

## BILAGA C. TEKNISK BESKRIVNING

Tillståndsansökan för sanering av Malungs f.d. garveri



Leverans

2023-05-29



Malung-Sälens kommun

**Uppdrag:** 296115 Malungs fd garveri projektering sanering  
Titel på rapport: BILAGA C. TEKNISK BESKRIVNING  
Status: Leverans  
Datum: 2023-05-29

**Medverkande**

Beställare: Malung-Sälens kommun  
Kontaktperson: Giséla Åberg

Konsult: Tyréns Sverige AB  
Uppdragsansvarig och handläggare: Kristin Elgh Dalgren  
Kvalitetsgranskare: Anna Sjöstedt, Karin Axelström

## Obligatoriska uppgifter

<b>Administrativa uppgifter hos sökande</b>	Malung-Sälens kommun  Box 14 782 21 Malung
<b>Berörda fastigheter</b>	Grönland 61:4 Grönland: 6:17 Malung S:4
<b>Kontaktpersoner</b>	Malung-Sälens kommun: Gisela Åberg Box 14 782 21 Malung Tel: 0280-186 87 E-post: gisela.aberg@malung-salen.se  Extern uppdragsledare: Kristin Elgh Dalgren, Tyréns AB. Sturegatan 4 784 31 Borlänge Tel: 010-451 92 97 E-post: kristin.elghdalgren@tyrens.se

## Förkortningar och termer

AMM	Arbets- och miljömedicin
FA	Farligt avfall
HDPE-duk	Ett syntetiskt tunt tätskikt gjort av högdensitetspolyeten. HDPE har goda kemiska motståndsegenskaper och lång livslängd. Membranet används exempelvis som bottenäckning av deponier och diken där det finns risk för föroreningar.
KM	Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark. KM är riktvärde för känslig markanvändning (KM), såsom bostadsområden och lekplatser.
MKM	Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark. MKM är riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM), exempelvis industri- och kontorsområden.
MKN	Miljökvalitetsnorm. En miljökvalitetsnorm är en bestämmelse om kvaliteten i luft, vatten, mark eller miljön i övrigt för att varaktigt skydda människors hälsa eller miljön.
M U MY	Meter under markytan
PFAS	Högfluorerade ämnen. PFAS (poly- och perfluorerade alkylsubstanser) är ett samlingsnamn för en stor grupp industriellt framställda kemikalier. De förekommer inte naturligt, utan började framställas i mitten av 1900-talet. Det finns många olika PFAS-ämnen. De mest kända substanserna kallas PFOS och PFOA.
PSRV	Platsspecifika riktvärden. När förutsättningarna på platsen avviker från de antaganden som Naturvårdsverket generella riktvärdena är beräknade utifrån kan platsspecifika riktvärden tas fram. De tar hänsyn till hur riskförutsättningarna ser ut i det aktuella området.
PAH	Polycykliska aromatiska kolväten är en grupp av flera hundra föreningar som bildas när organiska material hettas upp eller förbränns ofullständigt. Miljöbedömning görs mot 16 olika PAH som delas upp efter molekylvikt till lätta (PAH-L), medel (PAH-M) och tunga (PAH-H).
TDI	Tolererbart dagligt intag. Mått på toxicitet av ett ämne och hur stor daglig dos som är ok innan toxiska effekter kan uppkomma.

## Innehållsförteckning

<b>1 Inledning .....</b>	<b>7</b>
1.1 Syfte .....	7
1.2 Områdesbeskrivning.....	7
1.2.1 Verksamhetsområde.....	8
1.2.2 Vattenförhållanden .....	9
1.2.3 Geotekniska förutsättningar .....	10
1.3 Föroreningsituation .....	12
1.3.1 Jord .....	12
1.3.2 Grundvatten.....	16
1.3.3 Sediment .....	19
1.3.4 Ytvatten .....	21
1.3.5 Övrigt material .....	21
1.3.6 Lukt .....	23
<b>2 Åtgärdsbehov .....</b>	<b>25</b>
2.1 Åtgärds mål .....	25
2.1.1 Åtgärds mål för jord .....	25
2.1.2 Utsläppskriterier för vatten .....	26
2.1.3 Åtgärds mål för sediment.....	28
2.2 Åtgärdsbehov jord .....	30
2.3 Åtgärdsbehov sediment .....	31
2.4 Åtgärdsbehov grundvatten.....	31
2.5 Övrigt åtgärdsbehov .....	32
<b>3 Genomförandebeskrivning.....</b>	<b>33</b>
3.1 Tekniska huvudmoment.....	33
3.2 När planerade arbeten ska utföras.....	34
3.3 Förberedande arbeten .....	35
3.4 Anläggande av avvattningsyta .....	37
3.5 Installation av spont.....	38
3.5.1 Spridningsreducerande spont.....	39
3.5.2 Geoteknisk spont.....	39
3.6 Schakt av förorenad jord.....	40
3.7 Muddring av förorenade sediment .....	41
3.8 Avvattning.....	42
3.9 Arbeta i förorenade områden .....	44
3.10 Borttransport.....	44
3.11 Återställande.....	45
<b>4 Skyddsåtgärder .....</b>	<b>47</b>
4.1 Instängsling .....	47
4.2 Logistik .....	47
4.3 Siltgardin .....	48

4.4 Luft .....	49
4.5 Vattenhantering .....	49
4.6 Kontrollprogram .....	52
4.6.1 Jord och sediment .....	52
4.6.2 Vatten .....	52
4.6.3 Luft .....	53
4.6.4 Övrigt.....	53
4.7 Buller .....	53
4.8 Kemiska produkter.....	53
4.9 Olycksrisker .....	54
4.10 Information i samband med åtgärder .....	54
<b>5 Referenser .....</b>	<b>55</b>

## 1 Inledning

Vid Malungs f.d. garveri har produktion av lädervaror pågått under mer än 100 år. Sommaren 2014 brann byggnaderna ner och numera återstår bara rivningsrester, delar av konstruktioner och grunder från de gamla byggnaderna.

Då området saknar ansvarig verksamhetsutövare har staten genom Naturvårdsverket bekostat undersökningar av föroreningsituationen. Huvudman för undersökningarna är Malung-Sälens kommun.

Föroreningar har påträffats i jord, grundvatten, ledningsnät, sediment och byggnads-material. Med anledning av att området ligger på grundvattenförekomsten Malungsåsen och i direkt anslutning till Västerdalälven har genomförda riskbedömningar kommit fram till att saneringsåtgärder krävs för att minska miljö- och spridningsriskerna från påträffade föroreningar.

Planerade åtgärder inkluderar rivning av det som finns kvar av byggnader och grunder, schaktsanering av jord, avlägsnande av det gamla ledningsnätet, upprepning av skrot på älvbotten och muddring av sediment. Jord och rivningsrester som inte kan återanvändas på plats kommer föras till extern mottagningsanläggning, medan sedimenten kommer föras till en för ändamålet uppbyggd avvattningsanläggning inom arbetsområdet. När sedimenten har blivit tillräckligt torra (efter ca 1-3 år) förs även dessa till mottagningsanläggning. För att åtgärderna inte ska innebära förorenings-spridning och utföras på ett säkert sätt kommer allt arbete längs strandkanten ske innanför spont, siltgardin kommer användas för att avskärma området ut i älven och allt uppkommet länsvatten kommer renas.

### 1.1 Syfte

Målsättningen med planerade åtgärder är att området efter saneringen ska kunna användas motsvarande mindre känslig markanvändning (MKM), att spridningsrisker från de förorenade sedimenten ska minskas till en acceptabel nivå och att biologiskt liv ska kunna återetableras i sedimenten.

### 1.2 Områdesbeskrivning

Vid Malungs f.d. garveri har det bedrivits garveriverksamhet under mer än 100 år. Efter att garvningen avslutades i början av 00-talet användes lokalerna till diverse olika verksamheter som loppmarknad och lager, innan byggnaderna brann ner sommaren 2014.

Fastigheten ligger i Malungs centralort invid stranden till Västerdalälven. Området angränsas i norr och söder av kommunala allmänningar med grönytor och

promenadstråk. Öster om området ligger ett bostadsområde, där den närmsta byggnaden utgörs av den gamla kontorsbyggnaden som klarade branden och idag används som privatbostad.

Efter branden har alla tidigare byggnader inom saneringsområdet rivits. Idag utgörs ytan främst av den 3 800 m<sup>2</sup> stora betongplattan. I betongplattan finns gamla halvraserade kassuner och brunnar, och de tidigare avlopps- och kanalisationsrännorna syns tydligt. Omkring betongplattan finns också ett flertal ytterligare konstruktioner, såsom det gamla reningsverket, gamla pumpanläggningar och även konstruktioner med okänt användningsområde. Ett stort antal brunnar i betongplattan och längs strandkanten vittnar om det omfattande ledningssystem som finns i marken, och en botten scanning gjord av älvbotten visar att åtminstone sju rör sticker ut i älvkanten.

Större delen av alla rivningsrester från branden har blivit avlägsnade, men det finns fortfarande ett antal högar med betong, asfalt, jord och blandat avfall på platsen.

Längs älvkanten löper en stenskonung som vid normalvattenstånd reser sig ca 2 meter över vattenytan. Stenskonungen består av stora stenblock staplade på varandra och har ingen större bärighet, utan utgör främst ett erosionsskydd. Utförd botten scanning visar att det förekommer en sedimenthylla längs stranden närmast det f.d. garveriet, vilket gör att det är betydligt grundare i denna del än längre ut i älven. Botten är täckt av diverse skräp, sjunktimmer, rör och det står också en bil på botten.

### 1.2.1 Verksamhetsområde

Planerade saneringsåtgärder kommer genomföras inom de två fastigheterna Grönland 61:4 och Malung S:4. Dessutom kan en mindre del av den fastighet som ligger mellan det gamla garveriområdet och riksvägen (Grönland 6:17) komma att användas för åtkomst av området norrifrån under vissa moment, samt eventuellt för



sortering av massor och uppställning av entreprenadmaskiner. I



Figur 1 ses områdets lokalisering i Malungs centralort.



Figur 1. Område där planerad verksamhet kommer utföras. Området omfattar del av de större fastigheterna Grönland 61:4 och 6:17, samt Malung S:4 (älven).

## 1.2.2 Vattenförhållanden

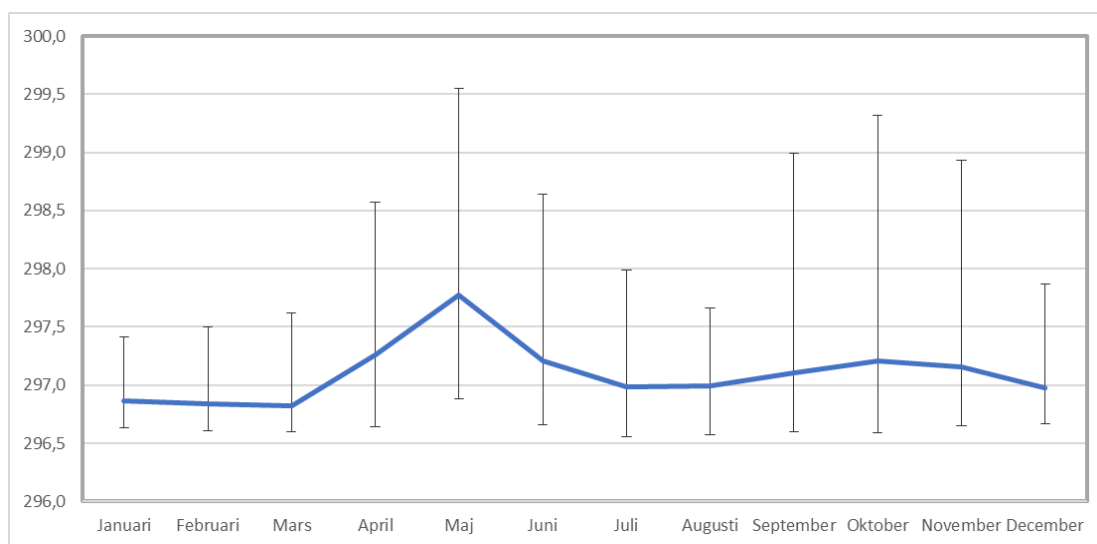
Västerdalälven är i höjd med garveriet en relativt lugnflytande älv som är ca 110 m bred. Medelvattenflödet på årsbasis är ca 69 m<sup>3</sup>/sek, men det är stora årstidsvariationer, då älven inom denna sträcka är oreglerad.

Ca 1,5 mil uppströms området ligger Fortums kraftverk i Lima. Dammen kan inte användas för att reglera flöden i älven, utan elproduktionen styrs av det naturliga flödet i älven. Ca 9 km nedströms älven ligger Vemforsen med en fallhöjd på ca 5-10 m, som är ett mycket populärt sportfiskeområde.

Årstidsvariationerna i flödet är mycket stora. Från vårfloedens och höstregnens högsta nivåer, till sensommarens och vinterns lägsta nivåer, varierar flödet i älven mellan 17 – 406 m<sup>3</sup>/sek. I höjd med garveriet innebär det att älvytans höjd varierar med 1,5-2 m över året.

Hela arbetsområdet för saneringen ligger också under gränsen för 100-årsregn, vid MSB:s översvänningskartering (MSB, 2015). För att studera översvänningsrisker med planerade åtgärder har en hydrologisk modell av älven tagits fram (Tyréns, 2022h). Medelvattenstånd i älven under planerad verksamhetsperiod (1 maj-31 december) ligger på ca +297 meter över havet. I Figur 2 ses medelvärden för älvens nivåer under olika månader.

I höjd med garveriet är älven utträtad, men det finns spår av den tidigare meandrande sträckningen i närområdet i form av korvsjöar uppströms och nedströms området.



Figur 2. Årstidsvariationer i älvens nivå, medelvärde under perioden 2015-2021 mätt vid pegeln vid bron ca 500 m uppströms garveriet. Felstaplarna anger högsta och lägsta värdet uppmätt under perioden.

Västerdalälven vid denna sträcka utgörs av vattenförekomsten WA47892183. För vattenförekomsten finns det framtagna miljö kvalitetsnormer och för ytvattnet är

statusklassningen *måttlig ekologisk status* och *uppnår ej god kemisk status*, med beslutade kvalitetskrav om god ekologisk och kemisk ytvattenstatus till 2027. Bedömningen av den kemiska ytvattenstatusen beror på förhöjda halter av de prioriterade ämnena kvicksilver och bromerade difenyletrar, vilket överskrids i samtliga Sveriges ytvattenförekomster pga atmosfärisk deposition (VISS, 2022).

Fastigheten ligger också på grundvattenförekomsten Malungsåsen WA89849457 (SGU, 2016) som är en skyddsvärd grundvattenförekomst. Grundvattenförekomsten har enligt senaste bedömningen *god kemisk status* och *god kvantitativ status*. Ca 3,5 km nedströms den förorenade fastigheten finns Malungs kommunala dricksvattentäkt. Vattenverket är ett grundvattenverk som tar sitt vatten ifrån grundvattenförekomsten.

