

PM GEOTEKNIK

LÖVSTA KVV / MARK OCH VA

UNDERLAG TILL SAMRÅD DETALJPLAN



PM GEOTEKNIK

2019-03-19

HANDLÄGGARE: ROBIN HARDING

Ändringsförteckning

VER.			GRANSKAD	GODKÄND

PM GEOTEKNIK

Uppdrag Lövsta Mark & VA	Uppdragsledare Katja Fedorova	Datum 2019-03-19
Uppdragsnummer 13005526	Upprättad av Sofie W. & Robin H. & Axel H.	Handlingstyp Samrådshandling

Sammanfattning

På uppdrag av Stockholm Exergi AB har Sweco utfört en geoteknisk förstudie för byggnationen av ett nytt kraftvärmeverk inklusive transportband och kajbyggnation i Lövsta, Stockholm.

Förstudiens primära syfte är att ta fram underlag till miljökonsekvensbeskrivning inför detaljplanarbetet. För denna förstudie har en geoteknisk markundersökning utförts för att översiktligt fastställa marknivåer, bergnivåer, jordlager- och grundvattenförhållanden och därmed ge geotekniska förutsättningar som kan påverka val av byggnaders placering men framför allt ge underlag för att välja grundläggningsmetoder.

I förstudien har även miljöprovtagning utförts för att komplettera tidigare utförda undersökningar.

Denna PM utgör ett projekteringsunderlag inför samrådet av detaljplanen, och får inte ingå i förfrågningsunderlag eller bygghandling.

Innehållsförteckning

1	Objekt	3
2	Underlag	4
3	Utförda undersökningar	4
3.1	Tidigare utförda undersökningar	5
4	Befintliga förhållanden	5
4.1	Topografi och ytbeskaffenhet	6
4.2	Befintliga konstruktioner	7
5	Nya konstruktioner	7
6	Geotekniska förhållanden per anläggningsområde	9
6.1	Kraftvärmeverket och övre planet	10
6.2	Silo 1–6	13
6.3	Ballagret, bränsleväg och nedre plan	16
7	Grundläggningsrekommendationer	19
7.1	Kraftvärmeverket samt övre plan	19
7.2	Silo 1–6	23
7.3	Ballager, bränsleväg och nedre plan	30
8	Totalstabilitet för kraftvärmeverket samt planerna	33
9	Energihamnen, Topografi, grundförhållanden, stabilitet.	33
9.1	Bakgrund	33
9.2	Topografi	34
9.3	Grundförhållanden	35
9.4	Stabilitet	35
10	Fortsatt projektering	36

1 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 båtklubben bryggor till badplatsen i väster.

Kraftvärmeverket och energihamnen sammanbinds med transportband som går via ballagret.

För kraftvärmeverket, ballagret och energihamnens planerade layout ses i figur 2.



Figur 2. Skiss över planerad anläggning, Liljewalls daterad 2019-02-12.

2 Underlag

Följande underlag har använts till denna PM:

- Sweco Civil AB, markteknisk undersökningsrapport Lövsta mark och VA, daterad 2019-02-18.
- Digital grundkarta erhållen från beställare, dwg-format, daterad 2018-11-08.
- Sweco Civil AB, bergmodell i dwg-format, daterad 2018-10-19.
- WSP AB, konstruktions layout K05 i dwg-format daterad 2018-10-09.
- KFS Anläggningskonstruktörer AB, Sammanfattning av hamnområdet, Topografi, grundförhållanden, stabilitet, daterat 2019-03-17. Se kapitel 9.

3 Utförda undersökningar

Inom detta uppdrag har översiktliga geotekniska markundersökningar utförts av Sweco Civil AB, under juni-oktober 2018. Undersökningarnas omfattning och resultat redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR), daterad 2019-02-18.

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 2018-02-18.
- PM Geofysik, Sweco, daterad 2019-02-19

3.1 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, Ingenjörskyrkan VIAK AB och Stockholms Gatukontor, från 1961 till 1995, specificerade i MUR:en.

Delar av dessa undersökningar är inarbetade i denna PM.

4 Befintliga förhållanden

Området består i huvudsak av det sluttäckta avfallsdeponiområdet "Lövsstatippen". 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 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 och dominerar helt (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 ritning, karterad och indikerad inom området av linneament i berggrunden (AB Jacobson & Widmark, 1990; SGU, 2018).

4.1 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 både motionärer och hundägare nyttjar. 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.

4.2 Befintliga konstruktioner

Inom området huserar ett flertal verksamhetsutövare; en återvinningscentral, en anläggning för freonåtervinning, uppläggningsplatser 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 dessa, dock med stora osäkerheter, och alla ledningar är inte redovisade.

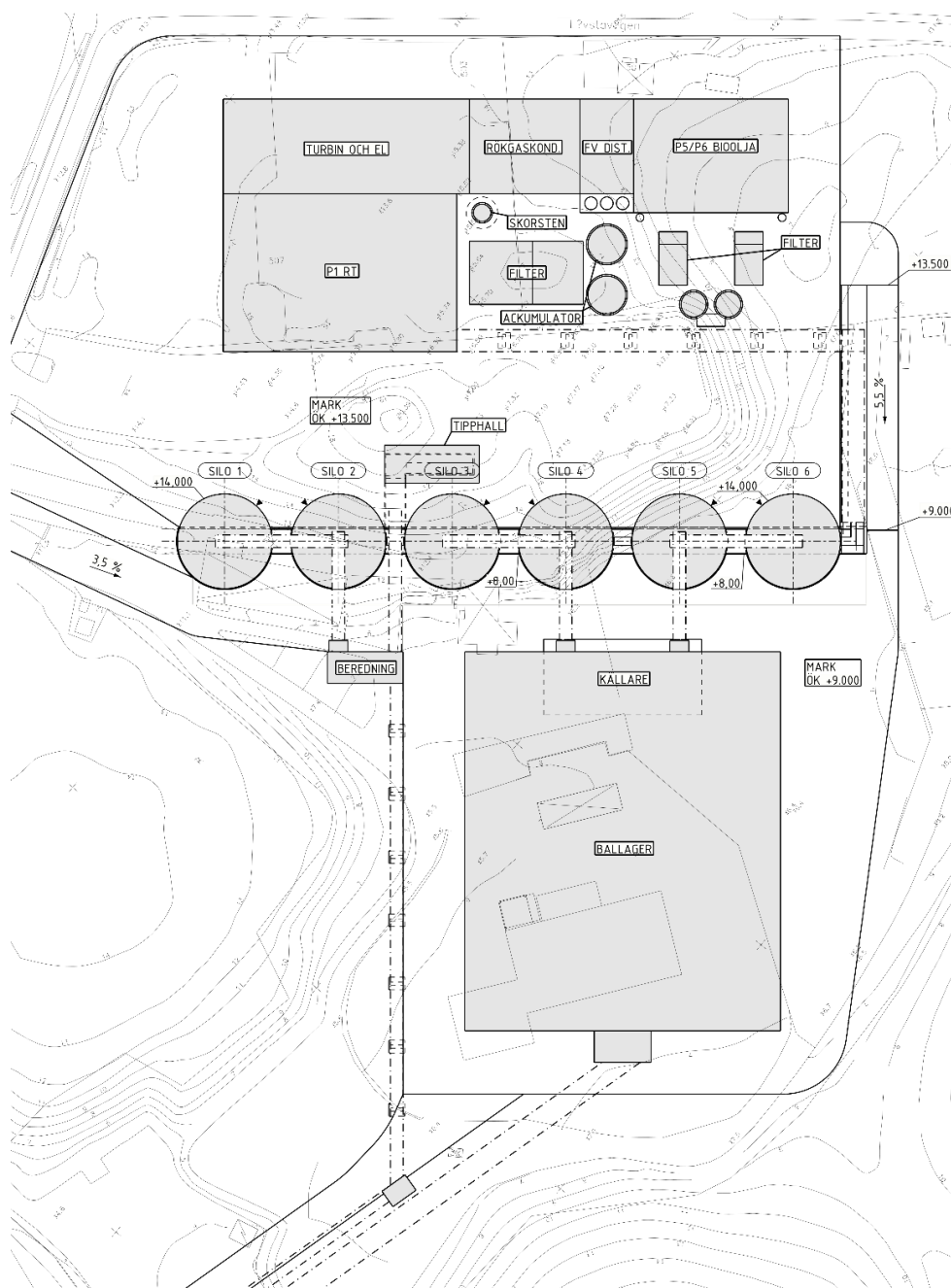
I den nordvästra delen av området finns en småbåtshamn samt uppställningsplats för fritidsbåtar.

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.

