

---

## PM GEOTEKNIK LULEÅ SITE

---

BESTÄLLARE: LKAB

**LKAB ReeMAP**

UPPDRAGSNUMMER: 30004966

20220331

SWECO SVERIGE AB  
LULEÅ GEOTEKNIK

UPPDRAGSLEDARE: JARD GIDLUND  
HANDLÄGGARE: ABDI HASSAN  
GRANSKARE/TEKNIKANSVARIG: ANDREAS BERGLUND

---

**Sweco**  
Gjörwellsgatan 22  
Telefon +46 (0)8 695 60 00  
Fax +46 (0)8 6956010  
www.sweco.se

Sweco Sverige AB  
Org.nr 556767-9849  
Styrelsens säte: Stockholm

**Kontaktpersonens uppgifter**  
Jard Gidlund uppdragsledare  
Stockholm  
Telefon direkt 070- 73 326 45 79  
Jard.gidlund@sweco.se

En del av Sweco-koncernen

## Ändringsförteckning

| VER. | DATUM | ÄNDRINGEN AVSER | GRANSKAD | GODKÄND |
|------|-------|-----------------|----------|---------|
|      |       |                 |          |         |

PM GEOTEKNIK LULEÅ SITE  
**20220331**  
 UPPDRAGSLEDARE: JARD GIDLUND  
 LKAB REEMAP

## Innehållsförteckning

|          |                                   |           |
|----------|-----------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>OBJEKT .....</b>               | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>OMRÅDESBESKRIVNING .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>3</b> | <b>LAYOUT .....</b>               | <b>3</b>  |
| <b>4</b> | <b>UNDERLAG.....</b>              | <b>4</b>  |
| <b>5</b> | <b>MARKFÖRHÅLLANDEN .....</b>     | <b>5</b>  |
| 5.1      | Delområde A .....                 | 6         |
| 5.1.1    | Topografi.....                    | 6         |
| 5.1.2    | Geotekniska förhållanden.....     | 6         |
| 5.1.3    | Geohydrologiska förhållanden..... | 6         |
| 5.2      | Delområde B .....                 | 7         |
| 5.2.1    | Topografi.....                    | 7         |
| 5.2.2    | Geotekniska förhållanden.....     | 7         |
| 5.2.3    | Geohydrologiska förhållanden..... | 8         |
| 5.3      | Delområde C .....                 | 8         |
| 5.3.1    | Topografi.....                    | 8         |
| 5.3.2    | Geotekniska förhållanden.....     | 8         |
| 5.3.3    | Geohydrologiska förhållanden..... | 8         |
| 5.4      | Delområde D .....                 | 9         |
| 5.4.1    | Topografi.....                    | 9         |
| 5.4.2    | Geotekniska förhållanden.....     | 9         |
| 5.4.3    | Geohydrologiska förhållanden..... | 9         |
| 5.5      | Delområde E .....                 | 10        |
| 5.5.1    | Topografi.....                    | 10        |
| 5.5.2    | Geotekniska förhållanden.....     | 10        |
| 5.5.3    | Geohydrologiska förhållanden..... | 10        |
| 5.6      | Härledda värden.....              | 10        |
| <b>6</b> | <b>STABILITET .....</b>           | <b>11</b> |
| <b>7</b> | <b>SÄTTNINGAR .....</b>           | <b>11</b> |
| 7.1      | Delområde A .....                 | 11        |
| 7.2      | Delområde B .....                 | 11        |
| 7.3      | Delområde C .....                 | 12        |
| 7.4      | Delområde D .....                 | 12        |
| 7.5      | Delområde E .....                 | 12        |
| <b>8</b> | <b>REKOMMENDATIONER.....</b>      | <b>13</b> |

|          |                          |           |
|----------|--------------------------|-----------|
| 8.1      | Delområde A .....        | 13        |
| 8.1.1    | Planerad bebyggelse..... | 13        |
| 8.1.2    | Grundläggning .....      | 13        |
| 8.1.3    | Markuppfyllnad.....      | 13        |
| 8.2      | Delområde B .....        | 14        |
| 8.2.1    | Planerad bebyggelse..... | 14        |
| 8.2.2    | Grundläggning .....      | 14        |
| 8.2.3    | Landutfyllnad.....       | 15        |
| 8.3      | Delområde C .....        | 15        |
| 8.3.1    | Planerad bebyggelse..... | 15        |
| 8.3.2    | Grundläggning .....      | 15        |
| 8.4      | Delområde D .....        | 16        |
| 8.4.1    | Planerad bebyggelse..... | 16        |
| 8.4.2    | Grundläggning .....      | 16        |
| 8.5      | Delområde E .....        | 16        |
| 8.5.1    | Planerad bebyggelse..... | 16        |
| 8.5.2    | Grundläggning .....      | 16        |
| 8.5.3    | Landutfyllnad.....       | 16        |
| 8.6      | Risakanalys.....         | 17        |
| <b>9</b> | <b>KONTROLL .....</b>    | <b>17</b> |

