

PM GEOTEKNIK  
HULJE ÖSTRA



2020-07-09

UPPDRAG 304242, Hulje Östra - Översiktlig geoteknisk undersökning

Titel på rapport: PM Geoteknik, Hulje Östra

Status:

Datum: 2020-07-09

#### MEDVERKANDE

Beställare: Mjölby kommun

Kontaktperson: Marika Tano

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Hanna Fritzson

Handläggare: Julia Kristiansson

Kvalitetsgranskare: Andreas Alpkvist

#### REVIDERINGAR

Revideringsdatum 2020-08-21

Handläggare:

Julia Kristiansson

---

Datum: 2020-07-09

Handlingen granskad av:

Andreas Alpkvist

---

Datum: 2020-07-09

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|       |                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------|----|
| 1     | OBJEKT OCH ÄNDAMÅL .....                          | 4  |
| 1.1   | PLANERAD BYGGNATION .....                         | 5  |
| 2     | UNDERLAG FÖR PM .....                             | 5  |
| 3     | UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR.....                       | 5  |
| 4     | MARKFÖRHÅLLANDEN.....                             | 5  |
| 4.1   | YTBESKAFFENHET OCH BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER..... | 5  |
| 4.2   | TOPOGRAFI .....                                   | 7  |
| 4.3   | JORDART OCH JORDDJUP .....                        | 7  |
| 4.3.1 | NORRA OMRÅDET .....                               | 8  |
| 4.3.2 | ÖSTRA OMRÅDET .....                               | 8  |
| 4.3.3 | SYDVÄSTRA OMRÅDET .....                           | 9  |
| 4.4   | HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....                 | 9  |
| 5     | HÄRLEDDA VÄRDEN.....                              | 10 |
| 5.1   | UTVÄRDERING .....                                 | 11 |
| 6     | MARKRADON .....                                   | 11 |
| 7     | STABILITET OCH SÄTTNINGAR.....                    | 12 |
| 8     | REKOMMENDATIONER.....                             | 12 |
| 8.1   | INLEDNING.....                                    | 12 |
| 8.2   | GRUNDLÄGGNING .....                               | 13 |
| 8.2.1 | NORRA OMRÅDET .....                               | 13 |
| 8.2.2 | ÖSTRA OMRÅDET .....                               | 13 |
| 8.2.3 | SYDVÄSTRA OMRÅDET .....                           | 13 |
| 8.3   | SCHAKTARBETEN OCH Fyllningsarbeten .....          | 14 |
| 8.4   | LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN (LOD).....    | 14 |

## BILAGOR

| Beteckning                                                | Datum      |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| Bilaga 1 – Utvärderad friktionsvinkel och E-modul, Tyréns | 2020-06-25 |

## TILLHÖRANDE DOKUMENT/HÄNVISNINGAR

| Beteckning                         | Datum      |
|------------------------------------|------------|
| MUR Geoteknik, Hulje Östra, Tyréns | 2020-07-09 |

## INLEDNING

Detta PM skall ej utgöra del av förfrågningsunderlag eller bygghandling. Sammanställning av tidigare och nu utförda undersökningar redovisas i en separat rapport MUR, Markteknisk undersökningsrapport.

## 1 OBJEKT OCH ÄNDAMÅL

På uppdrag av Mjölby kommun har Tyréns utfört geoteknisk utredning i östra Hulje, nordväst om Mjölby tätort. Aktuella fastigheter för utredningen är Hulje 8:1, Hulje 8:3, Hulje 8:23 samt Omlastaren 4 och Omlastaren 12. I samband med den geotekniska undersökningen utfördes även kompletterande miljöundersökning avseende PFAS, denna undersökning redovisas i PM kompletterande PFAS-utredning Hulje Östra, Tyréns. Ungefärlig utbredning av undersökningsområdet markeras med rött i figur 1.

Syftet med den geotekniska utredningen är att ge underlag avseende de geotekniska förhållandena inför planläggning av undersökningsområdet.

Uppdragsansvarig för Tyréns är Hanna Fritzson och handläggande geotekniker är Julia Kristiansson.



Figur 1. Ungefärlig utbredning av undersökningsområdet markerat med rött (Google maps).

### 1.1 PLANERAD BYGGNATION

Mjölby kommun undersöker möjligheterna att planlägga ett höglager samt lager/logistikbyggnad inom undersökningsområdet. Höglagret planeras med en byggnadshöjd om 35 m och en byggnadsarea om 1 000 m<sup>2</sup> och lager/logistikbyggnad planeras med en byggnadshöjd om 15 m och en byggnadsarea om 35 000 m<sup>2</sup>. Även hårdgjord yta för transporter planeras intill lagerbyggnaden.

## 2 UNDERLAG FÖR PM

- 1) Grundkarta i DWG-format, tillhandahållet av beställaren.
- 2) MUR (Markteknisk undersökningsrapport) Geoteknik, Hulje Östra, Tyréns daterad 2020-07-10.
- 3) SGU:s jordarts- och jorddjupskarta ([www.sgu.se](http://www.sgu.se)).

## 3 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

De geotekniska undersökningarna utfördes under perioden 25 till 28 maj samt 1 juni 2020. Utförda undersökningar redovisas i separat handling MUR Geoteknik, Hulje Östra.

## 4 MARKFÖRHÅLLANDEN

### 4.1 YTBESKAFFENHET OCH BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER

Undersökningsområdets ytbeskaffenhet varierar över området där olika verksamheter nyttjar olika delar av fastigheterna. I områdets norra delar (del av Hulje 8:1) förekommer ett stort, öppet landskap med mindre växtlighet och sandfält som bland annat nyttjas som övningsfält av olika fordon. Områdets centrala delar (Omlastaren 4) nyttjas av räddningstjänsten och består till stor del av asfalterade ytor med mindre verksamhetslokaler. Områdets södra del (Omlastaren 12) används idag som återvinningsstation där restavfall återfinns i placerade högar eller i större containrar. Undersökningsområdets östra delar (Hulje 8:3 och del av Hulje 8:23) är ett kuperat landskap med skog och annan naturlig växtlighet i kontakt med grusbelagda vägar och stigar. Området tycks användas till stor del av tvåhjulsfordon där olika hinder är utplacerade.