5 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 fastighetens naturliga terrassering på ett optimalt sätt. Ballagrets planeras att förses med bränsle från hamnen via ett upphöjt transportband som är grundlagt på fundament.



Figur 3. Planerad anläggning och höjsättning, K05 (2018-10-09, WSP).

6 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.

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

I denna förstudie har området klassats in i 3 stycken anläggningsområden:

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

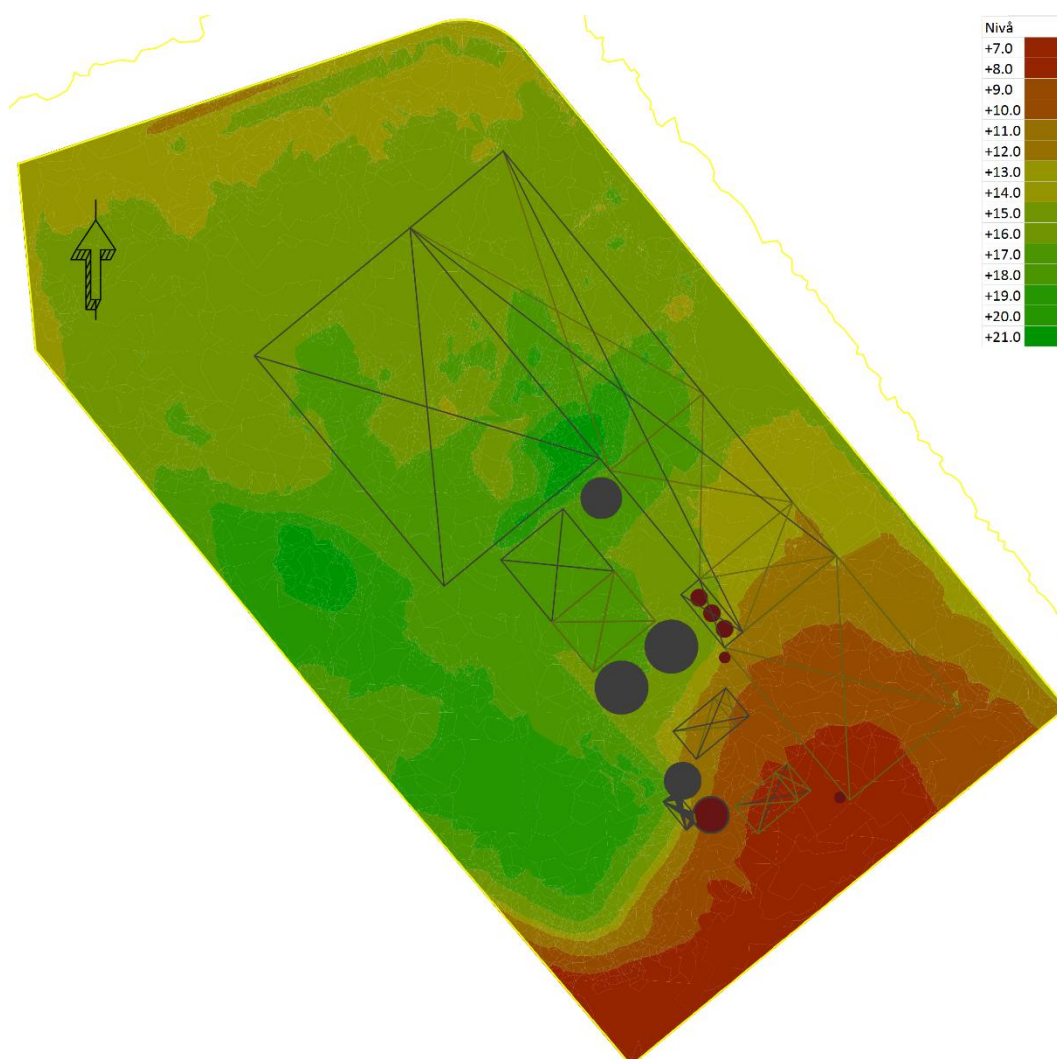
Områdena är baserade på det blivande kraftvärmeverkets layout K05, daterat 2018-10-09, se figur 3. De geotekniska förutsättningarna för respektive delområde beskrivs nedan.

6.1 Kraftvärmeverket och övre planet

Allmänt så består jorden i området kring det planerade kraftvärmeverket av fyllningsmaterial med växlande mäktighet som underlagras av naturligt friktionsmaterial (silt sand och morän), förutom i det nordligaste hörnet där fyllningsmaterialet underlagras av lera.

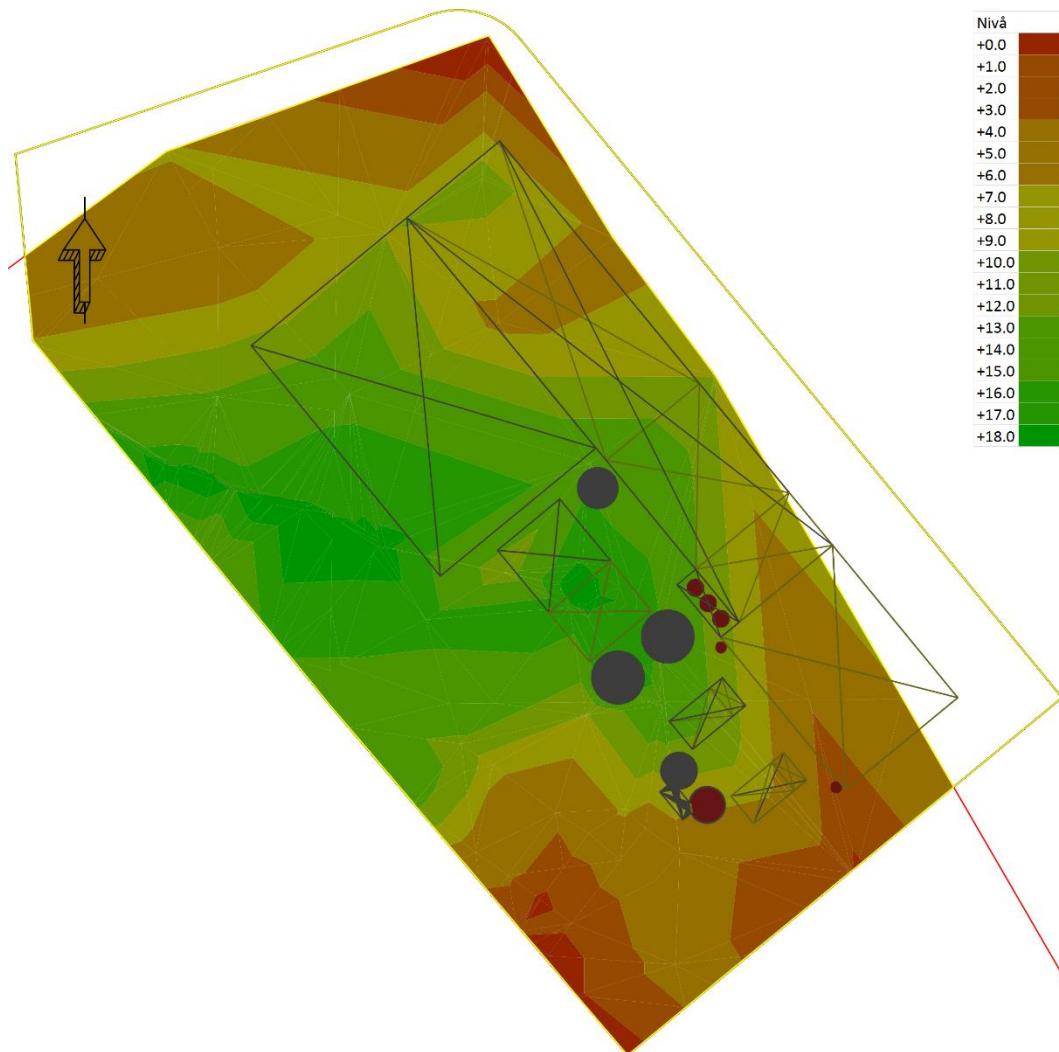
Topografi

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 för byggmaterial och ris.

Nord öst om fjärrvärmedistributionscentralen finns en villa. Grundläggningen är okänd i dagsläget.

