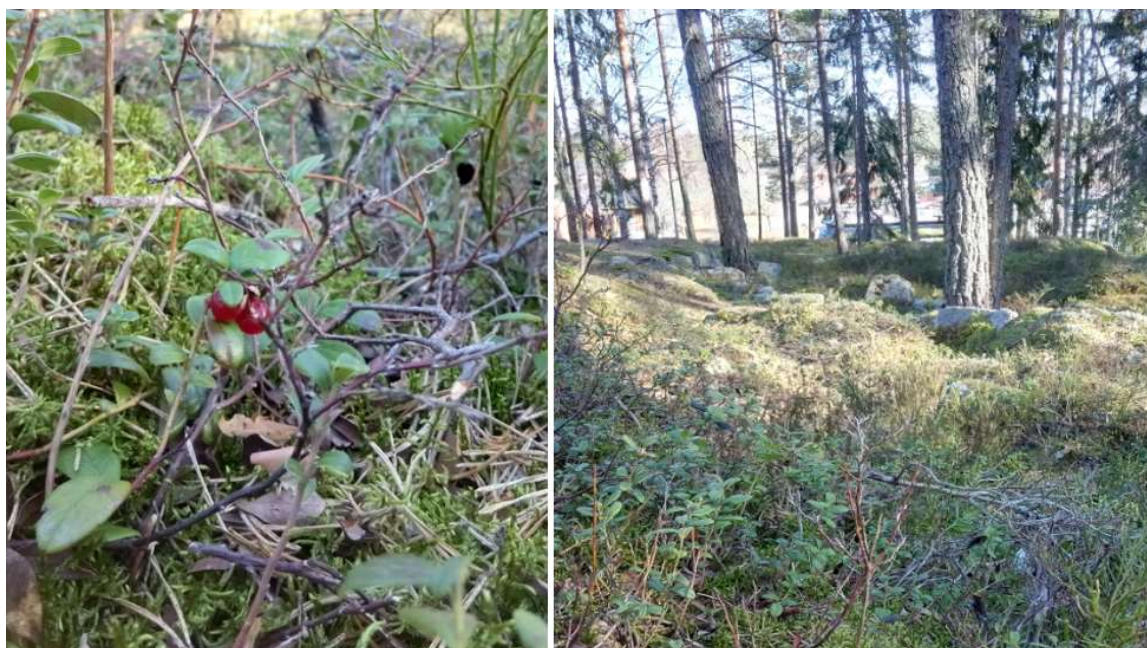


## AB TERRAFORMER

# RAPPORT

Riskbedömning avseende blyförorening  
på del av fastigheterna Stadsskogen 1:1, 2:8 och 2:11



Hällmarkskog och övervintrade lingon nära den före detta skjutbanans målområde. Foto: Terraformer 2021-03-19.



Fastigheter i Linde AB

RAPPORT  
Rev. 2021-10-21

**UPPDRAG**

Dokumentets titel: Riskbedömning avseende blyförening på del av fastigheterna  
Stadsskogen 1:1, 2:8 och 2:11  
Status: Granskad rapport, reviderad 2021-10-21  
Datum: 2021-10-21

**MEDVERKANDE**

Beställare: Fastigheter i Linde AB  
Kontaktperson: Jesper Almlöf  
Uppdragsledare: Jennifer Espling, AB Terraformer  
Kvalitetsgranskning miljö: Per Evenhamre, Evolent AB

AB TERRAFORMER  
Barkaröby 18  
725 91 Västerås

Kontaktperson: Jennifer Espling  
E-post: [jennifer.espling@terraformer.se](mailto:jennifer.espling@terraformer.se)  
Tel. nr: 070-407 06 88

## SAMMANFATTNING

I samband med att förslag till ny detaljplan togs fram för Stadsskogen 2:11 m.fl. (Stadsskogsskolan) undersöktes mark vid en mur som utgjort stomme i ett kulfång. Blyhalterna överskred ställvis akuttoxiska nivåer och föroreningen behövde utredas vidare. Historisk research visade att skjutbanans verksamhetsperiod och geografiska utbredning sannolikt var av större omfattning än vad som tidigare antagits. En markundersökning genomfördes under hösten och vintern 2020 i syfte att avgränsa spridningsområdet och kartlägga föroreningsnivåerna inom spridningsområdet. Undersökningen avbröts efter den inledande provtagningen av ytjord, då det konstaterades att utbredningsområdet för blyföroreningen var så omfattande att det troligen påverkade förutsättningarna för planens genomförande. Resultaten samt allt underlag som tagits fram så långt redovisades i sin helhet i en undersökningsrapport som levererades 2021-03-05 (Terraformer, 2021).

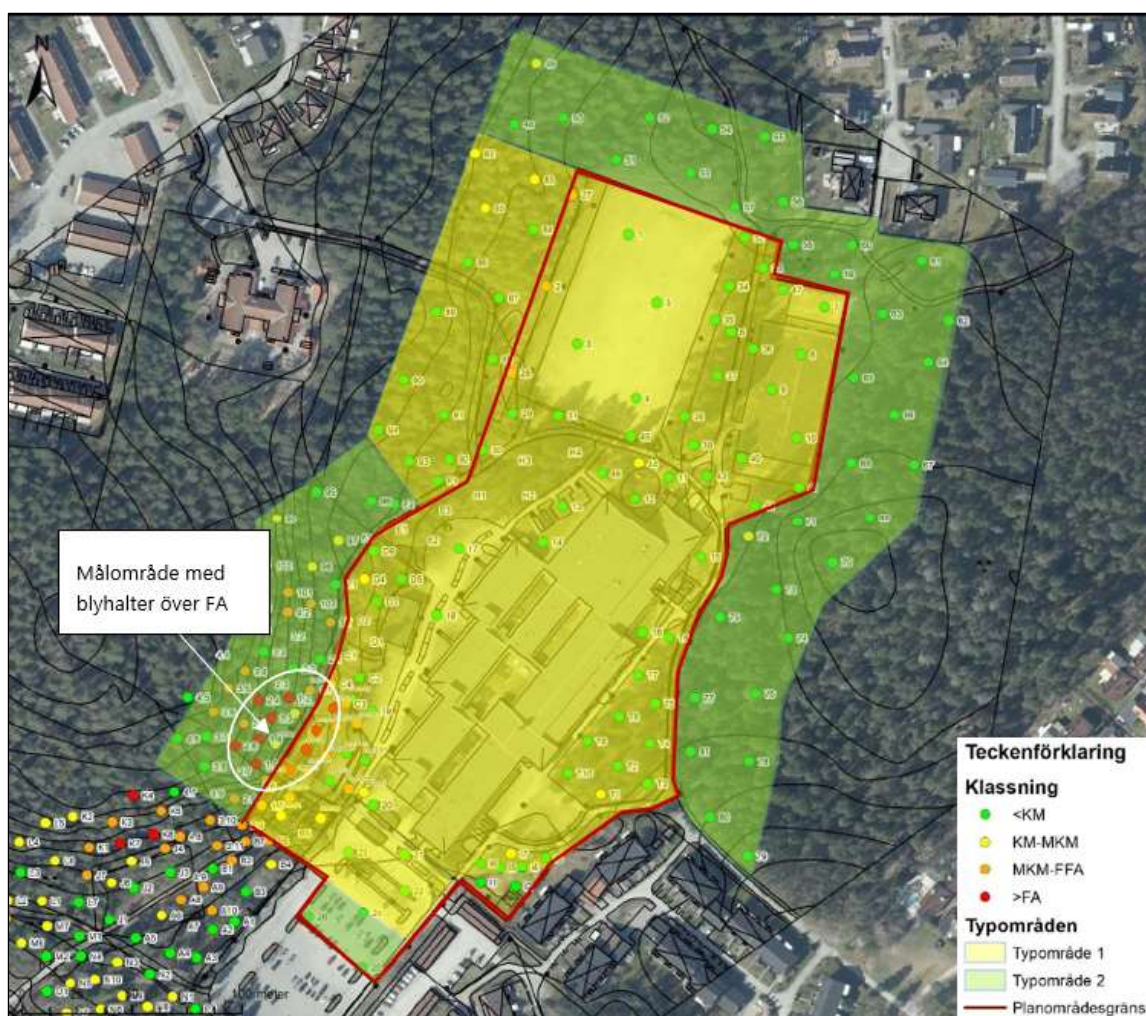
Efter det beslöts att ändra plankartan som togs fram 2019, så att delar av den blypåverkade skogsmarken utgick ur planområdet. En undersökning utfördes under sommaren 2021 av mark inom förslag till nytt detaljplaneområde för Stadsskogen 2:11 m.fl. (Stadsskogsskolan). Undersökningen inkluderade även mark utanför detaljplaneområdet, där människor som berörs av detaljplanen kan komma att exponeras för blyföroreningen. Resultatet levererades i en rapport daterad 2021-09-09. Resultatet påvisade att blyhalterna är mycket höga i skogsmarkens ytjord nära det före detta målområdet, men att resterade del av planområde var relativt opåverkat.

Skogsmarken är viktig för områdets karaktär och har ett stort värde som stadsnära rekreationsskog. Att avlägsna den förorenade jordmånen innebär att dessa värden skadas allvarligt eller förstörs helt. Åtgärder behöver därför utformas på ett sätt som tar hänsyn till befintliga värden, samtidigt som tillräcklig riskreduktion uppnås. Riskbedömningen och de platspecifika riktvärdena som tagits fram är avsedda att kunna användas vid utredningar, riskvärderingsprocesser och åtgärder inom hela området där ytjord förorenats av bly från den före detta skjutbanan, inte endast planområdet för Stadsskogen 2:11 m.fl.

Riskbedömningen avser förorenad ytjord i skogsmarken där jordmånen är tunn och utgörs av fibrös humus och torv, sammanhållet av rötter och rotträdar. Materialet har genomgått ett flertal olika tester för att klargöra egenskaper och risker kopplade till exponering och spridning. Ytjordens sammansättning gör att exponeringsförutsättningarna skiljer sig något jämfört med en konventionell jord som innehåller finfraktion. Halten av organiskt kol är avsevärt högre i skogsmarkens humösa ytjord jämfört med vad som antas i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell, vilket gör att blyet binds starkare i marken. Biotillgänglighet och lakbarhet är nivå med vad som antas i Naturvårdsverkets generella riktvärdesmodell. Genomförda analyser av kantareller och blåbär visar att kantareller som växt i det mest förorenade området vid f.d. blinderingsvall och kulfång innehåller bly i halter som överskrider Livsmedelsverkets gränsvärden, medan blyhalterna i blåbär är låga.

Två typområden har utformats baserat på vilken grad av vistelse och exponering som kan komma att vara aktuella vid antagandet av detaljplanen, med tyngdpunkt på det mest känsliga skyddsobjektet och den styrande exponeringsrisken - små barn och deras exponering via oralt intag av jord. Typområde 1 avser bostadsmark samt mark 50 meter från bostäder. Personer som vistas inom detta typområde bedöms vara barn och vuxna som bor inom planområdet samt människor som ställvis vistas i den bostadsnära skogen för rekreation. Typområde 2 avser skog som ligger mer än 50 meter från bostäder, och huvudsakligen utanför detaljplaneområdet. Personer som vistas inom detta typområde bedöms vara barn och vuxna som vistas i skogen för lek och rekreation.

Baserat på den genomförda riskbedömningen samt resultat från genomförda undersökningar bedöms behov av riskreduktion föreligga för utfylld mark vid murarna samt ytjord i den omgivande skogsmarken. Blyhalterna i dessa markpartier är generellt mycket högre än generella riktvärden för KM och MKM samt högre än PSRV<sup>1</sup> och bedöms kunna innebära risker för människors hälsa, markekosystem, grundvatten och ytvatten. Det bedöms även kunna föreligga behov av riskreduktion i enstaka markpartier i skogsmark utanför målområdet där blyhalterna överskrider PSRV. I figuren nedan visas indelningen i typområden, samt läget för målområdet. I figuren anges genom färgmarkering ifall de högsta uppmätta blyhalterna i respektive provpunkt överskrider riktvärden för KM, MKM eller haltgräns för FA (Farligt Avfall).



<sup>1</sup>PSRV avser endast ytjord i skogsmark. Fyllning vid murarna bör bedömas utifrån andra riktvärden. Blynivåerna i fyllningen överskrider dock haltgräns för farligt avfall och bedöms behöva åtgärdas.

Det styrande skyddsobjektet för beräknat PSRV för Typområde 1 och Typområde 2 är skyddet av grundvatten, det innebär att det sammanvägda riktvärdet för båda typområdena blir samma – 150 mg/kg. Människors exponering skiljer sig dock mellan typområdena vilket innebär att de hälsoriskbaserade platsspecifika riktvärdena blir olika. Det hälsoriskbaserade riktvärdet för Typområde 1 är 160 mg/kg och styrs av små barns intag av förorenad jord. För Typområde 2 är det hälsoriskbaserade riktvärdet 230 mg/kg, även detta styrs av små barns intag av förorenad jord.

Vid fortsatt utredning av detaljplaneområdet behöver en mer ingående bedömning göras avseende behovet av riskreduktion inom markpartier där människor kan komma att påverkas av planens genomförande. Olika riktvärden kan behöva tillämpas för olika typer av mark och markanvändning. I blyförorenad skogsmark rekommenderas att de framtagna platsspecifika riktvärdena för yttjord tillämpas, i annan typ av mark kan Naturvårdsverkets generella riktvärden vara lämpliga. I bedömningen bör en välmotiverad beslutsskala tillämpas, beslutsskalan bör utgå såväl från ett grundvatten- och spridningsperspektiv som från ett exponeringsperspektiv. Begreppet beslutsskala förklaras närmre i kapitel 8.

När behovet av riskreduktion bedömts kan en åtgärdsutredning utföras, med beskrivning av vilka olika åtgärdsmetoder som kan vara lämpliga samt bedömd kostnad för olika alternativ. Åtgärderna behöver utformas på ett sätt som tar hänsyn till befintliga värden, samtidigt som tillräcklig riskreduktion uppnås. Den slutliga omfattningen och metoden för åtgärderna bör därför tas fram i samband med en riskvärderingsdiskussion.

## Innehåll

<b>1.</b>	<b>UPPDRAG OCH SYFTE</b>	<b>8</b>
1.1	OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING	8
<b>2.</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>	<b>8</b>
2.1	PLANERAD MARKANVÄNDNING	9
2.2	GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	10
2.3	HYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	10
2.4	NATURVÄRDEN	13
<b>3.</b>	<b>GENOMFÖRDA TESTER OCH ANALYSER</b>	<b>13</b>
3.1	UTTAG AV SAMLINGSPROV FÖR LAKTEST	14
3.2	LAKTEST FÖR RISKBEDÖMNING	15
3.3	LAKTEST FÖR DEPONERING	16
3.4	BIOTILLGÄNGLIGHETSTEST	16
3.5	ANALYS AV TOC	16
3.6	ANALYS AV BLY I BIOTA	17
<b>4.</b>	<b>TESTRESULTAT OCH BERÄKNINGAR</b>	<b>18</b>
4.1	LAKBARHET OCH KD-VÄRDE	18
4.2	LAKTEST FÖR DEPONERING	19
4.3	UBM-TEST OCH BIOTILLGÄNGLIGHET	19
4.4	ANALYS AV TOC	20
4.5	ANALYS AV BIOTA	21
<b>5.</b>	<b>KONCEPTUELL MODELL</b>	<b>21</b>
5.1	EGENSKAPSOMRÅDEN / TypOMRÅDEN	22
5.2	FÖRORENINGSKÄLLA	24
5.3	FRIGÖRELSE- OCH SPRIDNINGSMEKANISMER	25
5.4	EXPONERING	25
5.5	SKYDDSOBJEKT	26
<b>6.</b>	<b>PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN</b>	<b>26</b>
6.1	ÄMNESPARAMETRAR	26
6.2	JORD- OCH GRUNDVATTENPARAMETRAR	26
6.3	GEOGRAFISKA PARAMETRAR	26

6.4	EXPONERINGSVÄGAR	27
6.5	EXPONERINGSPARAMETRAR	27
6.6	EXPONERINGSTIDER	30
6.7	PSRV OCH DELRIKTVÄRDEN	30
<b>7.</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>31</b>
7.1	SPRIDNINGSRISKER PÅ KORT OCH LÅNG SIKT	31
7.2	EXPONERINGSRISKER PÅ KORT OCH LÅNG SIKT	32
<b>8.</b>	<b>REKOMMENDATIONER</b>	<b>34</b>
	<b>REFERENSER</b>	<b>36</b>
Bilagor		
Bilaga 1	Laboratoriernas analysprotokoll	
Bilaga 2	Utdrag ur Naturvårdsverkets beräkningsverktyg	

## 1. UPPDRAG OCH SYFTE

I samband med att förslag till ny detaljplan togs fram för Stadsskogen 2:11 m.fl. (Stadsskogsskolan) undersöktes mark vid en mur som utgjort stomme i ett kulfång vid en före detta skjutbana. Marken konstaterades vara förorenad med bly och uppföljande provtagningar påvisade att yttjord inom stora delar av skogsmarken som omger planområdet var förorenad med bly. Skogsmarken har ett stort värde som stadsnära rekreationsskog samtidigt som blyhalterna ställvis är mycket höga och det sannolikt föreligger behov av riskreduktion. Som en del i att kvantifiera riskreduceringsbehovet har en riskbedömning utförts.

Riskbedömningens syfte är att bedöma vilka nivåer av bly som kan tillåtas förekomma i yttjorden utan att det innebär oacceptabla risker för människors hälsa och miljön. Det blyförorenade materialet har karaktäriserats med avseende på lakbarhet, relativ biotillgänglighet samt med avseende på mekanisk sammansättning. En konceptuell modell har tagits fram för att ge en tydlig bild av föroreningskälla, spridningsmekanismer, skyddsobjekt och exponeringssituationer.

Riskbedömningen och de platsspecifika riktvärdena är avsedda att kunna användas vid utredningar och åtgärder inom hela området som förorenats av bly från den före detta skjutbanan, inte endast planområdet för Stadsskogen 2:11 m.fl. Det är troligt att riskvärderingar och åtgärdsutredningar kommer att utföras vid skilda tidpunkter i olika delar av det blyförorenade området. I riskbedömningen görs därför ingen detaljerad bedömning av åtgärdsbehov inom olika delområden.

### 1.1 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING

Riskbedömningen avser blyförorenad yttjord med hög andel organiskt material i form av låg- till högförmultnad torv. Detta är den dominerande ytliga jordarten inom övervägande delen av det förorenade området. Det bedöms också vara den jordmån som dominerar inom områden där blyhalterna är mellan Naturvårdsverkets generella riktvärde för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) och där riskerna behöver utredas mer ingående. I delområden som inte är blypåverkade (där riskerna därmed är små) eller i områden med halter över MKM och över haltgräns för farligt avfall (FA) (där det är relativt tydligt att blyföroreningen kan utgöra en risk) finns inte samma behov av mer ingående riskbedömning.

I föreliggande rapport redogörs endast för det underlag som har direkt koppling till riskbedömningen. För mer detaljerad information om föroreningshistorik, områdesbeskrivning och tidigare genomförda provtagningar hänvisas till de tidigare undersökningsrapporterna (Terraformer, 2021).

## 2. OMRÅDESBESKRIVNING

Inom området Stadsskogen finns i dagsläget Stadsskogsskolan, som är en högstadieskola uppförd på sent 70 och tidigt 80-tal, samt Högstadieplan som är ett bostadsområde med radhus. Verksamheten vid skolan har upphört och lokalerna ska byggas om. Norr om skolbyggnaden finns en fotbollsplan och en tennisbana. Runt Stadsskogsskolan finns asfalterade skolgårdsytor med sittplatser, utöver detta finns gräsmattor och stadsnära skog för rekreation.