Figur 2. Foto taget över den norra delen av området.



Figur 3. Foto taget över den södra delen av området.



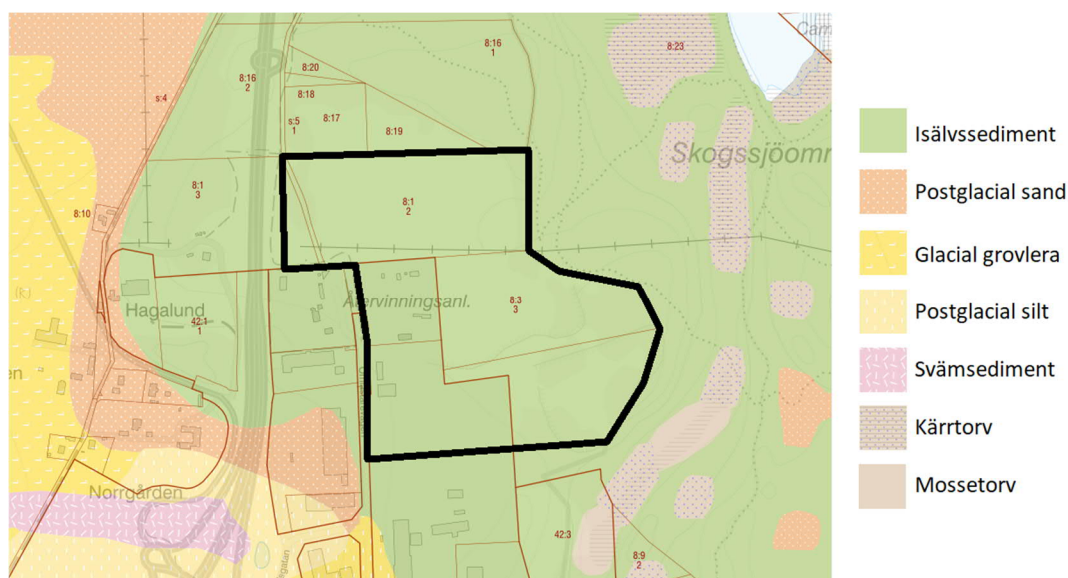
Figur 4. Foto taget inom den östra delen av området.

#### 4.2 TOPOGRAFI

Marken i området varierar mellan mer plana ytor till ett kuperat landskap med högre höjder och lägre sänkor. Marknivån ökar generellt mot områdets östra och norra gräns. Marknivån mellan inmätta undersökningspunkter varierar mellan ca +120 och +137 (RH 2000).

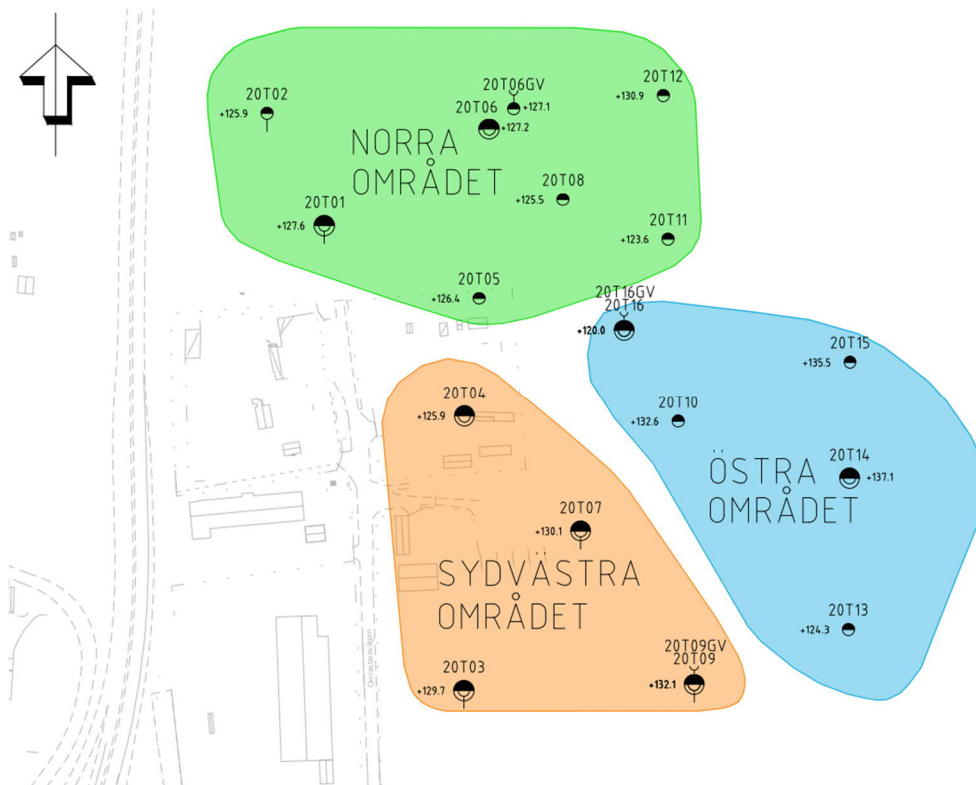
#### 4.3 JORDART OCH JORDDJUP

Enligt SGU:s jordartskarta består de ytliga jordlagren i området av isälvssediment med närhet till postglacial sand, glacial grovlera samt glacial- och postglacial silt (Figur 5). Enligt SGU:s jorddjupskarta förekommer jordmaktigheter om ca 5 till 20 m.



Figur 5. Ungefärligt undersökningsområde markerat med svart på SGU:s jordartskarta (Geokartan, [www.sgu.se](http://www.sgu.se)).

Efter utförda undersökningar kan undersökningsområdet generaliseras i tre olika delområden som förklaras vidare nedan. De olika delområdena tyds enligt Figur 6.



Figur 6. Översigtsbild för det norra-, östra och sydvästra delområdet.

#### 4.3.1 NORRA OMRÅDET

Består av borrhöjningspunkt 20T01, 20T02, 20T05, 20T06, 20T08, 20T11 och 20T12.

