

Uppdragsledare  
Pethra Fredriksson  
Tel  
+46 10 505 29 33  
Mobil  
+46 70 662 48 07  
E-mail  
pethra.fredriksson@afry.com

Datum  
2023-09-13  
Projekt ID  
D0102897

Kund  
RES Renewable Norden AB

## Provtagningsplan

Översiktlig miljöteknisk markundersökning på  
fastigheten Ånge Västerhängsta 6:122 m.fl. i Ånge  
kommun



Källa: Lantmäteriet

AFRY (ÅF-Infrastructure AB)

Rapporten upprättad av: Fredrika Olsson  
Granskad av: Emma Graaf

## Innehåll

1	Administrativa uppgifter .....	4
2	Bakgrund och syfte .....	4
2.1	Avgränsning .....	4
3	Områdesbeskrivning .....	4
3.1	Geologi .....	6
3.1.1	Övergripande.....	6
3.1.2	Lokala undersökningar.....	7
3.2	Recipienter .....	7
3.3	Hydrogeologi .....	7
3.3.1	Övergripande.....	7
3.3.2	Lokala undersökningar.....	8
4	Historik .....	9
4.1	MIFO-objekt .....	9
4.1.1	Ljungaverk, industriområdet.....	10
4.1.2	Ljungaverk, deponiudden .....	11
4.2	Historiska ortofoton .....	12
4.3	Tidigare undersökningar.....	13
4.3.1	Ljungaverk, industriområdet.....	13
4.3.2	Ljungaverk, deponiudden .....	17
5	Potentiella föroreningar .....	18
5.1	Jord.....	18
5.2	Porgas .....	18
5.3	Grundvatten .....	18
6	Bedömningsgrunder.....	19
6.1	Jord.....	19
6.2	Porgas .....	19
6.3	Grundvatten .....	19
7	Provtagningsplan.....	20
7.1	Bedömt behov av fortsatt provtagning .....	20
7.2	Provtagningsstrategi .....	20
7.3	Jord.....	22
7.3.1	Jordprovtagning.....	22
7.3.2	Laboratorieanalyser.....	22
7.4	Grundvatten .....	23
7.4.1	Installation av grundvattenrör .....	23
7.4.2	Grundvattenprovtagning .....	24
7.4.3	Laboratorieanalyser.....	24
7.5	Porgas .....	25

7.5.1	Eablering av porgasspjut och provtagning .....	25
7.5.2	Laboratorieanalyser .....	26
7.6	Provhantering .....	26
7.7	Positionering .....	26
7.8	Säkerhet i fält .....	26
8	Referenser .....	27

## Bilagor

Bilaga 1 .....	Karta med föreslagna provpunkter för jord, porgas och grundvatten
----------------	---

## 1 Administrativa uppgifter

Fastighetsbeteckning: Ånge Västerhängsta 6:122 m.fl.

Beställare: RES Renewable Norden AB

Konsult: AFRY (ÅF-Infrastructure AB)

Uppdragsledare: Pethra Fredriksson  
E-post: pethra.fredriksson@afry.com  
Tel: +46 70 662 48 07

Teknikansvarig miljö: Clara Bachofner Gran  
E-post: [clara.bachofnergran@afry.com](mailto:clara.bachofnergran@afry.com)  
Tel: +46 73 062 77 32

Handläggare miljö: Fredrika Olsson  
E-post: [Fredrika.olsson@afry.com](mailto:Fredrika.olsson@afry.com)  
Tel: +46 72 148 00 45

## 2 Bakgrund och syfte

AFRY (ÅF-Infrastructure AB) har fått i uppdrag av RES Renewable Norden AB att utföra en bakgrundsundersökning gällande tidigare verksamheter som kan ha orsakat förorening samt tidigare utredningar gällande föroreningar i mark och grundvatten vid lokaliseringen av RES planerade vätgasfabrik i Ljungaverk, Ånge kommun. Bakgrundsundersökningen har gjorts för hela utredningsområdet, se lila område i Figur 2.

Uppdraget har även inkluderat att ta fram en provtagningsplan för en översiktlig miljöteknisk markundersökning med provtagning inom det preliminära detaljplaneområdet, se Figur 2, där det bedöms saknas underlag från tidigare utredningar.

Syftet med bakgrundsundersökning och framtagande av provtagningsplan är att få översiktlig information om fastigheternas status avseende föroreningar i mark och grundvatten i samband med arbetet med detaljplaneläggning.

### 2.1 Avgränsning

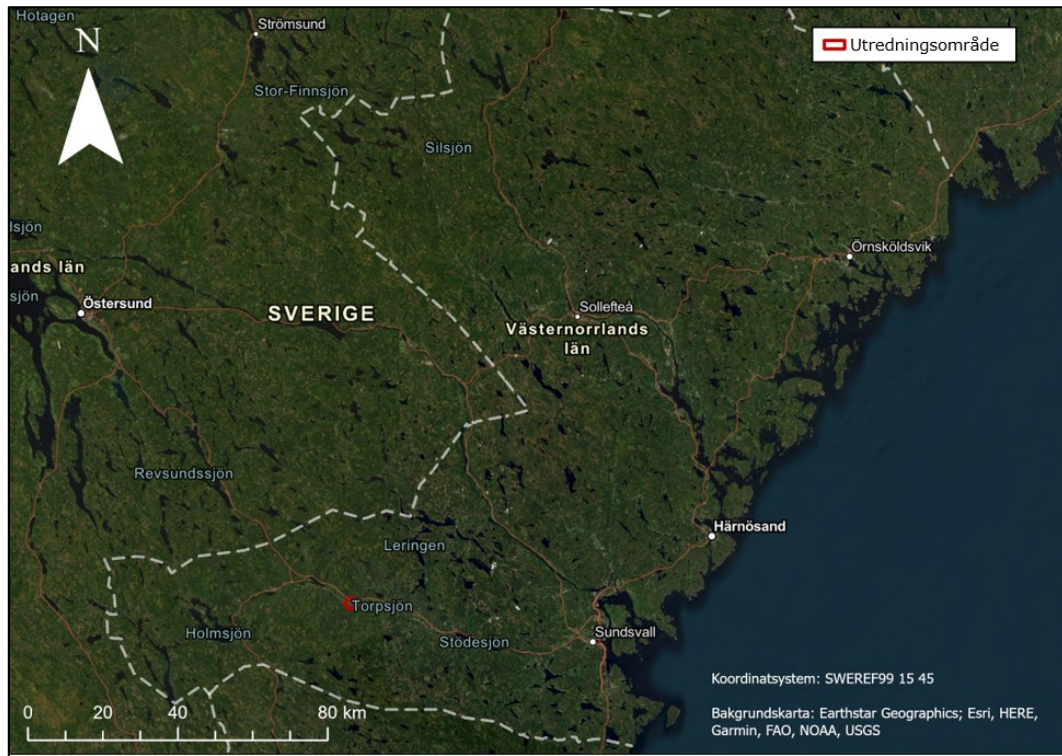
Uppdraget har inte innefattat framtagande av provtagningspunkter utanför preliminärt detaljplaneområde. Täckt kisaskedeponi, lilla industribrandgropen samt hushållsdeponin är därför inte inkluderade i planerat provtagningsområde.

## 3 Områdesbeskrivning

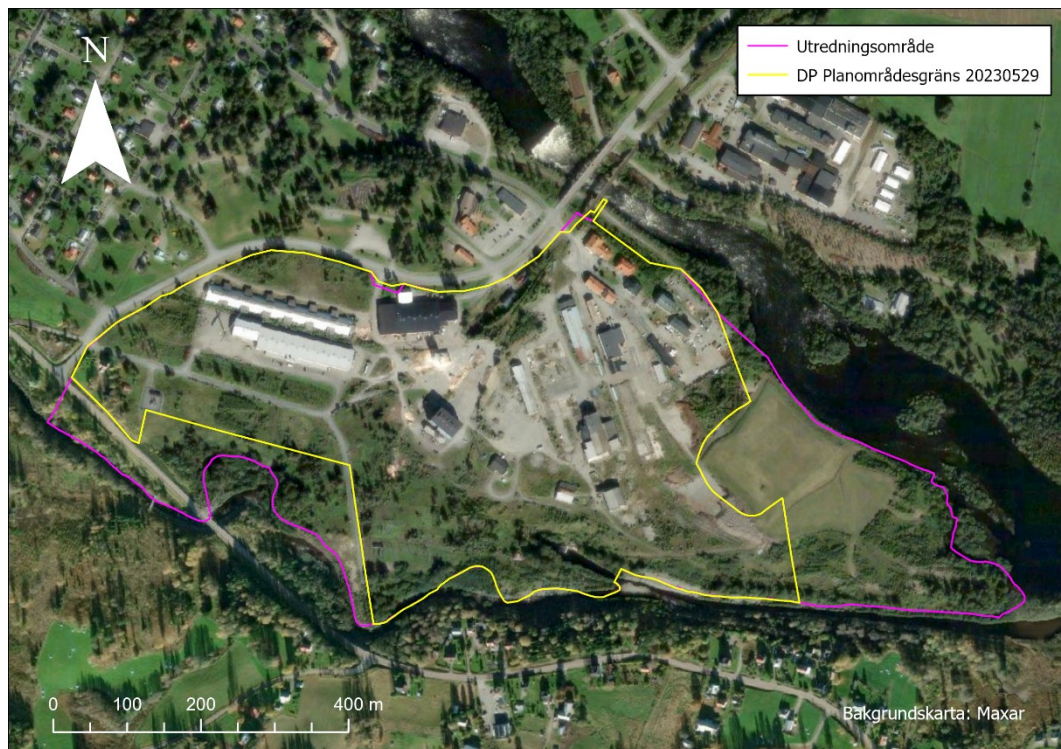
Utredningsområdet ligger i Ljungaverk, Ånge kommun, för lokalisering se Figur 1. Området är ca 1300 m långt och 600 m brett och är beläget mellan älven Ljungan i norr och Granån i söder. Västerut avgränsas området av väg Folkets Husvägen. Ungefärlig utbredning och lokalisering av utredningsområdet framgår av Figur 2.