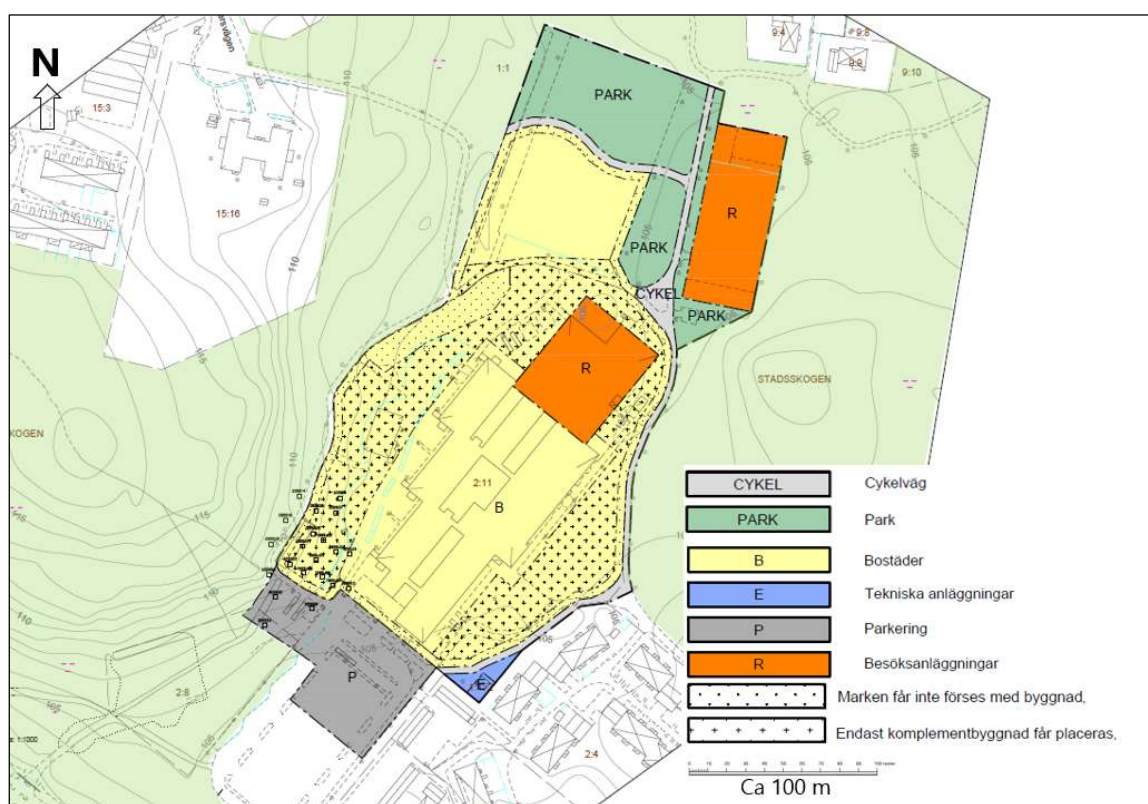
I den förorenade skogsmarken är jordmånen mycket tunn, den utgörs övervägande av humus på berg. Vid genomförda provtagningar påträffades mineraljord i form av sandig morän endast ställvis. Nedanför berget noterades att jorddjupet ökade samt att mark vid cykelbanor, gångstråk och parkering är uppfylld.



I skogspartierna växer ätliga växter som blåbär och lingon, där växer även trattkantareller och gula kantareller. Gångstråken är frekvent besökta av hundägare och folk som promenerar. Blåbärsplockning är populärt inom området.

## 2.1 PLANERAD MARKANVÄNDNING

Förslaget till detaljplan för Stadsskogsskolan benämns Detaljplan för Stadsskogen 2:11 m.fl. (Stadsskogsskolan) och dess syfte är att möjliggöra för nya bostäder genom förtätning. Planen ska även ge förutsättningar för äldreboende, trygghetsboende och ungdomsboende samt säkerställa framtida behov av föreningsverksamhet och ny förskola (SBB, 2019). Planområdets utbredning och tänkta markanvändning återges i Figur 1<sup>2</sup>. För att tydliggöra områdets skogskaraktär är skogbevuxen mark markerad med grön färgton hela vägen fram till angränsande fastigheter.



Figur 1. Plankarta med markering av skogsmark samt olika typer av markanvändning inom planområdet.

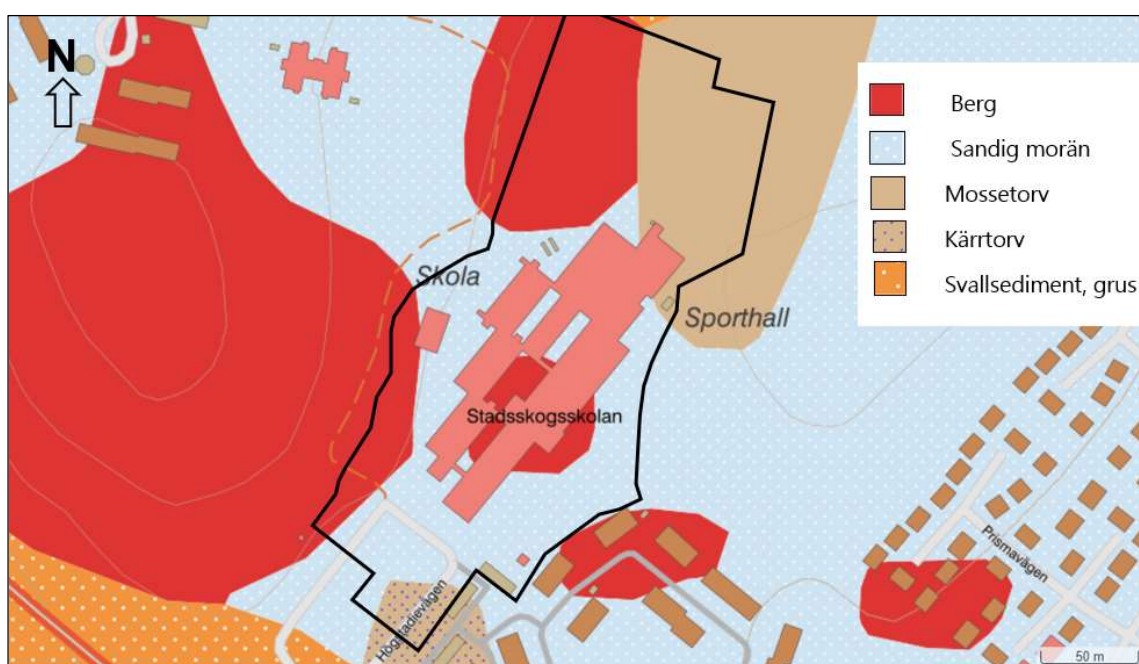
Som framgår av Figur 1 utgörs marken runt planområdet till övervägande del av skog, endast mot sydöst angränsar planområdet till bebyggd och hårdgjord mark. Innanför plangränsen är två delområden disponerade för uppförande av nya bostäder, och två för besöksanläggningar. En stor del av planområdet utgörs av så kallad "kryssmark" där endast komplementbyggnader får uppföras. Det är i dagsläget inte känt hur stor del av dessa ytor som kommer att vara hårdgjorda. Markpartierna som är avsatta för parkmark i norra delen utgörs till ena hälften av skog som avses bevaras och till andra hälften av fotbolls- och tennisplan. I södra delen planeras en hårdgjord parkeringsyta, större delen av detta område är redan asfalterat i dagsläget.

<sup>2</sup> Plankarta som tillhandahållits från SBB 2021-04-19.

Planens målsättning är att lämna stora delar av skogsområdena runt planområdet orörda för att de ska fortsätta fungera som stadsnära naturrekreation. Delar av skogsmarken kan komma till användning som fri- och lektyta för en framtida förskola i området, samt kan vara en del i att skapa och utveckla allmänna gemensamma rekreationsytor.

## 2.2 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

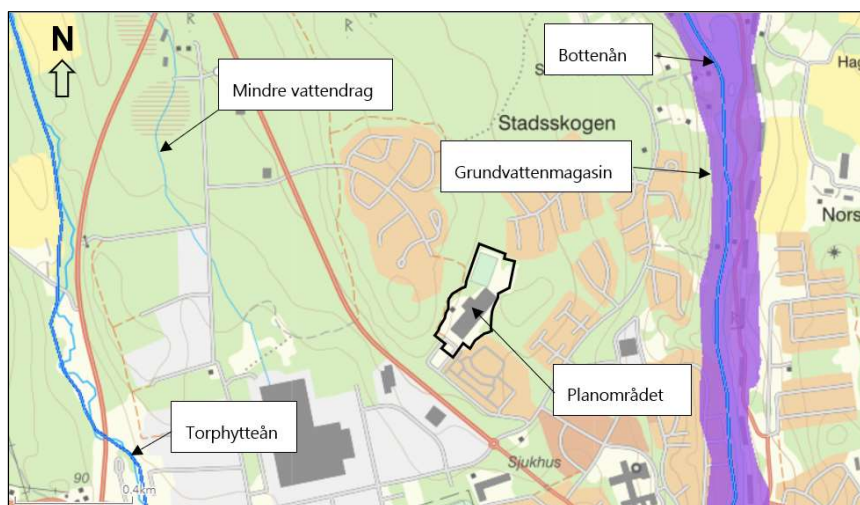
Enligt SGU:s jordartskarta består de naturligt förekommande jordarterna vid planområdet av sandig morän, mossetorv och kärrtorv, se Figur 2. I stora delar av området ligger berg i dagen. SGU:s jordartskarta baseras på översiktliga interpoleringar och ska inte ses som exakt, angivelserna överensstämmer dock väl med vad som observerats vid utförda provtagningar (Terraformer, 2021).



Figur 2. Utdrag från SGU:s jordartskarta, 2020-11-22. ©SGU. Planområdets läge är ungefärligt markerat med svart linje.

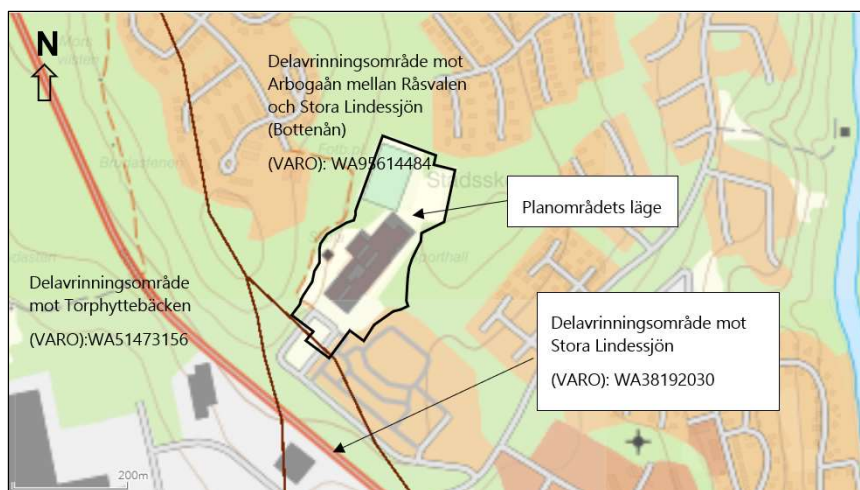
## 2.3 HYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Närmaste ytvattenförekomster är Bottenån och Torphyttedäcken. Torphyttedäcken rinner i sydlig riktning ca 900 meter väster om den före detta skjutbanan. Bottenån rinner även den i sydlig riktning men ca 700 meter österut. Ett mindre vattendrag som inte klassas som ytvattenförekomst rinner ca 600 meter väster om skjutbanan, det är till stora delar kulverterat. Längs Bottenån sträcker sig en grundvattenförekomst/ grundvattenmagasin med Magasinsidentitet 204100094. Läget för vattenförekomster och vattendrag återges i Figur 3.



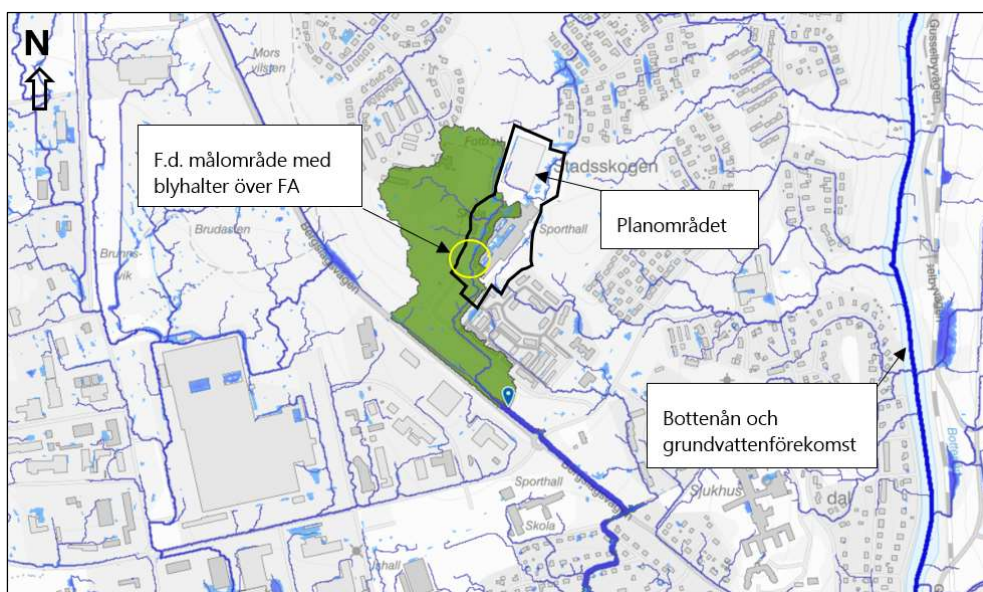
Figur 3. Vattenförekomster och vattendrag, planområdets läge är ungefärligt markerat med svart linje. Bakgrundsbild: utdrag från Vatteninformationssystem Sverige (VISS), 2021-04-22.

Skjutbanan är belägen inom delavrinningsområdet för Bottenån, men är nära gränsen till två andra delavrinningsområden, se Figur 4. Indelningen av delavrinningsområden baseras på övergripande topografiska förhållanden. Ytavrinning och grundvattenströmning kan dock antas påverkas av flera faktorer som små variationer i topografin, dräneringar, täckdikningar, hårdgjorda ytor samt variationer i bergets nivå under markytan, bergets sprickighet etc. Det bedöms dock som mest troligt att den huvudsakliga rörelseriktningen för föroreningar i ytvatten och grundvatten inom undersökningsområdet är östlig-sydöstlig, mot Bottenån. I samband med genomförda undersökningar kunde inga uppenbara avrinningsvägar eller lågpunkter med ansamlat vatten noteras (Terraformer, 2021).



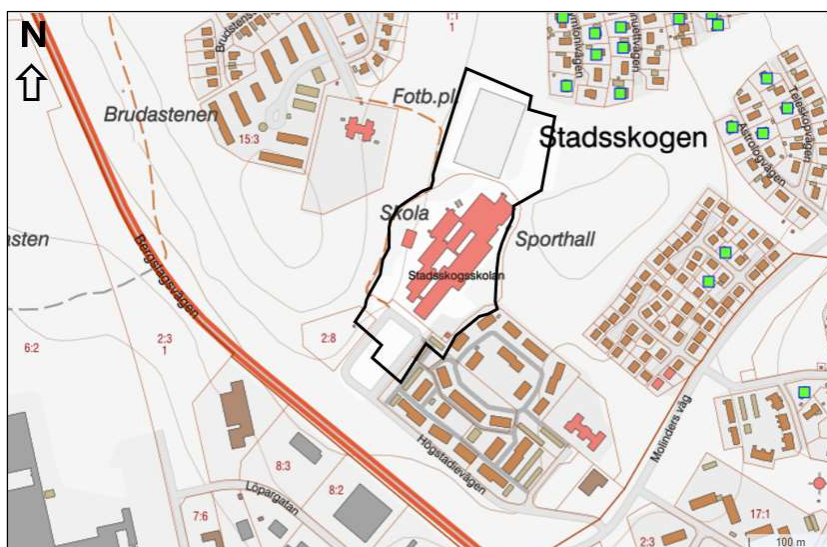
Figur 4. Vattenförekomster och vattendrag, planområdets läge är ungefärligt markerat med svart linje. Bakgrundsbild från Vatteninformationssystem Sverige (VISS).

En mer detaljerad bild från dagvattenverktyget Scalgo visar mindre delavrinningsområden samt rinnvägar för dagvatten vid höga flöden, se Figur 5. Av bilden kan uttydas att avrinningen från större delen av planområdet troligen är i riktning norrut-nordöst mot Bottenån, medan merparten av den förorenade skogsmarken med det kraftigt förorenade målområdet har lokal avrinning åt syd-sydöst, detta vatten leds dock slutligen också i riktning mot Bottenån.



Figur 5. Delavrinningsområden samt rinnvägar för dagvatten vid höga flöden. Planområdet är ungefärligt markerat med svart linje.

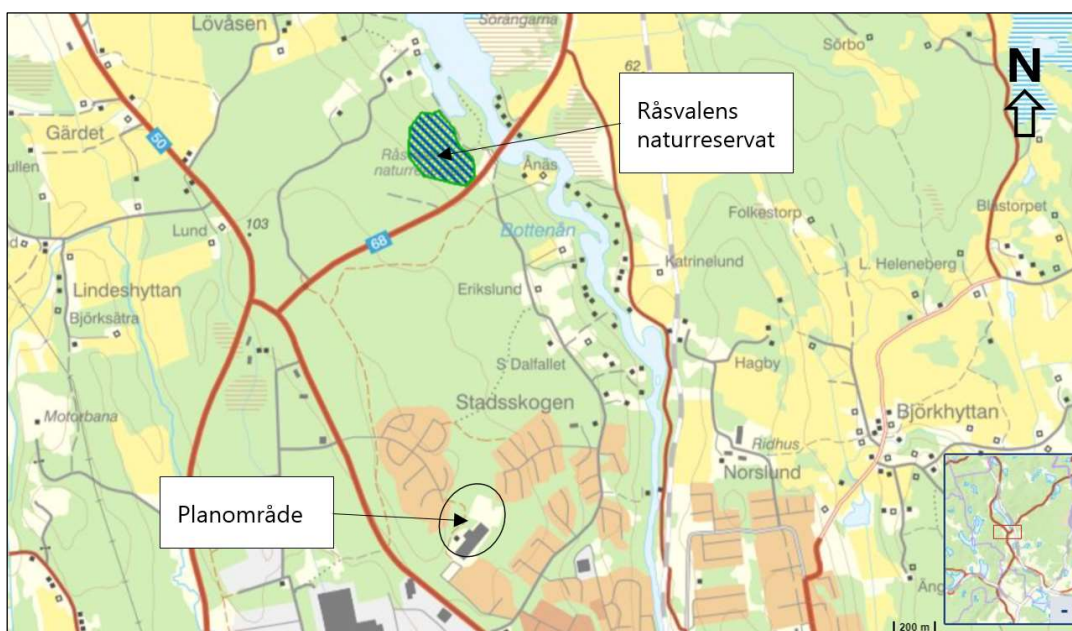
Närmaste dricksvattenbrunn ligger vid sjukhuset ungefär 500 meter åt sydöst, i SGU:s brunnregister beskrivs brunnen som en enskild vattentäkt vid lantbruk. Uppgiften kan vara gammal. För övrigt finns inga uppgifter om att dricksvattenbrunnar skulle vara belägna nära planområdet, se Figur 6.



