

Gasklockan 15

Rapportering av kompletterande miljöteknisk
markundersökning i mark och grundvatten, Gasklockan 15 i
Örebro kommun



Författare	Anders Stenqvist
Beställare:	Örebro kommun
Beställarens projektnummer:	
Konsultbolag:	Structor Miljöteknik AB
Uppdragsnamn:	Undersökning Gasklockan 15
Uppdragsnummer:	6203-272
Datum:	2020-06-02
Uppdragsledare:	Anders Stenqvist
Handläggare/utredare:	Anders Stenqvist (Rapportskrivning) Camilla Edlund och Josefin Persson (Fälthandläggare)
Granskare:	Josefin Persson
Status:	Leverans

Innehåll

1	Bakgrund	5
2	Uppdrag och syfte	5
2.1	Organisation	5
3	Områdesbeskrivning	6
3.1	Markanvändning	6
3.2	Geologiska och hydrogeologiska förhållanden	6
3.2.1	Geologi	6
3.2.2	Hydrogeologi	7
3.2.3	Spridningsvägar	8
3.3	Ytavrinning och avloppsförhållanden	9
3.4	Skyddsintressen och övriga restriktioner	10
3.4.1	Skyddsvärda objekt	10
3.4.2	Grundvatten	10
3.4.3	Ytvatten	10
3.4.4	Människor	10
4	fastighetshistorik och Tidigare undersökningar	10
4.1	Översiktlig miljöteknisk markundersökning, Ramböll 2009-2011	11
4.2	Översiktliga miljötekniska markundersökningar och bedömningar, Structor 2016-2019 11	
4.3	Övriga utförda åtgärder i mark	12
4.4	Förväntad föroreningsituation	12
5	Bedömningsgrunder	12
5.1	Jord	12
5.2	Porluft	14
5.3	Grundvatten	16
6	Provtagning	16
7	Genomförda undersökningar	17
7.1	Strategi och metodik	17
7.2	Provtagning	17
7.2.1	Jord	17
7.2.2	Grundvatten	17
7.2.3	Porluft	18
7.3	Fältanalyser	18
7.4	Laboratorieanalyser	18
7.5	Avvikelse	19
8	Resultat	20
8.1	Provtagning	20

8.1.1	Jord	20
8.1.2	Grundvatten	20
8.1.3	Inmätning	21
8.2	Analysresultat	21
8.2.1	Jord	21
8.2.2	Grundvatten	22
8.2.3	Porluft	24
9	Representativa halter	25
9.1	Föroreningar i jord	25
9.2	Föroreningar i grundvatten	25
9.3	Föroreningar i porluft	25
10	Konceptuell modell	26
11	Bedömning	28
11.1	Föroreningssituation	28
11.1.1	Jord	28
11.1.2	Grundvatten	29
11.1.3	Porluft	29
11.2	Förenklad riskbedömning	29
11.2.1	Risk för människa	30
11.2.2	Risk för miljön	30
11.2.3	Risk för grundvatten och ytvatten	30
11.2.4	Spridningsvägar	30
12	bedömning och rekommendationer	31
13	Övrigt	31
BIL 1A	situationsplan med provpunkter i jord och grundvatten	32
BIL 1B	situationsplan med provpunkter i porluft	33
BIL 2	Sammanställning analysresultat jord	34
BIL 3A	Fältprotokoll jord	35
BIL 3B	Fältprotokoll grundvatten	36
BIL 4	Analysrapporter	37
Bil 5	Uttagsrapport riktvärden	38

1 BAKGRUND

Fastigheten Gasklockan 15 i Örebro ska detaljplaneläggas och tidigare utredningar inom del av fastigheten visar på förhöjda halter av tungmetaller och oljeämnen. Inför planerad detaljplaneändring till bostäder behövs kompletterande undersökningar för att bedöma om eventuella mark och grundvattenföroreningar inom fastigheten kan medföra risker för människa och miljö.