Utredningsområdet utgörs av skog i öster och söder. I de centrala delarna av området är det idag ett industriområde.

Industriområdet är beläget på två platåer topografiskt, i övrigt sluttar området ned mot Granån i söder och Ljungan i nordöst.



Figur 1. Översiktskarta där lokalisering av utredningsområdet är markerat med röd cirkel.

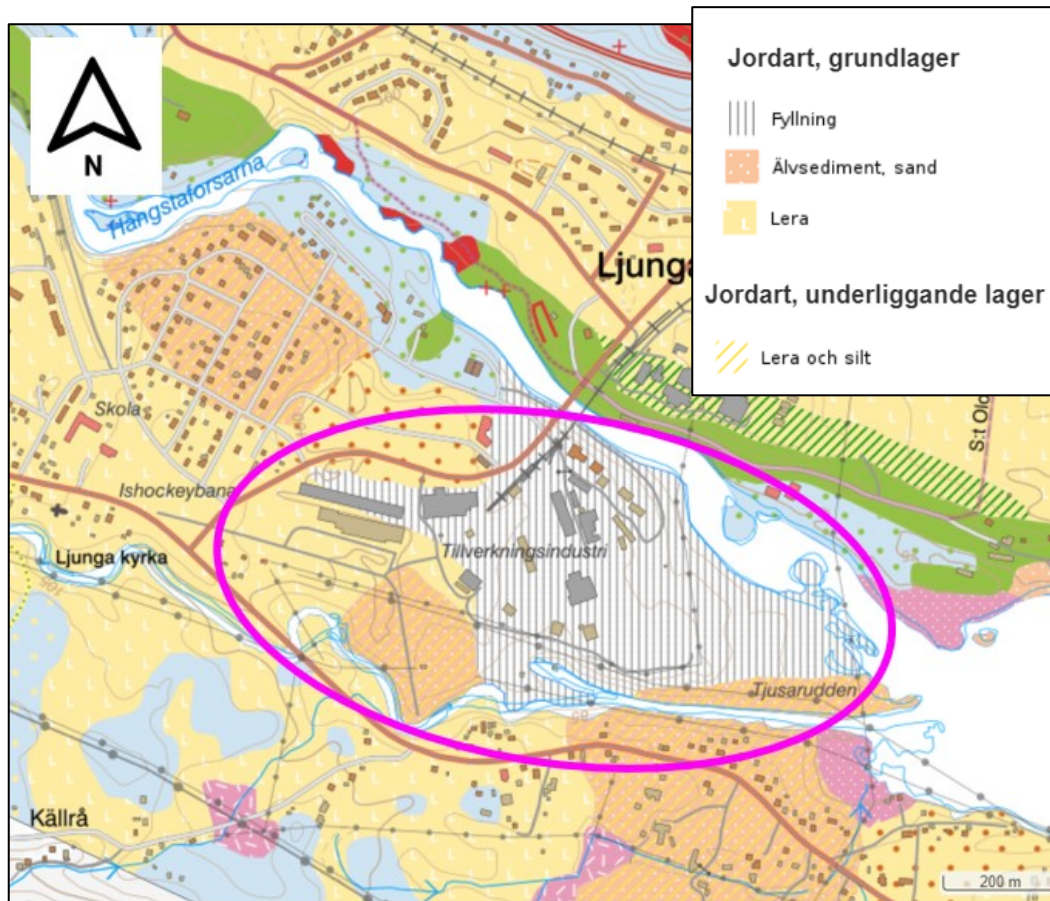


Figur 2. Översiktskarta med ungefärlig utbredning och lokalisering av utredningsområdet i lila samt preliminär plangräns för detaljplanen (utifrån arbetsversion 20230529) i gult.

## 3.1 Geologi

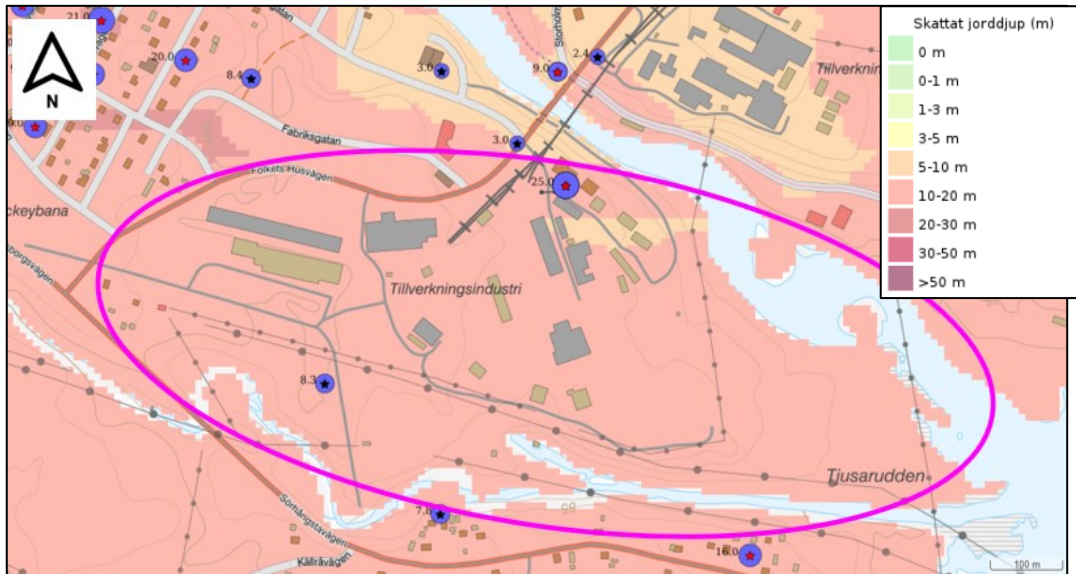
### 3.1.1 Övergripande

Enligt SGU:s jordartskarta består den naturliga jordarten inom området av älvsediment (sand) och lera i ytlagret och underliggande lager under älvsediment är lera och silt. Stora delar av området utgörs av fyllnadsmassor i det ytliga lagret (SGU, 2023), se Figur 3.



Figur 3. Utdrag ur SGU:s digitala jordartskarta som visar att jordarten vid utredningsområdet, ungefärligt markerat med lila ellips, är fyllnadsmaterial, älvsediment, sand och lera och silt © SGU (Sveriges Geologiska Undersökning).

Skattat jorddjup bedöms enligt SGU vara 10–20 m på större delen av området. Mindre områden i norr bedöms ha ett jorddjup på 5–10 m (SGU, 2023), se Figur 4.



Figur 4. Utdrag ur SGU:s digitala jorddjupskarta som visar att skattat jorddjup vid utredningsområdet, ungefärligt markerat med lila ellips, är 10–20 m på större delen av området © SGU (Sveriges Geologiska Undersökning).

### 3.1.2 Lokala undersökningar

Tidigare utredningar inom Västerhångsta 6:122 och Västerhångsta 6:177 visar på fyllnadsmaterial i de översta 2–4 m under markytan. De naturliga jordarterna inom fastigheterna utgjordes till största del av sandig morän på lera, silt och sand (Structor, 2004a) (Structor, 2022a).

Enligt en blankett från Länsstyrelsen (MIFO-blankett) utgörs marken inom industriområdet till största delen av ett 4–5 meter tjockt lager av sand, grus och morän. Underliggande material ska enligt blanketten utgöras av lera, silt och sand (Länsstyrelsen Västernorrland, 2003).

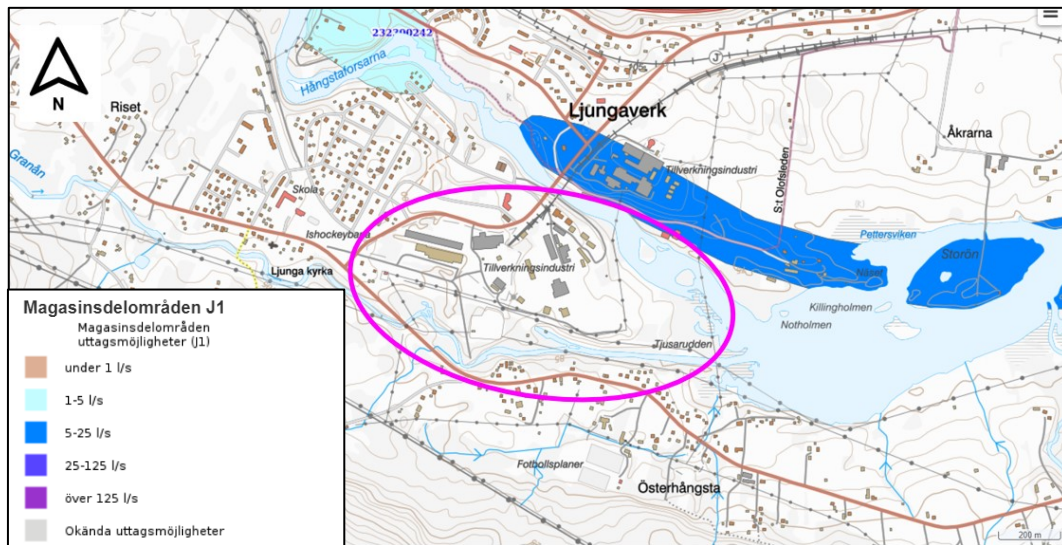
## 3.2 Recipienter

Närliggande ytvattenförekomster är Granån och Ljungan.

## 3.3 Hydrogeologi

### 3.3.1 Övergripande

Enligt SGU finns det inget grundvattenmagasin inom utredningsområdet. Angränsande till utredningsområdet finns ett grundvattenmagasin i jord. Uttagsmöjligheten från magasinet bedöms vara 5–25 l/s (SGU, 2023), se Figur 5.

