

PM ÅTGÄRDSUTREDNING

NACKA TINGSRÄTT
Avdelning 3

INKOM: 2021-11-05
MÅLNR: M 1167-20
AKTBIL: 124

LÖVSTA KVV / MARK OCH VA

UNDERLAG TILL TILLSTÅNDSANSÖKAN OCH DETALJPLAN



PM ÅTGÄRDSUTREDNING

2021-11-02

SWECO SVERIGE AB

Ändringsförteckning

VER.	DATUM	ÄNDRINGEN AVSER	GRANSKAD	GODKÄND
1	2021-10-05	Rapport	Klas Andersson	Katja Fedorova

2021-10-15



PM FÖRORENAD MARK OCH HYDROGEOLOGI

Uppdrag Lövsta KVV / Mark och VA	Uppdragsledare Katja Fedorova	Datum 2021-11-02
Uppdragsnummer 13005526	Upprättad av Robertus Hoogeveen och Matilda Johansson	Handlingstyp PM

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Föroreningssituation	1
2.1	Jord	1
2.2	Grundvatten	1
2.3	Olja i fri fas	2
2.4	Deponigas	5
3	Utgångspunkter för åtgärdsutredningen	5
3.1	Övergripande åtgärds mål	5
3.2	Åtgärdsbehov	6
3.3	Områdesavgränsningar	6
3.4	Skydd av markmiljö	7
4	Åtgärds kategorier och -metoder	7
4.1	Introduktion	7
4.2	Ingen åtgärd	8
4.3	Administrativa skyddsåtgärder	8
4.4	Tekniska skyddsåtgärder	8
4.5	Solidifiering och stabilisering	9
4.6	Schaktsanering och jordtvätt	10
4.6.1	Huvudsakliga Anläggningsområde	10
4.6.2	Energihamnen	10
4.6.3	Behandling av massor	11
4.6.4	Sammanfattning	11
4.7	Övertäckning och inneslutning	11
4.7.1	Övertäckning	12
4.7.2	Inneslutning med vertikal tätskärm	15
4.7.3	Inneslutning med avskärande dränerande dike	17
4.8	In situ-behandling	17
4.9	Skimming/sugpumpning	18
4.10	Övervakad naturlig självrening	18
4.11	Sammanfattning av aktuella åtgärds tekniker	19
5	Presentation av åtgärdsalternativ	20
6	Utvärdering av åtgärdsalternativ	21
6.1	Inledning	21
6.2	Riskreduktion och måluppfyllelse	21
6.2.1	Nollalternativ	22
6.2.2	Alternativ 1	22
6.2.3	Alternativ 2	23
6.2.4	Alternativ 3	24
6.2.5	Alternativ 4	26
6.2.6	Alternativ 5	27
6.2.7	Alternativ 6	28

	PM FÖRORENAD MARK OCH HYDROGEOLOGI	2021-11-02
6.3	Monetära kostnader	29
6.4	Påverkan på omgivningen och miljö- och samhällskostnader	31
6.5	Genomförbarhet och risker	32
6.6	Sammanfattning av nyttor och kostnader	34
7	Förslag till åtgärdsalternativ och mätbara åtgärds mål	35
8	Åtgärdsförberedande undersökningar och aktiviteter	37
9	Referenser	37

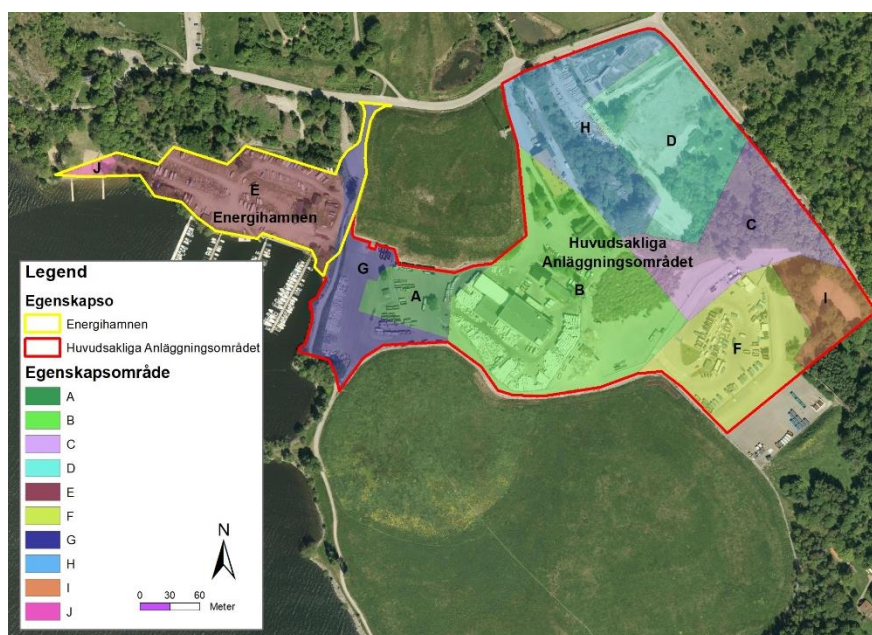
1 Inledning

Stockholm Exergi AB har lämnat in en ansökan om miljötillstånd för ett nytt kraftvärmeverk i Lövsta hos mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. Remissperioden för ansökan är avslutad. Arbete pågår med att besvara till mark- och miljödomstolen inkomna remissyttranden.

Denna PM är en del av Swecos uppdrag gentemot Stockholm Exergi AB och utgör ett underlag till besvarande av remissyttranden. Utredningsområdet framgår av Figur 2-1.

Här behövs text från jurister som avgränsar utredningsområdet till Anläggningsområdet.

2 Föroreningssituation



Figur 2-1: Situationsplan av Anläggningsområdet och olika Egenskapsområde

2.1 Jord

Inga ytterligare undersökningar av föroreningssituationen i jord har utförts sedan ansökan lämnades in och förståelse av föroreningssituationen har därför inte ändrats.

2.2 Grundvatten

Ytterligare provtagning av grundvatten har utförts sedan ansökan lämnades in. En reviderad beskrivning av föroreningssituation i grundvatten redovisas i Sweco (2021a).

2.3 Olja i fri fas

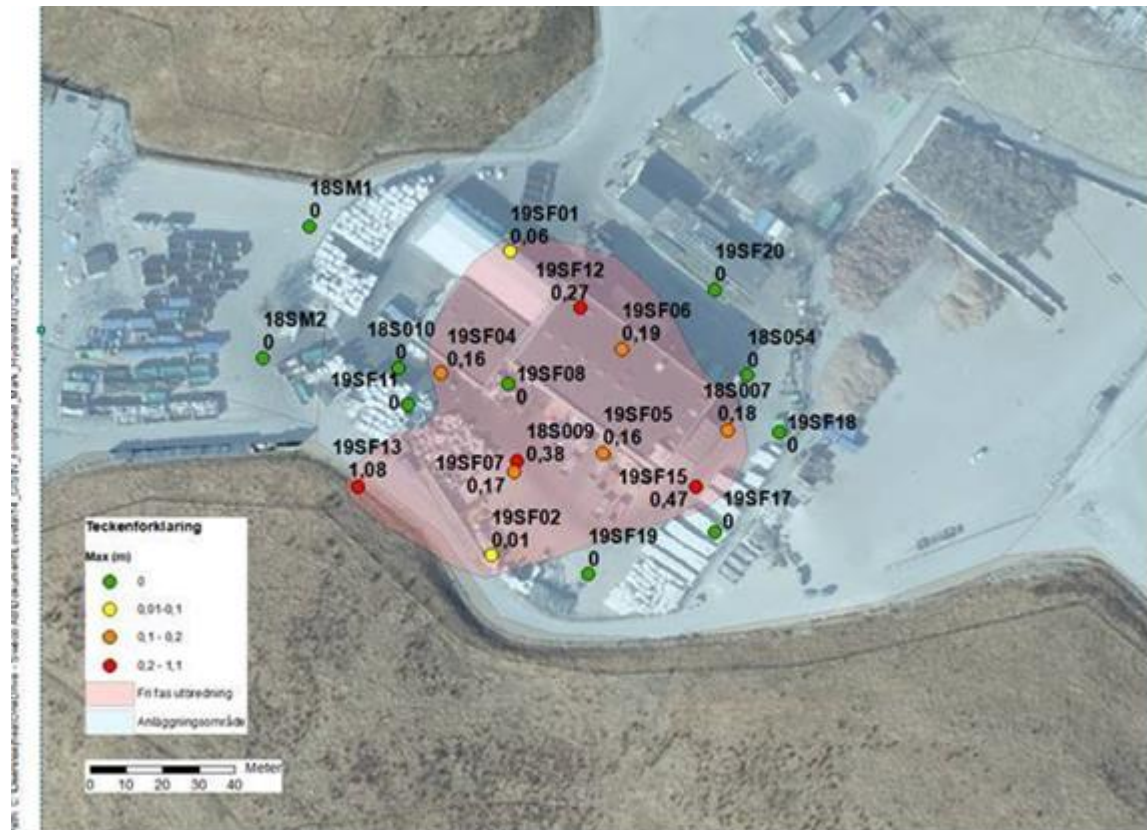
Sedan ansökan lämnades in har fler mätningar avseende fri fas av olja utförts i anslutning till den tidigare oljedeponin som ligger under och kring det nuvarande Freonåtervinningsområdet. De senaste mätningarna utfördes i juni 2021.

Resultat från mätningarna presenteras i Tabell 2-1 och illustreras i Figur 2-2. Totalt har mätningar gjorts i 23 provpunkter mellan juni 2019 och juni 2021. Vid mätningen i januari 2021 medförde snötäcket att 14 observationsrör inte var tillgängliga.

I totalt 12 av de undersökta grundvattenrören i området har olja i fri fas uppmätts och i 9 av dem har den maximala mäktigheten av olja i fri fas uppmätts till mer än 0,1 m. Den största mäktigheten som uppmätts var 1,08 m i observationsrör 19SF13. Detta observationsrör ligger nära gränsen mot den Västra deponin, utbredningen i Västra deponin är inte undersökt och utbredningen är därför inte avgränsad. Det kan inte uteslutas att en källa till den fria fasen finns i Västra deponin.

Generellt varierar mäktigheten av den fria fasen i både tid och mellan olika mätpunkter. Variationen är mycket påtaglig då den fria fasen ibland mer eller mindre fördubblas, halverats eller helt försvunnit mellan provtagningar, se Tabell 2-1.

Fortsatt är det speciellt viktigt att notera de observationsrör där mätning under 2021 inte varit möjligt på grund av att oljan har varit för trögflytande att det omöjliggjort mätningen. Det gäller främst observationsrör 19SF06, 19SF12 och 19SF13 där den fria fasen relativt konstant har varit stor. För majoriteten av de observationsrör där fri fas inte har påträffats, fortsätter dessa att vara rena från fri fas under hela mätperioden med undantag för provpunkt 19SF05. Dock noteras en tunn hinna av fri fas i tre provpunkter (18SM2, 19SF17 och 19SF18) som inte gått att mäta.



Figur 2-2: Största uppmätta mäktigheten av olja fri fas under tidsperioden juni 2019 – juni 2021. Rosa skuggat området anger den fria fasens bedömda utbredning

Tabell 2-1: Min, max och medelvärde (m) av mäktigheten fri fas i samtliga provpunkter. Provpunkter där olja i fri fas har påträffats har fetmarkerats. Samtliga mellan datum 2019/06/28-2021/06/14 förutom 19S007 och 19S054, 19SF02. 19SF15 tagen 19/06/27 första gången istället för 19/06/28.