En provtagningsplan¹ har inför planerad undersökning skickats in till beställaren för godkännande.

2 UPPDRAG OCH SYFTE

Structor Miljöteknik AB har på uppdrag av Lisa Arnwald-Storm, Örebro kommun (beställaren), utfört en översiktlig miljöteknisk markundersökning på fastigheten Gasklockan 15. Utredningen har i syfte att fastställa föroreningssituationen i mark, porluft samt grundvatten. Vidare ska erhållna resultat ge tillräckligt underlag för en förenklad riskbedömning samt bedömning av åtgärdsbehov.

2.1 Organisation

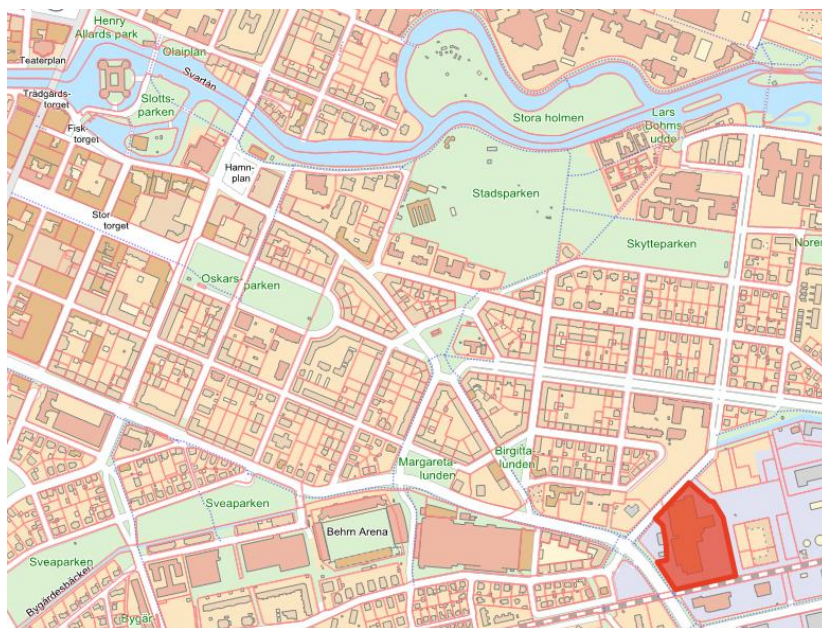
Fastighetsbeteckning:	Gasklockan 15
Adress:	Österängsgatan 2
Beställare:	Örebro kommun
Kontaktperson:	Lisa Arnwald-Storm
Miljökonsult:	Structor Miljöteknik AB
Uppdragsledare:	Anders Stenqvist
Seniorhandläggare:	Ola Westman
Juniorhandläggare:	Camilla Edlund, Elin Hedqvist, Josefin Persson
Underleverantörer	
Borrentreprenör:	VAP
Akrediterat laboratorium	Eurofins Sverige (jord och grundvatten)
	ALS Scandinavia AB (porluft)

¹ Gasklockan 15, Provtagningsprogram för kompletterande miljöteknisk markundersökning, Structor Miljöteknik AB, 2019-08-08.

3 OMRÅDESBESKRIVNING

3.1 Markanvändning

Fastigheten Gasklockan 15 är belägen på Österängsgatan 2, på Österplan i Örebro, se **Figur 3.1**.



Figur 3.1 Översiktskarta (orebro.se). Gasklockan 15 är markerad i rött.