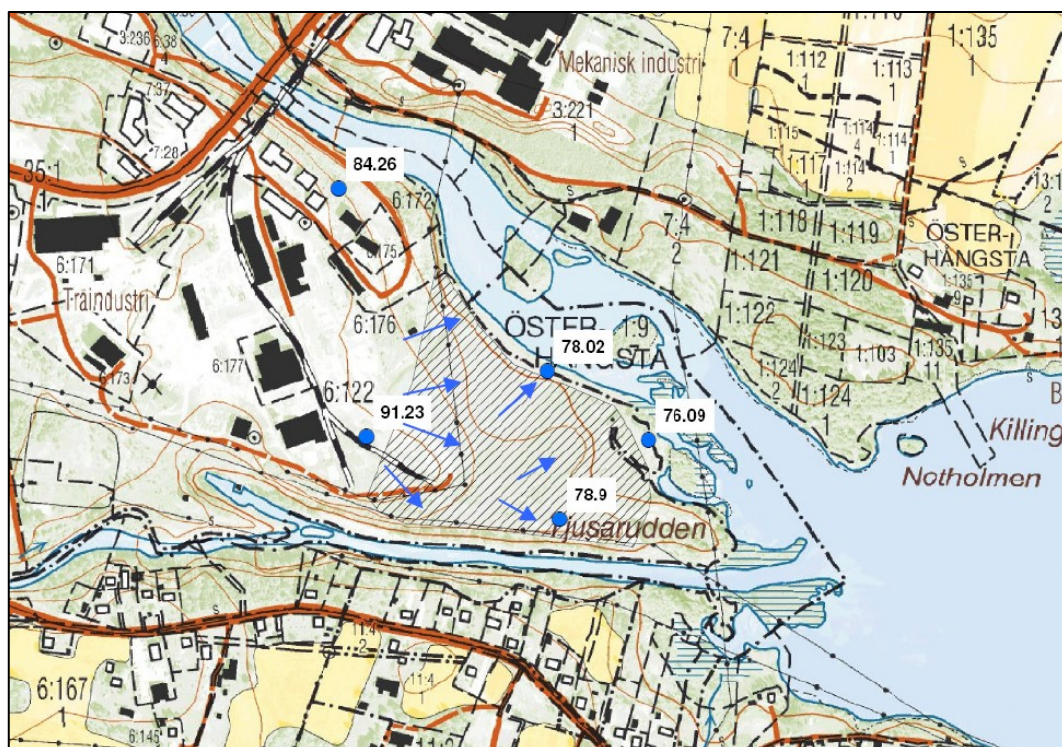


Figur 5. Översiktsskarta över grundvattenmagasin i närheten av utredningsområdet ungefärligt markerat med lila ellips. Källa: SGU

### 3.3.2 Lokala undersökningar

Vid tidigare undersökningar inom industriområdet har grundvattnet inte undersökts.

I samband med en undersökning av lakning av metaller från Ljungaverks kisaskedeponi av Tyréns 2008 gjordes nivåmätning av grundvatten i fem grundvattenrör, se plusnivåer i Figur 6 (Tyréns, 2008a). Genom att studera markytans plusnivå med hjälp av Lantmäteriets kartor kan konstateras att grundvattnet i grundvattenrör 1 (längst till vänster i figuren) är mellan +86 och +90 vilket innebär en grundvattenyta på 1,74–5,74 m under markytan.



Figur 6. Utdrag ur Tyréns rapport 2008 som visar plusnivåer för grundvattnet och flödespilar vilka ger en indikation om grundvattnets strömningsriktning på deponiudden (Tyréns, 2008a).



Enligt MIFO-blanketten är grundvattenytan vid industriområdet belägen 1–6 m under markytan (Länsstyrelsen Västernorrland, 2003).

## 4 Historik

Inför arbetet med att ta fram rubricerad provtagningsplan har AFRY utfört en översiktlig miljöhistorisk inventering på utredningsområdet. Syftet med denna har varit att identifiera risker ur föroreningssynpunkt och verksamheter som kan ha gett upphov till negativ påverkan på marken inom området.

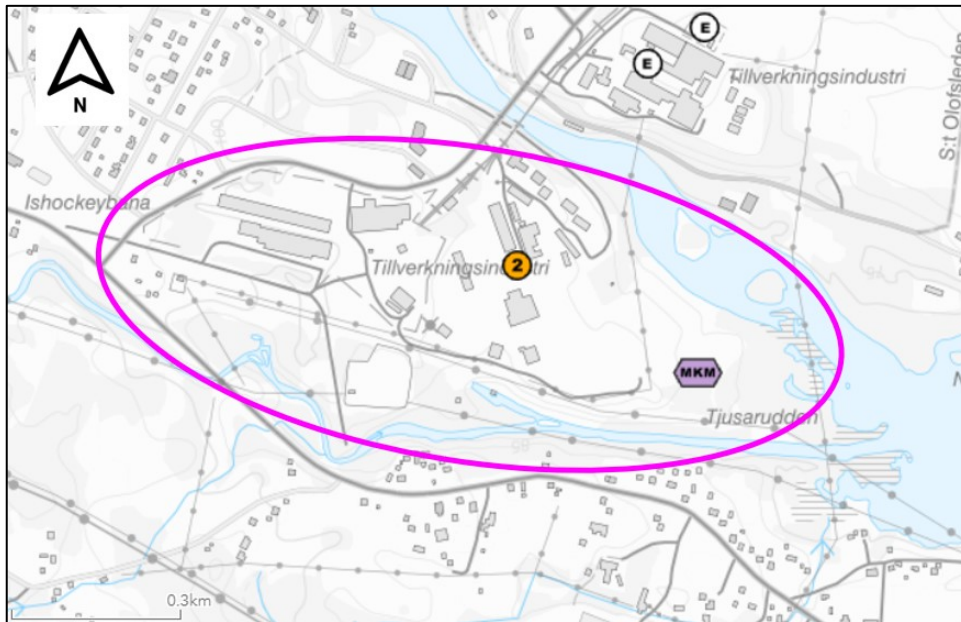
Informationshämtning har gjorts från kund samt genom utdrag ur EBH-stödet (nationell databas för kartläggande av förorenade eller misstänkt förorenade områden) för följande fastigheter:

- Ånge Västerhängsta 6:122
- Ånge Västerhängsta 73:1
- Ånge Västerhängsta 76:4
- Ånge Västerhängsta 76:5
- Ånge Västerhängsta 6:99
- Ånge Västerhängsta 6:168
- Ånge Västerhängsta 6:169
- Ånge Västerhängsta 6:170
- Ånge Västerhängsta 6:171
- Ånge Västerhängsta 6:172
- Ånge Västerhängsta 6:173
- Ånge Västerhängsta 6:174
- Ånge Västerhängsta 6:175
- Ånge Västerhängsta 6:176
- Ånge Västerhängsta 6:177
- Ånge Västerhängsta 6:178
- Ånge Västerhängsta 6:179

### 4.1 MIFO-objekt

Metodik för inventering av förorenade områden (MIFO) är en modell för bedömning av föroreningssituationen och vad den kan innebära för människors hälsa samt miljön inom ett begränsat område (Naturvårdsverket, 1999). MIFO delas in i två faser, 1 och 2. Fas 1 omfattar identifiering och historisk utredning av föroreningar för objektet och fas 2 omfattar provtagning av potentiellt förorenade medium. Riskbedömning enligt MIFO delas in i fyra riskklasser. Klass 1 är mycket stor risk, 2 är stor risk, 3 är måttlig risk och 4 är liten risk. Riskklasserna baseras på en översiktlig bedömning av identifierade risker gällande människors hälsa och miljö.

I samband med myndigheternas systematiska kartläggande av förorenade områden enligt MIFO-metodiken har två objekt identifierats inom utredningsområdet: Ljungaverk, industriområdet och Ljungaverk, deponiudden (Länsstyrelsen Västernorrland, 2023), för lokalisering se Figur 7.



Figur 7. I kartan visas misstänkta eller konstaterade förorenade områden som är registrerade i EBH-stödet i utredningsområdet och dess närhet. Utredningsområdet är ungefärligt markerat i lila. Källa: EBH-kartan.

I kapitel 4.1.1–4.1.2 nedan presenteras de MIFO-objekt som är belägna inom utredningsområdet. Objekt med benämning E saknar riskklassning och objekt med en siffra innehar den riskklass som siffran anger. För objekt med benämning MKM har delåtgärder utförts för en mindre känslig markanvändning. Registrerade objekt utanför utredningsområdet bedöms inte påverka föroreningsituationen inom utredningsområdet.

#### 4.1.1 Ljungaverk, industriområdet

Id: 110700

Benämning i Figur 7: Riskklass 2

Området är registrerat inom bransch "övrig oorganisk kemisk industri" och "verkstadsindustri - med halogenerade lösningsmedel" samt "ytbehandling med lack, färg eller lim". Området har använts för oorganisk kemisk industri 1908–2002 med bland annat produktion av gödningsmedel, svavelsyra, råvaror till sprängmedelsindustrin samt kisel, karbid och kalkkväve. Industrins verksamhet genererade kisaska som deponerades 1912–1954 och deponin övertäcktes 1999–2000.

En del forskning utfördes i apparathallen (även benämnd byggnad 10, se Figur 12) där bland annat vinylklorid tillverkades i pilotskala.

Information finns om att lackering av tåglok, ytbehandling med lack, färg eller lim, genomfördes på industriområdet 2012.

I objektsammanfattningen beskrivs de primära föroreningarna i området vara alifatiska kolväten (hexan och oktan) och som sekundära föroreningar nämns tungmetaller, PAH, PCB och "annat" (Länsstyrelsen Västernorrland, 2022a).

Enligt EBH-stödet har ingen åtgärd utförts.

#### 4.1.2 Ljungaverk, deponiudden

Id: 110701

Benämning i Figur 7: MKM

Vid deponiudden finns delområden enligt nedan. I Figur 8 presenteras ungefärlig lokalisering av de olika delområdena.

- Kisaskedeponin

Kisaskan härrör från f.d. svavelsyratillverkningen vid industriområdet som skedde 1912–1954. Den kisaska som finns i den s.k. kisaskedeponin övertäcktes 1999. Efter detta och har ett kontrollprogram genomförts och utvärderats. Resultaten visar på avsedd effekt. Inga ytterligare åtgärder eller kontroller krävs enligt beslut från Länsstyrelsen, såvida området lämnas orört. Utöver själva deponin finns kisaska som ej är övertäckt sydväst om kisaskedeponin vid den s.k. ammoniakbassängen och under järnvägsspåret. Under järnvägsspåret ligger kisaskan i dagen.

