

INSURE

Innovative Sustainable Remediation



ÅTGÄRDSUTREDNING

FÖR OLJEFÖRORENINGAR PÅ STENAVADET 4 OCH 5



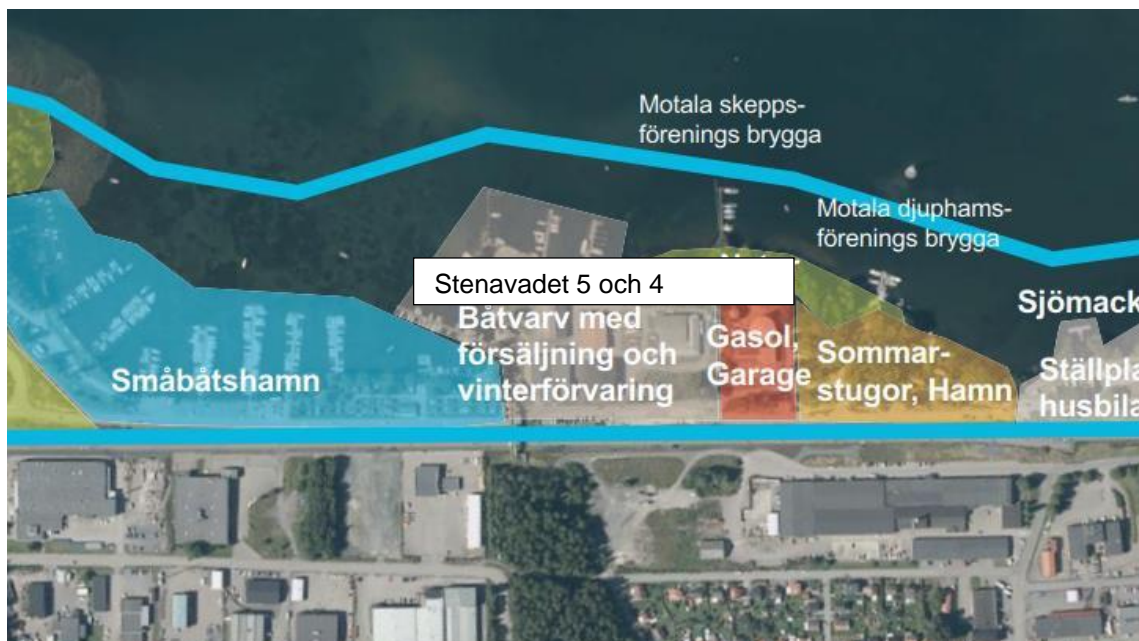
EUROPEAN UNION
European Regional Development Fund



RAPPORT

13006809

ÅTGÄRDSUTREDNING OCH RISKVÄRDERING FÖR OLJEFÖRORENINGAR PÅ STENAVADET 4 OCH 5 – INSURE-PROJEKTET, MOTALA KOMMUN



SLUTVERSION

2019-02-25

REGION ÖST MILJÖ

Sweco Environment AB

Sammanfattning

Motala kommun deltar i EU-projektet INSURE (Innovative Sustainable Remediation), där man bland annat tar fram strategier för hur man effektiviserar arbetet med förorenade områden. Målet är att utveckla metoder och tekniker som ger stöd för en mer hållbar efterbehandling av förorenade områden. I projektet har Motala kommun ett pilotområde på fastigheten Stenavadet 4. På grannfastigheten Stenavadet 5 bedrivs i dagsläget båtvarvsverksamhet.

Syftet med åtgärdsutredningen och riskvärderingen som Sweco utfört, är att identifiera och värdera möjliga åtgärdsalternativ för efterbehandling på Stenavadet 4 och 5. Åtgärdsutredningen har gjorts på befintligt dataunderlag och omfattar endast oljeföroreningar.

Styrande förorening utgörs av petroleumkolväten, från ca 2 m u m y ned till ca 4 - 5 m u m y. Tungmetaller har inte påträffats i någon högre omfattning i marken eller i grundvattnet. Petroleumkolväten har ej påträffats i markens övre del (0–2 m u m y). Kommunen har i dagsläget ingen fast tidplan för när marken ska vara byggbar. Åtgärdsalternativen har utgått från att ca 2–3 år utgör maximal tidshorisont till avslutad efterbehandling. Möjliga åtgärdsalternativ är schaktsanering, kemisk oxidation eller biologisk behandling. Åtgärdskostnaderna uppskattas till 21, 12 respektive 9 Mkr för respektive alternativ. Åtgärdskostnaderna drivs av föroreningsplymen som förekommer på Stenavadet 5. Plymen ökar åtgärdsvolymen oavsett vilken teknik som avses. Osäkerheterna i åtgärdskostnaderna är stora eftersom utredningsunderlaget innehåller stora kunskapsluckor avseende avgränsning av föroreningar och bedömning av riskreduceringsbehovet.

Värdering åtgärdsalternativen har gjorts i en matris som beaktar miljömässiga, sociala- och ekonomiska dimensioner. Underlaget utgörs av åtgärdsutredningen samt en kvalitativ kostnads-nyttobedömning som gjorts i en separat leverans. Summeringen av poängen visar att schaktalternativet ger få tillkommande fördelar jämfört med nollalternativet. Alternativet får minuspoäng delvis pga hög åtgärdskostnad samt påverkan på naturresurser, luftkvalitet, människors hälsa/säkerhet samt närboende. Orsaken är de komplexa hydrogeologiska förhållandena som kräver kostsam spontlösning, samt en omfattande masshantering med transporter, koldioxidutsläpp från bränslen, buller, behov av återfyllnadsmassor m m.

In situ- åtgärderna bidrar till fler fördelar jämfört med både nollalternativet och schaktalternativet. Dels ger de mindre påverkan på både miljön och människor, dels bidrar de till teknikutveckling och kunskapsuppbyggnad. De medför också lägre åtgärdskostnader jämfört med schaktning. Tiden för genomförande har inte värderats då det inte finns krav på när områdena ska vara åtgärdade.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Omfattning	1
1.4	Avgränsningar	1
1.5	Organisation	1
2	Bakgrundsinformation	2
2.1	Nuvarande markanvändning och ägarförhållanden	2
2.2	Tidigare undersökningar	2
2.3	Summering av föroreningsituationen	3
2.4	Framtida markanvändning	3
2.5	Mark och grundvattenförhållanden	4
2.6	Tidshorisont för avslut av efterbehandling	5
3	Screening av möjliga efterbehandlingstekniker	5
4	Översiktlig åtgärdsutredning Stenavadet 4 och 5	7
4.1	Åtgärds mål	7
4.2	Mängd- och volymuppskattning för efterbehandlingsåtgärden	8
4.3	Teknisk och ekonomisk beskrivning av åtgärdsalternativ	8
5	Riskvärdering av åtgärdsalternativ	10
6	Osäkerheter i underlaget	12
	Referenser	14

Bilagor

- Bilaga 1. Screening av lämpliga åtgärstekniker
- Bilaga 2. Situationsplan - avgränsning av åtgärdsområde
- Bilaga 3. Kostnadsuppskattning åtgärdsalternativ
- Bilaga 4. Värdering av åtgärdsalternativ
- Bilaga 5. Kvalitativ kostnads-nyttobedömning av åtgärdsalternativen

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Motala kommun deltar i EU-projektet INSURE (Innovative Sustainable Remediation). Målet är att utveckla metoder och tekniker som ger stöd för en mer hållbar efterbehandling av förorenade områden.

Som leverans till INSURE-projektet ska åtgärdsalternativ samt riskvärdering av sanering av Stenavadet 4 och 5 tas fram. På Stenavadet 4 finns fyra cisterner ovan jord och eventuellt några under jord. På grannfastigheten Stenavadet 5 bedrivs i dagsläget båtvarvsverksamhet. Historiskt har det funnits ett antal cisterner både ovan och under jord. Båda fastigheterna berörs av planprogrammet för Södra Stranden.

1.2 Syfte

Åtgärdsutredningen ska ge kommunen stöd i beslutsprocessen kring hur fastigheterna kan efterbehandlas och utvecklas så att åtgärdskostnaderna vägs upp av erhållen nytta. Särskilt fokus ska ligga på möjligheten att använda andra efterbehandlingsmetoder än schaktsanering.

1.3 Omfattning

För att uppfylla målet med INSURE-projektet ska åtgärdsutredningen jämföra efterbehandlingstekniker som är att betrakta som mer hållbara jämfört med traditionell schaktsanering. Värdning av åtgärdernas lämplighet inkluderar kriterier inom alla hållbarhetsdimensioner (miljö, socialt, ekonomiskt).

1.4 Avgränsningar

Åtgärdsutredningen har gjorts på befintligt dataunderlag för Stenavadet 4 och 5 och omfattar endast oljeföreningar. Åtgärdsområde utgörs av känslig eller mindre känslig markanvändning enligt Motala Kommuns önskemål.

1.5 Organisation

Uppdraget har utförts av Sweco genom nedanstående organisation.

Sweco	
Annika Åberg	Uppdragsledare, åtgärdsalternativ
Samuel Bergqvist	Åtgärdsalternativ
Carolina Ersson; Therese Ladekrans; Simon Johansson	Handläggare

2 Bakgrundsinformation

2.1 Nuvarande markanvändning och ägarförhållanden

Stenavadet 4 är en privatägd fastighet som idag inrymmer gamla oljecisterner (figur 1). Här återfinns även gasolförvaring med dithörande gasolförsäljning (Motala kommun, 2017). Området är instängslat. Stenavadet 5 tillhör Motala Båtvarv som länge haft verksamhet på platsen (figur 1). Verksamheten består av båtförsäljning, vinterföring, hamnverksamhet och försäljning av utrustning. Området är inhägnat. Verksamheten riktar sig till båtklubsmedlemmar (Motala kommun, 2017).



Figur 1. Stenavadet 4 och 5. Illustration från planprogrammet för Södra Stranden, Motala kommun, 2017.

2.2 Tidigare undersökningar

Inventering och bedömning av föroreningsituationen vid Vätterviken och Stenavadet gjordes 2004 av Statens geotekniska institut (SGI, 2004). Rapporten innehåller historik om Stenavadet 4 samt ger områdesinformation utanför fastighetsgränsen. Innehållet ger en bakgrund till informationen som finns i senare rapporter.

Niras gjorde en miljöteknisk markundersökning av Stenavadet 4 och 5 under 2014 (Niras, 2014). Fastigheten Holm 6:80 ingick också i den rapporten. Rapporten redovisar resultat från jord och grundvattenprovtagningen samt en enklare riskbedömning.