## BILAGOR

### BILAGA 1 HÄRLEDDA VÄRDEN

### BILAGA 2 TOLKADE SEKTIONER

## RITNINGAR

### PLANRITNING- G101 & G102

### SEKTIONRITNING- G201-G215

PM GEOTEKNIK LULEÅ SITE  
20220331  
UPPDRAGSLEDARE: JARD GIDLUND  
LKAB REEMAP

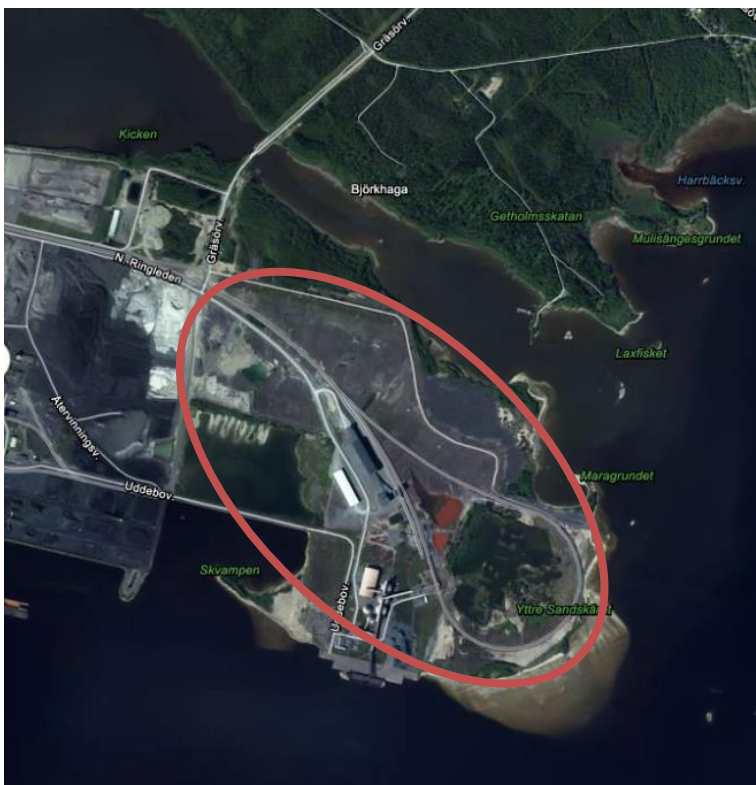
## 1 Objekt

På uppdrag av LKAB har Sweco utfört en översiktlig geoteknisk utredning inför planläggning av mark och kalkyl för framtida exploatering på SSAB-halvön i Luleå.

Syftet med detta PM är att översiktligt kartlägga de olika geotekniska förutsättningar som råder i området och därefter ge grundläggningsrekommendationer och beskriva de geotekniska säkerhetsfrågorna enligt Plan och bygglagen (PBL) inför detaljplaneskede.

Föreliggande handling är baserad på tidigare utförda undersökningar som har hämtats från Luleå kommuns Geoarkiv samt kompletterande geotekniska undersökningar utfört av Sweco Sverige AB.

Se Figur 1 för lokalisering av utredningsområdet.



Figur 1 Översiktsbild över undersökningsområdet som är markerat i rött, flygfoto från Eniro.se.

## 2 Områdesbeskrivning

Området utgörs av tidigare låglänta sand- och moränöar och vattenområden som har fyllts ut med framförallt uppmuddrat material som i huvudsak består av sand och siltig sand, se Figur 2 för landutfyllnaden. Markytan i området är relativt plan och ligger omkring +2 till +4 med några lokala sänkor, bland annat inre Skvampen och den vattenfyllda delen inom järnvägsrundningen.

Inom undersökningsområdet finns det flertal industrianläggningar, vägar, järnvägar, processdammar och farled med djupa bottenivåer. Sydöst om Inre Skvampen finns Malmhamnen som drivs av LKAB.



Figur 2: Gulmarkering visar de naturliga landmassorna innan utfyllnad (02.6.2 PM Geoteknik Malmporten Luleå).



### 3 Layout

I planeringen av det nya Reemap-projektet har Sweco Sverige AB tagit fram en övergripande layout där det planeras anlägga nya industrianläggningar, skapa nya landområden, dagvattendammar, vägar och järnvägar.

Denna layout är mestadels placerad på de tidigare låglänta morän-och sandöarna, utfyllda vattenområden och vid Malmhamnen. Vissa av de planerade anläggningar avses grundläggas på vattenområden vid Inre Skvampen och utanför järnvägsrundningen mot havssidan.