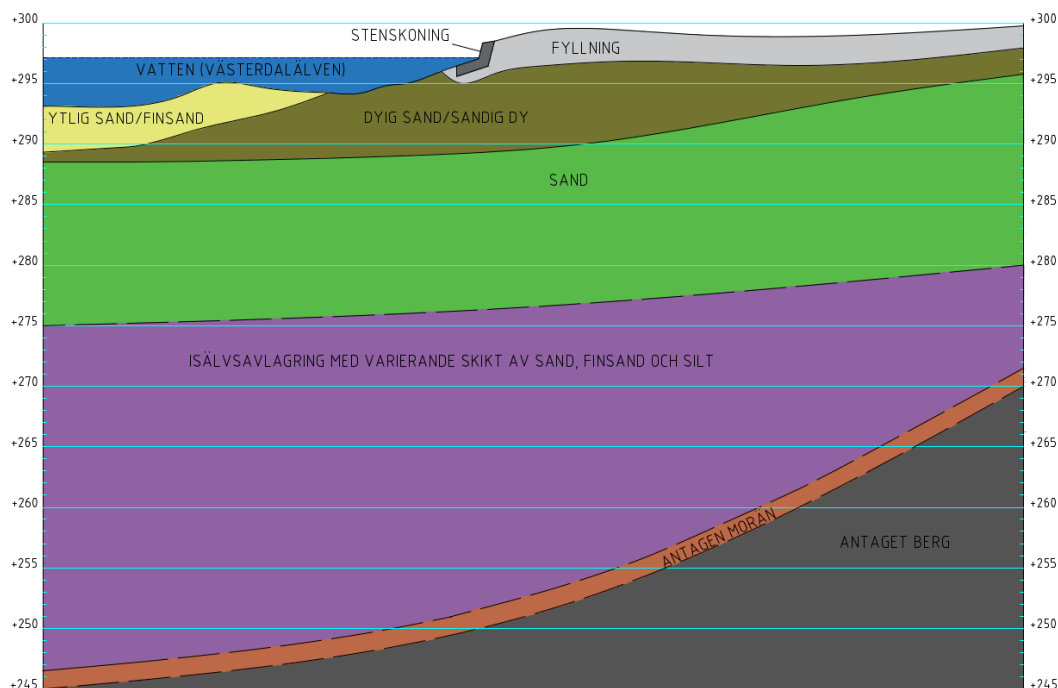
### 1.2.3 Geotekniska förutsättningar

Geotekniska undersökningar har gjorts av både jordlagren och sedimenten inför kommande saneringsåtgärder, både för att studera stabiliteten längs strandkanten inför schaktarbeten och för att kunna beräkna spontinstallationer i älven (Tyréns, 2022a).

Det översta markmaterialet består av sandiga/siltiga fyllnadsmassor, med varierande tjocklek mellan ca 1-4 m. Inom delar av området har massorna ersatts i samband med schaktarbeten och tidigare utförd akutsanering.

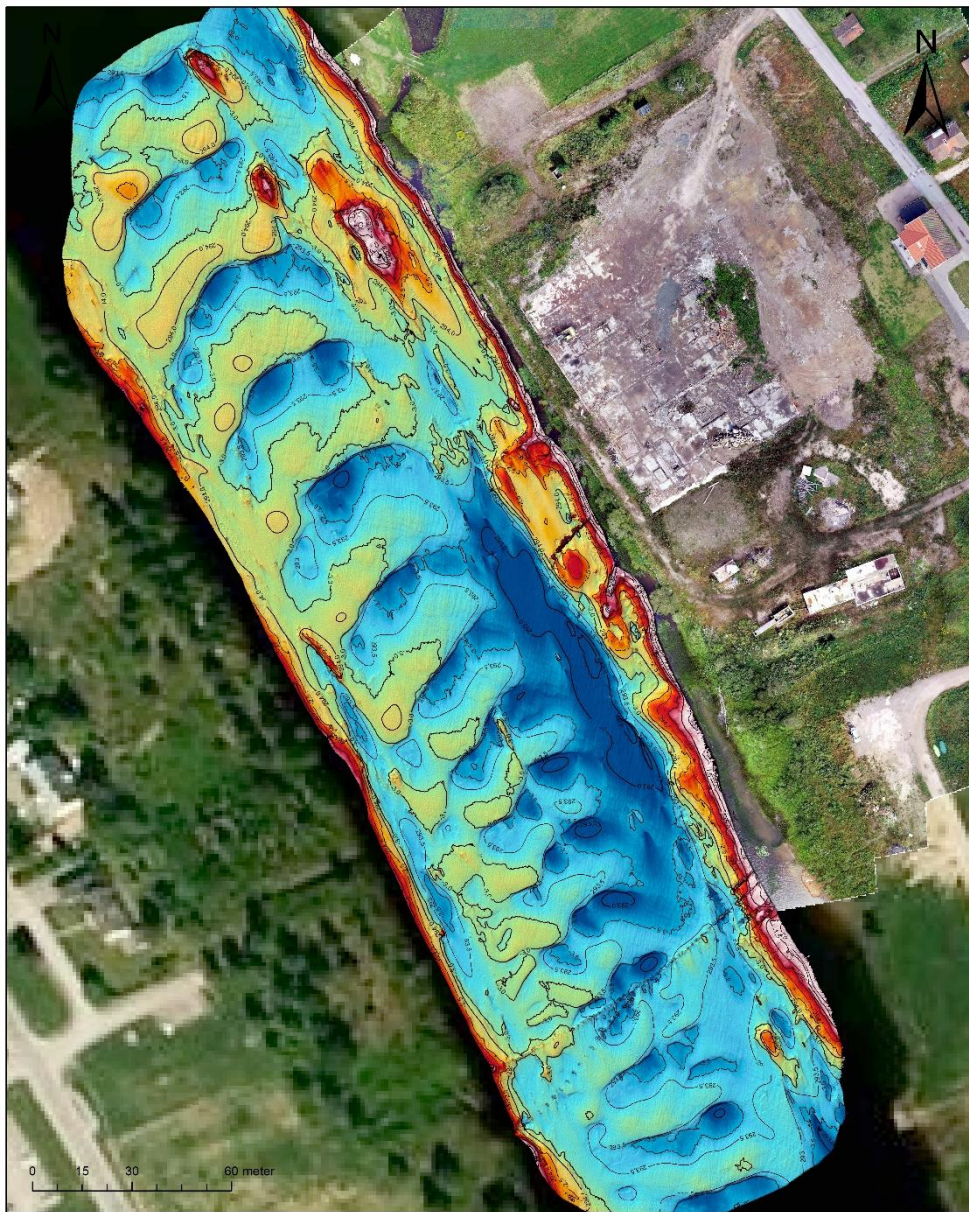
Under fyllnadsmassorna finns ett lager med högre halt organiskt material (gyttja/dy), med varierande tjocklek. I höjd med betongplattan är mäktigheten ca 4 meter, med avtagande mäktighet söderut och österut. Genomsläpligheten i detta lager är låg.

Under det organiska lagret återfinns det högkonduktiva sandlagret som är en del av Malungsåsens grundvattenförekomst. I höjd med betongplattan är sandlagret ca 8 meter tjockt. Under sandlagret minskar konduktiviteten i markmaterialet, vilket kan tyda på högre siltinnehåll i isälvsavlagringen. Ifrån detta djupare marklager har inga jordprover uttagits, så någon exakt jordart har inte kunnat bestämmas, men genom utförda slug-tester (vilka visar vilken hydraulisk konduktivitet som materialet har), kan uttolkas att det inte längre är sandigt markmaterial vid 16 m under markytan. Totalt jorddjup till berg på platsen är 39 m. En schematisk bild av geotekniska förhållanden i området ses i Figur 3.



Figur 3. Ungefärlig utbredning av jordarter i höjd med södra ändan av betongplattan.

Älvbotten ligger ca 2-3 meter under markytan närmast stranden, medan den i mittfåran ligger ca 5-6 meter under markytans nivå. Längs strandkanten finns på älvbotten ett område där avfall och rester från garveriproduktionen ansamlats, i tidigare rapporter benämnt *sedimenthylla*, se Figur 4. Detta avfall, som består av hår- och skinnrester, gammalt skrot i form av tunnor och andra föremål, sträcker sig ca 5 m ut från kanten i norra området, och inom södra delen ca 20 m ut från strandkanten. Under skrotet finns samma gyttjiga material som finns inom landområdet och därunder återfinns sanden. Det gyttjiga området avtar mot mitten av älvfåran, där enbart sandigt material återfinns också i älvbottens yta.



Figur 4. Resultat från utförd botten scanning där olika färger markerar olika djup, från mörkblått (djupt) till rött/vitt (grunt).

## 1.3 Föroreningsituation

### 1.3.1 Jord

Föroreningsförekomst över vad som inom projektet har definierats som åtgärds mål för jord ytligare än två meter återfinns inom stora delar av området, se Figur 5.



Figur 5. Föroreningsförekomst på olika djup i jorden (0-1 m u my uppe t.v., 1-2 m u my uppe t.h., 2-3 m u my nere t.v. och 3-4 m u my nere t.h.). Röda prickar innebär att föreslagna åtgärds mål överskrids för någon förorening, medan i gröna prickar har uppmätta halter av samtliga analyserade ämnen understigit åtgärds målet.

I Figur 6 ses en översiktlig bild över de olika delområden som området har delats in i under utredningsarbetet och i kommande stycken beskrivs föroreningsförekomsten inom dessa delområden översiktligt. Fördjupad beskrivning av utförda undersökningar finns i Tyréns 2022c och 2022e. Avgränsning för åtgärds mål och därmed också åtgärdsbehov beskrivs närmare i kapitel 0



Figur 6. Översiktlig beskrivning av de olika åtgärdsområdena som påträffats vid tidigare undersökningar. Röd streckad markering är det område där det gjordes en akutsanering 2018. Blå rutor är de tre påträffade vattenfyllda kulvertar som behöver tömmas och åtgärdas.

### Deponi

Norr om betongplattan har en äldre deponi där gamla garveriprodukter som skinnrester, ben och granruskor (tidigare garvades lädret med gran) påträffats. Föroreningar förekommer ner till ca fyra meter under markytan (mumy), vilket motsvarar ca 1 meter under älvens vattenyta vid normalvattenstånd under åtgärds-genomförandet 1 maj-31 december. Föroreningarna utgörs främst av olika metaller (bly, krom och zink) samt PAH-M och PAH-H i halter över MKM.

### *Oljeskadat område*

Söder om betongplattan ligger ett oljeskadat område där den tidigare uppvärmningsanläggningen låg. Området sanerades under 2017 (rödstrekat område i Figur 6) genom att påträffade oljecisterner avlägsnades tillsammans med oljeförorenad jord i anslutning till dessa. Men restföreningar av olja kvarlämnades både längs strandremsan, under betongplattan och österut mot det f.d. kontoret vilket fortsatt behöver åtgärdas. Restföreningarna består främst av alifater och aromater i halter över MKM. Saneringen genomfördes med statliga bidrag och Malung-Sälens kommun som huvudman.



*Figur 7. Till vänster avfall påträffat i deponi norr om betongplattan. Till höger provgröp med nederkanten av betongplattan längst upp i bild och stenblock som ligger under som utfyllnad. (Foto: Tyréns)*

### *Jord under betongplattan*

Under betongplattan (Figur 6) har skruvprovtagning genomförts i borrhål. Olika metaller som bly och krom påträffas i halter över MKM i flertal punkter. I en punkt i nordöstra delen av betongplattan överskrider halten arsenik och bly gränsen för Farligt avfall (FA) och MKM överskrids för flertalet alifater och aromater samt metaller (krom, koppar, zink). Även PFOS uppmäts i halt över MKM i två punkter.

I flera punkter under betongplattan har skruvprovtagningen tagit stopp och provtagning på djupet har inte varit möjlig. Borrstopp har skett på olika nivåer på olika ställen under betongplattan, från direkt under plattan till att provtagning varit möjlig ner till 4 m under plattan i vissa punkter (Tyréns 2022c). Borrstoppen skulle kunna bero på förekomst av block. Vid provgrovsgrävning i anslutning till plattan (högra fotot i Figur 7) har stora stenblock påträffats under betongplattan och muntliga uppgifter gör gällande att stenblock från närliggande täkter använts som utfyllnad innan betongplattan gjöts. Schakt under betongplattan behöver också göras för att



avlägsna det förorenade ledningssystemet vars exakta läge är oklart (se vidare stycke 1.3.5 .

#### *Strandremsan*

Strandremsan består av ett heterogent fyllnadsmaterial med varierande föroreningshalter. Punkter med halter över åtgärdsgränser (främst krom och PAH) återfinns utspritt i området, bredvid punkter där inga halter över åtgärdsgränserna påträffas. Föroreningar påträffas inom hela jordvolymen från markytan ner till 5 m under markytan. Även PFAS påträffas i halter över åtgärdsgränser inom hela delområdet och hela jorddjupet.

Vid provgrävning längs strandkanten påträffades ett svart fibröst material med mycket högt krominnehåll (över haltgränsen för FA). Detta tyder på att det kan finnas läckage från ledningssystemet som löper längs strandkanten. Ledningssystemet är också dimensionerande för hur djupt schaktning behöver utföras längs strandremsan, se vidare stycke 1.3.5

#### *Östra området*

Öster om betongplattan har en förorening av PFAS och krom påträffats ner till ca två meter under markytan i området allra närmast betongplattan. På större avstånd från betongplattan och på större djup, finns däremot inget åtgärdsbehov enligt vad som beskrivs i kapitel 0

#### *Övriga delområden*

Två utpekade områden i norr och söder har inte föroreningshalter överstigande åtgärdsgränser påträffats, men kommer beröras av schaktarbete för att kunna avlägsna ledningssystemet (se Figur 6). Det finns också minst tre djupa vattenfyllda kulvertar vilka bedöms vara en del av ledningssystemet (se blå rutor i Figur 6) som behöver tömmas och avlägsnas i samband med schaktarbeten. Inom det sydöstra området kommer inga saneringsåtgärder genomföras, utan detta område kommer under entreprenaden vara tillgängligt för t.ex. uppställande av bodar eller vattenreningsanläggning, sortering av massor osv.

### **1.3.2 Grundvatten**

På garverifastigheten har föroreningar bestående av metaller, oljerelaterade ämnen och PFAS påträffats i grundvattnet. Tidigare utredningars fokus har legat på PFAS-föroreningen eftersom den har stor utbredning i plan och på djupet och att halterna är mycket höga. Föreliggande beskrivning kommer därför fokusera på PFAS-föroreningen, medan övriga föroreningar nämns kort i slutet av stycket.

I det ytliga grundvattnet i fyllnadsmassorna inom området (där också höga PFAS-halter påträffats i jord och ledningssystem) är medelhalten ca 2 200 ng PFAS-11/L, vilket jämförs det preliminära riktvärdet för PFOS som ligger på 45 ng/L (SGI, 2015). Högst halter påträffas närmast betongplattan, med avtagande halter på större avstånd, se Figur 8.



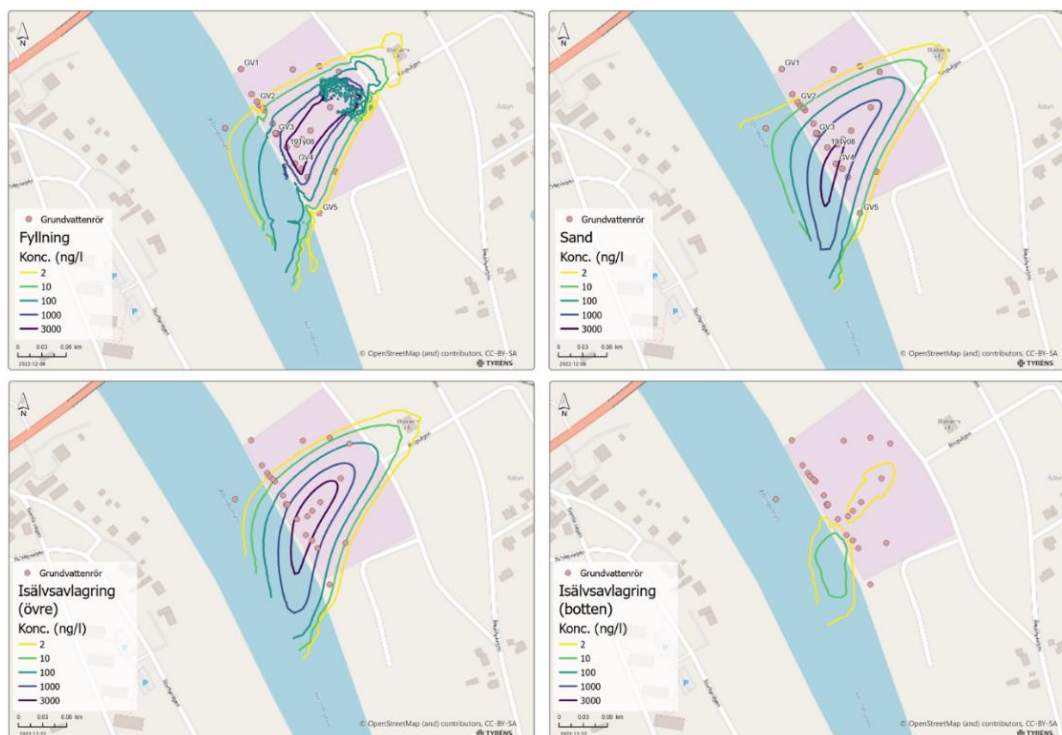
Figur 8. Uppmätta halter av PFAS-11 i grundvatten (µg/l).