Jordlagerföljden består av finsand/siltig finsand med hög fasthet där siltlager påträffas ytligt i jordlagerföljden. Siltlagren har en något lägre fasthet. Sanden fortsätter ned mellan ca 1 till 12 m under markytan och övergår sedan till fastare lagrad friktionsjord eller morän. Jordmättigheten ökar österut inom delområdet där sondering har avslutats utan stopp vid ca 27 m under markytan vilket motsvarar ca +104. Västerut i området har stopp nåtts mot sten, block eller berg vid ca 1 m under markytan.

#### 4.3.2 ÖSTRA OMRÅDET

Består av borrhöjningspunkt 20T10, 20T13, 20T14, 20T15 och 20T16.

Delområdet är kuperat med höjder och sänkor och därav svårare att generalisera. Jordlagerföljden beskrivs i huvudsak som lagrad av grusig sand och silt som övergår till sandig siltmorän/siltig sandmorän vid ca 1,5 m under markytan. Väster i delområdet förekommer fyllning (borrhöjningspunkt 20T10 och 20T16). Skruvprovtagning har ej utförts i borrhöjningspunkt 20T10 vilken befinner sig på en högre höjd, dock tolkas fyllningsmassor förekomma mellan ca 1,5 till 7 m där stor mättighet finns i den högre höjden som ej tolkas naturligt avlagrad.

Sondering har avslutats utan att stopp erhöletts vid ca 15 m under markytan vilket motsvarar ca +105.

#### 4.3.3 SYDVÄSTRA OMRÅDET

Består av borrhål 20T03, 20T04, 20T07 och 20T09.

Jordlagerföljden i området tolkas som stor förekomst av fyllningsmassor med underliggande finare sediment såsom lera och silt. Fyllning förekommer på ett varierat djup ned till ca 0,5 till 4 m under markytan. Under fyllningen följer siltig lera/lera med siltskikt som vid grunda djup har en torrskorpekaraktär. Leran överlagrar finsandig silt som övergår till siltig finsand vid ca 3 till 4 m under markytan.

Stopp har erhållits mellan ca 4 till 15 m under markytan. Djupare sondering har enbart utförts i samband med installation av grundvattenrör ned till fast lagrad jord där sondering avslutades vid ca 17 m under markytan.

#### 4.4 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Tre grundvattenrör installerades i området den 28 maj samt 1 juni. I samband med rensning av rören den 8 juni 2020 inför den miljötekniska provtagningen avlästes grundvattenrören innan rensningen. Dagen därefter, 9 juni 2020, utfördes avläsning på nytt av rören i samband med platsbesök. I de rör där rensning utförts hade nivån ej återställts där den äldre avläsningen tolkas representera korrekt grundvattennivå för området.

I de två resterande grundvattenrören kunde ej avläsning utföras då grundvattenrören var torra vid båda tillfällena. Grundvattennivån i dessa delar tycks ligga djupare än ca +118 vilket motsvarar ca 9,5 till 14 m under markytan.

Tabell 1. Avläsning grundvattnets trycknivå.

| Borrpunkt benämning | Datum avläsning | Kommentar avläsning      | Grundvattnets trycknivå [RH2000] | Djup under markytan |
|---------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 20T06GV             | 2020-06-08      | Torrt                    | < +117,7                         | >9,4 m              |
|                     | 2020-06-09      | Torrt                    | < +117,7                         | >9,4 m              |
| 20T09GV             | 2020-06-08      | Torrt                    | < +118,0                         | >14,2 m             |
|                     | 2020-06-09      | Torrt                    | < +118,0                         | >14,2 m             |
| 20T16GV             | 2020-06-08      | Avläsning innan rensning | +118,0                           | 1,8 m               |
|                     | 2020-06-09      | Avläsning efter rensning | +116,7                           | 3,3 m               |

## 5 HÄRLEDDA VÄRDEN

Liksom terräng, jordart och användningsområde varierar området i hänsyn till utvärderade värden. Friktionsvinkel och E-modul kommer därför redovisas för respektive delområde i Bilaga 1.

I bilaga 1, kapitel 1, 2 och 3 för respektive delområde norra, östra och sydvästra visas beräknad friktionsvinkel och E-modul utvärderade med empiriska erfarenhetsvärden med ledning av jordart och uppmätt sonderingsmotstånd vid utförd hejarsondering (Hfa) enligt TR Geo kapitel 5.2.3.8.1 respektive kapitel 5.2.3.5.2. Jordart för respektive m under markytan och borrpunkt har tolkats med stöd av utförd skruvprovtagning i samma punkt. Där djupare sondering än utförd skruvprovtagning förekommer eller där skruvprovtagning saknas har antagen jordart tolkats utifrån sonderingsmotstånd och närliggande skruvprovtagning. Följande valda värden har tolkats för respektive delområde enligt tabell 3, 4 och 5. Dock ska valda värden ej användas för annan projektering utan att kompletterande undersökning utförts objektspecifikt inför byggnation.

Tabell 2. Valda värden för det norra delområdet.

| Jordart                              | Djup   | Friktionsvinkel | E-modul | Relativ fasthet |
|--------------------------------------|--------|-----------------|---------|-----------------|
| Siltig finsand/finsand med siltskikt | 0–4 m  | 34°             | 15 MPa  | Låg             |
| Sand/fastare lagrad friktionsjord    | 4–22 m | 37°             | 35 MPa  | Hög             |

Tabell 3. Valda värden för det östra delområdet.

| Jordart                           | Djup  | Friktionsvinkel          | E-modul                       | Relativ fasthet |
|-----------------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Fyllning <sup>1</sup>             | 0–2 m |                          |                               |                 |
| Sand/fastare lagrad friktionsjord | 2–8 m | 32 °(+0,5 °/m, max 35 °) | 20 MPa (+3 MPa/m, max 38 MPa) | Låg - medelhög  |

<sup>1</sup>Stora fyllningsmassor förekommer i 20T10 som ej är intolkad i valt värde för det östra delområdet.