Figur 3: Layout Reemap projekt upprättad av Sweco Sverige AB.



## 4 Underlag

De befintliga geotekniska underlag som har använts i denna rapport har hämtats från Luleå kommuns Geoarkiv, det är en portal där utförare av geotekniska undersökningar kan ladda upp sina undersökningar och därmed göra de tillgängliga för andra aktörer.

Relevant information från tidigare utförda undersökningar har inarbetats i denna rapport och redovisas i planritningarna G101 och G202 samt i sektionsritningarna G201-G215.

Utförd fältundersökning 2021 av Sweco redovisas i planritning G101 och G202 samt i sektionsritningarna G201-G215.

Utöver det geotekniska underlaget har följande underlag använts:

- PM Geoteknik Underhållsdepå Svartön
- 02.6.2 PM Geoteknik Malmporten Luleå
- Layoutalternativ erhållna av Sweco (Tobias Sjöström) och Roger Larsson, LKAB som använts för att passa in utförda undersökningar mot layout.

## 5 Markförhållanden

För att beskriva de geotekniska förutsättningarna har området delats in till fem delområden, där de geotekniska undersökningarna påvisar att likartade geotekniska förhållanden föreligger, se Figur 3.



Figur 3 Indelning i delområden är baserat på de geotekniska förutsättningarna.

## 5.1 Delområde A

Bedömningarna nedan har gjorts utifrån sektionsritningar G201-G203, se planritning G101.

### 5.1.1 Topografi

Området utgörs till största del av tidigare landområde och delvis tidigare havsbotten. Utfyllnader på havsbotten har utförts i den östra delen, se Figur 2.

Marknivån vid den södra delen mellan varierar ca +3 och +4 och sluttar sedan mot norr till ca +1 och +2. Vid strandkantlinjen bedöms marknivån ligga kring +0.

I dagsläget har inga bottenlodningar utförts för att bedöma havsbottennivå. Däremot redovisar sjökort (Eniro.se) över en stor yta att havsbottennivån ligger relativt grund med en nivå på ca - 1,5.

### 5.1.2 Geotekniska förhållanden

Jordlagerföljden utgörs generellt av ca 2–4 m siltig sand som underlagas av morän. Sandmättigheten bedöms minskas mot den norra delen. Generellt bedöms den översta skikten av den siltiga sanden ca 1–2 m vara fyllning som har medelhög lagringstäthet. Under fyllningen ca 1–3 m övergår den siltiga sandens lagringstäthet till låg. Innan moränen påträffas övergår den siltiga sanden till hög lagringstäthet. I utförda jordprovtagningar bedöms moränen utgöras av siltig sandmorän och påträffas vid nivå ca -1. Moränen har en hög lagringstäthet.

I fyllningen har det noterats hyttsten och slaggprodukter.

I dagsläget har inga sonderingar utförts vid havsområdet. Från närliggande sonderingspunkter bedöms havsbotten utgöras antingen av litet lager av siltig sand som underlagas av morän eller av morän.

Inom undersökta djup 0–8,5 m har inget berg påträffats.

Enligt SGU jorrdjupskarta bedöms jorddjupet variera mellan 10-20m.

### 5.1.3 Geohydrologiska förhållanden

Enligt tidigare utförda grundvattenobservationer i grundvattenrör 33N15R och 33N10R varierar grundvattennivån mellan +2,5 och +3, vilket motsvarar ca 1 m under markytan. I den norra delen vid strandområden kan grundvattennivån ligga närmare markytan, då nivån bedöms korrelera med havsnivån.

## 5.2 Delområde B

Bedömningarna nedan har gjorts utifrån sektionsritningar G204-G206, se planritning G102. Mellan sektion I-I och K-K har inga undersökningar vid havsbotten utförts varför bedömningar har antagits från närliggande borrhål.

### 5.2.1 Topografi

Delområde B ligger vid Yttre Sandskär som utgörs av tidigare landområde och utfylld havsbotten, se Figur 2.

Marknivån vid järnvägsbanken ligger kring +3 och sjunker sedan till ca +0 vid strandkantslinjen. Utifrån erhållen markmodell bedöms höjdnivån på järnvägsbanken ligga kring +5 och +6.

Från tidigare utförda undersökningar i havsbotten och Eniro sjökort (Eniro.se) bedöms havbottennivån ligga relativt grund mellan sektion I-I och sektion M-M. Vid sektion N-N och sektion O-O är det svårt att bedöma bottennivån på grund av osäkerheter kring farledens djup och omfattning.