För att spåra föroreningen har djupa grundvattenrör installerats på djupen 8, 14, 18 och 39 meter. I de två nordliga rören GV 1 och GV 2 installerade på 18 meters djup påträffas inga halter av föroreningen över labbets rapporteringsgräns. Däremot i GV 3 (installerat på 18 meters djup mellan betongplattan och älven, längs strandremsan) påträffas halter över 2 000 ng PFAS-11/L, vilket tyder på spridning från ovanliggande jordlager i detta område. I de två sydliga rören på 18 meters djup (GV 4 och GV 5) påträffas också PFAS, men halterna är avtagande. I rören på 8 m

(22Ty12), 14 m (22Ty13) och 39 m (22Ty14) djup är halterna lägre, men i röret installerat i sandigt material (22Ty13) på 14 meters djup överskrids riktvärdet.

På grund av att området ligger rakt ovanför grundvattenförekomsten Malungsåsen, från vilken Malung-Sälens kommun tar sitt kommunala dricksvatten, har risken för att den påträffade föroreningen skulle kunna orsaka en kontamination av det kommunala dricksvattnet behövt utredas. Vid provtagning av råvatten vid vattenverket har inga förhöjda halter av PFAS påträffats. Men för att studera om det finns risk att spridning sker från garveriområdet på längre sikt, har en grundvattenmodell för att studera spridningsförutsättningar genomförts (Tyréns, 2022d).

Till modellen har markens hydrauliska egenskaper använts för att bygga upp en 3d-modell av grundvattenmagasinet, vilken liknar den jordlagermodell som kan ses i Figur 3. Då ingen specifik kunskap finns om hur stor mängd PFAS som använts inom området och var denna använts, har antaganden gjorts avseende både halter och läge. Avseende källans placering, har denna satts till hela jordmaterialet under betongplattan, vilket sammanfaller med de högsta uppmätta halterna av PFAS i jord och ledningssystem. Avseende mängd har det antagits att användandet skett under perioden 1960-90-tal och att spridning sedan fortsatt fram till nutid (30 år). Total mängd har satts som ett spann, beräknat utifrån nuvarande mängder i jord och ledningssystem.



Figur 9. Utdrag från grundvattenmodellen. Bilderna beskriver spridning av PFAS i olika markmaterial och på olika djup i jorden. Mer information finns i Tyréns (2022d).

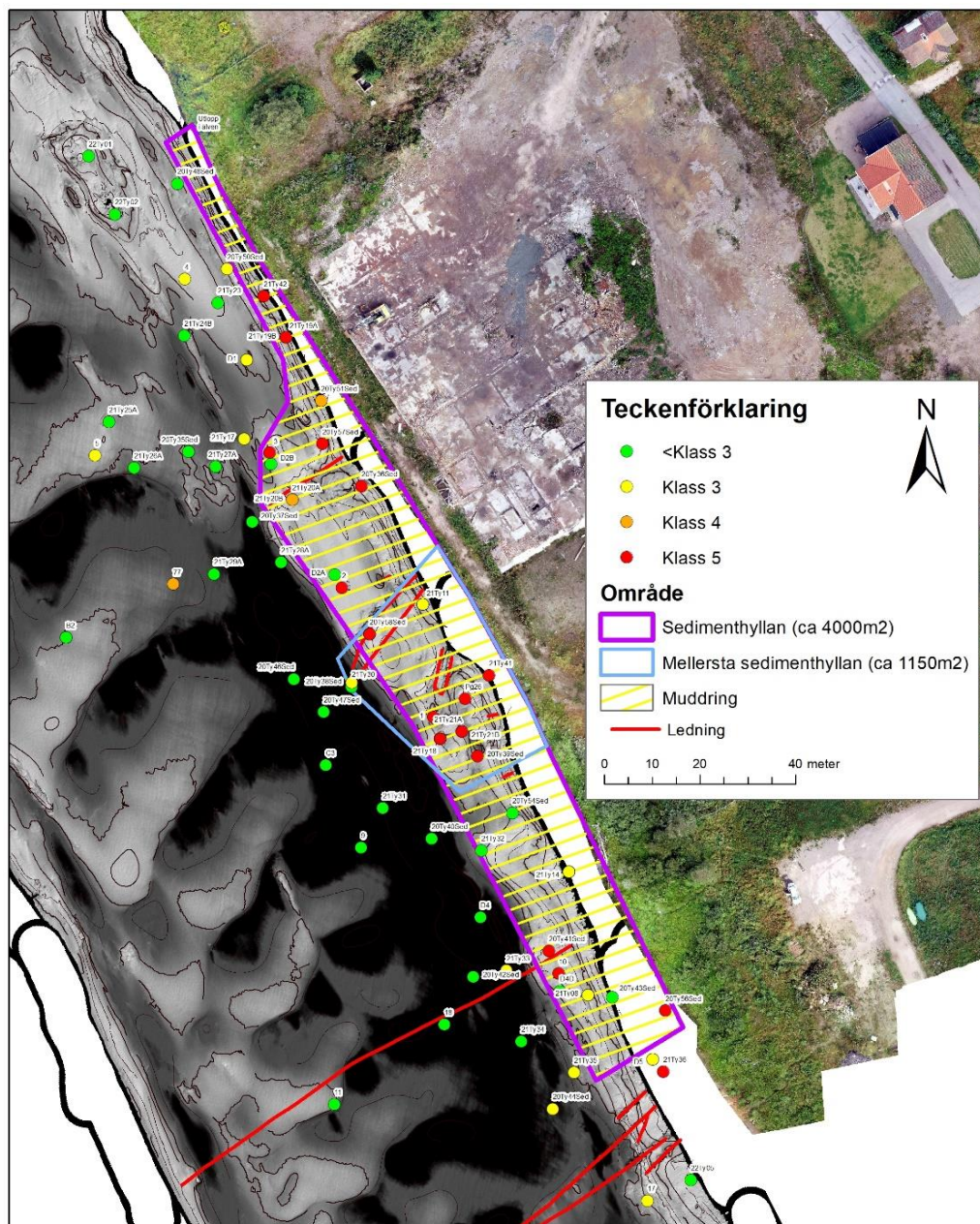
Resultat från modellen visar att den huvudsakliga spridningsvägen för PFAS är ut till Västerdalälven. I Figur 9 ses ett utdrag från grundvattenmodellen, där spridningen av PFAS i olika lager i marken visualiseras. I samtliga lager rör sig de modellerade grundvattenströmmarna från jordmaterialet och ut mot älven. I den övre högra bilden ses resultatet från det mer genomsläppliga sandiga åsmaterialet, där stor transport av förorening teoretiskt skulle kunna ske. Men 3d-modellen indikerar inte på någon omfattande spridning heller i detta lager.

Förutom PFAS har också metaller och oljeföreningar påträffats i grundvattnet inom området. Metaller har provtagits både i grundvattenrör och vid schaktvattenprovtagning i provgropar. Hög halt (> klass 4) har påträffats jämfört med SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (SGU, 2013) för zink och krom i filtrerat grundvatten. I icke-filtrerat grundvatten är halterna mycket höga (> klass 5) avseende krom, kadmium, arsenik, nickel och zink. Samtliga halter sjunker dock under klass 4 vid filtrering, vilket tyder på att metallerna är bundna till partiklar. Halten oljeförening är generellt mycket låg (under laboratoriets rapporteringsgräns), men oljefilm har noterats i kontrollbrunnar som finns installerade vid området för tidigare akutsanering, se Figur 6.

### 1.3.3 Sediment

Längs hela sträckan från norra ändan av betongplattan och ca 50 söder om den tidigare fastighetsgränsen förekommer sediment med spår av garveriverksamheten, såsom hår och annat avfall. Föroreningarna ligger samlade längs älvkanten i vad som kallats en "sedimenthylla", som sträcker sig mellan 5-20 m ut i älven (lila område i Figur 10). Inom en mindre del av detta område återfinns ett kraftigt förorenat område, i tidigare rapporter benämnt *mellersta sedimenthyllan*, vilket ses med blå ram i Figur 10.

Längs sträckan finns flera gamla rör och ledningar som leder ut från garveriet och som sannolikt hänger ihop med ledningssystemet på land. Dessutom har utförd botten scanning visat på en stor mängd sjunktimmer och annat bråte som måste tas omhand innan åtgärder kan genomföras. Främst inom den norra delen består sedimentmaterialet av gammalt garveriafall som skinnrester och tunnor och här har också en bil påträffats som behöver avlägsnas. Rester av päls återfinns inom hela sedimenthyllan, även söderut.



Figur 10. Karta som visar åtgärdsområdet (lila linje) samt uppmätta föroreningshalter (oavsett ämne) i sedimenten klassade med norska bedömningsgrunder. De röda linjerna markerar ledningar som påträffats på älvbotten. Den ljusblå linjen markerar det området med mycket höga föroreningshalter och luktproblem som kallas mellersta sedimenthyllan.

Inom den mellersta sedimenthyllan påträffas FA-halter av PAH-L (främst i form av naftalen), krom och arsenik i flera punkter. Därutöver återfinns höga halter av andra metaller (som koppar och zink), olika petroleumämnen och PAH. Området är ca 1 100 m<sup>2</sup> stort.

Inom övriga delar av hyllan (både söder och norr om det mellersta sedimentområdet), är föroreningshalterna generellt lägre än inom den *mellersta*

*sedimenthyllan*, men överskrider Klass 4 enligt norska bedömningsgrunder (vilket motsvarar en halt där det finns risk för akuta toxikologiska effekter vid korttids-exponering). Föroreningarna utgörs främst av krom och andra metaller, samt olika typer av PAH.

PFAS har provtagits i totalt fem punkter i sedimenten och har aldrig överskridit Klass 2 enligt Norska bedömningsgrunder.

Föroreningar har främst påträffats i den översta metern av sedimenten inom det större sedimentområdet, men inom den *mellersta sedimenthyllan* har förorening påträffats ner till 1,5 m under sedimentens överyta.

En ekotoxikologisk riskbedömning har genomförts (Tyréns, 2022e) med syftet att studera risker med påträffade halter för vatten- och bottenlevande organismer. I sediment med föroreningshalter i Klass 4 och 5 (norska bedömningsgrunder) noteras en påtaglig ekotoxikologisk effekt. Däremot i sediment med halter i Klass 3 eller lägre, noteras begränsad påverkan i utförda ekotoxikologiska tester. Åtgärdsbehovet har därmed fastställts till områden med föroreningshalter överstigande Klass 4 enligt norska bedömningsgrunder (orange och röda prickar i Figur 10). Genom en kombination av provtagning och botten-scanning, har åtgärdsområdet kunnat fastslås till den sedimenthylla som ses i Figur 10. Korrelationen mellan föroreningshalter och de mer grunda områden som hyllan utgör, är mycket god.

### 1.3.4 Ytvatten

Provtagning har gjorts av Västerdalälvens ytvatten avseende metaller, petroleumämnen och PFAS. Vid standardiserad provtagning (0,5 m under vattenytan) nedströms området uppmäts Cu, Cd och Zn över miljö kvalitetsnormer (MKN; årsmedelvärde) för ytvatten vid en tidpunkt. Däremot är uppmätta halter av de ämnen som är styrande för åtgärdsbehovet i sedimenten (Cr och PAH-L) inte över MKN. Vid provtagning av bottenvatten, ca 10 cm över botten inom det mellersta sedimentområdet uppmäts däremot förhöjda halter av krom, naftalen och arsenik, vilket överensstämmer med föroreningsinnehållet i sedimenten. Detta tyder på att det sker ett läckage av förorening från sedimenten, men det är svårt att bedöma storleken på läckaget på grund av det stora vattenflödet i Västerdalälven.

### 1.3.5 Övrigt material

Provtagning har gjorts av den betongplatta som finns kvar efter garveriet för att utreda om materialet är möjligt att återanvända som fyllnadsmaterial. Avseende krom har detta påträffats i kemikaliefläckar i tidiga utredningar när byggnaderna fortfarande stod kvar på platsen (Golder, 2011). De halter av krom som då uppmättes har dock aldrig påträffats igen vid upprepade provtagningar vid senare tillfällen (Tyréns, 2022c). Provtagning av PFAS i betongen har utförts i fyra punkter

och halten har aldrig överstigit KM. Provtagning av övriga betongkonstruktioner, såsom det gamla reningsverket och övriga betongkassuner på platsen, kommer ske innan entreprenadarbetet påbörjas.

Avloppsystemets exakta utbredning är inte känd, men genom brunnsinventering, studier av äldre foton samt diskussioner med personer som jobbat med grävarbete i samband med upprensningsarbetet efter branden har en bild av utbredningen kommit fram (Figur 11 och Figur 12). Sannolikt har avloppsvattnet letts i rännor i betongplattan till ett pumphus i områdets östra del, norrut mot en tank som i äldre ritningar kallas kromtank och därefter söderut längs strandremsan mot reningsverket som var beläget söder om huvudbyggnaden. De äldre ledningarna har i viss mån letts rakt ut i vattnet, och vid genomförd botten-scanning påträffas ett antal ledningar på botten (se Figur 4).



Figur 11. Ungefärlig sträckning av ledningar inom området.

Ledningssystemet har provtagits ett flertal gånger, både slam i rännor i huset när byggnaderna fortfarande stod kvar, slam i reningsverket samt ledningsslam i gamla rördelar som påträffats efter branden. I samtliga fall har halter över FA för krom, koppar och PAH-H påträffats. Omhändertagna ledningar skall därför genomgående hanteras som Farligt avfall. Slammet innehåller också höga halter PFAS, dock inte i halter över FA.



Figur 12. Samtliga identifierade brunnar inom området (t.v.) och foto från genomfört schaktarbete direkt söder om betongplattan (t.h.). Betongplattans sydvästra hörn är markerat med grön pil. Rosa pilar markerar påträffade rör vid olika nivåer. I mitten av bilden finns också en brunn som håller på att fyllas med cement.

### 1.3.6 Lukt

I samband med sedimentprovtagningar har en mycket kraftig kemisk lukt ifrån sedimenten noterats, vilket orsakat yrsel och obehag hos provtagningspersonal. För att utreda om denna lukt skulle kunna innebära problem för personer som jobbar med entreprenaden eller närboende som kommer utsättas för den under saneringsarbetet, anlätades Arbets- och miljömedicin vid Uppsala universitet (AMM) för att göra en hälsoriskundersökning av sedimenten (Arbets- och miljömedicin, 2022). Tillsammans med AMM genomfördes exponeringsundersökning från det upplockade sedimentet, vilket presenterades i Tyréns (2022b).

