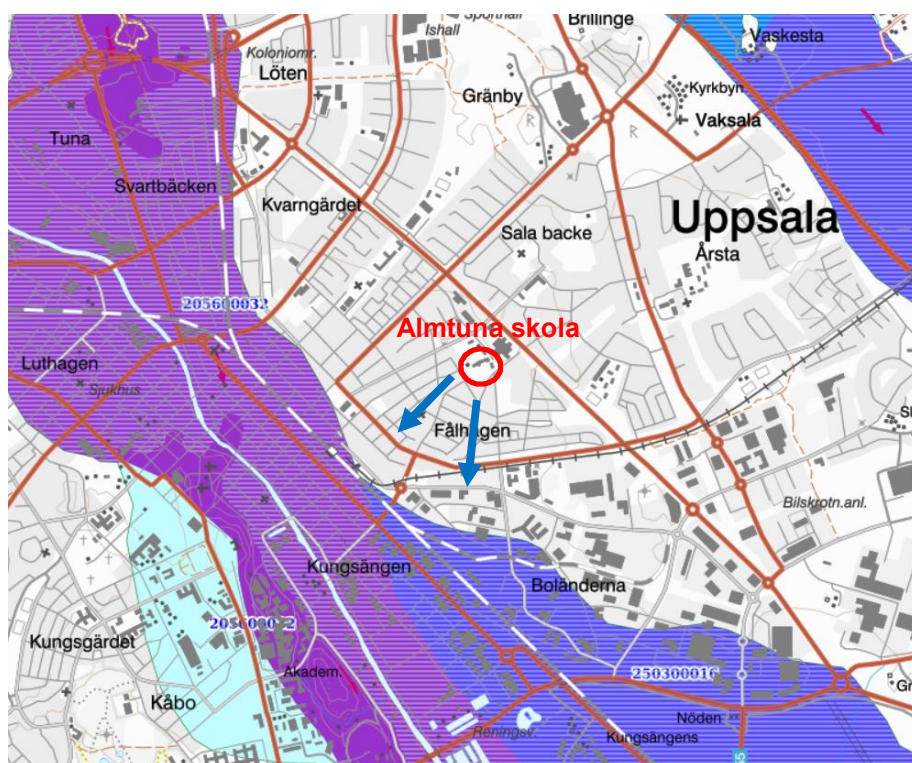
Skjuvhållfastheten för leran har valts till 18 kPa mellan 3–5 m djup, 20 kPa vid 5–7 m djup, 25 kPa vid 7–9 m djup och 30 kPa vid 9–11 meters djup.

Beräkningarna resulterade i sättningar om 30–35 cm.

## 5 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

### 5.1 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING

Den undersökta fastigheten ligger mellan två större stråk av SGU-utpekade vattenförekomster (Uppsala åsen och Sävjaån-Samnan) inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde, se *Figur 3*. I området förekommer måttlig grundvattentillgång i jord, storleksordningen 1-5 l/s med goda eller mycket goda uttagsmöjligheter. Berget uppvisar tämligen goda uttagsmöjligheter, med en mediankapacitet på 600-2000 l/h.