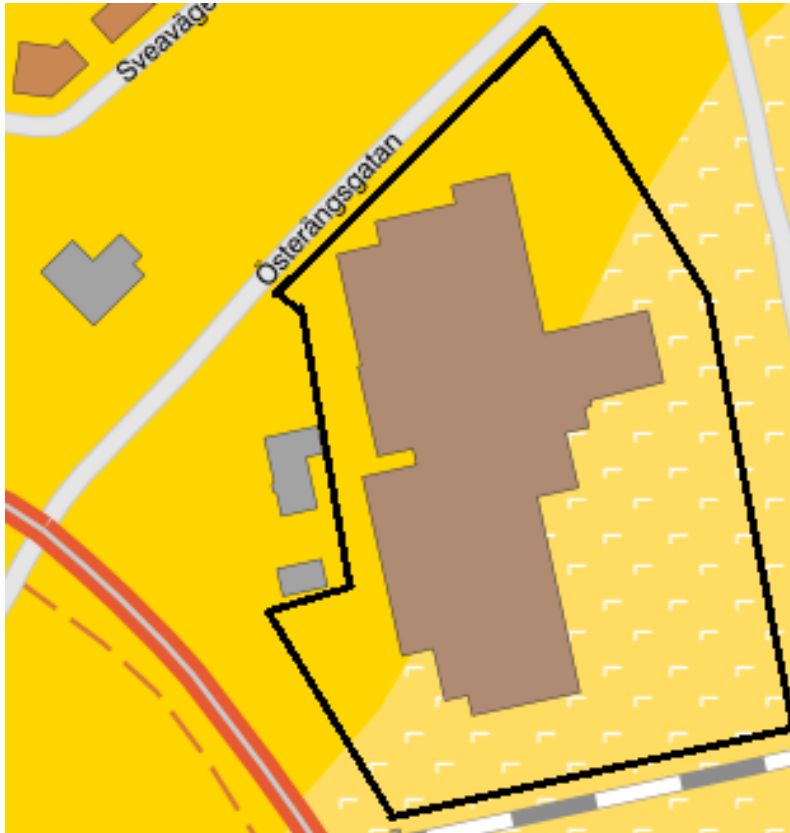
Enligt nu gällande detaljplan² från 2004 utgör undersökningsområdet kvartersmark för handel samt underjordiska ledningar. I dagsläget nyttjas fastigheten av stormarknader som Coop Extra och Överskottsbolaget AB (ÖoB). Människor vistas företrädevis under arbetstid på dagtid inom området. Bostäder uppförs omedelbart öster om fastigheten. Fastigheten är ca 20 000 m² stor och ligger inom ett industriområde i de sydöstra delarna av Örebro.

3.2 Geologiska och hydrogeologiska förhållanden

3.2.1 Geologi

Marken på aktuell fastighet är relativt flack och är till största delen bebyggd eller belagd med asfalt, med undantag av mindre gräsbevuxna områden och planteringar. Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) består den naturligt lagrade jorden på fastigheten huvudsakligen av glacial lera eller glacial finlera, se **Figur 3.2**. I samband med tidigare genomförda undersökningar har det konstaterats att de översta jordlagren inom fastigheten utgörs av 0,5–2 m mäktig fyllning.

² Detaljplan för Gasklockan 1, antagen 2004-09-30, D nr P 0015/03.



Figur 3.2. Jordartskarta (SGU.se). Aktuell fastighet är översiktligt markerat i svart.

3.2.2 Hydrogeologi

De förekommande finkorniga jordarterna, medger en låg infiltrationsförmåga i storleksordningen $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-12}$ m/s. Skikt med mer genomsläppliga jordarter antas kunna förekomma ytligt genom att fyllnadsmassor påförts fastigheten samt i underlagrande moränen. Grundvattenbildning bedöms ske främst i de områden där markytan ej är asfalterad.

Grundvattenriktningen bedöms generellt vara nordöstlig mot Bygärdesbäcken, men kan lokalt variera på grund av bl.a. dräneringar, ledningsgravar och pumpgröpar. Enligt tidigare undersökningar verkar grundvattenmagasinet förekomma i moränen på mellan 1,8–3 meters djup. Sydöst om fastigheten finns en sedimentär bergförekomst av grundvatten, med god kvantitet, som kallas Närkeslätten³.