Tabell 4 Valda värden för det sydvästra delområdet.

| Jordart                         | Djup   | Friktionsvinkel          | E-modul                     | Relativ fasthet |
|---------------------------------|--------|--------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Fyllning                        | 0–2 m  | -                        | -                           | -               |
| Lera                            | 2–3 m  | -                        | -                           | -               |
| Finsandig silt                  | 3–4 m  | 31 °                     | 10 MPa                      | -               |
| Siltig finsand                  | 4–5 m  | 32 °                     | 15 MPa                      | -               |
| Fastlagrad friktionsjord /morän | 5–15 m | 33 °(+0,5 °/m, max 38 °) | 20 MPa(+3 MPa/m, max 50MPa) | -               |

## 5.1 UTVÄRDERING

Vid skruvprovtagning inom det östra och sydvästra delområdet har fyllningsmassor påträffats. Då fyllningen är heterogen har ej antagna valda värden tagit hänsyn till dessa djup och punkter eftersom fyllningens egenskaper är svåra att fastställa. Detta gäller borrhål 20T10.

## 6 MARKRADON

Markradonmätning har utförts i fyra undersökningspunkter översiktligt placerade över undersökningsområdet. I tabell 5 redovisas mätvärden från utförd mätning samt gränsvärden från Byggeforskningsrådet 1998. Efter utförd undersökning visar mätvärdena att marken inom planområdet kan klassas som låg- till högradonmark där det lägsta värdet erhållits i den nordvästra delen av området och det högsta värdet i den sydöstra delen av området. En kompletterande markradonmätning rekommenderas att utföras i samband med framtida byggnation inom varje byggnadsverk för att verifiera radonklass.

Nybyggnad som uppförs inom ett område med normalradonmark ska utföras som radonskyddande.

Nybyggnad som uppförs inom ett område med högradonmark ska utföras som radonsäkra.

Tabell 5. Resultat av markradonmätning med radonmarkklassificering (Bygghälsöförsöksrådet, 1988).

| Provpunkt<br>benämning | Radonhalt i<br>jordluften<br>[kBq/m <sup>3</sup> ] | Radonmarkklassificering | Rekommenderat<br>radonskydd för<br>nybyggnad |
|------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|
| 20T02                  | 9                                                  | Lågradonmark            | Inga                                         |
| 20T04                  | 44                                                 | Normalradonmark         | Radonskyddande                               |
| 20T11                  | 49                                                 | Normalradonmark         | Radonskyddande                               |
| 20T13                  | 91                                                 | Högradonmark            | Radonsäkert                                  |

## 7 STABILITET OCH SÄTTNINGAR

Aktuellt undersökningsområde består av planare ytor i kontakt med ett mer naturligt kuperat landskap. Inom delar av området tycks marknivån idag ändras av människan i form av nya stigar/vägar för framförallt fordon samt tillförande av nya återvinningsmassor. Stabilitet i deponeringsupplag har ej bedömts i denna studie eftersom dessa kontinuerligt kan ändras.

Marknivån mellan undersökningspunkterna varierar mellan ca +120 och +137 där de lägst- och högst belägna undersökningspunkterna ligger inom det östra delområdet där framförallt fyllningsjord och friktionsjord förekommer. Med dagens nivåer föreligger ingen risk för ras eller skred, dock ska hänsyn tas vid ny byggnation eller förändring av marknivån för att beakta stabiliteten.

Vid byggnation eller ändring av befintliga marknivåer där det i dag förekommer stora marknivåskillnader bör en geoteknisk granskning utföras för att bedöma om en stabilitetsutredning är nödvändig. Detta ska utföras då byggnadens- och/eller markens utformning är fastställd.

Med avseende på områdets storlek i förhållande till antalet provtagningspunkter och avstånden där emellan kan sättningsberäkningar endast utföras översiktligt. Sättningsberäkningar är utförda med valt värde för E-modul angivet i tabell 2–4. En antagen lastökning om 50 kPa ger en ungefärlig sättning om ca 5 cm i förekommande sand- och siltjordar. Sättningsberäkning är inte utförd för förekommande fyllning då egenskaperna för denna är svåra att fastställa. I förekommande sand- och siltjordar kan sättningar förväntas i takt med ökad last och uppkommer momentant vid belastning.

Sättningsberäkning har ej utförts för förekommande lera i det sydvästra delområdet då dess sättningsegenskaper är svåra att fastställa. Leran tolkas dock inte som särskilt sättningsbenägen men viss långtidssättning kan ändå förväntas.

## 8 REKOMMENDATIONER

### 8.1 INLEDNING

Inom det undersökta området varierar jordlagerföljden från friktionsjordar till lerjordar med okontrollerad fyllning. Den norra delen av området har goda geotekniska förutsättningar för vidare exploatering. Dock förekommer lösare jordarter i den östra och sydvästra delen av undersökningsområdet där exploatering kan bli kostsammare för de anpassningar området geotekniskt kräver med olika typer av grundläggning.

Planerad byggnation sträcker sig över samtliga tre delområden, detta medför anpassningar i grundläggningen för att åstadkomma att skadliga sättningar och differentialsättningar inte uppstår.

Kombination av olika sorters grundläggning och val av pålar kan vara kostsamt för respektive byggnadsverk där grundläggningskostnad för stora byggnadsverk inom det norra delområdet tordes vara lägre jämförbart med grundläggning över de tre delområdena. Detta med hänsyn till rekommenderade grundläggningsval samt variation av marknivå och förekomst av okontrollerad fyllning.

För att hålla ner grundläggningskostnaden rekommenderas att det östra och sydvästra området används för enklare byggnation.

Inför byggnation ska objektspecifik undersökning utföras när last och utformning av byggnad är fastställd.

## 8.2 GRUNDLÄGGNING

### 8.2.1 NORRA OMRÅDET

Grundläggning inom den norra delen av området kan sannolikt utföras med ytlig grundläggning för enklare byggnation med mindre laster. Ett höglager med en byggnadshöjd om 35 m bidrar dock med en hög belastning till marken där pålgrundläggning sannolikt krävs för att undvika att skadliga sättningar uppstår. Normalt slås pålar till fast botten, s.k. spetsbärande pålar men med hänsyn till förväntat stora jorddjup öster ut inom delområdet rekommenderas friktionspålar för dessa delar. Inom delområdets västra delar förväntas dock små jorddjup där ytlig grundläggning sannolikt kan tillämpas.

