

## PM Geoteknik

---

LÖVSTA KVV / MARK OCH VA



PM GEOTEKNIK

2020-11-19

**SWECO SVERIGE AB**

## Ändringsförteckning

VER.			GRANSKAD	GODKÄND
01	2021-04-23	Uppdaterad layout, byggnad för rökgasrening tillagd.	SEBHER	SESFWA

## PM GEOTEKNIK

Uppdrag Lövsta KVV / Mark och VA	Uppdragsledare Katja Fedorova	Datum 2020-11-19	Revidering 2021-04-23
Uppdragsnummer 13005526	Upprättad av Robin Harding, Sofie Wallenberg, Axel Hellman	Handlingstyp PM Geoteknik	

### Sammanfattning

På uppdrag av Stockholm Exergi AB har Sweco utfört en geoteknisk utredning inför byggnationen av ett kraftvärmeverk inklusive transportband och kajbyggnation på avfallsdeponiområdet i Lövsta, Stockholm.

Utredningens syfte är att ta fram underlag till ansökan om tillstånd hos Mark- och miljödomstolen och inför detaljplanearbetet.

För denna utredning har markundersökningar utförts för att bedöma de geotekniska förutsättningarna dvs. marknivåer, bergnivåer, jordlager samt grundvattenförhållanden. Undersökningarna har bedrivits i fem tidsförskjutna etapper, fyra på land samt en till sjöss och på land. Denna PM omfattar de geotekniska delarna av markundersökningen.

Miljötekniska, geofysiska och hydrogeologiska undersökningar, vilka har utförts i samband eller i anslutning till den geotekniska markundersökningen, redovisas i separata PM.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Objekt</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Underlag</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Utförda undersökningar</b>	<b>4</b>
4.1	Tidigare utförda undersökningar	4
<b>5</b>	<b>Befintliga förhållanden</b>	<b>4</b>
5.1	Topografi och ytbeskaffenhet	5
5.2	Befintliga konstruktioner	6
<b>6</b>	<b>Nya konstruktioner</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Geotekniska förhållanden per anläggningsområde</b>	<b>8</b>
7.1	Kraftvärmeverket och övre planet	8
7.2	Silo 1–6	12
7.3	Ballagret, bränsleväg, nedre plan och dagvattendammar	15
<b>8</b>	<b>Grundläggningsrekommendationer</b>	<b>17</b>
8.1	Kraftvärmeverket samt övre plan	18
8.2	Silo 1–6	21
8.3	Ballager, bränsleväg, nedre plan och rökgasrening, samt dagvattendammar	28
<b>9</b>	<b>Stabilitet</b>	<b>35</b>
9.1	Totalstabilitet för kraftvärmeverket samt undre och övre planområden	35
9.2	Stabilitet - Dagvattendammar	36
9.3	Vidare utredning	40
<b>10</b>	<b>Sättningar</b>	<b>40</b>
<b>11</b>	<b>Energihamnen, topografi, grundförhållanden, stabilitet</b>	<b>40</b>
<b>12</b>	<b>Fortsatt projektering</b>	<b>40</b>

## 1 Inledning

Stockholm Exergi och Stockholms stad arbetar sedan många år tillbaka intensivt med att minska fossilbränsleberoendet. Målet är ett helt fossilbränslefritt Stockholm och bolagets klimatvision bygger på att senast till år 2030 kunna leverera resurs- och klimatneutral fjärrvärme. Avveckling av koleldningen i Värtaverket är den helt avgörande åtgärden för att nå det målet.

För att ersätta värmeproduktionen från koleldningen, möta en ökad efterfrågan när Stockholm växer och ersätta kraftvärmeverket i Hässelby, som av åldersskäl inte kan drivas vidare utan omfattande ombyggnader, planeras en ny basproduktionsanläggning i Lövsta. Därmed tillförs ny produktionskapacitet till Stockholms fjärrvärmesystem samtidigt som hållbar fjärrvärme kan levereras i linje med Stockholm Exergis och Stockholms stads klimatvision. En ny anläggning i Lövsta möjliggör att ersätta koleldade KVV6 i Värtan med en hållbar värme- och elproduktion baserad på återvunna eller förnybara bränslen. Området i Hässelby kommer efter att anläggningen i Lövsta tagits i drift kunna omvandlas till bostadsbebyggelse.

Denna PM är en del av Swecos uppdrag gentemot Stockholm Exergi AB och utgör ett underlag till detaljplan och ansökan om tillstånd hos Mark- och miljödomstolen.

## 2 Objekt

Lövsta ligger vid Mälaren i norra delen av Hässelby. Området är omgivet av grönområden och en golfbana. Norr om Lövsta ligger naturområdet Kyrkhamn och i söder ligger Riddersvik gård. Området där kraftvärmeverket planeras att anläggas består av ett land- och ett vattenområde se figur 1.



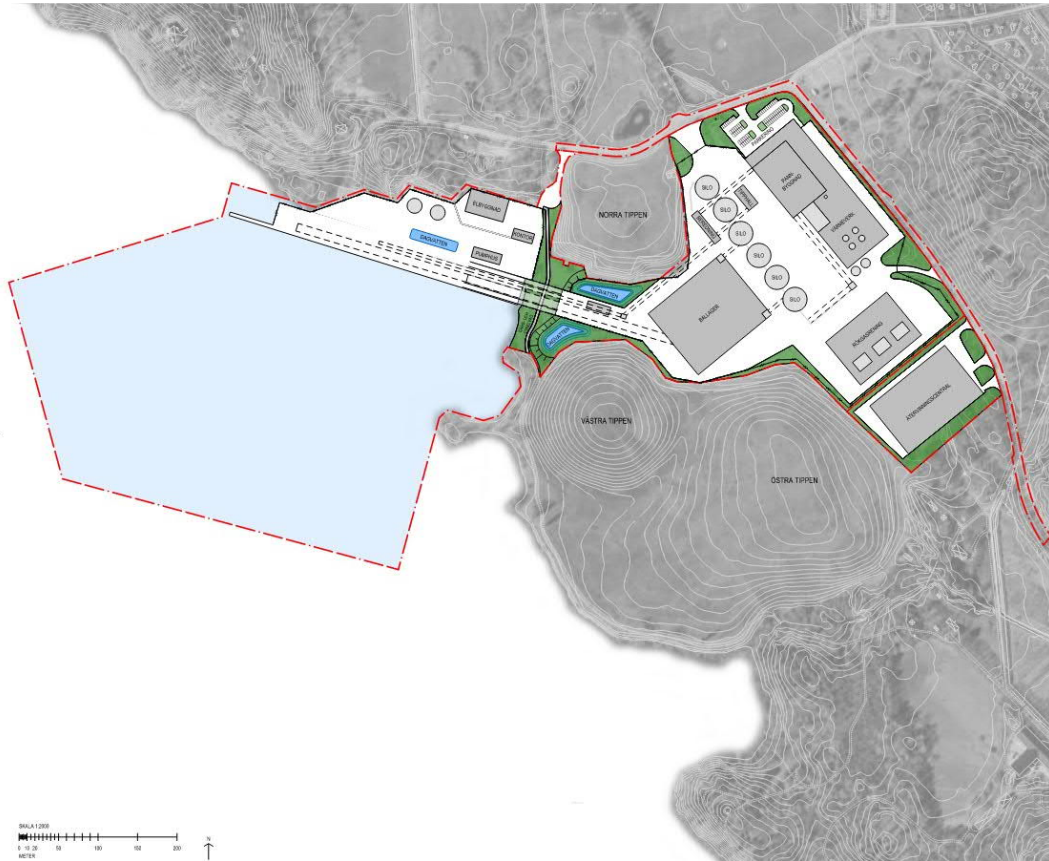
Figur 1. Ortofoto där undersökningsområdet är markerat i rött.

Kraftvärmeverket och tillhörande byggnader planeras att anläggas i den nordöstra delen av området.

Det planerade kraftvärmeverket kommer huvudsakligen att förses med bränsle som anländer via båttransport till den nya hamnen. Hamnen planeras att anläggas längs strandlinjen från båtklubbens bryggor till badplatsen i väster.

Kraftvärmeverket och energihamnen sammanbinds med transportband som går via ballagret.

Kraftvärmeverket, ballagret och energihamnens planerade layout ses i figur 2.



Figur 2. Situationsplan över planerat kraftvärmeverk med hamn och projekteringsområde, från Liljewalls arkitekter, daterad 2021-04-20.

### 3 Underlag

Följande underlag har använts till denna PM:

- Sweco Civil AB, markteknisk undersökningsrapport Lövsta mark och VA, daterad 2020-11-19.
- Digital grundkarta erhållen från Stockholm Exergi, dwg-format, daterad 2018-11-08.
- Sweco Civil AB, bergmodell i dwg-format, daterad 2019-09-30.
- Situationsplan och 3D-modell från Liljewalls arkitekter, daterad 2021-04-20.

- KFS Anläggningskonstruktörer AB, Lövsta energiproduktionsanläggning Hamnområdet, daterad 2019-11-13.

## 4 Utförda undersökningar

Inom detta uppdrag har geotekniska markundersökningar utförts av Sweco Civil AB, under juni 2018 – augusti 2020. Undersökningarnas omfattning och resultat redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR), daterad 2020-11-26.

Det har även utförts miljötekniska, geofysiska och hydrogeologiska undersökningar i samband med den geotekniska undersökningen. Delar av deras resultat har inarbetats i denna rapport. Resultaten i sin helhet redovisas i följande dokument:

- PM Förorenad mark och hydrogeologi, Sweco, daterad 2020-10-26.
- PM Geofysik, Sweco, daterad 2019-02-19.

### 4.1 Tidigare utförda undersökningar

- Sweco Infrastructure AB, 2013-05-30, Markteknisk undersökningsrapport (MUR) - Geoteknisk undersökning av sprängstensbank och -slänt för energihamn Mälaren, Lövsta.
- SGU, 2012:6, Undersökningar av Mälarens botten utanför Lövsta gamla deponiområde, Hässelby, Stockholmskommun.
- AB Jacobson & Widmark, 1990-08-15, Geoteknisk utredning - sammanställning och utvärdering av utförda geotekniska undersökningar, underlag för lay-out och kostnadsuppskattning.
- Stockholms Stads Geoarkiv, äldre undersökningar med tillhörande Geosuite-databaser eller digitaliserade protokoll. Urvalet omfattar undersökningar av: Stockholms Konsult, Ingenjörbyrå VIAB AB och Stockholms Gatukontor, från 1961 till 1995, specificerade i MUR:en.

Delar av dessa undersökningar är inarbetade i denna PM.

## 5 Befintliga förhållanden

Området består i huvudsak av det sluttäckta avfallsdeponiområdet "Lövstatippen". Här har deponiverksamhet och utfyllnad pågått sedan 1800-talet, till en början okontrollerat med förbränning och tippning av sopor, aska och slagg direkt på sjöbotten eller mark. Under andra halvan av 1900-talet påbörjades mer

4 (40)



kontrollerad sopförbränning, idag utgörs ca 70% av området för förstudien av utfylld sjöbotten. Från 1930-talet fram till 2013 har flertalet utredningar och fältundersökningar utförts inom området med syfte att undersöka deponiområdet inför expanderings- och utfyllnad, och för stabilitetsbedömningar (AB Jacobson & Widmark, 1990; SGU, 2012; Sweco Infrastructure AB, 2013).

Området utgörs av tre huvuddelar: norra, västra och östra deponin. Mellan och runt dessa delar återfinns hårdgjorda och asfalterade ytor som nyttjas av olika verksamhetsutövare. Undergrundens geologi och jordarternas beskaffenhet för de mellanliggande ytorna varierar mycket. Stora delar av området täcks av inhomogent fyllnadsmaterial med växlande mäktighet och sammansättning. Fyllnadsmaterialet vilar delvis på naturliga jordlager som silt, sand och morän, men inom vissa områden vilar fyllnadsmaterialet direkt på berg (AB Jacobson & Widmark, 1990; SGU, 2018).