³ VISS, <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>, 2020-01-07

3.2.3 *Spridningsvägar*

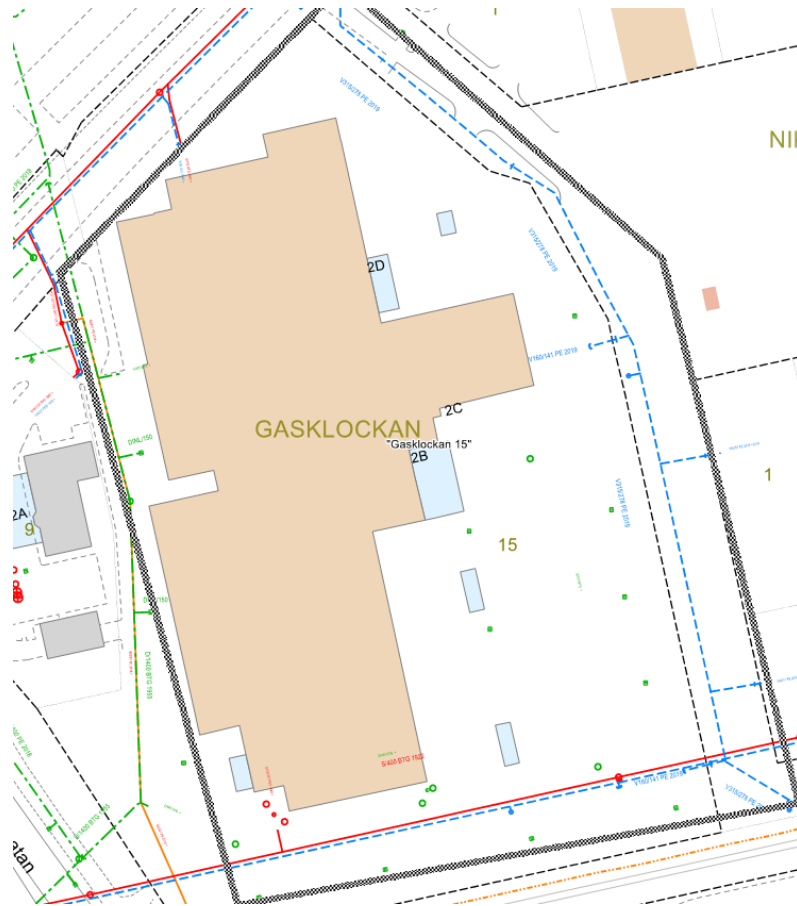
Ledningsgravar inom fastigheten kan ha fungerat som effektiva spridningsvägar för föroreningen.

Grundvattennivåmätningar (bl.a. från 2016) indikerar emellertid strömning mot nordväst i den västra delen av området, troligen beroende av dränering av källaren till en kontorsbyggnad (numera riven) på Gasklockan 2. Det är osäkert om hydraulisk kontakt mellan Bygärdesbäcken och grundvattenmagasinet i moränen föreligger.

Nederbörd som inte avrinner på markytan eller som inte direkt avleds via dagvattenledningar infiltrerar och når ner till fyllningen och torrskorpeleran. Den underlagande leran är att betrakta som nästan tät, varför vattnet bedöms avrinna horisontellt. Sannolikt fungerar ledningsgravar dränerande på fyllningen och torrskorpeleran, så att vatten huvudsakligen följer dessa. Saknas lerlager mellan fyllningen och moränen bedöms nederbörd som infiltrerar nå grundvattenmagasinet i moränen.

3.3 Ytavrinning och avloppsförhållanden

I uppdraget har ej ingått att inventera dagvattensystem i detalj. Enligt ledningskollen.se finns ledningar dragna inom området, se **Figur 3.3**.



Figur 3.3. Undersökningsområdet är markerat med svart skrafferad linjerad figur. Blå, röda och gröna linjer illustrerar markförlagda ledningar, tillika ledningsgravar. Källa: ledningskollen, 2019-10-24.