Figur 6. Bakgrundsbild från SGU:s brunnregister. De gröna kvadraterna markerar ungefärligt läge för energibrunnar. Planområdet är ungefärligt markerat med svart linje.

## 2.4 NATURVÄRDEN

Det närmaste området som är skyddat med anledning av naturvärden är Råsvalens naturreservat, som även utgör habitat- och artskyddsområde. Reservatet är beläget ca 1,7 kilometer norr om planområdet. Det bedöms inte beröras av blyföreningen, på grund av det stora avståndet, se Figur 7.



Figur 7. Skyddad natur. Bakgrundsbild från <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se>.

## 3. GENOMFÖRDA TESTER OCH ANALYSER

För bly är exponeringsvägen oralt intag styrande för det generella riktvärdet. I Naturvårdsverkets beräkningsmodell anges den relativa biotillgängligheten vid oralt intag till 100 %. I många fall är den relativa biotillgängligheten lägre. Det bedömdes därför vara av vikt att kontrollera hur biotillgänglig blyföreningen i området är. Två samlingsprov har analyserats med avseende på biotillgänglighet.

En faktor som är av stor betydelse för graden av fastläggning i marken är materialets innehåll av totalt organiskt kol (TOC). TOC-halten i den blyförorenade ytjorden har därför analyserats.

Risker för påverkan på grund- och ytvattenrecipienter uppkommer om föroreningen lösgörs från jordmatrisen och sprids via vatten i lösa jordlager eller via ytvavrinning. Olika föroreningar har olika stor benägenhet att lösas ut och spridas i vattenfasen och för att bedöma spridningsrisker behöver lakbarheten hos det förorenade materialet vara känd. Fördelningskoefficienten av ett ämne mellan fastfas och vätskefas kan uttryckas som Kd-värde, ett högt Kd-värde innebär en högre grad av fastläggning i marken och en mindre risk för ur lakning och spridning. För att ta fram ett Kd-värde som är representativt för det förorenade materialet har laktest utförts på två prover.

Biota-analys utfördes för att kontrollera i vilken mån risker föreligger med avseende på oralt intag av bär och svamp från området. Blåbär och kantareller från två markpartier med olika föroreningsgrad analyserades.

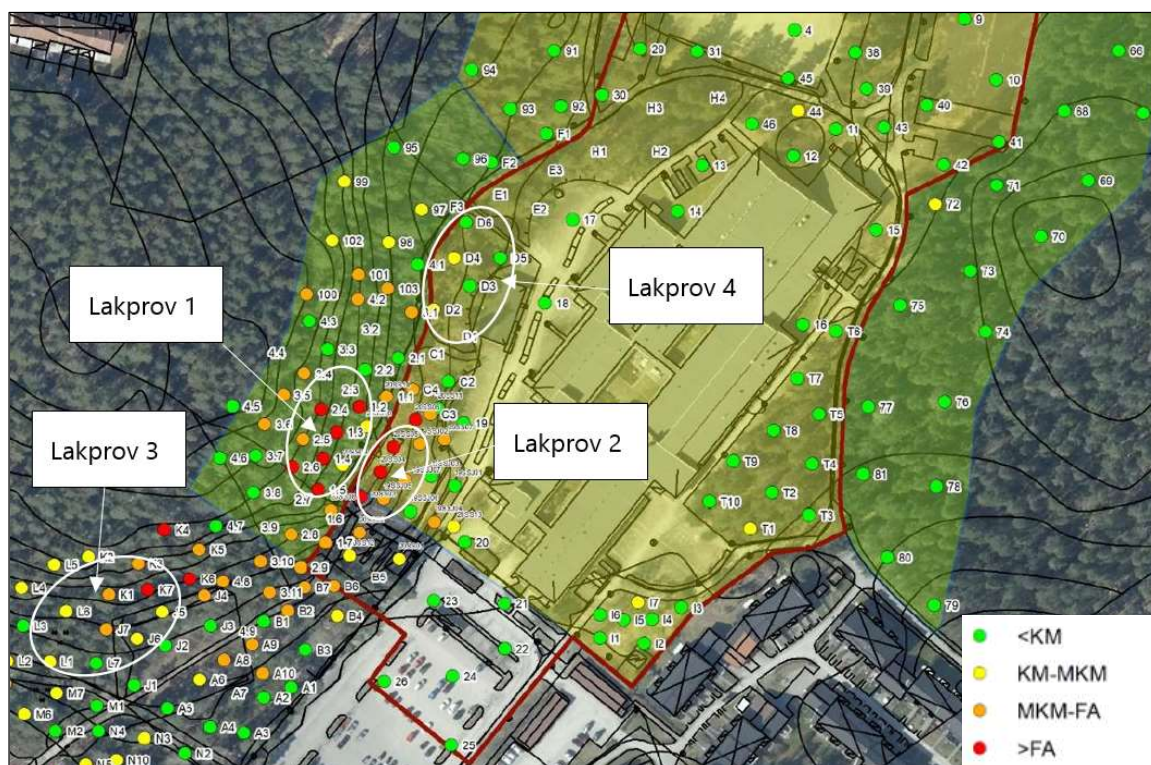
De ovan nämnda analyserna och testerna ligger till grund för det platsspecifika riktvärde som tagits fram för den blyförorenade ytjorden. I följande avsnitt redogörs för hur prover tagits ut samt för resultatet genomförda tester och analyser.

Från det mest förorenade området vid f.d. kulfång och blinderingsvall har samlingsprov tagits ut för lakttest med avseende på deponering/behandling. Blykoncentrationerna överskrider haltgräns för FA (Farligt Avfall) och det bedöms som troligt att materialet behöver transporteras till mottagningsanläggning. Det behöver då vara känt ifall massorna klarar anläggningarnas gränsvärden för lakning. Resultaten ligger inte till grund för riskbedömningen, men redovisas i föreliggande rapport.

### 3.1 UTTAG AV SAMLINGSPROV FÖR LAKTEST

För uttag av representativa samlingsprov för analyser och lakttester valdes fyra områden ut, lägena för de uttagna samlingsproven återges i Figur 8. I figuren anges genom färgmarkering ifall de högsta uppmätta blyhalterna i respektive provpunkt överskrider riktvärden för KM, MKM eller haltgräns för FA (Farligt Avfall).

Riktvärde KM (bly)	50 mg/kg TS.
Riktvärde MKM (bly)	400 mg/kg TS.
Haltgräns FA (bly)	2500 mg/kg TS.



Figur 8. Läget för uttagna samlingsprov för analyser och lakttester. De färgade prickarna markerar tidigare provpunkter, samt uppmätta blyhalter vid genomförd laboratorieanalys. De gul- och gröntonade områdena ingick i undersökningar som genomfördes under 2021 (Terraformer, 2021) och den röda linjen markerar plangränsen enligt plankarta från april 2021.

Lakprov 1 representerar yttjord i form av humus och torv i skog på hällmark bakom f.d. kulfång och blinderingsvall. Analysresultat från delområdet påvisar blykoncentrationer som överskrider MKM och haltgräns för FA (Avfall Sverige, 2019). Lakbarheten samt halt av TOC i detta material behöver vara känd då det kan behöva avlägsnas och transporteras till mottagningsanläggning.

Lakprov 2 representerar fyllningsmassor i form av grusig sand i anslutning till f.d. kulfång och blinderingsvall. Analysresultat från delområdet påvisar blykoncentrationer som överskrider MKM och haltgräns för FA. Lakbarheten samt halt av TOC i detta material behöver vara känd då det kan behöva avlägsnas och transporteras till mottagningsanläggning.

Lakprov 3 representerar yttjord i form av humus och torv på hällmark i skogen strax utanför planområdet. Analysresultat från delområdet påvisar blykoncentrationer som varierar mellan under KM och över haltgräns för FA. Terrängtyp och föroreningsnivå bedöms representera skogsmark som förorenats påtagligt av blyet från skjutbanan. Material från detta delområde bedöms som lämpligt för analyser och lakttester som ligger till grund för riskbedömningen.

Lakprov 4 representerar yttjord i form av humus och torv i ett skogsparti inom planområdet. Analysresultat från delområdet påvisar blykoncentrationer som varierar mellan under KM och över MKM. Terrängtyp och föroreningsnivå bedöms representera skogsmark som förorenats måttligt av blyet från skjutbanan. Material från detta delområde bedöms som lämpligt för analyser och lakttester som ligger till grund för riskbedömningen.

Samplingsprov togs ut från yttjorden med hjälp av spade, varje samlingsprov utgjordes av delprov från tio olika provpunkter inom respektive delområde. Delproven lades i tiolitershinkar och omblandades grundligt. Provtagningsdjupet från markyta var mellan 0 och 0,3 meter, djupet kan inte anges mer specifikt då det övre lagret med sviktande mossor gradvis övergick i förmultnad torv. Materialet i samlingsproven Lakprov 1, 3 och 4 representerar yttjord mellan levande vegetationsskikt och underliggande berg eller morän. Lakprov 2 representerar fyllningsmassor.

### 3.2 LAKTEST FÖR RISKBEDÖMNING

Samplingsproven Lakprov 3 och Lakprov 4 har lakttestats på laboratorium genom standardiserade perkolationstest, även kallat kolonntest som är framtagna för oorganiska ämnen. I perkolationstest får lakvätskan sakta pumpas genom en kolonn som packats med utvalt testmaterial. Ett perkolationstest efterliknar hur nederbörd perkolerar genom en jordmatris vilket bedömdes vara det mest lämpliga alternativet för att ge relevant underlag för riskbedömningen.

Vätskefraktioner uttogs vid olika L/S, d v s den totala vattenmängd som vid en given tidpunkt varit i kontakt med materialet. L/S-talet anger kvoten mellan mängden lakvätska och mängden fast material (L=liquid, S=solid) med enheten l/kg. Efter utförda perkolationstester analyserades lakvätskan från fraktion L/S 0,1 och L/S 10 med avseende på bly.

Lakttesterna har utförts för att utvärdera jordmaterialets utlakningsegenskaper framförallt på lång sikt (L/S 10). Detta motiveras av att blyföroreningen tillförts området under en längre tid, troligen med början under det tidiga 1900-talet, samt att den kan förväntas finnas kvar under lång tid eftersom bly är ett grundämne som inte bryts ner. Utlakning på kortare tid (L/S 0,1) har dock analyserats och finns med som jämförelse i utvärderingen. Laboratoriets resultat redovisas som blyhalt i lakvätskan ( $\mu\text{g/l}$ ) samt urlakad mängd bly per kilo analyserat prov ( $\text{mg/kg}$ ), vid respektive L/S-kvot. Lakttesterna utfördes av det ackrediterade laboratoriet ALS Scandinavia.

### 3.3 LAKTEST FÖR DEPONERING

Samplingsproven Lakprov 1 och Lakprov 2, som ligger till grund för klassning för typ av mottagningsanläggning, har analyserats på laboratorium genom standardiserade skaktest (skakförsök enligt standard EN12457-2) vid L/S 10. Laboratoriets resultat redovisas som blyhalt i lakvätskan ( $\mu\text{g/l}$ ) samt urlakad mängd bly per kilo analyserat prov ( $\text{mg/kg}$ ). Lakttesterna utfördes av det ackrediterade laboratoriet ALS Scandinavia.

### 3.4 BIOTILLGÄNGLIGHETSTEST

I Naturvårdsverkets riktvärdesmodell ingår en biotillgänglighetsfaktor för oralt intag av förorenad jord, vid ett generellt scenario är faktorn 1. Biotillgänglighetsfaktorn anger hur stor andel av föroreningen som är biologiskt tillgänglig i förhållande till vad som antagits vid bestämning av det toxikologiska referensvärdet (TRV). Det toxikologiska referensvärdet är framtaget genom att föroreningen injicerats eller doserats i ren form, för metaller har den doserats som ett salt. För ämnen som bly där TRV tagits fram på detta sätt kan biotillgängligheten i jord användas för att beräkna den relativa biotillgängligheten.

Biotillgänglighetstest har utförts på Lakprov 3 och Lakprov 4. Testet simulerar utlakningsprocesserna i mag-tarmkanalen hos ett barn. I ett provrör lakas den förorenade jorden i tre steg med vätskor som simulerar egenskaperna hos saliv, magsaft och tunntarmsvätska + galla. Efter centrifugering analyseras halten löst förorening och relateras till den totala halten förorening i jordprovet. Endast den del av föroreningen som lakas ut kan tas upp av kroppen. Med testet bestäms på så sätt en biotillgänglighetsfaktor som kan användas i den svenska riktvärdesmodellen för beräkning av platsspecifika riktvärden (SGI, 2012).

Biotillgänglighetstestet utfördes av SGI:s laboratorium. Testet är ursprungligen framtaget vid holländska RIVM men har vidareutvecklats av Bioaccessibility Research Group of Europe (BARGE), det kallas därför UBM (Unified Barge Method). Testet har verifierats med in vivo-data för bland annat bly. Syftet med testet är att simulera ett realistiskt "värsta fall". Då RIVM-metoderna testades på sju danska jordar låg den relativa biotillgängligheten jämfört med det totala innehållet i jorden långt under 100 % för flertalet föroreningar (NV, 2006).

### 3.5 ANALYS AV TOC

De fyra samlingsproven som tagits ut för lakttest har analyserats med avseende på total halt av organiskt kol (TOC). För riskbedömningen är TOC-halten i Lakprov 1, Lakprov 3 och Lakprov 4 relevant eftersom dessa prov representerar blyförorenad yttjord i skogsmarken.

Analysen har utförts på ALS Laboratorium genom att TOC beräknas utifrån glödförlust och "Van Bemmelen"-faktorn. Van Bemmelen-faktorn (1,724) har använts sedan 1800-talet för att kunna beräkna halten organiskt material i ett jordprov utgående från halten organiskt bundet kol. Faktorn baseras på antagandet att kolhalten i markens organiska material är 58 % beräknat på torrsvikt (Sveriges Skogsvårdsförbund, 2000). Metoden är vedertagen och tillämpas generellt inom arbetet med förorenad mark.

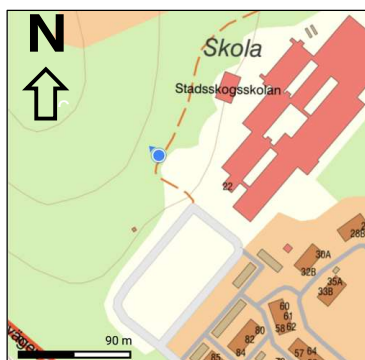


### 3.6 ANALYS AV BLY I BIOTA

Prov togs ut från blåbär och kantareller från två olika markpartier med olika hög föroreningsgrad. Det ena markpartiet var beläget strax norr om cykelbana och målområde, bakom muren som bedöms kunna ha utgjort stomme i kulfånget. Blyhalterna i det aktuella markpartiet varierar mellan över MKM och över FA.

Det andra markpartiet är beläget bakom modulbyggnaden ca 50 meter nordöst om målområdet. Blyhalterna i detta markparti varierar mellan under KM och över KM.

Läget för uttagna biotaprov samt foton från provtagningstillfället redovisas i Figur 9-14.



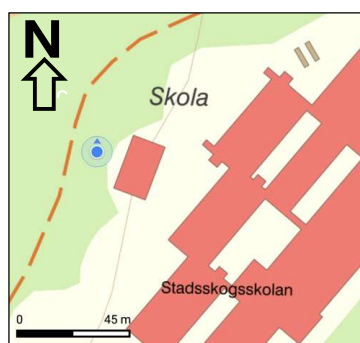
Figur 9. GPS-position markerad med blå markör, biotaprov bakom mur.



Figur 10. Blåbär bakom mur.



Figur 11. Kantarell bakom mur.



Figur 12. GPS-position markerad med blå markör, biotaprov bakom modulbyggnad.



Figur 13. Blåbär bakom modulbyggnad.



Figur 14. Kantarell bakom modulbyggnad.

## 4. TESTRESULTAT OCH BERÄKNINGAR

I detta avsnitt redovisas resultat från genomförda tester, samt beräkningar av de indata som förts in i NV:s beräkningsmodell vid framtagande av platsspecifikt riktvärde för områdets ytjord. Samtliga analysprotokoll från genomförda analyser och tester återfinns i Bilaga 1.

### 4.1 LAKBARHET OCH BERÄKNAT KD-VÄRDE

Oftast finns ett linjärt samband mellan föroreningshalt i den fasta fasen (jord) och halten i den lösta fasen (porvatten). Det vill säga att en ökad halt i jorden även innebär en ökad halt i det vatten som är i kontakt med jorden och vice versa. Jämviktsförhållandet mellan halten i den fasta fasen och halten i lösningen kan beskrivas i en enkel funktion uttryckt som K<sub>d</sub>-värde:

$$K_d = \frac{\text{Halt i fast fas (mg/kg TS)}}{\text{Halt i löst fas (mg/l)}}$$

För att beräkna ett platsspecifikt K<sub>d</sub>-värde behöver halten i lakvattnet vara känd. I Tabell 1 redovisas de uppmätta blyhalterna i lakvattnet efter perkolationstest, vilka används som indata i beräkningarna av det platsspecifika K<sub>d</sub>-värdet. I tabellen återges även lakningen i enheten milligram per kilo torrsvikt. För att resultaten ska kunna spåras i analysprotokollen anges även laboratoriernas prov-ID.

Tabell 1. Blyhalter i lakvattnet efter perkolationstest vid L/S 0,1 och L/S 10.

Prov	Laboratorie-ID Lab Prag	Laboratorie-ID Lab Täby	Halt i lakvatten L/S 0,1 (mg/l)	Halt i lakvatten L/S 10 (mg/l)	Lakning L/S 0,1 (mg/kg)	Lakning L/S 10 (mg/kg)
Lak3	PR2138178001	U11805632	0,485		0,0558	
Lak3	PR2138178002	U11805633		0,342		3,43
Lak4	PR2138178003	U11805634	0,414		0,0495	
Lak4	PR2138178004	U11805635		0,478		4,75

Vid perkolationstest är det vanligt att de högsta halterna i eluat (lakvätska) uppmäts vid L/S 0-0,1 l/kg. I detta fall är skillnaden inte särskilt stor, vilket kan ha sin förklaring i att blyföroeningen funnits i materialet under lång tid och att lakning pågått under den tiden. Samtidigt representerar eluatet vid L/S 10 den lakning som kan förväntas ske i ett längre tidsperspektiv. K<sub>d</sub>-värde har därför beräknats för olika L/S tal. I Tabell 2 redovisas beräknade K<sub>d</sub>-värden vid L/S 0,1 och L/S 10.

Tabell 2. Beräknade K<sub>d</sub>-värden vid olika L/S-tal.

Prov	Totalhalt (mg/kg)	Halt i lakvatten L/S 0,1 (mg/l)	Halt i lakvatten L/S 10 (mg/l)	K <sub>d</sub> -värde L/S 0,1	K <sub>d</sub> -värde L/S 10
Lak3	1430	0,485	0,342	2948	4181
Lak4	845	0,414	0,478	2041	1768

Som indata till beräkningsmodellen har Kd-värdet 1768 använts. Värdet baseras på lakning av prov Lak4 vid L/S 10 och är det lägsta av de fyra beräknade värdena. Det bedöms motsvara lakning på lång sikt. Valet av detta värde medför även en säkerhetsmarginal då ett lägre KD-värde innebär en lägre grad av fastläggning och därmed större risk för lakning. Värdet som används vid ett generellt KM-scenario i Naturvårdsverkets beräkningsmodell är 1800, vilket ligger nära.

## 4.2 LAKTEST FÖR DEPONERING

I Tabell 3 redovisas resultatet från genomförda skaktest, jämfört med kriterier för deponering, även totalhalt av bly redovisas.

Tabell 3. Resultat från skaktest vid L/S 10 jämfört med kriterier för deponering.