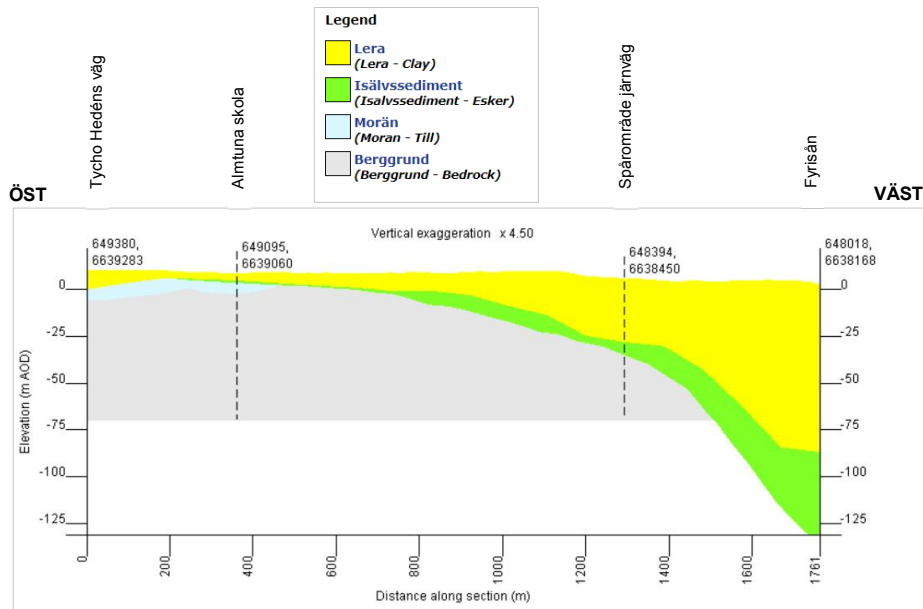
**Figur 3:** Undersökningsområde samt förekomst av SGU-klassade grundvattenförekomster. Blåa pilar visar grundvattnets bedömda flödesriktning i isälvsavlagringen.

Grundvatten i jord förekommer i två akvifärer (grundvattenmagasin) som separeras av lera. Det undre magasinet förekommer i friktionslagret och betraktas som ett slutet magasin överlagrat av tätande lera. I randområdet där leran tunnas ut och upphör övergår magasinet till ett öppet magasin. Vid förekomst av isälvsmaterial och föroreningsproblematik kan frågeställningar om grundvattenskydd bli aktuellt. Grundvattenbildning sker i huvudsak inom magasinets randzoner, dvs i övergången mellan lera, friktionsjord och berg.

Övre grundvattenmagasin avser grundvatten i fyllnadsmaterial ovanpå lerlagret. De utgör vanligen mindre och lokala förekomster med olika vattenförande egenskaper. Vid förekomst av föroreningar i mark kan övre magasin omfattas av föroreningsproblematik. Grundvattenbildningen sker i huvudsak genom direkt nederbörd eller en i urban miljö genom läckande ledningar.



Grundvattengradienten är generellt flack till mycket flack i området och återspeglas i stor grad av den flacka topografin. Den allmänna flödesriktningen bedöms vara sydvästlig eller sydlig med avrinning mot Uppsala åsen. **Figur 4** redovisar en schematisk profil av jordlagerförekomsten mellan Tycho Hedéns väg och Fyrisån, vilken antyder att isälvsmaterial kan förekomma i området vid Almtuna skola.