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



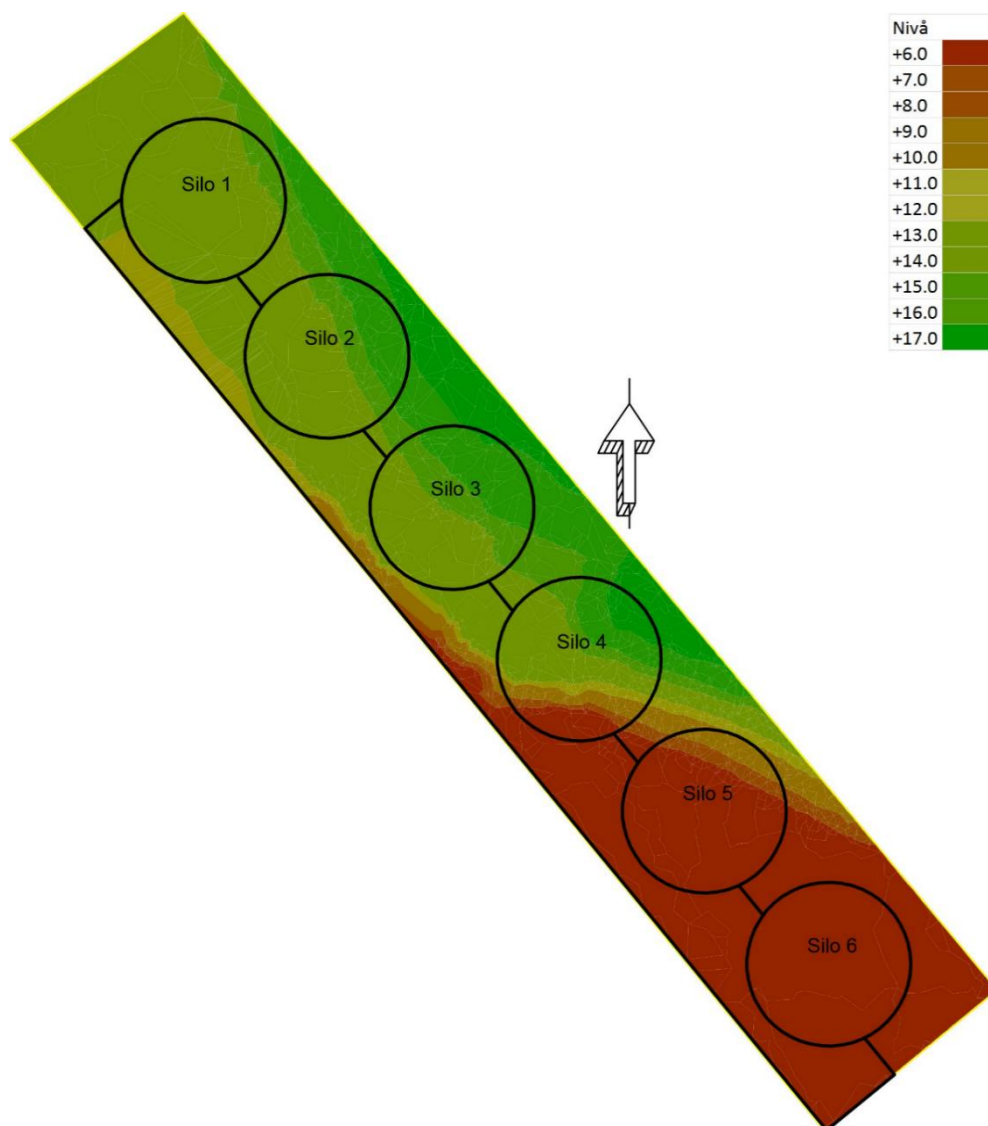
Figur 6. Befintliga konstruktioner i det övre planets område där kraftvärmeverket planeras att anläggas.

6.2 Silo 1–6

Generellt så består jorden i området kring silorna av fyllningsmaterial med växlande måktighet som underlagras av friktionsmaterial ovan berg.

Topografi

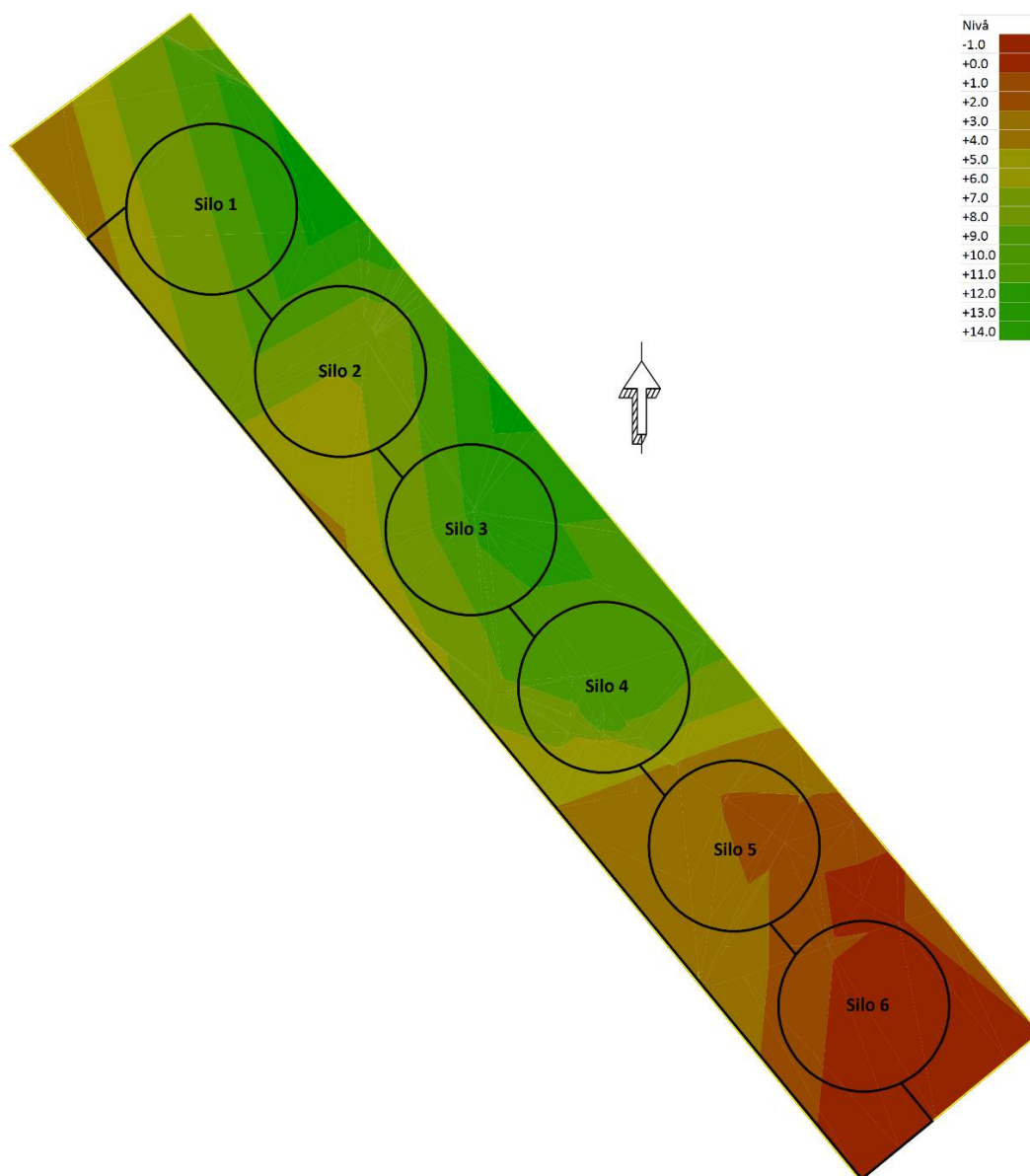
Markytan i området varierar mellan nivåerna +6.0 och +17.0, se figur 7.



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

Bergnivåerna är som lägst i den sydliga delen av området och stiger snabbt i den nordliga riktningen. 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 tre våningshus byggt i tegel. Grundläggning är i dagsläget okänd. Se figur 9 för läge.