DGE gjorde en översiktlig miljöteknisk markundersökning över Motalavikens södra strand under 2016 (DGE, 2016). Flera provtagningsmetoder användes, t.ex. MIP-sondering, jordprovtagning, grundvattenprovtagning, ytvattenprovtagning, trädvedsprovtagning och sedimentprovtagning. Stenavadet 4 och 5 utgörs av delområde 2 i DGE:s rapport.

2(19)

RAPPORT 2019-
02-25
SLUTVERSION

Åtgärdsalternativen i denna rapport utgår från dataunderlaget i ovan redovisade undersökningar.

2.3 Summering av föroreningsituationen

Styrande förorening utgörs av petroleumkolvätena alifater <C12-C16 samt aromater <C10-C16 (Niras, 2014). Tungmetaller har inte påträffats i någon högre omfattning i marken eller i grundvattnet.

I marken förekommer föroreningen ca 2 m u m y ned till ca 4-5 m u m y (Niras, 2014). Petroleumkolväten har ej påträffats i markens övre del (0–2 m u m y; DGE, 2016). Figur 2 visar föroreningsutbredningen enligt DGE (2016). Föroreningsutbredningen i horisontalled korrelerar väl mellan undersökningarna och betraktas numera som avgränsad (DGE, 2016). Avgränsning saknas dock mot nordväst, i anslutning till fastigheten Stenavadet 8.

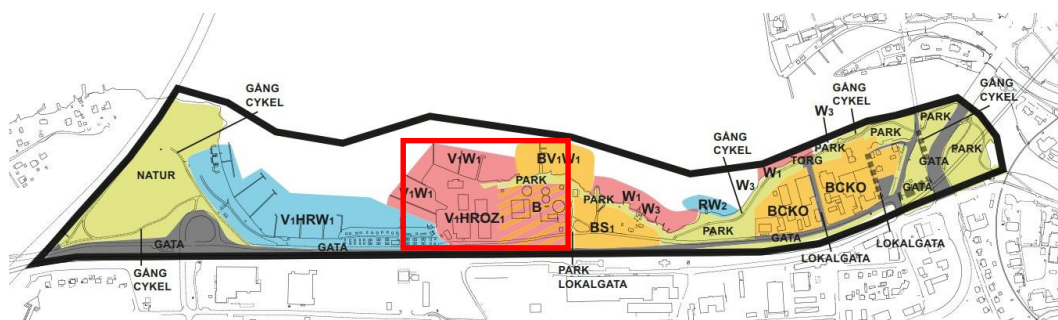


Figur 2. Uppskattad föroreningsutbredning på Stenavadet 4 och 5 enligt DGE, 2016.

Kraftigt förhöjda halter av petroleumkolväten i grundvattnet återfinns främst i ett rör (StGV05) nedströms depåanläggningen (Niras, 2014). Förhöjda halter alifater, aromater, BTEX och PAH förekommer i andra grundvattenrör (DGE, 2016). Förhöjningen betraktas dock som låg jämfört med StGV05. Fri fas har inte påträffats.

2.4 Framtida markanvändning

Stenavadet 4 och 5 ingår i Motala kommuns stadsutvecklingsprojekt Södra Stranden (figur 3). Planprogrammet för Södra Stranden innebär att industriell verksamhet avvecklas till förmån för nya bostads-, turism- och rekreationsområden. Södra stranden har ett attraktivt, vattennära läge. Området binder samman stadskärnan i öst med ett befintligt bostadsområde innehållandes villor med sjötomt.



Figur 3. Översikt över Södra stranden (Motala kommun, 2017). Stenavadet 4–5 ligger inom röd markering.

Stenavadet 4 och 5 utgör en övergångszon mellan ett bostadsområde som ska byggas på Stenavadet 1–3 samt ett område med blandad båtrelaterad verksamhet (båthamn, turism, handel och kontor). Enligt planprogrammet får utveckling av fastigheterna inte förhindra/påverka möjligheten att bygga bostäder i redan utpekade områden. Omställning av fastigheter utan bostäder bör också innehålla kompletterande verksamheter som bidrar till att verksamheterna får ökad nytta utifrån den övergripande visionen med Södra Stranden.

Framtida markanvändningar för Stenavadet 4 och 5 enligt planprogrammet redovisas i tabell 1. Markanvändningarna motsvarar två olika ambitionsnivåer avseende krav på riskreduktion.

Tabell 1. Alternativa markanvändningar för Stenavadet 4 och 5 utifrån planprogrammets vision.

Alternativa markanvändningar	Krav på riskreduktion på fastigheten
Bostadsområde (flerfamiljshus)	Permanent vistelse motsvarandes känslig markanvändning. Förekomst och spridning av föroreningar får inte påverka bostäder på fastigheten eller angränsande fastigheter.
Blandad båt- och turistverksamhet. Ej bostäder men hotell.	Tillfällig vistelse, motsvarandes mindre känslig markanvändning, Förekomst och spridning av föroreningar får inte påverka bostadsområden på angränsande fastigheter.

2.5 Mark och grundvattenförhållanden

Fastigheten ligger på en strandremsa som fyllts ut för att möjliggöra användning. Jordlagren består i huvudsak av sand/grus med inslag av sten och silt. Jordlagren har därmed hög genomsläpplighet. Det översta lagret består av fyllnadsmassor som överlagrar isälvsediment. Grundvattnet påträffas ca 2 m under markytan inom större

delen av fastigheten. Mot järnvägen ligger dock grundvattnet ca 4 m under markytan. Den höga genomsläppligheten och det ytliga grundvattnet ger god kontakt mellan ytvattnet i Motala ström. Ändrade grundvattenförhållanden på fastigheten kan således medföra inflöde av ytvatten. De hydrogeologiska förhållandena är således komplexa, vilket påverkar efterbehandlingsmöjligheterna.

2.6 Tidshorisont för avslut av efterbehandling

Kommunen har i dagsläget ingen fast tidplan för när marken ska vara byggbar. Tidplanen påverkas av om Stenavadet 4 och 5 kommer säljas och vilka planer de nya ägarna har för utveckling av fastigheten. Åtgärdsalternativen för Stenavadet 4 och 5 har därför utgått från att ca 2–3 år utgör maximal tidshorisont till avslutad efterbehandling. Tidshorisonten ska ge utrymme för åtgärdsförberedande undersökningar, projektering, genomförande, uppföljning och avslut av efterbehandlingsåtgärder.

3 Screening av möjliga efterbehandlingstekniker

Åtgärdsutredningen för Stenavadet 4 och 5 inleddes med en screening av lämpliga åtgärdstekniker. Screeningurvalet gjordes utifrån grundförutsättningarna för Stenavadet 4 och 5, se tabell 2. Grundförutsättningarna matchades mot ett större urval tillgängliga åtgärdstekniker (bilaga 2).

Tabell 2. Mark- och föroreningsförhållanden på Stenavadet 4 och 5 som användes för att göra ett första urval av lämpliga åtgärdstekniker.

Föroreningar	Lätt- och medelflyktiga organiska föroreningar från bränslecisterner.
Föroreningsutbredning	I huvudsak 2–4 m under markytan, något förorenat grundvatten, fri fas ej konstaterad. I huvudsak rena fyllnadsmassor. Okänd föroreningsituation kring cisterner/ledning. Måttligt höga halter.
Markförhållanden	Genomsläppliga (sand, grus)
Hydrogeologiska förhållanden	Hydrogeologisk kontakt med Motala ström samt hög grundvattengenomströmning pga. genomsläppliga jordlager
Antagen tidsram till slutförd efterbehandling	Maximalt 1–3 år

Urvalet av genomförbara åtgärdstekniker för Stenavadet 4 och 5 summeras i tabell 3. Schaktsanering som åtgärdsmetod begränsas av de hydrogeologiska förhållandena på fastigheten. Endast en ytlig schaktsanering bedöms vara lämplig utifrån nuvarande kunskapsläge om objektet. Motala kommun önskar dock att ett schaktalternativ jämförs mot alternativa åtgärdslösningar för att svara upp mot behov inom INSURE. Alternativa åtgärdsmetoder för djupare liggande förorening utgår från att föroreningen kan brytas ned eller drivas bort genom luftning. Sådana åtgärdstekniker har potential att bidra till

eventuella miljö- och hållbarhetsmål då de ofta (men inte alltid) är icke-förstörande för markecosystemet. De kräver inte heller transporter av förorenad jord/återfyllnadsmassor och de kräver inte att deponiutrymme upplåts. In situ teknikernas lämplighet begränsas ibland av att åtgärdsvolymen är för liten, vilket bidrar till hög snittkostnad per behandlad enhetsvolym. För Stenavadet har åtgärdsvolymen bedömts vara för liten för att air sparging ska bedömas som lämplig.

Tabell 3. Åtgärdstekniker som bedöms vara genomförbara för Stenavadet 4 och 5 utifrån grundförutsättningarna.

Åtgärdsteknik	Motivering
Schaktsanering	<p>Snabb, billig och enkel åtgärd för ytligt förekommande föroreningar kring t.ex. cisterner och punktförorening. Mindre lämplig för omfattande förorening i mättad zon då sådan schaktning kräver spontning och hantering av länsvatten. De genomsläppliga jordarna gör det svårt att få sponten tät undertill. Länshållning av vatten i pumpgröpar riskerar att skapa en inåtriktad gradient som gör att ytvatten strömmar in från Motala ström. Mängden vatten som måste hanteras riskerar bli omfattande.</p> <p>Schaktalternativ inkluderas i den översiktliga åtgärdsutredningen för att tillgodose INSUREs behov.</p>
Air sparging	<p>Tillförsel av luft för avdrivning av föroreningar gynnas av de genomsläppliga jordarna. Tekniken är lämplig för förorening i mättad zon/grundvatten. Lufttillförsel kan öka den naturliga nedbrytningen då syrefria områden syresätts. Behandlingstiden uppgår till 1–3 år. Kan kombineras med porgasextraktion för insamling av avdrivna kolväten. Metoden kan effektiviseras genom biosparging där näringsämnen också tillförs. Potential att bidra till hållbarhetsmål då den är icke-förstörande för det naturliga markecosystemet och kräver ej transporter eller förbrukning av jord- och bergmaterial. För att det ska bli en kostnadseffektiv metod krävs större behandlingsvolym. Utifrån nuläget bedöms åtgärdsomfattningen för Stenavadet 4 och 5 vara för liten.</p> <p>Förutsättningarna för en kostnadseffektiv efterbehandling verkar inte finnas. Tekniken har uteslutits från den översiktliga åtgärdsutredningen.</p>

Tabell 3. fortsättning...