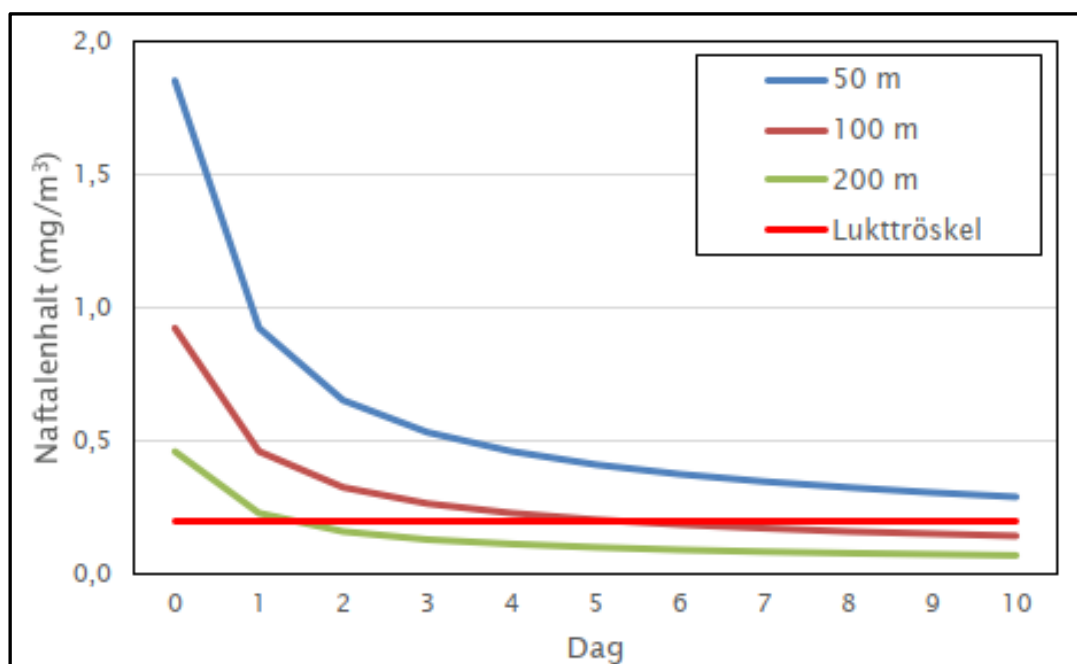
Utredningarna visar att det som luktar är naftalen, ett lösningsmedel som återfinns i mycket höga halter i sedimenten. Halterna i luften ovan sedimenten (mätt som en ackumulerad halt under 20 min) överskred det korttidsgränsvärde (15 min) för yrkesverksamma som finns i AFS 2018:1 Hygieniska gränsvärden, och skyddsåtgärder för detta kommer behöva tas fram för arbetet med sedimenten.

Undersökningarna visade däremot att de halter som skulle kunna avgå från sedimenten i samband med avvattningen, inte är tillräckligt höga för att utgöra ett hälsoproblem för omkringboende eftersom dessa kommer befinna sig på större avstånd och att halten kommer spädas ut i atmosfären vid större avstånd.

Däremot finns en risk för olägenhet i form av lukt. Intensiteten på lukten beror på avstånd från källan (de upplockade förorenade sedimenten) och tid efter att sedimenten tagits upp, och avklingar snabbt med både tid och avstånd. Då



avdunstningen av naftalen är beroende av temperatur, simulerades gasavgången i två scenarier: 0 och 25 °C. Dessutom beror lukten på vindhastigheten, eftersom högre vindstyrka gör att naftalenet späds ut. I Figur 13 ses det "worst-case" som togs fram vid modelleringen, där sedimenten får ligga på platsen i en medeltemperatur på 25 °C och låg vindhastighet. Resultaten visar att vid detta scenario skulle lukt över luktröskeln (taget från litteratordata) kunna överskridas upp till en vecka på 100 m avstånd från platsen.



Figur 13. Modellerad naftalenhalt på olika avstånd från avvattningsanläggningen vid temperaturen 25 °C och vindstyrka 0,5 m/s (låg vind).

Sediment innehållandes naftalenhalter som skulle kunna utgöra ett luktpöblem återfinns inom det delområdet som kallas *mellersta sedimenthyllan* (se Figur 10).

## 2 Åtgärdsbehov

### 2.1 Åtgärds mål

#### 2.1.1 Åtgärds mål för jord

För att avgöra åtgärdsbehov har platsspecifika riktvärden (PSRV) tagits fram. Utgångsläget för PSRV är ett MKM-scenario, men med platsspecifika justeringar avseende områdets och recipientens storlek och att markmiljöskydd ej tas hänsyn till på djup större än två meter. Därav har PSRV tagits fram för två djup: 0-2 m u my samt djupare än 2 m u my. I *Tabell 1* sammanfattas åtgärds målen jord. Uttagsrapporter från beräkningsprogrammet samt motiveringar till utförandet finns beskrivet i Tyréns (2022c).

För perfluorerade ämnen finns ett preliminärt riktvärde för PFOS framtaget (SGL, 2015). Men då inte PFOS är dominerande förorening inom området, används inom föreliggande område ett konservativt scenario där det beräknade PSRV för PFOS istället används för jämförelse av summaparametern PFAS-11.

*Tabell 1. Åtgärds mål för jord (mg/kg) på de två djupen 0-2 m u my och mer än två m u my (Tyréns, 2022c).*

Ämne	PSRV 0-2 m u my	PSRV >2 m u my
Arsenik	12	10
Barium	300	3 000
Bly	50	50
Kadmium	4,0	3,5
Koppar	200	200
Krom tot	150	250
Krom (VI)	3,0	2,5
Zink	500	400
Naftalen	1,5	1,5
PAH-L	3,0	2,5
PAH-M	10	8,0
PAH-H	3,0	2,5
PFAS-11	0,0035	0,0035
Alifat >C8-C10	120	120
Alifat >C10-C12	500	1 000
Alifat >C12-C16	500	1 000
Alifat >C16-C35	1 000	2 500
Aromat >C8-C10	30	25
Aromat >C10-C16	8,0	8,0
Aromat >C16-C35	5,0	5,0

I Tyréns (2022c) blir åtgärds målet för bly lägre än det generella riktvärdet för KM. Detta beror på att beräkningsprogrammet räknar utifrån miljö- och hälsorisk, medan KM-värdet för bly är ett samhällsekonomiskt motiverat värde som tagits fram

eftersom ett lägre värde än detta skulle medföra mycket höga kostnader för åtgärder nationellt (Naturvårdsverket, 2023). Styrande för det beräknade värdet är skydd av grundvatten. Inga blyhalter över åtgärds målet för grundvatten (se 2.1.2 nedan) har påträffats vid någon mätning, vilket tyder på att bly inte löser sig speciellt väl i vatten inom området. Dessutom visar grundvattenmodellen att grundvattnet rör sig mot älven, och inte ner emot grundvattenmagasin/åskärnan. Det bedöms därför rimligt att ansätta det generella KM som åtgärds mål inom entreprenaden.

### 2.1.2 Utsläppskriterier för vatten

Som utsläppskrav kommer Göteborgs stads kriterier för dagvatten användas (Göteborg stad, 2020). Göteborgs stads dagvattenkriterier är framtagna med utgångspunkt ifrån miljö kvalitetsnormer (MKN), bakgrundsp parametrar för beräkning av riktvärden för förorenad mark, samt bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. De är avsedda att kunna användas vid en mängd olika typer av dag- och länsvattenutsläpp och är dessutom framtagna för att användas vid utsläpp till just ett stort vattendrag (Göta älv). Detta gör att dessa värden bedöms lämpliga som utsläppskriterier för länsvatten även vid Malungs garveri.

För att få mer platsanpassade utsläppskriterier har några modifieringar gjorts. Ett mer utförligt resonemang kring förändringarna avseende naftalen och PFAS finns i Tyréns 2022c. Avseende suspenderat material fördjupas resonemanget i stycket efter Tabell 2.

- Naftalen har lagts till listan, eftersom detta är den PAH som förekommer i högst halt inom området. För naftalen har värdet maximal tillåten halt i inlandsytvatten använts (HVFMS, 2013).
- Med anledning av det sänkta TDI som presenterats för PFAS och den efterföljande sänkningen av dricksvattenkriterierna bedöms värdet om 90 ng/l som alltför högt. Istället föreslås att maximal tillåten koncentration enligt MKN för ytvatten (36 ng PFOS/l) skall användas (HVFMS, 2013). Som en försiktighetsåtgärd kommer halten jämföras mot PFAS-11 eftersom PFOS inte är den PFAS som förekommer i högst halt inom området.
- Göteborgs stads dagvattenkriterium för suspenderat material ligger på 25 mg/l, vilket är ett värde framtaget för mycket känsliga musselvatten vilket Västerdalälven inte är. Vid föreliggande åtgärder föreslås att, utifrån recipientens storlek och känslighet, detta värde ändras till 150 mg/l, se vidare resonemang nedan.

I Tabell 2 presenteras utsläppskriterier för ett urval av parametrar. Kriterierna skall användas vid utsläpp av samtliga typer av vatten: länsvatten, rejektvatten från avvattning, tvättvatten samt eventuellt annat vatten som kan komma att uppstå under entreprenaden.

Tabell 2. Utsläppskriterier för vatten (reviderade från Göteborg stad, 2020).

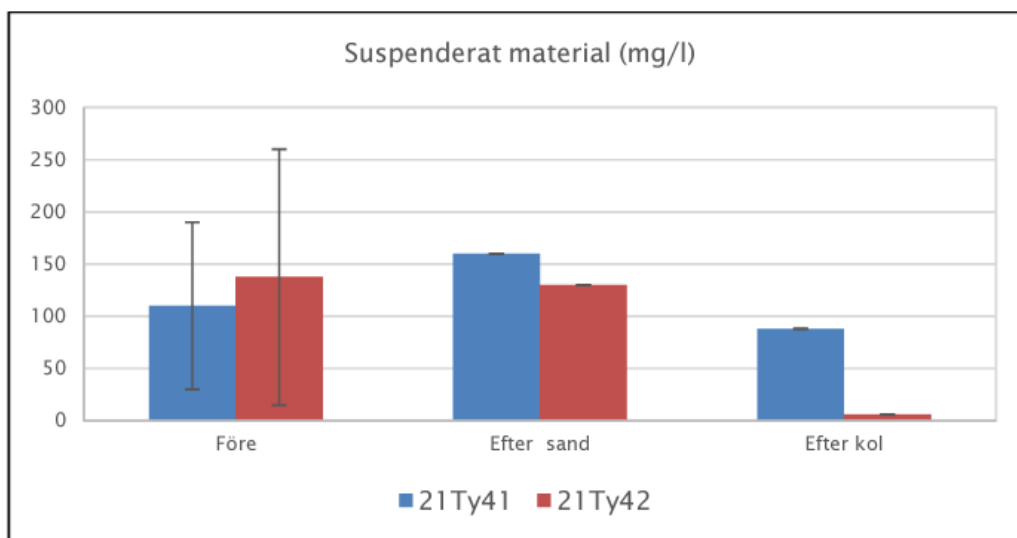
Parameter	Värde
Arsenik	16 µg/l
Bly	28 µg/l
Kadmium	0,9 µg/l
Koppar	10 µg/l
Krom	7 µg/l
Kvicksilver	0,07 µg/l
Nickel	68 µg/l
Zink	30 µg/l
Oljeindex	1 000 µg/l
Benzo[a]pyren	0,27 µg/l
Naftalen	130 µg/l
Bensen	50 µg/l
PFAS-11	0,036 µg/l
Trikloretan	10 µg/l
Suspenderat material	150 mg/l
pH	6,5-9

#### *Suspenderat material*

Värdet 25 mg/l, vilket används som värde för suspenderat material enligt Göteborgs stads dagvattenkriterier, kommer från Miljökvalitetsnormer för fisk- och musselvatten (Förordning 2001:554). 25 mg/l är en nivå där effekter på fiskar och skaldjur kan ses, om nivån är konstant över längre tidsperioder (Karlsson, 2020). Att värdet 25 mg/l inte ska överskridas i Västerdalälvens vatten som helhet är därför en bra riktlinje. Att däremot ansätta detta värde i renat länsvatten som tillförs älven är inte rimligt.

Mängden vatten som bedöms uppkomma under entreprenaden är i storleksordningen 20 000 m<sup>3</sup> renat vatten. Detta vatten kommer uppkomma under hela entreprenadens genomförande, ca 3-5 års tid. Detta flöde ska jämföras med Västerdalälvens flöde som vid lågt vattenflöde ligger på 17 m<sup>3</sup>/sekund, vilket motsvarar 61 200 m<sup>3</sup>/timme. När länsvattnet når Västerdalälven kommer alltså en mycket stor utspädning ske.

Av den totala mängden uppkommet vatten bedöms den största mängden uppkomma i samband med att sedimenten läggs upp på avvattningsytan, ett arbete som kommer ta ca en månad (tidsåtgång för muddringen). Genomförda avvattningsförsök (Tyréns, 2022i) har visat att ca 83 l vatten avrinner från varje m<sup>3</sup> sediment första dygnet. För hela sedimentvolymen som planeras muddras och avvattnas (2 900 m<sup>3</sup>) blir det 240 m<sup>3</sup> vatten som bildas. Utspritt på 1 månads tid blir det ca 350 l/h. Även utifrån ett konservativt scenario att länsvattnet inte blandar sig med hela älvens volym direkt, utan bara blandas med 10% av älvens flöde (6 120 m<sup>3</sup>), så utgör tillskottet av renat vatten från vattenreningsanläggningen mindre än 0,01 % av flödet i älven under samma tid.



Figur 14. Halten suspenderat material (mg/l) i avtattningsvatten före rening, efter sandfiltrering och efter kolfiltrering. De blå staplarna är från mellersta sedimenthyllan, medan de röda är ifrån norra delen av åtgärdsområdet.

Uppmätta halter av suspenderat material i Västerdalälven ligger generellt under 10 mg/L. För att länsvattnet på ett märkbart sätt ska kunna höja medelhalten i älven till 25 mg/l, skulle sannolikt halter av suspenderat material på flera tusen mg/l krävas. Den halt som påvisas i avtattningsförsöken innan någon rening skett, varierar mellan 15-260 mg/l och ligger i medel under 150 mg/l (Figur 14). För vattenreningen föreslås därför att halten suspenderat material i utgående vatten till recipient inte får överstiga 150 mg/l.

### 2.1.3 Åtgärds mål för sediment

Vid tidigare undersökningar har de norska gränsvärdena för sediment använts som bedömningsgrund (Miljødirektoratet, 2016). Dessa har bedömts vara med mer lämpliga eftersom de delvis baseras på EU:s miljökvalitetsnormer och utgår från ekotoxikologiska bedömningar baserade på EU:s vattendirektiv. De svenska jämförvärdena utgår däremot inte från effekt på organismer, utan på svenska bakgrundshalter. Som åtgärds mål för sedimenten kommer därför de norska bedömningsgrunderna användas.

De norska bedömningsgrunderna delar in föroreningshalterna i fem tillståndsklasser: Klass 1 Bakgrundshalt; Klass 2 God - ingen risk för toxiska effekter; Klass 3 Måttlig - risk för kroniska ekologiska effekter vid långtidsexponering; Klass 4 Dålig - akuta toxikologiska effekter vid korttidsexponering; Klass 5 Mycket dålig - omfattande akuttoxiska ekologiska effekter. Genom en fördjupad ekotoxikologisk riskbedömning, där sedimentprov utvärderades med tre olika ekotoxikologiska tester, har tidigare utredningar kommit fram till att ett åtgärdsbehov föreligger för sediment

med halter motsvarande klass 4 och 5. De ekotoxikologiska testerna och resultaten av dessa presenteras i sin helhet i Tyréns (2022e).