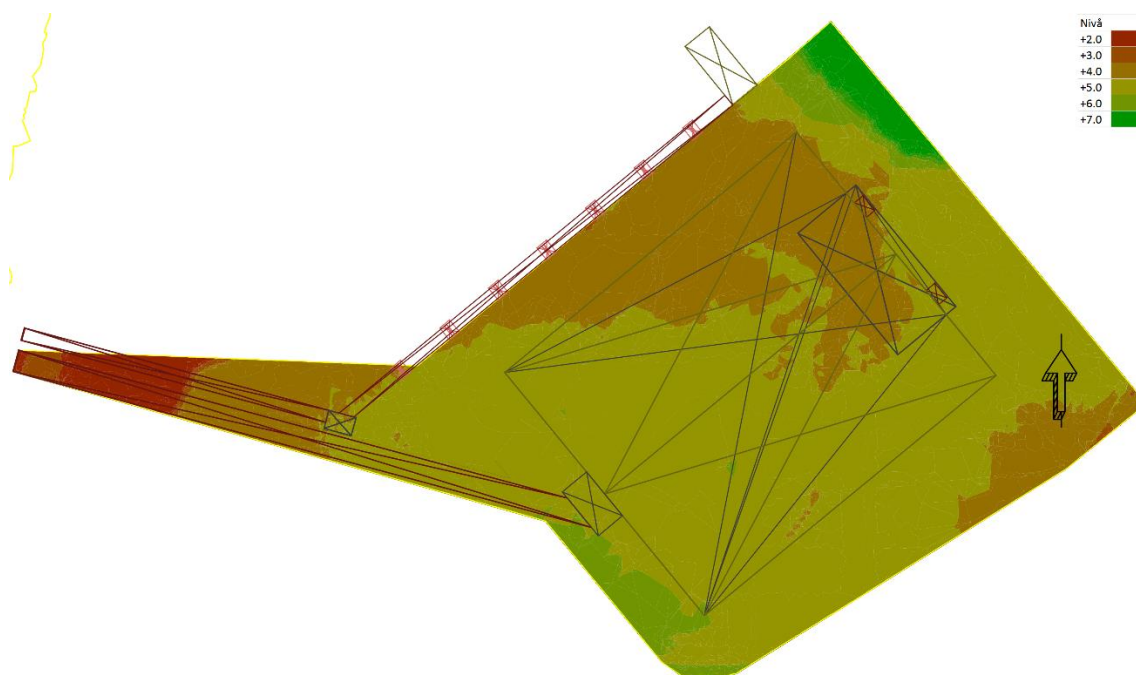
Figur 9. Befintliga konstruktioner där silorna 1–6 planeras att anläggas.

6.3 Ballagret, bränsleväg och nedre plan

Allmänt så består jorden i området av fyllnadsmaterial med växlande mäktighet och en sammansättning av brända sopor och/eller grusmaterial. Fyllnadsmaterialet vilar delvis på naturliga friktionsmaterial ovan berg och delvis direkt på berg.

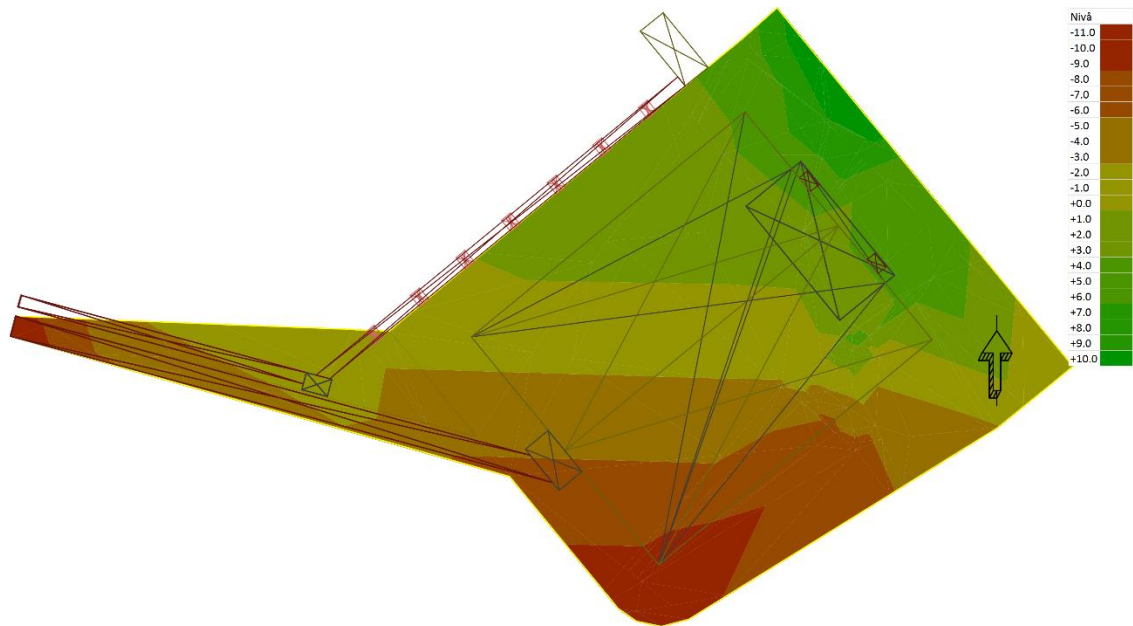
Topografi

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



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.



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. Byggnadernas grundläggning är i detta skede okänd. Se figur 12 för läge.

Det finns inga kända eller 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 och bränslevägen planeras att anläggas.

7 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 borrade stålrörspålar.

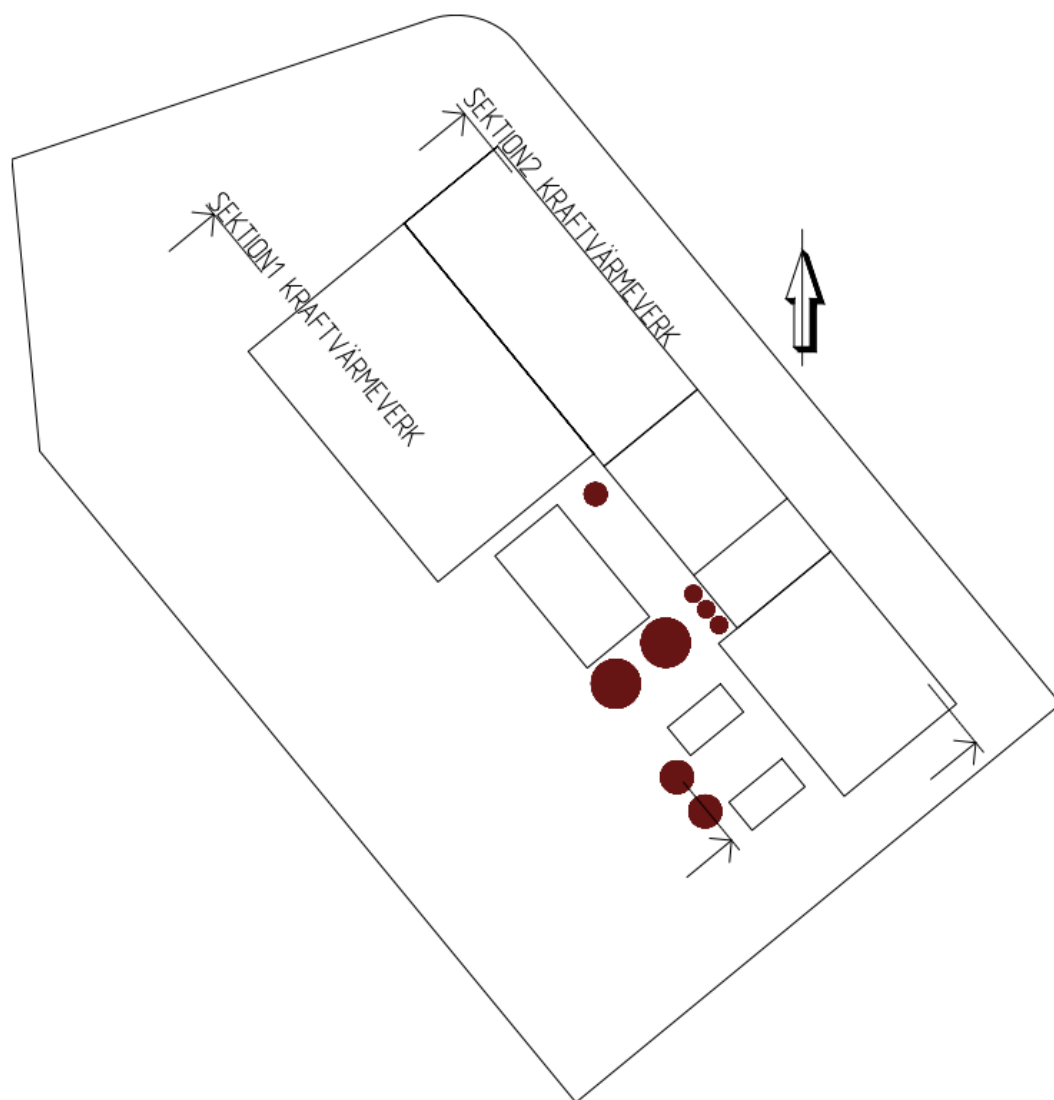
För samtliga byggnader rekommenderas att konstruktionslaster förs ner till berg. Där jorddjupet är för mäktigt för att skiftas ur rekommenderas borrade stålrörspålar. För en grov kalkyl kan det antas att utskiftning och grundläggning på fyllning på packad sprängsten utförs där jorddjupet under planerad grundläggningsnivå överstiger 1m och i övrigt sker grundläggning med pålar. Dilationsfogar 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 korrosions hastighet i områden så som deponier eller fyllningar med aska, koks eller slagg. Vidare utredning bör utföras för att fastställa korrosionshastigheten för det specifika området.