Prov-punkt	Antal mät-tillfällen	Min (m)	Max (m)	Senaste (m)	Medelvärde (m)	Kommentar
18S007	5	0,03	0,18	0,18	0,11	2021 januari, fri fas finns men gick ej att mäta
18S009	5	0,02	0,38	0,38	0,13	
18S010	5	0	0	0	0	
18S054	4	0	0	0	0	
18SM1	3	0	0	0	0	
18SM2	4	0	0	0	0	2021 januari, tunn hinna av fri fas
19S007	1	-	-	0,04	-	Endast 1 mätning
19S054	1	-	-	0	-	Endast 1 mätning
19SF01	5	0	0,06	0,06	0,016	
19SF02	1	-	-	0,01	-	Ej åtkomlig, struken
19SF04	3	0,11	0,16	0,15	0,14	
19SF05	8	0	0,16	0,05	0,04	
19SF06	8	0,01	0,19	0,01	0,11	2021 januari för tjockt för att mäta.
19SF07	6	0,01	0,17	0,01	0,085	
19SF08	3	0	0	0	0	
19SF11	5	0	0	0	0	
19SF12	8	0,01	0,27	0,27	0,07	2021 januari, gick ej att mäta, stopp i rör? 2021 mars & juni, väldigt tjock olja, gick ej att mäta.
19SF13	5	0	1,08	0,2	0,26	2021 januari, tjock fri fas, gick ej att mäta. 2021 juni inget utslag för grundvatten trots 0,7m under frifas.
19SF15	6	0,08	0,47	0,35	0,22	
19SF17	5	0	0	0	0	2021 juni, eventuellt en hinna?
19SF18	3	0	0	0	0	2021 juni, eventuellt en hinna?
19SF19	3	0	0	0	0	
19SF20	5	0	0	0	0	

2.4 Deponigas

Risker för deponigas beskrivs i Sweco (2021a) och PM Deponigas Sweco (2021b), vilka utgör underlag för bemötande av myndigheternas och allmänhetens yttranden efter kungörandet av miljötillståndsansökan.

3 Utgångspunkter för åtgärdsutredningen

Åtgärdsutredningen utgår från den tidigare redovisade riskbedömningen (Sweco 2020a) och de förutsättningar och antaganden som den baseras på. Riskbedömningen har uppdaterats med avseende på föroreningsspridning till Mälaren vilket redovisas i Sweco 2021a.

De platsspecifika riktvärden som togs fram i riskbedömningen säkerställer ett mycket långtgående skydd av människors hälsa och miljön. Åtgärder som säkerställer att dessa riktvärden uppfylls kan medföra betydande insatser (framför allt vad gäller hanteringen av jordmassor) för att marginella förbättringar i skyddet ska uppnås. Det finns också tekniska faktorer som påverkar möjligheten till och behovet av åtgärder. Det finns således skäl att tidigt i åtgärdsutredningen fastställa faktorer, som bedöms ha stor inverkan på åtgärdernas omfattning och möjligheten till genomförande, dessa utgörs av:

- Övergripande åtgärds mål
- Åtgärdsbehov
- Områdesavgränsningar
- Skyddsnivå för markmiljö

Dessa rubriker beskrivs närmare nedan.

3.1 Övergripande åtgärds mål

Övergripande åtgärds mål ska fungera som underlag för riskbedömning, åtgärdsutredningen och riskvärdering och ska beskriva syftet eller syftena med en efterbehandlingsåtgärd (Naturvårdsverket, 2009). De övergripande åtgärds målen för det planerade kraftvärmeverket redovisas nedan:

- Föroreningar inom Anläggningsområdet ska inte innebära oacceptabla risker för människors hälsa vid den planerade markanvändningen. Eventuella risker för de som arbetar eller vistas på och i närheten av området ska vara på lågrisknivå.
- Spridning av föroreningar från jord och grundvatten inom Anläggningsområdet ska inte begränsa möjligheterna att nyttja Mälaren som dricksvattenresurs.
- Markmiljön i området ska vara av sådan kvalitet att den stödjer nödvändiga markfunktioner i den omfattning som behövs för den planerade markanvändningen.

- Vid efterbehandlingsåtgärder inom Anläggningsområdet ska ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbara lösningar eftersträvas.

3.2 Åtgärdsbehov

Riskbedömningen som beskrivs av Sweco (2020) har visat att det finns ett behov av riskreduktion avseende människors hälsa inom egenskapsområdena A, B, D, E, F, G, H och I eftersom hälsorisker inte kan uteslutas i dessa områden.

Inom Anläggningsområdet har deponigas uppmätts och mätningar visar att den innehåller metan. Metan är en explosiv gas och en kraftig växthusgas som har cirka 25 gånger mer klimateffekt än koldioxid. Riskbedömningen avseende deponigas (Sweco, 2021b) visar sammantaget att risker inte uteslutas inom någon del av Anläggningsområdet.

Riskbedömningen har vidare visat att risker avseende påverkan på markecosystemet inte kan uteslutas inom egenskapsområdena A, B, E, F, G, H och I. Inom dessa delområden finns därför ett åtgärdsbehov för att skydda markecosystemet, i vissa fall på stort djup under planerad marknivå.

Avseende spridning visar Sweco (2021a) att det sker en spridning av föroreningar från hela Anläggningsområdet till Mälaren. Sweco (2021a), d v s från Energihamnen och det Huvudsakliga Anläggningsområdet (Figur 2-1). Större delen av spridningen från det Huvudsakliga Anläggningsområdet sker via deponierna utanför Anläggningsområdet. Reviderade spridningsberäkningar visar att belastningen av PCB, PAH-M, PAH-H och dioxiner medför att beräknade halter i Mälaren överskrider jämförvärden för ytvattenkvalitet. Avseende ytvattenpåverkan kvarstår därmed riskbedömningens huvudsakliga slutsatser som beskrivs i Sweco (2020).

Avseende målet som beskriver att spridning av föroreningar från jord och grundvatten inom Anläggningsområdet inte ska begränsa möjligheterna att nyttja Mälaren som dricksvattenresurs, bedöms att föroreningar sprids från Anläggningsområdet i nuläget, samt att Mälaren redan i nuläget nyttjas som dricksvattenresurs. Därmed uppnås detta övergripande åtgärds mål. En jämförelse mellan halter i grundvatten som lämnar anläggningsområdet och jämförvärden för dricksvattenkvalitet (Sweco, 2021a) visar dock att det från Anläggningsområdet sprids vatten med halter som gör det olämpligt som dricksvatten avseende ett stort antal föroreningar. En minskning av spridningen av föroreningar är därför önskvärd.

3.3 Områdesavgränsningar

Eftersom Stockholm Exergi inte ansvarar för, påverkar eller har rådighet över andra ytor än det planerade verksamhetsområdet har utredningsområdet begränsats till det planerade anläggningsområdet.

3.4 Skydd av markmiljö

Skyddet av markmiljön ska vara sådant att ekosystemets funktioner kan upprätthållas i den omfattning som är nödvändig för den planerade markanvändningen (Naturvårdsverket, 2009). Under anläggandet av kraftvärmeverket kommer stora mängder av jord att flyttas eftersom marknivån behöver såväl höjas som sänkas inom olika delar av området. En stor del av Anläggningsområdet kommer att asfalteras eller bebyggas. Kraven på markmiljöns funktioner inom området bedöms därför vara låga.

Att utföra åtgärder enbart för att minska föroreningsbelastningen på markmiljön, i synnerhet då de aktuella föroreningarna ligger på ett stort djup under markytan, bedöms inte medföra någon miljönytta av betydelse med hänsyn till markmiljöns i övrigt begränsade förutsättningar inom Anläggningsområdet. Det bedöms därför att skydd av markmiljö inte bör styra åtgärdsval.

Vissa åtgärder medför dessutom i sig positiva konsekvenser på markmiljön. Till exempel anläggning av gröna ytor i övertäckningen som beskrivs i avsnitt 4.7.1.

4 Åtgärds kategorier och -metoder

4.1 Introduktion

I detta avsnitt redovisas vilka alternativ för åtgärder som kan vara aktuella att vidta för att reducera risker för människors hälsa och miljön, inför den planerade framtida markanvändningen av området. De alternativ som behandlas i avsnitten nedan är:

- Ingen åtgärd
- Administrativa skyddsåtgärder
- Tekniska skyddsåtgärder
- Solidifiering och stabilisering
- Schaktsanering och jordtvätt
- Övertäckning och inneslutning
- In situ-behandling
- Skimming/sugpumpning
- Övervakad naturlig självrening

Åtgärdsalternativen och deras lämplighet sammanfattas i slutet av detta avsnitt.

4.2 Ingen åtgärd

Om det kan visas att det inte föreligger någon risk för människors hälsa och miljön nu eller i framtiden, samt att de övergripande åtgärdsmålen kan uppnås även om inga åtgärder genomförs, kan ingen åtgärd vara ett alternativ.

Av avsnitt 3.2 framgår att det finns åtgärdsbehov inom stora delar av området. Ingen åtgärd är därför inte ett alternativ då de övergripande åtgärdsmålen inte uppfylls.

4.3 Administrativa skyddsåtgärder

Administrativa åtgärder omfattar restriktioner och regler beträffande vad som kan behöva göras och/eller hur marken kan användas i området. Detta inkluderar föreskrifter om hantering av massor, återställande av övertäckning eller tätskikt samt behov av bedömning av arbetsmiljörisker med hänsyn till förekomsten av deponigas. De administrativa skyddsåtgärderna är delvis beroende av vilka andra åtgärder som genomförs.

Administrativa skyddsåtgärder kan beskrivas i detaljplanen för området. Syftet är att bidra till att förebygga skada eller olägenhet för människors hälsa, samt att förhindra ingrepp som kan öka spridningen och exponeringen eller förvärrar situationen för miljön.

Administrativa åtgärder betraktas inte som efterbehandlingsåtgärder eller avhjälpande-åtgärder i strikt mening enligt Naturvårdsverket. Administrativa åtgärder är ofta nödvändiga att implementera om tekniska skyddsåtgärder, inneslutning eller övertäckning utförs, där föroreningar kvarlämnas. Dessa administrativa föreskrifter säkerställer då att oönskade framtida ingrepp inte motverkar effekten av de vidtagna åtgärderna.

Inom Anläggningsområdet är administrativa skyddsåtgärder aktuella i kombination med andra åtgärder.

4.4 Tekniska skyddsåtgärder

Tekniska skyddsåtgärder omfattar riskreducerande åtgärder som skär av exponeringsvägar och därmed skyddar människa och miljö mot exponering. Exempelvis kan olika former av markfilter installeras för att hindra transport av föroreningar inom och från Anläggningsområdet, eller tekniska lösningar för att förhindra inträngning av ånga i byggnader.

Denna form av åtgärder skulle främst vara tillämpliga vad gäller ånginträngning som är en identifierad risk. Det är möjligt att installera aktiva ventilationslösningar och radonklassade skydd mot inträngning av gas/luft från mark till byggnader på området.