De östra och västra delarna av deponiområdet är anlagda på sjöbotten och omgärdas mot Mälaren av sprängstensbankar med syfte att öka utfyllnadens stabilitet. Nämnvärt är att skred inträffade i västra delen av området i samband med anläggningen av sprängstensbankarna på 1960 och 1970-talet, vilket kan ses vid undersökning av batymetrin utanför strandlinjen (SGU, 2012). Inom området har både in-situ förbränning av sopor, tippning och utfyllnad med aska, avfall, slagg och industriavfall förekommit.

Berggrunden inom projekteringsområdet har i huvudsak granitiskt-granodioritisk sammansättning med inslag av metamorfa ytbergarter i södra delen. Lokalt stupar berget brant mot sydväst (1:3) ut mot Lövstafjärden. Detta är troligen relaterat till en regional deformationszon med förkastningar och sprickor vilken är orienterad i NV-SÖ riktning, karterad och indikerad inom området av linneament i berggrunden (AB Jacobson & Widmark, 1990; SGU, 2018).

## 5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Områdets topografi domineras av de sluttäckta östra, västra och norra deponierna. Dessa utgörs av gräsklädda kullar omgärdade av mellanliggande anlagda ytor och konstruktioner. Det centralt belägna området för återvinningscentralen och freonåtervinningen utgörs av stora asfalterade ytor. Området är något terrasserat med högre nivåerna norrut.

Angränsande områden utgörs av grönområden med inslag av ytnära berg och vegetation. Västra delen av området sluttar ner mot Mälaren och Lövstafjärden vilken avgränsar området västerut.

Den östra deponin är störst till ytan och utgörs av en svagt sluttande kulle vilken nyttjas som friluftsområde. Marknivåerna på den östra deponin varierar mellan +6 och +16. Västra deponin är mer koncentrisk och mindre till ytan, med en brantare topografi. Här varierar marknivåerna mellan +4 och +18. Norra deponin har en flackare överyta och topografi men med brantare sidor, framförallt åt söder och väster, marknivåerna varierar mellan +6 till +14.

De nordöstra delarna av området utgörs av hårdgjorda uppställningsytor men även områden med naturmark vilka är bevuxna med träd och buskage. Dessa områden har en mer undulerande topografi med inslag av ytnära berg. Generellt varierar marknivåerna i området mellan +7 och +15.

I den nordvästra delen av området finns en småbåtshamn, norra deponin samt asfalterade uppställningsytor. Området väster om norra deponin har en varierande topografi med nivåer från +10 till +27. Norr om deponin återfinns en golfbana och öppna grönområden.

## 5.2 Befintliga konstruktioner

Inom området huserar ett flertal verksamhetsutövare; återvinningscentral, anläggning för freonåtervinning, uppställningsplats för entreprenörer och Stockholms Stads Trafikkontor samt en motorcykelklubb och en racingbana för radiostyrda bilar.

I den norra delen av området återfinns flertalet befintliga byggnader, uppställningsytor med betongplattor samt stödmurar. Här utgör byggnaden för freonåtervinningen och två större byggnader i tegel de största objekten. En telemast är dessutom placerad i nära anslutning till den norra deponin.

Inom området för återvinningscentralen finns betongplattor samt stödmurar och ramper inom de hårdgjorda ytorna och uppställningsplatser.

Inom området kring återvinningscentralen och freonåtervinningen finns ett flertal ledningar i marken. Det finns en översiktlig sammanställning över troliga lägen för de ledningar som i dagsläget är kända. Ledningsunderlaget har stora osäkerheter och alla ledningar är inte redovisade.

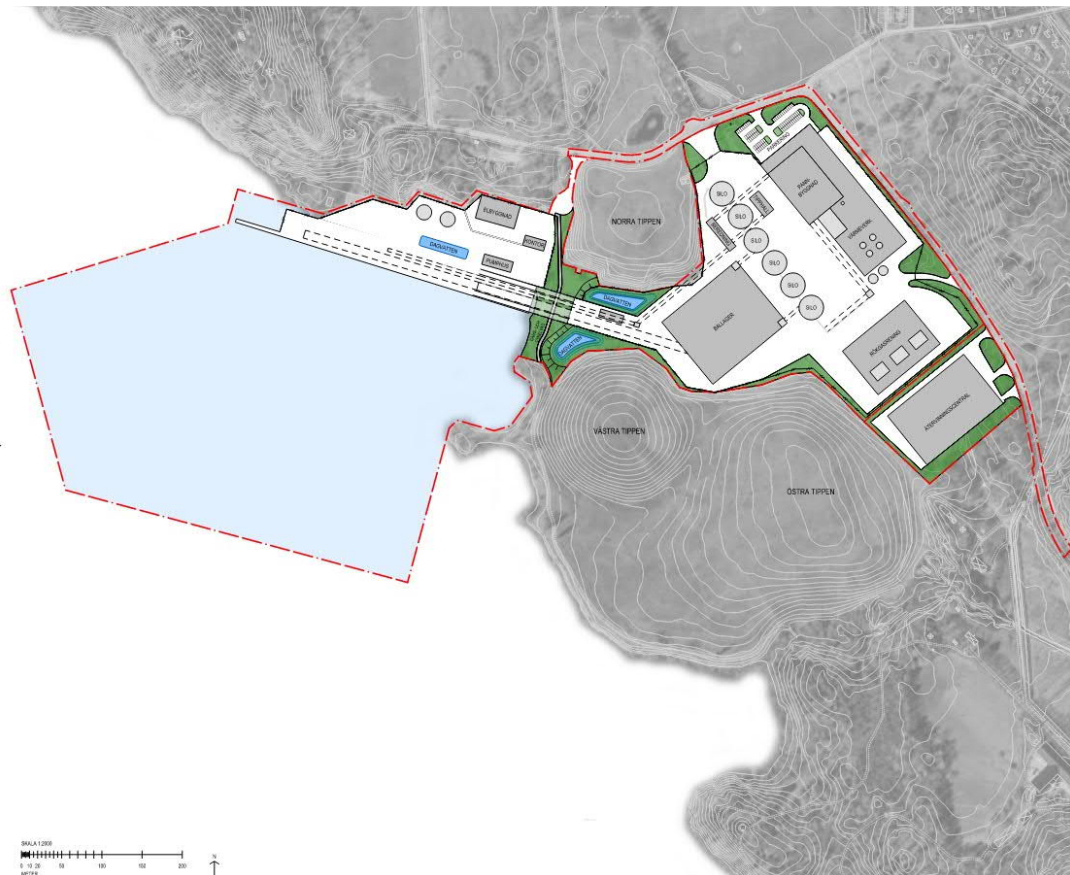
I den nordvästra delen av området finns en småbåtshamn samt uppställningsplats för fritidsbåtar.

I den sydöstra delen finns rester av en järnväg kvar i form av en brokonstruktion.

I anslutning till området finns dessutom en paddock, golfbana och ett bostadshus vilket disponeras av Hässelbys byalag.

## 6 Nya konstruktioner

Det planerade kraftvärmeverket och tillhörande byggnaders layout ses i figur 3 nedan. Silornas utlastningsfickor erfordrar en 6 meters nivåskillnad från kulvertens golvnivå därav har kraftvärmeverket och ballagret planerats att anläggas på två olika nivåer för att utnyttja områdets naturliga terrassering på ett optimalt sätt. Ballagret planeras att förses med bränsle från hamnen via ett upphöjt transportband som är grundlagt på fundament. Två dagvattendammar planeras att anläggas mellan ballagret och hamnen för att hantera och rena dagvattnet från anläggningen. I områdets S-O del anläggs en byggnad för rökgasrening och nya återvinningscentral byggs.



Figur 3. Situationsplan över planerat kraftvärmeverk med hamn och projekteringsområde, från Liljewalls arkitekter, daterad 2021-04-20.

## 7 Geotekniska förhållanden per anläggningsområde

Mellan och runt deponierna, där det planerade kraftvärmeverket och tillhörande byggnader planeras att anläggas, så återfinns hårdgjorda och asfalterade ytor idag. Undergrundens geologi och jordarternas beskaffenhet för de mellanliggande ytorna varierar mycket. Stora delar av området täcks av inhomogent fyllnadsmaterial med växlande mäktighet och sammansättning.

I den nordöstra delen av området så består jorden av fyllningsmaterial av växlande mäktighet som underlagras av naturligt friktionsmaterial. I det nordligaste hörnet mot golfbanan underlagras fyllnadsmaterialet av lera.

Bergytans nivå i området varierar avsevärt inom relativt korta avstånd. Berget stupar mycket brant ut mot Mälaren. Bergytans nivå är ca -40.0 eller något djupare strax utanför strandkantens sprängstensfyllnad.

I denna utredning har området klassats in i 3 anläggningsområden:

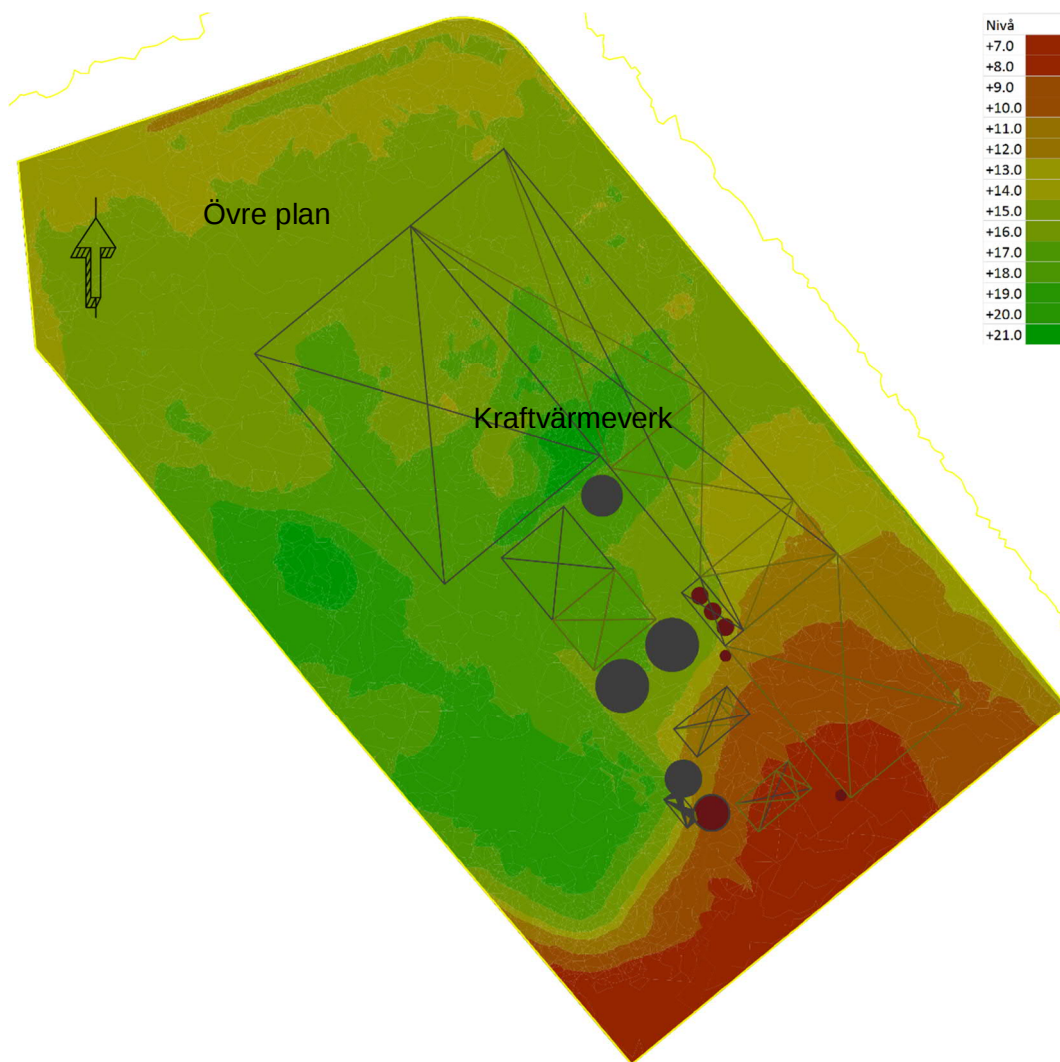
- Kraftvärmeverket och övre planet.
- Silo 1–6.
- Ballagret, bränsleväg, nedre plan och rökgasrening, samt dagvattendammar.