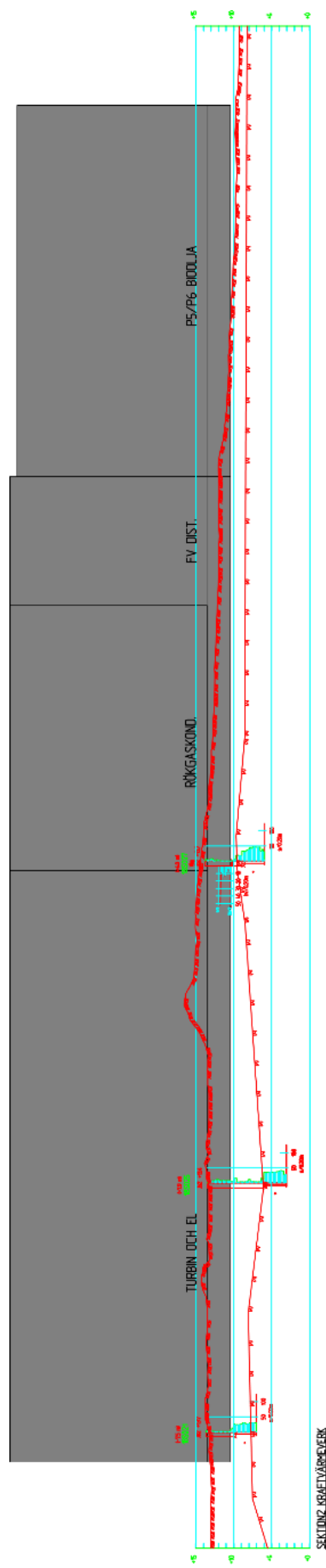
7.1 Kraftvärmeverket samt övre plan

Det övre planets planerade höjdsättning ligger på nivån +13.5 vilket innebär både utfyllning och bergschakt erfordras. 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. 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.



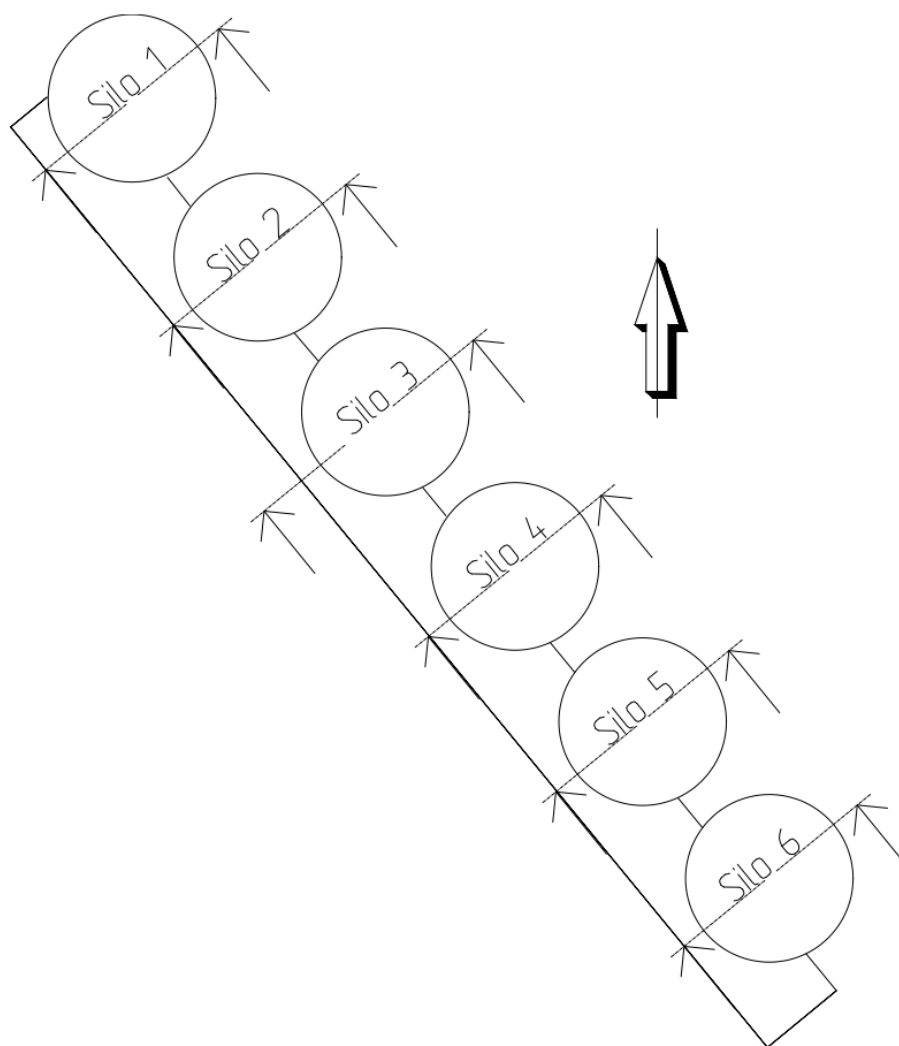
Figur 15. Sektion2 Kraftvärmeverk redovisar anläggningen i förhållande till berg och markytan. För läge i plan se figur 13.

7.2 Silo 1–6

Rekommenderade grundläggning för varje enskild silo beskrivs i text nedan. Det som gäller allmänt för alla sex stycken silorna är:

Silobyggnadernas planerade grundläggningsnivå ligger på nivån +13.0.

Kulverten under silornas planerade grundläggningsnivå ligger på nivån +7.0.

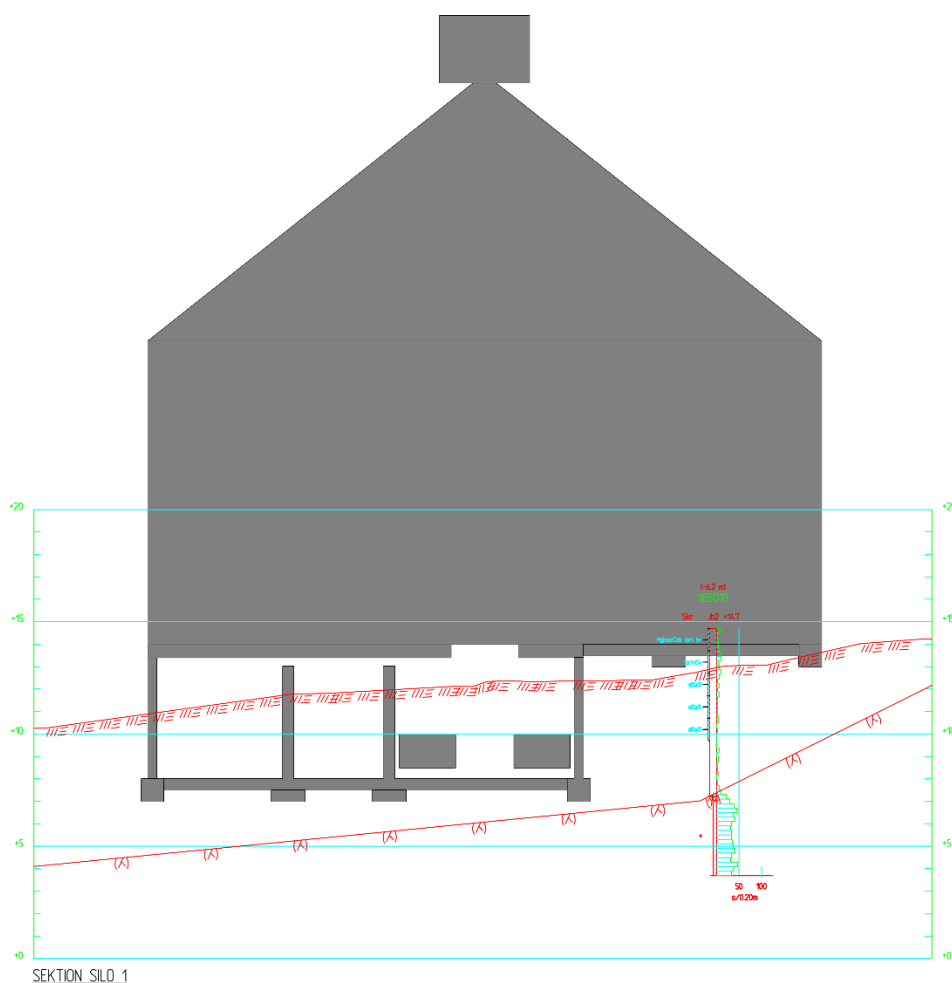


Figur 16. Planritning över vart sektionerna, som redovisas i figurer 17–22, är dragna.