Tabell 3. Åtgärds mål för sediment (mg/kg TS) för ett urval av parametrar. I de fall det finns används norska bedömningsgrunder (Miljødirektoratet, 2016). För oljerelaterade ämnen används generella riktvärden för känslig markanvändning (KM; Naturvårdsverket, 2009, rev. 2022).

	<b>Klass 4</b>	<b>Klass 5</b>	<b>KM</b>
Arsenik	71	580	
Bly	148	2 000	
Kadmium	16	157	
Koppar	210	400	
Krom		112	
Kvicksilver	0,75	1,45	
Nickel	271	533	
Zink	750	6690	
PCB-7	43	430	
Acenaften	0,195	19,5	
Acenaftilen	0,085	8,5	
Antracen	0,030	0,295	
Benz[a]antracen	0,501	50,1	
Benz[b]fluoranten	0,14	10,6	
Benz[k]fluoranten	0,135	7,4	
Benz[a]pyren	2,3	13,1	
Benz[ghi]perylen	0,084	1,4	
Dibenz[ah]antracen	0,273	2,73	
Fenantren	2,5	25	
Fluoranten	0,4	2,0	
Fluoren	0,694	34,7	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,63	2,3	
Krysen	0,28	2,8	
Naftalen	1,754	8,769	
Pyren	0,84	8,4	
Alifat >C8-C10			100
Alifat >C10-C12			100
Alifat >C12-C16			100
Alifat >C16-C35			25
Aromat >C8-C10			25
Aromat >C10-C16			3
Aromat >C16-C35			10

Som åtgärds mål i föreliggande undersökning har norska bedömningsgrunder använts för metaller, PCB och för enskilda PAH (istället för summaparametrarna PAH-L, PAH-M och PAH-H). De norska bedömningsgrunderna har fastställda värden för klass 2 och 3 för PFOS och enbart klass 2 för PFOA. I tidigare genomförda undersökningar har aldrig halter av PFAS påträffats över klass 2, varför dessa åtgärds mål inte listats i Tabell 3. För fraktionerade alifater och aromater finns inga norska bedömningsgrunder, istället används de generella riktvärdena för känslig

markanvändning (KM; Naturvårdsverket, 2009, rev. 2022). I Tabell 3 har åtgärds mål för ett urval av parametrar relevant för föreliggande entreprenad listats.

## 2.2 Åtgärdsbehov jord

Samtliga planerade åtgärder finns utritade på kartan i Figur 15.



Figur 15. Översiktsbild över samtliga planerade åtgärder vid Malungs garveri. Det ljusblå området är det område som omfattas av jordschakt och det orange omfattas av muddring. Det streckade mörkblå är planerat läge för avvattningsanläggningen, men detta kan komma att ändras inom arbetsområdets gränser. De heldragna lila linjerna visar ungefärligt läge av ledningssystemet och de streckade är var ledningar i älven påträffats. Geotekniska spont är mörkblå linjer och i vattnet finns den heldragna gröna linjen (spridningsreducerande spont), till vilken siltgardinen är fäst (streckad grön linje).

Med anledning av föroreningsituationen och de risker för människors hälsa och miljö som denna innebär, föreligger ett åtgärdsbehov av jord och sediment inom området. Efter genomförd åtgärdsutredning (Tyréns, 2022f) och därpå följande riskvärdering (Tyréns, 2022g), föreslås en åtgärd som innebär att jorden inom området schaktas, ledningssystemet avlägsnas och att sedimenten inom den utpekade sedimenthyllan muddras och avvattnas på platsen. Både jord och sediment förs därefter till extern mottagningsanläggning.

Från innerkanten på betongplattan och hela vägen ut till älven bedöms all jord ner till ledningsnätets djup (ca 4 m u my) behöva schaktas ur. Detta motsvarar delområdena "jord under betongplattan", deponi, strandremsan och oljeskadat område i Figur 6. Inom det östra området i Figur 6 finns ett åtgärdsbehov ner till ca 2 m u my. Totalt sett behöver ca 70 000 ton jord omhändertas. Sannolikt har merparten av dessa massor sådana föroreningsnivåer att de behöver omhändertas på mottagningsanläggning och inte kan återanvändas i samband med återställandet.

## 2.3 Åtgärdsbehov sediment

Utifrån framtagna åtgärds mål för sedimenten finns ett åtgärdsbehov inom det orange område som finns markerat i Figur 15. Området är totalt sett ca 4 000 m<sup>2</sup> stort, vilket utifrån ett medelmuddringsdjup om 1 m motsvarar ca 7 000 ton sedimentmassor som behöver åtgärdas.

## 2.4 Åtgärdsbehov grundvatten

För grundvattnet är dricksvattentäkten det primära skyddsobjektet, medan grundvattnet lokalt på platsen har lågt skyddsvärde. Höga halter lokalt inom området bedöms därför inte utgöra en risk, så länge transport av PFAS inte sker söderut mot vattentäkten. Uppmätta halter visar på avtagande halter söderut i grundvattenmagasinets strömningsriktning. Resultaten bekräftas också av framtagna geohydrologisk modell, som visar att grundvattnets strömningsriktning är mot ytvattnet och inte längs grundvattenmagasinet.

Mängdmässigt återfinns större delen av PFAS i jord- och ledningssystem. Genom att åtgärda detta, kommer större delen av PFAS avlägsnas från platsen och spridningen från dessa material avta. Dessutom kommer allt uppkommet länsvatten renas, vilket kommer inkludera åtgärd även av en del av grundvattenföroreningen i yttligt markmaterial.

Det PFAS som efter avslutade åtgärder finns kvar i djupt liggande grundvatten utgör en mycket liten del av det totala PFAS som initialt finns inom området. Att åtgärda denna förorening på ett djup av 16-18 m under Västerdalälven har bedömts vara mycket tekniskt komplicerat och det långsiktiga resultatet av åtgärden är svår att förutsäga.

Således föreslås ingen specifik åtgärd för grundvattnet, annat än att allt vatten som uppstår i entreprenaden (länshållet vatten, processvatten, dagvatten, etc) samlas upp och renas till åtgärds målen innan det återförs till recipienten.



## 2.5 Övrigt åtgärdsbehov

För att kunna genomföra ovanstående efterbehandlingsarbeten i jord och sediment, behöver befintliga betongkonstruktioner, ledningssystem och diverse skräp som finns inom området hanteras. Betongkonstruktionerna har provtagits och kan i stor utsträckning återanvändas som fyllnadsmaterial efter avslutade schaktarbeten. Ledningssystemet är förorenat och måste föras till mottagningsanläggning efter rivning.

## 3 Genomförandebeskrivning

### 3.1 Tekniska huvudmoment

Följande huvudmoment sammanfattar omfattningen av den sökta tillståndsansökan. Placering av de olika momenten kan ses i Figur 15.

#### Jordschakt

- Röjning och rivning av kvarvarande konstruktioner inom fastigheten, inkl. avlägsnande och sönderdelning av betongplattan och sortering av avfall.
- Omhändertagande av vatten i befintliga konstruktioner.
- För strandnära schakter krävs installation av spont i sektioner längs med älven allteftersom schaktarbeten fortlöper för att förhindra att schakten rasar in. Sponten installeras i vattnet strax utanför stenskoningen och benämns geoteknisk spont i handlingarna.
- Schakt i sektioner längs strandkanten, där förorenad jord, den befintliga stenskoningen och ledningssystem avlägsnas.
- Schaktade jordmassor läggs upp tillfälligt för provtagning och klassificering
- Kontrollprovtagning av schaktväggar och schaktbotten för att kontrollera saneringsåtgärdens resultat.
- Vattenrening av allt uppkommet vatten inom entreprenadarbetet innan återförande till recipient.
- Återfyllnad till befintlig marknivå. För återfyllnaden kan rester från konstruktioner och jordmassor med föroreningshalter under KM användas. Men projektet kommer ha ett massunderskott så externa massor som uppfyller ställda krav på bärighet och föroreningshalt kommer också användas.
- Återfyllnaden anpassas för att klara erosion längs strandkanten.
- Rivning av spont sker kontinuerligt i takt med att jorden inom spontlådorna åtgärdas och återfylls. En sektion av sponten lämnas kvar och förstärks så att den kan användas som tillfällig kaj vid kommande muddringsarbeten.

#### Muddring av sediment

- Installation av spridningsreducerande spont ca 25 meter ut i älven norr om området.
- Infästning av siltgardin mot sponten.
- Upprensning av älvbotten inom de delar där muddring ska ske.
- Grävuddring av hela den förorenade sedimentytan med mudderverk på ponton.
- Muddermassor lastas direkt upp på land på dumper och transporteras till avvattningsytan.
- Kontrollprovtagning av botten för att verifiera slut på muddringsåtgärder.

- Omgivningskontroll i ytvatten för att kontrollera skyddsåtgärdernas funktion.
- Utjämnning av bottenytans nivå kan bli aktuellt efter muddringens avslutande.
- Efter att muddringen är slutförd avlägsnas siltgardinen och den spridningsreducerande spanten.

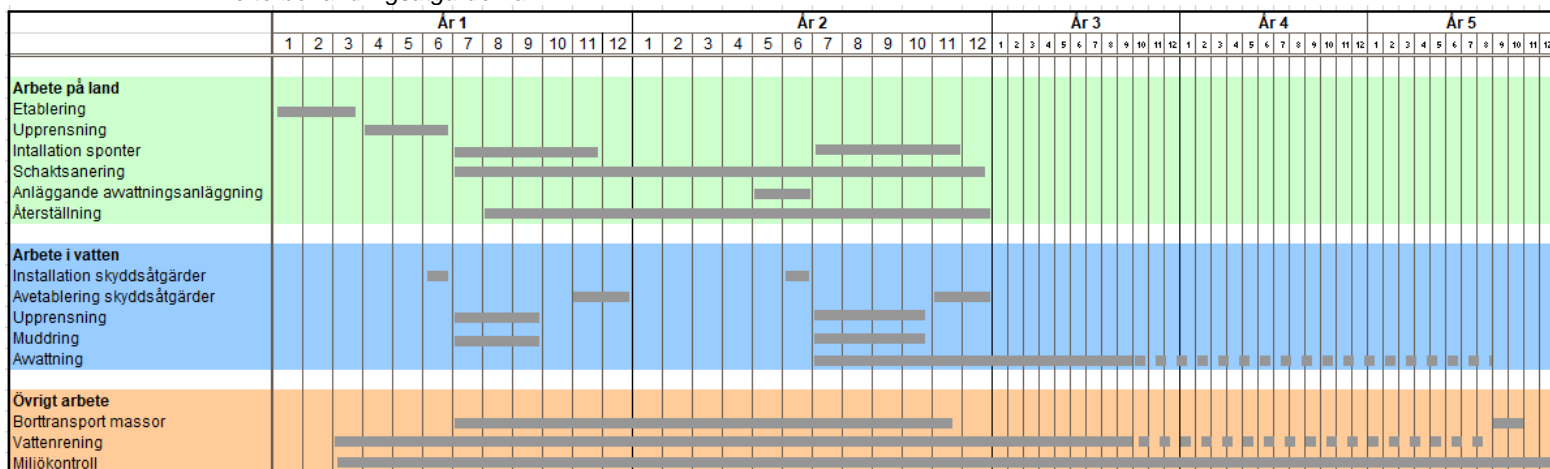
#### Anläggande av avvattningsyta för sediment

- Marken röjs och markytan förbereds med lutning för självfall.
- Konstruktion med morän och bergskross anläggs. Konstruktionen byggs på ett sådant sätt att den står kvar även om omkringliggande mark blir översvämmad.
- Vattentätt membran av HDPE installeras i botten av konstruktionen.
- Dräneringssystem för rejektvatten installeras.
- Muddermassor läggs successivt i avvattningsdammen.
- Rejektvatten renas innan utsläpp till Västerdalälven.
- Muddermassor lagras för avvattning.
- Borttransport av muddermassor.
- Rivning och återställning av området efter avslutad verksamhet.

### 3.2 När planerade arbeten ska utföras

Det som styr arbetet är Västerdalälvens nivåer då älven är oreglerad och har stora säsongsvariationer i flöde, samt risken för luktproblem hos de värst naftalenförorenade sedimenten. Det finns ingen möjlighet att reglera älven i denna sträcka, utan arbetet måste anpassas till rådande förhållanden. Av säkerhetsskäl kommer det inte vara möjligt att ha spont installerad i älven annat än isfri årstid, varför planerade vattenarbeten enbart kan utföras under perioden 1 maj - 31 december. Till dessa vattenarbeten räknas de delar av entreprenaden som antingen genomförs i vattnet (rensning av botten, muddring) eller de som är i direkt anslutning till vattnet (djupa schakter och rivning av stenskoningen längs strandkanten). Övriga arbeten, såsom rivningsarbeten på land och ytliga jordschakter kan genomföras även under vintertid. En schematisk bild över när olika planerade åtgärder kommer genomföras ses i *Tabell 4*.

Tabell 4. Översiktsbild över ungefär när och hur lång tid olika moment bedöms ta under efterbehandlingsåtgärderna.



### 3.3 Förberedande arbeten

Åtgärderna kommer börja med att hela området stänglas in och att arbetsplatsen förbereds inför kommande arbeten. Detta inkluderar att förbereda utrymmen där arbetsplatsbaracker skall placeras och platser för sortering, provtagning och tillfällig uppläggning av material och massor. Inför att arbetena påbörjas behövs också en väl genomtänkt logistik så att inte föroreningar riskerar att återkontaminera redan sanerade områden, vilket inkluderar både tillfällig uppläggning av förorenade massor och hur fordon får röra sig inom området.

En vattenreningsanläggning kommer byggas upp för att rena samtligt uppkommet vatten inom entreprenaden. Vattenreningen planeras att upphandlas som total-entreprenad där upphandlingen specificerar vilka krav på rening samt kapacitet som anläggningen ska klara, men ej föreslå exakt metod. Reningen består både av steg som filtrerar vattnet (t.ex. sand) och steg som renar vattnet (t.ex. med aktivt kol eller jonbytarfilter) vilka är placerade i containrar eller liknande konstruktioner. I anslutning till vattenreningsanläggningen ska det finnas möjlighet att samla upp det rena vattnet efter genomförd rening, för att kontrollmäta så att reningen genomförs i enlighet med ställda krav, och att vattnet ska kunna recirkuleras om kraven inte är uppfyllda. Vatten som uppvisar halter under gällande åtgärds mål kommer släppas ut i Västerdalälven söder om planerade arbeten. Mer om olika typer av vatten som kan komma att uppstå samt reningsbehov av dessa beskrivs i kapitel 4.5

Som ett första steg behöver vegetation avtäckas och sly röjas och tas omhand. Det mesta av växtligheten är lågväxande gräs, buskar och sly, men det förekommer också större sly som t.ex. vuxit in i stenskoningen och några enstaka träd (Figur 16).



Figur 16. Exempel på avfall och växtlighet som behöver omhändertas vid inledande röjningsarbeten.