Inträngning av ångor i byggnader är en identifierad risk inom flera delar av Anläggningsområdet. Även deponigas har påvisats i olika delar av Anläggningsområdet. På grund av deponigasen bör byggnadstekniska åtgärder vidtas för alla byggnader inom Anläggningsområdet. Deponigasen kommer sannolikt från källor såväl inom som utanför Anläggningsområdet och kan därför inte avlägsnas. För att skydda mot deponigas är

tekniska åtgärder nödvändiga. Tekniska skyddsåtgärder bedöms därför också vara lämpliga för att åtgärda risker förknippade med föroreningsångor inom området.

För tekniska skyddsåtgärder behövs övervakning som kan beskrivas i administrativa skyddsåtgärder som då säkerställer att önskad framtida ingrepp inte motverkar effekten av de vidtagna åtgärderna.

De tekniska skyddsåtgärder i byggnader som övervägs är:

- Spricktäta bottenplattor
- Gastäta membran
- Gaslarm
- Täta genomföringar och skarvar
- Passiv ventilation under byggnader

Pålning ska utföras i området, vilket kan leda till att det bildas nya vägar för gastransport genom marken. Dessa nya vägar ska inkluderas i design av ovanstående skyddsåtgärder.

4.5 Solidifiering och stabilisering

Solidifiering innebär att föroreningar inkapslas i material med låg permeabilitet, t.ex. betong, bentonit eller andra barriärmaterial. Vid solidifiering påverkas i regel inte föroreningens kemiska form eller sammansättning. Inkapslingen motverkar spridningen av föroreningar från det förorenade materialet.

Vid stabilisering tillsätts additiv som reagerar kemiskt med föroreningen så att dess laknings- och spridningsbenägenhet reduceras, utan att det förorenade materialet kapslas in.

Projektering av åtgärdslösningar baserade på solidifiering och/eller stabilisering föregås i allmänhet av relativt omfattande laboratorie- och bänkskaleförsök, för att testa de utvalda additivens förmåga att antingen binda ingående föroreningsämnen eller väsentlig reducera det förorenade materialets hydrauliska konduktivitet.

Stabilisering och solidifiering kan tillämpas både in situ (materialet ligger kvar i marken) och på uppgrävda massor. Vid tillämpning in situ används metoden för behandling av källzoner i syfte att reducera eller helst stoppa en pågående föroreningsspridning. Metoden är bäst lämpad för behandling av relativt homogena jordar, med dominerande innehåll av sand eller grus och låg andel lera och/eller organiskt material.

Metoderna används för behandling av såväl metallföroreningar som för högmolekylära organiska ämnen som t.ex. PAH och PCB, men är mindre lämpliga vid behandling av organiska föroreningar med hög andel flyktiga ämnen.

I kallt klimat kan frostvittring reducera stabiliteten av inkapsling eller inkapslingens beständighet, vilket kan erfordra särskilda försiktighetsmått (övertäckningsåtgärder m.m.).

Förekomst av avfallsrester och skrotfragment kan försvåra inblandningen av additiv för stabilisering av massor, både vid tillämpningar in situ och vid behandling av uppgrävda massor.

Metoderna bedöms inte lämplig för Anläggningsområdet eftersom:

- Jordmaterialet i Anläggningsområdet inte är homogent.
- Jordlagren i anläggningsområdet till stor del utgörs av avfallsrester och innehåller skrotfragment som kan försvåra inblandningen av additiv.
- Flyktiga föroreningar finns i egenskapsområde E
- Det är oklart vilka geotekniska egenskaper den åtgärdade jorden kommer att ha och anläggningen behöver en yta som kan bära tunga laster.

4.6 Schaktsanering och jordtvätt

Metoden innebär att förorenade jordmassor schaktas upp och omhändertas antingen inom området eller avlägsnas helt från området.

4.6.1 Huvudsakliga Anläggningsområde

Extremfallet av schaktsanering är urgrävning av allt avfall och fyllnadsmassor med föroreningshalter överskridande platsspecifika riktvärden inom Huvudsakliga Anläggningsområdet. Detta skulle innebära en schakt till flera m djup längs gränsen utefter Norra, Östra och Västra deponierna. Eftersom materialen i deponierna är geotekniskt instabila måste i så fall gränserna mot de befintliga deponierna spontas. Under ett sådant schaktarbete måste också grundvatten som strömmar in i schakterna tas om hand. Massorna måste köras bort till en annan deponi och ersättas med andra massor. Effekten av bortschaktning av samtliga förorenade fyllningsmassor är liten eftersom förorenade avfallmassor finns kvar i Norra, Östra respektive Västra deponin.

Inför uppförandet av kraftvärmeverket behöver schaktarbeten utföras av anläggningstekniska skäl. Inom delar av Huvudsakliga Anläggningsområdet behöver markytan sänkas och inom andra delar höjas. Eftersom schaktning behöver utföras av anläggningstekniska skäl är schaktsanering en åtgärd som kan vara lämplig inom Huvudsakliga Anläggningsområdet.

4.6.2 Energihamnen

Inom Energihamnen i den västra delen av Anläggningsområdet är jordlagrens mäktighet mer begränsad. Vidare finns det en vattendelare som gör att grundvattnet i Energihamnen är avskilt från grundvattnet i resten av Anläggningsområdet och deponierna vilket innebär att en schaktsanering i detta område kan leda till en minskad föroreningsbelastning på Mälaren.

För att skydda vattenkvaliteten i Malaren ska åtgärder utföras för att minska risken för spridning av partikelbundna föroreningar till Mälaren under schaktarbeten, olika metoder föreslås i KFS AnläggningsKonstruktörer AB (2020).

4.6.3 Behandling av massor

De massor som schaktas upp kan behandlas på olika sätt innan de transporteras bort eller återanvänds på plats. De behandlingsmetoder som kan användas på plats kan även tas i bruk på en mellanstation eller på den slutliga mottagarstationen. Nedan beskrivs behandling genom sortering i fraktioner respektive jordtvätt. Fördelen med att behandla massorna på plats är att det kan öka återanvändningen inom området och att mängden massor med höga föroreningshalter minskar. Även transportbehovet reduceras betydligt.

Syftet med en sortering är att fraktioner med olika föroreningsinnehåll kan separeras. Det förväntas att material från en grövre fraktion är mindre förorenat och därför förväntas att de grövre fraktionerna kan återanvändas eller hanteras som mindre förorenade, medan de finkornigare fraktionerna med högre föroreningshalter kan hanteras separat. I det aktuella fallet är det även möjligt att separera t.ex. skrot från massorna och behandla det separat.

En annan behandlingsmetod är jordtvätt. Det innebär att den förorening som sitter på ytan av jordpartiklarna kan skrubbas av eller med hjälp av exempelvis syror lösgöras från jordpartiklarna. Den förorenade tvättvätskan kan sedan renas och jorden som nu har en lägre föroreningshalt hanteras utifrån hur effektivt den har kunnat renas. Det är också möjligt att kombinera metoderna.

Fyllningen som finns i Anläggningsområdet består huvudsakligen av avfall som består av stenig grusig sand med innehåll av glas, tegel, metalltråd, kolbitar, asfalt mm (Sweco, 2020). Således finns det inslag av grovkornigt material som innebär att en sortering i fraktioner och tvättning skulle kunna vara möjlig. För att göra en närmare bedömning av effektiviteten måste metoden testas i fält, vilket kan göras i samband med att eventuella åtgärder påbörjas.

4.6.4 Sammanfattning

Sammantaget bedöms en fullständig schaktsanering inom huvudsakliga anläggningsområdet inte vara ett genomförbart alternativ, schaktsanering kan dock vara aktuellt i kombination med andra åtgärder. Inom Energihamnen är jordlagrens maktighet mer begränsad och här är en fullständig schaktsanering ett möjligt alternativ.

4.7 Övertäckning och inneslutning

Ett sätt att förhindra att människor exponeras för förorenad jord och avfallsmassor är att de innesluts eller täcks över. Inneslutning av föroreningarna innebär att förorenade massor lämnas kvar inom området och att barriärer anläggs på plats, så att kontakt med de förorenade massorna förhindras. Ofta väljs täta barriärer, vertikala och/eller horisontella,

som begränsar eller förhindrar kontakt med föroreningarna samt utlakning och spridning av lakvatten.

4.7.1 Övertäckning

Den preliminära designen av anläggningen visar att markytan inom den övervägande delen av Anläggningsområdet kommer att höjas mellan 0,2 m och 2,7 m. Härvid kommer exponeringen att minska genom att det fysiska avståndet mellan människor och föroreningarna ökar. Övertäckning kan utföras enskilt eller som komplement till andra åtgärder.

En enklare övertäckning som är genomsläpplig för vatten påverkar inte spridningen av föroreningar från den förorenade marken. Den dominerande transporten av markföroreningar sker via infiltrerande vatten och via grundvatten. Föroreningstransport kan även ske via porgas och i fri fas.

För att minska grundvattenbildning och transport av föroreningar kan tät asfalt eller en kvalificerad övertäckning, motsvarande en vedertagen deponitäckning, användas. Både tät asfalt och kvalificerad övertäckning minskar grundvattenbildningen och skyddar människor från direkt kontakt med förorenade massor. Genom att grundvattenbildningen minskas reduceras också utlakningen och spridningen av föroreningar från den förorenade jorden som är belägen över grundvattenytan. Vidare kan en övertäckning minska syrediffusionen till den förorenade jorden, vilket eventuellt minskar omfattningen av utlakningen av metaller.

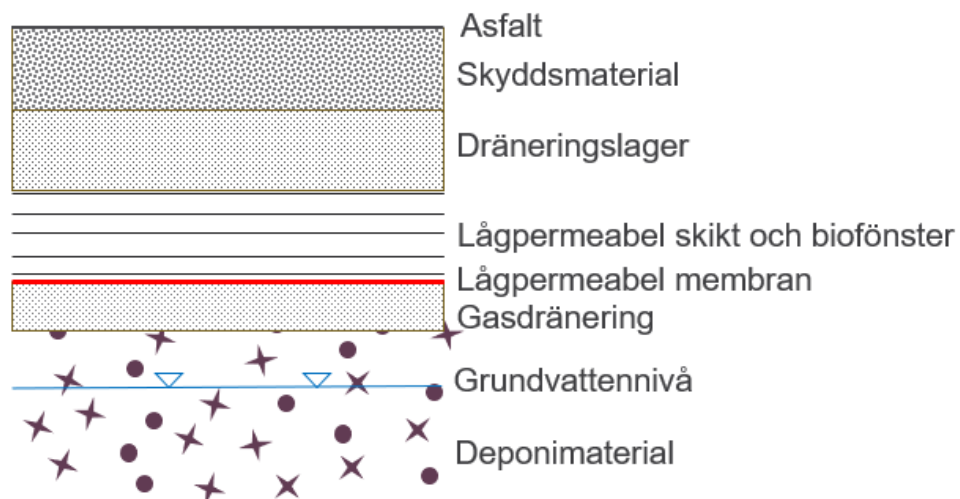
Huvuddelen av Anläggningsområdet kommer att asfalteras efter uppförande av kraftvärmeverket även utan efterbehandlingsåtgärder för förorenad jord. Övertäckning med asfalt eller särskild tätare asfalt bedöms vara en åtgärd som kan vara lämplig inom Anläggningsområdet. Åtgärden kan väsentligt reducera urlakning från den omättade zonen och på så sätt minska belastningen på Mälaren, med tätare asfalt är effekten större. Dock är de förorenade massorna till stor del belägna under grundvattenytan, vilket innebär att en transport av föroreningar via grundvatten kommer att kunna fortgå även med en övertäckning. Därtill belastas Mälaren även av föroreningar från andra föroreningskällor i Lövsta området.