Silo 1

Kulverten under Silo 1 rekommenderas att grundläggas med en packad sprängstensfyllning på fast berg. Cirka 6 m massor kommer att behövas schaktas ur för att nå fast berg.

Delen av silon som ej har en kulvert rekommenderas att grundläggas med borrarade stålrörspålar.

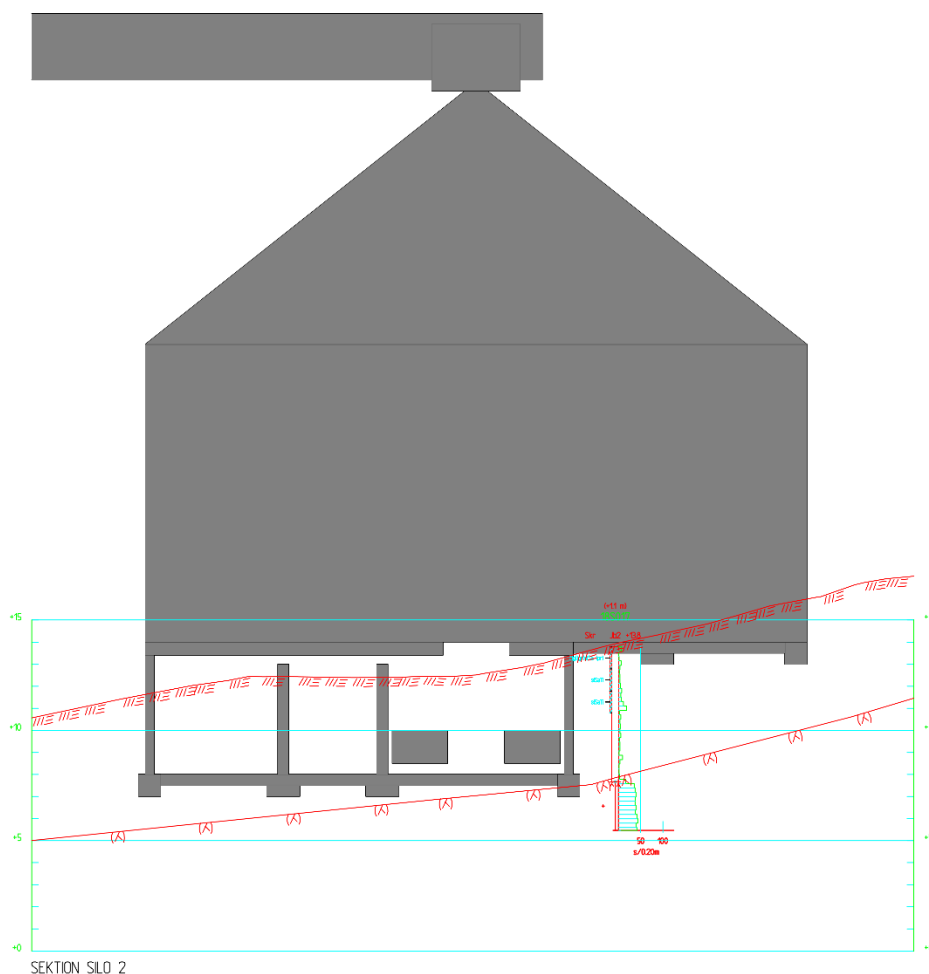


Figur 17. Tvärsektion av Silo 1. För läge i plan se figur 16.

Silo 2

Kulverten under Silo 2 rekommenderas att grundläggas med en packad sprängstensfyllning på fast berg. Cirka 5 m massor kommer att behövas schaktas ur för att nå fast berg.

Delen av silon som ej har en kulvert rekommenderas att grundläggas med borrarade stålörspålar.



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

Silo 3 – både del med- och utan kulvert rekommenderas att grundläggas med en packad sprängstensfyllning på fast berg. Urschaktning samt bergschakt kommer att krävas för att möjliggöra grundläggningsnivån på +7.0, se figur 19 för ungefärlig omfattning.

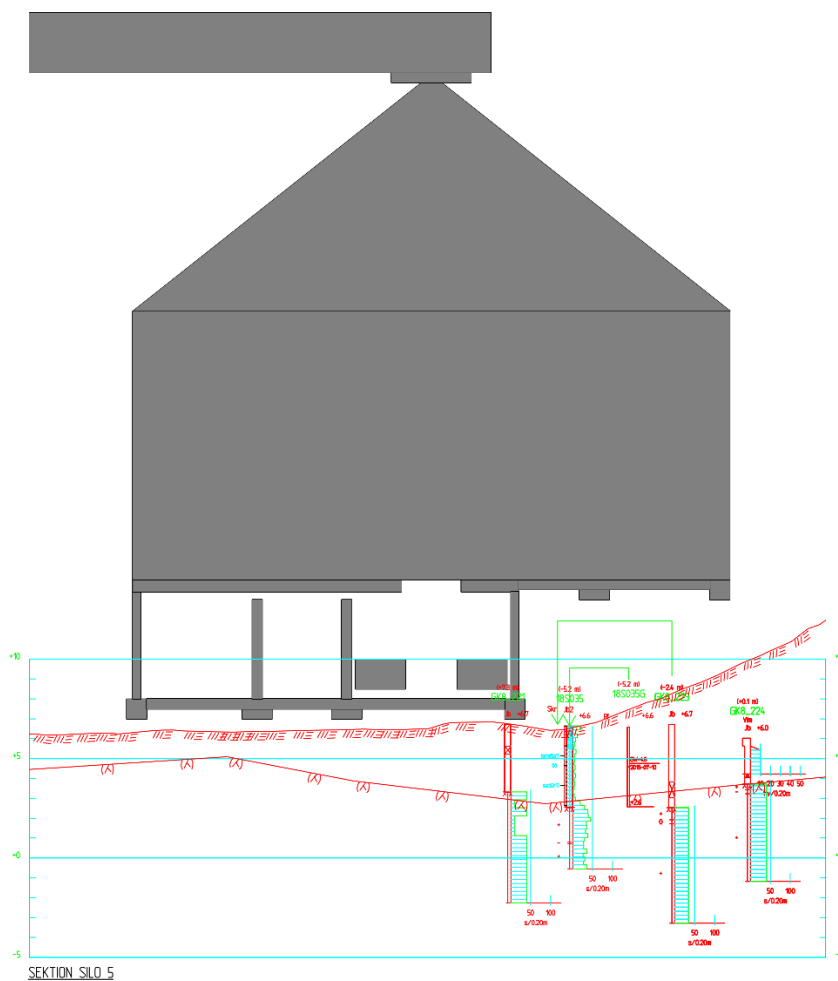


Silo 4 – både del med- och utan kulvert rekommenderas att grundläggas med en packad sprängstensfyllning på fast berg. Urschaktning samt bergschakt kommer att krävas för att klara grundläggningsnivån på +7.0, se figur 20.



Silo 5

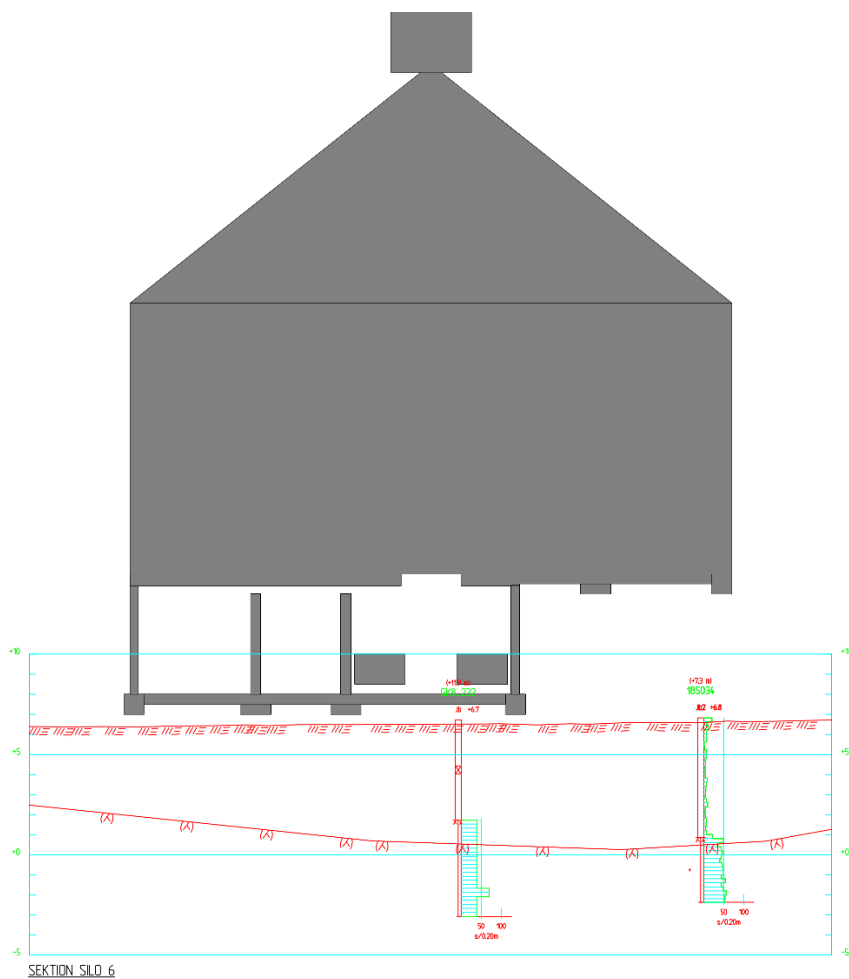
För Silo 5 kommer uppfyllnad ske under hela delen av konstruktionen se figur 21. Silobyggnadens del med- och utan kulvert rekommenderas att grundläggas på borrarade stålrörspålar.