Prov	Totalhalt bly (mg/kg)	Lakning bly (mg/kg)	Deponi för inert avfall, gränsvärde enligt 22 § NFS 2010:4 (mg/kg)	Deponi för IFA, gränsvärde enligt 30 § NFS 2010:4 (mg/kg)	Deponi för FA, gränsvärde enligt 34 § NFS 2010:4 (mg/kg)
Lak1	5850	11,6	0,5	10	50
Lak2	902	4,16			

Lakprov 1 utgjordes av yttjord i form av humus och torv i skog på hållmark bakom f.d. kulfång och blinderingsvall, totalhalten av bly var i detta samlingsprov högre än haltgräns för Farligt Avfall, FA (2500 mg/kg), lakningen överskrider kriterier avseende deponi för inert avfall samt deponi för IFA (Icke-Farligt Avfall) men är lägre än kriterierna avseende deponi för FA. Ur lakningssynpunkt bör materialet kunna tas emot på en FA-deponi.

Lakprov 2 utgjordes av fyllningsmassor i form av grusig sand i anslutning till f.d. kulfång och blinderingsvall totalhalten av bly i detta samlingsprov var över MKM men är lägre än haltgräns för FA. Lakningen överskrider kriterier avseende deponi för inert avfall men är lägre än kriterierna avseende deponi för IFA. Materialet bör ur lakningssynpunkt kunna tas emot på en IFA-deponi.

I samband med åtgärder och deponering kan det bli aktuellt att genomföra ytterligare tester och avfallskaraktärisering, bland annat med avseende på totalhalt av organiskt kol (TOC). Omfattningen av kompletterade tester är beroende av kriterier och rutiner hos den avfallsanläggning som tar emot jorden.

## 4.3 UBM-TEST OCH BIOTILLGÄNGLIGHET

Genomförda tester anger en biotillgänglighet med avseende på upptag i mag- och tarmkanalen (Human, Gastric Intestinal) som är 21% i Lakprov 3 och 34% i Lakprov 4.

Biotillgängligheten med avseende på upptag i munhåla och magsäck (Human Gastric) är 94% för Lakprov 3 och 100% för Lakprov 4.

Biotillgänglighet med avseende på oralt intag har inte ändrats vid beräkning av PSRV, då den högsta uppmätta relativa biotillgängligheten (Human Gastric, Lakprov 4) ligger nära det generella scenariot där den relativa biotillgängligheten antas vara 100 %. Biotillgängligheten i mag- och tarmkanalen (Human Gastric-Intestinal) är avsevärt lägre men i detta fall har den högre biotillgängligheten valts för att inte riskera att underskatta riskerna.

Det kan diskuteras ifall den relativa biotillgängligheten som tillämpas vid beräkning av PSRV ska baseras på Human-Gastric eller Human Gastric-Intestinal. För att få ytterligare klarhet i den frågan krävs sannolikt ytterligare information om hur och var blyföroreningen tas upp i kroppen, transporteras genom cellmembran samt når blodomlopp och målorgan. Detta påverkas av flera faktorer, bland annat vilka andra ämnen som förekommer i munhåla, magsäck och tarm vid det aktuella exponeringstillfället samt hur nyligen en person ätit. Mot bakgrund av dessa osäkerheter bedöms det som acceptabelt att det högsta uppmätta värdet för relativ biotillgänglighet tillämpas för bedömning<sup>3</sup>.

#### 4.4 ANALYS AV TOC

Den totala halten av organiskt kol (TOC) i de analyserade proven från ytjord varierar mellan 47 och 53 %, vilket är att se som en liten variation, se Tabell 4.

Tabell 4. Halt av organiskt kol i lakprov från skogsmark.

Prov	Total halt av organiskt kol (%)
Lak1	52,8
Lak3	47,4
Lak4	51,4

Som indata till beräkningsmodellen bedöms 50% kunna vara representativt. Modellen tillåter dock inte att en högre andel TOC än 15% anges, varför detta värde tillämpas.

Att andelen TOC anges som 15 % i beräkningsmodellen fast den egentligen är avsevärt högre bedöms kunna medföra en risk att fastläggningen av blyförorening i jordmatrisen underskattas. Förutsättningarna för fastläggning styrs till stor del av jordens sorptionskapacitet, den övre gränsen för sorptionskapaciteten kan uttryckas som CEC-värde (cation exchange capacity). Sorptionskapaciteten för lermineral ligger vanligen mellan 5-50 mekv/100 g, för järnoxidhydroxider upp till 100 mekv/100 g. För humus med hög andel organiskt material är sorptionskapaciteten upp till 400 mekv/100 g (NV, 2006). Förenklat uttryckt så innebär det att en högre andel organiskt material medför högre sorptionskapacitet varvid fastläggningen blir större. Att andelen TOC anges som 15% fast den är högre i verkligheten innebär således att det beräknade riktvärdet troligen överskattar spridningsriskerna. Ur ett långtidsperspektiv bör det dock beaktas att organiskt material bryts ner över tid varvid föroreningar som adsorberar till organiskt material kan lösgöras. Det bedöms därför som acceptabelt att halten 15 % tillämpas vid beräkningen av platsspecifikt riktvärde.

<sup>3</sup> SGI (Statens Geotekniska Institut), AMM (Institutet för arbets- och miljömedicin Örebro län), Naturvårdsverket samt experter från laboratorierna Eurofins och ALS Scandinavia har konsulterats i frågan. Ingen av dessa har haft möjlighet att tillhandhålla vägledande rekommendation, SGI uttrycker dock att försiktighetsprincipen kan tillämpas.

#### 4.5 ANALYS AV BIOTA

Resultatet från genomförd analys av biota redovisas i Tabell 5. Resultaten jämförs med gränsvärden (EG, 2006) som tillämpas nationellt för bly i livsmedel enligt Livsmedelsverket (SLV, 2021). Gränsvärdena gäller för bär, samt för svamp efter att den tvättats och den ätbara delen avskilts.

Tabell 5. Analysresultat från analys av kantareller och blåbär. Enhet mg/kg färskvikt.

Prov	Blyhalt	Gränsvärde kantareller*	Gränsvärde blåbär**
Blåbär bakom mur	<0,04	0,3	0,1
Blåbär bakom barack (modulbyggnad)	<0,04		
Kantareller bakom mur	7,25		
Kantareller bakom barack (modulbyggnad)	<0,04		

\* Gränsvärdet avser blyhalter i bladbildande kål, haverrot, bladgrönsaker, utom färska örter och följande svampar: trädgårdschampinjon, ostronmussling, ostronskivling och shiitake.

\*\* Gränsvärdet avser frukt, utom tranbär, vinbär, fläderbär och frukt av smultronträd.

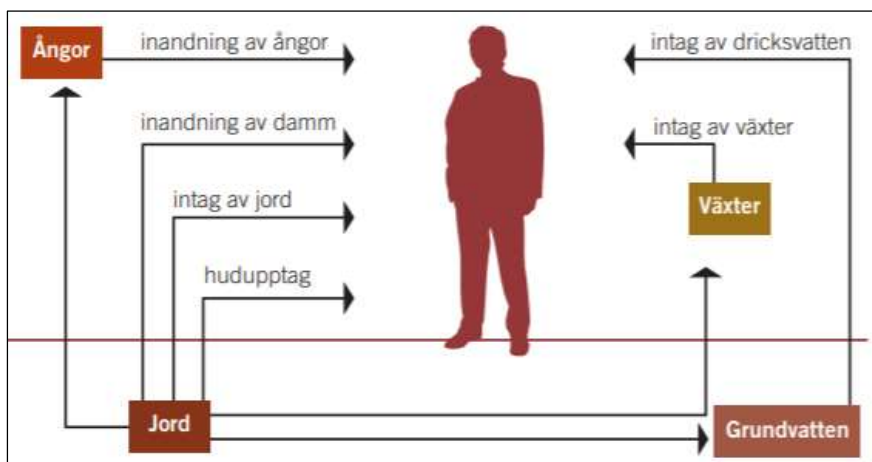
Halten av bly i de analyserade blåbärens är under detektionsgränsen och underskrider därmed det rekommenderade gränsvärdet i prov såväl från det mest förorenade området bakom muren som i prov från det mindre förorenade området bakom baracken/modulbyggnaden.

Halten av bly i kantareller som plockades bakom muren överskred gränsvärdet med faktor 24. I kantarellerna som analyserades från området bakom baracken var halterna under detektionsgränsen och underskrider således gränsvärdet.

Analysen indikerar att svamp har högre benägenhet än bär att ta upp blyföroreningen. Det föreligger dock vissa skillnader i blyupptag mellan olika svamparter och olika slags bär. Blåbär och kantareller bedöms dock vara arter som förekommer rikligt inom området och vilka människor plockar och äter i högst omfattning. Biota-analysen antas därför täcka in de viktigaste exponeringsvägarna med avseende på ätliga grödor från det förorenade området.

## 5. KONCEPTUELL MODELL

Den konceptuella modellen beskriver hur föroreningar kan spridas och leda till påverkan på människors hälsa, miljön och naturresurser, hur miljö- och hälsofarliga ämnen från det förorenade området kan nå och exponera skyddsobjekt. En konceptuell modell kan utformas både som löptext, flödesschema och bild, beroende på vad som blir mest informativt i sammanhanget. För att visualisera exponeringssituationer för människor är bilden i Figur 15 tydlig och mycket flitigt använd i riskbedömnings-sammanhang. Den används som en del i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell för förorenad mark.



Figur 15. "Exponeringsgubben" - en populär konceptuell modell som visualiserar föroreningskälla, spridnings- och exponeringsvägar samt skyddsobjekt.

I föreliggande riskbedömning utgörs den konceptuella modellen av beskrivande text kombinerat med bilder då detta bedöms beskriva situationen bäst. Följande identifieras:

- Egenskapsområden /Typområden
- Föroreningskällor och aktuella media (t.ex. jord, grundvatten)
- Frigörelse och spridningsmekanismer
- Exponering inom området
- Skyddsobjekt för vilka riskerna ska bedömas

### 5.1 EGENSKAPSOMRÅDEN / TYPOMRÅDEN

Blyföroreningen är allmänt spridd i området och halterna varierar kraftigt även inom små områden med likartade markförhållanden. De högsta föroreningskoncentrationerna finns i anslutning till före detta kulfång och blinderingsvall, i övrigt finns inga rumsliga samband som är tillräckligt tydliga för att ligga till grund för indelning i egenskapsområden. Det finns inte heller tillräckligt detaljerad information om var olika typer av skytte förekommit.

Exponeringsvägar och exponeringssituationer skiljer sig dock inom området som är påverkat av skytteverksamheten och som kommer att beröras av detaljplanen. Två typområden har utformats baserat på vilken grad av vistelse och exponering som kan komma att vara aktuell vid antagandet av detaljplanen, med tyngdpunkt på det mest känsliga skyddsobjektet och den styrande exponeringsrisken - små barn och deras exponering via oralt intag av jord.

## Typområde 1

Typområde 1 omfattar bostadsmark samt mark 50 meter från bostäder. Personer som vistas inom detta typområde bedöms vara barn och vuxna som bor inom planområdet samt människor som ställvis vistas i den bostadsnära skogen för rekreation. Avståndet 50 meter motiveras av att det styrande skyddsobjektet är små barn som intar förorenad jord.

Det bedöms som troligt att små barn mestadels uppehåller sig inom tomtmark eller strax i utkanten av tomtmarken, även om det kan förekomma att de gör utflykter längre ut i skogen. De små barnen har så stort behov av tillsyn att de på daglig basis troligen inte vistas längre bort än att de är inom synhåll från bostaden. Den antagna vistelsetiden för vuxna och barn inom Typområde 1 är 365 dagar om året, vilket troligen är väl tilltaget eftersom barn och vuxna inte uppehåller sig runt bostaden och exponeras för jord varje dag under året.



Figur 16. Små barn i blåbärsskog. Bild från <https://minimalisterna.se/vara-ute-i-skogen-med-barn>. Tillstånd har inhämtats för användande av bilden.

Att bedöma risker i skogsmark 50 meter från bostäder på samma sätt som tomtmark med daglig exponering bedöms medföra en väl tilltagen säkerhetsmarginal.

## Typområde 2

Typområde 2 omfattar skog som ligger mer än 50 meter från bostäder, och mestadels utanför detaljplaneområdet. Personer som vistas inom detta typområde bedöms vara barn och vuxna som vistas i skogen för lek och rekreation.

Det är troligt att människor som berörs av detaljplanen cyklar eller går genom skogsmark som ingår i Typområde 2 dagligen. Det kan ske till exempel på väg till och från bostaden, i samband med rastning av hundar eller vid lek samt träning/rekreation. Vistelse som medför exponering via intag av jord eller inandning av damm bedöms dock inte vara lika frekvent. Små barns vistelse i skog mer än 50 meter från bostäder kräver tillsyn, och det är mindre troligt att de har möjlighet att vistas i skogen på ett sätt där de kan inta jord och damm mer än 240 dagar om året. Väder, dagsljus och möjlighet till tillsyn begränsar vanligtvis sådan typ av vistelse.

Exponeringsgraden för vuxna och barn inom Typområde 2 bedöms därför kunna vara 240 dagar om året med avseende på intag av jord och inandning av damm. Det innebär att exponeringen för jord och damm motsvarar ca 70% av vad som antas vid det generella KM-scenariot (365 dagar).

Även exponeringsgraden med avseende på exponering via hudkontakt har justerats så att den motsvarar ca 70 % av det generella KM-scenariot, vilket innebär att vuxna och barn bedöms kunna ha hudkontakt med jord 80 dagar om året istället för 120 dagar om året.

Att det generella KM-scenariot för hudexponering är 120 dagar istället för 365 beror på att beräkningsmodellen tar hänsyn till att klimatet endast under delar av året tillåter en väsentlig exponering av hud.

Exponeringen antas vara lika hög oavsett närhet till stigar och gångstråk. Detta motiveras av att aktiviteter som medför störst exponering, som lek och bärplockning, i lika hög grad kan ske utanför stigar, men även av att stigarnas lägen kan ändras över tid.



Figur 17. Barn och vuxen i blåbärsskog. Bild från <https://minimalisterna.se/vara-ute-i-skogen-med-barn>. Tillstånd har inhämtats för användande av bilden.

Vistelsegraden 240 dagar om året motsvarar ungefär samma tid som ett normalt heltidsarbete och bedöms medföra en väl tilltagen säkerhetsmarginal.

## 5.2 FÖROENINGSKÄLLA

I detta avsnitt sammanfattas vad som är känt om blyföroeningen från genomförda undersökningar (Terraformer, 2021).

Föroeningskällan utgörs av bly som härrör från ammunition. De högsta koncentrationerna återfinns vid före detta målområde men kraftigt förhöjda halter har även uppmätts i skogsmark bortom målområdet. Den stora spridningen kan bero på att verksamheten vid skjutbanan inte endast omfattat långhållsskytte utan även skytte på jaktstigar. Tomhylsor eller rester av lerduvor och ammunitionsrester har inte påträffats.

I det kraftigt föroenade målområdet har andra ammunitionsrelaterade metaller som antimon, koppar, nickel och kvicksilver ställvis uppmätts i halter som överskrider riktvärde för KM och MKM. PAH har inte uppmätts i halter över KM i några analyserade prov. I prov där blyhalter underskrider KM har övriga föroeningar inte uppmätts i halter över KM. Det innebär att bly är styrande för riskbilden, samt att bedömning av föroeningskälla och spridning kan baseras på blyanalyser.



Tidigt i utredningsskedet konstaterades att blyhalterna var så höga inom det före detta målområdet att åtgärder krävs. Här har föroreningsnivåer över MKM påträffats i fyllningsmaterial ner till två meters djup (DGE, 2020). I övriga delar av området som undersökts har blyhalter över KM endast påträffats i yttjord på nivå 0-0,5 meter under markytan.

### 5.3 FRIGÖRELSE- OCH SPRIDNINGSMEKANISMER

I en markmiljö med pH mellan 5 och 10 är metalliskt bly i jord mycket stabilt (Qvarfort & Waleij, 2004). Inom ramen för ett regeringsuppdrag avseende bly i ammunition har olika frigörelsemekanismer utretts (NV, 2006). I uppdraget ingick flera studier och rapporter. Bland annat undersökte Försvarsmakten över sextio kulfång med avseende på lakning och jämförelser gjordes med dåvarande gränsvärden för lakning vid deponering. I 61 av 65 prov underskred lakningen gränsvärden för lakning avseende icke-farligt avfall, och i en tredjedel av proven underskred lakningen gränsvärden för inert avfall. I studien redogörs även för sekundära föroreningar som kan uppstå och lakas ur, som till exempel hydrocerrusit ( $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ) och anglesitt ( $\text{PbSO}_4$ ) etc. Det konstateras att även om halterna är höga är blykoncentrationerna ofta relativt låga i lakvatten från kulfång eftersom bly binds starkt till organiskt material i marken. Spridningen av bly från kulfång bedöms sammanfattningsvis låg under normala förhållanden.

Nedbrytning av organiskt material utgör en frigörelsemekanism på lång sikt. Blyföroreningen i skogsmarken finns ansamlad i yttlig humus och torv, som till största delen ligger på berg och block. I takt med att det organiska materialet bryts ner kan fastlagt bly frigöras och spridas. Denna nedbrytningsprocess är mycket långsam, vilket gör att spridning till följd av denna mekanism sannolikt kommer att pågå över lång tid men inte ge upphov till kraftiga koncentrationer.

Den största spridningsmekanismen bedöms vara spridning via infiltrerande och avrinnande nederbörd. Blyet kan spridas både som lösta joner och bundet till partiklar. Eftersom partiklar fastnar i marken bedöms spridning främst ske via lösta joner eller bundet till lösta organiska komplex (DOC).

Damning bedöms inte utgöra en betydande spridningsväg i skogsmarken, då blyet finns i humus- och torvmaterial som består av sammanhängande fibrer. Spridning i gasfas är inte aktuellt eftersom bly förångas vid + 600°C.

### 5.4 EXPONERING

Exponeringsvägar som bedöms komma att vara aktuella inom de identifierade typområdena är följande:

- Hudkontakt.
- Intag av jord.
- Inandning av damm.
- Intag av bär och svamp från området.

Exponeringsvägar som inte bedöms vara aktuella är:

- Intag av fisk samt hudkontakt med sediment. Denna exponering utvärderas ej, då det inte finns sjöar eller vattendrag i närheten av det blyförorenade området.

- Inandning av ånga är inte aktuellt eftersom bly inte är flyktigt vid temperaturer lägre än + 600°C.
- Intag av dricksvatten är inte aktuellt inom undersökningsområdet eftersom det är och kommer att vara anslutet till kommunalt VA-nät. Inga dricksvattenbrunnar har heller identifierats i närheten till det förorenade området.

## 5.5 SKYDDSOBJEKT

Skyddsobjekt som identifierats för området som berörs av planen är:

- Vuxna och barn som vistas inom området, närboende och besökande.
- Markekosystemet inom området.
- Ytvatten.
- Grundvatten.

## 6. PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN

Riskbedömningens syfte är att bedöma vilka nivåer av bly som kan förekomma i skogsmarkens ytjord utan att det innebär oacceptabla risker för människors hälsa och miljö. För att bedömningen ska grundas på förhållanden som råder på platsen har platsspecifika riktvärden (PSRV) beräknats för ytjord inom området där människor bedöms kunna påverkas av detaljplanens genomförande. Det inkluderar även mark utanför detaljplanegränsen. Beräkningen grundas på områdesförhållanden och de tester och analyser som beskrivs i kapitel 2, 3 och 4 samt på den konceptuella modell som beskrivs i kapitel 5. Modifieringar har även gjorts baserat på markförhållanden och det förorenade materialets sammansättning. I följande avsnitt redogörs för vilka förändringar som gjorts av det generella KM-scenariot vid beräkning av PSRV för Typområde 1 och Typområde 2. Modifieringarna avser både Typområde 1 och Typområde 2, om inget annat anges.