Kvalificerad övertäckning består av en kombination av olika skikt som minskar infiltration av regnvatten, dränerar och avleder deponigas till biofönster och leder bort vatten i jord ovan tätskikt. Jämfört med asfaltering har en sådan övertäckning högre beständighet.

Tätskiktet i en kvalificerad övertäckning kan utföras med naturliga lermassor, geomembran med bentonitblandning, ett syntetiskt geomembran av t.ex. HDPE eller en kombination av dessa. Under tätskiktet läggs ett avjämnande och genomsläppligt material för att leda bort deponigas. Ovanpå tätskiktet läggs ett dräneringslager som har till uppgift att leda bort vatten. Dräneringslagret kan bestå av naturliga grusmaterial eller en syntetisk dräneringsmatta. På dräneringslagret läggs ett tjockare skyddsskikt (av t.ex. moränmassor) för att förhindra att tätskiktet förstörs på grund av frost, rötter eller ingrepp (grävning), om

den underliggande förorenade jorden har "glömts bort". Mellan dräneringslagret och skyddsskiktet läggs en geotextil för att förhindra att material i skyddsskiktet tränger ner i dräneringslagret.

Överst anläggs hårdgjorda ytor med asfalt eller ett s k vegetationsskikt på de delar där inga byggnader eller hårdgjorda ytor är planerade. Den kvalificerade övertäckningens mäktighet förväntas kunna uppgå till ca 2-3 m. Mäktigheten beror av materialval och fastställs efter åtgärdsförberedande undersökningar i samband med projektering.



Figur 4-1: Schematisk bild av kvalificerad övertäckning

Kvalificerad övertäckning används främst för att reducera utlakning och transport av föroreningar till recipienten och en sådan lösning skulle väsentligt reducera urlakning från den omättade zonen till grundvatten. Dock är de förorenade massorna i detta fall till stor del belägna under grundvattenytan, vilket innebär att en transport av föroreningar via grundvatten kommer att kunna fortgå även med en övertäckning. Därtill belastas Mälaren även av föroreningar från andra föroreningskällor i Lövstaområdet.

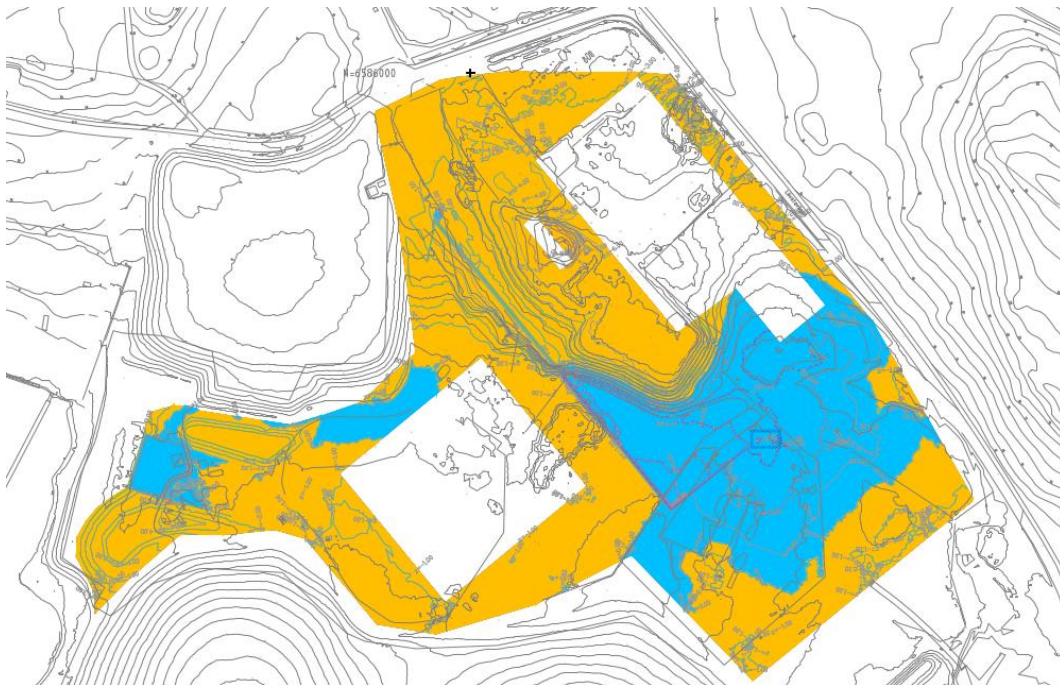
Eftersom den kvalificerade övertäckningen innehåller dränering för både deponigas och vatten behöver dessa lager ha en viss lutning. Att fastställa lämplig lutning och lämpligt materialval ingår i detaljprojekteringen av den kvalificerade övertäckningen. Detta görs i ett senare skede.

Planerad markyta kommer att vara mellan 0,2 m och 2,7 m högre än befintlig markyta. Anläggande av en ca 2,5 m mäktig kvalificerad övertäckning innebär att ytterligare schaktning behöver utföras i Anläggningsområdet än vad som krävs av

anläggningstekniska skäl, innan en kvalificerad övertäckning kan anläggas. En preliminär bedömning av områden där schaktning behövs till att ge plats för 2,5 m kvalificerad övertäckning redovisas i Figur 4-2.

Det är möjligt att lutningen som beskrivs ovan kräver mer schaktning. Viss schaktning under grundvattenytan kommer att behövas vilket innebär att länsvatten behöver hanteras.

Den ridstig som ska anläggas under bron mellan Energihamnen och Ballagret kommer att ha en markyta nära Mälarens nuvarande vattennivå. Om kvalificerad övertäckning anläggs under bron kommer schaktning under grundvattenytan att behöva utföras och därför behövs länshållning, också kan vara aktuellt på andra platser. Vattenmängder som måste pumpas bort behöver beräknas.



Figur 4-2: Områden där det behövs schaktning för placering av kvalificerad övertäckning. Områden som ska schaktas ur är markerade i gult, områden som ska fyllas är markerade i blått.

Kvalificerad övertäckning av Anläggningsområdet kombinerat med biofönster som åtgärd mot deponigas bedöms som en lämplig åtgärd för att minska spridning av föroreningar till Mälaren, skydda människors hälsa och förbättra markmiljön i området.

Eftersom byggnader är täta och därmed förhindrar vatten från att infiltrera genom marken behöver inte ytor under byggnader någon övertäckning. Åtgärder för deponigas och övrig ånginträngning kommer dock att behövas för byggnader, dessa beskrivs i avsnitt 4.4.

Anläggningen kommer att behöva ledningar och andra markförlagda installationer. Detta kommer att påverka en eventuell övertäckning. Vid projektering av övertäckning behöver

hänsyn tas till sådana installationer och åtgärder för att skydda övertäckningen kan behövas.

Om övertäckning väljs som alternativ behövs en administrativ åtgärd som bland annat föreskriver att endast kontrollerade schaktarbeten får utföras genom den kvalificerade övertäckningen i framtiden, varefter återställning av tätskiktet ska utföras.

Åtgärden bedöms blir mer effektiv om den kvalificerade övertäckningen ansluts till befintlig sluttäckning på de Västra och Östra deponierna.

4.7.2 Inneslutning med vertikal tätskärm

Det helt dominerande transportmediet för markföroreningar från Anläggningsområdet till Mälaren är grundvatten. Genom att installera en tätskärm längs Anläggningsområdets gräns förhindras grundvattenströmning från anläggningsområdet till Mälaren och därmed transport av föroreningar från Anläggningsområdet till Mälaren. Skyddsåtgärden kan utföras enskilt eller som komplement till andra åtgärder.

Tätskärm installeras från markytan till berg längs den del av Anläggningsområdets gräns där förorenat grundvatten kan spridas till områden utanför Anläggningsområdet (Figur 4-3).



Figur 4-3: Placering av tätskärm

Det finns olika tekniska lösningar som skulle kunna uppfylla täthetskravet för platsen och föreliggande förutsättningar. Exempel på alternativ är jetpelare, RD-pålvägg och stålrörsspont och sekantpålevägg.

Grundvatten kommer att dämmas bakom tätskärmen och behöver därför ledas bort genom en dränering och pumpning. Avlett grundvatten är förorenat och behöver därför renas innan det släpps till Mälaren (Sweco, 2021c).

För att kunna projektera en inneslutningsåtgärd baserad på vertikala barriärer krävs detaljerad kunskap om föroreningsförhållanden, jordlagerföljder och hydrogeologiska förhållanden inom och i anslutning till det förorenade området. Det krävs även ingående kunskaper om barriärmaterialens tekniska egenskaper såsom kemisk och mekanisk beständighet och hydraulisk konduktivitet. Projektören behöver också ingående kunskaper om vilka installationsförfaranden som är möjliga att tillämpa.

Inneslutning med vertikal tätskärm bedöms som en åtgärd som kan minska spridningen av föroreningar till Mälaren.

4.7.3 Inneslutning med avskärande dränerande dike

Det är också möjligt att stoppa grundvattenströmning från Anläggningsområdet till Mälaren genom ett avskärande dränerande dike. I detta fall hålls grundvattennivån längs södra delen av Anläggningsområdet på en lägre nivå än Mälarens vattennivå. Det kan utföras genom dränering genom pumpning av vatten längs gränsen. När vattennivån är lägre strömmar allt vatten till avskärande dränerande dike och därmed inte längre till Mälaren.

Eftersom Mälaren kommer att vara i direkt kontakt med den avskärande dränerande dike och genomsläpligheten i fyllningen som ligger mellan Mälaren och Anläggningsområdet är hög förväntas att mycket vatten behöver avledas. Preliminära modellberäkningar visar att 80 l/s behöver pumpas bort. Vatten som pumpas upp kommer att utgöras av en blandning av förorenat grundvatten från Anläggningsområdet, samt av inströmmande vatten från Mälaren till stor del via deponin i söder, föroreningsnivåerna i vattnet är därmed oklara. Vattnet kommer sannolikt att behöva renas.

Inneslutning med endast avskärande dränerande dike bedöms inte vara en lämplig åtgärd för att minska spridningen av föroreningar från Anläggningsområdet till Mälaren eftersom de vattenmängder som behövs pumpas upp och renas är mycket stora. Ett avskärande dränerande dike skulle kunna fungera som del av en barriär som består både av tätskärm och avskärande dränerande dike.

4.8 In situ-behandling

In situ-behandling innebär att förorenade massor ligger kvar i marken och behandlas där, alternativt extraheras föroreningarna från jordmatrisen och avskiljs/behandlas på plats eller omhändertas externt.

Det finns ett flertal olika behandlingsmetoder som kan användas för att påskynda den biologiska nedbrytningen och/eller kemiskt (oxidation/reduktion) bryta ner organiska ämnen, framför allt lättare kolväten. För PAH är förutsättningarna för in situ-behandling sämre och mycket tidskrävande, då högmolekylära PAH generellt bryts ner mycket långsamt.

En form av in situ-behandling är en reaktiv barriär som inte stoppar grundvattenströmning. Barriären som består av reaktivt material installeras under grundvattenytan och förorenat grundvatten strömmar genom barriären. Föroreningshalterna minskar när vattnet är i barriären och belastningen av föroreningar på andra sida av barriären minskar. Det bedöms att en reaktiv barriär inte funkar på grund av variation i föroreningstyper och höga halter av föroreningar.