Övervakad naturlig självrening	<p>Föroreningen lämnas kvar som den är under förutsättning att den inte medför oacceptabla risker för omgivningen före, under eller efter exploatering. Marken måste också ha naturliga förutsättningar för nedbrytning. Föroreningen får inte eller hindra etablering av nya grönområden genom att påverka rotutveckling i rotzonen. Metoden bör vara kostnadseffektiv om akuta miljö- och hälsorisker inte finns. Kräver övervakning genom kontrollprogram under flera år för att fastställa att självrening fortgår. Kan vara intressant om föroreningarna inte stör pågående exploateringsplaner eller om exploateringsplanerna kan anpassas till föroreningen.</p> <p>Metoden har inte beaktats i den översiktliga åtgärdsutredningen.</p>
Biologisk behandling	<p>Kontrollerad tillsats av näringsämnen och reagenter som främjar biologisk nedbrytning i marken. Främst lämplig om fri fas ej förekommer. Tekniken förutsätter homogen fördelning av tillsatser i marken och tillräckligt hög kontakttid för att åstadkomma nedbrytning. Kraftig grundvattengenomströmning eller inflöde av ytvatten kan försämra effektiviteten. Vanligtvis kostnadseffektiv men kräver lång behandlingstid (år). Marken kan dock användas för annan verksamhet medan behandlingen pågår.</p> <p>Metoden bedöms kunna vara genomförbar vid förutsättningarna som råder vid Stenavadet och ingår i den översiktliga åtgärdsutredningen.</p>
Kemisk oxidation	<p>Tillsats av kemiska oxidationsmedel (t.ex. persulfat) som ger effektiv, kemisk nedbrytning av föroreningar i marken. Kan kombineras med biologisk behandling i flerstegs-behandling där momenten optimeras utifrån hur kraftig behandling som krävs. Genomsläppliga jordar ger högre influensradie per injekteringspunkt vilket ökar kostnadseffektiviteten. Verkningsstiden uppgår till ca 4–6 veckor per injektering. Grundvattengenomströmning behöver tillåta att denna kontakttid uppnås. Metoden bedöms kunna vara genomförbar om det framkommer att området innehåller kraftigare källzoner än vad som framkommer i dagens utredningsunderlag.</p> <p>Metoden har beaktats i den översiktliga åtgärdsutredningen.</p>

4 Översiktlig åtgärdsutredning Stenavadet 4 och 5

4.1 Åtgärdsområde

Utifrån Motala kommuns önskemål skulle Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig (KM) respektive mindre känslig markanvändning (MKM) användas som mätbara åtgärdsområden för den framtida markanvändningen (tabell 4). Swecos jämförelse av åtgärdsområden som avgränsas utifrån KM respektive MKM baserat på nuvarande dataunderlag visade dock på marginell skillnad. Avgränsningen för mängd- och volymuppskattningen i stycke 4.2 utgår därmed från KM. Det bör observeras att valet av åtgärdsområde kan påverka förutsättningarna för när in situ-åtgärder blir miljömässigt- och ekonomiskt effektiva, se kapitel 6.

Tabell 4. Mätbara åtgärds mål kopplade till framtida markanvändning samt krav på riskreduktion på fastigheten.

Framtida markanvändning	Krav på riskreduktion på fastigheten	Åtgärds mål
Bostadsområde (flerfamiljshus)	Permanent vistelse motsvarandes känslig markanvändning. Förekomst och spridning av föroreningar får inte påverka bostäder på fastigheten eller angränsande fastigheter.	Inga halter över KM får förekomma i marken efter slutförd åtgärd på fastigheten.
Blandad båt- och turistverksamhet. Ej bostäder men hotell.	Tillfällig vistelse, motsvarandes mindre känslig markanvändning, Förekomst och spridning av föroreningar får inte påverka bostadsområden på angränsande fastigheter.	Inga halter över MKM får förekomma i marken efter slutförd åtgärd på fastigheten.

4.2 Mängd- och volymuppskattning för efterbehandlingsåtgärden

Tabell 5 redovisar mängd- och volymuppskattningar när åtgärds målet KM används för att avgränsa saneringsområdet. Utifrån osäkerheter och kunskapsluckor i dataunderlaget ska siffrorna endast tolkas som grova uppskattningar. Uppgifterna har använts för att prissätta efterbehandlingsalternativen i stycke 4.3. Avgränsning av åtgärdsområdet visas i bilaga 2. Större delen av åtgärdsvolymen ligger på Stenavadet 5 på grund av föroreningsplymen.

Tabell 5. Mängd- och volymuppskattningar som anger omfattningen på efterbehandlingsåtgärden.

	Åtgärdsomfattning
Yta (m ²)	4900
Volym förorenad jord (m ³)	7200
Volym ren jord för åtkomst av förorenad (m ³)	16 200
Mängd förorenad jord (ton)	12 900

4.3 Teknisk och ekonomisk beskrivning av åtgärdsalternativ

För Stenavadet 4 och 5 har schaktsanering, kemisk oxidation och biologisk behandling beaktats i en grov uppskattning av åtgärds kostnader (tabell 6). Kostnadsuppskattningarna för respektive åtgärdsalternativ redovisas i bilaga 3. Eftersom större delen av åtgärdsvolymen ligger på Stenavadet 5 belastas Stenavadet 4 av lägre åtgärds kostnader än vad som anges i tabell 6.

Tabell 6. Sammanställning av åtgärdsalternativ.

<p>Schaktsanering</p> <p>Schaktning och avyttring av förorenad jord ca 7000 m³, varav hälften utgör blöta massor. Hantering av ca 9000 m³ rena massor för åtkomst till efterbehandlingsvolymen. Schakt och rivning av cisterner/installationer på Stenavadet 4. Avyttring sker på extern mottagningsanläggning, majoriteten av massorna motsvarar MKM<FA. Schakt under grundvattenytan kräver spontning. Antaget spontdjup är 5 m. Vattenreningsanläggning etableras och tas i drift undre 90 dagar. Åtgärdsförberedande undersökningar omfattar förklassning av schaktvolymen. Kostnader för projektering, förfrågningsunderlag, byggledning, miljökontroll och påslag om 20% för hantering av projektrisker inkluderas.</p> <p>Kostnad: 21 Mkr</p> <p>Genomförandetid: ca 3 månader</p>
<p>Kemisk oxidation + biologisk behandling</p> <p>Injektering av ett kemiskt oxidationsmedel i 80% av volymen och biologisk behandling av 20% av volymen. Den kemiska oxidationen tillämpas på en kraftig förorening och biologisk behandling på en mindre kraftig förorening. Åtgärdsförberedande undersökningar för att dimensionera in situ-behandlingen samt georadarundersökning inkluderas. Georadar ökar möjligheten att hitta installationer under marken som kan försämbra behandlingens effektivitet både avseende riskreduktion, behandlingstid och behandlingens kostnader. Viss kostnad för miljöspont ingår då behandlingseffektiviteten påverkas negativt av grundvattengenomströmning. Etableringskostnader utgörs av dagskostnader för borrhög. Schakt och rivning av cisterner/installationer på Stenavadet 4. Kostnader för projektering, förfrågningsunderlag, byggledning, miljökontroll och påslag om 30% för hantering av projektrisker inkluderas.</p> <p>Kostnad: 12 Mkr</p> <p>Genomförandetid: 6 månader + kontrollprogram</p>
<p>Biologisk behandling</p> <p>Injektering av ett syretillförande medel som ökar markens nedbrytningsförmåga inom efterbehandlingsvolymen. Etableringskostnader utgörs av dagskostnader för borrhög. Åtgärdsförberedande undersökningar för att dimensionera in situ-behandlingen samt georadarundersökning inkluderas. Georadar ökar möjligheten att hitta installationer under marken som kan försämbra behandlingens effektivitet både avseende riskreduktion, behandlingstid och behandlingens kostnader. Viss kostnad för miljöspont ingår då behandlingseffektiviteten påverkas negativt av grundvattengenomströmning. Etableringskostnader utgörs av dagskostnader för borrhög. Schakt och rivning av cisterner/installationer på Stenavadet 4. Kostnader för projektering, förfrågningsunderlag, byggledning, miljökontroll och påslag om 30% för hantering av projektrisker inkluderas.</p> <p>Kostnad: 9 Mkr</p> <p>Genomförandetid: 24 månader + kontrollprogram</p>

Erfarenhet av schaktsanering finns hos både tillsynsmyndigheter, konsulter, exploitörer och entreprenörer. Den används i hög utsträckning då den uppfattas som snabb, billig och är allmänt accepterad. De svenska erfarenheterna av de övriga alternativa åtgärdsteknikerna är mer begränsad men teknikerna är etablerade på den internationella marknaden. Svenska saneringsprojekt pågår dock där både kemisk oxidation och biologisk behandling används. För in situ alternativen måste det förutsättas att de slutliga åtgärds målen kommer ligga på en nivå som teknikerna klarar av samtidigt som erforderlig riskreduktion uppnås, se kapitel 7.

Olika faktorer driver åtgärds kostnaderna beroende på vilken åtgärdsteknik man väljer. Kostnaden för schaktsanering drivs av kostnader för spont och vattenrening på plats. Den drivs också av ambitionsnivån på åtgärds målen samt hur åtgärds målen tillämpas för att styra schakten genom miljö- och slutkontroll. Ju strängare åtgärds målen är, desto mer ökar schaktytan och åtgärds volymen.

Kostnaderna för in situ-åtgärdena drivs ofta av känsligheten för alltför stora osäkerheter/kunskapsluckor i förberedande fasen. Jämfört med en schaktsanering behöver den åtgärds förberedande fasen ha en högre detaljnivå, t.ex. för att kartlägga föroreningsutbredning och förekomst av underjordiska installationer. Georadar är en undersökningsmetod som kan användas för att identifiera markförlagda konstruktioner. Behandlingskostnaden styrs också av hur man kan optimera behandlingseffektiviteten samt vilka åtgärds mål som behöver uppnås. En hög behandlingseffektivitet kräver t.ex. optimering av dosering, influensradier för doseringspunkterna, antal doseringstillfällen samt kontakttiden mellan tillsatsen och behandlingsmatrisen.