### 5.2.2 Geotekniska förhållanden

Jordlagerföljden i området utgörs generellt av siltig sand som underlagas av morän. Mäktigheten på sandlagret mellan järnvägen och strandområdet varierar mellan ca 4–9 m och under havsbotten bedöms sandmäktigheten vara ca 4 m. Sandens lagringstäthet varierar mellan låg vid strandområdet och medelhög vid järnvägen. Mellan sektion I-I och K-K avviker lagringstätheten, där har det påträffats ca 1–2 m sandskikt med mycket låg lagringstäthet. Utifrån utförda jordprovtagningar bedöms moränen utgöras av siltig sandmorän och har en hög lagringstäthet. I utförda jordbergsonderingar har block noterats i moränen.

Jordprovtagningarna utförd i sonderingspunkterna S21013 och S21014 har fältgeoteknikern noterat ca 0,5–1 m sulfidlera.

Jordbergsonderingarna utförd vid järnvägen bedöms djup till berg variera mellan ca 8 m (65C188) och 17 m (65C239).

Mellan sektion I-I och M-M har samtliga sonderingar utförda vid strandområden och havsbotten stoppats på bergfrittdjup. Generellt har dessa sonderingar utförts mellan 6-7m djupt.

Vid sektion N-N och sektion O-O visar utförda jordbergsonderingar hämtat från Luleås geoarkiv sonderingarnas totaldjup. Från närliggande utförda jordbergsonderingar som har utförts intill Malmhamnen bedöms dessa jordbergsonderingar stoppats på berg. Dessa sonderingar har stoppats mellan 10 och 20 m.

### 5.2.3 Geohydrologiska förhållanden

I området finns det inga installerade grundvattenrör. En grundvattenobservation gjorts vid skruvprovtagning i sonderingspunkt 4520 med uppmätt nivå på ca -1. Generellt bedöms grundvattennivån i området korrelera med havsnivån.

## 5.3 Delområde C

Bedömningarna nedan har gjorts utifrån sektionsritningar G207-G210, se planritning G102.

### 5.3.1 Topografi

Området utgörs av tidigare landområde vid norr delen och utfylld havsbotten i den södra delen, se Figur 2.

Marken inom området är relativt plan med inmätta nivåer kring +3.

### 5.3.2 Geotekniska förhållanden

Jordlagerföljden utgörs av siltig sand som underlagas av morän. Sandmaktigheten bedöms variera mellan 4 m och 10 m. Lagringstätheten på sanden varierar inom delområde B. Vid sektion P-P och sektion S-S varierar sandens lagringstäthet mellan mycket hög i den översta skikten och låg i den nedre skikten. Vid sektion T-T och sektion V-V har sanden en medelhög lagringstäthet. Utifrån utförda jordprovtagningar bedöms moränen utgöras av siltig sandmorän. Moränen har en hög lagringstäthet. I utförda jordbergsonderingar vid sektion P-P och sektion S-S har block noterats i moränen.

På vissa sonderingar har det noterats ca 0,5 m fyllning ovan sanden utgörandes av hyttsten och slaggprodukter.

Sonderingarna utförda mellan sektion T-T och sektion V-V har inget berg påträffats. De djupaste sonderingarna utförda mellan sektion T-T och sektion V-V varierar mellan 11–12 m.

Jordbergsonderingarna utförda söder om Malmhamnen bedöms bergdjupet variera mellan ca 19 m (40150–14) och 21 m (40150–13)

### 5.3.3 Geohydrologiska förhållanden

Enligt tidigare utförda grundvattenobservationer i grundvattenrör SW1405GW och SW1155G varierar grundvattennivån mellan +0,3 och +1,7, vilket motsvarar ca 2–3 m under markytan.

## 5.4 Delområde D

Bedömningarna nedan har gjorts utifrån sektionsritningar G211-G213, se planritning G101 och G201.

### 5.4.1 Topografi

Området utgörs av tidigare havsbotten som har fyllts ut med nya massor (främst sedimentjord) för att skapa den nuvarande landområdet, se Figur 2.

Marken inom området är relativt plan med inmätta nivåer kring +3.

### 5.4.2 Geotekniska förhållanden

Jordlagerföljden utgörs av ca 3–5 m siltig sand som ställvis innehåller lera på morän. Sanden är generellt lös vid ytorna närmast Skvampen området och har mycket låg och låg lagringstäthet. Sedan blir sandlagret fastare mot öst och har en medelhög lagringstäthet. Utifrån utförda jordprovtagningar bedöms moränen utgöras av siltig sandmorän. Moränen har en hög lagringstäthet.

På vissa sonderingar har det noterats ca 0,5 m fyllning ovan sanden utgörandes av hyttsten och slaggprodukter.

Enligt utförd jordbergsondering i punkt SW1318 bedöms djup till berg variera mellan 11–12 m.