### 8.2.2 ÖSTRA OMRÅDET

Inom delar av området förekommer okontrollerad fyllning. Fyllningens innehåll är heterogent och dess egenskaper har ej kunnat fastställas. Befintlig fyllning ska därför schaktas ur inför grundläggning av byggnation och ersättas och packas enligt AMA Anläggning. Under eventuell fyllning förekommer sand och morän med låg till medelhög relativ fasthet. Grundläggning kan sannolikt utföras med ytlig grundläggning. Vid stora laster kan pålgrundläggning vara aktuellt.

Vid schaktarbeten eller förändring av befintlig marknivå ska hänsyn tas till det böljande landskapet där marknivån varierar för att säkerställa att risk för ras eller skred ej uppstår.

### 8.2.3 SYDVÄSTRA OMRÅDET

Lerans hållfasthetsegenskaper har ej utretts i denna utredning, dess egenskaper tordes dock inte vara särskilt sättningsbenägen med hänsyn till uppmätt sonderingsmotstånd. Förekommande jordar har dock lägre relativ hållfasthet jämförelsevis med resterande delar av undersökningsområdet. Vid planerad byggnation med en byggnadshöjd om 15 m krävs sannolikt pålgrundläggning med spetsburna pålar.

### 8.3 SCHAKTARBETEN OCH Fyllningsarbeten

Schaktarbeten tolkas vara aktuell för planerad byggnation för att åstadkomma en plan grundläggningsnivå. Sten, block eller berg har påträffats vid tre utförda borrhöjningar mellan ca +125 och +126. Block tolkas förekomma utspritt inom området men ej utgöra ett betydande problem vid schaktarbeten.

Grundvattennivån tolkas förekomma under +118 och kommer sannolikt ej vara ett problem vid schaktarbeten. Dock ska kontroll utföras att vatten ej påträffas i schaktgropar då förekommande isälvmaterial kan innehålla mindre lokala grundvattenmagasin.

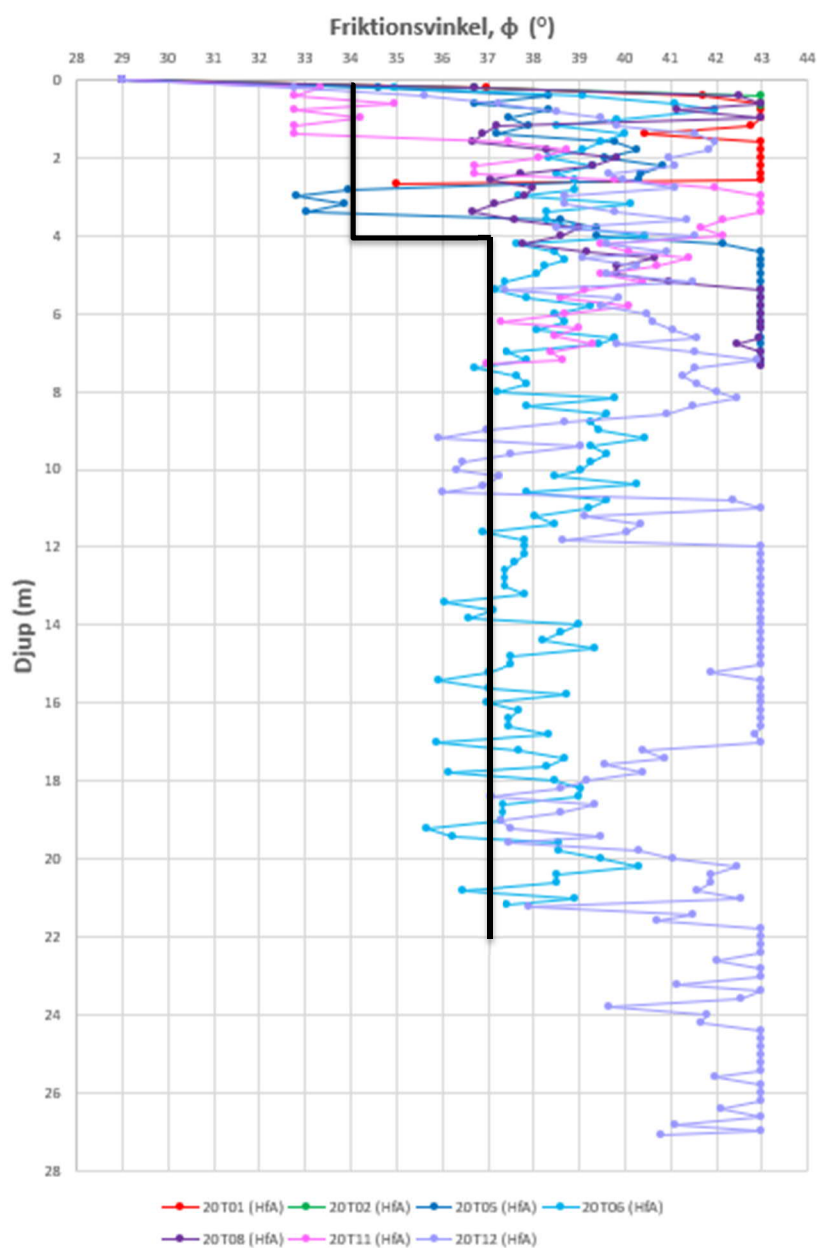
Schakt bör utföras i torrhet då förekommande siltjordar är flytbelägna vid schakt under grundvattennivå, kraftig nederbörd och vibrationer. Hänsyn ska tas till de kuperade landskapet i den östra delen av området där schaktväggar ska anpassas så lokal stabilitet i och kring schakter upprätthålls.

För att möjliggöra planerad byggnation kommer stora fyllningsmassor krävas för en plan yta vid grundläggning inom det östra delområdet. Objektspecifik undersökning krävs när byggnationens utformning är fastställd för att säkerställa stabilitet intill planerad byggnad.