- Lilla industribrandgropen

Lilla industribrandgropen låg i kanten av kisaskedeponin och användes för öppen förbränning och deponering av industriavfall 1972–1999. Det fanns även mellanlagring av olja och tjära/bäck i tunnor. Till en invallad del av gropen har slam innehållande metalljoner pumpats i mindre mängder under en försöksperiod.

Lilla industribrandgropen innefattas av den övertäckning som genomfördes 1999.

- Hushållsbrandgropen

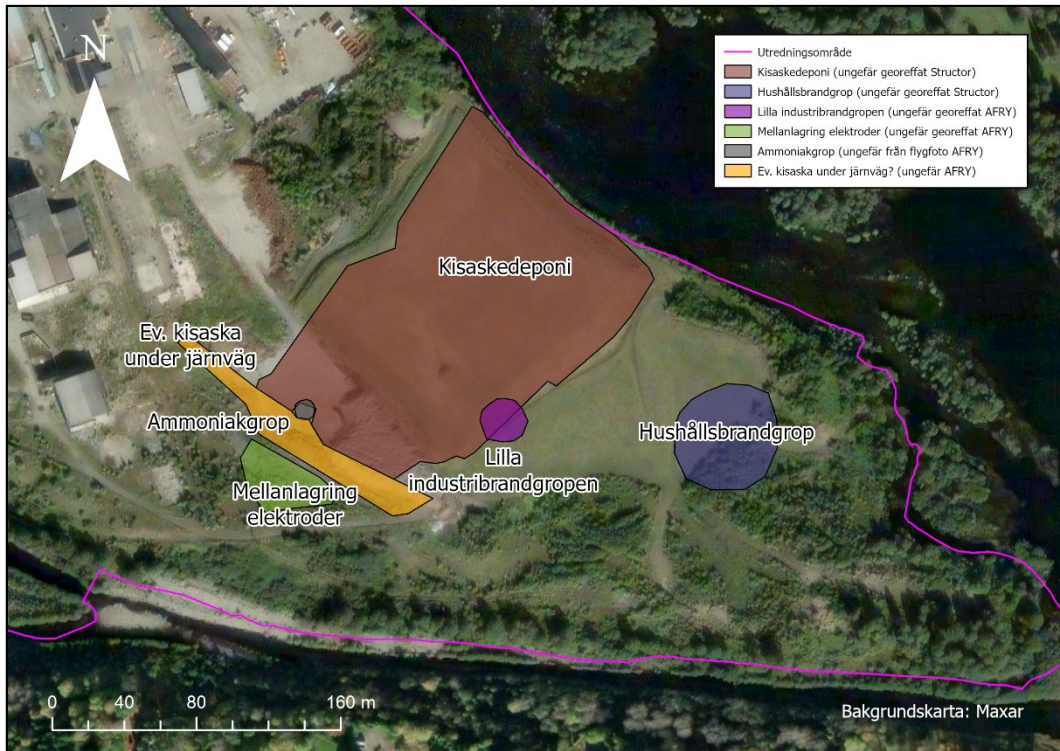
Hushållsbrandgropen användes primärt för öppen förbränning och deponering av hushållsavfall från bostäder till och med 1971. Enligt objektsammanfattningen finns även muntliga uppgifter om att det skett deponering av blyinnehållande kommunalt slam (Länsstyrelsen Västernorrland, 2022b).

Området övertäcktes 1972 med pinnmo och sprängsten och i samband med övertäckningen 1999 lades pinnmo över hushållsbrandgropen för att forma området så att god ytavrinning erhöles.

- Mellanlagring av elektroder

I objektsammanfattningen finns information om att det under en tid har skett mellanlagring av elektroder i det sydvästra hörnet av deponiudden. Elektroderna ska dock inte ha deponerats på platsen utan bortforslats.

Enligt EBH-stödet har delåtgärder utförts för en mindre känslig markanvändning på deponiudden.



Figur 8. Ungefärlig lokalisering av de olika områdena, som ovan beskrivits, på Deponiuddan.

## 4.2 Historiska ortofoton

Historiska flygfoton från ca 1960 och 1975 kan ses nedan i Figur 9 och Figur 10. På de historiska kartorna från såväl 1960 som 1975 kan industriområdet och dess olika verksamheter observeras. Hushållsbrandgropen kan tydligt ses i de båda kartorna som en avvikande cirkel i utredningsområdets östra del.



Figur 9. Utdrag ur flygfoto från ca 1960. Utredningsområdet ungefärligt markerat med lila ellips. Källa: Lantmäteriet.

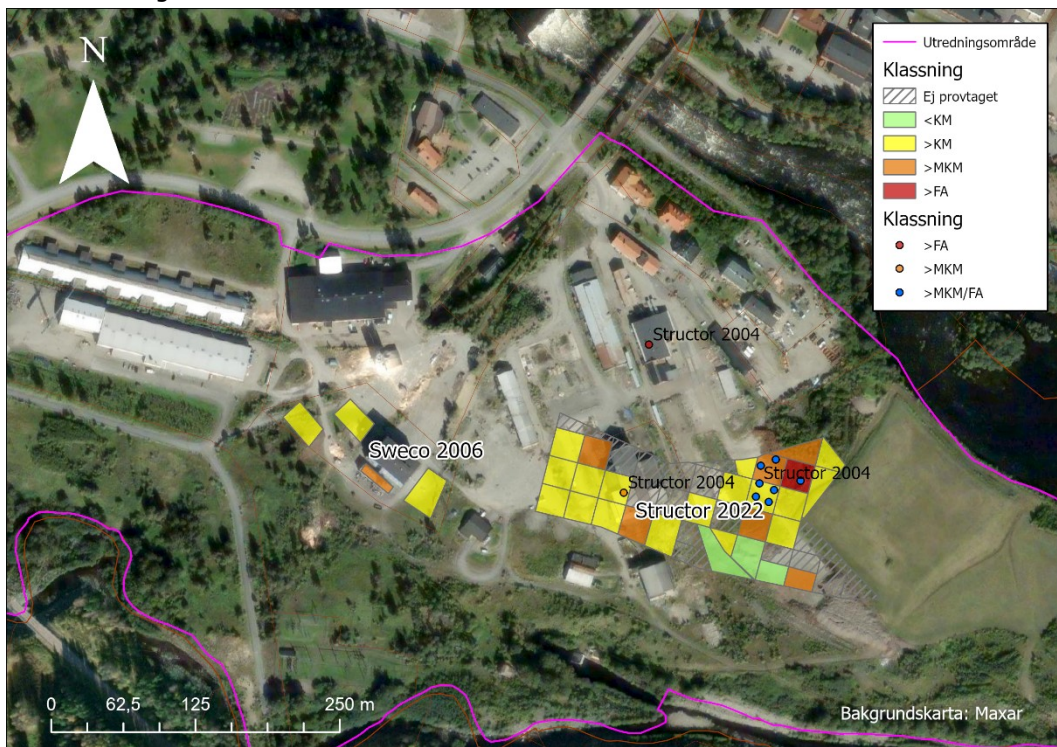


Figur 10. Utdrag ur flygfoto från ca 1975. Utredningsområdet ungefärligt markerat med lila ellips.  
Källa: Lantmäteriet.

## 4.3 Tidigare undersökningar

### 4.3.1 Ljungaverk, industriområdet

I nedan punktlista redovisas de tidigare undersökningar som gjorts inom industriområdet. I Figur 11 visas en sammanställning över lokalisering av tidigare undersökningar.



Figur 11. Sammanställning av ungefärliga lägen för tidigare undersökningsområden/punkter. Dyno Gullaugs undersökning 1996 och Structors undersökning 2002 redovisas inte i kartan då provpunktsplacering för dessa är okänd.

- Dyno Gullaug AB 1996

Riktad markundersökning av industriområdet 1996. Undersökningen omfattade 6 provpunkter, varav 4 var placerade för att avgränsa kisaskdeponin och 2 punkter var placerade för att påvisa misstänkt kolväteförorening vid två olika platser (Structor, 2022b)

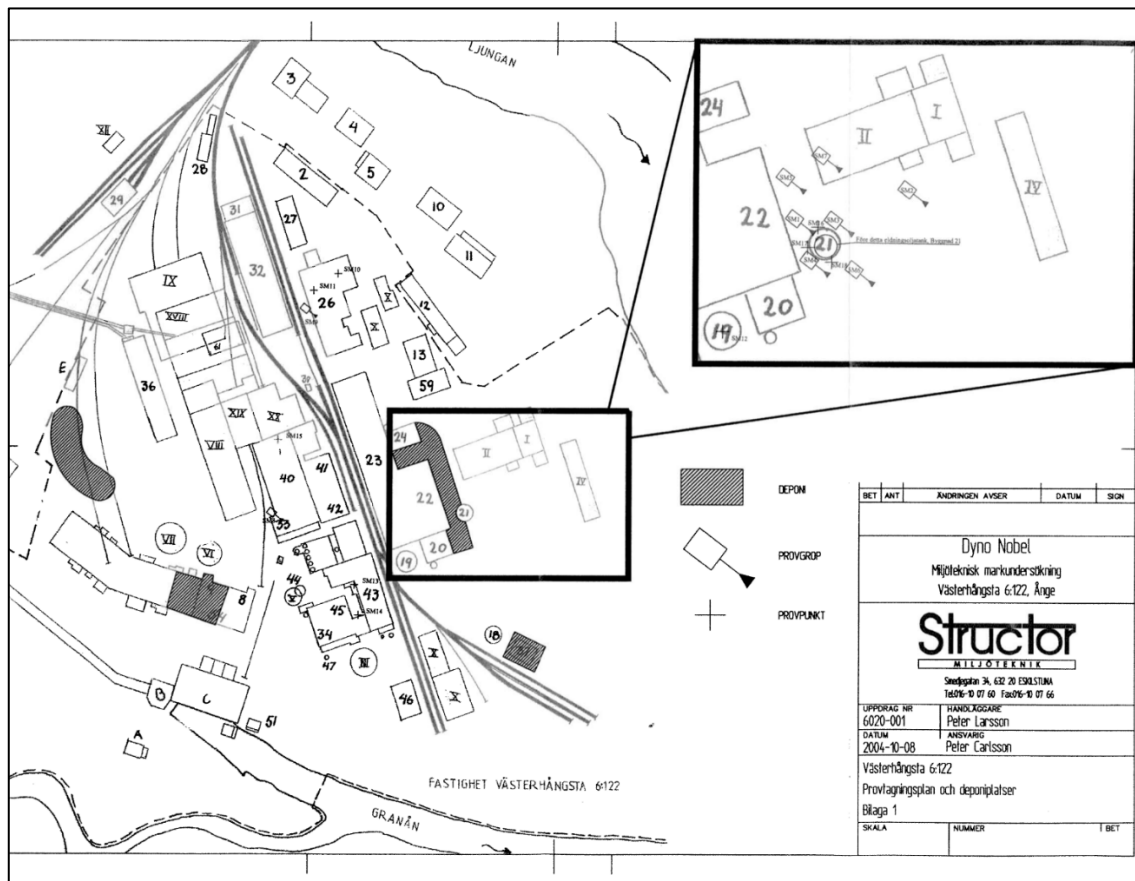
- Structor 2002 och 2004 (Structor, 2004a) (Structor, 2004b)