En annan form av en reaktiv barriär är ett biofönster. Biofönster installeras i en övertäckning som installeras för att ta hand om metangas på ett säkert och kontrollerat sätt (Avsnitt 4.7.1). Med denna metod leds metangas, som bildas i deponin, till bilfönstret och där skapas en miljö där metanreducerande bakterier trivs och metanen bryts ner. Metoden är

utarbetad i Danmark, i Sverige används metoden till exempel på deponier i Lunds och Kungälv's kommuner. Denna metod bedöms som lämplig för Anläggningsområdet.

Metoder för in situ-behandling av metallförorenade jordmassor finns, s k elektrosanering. Denna typ av metod bedöms dock inte vara effektiv för Anläggningsområdet, då den primärt används vid höga halter inom begränsade områden, förutom det är fyllningens heterogena sammanställning inte lämplig för denna metod. Samförekomsten av höga metallhalter och organiska föroreningar innebär svårigheter att använda in situ-behandling.

Sammantaget bedöms in situ-metoder, förutom biofönster, inte vara tillämpbara för Anläggningsområdet dels på grund av föroreningarnas sammansättning och dels på grund av tidsaspekten.

4.9 Skimming/sugpumpning

Fri fas med huvudsakligt innehåll av t ex oljeföroreningar kan i viss utsträckning saneras genom s k separationspumpning eller multifasextraktionssystem (MFE), d v s genom en kombination av brunnspumpning och skimming/sugpumpning (Naturvårdsverket, 2006). I område B, nära Svensk Freon AB's befintliga byggnad, påträffades fri fas av olja. Om den fria fasen måste tas bort är MFE ett alternativ.

När MFE används här är det faserna olja och vatten som avlägsnas. Genom att sänka av grundvattnet skapas även en större gradient i oljefasen, vilket ökar saneringseffekten och minskar spridningen.

Om MFE används som en saneringsmetod tas en stor del av den fria fasen bort. Föroreningar kommer dock att finnas kvar, främst i de tätare jordlagren som silt och morän som finns i marken samt i grundvattnet.

Detta åtgärdsalternativ bedöms vara aktuellt för Anläggningsområdet.

4.10 Övervakad naturlig självrening

Övervakad naturlig självrening bygger på att föroreningarna ligger kvar i marken och att markens naturliga processer reducerar halter och risker över tiden. Exempel på sådana naturliga processer är bionedbrytning, förångning och utspädning. Området övervakas för att kontrollera om och hur effektivt föroreningen minskar. Metoden kan appliceras på alla former av organiska ämnen inklusive PAH, men inte för tungmetaller.

Naturlig självrening är oftast en mycket tidskrävande metod. Dessutom utgörs en stor del av föroreningarna inom området av metaller som är hårt bundna till jordmatrisen och som inte är nedbrytbara. Metoden bedöms inte som praktiskt tillämpbar och den övervägs därför inte närmare.

4.11 Sammanfattning av aktuella åtgärdestekniker

En genomgång av olika åtgärdestekniker redovisas i avsnitten 4.2 till 4.10 ovan. Sammanfattningsvis har följande åtgärdestekniker bedömts vara aktuella för Anläggningsområdet:

- Administrativa skyddsåtgärder
- Tekniska skyddsåtgärder
- Övertäckning
- Biofönster
- Inneslutning
- Schaktning och återfyllning
- Jordtvätt
- Skimming

Som framgår av beskrivningen ovan är olika typer av åtgärder olika väl lämpade att reducera olika typer av risker. Åtgärdsalternativ som redovisas i kapitel 5 är en kombination av åtgärdestekniker som beskrivs ovan. I Tabell 4-1 har en sammanställning gjorts av vilka behov av riskreduktion som föreligger inom olika egenskapsområden. Som beskrivits i avsnitt 3.1 är det övergripande åtgärds målet att spridning av föroreningar från jord och grundvatten inom Anläggningsområdet inte ska begränsa möjligheterna att nyttja Mälaren som dricksvattenresurs.

Vidare bedöms risker med deponigas framförallt innebära ett behov av åtgärder i områden där byggnader ska uppföras, men riskbedömningen visar att risker avseende deponigas kan föreligga inom hela Anläggningsområdet. Avseende risker förknippade med ånginträngning inom område D är riskbedömningen mycket osäker, varför även behovet av riskreducerande åtgärder är osäkert.

Tabell 4-1. Sammanställning av identifierade åtgärdsbehov inom olika egenskapsområden.

Behov av riskreduktion	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Hälsa – inandning av ångor		X		X	X	X				
Hälsa – direkt kontakt	X	X			X		X	X	X	
Deponigas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Spridning till Mälaren	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Markmiljö	X	X			X	X	X	X	X	

5 Presentation av åtgärdsalternativ

Baserat på de identifierade behoven av riskminskning har olika åtgärdsalternativ tagits fram för den planerade markanvändningen, utifrån de åtgärds-kategorier och -metoder som bedömts kunna bidra till att uppfylla de övergripande åtgärds-målen (Kapitel 4).

Ett noll-alternativ redovisas också. Vid noll-alternativet antas inga betydande förändringar av markanvändningen ske inom planområdet, kraftvärmeverket byggs inte. Övriga alternativ omfattar olika kombinationer av åtgärder, de olika alternativen redovisas i Tabell 6-1 och beskrivs nedan.

Tabell 5-1: Presentation av åtgärdsalternativ

Åtgärd	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6
Anläggningen uppförs som planerat utan särskilda riskreducerande åtgärder	X					
Olika Administrativa skyddsåtgärder		X	X	X	X	X
Tekniska skyddsåtgärder för byggnader		X	X	X	X	X
Biofönster			X	X	X	X
Hårdgjorda ytor anläggs med tät asfalt			X			X
Kvalificerad övertäckning på grönytor inom Anläggningsområdet			X			X
Kvalificerad övertäckning inom egenskapsområde A, B, F, G och I samt del av C, D och H				X	X	
Inneslutning genom tätskärm					X	X
Schaktsanering i egenskapsområde E			X	X	X	X
Skimming			X	X	X	X

Följande åtgärdsalternativ har tagits fram:

- Alternativ 1 innebär att anläggningen uppförs som planerat utan att särskilda riskreducerande åtgärder genomförs.
- Alternativ 2 omfattar utöver att anläggningen uppförs som planerat även administrativa åtgärder och tekniska skyddsåtgärder för byggnader.

- Alternativ 3 omfattar samma typ av åtgärder som alternativ 2 och dessutom anläggande av biofönster, hårdgjorda ytor utförs med tät asfalt, kvalificerad övertäckning på grönytor inom Anläggningsområdet och skimming av förorening i fri fas i egenskapsområde B.
- I alternativ 4 ingår samma åtgärder som för alternativ 3, men innefattar kvalificerad övertäckning istället för tät asfalt.
- Alternativ 5 är samma som alternativ 4 men inkluderar även anläggande av en tätskärm längs Huvudsakliga Anläggningsområdets södra gräns (se Figur 4-3).
- Alternativ 6 är samma som alternativ 3 men inkluderar även anläggande av ett tätskärm längs Huvudsakliga Anläggningsområdets södra gräns. (se Figur 4-3).

6 Utvärdering av åtgärdsalternativ

6.1 Inledning

I detta kapitel redovisas en utvärdering av de olika åtgärdsalternativ som beskrivs i Kapitel 5 baserat på utvärderingskriterier som riskreduktion och måluppfyllelse, kostnader, miljönytta, genomförbarhet, risker och påverkan på omgivning. Utvärderingen syftar till att välja det bästa av de föreslagna åtgärdsalternativen för att uppnå de övergripande åtgärds målen som presenterades i avsnitt 3.1.

Riskvärderingen tar hänsyn till rimligheten i efterbehandlingen, d.v.s. försöker finna en balans mellan en efterbehandling av denna omfattning och kostnaderna som följer, liksom de faktiska riskerna för miljö och hälsa idag och i framtiden.

Detta kapitel syftar också till att översiktligt beskriva för samhället relevanta kostnader och nyttor för åtgärdsalternativen. För att åtgärden ska vara så hållbar som möjligt bör den minimera samhällets kostnader och maximera nyttorna. De hittills utförda undersökningarna är av översiktlig karaktär och det finns därför inte underlag för att i detalj beräkna kostnader och nyttor. I detta kapitel diskuteras istället kostnader och nyttor kvalitativt.

De nyttor som åtgärderna bedöms bidra till är framförallt kopplade till riskreduktion för människors hälsa och miljön, inklusive föroreningsbelastningen på Mälaren.

6.2 Riskreduktion och måluppfyllelse

I detta avsnitt redovisas en utvärdering av de olika åtgärdsalternativens möjlighet att reducera identifierade risker. Redovisningen omfattar också en bedömning av i vilken mån de övergripande åtgärds målen kan uppnås.

Bedömningen av riskreduktion har gjorts kvalitativt och redovisas enligt följande:

Inget åtgärdsbehov
Ingen förändring

Viss riskreduktion
Betydande riskreduktion

Möjlig försämring
Trolig försämring

Mycket stor riskreduktion

6.2.1 Nollalternativ

Vid nollalternativet antas inga betydande förändringar av markanvändningen ske inom planområdet. Om ingen sanering av området sker kommer risken för spridning av föroreningar i mark och vatten, samt risker för besökare inom området som exponeras för dem att kvarstå. Konsekvenserna bedöms som betydande.

Risker för människors hälsa och markmiljö i nuläget har inte beräknats eller bedömts inom ramen för denna PM. Kraftigt förorenad mark finns i yttlig jord inom områden som är tillgängliga för allmänheten. Människor som besöker området kan utsättas för en risk från markföroreningar.

Grundvattnet är också kraftigt förorenat. I nollalternativet ingår inga åtgärder som begränsar spridningen av föroreningar vid grundvattenströmning till Mälaren.

6.2.2 Alternativ 1

Alternativ 1 omfattar inga särskilda åtgärder för att reducera risker. Dock innebär alternativet att schaktning, sprängning och tillförsel av nya fyllnadsmassor kommer att göras inom olika delar av området. Detta innebär dels att föroreningar kommer att avlägsnas, dels att åtkomsten till föroreningar begränsas. I riskbedömningen har hänsyn tagits till detta. Uppförandet av anläggningen innebär också att stora ytor kommer att hårdgöras eller bebyggas vilket också begränsar föroreningarnas tillgänglighet. Detta bedöms kunna medföra viss riskreduktion utöver det som bedömts i riskbedömningen. Dock är den långsiktiga beständigheten av en sådan riskreduktion mycket osäker.

I samband med anläggandet kommer pålningsarbeten utföras och nya ledningsgravar grävas. Detta kan innebära att nya vägar öppnas för deponigas, grundvattenströmning och föroreningsångor. Att området hårdgörs kan också leda till att deponigas kan röra sig långt och tränga ut på andra platser än som tidigare identifierats. Sammantaget kan detta leda till en ökad risk avseende deponigas.

Att stora ytor kommer att hårdgöras eller bebyggas begränsar infiltration av regnvatten jämfört med befintlig situation. Begränsningen av infiltrationen minskar också grundvattenströmning från det lokala avrinningsområdet till Mälaren med cirka 20% och därmed spridning av föroreningar.