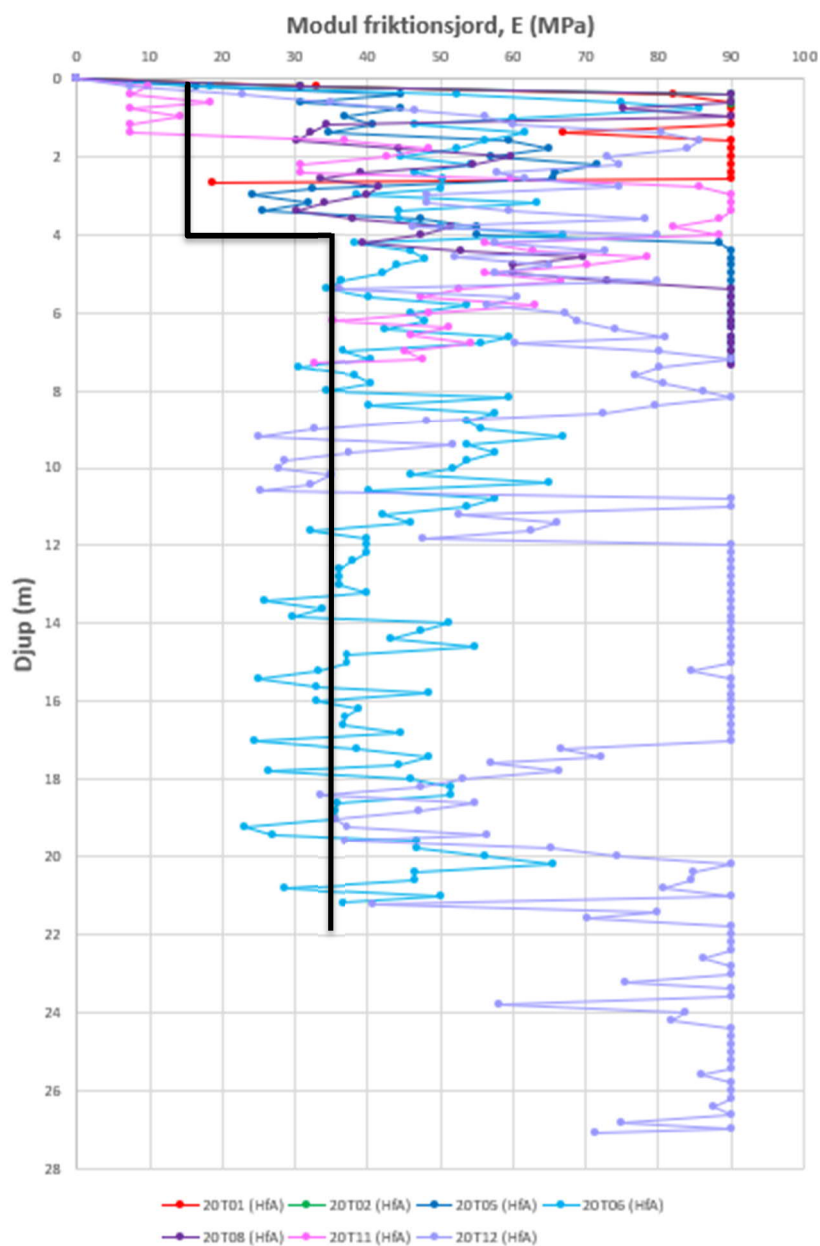
### 8.4 LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN (LOD)

Grundvattennivån ligger djupt inom området och tolkas förekomma under ca +117 till +118. Förutsättningarna för naturlig infiltration är god inom planområdet på grund av den låga grundvattennivån samt generellt grovkorniga jorden där infiltration generellt sker snabbare. Dock sker infiltration långsammare i finare jordarter såsom lera och silt som förekommer i det sydvästra delområdet under befintlig fyllning.