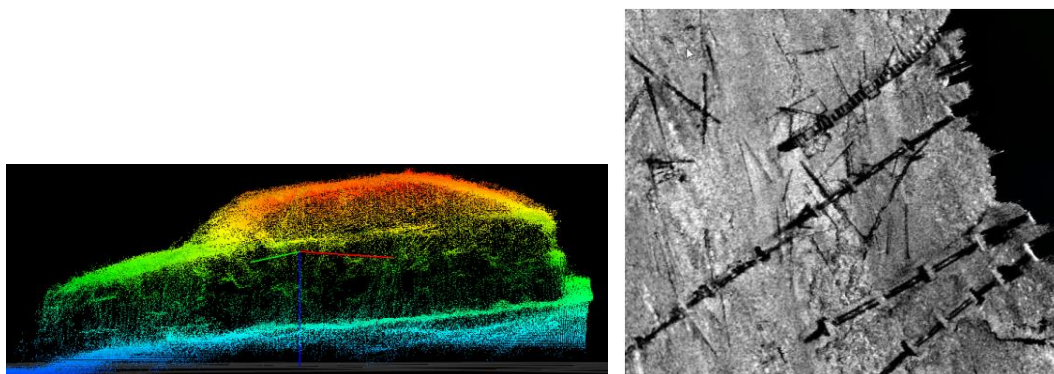
Bland avfall kan nämnas diverse löst skräp såsom högar med tegel, asfalt, jordmassor, virke m.m.

Nästa steg blir att riva samtliga befintliga konstruktioner. Det inkluderar bl.a. den betongplatta som tidigare utgjorde golv i fabriksbyggnaderna. Tjockleken på plattan varierar mellan 0,15-1,5 m, med medeltjocklek på 0,50 m. Utifrån den inmätta plattans storlek (3 800 m<sup>2</sup>), innebär det 1 900 m<sup>3</sup> betong som skall avlägsnas. I denna betongplatta finns minst tre djupa kulvertar (någon så djup som 3-4 m under markytan) som är vattenfyllda. Då det vid provtagning av vatten har påvisats förorening behöver allt uppumpat vatten förs till vattenreningsanläggningen innan det kan ledas ut till älven (se vidare stycke 3.9). Betongplattan är också genomkorsad med ledningsgravar, kabelrännor, brunnar med mera (se Figur 16), vilket kommer sorteras innan omhändertagande.

Därutöver behöver också övriga betongkonstruktioner rivas, såsom det gamla reningsverket, den betongkassun som finns mellan reningsverket och betongplattan och de kulvertar som finns inom området. Dessutom har det stötts på betongfundament i marken vid ett par tillfällen i samband med tidigare undersökningar. De utpekade överjordskonstruktionerna omfattar ca 350 m<sup>2</sup>.

Avlägsnandet av betongkonstruktionerna kommer ske genom att de bilas bort för att sedan knackas sönder för omhändertagande eller återanvändande som fyllnads-material.

Även på älvbotten behöver upprensning ske innan muddrarbeten kan påbörjas. Detta arbete kan inledas när den yttre skyddsåtgärden (spridningsreducerande spont och siltgardin) är på plats (se vidare stycke 3.5 och 4.3). I momentet inkluderas att rensa den del av botten som ska muddras från så mycket skräp som möjligt, inklusive bärga den bil som påträffats på botten, stora mängder sjunktimmer, diverse löst bråte och de ledningar som går ut i vattnet. I Figur 17 ses bilder från utförd botten-scanning (Svenska Tungdykargruppen, 2021), där bland annat en bil, flera rör och en stor mängd timmer påträffats på botten.



Figur 17. Urval av resultat från utförd botten-scanning. T.v. ses den bil som påträffats i höjd med mitten på betongplattan. T.h. backscatterdata med ett antal rör och stor mängd timmer som återfinns långt söderut i åtgärdsområdet.

Samtligt rivningsmaterial kommer i första hand återanvändas på platsen som fyllnadsmaterial, vilket kan göras om materialet efter kontrollprovtagning visar sig ha tillräckligt låga föroreningshalter (KM) samt att materialet i övrigt bedöms ha de tekniska egenskaper som krävs. Vid behov kan materialet tvättas av och sparas på avsedda platser, inför återställandeskedet. Det material som är för förorenat och inte kan tvättas rent eller inte uppfyller kvalitetskraven, kommer föras till extern deponi för omhändertagande.

### 3.4 Anläggande av avvattningsyta

Avvattningsytan kommer anläggas söder om det område där det tidigare garveriet låg vilket idag ingår i samma fastighet som garveriet (se Figur 15). Platsen har valts då det är en yta av tillräcklig storlek för den avvattning som kommer ske och som ligger på kommunens mark. Platsen ligger i direkt anslutning till åtgärdsområdet vilket minskar mängden transporter, men ligger ändå lite avsides så att den inte påverkar övrig pågående verksamhet.

Avvattningsytans lokalisering har diskuterats, främst avseende närheten till närboende och översvämningensrisken. Då lukt- och hälsoriskutredningen visat att luktproblemen i viss mån kan hanteras genom att utföra muddringsarbete sent på året, har det bedömts viktigare att anlägga avvattningsytan på ett visst avstånd ifrån älven och minska översvämningensrisken, än de 50-100 m närmare som ytan hamnar till bostadshusen.

Avvattningskonstruktionen byggs av rena kross- eller moränmassor där botten lutar svagt. I botten av dammen läggs en tät HDPE-duk, som förhindrar rejektvattnet att tränga ner genom marken utan istället avleds med självfall till en uppsamlingspunkt. Under duken läggs geotextil för att förhindra att HDPE-duken skadas av det underliggande materialet när den belastas. HDPE-duken provtrycks i svetsfogarna för att säkerställa att den blir tät. Ett exempel på avvattningsyta ses i Figur 18. Vid uppsamlingspunkten pumpas rejektvattnet till vattenreningsanläggning ifrån vilken vattnet efter godkänt resultat släpps ut i älven. Den planerade ytan som kommer täckas av HDPE-duk är ca 3 000 m<sup>2</sup>.



Figur 18. Exempel på anläggande av avvattningsyta. Till vänster invallad och till höger installation av HDPE-duk med underliggande geotextil. (Hämtad från SGU, 2019)

### 3.5 Installation av spont

Två olika sponter kommer behöva installeras: (1) stabilitetsmässigt för att kunna schakta under älvens vattenyta i strandkanten och lyfta upp det förorenade ledningssystemet (i fortsättningen kallad geoteknisk spont) och (2) som skyddsåtgärd för att minska spridningsrisken i samband med arbete i sedimenten (i fortsättningen kallad spridningsreducerande spont). Det kommer alltså installeras två sponter parallellt, men med olika syften. Då Västerdalälven är oreglerad och under stora delar av året är isbelagd, kommer sponterna av säkerhetsskäl enbart vara anlagda under isfri årstid. Planerade arbeten bedöms ta två år i anspråk, varför sponterna kommer installeras och avetableras två gånger. Sponternas ungefärliga placering och utbredning återfinns i Figur 15.

### 3.5.1 Spridningsreducerande spont

Den spridningsreducerande sponten utgörs av en kortare spontsektion som installeras strax norr om det förorenade området till vilken siltgardinerna fästs. Installationen sker från ponton genom att stålsegment vibreras ner och sammanfogas till en spontvägg. Sponten fästs in emot land norr om stenskoningen och blir totalt ca 30 m lång. Till sponten fästs dubbla siltgardiner, vilket utgör huvuddelen av skyddsåtgärden (se vidare stycke 4.3 om skyddsåtgärder), medan spontens funktion är att minska vattentrycket på siltgardinen. Eftersom det bedöms vara för stora miljö- och arbetsmiljörisker att låta sponten vara installerad under vintern, kommer sponten avetableras vintertid. Sponten kommer under optimala förhållanden vara installerad under 1 maj – 31 december, men den slutliga installationsperioden styrs av isläggning och vattennivån i älven.

Installationen av den spridningsreducerande sponten skulle kunna innebära en ökad erosion av botten direkt utanför sponten eftersom installationen ökar vattnets hastighet. Men då sponten installeras norr om det mest förorenade området, inom ett område där halterna i sedimenten är lägre än det framtagna åtgärds målet, bedöms denna möjliga ökade erosion inte utgöra någon märkbart ökad risk för spridning av föroreningar.

Den uppgrumling som kan ske i samband med installation och avetablering av spont bedöms i sammanhanget vara försumbar. En kunskapsmanställning som genomförts avseende påverkan från grumling på akvatiskt liv, visar att grumling som pågår kortare än 14 dagar generellt kan anses vara försumbar (Karlsson, 2020).

### 3.5.2 Geoteknisk spont

Den geotekniska sponten installeras i vattnet mot strandkanten genom att stålsegment vibreras ner i botten och låses i varandra till en spontvägg. Hela installationen av den geotekniska sponten görs när den spridningsreducerande sponten och siltgardinen är på plats, för att minska grumlingsrisken. Sponten installeras så nära strandkanten som är möjligt med hänsyn till den stenskonings som finns. Installationen kommer ske både från land och från ponton i vattnet. Vid installationen kommer betongplattan vara riven (se stycke 3.6 vilket innebär att markytan kommer vara lägre än vad den är idag. Sponten kommer installeras i sektioner och fästas in emot land för att kunna schakta under nivån för älvytan. När sponten ska passera stenskoningen kommer det inte fungera att vibrera ner sponten, utan här kommer istället borrade spont användas.

Innanför stenskoningen går också det gamla ledningssystemet, genom vilket sponten kommer behöva installeras. Detta moment innebär en ökad spridningsrisk av förorening i och med att ena delen av ledningssystemet som kapas hamnar utanför spontsektionen och därmed utanför läns pumpningen. Spridning från



ledningssystemet sker sannolikt kontinuerligt även innan spontinstallationen, så denna tillfälliga ökning av spridning bedöms vara begränsad. När sponten är på plats kan urschaktningsarbete ske och därefter sker återfyllning innanför sponten innan spontsektionen rivs. När en sektion är klar installeras nästa sektion och proceduren upprepas. Den del av sponten som avgränsar det färdigsanerade området och de område som inkluderas i nästa sektion, rivs inte utan står kvar tills nästa sektion har åtgärdats.

Översvämningsrisken kommer att styra detaljprojekteringen av sponten genom att sponten kommer behöva klara en stor variation av älvnivån. Både mycket höga och mycket låga vattennivåer i älven kan orsaka stabilitetsproblem, eftersom vattentrycket på utsidan ska kunna hållas ute även när flera meter schakt sker på landsidan av sponten. För detaljprojekteringen kommer en maxgräns på nivån ansättas mot vilken spontens hållfasthet beräknas. För att inte sponten ska kollapsa, måste vattnet, om det stiger över den ansatta nivån, tillåtas svämma över sponten och in i schakten för att avlasta konstruktionen. Detta innebär att det vid entreprenaden kommer finnas varningsnivå för älvnivån, vid vilken arbetet innanför spontkonstruktionen måste avbrytas. Det kommer också finnas rutiner för hur det vatten som eventuellt hamnar innanför spontkonstruktionen skall hanteras. Maxgränsen för översvämningen kommer även påverka hur långt in på land som spontens infästning behöver göras, så att inte vatten "rinner runt kanten" vid höglöde.

När muddringen av det förorenade sedimentet påbörjas kommer tunga transporter med bl.a. förorenade massor behöva kunna nå fram till strandlinjen. Därför kommer en tillfällig kajanordning anläggas för att tillgodose stabilitetskraven i strandkanten. Till detta kommer en av spontsektionerna användas. Istället för att avetablera sponten när saneringsschaktningen är klar, kommer det inspontade området återfyllas med material för att skapa en tillfällig kajkonstruktion, med kravet att det ska klara de laster som kommer krävas vid omhändertagande av muddringsmassor. När muddringsarbetet är klart kommer denna tillfälliga kaj rivas och området återställas i enlighet med övriga strandkanten.

### 3.6 Schakt av förorenad jord

Schaktningen i jord kommer inledas med att den del av jorden som överstiger den valda maxnivån för översvämning (se stycke 3.5) schaktas ur inom hela området. Inom de delar av området som ligger på större avstånd från älvkanten (> 15 m) kommer även djupare schakter kunna utföras för att frilägga kulvertar och ledningssystem under betongplattan. Uppkommet länsvatten pumpas till vattenreningsanläggning. Arbetet kommer planeras så att massor successivt läggs upp för provtagning avseende masshantering och att massor med olika föroreningsinnehåll

kan hållas isär. Uppgifter finns om stora block under betongplattan, och skulle detta påträffas tvättas dessa och kan återanvändas för återfyllnad.

När den geotekniska sponten är installerad kommer arbetet med de djupa schakterna närmast älven kunna påbörjas. Arbetet inleds med att det ytvatten som finns kvar innanför sponten pumpas ur och leds till vattenrening. Därefter schaktas jorden samtidigt som stenskoningen succesivt plockas ner. Anledningen till att stenskoningen måste rivas är för att kunna avlägsna rör och ledningar som går i anslutning till samt ut under skoningen. De bortplockade stenblocken sköljs av och kan återanvändas som fyllnadsmaterial. Arbetet kommer planeras så att massor successivt läggs upp för provtagning avseende avfallsklassificering och att massor med olika föroreningsinnehåll kan hållas isär.

Schakt pågår tills ledningssystemet är helt frilagt och kan avlägsnas, det gäller både ledningssystem längs strandkanten och även längre in under betongplattan och söderut mot reningsverket. Efter att ledningssystemet avlägsnats uttas kontrollprover från schaktbottnar innan schakterna läggs igen med material som är godkänt för ändamålet.

I samband med projekteringen kommer detaljerade schaktplaner tas fram, och i dessa kommer framgå hur hanteringen av massorna inom olika områden ska genomföras. Schaktplanerna kommer tas fram som 3D-filer som kan nyttjas för maskinstyrning.

### 3.7 Muddring av förorenade sediment

Muddringen kan påbörjas efter utförd upprepning av älvbotten. Ponton, mudderverk m.m. kan etableras från den tillfälliga kajanordning som konstruerats efter saneringen av strandremsan. Samtliga arbeten i vatten sker isfri årstid och innanför dubbla siltgardiner och spridningsreducerande spont.

Muddringen genomförs som traditionell grävuddring (se Figur 19) eftersom andra muddringmetoder, såsom suguddring eller muddring med miljöskopa inte bedöms som rimliga alternativ utifrån åtgärdsutredningen. Aktuell sediment-sammansättning i kombination med rådande djupförhållanden samt det begränsade utrymmet inom muddringsområdet innebär att suguddring inte är praktiskt genomförbar. Muddring med miljöskopa är i sig en grumlingsbegränsande skyddsåtgärd som använd när avgränsning med exempelvis siltgardin inte är möjlig. Då muddringsområdet är avskärmat med dubbla siltgardiner och spont, föreligger därför inga miljömässiga skäl att utföra muddring med miljöskopa.



Figur 19. Exempel på enskopeverk på ponton (Miljösamverkan Sverige, 2006).

På grund av luktolägenheter från de mest förorenade sedimenten från *mellersta sedimenthyllan*, kommer dessa hanteras så sent på året som är möjligt. Detta beror på att risken för olägenhet minskar ifall temperaturen är lägre (lägre avdunstning) tillsammans med att vädret är mer gynnsamt senare på året (mer vind som gör att den gas som avdunstar späds ut mer). Muddringen kommer därför styras så att de massor som inte har så stora luktolägenheter hanteras under varmare säsong, medan de som utgör den största luktrisken kommer hanteras senare på året. Eftersom kajen byggs först när jordmaterialet är åtgärdat, kommer försiktighetsmått vidtas för att minska eventuellt spill av förorenade sediment på den färdigsanerade jorden.

### 3.8 Avvattnig

De muddrade sedimenten kommer läggas upp inom den förberedda avvattningsytan. På grund av luktproblematiken kommer sedimenten från den *mellersta sedimenthyllan* hanteras annorlunda än övriga sediment, se nedan.

Det som normalt styr avvattningsmetod är tillgång till utrymme att anlägga avvattningen på samt om det finns någon tidsbegränsning. I direkt anslutning till åtgärdsområdet finns lämpligt ställe att placera avvattningsanläggningen och sedimenten kan ligga där under den tid som krävs. Av denna anledning har ingen specifik avvattningsmetod valts, utan avvattningen kommer upphandlas som en totalentreprenad, där entreprenören kan välja en metod som passar bäst för massorna så länge ställda krav på avvattnig och vattenhantering uppfylls. Genom

att tillåta olika typer av avvattning kan dessutom fler entreprenörer lämna anbud, vilket bedöms vara positivt för projektet som helhet. I huvudsak bedöms två avvattningsmetoder vara möjliga: avvattning i geotuber eller passiv avvattning i öppna laguner.