2002: Miljöinventering där föroreningar i byggnader och mark inventerades och påträffades (Structor, 2022b).

2004a: Miljöteknisk markundersökning inom del av fastighet Västerhängsta 6:122.

Undersökningen syftade till att påvisa och avgränsa tidigare noterade föroreningar från miljöinventeringen 2002 vid tre olika platser (för lokalisering av byggnader se Figur 12):

- Byggnad 26 (påvisa misstänkt markförorening vid oljeavskiljare)
- Byggnad 14 (påvisa misstänkt markförorening under asfalt)
- Byggnad 21 (avgränsa tidigare olje- och metallförorening)



Figur 12. Karta med Structors provpunkter från 2004 samt lokalisering av byggnader med numrering inom industriområdet.

Vid provtagningen påträffades inga förhöjda halter av olja eller alifater i anslutning till de föroreningar som påträffades eller misstänktes 2002, vilket enligt rapporten tyder på att eventuella spill varit begränsade. Förhöjda metallhalter (bly, arsenik, koppar och/eller zink) påträffades däremot i samtliga provgröpar (1 vid byggnad 26, 1 vid

byggnad 14 och 7 provgropar vid byggnad 21) i mörkfärgade alternativt lilafärgade skikt i markens översta meter. I flertalet gropar överskrids metallhalter med avseende på MKM och i vissa provgropar även halten för FA. Provgroparna är numrerade SM1-SM9.

Inget grundvatten undersöktes i utredningen.

I rapporten bedöms metallföroreningen vara betydande inom fastigheten och föroreningen är inte avgränsad vare sig i plan eller djup.

Akzo Nobel beskriver i en rapport 2004 (Akzo Nobel, 2004) troliga orsaker till att förhöjda metallhalter påträffats i områden för aktuella provgropar SM1-SM9. SM1-SM7 är belägna mellan den f.d. svavelsyrafabriken och deponin av kisbränder. Föroreningarna inom området kommer från spill i samband med transport av kisbränder till deponiområdet. SM8 är belägen i anslutning till den f.d. magnetitugnen där kisbränder också hanterats då dessa var råvara för tillverkning av magnetitelektroder. Akzo Nobel beskriver att det sannolikt fanns ett mindre upplag på platsen vilket medfört viss inblandning i markens övre skikt. SM9 är lokaliserad i vägen utanför den mekaniska verkstaden och vägen anlades när fabriken startade 1912. Eftersom provet är taget i en vägbanan som existerat i ca 90 år vid provtillfället anser Akzo Nobel det troligt att föroreningar anrikats i vägbanan under åren.

2004 b: Löpande miljökontroll av pågående rivningsentreprenad under april-oktober 2004 på fastighet Västerhångsta 6:122. Prov SM1-SM9 redovisas i Structors rapport från 2004a enligt ovan och SM16-SM17 är ytliga markprover (0-0,1 m) vid byggnad 21 (se Figur 12). I ett ytligt prov från SM16 påträffades halter av alifater och PAH över MKM (vid tidigare tappkran vid eldningsoljetank).

- Sweco VIAK 2006 (SWECO VIAK , 2006)

Miljöteknisk markundersökning av Västerhångsta 6:173 för att utreda om markföroreningar kvarstår efter den kemitekniska verksamhet som bedrivits på fastigheten sedan början av 1900-talet.

Prov uttogs med hjälp av borrhandsvagn i 27 punkter som blandades ihop till samlingsprov i olika rutor. I samlingsruta 3 påträffades mellan 0-0,3 m.u.my. olika lager av fyllnadsmaterial som i fält bedömdes som aska. Analysresultat visade dock på metallhalter i provet underskridande MKM. I övrigt visar resultatet generellt på låga halter men i de samlingsprov som uttogs i transformatorbyggnaden påträffades halter av alifater och metaller (koppar, bly och zink) överskridande dåvarande riktvärden för MKM. Halter av PCB understeg riktvärden för KM.

Grundvatten undersöktes inte i utredningen.

- Structor 2022 (Structor, 2022a)

Miljö-due-dilligence inom del av Västerhångsta 6:122 och Västerhångsta 6:177.

Provtagning utfördes i rutnät i 27 provgropar ned till max 2 m under markytan (m.u.my.). Analys utfördes med avseende på metaller, PAH:er, alifater, aromater, PFAS, dioxiner/furaner och PCB. Prov uttogs även på kisaska för karaktärisering med skaktest. Provresultatet visade att 25 % av provrutorna visade på maxhalter av tungmetaller (arsenik, kadmium, kvicksilver, bly och zink) över riktvärden för MKM, se orange och röda rutor i Figur 13. Structor gör bedömningen att dessa förhöjda halter har sitt ursprung i kisaska. Övriga analyserade parametrar var under riktvärden för MKM. Rasttrade rutor provtogs inte på grund av tekniska begränsningar såsom

byggnader, betongfundament och ledningar eller av rutorna var placerade inom området för den sluttäckta deponin.

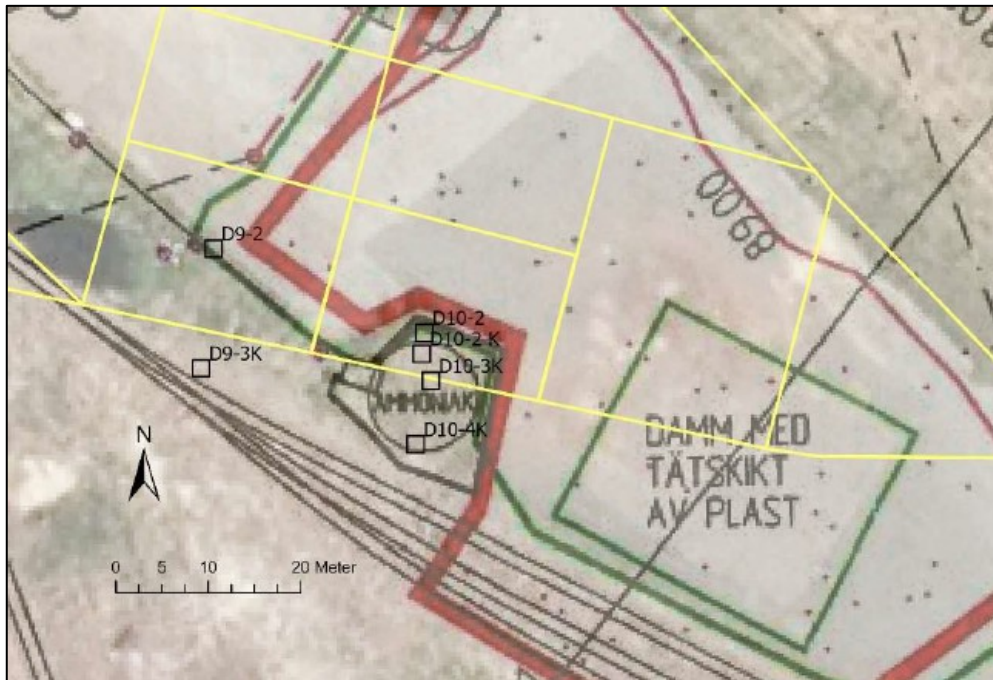
I fält påträffades vad som okulärt bedömdes vara kisaska i sex provrutor utanför deponigränsen (D10-2, D9-2, B9, D4, D2 och D3) både på ytan och på djupet. Mängden varierade från tunna stråk/fläckar till tydliga skikt i vissa gropar. I ett försök att avgränsa kisaskan grävdes ytterligare provgropar vid D10-2 och D9-2, se Figur 14. Ingen avgränsning i plan kunde dock göras.

Den kisaska som analyserades genom skaktest innehöll höga halter (FA-nivå) av zink och bly men lakbarheten för metallerna var låg.



Figur 13. Utdrag av Structors analysresultat från provtagning 2022. Provrutornas status baserad på maximal halt av metaller i respektive provruta. Orange rutor visar halter över MKM och under FA och röda rutor visar halter över FA (Structor, 2022a).





Figur 14. Utdrag av Structors kompletterande provgroppsplacering intill och i ruta D9-2 och D10-2 vid försök att avgränsa kisaska i plan (Structor, 2022a). Den gröna markeringen visar den sluttäckta deponins utbredning och den röda linjen visar område med kisaska från tidigare undersökning (MVM Konsult AB, 2000).

#### 4.3.2 Ljungaverk, deponiudden

I nedan punktlista redovisas de tidigare undersökningar som gjorts inom deponiudden.

- Scandiaconsult Sverige AB 1998

Markundersökning fokuserad på kisaskedeponin. Provtagning av jord och grundvatten (Structor, 2022a).