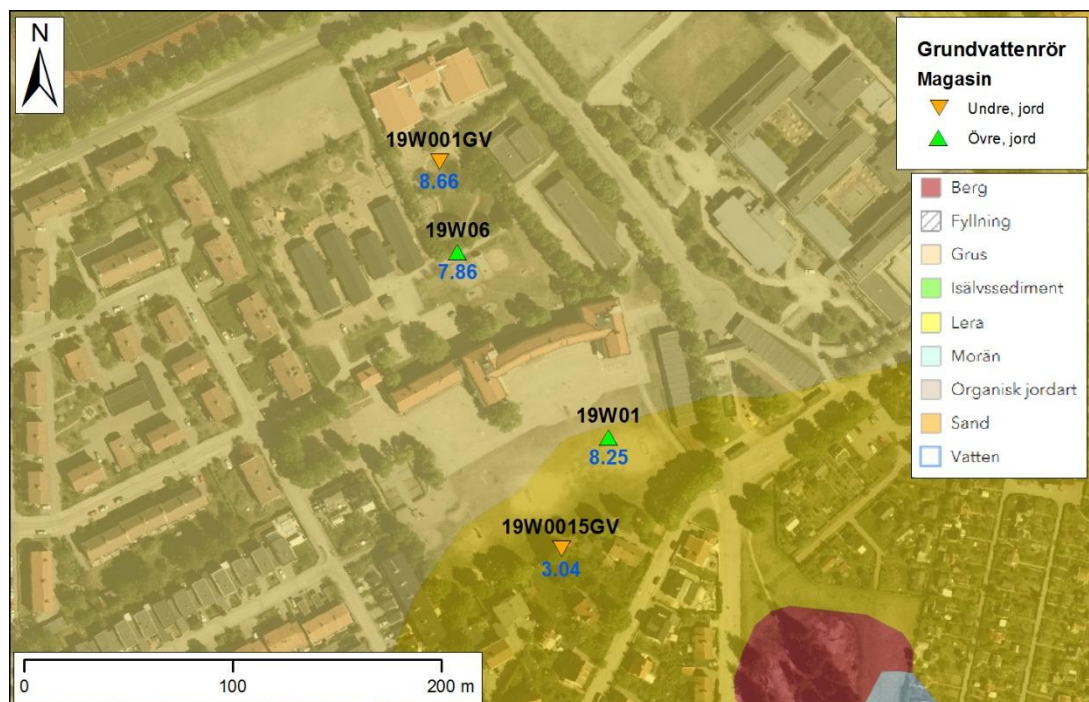


**Figur 4:** Geologisk tvärsektion med redovisad jordlagerföljd utifrån 3D-modell av Uppsalaåsen. Grön färg markerar isälvsformationens utbredning under leran (gul färg). Notera att omvända väderstreck råder. Källa: SGU-kartverktyg (2019)

## 5.2 UTFÖRDA FÄLTUNDERSÖKNINGAR

Grundvattenrör har installerats i punkt 19W001GV och 19W015GV. Båda rören är nerdrivna till friktionsmaterialet och mäter således trycknivån i undre jordmagasin. Trycknivån har uppmätts vid två tillfällen till mellan +8,3 - 9,0 respektive +2,9 - 3,2, vilket innebär en högsta grundvattenyta på 0,9 m respektive 5,8 m under markytan. Trycknivån mellan rören uppvisar stor avvikelse trots relativt närliggande installationer. Detta kan bero på att rörens filter är installerade på olika djup och mäter således olika geologiska formationer.

I samband med de miljötekniska markundersökningarna installerades två grundvattenrör i fyllnadsmaterialet ovanpå leran. Rören är av typen miljörör med benämningarna 19W01 och 19W06 avsedda för vattenkemiprovtagning. Nivåerna har avlästs till +8,25 och 7,86 vilket motsvarar mellan 1,4 – 1,6 m under befintlig markyta. **Figur 5** redovisar installerade grundvattenrör tillsammans med SGU:s jordartskarta inom undersökningsområdet.

