

Gullspångs Elektrokemiska GEA

Inledande huvudstudie av förorenad mark från GEA:s verksamhet



Konsultbolag/
författare: Structor Miljöteknik AB,
Ulrika Martell, 016-10 07 62

Beställare/
kontaktperson: Sveriges Geologiska Undersökning, SGU,
Lisa Elmerfjord, 046-31 17 87

Beställarens
projektnummer: Dnr 34262-1573/2018

Uppdragsnamn: Inledande huvudstudie vid Gullspångs elektrokemiska AB

Uppdragsnummer: 6669-041

Datum: 2019-10-30

Uppdragsledare: Ulrika Martell

Handläggare/provtagare: Roos van der Spoel, Hanna Alm

Granskare: Peter Carlsson/Johan Nordbäck

Underleverantörer

Borrbandvagn: Loxia Group AB

Betonghålltagning och
Grävtjänst: Mark och Bygg, Gullspångs grävmaskiner AB

Ackrediterat laboratorium: ALS Scandinavia AB

Hydrogeologisk utredning: Structor Miljö Öst AB/Structor Vatten och Miljö AB

Lakning metaller: Örebro Universitet/Remedy by Sweden AB

Status: Rapport

Innehåll

1. Inledning.....	6
2. Uppdrag och syfte.....	6
2.1. Beskrivning av uppdrag och syfte	6
2.2. Utredningsområde och avgränsning av uppdraget	7
3. Objekt- och problembeskrivning	8
3.1. Bakgrundsinformation	8
3.1.1. Ägarförhållanden	8
3.1.2. Verksamhetshistorik	9
3.1.3. Platsinformation och spridningsvägar	9
3.1.4. Konceptuell modell inför undersökning	9
3.1.5. Avgränsning av undersökning och utredning	9
3.2. Övergripande åtgärds mål	10
4. Genomförda undersökningar.....	10
4.1. Tidigare undersökningar.....	10
4.2. Undersökning i inledande huvudstudien	10
4.3. Bedömningsgrunder	12
4.4. Sammanställning av resultat	13
4.4.1. EO1	13
4.4.2. EO2	14
4.4.3. EO3	14
4.4.4. EO4	15
4.4.5. EO5	15
4.4.6. EO6	15
4.4.7. EO7	15
4.4.8. EO8	16
4.4.9. EO9	16
4.4.10. EO10	16
4.4.11. EO11	16
4.4.12. Koltorpet	17
4.4.13. Spårområdet.....	17
4.4.14. Referensprov	17
4.4.15. Sediment	17
4.4.16. Byggnader	17
5. Riskbedömning	19
5.1. Problembeskrivning och konceptuell modell	19
5.2. Källa.....	26

5.2.1. Föroreningar	26
5.2.2. Mängder	28
5.2.3. Föroreningarnas egenskaper	29
5.3. Skyddsobjekt	30
5.3.1. Människor	30
5.3.2. Grundvatten	31
5.3.3. Ytvatten och sediment	32
5.3.4. Markmiljö	33
5.4. Spridnings och exponeringsvägar	34
5.4.2. Spridning och exponering av grundvatten	35
5.4.3. Spridning via ytvatten	36
5.4.4. Spridning, transport och exponering av ånga	37
5.4.5. Spridning och exponering av jord och partiklar	37
5.4.6. Spridning frifas	39
5.4.7. Spridning via växter	39
5.4.8. Ändring i modellparametrar	40
6. Förslag till platsspecifika riktvärden	40
7. Utvärdering av beräknade PSRV	42
8. Sammanfattande riskbedömning	42
8.1. Scenarier	42
8.2. Bedömning av om betydande kunskapsluckor	43
8.3. Jämförelse mellan representativa halter och haltkriterier	44
8.4. Styrande miljö- och hälsorisker och behov av riskreducering	45
8.4.1. Markmiljö	45
8.4.2. Grundvatten	45
8.4.3. Ytvatten lösta ämnen	45
8.4.4. Partiklar till ytvatten och sediment	46
8.4.5. Hälsorisker	47
8.5. Behov av riskreduktion med PSRV1 som åtgärds mål	47
9. Översiktlig Åtgärdsutredning	47
9.1. Allmänt	47
9.2. Åtgärdsbehov	48
9.3. Tillgängliga åtgärds tekniker för åtgärder enligt kap 9.2	50
9.3.1. För byggnader	50
9.3.2. Ledningar och brunnar	50
9.3.3. Mark utanför byggnad	51
9.3.4. Mark under byggnad	53
9.3.5. Sammanfattning av uppskattade kostnader	53

9.4. Beskrivning av åtgärdsmetoder.....	53
9.4.1. Rening av molybden i grundvatten – reaktiv barriär	53
9.4.2. Schakt och borttransport	54
9.4.3. Inkapsling/stabilisering	54
9.4.4. Muddring.....	55
10. Rekommendationer	55
11. Referenser	58
Bil 1 Provtagningsplan	60
Bil 2 Rapport inventering av byggnader på GEA:s område	61
Bil 3 Resultatrapport.....	62
Bil 4 Rapport avseende jordmatrisers lakning – ÖU/Remedy by Sweden	63
Bil 5 Uttagsrapporter PSRV	64
Bil 6 Dagvattensystem och grundvattenflöden	65

1. INLEDNING

SGU har efterfrågat miljötekniska utredningar motsvarande en huvudstudie enligt Naturvårdsverkets vägledningsmaterial vid Gullspångs elektrokemiska AB (GEA) på fastigheten Elektro 6 m.fl. i Gullspångs kommun.

Undersökningsresultaten ska ligga till grund för en riskbedömning med platsspecifika riktvärden, en åtgärdsutredning med volymbestämmningar och kostnadsuppskattningar samt ett underlag till riskvärdering utifrån framtagna åtgärdsalternativ.

2. UPPDRAG OCH SYFTE

2.1. Beskrivning av uppdrag och syfte

Structor Miljöteknik AB har på uppdrag av SGU utfört en miljöteknisk markundersökning som underlag för huvudstudie på fastigheterna Elektro 6 m.fl samt del av Gullspång 2:19 och intilliggande Koltorpet i Gullspång, Gullspångs kommun.

Syftet med huvudstudien var enligt förfrågan att utföra avgränsningar och karaktäriseringar av tidigare påträffade föroreningar som underlag för riskbedömning och åtgärdsutredning. I samband med upprättande av provtagningsprogrammet framkom dock att delar av området först kräver undersökning av översiktlig karaktär innan detaljerade undersökningar för avgränsning och karaktärisering är möjlig. I samråd med beställaren, SGU, har därför syftet med denna undersökning reviderats till att omfatta följande;

- Utföra undersökningar med syfte att:
 - Identifiera misstänkta föroreningar utifrån tidigare verksamhet inom GEA:s verksamhetsområde inklusive i dagvattensystem och under befintliga byggnader.
 - Så långt möjligt avgränsa föroreningar i jord i yt- och djupled inom GEA:s verksamhetsområde
 - Så långt möjligt avgränsa och karaktärisera materialet i Koltorpsdeponin.
 - Kontrollera eventuell påverkan från GEA:s verksamhet på de närliggande områdena spår område och slänt mot utloppskanalen. Göta Holme och Inloppskanalen behandlas i provtagningsprogrammet, men kommer inte undersökas vidare.
 - Verifiering av tidigare kartering av dagvattensystemet inom GEA:s område som potentiell spridningsväg till Gullspångsälven.

Provtagningens syfte är att utgöra underlag för identifiering av alla misstänkta föroreningar från tidigare verksamhet samt avgränsning av dessa föroreningar.

Följande utredningar avses också utföras baserat på den information som erhållits vid undersökningar;

- Riskbedömning med beräkning av platsspecifika riktvärden
- Åtgärdsutredning med fastställande av volymer och kostnadsuppskattningar
- Underlag/utkast till riskvärdering av framtagna åtgärdsalternativ

Ett tilläggsuppdrag är även att översiktligt bedöma föroreningsituationen i byggnader och ta fram kalkyl för rivning.

2.2. Utredningsområde och avgränsning av uppdraget

Uppdraget omfattar fastigheterna Elektro 3, Elektro 6-11, Del av Gullspång 2:19, 1:8 samt 14:1 på adresserna Storgatan 32-40 i Gullspång.

I tidigare undersökningar har det tidigare industriområdet för Gullspångs Elektrokemiska AB, GEA samt dess bedömda påverkansområde utgjort utredningsområde. Utöver själva industriområdet, som benämns GEA i figur 2.1 nedan, har utfyllnadsområden Göta holme och Koltorpsdeponin ingått i undersökningarna. Även gamla inloppskanalen (som numera är igenfylld eller delvis igenfylld) samt utloppskanalen har varit undersökningsområden.



Figur 2.1 Tidigare och tillkommande utredningsområden markerade med streckad linje för ungefärlig utbredning samt benämning på dessa. Källa: eniro.se

Vid undersökningar för huvudstudien har även spårområdet mellan GEA och Koltorpsdeponin pekats ut som potentiellt påverkad av tidigare verksamhet. I samråd

med beställaren bedöms dock fokus initialt ligga på områdena GEA, Koltorpsdeponin och utloppskanalen.

3. OBJEKT- OCH PROBLEMBESKRIVNING

3.1. Bakgrundsinformation

3.1.1. Ägarförhållanden

Det fastigheter som initialt bedöms omfattas av undersökningen är Elektro 3 samt 6-11, del av Gullspång 2:19, 1:8 samt del av Gullspång 14:1 i Gullspångs kommun.

Fastigheternas namn och storlek ses i tabell 3.1 och läge visas i figur 3.1. För uppgifter om lagfarna ägare och köpeår hänvisas till Lantmäteriet.



Figur 3.1 Fastighetskarta (källa:www.hitta.se), samt infällt i högra hörnet är utbredning av Gullspång 14:1 markerat med blå färg enligt Lantmäteriet (källa: www.metria.se) och del av Gullspång 1:8 finns infällt i vänstra hörnet (källa: Länsstyrelsen Västra Götaland).

Tabell 3.1 Fastigheter inom antaget undersökningsområde enligt Lantmäteriet, 2018-11-08.

Fastighet	Storlek (m ²)
Elektro 3	15 470
Elektro 6	7 324
Elektro 7	2 443
Elektro 8	5 911
Elektro 9	3 492
Elektro 10	2 524
Elektro 11	3 032
Del av Gullspång 2:19	146 026
Del av Gullspång 14:1	28 100
Del av Gullspång 1:8	612 764

3.1.2. Verksamhetshistorik

I bilaga 1, provtagningsplan, beskrivs tidigare verksamhet på platsen ingående.

3.1.3. Platsinformation och spridningsvägar

I bilaga 1, provtagningsplan, beskrivs platsen utifrån tillgängliga uppgifter om geologi, hydrologi, skyddsobjekt och tänkbara spridningsvägar.

3.1.4. Konceptuell modell inför undersökning

I bilaga 1, provtagningsplan, sammanställs förväntad föroreningsituation i en konceptuell modell.

3.1.5. Avgränsning av undersökning och utredning

I provtagningsplanen, bilaga 1, framgår att Göta Holme är vidare undersökt och riskbedömd enligt tidigare utredning och området ingår därför inte vidare i denna utredning.

Intagskanalen är sannolikt utfylld, helt eller delvis med slagg eller dylikt. Muntliga uppgifter från tidigare undersökningar anger att området används som värmelager för Fortum och att det i så fall endast är delvis utfyllt. Då området enligt uppgift används som värmelager finns värmebärande ledningar installerade i marken som gör att provtagning inte är lämplig i utfyllnadsområdet. Då provtagning inte bedömdes lämplig i utfyllnadsområdet har mängden slagg uppskattas utifrån yta från historiska flygbilder och antaget djup på 2 meter utifrån tidigare provtagning i en punkt. Ytan uppskattas till 5 400 m² och volymen är då ca 10 800 m³. Denna uppgift förs till riskbedömningen.

Då projektet har begränsade ekonomiska resurser har vissa justeringar gjorts från ursprungsplanen. EO11 och spårområdet har endast undersökts översiktligt och provtagning av ytvatten och sediment i utloppskanalen har inte utförts, då det endast skulle utföras om ekonomiskt utrymme fanns i uppdraget efter att avgränsning av föroreningar har utförts inom GEA och Koltorpet. Även den hydrogeologiska karteringen har begränsats i omfattning, och skulle endast utföras om det fanns ekonomiskt utrymme i uppdraget efter att avgränsning av föroreningar har utförts.

3.2. Övergripande åtgärds mål

Uppdraget innebär att utreda området utifrån befintlig verksamhet som i huvudsak är industriverksamhet. I delar av lokalerna finns fritidsverksamhet för barn och ungdomar, men området är planlagt för industriverksamhet och i samråd med beställaren är det den verksamheten som ska vara utgångspunkt för riskbedömning och åtgärdsutredning.

De övergripande åtgärds målen har därför formulerats enligt följande:

- Fastigheten ska kunna användas som den gör idag (industriverksamhet) utan risk för människors hälsa eller miljö.
- Spridning från fastigheten ska inte ha påverkat eller kunna påverka omgivande fastigheter så att de inte kan användas såsom idag.
- Föroreningar från utredningsområdet ska inte utgöra risk för Gullspångsälven eller Gullspångslaxen.

4. GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

4.1. Tidigare undersökningar

Tidigare undersökningar som är kopplade till föroreningsituationen på området har utförts, se tabell 4.1. Den första utfördes 2002 och omfattade provtagning i mark och grundvatten. Utifrån dessa resultat utfördes en riskbedömning som pekade på ytterligare utredningsbehov, framförallt för grundvatten, ytvatten och sediment. Dessa utredningar utfördes som ett kontrollprogram under 2005.

Efter detta har en industrihistorisk undersökning utförts samt kompletterande utredningar för Göta Holme, som är en del av utredningsområdet.

Tabell 4.1 Referenser till tidigare undersökningar.

WSP (2002): Elektro 6 mfl, fd Gullspångs elektrokemiska, Gullspångs kommun – Miljöteknisk undersökning. Uppdrag åt Gullspångs kommun.
SIG (2003): Förenklad riskbedömning på fd Gullspångs Elektrokemiska AB:s område, Göta Holme, Koltorpet och gamla Inloppskanalen i Gullspång. Uppdrag åt Gullspångs kommun.
TYRÉNS (2005): Kontrollprogram för utredning av förorenings spridning från fastighet Elektro m.fl och eventuell påverkan på Gullspångsälven. Uppdrag åt Gullspångs kommun.
UDD & WEDIN (2013): Industrihistorisk inventering av GEA-området i Gullspång, Uppdrag från Länsstyrelsen i Västra Götaland.
BG&M Konsult AB (2017): Översiktlig miljöteknisk undersökning av Göta Holme. Uppdrag åt Gullspångs kommun.
BG&M Konsult AB (2017): Göta Holme – Förslag till åtgärdsplan. Uppdrag åt Gullspångs kommun.

4.2. Undersökning i inledande huvudstudien

I den inledande huvudstudien undersöktes först byggnader med avseende på risk för föroreningar och stabilitet vid planerade undersökningar. Undersökningen skulle även ligga till grund för bedömning av kostnader för rivning. Resultatet redovisas i separat

rapport i bilaga 2. Därefter har jord och grundvatten provtagits samt även sediment i dagvattenssystemet. Inga andra medier har undersökts i detta skede. Resultat från undersökning finns i Resultatrapport, se bilaga 3, och sammanfattas i tabell 4.2.

Tabell 4.2 Sammanställning över samtliga uttagna prover och analyser inklusive vilka halter som överskrider riktvärde MKM i jord eller bedömningsgrunder för grundvatten.

Egenskapsområde	Antal punkter jord	Antal punkter SSP	Antal grundvatten-rör	Antal prov grundvatten	Antal prov sediment i dv	Antal lab-analyser	Analys-paket	Påträffade halter >MKM eller riktvärde GV
EO1	6	0	2	2	0	Jord- 5 Vatten- 2	Soil-pack 2EK-tillägg Mo, OJ-2a, cyanid, fenolindex, pH, fosfor, fluorid, Cr(VI) V-4A, OV-6B	Jord: PAH-M, PAH-H, As, Co, Cr, Cu, Ni, Mo
EO2	4	0	1	1	0	Jord-4 Vatten-1	Soil-pack 2EK-tillägg Mo, OJ-2a, pH, OJ-22 V-3A, OV-2A, OV-12A, OV-13A	Jord: PAH-M, PAH-H, Pb, Mo GV: Co, Ni, Mo, PAH M
EO3	2	0	1	0	0	Jord-2 Vatten-0	Soil-pack 2EK-tillägg Mo, pH,	Jord: As, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo
EO4	4	0	1	1	0	Jord-2 Vatten-1	Soil-pack 2EK-tillägg Mo, OJ-22, OJ-2a OV-20c	Jord: PAH-M, PAH-H, As, Cu
EO5	0	0	0	0	0	-	-	-
EO6	2	0	0	0	0	Jord-2 Vatten-0	Soil-pack 2EK-tillägg Mo, Cr(VI), pH, cyanid, OJ-2a,	Jord: Co, Ni
EO7	2	22	0	0	0	Jord-1 SSP-A, B, C, Vatten-0	Soil-pack 2EK-tillägg Mo, OJ-2a, cyanid, Cr(VI), OJ-22, fluorid, fenolindex, OJ-21C	Jord: PAH-M, As, Co, Cr, Cu, Ni, Mo, dioxin
EO8	10	0	2	1	2	Jord- 9 Vatten-1	Soil-pack 2EK-tillägg Mo, OJ-2a, Cr(VI), OJ-20c, OJ-6a, pH, fosfor, fluorid, cyanid V-3A, OV-2A, OV-12A, OV-13A	Jord: PAH-M, PAH-H, As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn, Mo
EO9	11	0	4	2	9	Jord-12 Vatten-2	Soil-pack 2EK-tillägg Mo, OJ-2a, Cyanid, OJ-12a, OJ-13a, Cr(VI), pH, Fenolindex, fosfor, fluorid, cyanid, OJ-20C, OJ-22, OV-21C V-4A	Jord: PAH-M, PAH-H, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo GV: Mo

Egenskapsområde	Antal punkter jord	Antal punkter SSP	Antal grundvatten-rör	Antal prov grundvatten	Antal prov sediment i dv	Antal lab-analyser	Analys-paket	Påträffade halter >MKM eller riktvärde GV
EO10	6	0	1	0	0	Jord-4 Vatten-0	Soil-pack 2EK-tillägg Mo, Cr(VI), OJ-22, OJ-2a	Jord: As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo
EO11	1	0	0	0	0	-	-	-
Koltorpet	5	10	2	0	0	Jord- 3 SSP-A, B, C Vatten-0	Soilpack-2EK	Jord: PAH-L, PAH-M, PAH-H, As, Co, Cr, Cu, Ni, V
Spårområde	1	0	0	0	0	Jord-1 Vatten-0	Soilpack-2EK	-
Referens	1	0	0	0	0	Jord-1 Vatten-0	Soilpack-2EK	-

* Omfattningen av analyspaketen finns redovisade på www.alsglobal.se

4.3. Bedömningsgrunder

För bedömning av påträffade halter i mark har Naturvårdsverkets generella riktvärden för Mindre Känslig Markanvändning, MKM, använts initialt. I grundvatten har i första hand riktvärden för grundvatten och i andra hand referensvärden enligt SGU-FS 2013:2. I tredje hand har riktvärden hämtats från "SPI - Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar, SPI 2011".