Avvattning i geotuber innebär att muddermassorna pumpas in i stora säckar av geotextil. I säckarna fastnar det fasta materialet inne i säckarna medan vattnet kan passera ut genom porerna i geotextilen. Fördelen med denna metod är att det går att stapla säckarna så att avvattningen tar mindre plats och att det efter färdig avvattning är enkelt att hantera materialet som ligger i säckarna. Dessutom kan geotuberna minska eventuell lukt från muddermassorna. Bland nackdelarna hör att metoden kräver att sedimenten är pumpbara (dvs innehåller mycket hög vattenhalt initialt). Då sedimenten vid Malungs f.d. garveri kommer grävuddras kommer de relativt torra sedimenten behöva blandas med vatten för att kunna pumpa in i tuberna. Detta innebär mer vattenrening och mer hantering av de förorenade sedimenten.

Passiv avvattning i öppna laguner innebär att sedimenten läggs rätt ner i avvattningskonstruktionen och att avvattningen sker direkt. Ofta täcks då HDPE duken med ett lager av sand eller dylikt innan sedimenten läggs på plats. Ju tunnare lager av sediment desto effektivare avvattning. Sedimenten får därefter torka och torktiden beror på hur tjockt lager sediment det är och sedimentens egenskaper. För att öka hastigheten kan sedimenten vändas några gånger under tiden. Fördelarna med denna metod är att ingen ytterligare hantering än muddring och att lägga dem på plats behövs. Dessutom bedöms det utrymme som krävs för den här metoden finnas i närområdet. Bland nackdelarna kan nämnas att avvattningen tar längre tid jämfört med geotuber och eventuellt finns en större risk för spridning av lukt med denna metod.

Oavsett metod kommer regelbundna kontroller av avvattningens fortskridande krävas för att följa processen mot att nå mottagningsanläggningarnas krav på vattenhalt för sedimenten. Kraven innebär ett funktionskrav på att sedimenten ska vara stapelbara upp till två meters höjd, vilket i praktiken innebär en halt torrsubstans (TS) i storleksordningen 50-60%. Sediment som är muddrade genom grävuddring har oftast en ursprunglig TS-halt på 20-30%. Vid utförda avvattningsförsök (Tyréns, 2022i), var den ursprungliga TS-halten 30-40 % i sedimenthyllan i områdets norra del.

Sedimenten från den *mellersta sedimenthyllan* (totalt ca 1 100 m<sup>3</sup>), kan av risk för luktolägenhet inte ligga kvar och avvattnas på platsen som sedimenten från övriga områden. Dessa kommer därför läggas direkt i täta och täckta containers efter muddring för transport till mottagningsanläggning, med så lite hantering som möjligt på platsen. Den torrhalt som uppmättes i *mellersta sedimenthyllan* i samband med avvattningsförsöken (TS= 50-60%, Tyréns, 2022i) innebär att ingen avvattning

behöver ske, utan massorna klarar mottagningsanläggningarnas krav på stapelbarhet direkt, utan avvattning. Skulle det däremot visa sig att sedimenten i realiteten är blötare, så får alternativ hantering genomföras. Detta kan vara i form av att en tillfällig dispens för stapelbarhetskraven söks hos mottagningsanläggningen, alternativt får massorna gå till förbränning istället för deponering (vilket påverkar mottagningskostnaden kraftigt). Alternativet att använda geotuber för just dessa massor kan också bli aktuellt.

### 3.9 Arbeta i förorenade områden

Innan arbetet påbörjas kommer noggranna rutiner tas fram som beskriver hur hanteringen av förorenade massor och framförandet av arbetsmaskiner ska gå till inom området. Syftet är att i möjligaste mån minska risken att förorena icke-förorenade områden genom att:

- Förorenade fordon och förorenade massor i möjligaste mån inte ska hanteras inom färdigsanerade områden eller områden som är rena och inte behöver efterbehandlas.
- Vid moment där massor ändå måste hanteras på områden som är färdigsanerade (t.ex. när muddermassor kommer lyftas upp och transporteras till avvattningsanläggningen och måste passera över den färdigsanerade strandremsan där kajen anlagts) kommer noggranna försiktighetsmått vidtas, t.ex. genom att eventuellt spill och annan spridning av föroreningar minimeras och på ett enkelt sätt kan åtgärdas. Detta kan t.ex. ske genom att tät duk används under förberedda transportvägar för att minimera risk för spridning ner till sanerade områden.
- Fordon som lämnar området måste genomgå rengöring av de delar av fordonen som varit i kontakt med förorenat material (hjul, flak, lastredskap m.m.), för att inte sprida föroreningar.
- De platser som utpekats för tillfällig uppläggning av förorenade massor i väntan på resultat från provtagningar och på transport till mottagningsanläggning alternativt återanvändning, kommer förberedas på ett sådant sätt att läckage av förorening från massorna minimeras.

### 3.10 Borttransport

Efter att uppschaktade och uppmuddrade massor klassificerats, kommer massor som inte uppfyller kraven för att återanvändas föras till extern deponi. Närmsta mottagningsanläggning som har tillstånd att ta emot FA-massor ligger ca 15 mil ifrån platsen.

En osäkerhet avseende mottagandet är förekomsten av PFAS i massorna. De senaste åren har ett ökat myndighetsfokus på PFAS-frågan bland annat föranlett sänkt åtgärdsgräns för PFAS i dricksvatten och förslag till sänkta riktvärden även i jord och grundvatten. Genomförda undersökningar har visat att mottagningsanläggningar kan sprida PFAS via lakvatten, eftersom PFAS inte tidigare analyserats i massor som deponerats. För att minska sin belastning till omgivningen har därför många mottagningsanläggningar slutat ta emot PFAS-innehållande massor. Beslut om mottagningskriterier kan ändras snabbt och beror delvis på myndighetsbeslut. Om massorna inte tas emot av aktuell mottagningsanläggning, kan istället förbränning av hela eller delar av massorna bli aktuellt. Förbränning innebär i aktuellt fall ett ökat transportavstånd samt en (avsevärt) högre kostnad för omhändertagande.

### 3.11 Återställande

Landområdet kommer återställas till samma markanvändning (MKM) som tidigare. Malung-Sälens kommun har fattat ett politiskt beslut på att områdets framtida markanvändning ska motsvara MKM. Slutligt beslut om användningen är inte taget ännu men det kommer troligtvis bli någon form av allmäntillgängligt grönområde.

Vid återfyllnaden kommer jordmassor, rivningsrester m.m. från entreprenaden återanvändas i så stor utsträckning som är möjligt. Krav för fyllningsmassor inom området kommer vara det generella riktvärdet för KM (känslig markanvändning). Massberäkningar visar att ett massunderskott kommer uppstå och externa massor kommer behöva tas in för att fylla ut markområdet. Tekniska och miljömässiga krav på dessa massor kommer beslutas i senare detaljprojektering, men kommer ta hänsyn till både befintliga förhållanden (t.ex. översvämningsrisk) och de beslut som tas av kommunen avseende omgestaltning. Om det finns massöverskott i något annat projekt i närheten och dessa uppfyller tekniska och miljömässiga krav kan med fördel dessa massor användas för att minska den totala miljöbelastningen.

Exakt utformning av strandremsan närmast vattnet har ännu inte beslutat, men strandkantens uppbyggnad kommer anpassas så att framtida erosionsrisk minimeras, t.ex. avseende materialval och lutning. Vidare kommer hänsyn tas till framtida möjlighet till skötsel av området såsom möjlighet att klippa gräs eller på annat sätt ta hand om området. Detaljer kring hur strandlinjen kommer återställas tas fram i samband med detaljprojekteringen.

I vattenområdet kommer muddringen innebära att vattendjupet ökar. Generellt kommer ingen återfyllnad göras av detta, då det bedöms vara gynnsamt ur översvämnings synpunkt med den ökade vattenvolymen. Utjämning av slänter mellan olika åtgärdsdjup kan dock komma att utföras.

Den uppbyggda avvattningsdammen kommer rivas och platsen återställas till liknande markanvändning som finns där idag (allmänning). Materialet från dammen kan återanvändas inom området om de uppfyller tekniska och miljömässiga krav.

## 4 Skyddsåtgärder

För att minska risken att olyckor eller utsläpp sker under det pågående saneringsarbetet, kommer skyddsåtgärder vidtas, se vidare i Bilaga E. Miljökonsekvensbeskrivning. En arbetsmiljöplan för entreprenaden kommer tas fram och kommande detaljprojektering kommer utföras på så vis att risken för både människor och miljö i samband med saneringsarbetet blir så liten som möjligt.

### 4.1 Instängsling

För att förhindra att obehöriga kommer in i på området kommer arbetsområdet vara instängslat under saneringsåtgärden. Instängslingen kommer skötas av den entreprenör som blir upphandlad att utföra arbetet.

Då den tidigare garverifastigheten redan idag är instängslad kommer detta främst få konsekvenser inom området söder om garveriet där avvattningsanläggningen ska konstrueras. Denna del av arbetsområdet är idag en allmänning med båtiläggningsplats men kommer behöva stängslas in och otillgängliggöras under arbetets gång. Båtägare kommer hänvisas till annan båtiläggningsplats i närheten. Det är möjligt att arbetet kan läggas upp i etapper och att delar av det södra området med avvattningsanläggningen därför kan vara tillgängligt under vissa perioder, men detta behöver studeras mer i samband med detaljprojekteringen.

Skyltning om livsfara kommer sättas upp i anslutning till avvattningsytan för att förhindra att obehöriga tillträder området.

### 4.2 Logistik

Saneringsarbetet kommer innebära att en stor mängd transporter måste röra sig inom och ut ifrån området. För att minska risken att föroreningar sprids inom eller ut ifrån området, kommer tydlig logistik finnas inför olika skeden i entreprenaden.

Flödet av transporter av förorenade massor inom området, d.v.s. från uppschaktande till tillfällig uppläggning för provtagning, kommer kravställas för olika skeden. Arbetet kommer planeras så att förorenade massor och maskiner i möjligaste mån inte kommer behöva röra sig eller hanteras inom de områden som inte berörs av saneringen eller som redan är färdigsanerade. För varje steg i processen kommer också logistiken kring vattenreningen anpassas så att risken att det sker läckage minimeras.

De massor som grävs upp kommer provtas och utifrån resultaten kommer sortering för bortforsling eller återanvändning ske, se vidare stycke 4.6 nedan. Under hela entreprenaden kommer det finnas utpekade ytor där tillfällig uppläggning och



provtagning kan ske. Upplagsplatserna kommer vara invallade och skyddsåtgärder finnas i form av tätskikt för att förhindra läckage av förorening ner till marken och som möjliggör att avrinnande vatten kan samlas upp och föras till vattenrening. Det kommer också finnas beredskap för att minska risk för damning eller spridning med regnvatten beroende på väderlek. När provtagningsresultaten kommit, kommer förorenade massor föras till extern mottagningsanläggning, medan massor med föroreningsinnehåll och kvalitet som lämpar sig för återanvändning lagras på anvisade platser.

### 4.3 Siltgardin

Till den spridningsreducerande sponten som beskrivs i avsnitt 3.5 fästs dubbla siltgardiner. Då det är en relativt lång sträcka som ska skärmas in med siltgardiner, kommer sannolikt någon form av fästen/pålar behövas längs med sträckan. Siltgardinerna fästs in emot land nedanför åtgärdsområdet. Siltgardiner har god partikelavskiljande effekt i strömmande vatten, så länge gardinen ligger längs med strömningsriktningen och vattenhastigheterna inte är alltför stora (max 1-1,5 knop). Dessutom innebär siltgardiner stora fördelar i form av lägre kostnader, resursanvändning (koldioxidutsläpp) och tidsmässigt jämfört med alternativa skyddsåtgärder (spont).



Figur 20. Siltgardin utlagd i Nissan vid Hultafors (Foto: Tecomatic)

Utanför Malungs garveri har flödessimuleringar av Västerdalälven visat att flödes-hastigheten vid högvatten är lägre än den maxgräns för siltgardinen som anges av leverantören (Tyréns, 2022h). Dessutom kombineras siltgardinen med en spont som

används för avlastning av gardinen, varför siltgardin bedömts som en lämplig skyddsåtgärd. I Figur 20 ses ett exempel på siltgardin i strömmande vatten ifrån Nissan.

Som en extra säkerhet kommer dubbla siltgardiner användas, vilket är vanligt vid muddringsarbeten i förorenade områden. För att deras funktion skall säkerställas kommer de installeras med ett visst avstånd emellan så att området emellan gardinerna kan få funktionen som en säkerhetszoon. Vidare kommer en oljeabsorberande läns installeras på insidan av siltgardinerna.

Siltgarden kommer inte kunna sitta kvar ute i älven vintertid eftersom isen riskerar att slita sönder den. Arbetet i vattnet måste därför anpassas så att förhållandena innanför siltgarden hinner stabilisera sig något innan siltgarden avlägsnas. Sedimentationen kan ta lång tid, så i detta fall blir det en avvägning mellan att ha längre tid för att genomföra de tilltänkta åtgärderna och tid för sedimentation. En rimlig medelväg är att samtliga grumlande arbeten måste avslutas 1 månad innan isen börjar lägga sig (och därmed siltgarden behöver avlägsnas). Innan avlägsnandet kommer provtagning av turbiditet genomföras och en bedömning av effekten görs. Innan siltgardinerna avlägsnas tas kontakt med tillsynsmyndigheten. Eftersom muddringen av de mest förorenade sedimenten behöver göras så sent på säsongen som möjligt, se 3.7 behöver arbetet planeras på ett sådant sätt att den sedimentationstid som krävs innan siltgarden avetableras ändå kan upprätthållas efter att de illaluktande sedimenten plockats upp.

## 4.4 Luft

För att minska eventuella problem med damning kommer beredskap finnas för att vid behov bevattna vägar, hårdgjorda ytor, jordhögar m.m.

Vid arbetet med de mest förorenade sedimenten i den *mellersta sedimenthyllan* kommer kraftig lukt uppstå. För att minska lukten kommer arbetet med de mest förorenade och illaluktande sedimenten styras till att ske så sent på året som möjligt då väderleken är mer gynnsam. Efter muddringen förs dessa massor bort direkt, utan föregående avvattning, för att minska tid som dessa massor behöver hanteras på platsen. Totalt sett bedöms det röra sig om en månad där samtlig hantering av de illaluktande massorna sker, inkl. muddring, hantering av massorna och borttransport.

## 4.5 Vattenhantering

Vatten kommer uppkomma vid många tillfällen under entreprenaden och kommer då behöva renas innan det kan släppas ut till recipienten. Det vatten som identifierats är:

- Vatten i befintliga konstruktioner, ledningar och kulvertar
- Länsvatten vid schakter
- Tvättvatten från entreprenaden, såsom sköljning av block inför återanvändande och rengöring av fordon m.m.
- Rejektvatten från avvattningsanläggningen

Vatten har provtagits i en av de påträffade kulvertarna inom området (Tyréns, 2022c) där PFAS och flera metaller påträffats över åtgärdsålet. Utgångspunkten är därför att samtligt förekommande vatten inuti konstruktioner är förorenat och måste renas.