5 Riskvärdering av åtgärdsalternativ

Värdering åtgärdsalternativen har gjorts i en matris som beaktar miljömässiga, sociala och ekonomiska dimensioner, se tabell 7. Bilaga 4 innehåller motivering till poängsättningen. Poängsättningen för nollalternativet utgör referens för poängsättning av åtgärdsalternativen (dvs låg-hög positiv eller negativ inverkan jämfört med nollalternativet). Kriterierna är delvis hämtade från Surf UK som är inkluderade i SAMLA-verktyget verktiget 2.3 (utvecklat av Statens geotekniska institut). För att få en mer användarvänlig matris har antalet kriterier som värderas minskats jämfört med Surf UK. Underlag till tabellen utgörs av åtgärdsutredningen samt den kvalitativa kostnads-nyttobedömningen (Sweco, 2019, se även bilaga 5). Det finns även ett antagande om att alla föreslagna åtgärdstekniker kan nå samma åtgärds mål. Antagandet bedöms vara motiverat då det inte finns en fördjupad riskbedömning som visar vilken riskreduktion som behöver uppnås. En preliminär bedömning av resultaten indikerar måttligt förhöjda halter även om riktvärdet för MKM överskrids. Riktvärdena för både KM och MKM styrs till stor del av risker för markmiljön. I hur hög grad skydd av markmiljön ska styra en åtgärds omfattning kan betraktas som en värderingsfråga där nytta behöver ställas mot ökade åtgärds kostnader.

Tabell 7. Matris för värdering av åtgärdsalternativ. Nollalternativet utgör baslinjen för poängsättningen. 0-5= låg till hög positiv inverkan på kriteriet, -5-0= hög till låg negativ inverkan på kriteriet.

Dimension	Kriterier för hållbarhetsvärdering	Noll-alternativet	Schakt-sanering	Kemisk oxidation	Biologisk behandling
Miljö	Påverkan på jord- och markförhållanden	-2	-2	-1	2
Miljö	Påverkan på vattenkvalitet	-2	2	2	2
Miljö	Påverkan på förbrukning av naturresurser	0	-5	0	0
Miljö	Påverkan på luftkvalitet	0	-5	-1	-1
Miljö	Påverkan på flora och fauna	-2	-1	0	2
Social	Påverkan på hälsa och säkerhet	-3	-1	0	0
Social	Påverkan på närboende	0	-1	0	0
Social	Påverkan på samhället och samhällsutveckling	-5	5	5	5
Ekonomi	Påverkan på efterbehandlingskostnader	0	-4	-2	-2
Ekonomi	Åtgärdens inbyggda tekniska projektrisker	0	-4	-3	-3
Ekonomi	Åtgärdens förtroende och acceptans	-5	4	-1	-1
Ekonomi	Påverkan på teknikutveckling och kunskapsuppbyggnad	0	0	5	5
Summa		-19	-12	4	9

Summeringen av poängen visar att schaktalternativet ger få tillkommande fördelar jämfört med nollalternativet. Alternativet får minuspoäng delvis pga hög åtgärdskostnad, tekniska projektrisker samt påverkan på naturresurser, luftkvalitet, människors hälsa/säkerhet samt närboende. Orsaken är de komplexa hydrogeologiska förhållandena som kräver kostsam spontlösning, samt en omfattande masshantering med transporter, koldioxidutsläpp från bränslen, buller, behov av återfyllnadsmassor m m. Schaktsaneringar som föregår en omfattande exploatering kan t.ex. leda till onödig masshantering som i sig bidrar till negativ miljöpåverkan: rena återfyllnadsmassor som krävs för att återställa schaktområdet kan i byggskedet utgöra överskottsmassor som

måste avlägsnas inför t.ex. grundläggning. Schaktsaneringen medför också att en stor mängd rena massor måste hanteras för att komma åt de förorenade massorna.

In situ- åtgärderna bidrar till fler fördelar jämfört med både nollalternativet och schaktalternativet. Dels ger de mindre påverkan på både miljön och människor, dels bidrar de till teknikutveckling och kunskapsuppbyggnad. De medför också lägre åtgärdskostnader jämfört med schaktning. Båda metoderna bedöms ha potential att bidra till olika former av miljö- och hållbarhetsmål. Det som ofta anses tala emot in situ-åtgärdernas fördel är längre behandlingstid och fler ekonomiska risker vid oförutsedda händelser som stör behandlingseffektiviteten och förlänger behandlingsperioden. De kan också ha svårt att uppnå mycket konservativa och lågt satta åtgärds mål. Det markant lägre negativa nettonuvärdet för båda in situ-alternativen jämfört med schaktsaneringen visar dock att en in situ-åtgärd skulle kunna bära stora ekonomiska osäkerheter utan att åtgärden förlorar sin ekonomiska lönsamhet jämfört med schaktsaneringen.

Tid för genomförande har inte värderats då det inte finns krav på när områdena ska vara åtgärdade. Kemisk oxidation förväntas ha ett snabbare genomförande än biologisk behandling, se tabell 7.

6 Osäkerheter i underlaget

Åtgärdsutredningen med dithörande åtgärds kostnader har gjorts på en övergripande nivå utifrån ett dataunderlag som innehåller stora osäkerheter och kunskapsluckor. Dataunderlaget för avgränsning bygger till stor del på fältmätningar som har lägre precision än laboratorieanalyser. Föroreningarna som påträffats är också bristfälligt avgränsade. Eftersom en fördjupad riskbedömning saknas finns det idag inget empiriskt baserat stöd för bedömning av vilken riskreduktion som behövs, oavsett vilken markanvändning som blir aktuell i framtiden. Det finns skäl att tro att åtgärds mål som utgår från generella riktvärdena för KM och MKM innehåller alltför konservativa antaganden som kommer öka åtgärds omfattningen och åtgärds kostnaderna oavsett vilken teknik som väljs. Håller man fast vid att KM/MKM ska tillämpas som åtgärds mål, kommer in situ-åtgärdernas lämplighet att missgynnas till förmån för schaktsaneringen. Om åtgärds målen anpassas till en lägre ambitionsnivå kan både in situ-åtgärderna och schaktsaneringen komma att gynnas.

Åtgärds kostnaderna som tagits fram omfattar i huvudsak åtgärder på Stenavadet 5 eftersom nuvarande avgränsning inkluderar själva föroreningsplymen. Åtgärds kostnaderna inkluderar dock en kostnad för att omhänderta cisterner på Stenavadet 4. Om Stenavadet 5 ställs om till blandad verksamhet och Stenavadet 4 till bostäder, kan den totala åtgärds kostnaden minska betydligt. Blandad verksamhet ställer inte lika höga krav på riskreduktion som ett bostadsområde.

Kostnads uppskattningarna för schaktsanering är baserade på ett mycket större erfarenhetsunderlag än in situ-åtgärderna. In situ-kostnaderna är baserade på svenska erfarenheter av ett fåtal pågående projekt. För att ta hänsyn till högre osäkerhet i kostnads uppskattningarna för in situ-åtgärder har en schablonkostnad på 30% lagts till. För schaktsanering används schablonkostnaden 20%. In situ-åtgärderna innehåller en

12(19)

RAPPORT
2019-02-25
SLUTVERSION

ganska hög kostnad för miljöspontning. Kemisk oxidation och biologisk behandling är känsliga för hög grundvattengenomströmning som sänker kontakttiden mellan tillsatserna och matrisen som ska behandlas. Spontkostnad har inkluderats då de hydrogeologiska förhållandena på fastigheten är komplexa. Behovet av miljöspont bedöms dock bäst av en entreprenör med erfarenhet av in situ-åtgärder,

Behandlingskostnaden in situ har erhållits från entreprenörer som driver svenska in situ-projekt. Kostnadsuppskattningen inkluderar den högre kostnaden i angivna kostnadsintervall. Om förutsättningarna på ett område är optimala utifrån hur kemisk oxidation/biologisk behandling fungerar kan behandlingarna bli mycket kostnadseffektiva när det handlar om mindre volymer. Om kompletterande undersökningar visar att åtgärdsvolymen är större än vad som antagits i denna utredning, kan andra metoder bli mer kostnadseffektiva. Snittkostnaden per ton för Stenavadet ligger på 730-1600 kr/ton enligt nuvarande kostnadsberäkningar.

Referenser

DGE, 2016. Miljötekniska markundersökningar inom Motalavikens södra strand, Motala kommun, Motala. 2016-09-30. Dokumentnr 702216.

Motala kommun, 2017. Motalavikens södra strand-planprogram. 2017-09-05.

Niras, 2014. Miljötekniska markundersökning av oljedepå på fastigheterna Stenavadet 4 och 5, samt Holm 6:80 i Motala, Sveriges Geologiska Undersökning. 2014-11-27.

SGI, 2004. Vätterviken och Stenavadet. Inventering och bedömning av föroreningsituationen. Diariernr 2-0211-0651. 2004-03-22.

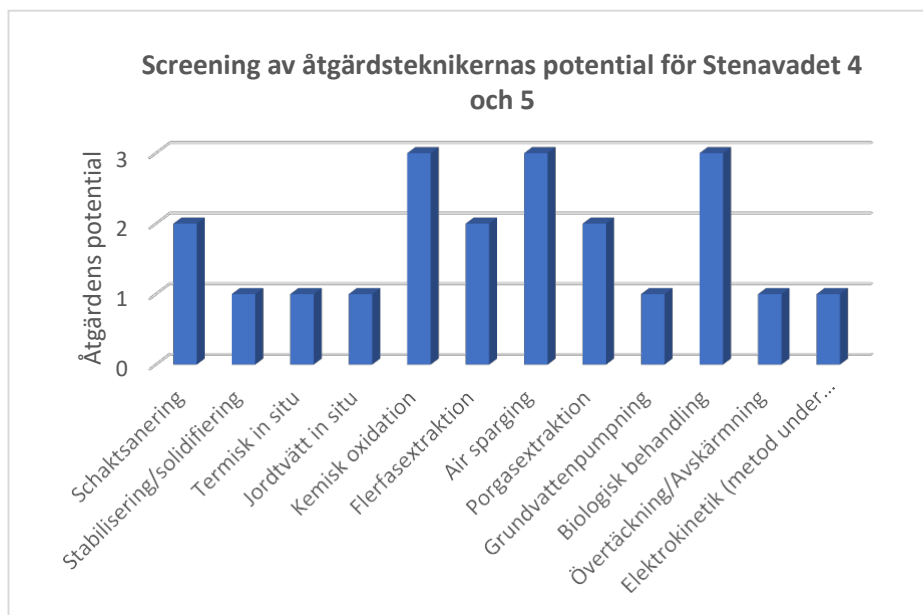
Stern, N. (2006). [The Economics of Climate Change. Executive Summary](#). HM Treasury, UK.

Sweco, 2019. Kostnads-nyttoanalys för efterbehandling av oljeföroreningar på Stenavadet 4 och 5 – Delleverans 2 INSURE-projektet, Motala kommun.