Inga begränsningar av infiltration anläggs i grönytor och regnvatten kan därför infiltrera till grundvatten i detta område och bidra till grundvattenströmning. Ingen förbättring bedöms därför uppnås i egenskapsområde I eftersom en stor del av detta består av grönytor.

Bedömd riskreduktion för åtgärdsalternativ 1 redovisas i Tabell 6-1. Av tabellen framgår att en stor del av identifierade risker kvarstår och att de övergripande åtgärds målen inte kan uppfyllas med alternativ 1.

Tabell 6-1: Bedömd riskreduktion för åtgärdsalternativ 1 (Färgsättningen förklaras i avsnitt 6.2).

Riskreduktion	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Hälsa – inandning av ångor										
Hälsa – direkt kontakt										
Deponigas										
Spridning till Mälaren										
Markmiljö										

6.2.3 Alternativ 2

I åtgärdsalternativ 2 ingår både administrativa och tekniska skyddsåtgärder som också ingår i alla andra åtgärder som beskrivs här. Den bedömda riskreduktionen för åtgärdsalternativ 2 redovisas i Tabell 6-2.

Nyttan av administrativa skyddsåtgärder är att de förebygga skada eller olägenhet för människors hälsa, samt att förhindra ingrepp som kan öka spridningen och exponeringen eller förvärrar situationen för miljön.

Nyttan av tekniska skyddsåtgärder är att de minskar risken för människor som vistas på fastigheten. Det är också till viss del en fördel att åtgärderna kan utföras i samband med att byggnader uppförs.

För att den riskreduktion till följd av tekniska åtgärder som anges i tabellen nedan ska uppnås behöver golvet i byggnaderna vara täta mot såväl deponigas som aktuella flyktiga föroreningar i respektive område.

De tekniska skyddsåtgärderna kräver långsiktig kontroll och uppföljning för att säkerställa åtgärdernas funktion. Detta kan säkerställas genom administrativa skyddsåtgärder, t.ex. genom att kontrollen beskrivs i egenkontrollprogram.

Med administrativa åtgärder kan den långsiktiga beständigheten öka för den riskreduktion avseende direkt kontakt med föroreningar som anläggande av hårdgjorda ytor medför.

Av Tabell 6-2 framgår att även om en riskreduktion avseende människors hälsa kan nås kvarstår ändå risker. De övergripande åtgärds målen uppfylls därmed inte.

Tabell 6-2: Bedömd riskreduktion vid åtgärdsalternativ 2 (Färgsättningen förklaras i avsnitt 6.2).

Riskreduktion	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Hälsa – inandning av ångor										
Hälsa – direkt kontakt										
Deponigas										
Spridning till Mälaren										
Markmiljö										

6.2.4 Alternativ 3

Alternativ 3 omfattar samma typ av åtgärder som alternativ 2 och dessutom anläggande av biofönster, hårdgjorda ytor utförs med tät asfalt, kvalificerad övertäckning på grönytor inom Anläggningsområdet och skimming av förorening i fri fas i egenskapsområde B. Bedömd riskreduktion redovisas i Tabell 6-3.

Jämfört med alternativ 2 åstadkoms större riskreduktion avseende deponigas inom de områden som ska bebyggas. Detta eftersom biofönstren gör att det är möjligt att släppa ut deponigas på ett kontrollerat sätt vilket ytterligare minskar risken att deponigas ska samlas i byggnader.

Den tätare asfalten medför en mindre genomströmning av grundvatten genom området eftersom infiltration av regnvatten i det lokala avrinningsområdet minskar med cirka 30 % jämfört med befintlig situation. Den kvalificerade övertäckningen inom de delar som inte ska bebyggas eller hårdgöras bidrar också till detta. Dessa åtgärder bidrar även ytterligare till att begränsa exponering via direkt kontakt med föroreningar.

I samband med anläggandet kommer pålningsarbeten att utföras och nya ledningsgravar grävas. Det förväntas inte att vatten infiltrerar längs dessa pålar ner i förorenade massor eftersom de utförs under byggnader med tak som skyddar pålarna. Ledningsgravar kommer i detta alternativ att skyddas från infiltrerande dag- och regnvatten.

Även om den täta asfalten minskar mängden grundvatten som strömmar från Anläggningsområdet till ytvattenrecipient och därmed minskar föroreningsflödet kommer grundvattenströmningen inte upphöra.

Skimmingen som utförs medför en massreduktion av föroreningar i området. Detta kommer i förlängningen leda till en minskad belastning på Mälaren.

Den kvalificerade övertäckningen på grönytor inom Anläggningsområdet innebär etablering av ett vegetationsskikt i kontrollerade massor. Detta bedöms kunna ha en positiv

påverkan på markmiljöns funktion i området. Den positiva effekten är störst i egenskapsområde G eftersom det är större grönytor i det området. Den kvalificerade övertäckningen i grönytor har en större tjocklek än den täta asfalten vilket behöver tas hänsyn till vid projektering.

Åtgärdsalternativ 3 inkluderar en schaktsanering inom egenskapsområde E för att avlägsna föroreningar från området. För att begränsa mängden förorenat material som behöver transporteras från området kan en behandling på plats utföras. Behandling som bedömts kunna vara aktuellt är sortering och jordtvätt (avsnitt 4.6). För att bedöma om sortering och/eller jordtvätt kan tillämpas för de massor som schaktas upp behöver pilottester av metoderna utföras (Kapitel 8).

Schaktsanering inom egenskapsområde E medför att föroreningar avlägsnas från området. Detta medför riskreduktion avseende såväl direkt kontakt som inandning av ångor. På grund av risken för deponigas bedöms dock även tekniska åtgärder behövas inom egenskapsområde E. På sikt medför schaktningen också minskad belastning på Mälaren. Schaktsanering kräver inga kontroller utöver de som utförs i samband med åtgärden.

Såväl tekniska skyddsåtgärder som tät asfalt och kvalificerad övertäckning behöver kontroll och uppföljning för att vara långsiktigt beständig. Detta åstadkoms med administrativa skyddsåtgärder som säkerställer att kontroller utförs, att anläggningsarbeten i området tar hänsyn till de förhållanden som råder och att tätskikt m.m. återställs.

Av Tabell 6-3 framgår att de allra flesta risker reduceras i någon mån vid genomförande av åtgärdsalternativ 3. Vid riskbedömningen har behov av riskreduktion för markmiljön utgått från en skyddsnivå för markmiljön på 25 %. Inom egenskapsområdena C, E och F där ingen riskreduktion åstadkoms med föreslaget åtgärdsalternativ ska marken hårdgöras.

Åtgärdsalternativ 3 minskar hälsorisker förknippade med föroreningar i Anläggningsområdet samt risker förknippade med förekomst av deponigas. Avseende spridning av föroreningar till Mälaren medför åtgärdsalternativ 3 minskad belastning avseende spridning av föroreningar från Egenskapsområde E men spridning från andra delar av Anläggningsområdet minskar också.

Tabell 6-3: Bedömd riskreduktion vid åtgärdsalternativ 3 (Färgsättningen förklaras i avsnitt 6.2).

Riskreduktion	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Hälsa – inandning av ångor										
Hälsa – direkt kontakt										
Deponigas										
Spridning till Mälaren										
Markmiljö										

6.2.5 Alternativ 4

Skillnaden mellan åtgärdsalternativ 3 och 4 är att istället för tät asfalt används en kvalificerad övertäckning. Den bedömda riskreduktionen har sammanställts i Tabell 6-4. Jämfört med alternativ 3 åstadkoms större riskreduktion avseende grundvattenbildning och grundvattenspridning. Eftersom grundvattenbildning minskar, minskar också utströmningen till Mälaren och därmed föroreningsbelastningen.

Jämfört med alternativ 3 åstadkoms en större riskreduktion. Kvalificerad övertäckning som ingår i detta alternativa minskar grundvattenbildning till deponimassor och förorenad jord mer, det förväntas att skillnaden är 50- 75 %. Kvalificerad övertäckning gör det också möjligt att kontrollera utsläpp av deponigas. Installation av biofönster medför en minskad klimatpåverkan eftersom metan i den deponigas som släpps ut genom biofiltren oxideras.

Åtgärdsalternativ 4 minskar hälsorisker förknippade med föroreningar i Anläggningsområdet samt risker förknippade med förekomst av deponigas. Jämfört med åtgärdsalternativ 3 åstadkoms ytterligare förbättringar avseende deponigas, främst genom att utsläppen av metangas till atmosfären minskar. Den kvalificerade övertäckningen bedöms också ha högre beständighet än den täta asfalten. Avseende spridning av föroreningar till Mälaren medför åtgärdsalternativ 4 minskad belastning. På samma sätt som i alternativ 3 minskar belastning från Egenskapsområde E mest eftersom förorenade massor schaktas bort. Effekten bedöms vara större än för åtgärdsalternativ 3.

På samma sätt som beskrivs för alternativ 3 kan mängden förorenat material som behöver transporteras ut från området reduceras genom behandling på plats via sortering och jordtvätt.

Tabell 6-4: Bedömd riskreduktion vid åtgärdsalternativ 4 (Färgsättningen förklaras i avsnitt 6.2).

Riskreduktion	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Hälsa – inandning av ångor										
Hälsa – direkt kontakt										
Deponigas										
Spridning till Mälaren										
Markmiljö										

6.2.6 Alternativ 5

Alternativ 5 är detsamma som alternativ 4 med tillägget att en tätskärm anläggs längs södra gränsen för Anläggningsområdet (Figur 4-3). Den bedömda riskreduktionen har sammanställts i Tabell 6-5.

Tätskärmen begränsar kraftigt grundvattenströmningen från Anläggningsområdet till Mälaren och därmed transport av föroreningar från Anläggningsområdet till Mälaren. Ett dräneringssystem installeras som leder bort grundvatten som kommer att dämvas upp bakom tätskärmen. Vatten som pumpas bort från dräneringssystemet kommer att renas till råvattenkvalitet eller motsvarande vattenkvalité enligt tidigare beskrivning (Sweco, 2021c). Efter rening avleds vattnet till Mälaren.

Målet med tätskärmen är att förhindra att förorenat grundvatten strömmar till Mälaren. Tätskärmen skulle kunna ersättas dels med ett avskärande dränerande dike på delsträckor där en tätskärm inte kan installeras eller kostnaderna blir för höga.

Eftersom spridningen av föroreningar i princip upphör när alternativ 5 installeras bedöms att det övergripande åtgärds målet uppfylls.

Tabell 6-5: Bedömd riskreduktion vid åtgärdsalternativ 5 (Färgsättningen förklaras i avsnitt 6.2).

Riskreduktion	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Hälsa – inandning av ångor										
Hälsa – direkt kontakt										
Deponigas										
Spridning till Mälaren										
Markmiljö										

6.2.7 Alternativ 6

Övertäckning i alternativ 3 och 6 minskar grundvattenbildningen, men inte lika effektivt som den kvalificerade övertäckningen i alternativ 4 och 5. Eftersom en tätskärm installeras för alternativ 6 påverkar infiltration av ytvatten inte spridning av föroreningar i denna alternativ.

Den kvalificerade övertäckningen i grönytor i alternativ 6 har en större tjocklek än den täta asfalten vilket behöver tas hänsyn till vid projektering.