### 5.4.3 Geohydrologiska förhållanden

Enligt tidigare utförda grundvattenobservationer i grundvattenrör GW1166 bedöms grundvattennivån ligga kring +1 och +2, vilket motsvarar ca 1–2 m under markytan. Vid ytorna närmast Skvampen området kan grundvattennivån ligga närmare markytan.

## 5.5 Delområde E

Bedömningarna nedan har gjorts utifrån sektionsritningar G213-G214, se planritning G101.

### 5.5.1 Topografi

Marknivån vid strandkanten ligger kring +0. Bottennivån på Inre Skvampen varierar mellan -1 och -2,6.

Vid inre Skvampen finns en vägbank som har snitthöjd på +3 enligt erhållen markmodell. Utifrån Ramböll PM (02.6.2 PM Geoteknik Malmporten Luleå, se figur 4 och figur 15) bedöms vägbanken vara grundlagd på morän.

### 5.5.2 Geotekniska förhållanden

Inom Inre Skvampen förekommer mycket lös och lös sedimentjordar. Sedimentjordarna bedöms skifta mellan siltig sand vid utkanterna och gyttja, lera och silt vid havsbotten. Den lösa sedimentjordens mäktighet varierar mellan ca 1–4 m, generellt är mäktigheten mindre vid utkanterna. I havsbotten har det noterats ca 7 m lösa sedimentjord norr om befintlig vägbank i sonderingspunkt RA1418. Jorden bedöms sedan övergå till medelfast lagrad siltig sand ovan morän.

I utförda hejarsonderingar i S21003 och S21004 har det noterats högre slagmotstånd i den övre skiktet, vilket bedöms vara fyllning.

Samtliga sonderingar har stoppats i bergfritt djup.

### 5.5.3 Geohydrologiska förhållanden

Grundvattennivån vid strandkanten bedöms korrelera med havsnivån, vilket är ca +0.

## 5.6 Härledda värden

Från undersökningarna utförd i friktionsjorden i delområde A, B, C och D har härledda värden sammanställts och redovisas i Bilaga 1.

Beräknad friktionsvinkel och E-modul utvärderad med empiriska erfarenhetsvärden med ledning av jordart och uppmätt sonderingsmotstånd vid hejarsondering (HfA) och viktsondering (Vim).

I delområde E finns det begränsade sonderingar för att utvärdera materialparameterar, därför har inga härledda värden kunnat sammanställas.



## 6 Stabilitet

Översiktligt bedöms stabilitetsförhållandena som gynnsamma med förslagna åtgärder i kapitel 8. I skede detaljprojektering av åtgärder ska ytterligare stabilitetskontroller utföras.

## 7 Sättningar

Nedan beskrivs översiktligt om sättningarna i de olika delområden. Åtgärder för att hantera sättningarna beskrivs under kapitel 8.

### 7.1 Delområde A

Generellt utgörs området av sandskikt ovan morän som har medelhög lagringstäthet, varför små sättningar bedöms utbildas vid markhöjning. Lokala avvikelser har noterats i sonderingspunkt 21S007, där har ett ca 2,5 m löst sandskikt påträffats.

En översiktlig sättningsberäkning har utförts vid sonderingspunkt 21S007 för att bedöma sättningarna vid markhöjning med packad krossmaterial (20 kPa/m). Jordparameterar har hämtats från bilaga 1 och redovisas i tabell 1. Resultatet från sättningsberäkningarna redovisas i tabell 2.

*Tabell 1: Jordparameterar för sonderingspunkt 21S007*

| Material      | Djup (m) | E-modul (MPa) |
|---------------|----------|---------------|
| Lös sand      | 0-3      | 2             |
| Medelhög sand | 3-4      | 10            |

*Tabell 2: Uppskattad totalsättning vid sonderingspunkt 21S007.*

| Markhöjning, 20 kPa/m | Sättningar (cm) |
|-----------------------|-----------------|
| 1                     | 3               |
| 2                     | 7               |
| 3                     | 10              |

### 7.2 Delområde B

Generellt utgörs området av sandlager som har medelhög lagringstäthet, varför små sättningar bedöms utbildas vid markhöjning. Lokala avvikelser har noterats mellan sektion I-I och K-K, där har ca 1–3 m lös sedimentjord som ställvis bedöms utgöras av sulfidlera vid strandområdet.

En översiktlig sättningsberäkning har utförts vid sektion I-I och K-K för att bedöma sättningarna vid markhöjning med packad krossmaterial (20 kPa/m). Jordparameterar har

hämtats från bilaga 1 och redovisas i tabell 3. Resultatet från sättningsberäkningarna redovisas i tabell 4.