## 1 NORRA DELOMRÅDET

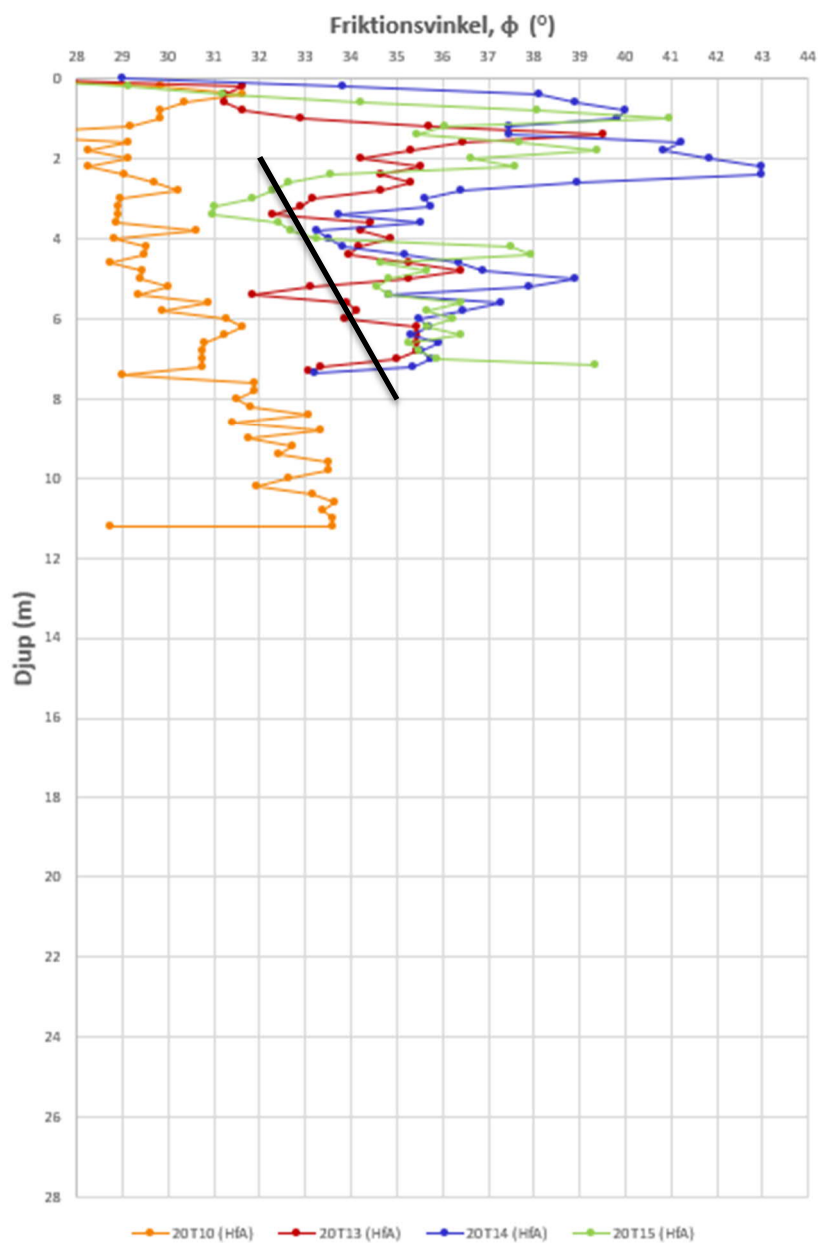


**Figur 1.** Utvärderad friktionsvinkel vid respektive m under markytan och borrhpunkt vid det norra delområdet. Valt värde tyds enligt svart linje.

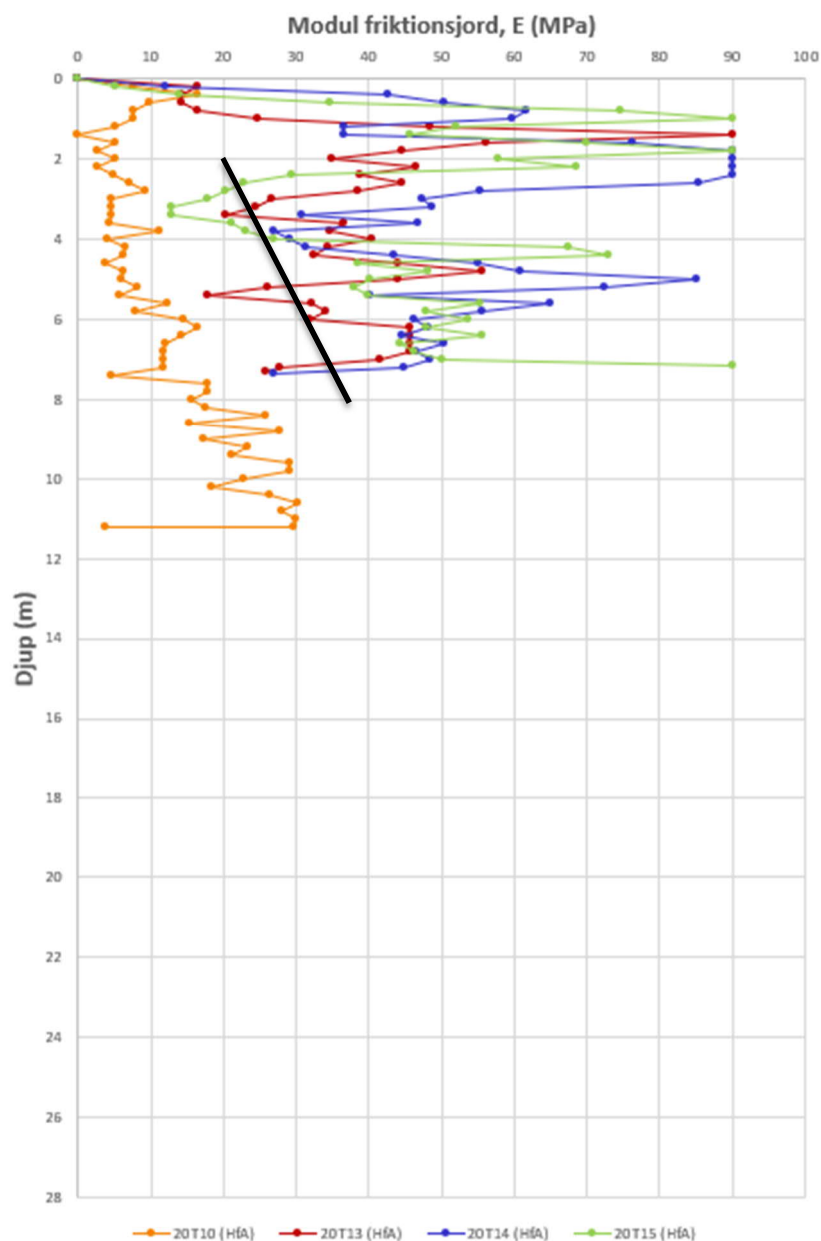


**Figur 2.** Utvärderad E-modul vid respektive m under markytan och borrhpunkt vid det norra delområdet. Valt värde tyds enligt svart linje.