När det gäller lösningsmedel finns det i Sverige endast framtagna riktvärden för trikloretylen i mark och inte för nedbrytningsprodukterna. För dricksvatten finns gränsvärde för trikloretylen och perkloretylen som samlingsparameter samt även för vinylklorid. WHO (världshälsoorganisationen) förordar dock ett lägre gränsvärde för vinylklorid i dricksvatten, vilket bör gälla i första hand, och de har även ett gränsvärde för dikloretylen som samlingsparameter. Använda riktvärden presenteras i resultatrapporten, bilaga 3.

Wolfram saknas i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder, men enligt Svenskt vattens råd för mottagande av avloppsvatten, 2012, har wolfram erfarenhetsmässigt inte orsakat någon större inverkan på människa eller miljö. Giftverkan på växter fås vid en halt på mer än 10 mg/l. Djurförsök har visat att akut förgiftning på råttor ger symptom som diarré och nervös nedstämdhet.

För fluorid, fosfor och pH finns inga generella riktvärden. I första hand har jämförelser från SGU:s allmänna geokemiska beskrivningar över Sverige använts.

För pH gäller att minerogena jordar som innehåller kalkhaltigt material har basiska pH-värden (högre än 7) medan jordar som innehåller kristallina bergarter vanligtvis har pH-

värden lägre än 7, dvs. är sura. Variationer i pH förekommer också inom en markprofil till följd av nedträngande markvatten, innehåll av organiskt material och vittring av jordpartiklar, och pH ökar naturligt med djupet i en profil.

I området kring Gullspång anges på karta att bakgrundshalt fosfor i ytlig morän varierar normalt mellan ca 400-600 ppm.

För fluorid i mark finns inte bakgrundshalter presenterade på samma sätt och övriga referenser på SGU:S hemsida har sökts. I en tidigare huvudstudie för Björkå glasbruk (Kemakta AR 2015-38) anges äldre och lite osäkrare data att fluorhalten i podsol- och sandjordar var 41 – 298 mg/kg TS, i matjord/lerjord/mo 248 – 657 mg/kg TS och i organiska jordar 42 – 123 mg/kg TS.

För sammanställning av resultatet har en grov bedömning gjorts utifrån generella riktvärden för MKM, där höga till mycket höga halter avser halter kring nivå för farligt avfall (FA) och högre och måttliga halter är halter kring MKM eller något över KM. Bedömningar som tydligt förhöjda halter avser halter kring KM eller strax under och låga halter avser halter under KM.

4.4. Sammanställning av resultat

4.4.1. EO1

I byggnad inom EO1, se figur 4.1, har mycket stoft med höga halter (se kap 4.3) metaller och PAH påträffats. Det finns även en källardel som idag är vattenfylld. Vattnet antas vara regnvatten, men misstänks vara förorenat. Vattnet är inte provtaget.

Under betongplattan finns fyllning i översta metern. Måttligt förhöjda halter PAH och tungmetaller i fyllningen påvisas, framförallt kobolt, krom och molybden. I en punkt där betonggolv verkar saknas, påvisas tydligt förhöjda halter metaller, PAH och olja i översta 0,5 m i fyllningen. Tidigare undersökning har indikerat på oljeförorening i två punkter. Cyanid påvisas i låga halter i några punkter och likaså PCB i en punkt. Fosfor bedöms vara inom normalt intervall och pH i mark är generellt högt i EO1, mellan 7-9. Fluorid-halterna är låga i förhållande till jämförvärdena i kap 4.3. I grundvatten har molybden påvisats förhöjd samt att även PFAS har detekterats i låg halt i ett grundvattenprov. Klorerade ämnen har provtagits i en punkt utan att påvisas över detektionsgräns.



Figur 4.1 Indelning av egenskapsområden inom GEA-området, från provtagningsplan i bilaga 1.

4.4.2. EO2

I byggnad i EO2, se figur 4.1, är det idag relativt rena hårdgjorda ytor (asfalt/betong). Under byggnad har fyllning i översta 0-2 m påträffats. I norra delen verkar föroreningsgraden vara högre, framförallt av bly och PAH. Mitt under byggnaden har oljeförorening indikerats. I södra delen mot EO7 där oljeförorening påträffats har olja, klorerade alifater och PCB kontrollerats utan att påvisas över detektionsgräns. pH i mark har mätts i en punkt och visar basiskt, 8.2. I ett grundvattenprov har PAH och tungmetaller påvisats förhöjda.

4.4.3. EO3

I EO3, se figur 4.1, är byggnaden i dåligt skick och golvytan i den södra delen är täckt av industrifyllning, stoft, slagg i varierande tjocklek. Det antas finnas ett betonggolv under, men i så fall av sämre kvalitet då det vid provborring inte har kunnat konstateras betong i borrhöjningen. Fyllningsdjupet varierar mellan ca 1,5-3 m djup. Den norra delen av byggnaden har inte kunnat provtas med borrhöjningsvagn. Föroreningssituationen i fyllningen är kraftigt förhöjda halter arsenik och bly, men även andra tungmetaller och PAH har påvisats förhöjda. PCB har inte påvisats och pH lätt basiskt inom intervall 7,4-8,3. Grundvatten har inte provtagits och påverkan i grundvatten avseende olja och lösningsmedel är oklar.

4.4.4. EO4

Egenskapsområde EO4, se figur 4.1, har provtagits med geokäpp i 3 av 4 punkter under byggnad, varför provtagningsdjupet endast är upp mot 0,3 m i dessa punkter. I en punkt har även en ny betongplatta påträffats vid provtagning, varför provdjupet bara blev ca 5 cm mellan plattorna. Höga halter koppar samt även arsenik och PAH har påvisats i fyllning under plattan i en av dessa punkter. En punkt har borrats ner till 3 m, där naturlig sandjord har påvisats hela vägen. Dock har enstaka förhöjda metallhalter indikerat med fältinstrument. Ett grundvattenprov har analyserats med avseende på olja utan att påvisats över detektionsgräns.

4.4.5. EO5

Ingen provtagning har skett under byggnaden och sparsamt med provpunkter runt byggnaden. Föroreningssituationen är oklar.

4.4.6. EO6

I EO6 finns ingen byggnad och fyllningsdjupet varierar mellan 0,5-2,0 m. Vid båda provpunkterna har borrhningen stoppat i sten på ca 2,0 m, där 2 borrhförsök utfördes vid ena punkten på grund av tidigt borrhstopp på 1,2 m vid första borrhförsöket. Grundvatten är inte påträffat. Förhöjda halter nickel har påvisats, samt även andra tungmetaller som kadmium, kobolt, krom och molybden är förhöjda. PCB har detekterats i låg halt. En del av området är inte undersökt på grund av att tillträde ej medgivits.

4.4.7. EO7

I EO7 har klassning av fyllning utförts. I EO7_1 varierade djupet på fyllningen enligt konceptuella modellen mellan 0,5-1,5 m djup. Oljeförorening finns på nivå 0,5-1,5 i ett grovt avgränsat område. I EO7_2 fanns en betongplatta på 0,2-0,3 m djup som eventuellt kan ha förhindrat vidare spridning. Två prov under betongplattan har provtagits, som visar på fyllning i översta ca 1,5 m. Halter tungmetaller, olja, PAH har inte påvisats över MKM.

Generellt höga metallhalter, framförallt nickel, molybden men även arsenik, koppar, krom inklusive sexvärt krom och kobolt är höga eller förhöjda. I EO7_1 är halter olja och PAH och dioxin klart förhöjda, men totalhalt olja och dioxin är även hög i EO7_2.

Halter cyanid, fenol och fluorid har kontrollerats men inte påvisats i förhöjda halter.

Inga grundvattenrör installerade eller återfunna från tidigare undersökning.

Klassning av de förorenade massorna i EO7_1 ger att massorna när de blir avfall bör betraktas som farligt avfall med avseende på totalhalt nickel med hänsyn till bedömningar enligt Avfall Sveriges rapport RVF 2019:1

För EO7_2 överskrider inget enskilt ämne någon haltgräns för farligt avfall. Däremot ska hänsyn tas till farlig egenskap HP14 Ekotoxisk och utifrån sammanvägda halter krom och koppar klassificeras fyllningsjorden som farligt avfall utifrån den aspekten.

4.4.8. EO8

I EO8 finns byggnad på del av området. Det påträffas fyllning generellt ner till 2 m djup som ställvis innehåller mycket höga halter koppar, molybden och bly samt nickel, krom och PAH. Sexvärt krom påvisas i flera prov, men endast i den punkten med mycket höga kromhalter blir halten sexvärt krom så hög att riktvärde för KM överskrids. Fyllningen består av tegel, sot, slagg och stoft. Lukt av lösningsmedel i en punkt, men inga förhöjda halter kunde påvisas. Även oljeförorening indikeras vid tegelbyggnaden i egenskapsområdet, men provtagning har inte kunnat utföras för att bekräfta det inom ramen för denna undersökning.

Provtagningen visar på en spridd föroreningssituation med ställvis mycket höga halter. Grundvatten har delvis provtagits i tidigare kontrollprogram i 3 provpunkter inom området och ett grundvattenprov har uttagits i denna undersökning. Det är dock svårt att dra slutsatser ifrån utförd provtagning.

4.4.9. EO9

I EO9 påträffas slagg i översta 0,5-1 m generellt, men i en punkt ner till 2,3 m djup. I någon punkt är det sannolikt också mer stoft än slagg. Fläckvis förhöjd halt olja och PAH samt även avseende metaller. Hög halt krom i en punkt och koppar i en annan i övrigt påvisas metallerna molybden, zink, bly, nickel och kobolt över riktvärde MKM. Ytterligare metaller som arsenik, kadmium, kvicksilver och sexvärt krom finns i halter över KM. PCB påvisas över KM i ett prov. Inget mönster i föroreningsbilden erhålls.

I grundvatten påvisas förhöjda halter olja i en punkt och molybden och zink i en annan. I tidigare undersökning har olja och några metaller, framförallt kobolt, nickel och vanadin, påvisats förhöjda.

4.4.10. EO10

I EO10 påträffas grov slagg i översta 1,5-2 m där provgropsgrävningen generellt upphört pga att det var svårgrävt. En punkt grävdes ner till 4,5 m utan att grundvatten påträffades. I den gropen var slaggfyllningen endast 1,5 m djup från markytan. Därunder påträffades morän alternativt fyllning med moränmassor.

Tre prover analyserade på laboratorium och visar på mycket höga halter nickel, samt även krom, kadmium, kobolt och molybden. PAH och oljehalter är lätt förhöjda samt även bly, zink, arsenik och vanadin. Dioxin har analyserats i ett prov med halt under generellt riktvärde för KM.

4.4.11. EO11

Endast ett prov uttaget, som bestod av naturlig fyllning. Ingen slagg noterades i provpunkten och inga indikationer på förorening utifrån fältanalyser eller andra observationer finns.

4.4.12. Koltorpet

På Koltorpet är totalhalterna mycket höga generellt av tungmetaller, olja och PAH. Ingen del har noterats som renare än någon annan och utfyllnaden bedöms därför vara heterogen i liten skala, men om man betraktar hela utfyllnaden är föroreningssituation mer homogen.

Förutom slagg innehåller utfyllnaden större mängder skrot (metall), tegel och betong.

Klassning av massorna i översta 1 m i en fjärdedel av området visar på att som avfall bör massorna hanteras som farligt avfall med avseende på totalhalt krom och nickel samt deras miljöfarliga egenskaper med hänsyn till bedömningar enligt Avfall Sveriges rapport RVF 2019:1.

4.4.13. Spårområdet

Endast undersökt i en punkt, där fyllningen var av naturlig karaktär och misstänktes inte vara förorenad. Analyserna bedöms inte heller visa på förhöjda halter som kräver uppmärksamhet i detta sammanhang.

4.4.14. Referensprov

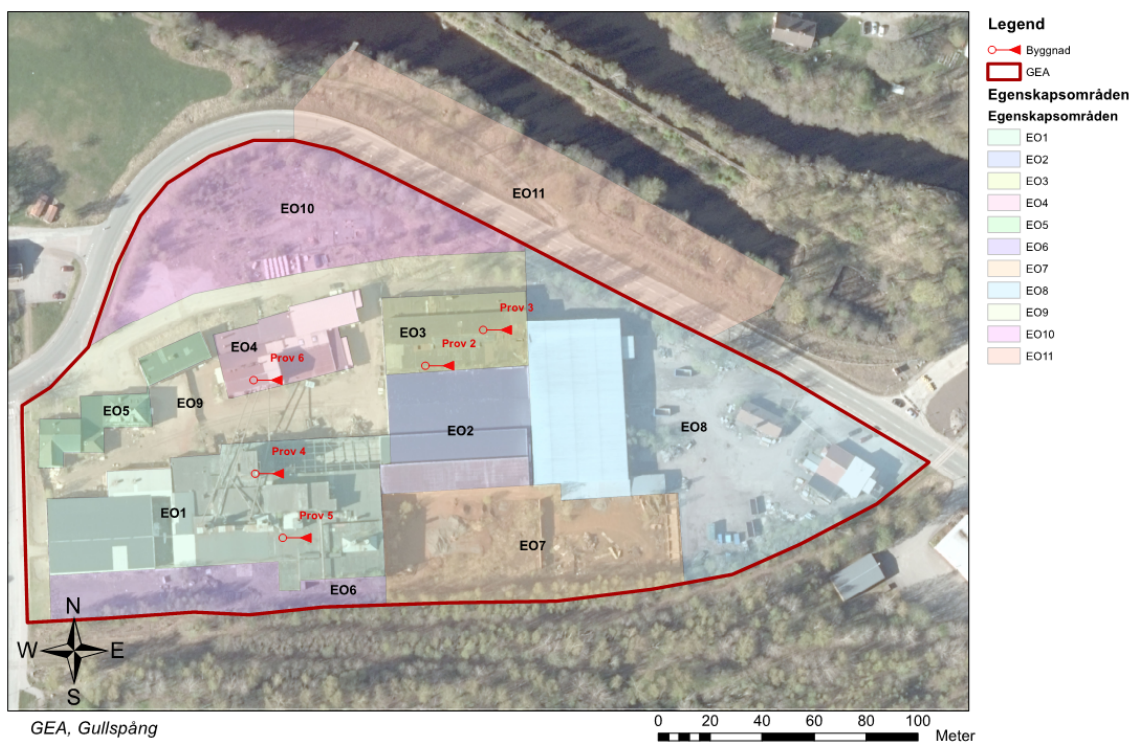
Ett referensprov är uttaget i skogspartiet sydväst om Koltorpet som visar på generellt låga halter metaller, olja och PAH. Inga övriga ämnen har kontrollerats i denna punkt.

4.4.15. Sediment

Sediment har provtagits i brunnar i dagvattenssystemet. I ledning norr om EO4 har mycket höga halter av några metaller samt oljeindex påvisats. Mängden sediment i systemet är dock begränsat. Inget laktest på materialet har utförts, men utspolning av sedimenten från ledningssystemet till Gullspångsälven bedöms som möjlig.

4.4.16. Byggnader

Byggnader har inventerats på verksamhetsrelaterade föroreningar och resultatet visar på stora mängder föroreningar i byggnader i EO1, EO3 samt del av EO4. Det är i huvudsak stoft och damm från verksamheten på golv, väggar och tak samt alla installationer. Dessa har provtagits i totalt fem stycken prover, se figur 4.2, som visar på höga till mycket höga halter metaller, olja och PAH, se tabell i figur 4.3. Asbest har inte påvisats i något av proverna. I övrigt har vattenfyllda källare påträffats ungefär vid Prov 5 i figur 4.2. Detta vatten har inte provtagits men uppvisar en gulaktig färg.



Figur 4.2 Provtagningspunkter för stoft och damm i byggnader på GEA:s industriområde.