Tabell 3: Jordparameterar för sektion mellan I-I och K-K

| Material                | Djup (m) | E-modul (MPa) |
|-------------------------|----------|---------------|
| Lös sand                | 0-2      | 2             |
| Mycket lös sedimentjord | 2-3      | 1             |
| Medelhög sand           | 3-4      | 10            |

Tabell 4: Uppskattad totalsättning vid sektion I-I och K-K.

| Markhöjning, 20 kPa/m | Sättningar (cm) |
|-----------------------|-----------------|
| 1                     | 3               |
| 2                     | 7               |
| 3                     | 10              |

### 7.3 Delområde C

Mellan sektion P-P och S-S visar sonderingarna att jorden utgörs av sand med skiftande lagringstäthet mellan låg och medelhög. Inom detta område bedöms det föreligga risk att sättningar utbildas vid nya markbelastningar. Generellt kan man förvänta sig att vid 1 m uppfyllnad kan det utbildas ca 3–5 cm sättningar.

Sandskiktet ovan morän mellan sektion T-T och V-V har en medelhög lagringstäthet, därför bedöms små sättningar utbildas vid markhöjning.

### 7.4 Delområde D

I området förekommer det sedimentjord med mycket låg lagringstäthet som ställvis utgörs av silt och lera. Dessa jordar betraktas vara sättningsbenägna. Övriga områden som utgörs av sedimentjord med medelhög lagringstäthet där förväntas små sättningar utbildas vid markhöjning.

### 7.5 Delområde E

Inre Skvampen utgörs av lösa sedimentjordar som ställvis utgörs av gyttja, lera och silt. Vid ny markbelastning från exempelvis markhöjning och byggnader finns det risk för att stora sättningar utbildas. Störst sättning bedöms ske vid lerområdet.

I detta skede har inga sättningsberäkningar utförts i delområde D vid inre Skvampen, eftersom det finns inga uppgifter om lerans sättningssegenskaper.

## 8 Rekommendationer

Lastuppgifter och grundläggningsnivå är okända vid framtagande av dokumentet. Därför beskrivs nedan översiktliga rekommendationer.

### 8.1 Delområde A

#### 8.1.1 Planerad bebyggelse

Inom delområdet planeras ett flertal industrianläggningar, dagvattendammar och markuppfyllnader. I dagsläget har den nya höjdsättningen och omfattningen på fyllningen inte fastställts, däremot har det diskuterats om att fylla upp marken till +4, vilket har i följande kapitel antagits gälla.

#### 8.1.2 Grundläggning

Området utgörs av sedimentjord som betraktas ställvis vara lös och medelfast samt att det har noterats höga grundvattennivåer.

Med hänsyn till områdets geotekniska förutsättningar bedöms grundläggning inom området inte kunna utföras utan förstärkningsåtgärd.

Lätt byggnader (maximal grundpåkänning 100 kPa) bedöms kunna grundläggas genom urgrävning ner till 1 m och sedan återfylla med packad fyllning, exempelvis krossmaterial (40 MPa) eller motsvarande upp till grundläggningsnivå. Denna grundläggningsmetod bedöms ge 2–3 cm sättning.

För tunga byggnader med högre grundpåkänning bedöms grundläggning kunna ske med pålar alternativt på packad fyllning efter utskiftning till morän eller fastbotten. Innan utskiftning till morän eller fastbotten bestäms ska en detaljerad sättningsutredning utföras för varje byggnad i detaljprojekteringsskede. Vid utskiftning till fastbotten föreligger det risk att komma i kontakt med grundvatten, då höga grundvattennivåerna har noterats i området.

Sedimentjorden i området mellan sektion A-A och sektion F-F (se ritning G101) bedöms som blockfattig och benämns som siltig sand. Vid hejarsondering noterades stopp i borrhål 33N6 på nivå +0 medan stopp noterades vid nivå -8 i borrhål S21008. Inom detta område bedöms pågrundläggning kunna utföras med slagna betongpålar. Medellängd för pålarna bedöms variera mellan 4–9 m

Om slagna pålar bedöms för korta kan borrade stålrörpålar utföras ner till minst 0,5 m i friskt berg. I skede detaljprojektering erfordras kompletterande undersökningar utföras för bergbestämning.

#### 8.1.3 Markuppfyllnad

För att uppnå planerad marknivå +4 krävs en markhöjning på ca 1–3 m, störst markuppfyllnad förväntas ske i södra delen, där ligger befintliga marknivåer generellt lägre.

Generellt bedöms det inte föreligga risk för stora sättningar att utbildas vid markuppfyllnad, då området utgörs av jordmaterial med medelhög lagringstäthet.

Vid sonderingspunkt 21S007 har lokala avvikelser noterats, där har marken ett underliggande skikt där sättningar förväntas utbildas på grund av planerad markhöjning, se kapitel 7.