## 2 ÖSTRA DELOMRÅDET

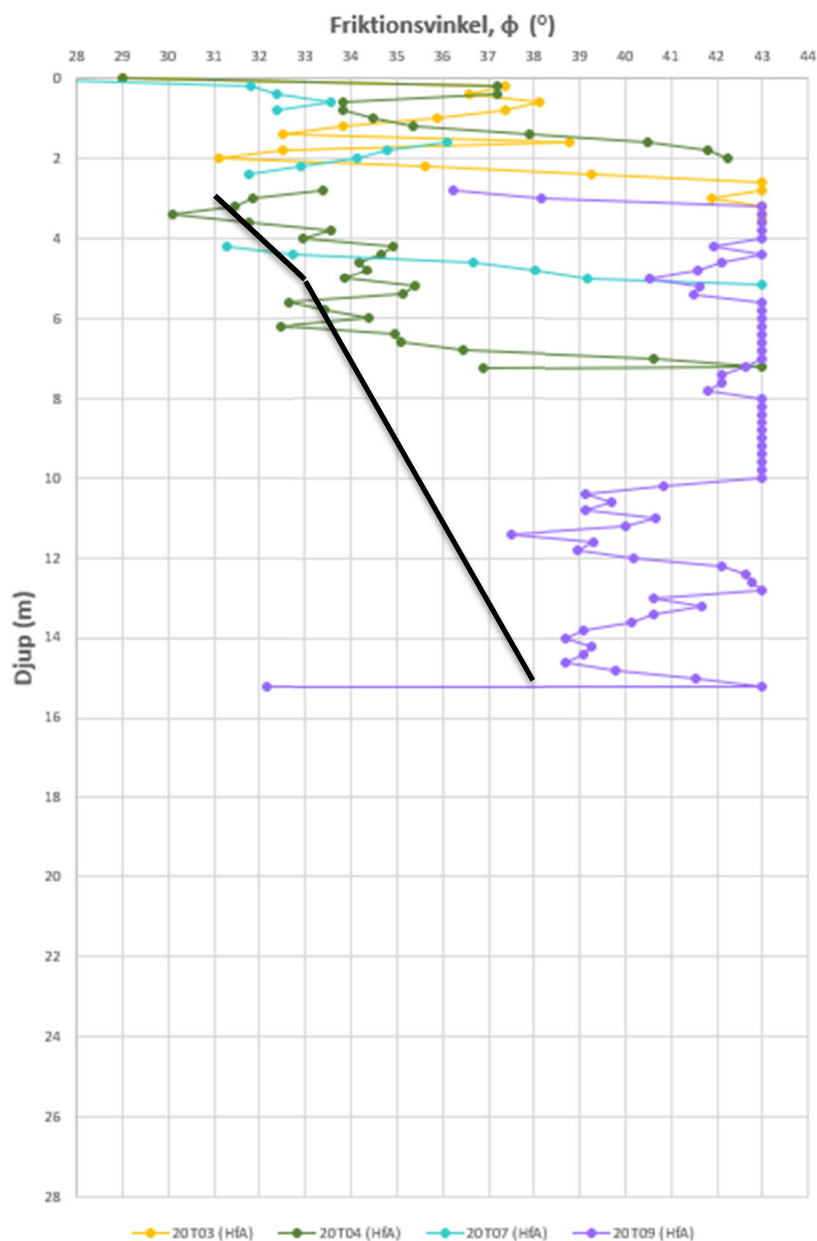


**Figur 3.** Utvärderad friktionsvinkel vid respektive m under markytan och borrhunkt vid det östra delområdet. Valt värde tyds enligt svart linje. Observera att stora fyllningsmaktigheter förekommer i borrhunkt 20T10 vilken ej är intolkad i valt värde.

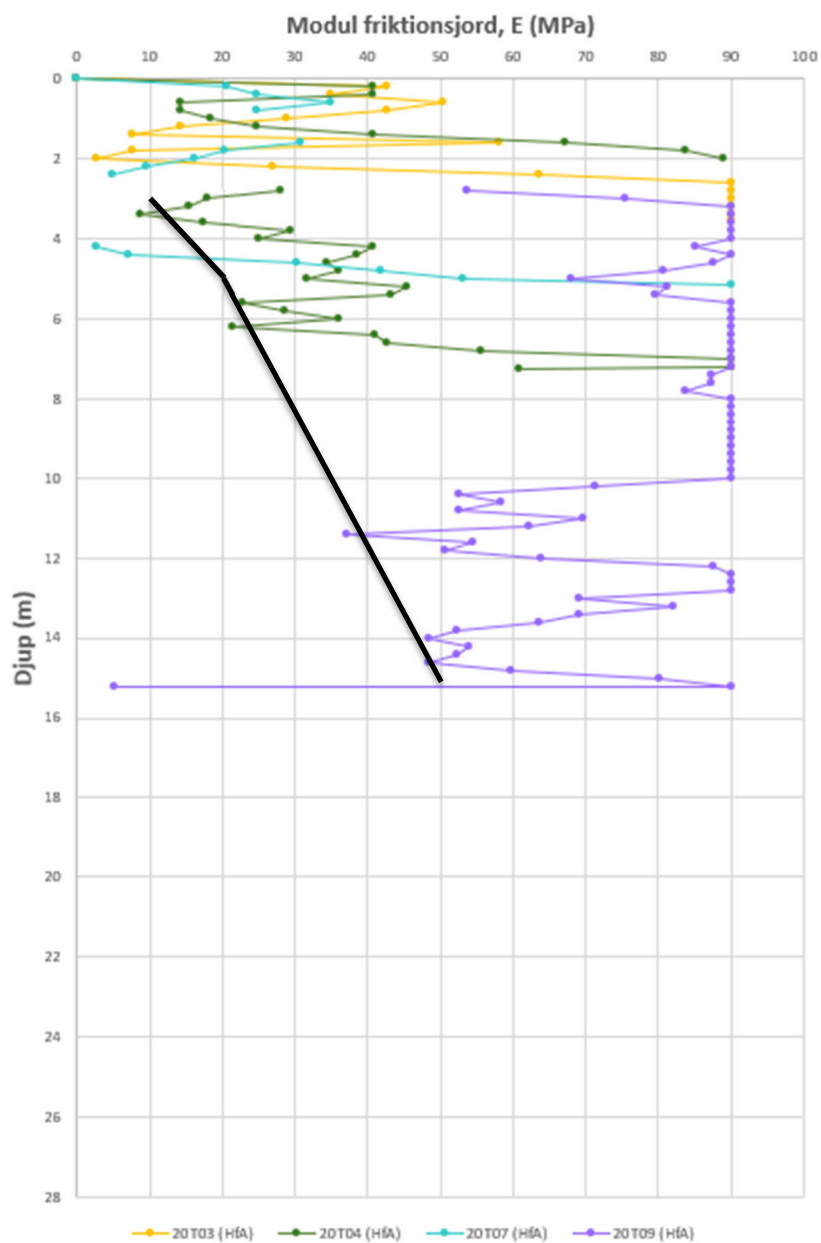


**Figur 4.** Utvärderad E-modul vid respektive m under markytan och borrhunkt vid det östra delområdet. Valt värde tyds enligt svart linje. Observera att stora fyllningsmaktigheter förekommer i borrhunkt 20T10 vilken ej är intolkad i valt värde.

### 3 SYDVÄSTRA DELOMRÅDET



**Figur 5.** Utvärderad friktionsvinkel vid respektive m under markytan och borrhypunkt vid det sydvästra delområdet. Valt värde tyds enligt svart linje.



**Figur 6.** Utvärderad E-modul vid respektive m under markytan och borrhypunkt vid det sydvästra delområdet. Valt värde tyds enligt svart linje.