BILAGA 1

SCREENING AV LÄMPLIGA ÅTGÄRDSTEKNIKER

Screeningbedömning av möjliga åtgärdsalternativ
 Potential (1= låg potential 2=viss potential, 3= hög potential)

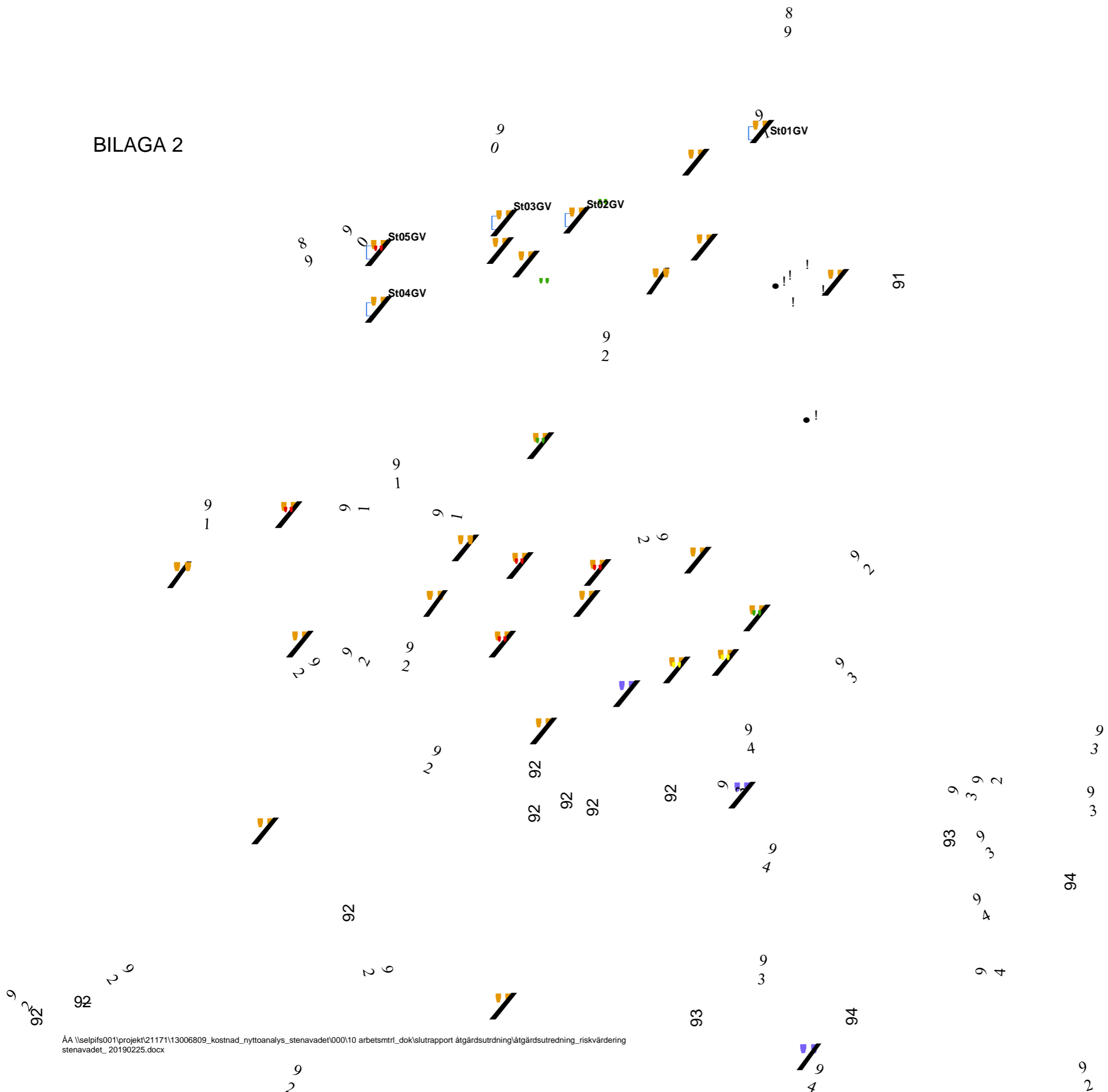


Åtgärdsteknik	Motivering	Potential för Stenavadet
Schaktsanering	Omfattande hantering av grundvatten (spontning och vattenrening) kan behövas pga djupt liggande förorening. Hydrauliskt utbyte med motala ström samt genomsläppliga jordarter försvårar upprätthållande av grundvattengradienter vid pumpning. Förorening kännetecknas av flyktiga/medelflyktiga ämnen. Styrande risk är sannolikt spridning. Åtgärden inte avsedd att hantera den här typen av föroreningssituation.	2
Stabilisering/solidifiering	Välfungerande i genomsläpplig jord och blandförorening saknas, påverkar markens möjlighet att fungera som växtsubstrat om grönområden ska anläggas, kan fungera inområden som ska hårdgöras (tex parkering), hög hydraulisk kontakt kan öka behandlingarkostnaden och eventuellt försvåra. Mindre känd/acceptera metod i Sverige.	1
Termisk in situ	Kostsam metod i sig, kostnaderna ökar vid hög grundvattengenomströmning, ofta mer kostnadseffektiv för kraftig förorening (tex fri fas) eller stora områden. Gör marken steril efter behandling.	1
Jordtvätt in situ	Lämplig för genomsläppliga material, ovälkomma bieffekter kan uppstå pga rester av tvättvätskor som sprids, mer lämplig för källzoner och kraftigare förorening.	1
Kemisk oxidation	Lämplig för genomsläppligt material och organiska föroreningar, hög grundvattengenomströmning kan sänka kontakttiden med låg behandlingseffektivitet som följd. Främst för källzon.	3

Flerfasextraktion	Lämplig för organisk förorening i flera faser och genomsläppliga jordar. Lämplig för förorening nära/strax under grundvattenytan. Behandlingstid ca 1 år. Kan eventuellt vara onödigt kraftig om fri fas inte finns.	2
Air sparging	Lämplig för petroleumförorening och genomsläppliga jordar. Oftast behandling av källzon under grundvattenytan. Kan kombineras med tekniker som ökar naturlig nedbrytning (bio sparging). Behandlingstid 1-3 år. Potential att bidra till hållbarhetsmål under förutsättning att riskreduktion uppnås genom optimerad behandling och balans kostnadseffektivitet/behov av riskreduktion.	3
Porgasextraktion	Lämplig för flyktiga ämnen och genomsläpplig jord. Homogena lager finns på Stenavadet vilket ökar lämpligheten ytterligare. Främst för källzon över grundvattenytan. Kan medföra ökad syresättning och högre naturlig nedbrytning. Potential att bidra till hållbarhetsmål under förutsättning att riskreduktion uppnås genom optimerad behandling och balans kostnadseffektivitet/behov av riskreduktion. Lång behandlingstid. Föroreningen på stenavadet kan vara för ringa för att metoden ska vara effektiv.	2
Grundvattenpumpning	Kostsam metod som kräver lång behandlingstid. Lämplig för oljekolväten och genomsläppliga jordar. Hydraulisk kontakt med motala ström ger risker med att påverka/upprätthålla en redan flack gradient då ytvatten kan börja flöda in.	1
Biologisk behandling	Lämplig för petroleumkolväten och mindre kraftig förorening (ej fri fas) vilket förekommer på Stenavadet. Lämplig för genomsläppliga jordar samt övr/under grundvattenytan. Lämplig för måttliga föroreningshalter och polymer. Kan kräva lång behandlingstid men detta kan kompenseras av att området kan hållas tillgängligt för annan verksamhet. Ofta kostnadseffektiv. Potential att bidra till hållbarhetsmål under förutsättning att riskreduktion uppnås genom optimerad behandling utifrån markförhållandena.	3
Övertäckning/Avskärmning	Ofta ifrågasatt åtgärd pga risker vid nedsänkt beständighet över tid. Ej lämplig för genomsläppliga jordlager ned till berg så tät vertikal barriär inte kan garanteras. Snabbt utförande. Hög installationskostnad om det är långa sträckor som ska förses med barriär.	1
Elektrokinetik (metod under utveckling genom Helsingfors universitet)	Metoden är under utveckling genom Helsingfors universitet. Lämpar sig främst för täta jordar. Jordlagren på Stenavadet är för genomsläppliga. Metoden är ännu inte tillgängligt på kommersiell marknad.	1