OrderNr		T1838041	T1838041	T1838041	T1838041	T1838041		
ProvNr		O11077763	O11077764	O11077765	O11077766	O11077767		
Paket		JORD	JORD	JORD	JORD	JORD		
Beteckning 1		Prov 2	Prov 3	Prov 4	Prov 5	Prov 6		
Er ID		6669-041A	6669-041A	6669-041A	6669-041A	6669-041A		
Ankom		2018-11-26	2018-11-26	2018-11-26	2018-11-26	2018-11-26		
							NVs MKM	NVs KM
Riktvärde bedömning							Mindre känslig mark	Känslig mark
TS_105°C	%	76,3	89,3	95,2	83,2	96,4		
PAH, summa L	mg/kg TS	0,054	0,013	0,16	0,61	0,2	15	3
PAH, summa M	mg/kg TS	6,7	1,6	4,6	40	200	20	3,5
PAH, summa H	mg/kg TS	21	1,2	8,9	29	130	10	1
oljaindex >C10-<C40	mg/kg TS	3760	658	11800	1770	1440		
fraktion >C10-C12	mg/kg TS	<20,0	<2,0	<20,0	<2,0	<2,0		
fraktion >C12-C16	mg/kg TS	<30,0	<3,0	<30,0	5,7	<3,0		
fraktion >C16-C35	mg/kg TS	3070	590	9510	1630	1350		
fraktion >C35-<C40	mg/kg TS	679	66,8	2250	130	92		
As	mg/kg TS	43,1	9,58	23	80,9	229	25	10
Cd	mg/kg TS	24,4	9,33	<0,50	176	120	12	0,8
Co	mg/kg TS	105	94,8	284	772	1880	35	15
Cr	mg/kg TS	910	352	749	1400	1270	150	80
Cu	mg/kg TS	3110	515	528	840	808	200	80
Hg	mg/kg TS	4,38	0,9	<1,00	<1,00	6,45	2,5	0,25
Ni	mg/kg TS	612	505	11400	2280	828	120	40
Pb	mg/kg TS	2360	1460	375	6100	9180	400	50
V	mg/kg TS	104	44	84,9	485	668	200	100
Zn	mg/kg TS	4610	1600	435	10600	9990	500	250
teknik	PLM	PLM	PLM	PLM	PLM	PLM		
ASBEST	nej	nej	nej	nej	nej	nej		

Figur 4.3 Tabell med analysresultat från totalhaltsanalyser på stoft och damm i byggnader jämfört med generella riktvärden för mark.

Laktest på prov 6 visar att materialet lakar för mycket med avseende på kadmium, nickel och zink samt DOC och fluorid för att kunna deponeras på en deponi för farligt

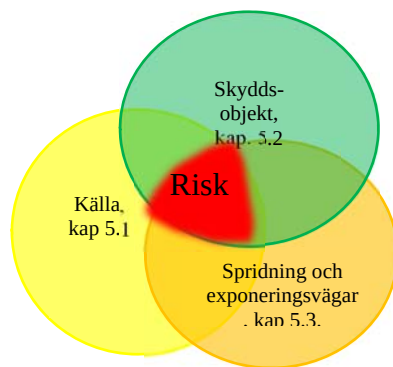
avfall. Materialet bedöms inte vara lämpligt att exponera för nederbörd så att lakning till omgivningen kan ske. Övrigt material har inte lakttestats.

5. RISKBEDÖMNING

5.1. Problembeskrivning och konceptuell modell

Riskbedömningen grundar sig på Naturvårdsverkets generella riktvärdesmodell. En risk uppstår när det finns en föroreningskälla som kan spridas till ett skyddsobjekt, som i sin tur kan påverkas negativt av denna spridning, se figur 5.1. Om någon av dessa delar saknas uppstår ingen risk. I avsnittet nedan beskrivs antaganden och avsteg som utförts gentemot den generella modellen.

De föroreningar som påvisats och som kommer att tas upp i fortsatt riskbedömning är i första hand ämnen som överskrider generella riktvärden för MKM och i andra hand även de som påvisats i förhöjda halter över KM, se sammanställning i tabell 5.1 och samtliga analysdata i bilaga 3. Om ämnen påvisats i förhöjda halter över bakgrundshalter men under generella riktvärdet för KM så kommer föroreningen inte att behandlas vidare i denna riskbedömning.



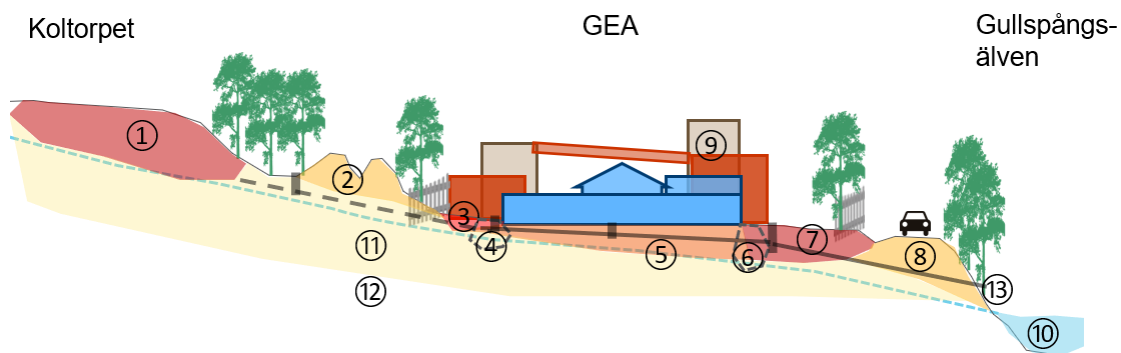
Figur 5.1 En risk förekommer när en föroreningskälla finns och kan spridas till skyddsobjekt som kan ta skada.

Den konceptuella modellen beskriver var föroreningar har påträffats (källan), vilka skyddsobjekt som finns samt vilka spridnings och exponeringsvägar som finns för aktuella scenarier. Denna riskbedömning avgränsas till att omfatta ett Nutidsscenario, där marken används som den gör idag och ett Framtidsscenario där byggnaderna inte finns kvar/vittrat sönder och klimatpåverkan i form av ökade vattennivåer finns, se figur 5.2. och 5.3 nedan.

Nutidsscenariot avser att marken idag används för industriverksamhet i byggnader som delvis är nära förfall och är kraftigt förorenade av stoft. Exponeringen i byggnaderna följer inte normalt MKM scenario då föroreningarna ligger i marken under

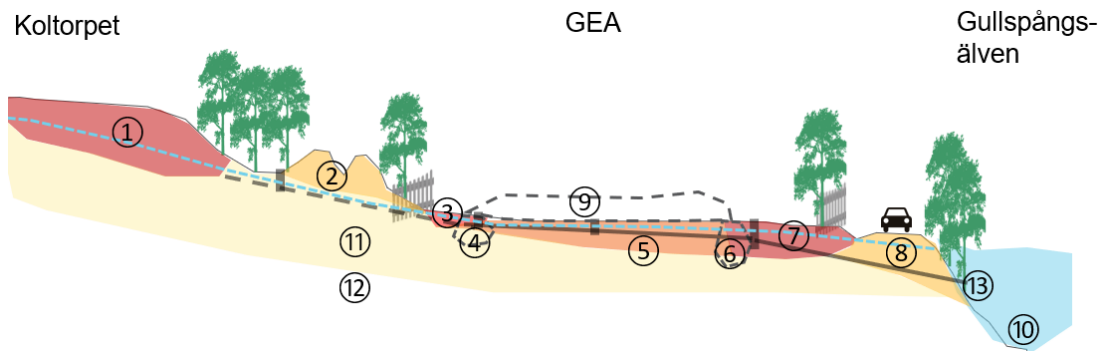
byggnaderna, utan bedöms motsvara en mer intensiv exponering som kan ske i ett KM scenario. Tidsaspekten vid yrkesverksam exponering skiljer inte från MKM scenario, men då det både finns fritidsverksamhet, gym och andra lokaler för förråd av fritidsutrustning som båtar och husbilar så kan man anta att exponeringstiden kan överstiga normal arbetstid. För att inte underskatta risker används därför exponeringstider från KM scenariot i MKM scenariot i Nutidsscenariot.

Nutidsscenariot omfattar ytterligare en variant, Nutidsscenario B, där industribyggnader med pågående verksamhet har åtgärdats med avseende på stoft i byggnader och hägnats in så att området enbart används av vuxna yrkesarbetande. I övrigt är Nutidsscenario A och B lika varandra.



Figur 5.2 Konceptuell modell över GEA:s industriområde inklusive Koltorpet för Nutidsscenario A och B. Nutidsscenario A = marken används som den gör idag, Nutidsscenario B = marken används som den gör idag, men industribyggnader med pågående verksamhet har åtgärdats till nivå för mindre känslig markanvändning och hägnats in. För beskrivning av markerade nummer se text nedan.

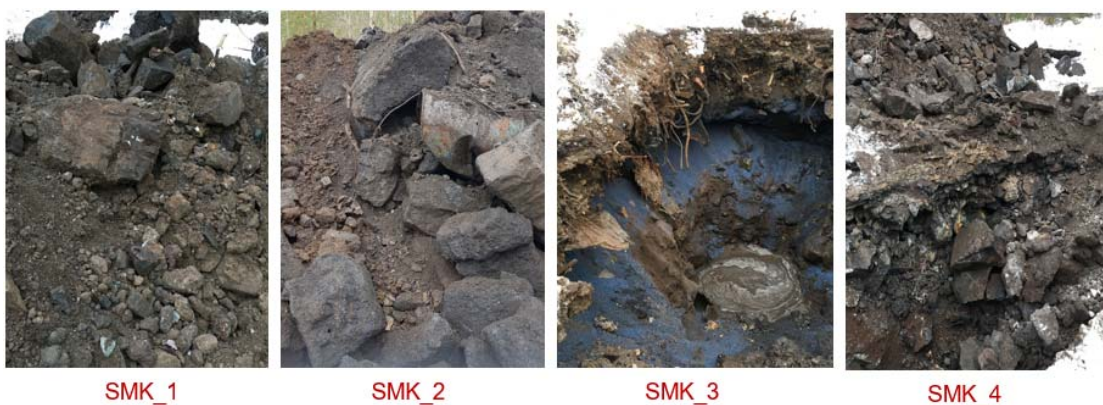
Då inga tydliga planer för området finns idag och byggnaderna delvis är i dåligt skick har antagits att ett möjligt scenario är att byggnaderna förfaller som de är och föroreningar av stoft i byggnader blir kvar som markförorening. I framtidsscenariot har även antagits klimatförändringar med ökad nederbörd och ökade grundvattennivåer och vattenstånd i älven. Framtidsscenariot omfattar också en variant, Framtidsscenario B, där byggnaderna har rivits och stoftet i byggnaderna är borta, men markföroreningar i övrigt finns kvar. Marken används i antaget framtidsscenario B som parkmark. I övrigt är Framtidsscenario A och B lika varandra.



Figur 5.3 Konceptuell modell över GEA:s industriområde inklusive Koltorpet för Framtidsscenario A och B. Framtidsscenario A = byggnaderna inte finns kvar/vittrat sönder och klimatpåverkan i form av ökade vattennivåer finns, Framtidsscenario B = byggnaderna har tagits bort och klimatpåverkan i form av ökade vattennivåer finns samt att marken utgörs av parkmark. Antagen vattennivå är schematisk och motsvarar inte uppskattat 100- eller 200-års flöde. För beskrivning av markerade nummer se text nedan.

1 – Koltorpet är ett utfyllnadsområde med slagg i både grov och finare fraktion samt även skrot från verksamheten. Djupet är inte klart avgränsat, men uppskattat utifrån omgivande terräng. Förorenad fyllning bedöms tangeras grundvattenytan idag. Underlagande material antas vara naturlig sand/grus ovan berg. Området är en skogsdunge som används som strövområde idag och ytan är till stor del bevuxen. Exponering kan därför i huvudsak ske endast vid grävning eller direkt hudkontakt med markytan. Exponering via damning är möjlig men inte så trolig. Inga byggnader finns på Koltorpet. I figur 5.4. finns bilder från några provgropar, som visar på slagg, skrot och ”industrifyllning”. I SMK_3 påträffades en mängd blå plastkylor som också fanns på andra delar på Koltorpet.

Klassning av massorna i översta 1 m i en fjärdedel av området visar på att som avfall bör massorna hanteras som farligt avfall med avseende på totalhalt krom och nickel samt deras miljöfarliga egenskaper med hänsyn till bedömningar enligt Avfall Sveriges rapport RVF 2019:1. Bedömningen är att klassningen bör gälla hela Koltorpsdeponin.



Figur 5.4 Bilder från provgropsgrävning på Koltorpet.

2 – Den gamla banvallen är uppförd innan verksamheten på GEA startade. Enstaka prov har kontrollerats och det har där endast påvisats naturligt material, se figur 5.5. Utfyllnad med slagg från GEA:s område är därmed mindre troligt. Har inte kontrollerats utmed hela sträckan. Spåret används endast för cykeldressintrafik sommartid.



Figur 5.5 Bild på spårområdet samt borrhov från översta metern med naturligt material.

3 – Skrotgården, EO7, på industriområdet är förorenad av metaller i översta 1-1,5 m. Klassning av de förorenade massorna i EO7_1 ger att massorna när de blir avfall bör betraktas som farligt avfall med avseende på totalhalt nickel med hänsyn till bedömningar enligt Avfall Sveriges rapport RVF 2019:1. För EO7_2 överskrider inget enskilt ämne någon haltgräns för farligt avfall. Däremot ska hänsyn tas till farlig egenskap HP14 Ekotoxisk och utifrån sammanvägda halter krom och koppar klassificeras fyllningsjorden som farligt avfall utifrån den aspekten.

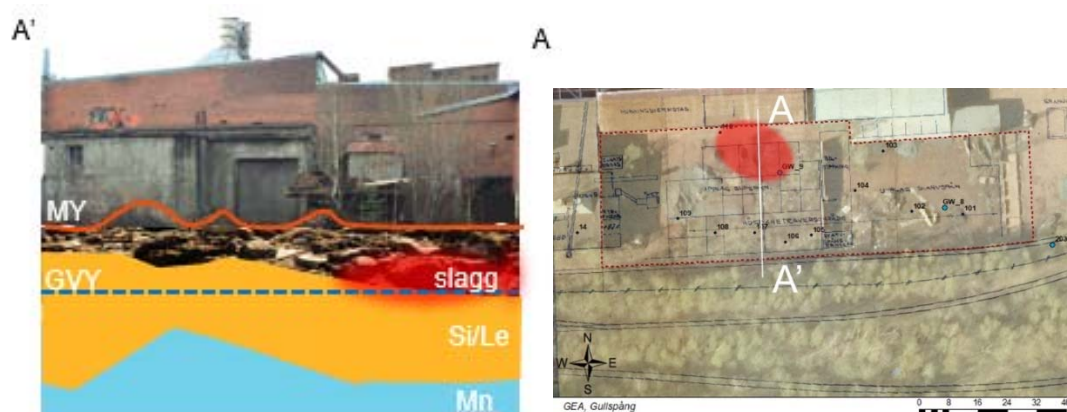
I den östra delen finns en betongplatta över större delen av ytan på ca 0,3 m djup, se figur 5.6. Föroreningar har indikerats under betongplattan. Trots att markytan är delvis hårdgjord av betong och sprucken asfalt, finns föroreningar öppet exponerat i markytan. Det finns obetydligt med växtlighet som binder jorden och exponerade grupper är yrkesarbetande på industriområdet, men även barn, vuxna och äldre kan vistas på området som besökande.



Figur 5.6 Bilder från provgroppgrävning i EO7, delområde EO7_1 och EO7_2, där en betongplatta påträffades över del av ytan (bilden längst t h).

4 – Del av skrotgården, EO7_1 (västra delen) är oljeförorenad. De högsta koncentrationerna finns i kontaktytan mellan fyllning och lera, där även mark/grundvattenyta har påträffats, se figur 5.7.

Exponering i EO7 bedöms vara likt punkt 3 samt att även risk för inträngning av ånga i byggnad finns.



Figur 5.7 Profil av EO7 som visar antagen utbredning av oljeförorening i rött i förhållande till uppskattad jordartsprofil och grundvattenyta. Den orangea linjen avser ungefärlig markyta idag då ytan är fylld med sand/stoft/slagg upplag.

5 – Fyllningsjord utanför och under byggnader som är förorenad av verksamheten. Föroreningarna är fläckvis över ytorna och varierar i djup och art. I tvärsnittet avses föroreningar i EO8, men samma situation finns i EO1, EO2, EO3, EO6 och EO9. Exponering likt punkt 3. Fullständig avgränsning av föroreningar har ej utförts.

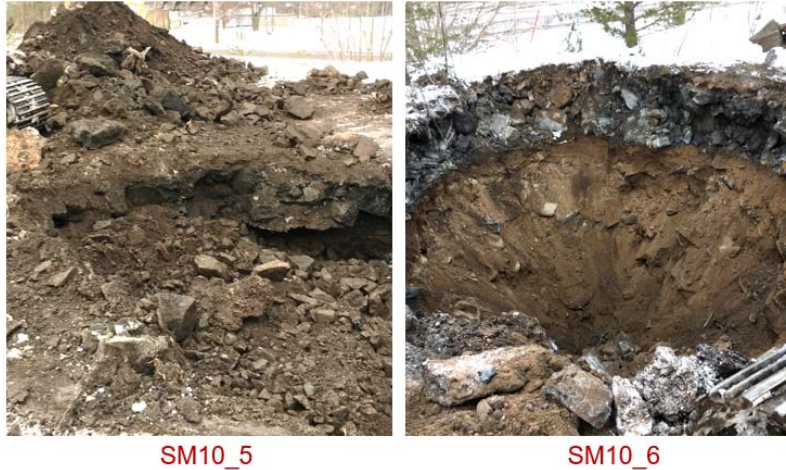
6 – Norr om industribyggnaderna, i gränsen mellan EO9 och EO10 finns fri fas tjära mellan slaggstenar. Även impregnerade trästolpar påträffas i fyllningen, se figur 5.8. Det finns även fläckvis i EO9 som inte syns på figur 5.2. Föroreningen ligger i grov fyllningsjord och är inte avgränsad på djupet. Exponering likt punkt 4.



Tjära och impregnerat trä SM9_12

Figur 5.8 Fri fas tjära och impregnerade stolpar i provgrop 9_12.

7 - I EO10 finns ett utfyllnadsområde med slagg i både grov och finare fraktion. Det är blandat med ren slagg och fyllning med mer naturlig karaktär. Djupet på fyllningen är inte klart avgränsat, och då omgivande delar också är uppfyllda är det svårare att göra en uppskattning utifrån omgivande terräng. Det är i huvudsak krom, nickel och molybden som är förhöjda i fyllning med slagg och bitvis även i fyllning av mer naturlig karaktär, se figur 5.9.



Figur 5.9 Provgropar i utfyllnadsområde EO10

8 – Vägen norr om industriområdet och slänten ner mot Gullspångsälven är utfylld enligt tolkning av historisk flygbild. En provgrop är undersökt som visar på massor av naturlig karaktär som inte är förorenade. Det antas därmed i huvudsak vara massor av naturlig karaktär i detta utfyllnadsområde.