Områdena är baserade på det blivande kraftvärmeverkets situationsplan, daterat 2021-04-20, se figur 3. De geotekniska förutsättningarna för respektive delområde beskrivs nedan.

### 7.1 Kraftvärmeverket och övre planet

Jordlagerföljden inom området utgörs av fyllningsmaterial med växlande mäktighet som underlagras av naturligt friktionsmaterial (silt sand och morän), förutom i det nordligaste hörnet där fyllningsmaterialet underlagras av lera.

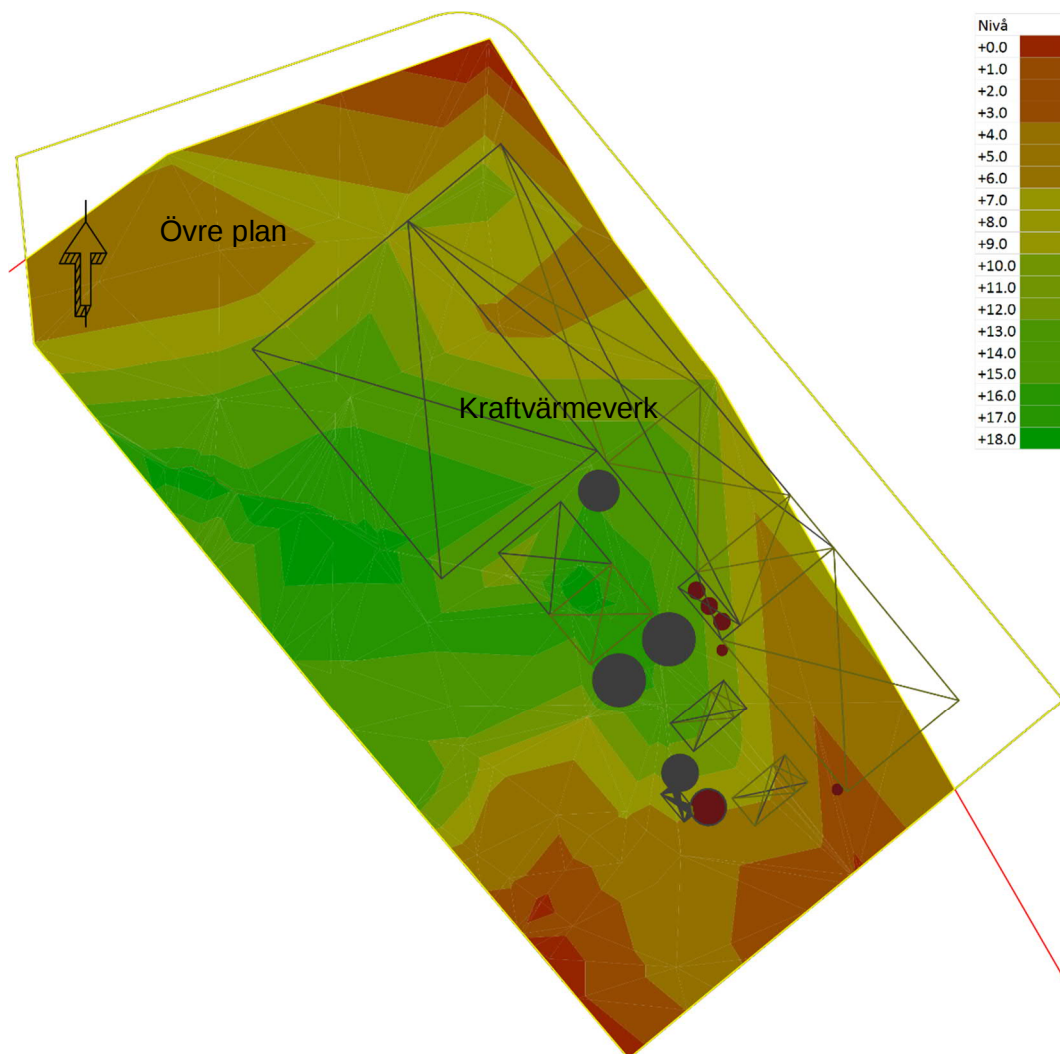
Markytan i området varierar cirka mellan nivåerna +7.0 och +21.0, se figur 4.



Figur 4. Nivåskillnader för det övre planets markyta i förhållande till den planerade anläggningen, rött representerar nivån +7.0 och grönt +21.0.



Bergnivåerna är som lägst i de norra och sydliga delarna av området. I den västra delen av området finns det berg i dagen med en toppnivå på +18.0. Bergytan i området varierar mellan nivåerna +0.0 och +18.0, se figur 5.



Figur 5. Nivåskillnader för det övre planets bergyta i förhållande till den planerade anläggningen, rött representerar nivån +0.0 och grönt +18.0.

### Befintliga konstruktioner

I norra delen av området finns en bana för radiostyrda bilar med tillhörande klubbhus och läktare. Dess grundläggningsmetod är okänd, se figur 6 för läge. Resterande del av området används av olika verksamheter som upplagsplats.

Nordöst om fjärrvärmedistributionscentralen finns en villa. Befintlig grundläggning har inte utretts inom ramen för detta uppdrag och är således i dagsläget okänd.

I sonderingspunkt 18S053 påträffades en armerad betongplatta. Utbredning och tjocklek är osäker.

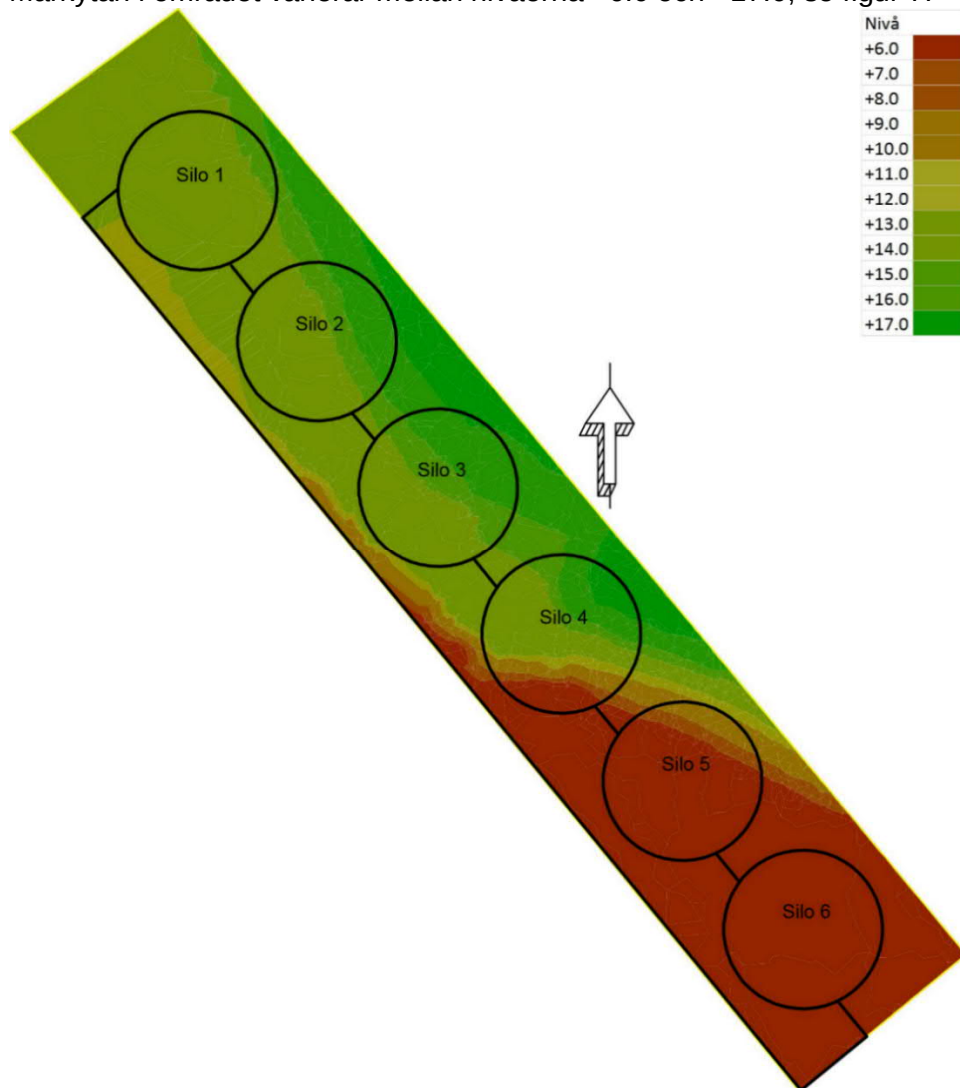


Figur 6. Befintliga konstruktioner i det övre planets område där kraftvärmeverket planeras att anläggas.

## 7.2 Silo 1–6

Jordlagerföljden inom området utgörs av fyllningsmaterial med växlande mäktighet som underlagras av friktionsmaterial ovan berg.

Markytan i området varierar mellan nivåerna +6.0 och +17.0, se figur 7.

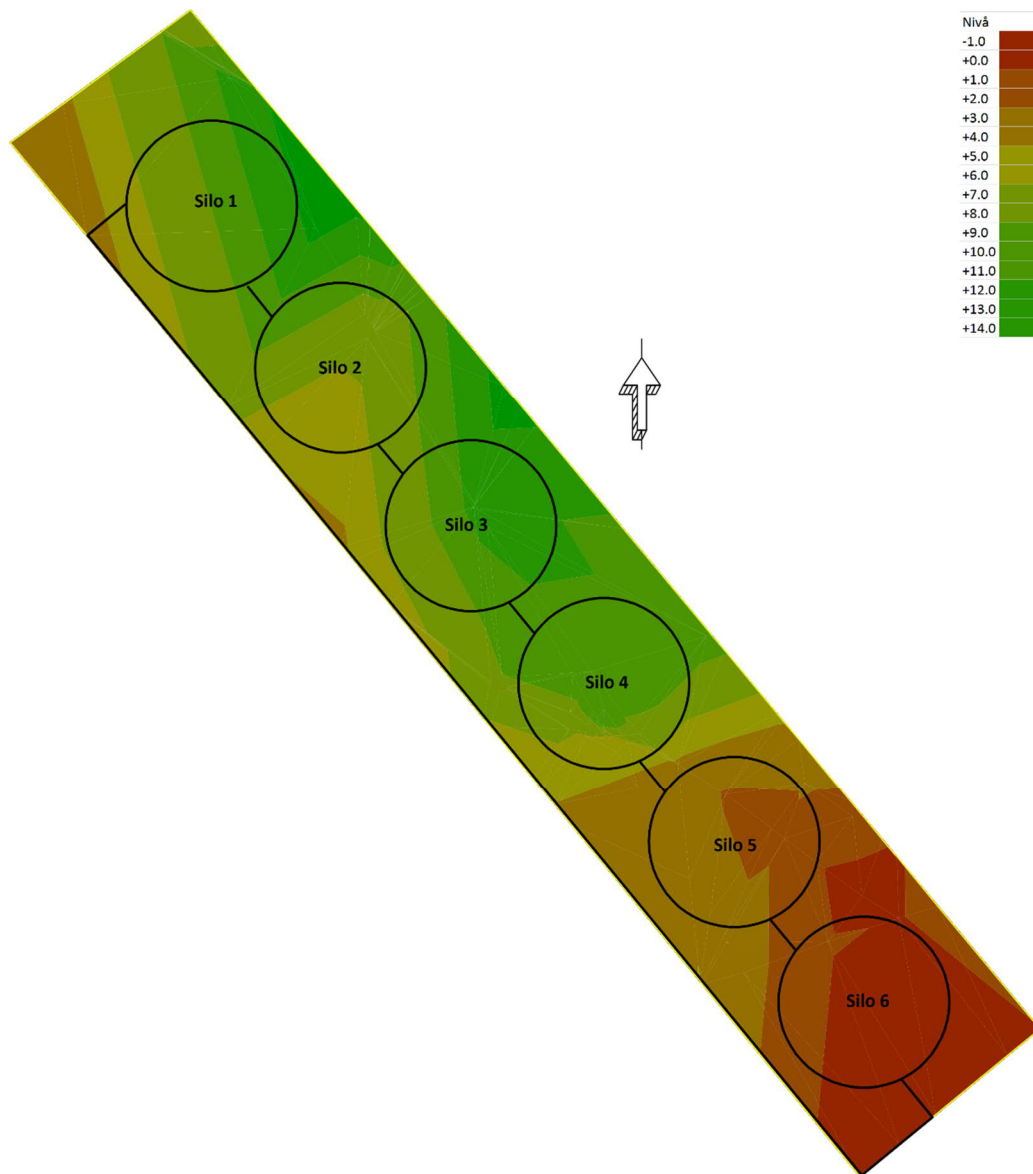


Figur 7. Nivåskillnader för markytan där silorna planeras att anläggas, rött representerar nivån +6.0 och grönt +17.0.