Samtliga modifieringar redovisas även i Bilaga 2, utdrag från beräkningsblad.

### 6.1 ÄMNESPARAMETRAR

Indata för ämnesparametrar har inte ändrats med avseende på relativ biotillgänglighet samt Kd-värde, då det inte kan motiveras baserat på utförda tester.

### 6.2 JORD- OCH GRUNDVATTENPARAMETRAR

Totalhalten av organiskt kol i marken har angetts som 15%, vilket är det högsta värde som modellen tillåter. De uppmätta halterna i det förorenade materialet i skogsmarken är i snitt 50%.

### 6.3 GEOGRAFISKA PARAMETRAR

Områdets storlek har ändrats för att motsvara undersökningsområdets area. Områdets längd, med vilket avses utbredning i grundvattnets övergripande och bedömt östliga strömningsriktning, har angetts som 150 meter istället för 50 meter. Områdets bredd, med vilket avses områdets utbredning vinkelrätt mot strömningsriktningen, har angetts som 300 meter istället för 50 meter.

Avståndet till skyddat grundvatten har angetts som 650 meter, vilket motsvarar avståndet mellan undersökningsområdet och det grundvattenmagasin som löper längsmed Bottenån.

#### 6.4 EXPONERINGSVÄGAR

Exponeringsvägarna inandning av ånga samt intag av dricksvatten beaktas inte, vilket motiveras i den konceptuella modellen, se avsnitt 5.4.

#### 6.5 EXPONERINGSPARAMETRAR

Naturvårdsverkets generella scenario baseras på exponeringsantaganden som utgår från att den förorenade jorden tas in direkt i munnen, jordiga fingrar stoppas i munnen, att damm fastnar i mun och svalg, samt att jorden kan andas in i form av damm. Detta förutsätter att jorden är åtkomlig, kan greppas med händerna och att den innehåller en viss andel finfraktion som kan fastna på huden, se exempel i Figur 18. Även exponering via inandning av damm samt hudupptag förutsätter att den förorenade jorden innehåller viss andel finfraktion. För att exponering via damm ska kunna uppstå gäller även att finfraktionen måste kunna lösgöras från marken och spridas i luften.



Figur 18. Vänstra bilden: Jord med finfraktion som fastnat på händer. Bild från <https://sverigesradio.se/artikel/6192253>. Foto: Jurek Holzer SVD /TT. Högra bilden: Barn som sitter i lera med hög andel finfraktion. Bild från <https://magkliniken.se/20-spannande-fakta-om-tarmen-och-magen>.

Blyföroeningen i skogsmarken finns i humus- och torvmaterial som består av sammanhängande fibrer. Detta förhållande har konstaterats föreligga i all skogsmark som provtagits, vilket omfattar totalt ca 300 provpunkter ifall tidigare undersökning inkluderas. Uttag av prov i skogsmarken krävde att ett skikt bestående av tätt sammanhängande rötter och växtstammar avlägsnades. Ställvis behövde växterna skäras bort från marken för att det underliggande lagret med humus och torv skulle bli åtkomligt. Växterna utgjordes av arter varav flertalet var vedartade och har stammar som är perenna och finns kvar året runt, till exempel blåbär, lingon, skvattram. Det förorenade humus- och torvmaterialet under växtskiktet utgjordes av sammanhängande fibrer bestående av rötter samt mossor i olika stadier av nedbrytning, se Figur 19-22.



Figur 19. Hål som grävts ca 20 cm ner genom växtskikt till lager med humus och torv.



Figur 20. Hål som grävts ca 20 cm ner genom växtskikt till lager med humus och torv. Närbild.



Figur 21. Humus och torv som tagits upp under växtskikt och rötter.



Figur 22. Humus och torv som gnuggats mellan handflatorna<sup>4</sup>.

Materialet skiljer sig från den typen av jord som ligger till grund för Naturvårdsverkets exponeringsscenarion på så sätt att det inte dammar, inte innehåller någon syn- eller kännbar finfraktion samt att det är sammanhängande och fibröst. Detta påverkar rent mekaniskt förutsättningarna för exponering.

Det är svårt att ange någon exakt andel finfraktion för det förorenade torv- och humusmaterialet. Eftersom det inte utgörs av jord kan inga konventionella siktprov utföras. För att få tillgång till finfraktion som möjliggör tester och analyser har det krävts att materialet torkats och malts. Ett grovt antagande är att andelen finfraktion är lägre än 10% och att resten av materialet utgörs övervägande av sammanhängande fibrer. Med finfraktion avses i det här fallet partiklar som är så små att de kan fastna på hud eller förekomma som damm.

<sup>4</sup> Fotografierna härrör från platsbesök 2021-08-25. Materialet som hanteras utan handskar på bilderna är från en provpunkt där blyhalten var under MKM.

Det kan dock inte uteslutas att materialet kan sönderdelas, till exempel vid kraftig nötning av ytjorden. För att inte riskera att underskatta exponeringen i ett långtidsperspektiv är utgångspunkten för riskbedömningen att andelen finfraktion som kan fastna på hud eller förekomma som damm kan vara högre än 10 %. Exponering via intag av förorenat torv- och humusmaterial, exponering via hud samt inandning av damm har därför antagits vara ca 30% av vad som antas vid ett generellt KM-scenario. En extra säkerhetsmarginal tillämpas med avseende på små barns intag av förorenat material, exponering via intag har antagits motsvara ca 50% av vad som antas vid ett generellt KM-scenario.

Baserat på dessa bedömningar har följande exponeringsparametrar ändrats:

- För barn har oralt intag av jord ändrats från 120 mg per dag till 60 mg, och för vuxna från 50 mg per dag till 25 mg.
- Jordexponering via hud har ändrats från 2000 mg per kvadratmeter hud till 660 mg för både barn och vuxna.
- Halten av jordpartiklar i utomhusluft har ändrats från 0,01 mg per kubikmeter luft till 0,003 mg.

## 6.6 INTAG AV BÄR OCH SVAMP

Vid ett generellt KM-scenario förutsätts att det dagliga intaget av frukt och grönsaker till tio procent utgörs av grödor som odlats eller växt i det förorenade området. För ett barn motsvarar det nio kilo under ett år och för en vuxen person 15 kg under ett år. Riskbedömningen avser endast humus i skogsmark och de ätliga grödor som förekommer i skogsmarken är främst bär och svamp.

Den mest frekvent förekommande ätliga växten i området är blåbär. Blyhalterna i blåbär som växer i det mest förorenade området är lägre än Livsmedelsverkets gränsvärde. Kantareller i det mest förorenade området uppvisar halter av bly som överskrider Livsmedelsverkets gränsvärde. Intaget som förutsätts i det aktuella området ska ses mot bakgrund av att endast intag av svamp utgör en risk enligt utförda analyser.

Intaget av grödor (svamp) från skogsmarken har antagits utgöra en procent av det totala dagliga intaget av frukt och grönsaker. Detta skulle motsvara att ett barn äter 1 kg svamp från området under ett år och en vuxen person 1,5 kilo.

Baserat på detta har följande exponeringsparametrar ändrats med avseende på intag av frukt och grönsaker:

- För barn och vuxna har andelen intagna grödor från det förorenade området ändrats från 10% till 1% av det totala dagliga intaget.

## 6.7 EXPONERINGSTIDER

För PSRV avseende Typområde 1 har inga ändringar gjorts avseende exponeringstid, exponeringstiden motsvarar heltidsvistelse 365 dagar om året under en livstid.

För PSRV avseende Typområde 2 har exponeringstiden för vuxna och barn angetts som 240 dagar om året med avseende på intag av jord och inandning av damm. Det innebär att exponeringstiden för jord och damm motsvarar ca 70% av vad som antas vid det generella KM-scenariot (365 dagar). Exponeringstiden med avseende på hudkontakt med jord har justerats så att den motsvarar ca 70 % av det generella KM-scenariot, vilket innebär att vuxna och barn bedöms kunna ha hudkontakt med jord 80 dagar om året istället för 120 dagar om året. Detta beskrivs närmre i avsnitt 5.1.

## 6.8 PSRV OCH DELRIKTVÄRDEN

I Naturvårdsverkets beräkningsmodell beräknas de hälso- och miljöriskbaserade riktvärdena separat och det lägsta riktvärdet/skyddsniån utgör det slutliga riktvärdet för ett ämne. För vissa ämnen görs även ett antal justeringar av riktvärdena, t. ex. justering för förväntad exponering från andra källor, bakgrundshalter, eventuell akuttoxicitet etc. I Tabell 6 och Tabell 7 redovisas de beräknade platsspecifika riktvärdena för bly inom Typområde 1 och Typområde 2, samt delriktvärden/skyddsniåer.

PSRV gäller endast blyförorenad yttjord i områdets skogsmark, och som till övervägande del utgörs av torv och humus.

Tabell 6. PSRV för Typområde 1, yttjord i skogsmark närmre bostäder än 50 meter.

Envägskoncentrationer				Justeringar					
Intag jord	Hudkontakt	Inandning damm	Intag växter	Justering långtids-effekter	Korttids-exponering	Skydd mark-miljö	Skydd grundvatten	Skydd yt-vatten	Avrundat riktvärde
180	9700	5300	2700	160	600	200	<b>150</b>	200	<b>150</b>

Hälsoriskbaserat PSRV för Typområde 1 styrs av exponeringsvägen intag av jord. Då justering görs för risker med avseende på långtidsexponering från andra källor blir det hälsoriskbaserade riktvärdet 160 mg/kg. Miljöriskbaserat PSRV för Typområde 1 styrs av skyddet av grundvatten och är 150 mg/kg. Det slutliga riktvärdet blir **150 mg/kg**.

Tabell 7. PSRV för Typområde 2, yttjord i skogsmark längre än 50 meter från bostäder.

Envägskoncentrationer				Justeringar					
Intag jord	Hudkontakt	Inandning damm	Intag växter	Justering långtids-effekter	Korttids-exponering	Skydd mark-miljö	Skydd grundvatten	Skydd yt-vatten	Avrundat riktvärde
270	15000	8100	2700	230	600	200	<b>150</b>	200	<b>150</b>

Hälsoriskbaserat PSRV för Typområde 2 styrs av exponeringsvägen intag av jord. Då justering görs för risker med avseende på långtidsexponering från andra källor blir det hälsoriskbaserade riktvärdet 270 mg/kg. Miljöriskbaserat PSRV för Typområde 2 styrs av skyddet av grundvatten och är 150 mg/kg, vilket är samma som för Typområde 1.

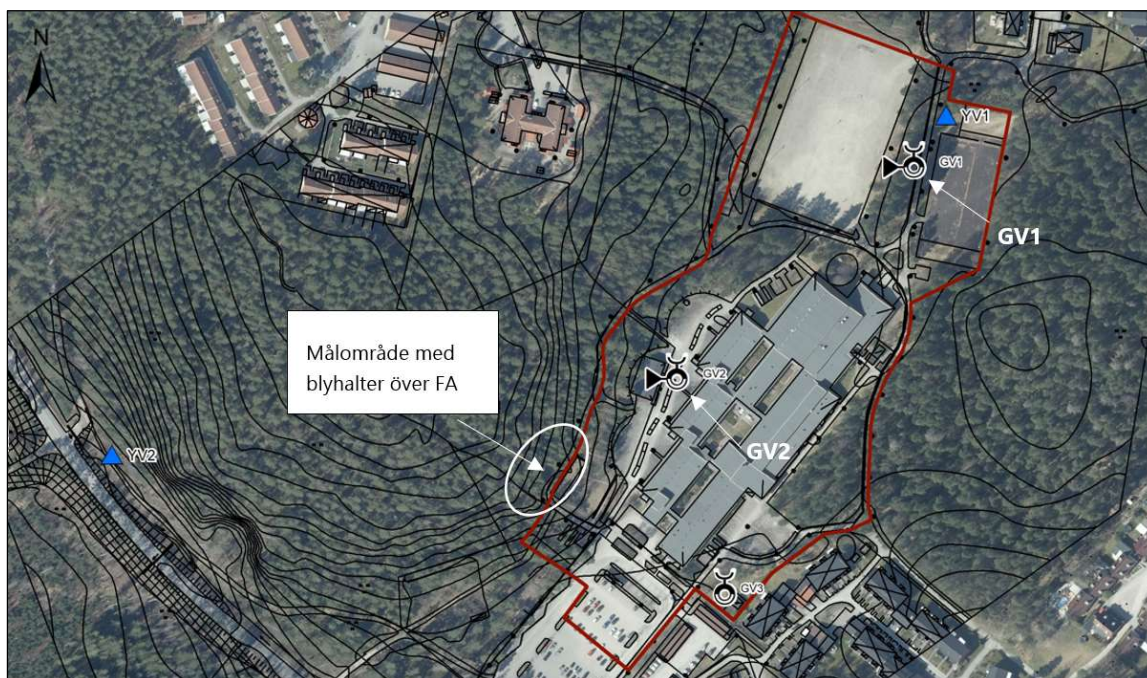
## 7. DISKUSSION

### 7.1 SPRIDNINGSRISKER PÅ KORT OCH LÅNG SIKT

Förändringar i pH eller redoxpotential kan kraftigt påverka lakbarheten av många ämnen. En förändring/sänkning av pH med en enhet kan ge upp till 10–100 gånger högre utlakning beroende på vilket ämne som studeras. Bly är ett ämne som binds mycket starkt till organiskt material i marken samt till mineraliska partiklar i form av järn- aluminium och manganoxider. I reducerande miljö kan bly bilda svårslösliga sulfider och under motsatta syreförhållanden (oxiderande miljö) kan  $\text{PbCO}_3$  (blykarbonat eller cerrusit) fällas ut förutsatt att PH är högt. I grundvatten transporteras bly huvudsakligen som lösta humuskomplex eller bundet till partiklar (NV, 2006) .

Den förorenade ytjorden i skogsmarken utgörs i huvudsak av organiskt material som ligger öppet och där syretillgången är god. Det bedöms därför inte som troligt att reducerande förhållanden skulle uppstå så att bly sulfider bildas över tid, grundvattenanalyser tyder inte heller på att pH är så högt i området att blyföroreningen skulle tendera att fällas ut som blykarbonat. Genomförd fältmätning av grundvatten i provpunkten GV2 nära det före detta målområdet visar pH 7,73 vilket är relativt neutralt (Terraformer, 2021).

Den mest betydande spridningen av blyföroreningen vid Stadsskogen sker sannolikt via lösta organiska komplex (DOC- Dissolved Organic Compounds) i vatten som rör sig i genomsläppliga jordlager. Grundvattenprov har kunnat tas ut vid två tillfällen och i två olika provpunkter, en strax nedanför det mest blyförorenade målområdet (GV2), och en i ett skogsparti mellan fotbollsplanen och tennisbanan ca 200 nordöst om målområdet (GV1). Grundvattenrörens läge återges i Figur 23.



Figur 23. Läget för det kraftigt förorenade målområdet, samt GV1 och GV2. Bakgrundsbild från tidigare undersökning (Terraformer, 2021). I bilden syns även markeringar av provpunkter där yt- och grundvattenprov inte kunde tas ut eftersom vatten inte påträffades.

För bly klassas påverkan i GV1 i områdets nordöstra del som hög jämfört med SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Metallhalterna i GV2 på skolgården nära det före detta målområdet klassas som hög vid provtagningstillfället i juni och mycket låg vid provtagningstillfället i augusti. Det ska nämnas att bedömningsgrunderna avser halter i grundvattenmagasin och att grundvattenproven som tagits ut endast speglar metallhalter i det vatten som för tillfället finns i lösa jordlager på platsen. Med detta avses för GV1 vatten som står i den sandiga silten på ca två meters djup, och för GV2 vatten som finns under asfaltytan på skolgården i morän på ca 1,5 meters djup. SGU:s kriterium för "mycket hög påverkan" avseende bly är 10 µg/liter, vilket sammanfaller med Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten. I Tabell 8 nedan redovisas de uppmätta halterna i grundvatten.

Tabell 8, uppmätta blyhalter i grundvatten. Halter i µg/l.

	Klassindelning - påverkansgrad*					Provpunkt och datum			
	mycket låg	låg	måttlig	hög	mycket hög				
Metaller i grundvatten (µg/l)	1	2	3	4	5	GV1 210615	GV1 210825	GV2 210615	GV2 210825
Filtrering 45 µm						Ja	Ja	Ja	Ja
Bly	<0,5	0,5	1	2	10	4	9	3	<0,2

\*SGU 2013. Statens geologiska undersökning, riktvärden för påverkansbedömning.

Blyhalterna i GV1 bör inte ses som en säker verifiering av att urlakning och spridning sker från målområdet bort till nordöstra delen av planområdet. Metallhalterna i prov från grundvattenrören varierar påtagligt mellan provtagningstillfällena och grundvatten kan påverkas av flera olika faktorer, bland annat av DOC-halten vilken inte har analyserats.

Beräkningen av platsspecifikt riktvärde ger ett delriktvärde för skydd av grundvatten på 150 mg bly per kg jord. Halter i den storleksordningen återfinns i närheten av det före detta målområdet, men generellt inte i resterande del av planområdet. Det är därför svårt att göra en bedömning av vilken påverkan som eventuellt kan uppstå på grund av blyspridning från det före detta målområdet. Grundvattenförekomsten vid Bottenån påverkas av blykällor inom hela området där grundvattenbildning sker. Det mest förorenade området är relativt avgränsat samt ligger på stort avstånd till grundvattenförekomsten. Ett försiktigt antagande baserat på detta är att spridning från området sannolikt inte bidrar till en oacceptabel påverkan. Ifall området bebyggs bedöms spridningen från området bli mindre över tid eftersom hus och hårdgjorda ytor förhindrar infiltration, samt eftersom det förorenade målområdet då kommer att behöva åtgärdas.

## 7.2 EXPONERINGSRISKER PÅ KORT OCH LÅNG SIKT

Ytjordens sammansättning (fibrös torv och humus) kan bli mer finkornig ifall växtskiktet tas bort i framtiden och de rötter och rottrådar som i dagsläget binder ihop materialet försvinner. Riskbedömningen omfattar inte ett sådant scenario. Det finns dock ingen anledning att ta bort växtskiktet ifall inte skogen ska avverkas och marken användas för anläggningar. Vid ett framtida scenario där den nuvarande skogsmarken ska användas för anläggningar är det troligt att berget behöver rensas och ytjorden tas bort av tekniska skäl, varvid föroreningen och exponeringsrisken försvinner.



Vid ett framtida scenario där den nuvarande skogsmarken finns kvar och de befintliga biologiska processerna fortgår kommer jordmånen att bli mäktigare på lång sikt. Nuvarande ytjord kommer att överlagras med barr, humus och mossa samtidigt som humifieringsgraden ökar i det underliggande förorenade materialet. Blyföroeningen kommer på så vis att över tid hamna längre ner i markprofilen. Ett sådant scenario bedöms innebära att exponeringsriskerna minskar för människor.

Det kan samtidigt innebära att bly som i dagsläget är bundet till organiskt material lösgörs när detta material efter mycket lång tid bryts ner och bildar jordmån. Tidsperspektivet för en sådan process är dock mycket långt, det bedöms kunna oraska låga halter i grundvatten men under lång tid. Det bedöms inte som troligt att en sådan frigörelseprocess och spridning skulle bidra till exponeringsrisker för människor, även om dricksvattenuttag i framtiden skulle bli aktuellt.