Ytavrinning sker mot befintliga dagvattenbrunnar och avleds till lokala dagvattenledningar.

3.4 Skyddsintressen och övriga restriktioner

3.4.1 Skyddsvärda objekt

Undersökningsområdet är planlagt för mindre känslig markanvändning idag, men är på förslag att planläggas för bostäder vilket medför en ändring till känslig markanvändning. Exponerade grupper i framtiden skall därför antas vara såväl vuxna som barn och äldre, 24 timmar per dag. Recipienten, Bygärdesbäcken, ligger strax nordöst om undersökningsområdet. Denna mynnar ut i Svartån cirka 600 meter nordöst om fastigheten. Svartån passerar bl.a. Naturreservatet och Natura 2000-området Oset/Rynningeviken på sin väg ut i Hjälmaren.

3.4.2 Grundvatten

Grundvattnet bör alltid ses som skyddsvärt och strax sydöst om aktuell fastighet finns en grundvattenfyndighet i berg, Närkeslätten, som bedöms ha en god kvantitativ status.

3.4.3 Ytvatten

Norr om Kv. Gasklockan rinner Bygärdesbäcken i riktning mot öster, för att vika av mot norr vid Universitetsallén. Bygärdesbäcken mynnar ut i Svartån ca 600 m nordost om Kv. Gasklockan. Svartån mynnar i sin tur i Hjälmaren.

3.4.4 Människor

Närmast belägna bostadsbebyggelse återfinns omedelbart öster om aktuell fastighet. I övriga väderstreck gränsar fastigheten till bland annat handels- och industriverksamheter och kommunala bilvägar.

4 FASTIGHETSHISTORIK OCH TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

Fastighetens historik samt tidigare utförda undersökningar och riskbedömningar (före 2011) har inventerats samt redovisats inom ramen för ansvarsutredning utförd av Ramböll. För detaljer hänvisas därför till aktuell rapport⁴. Under åren 1942 och 1943 uppförde AB Gasgenerator en fabrik på fastigheten Gasklockan 10 där gengas producerades under några få år. I början av 1950-talet övertogs lokalerna av Normans bilfirma som bedrev bilförsäljning och verkstad.

Till verksamheten ska det ha funnits en tvätt- och smörjhall, oljetankar, smörjbrygga, verkstad mm. På kortsidan av byggnaden fanns ett tankställe med bensinpumpar som användes till bilfirmans bilar samt av de anställda på bilfirman.

⁴ Åtgärdsutredning Gasklockan 10, Ramböll Sverige AB, Uppdrag 61151039439000, 2011-10-07.

År 1968 övertog Scania-bilar verksamheten, vilken bedrevs på fastigheten fram till år 1991. Fastigheten köptes då av nuvarande ägare KF Centrumfastigheter AB. Kommunen köpte den av KF Centrumfastigheter AB 2013. På fastigheten finns idag Coop Extra samt ÖoB i den byggnad som tidigare utgjorts av Normans bilfirma.

4.1 Översiktlig miljöteknisk markundersökning, Ramböll 2009-2011

Ramböll Sverige AB utförde under 2009 en miljöteknisk markundersökning på f.d fastigheten Gasklockan 10 för att undersöka eventuell förekomst av föroreningspåverkade massor. I den nordöstra delen av fastigheten (utanför aktuell fastighet Gasklockan 15) påträffades oljeförorening på ett djup av 1,5–3 m (nuvarande Nikolai 3:12 och Gasklockan 2) samt förekomst av oljeförorening i grundvattnet⁵. Den påträffade oljeföroreningen antogs härröra från den verkstads- alternativt tankverksamhet som förekommit på fastigheten.