Bergnivåerna är som lägst i den sydliga delen av området och stiger snabbt mot norr. Berghällar syns på ett flertal ställen.

Bergytan i området varierar mellan nivåerna -1.0 och +14.0, se figur 8.



Figur 8. Nivåskillnader för bergytan där silorna planeras att anläggas, rött representerar nivån -1.0 och grönt +14.0.

### Befintliga konstruktioner

Där silo 1 och 2 planeras att anläggas finns en befintlig industrilokal som har måtten 50\*20 m. Grundläggning är i dagsläget okänd. Se figur 9 för läge.

Där silo 3 planeras att byggas finns ett befintligt trevåningshus byggt i tegel. Befintlig grundläggning har inte utretts inom ramen för detta uppdrag och är således i dagsläget okänd. Se figur 9 för läge.



Figur 9. Befintliga konstruktioner där silorna 1–6 planeras att anläggas.

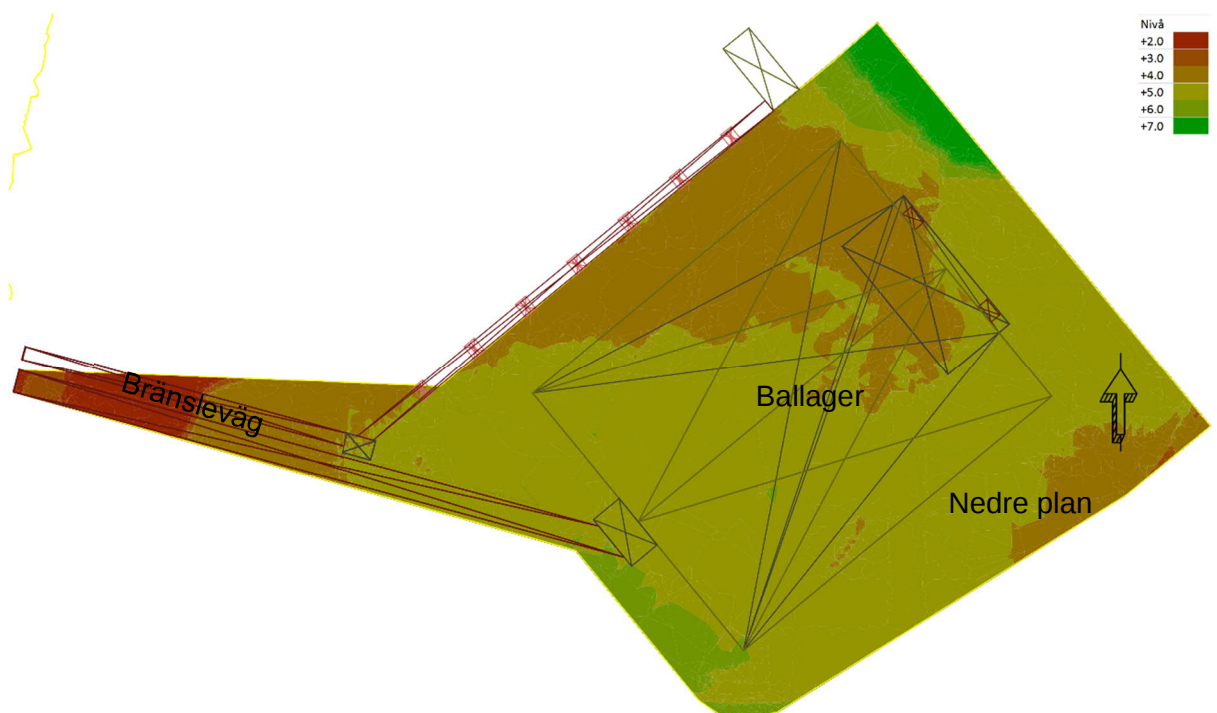
### 7.3 Ballagret, bränsleväg, nedre plan, rökgasrening och dagvattendammar

Jordlagerföljden inom området utgörs av fyllnadsmaterial med växlande mäktighet och en sammansättning av brända sopor, lera och/eller grusmaterial. Fyllnadsmaterialet vilar delvis på naturliga friktionsmaterial ovan berg och delvis direkt på berg.

#### Topografi

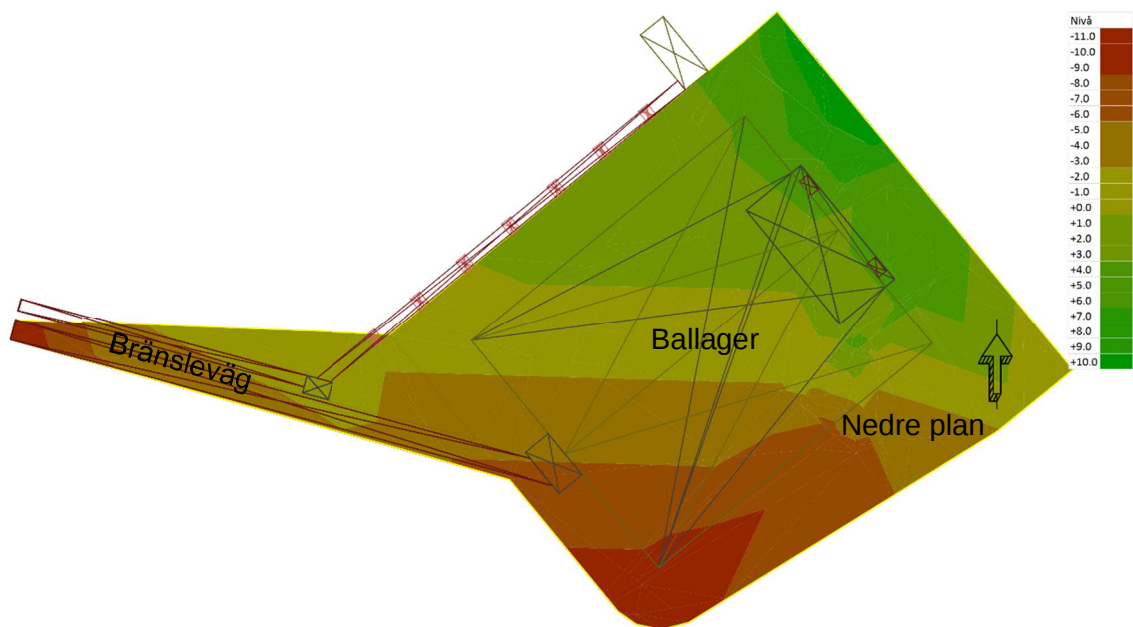
Markytan i området varierar mellan nivåerna +2.0 och +7.0, se figur 10.

Observera att rökgasreningen eller dagvattendammar ej återfinns i figur 10, för läge i plan se figur 3.



Figur 10. Nivåskillnader för det nedre planets och bränslevägens markyta i förhållande till den planerade byggnationen, rött representerar nivån +2.0 och grönt +7.0.

Bergnivåerna är som lägst i den södra samt västra delen av området där man har fyllt ut den gamla strandlinjen. Bergytan i området varierar mellan nivåerna -11.0 och +10.0, se figur 11. Observera att rökgasreningen eller dagvattendammar ej återfinns i figur 11, för läge i plan se figur 3.



Figur 11. Nivåskillnader för det nedre planets och bränslevägens bergyta i förhållande till den planerade byggnationen, rött representerar nivån -11.0 och grönt +10.0.

### Befintliga konstruktioner

På det nedre planets område finns det tre befintliga byggnader tillhörande freonåtervinningsanläggning. Utöver detta finns tegelbyggnaden som angränsar till silo 3 i området samt en återvinningscentral. Befintlig grundläggning har inte utretts inom ramen för detta uppdrag och är således i dagsläget okänd. Se figur 12 för läge.

Det finns inga kända befintliga byggnader/anläggningar i området där bränslevägen planeras att anläggas. Området används som upplagsplats för byggmaterial, containrar samt kylskåp. Se figur 12 för läge.





Figur 12. Befintliga konstruktioner i det nedre planets område där ballagret, bränslevägen och byggnad för rökgasrening planeras att anläggas.

## 8 Grundläggningsrekommendationer

Hela området är utfyllt med massor av varierad sammansättning. Fyllningen är förorenad och därför rekommenderas att schakter i möjligaste mån minimeras. Fyllningen har noterats innehålla block och därför rekommenderas att pålning utförs med borrarade stålrörspålar.

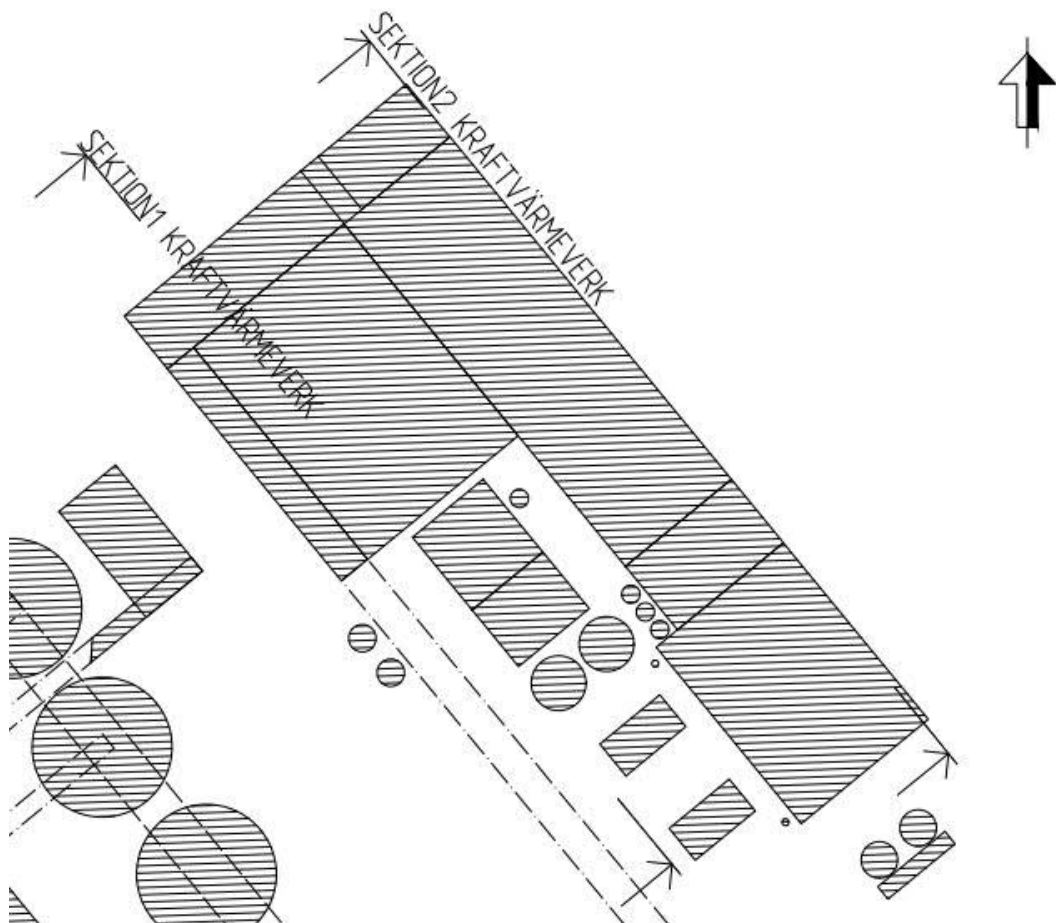
För samtliga byggnader rekommenderas att konstruktionslaster förs ner till berg. Där jorddjupet är för mäktigt för att skiftas ur rekommenderas borrarade stålrörspålar. För en grov kalkyl kan det antas att utskiftning och grundläggning på fyllning på packad sprängsten utförs där jorddjupet under planerad grundläggningsnivå överstiger 1m och i övrigt sker grundläggning med pålar. Dilaterationsfogar i betongplattan bör projekteras vid övergången av olika grundläggningsmetoder för att minimera risken för sprickor.