Avseende långtidsexponering gäller att människor exponeras för bly från olika källor och exponeringen rent allmänt bör hållas på en så låg nivå som möjligt. Markblyhalter förefaller dock inte vara starkt relaterade till blyblodhalter hos barn i Sverige. I orterna Sala och Falun är bakgrundshalterna av bly i marken påtagligt förhöjda på grund av den historiska verksamheten vid gruvorna. Studier som utförts påvisar inte att barn i dessa områden uppvisar högre blodblyhalter än i referensområden. I Falun finns dock en rekommendation som avråder från att odla årsbehovet av potatis och morötter i områden där blyhalten i jorden är mer än 300 mg/kg, samt att stora intag av bär och svamp bör undvikas i områden där blyhalten i marken är mer än 700 mg/kg (NV, 2008). Det ska understrykas att blyets biotillgänglighet varierar kraftigt mellan olika typer av jordmatriser, och att rekommendationerna från Falun inte kan tillämpas på andra blyföroeningar. Exemplet återges endast för att belysa att blyhalter i mark generellt inte en betydande källa till blyhalter i blodet hos barn.

Den mest betydande exponeringen av bly sker från livsmedel i form av spannmålsprodukter, mjölkprodukter och grönsaker. Mätningar inom ramen för den nationella hälsorelaterade miljöövervakningen visar att blyhalten sjunker i blod hos barn, främst som en effekt av förbudet av blytillsats till bensin (IMM, 2017). Utförda biota-analyser visar att blyhalterna i kantareller som plockats i det mest förorenade området bakom muren överskrider gränsvärdet för livsmedel, medan halterna i kantareller i ett mindre förorenat delområde är långt under gränsvärdet.

För blåbär är halterna under gränsvärdet i prov från båda områdena, intag av bär bedöms därför inte utgöra en risk. Intag av svamp från de mest förorenade markpartierna bedöms kunna utgöra en risk ifall intaget sker regelbundet och under lång tid.

Gränsvärdet för bly i dricksvatten är 10 µg/l (SLV, 2021) och den högsta uppmätta halten (GV1 vid provtagning i augusti) är 9 µg/l. Halterna är i de tre övriga proven under 5 µg/l. Det indikerar att vatten inom planområdet inte är blyförorenat i en omfattning som utgör en risk i det fall dricksvattenuttag skulle ske.

För att en enstaka exponering av jord ska kunna bidra till att den totala exponeringen under ett år innebär hälsorisker krävs att blyhalterna i den förorenade ytjorden är 600 mg/kg. Inom området som berörs av detaljplanen överskrider denna halt endast i området vid f.d. blinderingsvall och kulfång. Detta delområde behöver åtgärdas eftersom människor kan och kommer att kunna exponeras för föroeningen oavsett ifall planen genomförs eller inte.

### 7.3 FRÅGOR TILL RISKVÄRDERINGSDISKUSSION

Den genomförda riskbedömningen baseras på observationer, mätningar och tester men även på bedömningar och antaganden vilket alltid innebär ett mått av osäkerhet. Innan riskreducerande åtgärder genomförs bör det diskuteras vilken grad av osäkerhet som kan accepteras i förhållande till de konsekvenser en åtgärd kan ha för befintliga värden såsom djur- och växtmiljöer, rekreation, ekonomi och landskapsbild. Syftet med en sådan diskussion är att så långt som möjligt säkerställa att åtgärdernas omfattning blir skäligt avvägd gentemot andra intressen. Detta görs inom ramen för en riskvärderingsdiskussion. I samband med riskvärderingen kan följande bedömningar och antaganden som gjorts i riskbedömningen lyftas in i diskussionen:

- Typområde 1. Exponeringsscenarioet för Typområde 1 baseras på den styrande risken, små barns intag av förorenad jord. Det kan diskuteras ifall daglig exponering sker i skogsmark så långt som 50 meter från bostäder. Typområde 1 kan eventuellt avgränsas baserat på ett mindre avstånd till bostäder.
- Typområde 2. Vistelsetiden inom Typområde 2 antas vara 240 dagar om året. Det kan diskuteras ifall vistelse i skogsmark som inte är i direkt närhet till bostäder sker 240 dagar om året. Det motsvarar ungefär antalet arbetsdagar under ett års heltidsarbete. Vistelsetiden kan eventuellt vara lägre.

## 8. REKOMMENDATIONER

Baserat på den genomförda riskbedömningen samt resultat från genomförda undersökningar bedöms behov av riskreduktion föreligga för utfylld mark vid murarna samt ytjord i den omgivande skogsmarken. Blyhalterna i dessa markpartier är generellt mycket högre än PSRV och bedöms kunna innebära risker för människors hälsa, markecosystem, grundvatten och ytvatten. Det bedöms även kunna föreligga behov av riskreduktion i enstaka markpartier i skogsmark utanför målområdet där blyhalterna överskrider PSRV. Notera att PSRV endast avser ytjord i skogsmark, fyllning vid murarna bör bedömas utifrån andra riktvärden. Blynivåerna i fyllningen överskrider dock haltgräns för farligt avfall och bedöms kräva åtgärder (Terraformer, 2021).

Vid fortsatt utredning av detaljplaneområdet behöver dock en mer ingående bedömning göras avseende behovet av riskreduktion inom markpartier där människor kan komma att påverkas av planens genomförande. Olika riktvärden kan behöva tillämpas för olika typer av mark och markanvändning. I blyförorenad skogsmark rekommenderas att de framtagna platsspecifika riktvärdena för ytjord tillämpas, i annan typ av mark kan Naturvårdsverkets generella riktvärden vara lämpliga.

Det styrande skyddsobjektet för beräknade PSRV är skyddet av grundvatten, medan de hälsoriksbaserade riktvärdena styrs av små barns intag av förorenad jord. I samband med kommande utredningssteg rekommenderas att en välmotiverad beslutsskala tillämpas, och att beslutsskalan utgår från ett grundvattenperspektiv såväl som ett exponeringsperspektiv. Förenklat uttryckt innebär det att ta ställning till hur stora jordenheter som ska användas för bedömning av åtgärdsbehov ur olika perspektiv.

Nedan anges några fiktiva exempel (gäller alltså inte Stadsskogen) som belyser hur beslutsskalor kan tillämpas:

- Akuttoxiskt höga halter av arsenik förekommer punktvis på en innergård i ett bostadsområde. Beslutsskalan bör då vara mycket liten, eftersom en enstaka exponering för en liten mängd jord kan innebära en allvarlig risk. Beslutsenheter mindre än en kvadratmeter kan då vara motiverade.
- PCB-halter överskrider i några punkter platsspecifikt riktvärde i ett grönområde. PCB är ett ämne med skadliga långtidseffekter men är inte akuttoxiskt. Beslutsskalan kan här vara större. Människor kan antas röra sig inom hela området och exponeras för halter som är både högre och lägre än PSRV, men den genomsnittliga exponeringen ger inte upphov till skadliga långtidseffekter. Beslutsenheter större än 10 x 10 meter kan då vara motiverade.
- Nickelhalter i ett utfyllt område vid en vattentäkt överskrider i hälften av provpunkterna platsspecifikt riktvärde som styrs av grundvattenskydd. Hälsoriskbaserade skyddsnivåer överskrider inte i någon provpunkt, inte heller skyddsnivåer med avseende på ytvatten och markmiljö. Vattentäkten kan antas påverkas av nickelnivåerna inom det förorenade området som helhet och det kan då vara motiverat att betrakta hela det förorenade området som en beslutsenhet.

När behovet av riskreduktion bedömts kan en åtgärdsutredning utföras, med beskrivning av vilka olika åtgärdsmetoder som kan vara lämpliga samt bedömd kostnad för olika alternativ.

Skogsmarken är viktig för områdets karaktär och har ett stort värde som stadsnära rekreationsskog, där finns också ett fungerande markekosystem. Att avlägsna den förorenade jordmånen innebär att dessa värden skadas allvarligt eller förstörs helt. Åtgärderna behöver utformas på ett sätt som tar hänsyn till befintliga värden, samtidigt som tillräcklig riskreduktion uppnås. Det är därför viktigt att den slutliga omfattningen och metoden för åtgärderna tas fram i samband med en riskvärderingsdiskussion (se avsnitt 7.3).



Jennifer Espling, miljökonsult  
AB Terraformer, uppdragsledare



Per Evenhamre, miljökonsult  
Evolent AB, oberoende granskning

## REFERENSER

Avfall Sverige, 2019	Avfall Sverige. Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor. Rapport 2019:01.
DGE, 2020	PM Stadsskogen, PM daterat 2020-01-10.
DGE, 2020	PM Stadsskogen, PM daterat 2020-02-20.
DGE, 2020	PM Stadsskogen avgränsning, PM daterat 2020-06-04.
EG, 2006	Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 av den 19 december 2006 om fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel.
IMM, 2017	Institutet för miljömedicin (IMM) vid Karolinska Institutet, Rapport framtagen på uppdrag av Folkhälsomyndigheten. Miljöhälsorapport 2017.
NV, 2006	Naturvårdsverket 2006, Rapport 5536. Metaller mobiliter i mark.
NV, 2006	Underlagsrapporter till regeringsuppdraget om bly i ammunition. Naturvårdsverkets rapport 5624. Rapport daterad oktober 2006.
NV, 2006	Lakteter för riskbedömning av förorenade områden. Naturvårdsverket rapport 5535, 2006.
NV, 2008	HÅLLBAR SANERING Rapport 5859- Hälsoriskbedömning vid utredning av förorenade områden. rapport NV, september 2008
NV 2009	Riktvärden för förorenad mark – modellbeskrivning och vägledning. Naturvårdsverket 2009. Rapport 5976. Riktvärden uppdaterade juli 2016.
Qvarfort & Waleij, 2004	Förekomst och miljöeffekter till följd av militära och andra vapenrelaterade aktiviteter. Totalförsvarets forskningsinstitut, NBC skydd, Umeå.
SBB, 2019	Planbeskrivning. Detaljplan för Stadsskogen 2:11 m.fl. (Stadsskogsskolan) i Lindsberg, Lindsbergs kommun. Samhällsbyggnad Bergslagen, stadsarkitektkontoret. Samrådshandling daterad 2019-10-28.
SBB, 2021	Plankarta, reviderad. Detaljplan för Stadsskogen 2:11 m.fl. (Stadsskogsskolan) i Lindsberg, Lindsbergs kommun. Samhällsbyggnad Bergslagen, stadsarkitektkontoret. Karta tillhandhålls under april 2021.
SGI, 2012	Test för oral biotillgänglighet vid SGI. Informationsblad daterat mars 2012.
SLV, 2021	<a href="http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amen/metaller1/bly/">http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amen/metaller1/bly/</a> , information hämtad 2021-09-09.

Sveriges Skogsvårdsförbund, 2000	Skogsencyklopedin, utgiven av Sveriges Skogsvårdsförbund (numera Föreningen Skogen), Stockholm år 2000.
Terraformer, 2021	Miljöteknisk undersökning av mark vid f.d. skjutbana på del av fastigheterna Stadsskogen 1:1, 2:8 och 2:11. Rapport daterad 2021-03-05.
Terraformer, 2021	Miljöteknisk undersökning inom del av fastigheterna Stadsskogen 1:1, och 2:11. Rapport daterad 2021-09-09.

**RAPPORT**  
 Utfärdad av Miljölaboratoriet

<b>Beställare: AB Terraformer, Jennifer Espling</b>			
<b>Uppdrag: Biotillgänglighet</b>		<b>Diariennr</b>	7.1-2101-0037
<b>Provbeteckning: Lakprov 3</b>		<b>Uppdr.nr</b>	20019-10
		<b>Provrnr</b>	210098
<b>Registrerad Datum</b>	<b>Lab. undersökning Datum</b>	<b>Av</b>	<b>Utfärdad</b>
2021-04-27	2021-05-25	MWi/CPE	2021-06-17
		<b>Teknisk ledare</b>	Camilla Peterson

<b>Human biotillgänglighet - Gastric</b>			<b>Metod</b>
<b>Provnummer</b>	<b>21368</b>		SGI-metod enl.UBM *
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
<b>Al</b>	880	32	<sup>1</sup>
<b>Sb</b>	0,04	0,83	<sup>4</sup>
<b>As</b>	0,14	2,70	<sup>4</sup>
<b>Ba</b>	25	91	<sup>1</sup>
<b>Pb</b>	220	94	
<b>B</b>	0,15	3,10	<sup>1,4</sup>
<b>Fe</b>	200	4,30	<sup>1</sup>
<b>Cd</b>	0,17	84	<sup>4</sup>
<b>Co</b>	0,30	30	<sup>1</sup>
<b>Cu</b>	3,00	38	<sup>1</sup>
<b>Cr</b>	0,14	1,40	<sup>1</sup>
<b>Mg</b>	190	18	<sup>1</sup>
<b>Mn</b>	91	72	<sup>1</sup>
<b>Mo</b>	0,01	0,22	<sup>1,4</sup>
<b>Ni</b>	0,98	20	<sup>1</sup>
<b>Se</b>	0,08	0,77	<sup>1,4</sup>
<b>V</b>	1,50	12	<sup>1</sup>
<b>Zn</b>	24	38	<sup>1</sup>

<b>Human biotillgänglighet – Gastric-Intestinal</b>			<b>Metod</b>
<b>Provnummer</b>	<b>21370</b>		SGI-metod enl.UBM *
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
<b>Al</b>	290	11	<sup>1</sup>
<b>Sb</b>	0,16	3,20	<sup>4</sup>
<b>As</b>	0,16	3,10	<sup>4</sup>
<b>Ba</b>	11	38	<sup>1</sup>
<b>Pb</b>	50	21	

\* The BARGE Unified Bioaccessibility Method

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
 Resultatet relaterar endast till det insända provet

**RAPPORT**  
Utfärdad av Miljölaboratoriet

<b>B</b>	2,10	42	<sup>1,4</sup>
<b>Fe</b>	120	2,40	<sup>1</sup>
<b>Cd</b>	0,04	20	<sup>4</sup>
<b>Co</b>	0,07	7,40	<sup>1</sup>
<b>Cu</b>	0,10	1,20	<sup>1</sup>
<b>Cr</b>	0,31	3,10	<sup>1,2</sup>
<b>Mg</b>	100	9,60	<sup>1</sup>
<b>Mn</b>	36	29	<sup>1</sup>
<b>Mo</b>	0,03	0,66	<sup>1,4</sup>
<b>Ni</b>	0,24	4,80	<sup>1</sup>
<b>Se</b>	0,02	0,20	<sup>1,4</sup>
<b>V</b>	0,40	3,30	<sup>1</sup>
<b>Zn</b>	8,20	13	<sup>1</sup>

**Provberedning:** Provet homogeniserades och siktades < 0,25 mm .  
Andel bortplockat > 0,25 mm : 72 %  
Wn : 10,6 %

**Kommentar:** UBM-metoden är validerad för As, Cd, Pb och Sb.  
Den biolösliga fraktionen är beräknad på halten i eluatet och halten i provet < 0,25mm.

<sup>1</sup> Ej validerad för dessa metaller.

<sup>2</sup> Ej blankkorrigerad då halt i blanklösning överstiger halt i provet.

<sup>3</sup> Halt i provlösning under rapporteringsgräns.

<sup>4</sup> Totalhalt under rapporteringsgräns.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
Resultatet relaterar endast till det insända provet

**RAPPORT**

Utfärdad av Miljölaboratoriet

<b>Beställare: AB Terraformer, Jennifer Espling</b>			
<b>Uppdrag: Biotillgänglighet</b>		<b>Diariennr</b>	7.1-2101-0037
<b>Provbeteckning: Lakprov 4</b>		<b>Uppdr.nr</b>	20019-10
		<b>Provnr</b>	210099
<b>Registrerad Datum</b>	<b>Lab. undersökning Datum</b>	<b>Av</b>	<b>Utfärdad Teknisk ledare</b>
2021-04-27	2021-05-25	MWi/CPE	2021-06-17 Camilla Peterson

<b>Human biotillgänglighet - Gastric</b>			<b>Metod</b>
<b>Provnummer</b>	<b>21381</b>		SGL-metod enl.UBM *
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utfört av Eurofins AB
<b>Al</b>			1
<b>Sb</b>	0,03	0,62	4
<b>As</b>	0,21	4,20	4
<b>Ba</b>	72	100	1,5
<b>Pb</b>	370	100	5
<b>B</b>	0,62	12	1,4
<b>Fe</b>	160	11	1
<b>Cd</b>	0,73	100	5
<b>Co</b>	0,36	36	1,4
<b>Cu</b>	1,30	10	1
<b>Cr</b>	0,02	0,31	1,4
<b>Mg</b>	540	100	1,5
<b>Mn</b>	68	100	1,5
<b>Mo</b>	0,01	0,12	1,2,4
<b>Ni</b>	2,30	76	1
<b>Se</b>	0,00	0,04	1,4
<b>V</b>	2,10	43	1,4
<b>Zn</b>	61	100	1,5

<b>Human biotillgänglighet – Gastric-Intestinal</b>			<b>Metod</b>
<b>Provnummer</b>	<b>21383</b>		SGL-metod enl.UBM *
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utfört av Eurofins AB
<b>Al</b>	360	52	1
<b>Sb</b>	0,21	4,20	4
<b>As</b>	0,29	5,80	4
<b>Ba</b>	29	100	1
<b>Pb</b>	79	32	
<b>B</b>	0,69	14	1,4

\* The BARGE Unified Bioaccessibility Method

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
Resultatet relaterar endast till det insända provet



**RAPPORT**  
Utfärdad av Miljölaboratoriet

<b>Fe</b>	100	7,20	<sup>1</sup>
<b>Cd</b>	0,10	26	
<b>Co</b>	0,06	5,60	<sup>1,4</sup>
<b>Cu</b>	1,50	11	<sup>1,2</sup>
<b>Cr</b>	0,22	4,30	<sup>1,2,4</sup>
<b>Mg</b>	170	54	<sup>1</sup>
<b>Mn</b>	15	43	<sup>1</sup>
<b>Mo</b>	0,04	0,83	<sup>1,4</sup>
<b>Ni</b>	0,29	9,50	<sup>1</sup>
<b>Se</b>	0,22	2,20	<sup>1,4</sup>
<b>V</b>	0,48	9,70	<sup>1,4</sup>
<b>Zn</b>	12	30	<sup>1</sup>

**Provberedning:** Provet homogeniserades och siktades < 0,25 mm .  
Andel bortplockat > 0,25 mm : 86 %  
Wn : 17,6 %

**Kommentar:** UBM-metoden är validerad för As, Cd, Pb och Sb.  
Den biolösliga fraktionen är beräknad på halten i eluatet och halten i provet < 0,25mm.

<sup>1</sup> Ej validerad för dessa metaller.

<sup>2</sup> Ej blankkorrigerad då halt i blanklösning överstiger halt i provet.

<sup>3</sup> Halt i provlösning under rapporteringsgräns.

<sup>4</sup> Totalhalt under rapporteringsgräns.

<sup>5</sup> Teoretisk biotillgänglighet Gastric överstiger 100%

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
Resultatet relaterar endast till det insända provet



## CERTIFICATE OF ANALYSIS

Work Order	: PR2138178	Issue Date	: 21-May-2021
Customer	: ALS Scandinavia, Sweden		
Client	: ALS Scandinavia, Sweden	Laboratory	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Contact	: accounting.lu	Contact	: Client Service
Address	: Aurorum 10 97775 Lulea Sweden	Address	: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00 Czech Republic
E-mail	: ----	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telephone	: ----	Telephone	: +420 226 226 228
Project	: (17.06.2021) L2105830	Page	: 1 of 3
Order number	: ----	Date Samples	: 30-Apr-2021
		Received	
		Quote number	: PR2010ALSSC-SE0034 (CZ-125-10-0240)
Site	: ----	Date of test	: 30-Apr-2021 - 21-May-2021
Sampled by	: client	QC Level	: ALS CR Standard Quality Control Schedule

### General Comments

This report shall not be reproduced except in full, without prior written approval from the laboratory.