Länsvatten kommer uppkomma i samband med schaktarbeten. Detta kommer utgöras både av grundvatten som tränger in i samband med schakter, av regnvatten och annan ytavrinning, samt i viss mån av ytvatten som "stängs in" innanför sponten i samband med installationen av spont i strandkanten. Provtagning av vatten i schakter har visat att metaller är associerade med partiklar. Vid filtrering av prover har halter av metaller i schaktvattenprover sjunkit till halter under åtgärds målen för länsvatten. Däremot har inga undersökningar genomförts för att studera om PFAS är partikelbundet eller löst i vattnet, men erfarenhetsmässigt är en stor del av PFAS löst i vattnet, vilket kräver ytterligare reningssteg efter partikelavskiljningen. Val av reningsmetod för detta kommer åligga entreprenören.

För att bedöma mängd och åtgärdsbehov av rejektvatten från avvattningen har försök med muddermassor utförts (Tyréns, 2022i). Resultaten visar att mest vatten avrinner direkt när sedimenten läggs på plats och sedan avtar avrinningen. Vatten från avvattningsanläggningen kommer samlas upp via en pumpgrop på avvattningsytan. Under tiden som sedimenten ligger i avvattningsytan kommer dock regnvatten som faller på ytan också tillföras rejektvattnet och således behöva åtgärdas via vattenreningen. I samband med detaljprojekteringen kommer det utredas om det är ekonomiskt mest försvarbart att bygga ett tak över avvattningsanläggningen för att förhindra regnvatten att nå sedimenten och därmed öka behovet av vattenrening eller den kostnad som det innebär med större behov av vattenrening.

Vid avvattningsförsöken mättes även halten av olika föroreningsämnen i rejektvatten olika tid efter att försöken inletts. I Tabell 5 visas halter i sediment från områdets norra del, vilket ligger inom det område där sedimenten kommer avvattnas på plats. Endast relativt låga föroreningshalter lakade från sediment ifrån områdets norra del och tillsammans med eventuell utspädning via regnvatten blir sannolikt halterna i avvattningsvattnet låga. Sedimenten från det *mellersta sedimenthyllan* undersöktes också avseende föroreningshalt, men då dessa sediment kommer köras direkt till mottagningsanläggning för att minska risken för luktproblem, presenteras inte dessa resultat här.

Tabell 5. Analyserad halt av olika föroreningsämnen i lakvatten från de två replikaten av sediment från områdets norra del (21Ty42A och 21Ty42B) provtaget dag 0, 7 och 14 efter avvattningsförsökens start ( $\mu\text{g/l}$ , Tyréns, 2022i). Rödmarkerat värde överstiger Göteborgs stads dagvattenkriterier.

	Jämförelsevärde	21Ty42A			21Ty42B		
		Dag 0	Dag 7	Dag 14	Dag 0	Dag 7	Dag 14
Arsenik	16	3,7	2,7	1,1 <sup>1</sup>	4,7	1,8	1,4 <sup>1</sup>
Krom	7	0,58	0,61	0,51 <sup>1</sup>	5,4	0,82	2,9 <sup>1</sup>
Zink	30	6,2	5,6	11 <sup>1</sup>	120	5,9	17 <sup>1</sup>
Naftalen	130	4,6	<0,020	0,052	1,1	<0,020	<0,020
Benzo[ <i>a</i> ]pyren	0,27	0,016	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010
PAH-L		4,6	<0,20	<0,20	1,3	<0,20	<0,20
PAH-M		0,37	<0,30	<0,30	1,1	<0,30	<0,30
PAH-H		<0,30	<0,30	<0,30	0,3	<0,30	<0,30
Alifater >C12-C16	1 000 000 <sup>2</sup>	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Alifater >C16-C35		<50	<50	<50	<50	<50	<50
Aromater <C8-C10		<10	<10	<10	<10	<10	<10
Aromater >C10-C16		<10	<10	<10	<10	<10	<10
Aromater >C16-C35		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

<sup>1</sup> Analys utförd på ej filtrerat prov.

<sup>2</sup> Avser oljeindex och kan därför ej direkt appliceras, men står med som referens.

Förutsättningarna för att rena rejektvattnet utvärderades genom filtrering med sand och aktivt kol, se resultat i Tabell 6. Men då halterna var låga var det svårt att se någon direkt effekt av filtreringen. Tvärtom ses t.ex. att halten arsenik ökar, vilket är vanligt efter kolfiltrering och beror på kontamination av det aktiva kolet (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2021). För naftalen ses dock en hög reningseffekt efter kolfiltrering.

Tabell 6. Halt av olika föroreningsämnen ( $\mu\text{g/l}$ ) efter sand- och kolfiltrering. Sedimentet 21Ty41 är provtaget vid den mellersta sedimenthyllan, medan 21Ty42 är provtaget längre norrut inom det övriga sedimentområdet.

	21Ty41			21Ty42		
	Före <sup>1</sup>	Efter sand	Efter kol	Före <sup>1</sup>	Efter sand	Efter kol
Arsenik	1,0	1,7	6,3	2,3	1,8	31
Krom	1,6	1,4	2,7	0,7	1,1	2,1
Zink	1,7	64	6,3	5,8	33	0,5
Naftalen	325	590	0,06	<0,020	250 <sup>2</sup>	<0,020
Benzo[ <i>a</i> ]pyren	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PAH-L	325	590	<0,2	<0,2	250 <sup>2</sup>	<0,2
PAH-M	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
PAH-H	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

<sup>1</sup> Parametern "Före" är ett medelvärde av uppmätta halter i de två ursprungliga tankarna 21Ty41A och 21Ty41B, respektive 21Ty42A och 21Ty42B.

<sup>2</sup> Påvisad halt naftalen beror sannolikt på att provet 21Ty41 hade passerats genom sandfiltret innan, och detta är rester av naftalen från det andra provet.

Vattenreningsanläggningen kommer handlas upp som totalentreprenad och det kommer ställas krav på beredskap för uppkomst av vissa volymer vatten, vilka åtgärds mål som ska uppnås, att det ska finnas möjlighet till provtagning av utgående vatten innan det släpps till recipient, samt att vatten som inte uppnår åtgärds målen kan återcirkuleras. Som underlag för dimensionering av anläggningen finns undersökningar gjorda på avvattningsvatten, schaktvatten och grundvatten. En grov bedömning av mängden vatten som kan komma att behöva renas uppgår till ca 20 000 m<sup>3</sup>, vilket då inkluderar samtliga ovan nämnda moment. Detta är en mängd som kommer bli utspridd under hela entreprenadtiden om 2-5 år.

Även vattenreningsanläggningens placering inom arbetsområdet kommer studeras närmare vid kommande detaljprojektering. Faktorer som är viktiga att inkludera i valet av plats är t.ex. eventuella risker för olyckor när slangar med förorenat vatten ska pumpas till reningsanläggningen och översvämningensrisken ifall t.ex. utjämningsmagasin används.

## 4.6 Kontrollprogram

Efterbehandlingsåtgärderna kommer åtföljas av provtagning för att se till att åtgärds målen uppföljs och att genererade massor i projektet hanteras enligt gällande lagstiftning. I kontrollprogrammet specificeras provtagningsomfattningen (antal prov per kvadratmeter eller kubikmeter), vilka medier som ska provtas, vilka analyser som ska utföras och med vilken detektionsgräns, samt hur resultaten ska tolkas och hur detta påverkar det fortsatta arbetet. Kontrollprogrammet kommer kommuniceras med tillsynsmyndigheten innan arbetet påbörjas.

### 4.6.1 Jord och sediment

Jord och sediment kommer både provtas för att studera om åtgärds målen har uppnåtts eller om ytterligare schakt kommer krävas. Provtagning av både jord och sediment sker som samlingsprov för en viss yta. Om analysresultaten är lägre än åtgärds målen kan åtgärden inom detta område anses vara avslutad och schakten kan läggas igen. Om resultaten visar att det finns förorening över åtgärds målen kvar, fortsätter schaktarbetet om inte tillsynsmyndigheten och huvudmannen beslutar annat. Provtagning görs även för avfallsklassificering av redan uppschaktade massor. Denna provtagning bestäms av mottagningsanläggningens krav på provtagningsomfattning.

### 4.6.2 Vatten

För att säkerställa siltgardinernas funktion kommer denna kontrolleras okulärt varje dag under pågående arbeten. Om det påträffas fel på siltgardinerna eller dess funktion stoppas grumlande arbeten innanför gardinen och felsökning genomförs för att åtgärda felet och återställa funktionen.

Vattenreningsanläggningens funktionalitet kommer mätas genom s.k. flödesproportionell provtagning, d.v.s. att provtagning sker regelbundet efter att en viss vattenvolym passerat genom vattenreningsanläggningen. Dock kommer det krävas att provtagningen förtätas i samband med att "nya" vatten renas eller att det uppstår situationer där föroreningsinnehåll (och därmed reningskrav) förändras. Detta kan t.ex. vara vid byte mellan olika moment (rening av schaktvatten respektive rening av rejektvatten från avvattningen) eller vid oförutsedda händelser (stora

regnmängder, översvämning, påträffande av vatten i t.ex. kassuner som inte provtagits tidigare). Detta kommer beskrivas i kontrollprogrammet som tas fram.

#### **4.6.3 Luft**

Tidigare undersökningar har visat att naftalen kommer avdunsta från de förorenade sedimenten. Naftalen kommer därför provtas för att säkerställa att inte Arbetsmiljöverkets korttidsgränsvärden överskrids för dem som arbetar inom området. Mätningarna sker både inne i maskinförarnas hytter och utanför dessa. De som jobbar med de mest förorenade sediment ska använda gasmasker med korrekt filter ifall halterna överskrider gränsvärdena. Åtgärderna kommer också följas av noggrann och tydlig kommunikation till närboende kring arbetets fortskridande.

#### **4.6.4 Övrigt**

Byggnadsmaterial såsom betong, isolering, rörledningar m.m. kan komma att provtas vid behov.

Ett kontrollprogram för omgivningskontroll kommer tas fram och delges tillsynsmyndigheten innan arbetet startar.

### **4.7 Buller**

Buller kommer uppkomma i samband med installation av sponter, bilning av betongplatta, vid schaktarbeten och transporter etc. En riskanalys avseende bullerpåverkan kommer tas fram i samband med detaljprojekteringen och i denna kommer också förslag på skyddsåtgärder presenteras, vilka sedan kommer inarbetas i projekteringshandlingarna. En mer detaljerad beskrivning av hantering av buller finns i Miljökonsekvensbeskrivningen, Bilaga E till ansökan.

### **4.8 Kemiska produkter**

Kommunen kommer ställa krav på entreprenören att följa de riktlinjer avseende produktval som finns i Naturvårdsverkets kvalitetsmanual. De kemiska produkter som kommer att användas under entreprenaden är främst bränslen till diverse entreprenadmaskiner. Därutöver kan det komma att hanteras olika kemikalier till vattenreningen och polymer till avvattningen. I samtliga fall kommer hantering och lagring av kemikalier ske på ett sätt så att obehöriga förhindras tillträde. Behållare kommer förvaras på ogenomsläpplig yta alternativt vara dubbelmantlade. Behållare ska vidare vara märkta med innehåll och eventuella farosymboler. När det finns olika varianter att tillgå, ska den minst farliga produkten användas.

## 4.9 Olycksrisker

Trots att skyddsåtgärder vidtas kvarstår ändå vissa olycksrisker som kommer vara svåra att helt undanröja.

Den största olycksrisken bedöms vara risken att siltgardinen sliter sig under entreprenaden och därmed orsakar spridning av förorening. Denna risk kommer minska genom att använda den spridningsreducerande sponten som också avlastar siltgardinen, att det kommer användas dubbla gardiner samt att gardinerna kommer vara fästa vid pålar som stöd. Vidare kommer dagliga inspektioner av siltgardinen genomföras, för att se till så att dess funktion bibehålls. På detta sätt minskar risken för att en olycka ska ske. Om siltgardinen släpper, kommer arbetet direkt avbrytas så att ingen ytterligare grumling sker och spridningen kommer därför ske som en "engångsstöt". På grund av det höga flödet i älven, kommer grumling och förorening snabbt spädas ut, och de långsiktiga konsekvenserna på miljön nedströms bedöms bli begränsad.

Utöver siltgardinen finns olycksrisker i form av läckage från entreprenadmaskiner, oavsiktligt spill av förorenade massor och risker förknippande med mycket höga vattennivåer m.m. Dessa olycksrisker kommer i största möjliga utsträckning försöka undvikas, t.ex. genom beskrivning av arbetets genomförande i APD-planer och arbetsberedning.

## 4.10 Information i samband med åtgärder

Malung-Sälens kommun kommer löpande informera om pågående åtgärder via sin hemsida och som direktutskick till närboende. En informationsplan kommer tas fram, där det framgår hur informationsarbetet ska fortlöpa i samband med olika entreprenadmoment och vilka som ska kontaktas ifall riktad information till särskilt berörda kan komma att behöva genomföras.

## 5 Referenser

Arbets- och miljömedicin, 2022	Modeling naphthalene outdoor exposure in air from contaminated sediment in Malung.
Golder, 2011	Malungs garveri. Förstudie.
Göteborgs stad, 2020	Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient. R2020:13.
HVFMS, 2013:19, rev 2019	Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.
Karlsson, M., Kraufvelin, P. Östman Ö, 2020	Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. Aqua reports 2020:1. SLU.
Länsstyrelsen Västra Götaland, 2021	Länsvattenhantering vid markarbeten i förorenade områden. Handläggarstöd för tillsynsmyndigheter. Rapport 2021:21.
MSB, 2015	Översvämningskartering utmed Österdalälven, Västerdalälven, Ore Älv och Dalälven med biflödena Lillälven och Faluån.
Miljødirektoratet, 2020	Grenseverdier for klassificering av vann, sediment og biota. M-608.
Miljösamverkan Sverige, 2006	Vägledning för muddring och kvittblivning av muddermassor.
Naturvårdsverket, 2009, rev. 2009	Riktvärden för förorenad mark. Rapport 5976, rev. 2022.
Naturvårdsverket, 2023	Riktvärden för bly. Hämtad 2023-05-25. <a href="https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/forenadede-omraden/riktvarden-for-forenadede-mark/">https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/forenadede-omraden/riktvarden-for-forenadede-mark/</a>
SGI, 2015	Preliminära riktvärden för högfluorerade ämnen (PFAS) i mark och grundvatten. Publikation 21.
SGU, 2013	Bedömningsgrunder för grundvatten. SGU-rapport 2013:01.
SGU, 2016	Grundvattenmagasinet Malungsåsen Malung. K531.



SGU, 2019	Teknisk beskrivning. Muddring av förorenade sediment m.m. i Tisaren och Estaboån, Askersunds kommun.
Svenska Tungdykargruppen, 2021	Projektrapport, Sjömätning Malung 2021-11-26.
Tyréns, 2022a	Malungs fd garveri, PM Geoteknik.
Tyréns, 2022b	Malungs fd garveri, PM Hälsorisk och lukt från naftalenförorenade sediment.
Tyréns, 2022c	Malungs fd garveri, PM Åtgärdsförberedande undersökningar jord och grundvatten. Bilaga 3 till MKB.
Tyréns, 2022d	Malungs fd garveri, PM Hydrogeologi. Bilaga 1 till MKB.
Tyréns, 2022e	Malungs fd garveri, Huvudstudie sediment. Bilaga 4 till MKB.
Tyréns, 2022f	Malungs fd garveri, Åtgärdsutredning sediment. Bilaga 2 till MKB.
Tyréns, 2022g	Malungs fd garveri, Riskvärdering av åtgärdslösningar.
Tyréns, 2022h	Malungs fd garveri, PM Översvämnings- och erosionsrisk.
Tyréns, 2022i	Malungs fd garveri, PM Avvattningsförsök.
VISS, 2022	Västerdalälven, vattenförekomst WA4789183. Information hämtad 2022-12-23.