9 – I byggnader finns föroreningar som kan spridas till omgivningen idag på grund av att byggnaderna är otäta, eller i framtiden om byggnaderna faller sönder mer så att vatten kommer åt att laka föroreningarna. Även exponering för föroreningar vid användning av byggnader bedöms förekomma, då föroreningarna ligger öppet exponerade, se figur 5.10. Huvudsakligen är det yrkesarbetande vuxna som exponeras, men området är inte låst så besökande barn, vuxna och äldre kan också ha tillträde.



Figur 5.10 Bilder från byggnader där prov tagits på stoft på mark samt även bild på vattenfylld källare. Vattnet är inte provtaget.

10 – Utloppskanalen i Gullspångsälven har sten och berg i strandkanten vid vattenytan. I botten på kanalen har sediment tidigare provtagits, vilket visat på föroreningar i sedimenten. Utloppskanalen ligger lite avskilt från själva huvudfåran i Gullspångsälven, se figur 5.11, därav möjligheten till sedimentering. I övriga delar av älven inom aktuellt område är flödet så pass stort att sedimentering sannolikt inte sker.



Figur 5.11 Utloppskanalen som är avskild från själva Gullspångsälven. Båda sidor på utloppskanalen är stensatt alternativt berg/block i höjd med vattennivån, vilket begränsar risk för stranderosion.

11 – Under utfyllda områden finns naturlig jord som kan antas vara svallad sand/grus. Jorddjupen är inte kontrollerade och avstånd till berg kan inte avgöras.

12 – Berg under lösa jordlager.

13 – Dagvattenledningar från industriområdet mynnar i utloppskanalen, se figur 5.12. Det finns brunnar både på öppna markytor på området och i byggnader. I vilken omfattning ledningar går ända från Koltorpet är oklart, därav markering med streckad linje.



Figur 5.12 Utlopp av dagvattenledning, tidigare provtagningspunkt 22.

5.2. Källa

5.2.1. Föroreningar

Källorna till metallföroreningarna bedöms i huvudsak ha tre olika ursprung;

- Rester från skrothantering som använts som råvara i produktionen. Dessa föroreningar finns främst i EO7 och EO8.
- Rökgasstoft som är ett avfall från produktionen. Spridning har till stor del skett i samband med avledning av rökgaser. Fram till slutet på 1960-talet fanns ingen rening av rökgaserna och då har spridning skett allmänt över hela närområdet, men efter det har avledningen i huvudsak skett till filterhuset i EO4 som gett en anrikning av stoft i den delen. Spridning har även skett direkt från bearbetningen i ugnarna och där gett stor spridning i lokalerna och därmed finns även stor påverkan i EO1 och EO3.
- Slagg från ugnarna är ett avfall från produktionen som inom huvudstudiens utredningsområde lagts upp i huvudsak på två delområden, EO10 och Koltorpet. Enligt tidigare undersökningar och uppgifter från kommunen så finns dock slaggrester spridda över kommunen då det använts som fyllnadsmaterial även på andra platser.

Källorna till oljeföroreningar bedöms i huvudsak ha fyra olika ursprung;

- Rester från skrothantering som innehållit oljerester och som använts som råvara i produktionen. Dessa föroreningar finns främst i EO7 och EO8.
- Oljetankar som läckt eller spillts vid påfyllning som finns i närheten av ugnarna då det använts som stödbränsle till ugnarna. Oljeförorening har noterats i EO1 och EO3 där det finns tankar kvar.
- Transformatorstationer, olja har även hanterats vid transformatorer i EO1 och EO2, som kan ha bidragit till föroreningarna.

- Verkstadslokaler i EO4 bedöms ha gett upphov till oljeföroreningar som indikerats i sediment i ledningssystemet i denna del.

Källan till tjära bedöms vara;

- Restprodukt från någon process alternativt har man haft mindre verksamhet med impregnering av trä på platsen.

Källan för PCB bedöms vara;

- Rester från skrothantering som innehållit oljerester, tex elskrot, och som använts som råvara i produktionen
- Spill från transformatorolja på platsen

Källan till dioxin bedöms vara;

- Rester från förbränning samt från skrot som använts som råvara.

Källan till cyanid och klorerade alifater bedöms vara;

- Sannolikt har användning av cyanid och/eller klorerade lösningsmedel funnits i produktionen, för någon form av ytbehandling. Det är dock inte dokumenterat var och vilka mängder.
- Rester från skrothantering som använts som råvara i produktionen och som innehållit rester av avfettningsmedel/ytbehandlingskemikalier.

I *tabell 5.1* redovisas den av Naturvårdsverket bedömda farligheten för de ämnen som påträffats över riktvärde för MKM och KM inom parentes.

Tabell 5.1 Förekommande föroreningar. Ämnen med mycket hög eller hög farlighet bedöms inneha en eller flera CMR-egenskaper (cancerframkallande, mutagena, reproduktionsstörande) samt ofta även miljöskadliga egenskaper. Ämnen med låg till måttlig farlighet är i huvudsak irriterande ämnen men med miljöskadliga egenskaper.

Låg	Måttlig	Hög	Mycket hög
	Zink	Koppar	Arsenik
	Alifatiska kolväten	Krom	Bly
		Nickel	Kadmium
		Kobolt	(Kvicksilver)
		Vanadin	PAH ¹
		Molybden	(Krom 6+)
		Aromatiska kolväten	(Cyanid)
			(Dioxin) ¹
			(PCB) ¹

¹ PBT-ämne (Persistent, Bioackumulerbart, Toxiskt)

5.2.2. Mängder

I tabell 5.2 sammanfattas uppskattad mängd förorening i halter över riktvärde för KM för respektive egenskapsområde.

Tabell 5.2 Uppskattade mängder förorenad jord eller stoft.

Egenskaps-område	I byggnad total yta [m ²]	I byggnad volym [m ³]	Yta total [m ²]	Djup [m]	Volym [m ³]
EO1 undersökt	4 000	200	4 000	1	4 000
EO1 ej undersökt	1 600	-	1 600	1	1 600
EO2	1 300	13	1 300	0,95	1 235
EO3 hela ytan	150	75	890	2,5	2 225
EO3 plan 2	740	74	740	-	-
EO4	1 400	140	1 400	0,23	322
EO5	1 000	0	1 000	-	-
EO6 undersökt	-	-	1 200	1	1 200
EO6 ej undersökt	-	-	850	-	-
EO7_1 hela ytan	-	-	2 600	0,5	1 300
EO7_1 oljeförorening	-	-	450	1	450
EO7_2	-	-	2 000	0,5	1 000
EO8 hela ytan	-	-	10 000	2,1	21 000
EO8 antagen förorenad yta	-	-	5000	2,1	10 500
EO8 under byggnad	-	-	3 140	2,1	6 594
EO8 antagen olja	-	-	600	2,5	1 500
EO9 hela ytan	-	-	7 100	0,9	6 390
EO9 antagen förorenad yta	-	-	3 550	0,9	3 195
EO10	-	-	5 800	2,5	14 500
EO11	-	-	7 050	0	0
Koltorpet max-volym	-	-	8 000	2,35	18 800
Koltorpet min-volym	-	-	8 000	0,8	6500
Utløpskanalen			5 400	0,5-1	2700-5400
Totalt (avrundat exkl utløpskanalen som inte är undersøkt)	10 200	500	36 000 Bredd ca 270 m Längd ca 130 m	0-2,5	60 000

5.2.3. Föroreningarnas egenskaper

Metallföroreningar bedöms inte brytas ner men kan omvandlas till mer eller mindre farliga och rörliga former och bindas i olika oorganiska och organiska föreningar som innebär olika farlighet och rörlighet.

Tungmetallerna bly, koppar, krom, nickel, zink, kadmium beter sig någorlunda lika i naturen och binder relativt starkt till markpartiklar, särskilt lermaterial och organiskt material. Rörligheten för dessa metaller ökar vid lågt pH i marken, men om det finns humusämnen närvarande så binds metallerna oftast till humusen. Om pH blir mycket högt igen så kan dock humusen fällas ut och tar då metallerna med sig, varför rörligheten ökar vid höga pH i de fallen. När det är gamla föroreningar som legat oskyddat i mark i decennier är lakbarheten och rörligheten av metallerna oftast låg.

Kvikksilver beter sig dock lite annorlunda, dels då den är flytande i rumstemperatur och dels då den kan förångas och förekomma i porgas. I naturen omvandlas kvikksilver ofta till metylkviksilver, som är mer toxisk än den oorganiska formen, och ackumuleras lätt i näringskedjan.

Arsenik är en halvmetall som också reagerar lite annorlunda än övriga metaller, då rörligheten i mark ökar vid högre pH framför lägre pH då det är hårt bundet i marken. Detta gäller även molybden.

Det är dock flera parametrar som t.ex. redox, tillgång på humus/organiskt material och konkurrens med övriga katjoner som styr utlakningen och rörligheten av metaller.

PAH:er binds också normalt sett starkt till partiklar om de är högmolykylära (PAH H), men de mer lätta och lågmolykylära PAH:erna är mer vattenlösliga och kan spridas i vatten- och ångfas. I naturen sker även lätt omvandling/nedbrytning till oxy-/nitro-PAH som inte är lika kända och där riktvärden saknas. Det samma gäller dioxiner och PCB. Alla dessa ämnen är svårnedbrytbara och bioackumulerande och ökar i halter i näringskedjan, särskilt i fet fisk.

BETX och övriga aromater har oftast spridits till mark med petroleumprodukt som också innehåller alifater och den rör sig då i huvudsak som en egen fas i marken ovan grundvattenytan. De kortare alifaterna och aromaterna (<C16) är flyktigare och mer vattenlösliga (och därmed spridningsbenägna) medan de längre alifaterna och aromaterna (>C16) är mer tjockflytande och har högre kokpunkter och återfinns oftast mer lokalt nära föroreningskällan. Förorening kan brytas ner spontant i mark vid tillgång på syre och organiskt material.

Klorerade lösningsmedel rör sig också till stor del som egen fas och är tyngre än vatten. Därför sjunker ämnet till fast botten som berg, men kan också bli kvar som rest i markens porer. Ämnena och dess nedbrytningsprodukter är också flyktiga och kan finnas i markens porluft och påverka inomhusmiljön i byggnader.

För cyanider finns en fri/lättillgänglig del som är mer rörlig och reaktiv än övriga cyanider. Cyanider är vattenlösliga.

5.2.3.1. Avvikelse mot generella antaganden

Den förorenade ytan och djupet avviker från det generella antagandet. Ett medelvärde för föroreningsdjup och den sammanlagda antagna förorenade ytan där ett medelvärde på bredd och längd har använts för att representera ungefär den sammanlagda antagna förorenade ytan.

Ingen skillnad på utbredning i ett nutids eller framtidsscenario har antagits, däremot kan grundvattennivån öka i ett framtidsscenario, se kap 5.3.2.

Tabell 5.3 Avvikelser mot de generella antagandena.

Indataparameter	Generellt antagande MKM	Valt värde i Nutidsscenario A+B	Valt värde i Framtidsscenario A+B
Bredd på förorenat område tvärs grundvattenflödet [m]	50	270	270
Längd på förorenat område i flödesriktningen [m]	50	130	130
Föroreningsdjup under grundvattenyta [m]	1	1	2

5.3. Skyddsobjekt

5.3.1. Människor

Människor kan teoretiskt exponeras för föroreningen via olika exponeringsvägar beroende på vad man gör och hur man vistas på den förorenade platsen. I Naturvårdsverkets vägledning anges att risker ska bedömas både i ett kort och långsiktigt perspektiv. Människors exponering kan bedömas utifrån hur man använder platsen idag och vad man planerar för i framtiden, t.ex. gällande eller planerad detaljplan. Exponeringsrisker i ett längre perspektiv än så kan inte göras i detta skede, utan anses få behandlas vid eventuell ändrad användning av marken i framtiden.

Nutidsscenariot avser att marken idag används för industriverksamhet i byggnader som delvis är nära förfall och är kraftigt förorenade av stoft. Det finns barn och vuxna som är regelbundet verksamma på platsen samt även besökande barn och vuxna. Exponeringen i byggnaderna följer inte normalt MKM scenario då föroreningarna ligger i marken under byggnaderna, utan bedöms motsvara en mer intensiv exponering. För att inte underskatta riskerna bör ett KM-scenario väljas avseende exponeringstider, dock är odling av växter och intag av dricksvatten från fastigheten inte aktuellt.

I Nutidsscenario B antas endast yrkesarbetande vuxna exponeras regelbundet och barn och vuxna vara tillfälliga besökare till området.

I framtidsscenario A antas byggnaderna inte finnas kvar men marken ändå nyttjas som ett MKM-område, t.ex. uppställningsytor, lagring, omlastning et.c. Exponering sker då för yrkesarbetande vuxna och tillfälligtvis för besökande barn och vuxna. I framtidsscenario B har området ställts om till parkmark eller bostadsnära naturmark där exponering sker regelbundet för barn och vuxna som rör sig i området. Exponeringssituationen bedöms likna KM scenario.

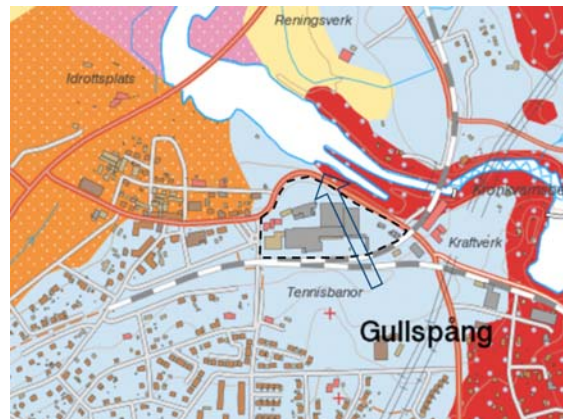
Ett av syftena med denna huvudstudie är att utreda riskerna för Gullspångslaxen och därmed bör även beaktas exponering via intag av fisk från närbeläget ytvatten för samtliga scenarier.

Arsenik är angett i riktvärdesmodellen som akuttoxiskt vid 100 mg/kg TS, vilket förekommer i stoft i byggnader på GEA-området. Det avser skydd för barn som kan få i sig större mängder jord via munnen. I övrigt bedöms påträffade ämnen inte förekomma i nivåer nära akuttoxiska halter. Skydd mot korttidsexponering finns inlagt i modellen för bly vid 600 mg/kg TS och för kadmium vid 250 mg/kg TS, vilket överskrids i vissa prover från GEA-området.

5.3.2. Grundvatten

Grundvatten är i princip alltid en skyddsvärd resurs. Enligt tidigare undersökningar består den naturliga jorden i Gullspång av sand och morän, vilket även stämmer med SGU:s jordartskarta.

I tidigare undersökningar har sand och silt konstaterats under fyllnadsmaterialet, ibland underlagrat av lera. Då området ligger under högsta kustlinjen är moränen vanligtvis överlagrad av både lera och silt eller sand. Fältundersökningarna som WSP utfört (2002-11-29) indikerar att det finns en hydraulisk kontakt mellan det övre lagret av svallat material och det undre moränlagret. Det innebär att det i huvudsak är öppen akvifer i området. Berg i dagen finns på ett flertal platser. Fyllnadsmaterialet som förekommer i stora delar av undersökningsområdet bedöms vara heterogent och består huvudsakligen av finare sand, slagg och sprängsten.



Figur 5.13 Utdrag från SGU:s jordartskarta, där blå färg är morän, röd berg, orange och rosa sand. GEA:s industriområde markerat med svart streckad linje. Grundvattnets övergripande rörelseriktning är markerad med blå pil.

Grundvattenströmningen bedöms vara riktad från undersökningsområdena mot Gullspångsälven. Strömningsförhållandena påverkas även av vattenförhållandena i Gullspångsälven, av ledningsgravar och av hur utbredningen av fyllnadsmaterialet ser ut i förhållande till det naturliga jordmaterialet. Avsikten med denna undersökning var från början att ta fram en mer omfattande hydrogeologisk modell över området, men på

grund av att föroreningskällorna inte var karaktäriserade i den omfattning som först antogs har projektet omprioriterat till att först identifiera och avgränsa föroreningskällor istället. Den övergripande modellen sedan tidigare får därför gälla.

Enligt SGU:s brunnarsarkiv finns ett antal energibrunnar både söder om Koltorpet och söder om Göta Holme, där det även finns markerat en dricksvattenbrunn borrhälad 1985 till fastigheten Prästen 13, bara 50 m från GEA:s fabriksområde. Enligt uppgift från VA-enheten på Mariestads kommun så finns kommunalt VA indraget till aktuell fastighet och de debiteras årligen för VA, varför brunnen sannolikt har annat ändamål än dricksvatten. Inga andra liknande verksamheter är kända i närområdet som belastar samma sträcka av Gullspångsälven, däremot finns obekräftade uppgifter om flera utfyllnadsområden i kommunen med slagg från GEA:s verksamhet.

Ett framtidsscenario med förändrat klimat som innebär ökande vattennivåer och större regnintensitet är möjligt. Höjdskillnaderna i området bedöms ändå vara så pass stora att det inte, mer än högst lokalt, ändrar grundvattenströmningen. Områden som ligger ovan grundvattennivån idag kan dock i framtiden hamna under grundvattennivån och få ändrade lakningsförhållanden. Detta antas både för framtidsscenario A och B.

5.3.2.1. Avvikelse mot generella antaganden

Inga avvikelser från generella antaganden, se tabell 5.4 och 5.6.

I framtidsscenariot bör andelen förorenad jord under grundvattenytan öka. För beräkningar har djupet ökat till 2 meter från 1 m, se tabell 5.3.

Tabell 5.4 Avvikelser mot de generella antagandena.

Indataparameter	Generellt antagande MKM	Valt värde för nutids- och framtidsscenario
Avstånd till uttag av dricksvatten [m]	200	200

5.3.3. Ytvatten och sediment

Recipienten utgörs av Gullspångsälven som är ett Natura 2000 område.