Alternativ 6 är detsamma som alternativ 5 men ingen kvalificerad övertäckning utförs i Anläggningsområdet. Istället görs övertäckning på samma sätt som i alternativ 3 med anläggande av biofönster, hårdgjorda ytor utförs med tät asfalt och kvalificerad övertäckning utförs på grönytor inom Anläggningsområdet. Den bedömda riskreduktionen har sammanställts i Tabell 6-6.

Jämfört med alternativ 5 åstadkoms mindre riskreduktion avseende grundvattenbildning inom de områden som ska bebyggas. Detta påverkar dock inte riskreduktion avseende föroreningsspridning till Mälaren eftersom tätskärmen i princip stoppar förorenat grundvatten från att rinna till Mälaren. Vattenmängder som behövs dräneras och renas är sannolikt något större jämfört med alternativ 5.

Riskreduktionen avseende deponigas är lika stor eftersom biofönstren gör det möjligt att släppa ut deponigas på ett kontrollerat sätt och tekniska skyddsåtgärder ändvänder i byggnader.

I detta alternativ kan en del av tätskärmen också ersättas med ett avskärande dränerande dike (avsnitt 6.2.6).

Precis som vid alternativ 5 bedöms att det övergripande åtgärds målet uppfylls vid genomförande av åtgärdsalternativ 6 eftersom spridningen av föroreningar i princip upphör.

Tabell 6-6: Bedömd riskreduktion vid åtgärdsalternativ 6 (Färgsättningen förklaras i avsnitt 6.2).

Riskreduktion	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Hälsa – inandning av ångor										
Hälsa – direkt kontakt										
Deponigas										
Spridning till Mälaren										
Markmiljö										

6.3 Monetära kostnader

Eftersom inga betydande förändringar av markanvändningen sker inom planområdet under nollalternativet ingår inga kostnader för detta alternativ. Alternativ 1 innebär bara åtgärder som utförs av anläggningstekniska skäl och medför därför inga ytterligare kostnader för saneringsåtgärder. Dock tillkommer kostnader för omhändertagande av förorenade massor som grävs ur.

Under alternativ 2 ingår kostnader för tekniska och administrativa åtgärder. Kostnader för tekniska skyddsåtgärder inkluderar åtgärdsförberedande undersökningar, projektering, material, arbetskostnader för utförande av åtgärder, kontroll av åtgärder samt eventuella långsiktiga driftskostnader. Kostnader för administrativa skyddsåtgärder inkluderar åtgärdsförberedande undersökningar, projektering, arbetskostnader för utförande av åtgärder och kontroll av åtgärder. Både administrativa och tekniska åtgärder ingår i åtgärdsalternativ 2, 3, 4, 5 och 6.

I tillägg till de kostnader som ingår i alternativ 2 tillkommer för alternativ 3 anläggning av hårdgjorda ytor med tät asfalt istället för vanlig asfalt. Därtill tillkommer kostnader för anläggning av biofönster, kvalificerad övertäckning på grönytor, skimming samt schaktsanering i Energihamnen.

Skimming av förorening i fri fas i egenskapsområde B och schaktning i Energihamn ingår också i åtgärdsalternativ 3. Dessa åtgärder kan medföra höga kostnader, specifikt schaktning i Energihamn eftersom jorden är stark förorenad och kostnader för omhändertagande av förorenade massor blir höga.

Kostnader för skimming inkluderar åtgärdsförberedande undersökningar, projektering, material, omhändertagande av frifas som pumpa upp, arbetskostnader för utförande av åtgärder, kontroll av åtgärder samt eventuella långsiktiga driftskostnader.

Kostnadseffektiviteten för schaktning handlar om vilken riskreduktion som kan nås till vilken kostnad. Exempelvis är kostnaden för schaktning ungefär proportionell mot mängden jord men det är dyrare att schakta på större djup. Schaktning föreslås för Energihamnen och för delar av Huvudsakliga Anläggningsområdet. Att ta bort kraftigt förorenad och ytligt belägen jord medför stor riskreduktion för risker kopplade till direkt kontakt med föroreningar medan riskreduktionen blir lägre för att avlägsna måttligt förorenad och djupare belägen jord. För risker kopplade till spridning via grundvatten kan avlägsnande av föroreningar under grundvattenytan istället medföra större riskreduktion.

För schaktning inkluderas kostnader för åtgärdsförberedande undersökningar, projektering, omhändertagande av massor på deponi, arbetskostnader för utförande av åtgärder samt kontroll av åtgärder.

Skimming av förorening i fri fas i egenskapsområde B och schaktning i Energihamn ingår också i åtgärdsalternativ 4, 5 och 6.

Tillkommande kostnader som ingår under alternativ 4 jämfört med alternativ 3 avser kvalificerad övertäckning, anläggning av biofönster och schaktning som behövs för kvalificerad övertäckning. Kostnader för tät asfalt ingår inte i detta alternativ. Kostnader inkluderar kostnader för åtgärdsförberedande undersökningar, projektering, material, omhändertagande av förorenade massor, arbetskostnader för utförande av åtgärder samt kontroll av åtgärder.

I åtgärdsalternativ 5 tillkommer kostnader för tätskärm jämfört med åtgärdsalternativ 4. Tillkommande kostnader inkluderar kostnader för åtgärdsförberedande undersökningar, projektering, material, arbetskostnader för utförande av åtgärder, kontroll av åtgärder samt eventuella långsiktiga driftskostnader. Eftersom grundvatten behövs pumpas och renas tillkommer kostnader för detta också.

Tätskärm kan installeras som en skärm som sträcker sig längs södra fastighetsgränsen (Figur 4-3), i detta fall har tätskärmen sin maximala längd och det är därmed den dyraste version av skärmen. En annan lösning är att en del av tätskärmen ersätts med ett avskärande dränerande dike. Detta görs genom att behålla vattennivån lägre längs barriären och förhindra förorenad grundvatten att strömma till Mälaren. Tätskärmen blir då kortare tid, kostnader och material sparas. Vattenmängder som dräneras kommer att öka, hur mycket de kommer att öka beräknas med hjälp av grundvattenmodellen (Sweco, 2021d) som en del av åtgärdsförberedande undersökningar (Kapitel 8).

Om avskärande dränerande diken används kommer systemet dra in en del vatten som befinner sig inom angränsande fastigheter, till exempel Östra eller Västra deponin. Detta ökar kostnaderna eftersom mer vatten pumpas upp och därmed behöver mer vatten renas.

Kostnaderna för åtgärdsalternativ 6 uppskattas bli lägre jämfört med åtgärdsalternativ 5, då tät asfalt används i stället av kvalificerad övertäckning. Det förväntas att vattenmängderna som infiltreras genom tät asfalt är högre än genom kvalificerad

övertäckning. Vattenmängderna är fortfarande låga och tätskärmen stoppar allt vatten från att strömma till Mälaren. Anläggningskostnaderna blir lägre då tät asfalt är billigare och mindre mängder förorenade massor behöver omhändertas.

Kostnader diskuteras kvalitativt (Avsnitt 6.1) och redovisas i form av olika antal "X" i Tabell 6-7.

Tabell 6-7: Schematisk bedömning av kostnader för olika åtgärdsalternativ. Större antal X betyder högre kostnader.

Kostnadspost	Noll-alternativ	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6
Åtgärdsförberedande undersökningar	-	-	X	XX	XX	XX	XX
Projektering	-	-	X	XX	XX	XX	XX
Material	-	-	X	XX	XXX	XXXX	XXX
Transportkostnader			X	XX	XXX	XXXX	XXX
Omhändertagande av förorenade massor och annat avfall	-	-	X	XX	XXX	XXXX	XX
Arbetskostnader	-	-	X	XX	XX	XXXX	XXX
Miljökontroll	-	-	X	X	X	X	X
Drift, underhåll och långsiktig kontroll	-	-	-	X	X	XX	XX
Totalkostnad	-	-	X	XX	XXX	XXXX	XXX

6.4 Påverkan på omgivningen och miljö- och samhällskostnader

Även om alternativ 1 och alternativ 2 har förhållandevis låga direkta kostnader bedöms miljö- och samhällskostnader som höga eftersom risker för människors hälsa och miljö kvarstår och de bedöms som betydande.

Åtgärdsalternativ 3, 4, 5 och 6 innebär mer eller mindre schaktning av förorenade massor. En stor del av de urschaktade massorna förväntas behöva omhändertas på deponi, vilket innebär ett utnyttjande av samhällsresursen deponiutrymme.

Urgrävda massor behöver ersättas med massor av lämplig geoteknisk kvalitet, i fallet med kvalificerad övertäckning behövs olika material för övertäckningens olika skikt. Dessa massor kan till stor del antas utgöras av jungfruliga massor och innebär därmed ett utnyttjande av naturresurser. I den mån det går att återanvända eller återvinna massor inom området minskar utnyttjandet av naturresurser i motsvarande utsträckning. Sannolikt

är det svårare att hitta lämpliga återvunna massor för kvalificerad övertäckning än för återfyllning.

Massor som ska omhändertas externt behöver transporteras från området och ersättningsmassor behöver transporteras dit. Detta ger upphov till transporter, vilka förbrukar drivmedel. Arbetena innebär också att andra maskiner som också förbrukar drivmedel behöver användas. I den mån interna massor kan återvinnas innebär det mindre transporter och därmed mindre resursutnyttjande. Sortering och jordtvätt kan bidra till att det är möjligt att återvinna material. Åtgärderna kräver energi för drift. Jordtvätt förbrukar även vatten och reningskemikalier. Tvättvätskan behöver också omhändertas vilket kräver ytterligare transporter.

Baserat på nuvarande kännedom om troliga schaktdjup bedöms att schakt under grundvattenytan kan bli aktuellt. Detta innebär ett behov av länshållning. Länshållningsvattnet kommer i första hand att renas innan avledning till internt dagvattensystem och vidare till Mälaren. Om det inte är möjligt att behandla på plats samlas länshållningsvattnet upp och avyttras till en specialiserad anläggning. Länshållning innebär utnyttjande av energi för drift av pumpar och eventuell reningsanläggning. Vid externt omhändertagande behövs drivmedel till transporter. Jämfört med de resurser som krävs för schaktning och kvalificerad övertäckning bedöms utnyttjandet av resurser för länshållning vara litet.

Schaktning är ett långsiktigt beständigt alternativ eftersom det innebär en definitiv reduktion av föroreningsmängden i området.

Skimming föreslås också som en åtgärd som är med i åtgärdsalternativ 3, 4, 5 och 6. Skimming innebär nyttjande av resurser i form av drivmedel för transport av utrustning samt till maskiner för borrhning av extraktionsbrunnar. Vidare behövs energi till utrustning för pumpning, avskiljning av fri fas samt behandling av vatten. Skimming är också en långsiktigt beständig åtgärd eftersom den innebär reduktion av föroreningsmängden i området.

Anläggning av tät asfalt och kvalificerad övertäckning byggs av en kombination av material och utnyttjar därmed naturresurser. Övertäckningen berör en stor yta (120 000 m²) transport av massor i området kommer att påverka trafik i området.

Tätskärm byggs av en kombination av material och utnyttjar därmed naturresurser. En stor del av tätskärmen byggs av cement. Cementtillverkning är en energiintensiv process och tillverkningen orsakar höga koldioxidutsläpp. Om ett avskärande dränerande dike används som en del av skärmen minskar behovet av material. Dräneringssystemet kommer i detta fall dra på sig betydligt mer grundvatten som till betydande del kommer från angränsande fastigheter.