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. Silobyggnadens del med- och utan kulvert rekommenderas att grundläggas på borrarde stålörspålar.



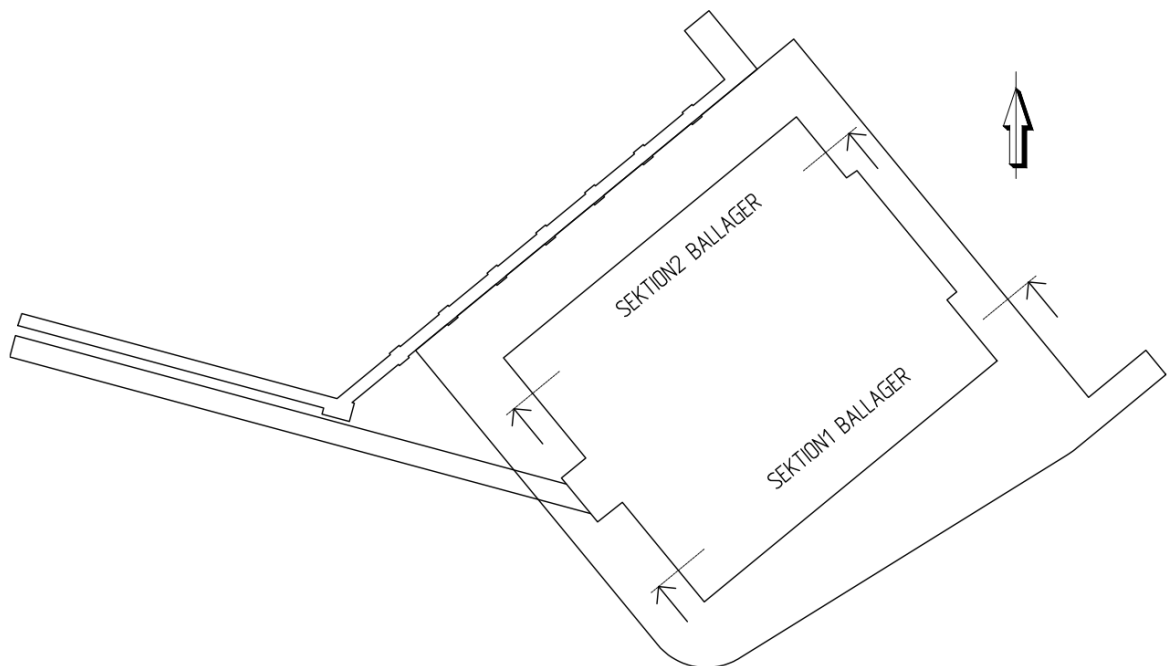
Figur 22. Tvärsektion av Silo 6. För läge i plan se figur 16.

7.3 Ballager, bränsleväg och nedre plan

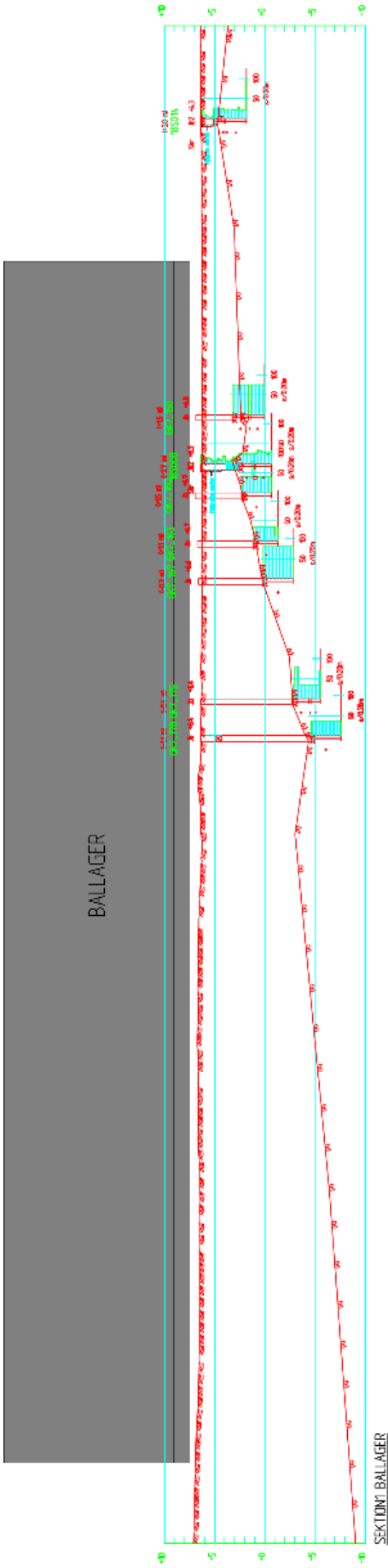
Det nedre planets planerade höjdsättning ligger på nivån +9.0 vilket innebär en höjning med cirka tre meter mot dagens nivåer. Vid uppfyllnad mot befintliga deponiers slänter rekommenderas det att lättfyllning användas för att minimera de eventuella sättningar som kan uppstå vid den ökade belastningen. Markytan och bergytans förhållande till anläggningen kan ses i figur 24 och 25 nedan.

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

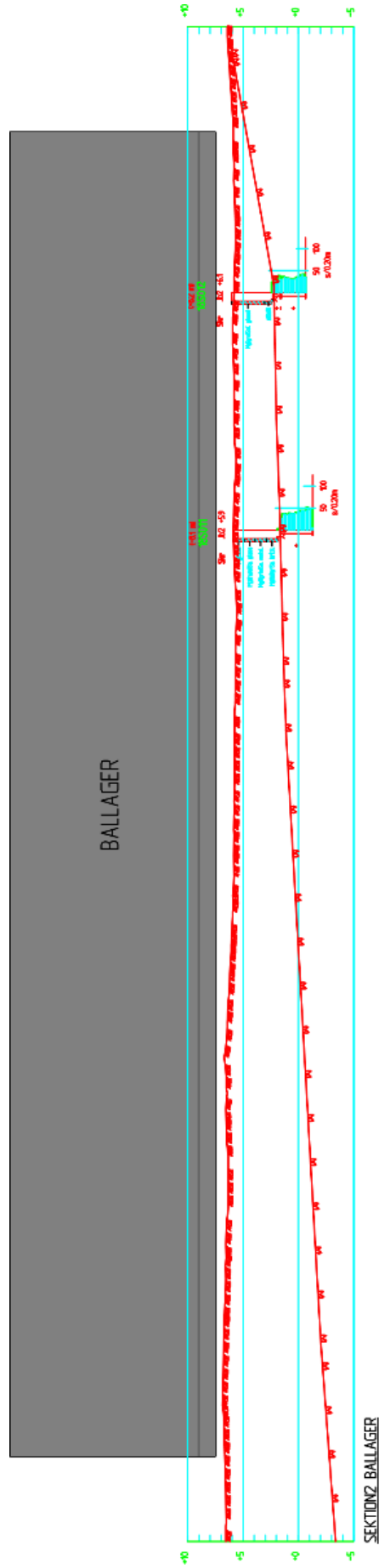
Bränslevägens fundament rekommenderas att grundläggas med borrade stålrörspålar, då djupet till fast berg överstiger en meter och block förekommer i fyllningen.



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



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



Figur 25. Sektion2 BALLAGER redovisar anläggningen i förhållande till berg och mark. För läge i plan se figur 23.