Enligt Gullspångs kommuns hemsida är Gullspångsälven ett av Vänerns större tillflöden. Älven rinner från sjön Skagern ut i Åråsviken i den nordöstra delen av Väneren. Den totala fallhöjden från Skagerns yta till utloppet i Väneren är cirka 25 meter. Gullspångsälven har god vattenkvalitet och en rik fisk- och bottenfauna. Älvens stora biologiska värde ligger främst i det unika lax- och öringbeståndet. Den vilda Gullspångslaxen är helt beroende av kvarvarande forssträckor som lek- och uppväxtmiljö.

Enligt uppföljningsdokument för projekt Gullspångslaxen (Projekt Gullspångslaxen, 2017) har uppgifter hämtats från SMHI som anger att medelvattenföringen i Gullspångsälven vid mynningen i Väneren under perioden 1981 till 2010, var 66 m³/s.

Medelhögvattenföringen under samma period var $167 \text{ m}^3/\text{s}$ medan medellågvattenföringen var c:a $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Aktuell status 2017 enligt VISS är dock att Gullspångsälven inte uppnår god kemisk status. Halten av kvicksilver har visat sig överskrida sin miljö kvalitetsnorm i vattenförekomsten som därmed "Uppnår ej god status. Vattenförekomsten uppnår heller inte god status med avseende på polybromerade difenyletrar (PBDE). Detta med anledning av ett nytt Europeiskt gränsvärde för PBDE i fisk, som tyder på att gränsvärdet överskrids i alla ytvatten.

Den ekologiska statusen i Gullspångsälven bedöms dock som god, med undantag för parametern flödets förändringstakt i vattendraget eftersom den avviker med mer än 100 % mellan två intilliggande dygn relativt den oreglerade flödesförändringen.

Inga andra källor bedöms påverka ytvattnet från närområdet, dock finns ett litet reningsverk markerat på karta på från SGU på andra sidan älven, se figur 5.13.

Ett framtidsscenario med förändrat klimat som innebär ökande vattennivåer och större regnintensitet är möjligt. Flödet i ytvattnet kommer då att öka som ökar risken för resuspension av sediment. Det innebär också en ytterligare utspädning av halter i ytvatten vilket minskar riskerna.

Ett framtidsscenario med förändrat klimat och ökande vattennivåer och större regnintensitet är möjligt. I framtidsscenariot bör då beaktas att föroreningar som idag ligger i eller under befintliga byggnader blottas. Exponeringssituationen i övrigt bedöms vara lika som vid nutidsscenariot.

5.3.3.1. Avvikelse mot generella antaganden

Recipienten är rinnande vatten med medellågvattenföringen på $15 \text{ m}^3/\text{s}$. I utloppskanalen är flödet sannolikt ännu lägre och för att inte underskatta riskerna bör halva medellågvattenföringen, $7 \text{ m}^3/\text{s}$ användas som flöde i recipienten. I generella antagandet för KM och MKM har $0,03171 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sedimentering sker sannolikt i utloppskanalen, medan i själva Gullspångsälven är flödet så pass forsande att det antas vara erosionsbotten. Spridning av partiklar till och i ytvatten och sediment beaktas inte specifikt i generella modellen. Då Gullspångsälven är ett Natura2000 område med uttalat skyddsbehov, bör föroreningar i sediment särskilt beaktas.

5.3.4. Markmiljö

Markmiljösystemet är ett komplext system som påverkas av många faktorer. Tillgången på syre, vatten, kväve, kol samt jordens packningsgrad är exempel på parametrar som påverkar det markökologiska systemet. Föroreningar kan också påverka de marklevande mikroorganismerna. Inom ett bostadsområde och framförallt där grönytor ska anläggas är den övre markens skyddsvärde högt. Markökosystemets aktivitet sjunker med djupet i

markprofilen, vilket flera studier har visat. Redan på 30-50 cm djup är aktiviteten försumbar jämfört med i de övre skikten.

Bedömningen på den här platsen är att markmiljöskyddet bör vara högt där markekosystemets aktivitet är och planeras vara som störst för aktuell markanvändning. Detta gäller i skogsområdet vid Koltorpet och utmed Gullspångsälven och EO11 i Nutidsscenario A och B samt i hela ytan för framtidsscenario A och B. I övrig mark bör skyddet av markmiljön inte vara styrande och markvolymen liknas mer ett konstruktionsmaterial/utfyllnadsmaterial som inte ska ge upphov till skador för markmiljön i den skyddade delen. Vid eventuell framtida ändring av markanvändningen på platsen så att den skyddade delen behöver utökas finns möjligheter att öka skyddet i de delar som krävs genom påfyllning eller utbyte av jord. Det finns studier som visar på att det inte är någon skillnad på markekosystemets aktivitet i ett skikt (ca 30 cm) med opåverkad jord ovan en förorenad fyllning (metaller, olja, PAH) som i en opåverkad referensjord som ger stöd för skydd för markmiljön som helhet i det långa tidsperspektivet.

5.3.4.1. Avvikelse mot generella antaganden

För Koltorpet och EO11 bör antagandet för KM tillämpas samt även för parkmark enligt framtidsscenario B och för övriga delar MKM. I delar där marken liknar mer ett konstruktionsmaterial bör dock markmiljöskyddet inte vara styrande för riktvärdet. Ingen skillnad i ett nutids- eller framtidsscenario antas, se tabell 5.5.

Tabell 5.5 Skydd för markmiljön på platsen.

Indataparameter	KM (Koltorpet och EO11) Nutids- och framtidsscenario (GEA industriområdet) Framtidsscenario B	MKM (GEA industriområdet) Nutids- och framtidsscenario A
Skydd för markmiljön [%]	75 %	50%

5.4. Spridnings och exponeringsvägar

Föroreningar i mark sprids antingen vertikalt med tyngdlagen eller med vatten som spridningsmedium. Vanligast är att vatten på något sätt påverkar föroreningen och kan sprida den vidare. Föroreningarna kan då spridas antingen löst i vattnet eller på partiklar som transporteras med vattnet. Laktest har utvärderats enligt bilaga 4.

5.4.1.1. Avvikelse mot generella antaganden

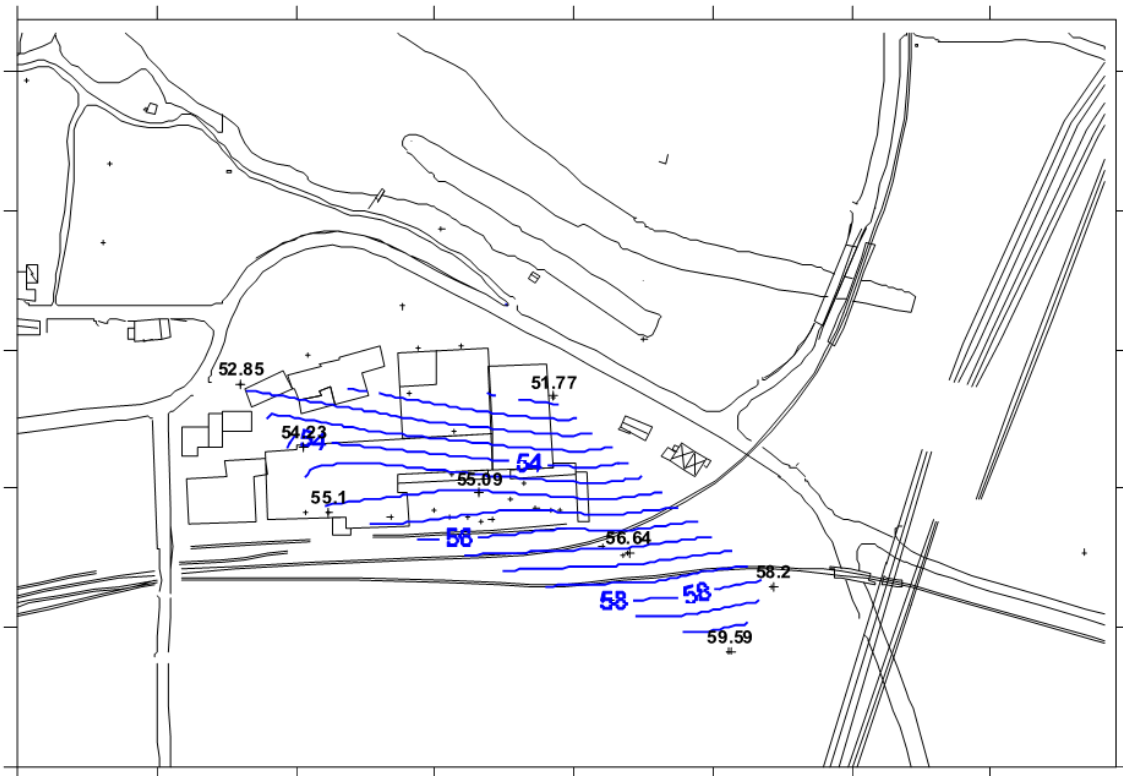
För att bedöma lakbarhetens betydelse har antagande om 10 gånger lägre utlakning än generella modellen använts vid beräkningar för ämnen där det bedöms ha betydelse. För kadmium och molybden samt även vanadin, arsenik och koppar rekommenderas dock inte att några justeringar görs då laktest indikerar på inga eller små avvikelser från generella antaganden. Korrigerade Kd-värden har använts för bly, krom, nickel och zink.

5.4.2. Spridning och exponering av grundvatten

Tidigare utredning (Tyréns, 2005) har visat att den hydrologiska konduktiviteten varierar och det finns olika typer från genomsläppliga jordar till täta jordar. Det stämmer också med bedömningen av kornstorleksfördelningen på området. Siktanalyser har inte utförts i det här skedet då variationen var så stor (stor andel grov fraktion) att uttagna prover inte bedömdes vara representativa.

I delområden med stor andel grovt material (Koltorpet, EO10, EO11) är bedömningen att det är genomsläppliga jordar och i övriga delar, framförallt på lite större djup, minskar kornstorleken och jorden blir mer tät där. För att inte underskatta risker bör det generellt antas att det är genomsläppliga jordar för hela undersökningsområdet.

Grundvattnets rörelseriktning har i tidigare utredning (SGI, 2003), angetts som vinkelrätt mot grundvattennivåernas isolinjer, se figur 5.17.



Figur 5.14 Isoliner för grundvattennivåer i del av området, enligt SGI 2003.

Det bedöms inte finnas några dricksvattenbrunnar i eller i området närmast undersökningsområdet idag, utan det som finns är energi- och möjligen bevattningsbrunnar.

Tyréns (2005) har även bedömt storleken på grundvattenflödet till Gullspångsälven från det aktuella området baserat på resultat i utredningen, där de då bedömt det mest

sannolika flödet till cirka 9 400 m³/år och med ett värsta scenario på 50 500 m³/år, se bilaga 6. Ytterligare kontroller för att verifiera dessa värden rekommenderas.

Även skydd för grundvatten på platsen bör utredas ytterligare, då den aktuella grundvattenvolymen initialt bedöms vara liten vilket kan motivera mindre skyddsbehov

5.4.2.1. Avvikelse mot generella antaganden

Inga avsteg, men då det förorenade området är större än i generella antagandet blir utspädningsfaktorn mindre än i generella antagandet.

Tabell 5.6 Indata för transportmodell för grundvatten.

Indataparameter	Generellt antagande MKM	Beräknat värde Nutids- och framtidsscenario
Modellens utspädning [gångar]	47	14
Intag av dricksvatten från platsen	Nej	Nej

5.4.3. Spridning via ytvatten

Risk för spridning av föroreningar via ytvatten bedöms som stor. De föroreningar som kommer ut i utloppskanalen via dagvatten, grundvatten eller erosion bedöms kunna transporteras längre sträckor med hänsyn till flödet i Gullspångsälven. Flödet i Gullspångsälven är mycket stort och påverkan på ytvattnet avseende halter är mindre sannolikt. Däremot kan områden där sediment samlas bli sekundära källor där förändrade redoxförhållanden med tiden kan skapa ändrade förutsättningar för t.ex. utlakning och ge lokal påverkan. Detta bör beaktas avseende sedimenttransport.

Inga undersökningar i ytvatten har utförts inom ramen för denna huvudstudie, varför uppgifter om ytvattnet är hämtad från tidigare undersökningar.

5.4.3.1. Avvikelse mot generella antaganden

Spridning via dagvattenledningar beaktas inte i den generella modellen, och det saknas information kring storlek på dagvattenutflödet från GEA-området. Inga avsteg i beräkningar görs därmed.

I kapitel 5.3.3.1 har angetts att halva medellågvattenföringen, 7 m³/s, bör användas som flöde i recipienten. Riktvärdesmodellen har dock satt 5 m³/s som varningsvärde för att utspädningen blir orimligt stor och högre värden på flödet än så bör inte användas. I generella antagandet för KM och MKM har 0,03171 m³/s. Flöde 5 m³/s ger en utspädning på 44 923 ggr med antagen utbredning av förorenade området.

Tabell 5.7 Indata för transportmodell för ytvatten.

Indataparameter	Generellt antagande MKM	Valt värde för nutids- och framtidsscenario
Modellens utspädning [gångar]	4000	44 923

5.4.4. Spridning, transport och exponering av ånga

Vissa påträffade ämnen bedöms vara flyktiga och har möjlighet att spridas till inomhusluft. I huvudsak är det olja/petroleumprodukter samt PAH, men även klorerade alifater och kvicksilver har indikerats i låga halter. Utomhus bedöms utspädningen vara så pass stor att inga risker med ånga från föroreningar bedöms förekomma.

I de byggnader som finns på området idag har industribyggnaderna större lyftvolym än generella antagandet och de är så pass otäta att luftomsättningen är större. Detta minskar risk för exponering av ånga. Bottenplattorna är dock mindre täta än vad som antas i generella fallet och det finns större förutsättningar för eventuell ånga att ta sig in i byggnaderna. Dessa faktorer bedöms ta ut varandra så länge byggnaderna hålls så pass otäta som de är idag. De mindre tegelbyggnader som finns samt den byggnaden längst österut i undersökningsområdet bedöms dock ha förhållanden när generella antagandet.

5.4.4.1. Avvikelse mot generella antaganden

Inga avsteg bedöms motiverade från generella antagandet för KM/MKM, se tabell 5.8.

Tabell 5.8 Indata för spridning, transport och exponering av ånga från förorening i mark/grundvatten.

Indataparameter	Generellt antagande MKM	Valt värde nutidsscenario A + B (motsvarar MKM)	Valt värde framtidsscenario A+B
Luftvolym inne i byggnad [m ³]	240	240	Ej aktuellt
Luftomsättning i byggnad [ggr/dag]	12	12	Ej aktuellt
Yta under byggnad [m ²]	100	100	Ej aktuellt
Djup till föroreningen [m]	0,35	0,35	Ej aktuellt
Exponeringstid barn [dagar/år]	200	200	Ej aktuellt
Exponeringstid barn [dagar/år]	60	60	Ej aktuellt
Andel inomhusvistelse	1	1	Ej aktuellt

5.4.5. Spridning och exponering av jord och partiklar

Spridning i mark sker främst genom spridning av partiklar, damning, eller omblandning av djur. Ytorna är delvis bebyggda och asfalterade idag samt bevuxna med träd och annan vegetation. I vissa delar ligger dock fyllnadsmaterialet öppet exponerat.

Omblandning av jorden bedöms möjlig, av till exempel bökande djur, men endast i den ytligaste metern. Även i framtidsscenariot kan t.ex. schaktarbeten ge en omblandning. Sådana arbeten styrs dock ofta av riktlinjer i Anläggnings AMA ¹ vilket kortfattat innebär att massorna ska läggas tillbaka på samma nivå som de schaktats. Risker för omblandning bedöms därmed som små. Anläggningsarbeten styrs även av föreskriften om byggnads- och anläggningsarbete AFS 1999:3. Byggarbetsmiljösamordnaren ska säkerställa att riskbedömningar görs innan saneringsarbetena påbörjas. Utifrån resultaten av riskbedömningen görs ett val av vilka skyddsåtgärder som ska vidtas. Personlig skyddsutrustning är ett exempel på skyddsåtgärd. Den personliga skyddsutrustningen väljs utifrån vad man kommit fram till i riskbedömningen varför skydd och exponering vid schaktarbeten bedöms därför som små. Vidare krävs anmälan om schakt i förorenat området enligt miljöbalken, där skydd mot spridning via damning regleras.

Det kan också både i nutidsscenariot och framförallt i framtidsscenariot ske spridning genom skred eller ras av massor. I utloppskanalen är det i huvudsak berg och block i strandkanten idag och risken för erosion är liten. I framtidsscenariot, om vattennivån stiger, kan strandkanten bli mer exponerad för erosion. Nivåskillnaden upp till GEA:s industriområde och de aktuella utfyllnadsområdena är dock stor (ca 7-8 m från vattenytan upp till GEA:s industriområde och ytterligare ca 7-8 m upp till Koltorpet) och erosion via höjd vattennivå är mindre trolig. Höjdskillnaderna ger dock att området är relativt känsligt för skred, ras och erosion vid skyfall som i framtidsscenariot kan antas öka.

Den grova slaggfyllningen bedöms ha en begränsad exponeringsrisk då den till stor del är täckt av vegetation eller annan yta idag och omflyttning är mindre trolig. Den fina fraktionen som huvudsakligen är stoft från anläggningen som finns i byggnader, i högar i EO7 samt allmänt på ytor i hela området bedöms innebära en större risk för exponering jämfört med generella antagandet för MKM. Även om också stoftet delvis är täckt av vegetation eller annan yta idag ligger också materialet mer tillgängligt för exponering då det finns även i byggnader. Det är också väldigt finkornigt och bedöms kunna spridas lättare i luften. Dessutom bedöms tiden för exponering kunna vara något längre än i generella antagandet då det även finns lokaler för fritidsverksamhet på området. För att inte underskatta riskerna har generella antaganden för KM-scenariot använts både för nutids- och framtidsscenario, se tabell 5.9.

Markens fysikaliska egenskaper har inte kontrollerats i någon större utsträckning, men då det till stor del rör sig om slagg och stoftfyllning bedöms generella antaganden från naturlig genomsläpplig jord inte underskatta riskerna.