Under 2010 påbörjades en saneringsåtgärd på fastigheten f.d Gasklockan 10 för att avlägsna den förorenade jorden. Saneringen avbröts då det förorenade området var större än förväntat och även fanns på grannfastigheten Gasklockan 2. Det finns således därmed fortfarande förorenad jord på fastigheten. Innan saneringen fortsatte ville man undersöka spridning och omfattning av föroreningen på de båda fastigheterna.

Ramböll Sverige AB utförde 25-26 maj 2011 en kompletterande undersökning på delar av f.d Gasklockan 10. I rapporten framgår att troligen finns föroreningskällan vid kortsidan av byggnaden på f.d Gasklockan 10 där bensinpumparna tidigare funnits⁶. Utförd grundvattenundersökning visade högst föroreningshalter i grundvatten under byggnaden, mot kortsidan vid förväntat källområde. Idag är byggnaden riven och marksanering utförd. Restförorening lämnades enligt uppgift i schaktväggen mot Gasklockan 15 i dess nordöstra hörn.

Uppmätta halter av jord i provpunkt R19 fastighetens nordöstra hörn uppvisade dock låga halter av petroleumkolväten. Uppmätta halter av petroleumkolväten i grundvatten i provpunkt R3 i fastighetens nordöstra hörn, har dock visat på mycket låga halter. Provpunkt R3:s läge redovisas i Bilaga 1A.

4.2 Översiktliga miljötekniska markundersökningar och bedömningar, Structor 2016-2019

En kompletterande miljöteknisk markundersökning⁷ genomfördes av Structor Miljöteknik år 2016. Provtagning av jord genomfördes i 19 punkter och grundvattenrör installerades i 7 av dessa punkter.

⁵ Miljöteknisk markundersökning, Gasklockan 10, Ramböll Sverige AB, Uppdragsnr 61151039439000, 2009-12-08.

⁶ Åtgärdsutredning, Gasklockan 10, Ramböll Sverige AB, Uppdragsnr 61151039439000, 2011-10-07.

⁷ Österport, Miljöteknisk markundersökning Gasklockan 15, Uppdrag 6203-143, 2016-05-25.

Ställvis förhöjda metallhalter i jorden uppmättes inom nu aktuellt område (SM 107, 109 och 113), samt förhöjda halter kobolt i grundvattnet (SM116 och 117). Provpunkternas lägen redovisas i Bilaga 1A.

Vid E On:s ledningsarbeten på intilliggande fastigheten Gasklockan 2 påträffades oljelukt i schaktväggen strax öster om provpunkt SM214. Structor utförde provtagning av de uppgrävda massorna som skickades för kemisk analys. Resultaten visade på låga halter alifater >C16-C35 samt PAH-M, underskridande riktvärden avseende KM. Resultaten är kommunicerade med tillsynsmyndigheten⁸ och ledningsschakten igenfylld. Oljelukten bedömdes härstamma från djupare belägen lera / morän och det bedöms därför troligt att oljeförorening åtminstone i mindre mängder, kan ha lämnats kvar på djupet inom ett område mellan färdig schaktvägg och provpunkt SM214.

Uppmätta halter av petroleumkolväten i grundvatten i närliggande provpunkt SM118, har dock visat på mycket låga halter. Provpunkt SM118 läge redovisas i Bilaga 1A.

4.3 Övriga utförda åtgärder i mark

En spont är etablerad i mark av entreprenör i fastighetsgränsen Gasklockan 2 / Gasklockan 15. Sponten löper i nord/sydlig riktning längs fastighetsgränsen. Schaktning i jord har skett inom Gasklockan 2 fram till någon enstaka meter innan sponten.

4.4 Förväntad föroreningssituation

Ställvis förhöjda PAH- och metallhalter i jord, petroleumkolväten i mättad zon samt grundvatten. Petroleumkolväten i djupare belägna jordlager (morän) inom den nordöstra (i närhet av känd oljeförorening) och nordvästra delen (öster om f.d bensinstation) av fastigheten. Förhöjda metallhalter och petroleumkolväten i grundvatten.