För att minimera sättningarna kan utskiftning av den lös lagrade sedimentjorden utföras alternativt förbelasta marken med överlast och det görs en sättningsuppföljning. För att minimera risken för stabilitetsbrott vid strandområden rekommenderas utskiftning till morän innan markuppfyllnader. I detaljprojekteringskede bestäms åtgärdernas omfattning.

Vid byggnaderna som ska pålas (anses som fast punkt) finns det risk för differenssättningar vid entré, varför kompensationsgrundläggning kan erfordras.

I området finns jordar med silt, vilket är jordarter som anses vara tjälfarliga och detta ska beaktas vid projektering av vägar och byggnader.

## 8.2 Delområde B

### 8.2.1 Planerad bebyggelse

Inom området ska det uppföras industrianläggningar samt skapa ett nytt landområde genom att fylla med massor på befintlig havsbotten. I dagsläget har den nya höjdsättningen och utsträckningen på fyllningen samt val av utfyllnadsmaterial inte fastställts. Däremot har det diskuterats om att fylla upp marken till +4, vilket har i följande kapitel antagits gälla. För att uppnå den nya höjdsättningen +4 innebär det att marken förväntas höjas ca 1–3 m vid nuvarande land och vid vattenområdet ca 4–6m. Utifrån layout i figur 3 bedöms landutfyllnaden utföras ca 150–200 m från strandkanten.

### 8.2.2 Grundläggning

De utförda geotekniska undersökningar visar att jorden generellt utgörs av sedimentjord utgörandes av sand och silt som är medelfast. Vid den nordöstra delen har det noterats ca 1–3 m skikt som bedöms vara sättningsbenägen.

Utifrån erhållen layout är planerade byggnader och kaj placerad vid strandområde och havsbotten. Norr om järnvägen planeras silosbyggnader upprättas.

För planerade byggnader och kaj rekommenderas grundläggning ske med pålar. Med hänsyn till blockförekomst bedöms slagna pålar inte som lämplig påltyp, då det föreligger risk för bortslagning. Därför rekommenderas stålrörspålar.

Mellan sektion I-I och sektion M-M har inga jordbergsondering utförts vid strandområdet och havsbotten. Därför kan pållängderna inte anges i detta skede.

Mellan sektion N-N och O-O kan pållängder inte bedömas, eftersom det är svårt att tolka djup till berg från jordbergsonderingar som har utförts.

I skede detaljprojektering erfordras kompletterande undersökningar utföras för noggrann bergbestämning.

För silosbyggnaderna rekommenderas pågrundläggning. Enligt utförd jordbergsondering i punkt 65C225 bedöms pållängden variera mellan 12–13 m. För minimera vibrationsarbeten vid järnvägsbanken rekommenderas val av påltyp som stålrörspålar.

### 8.2.3 Landutfyllnad

Mellan sektion I-I och sektion O-O planeras nytt landområde skapas genom utfyllning med nya massor på havsbotten. Generellt bedöms havsbotten utgöras av sedimentjordar som ställvis bedöms vara sättningsbenägen.

För att uppnå den nya höjsättningen +4, kommer stora fyllningsvolymerna behövas på havsbotten. Utfyllnaden bedöms behöva utföras inom spont som bakåtförankras för att uppnå betryggande stabilitet.

## 8.3 Delområde C

### 8.3.1 Planerad bebyggelse

Inom delområdet planeras industrianläggningar och skepplastare för pellets.

### 8.3.2 Grundläggning

Området utgörs av sedimentjord med en mäktighet som varierar mellan 4–10 m som bedöms huvudsakligen vara fast. Ställvis kan det förekomma lösa sedimentjordar i den södra delen.

Mellan sektion P-P och sektion S-S bedöms byggnader med maximal grundpåkänning 150 kPa kunna grundläggas med platta genom urgrävning ner 2 m och sedan återfylla med packad fyllning (E-modul 40 MPa) upp till grundläggningsnivå. Denna grundläggningsmetod bedöms ge 2–3 cm sättning.

Mellan sektion T-T och sektion V-V bedöms byggnader med maximal grundpåkänning 150 kPa bedöms kunna grundläggas med platta genom urgrävning ner till 1 m och sedan återfylla med packad fyllning (E-modul 40 MPa) upp till grundläggningsnivå. Denna grundläggningsmetod bedöms ge 2–3 cm sättning.

För tunga byggnader med högre grundpåkänning bedöms grundläggning kunna ske med pålar alternativt på packad fyllning efter utskiftning till fastbotten. Innan utskiftning till fastbotten bestäms ska en detaljerad sättningsutredning utföras för varje byggnad i detaljprojekteringskedje. Vid utskiftning till fastbotten föreligger det risk att komma i kontakt med grundvatten.