The laboratory declares that the test results relate only to the listed samples. If the section "Sampled by" of the Certificate of analysis states: "Sampled by Customer" then the results relate to the sample as received.

### Responsible for accuracy

Testing Laboratory No. 1163  
Accredited by CAI according to  
CSN EN ISO/IEC 17025:2018

#### Signatories

Zdeněk Jiráček

#### Position

Environmental Business Unit  
Manager



The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 (Environmental management systems) and ČSN ISO 45001 (Occupational health and safety management systems)



## Analytical Results

Sub-Matrix: SOIL				Client sample ID		U11805632		U11805633		U11805634	
				Laboratory sample ID		L/S = 0.1		L/S = 10.0		L/S = 0.1	
				Client sampling date / time		PR2138178-001		PR2138178-002		PR2138178-003	
						[30-Apr-2021]		[30-Apr-2021]		[30-Apr-2021]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU		
<b>Physical Parameters</b>											
Dry matter @ 105°C	S-DRY-GRCI	0.10	%	39.3	± 2.39	---	---	33.7	± 2.05		
<b>Sample Pre-Preparation</b>											
Inner Diameter of the Column (not accredited)	S-PPLPER	0.1	cm	5.0	---	---	---	5.0	---		
L/S Ratio Removed (not accredited)	S-PPLPERS	0.050	--	0.115	---	9.94	---	0.119	---		
Amount of Dry Sample in Column (not accredited)	S-PPLPER	0.1	g	139	---	---	---	117	---		
Amount of Water Removed (not accredited)	S-PPLPERS	0.1	mL	16.0	---	1370	---	14.0	---		
Height of Material in Column (not accredited)	S-PPLPER	0.1	cm	30.0	---	---	---	30.0	---		
pH Value	S-PPLPERS	1.00	--	4.58	---	4.26	---	4.54	---		
Average Flow (not accredited)	S-PPLPER	0.1	mL/h	13.0	---	---	---	13.0	---		
Electrical Conductivity	S-PPLPERS	10	µS/cm	380	---	184	---	297	---		
Temperature of the Room (not accredited)	S-PPLPER	0.5	°C	20 ± 5	---	---	---	20 ± 5	---		
pH of first 15 mL	S-PPLPER	1.00	--	4.48	---	---	---	5.64	---		
pH of the Rest L/S=0.1	S-PPLPER	1.00	--	4.68	---	---	---	5.44	---		

Sub-Matrix: SOIL				Client sample ID		U11805635					
				Laboratory sample ID		L/S = 10.0					
				Client sampling date / time		PR2138178-004					
						[30-Apr-2021]					
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU		
<b>Sample Pre-Preparation</b>											
L/S Ratio Removed (not accredited)	S-PPLPERS	0.050	--	9.92	---	---	---	---	---		
Amount of Water Removed (not accredited)	S-PPLPERS	0.1	mL	1150	---	---	---	---	---		
pH Value	S-PPLPERS	1.00	--	4.10	---	---	---	---	---		
Electrical Conductivity	S-PPLPERS	10	µS/cm	156	---	---	---	---	---		

When sampling time information is not provided by the client, sampling dates are shown without a time component. In these instances, the time component has been assumed by the laboratory for processing purposes. Measurement uncertainty is expressed as expanded measurement uncertainty with coverage factor  $k = 2$ , representing 95% confidence level.

Key: LOR = Limit of reporting; MU = Measurement Uncertainty. The MU does not include sampling uncertainty.

### The end of result part of the certificate of analysis

#### Brief Method Summaries

Analytical Methods	Method Descriptions
Location of test performance: Bendlova 1687/7 Ceska Lipa Czech Republic 470 01	
S-DRY-GRCI	CZ_SOP_D06_01_045 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346:2007), CZ_SOP_D06_07_046 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346:2007, CSN 46 5735) Determination of dry matter by gravimetry and determination of moisture by calculation from measured values.
Preparation Methods	
Location of test performance: Bendlova 1687/7 Ceska Lipa Czech Republic 470 01	
S-LPER-A	CZ_SOP_D06_07_087 (CSN P CEN/TS 14405, CSN ISO 10523, CSN 75 7342, CSN EN 27888) Determination of pH, temperature and electrical conductivity by column test.
S-PPLPER	CZ_SOP_D06_07_087 (CSN P CEN/TS 14405, CSN ISO 10523, CSN 75 7342, CSN EN 27888) Determination of pH, temperature and electrical conductivity by column test.

Issue Date : 21-May-2021  
Page : 3 of 3  
Work Order : PR2138178  
Client : ALS Scandinavia, Sweden



<i>Preparation Methods</i>	<i>Method Descriptions</i>
S-PPLPERS	CZ_SOP_D06_07_087 (CSN P CEN/TS 14405, CSN ISO 10523, CSN 75 7342, CSN EN 27888) Determination of pH, temperature and electrical conductivity by column test.
<i>Location of test performance: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany Czech Republic 190 00</i>	
*W-SAMPLEBACK	Sending sample back according client request

A “\*” symbol preceding any method indicates laboratory or subcontractor non-accredited test. If the UNICO-SUB code is stated in the method table, this only informs that the tests have been performed by a subcontractor and the results are given in an annex to the test report, including information on test accreditation. In the case when a procedure specified in an accredited method was used for non-accredited matrix, the reported results are non-accredited; please refer to information in General Comment section on the front page. If the report contains subcontracted analyses, those are made in a subcontracted laboratory outside the laboratories ALS Czech Republic, s.r.o.

The calculation methods of summation parameters are available on request in the client service.



## Bilaga 1 certifikat av analys för order PR2138178

### Analysresultat - Lakttest enligt standard CEN/TS 14405 "Karakterisering av avfall - Bestämning av lakegenskaper - Uppströms perkolationstest (under bestämda förhållanden)"

Lab-ID analyserat prov: PR2138178001, PR2138178002  
Kund-ID analyserat prov: U11805632, U11805633

#### Provberedning

Det testade materialet krossades <4mm och efter homogenisering användes en delmängd till att fylla kolonnen enligt standard CEN/TS 14405.

#### Generell information om testet:

En kolonn har använts med inner diameter: 5.0 cm  
Torrsubstans: 39.3 %  
Mängd vått prov i kolonn: 353.7 g  
Mängd torrt prov i kolonn: 139 g  
Höjd av testat prov i kolonn: 30.0 cm  
Testet har utförts vid rumstemperatur: 22.8 °C  
Genomsnittligt flöde: (tillåtet intervall = 10.6 - 13.9 ml/h) 13.0 mL/h

#### Uttag av lakvatten (Uttaget L/S-förhållande inom det tillåtna intervallet)

#### Mätningar i lakvatten:

Lab-ID	L/S-förhållande	Uttaget L/S-förhållande	Uttaget L/S i intervallet	Volym lakvatten uttaget [ml]	pH	T [°C]	Kond. [µS/cm]
PR2138178001	0.100	0.115	0.08 - 0.12	16.0	4.58	22.8	380
PR2138178002	10.000	9.971	9.90 - 10.10	1370	4.26	23.3	184

**Kommentarer:** pH de första 15 ml: 4.48  
pH resteluater L/S = 0.10: 4.68

*Jämnvikt uppnådd då skillnaden i pH-värdena ovan är mindre än 0.5*

Analyt	Fraction 0.0 - 0.10	Fraction 0.10 - 10.0
	[µg/L]	[µg/L]
Pb	485	342

## Bilaga 1 certifikat av analys för order PR2138178

### Analysresultat – Lakttest enligt standard CEN/TS 14405 “Karakterisering av avfall – Bestämning av lakegenskaper – Uppströms perkolationstest (under bestämda förhållanden)”

L/S =	0.10	10	L/S =	0.10	10.00
Analyte	mg/kg TS	mg/kg TS	Analyte	µg/kg TS	µg/kg TS
Pb	0.0558	3.43	Pb	55.8	3430

Slut på resultatdelen av bilagan till analyscertifikatet

#### Anmärkningar:

DOC – Dissolved Organic Carbon, löst organiskt kol

PHI – Fenolindex

TDS – Total Dissolved Solids, totalt upplösta ämnen

Kolonntest samt fysikalkemiska analyserna var utförda av ALS Czech Republic, s.r.o. Analys av metaller i lakvatten var utförda av ALS Scandinavia AB i Luleå.

När endast ett värde är rapporterat i tabellen "ackumulerad utlakad mängd" betyder det att koncentrationen på den parametern i den fraktion samt i alla tidigare fraktioner var större än rapporteringsgränsen (LOR).

Om intervall av koncentrationer är rapporterad betyder det att minst en av koncentrationerna för de involverade parametrarna var mindre än LOR. Det lägre värdet av intervallen var utvärderat med användning av "noll koncentration 0.000 µg/l" för den involverade parametern och det övre värdet av intervallet var utvärderat med användning av värdet för rapporteringsgränsen (LOR) för den involverade parametern.

När det lägre värdet av intervallet är noll betyder det att koncentrationen av den involverade parametern var "lägre än rapporteringsgränsen (LOR)" i den inblandade fraktionen och i alla tidigare fraktioner.

När det lägre värdet av intervallet inte är noll betyder det att koncentrationen av den involverade parameterna var större än LOR i den inblandade fraktionen eller i en del av tidigare fraktioner.

*Slutet av resultatet del av bilagan certifikat för analys*



## Bilaga 2 certifikat av analys för order PR2138178

### Analysresultat - Lakttest enligt standard CEN/TS 14405 "Karakterisering av avfall - Bestämning av lakegenskaper - Uppströms perkolationstest (under bestämda förhållanden)"

Lab-ID analyserat prov: PR2138178003, PR2138178004  
Kund-ID analyserat prov: U11805634, U11805635

#### Provberedning

Det testade materialet krossades <4mm och efter homogenisering användes en delmängd till att fylla kolonnen enligt standard CEN/TS 14405.

#### Generell information om testet:

En kolonn har använts med inner diameter: 5.0 cm  
Torrsubstans: 33.7 %  
Mängd vått prov i kolonn: 347.2 g  
Mängd torrt prov i kolonn: 117 g  
Höjd av testat prov i kolonn: 30.0 cm  
Testet har utförts vid rumstemperatur: 22.9 °C  
Genomsnittligt flöde: (tillåtet intervall = 10.6 - 13.9 ml/h) 13.0 mL/h

#### Uttag av lakvatten (Uttaget L/S-förhållande inom det tillåtna intervallet)

#### Mätningar i lakvatten:

Lab-ID	L/S-förhållande	Uttaget L/S-förhållande	Uttaget L/S i intervallet	Volym lakvatten uttaget [ml]	pH	T [°C]	Kond. [µS/cm]
PR2138178003	0.100	0.120	0.08 - 0.12	14.0	4.54	22.9	297
PR2138178004	10.000	9.949	9.90 - 10.10	1150	4.10	23.4	156

**Kommentarer:** pH de första 15 ml: 5.64  
pH resteluater L/S = 0.10: 5.44

*Jämnvikt uppnådd då skillnaden i pH-värdena ovan är mindre än 0.5*

Analyt	Fraction 0.0 - 0.10 [µg/L]	Fraction 0.10 - 10.0 [µg/L]
Pb	414	478



## Bilaga 2 certifikat av analys för order PR2138178

### Analysresultat – Lakttest enligt standard CEN/TS 14405 “Karakterisering av avfall – Bestämning av lakegenskaper – Uppströms perkolationstest (under bestämda förhållanden)”

L/S =	0.10	10	L/S =	0.10	10.00
Analyte	mg/kg TS	mg/kg TS	Analyte	µg/kg TS	µg/kg TS
Pb	0.0495	4.75	Pb	49.5	4750

Slut på resultatdelen av bilagan till analyscertifikatet

#### Anmärkningar:

DOC – Dissolved Organic Carbon, löst organiskt kol

PHI – Fenolindex

TDS – Total Dissolved Solids, totalt upplösta ämnen

Kolonntest samt fysikalkemiska analyserna var utförda av ALS Czech Republic, s.r.o. Analys av metaller i lakvatten var utförda av ALS Scandinavia AB i Luleå.

När endast ett värde är rapporterat i tabellen "ackumulerad utlakad mängd" betyder det att koncentrationen på den parametern i den fraktion samt i alla tidigare fraktioner var större än rapporteringsgränsen (LOR).

Om intervall av koncentrationer är rapporterad betyder det att minst en av koncentrationerna för de involverade parametrarna var mindre än LOR. Det lägre värdet av intervallen var utvärderat med användning av "noll koncentration 0.000 µg/l" för den involverade parametern och det övre värdet av intervallet var utvärderat med användning av värdet för rapporteringsgränsen (LOR) för den involverade parametern.

När det lägre värdet av intervallet är noll betyder det att koncentrationen av den involverade parametern var "lägre än rapporteringsgränsen (LOR)" i den inblandade fraktionen och i alla tidigare fraktioner.

När det lägre värdet av intervallet inte är noll betyder det att koncentrationen av den involverade parameterna var större än LOR i den inblandade fraktionen eller i en del av tidigare fraktioner.

*Slutet av resultatet del av bilagan certifikat för analys*



# Rapport

Sida 1 (2)



## L2105830

NKTZL0M0HU



Ankomstdatum **2021-04-26**  
Utfärdad **2021-06-17**

**AB Terraformer**  
**Jennifer Espling**

**Barkaröby 18**  
**725 91 Västerås**  
**Sweden**

Projekt **Stadsskogen**

### Analys: LV4A

Er beteckning	<b>Lakprov 3 (hink)</b> <b>L/S 0,1</b>					
Provtagare	<b>Jennifer Espling</b>					
Provtagningsdatum	<b>2021-04-21</b>					
Labnummer	U11805632					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>Pb</b>	<b>485</b>	93	$\mu\text{g/l}$	1	H	ALSK

Er beteckning	<b>Lakprov 3 (hink)</b> <b>L/S 10</b>					
Provtagare	<b>Jennifer Espling</b>					
Provtagningsdatum	<b>2021-04-21</b>					
Labnummer	U11805633					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>Pb</b>	<b>342</b>	66	$\mu\text{g/l}$	1	H	ALSK

Er beteckning	<b>Lakprov 4 (hink)</b> <b>L/S 0,1</b>					
Provtagare	<b>Jennifer Espling</b>					
Provtagningsdatum	<b>2021-04-21</b>					
Labnummer	U11805634					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>Pb</b>	<b>414</b>	79	$\mu\text{g/l}$	1	H	ALSK

Er beteckning	<b>Lakprov 4 (hink)</b> <b>L/S 10</b>					
Provtagare	<b>Jennifer Espling</b>					
Provtagningsdatum	<b>2021-04-21</b>					
Labnummer	U11805635					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>Pb</b>	<b>478</b>	92	$\mu\text{g/l}$	1	H	ALSK

Metod	
1	<p>Analys av lakvatten. Vid analys av metaller har provet surgjorts med 1 ml salpetersyra(suprapur) per 100 ml. Vid analys av W har provet ej surgjorts. För analys av Ag har provet konserverats med HCl.</p> <p>Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Analys av Hg med AFS har skett enligt SS EN ISO 17852.</p> <p>Notera att rapporteringsgränser kan påverkas om det t.ex. finns behov av extra spädning pga provmatrisen men även om provmängden är begränsad.</p> <p>Om laktestet har utförts av ALS i Luleå, för omräknade halter till mg/kg TS se rapport eller bilaga.</p>

Godkännare	
ALSK	Aleksandra Skrobonja

Utf <sup>1</sup>	
H	ICP-SFMS

\* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.  
Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.  
Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

<sup>1</sup> Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).



## Analyscertifikat

Ordernummer	: LE2107141	Sida	: 1 av 3
Kund	: AB Terraformer	Projekt	: DP Stadsskogen
Kontaktperson	: Jennifer Espling	Beställningsnummer	: 204502
Adress	: Barkaröby 18 725 91 Västerås	Provtagare	: Jennifer Espling
E-post	: jennifer.espling@terraformer.se	Provtagningspunkt	: ----
Telefon	: ----	Ankomstdatum, prover	: 2021-08-26 13:19
C-O-C-nummer	: ----	Analys påbörjad	: 2021-08-30
(eller		Utfärdad	: 2021-09-09 08:48
Orderblankett-num		Antal ankomna prover	: 4
mer)			
Offertnummer	: ST2021SE-AB-TER0001 (OF210256)	Antal analyserade prover	: 4

### Generell kommentar

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Laboratoriet tar inget ansvar för information i denna rapport som har lämnats av kunden, eller resultat som kan ha påverkats av sådan information. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se vår webbplats [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)

### Signatur

### Position

Iliia Rodushkin

Laboratoriechef



Laboratorium	: ALS Scandinavia AB	hemsida	: <a href="http://www.alsglobal.com">www.alsglobal.com</a>
Adress	: Aurorum 10 977 75 Luleå Sverige	E-post	: <a href="mailto:info.lu@alsglobal.com">info.lu@alsglobal.com</a>
		Telefon	: +46 920 28 99 00



## Analysresultat

Matris: <b>BIOTA</b>	<i>Provbeteckning</i>	<b>Blåbär bakom mur</b>						
	<i>Laboratoriets provnummer</i>	LE2107141-001						
	<i>Provtagningsdatum / tid</i>	2021-08-25						
<i>Parameter</i>	<b>Resultat</b>	<b>MU</b>	<i>Enhet</i>	<i>LOR</i>	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>	
<b>Provberedning</b>								
Uppslutning	Ja	----	-	-	M-4	B-PB29-MW	LE	
<b>Metaller och grundämnen</b>								
Pb, bly	<0.04	----	mg/kg	0.0400	M-4	B-SFMS-29	LE	

Matris: <b>BIOTA</b>	<i>Provbeteckning</i>	<b>Kantareller bakom mur</b>						
	<i>Laboratoriets provnummer</i>	LE2107141-002						
	<i>Provtagningsdatum / tid</i>	2021-08-25						
<i>Parameter</i>	<b>Resultat</b>	<b>MU</b>	<i>Enhet</i>	<i>LOR</i>	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>	
<b>Provberedning</b>								
Uppslutning	Ja	----	-	-	M-4	B-PB29-MW	LE	
<b>Metaller och grundämnen</b>								
Pb, bly	7.25	± 0.78	mg/kg	0.0400	M-4	B-SFMS-29	LE	

Matris: <b>BIOTA</b>	<i>Provbeteckning</i>	<b>Blåbär bakom barack</b>						
	<i>Laboratoriets provnummer</i>	LE2107141-003						
	<i>Provtagningsdatum / tid</i>	2021-08-25						
<i>Parameter</i>	<b>Resultat</b>	<b>MU</b>	<i>Enhet</i>	<i>LOR</i>	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>	
<b>Provberedning</b>								
Uppslutning	Ja	----	-	-	M-4	B-PB29-MW	LE	
<b>Metaller och grundämnen</b>								
Pb, bly	<0.04	----	mg/kg	0.0400	M-4	B-SFMS-29	LE	

Matris: <b>BIOTA</b>	<i>Provbeteckning</i>	<b>Kantareller bakom barack</b>						
	<i>Laboratoriets provnummer</i>	LE2107141-004						
	<i>Provtagningsdatum / tid</i>	2021-08-25						
<i>Parameter</i>	<b>Resultat</b>	<b>MU</b>	<i>Enhet</i>	<i>LOR</i>	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>	
<b>Provberedning</b>								
Uppslutning	Ja	----	-	-	M-4	B-PB29-MW	LE	
<b>Metaller och grundämnen</b>								
Pb, bly	<0.04	----	mg/kg	0.0400	M-4	B-SFMS-29	LE	



## Metodsammanfattningar

Analysmetoder	Metod
B-PB29-MW	Uppslutning i salpetersyra/väteperoxid i mikrovågsugn enligt SE-SOP-0041 (SS-EN 13805:2014).
B-SFMS-29	Bestämning av metaller i biota med ICP-SFMS enligt SS-EN ISO 17294-2:2016 och US EPA Method 200.8:1994 efter uppslutning enligt B-PB29-MW.