- Tyréns AB 2008 (Tyréns, 2008a)

Geohydrologisk undersökning och sedimentprovtagning med syfte att undersöka hur stor transport av metaller som sker från kisaskedeponin till Ljungan. Sedimentundersökningen visar att det finns en trolig påverkan från en punktkälla till Ljungan.

- Tyréns AB 2008 (Tyréns, 2008b)

Analys av tidigare provtagningar enligt kontrollprogram för Ljungaverks deponi från perioden 1998–2008. Kontrollprogrammet har involverat provtagning av ytvatten, grundvatten och abborre.

Utvärderingen av metaller i ytvatten och grundvatten visar på en tydlig påverkan från en punktkälla och detta gäller framförallt zink och kadmium i ytvattenprover tagna i Ljungan i anslutning till deponin (YV2) samt i grundvattenröret GV3. I de provtagna abborrarna är det framförallt kadmium som visar förhöjda halter.

- Golder Associates AB 2019 (Golder Associates, 2019)

Årsrapport för 2018 och 2019 avseende Ljungaverks kisaskedeponi. Resultat från mätningar under 2018 och 2019 visar en likartad bild som tidigare år men läckage av metaller förefaller minska över tid.

- Geosyntes 2022 (Geosyntec consultants, 2022)

Årsrapport för 2021 för yt- och grundvatten vid Ljungaverks kisaskedeponi. Utvärderingen visar generellt på fortsatt sjunkande trender vad gäller metaller och rekommenderar sammantaget att kontrollprogrammet kan avslutas.

## 5 Potentiella föroreningar

### 5.1 Jord

Tidigare undersökningar på industriområdet och till viss del ut på deponiudden har främst påvisat förorening av oljekolväten, PAH och metaller. PCB kan även förekomma inom industriområdet från byggnadsmaterial. Pesticider kan även potentiellt förekomma i anslutning till banvallen. PFAS kan förekomma i området från byggnader med sprinklersystem där PFAS kan ha använts. Även förorening av dioxiner kan förekomma inom området från olika tillverkningsprocesser.

Vid transformatorstationer finns även risk för förorening av PCB. För lokalisering av transformatorstationerna se rosa områden i *Figur 15*.

### 5.2 Porgas

Enligt kapitel 4.1.1 finns information om att klorerade lösningsmedel har producerats inom området, att halogenerade lösningsmedel använts i verkstadsindustri (kan vara klorerade lösningsmedel) och att ytbehandling av tåglok med lack, färg eller lim gjorts på området. Det finns därför en risk att utsläpp skett och att det finns förorening av klorerade lösningsmedel inom området, vilket inte har undersökts tidigare.

Klorerade ämnen är generellt tyngre än vatten och sjunker snabbt ned i jordprofilen tills de når tätande jordlager alternativt berg, där de exempelvis kan fortsätta röra sig längs de tätare lagren eller tränga in i sprickor. Detta gör att föroreningar kan sprida sig långt från källan. I takt med att föroreningarna bryts ned blir de mer volatila och övergår då i gasfas.

Det finns sammanfattningsvis en risk att klorerade lösningsmedel kan finnas i porgas inom undersökningsområdet. Detta kan potentiellt bli en hälsorisk vid anläggnings- och schaktarbeten och ett problem för inomhusluft i framtida industri.

### 5.3 Grundvatten

Det finns även en risk att volatila klorerade ämnen förekommer i grundvattnet i och med tidigare användning av klorerade lösningsmedel.

Tidigare verksamheter inom industriområdet kan även ha spridit förorening av metaller, lösningsmedel, PAH och petroleumkolväten. PFAS kan förekomma i grundvattnet från byggnader med sprinklersystem där PFAS kan ha använts.

Inom industriområdet finns järnväg. Banvallen vid järnvägen kan ha besprutats med pesticider. Förorening kan finnas i ytlig jord och i grundvatten. Oljeföroreningar från till exempel dieselspill är också vanligt förekommande föroreningar som kan ha spridits från bangård/järnväg till grundvattnet. Metaller är även vanligt från inbromsning av tåg.

## 6 Bedömningsgrunder

### 6.1 Jord

Halter i jord föreslås jämföras med Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) (Naturvårdsverket, 2016 med uppdatering från 2022).

Riktvärdena anger en nivå där en acceptabel risk för människor och miljö vid angiven markanvändning bedöms föreligga.

#### **Känslig markanvändning (KM)**

Grundvatten och ytvatten skyddas. Alla grupper av människor (barn, vuxna, äldre) kan vistas permanent inom området under en livstid, till exempel genom boende på platsen.

#### **Mindre känslig markanvändning (MKM)**

Grundvatten på ett avstånd om 200 m samt ytvatten skyddas. Marken kan utnyttjas för kontor, industrier eller vägar. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas i området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som vistas på området tillfälligt, dvs. utan boende på platsen.

Då markanvändning för aktuellt område har varit och fortsatt planeras att vara ett industriområde bedöms MKM vara styrande för klassning av området.

#### **Mindre än ringa risk (MRR) och Farligt avfall (FA)**

En jämförelse görs även med Naturvårdsverkets nivåer för mindre än ringa risk (MRR) (Naturvårdsverket, 2010). Syftet med detta är att ge vägledning vid eventuell återanvändning av jordmassor. Halter kommer även jämföras med Avfall Sveriges rekommenderade haltgränser för farligt avfall (FA) (Avfall Sverige, 2019).

### 6.2 Porgas

För porgas saknas svenska riktvärden.

Uppmätta halter i porgas föreslås jämföras mot arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärden enligt AFS 2018:1 samt mot Naturvårdsverkets riktvärden för referenskoncentrationen i luft ( $R_{fc}$ ) samt risknivån för ämnen utan tröskeleffekter (Genotoxiska cancerogena ämnen;  $Risk_{inh}$ ) (Naturvårdsverket, 2016 med uppdatering från 2022). Värt att ha i åtanke är att halterna i porgas inte är direkt jämförbara med halterna i inomhusluft utan behöver räknas om med en utspädningsfaktor.

### 6.3 Grundvatten

Petroleumkolväten i grundvatten föreslås jämföras mot Drivkraft Sveriges förslag till riktvärden för grundvatten enligt SPI Rekommendation för efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar (SPI, 2010).

Jämförelse görs med SGU:s Bedömningsgrunder för grundvatten enligt SGU-rapport 2013:01 för metaller i grundvatten (SGU, 2013). Bedömningsgrunderna är indelade i 5 klasser där klass 1 motsvarar bakgrunds nivåer och klass 5 motsvarar dricksvatten-normen.

## 7 Provtagningsplan

### 7.1 Bedömt behov av fortsatt provtagning

Utifrån tidigare verksamheter och undersökningar som utförts inom det planerade detaljplaneområdet görs bedömningen att ytterligare provtagning behöver utföras för att få en översiktlig bild av föroreningsituationen inom området samt om området i nuvarande skick är lämpligt för planerad markanvändning eller om åtgärder krävs för en etablering inom området.

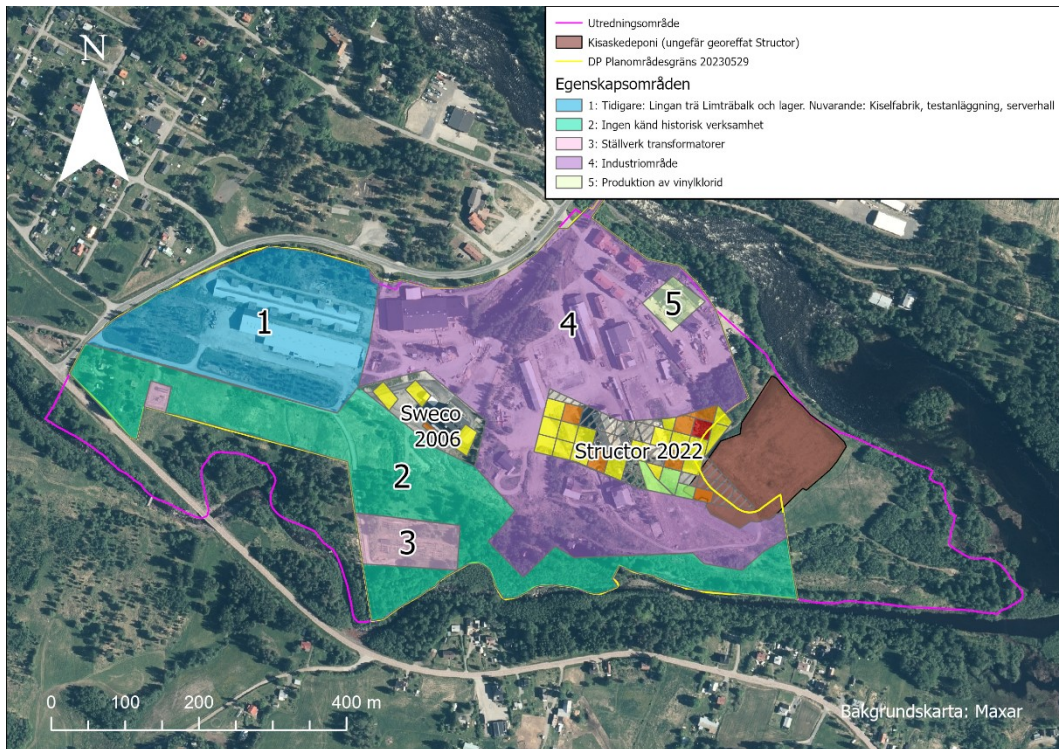
Det finns stora delar av området som inte är provtaget sedan tidigare där information om föroreningsstatus saknas, både för mark och grundvatten. Delar av området är konstaterat förorenat vid tidigare undersökningar men utan tydlig avgränsning. Det finns misstänkta föroreningar (klorerade lösningsmedel) inom området som inte tidigare undersökts.

### 7.2 Provtagningsstrategi

Utifrån tidigare och nuvarande verksamheter delas detaljplaneområdet in i 5 egenskapsområden enligt Tabell 1 och Figur 15. Structors undersökningsområde 2022 samt Swecos undersökningsområde 2006 exkluderas då dessa är översiktligt undersökta sedan tidigare.