SITUATIONSPLAN - AVGRÄNSNING AV ÅTGÄRDSOMRÅDE

BILAGA 2



Förklaring

PID-värden

- 0,000000 - 30,000000
- 30,000001 - 215,000000
- 215,000001 - 380,000000

Analysresultat NIRAS alla

- <KM
- KM-MKM

- >=MKM

Jordarter

- Grovkornigt
- saf och blandkornigt
- Finkornigt si och le

Bedömt förorenat område

- >KM
- >MKM
- Höjdkurva ekvidistans 1 m

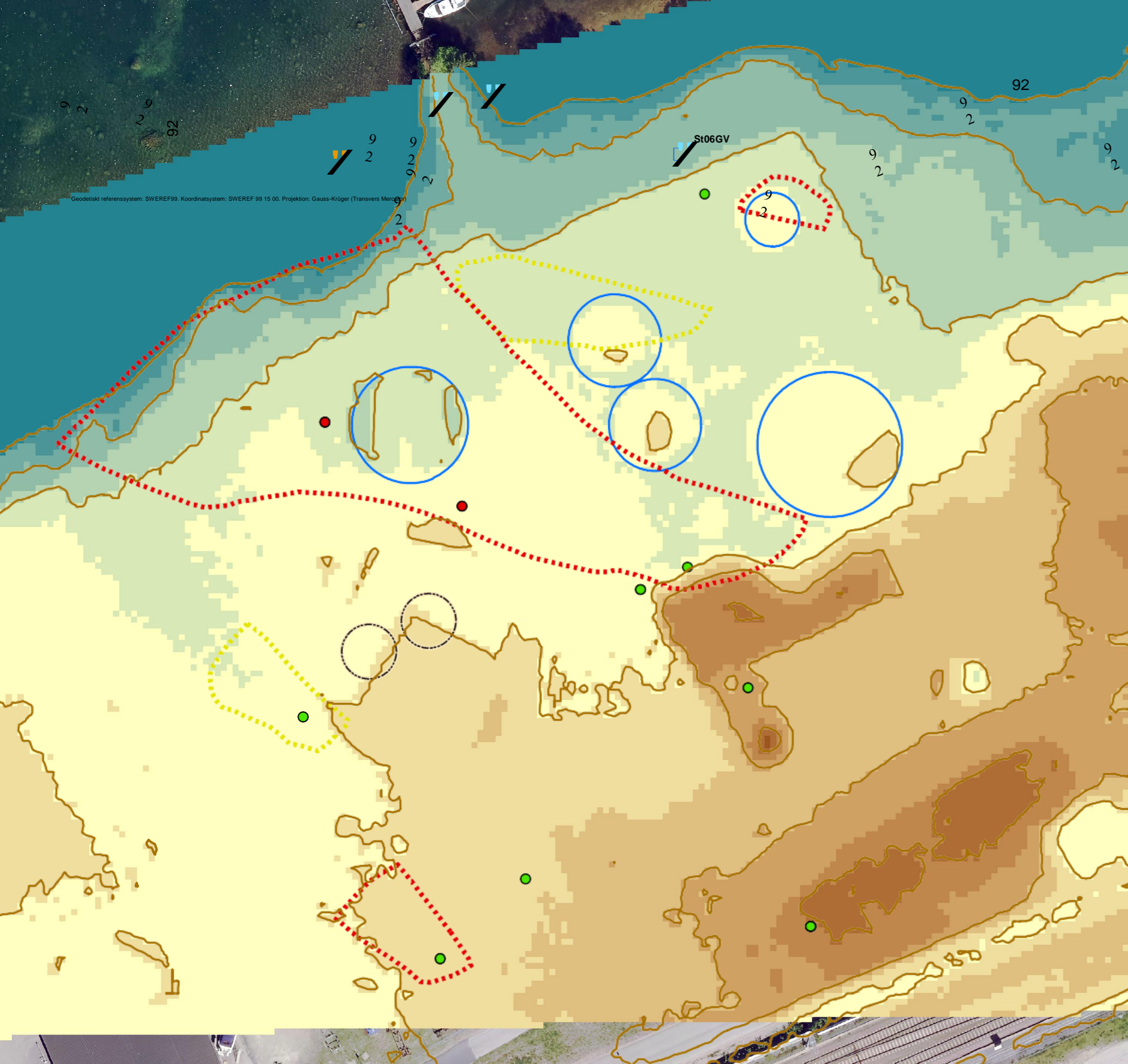
MY_GV

<VALUE>

- 0,167778015 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1,000000001 - 1,5
- 1,500000001 - 2
- 2,000000001 - 2,5
- 2,500000001 - 3
- 3,000000001 - 3,5
- 3,500000001 - 4
- 4,000000001 - 4,5
- 4,500000001 - 5
- 5,000000001 - 5,5
- 5,500000001 - 6

0 10 20 40
Meter

Geodetiskt referenssystem: SWEREF99. Koordinatsystem: SWEREF 99 15 00. Projektion: Gauss-Krüger (Transvers Mercator)



BILAGA 3 KOSTNADSUPPSKATTNING ÅTGÄRDSALTERNATIV

Åtgärdsalternativ 1 - Schakt (allt över åtgärds mål)

Yta 4 850 m²

Total volym 16 187 m³

Volym förorenade >ÅM 7 150 m³

Volym rena för åtkomst av förorenade 9037 m³

Tidsåtgång - ca 3 månader

Kostnadspost	Andel av			Total kostnad	Kommentar
	å-pris	total	Mängd		
Schakt av förorenad jord >ÅM	100 kr		3575 m ³	360 000 kr	50% av den totala mängden. Mängd utifrån ytor Niras
Schakt av förorenad jord >ÅM blöta massor	125 kr		3575 m ³	450 000 kr	50% av den totala mängden. Mängd utifrån ytor Niras
Schakt och rivning (konstruktioner, cisterner & ledningar i mark)	1 500 000 kr			1 500 000 kr	Uppskattat utifrån erfarenhet och mängder.
Schakt av ej förorenad jord för åtkomst	100 kr		9 037	900 000 kr	Mängder i m ³
Återfyllning inkl material	180 kr	0%	7 150	1 290 000 kr	Mängder i m ³
Återfyllning exkl material	120 kr	100%	9 037	1 080 000 kr	Mängder i m ³
Mottagningskostnad >MKM< MKM inkl transport	169 kr	0%	0	0 kr	
Mottagningskostnad >MKM< FA inkl transport	319 kr	95%	12 227	3 900 000 kr	Mängder i ton
Mottagningskostnad FA inkl transport	719 kr	5%	644	460 000 kr	Mängder i ton
Toppning av ytor	250 kr		4 850	1 210 000 kr	Mängder i ton
Vattenrening 90 dagar	456 500 kr			460 000 kr	Kapacitet på 7m ³ /h, totalt 9000 m ³ , drifttid 90 dagar. Inkl etablering och avetablering och filtermaterial.
Spontkostnader	1 868 kr		2200	4 110 000 kr	Beräknat på 2 200 m ² (längd 440 m ned till 5 m) geoteknisk kalkyl
Förklassificering/Åtgärdsförberedande utredn.	400 000 kr			400 000 kr	
Projektering och FFU	400 000 kr			400 000 kr	
Bygglledning	400 000 kr			400 000 kr	
Miljökontroll/Efterkontroll	250 000 kr			250 000 kr	
Osäkerheter		20%		3 430 000 kr	
Totalt efterbehandlingskostnad				20 600 000 kr	
Snittkostnad/ton				1 600 kr	

Åtgärdsalternativ 2 - Kemisk oxidation + biologisk behandling

Yta 4 850 m²

Total volym 16187 m³

Volym förorenade > ÅM 7150 m³

Volym rena för åtkomst av förorenade 9037 m³

Tidsåtgång - ca 6 månader + kontrollprogram

Kostnadspost	Andel av			Summa kostnad	Kommentar
	å-pris	total	Mängd		
Kemisk oxidation (persulfat)	750		5 720	4 290 000	80% av de förorenade massorna
Biologisk behandling (ORC)	375		1 430	540 000	20% av de förorenade massorna
Schakt och rivning (konstruktioner, cisterner & ledningar i mark	1500000		1	1 500 000	Uppskattat utifrån erfarenhet och mängder.
Toppning av ytor	250		120	30 000	
Georadar	250000		1	250 000	Inkluderat baserat på råd från entreprenör
Miljöspont	3966		180	710 000	
Åtgärdsförberedande utredn.	800000			800 000	Erfarenhetssiffror baserat på volym jord. Inklusive provtagningsplan, analyser och utvärdering.
Projektering och FFU	600000			600 000	Erfarenhetssiffror baserat på volym och komplexitet.
Byggledning	250000			250 000	Erfarenhetssiffror baserat på volym och komplexitet.
Miljökontroll/Efterkontroll	600000			600 000	Erfarenhetssiffror baserat på volym jord. Inklusive provtagningsplan, analyser och utvärdering.
Osäkerheter		30%		2 870 000	
Total efterbehandlingskostnad				12 440 000	
Snittkostnad/ton				967	

Åtgärdsalternativ 3 - Biologisk behandlingYta 4 850 m²Total volym 16 187 m³Volym förorenade >ÅM 7 150 m³Volym rena för åtkomst av förorenade 9037 m³

Tidsåtgång - ca 24 månader + kontrollprogram

Kostnadspost	å-pris	Andel av total	Mängd	Summa kostnad	Kommentar
Biologisk behandling (ORC)	375		7 150	2 680 000	100% av total volym
Schakt och rivning (konstruktioner, cisterner & ledningar i mark)	1500000		1	1 500 000	Uppskattat utifrån erfarenhet och mängder.
Toppning av ytor	250		120	30 000	
Georadar	250000		1	250 000	Inkluderat baserat på råd från entreprenör
Miljöspont	3966		180	710 000	
Förklassificering/Åtgärdsförberedande utredn.	600000			600 000	Erfarenhetssiffror baserat på volym jord. Inklusive provtagningsplan, analyser och utvärdering.
Projektering och FFU	600000			600 000	Erfarenhetssiffror baserat på volym och komplexitet.
Byggledning	250000			250 000	Erfarenhetssiffror baserat på volym och komplexitet.
Miljökontroll/Efterkontroll	600000			600 000	Erfarenhetssiffror baserat på volym jord. Inklusive provtagningsplan, analyser och utvärdering.
Osäkerheter		30%		2 170 000	
Total efterbehandlingskostnad				9 390 000	
Snittkostnad/ton				730	

BILAGA 4 VÄRDERING AV ÅTGÄRDSALTERNATIV

18(19)

RAPPORT 2019-
02-25
SLUTVERSION

Förenklad hållbarhetsvärdering av åtgärdsalternativ för Stenavadet 4 och 5

0-5= låg till hög positiv påverkan

-5-0=hög till låg negativ inverkan

Dimension	Kriterier för hållbarhetsvärdering	Nollalternativet	Schaktsanering	Kemisk oxidation	Biologisk behandling	Motivering
Miljö	Påverkan på jord- och markförhållanden	-2	-2	-1	2	Nollalternativ=ingen riskreduktion, schaktsanering= riskreduktion med kraftigt störd mark, kemisk ox= riskreduktion och ändrade redoxförhållanden i marken, biol beh=riskreduktion och främjande av naturliga nedbrytningsprocesser
Miljö	Påverkan på vattenkvalitet	-2	2	2	2	Nollalternativ=ingen riskreduktion, schaktsanering= riskreduktion , kemisk ox= riskreduktion , biol beh=riskreduktion
Miljö	Påverkan på förbrukning av naturresurser	0	-5	0	0	Nollalternativ=ingen förbrukning, schaktsanering= omfattande avfallshantering, förbrukning av återfyllnadsmassor och ev avyttring av ditförda återfyllnadsmassor vid efterföljande exploatering , kemisk ox=ingen förbrukning , biol beh= ingen förbrukning
Miljö	Påverkan på luftkvalitet	0	-5	-1	-1	Nollalternativ=ingen påverkan, schaktsanering= koldioxidutsläpp från maskiner och transporter , kemisk ox=utsläpp från maskiner vid installation, biol beh= utsläpp från maskiner vid installation
Miljö	Påverkan på flora och fauna	-2	-1	0	2	Nollalternativ=ingen riskreduktion, schaktsanering=risk reduktion men även risk för skador på rotzon och församrad livskraft hos etablerade träd, kemisk oxidation= riskreduktion och viss risk för skador på rotzon men behandlingen kan sannolikt optimeras med förebyggande åtgärder, biol beh= riskreduktion och ingen skaderisk för etablerade träd
Social	Påverkan på hälsa och säkerhet	-3	-1	0	0	Nollalternativ=ingen riskreduktion, schaktsanering= indirekta hälsoeffekter under sanering samt transporter som hör till saneringen, kemisk ox= riskreduktion, Biol beh=riskreduktion
Social	Påverkan på närboende	0	-1	0	0	Nollalternativ= inga bostadsområden i närheten/nedströms, schaktsanering= damning och buller från transporter, Kemisk ox= ingen störning, Biol beh=ingen störning
Social	Påverkan på samhället och samhällsutveckling	-5	5	5	5	Nollalternativ= hinder för visionen Södra Stranden, schaktsanering= möjliggör exploatering, kemisk ox=möjliggör exploatering, biol beh=möjliggör exploatering
Ekonomi	Påverkan på efterbehandlingskostnader	0	-4	-2	-2	Nollalternativ= inga kostnader, schaktsanering= dyraste alternativet, se åtgärdsutredning, kemisk oxidation= näst dyrast och ungefär samma kostnad som biol beh, se åtgärdsutredning, biol beh= ungefär samma som kemisk ox
Ekonomi	Åtgärdens inbyggda tekniska projektrisker	0	-4	-3	-3	Nollalternativ= ej aktuellt, schaktsanering= projektrisker genom komplexa hydrogeologiska förhållanden, kemisk ox= känslig för oväntade störningar genom t.ex. kunskapsluckor om markförhållanden, biol beh= samma som för kemisk ox.
Ekonomi	Åtgärdens förtroende och acceptans	-5	4	-1	-1	Nollalternativ= lågt förtroende och ingen acceptans, schaktsanering=välkänd och accepterad av de flesta, kemisk ox= fortfarande ny metod inom sverige men både svenska och utländska
Ekonomi	Påverkan på teknikutveckling och kunskapsuppbyggnad	0	0	5	5	
		-19	-12	4	9	

BILAGA 5 KVALITATIV KOSTNADS-NYTTOBEDÖMNING AV ÅTGÄRDSALTERNATIVEN

Kvalitativ bedömning av kostnader och nyttor för åtgärdsalternativen jämfört med nollalternativet (dvs ingen efterbehandling utförs).