6.5 Genomförbarhet och risker

Åtgärderna som föreslås är väl kända och det finns många entreprenörer som kan genomföra dessa, men de är också förknippade med risker.

Tekniska skyddsåtgärder är en del av anläggningsdesignen och konstruktion av byggnader i Anläggningsområdet. Åtgärderna bedöms som genomförbara eftersom det finns bra erfarenheter i Sverige, specifikt med skydd mot ånga och gas som kommer från marken.

Kvalificerad övertäckning har till exempel redan använts på befintliga deponier som ligger bredvid Anläggningsområdet. De finns också erfarenhet med installation av biofönster i Sverige och Danmark. Risker med en övertäckning är att den skadas genom framtida grävning, borrning eller av träd som växer upp i området.

Sekantpålevägg som en tätskärm bedöms ha god genomförbarhet vid befintliga förhållanden och det finns också erfarenhet med att rena vatten som dräneras bakom tätskärmen.

Det finns också mycket erfarenheter med schaktning som saneringsåtgärd och saneringsschaktning bedöms vara möjlig att utföra inom det aktuella området. Det bedöms inte medföra större behov av ytor för etablering m.m. än anläggningsarbetet i övrigt, eftersom schaktarbeten ändå behöver utföras.

Jordtvätt och sortering medför att ett visst ytterligare behov av ytor då utrustningen behöver ställas upp. Jordtvätt kan innebära hantering av kemikalier, exempelvis syror, vilka behöver hanteras varsamt då de kan utgöra en arbetsmiljörisk samt orsaka skada om de läcker ut.

Det är inte klarlagt att sortering och jordtvätt är möjliga att genomföra, detta behöver verifieras i pilottest med massor från området under åtgärdsförberedande undersökningar. Det är också möjligt att teknikerna endast går att tillämpa inom delar av området.

Transport av massor medför miljöpåverkan i form av utsläpp och buller.

Det finns fler entreprenörer i Sverige som har erfarenhet av skimming och det förväntas att en del av fri-fasföroreningar kan tas bort, men som beskrivs i nästa avsnitt måste också en del av den fria fasen sannolikt lämnas kvar i marken.

Andra störningar som kan uppstå vid planerade åtgärder är buller, damning och eventuellt lukt. För att begränsa störningar för omgivningen används vid behov åtgärder så att störande damning utanför området inte ska uppkomma.

Åtgärderna innebär också arbetsmiljörisker t ex vid arbete med tunga fordon. Det har också konstaterats att deponigas förekommer i området. Detta kan innebära risker vid arbeten i områden där gas kan förekomma. Dessa risker kommer dock att behöva beaktas oavsett om avhjälpande åtgärder utförs eller inte. Oavsett åtgärdsmetod föreligger risk att de som arbetar med åtgärden kan komma i kontakt med aktuella föroreningar.

Om föroreningar lämnas kvar på angränsande fastigheter är återkontaminering en risk om grundvatten som är förorenat strömmar genom rena massor. Energihamnen är ett område där en sådan risk föreligger.

Det finns idag inte undersökningar utförda längs hela sträckan i den omfattning som behövs för att få en mer kvalitativ bedömning av jorddjup samt förekomster av material

som påverkar de olika alternativen för en tätskärm. De uppskattade djupen är tagna från närliggande sonderingar och bergytan interpolerad däremellan.

6.6 Sammanfattning av nyttor och kostnader

Åtgärdsalternativen 3, 4, 5 och 6 kommer att minska risker för människors hälsa, belastning av föroreningar på Mälaren och utsläppen av deponigas till atmosfären. Alternativ 2 minskar bara risker för människors hälsa och Alternativ 1 minskar inga risker eftersom alternativet inte omfattar några särskilda åtgärder för att reducera risker

Övertäckning och schaktning av förorenade massor som föreslås i alternativ 3 och 4 minskar spridningen till Mälaren. I nuläget begränsar spridningen av föroreningar från jord och grundvatten inom Anläggningsområdet inte möjligheten att nyttja Mälaren som dricksvattenresurs.

Minskningen av spridning av föroreningar alternativ 3 och 4 medför att möjligheten att nyttja Mälaren som dricksvattenresurs inte begränsas och därmed uppnås åtgärds målen. Föroreningshalterna i grundvatten som lämnar Anläggningsområdet visar dock att spridningen kan medföra en oönskad belastning på dricksvattentäkten.

Alternativ 5 eller 6 innebär en ytterligare sänkning av belastningen på Mälaren jämfört med alternativ 3 och 4. Alternativ 5 och 6 är därför båda lämpliga och eftersom deponigas kontrolleras bättre under alternativ 5 bedöms alternativ 5 som det mest lämpliga alternativet.

Som presenteras i avsnitt 6.3 är alternativ 5 också den lösning som har den högsta kostnaden.

Tabell 6-8 redovisar en kvalitativ bedömning av effekter för olika åtgärdsalternativ.

Tabell 6-8: Kvalitativ bedömning av effekter för olika åtgärdsalternativ. Högre siffror betyder högre betyg och större antal X betyder högre kostnader.

Aspekter avseende själva åtgärden	Noll-alternativ	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6
Övergripande åtgärds mål	0	0	0	1	1	2	2
Riskreduktion hälsa	0	1	2	3	3	3	3
Riskreduktion deponigas	0	0	1	2	3	3	2
Reduktion förorenings spridning via grundvatten	0	0	1	2	2	3	3
Genomförbarhet	4	3	3	2	2	1	1
Totalt	4	4	7	10	11	12	11
Monetära kostnader	-	-	X	XX	XXX	XXXX	XXX
Miljöpåverkan	-	-	X	XX	XXX	XXXX	XXX
Risker	-	-	X	XX	XXX	XXXX	XXX

7 Förslag till åtgärdsalternativ och mätbara åtgärds mål

Slutsats från Kapitel 6 är att alternativ 3, 4, 5 och 6 uppfyller alla övergripande åtgärds mål. Dessa alternativ medför dock höga kostnader, särskilt alternativ 5 och 6. Samtliga dessa alternativ reducerar spridningen av föroreningar via grundvatten till Mälaren, avhjälper hälsorisker avseende föroreningar, avhjälper risker avseende deponigas samt begränsar läckaget av deponigas till atmosfären.

För att reducera identifierade risker och uppnå de övergripande åtgärds målen för området föreslås att åtgärder enligt åtgärdsalternativ 6 utförs. För att mer i detalj avgränsa åtgärdena krävs åtgärdsförberedande undersökningar, vilket redovisas i avsnitt 8.

De föreslagna åtgärdena omfattar:

- Kvalificerad övertäckning inom Anläggningsområdet (ansluts till befintlig sluttäckning av de Norra, Östra och Västra deponierna)
- Anläggning av biofönster
- Tätskärm kombinerad med avskärande dränerande dike
- Schaktsanering med sortering och jordtvätt.

- Skimming av fri fas som påträffats inom egenskapsområde B.
- Tekniska skyddsåtgärder för alla byggnader inom anläggningsområdet, d.v.s. inom egenskapsområdena B, D, E och F. Tekniska skyddsåtgärder omfattar:
 - Ventilerad grund
 - Gaslarm
 - Gastäta membran
- Administrativa åtgärder omfattar åtgärder som ska säkerställa den långsiktiga funktionen för de åtgärder som inte innebär avlägsnande av föroreningar. I det aktuella fallet omfattas minst nedanstående:
 - Endast kontrollerade schaktarbeten får utföras inom området. Tätskiktet eller den täta asfalten ska återställas efter genomförda arbeten.
 - Anläggningens program för egenkontroll omfattar:
 - mätning av metan i byggnader,
 - kontroll av gaslarm i byggnader,
 - kontroll av den ventilerade grunden, samt
 - regelbunden kontroll av asfalt och tätskikt
 - Efter anläggande av nya ledningsgravar och diken ska kontroll utföras för att säkerställa att gasen inte hittat nya migrationsvägar
 - Efter anläggande av nya ledningsgravar och diken ska kontroll utföras för att säkerställa att kvalificerad övertäckning inte skadats.
 - Kontroll av biofönster utförs under anläggningsperioden och fortlöpande under verksamhetstiden.

För schaktsanering inom egenskapsområde E avses framtagna platsspecifika riktvärden för scenario 1 användas som utgångspunkt för mätbara åtgärds mål.

För skimming har det mätbara åtgärds målet satts till att 50 % av den fria fasen inom Anläggningsområdet ska avlägsnas. Vilken mängd detta motsvarar är oklart eftersom den fria fasen inte kvantifierats. Efter samråd men entreprenör har målet satts till 50 % eftersom det förväntas att viss del av den fria fasen inte kommer att kunna avlägsnas. Den fria fasen sträcker sig in under Västra Deponin och det är sannolikt att även en del av denna fria fas tas bort under den planerade saneringsåtgärden. Sanering av fri fas i Västra Deponin är dock inte en del av den sanering som beskrivs här.

Inga mätbara åtgärds mål har bedömts som relevanta att tas fram för kvalificerad övertäckning eller tekniska skyddsåtgärder.

8 Åtgärdsförberedande undersökningar och aktiviteter

De hittills utförda miljötekniska markundersökningarna får betraktas som översiktliga. För att kunna projektera och avgränsa planerade åtgärder krävs åtgärdsförberedande undersökningar. Dessa bör minst omfatta:

- Klassning av massor som ska schaktas ur, så att de kan omhändertas på ett korrekt sätt. Klassning behöver göras både för massor som ska schaktas av anläggningstekniska skäl och av massor som ska schaktas ur av saneringsskäl.
- Ytterligare undersökningar för att bättre avgränsa de områden där riskreduktion krävs. Undersökningar behövs också för att bekräfta slutsatser om att inga oacceptabla risker föreligger, t.ex. avseende ånginträngning i område D.
- Ytterligare undersökning av grundvattenströmning och grundvattenkvalitet för design av övertäckningen och av tätskärmen samt för design av reningsåtgärder för uppsamlat grundvatten.
- Ytterligare undersökningar för att kvantifiera den fria fasen, avgränsa området där fri fas förekommer samt för att ge underlag till placering av extraktionsbrunn(ar).
- Ytterligare deponigasundersökningar för att ge bättre underlag för att dimensionera och placera biofönster.

Inför åtgärderna påbörjas behöver också en kontrollplan tas fram. I kontrollplanen anges bl.a. krav på utformningen av den kvalificerade övertäckningen. Vidare behöver inför åtgärder en arbetsbeskrivning tas fram i syfte att säkerställa att planerade arbeten kan ske på ett gassäkert sätt.

9 Referenser

Naturvårdsverket, 2006. Åtgärdslösningar - erfarenheter och tillgängliga metoder. Rapport 5637 • December 2006.

Naturvårdsverket, 2009. Riskbedömning av förorenade områden. En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning. Rapport 5977.

KFS AnläggningsKonstruktörer AB (2020). PM komplettering, Muddringsmetoder och skyddsåtgärder.

Sweco, 2020 – PM Förorenad mark och hydrogeologi.

Sweco, 2021a – PM Reviderade övergripande åtgärds mål och spridningsberäkningar

Sweco, 2021b – Deponigas

Sweco, 2021c – PM Vattenrening för Lövsta anläggningsområde

Sweco, 2021d – PM Grundvattenmodell