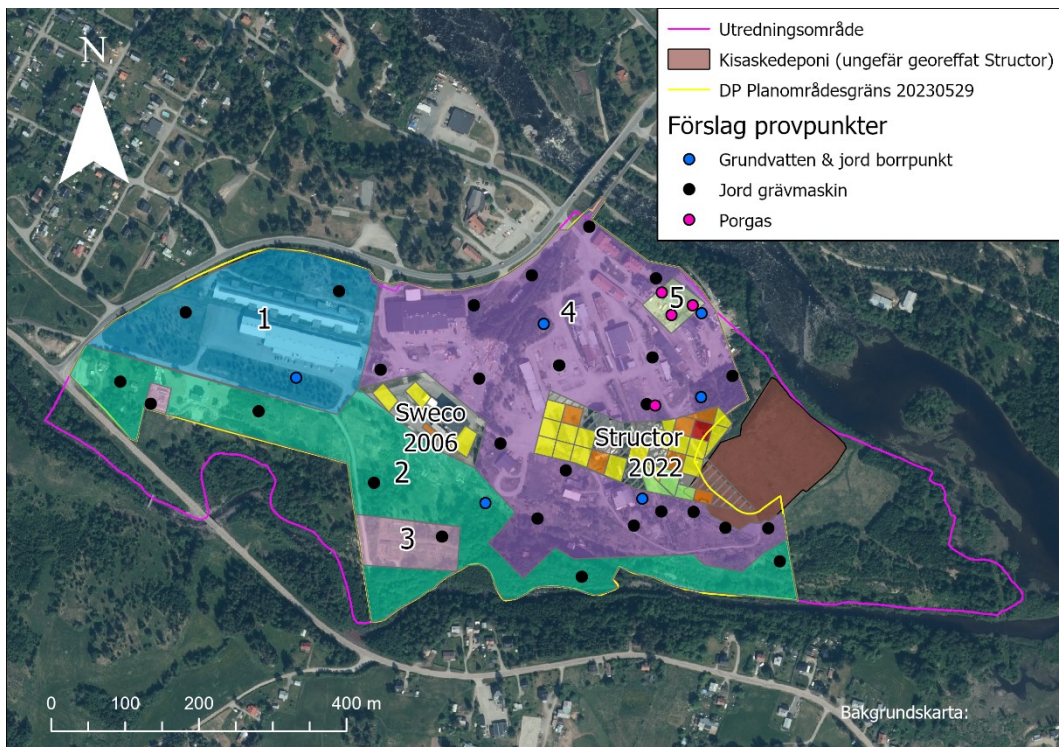
Tabell 1. Sammanställning över egenskapsområden.

Egenskapsområde	Tidigare verksamhet	Nuvarande verksamhet	Potentiella föroreningar
1	Lingan trä limträbalk, lager.	Kiselfabrik, testanläggning, serverhall	Jord: Metaller, PCB, oljekolväten, PAH Grundvatten: Metaller, oljekolväten, PAH
2	Ingen känd	Ingen känd	Inte känt
3	Ställverk transformatorer	Ställverk transformatorer	Jord: PCB, oljekolväten
4	Oorganisk kemisk industri såsom produktion av: gödningsmedel, svavelsyra, råvaror till sprängmedelsindustrin samt bangård	Lokstall, bangård, kontor, byggvaruhandel, snickeri, museum, transportföretag	Jord: Metaller, oljekolväten, PAH, PCB, pesticider, PFAS, dioxiner Grundvatten: Klorerade lösningsmedel, metaller, Oljekolväten, PAH, pesticider, PFAS Porgas: Klorerade lösningsmedel
5	Forskning såsom produktion av vinylklorid	Osäker	Grundvatten och porgas: Klorerade lösningsmedel



Figur 15. Detaljplaneområdet (daterat 20230529) indelat i 5 egenskapsområden enligt tidigare och nuvarande markanvändning.

Utifrån tidigare verksamheter och identifierade potentiella föroreningar i de olika egenskapsområdena föreslås provpunkter enligt Figur 16. Läget av provpunkter kan komma att justeras utefter ledningar och platsspecifika förutsättningar i fält.



Figur 16. Karta med förslag över provpunkter för jord, grundvatten och porgas.

I egenskapsområde 1 och 2 placeras provpunkter ut slumpvis. I egenskapsområde 3 placeras provpunkter ut enligt riktad provtagning vid nuvarande/tidigare transformatorstationer. I egenskapsområde 4 placeras provpunkter generellt ut slumpvis. Provpunkter placeras ut enligt riktad provtagning för grundvatten samt för jord på södra sidan om Structors undersökningsområde 2022. De tre nordligaste grundvattenrören i egenskapsområde 4 placeras ut kring tidigare byggnad för produktion av vinylklorid och i en triangel för att kunna bedöma strömningsriktning för grundvattnet. De ytterligare tre grundvattenrören placeras ut inom undersökningsområdet så att de fångar upp potentiella föroreningar från tidigare verksamheter på området utifrån förväntad strömningsriktning. Jordpunkterna söder om Structors område syftar till att kunna avgränsa den metallförorening som inte kunde göras i Structors undersökning 2022. För egenskapsområde 5 placeras provpunkter ut enligt riktad provtagning kring tidigare byggnad för produktion av vinylklorid.

Provtagning av jord, grundvatten och porgas utförs i enlighet med SGF:s (2:2013) fälthandbok för undersökningar av förorenade områden.

## 7.3 Jord

### 7.3.1 Jordprovtagning

Provtagning av jord utförs i ca 27 provgropar med hjälp av grävmaskin, för att lättare kunna urskilja potentiella stråk av kisaska. I samband med installation av grundvattenrör föreslås att jord uttas i ytterligare 6 punkter i aktuella borrhull. Förslag till provpunkternas lokalisering redovisas i Figur 16.

Jordprover uttas som samlingsprov med halvmetersintervall (eller till övergång mellan jordarter) från markytan och nedåt. Provtagningen utförs ned till max 2 m djup alternativt en halvmeter ned i naturliga jordarter. Djupare provgropar än 2 m bedöms svåra att gräva på platsen med tanke på fyllnadsmaterialets karaktär och rasrisk vid schaktväggar. Vid föroreningsindikation i fält kan ytterligare prover bli aktuella att provta. Om kisaskestråk påträffas uttas prov på kisaskan separat och övriga massor separat.

Vid kraftig föroreningsindikation på djupet (ex. kisaskestråk) kan djupare provgropar bli aktuellt om platsspecifika förutsättningar möjliggör detta. Vid provtagningstillfället tas för varje jordprov ett dubbelprov varav ett analyseras direkt i fält med en fotojonisationsdetektor (PID). Fältnalysen med PID-instrumentet är en relativ analys som indikerar om lättflyktiga kolväten förekommer i jordprovet eller inte. PID-mätning utförs på proverna i diffusionstäta påsar. Efter utförd fältnalys återförs jordmaterialet i PID-påsarna till schaktgropen.

Under provtagningen upprättas fältprotokoll med provpunktens namn, jordartsbedömning, eventuella lukt- eller synintryck som tyder på förorening, eventuell observerad grundvattenyta och övriga iakttagelser. Omgivningen dokumenteras med fotografier.

### 7.3.2 Laboratorieanalyser

Val av planerade analysparametrar grundar sig i de potentiella föroreningar som identifierats på detaljplaneområdet. Ett urval av jordproverna analyseras även med avseende på totalt organiskt kol (TOC) för att vid behov kunna utföra riskanalys samt för information inför eventuell deponering av jordmassor.

I Tabell 2 redovisas en sammanfattning av kemiska analyser som bedöms vara aktuella. Uttagna prover som inte väljs ut för analys skickas in till laboratorium för tillfällig arkivering med syfte att kunna komplettera laboratorieanalyser vid behov.

Vid misstanke om andra föroreningar eller mer förorening i fält än de angivna i tabellen kan ytterligare analyser tillkomma i samråd med beställaren.

Tabell 2. Tabell över kemiska analyser för jord utifrån de analyspaket som tillhandahålls av Eurofins.

Analysparameter	Analyskod	Normalvars-tid	Uppskattat antal analyser	Kommentar
BTEX, Alifater C5-C35, aromater C8-C35, PAH-16 inkl. metaller	PSL51	3 dagar	46 st	Generellt 2 st per provpunkt. I 8 prov ersätts analysen av Enviscreen och i 12 prov ersätts analysen av PSLBB, se nedan.
BTEX, Alifater C5-C35, aromater C8-C35, PAH-16 inkl. metaller och PCB	PSLBB	3 dagar	12 st	Delområde 3: 2 prov i 2 punkter Delområde 4: 8 prov utspridda på industriområdet
Screeninganalys: Enviscreen*	PSL83	10 dagar	8 st	Delområde 4: 6 prov ytligt på området fokus vid järnväg Delområde 5: 2 prov
Totalt organiskt kol (TOC)	PSL19	10 dagar	14 st	Uttas på blandade djup och jämnt fördelat över området.
Arkivering 3 mån	SLODX	-	66 st	Antal beror på provdjup.

\* Screeningpaket för metaller, klorerade och aromatiska VOC, PAH, PCB, pesticider, klorfenoler, ftalater, klorbensener, kväve- och klorinnehållande SVOC, alifater i fyra fraktioner, aromater i två fraktioner

I Tabell 1 tidigare i rapporten presenteras att PFAS potentiellt kan förekomma både i jord och grundvatten inom området. Trots detta föreslås inte analys av PFAS i jord då föroreningen kan vara svår att påträffa i jord om man inte vet exakt var man ska leta. Istället föreslås analys av PFAS i grundvattnet där det är lättare att få en översiktlig bild över förekomst av PFAS i området.

På samma sätt föreslås inte heller analys av dioxiner i denna översiktliga undersökning trots att det finns med som en potentiell förorening i Tabell 1. Detta anses bättre att undersöka i ett senare skede vid rivning i lägen för tidigare byggnader.