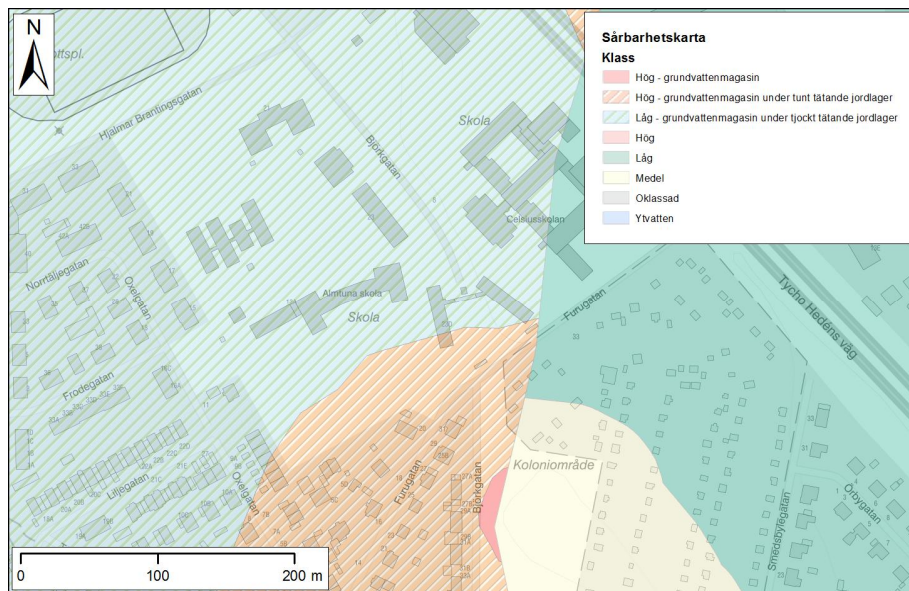


**Figur 5:** Installerade grundvattenrör och medelgrundvattennivåer. Förekomst av ytliga jordarter enligt SGU-jordartskartan.

### 5.3 GRUNDVATTENSKYDD

Området ligger inom vattenskyddsområde och omfattas av MKN (Miljökvalitetsnormer) för grundvattenskydd enligt VISS. Statusklassning för den utpekade vattenförekomsten Sävjaån-Samnan (ID WA23980703) avser både kvantitativ och kvalitativ status, där kvantitativ status och kemisk status har klassats som god med undantag avseende PFAS 11.

Grundvattnets sårbarhet har studerats med hjälp av Uppsala kommuns kartverktyg (se **Figur 6**). Underlaget visar att berörd fastighet till största delen ligger inom ett område klassificerat som låg känslighet för grundvattenpåverkan till följd av tjockt tätande jordlager. Den sydöstra och södra delen av området tangerar dock ett område med hög sårbarhet där de tätande jordlagren är tunnare.



Figur 6: Utdrag ur sårbarhetskartan, Uppsala kommun kartverktyg (2019-09-24).

## 6 GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER

Byggnaderna föreslås bli grundlagda med slagna pålar. Pålarna bör slås ned till pålstopp i friktionsjord, som för norra byggnaden bedöms vara ca 17 meter under markytan och södra byggnaden vid ca 15–16 meter under markytan.

Den, i vissa delar tjocka fyllningen, bedöms inte vara ett problem vid nedslagning av pålar.

Hänsyn till marksättningar vid nybyggnation av anläggningar som inte grundläggs med pålar bör tas, exempelvis hårdgjorda ytor.

Tjälproblem bör beaktas då fyllningen vid marknivån har en tjälfarlighetsklass på 3–4.

Om schaktning ska ske i området bör geoteknisk sakkunnig kontaktas vid framtagande av schaktplan.

### 6.1 ALTERNATIV GRUNDLÄGGNING

Om det bedöms olämpligt att påla i området kan alternativa grundläggningsmetoder detaljstuderas. Möjligen kan en alternativ lösning tas fram men sannolikt krävs då en ändrad utformning av byggnaderna för att minska belastningen på marken. En detaljerad utredning i samråd med bland annat konstruktör och arkitekt krävs för att ta fram relevanta förslag.

## 7 KONTROLL

Kontroll ska utföras enligt rapport BFS 2011:10 EKS8§13-16 samt enligt Eurocode 7-2 kap 2.5 Kontroll.

Utökade kontroller för detta fall omfattar:

- Schaktbottenbesiktning när schakt för grundläggning är utförd
- Stoppslagskriterier bör uppfyllas, dokumenteras i dagbok samt att egenkontroller bör utföras
- Stötvågs mätning
- Verifiering av bärförmåga
- Kontroll om falskt pålstopp, efterslagning
- Riskanalys omfattande bland annat vibrationskontroll för berörda fastigheter i området bör utföras innan pålningsarbetet påbörjas

## 8 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

### 8.1 ALLMÄNT

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| Typ av geoteknisk konstruktion | Pålgrundläggning        |
| Säkerhetsklass                 | Bestäms av konstruktör  |
| Geoteknisk kategori            | GK2                     |
| Laster och lasteffekter        | Beräknas av konstruktör |
| Påltyp                         | Slaga betongpålar       |

### 8.2 DIMENSIONERANDE JORDEGENSKAPER FÖR PÅLGRUNDLÄGGNING

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

$\gamma_m$ , partialkoefficient, enligt *tabell 1* nedan.