**Nyckel:** **LOR** = Den rapporteringsgräns (LOR) som anges är standard för respektive parameter i metoden. Rapporteringsgränsen kan påverkas vid t.ex. spädning p.g.a. matrisstörningar, begränsad provmängd eller låg torrsubstanshalt.

**MU** = Mätosäkerhet

\* = Asterisk efter resultatet visar på ej ackrediterat test, gäller både egna lab och underleverantör

### Mätosäkerhet:

**Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data- Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.**

**Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.**

**Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.**

### Utförande laboratorium (teknisk enhet inom ALS Scandinavia eller anlitat laboratorium (underleverantör)).

	Utf.
LE	Analys utförd av ALS Scandinavia AB, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75 Ackrediterad av: SWEDAC Ackrediteringsnummer: 2030



Ankomstdatum **2021-04-26**  
Utfärdad **2021-04-28**

**AB Terraformer**  
**Jennifer Espling**

**Barkaröby 18**  
**725 91 Västerås**  
**Sweden**

Projekt **Stadsskogen**

## Analys: A03

Er beteckning	<b>Lakprov 1 (hink)</b>				
Provtagare	<b>Jennifer Espling</b>				
Provtagningsdatum	<b>2021-04-21</b>				
Labnummer	U11805628				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>GF*</b>	<b>77.1</b>	% av TS	1	W	JOGR
<b>TOC*</b>	<b>44.7</b>	% av TS	2	W	JOGR

Er beteckning	<b>Lakprov 2 (hink)</b>				
Provtagare	<b>Jennifer Espling</b>				
Provtagningsdatum	<b>2021-04-21</b>				
Labnummer	U11805629				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>GF*</b>	<b>3.6</b>	% av TS	1	W	JOGR
<b>TOC*</b>	<b>2.1</b>	% av TS	2	W	JOGR



Metod	
1	Analys enligt SS-EN 15935.
2	TOC beräknas utifrån glödförlust baserad på "Van Bemmelen" factor.

Godkännare	
JOGR	Jonna Grundström

Utf <sup>1</sup>	
W	Våtkemi

\* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

<sup>1</sup> Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

# Rapport

Sida 1 (3)



## L2105829

K2OLOVR6K0



Ankomstdatum **2021-04-26**  
Utfärdad **2021-05-07**

**AB Terraformer**  
**Jennifer Espling**

**Barkaröby 18**  
**725 91 Västerås**  
**Sweden**

Projekt **Stadsskogen**

### Analys: LV4A

Er beteckning	<b>Lakprov 1 (hink)</b> <b>L/S 10</b>					
Provtagare	<b>Jennifer Espling</b>					
Provtagningsdatum	<b>2021-04-21</b>					
Labnummer	U11805630					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>SS-EN 12457-2</b>	<b>Ja</b>	51	ArbMom	1	I	ASAP
<b>TS innan lakning*</b>	<b>57.3</b>		%	2	I	LIAS
<b>Invägning*</b>	<b>103.8</b>		g	2	I	LIAS
<b>Volym tillsatt*</b>	<b>550</b>		ml	2	I	LIAS
<b>Pb</b>	<b>1160</b>	224	$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
<b>pH</b>	<b>4.2</b>			4	V	EMAN
<b>Temp.pH-mätning</b>	<b>25.5</b>		$^{\circ}\text{C}$	3	V	EMAN
<b>Kond.</b>	<b>35.3</b>		mS/m	5	V	EMAN
<b>Temp.kond.mätning</b>	<b>24.7</b>		$^{\circ}\text{C}$	3	V	EMAN
<b>Laktest omräkning mg/kg TS</b>						
<b>Pb</b>	<b>11.6</b>		mg/kg TS	3	H	NIPA

Er beteckning	<b>Lakprov 2 (hink)</b> <b>L/S 10</b>					
Provtagare	<b>Jennifer Espling</b>					
Provtagningsdatum	<b>2021-04-21</b>					
Labnummer	U11805631					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>SS-EN 12457-2</b>	<b>Ja</b>	51	ArbMom	1	I	ASAP
<b>TS innan lakning*</b>	<b>96.8</b>		%	2	I	LIAS
<b>Invägning*</b>	<b>92.9</b>		g	2	I	LIAS
<b>Volym tillsatt*</b>	<b>897</b>		ml	2	I	LIAS
<b>Pb</b>	<b>416</b>	85	$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
<b>pH</b>	<b>5.9</b>			4	V	EMAN
<b>Temp.pH-mätning</b>	<b>25.0</b>		$^{\circ}\text{C}$	3	V	EMAN
<b>Kond.</b>	<b>1.54</b>		mS/m	5	V	EMAN
<b>Temp.kond.mätning</b>	<b>24.7</b>		$^{\circ}\text{C}$	3	V	EMAN
<b>Laktest omräkning mg/kg TS</b>						
<b>Pb</b>	<b>4.16</b>		mg/kg TS	3	H	NIPA



	Metod
1	Laktesten har utförts enligt SS-EN 12457-2. Den utvidgade osäkerheten är 51% enligt SS-EN 12457-2. Osäkerheten är beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.
2	Provupparbetning.
3	<p>Analys av lakvatten. Vid analys av metaller har provet surgjorts med 1 ml salpetersyra(suprapur) per 100 ml. Vid analys av W har provet ej surgjorts. För analys av Ag har provet konserverats med HCl.</p> <p>Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Analys av Hg med AFS har skett enligt SS EN ISO 17852.</p> <p>Notera att rapporteringsgränser kan påverkas om det t.ex. finns behov av extra spädning pga provmatrisen men även om provmängden är begränsad.</p> <p>Om laktestet har utförts av ALS i Luleå, för omräknade halter till mg/kg TS se rapport eller bilaga.</p>
4	Potentiometrisk bestämning av pH i vatten vid 25±2°C och omräknat till 25.0°C (SE-SOP-0056, SS-EN ISO 10523:2012). pH är en tidskritisk parameter och bestämning bör göras inom 24 h efter provtagning. Prover bör därför skickas direkt till laboratoriet efter provtagning.
5	Bestämning av konduktivitet i vatten vid 25±1°C och omräknat till 25.0°C (SE-SOP-0058, SS-EN 27888-1:1994). Konduktivitet är en tidskritisk parameter och bestämning bör göras inom 24 h efter provtagning. Prover bör därför skickas direkt till laboratoriet efter provtagning.

	Godkännare
ASAP	Åsa Apelqvist
EMAN	Emma Andersson
LIAS	Linda Åström
NIPA	Nicola Pallavicini

	Utf <sup>1</sup>
H	ICP-SFMS
I	Man.Inm.
V	Våtkemi

\* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

<sup>1</sup> Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

# Rapport

Sida 3 (3)



## L2105829

K2OLOVR6K0



Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.



## Analyscertifikat

Ordernummer	: LE2102567	Sida	: 1 av 3
Kund	: AB Terraformer	Projekt	: Stadsskogen
Kontaktperson	: Jennifer Espling	Beställningsnummer	: Stadsskogen
Adress	: Barkaröby 18 725 91 Västerås	Provtagare	: Jennifer Espling
E-post	: jennifer.espling@terraformer.se	Provtagningspunkt	: ----
Telefon	: ----	Ankomstdatum, prover	: 2021-04-23 15:19
C-O-C-nummer	: ----	Analys påbörjad	: 2021-04-27
(eller		Utfärdad	: 2021-04-29 16:03
Orderblankett-num		Antal ankomna prover	: 4
mer)			
Offertnummer	: HL2020SE-AB-TER0001 (OF180291)	Antal analyserade prover	: 4

### Generell kommentar

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Laboratoriet tar inget ansvar för information i denna rapport som har lämnats av kunden, eller resultat som kan ha påverkats av sådan information. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se vår webbplats [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)

Signatur	Position
Ilia Rodushkin	Laboratoriechef



Laboratorium	: ALS Scandinavia AB	hemsida	: <a href="http://www.alsglobal.com">www.alsglobal.com</a>
Adress	: Aurorum 10 977 75 Luleå Sverige	E-post	: <a href="mailto:info.lu@alsglobal.com">info.lu@alsglobal.com</a>
		Telefon	: +46 920 28 99 00



## Analysresultat

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.		
								Provbeteckning	Lakprov 1
								Laboratoriets provnummer	LE2102567-001
Matris: JORD		Provbeteckning		Lakprov 1					
		Laboratoriets provnummer		LE2102567-001					
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-21					
<b>Provberedning</b>									
Torkning	Ja	----	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE		
<b>Provberedning</b>									
Uppslutning	Ja	----	-	-	MS-1	S-PM59-HB	LE		
<b>Metaller och grundämnen</b>									
Pb, bly	5850	± 585	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-SFMS-59	LE		
<b>Fysikaliska parametrar</b>									
glödgningsförlust vid 550°C (GF)	91.1	± 3.0	% TS	0.10	GF550	S-LOI550	LE		
totalt organiskt kol (TOC)	52.8 *	----	%	0.10	TOCB	S-TOC-CC	LE		
Torrsubstans vid 105°C	34.8	± 2.00	%	1.00	MS-1	TS-105	LE		

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.		
								Provbeteckning	Lakprov 2
								Laboratoriets provnummer	LE2102567-002
Matris: JORD		Provbeteckning		Lakprov 2					
		Laboratoriets provnummer		LE2102567-002					
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-21					
<b>Provberedning</b>									
Torkning	Ja	----	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE		
<b>Provberedning</b>									
Uppslutning	Ja	----	-	-	MS-1	S-PM59-HB	LE		
<b>Metaller och grundämnen</b>									
Pb, bly	902	± 90.2	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-SFMS-59	LE		
<b>Fysikaliska parametrar</b>									
glödgningsförlust vid 550°C (GF)	4.12	± 3.00	% TS	0.10	GF550	S-LOI550	LE		
totalt organiskt kol (TOC)	2.39 *	----	%	0.10	TOCB	S-TOC-CC	LE		
Torrsubstans vid 105°C	88.9	± 2.00	%	1.00	MS-1	TS-105	LE		

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.		
								Provbeteckning	Lakprov 3
								Laboratoriets provnummer	LE2102567-003
Matris: JORD		Provbeteckning		Lakprov 3					
		Laboratoriets provnummer		LE2102567-003					
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-21					
<b>Provberedning</b>									
Torkning	Ja	----	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE		
<b>Provberedning</b>									
Uppslutning	Ja	----	-	-	MS-1	S-PM59-HB	LE		
<b>Metaller och grundämnen</b>									
Pb, bly	1430	± 143	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-SFMS-59	LE		
<b>Fysikaliska parametrar</b>									
glödgningsförlust vid 550°C (GF)	81.8	± 3.0	% TS	0.10	GF550	S-LOI550	LE		
totalt organiskt kol (TOC)	47.4 *	----	%	0.10	TOCB	S-TOC-CC	LE		
Torrsubstans vid 105°C	34.5	± 2.00	%	1.00	MS-1	TS-105	LE		



Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.
Matris: JORD							
Provbeteckning		Lakprov 4					
Laboratoriets provnummer		LE2102567-004					
Provtagningsdatum / tid		2021-04-21					
<b>Provberedning</b>							
Torkning	Ja	----	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE
<b>Provberedning</b>							
Uppslutning	Ja	----	-	-	MS-1	S-PM59-HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
Pb, bly	845	± 84.5	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-SFMS-59	LE
<b>Fysikaliska parametrar</b>							
glödningsförlust vid 550°C (GF)	88.5	± 3.0	% TS	0.10	GF550	S-LOI550	LE
totalt organiskt kol (TOC)	51.4 *	----	%	0.10	TOCB	S-TOC-CC	LE
Torrsubstans vid 105°C	34.5	± 2.00	%	1.00	MS-1	TS-105	LE

## Metodsammanfattningar

Analysmetoder	Metod
S-LOI550	Bestämning av glödningsförlust (GF) och glödningsrest (GR) vid 550°C enligt SE-SOP-0067 (SS-EN 15935:2012 utg 1).
S-PM59-HB	Upplösning i 7M salpetersyra i hotblock enligt SE-SOP-0021.
S-PP-dry50	Torkning av prov vid 50°C.
S-SFMS-59	Analys av metaller i jord, slam, sediment och byggnadsmaterial med ICP-SFMS enligt SS-EN ISO 17294-2:2016 och US EPA Method 200.8:1994 efter uppslutning av prov enligt S-PM59-HB.
S-TOC-CC*	TOC beräknad från glödningsförlust och baserad på "Van Bemmelen" faktorn. Glödningsförlust bestämd SS-EN 15935:2012.
TS-105	Bestämning av torrsubstans (TS) enligt SS-EN 15934:2012 utg 1.

**Nyckel:** LOR = Den rapporteringsgräns (LOR) som anges är standard för respektive parameter i metoden. Rapporteringsgränsen kan påverkas vid t.ex. spädning p.g.a. matrisstörningar, begränsad provmängd eller låg torrsubstanshalt.

MU = Mätosäkerhet

\* = Asterisk efter resultatet visar på ej ackrediterat test, gäller både egna lab och underleverantör

### Mätosäkerhet:

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data- Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

### Utförande laboratorium (teknisk enhet inom ALS Scandinavia eller anlitat laboratorium (underleverantör)).

	Utf.
LE	Analys utförd av ALS Scandinavia AB, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75 Ackrediterad av: SWEDAC Ackrediteringsnummer: 2030

## Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**  
 Eget scenario: **PSRV Typområde 1**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning  
 Skogsmark närmre bostäder än 50 m

## Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Bly	150	mg/kg	Skydd av grundvatten	
<b>Avvikelser i scenarioparametrar</b>				
	<b>Eget scenario</b> <b>PSRV Typområde 1</b>	<b>Generellt scenario</b> <b>KM</b>		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
Inandning av ånga	beaktas ej	beaktas		Ej relevant, bly förångas vid + 600 grader. (obl)
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Dricksvattenuttag förekommer inte, området kommer att ha kommunalt VA. (obl)
Andel växter från odling på plats	0,01	0,1	-	Andelen av intaget av växer odlade på plats antas vara 1 % av det totala dagliga intaget. (obl)
Halt organiskt kol	0,15	0,02	kg/kg	Halten totalt organiskt kol är ca 50%, maxvärdet 0,15 har därför angetts. (obl)
Längd på förorenat område	150	50	m	Områdets längd är 150 meter. (obl)
Bredd på förorenat område	300	50	m	Områdets bredd är 300 meter. (obl)
Avstånd till skyddat grundvatten	650	0	m	Avståndet till närmaste grundvattenförekomst är 650 meter. (obl)
<b>Avvikelser i modellparametrar</b>				
	<b>Eget värde</b>	<b>Standardvärde</b>		Kommentarer till modellparametrar (frv)
Genomsnittligt intag av jord, barn	60	120	mg/dag	Intag har justerats på grund av att andelen finfraktion som kan fastna på händer/ansikte och intas är mycket låg. (obl)
Genomsnittligt intag av jord, vuxna	25	50	mg/dag	Intag har justerats på grund av att andelen finfraktion som kan fastna på händer/ansikte och intas är mycket låg. (obl)
Jordexponering hud, barn	660	2000	mg/m2	Hudexponering har justerats på grund av att andelen finfraktion som kan fastna på hud är mycket låg. (obl)
Jordexponering hud, vuxna	660	2000	mg/m2	Hudexponering har justerats på grund av att andelen finfraktion som kan fastna på hud är mycket låg. (obl)

# Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**  
Eget scenario: **PSRV Typområde 1**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning  
Skogsmark närmre bostäder än 50 m

Halt av jordpartiklar i utomhusluft                      0,003                      0,01                      mg/m3

Halt av jordpartiklar i utomhusluft har justerats eftersom andelen finfraktion är låg och materialet inte dammar. (obl)

## Egendefinierade ämnen

Inga egendefinierade ämnen används.

**Uttagsrapport**

Generellt scenario: **KM**  
 Eget scenario: **PSRV Typområde 2**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning  
 Skogsmark längre från bostäder än 50 m

**Beräknade riktvärden**

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Bly	150	mg/kg	Skydd av grundvatten	
<b>Avvikelser i scenarioparametrar</b>				
	<b>Eget scenario</b> <b>PSRV Typområde 2</b>	<b>Generellt scenario</b> <b>KM</b>		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
Inandning av ånga	beaktas ej	beaktas		Ej relevant, bly förångas vid + 600 grader. (obl)
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Dricksvattenuttag förekommer inte, området kommer att ha kommunalt VA. (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	240	365	dag/år	Vistelsegraden i skogsmark mer än 50 meter från bostäder antas vara 240 dagar om året, se riskbedömning. (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	240	365	dag/år	Vistelsegraden i skogsmark mer än 50 meter från bostäder antas vara 240 dagar om året, se riskbedömning. (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	80	120	dag/år	Exponeringstiden avseende hud antas vara 80 dagar om året, se riskbedömning. (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	80	120	dag/år	Exponeringstiden avseende hud antas vara 80 dagar om året, se riskbedömning. (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	240	365	dag/år	Vistelsegraden i skogsmark mer än 50 meter från bostäder antas vara 240 dagar om året, se riskbedömning. (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	240	365	dag/år	Vistelsegraden i skogsmark mer än 50 meter från bostäder antas vara 240 dagar om året, se riskbedömning. (obl)
Andel växter från odling på plats	0,01	0,1	-	Andelen av intaget av växer odlade på plats antas vara 1 % av det totala dagliga intaget. (obl)
Halt organiskt kol	0,15	0,02	kg/kg	Halten totalt organiskt kol är ca 50%, maxvärdet 0,15 har därför angetts. (obl)
Längd på förorenat område	150	50	m	Områdets längd är 150 meter. (obl)



**Uttagsrapport**

Generellt scenario: **KM**  
 Eget scenario: **PSRV Typområde 2**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning  
 Skogsmark längre från bostäder än 50 m

Bredd på förorenat område	300	50	m	Områdets bredd är 300 meter. (obl)
Avstånd till skyddat grundvatten	650	0	m	Avståndet till närmaste grundvattenförekomst är 650 meter. (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde		Kommentarer till modellparametrar (frv)
Genomsnittligt intag av jord, barn	60	120	mg/dag	Intag har justerats på grund av att andelen finfraktion som kan fastna på händer/ansikte och intas är mycket låg. (obl)
Genomsnittligt intag av jord, vuxna	25	50	mg/dag	Intag har justerats på grund av att andelen finfraktion som kan fastna på händer/ansikte och intas är mycket låg. (obl)
Jordexponering hud, barn	660	2000	mg/m <sup>2</sup>	Hudexponering har justerats på grund av att andelen finfraktion som kan fastna på hud är mycket låg. (obl)
Jordexponering hud, vuxna	660	2000	mg/m <sup>2</sup>	Hudexponering har justerats på grund av att andelen finfraktion som kan fastna på hud är mycket låg. (obl)
Halt av jordpartiklar i utomhusluft	0,003	0,01	mg/m <sup>3</sup>	Halt av jordpartiklar i utomhusluft har justerats eftersom andelen finfraktion är låg och materialet inte dammar. (obl)

**Egendefinierade ämnen**

Inga egendefinierade ämnen används.