Vid grundläggning med stålrörspålar i områdets komplexa och korrosiva utfyllningsmassor skall den ökade korrosionshastigheten tas i beaktning. Enligt Pålkommisionen Rapport 105, tabell 4.4, skall 5,75 mm adderas på tjockleken för att kompensera mot en ökad korrosionshastighet i områden så som deponier eller fyllningar med aska, koks eller slagg. Vidare utredning bör utföras för att fastställa korrosionshastigheten för det specifika området.

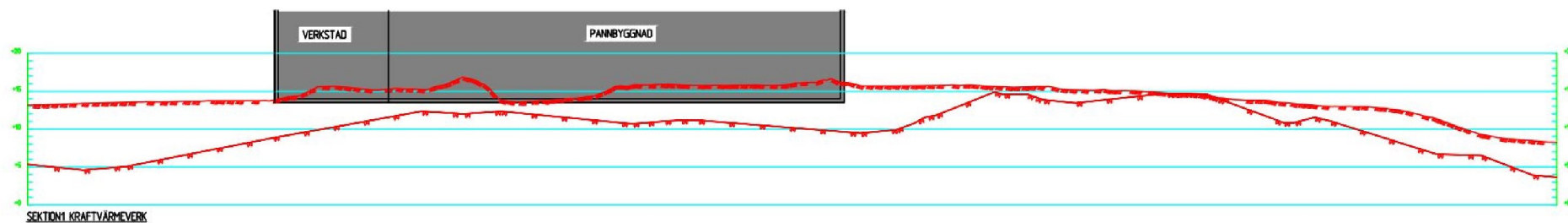
## 8.1 Kraftvärmeverket samt övre plan

Det övre planets planerade höjdsättning ligger på nivån +13.5 vilket innebär både utfyllning och bergschakt. Utfyllningen kommer att ske i de sydliga delarna av området se det röd- och orangemarkerade områdena i figur 4. Som mest kommer det att behövas fyllas upp med cirka sju meter för att kompensera höjddifferensen, utförandet för uppfyllnaden hanteras i detaljprojekteringen. Bergschakt kommer att erfordras för att klara anläggningens grundläggning samt planens nya höjdsättning.

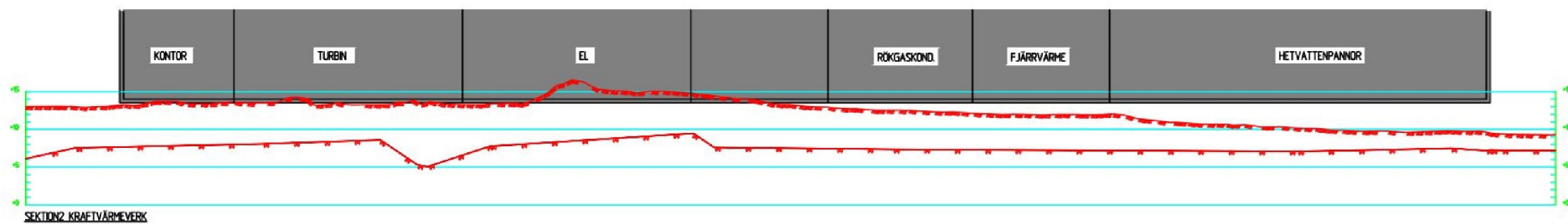
Markytan och bergytans förhållande till anläggningen kan ses i figur 13, 14 och 15 nedan.



Figur 13. Planritning som visar vart sektioner som redovisas i figur 14 och 15 är placerade.



Figur 14. Sektion1 Kraftvärmeverk redovisar anläggningen i förhållande till berg och markytan. För läge i plan se figur 13.

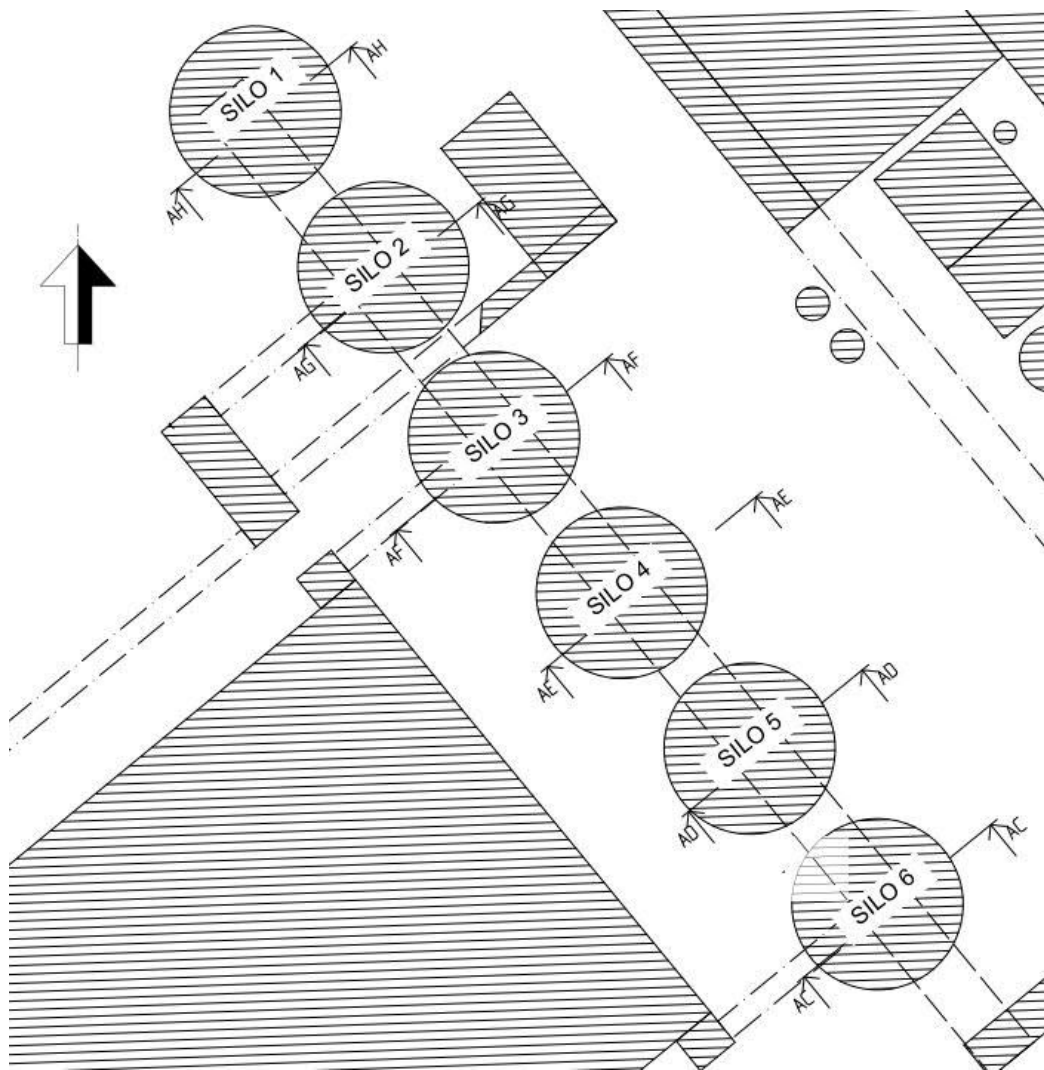


Figur 15. Sektion2 Kraftvärmeverk redovisar anläggningen i förhållande till berg och markytan. För läge i plan se figur 13.



## 8.2 Silo 1–6

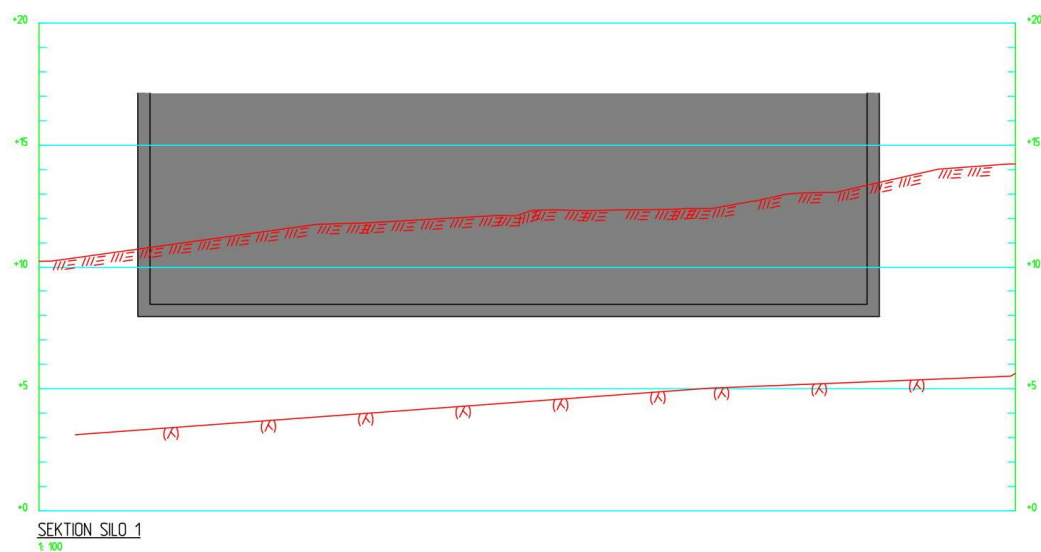
Rekommenderade grundläggning för varje enskild silo beskrivs i text nedan. Det som gäller allmänt för silorna är grundläggningsnivån +8.0.



Figur 16. Planritning över vart sektionerna, som redovisas i figurer 17–22, är dragna.

### Silo 1

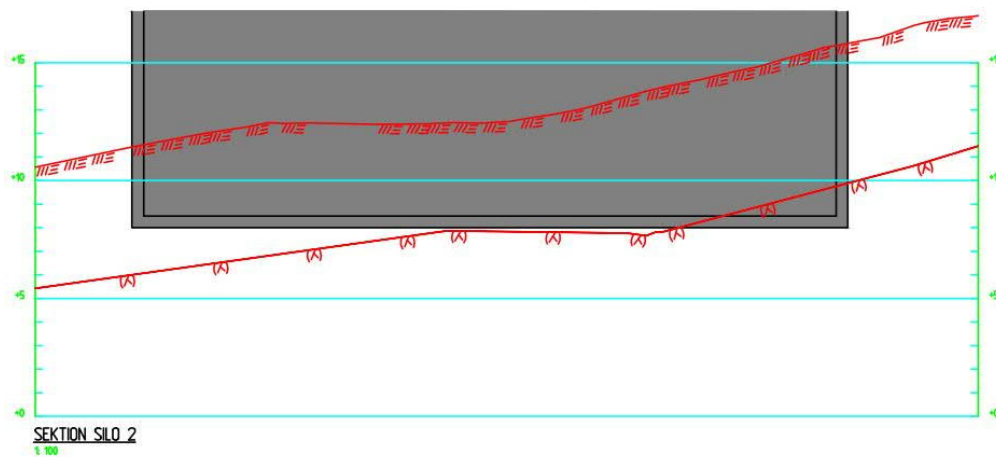
Silo 1 rekommenderas att grundläggas på borrarade stålörspålar. Urschaktning kommer att krävas för att möjliggöra grundläggningsnivån på +8.0, se figur 17 för ungefärlig omfattning.