## 7.4 Grundvatten

### 7.4.1 Installation av grundvattenrör

Sex grundvattenrör av PEH (63 mm) etableras för miljöprovtagning inom undersökningsområdet. Förslag till provpunkternas lokalisering redovisas med blå punkter i Figur 16.

Djup för grundvattenrör och filterlängd bestäms i fält utifrån grundvattenytans läge. Tre av rören installeras med spets mot berg eller strax ned i lera för att fånga upp eventuella tyngre klorerade alifater och tre av rören installeras så att filtret skär grundvattenytan för att fånga upp eventuell oljeförorening som flyter på ytan.

Borrhålen fylls upp med sand runt grundvattenrörets filter och med tätande bentonit ovan filtret, upp till markytan. Vid installationen förs protokoll med information om hur grundvattenrören installeras.

Efter installationen genomförs renspumpning med hjälp av peristaltisk pump och funktionskontroll av grundvattenrören. Vid funktionskontrollen noteras hur grundvattnets nivå återhämtar sig efter pumpning eller tillförsel av vatten, varefter en bedömning om rörens funktion genomförs. Grundvattenrören märks upp och mäts in med precisions GPS enligt kapitel 7.7.

#### 7.4.2 Grundvattenprovtagning

Grundvattenprover uttas cirka en vecka efter installationen av grundvattenrören då grundvattenförhållandena bedöms ha hunnit återhämtat sig. Innan provtagning sker en nivåmätning med ljus- och ljudlod samt en omsättningspumpning av grundvattnet i röret med om möjligt tre rörvolymmer, alternativt tills stabila parametrar uppnås med flödescell eller (vid mycket låg tillrinning) tills röret töms.

För provtagning av klorerade lösningsmedel uttas prover långt ned i vattenpelaren med skakpump då detta är en lämplig metod vid eventuell förekomst av klorerade lösningsmedel. För provtagning av övriga grundvattenrör används peristaltisk pump. Vid låg tillrinning kan provtagningen behöva flyttas till dagen efter omsättning.

Grundvattnets kvalitet mäts direkt i fält med avseende på bland annat konduktivitet, redoxpotential, pH och eventuellt syrgashalt med fältinstrumentet YSI, kopplad till en flödescell.

Prover tagna för analys av lösta metaller filtreras i fält eller på laboratorium. Dekantering av grundvattenprover sker på laboratorium vid behov.

Provtagningen dokumenteras i provtagningsprotokoll med avseende på uppmätta parametrar från fältinstrument samt observerade grundvattennivåer, färg, lukt och omsatt vattenvolym.

Efter utförd renspumpning och omsättningspumpning infiltreras uppumpat vatten till närliggande mark där vattnet pumpats upp ifrån. Vid kraftig föroreningsindikation såsom olja i fri fas, samlas vattnet upp i dunkar och en dialog förs med tillsynsmyndigheten om hur det förorenade vattnet ska hanteras.

#### 7.4.3 Laboratorieanalyser

Val av planerade analysparametrar grundar sig i de potentiella föroreningar som identifierats detaljplaneområdet. I Tabell 3 redovisas en sammanfattning av kemiska analyser som bedöms vara aktuella. Vid misstanke om andra föroreningar i fält än de angivna i tabellen kan ytterligare analyser tillkomma, i detta fall sker kommunikation med beställaren.



Tabell 3. Tabell över kemiska analyser för grundvatten utifrån de analyspaket som tillhandahålls av Eurofins.

Analysparameter	Analyskod	Svarstid	Antal	Provkärl per provpunkt
BTEX, alif, arom, PAH, met (10+Hg, filtr) (VTOT_HG)	PSLU3 (om filtrering i fält) PSL5M (om filtrering på labb)	3 dagar	3 rör	1 st Glasflaska brunt glas, 100 ml 1 st Kvicksilver 30 ml 1 st Rör för metallanalyser 50 ml
PFAS 28	PLWFK	5 dagar	4 rör	2 st Plastflaska 100 ml för PFAS
Screeningsanalys: Enviscreen i vatten*, med filtrerade metaller (ENVIS_V)	PSL1U	10 dagar	3 rör	1 st Glasflaska 1000 ml 1 st Glasflaska brunt glas, 100 ml 1 st Kvicksilver 30 ml 1 st Pesticider 250 ml (spec. plast) 1 st Rör för metallanalyser 50 ml

\* Screeningspaket för metaller, klorerade och aromatiska VOC, PAH, PCB, pesticider, klorfenoler, ftalater, klorbensener, kväve- och klorinnehållande SVOC, alifater i fyra fraktioner, aromater i två fraktioner

## 7.5 Porgas

För att översiktligt undersöka porgasen föreslås aktiv provtagning med kolrör. För att utföra detta föreslås att 4 porgasspjut tillfälligt installeras på området. Tre rör installeras runt den byggnad där vinylklorid tidigare tillverkades och den sista röret installeras lite längre in på undersökningsområdet närmare järnvägen. Förslag till provpunkternas lokalisering redovisas med rosa punkter i Figur 16.

### 7.5.1 Etablering av porgasspjut och provtagning

Porgasspjut slås ned i marken med en slägga till cirka 0,7–0,8 m djup under markytan. Stålspjutet slås ned så långt som det är möjligt dock ska de vara etablerade över grundvattenytan. Installerat spjut dras upp ca 0,1 m för att skapa en luftspalt. Installationsdjup och luftspaltsintervall noteras. Tätning utförs mellan röret och markytan med bentonitlera. Till spjutet kopplas lågflödespump in med silikon slang.

Spjutet pumpas ur under någon minut med pumpen, därefter mäts med PID-instrument på utblåsluften från pumpen. PID-värde noteras. Vid höga PID-utslag kan seriekoppling med två adsorbentrör övervägas för att undvika risken att det första kolröret blir mättat.

Efter att PID-mätning gjorts i röret kopplas en eller två kolrör till provtagningsutrustningen enligt ovan och aktiv pumpning utförs under minst 120 min per provpunkt. Efter pumpning förseglas kolrören med medföljande förslutningar.

Provtagning bör undvikas under kraftigt regn eller dagen efter ett regn då nederbörd leder till att mer av jordens porer fylls med vatten i stället för luft.

### 7.5.2 Laboratorieanalyser

Val av planerade analysparametrar grundar sig i de potentiella föroreningar som identifierats på detaljplaneområdet. I Tabell 4 redovisas en sammanfattning av kemiska analyser som bedöms vara aktuella.

Tabell 4. Tabell över kemiska analyser för porgas utifrån de analyspaket som tillhandahålls av Eurofins.

Analysparameter	Analyskod	Svarstid	Provpunkter	Provkärl per provpunkt
Klorerade lösningsmedel + nedbrytningsprodukter	PLUUX	10 dagar	4 punkter	Kolrör

### 7.6 Provhantering

För att undvika korskontaminering används alltid engångshandskar som byts ut vid varje provtagningspunkt. Jord-, grundvatten- och porgasprover uttas till provtagningskärl som tillhandahålls av laboratoriet. Prover förvaras mörkt och svalt i kylväskor försedda med kylklampar i väntan på analys.

### 7.7 Positionering

Provpunkter och grundvattenrör mäts in i fält med precisions-GPS och ansluter i plan till SWEREF 99 15 45 och i höjd till RH 2000. Grundvattenrören mäts in enligt följande:

- Koordinater för rörets placering i plan.
- Röröverkant.
- Markyta vid rör.

### 7.8 Säkerhet i fält

AFRY arbetar systematiskt med arbetsmiljö inför fältarbeten. Inför respektive fältmoment (provtagning av jord, grundvatten och porgas) tas en arbetsberedning fram där risker i arbetsmiljön identifieras och riskförebyggande åtgärder går igenom.

All provtagning ska ske på ett säkert och systematiskt sätt för att undvika allvarliga incidenter och olyckor. Personal från AFRY som arbetar i fält ska bära heltäckande varselkläder inom arbetsområdet och övrig erforderlig skyddsutrustning anpassas till respektive arbetsmoment och risker.

## 8 Referenser

- Akzo Nobel. (2004). *Markföreningar Ljungaverks industriområde.*
- Geosyntec consultants. (2022). *Redovisning och utvärdering av genomförd kontroll 2020-2021 samt slutbedömning av kontrollprogram avseende Ljungaverks f.d. kisaskedeponi, Ånge kommun.*
- Golder Associates. (2019). *Ljungaverks fd kisaskedeponi - årsrapport 2018 och 2019.*
- Länsstyrelsen Västernorrland. (2003). *MifoHistorik\_F2260-0005.*
- Länsstyrelsen Västernorrland. (2022a). *110700\_Objektsammanfattning.*
- Länsstyrelsen Västernorrland. (2022b). *110701\_Objektsammanfattning.*
- Naturvårdsverket. (2010). *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Handbok 2010:1.*
- Naturvårdsverket. (2016 med uppdatering från 2022). *Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976.*
- SGU. (2013). *Bedömningsbrunder för grundvatten; SGU-rapport 2013:01.*
- SGU. (2023). *Sveriges geologiska undersökning Kartvisaren.* Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> den 18 01 2021
- SPI. (2010). *SPI Rekommendation; Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar. SPI/SPIMFAB.*
- Structor. (2004a). *Dyno Nobel Nitrogen AB - Miljöteknisk markundersökning inom del av fastighet 6:122.*
- Structor. (2004b). *Dyno Nobel Nitrogen AB - Miljökontroll av rivning.*
- Structor. (2022a). *Ljungaverk EDD.*
- Structor. (2022b). *Provtagningsplan Översiktlig miljöteknisk markundersökning inom del av Västerhångsta 6:122 och Västerhångsta 6:177.*
- SWECO VIAK . (2006). *Permascand AB - Översiktlig markundersökning - Västerhångsta 6:173. Sundsvall.*
- Tyréns. (2008a). *Rapport Miljögeoteknik - Ljungaverks deponi - geohydrologisk undersökning och sedimentprovtagning.*
- Tyréns. (2008b). *Ljungaverks deponi - utvärdering av tidigare provtagningar och analyser enligt kontrollprogram.*