¹ Allmän material- och arbetsbeskrivning

Tabell 5.9 Jord och grundvattendata samt exponeringsdata för jord.

Indataparameter	Generellt antagande MKM	Valt värde nutidsscenario A - och framtidsscenario B (motsvarar KM)	Valt värde nutidsscenario B och framtidsscenario A (motsvarar MKM)
Halt löst/mobilt organiskt kol [kg/dm ³]	0,000003	0,000003	0,000003
Torrdensitet [kg/dm ³]	1,5	1,5	1,5
Halt organiskt kol [kg/kg]	0,02	0,02	0,02
Vattenhalt [dm ³ /dm ³]	0,32	0,32	0,32
Andel porluft [dm ³ /dm ³]	0,08	0,08	0,08
Intag av jord Exponeringstid barn [d/år]	60	200	60
Intag av jord Exponeringstid vuxna [d/år]	200	365	200
Hudupptag Exponeringstid barn [d/år]	60	200	60
Hudupptag Exponeringstid vuxna [d/år]	90	365	90
Inandning damm Exponeringstid barn [d/år]	60	200	60
Inandning damm Exponeringstid vuxna [d/år]	200	365	200

5.4.6. Spridning frifas

Oljeförorening bedöms finnas i frifas i minst ett delområde, EO7. Utbredningen är relativt bra avgränsad. Det finns ytterligare föroreningar av oljekaraktär i EO1, EO8 och EO9 där det är oklart om det finns fri fas förorening.

Det bedöms även finnas fri-fas PAH/tjära i gränsen mellan EO9 och EO10, provpunkt SM9_12. Mängden är dock sannolikt liten utifrån provgruppen, men ingen avgränsning har gjorts.

Förekomst av fri fas förorening är inte avgränsad eller karaktäriserad och ingår inte vidare i riskbedömningen. Dock bör förekomst anses möjlig och beaktas vid riskbedömningen.

5.4.6.1. Avvikelse mot generella antaganden

Inga avsteg.

5.4.7. Spridning via växter

Upptag av föroreningar i växter är trolig, men inte undersökt. På industriområdet finns inte så mycket växter, men på t.ex. Koltorpet och i utkanten av industriområdet finns större träd. Någon större odling av växter bedöms inte vara aktuellt på området med hänsyn till verksamhet som industriområdet samt att den grovkorniga matrisen och avsaknad av mullager idag gör odling omöjlig. I ett framtidsscenario kan odling vara

aktuellt, dock inte enligt gällande detaljplan. Exponering via intag av växter bedöms därmed endast möjlig i framtidsscenario B när området iordningsställts som parkmark.

5.4.7.1. Avvikelse mot generella antaganden

Inga avsteg.

Tabell 5.10 Jord och grundvattendata samt exponeringsdata för jord.

Indataparameter	Generellt antagande MKM	Valt värde Nutidsscenario A+B Framtidsscenario A	Valt värde Framtidsscenario B (motsvarande KM)
Intag av växter Konsumtion, barn [kg/dag]	-	-	0,25
Intag av växter Konsumtion, vuxna [kg/dag]	-	-	0,4
Andel från odling på plats [-]	-	-	0,1

5.4.8. Ändring i modellparametrar

Inga ändringar i modellparametrar bedöms motiverade.

5.4.8.1. Avvikelse mot generella antaganden

Inga avsteg.

6. FÖRSLAG TILL PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN

Föroreningar av olja, tjära, dioxin är inte avgränsade och karakteriserade och bör därför inte ingå i beräkning av platsspecifika riktvärden för hela området. Klorerade alifater har endast indikerats i någon punkt och ingår inte vidare i riskbedömningen. Fokus ligger därför på de utfyllnader av stoft och slagg som återfinns över stora delar av området. I slagg och stoft bedöms följande föroreningar vara av intresse för beräkning av platsspecifika riktvärden; arsenik, bly, kadmium, PAH, koppar, krom, nickel, kobolt, vanadin, molybden och zink samt även kvicksilver och krom 6+ som påvisats i halter över KM. Utöver det har spridda föroreningar av PCB och cyanid påvisats i halter över KM som sannolikt inte är föroreningar som kan avgränsas inom området och därför ingår i riskbedömning av slagg och stoft. För eventuella övriga ämnen används generella riktvärden för MKM vid fortsatt riskbedömning.

Riktvärdena är uppbyggda av hälsoriskbaserat riktvärde, miljöriskbaserat riktvärde och skydd mot spridning till grundvatten och ytvatten, se tabell 6.1.

Tabell 6.1 Förslag till platsspecifika riktvärden för mark jämfört med generella riktvärden för nutids- och framtidsscenario.

Ämne	Generellt riktvärde MKM (mg/kgTS)	Hälsoriskbaserat riktvärde			Miljöriskbaserat riktvärde	Skydd mot spridning (gv/ytv) riktvärde	
		Nutidssc. A (mg/kgTS)	Nutidssc. B/ Framtidssc. A (mg/kgTS)	Framtidssc. B (mg/kgTS)		Gv (mg/kgTS)	Ytv (mg/kgTS)
Arsenik	25	9,1	25	2,5	40	13	4000
Bly	400	220	740	120	400	77	40 000
Bly-mod ¹	-	220	740	120	400	770	400 000
Kadmium	12	21	64	1,3	12	4,3	180
Kobolt	35	220	720	26	35	13	2 700
Koppar	200	41 000	96 000	2 600	200	260	27 000
Krom	150	230 000	750 000	120 000	150	320	20 000
Krom-mod ¹	-	230 000	750 000	120 000	150	3200	200 000
Krom 6+	10	37	71	35	10	3,3	210
Kvicksilver	2,5	2,1	2,4/50	0,72	10	1,3	27
Molybden	100	1 600	5 400	140	150	24	1 100
Nickel	120	990	2 400	390	120	26	13 000
Nickel-mod ¹	-	990	2 400	390	120	260	130 000
Vanadin	200	1 400	4 700	1 000	200	260	22 000
Zink	500	49 000	160 000	3 200	500	520	110 000
Zink-mod ¹	-	49 000	160 000	3 200	500	5200	ej begr.
PAH L	15	170	170/10 000	150	15	3,1	1 600
PAH M	20	20	21/630	35	40	9,8	1 300
PAH H	10	5,6	17/18	1,5	10	3,2	1 700
PCB	0,2	0,08	0,26/0,27	0,001	0,6	0,033	17
Cyanid tot	120	1 000	4 600	470	120	22	2 300

¹ Justerat Kd-värde med faktor 10.

För Nutidsscenario A, där mark och byggnader används som idag, har ett PSRV1 beräknats där skydd för markmiljö och grundvatten inte antas vara styrande och inte beaktas. Skydd för ytvatten beaktas dock. Nutidsscenario B, där området används som ett MKM-område enligt generella antaganden, men där skydd för markmiljö och grundvatten inte är styrande kallas PSRV2. Skydd för ytvatten beaktas.

För framtidsscenario A, där byggnaderna har förfallit och området används som MKM-området kallas PSRV3. Skydd för markmiljö och grundvatten har inte antagits vara styrande för PSRV3. Skydd för ytvatten beaktas

Framtidsscenario B, där byggnaderna har rivits och området ställts om till parkmark utgår det hälsoriskbaserade riktvärdet från exponeringstider och situationer likt generella antagandet för KM. Skydd för markmiljö och ytvatten bör beaktas i detta

riktvärde, men skydd för grundvatten bör inte vara styrande. Riktvärdet kallas PSRV4. Uttagsrapport från beräkningsprogrammet för PSRV1-4 redovisas i bilaga 5.

7. UTVÄRDERING AV BERÄKNADE PSRV

Utgångsläget för alla beräkningar har varit generella scenariot för mindre känslig markanvändning, där endast ett fåtal parametrar har justerats. Det som bedöms ha haft störst effekt är;

- Justeringen av det förorenade områdets area, vilket innebär att den beräknade belastningen från området blir större och riktvärdena generellt lägre.
- Justering av Kd-värden för metallerna bly, krom, nickel och zink
- I framtidsscenario B med parkmark där intag av växter är aktuellt
- I framtidsscenario A och B, där inandning av ånga inte är aktuellt då byggnader saknas.

Det är ingen skillnad mellan de olika scenarierna som studerats avseende skydd av grundvatten och ytvatten samt skydd av markmiljön på platsen. Skydd för markmiljö och grundvatten bör dock inte vara styrande för beräknade riktvärden enligt kap 5.3.4 och 5.4.2, förutom avseende markmiljöskydd för Framtidsscenario B.

8. SAMMANFATTANDE RISKBEDÖMNING

8.1. Scenarier

Nutidsscenario A beskriver exponeringssituationen idag med högre skydd för människor än MKM med hänsyn till att området används för både arbete och fritidsaktiviteter, samt att exponering av damm i byggnader inte följer något av de generella KM eller MKM-scenarierna. Det motsvarar mer exponering från jordgolv i byggnad och det känsligare alternativet bör väljas för att inte underskatta risker.

Skydd för markmiljö bör inte vara styrande för riktvärde i utfyllnadsområden där fyllnadsmaterialet liknar mer ett konstruktionsmaterial och PSRV1 bör inte ta hänsyn till markmiljöskyddet. Den aktuella grundvattenvolymen har initialt bedömts vara liten, vilket kan motivera mindre skyddsbehov. PSRV1 bör därför inte heller ta hänsyn till grundvattenskyddet. Ytvattnet ska skyddas.

Nutidsscenario B, där industribyggnader med pågående verksamhet har åtgärdats med avseende på stoft i byggnader och hägnats in så att området enbart används av vuxna

yrkesarbetande. I övrigt är Nutidsscenario A och B lika varandra. PSRV 2 bör inte ta hänsyn till markmiljö- eller grundvattenskydd.

Då inga tydliga planer för området finns idag och byggnaderna delvis är i dåligt skick har antagits ett möjligt Framtidsscenario A där byggnaderna förfallit som de är och föroreningar av stoft i byggnader blir kvar som markförorening. Marken antas fortsätta användas som MKM-område med t.ex. lagrings- och uppställningsytor. I scenariot ingår även klimatpåverkan med något högre vattenstånd, så att 2 meter förorening under grundvattennivån antas istället för 1 m. Skydd för markmiljö bör inte vara styrande för riktvärde i utfyllnadsområden där fyllnadsmaterialet liknar mer ett konstruktionsmaterial och PSRV3 bör inte ta hänsyn till markmiljöskyddet. Den aktuella grundvattenvolymen har initialt bedömts vara liten, vilket kan motivera mindre skyddsbehov. PSRV3 bör därför inte heller ta hänsyn till grundvattenskyddet. Ytvattnet ska skyddas och i framtiden kan antas att flödet i utloppskanalen ökar så att sedimenten spolats ut i övriga Gullspånsälven.

Framtidsscenario B är motsvarande Framtidsscenario A, men byggnaderna har rivits och marken har ställts om till parkmark och odling eller växtlighet med ätbara växter antas förekomma. Detta kräver sannolikt utbyte av mullskikt, vilket gör att halterna minskar i växtzonen. Markmiljöskydd har ändå antagits krävas i större utsträckning än i övriga alternativ och motsvarar MKM-nivå. I övrigt är alternativet lika som Framtidsscenario A. PSRV 4 bör inte ta hänsyn till markmiljö- eller grundvattenskydd.

Uttagsrapporter redovisas i bilaga 5.

8.2. Bedömning av om betydande kunskapsluckor

Det bedöms finnas flera kunskapsluckor i underlaget för riskbedömningen som har mer eller mindre betydelse för resultatet.

Det finns flera föroreningar som inte är avgränsade. I EO8 och EO9 indikeras flera typer av föroreningar, metaller och olja, där inget föroreningsmönster har bildats utifrån utförd provtagning. Metallföroreningar kan antas följa lakningsegenskaper och sammanställning

Grundvattnet är provtaget i liten omfattning i denna undersökning och den hydrogeologiska modellen över området är inte upprättad. Bedömningen av påverkan på grundvattnet baseras därför på många antaganden.

Dioxin är påvisat i klart förhöjda halter, men endast fåtal prov är analyserade. Den generella föroreningssituationen avseende dioxin är inte klarlagd.

I utfyllda områden som Koltorpet och EO10 har inte naturliga massor påträffats i botten, varför volymen utfyllda massor grundas på antaganden som inte kunnat verifieras.

8.3. Jämförelse mellan representativa halter och haltkriterier

För EO7 och Koltorpet har SSP provtagning utförts på fyllnadsmaterialet och erhållna halter kan ses som representativa medelhalter i respektive utfyllnadsvolym. För övriga delområden är föroreningarna inte avgränsade eller provtagna systematiskt så att representativa medelhalter kan beräknas. Istället görs jämförelse med högsta halt för att bedöma om ytterligare utredning eller åtgärd kan vara motiverad. Jämförelsen sammanställs i tabell 8.1 nedan.

Tabell 8.1 Sammanställning av jämförelse mellan uppmätta halter på laboratorium i mark med PSRV1. De ämnen med justerade Kd-värden för utlakning, Pb-mod, Cr-mod, Ni-mod och Zn-mod bedöms endast ha inverkan på risker för grund- och ytvatten – varför de inte finns med i tabellen för hälsorisker och miljörisker.

	Ämne som förekommer i halt som kan utgöra <u>hälsorisk</u> Nutidssc.. A	Ämne som förekommer i halt som kan utgöra <u>hälsorisk</u> Nutidssc. B	Ämne som förekommer i halt som kan utgöra <u>hälsorisk</u> Framtidssc.A	Ämne som förekommer i halt som kan utgöra <u>hälsorisk</u> Framtidssc.B	Ämne som förekommer i halt som kan utgöra <u>markmiljörisk</u>	Ämne som förekommer i halt som kan utgöra risk för <u>grundvatten</u>	Ämne som förekommer i halt som kan utgöra risk för <u>ytvatten</u>
EO1	As, Co, Ni, Pb, PAH, PCB	Co, Ni, PAH	Co, Ni, PAH	As, Cd, Co, Ni, Mo, Pb, PAH, PCB	Co, Cr, Cu, Ni, Mo, V, Olja, PAH	As, Cd, Cr, Cr-mod, Cu, Co, Ni, Ni-mod, Mo, Pb, V, PAH, PCB	Mo
EO2	As, Pb, PAH	Pb, PAH	Pb, PAH	As, Pb, PAH	Pb, PAH	As, Ni, Pb, Mo, PAH	
EO3	As, Pb, PAH	As, Pb	As, Pb	As, Cd, Pb, Mo PAH	As, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo	As, Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Pb-mod, Zn, Mo, PAH	
EO4	As, PAH	As, PAH	As, PAH	As, Pb, PAH	Cu, PAH	As, Co, Cu, Ni, Pb, Mo, PAH	
EO6				Co	Co, Ni	Co, Ni, Mo	
EO7	As, Ni, Pb, Mo, Olja, dioxin	As, Olja, dioxin	As, Olja, dioxin	As, Cd, Co, Ni, Pb, Mo, Olja, dioxin	As, Co, Cr, Cu, Ni, Mo, Olja	As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Ni-mod, Pb, Zn, Mo, Cr6+, Olja, PAH, dioxin	Mo
EO8	As, Pb, Mo, PAH	As, Pb, PAH	As, Pb, PAH	As, Pb, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Mo PAH	Cr, Cr6+, Cu, Co, Ni, Pb, Zn, V, Mo, PAH	As, Co, Cr, Cr6+, Cu, Ni, Ni-mod, Pb, Zn, V, Mo, PAH	Mo
EO9	As, Pb, PAH	PAH	PAH	As, Cd, Co, Cu, Pb, Mo, PAH, PCB	Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo, PAH	As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo, PAH	
EO10	As, Ni, Pb, Cd	As, Pb, Cd	As, Pb, Cd	As, Co, Ni, Pb, Mo, Cd, PAH	As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo	As, Cd, Co, Cr, Ni, Ni-mod, Pb, Pb-mod, Zn, Mo, PAH	
Koltorpet ¹	As, Co, Ni, V, PAH	As, Co, Ni, V, PAH	As, Co, Ni, V, PAH	As, Co, Ni, V, Mo, PAH	Co, Cr, Cu, Ni, V, Mo, PAH	As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Ni-mod, Pb, V, Mo, PAH	Ni, Mo

1) Ämnena markerade med fetstil avser samlingsprov med SSP i Koltorpets EO1. Övriga ämnen överskrider i ett eller flera stickprov från Koltorpets EO2, EO3 eller EO4.

8.4. Styrande miljö- och hälsorisker och behov av riskreducering

8.4.1. Markmiljö

För samtliga delområden som är undersökta framgår av tabell 8.1 att det är många ämnen som påverkar och utgör risk för markmiljön på platsen. I tidigare resonemang i utredningen har det bedömts att skydd för markmiljö inte bör vara styrande för riktvärde i utfyllnadsområden där fyllnadsmaterialet liknar mer ett konstruktionsmaterial.

Bedömningen är att så är fallet i delområden Koltorpet och EO10. För Koltorpet och EO11 har det i tidigare resonemang dock bedömts motiverat med ett högre markmiljöskydd, då dessa delar har mer karaktär av parkmark eller strövområde än resterande del av undersökningsområdet. I övriga delar är det mer uppblandat material och inte främst utfyllnad. I dessa delar krävs riskreduktion för att skydda markmiljön på platsen, dock bedöms mark under befintliga byggnader inte vara i behov av markmiljöskydd idag, men i framtidsscenariot när byggnaderna inte finns kvar bör skydd för markmiljön finnas.

Riskreduktion för markmiljö krävs i olika omfattning över området.