Mellan sektion P-P och sektion S-S har block noterats i utförda jordbergsonderingar. Med hänsyn till blockförekomst finns det risk för bortslagna pålar om slagna pålar väljs.

Sedimentjorden i området mellan sektion T-T och sektion V-V bedöms som blockfattig och benämns som siltig sand. Vid hejarsondering som utförts noterades stopp i borrhål

SW1111 på nivå -4 medan stopp noterades vid nivå -7 i borrhypunkt SW1110. Inom detta område bedöms pågrundläggning kunna utföras med slagna betongpålar. Medellängd för pålarna bedöms variera mellan 8–12 m.

## 8.4 Delområde D

### 8.4.1 Planerad bebyggelse

Inom området planeras industrianläggningar.

### 8.4.2 Grundläggning

Områdets geotekniska förutsättningar utgörs av mycket lös och medelfast sedimentjord. Planerade byggnader är placerade främst vid områden som utgörs av mycket lös sedimentjord. Vidare ligger grundvattennivån relativt högt i området.

Generellt bedöms grundläggning inte kunna utföras utan förstärkningsåtgärd.

Utifrån de geotekniska förutsättningarna och förväntade laster bedöms pågrundläggning som lämplig val av grundläggningsmetod. I dagsläget finns det inte tillräckligt med undersökningar för att bedöma pållängderna.

I detaljprojekteringskedje rekommenderas en detaljerad sättningsutredning utföras för varje byggnad.

## 8.5 Delområde E

### 8.5.1 Planerad bebyggelse

Inom området planeras industrianläggningar samt skapa ett nytt landområde genom att fylla med nya massor på befintlig havsbotten. I dagsläget har den nya höjdsättningen och val av utfyllnadsmaterial inte fastställts, däremot har det diskuterats om att fylla upp marken till +4 vilket har i följande kapitel antagits gälla.

### 8.5.2 Grundläggning

I området förekommer finkorniga jordar med varierande tjocklek som bedöms vara lös och mycket lös. Dessa jordar är sättningsbenägna. Jorden bedöms sedan övergå till medelfast siltig sand ovan morän.

Utifrån de geotekniska förutsättningarna och förväntade laster bedöms pågrundläggning som lämplig val av grundläggningsmetod. I dagsläget finns det inte tillräckligt med undersökningar för att bedöma pållängderna.

### 8.5.3 Landutfyllnad

På Inre Skvampen planeras nytt landområde skapas genom utfyllning med massor på havsbotten. I dagsläget har val av utfyllnadsmassor inte bestämts. Vid havsbotten förekommer sedimentjord som är mycket lös och lös som är sättningsbenägen. Vid

utfyllnad föreligger det risk att sättningar bildas. Störst sättningar förväntas ske i mittdelen där den lösa sedimentjorden är som mäktigast. Ramböll har utfört en sättningsberäkning för att bedöma sättningarna som utbildas vid en uppfyllnad till +3, se kapitel 9.1 (02.6.2 PM Geoteknik Malmporten Luleå). Sättningarna uppskattades variera mellan ca 0,4–0,9 m. Deras beräkning är baserat på punkt RA1418 där den lösa sedimentjorden är som mäktigast.

För att hantera sättningarna som uppkommer vid utfyllnad bedöms förbelastning med överlast som en möjlig åtgärd efter man har fyllt upp till planerad nivå. Med hänsyn till Inre Skvampens ytstorlek samt att uppnå en nivå på +4 kommer stora fyllningsvolymerna behövas på havsbotten. Med överlast kommer ytterligare fyllningsvolymerna behövas, vilket kan vara kostnadsdrivande.

Vidare finns det risk att befintlig vägbank som finns i den södra delen av Inre skvampen kan ta skada av planerad utfyllnad på grund av ensidigt jordtryck. I detaljprojekteringsskede rekommenderas behov av åtgärder utredas för att hantera jordtrycket.

Ett alternativ till utfyllnad och minska fyllningsvolymerna är att grundlägga pålar och utfyllnad sker på påldäck, för detta kommer större mängd pålar användas.

I detaljprojekteringsskedet ska föreslagna åtgärder utredas vidare och val av slutlig åtgärd ska göras i samråd med en geotekniker.

## 8.6 Riskanalys

Risikanalys för vibrationsalstrande arbeten skall tas fram innan byggnationen påbörjas.

## 9 Kontroll

I skede kalkyl och underlag till detaljplan har översiktliga grundläggningsrekommendationer baserat på den indelning i delområden som gjorts utifrån de geotekniska egenskaperna. I skede detaljprojektering ska grundläggningsrekommendationer tas fram för varje byggnad baserat på de för byggnaden aktuella geotekniska förhållandena.