Figur 17. Tvärsektion av Silo 1. För läge i plan se figur 16.

## Silo 2

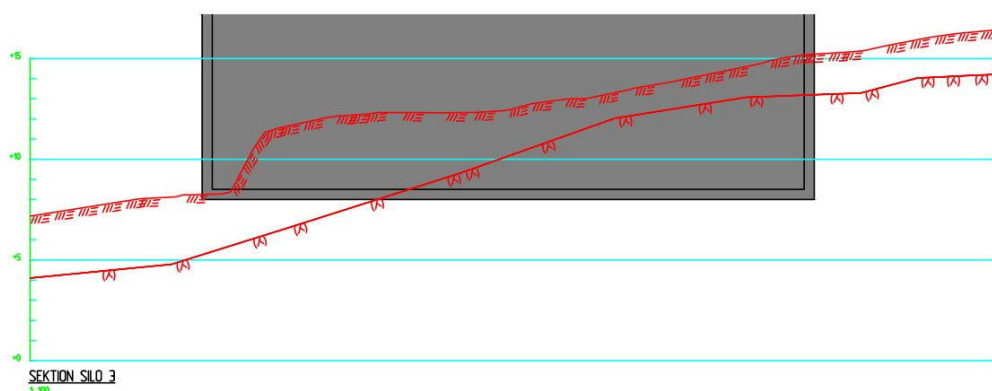
Silo 2 rekommenderas att grundläggas med en packad sprängstensfyllning på fast berg. Urschaktning samt bergschakt kommer att krävas för att möjliggöra grundläggningsnivån på +8.0, se figur 19 för ungefärlig omfattning.



Figur 18. Tvärsektion av Silo 2. För läge i plan se figur 16.

### Silo 3

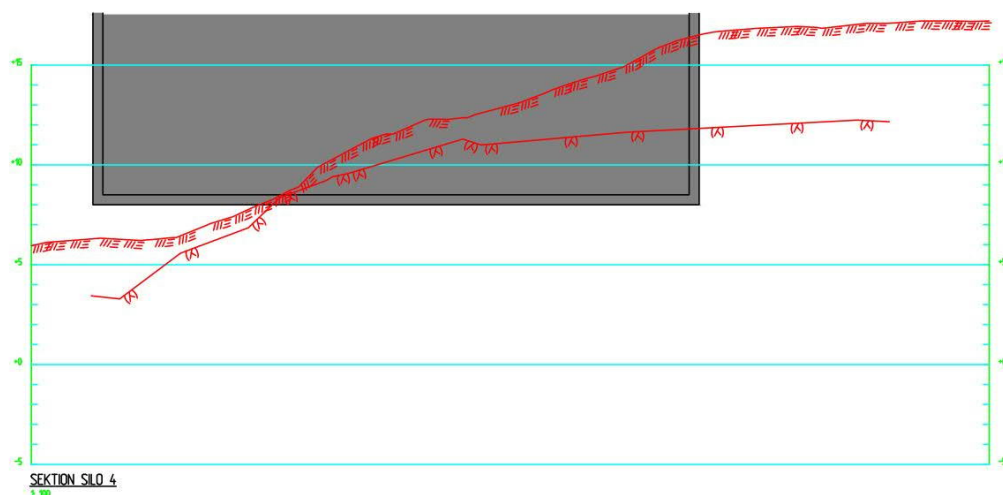
Silo 3 rekommenderas att grundläggas med en packad sprängstensfyllning på fast berg. Urschaktning samt bergschakt kommer att krävas för att möjliggöra grundläggningsnivån på +8.0, se figur 19 för ungefärlig omfattning.



Figur 19. Tvärsektion av Silo 3. För läge i plan se figur 16.

#### Silo 4

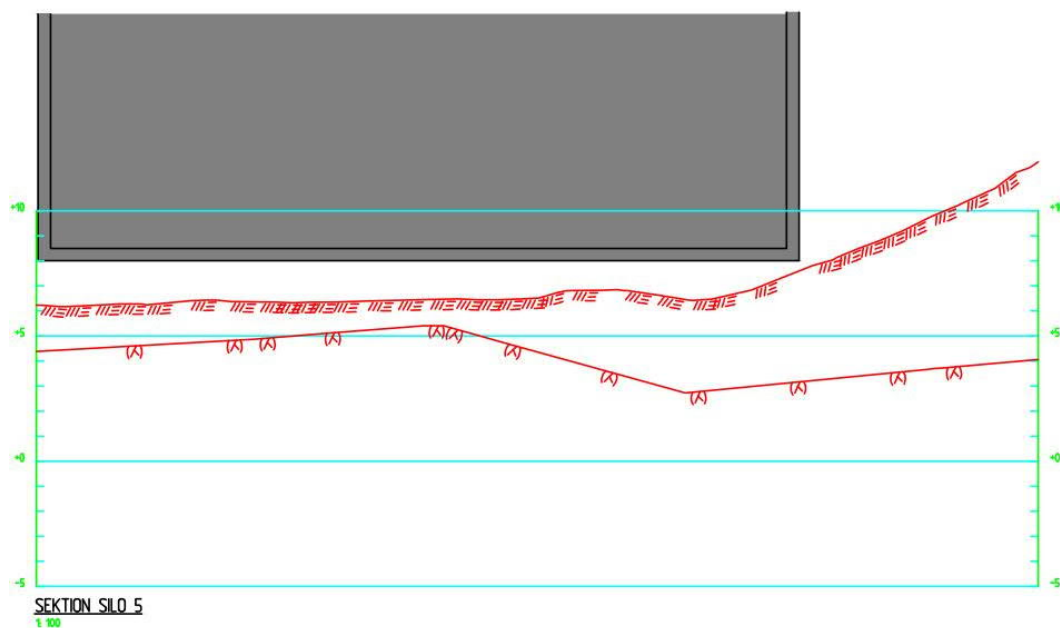
Silo 4 rekommenderas att grundläggas med en packad sprängstensfyllning på fast berg. Både jord- och bergschakt kommer att krävas för att klara grundläggningsnivån på +8.0, se figur 20.



Figur 20. Tvärsektion av Silo 4. För läge i plan se figur 16.

## Silo 5

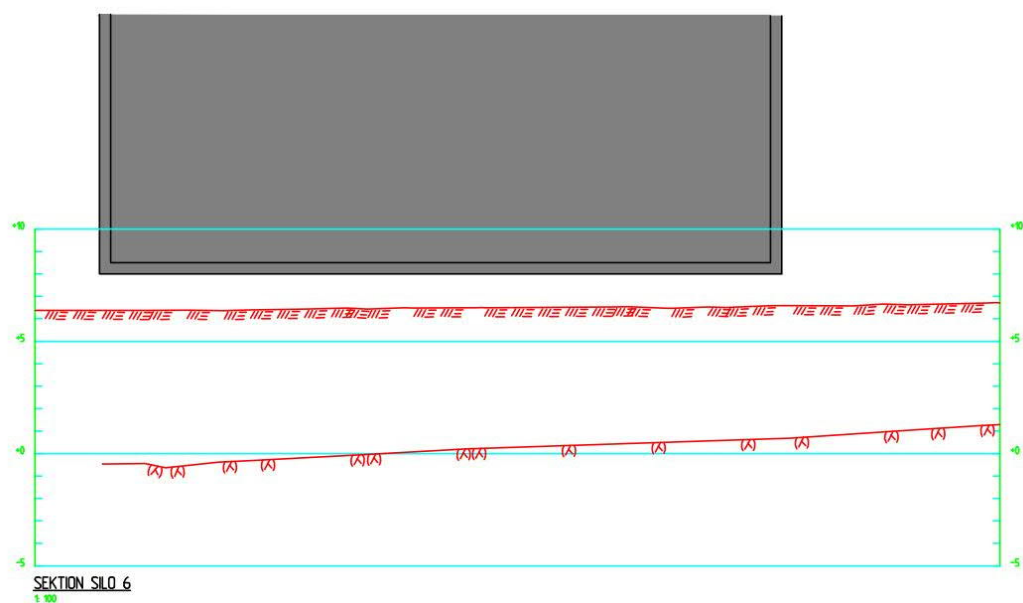
För Silo 5 kommer uppfyllnad ske under hela delen av konstruktionen se figur 21. Silobyggnaden rekommenderas att grundläggas på borrarade stålörspålar.



Figur 21. Tvärsektion av Silo 5. För läge i plan se figur 16.

### Silo 6

För Silo 6 kommer uppfyllnad ske under hela delen av konstruktionen se figur 22. Silobyggnaden rekommenderas att grundläggas på borrarade stålörspålar.



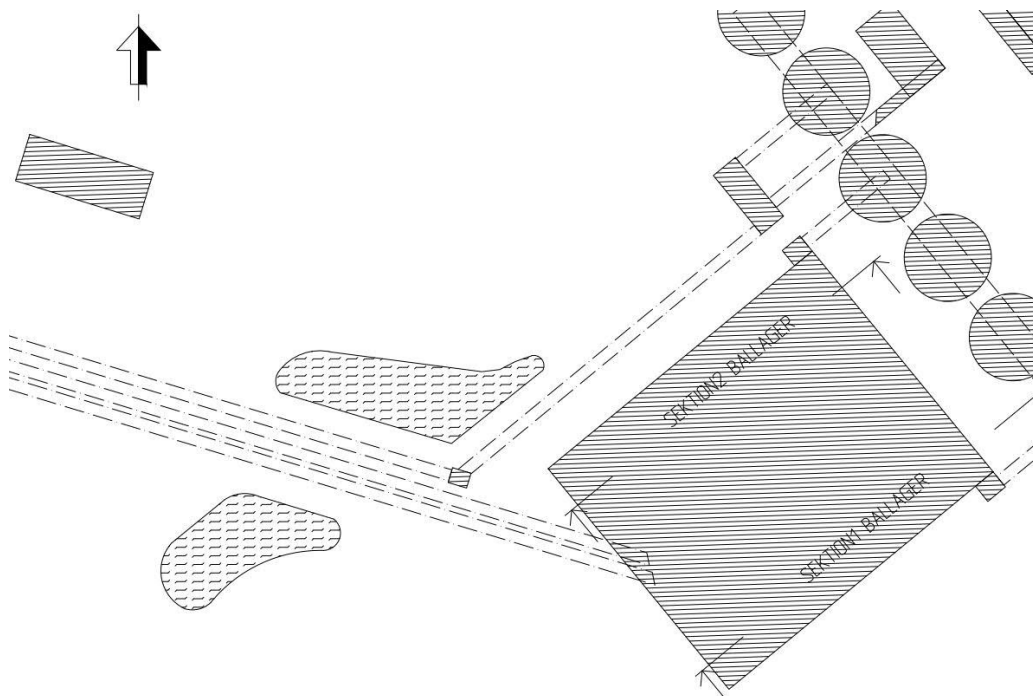
Figur 22. Tvärsektion av Silo 6. För läge i plan se figur 16.

### 8.3 Ballager, bränsleväg, nedre plan och rökgasrening, samt dagvattendammar

Det nedre planets planerade höjdsättning ligger på nivån +8.0 vilket innebär en höjning med cirka två meter mot dagens nivåer. Vid uppfyllnad mot befintliga deponiers slänter rekommenderas lättfyllning för att reducera det tillkommande lasttillskottet och där igenom undvika sättningar som kan uppstå vid den ökade belastningen. Markytan och bergytans förhållande till anläggningen kan ses i figur 24 och 25 nedan samt figur 27, 28 och 29 för rökgasreningen.