8.4.2. Grundvatten

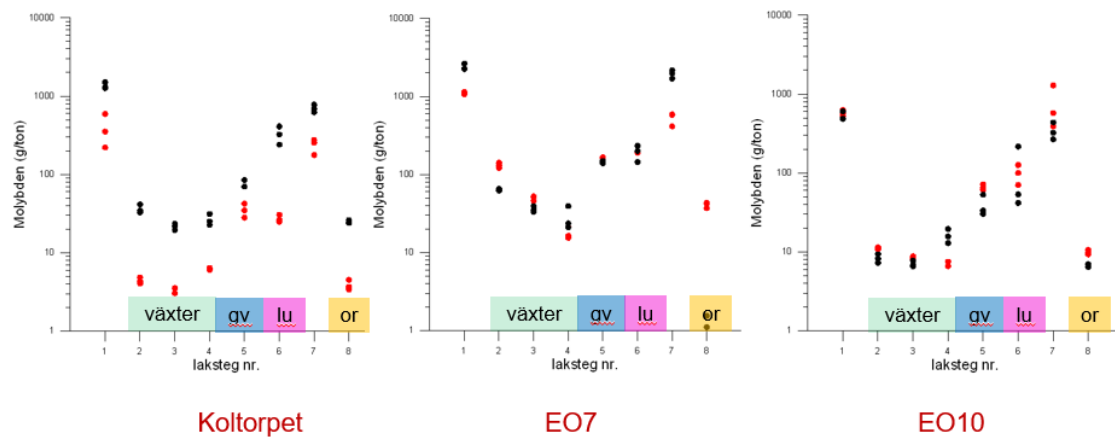
För samtliga delområden som är undersökta framgår av tabell 8.1 att det är många ämnen som påverkar och utgör risk för spridning till grundvatten. Om man ser till grundvattnets flödesriktning mot Gullspångsälven och att det är en begränsad grundvattenakvifär som finns i påverkansområdet är skyddsvärdet av grundvattnet inte så stor. Grundvattnet ska i så fall primärt inte utgöra en risk för närbeläget ytvatten.

Behovet av riskreduktion för grundvatten styrs av skyddsvärdet på grundvattenförekomsten. Denna bör utredas ytterligare.

8.4.3. Ytvatten lösta ämnen

Risk för ytvatten bedöms dock finnas med avseende på lakning och transport av molybden. Lakttesterna visar på hög lakning av ämnet och trots mycket hög utspädning i ytvatten bedöms risker för ytvatten förekomma. Provtagning av ytvatten har dock inte utförts för att bekräfta om förhöjda halter molybden förekommer. I de få grundvattenprover som finns har halter molybden påvisats som överskrider dubbla grundvattenkriteriet ($C_{crit-gw}$) i Naturvårdsverkets beräkningsmodell. I ett prov överskrider den halten med 100 gånger.

På Koltorpet och EO7 är halten Mo ca 1000 g/ton och i EO10 är halten något lägre, se figur 8.1. Omkring 1% är tillgängligt för växter i EO10 och på Koltorpet, medan ca 10% är tillgängligt i EO7. Lakningen kan även ses öka om materialen blir stående under vatten, men K_d värdet i det fallet underskrider ändå inte generella antagandet, förutom för grovfraktionen på EO7 där lakningen är ca 20% högre än vad generella antagandet anger. Ingen generell justering i modellen har dock gjorts i framtidsscenariot.



Figur 8.1 Sekventiell lakning för Molybden, där laksteg 1 avser totalhalt, laksteg 2-4 motsvarar ungefär det som är tillgängligt för växter, laksteg 5 är vad som kan laka om materialet blir stående under vatten, laksteg 6 vad som är mobila andelen vid kontakt med luft, laksteg 7 är det som är kvar efter lakning och laksteg 8 är det som är tillgängligt vid oralt intag. Svarta prickar är finfraktion (3 replikat) och röda prickar grov fraktion som krossats innan laktest.

En generell halt på 1000 mg Mo/kg TS kan i enligt Naturvårdsverkets modell beräknas ge upphov till en transport på ca 44 kg Mo till ytvatten per år via grundvattentransport och ca till 3 µg Mo/kg fisk utifrån antagna förorenade volymer. Förväntade halter i ytvatten är 0,0003 mg/l. Enligt ett examensarbete från Uppsala universitet (2008) bedöms effekter på fisk uppstå först vid halter i ytvatten på minst 1 mg/l, vilket gör att risk för påverkan i Gullspångsälven är liten.

Även halten nickel är hög i ett stickprov från Koltorpet och bedöms kunna utgöra risk för ytvattnet. Det avser då inte hela Koltorpet och sett till laktest från området indikeras att lakbarheten hos just nickel har överskattats. Det korregerade riktvärdet Ni-mod överskrider inte. Om dagvattenledning från Koltorpet kan föra med sig föroreningar från delområden som representeras av stickprovet i fråga skulle påverkan kunnat ske.

Riskreduktion avseende molybden för skydd av lösta ämnen i ytvatten krävs för EO1, EO7, EO8 och Koltorpet.

8.4.4. Partiklar till ytvatten och sediment

Transport av kraftigt förorenat sediment till ytvatten kan ske i dagvattensystemet. Oavsett om spridningsvägarna inte är utredda eller om mängderna sediment som kan transporteras inte är kvantifierade så innehåller sedimenten i dagvattensystemet mycket höga totalhalter och bedöms förr eller senare kunna hamna i utloppskanalen. Dessa utgör potentiellt tillskott av sediment i utloppskanalen. Förhöjda halter i sedimenten i utloppskanalen har också redan påvisats i tidigare utredning. Även om spridningsrisken för sediment i utloppskanalen skulle bedömas som små idag och inte utgöra en risk för ytvattnet så innebär det en potentiell framtida risk för spridning till Gullspångsälven. Flödet kan komma att öka om kanalen utnyttjas som sidofåra till Gullspångsälven för utjämning av flöden.

Båda dessa risker bör reduceras till att i första hand förhindra att mer sediment hamnar i utloppskanalen och andra hand att förhindra spridning av befintliga sediment ut från utloppskanalen.

8.4.5. Hälsorisker

Även om man bortser från skydd av markmiljö och skydd av grundvatten så kvarstår hälsorisker enligt bedömningen för i stort sett alla undersökta delområden. För Framtidsscenario B med parkmark och ätbara växter är det betydligt fler ämnen som kräver riskreduktion, medan Nutidsscenario B där det antas att byggnaderna är åtgärdade innebär färre ämnen som kräver riskreduktion. Det är dock i alla fall i huvudsak arsenik, bly och PAH som utgör en risk. För PAH M är det inandning av ånga som är styrande och riskerna för inandning av vissa PAH kan reduceras med tekniska lösningar. I riskbedömningen har exponeringstiden ökat utifrån generella antaganden för MKM med hänsyn till att området är öppet och både industriverksamhet och fritidsverksamhet finns i området.

Riskreduktion avseende exponeringsrisker krävs för;

- Nutidsscenario A och Framtidsscenario A avseende As, Co, Cd, Ni, Mo, Pb, olja, PAH, PCB och dioxin.
- Nutidsscenario B avseende As, Co, Cd, V, Ni, Pb, olja, PAH, PCB och dioxin.
- Framtidsscenario B avseende As, Cd, Co, Cu, Ni, Mo, Pb, Hg, PAH, PCB, olja och dioxin.

8.5. Behov av riskreduktion med PSRV1 som åtgärds mål

Nutidsscenario A motsvarar den situation som finns där idag och då inga specifika planer för området finns är även Framtidsscenario A ett möjligt scenario som kan ske spontant om inga åtgärder mot påträffade föroreningar görs. Det är dock ett framtidsscenario som inte inträffat ännu, varför Nutidsscenario A, PSRV1, bedöms vara mer relevant att jämföra mot och vad som bör gälla som åtgärds mål.

Riskreduktion för att uppnå PSRV1 som åtgärds mål krävs avseende As, Co, Cd, Ni, Mo, Pb, olja, PAH, PCB och dioxin för exponeringsrisker i EO1, EO2, EO3, EO4, EO7, EO8, EO9, EO10 och Koltorpet samt för Mo i EO1, EO7, EO8 och Koltorpet avseende ytvatten. Eventuellt behov av riskreducering för Ni från Koltorpet avseende skydd för ytvatten behövs utredas ytterligare.

9. ÖVERSIKTLIG ÅTGÄRDSUTREDNING

9.1. Allmänt

Inom ramen för denna inledande huvudstudie har endast en mycket översiktlig åtgärdsutredning utförts, då föroreningarna inte fullt ut är identifierade och avgränsande.

De efterbehandlingsåtgärder som utreds ska ha möjlighet att uppfylla Naturvårdsverkets krav på åtgärder som utförs med statliga bidrag. Detta innebär bland annat att åtgärden skall vara permanent och av engångskaraktär, att åtgärden skall reducera riskerna i tillräcklig omfattning, att åtgärden skall vara kostnadseffektiv, att bästa tillgängliga teknik (BAT) skall användas och att behovet av framtida kontroller/restriktioner skall minimeras.

Kravet avseende att åtgärden ska vara permanent och av engångskaraktär kan begränsa möjligheter för innovativa åtgärdsmetoder och bör inte vara styrande för utredningen i detta tidiga skede.

9.2. Åtgärdsbehov

De föroreningar som ska riskreduceras för Nutidsscenario A är arsenik (As), kobolt (Co), kadmium (Cd), nickel (Ni), molybden (Mo), bly (Pb), olja, PAH, PCB och dioxin i mark för skydd mot hälsorisker. Detta gäller för EO1, EO2, EO3, EO4, EO7, EO8, EO9, EO10 och Koltorpet. Genom åtgärd i mark bedöms behov av åtgärder i grundvatten inte motiverat. Skydd för spridning i grundvatten som kan påverka ytvatten krävs dock avseende molybden från egenskapsområde EO1, EO7, EO8 och Koltorpet.

Utöver det krävs åtgärder att förhindra att mer sediment hamnar i utloppskanalen och efter det krävs även åtgärder för att förhindra spridning av befintliga sediment ut från utloppskanalen.

Tabell 9.1 Uppskattade mängder förorenad jord och stoft som kräver riskreducering enligt PSRV1.

Egenskaps- område	I byggnad yta [m ²]	I byggnad volym [m ³]	Yta total [m ²]	Djup [m]	Volym [m ³]
EO1 undersökt	4 000	200	4 000	1	4 000
EO1 ej undersökt	1 600	-	1 600	1	1 600
EO2	1 300	13	1 300	0,95	1 235
EO3 hela ytan	150	75	890	2,5	2 225
EO3 plan 2	740	74	740	-	-
EO4	1 400	140	1 400	0,23	322
EO6 ej undersökt	-	-	850	-	-
EO7_1 hela ytan	-	-	2 600	0,5	1 300
EO7_1 oljaförorening	-	-	450	1	450
EO7_2	-	-	2 000	0,5	1 000
EO8 antagen förorenad yta	-	-	5000	2,1	10 500
EO8 antagen olja	-	-	600	1	600

Egenskaps- område	I byggnad yta [m ²]	I byggnad volym [m ³]	Yta total [m ²]	Djup [m]	Volym [m ³]
EO9 antagen förorenad yta	-	-	3 550	0,9	3 195
EO10	-	-	5 800	2,5	14 500
Koltorpet max- volym	-	-	8 000	1,575	12 600
Utløpskanalen			5 400	0,5-1	2 700- 5 400
Totalt (avrundat exkl utløpskanalen som inte är undersøkt)	7 600	500	34 500	0-2,5	51 500

I byggnader bedöms det finnas 500 m³ stoft som ska åtgärdas. Total vikt uppskattas till 1000 ton. Stoftet ska antas vara farligt avfall och delar av stoftet kan inte deponeras på deponicell för farligt avfall utan förbehandling.

I byggnader finns även vatten och betong som misstänks vara förorenat. Ytterligare utredning krävs.

Rörledningar i området uppskattas mycket grovt till ca 2 500 löpmeter. Om varje löpmeter innehåller 1 cm slam i ca 10 cm bredd så finns totalt ca 2,5 m³ sediment i ledningarna. Totalt uppskattas att det finns ca 70 st brunnar på området. Om varje brunn innehåller ca 10 l sediment så finns ca 1 m³ sediment i brunnarna. Totalt finns då mindre än 5 m³ sediment i rörledningarna.

Under byggnader kan åtgärder krävas, men riskerna med föroreningarna bedöms som begränsade så länge byggnaderna finns kvar. Totalt uppskattas ca 14 300 m³ mark vara förorenade under byggnader. I tabell 9.1 har volymen under byggnad i EO8 antagits ingå i antagen förorenad yta, varför den inte finns med i tabellen. I de fall PAH M och risk för inandning av ånga blir styrande kan riskreduktion för att förhindra exponering av ånga vara lämplig åtgärd. Vid nyproduktion räknas merkostnaden för radonsäkert byggande utgöra en liten del av produktionskostnaden, omkring 200 kr/m² bottenplatta. Åtgärder i befintliga byggnader är dyrare.

Utanför byggnader uppskattas de förorenade volymerna till volymer enligt tabell 9.2.

Tabell 9.2 Volymer utanför byggnader som bedöms behöva riskreducering.

Egenskaps- område	Volym	Ämnen över åtgärdsgräns	Antagen avfallsklass
EO7_1	1 750 m ³	As, Ni, Pb, Mo, Olja, dioxin	FA
EO7_2	1 000 m ³	As, Ni, Pb, Mo, Olja, dioxin	FA
EO8	1 100 m ³	As, Pb, Mo, PAH, olja?	IFA-FA
EO9	3 195 m ³	As, Pb, PAH, olja?	IFA-FA

Egenskaps- område	Volym	Ämnen över åtgärdsgräns	Antagen avfallsklass
EO10	14 500 m ³	As, Ni, Pb, Cd	IFA-FA
Koltorpet	12 600 m ³	As, Co, Ni, V, PAH	FA
Utlöpskanalen	2 700 -5 400 m ³	Metaller, olja, PCB, dioxin	IFA-FA

9.3. Tillgängliga åtgärds tekniker för föroreningar enligt kap 9.2

9.3.1. För byggnader

Invändiga ytor i byggnaderna grovrengörs med torrsugning, men sannolikt krävs även rengöring med högtryckstvätt och vid behov avfettningsmedel då dammet antas ha god vidhäftning till ytorna. Tvättning sker uppifrån och ner, efter att golvet tätats. Användning av tvättvatten ska dock minimeras då vattnet omhändertas som farligt avfall.

Åtgärder som innebär blästring eller kolsyreblästring finns också tillgängliga, men bedöms vara dyrare alternativ och används oftast vid omställning till känsligare användning av lokalerna som kontor eller bostäder då även en bit av ytskiktet behöver åtgärdas. Så länge byggnaderna ska fortsätta användas för industriverksamhet bedöms det inte finnas behov av sanering in i ytskiktet. Tillkommer gör även åtgärder för fallfärdigt tak, som inte ingår i kostnadsberäkningen.

Kostnad för torrsugning och eventuell tvättning av ytor, med totalt ca 1000 ton damm och tillkommande ca 250 ton vatten, bedöms mycket grovt kosta omkring 5,5 MSEK bara i deponikostnad för avfallet. Entreprenaden bedöms mycket grovt uppgå till ca 0,5 MSEK.

Det finns redan misstänkt förorenat vatten i källarutrymmen. Omhändertagande av det vattnet, om det är farligt avfall, och om källarutrymmet är 2 m i höjd och till ytan är 10% av ytan för EO1, bedöms uppgå till drygt 1 MSEK.

Kostnad för sanering av andra delar av byggnaderna, inkl betong, har inte beräknats.

För att minska risk för exponering av flyktiga ämnen kan åtgärder för byggnader kompletteras med radonsäkring av byggnader. Detta bedöms vid nyproduktion ge en merkostnad på omkring 200 kr/m². För befintliga byggnader är kostnaden högre och beror på vilka åtgärder som krävs.

9.3.2. Ledningar och brunnar

Åtgärd i ledningar och brunnar rekommenderas endast om andra åtgärder utförs för att förhindra att damm på nytt kan tillföras brunnar och ledningar.

Sanering av ledningar och brunnar bedöms kunna utföras med ungefär samma metod som för damm i byggnader. Torrsugning är dock mindre trolig, men tvättning och slamsugning av ledningar och brunnar kan utföras.

Totalt bedöms åtgärden kosta omkring 250 000 kr, men det kan uppstå fördyringar om det är långa rörsträckor och svårt att komma åt. Om ledningssystemet är trasigt uppstår också fördyringar, då reparationer eller utbyte krävs.

Alternativ åtgärd för riskreducering är att ta ledningarna ur bruk och proppa brunnar och ledningar. Kostnaden för den åtgärden är försumbar i sammanhanget, men denna åtgärd bedöms dock inte innebära någon massreduktion och föroreningen finns kvar på platsen som en potentiell framtida risk. Alternativet bedöms inte uppfylla Naturvårdsverkets krav.

9.3.3. Mark utanför byggnad

Mark utanför byggnader bedöms vara tillgängliga för såväl undersökning som åtgärd. I vissa delar förekommer dock markförlagda ledningar som har förhindrat provtagning. Se sammanställning i tabell 9.3 över tänkbara åtgärder.

Tabell 9.3 Volymen utanför byggnader som bedöms behöva riskreducering.