Kostnader
Undersökningskostnader för efterbehandling Uteblir i nollalternativet
Upphandlingskostnader Uteblir i nollalternativet
Kapitalkostnad pga. uppbundet kapital för efterbehandlingsåtgärd Uteblir i nollalternativet
Efterbehandlingskostnad (inkl. transport och deponering av massor minus förtjänst vid eventuell återanvändning) Uteblir i nollalternativet
Kostnader för kontrollprogram Uteblir i nollalternativet
Projektrisker Uteblir i nollalternativet
Ökade hälsorisker på platsen pga. efterbehandling Uteblir i nollalternativet
Ökade hälsorisker pga. transporter som följd av efterbehandling Uteblir i nollalternativet.
Ökade hälsorisker vid mottagningsplatsen Uteblir i nollalternativet.
Andra typer av hälsorisker pga. efterbehandling (tex ökad oro) Uteblir i nollalternativet
Minskad tillgång på ekosystemtjänster på platsen pga. efterbehandling Uteblir i nollalternativet.
Minskad tillgång på ekosystemtjänster som följd av miljöpåverkan utanför platsen (tex under transport till mottagningsplats) Uteblir i nollalternativet.
Minskad tillgång på ekosystemtjänster som följd av miljöpåverkan vid mottagningsplatsen Uteblir i nollalternativet.
Andra negativa externa effekter Nollalternativet innebär att direktiven i planprogrammet inte kan uppfyllas eftersom ett outvecklat industriområde som skär av den nya stadsdelen kommer leda till försämrade upplevelse av resten av Södra stranden. Effekten tillfaller Motala kommun, dvs staden och medborgarna. Mark- och fastighetsvärden på angränsande fastigheter kan påverkas negativt. Effekten tillfaller exploitörer på angränsande fastigheter.

	Nyttor	Kod i analysen
	<p>Ökade markvärden på platsen Uteblir i nollalternativet</p> <p>Ökade markvärden i omgivningen Uteblir i nollalternativet</p>	<p>B1a</p> <p>B1b</p>
	<p>Minskade akuta hälsorisker Uteblir i nollalternativet</p> <p>Minskade icke-akuta hälsorisker Uteblir i nollalternativet</p> <p>Andra typer av förbättrad hälsa (tex minskad oro) Uteblir i nollalternativet</p>	<p>B2a</p> <p>B2b</p> <p>B2c</p>
	<p>Ökade rekreativmöjligheter på platsen Uteblir i nollalternativet</p> <p>Ökade rekreativmöjligheter i omgivningen Uteblir i nollalternativet</p> <p>Ökad tillgång på andra ekosystemtjänster Uteblir i nollalternativet</p>	<p>B3a</p> <p>B3b</p> <p>B3c</p>
	<p>Andra positiva externa effekter Uteblir i nollalternativet</p>	<p>B4</p>

Kvalitativ bedömning av kostnader och nyttor för schaktsanering

Kvalitativ bedömning av kostnadsposter för schaktsanering som tillkommer när man jämför mot nollalternativet. Grå=saknar/liten relevans, gul=har viss relevans, grön=har stor relevans.

Relevans	Kostnader	Kod i analysen
	Undersökningskostnader för efterbehandling Förklassning av rena och förorenade massor inför masshantering, hydrogeologisk bedömning, projektering av spont/vattenrening. Eventuellt tillståndsansökan för vattenverksamhet (ej beaktad i åtgärdsutredningen). Effekten tillfaller den som betalar för saneringen.	C1a
	Upphandlingskostnader Tillkommer.	C1b
	Kapitalkostnad pga. uppbundet kapital för efterbehandlingsåtgärd Ej beaktad	C1c
	Efterbehandlingskostnad (inkl. transport och deponering av massor minus förtjänst vid eventuell återanvändning) Omfattande masshantering av både rena och förorenade massor, stor mängd transporter, behov av återfyllnadsmassor. Kostnader för spontning/länsvattenhantering och vattenrening kan bli kostnadsdrivande. Effekten tillfaller den som betalar för saneringen.	C1d
	Kostnader för kontrollprogram Slutkontroll av schaktbotten och schaktväggar. Effekten tillfaller den som betalar för saneringen.	C1e
	Projektrisker Komplexa hydrogeologiska förhållanden med risk för inträngning av ytvatten vid sänkt grundvattenyta. Även risk för inträngande grundvatten innanför spont vilket ökar mängden länsvatten/vattenrening. Projektriskerna bedöms vara kostnadsdrivande. Effekten tillfaller exploitör/verksamhetsutövare. Om spontning/vattenrening misslyckas eller leder till fördröjning/fördröjning av saneringen kan samhällsmedborgare reagera kritiskt om de upplever att recipienten tar skada. Effekten tillfaller medborgare samt kommunen. Effekten tillfaller den som betalar för saneringen och samhället.	C1f
	Ökade hälsorisker på platsen pga. efterbehandling Viss risk för saneringsarbetare vid förekomst av flyktiga ämnen. Dock inga stora hälsoeffekter så länge bensen inte förekommer i höga halter. Då tillkommer risken för genotoxiska effekter redan vid låga exponeringsdoser. Effekten tillfaller arbetare som utför saneringen.	C2a
	Ökade hälsorisker pga. transporter som följd av efterbehandling Stor mängd tunga transporter kan öka olycksrisken i trafiken för medborgare i lokalsamhället men även på andra orter. Effekten tillfaller samhället.	C2b
	Ökade hälsorisker vid mottagningsplatsen Ej beaktad.	C2c
	Andra typer av hälsorisker pga. efterbehandling (tex ökad oro) Ej troligt eftersom det inte finns bostäder i närheten.	C2d
	Minskad tillgång på ekosystemtjänster på platsen pga. efterbehandling Djupschakt kan förstöra rotzonen på etablerade träd som kan försvagas och dö i förtid. Naturligt markekosystem utarmas om återfyllnad inte sker med likartade massor som innehåller etablerat ekosystem. Effekten tillfaller samhället och miljön.	C3a
	Minskad tillgång på ekosystemtjänster som följd av miljöpåverkan utanför platsen (tex under transport till mottagningsplats) Klimatpåverkan genom koldioxidutsläpp genom transporter. Återfyllnadsmassor av jungfruligt ursprung konsumerar naturresurser. Effekten tillfaller samhället och miljön.	C3b
	Minskad tillgång på ekosystemtjänster som följd av miljöpåverkan vid mottagningsplatsen Ej beaktad.	C3c
	Andra negativa externa effekter Om efterföljande exploatering kräver omfattande mark- och grundläggningsarbeten som förväntas ge överskottsmassor, kommer återfyllnadsmassor behöva schaktas och ev omhändertas på nytt. Effekten tillfaller den som exploaterar.	C4

Kvalitativ bedömning av nyttoposter för schaktsanering som tillkommer när man jämför mot nollalternativet.
 Grå=saknar relevans, gul=har viss relevans, grön=har stor relevans.

	Nyttor	Kod i analysen
	Ökade markvärden på platsen Schaktsanering medför att bostäder kan byggas på området. Effekten tillfaller samhället och exploatören.	B1a
	Ökade markvärden i omgivningen Omställning av markanvändning till bostäder bidrar positivt till Södra Strandens vision. Södra Stranden kan bidra till att höja värdet på kringliggande områden. Effekten tillfaller samhället.	B1b
	Minskade akuta hälsorisker Bedöms inte förekomma före saneringen som främst främjar miljön och reducerar andra hälsorisker	B2a
	Minskade icke-akuta hälsorisker Minskning av förorenad markvolym samt återfyllnad med rena massor reducerar risken för icke-akuta hälsorisker vid omställning till bostadsområde. Effekten tillfaller framtida boende.	B2b
	Andra typer av förbättrad hälsa (tex minskad oro) En verifierad resthalt i återfyllt område leder till minskad oro hos dem som uppfattar sig som påverkade av föroreningen. Effekten tillfaller samhället.	B2c
	Ökade rekreativmöjligheter på platsen Effekten tillfaller framtida boende och samhället.	B3a
	Ökade rekreativmöjligheter i omgivningen Ja, i och med att sammanhängande rekreativstråk som binder samman befintligt bostadsområde västerut med Motala centrum. Effekten tillfaller framtida boende och samhället.	B3b
	Ökad tillgång på andra ekosystemtjänster Ej identifierade.	B3c
	Andra positiva externa effekter Ej identifierade	B4

Kvalitativ bedömning av kostnader och nyttor för kemisk oxidation

Kvalitativ bedömning av kostnadsposter för kemisk oxidation som tillkommer när man jämför mot nollalternativet. Grå=saknar/liten relevans, gul=har viss relevans, grön=har stor relevans.