8 Totalstabilitet för kraftvärmeverket samt planerna

Anläggningsområdet där kraftvärmeverket samt tillhörande byggnader planeras att anläggas är relativt plant och jordlagerföljden består huvudsakligen av fyllningsmaterial ovan berg. De tunga konstruktionerna planeras att pågrundläggas och därav föreligger inga problem med områdets totalstabilitet. Lokalstabiliteten för schakter och utfyllnader hanteras i detaljprojekteringen.

Totalstabiliteten för strandlinjen söder om halvön kommer att vara oförändrad mot dagens läge med den projekterade byggnationen enligt Liljewalls situationsplanen daterad 2019-02-12.

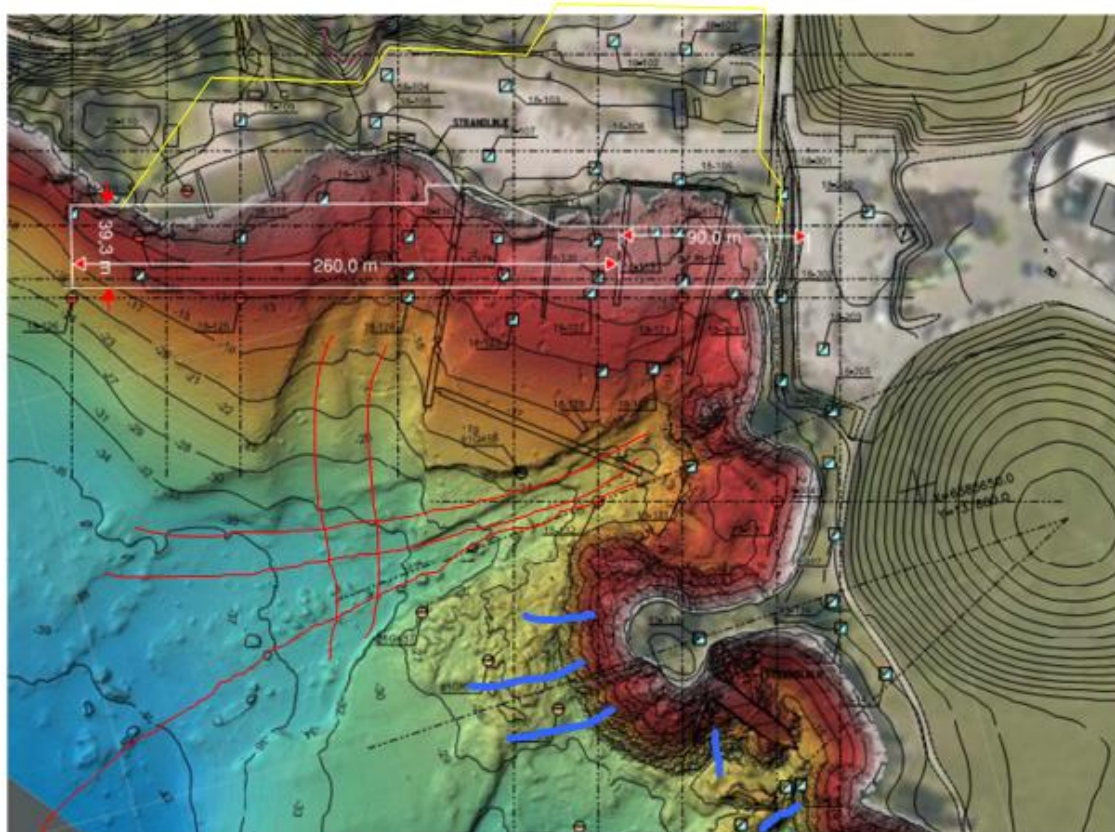
9 Energihamnen, Topografi, grundförhållanden, stabilitet.

Texten i kapitel 9 har erhållits av KFS 2019-03-17.

9.1 Bakgrund

I stort sett hela det undersökta bottenområdet sydväst om Lövsta gamla deponiområde är påverkat av grunda skred och utglidningar, som sannolikt uppkommit i samband med utfyllnad av sprängstenvallarna runt deponin och de sprängningar som då genomfördes för att få vallarna att sätta sig. Skreden har medfört att aska, slagg, sopor och sjunkna pråmar som fanns inom det yttre tippområdet och strandzonen förts mellan 50 och 250 meter ut från strandlinjen och deponerats över Lövstafjärdens tidigare botten i området.

I det nu undersökta områdets södra del, kring den utstickande udden i tippområdets sydvästra del, syns även spåren av sannolikt djupare gripande skred, vilket också orsakat upptryckning av lermassor längre ut. Dessa spår kan med stor sannolikhet knytas till skedet 1972. Skred och skredkanter framgår av figur 26.



Figur 26. Ungefärligt inlagd hamnyta på land och kajyta inom gul respektive vit begränsnings linje. Utförda undersökningspunkter finns illustrerade runda och fyrkantiga symboler i bilden. Röda och blå linjer illustrerar ytliga respektive djupa skred i botten. Bottentopografin enligt sjömätning med multibeam (flerstråleekolod) av Clinton i dec 2018.

Med tanke på de rasrisker som beräknats och bedömts finnas i anslutning till tippområdets udde med bakomliggande västra tipp har hamnanläggningen förlagts till ett grundare område, nära den norra strandlinjen enligt figur 26 ovan. Avståndet till området där djupare skred har inträffat är då mer än 100 m.

9.2 Topografi

Marknivåerna på land inom planerat hamnområde har nivåer mellan ca + 0,9 och +7 i höjdsystem RH2000. Medelvattenytan i Mälaren är +0,86.

I planerad kajlinje, ca 40 m utanför strandlinjen, varierar bottennivån mellan ca -5 och -20. Ungefär 100 m ut från och parallellt med kajlinjen har botten nivåer mellan -20 och -36. Ca 200 m ut från kajlinjen finns bottennivåer på -40 m och

djupare. Sjöbotten har en lutning ca 1:5 mot söder på huvuddelen av kajens längd. Lutningen ökar i västra änden till ca 1:3.

9.3 Grundförhållanden

Under januari-februari 2019 har grundundersökningar utförts på land och i vattenområdet. Provtagning har även utförts i förväntat förorenade fyllnadsmassor på land och i förorenade ytsediment under hösten 2018 till februari 2019. För närvarande pågår laboratorieundersökning av jordlagrens geotekniska egenskaper samt av föroreningsinnehållet i fyllnadsmassor och i de ytliga sedimenten.

Grundförhållandena på land inom hamnen utgörs överst av 1 - 6 m fyllning av olika fraktioner med inslag av byggrester. Fyllningen har som regel kontakt mot fast botten av friktionsjord eller berg. Bergnivån innanför strandlinjen varierar mellan nivåerna +3 och - 6. Ställvis har påträffats ett ca 1 m mäktigt lerlager mellan fyllningen och friktionsjorden.

Grundförhållandena i vattenområdet med början från strandlinjen och till ca 15 m utanför planerad kajlinje utgörs av uppifrån räknat 0 - 0,7 m organiskt sedimentskikt med förväntat höga halter av föroreningar, som planeras muddras bort och köras till godkänd mottagare.

Under ytsedimentet följer 0 - 4 m naturlig oorganisk lös lera. Under leran finns 0 - 5 m friktionsjord av huvudsakligen sandigt grus med tunt lager morän närmast berget. Berget har nivå mellan -4 till -20 med en punkt längst västerut på -24. Ungefär 40 m utanför kajlinjen och utåt tilltar vattendjupen, mäktigheten hos lös lera och bergnivån är djupare. Släntberg har påträffats i ett par borrhöjningar drygt 15 m utanför kajlinjen. Berget har i skredområden kring den utfyllda udden påträffats på nivåer mellan -30 och -48 m.

9.4 Stabilitet

Kajens grundläggs på pålar och placeras parallellt med den norra stranden med marginal till tippområdet och påträffat släntberg. Detta gör det möjligt att klara stabiliteten dels för kajen i sig dels för att undvika störningar längs tippområdets strandområde, där skred tidigare inträffat.

En begränsad utfyllnad planeras vid kajens anslutning mot land i väster och i öster. För att östra utfyllnaden ska bli stabil och ha kontakt mot fast botten utförs först bortmuddring av 1 till ca 2 m mäktigt lerlager för en ca 15 m bred stödbank av bergkross. Vattendjupet är här mindre än 7 m.

När alla undersökningsresultat är klara kommer ett geotekniskt PM att upprättas med tillhörande stabilitetsberäkningar. Detta för att visa att samhällets tekniska krav på bärförmåga, statisk jämvikt och beständighet föreligger.

10 Fortsatt projektering

Under januari-februari 2019 har grundundersökningar utförts på land och i vattenområdet resultaten från dessa kommer att inarbetas under våren 2019.

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

Korrosionshastigheten kopplat till dimensionering av tjocklek på stålplåarna bör undersökas.