**Tabell 1:** partialkoefficienter,  $\gamma_m$

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| Materialegenskap         | $\gamma_m$ |
| Skjuvhållfasthet, $\tau$ | 1,5        |
| Tyngd, $\gamma$          | 1,0        |

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

$\eta$ , omräkningsfaktor, enligt *tabell 2 och 3* nedan.

**Tabell 2:** Valda  $\eta$ -faktorer kohesionsjord för planerade byggnaden norr om befintlig skola:

| Delfaktor                  | Värde för $\tau$ | Värde för $\gamma$ | Värde för M | Motiv till valda $\eta$ -faktorer:                         |
|----------------------------|------------------|--------------------|-------------|--|
| $\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4$ | 0,9              | -                  | -           | Normal omfattning, CPT + Vim, mindre spridning på resultat |
| $\eta_5\eta_6$             | 1,0              | -                  | -           |  |
| $\eta_7\eta_8$             | -                | -                  | -           | *Väljs av konstruktör                                      |
| $\eta_{tot}$ (prod)        | -                | 1,0                | 1,0         |  |



**Tabell 3:** Valda  $\eta$ -faktorer kohesionsjord för planerade byggnaden söder om befintlig skola:

| Delfaktor                  | Värde för $\tau$ | Värde för $\gamma$ | Värde för M | Motiv till valda $\eta$ -faktorer: |
|----------------------------|------------------|--------------------|-------------|------------------------------------|
| $\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4$ | 0,85             | -                  | -           | Normal omfattning, CPT + Vim       |
| $\eta_5\eta_6$             | 1,0              | -                  | -           |                                    |
| $\eta_7\eta_8$             | -                | -                  | -           | *Väljs av konstruktör              |
| $\eta_{tot}$ (prod)        | -                | 1,0                | 1,0         |                                    |

Jordens egenskaper och hållfasthet beskrivs i tabellerna nedan, se *Tabell 4 och 5*.

**Tabell 4:** Dimensionerande skjuvhållfasthet för kohesionsjord för planerade byggnaden norr om befintlig skola:

| Nivåer, djup från markytan | Egenskaper              | Värderat medelvärde, $\tau_{fu}$ | Karakteristiskt värde*, $\tau_{fu}$ | Dimensionerande värde*, $\tau_{fu}$ |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 0–2                        | Fyllning/torrskorpelera | **                               | _***                                | _***                                |
| 2–5                        |                         | 18 kPa                           | -                                   | -                                   |
| 5–7                        |                         | 23 kPa                           | -                                   | -                                   |
| 7–12                       |                         | 28 kPa                           | -                                   | -                                   |

\*väljs av konstruktör, \*\* ej framtaget

**Tabell 5:** Dimensionerande skjuvhållfasthet för kohesionsjord för planerade byggnaden söder om befintlig skola:

| Nivåer, djup från markytan | Egenskaper                         | Värderat medelvärde, $\tau_{fu}$ | Karakteristiskt värde*, $\tau_{fu}$ | Dimensionerande värde*, $\tau_{fu}$ |
|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 0–2                        | Fyllning/torrskorpelera            | **                               | _***                                | _***                                |
| 2–3                        | Övergång mellan fyllning till lera | 31 kPa                           | -                                   | -                                   |
| 3–5                        |                                    | 22 kPa                           | -                                   | -                                   |
| 5–7                        |                                    | 32 kPa                           | -                                   | -                                   |
| 7–11                       |                                    | 34 kPa                           | -                                   | -                                   |

\*väljs av konstruktör, \*\* ej framtaget

### 8.3 DIMENSIONERANDE GRUNDVATTEN

Grundvattnet har utifrån grundvattenobservationer i öppna rör satts till ca 1–2 meter under markytan.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. [wsp.com](http://wsp.com)

### WSP Stab

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
WSP.COM