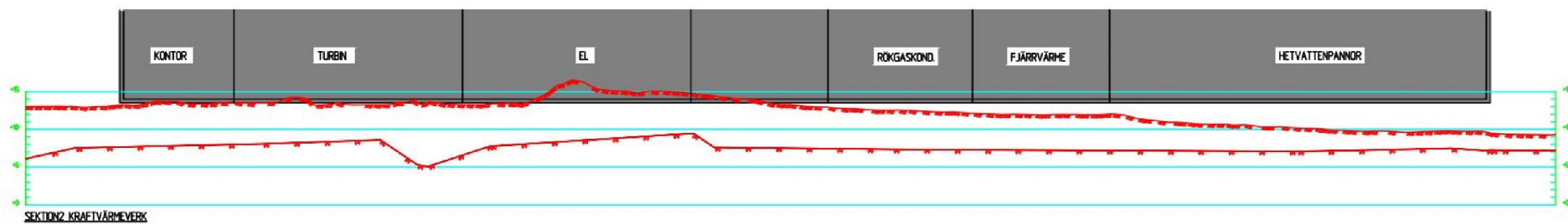
Ballagret rekommenderas att grundläggas med borrade stålrörspålar, då djupet till fast berg överstiger en meter och block förekommer i fyllningen.

Bränslevägens fundament rekommenderas att grundläggas med borrade stålrörspålar, då djupet till fast berg överstiger en meter och block förekommer i fyllningen.

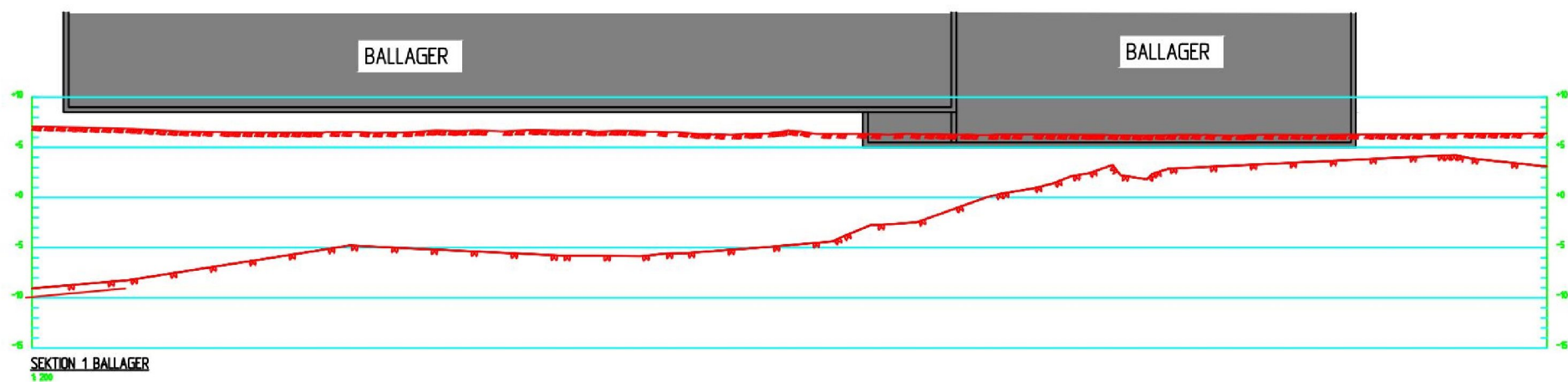


Figur 23. Planritning över vart sektionerna är dragna som redovisas i figurerna 24 och 25.



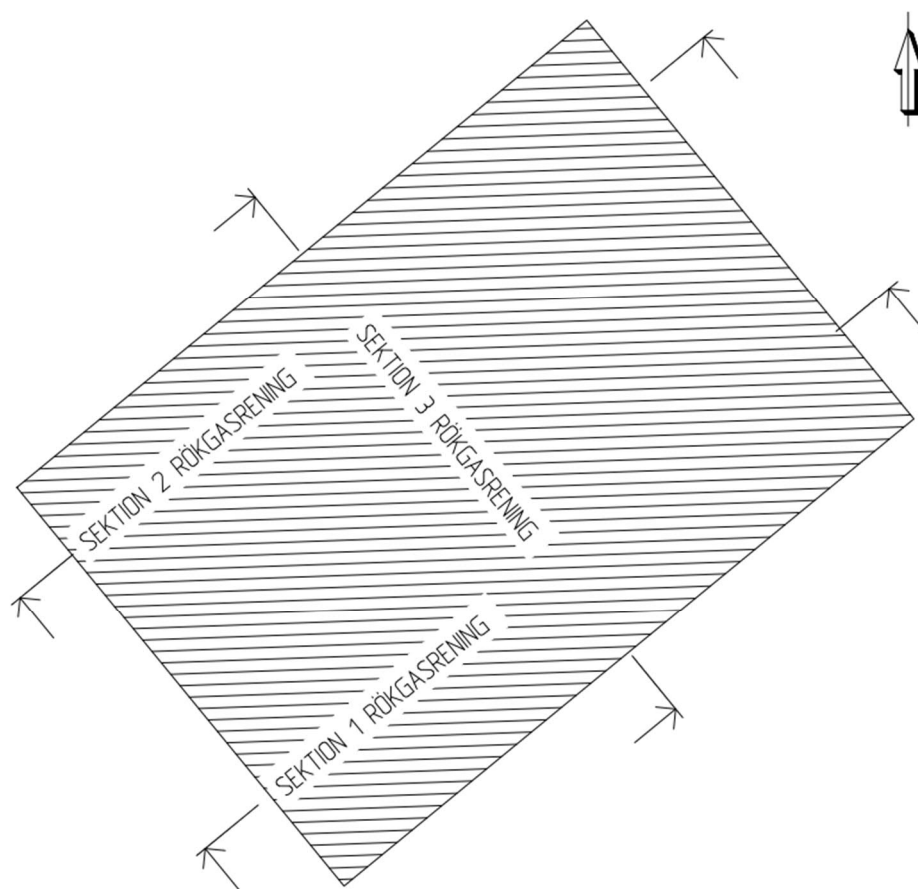


Figur 15. Sektion2 Kraftvärmeverk redovisar anläggningen i förhållande till berg och markytan. För läge i plan se figur 13.

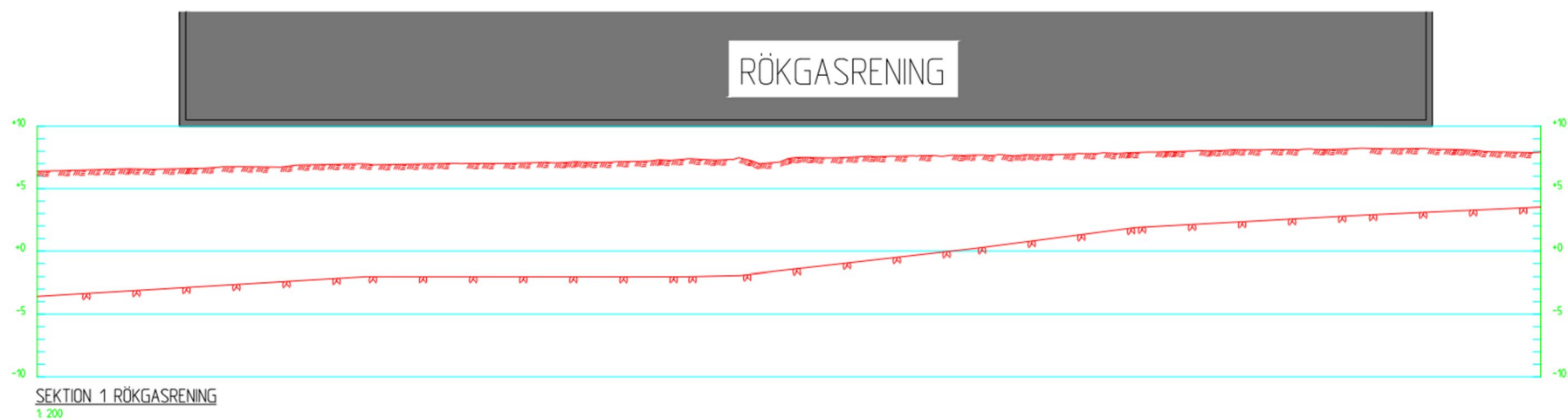


Figur 24. Sektion1 BALLAGER redovisar anläggningen i förhållande till berg och markyta. För läge i plan se figur 23.

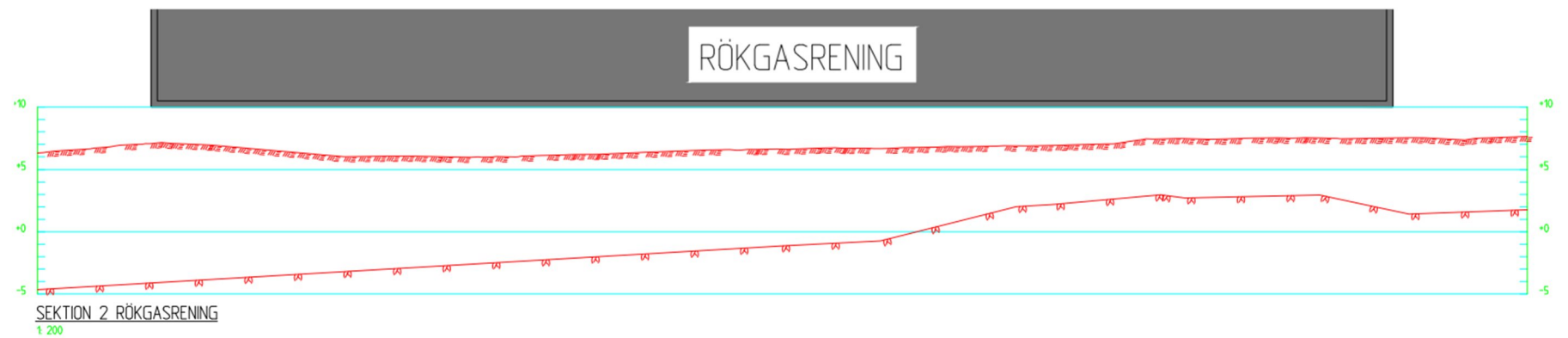
Byggnaden för rökgasrening rekommenderas att grundläggas med borrarade stålrörspålar, då djupet till fast berg överstiger en meter och block förekommer i fyllningen.



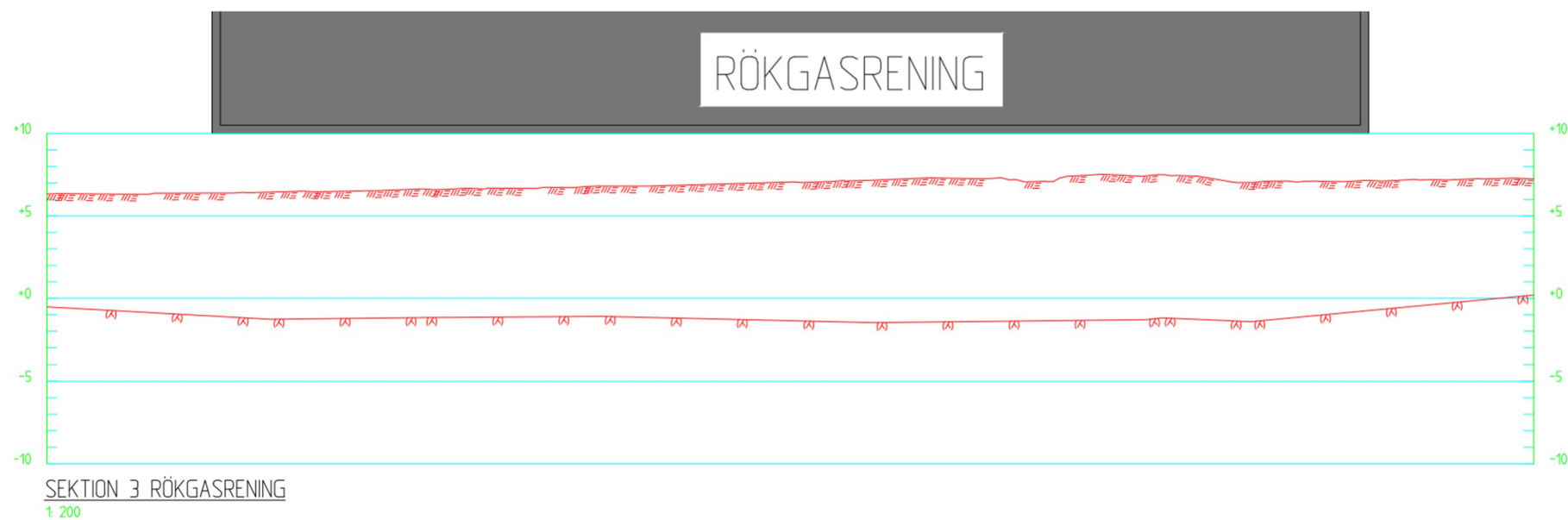
Figur 26. Planritning över dragna sektioner för rökgasreningen, figur 27, 28 och 29.