Relevans	Kostnader	Kod i analysen
Grön	Undersökningskostnader för efterbehandling Åtgärdsförberedande undersökningar behövs som delvis är till för att fastställa att metoden är lämplig och kostnadseffektiv utifrån nödvändig riskreducering. Åtgärdsförberedande undersökningar är något dyrare jämfört med t.ex. schaktsanering då in situ-åtgärder är mer känsliga för osäkra dataunderlag och kunskapsluckor kring markförhållanden. Effekten tillfaller den som betalar för saneringen.	C1a
Gul	Upphandlingskostnader Tillkommer. Effekten tillfaller den som betalar för saneringen.	C1b
Grå	Kapitalkostnad pga. uppbundet kapital för efterbehandlingsåtgärd Ej beaktad.	C1c
Grön	Efterbehandlingskostnad (inkl. transport och deponering av massor minus förtjänst vid eventuell återanvändning) Kostnaderna för in situ-åtgärderna drivs av hur tätt injekteringsbrunnar installeras, doseringsmängder, doseringstillfällen, vilka åtgärdsområden som ska uppnås samt behov av spontlösningar för att förhindra utvättning av reagenter. Effekten tillfaller den som betalar för saneringen.	C1d
Gul	Kostnader för kontrollprogram Kemisk-oxidation kräver uppföljning och kontroll av behandlingen under genomförandetiden som dock är relativt kort (6 månader). Även uppföljning efter slutförd sanering kan behövas under en period. Effekten tillfaller den som betalar för saneringen.	C1e
Grön	Projektrisker In situ-behandlingarna är känsliga för oväntade störningar som gör att t.ex. åtgärdsområden inte uppnås. Ekonomisk reserv kan ofta behövas om oförutsedda komplikationer tillstöter. Effekten tillfaller den som betalar för saneringen.	C1f
Grå	Ökade hälsorisker på platsen pga. efterbehandling Viss risk för saneringsarbetare vid hantering av reaktiva reagenter. Inga hälsorisker bedöms dock uppkomma. Förekomst av fri fas eller bensen ger inte heller upphov till ökade risker jämfört med t.ex. schaktsaneringen. Effekten tillfaller anställda som utför saneringen.	C2a
Grå	Ökade hälsorisker pga. transporter som följd av efterbehandling Ej transportintensiv åtgärd.	C2b
Grå	Ökade hälsorisker vid mottagningsplatsen Bedöms ej förekomma.	C2c
Gul	Andra typer av hälsorisker pga. efterbehandling (tex ökad oro) Tillämpning av en förhållandevis ny åtgärds teknik kan föranleda viss oro jämfört med t.ex. en schaktsanering. Effekten tillfaller samhället.	C2d
Grå	Minskad tillgång på ekosystemtjänster på platsen pga. efterbehandling Kemisk oxidation är kemiskt aggressiv vilket kan ändra förutsättningarna för markekosystemet på mikronivå. Sannolikt kan skyddszoner inrättas för områden med rotzon tillhörande etablerade träd. Mild biologisk behandling kan tillämpas i sådana områden. Effekten tillfaller samhället och miljön.	C3a
Grå	Minskad tillgång på ekosystemtjänster som följd av miljöpåverkan utanför platsen (tex under transport till mottagningsplats) Bedöms ej förekomma.	C3b
Grå	Minskad tillgång på ekosystemtjänster som följd av miljöpåverkan vid mottagningsplatsen Ej relevant	C3c
Gul	Andra negativa externa effekter Nedbrytningsprodukter kan bildas. Uppstår utvättning av reagenter kommer dessa föras ut till recipienten. Effekten tillfaller samhället och miljön.	C4

Kvalitativ bedömning av nyttoposter för kemisk oxidation som tillkommer när man jämför mot nollalternativet.
 Grå=saknar relevans, gul=har viss relevans, grön=har stor relevans.

	Nyttor	Kod i analysen
Grön	Ökade markvärden på platsen Kemisk oxidation medför att bostäder kan byggas på området. Effekten tillfaller samhället och exploatören.	B1a
Gul	Ökade markvärden i omgivningen Omställning av markanvändning till bostäder bidrar positivt till Södra Strandens vision. Södra Stranden kan bidra till att höja värdet på kringliggande områden. Effekten tillfaller samhället.	B1b
Grå	Minskade akuta hälsorisker Bedöms inte förekomma före saneringen som främst främjar miljön och reducerar andra hälsorisker.	B2a
Gul	Minskade icke-akuta hälsorisker Haltminskning samt minskning av förorenad markvolym bidrar till att minska sannolikheten att området för med sig icke-akuta hälsorisker vid omställning till bostadsområde. Effekten tillfaller framtida boende.	B2b
Grå	Andra typer av förbättrad hälsa (tex minskad oro) En verifierad haltminskning samt minskning av förorenad markvolym kan leda till minskad oro hos dem som uppfattar sig som påverkade av föroreningen. Effekten tillfaller samhället.	B2c
Gul	Ökade rekreativsmöjligheter på platsen Ja, i och med utveckling av markanvändningen inom ramen för Södra strandens vision. Effekten tillfaller framtida boende och samhället.	B3a
Grön	Ökade rekreativsmöjligheter i omgivningen Ja, i och med att sammanhängande rekreativsstråk som binder samman befintligt bostadsområde västerut med Motala centrum. Effekten tillfaller framtida boende och samhället.	B3b
Gul	Ökad tillgång på andra ekosystemtjänster Kombinerad med mild biologisk behandling i områden med känslig rotzon kan markekosystemets livskraft förstärkas genom de biologiskt stimulerande tillsatserna. Effekten tillfaller samhället och miljön.	B3c
Gul	Andra positiva externa effekter En alternativ efterbehandlingsmetod tillämpas vilket kan öka kommunens, medborgarnas och branschens erfarenhet av och acceptans kring hur sådana metoder fungerar. Effekten tillfaller samhället och efterbehandlingsbranschen.	B4

Kvalitativ bedömning av kostnader och nyttor för biologisk behandling

Kvalitativ bedömning av kostnadsposter för biologisk behandling som tillkommer när man jämför mot nollalternativet. Grå=saknar/liten relevans, gul=har viss relevans, grön=har stor relevans.

Relevans	Kostnader	Kod i analysen
Grön	Undersökningskostnader för efterbehandling Åtgärdsförberedande undersökningar behövs som delvis är till för att fastställa att metoden är lämplig utifrån nödvändig riskreducering. Åtgärdsförberedande undersökningar är något dyrare jämfört med t.ex. schaktsanering då in situ-åtgärder är mer känsliga för osäkra dataunderlag och kunskapsluckor kring markförhållanden. Effekten tillfaller den som betalar för saneringen.	C1a
Gul	Upphandlingskostnader Tillkommer. Effekten tillfaller en som betalar för saneringen.	C1b
Grå	Kapitalkostnad pga. uppbundet kapital för efterbehandlingsåtgärd Ej beaktad	C1c
Grön	Efterbehandlingskostnad (inkl. transport och deponering av massor minus förtjänst vid eventuell återanvändning) Kostnaderna för in situ-åtgärderna drivs av hur tätt injekteringsbrunnar installeras, doseringsmängder, doseringstillfällen, vilka åtgärdsområden som ska uppnås samt behov av spontlösningar för att förhindra utvättning av tillsatser. Effekten tillfaller en som betalar för saneringen.	C1d
Gul	Kostnader för kontrollprogram Biologisk behandling kräver uppföljning och kontroll av behandlingen under genomförandetiden som är relativt lång (24 månader). Effekten tillfaller en som betalar för saneringen.	C1e
Grön	Projektrisker In situ-behandlingarna är känsliga för oväntade störningar som gör att t.ex. åtgärdsområden inte uppnås. Ekonomisk reserv kan ofta behövas om oförutsedda komplikationer tillstöter. Effekten tillfaller en som betalar för saneringen.	C1f
Grå	Ökade hälsorisker på platsen pga. efterbehandling Bedöms inte förekomma.	C2a
Grå	Ökade hälsorisker pga. transporter som följd av efterbehandling Ej transportintensiv åtgärd.	C2b
Grå	Ökade hälsorisker vid mottagningsplatsen Bedöms inte förekomma.	C2c
Gul	Andra typer av hälsorisker pga. efterbehandling (tex ökad oro) Tillämpning av en förhållandevis ny åtgärds teknik kan föranleda viss oro jämfört med t.ex. en schaktsanering. Effekten tillfaller samhället.	C2d
Grå	Minskad tillgång på ekosystemtjänster på platsen pga. efterbehandling Behandlingen är mild och icke-aggressiv för etablerade ekosystem.	C3a
Grå	Minskad tillgång på ekosystemtjänster som följd av miljöpåverkan utanför platsen (tex under transport till mottagningsplats) Bedöms inte förekomma.	C3b
Grå	Minskad tillgång på ekosystemtjänster som följd av miljöpåverkan vid mottagningsplatsen Ej relevant.	C3c
Gul	Andra negativa externa effekter Nedbrytningsprodukter kan bildas. Effekten tillfaller samhället eller miljön.	C4

Kvalitativ bedömning av nyttoposter för biologisk behandling som tillkommer när man jämför mot nollalternativet.
 Grå=saknar relevans, gul=har viss relevans, grön=har stor relevans.

	Nyttor	Kod i analysen
	Ökade markvärden på platsen Biologisk behandling medför att bostäder kan byggas på området. Effekten tillfaller samhället och exploitören.	B1a
	Ökade markvärden i omgivningen Omställning av markanvändning till bostäder bidrar positivt till Södra Strandens vision. Södra Stranden kan bidra till att höja värdet på kringliggande områden. Effekten tillfaller samhället.	B1b
	Minskade akuta hälsorisker Bedöms inte förekomma före saneringen som främst främjar miljön och reducerar andra hälsorisker.	B2a
	Minskade icke-akuta hälsorisker Haltminskning samt minskning av förorenad markvolym bidrar till att minska sannolikheten att området för med sig icke-akuta hälsorisker vid omställning till bostadsområde. Effekten tillfaller framtida boende.	B2b
	Andra typer av förbättrad hälsa (tex minskad oro) En verifierad haltminskning samt minskning av förorenad markvolym kan leda till minskad oro hos dem som uppfattar sig som påverkade av föroreningen. Effekten tillfaller samhället.	B2c
	Ökade rekreativsmöjligheter på platsen Ja, i och med utveckling av markanvändningen inom ramen för Södra strandens vision. Effekten tillfaller framtida boende och samhället.	B3a
	Ökade rekreativsmöjligheter i omgivningen Ja, i och med att sammanhängande rekreativsstråk som binder samman befintligt bostadsområde västerut med Motala centrum. Effekten tillfaller framtida boende och samhället.	B3b
	Ökad tillgång på andra ekosystemtjänster Kombinerad med mild biologisk behandling i områden med känslig rotzon kan markekosystemets livskraft förstärkas genom de biologiskt stimulerande tillsatserna. Effekten tillfaller samhället och miljön.	B3c
	Andra positiva externa effekter En alternativ efterbehandlingsmetod tillämpas vilket kan öka kommunens, medborgarnas och branschens erfarenhet av och acceptans kring hur sådana metoder fungerar. Effekten tillfaller samhället och efterbehandlingsbranschen.	B4