Egenskaps- område	Volym	Ämnen som ska riskreduceras	Åtgärdsalternativ	Uppskattad kostnad
EO7_1	1 750 m ³	As, Ni, Pb, Mo, Olja, dioxin	Schakt och borttransport i första hand då föroreningen ligger i översta 0,5-1 m och mängden är hanterbar. Blandförorening som det inte finns in-situ metoder för att hantera.	EO7_1 och EO 7_2 antas åtgärdas i gemensam entreprenad. Grov kostnad för schakt, borttransport, deponi FA-massor och återfyllning inklusive saneringsledning och miljökontroll beräknas till mellan 4 – 6,5 MSEK
EO7_2	1 000 m ³	As, Ni, Pb, Mo, Olja, dioxin	Schakt och borttransport i första hand då föroreningen ligger i översta 0,5-1 m och mängden är hanterbar. Blandförorening som det inte finns in-situ metoder för att hantera. Finns även en betongplatta i delar om området som försvårar schakt.	
EO8	1 100 m ³	As, Pb, Mo, PAH, olja?	Området är inte tillräckligt undersökt för att relevanta åtgärdsalternativ ska kunna presenteras. Volymen mycket grovt uppskattad. Resultatet tyder på blandförorening som kan kräva schakt och borttransport eller om det är stora volymer kan inkapsling/stabilisering bli aktuellt. In-situ för att förhindra spridning av Mo till ytvatten kan bli aktuellt.	Ingen åtgärds kostnad har beräknats.
EO9	3 195 m ³	As, Pb, PAH, olja?	Området är inte tillräckligt undersökt för att relevanta åtgärdsalternativ ska kunna presenteras. Volymen mycket grovt uppskattad. Resultatet tyder på blandförorening som kan kräva schakt och borttransport eller om det är stora volymen kan inkapsling/stabilisering bli aktuellt.	Ingen åtgärds kostnad har beräknats.
EO10	14 500 m ³	As, Ni, Pb, Cd	Mycket stor volym, som gör att åtgärd för att förhindra exponering av ytjorden kan vara mer kostnadseffektiv åtgärd. Det kan vara schakt och borttransport av ytjord alternativt inkapsling/påfyllning med jord.	Påfyllning med 0,5 m ren jord ovan materialskiljande lager på ytan bedöms kosta mellan 1-2,6 MSEK

Egenskaps- område	Volym	Ämnen som ska riskreduceras	Åtgärdsalternativ	Uppskattad kostnad
			Schakt och borttransport kräver återfyllning och åtgärder för väg och ledningar då området är bebyggt idag.	Schakt och borttransport exklusive återfyllning bedöms kosta 19-32 MSEK
Koltorpet	12 600 m ³	As, Co, Ni, V, Mo, PAH	Mycket stor volym, som gör att åtgärd för att förhindra exponering av ytvatten kan vara mer kostnadseffektiv åtgärd. Det kan i så fall vara schakt och borttransport av ytvatten alternativt inkapsling/påfyllning med jord. Schakt och borttransport kan i det fallet vara relevant för uppställning av kvarlämnat skrot. In-situ för att förhindra spridning av Mo till ytvatten krävs.	Påfyllning med 0,5 m ren jord ovan materialskiljande lager på ytan bedöms kosta mellan 1,4-3,6 MSEK. Schakt och borttransport av skrot i markytan (uppskattad mängd motsvarande ca 1000 m ³ jordschakt) bedöms kosta mellan 1-1,5 MSEK Schakt och borttransport exklusive återfyllning bedöms kosta 16-20 MSEK
Utløpskanalen	2 700-5 400 m ³	Metaller, olja, PCB, dioxin	Muddring i utløpskanalen bedöms kunna utföras relativt enkelt utan större påverkan på Gullspångsälven. Området är en avgränsad kanal som lätt kan skämmas av med siltskärn. Inkapsling/stabilisering av sediment bör ske i andra hand då åtgärden inte uppfyller Naturvårdsverkets krav lika bra.	Närmare projektering krävs, men om kostnaden i kr/m ³ motsvarar en grävsanering (vilket inte är ovanligt för större volymer enligt Åtgärdsportalen) uppskattas kostnaden till 3,5-12 MSEK.

För åtgärd av förorenad mark finns några andra åtgärder som inte tagits upp här då de inte bedöms vara lämpliga eller uppfylla Naturvårdsverkets krav.

- Fytosanering (växtsanering) kan användas på ytliga föroreningar där massreduktion över en lång tidsperiod kan uppnås i översta 0,3 cm till i bästa fall 0,5 cm. I det här fallet är föroreningsdjupet större, dock skulle metoden kunna ersätta de fall där övertäckning av massor övervägs. Det krävs dock en viss mullhalt i jorden också som saknas i den slagg och industrifyllning som finns i stora delar av området.
- Jordtvätt kan utföras både in-situ och ex-situ. Ex-situ kräver schakt av massorna och det har behandlats ovan. In-situ kräver genomsläppliga jordar och för PAH och metaller som är partikelbundna krävs att finfraktionen kan extraheras ur jordmatrisen för att uppnå massreduktion, vilket bedöms bli svårt i aktuellt fall. Metoden är mer tillämplig på organiska föroreningar i fri-fas, som inte påträffats i större omfattning.
- Biologisk behandling, kemisk oxidation, flerfasextraktion, air-sparging är exempel på in-situ metoder som i första hand avsedda för petroleumföroreningar och klorerade alifater. Inga större områden förorenade med enbart den typen av föroreningar har påträffats och riskreduktion kan då inte uppnås för hela den behandlade volymen. Metoderna har därmed inte utretts vidare.
- Termisk behandling kan användas för föroreningar som kan förångas, vilket ingår i föroreningsbilden men inte som enskilda ämnen och riskreduktion kan då inte uppnås för hela den behandlade volymen, varför metoden inte utretts vidare.

9.3.4. Mark under byggnad

Mark under byggnader bedöms inte vara möjliga att åtgärda på ett effektivt och hållbart sätt så länge byggnaderna står kvar. Vidare åtgärder för mark under byggnader tas därför inte upp inom ramen för denna översiktliga åtgärdsutredning.

9.3.5. Sammanfattning av uppskattade kostnader

Sammanfattningsvis uppskattas åtgärds kostnader enligt kapitel 9.3 i det här läget till mellan 18-36 MSEK exklusive åtgärder för byggnadsmaterial, mark under byggnad, samt åtgärder i EO8 och EO9.

Schakt och borttransport utan återfyllning eller andra kringkostnader av volymen 52 000 m³ uppskattas till mellan 75-100 MSEK.

9.4. Beskrivning av åtgärds metoder

9.4.1. Rening av molybden i grundvatten – reaktiv barriär

Ingen beprövad metod för rening av molybden i grundvatten har påträffats inom ramen för denna översiktliga åtgärdsutredning. Nedan finns dock några metoder som beskrivs i den vetenskapliga litteraturen och om någon av metoderna ska användas rekommenderas pilotprojekt för att utreda om metoden är gångbar för aktuell användning. Metoderna skulle eventuellt kunna fungera som reaktiva barriärer som grundvattnet får passera innan utflöde i ytvatten.

1. Rening av molybden i grundvatten genom adsorption med chitosan. Chitosan är en katjonisk polysackarid som har en kapacitet att adsorbera 265 mg Mo/g vid 20° C och pH 2,7. Inga uppgifter om åtgärden är utförd i stor skala i grundvatten. Inga kostnader för metoden finns. Tekniken bedöms inte vara beprövad.
2. Vid dricksvattenframställning finns restprodukter av reningsmedel (DWTR) i vattnet som visats vara bra adsorbent för molybden. Studie har gjorts på Mo⁶⁺ som visat på maximal adsorptionskapacitet av DWTR på 31 mg Mo/g vid ca 44° C och pH 2,0. Metoden bedöms ha använts i produktion och inte bara i labbförsök. Tekniken är därför mer beprövad, dock inte för rening av grundvatten. Inga kostnader för metoden finns.
3. Rening av molybden i industriellt avloppsvatten genom adsorption med clinoptilolit zeolit belagd med nanopartiklar av magnetit. Kapaciteten var som bäst omkring 18 mg Mo/g adsorbent och pH 3. Adsorptionen ökar när temperaturen ökar. Studien visar att molybden från industriella avloppsvatten kan renas, och att gränserna som fastställs av Världshälsoorganisationen (restkoncentration av 70 mikrog / l Mo) lätt kan uppnås. Inga uppgifter om åtgärden är utförd i stor skala i grundvatten. Inga kostnader för metoden finns. Tekniken bedöms inte vara beprövad.

4. Rening av vattenlösningar med Mo och As med flotationsmetoder har utförts i labbskala med gott resultat. Inga uppgifter om åtgärden är utförd i stor skala i grundvatten. Inga kostnader för metoden finns. Tekniken bedöms inte vara beprövad.

9.4.2. Schakt och borttransport

Schakt och borttransport av hela föroreningen är möjlig, men det är mycket stora volymer, totalt mellan 50-60 000 m³ (ca 100 000 ton) och vissa delar ligger otillgängligt under byggnad och på stora djup. Det är även storblockigt material som försvårar schakt.

För delar av föroreningen bedöms det dock vara en mer lämplig åtgärd. I EO7 bedöms hela delområdet kunna åtgärdas med schakt och borttransport. I EO10 och på Koltorpet kan översta 0,3-0,5 m mer lättillgängligt åtgärdas med schakt och borttransport och påfyllning med ren mulljord utföras för att förhindra exponering vid användning av marken. Det ger viss riskreduktion och det bedöms inte påverka stabilitet eller utgöra påverkan på landskapsbilden utifrån dagens nivåer. I EO8 och EO9 kan schakt och borttransport av delar av föroreningarna bli aktuell. Områdena är dock inte tillräckligt undersökta för att bedömning ska kunna göras. Mark under byggnader bedöms dock inte kunna åtgärdas med schakt och borttransport.

Fördelen med schakt är att det innebär en massreducering då föroreningen helt eller delvis tas bort. Rester av skrot kan också tas bort, vilket minskar risken att metallskrot kommer upp i markytan i framtiden.

Nackdelen är att hela föroreningen inte åtgärdas och om samma resultat kan uppnås med bara påfyllning av ren jord bedöms schakt och borttransport inte motiverad.

För mer detaljerad åtgärdsutredning rekommenderas att alternativ med olika stor mängdreduktion belyses.

9.4.3. Inkapsling/stabilisering

Fysisk inneslutning med barriärteknik är en metod som innebär att en jordförorening helt eller delvis inkapslas med täta/lågpermeabla barriärmaterial, varvid utlakningen och spridningen till omgivande mark- och vattenområden minskar eller helt upphör.

Metoden kan också användas för att avlänka en spridningsplym så att den inte når fram till en dricksvattentäkt eller en känslig grund- eller ytvattenrecipient. I det här fallet bedöms det vara svårt att avlänka spridning till Gullspångsälven på ett hållbart sätt, då hela det förorenade området behöver kapslas in. Endast barriär mot Gullspångsälven bedöms inte förhindra spridningen, endast förflytta eller fördröja spridningen. Reaktiva barriärer är dock en tänkbar variant på barriärlösning, se 9.4.1.

Solidifiering innebär att föroreningen 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 av föroreningen motverkar spridningen av föroreningar från det förorenade materialet och metoden innebär ingen

massreduktion. Vid stabilisering tillsätts ämnen för kemisk reaktion med föroreningen så att dess laknings- och spridningsbenägenhet reduceras, utan att det förorenade materialet kapslas in. Stabilisering och solidifiering kan tillämpas både in situ och på uppgrävda massor. Då det är flera olika parametrar som ingår i föroreningssituationen försvåras metoden. Ytterligare utredning krävs för att utreda om någon av ovanstående metoder kan användas för delar av de förorenade områdena, t.ex. Koltorpet, EO10.

9.4.4. Muddring

Muddring, om det blir aktuellt, kan utföras med lite olika metoder enligt Åtgärdsportalen:

1. Grävuddring (mekanisk muddring), där sedimenten lyfts från botten med en grävmaskin till en lastbil för borttransport. Då kanalen är ganska smal (max ca 30 m) bedöms en långarmad maskin med räckvidd på minst 16 m kunna nå över hela kanalen om tillträde från båda sidor är möjlig.
2. Sugmuddring (hydraulisk muddring), där sediment sugas upp och pumpas från botten till lastbil eller avvattningsplats på land. Vanligtvis används någon typ av mekanisk losstagnation av sedimenten men sugmuddring kan också ske som slamsugning utan föregående losstagnation.
3. Frysmuddring, där plattor med cirkulerande köldmedium används för frysning av sediment som sedan kan lyftas till en pråm för borttransport.
4. Lågflödesmuddring, är en ny metod som är skonsam mot växt- och djurliv genom att muddringsenheten "svävar" ovanpå botten och suger upp organiskt material, utan att orsaka någon nämnvärd partikelspridning. Sedimentet bärgas lager för lager. Hur djupt varje lager går regleras av lufttryck. Via en flytande slang kan sedimentet lyftas till dumpercontainrar på land som kan fungera likt en trekammarbrunn.

Grävuddring och sugmuddring har använts sedan lång tid tillbaka medan frysmuddring är en relativt ny metod som utvecklats särskilt för muddring av förorenade sediment samt lågflödesmuddring som minskar omgivningspåverkan.

Det ska dock beaktas att det kan finnas stor andel sten, block, ledningar, skrot i sedimenten som försvårar muddring, framförallt för sugmuddring och frysmuddring.

10. REKOMMENDATIONER

Åtgärdsutredningen för GEA är inte fullständig. Övergripande bedöms grundvattenprovtagning och hydrologisk utredning krävas för att bedöma påverkansområdet och skyddsvärdet på grundvattenförekomsten samt förutsättningar för spridning till ytvatten. Ytterligare kontroller för att verifiera flödesuppgifter från tidigare utredning (Tyréns, 2005) rekommenderas.

För de olika delområdena bedöms åtgärdsutredningen i övrigt behöva kompletteras enligt tabell 10.1.

Tabell 10.1 Kvarstående utredningsbehov för att färdigställa riskbedömning per delområde.

Egenskapsområde	Status på åtgärdsutredning
EO1	Kvarstår: 1) Utredda framtida användning och skyddsvärde på byggnaden där förorening finns konstaterat under byggnaden 2) Undersöka del som inte tidigare undersökts pga av att det inte medgavs tillträde 3) Provta och bedöma status på vattnet i källaren
EO2	Kvarstår: 1) Utredda framtida användning och skyddsvärde på byggnaden där förorening finns konstaterat under byggnaden
EO3	Kvarstår: 1) Utredda framtida användning och skyddsvärde på byggnaden där förorening finns konstaterat under byggnaden 2) Projektering av mängd förorenade massor under byggnaden inkl kontroll av grundvatten
EO4	Kvarstår: 1) Utredda framtida användning och skyddsvärde på byggnaden där förorening finns konstaterat under byggnaden
EO5	Kvarstår: 1) Kontroll av inomhusluft i EO5 för att utesluta exponeringsrisker vid fortsatt användning av byggnaderna.
EO6	Kvarstår: 1) Undersöka del som inte tidigare undersökts pga av att det inte medgavs tillträde 3) Provta och bedöma status på grundvatten
EO7	Kvarstår: 1) Kontroll av grundvatten och avgränsning oljeförorening
EO8	Kvarstår: 1) För att fastställa åtgärdsbehovet krävs ytterligare undersökning och avgränsning av föroreningar 2) Utredda framtida användning och skyddsvärde på byggnaden där förorening finns konstaterat under byggnaden
EO9	Kvarstår: 1) För att fastställa åtgärdsbehovet krävs ytterligare undersökning och avgränsning av föroreningar
EO10	Kvarstår: 1) Projektering av åtgärd för reducering av exponeringsrisker.
Koltorpet	Kvarstår: 1) Projektering av åtgärd för reducering av exponeringsrisker

Egenskapsområde	Status på åtgärdsutredning
Utløpskanalen	Kvarstår: 1) Provtagning av sediment och ytvatten som projekteringsunderlag för sanering av sediment
Spårområdet	Kvarstår: 1) Kompletterande provtagning i någon mer punkt för att verifiera tidigare resultat om naturliga massor
Hydrogeologisk utredning	Kvarstår: 1) Utredda grundvattnets påverkansområde och bedöms skyddsvärdet på vattenförekomsten.

11. REFERENSER

BERTONI, F. A., et al. (2018). "Application of chitosan in removal of molybdate ions from contaminated water and groundwater." Carbohydrate Polymers **180**: 55-62

BG&M Konsult AB (2017): Översiktlig miljöteknisk undersökning av Göta Holme. Uppdrag åt Gullspångs kommun.

BG&M Konsult AB (2017): Göta Holme – Förslag till åtgärdsplan. Uppdrag åt Gullspångs kommun.

LIAN, J. J., et al. (2019). "Characteristics and mechanisms of molybdenum(VI) adsorption by drinking water treatment residue." Desalination and Water Treatment **142**: 235-243

NATURVÅRDSVERKET (2002): Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Metodik för inventering av förorenade områden. NV rapport 4918, Stockholm.

NATURVÅRDSVERKET (2009a och 2016): Riktvärden för förorenad mark. NV rapport 5976, Stockholm. Inklusive reviderade bilagor 1-4, juni 2016.

NATURVÅRDSVERKET (2009b): Riskbedömning av förorenade områden. NV rapport 5977, Stockholm.

Svenska Geotekniska Föreningen (2013): Fälthandbok – Undersökningar av förorenade områden. Rapport 2:2013, Göteborg.

SGI (2003): Förenklad riskbedömning på fd Gullspångs Elektrokemiska AB:s område, Göta Holme, Koltorpet och gamla Inloppskanalen i Gullspång. Uppdrag åt Gullspångs kommun.

SGU (2013): SGU-FS:2013:2 Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter om miljö kvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten.

SPI (2011): SPI REKOMMENDATION Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar, Stockholm.

TYRÈNS (2005): Kontrollprogram för utredning av föroreningsspridning från fastighet Elektro m.fl och eventuell påverkan på Gullspångsälven. Uppdrag åt Gullspångs kommun.

UDD & WEDIN (2013): Industrihistorisk inventering av GEA-området i Gullspång, Uppdrag från Länsstyrelsen i Västra Götaland.

Uppsala Universitet (2008): Env. Tox 119 - Anna Stjernström. Examensarbete - "Miljöriskbedömning av molybden. Utsläpp av molybden från Sandvik AB - effekter på Storsjön"

VERBINNEN, B., et al. (2012). "Removal of molybdate anions from water by adsorption on zeolite-supported magnetite." Water Environ Res **84**(9): 753-760

WHO (2011): Guidelines for drinking water enligt www.who.int/en/

WSP (2002): Elektro 6 mfl, fd Gullspångs elektrokemiska, Gullspångs kommun – Miljöteknisk undersökning. Uppdrag åt Gullspångs kommun.

ZHAO, Y., et al. (1996). "Removal of Molybdate and Arsenate from Aqueous Solutions by Flotation." Separation Science and Technology **31**(6): 769-785

BIL 1 PROVTAGNINGSPLAN

BIL 2 RAPPORT INVENTERING AV BYGGNADER PÅ GEA:S OMRÅDE

BIL 3 RESULTATRAPPORT

BIL 4 RAPPORT AVSEENDE JORDMATRISERS LAKNING – ÖU/REMEDY BY SWEDEN

BIL 5 UTTAGSRAPPORTER PSRV

BIL 6 DAGVATTENSYSTEM OCH GRUNDVATTENFLÖDEN