Figur 27. Sektion 1 RÖKGASRENING redovisar anläggningen i förhållande till berg och mark. För läge i plan se figur 26.



Figur 28. Sektion 2 RÖKGASRENING redovisar anläggningen i förhållande till berg och mark. För läge i plan se figur 26.



Figur 29. Sektion 3 RÖKGASRENING redovisar anläggningen i förhållande till berg och mark. För läge i plan se figur 26.

## 9 Stabilitet

### 9.1 Totalstabilitet för kraftvärmeverket samt undre och övre planområden

Anläggningsområdet där kraftvärmeverket samt tillhörande byggnader planeras att anläggas är relativt plant och jordlagerföljden består huvudsakligen av friktionsjord och fyllningsmaterial ovan berg. Kraftvärmeverkets tyngre konstruktioner planeras att grundläggas på berg alternativt med pålar och därav föreligger inga problem med områdets total- och lokalstabilitet baserat på det tillkommande lasttillskottet från byggnaderna.

Det övre planets projekterade höjdsättning på +13.5 innebär en stabilitetsförbättring då mäktigheten till fast berg kommer att minska i stora delar av området. För de övre planets områden där uppfyllnad är projekterad så kommer höjdskillnaden och lokalstabiliteten att säkerhetsställas med stödmurar.

Det undre planets projekterade höjdsättning på +8.0 innebär en uppfyllnad på cirka 2 meter mot dagens befintliga nivåer. Det föreligger ingen skredrisk mot deponierna då den projekterade höjdsättningen på +8.0 för undre planet är betydligt lägre än deponiernas höjd på +16.0. Uppfyllanden av det undre planet innebär en stabilitets förbättring då höjdskillnaden mellan deponierna och det undre planet minskar mot dagens befintliga höjdsättning. Lokalstabiliteten ska beaktas i detaljprojekteringen för höjdskillnaden som uppstår där det undre planet avslutas ner mot Energihamnen.

## 9.2 Stabilitet - Dagvattendammar

### Allmänt

Stabilitetsförhållanden har undersökts för två föreslagna dagvattendammar utformning enligt PM Dagvatten, daterad 2020-08-28.

Stabilitetsberäkningen har utförts med GS Stability. Beräkning har utförts för cirkulärcylindriska och plana glidytor med odränerad analys ( $F_c\phi$ ). Beräkningar är utförda med totalsäkerhetsmetoden.

Styrande och rådgivande dokument

Följande dokument i Tabell 1 har varit styrande och rådgivande för framtagande av denna analys.

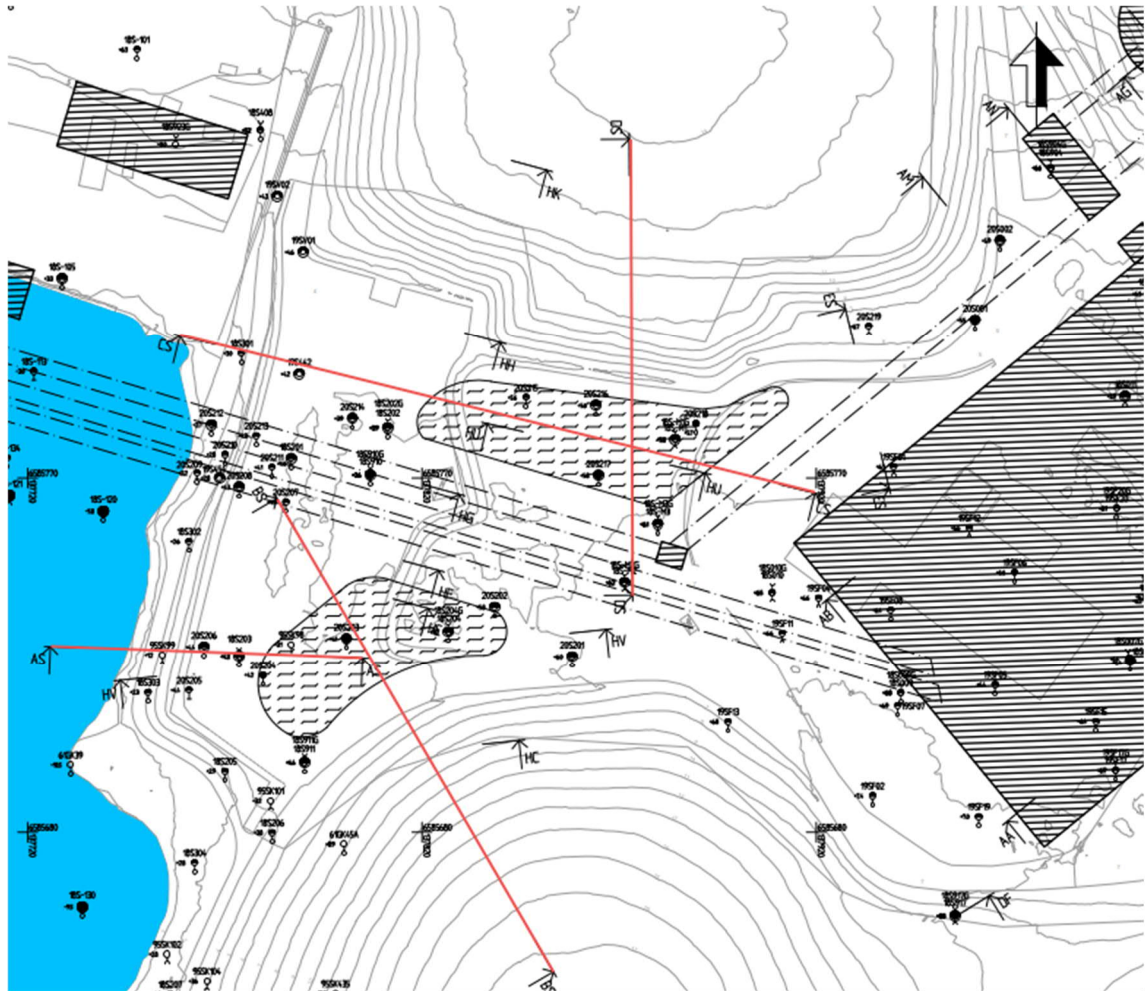
*Tabell 1 Styrande och rådgivande dokument.*

Dokument	Utgivare	Version/datum
TK Geo 13 TDOK 2013:0667	Trafikverket	2.0/2016-02-29
TR Geo 13 TDOK 2013:0668	Trafikverket	
SS-EN 1997-1 med följande Tillämpningsdokument IEGs rapporter	IEG	IEG Rapport 4:2010 IEG Rapport 6:2008
Skredkommissionens rapport 3:95	Skredkommissionen	



## Beräkningssektioner

Valda beräkningssektioner är enligt översiktsplan i Figur 26. Fyra sektioner är undersökta, AS, BS, CS och DS.



Figur 30. Översiktsplan med studerade sektioner markerade i rött; AS, BS, CS och DS. Dagvattendammar är markerade som skrafferade ytor mitt i bilden.

## Beräkningsförutsättningar

Följande redovisas beräkningsförutsättningar för stabilitetsberäkningar.

Generella förutsättningar

- Geoteknisk kategori 2 (GK2)
- Säkerhetsklass 2 (SK2)

Säkerhetsklass 2 innebär att en säkerhetsfaktor ( $F_c$ ) större eller lika med 1,5 erfordras för stabilitetsberäkningarna.

## Materialparametrar

Valda materialparametrar för stabilitetsberäkningar redovisas i följande kapitel.

Tabell 2. Valda materialparametrar för stabilitetsberäkningar.

Material	Tunghet [kN/m <sup>3</sup> ]		Friktionsvinkel [°]
	$\gamma$	$\gamma'$	$\phi'_{\text{vald}}$
Fyllning (grov bergkross) <sup>1)</sup>	19	12	40
Bef. Fyllning <sup>2)</sup>	19	12	33
Friktionsjord <sup>1), 3)</sup>	18	10	36

1) Karakteristiska värden för tunghet, friktionsvinkel har valts för fyllning (grovbergkross) utifrån värden redovisade i tabell, 5.2-1 i TK Geo 13.

2) Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för befintlig fyllning. Karakteristiskt värde för friktionsvinkel enligt TR GEO 13, 5.2.3.8.1. med viktsondering  $h_v/0,2 \text{ m} = 10$ .

3) Hållfasthetsegenskaper för friktionsjord har valts utifrån värden redovisade i tabell 5.2-3 i TK Geo 13.

## Laster

Belastning intill slänt antas uppgå till 20 kPa, trafiklast enligt TK Geo 13.

### Stabilitetsberäkning

Stabilitetsberäkning har utförts i sektion AS, BS, CS och DS.

Beräkningar har utförts för planerad dagvattendamms utformning.

Sektion	Säkerhetsfaktor för kritisk glidyta ( $F_c \geq 1,5$ )
AS	Åt höger: 2,65 Åt vänster: 2,43
BS	Innerslänter Åt höger: 1,69 Åt vänster: 2,09 Ytterslänter Åt höger: 3,85 Åt vänster: 1,94
CS	Innerslänter Åt höger: 2,13 Åt vänster: 2,49 Ytterslänter Åt vänster: 2,71
DS	Åt höger: 1,90 Åt vänster: 1,76

Tabell 3. Sammanställning av resultat från stabilitetsberäkningen. Innerslänter syftar på dagvattendammens slänt. Ytterslänter syftar på den slänt som uppstår av bankning/befintlig slänt utanför dagvattendammen.

### Slutsats

Säkerhetsfaktorns kravnivå,  $F_c \geq 1,5$

Beräknade säkerhetsfaktorer ligger i intervallet 1,69 – 3,85 för de planerade dagvattendammarnas utformning och placering vilket uppfyller kravet på tillfredställande stabilitet.

### 9.3 Vidare utredning

Lokalstabiliteten för schakter och utfyllnader hanteras i detaljprojekteringen.

Bedömningen efter utförda undersökningar och föreslagna byggtekniska lösningar är att kraftvärmeverket, ballagret, silorna samt ytorna runt om byggnaderna kan byggas enligt gällande situationsplanen (Liljewalls arkitekter, daterad 2020-06-02) utan någon ökad risk för skred i området.

## 10 Sättningar

Inom detaljplaneområdet återfinns både naturliga jordlager samt områden som är uppfyllda med krossmaterial alternativt deponimassor.

Både sammansättningen och mäktigheten varierar mycket i området vilket försvårar analysen av sättningarna som kan inträffa vid framtida belastningsökningar från uppfyllnader av massor. Områdets varierande förhållanden medför en risk för ojämna sättningar i fyllnadsmassorna. I detaljprojekteringen skall sättningsanalyser utföras för specifika delområden genom provbelastning med sättningsmätning när laster och lägen är fastställda för att minimera mängden förstärkningsåtgärder.

## 11 Energihamnen, topografi, grundförhållanden, stabilitet

*Se separat Geotekniskt PM med beräkningar från KFS, Lövsta energiproduktionsanläggning hamnområde, daterat 2020-11-26.*

## 12 Fortsatt projektering

När placeringen, utformningen, höjdsättningen och lasterna är fastställda för anläggningen ska en kompletterande geoteknisk undersökning/utredning utföras för att bekräfta och optimera grundläggningsmetoder och dimensioneringen.

Sättningsanalys behöver utföras för specifika områden som är känsliga för framtida sättningar där uppfyllnad är projekterad.

Lokalstabiliteten för schakter och utfyllnader skall beaktas i detaljprojekteringen.

Korrosionshastigheten kopplat till dimensionering av tjocklek på stålplåarna bör undersökas för det specifika området.