5 BEDÖMNINGSGRUNDER

5.1 Jord

Resultaten från laboratorieanalyserna jämförs, i riskbedömningshänseende, med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark⁹. De generella riktvärdena anger den föroreningshalt under vilken risken för negativa effekter för människor, miljö eller grundvattenresurser normalt är acceptabel. Riktvärden och känslighet baseras på att enskilda individer ska skyddas, inte på hur många människor som ska skyddas.

Vilka riktvärden som används beror på hur marken är tänkt att användas nu och i framtiden.

⁸ E-post, Ola Westman Structor Miljöteknik AB till Erik Holm, Miljökontoret Örebro Kommun, 2019-04-15.

⁹ Naturvårdsverket, tabell juni 2016.

Fastigheten är i färd med att ställas om genom ändring av detaljplan, från småindustri och handel till bostäder, vilken klassas som Känslig Markanvändning enligt Naturvårdsverket. Markanvändningskategori KM tillämpas vid utvärderingen av resultaten.

Generella riktvärden avseende KM redovisas i **Tabell 5.1**.

Tabell 5.1. Tillämpade riktvärden för ämnen i mark (mg/kg TS).

Ämne	KM
Arsenik (As)	10
Barium (Ba)	200
Bly (Pb)	50
Kadmium (Cd)	0,8
Kobolt (Co)	15
Koppar (Cu)	80
Krom (Cr)	80
Kvicksilver (Hg)	0,25
Nickel (Ni)	40
Vanadin (V)	100
Zink (Zn)	250
Diklormetan	0,08
Triklormetan	0,4
Koltetraklorid (Tetraklormetan)	0,08
1,2-Dikloreten	0,02
1,1,1-Trikloreten	5
Trikloreten	0,2
Tetrakloreten	0,4
cis-Dikloretylen	-
trans-Dikloretylen	-
Vinylklorid	-
PCB-7	0,008
PAH med låg molekylvikt (PAH-L)	3
PAH med medelhög molekylvikt (PAH-M)	3,5
PAH med hög molekylvikt (PAH-H)	1
Bensen	0,012
Toluen	10
Etylbensen	10
Xylen	10
Alifater >C ₅ -C ₈	25
Alifater >C ₈ -C ₁₀	25
Alifater >C ₁₀ -C ₁₂	100
Alifater >C ₁₂ -C ₁₆	100
Alifater >C ₅ -C ₁₆	100
Alifater >C ₁₆ -C ₃₅	100
Aromater >C ₈ -C ₁₀	10
Aromater >C ₁₀ -C ₁₆	3
Aromater >C ₁₆ -C ₃₅	10
Oljeindex ¹	100

1) För oljeindex finns inget generellt riktvärde men vid äldre och delvis nedbrutna oljeföroreningar domineras föroreningsbilden av längre kolkedjor som bryts ned långsamt och huvuddelen är vanligen alifater, varför riktvärde för alifater >C16-C35 används som jämförvärde.

Vid framtida markarbeten kan överskottsmassor komma att behöva klassas för att avgöra vidare hantering och omhändertagande. Uppmätta totalhalter i mark jämförs därför med Naturvårdsverkets nivåer för mindre än ringa risk¹⁰ (MRR) för att bedöma huruvida restriktioner kan bli aktuella vid framtida markarbeten. Nivåerna avgör om materialet kan användas fritt för anläggningsändamål eller ej. Notera att inga lakteter genomförs, dvs om material i framtiden önskas återvinnas så bör både totalhalter och dess lakbarhet utredas. Resultaten från detta skede visar enbart om det är värt att exempelvis genomföra lakteter för att möjliggöra återanvändning i framtiden.

5.2 Porluft

För porluft nyttjas tolerabla referenskoncentrationer (RfC) och riskbaserade koncentrationer (RISKinh)¹¹. Vidare, nyttjas även kroniska tolerabla referenskoncentrationer (RfCkronisk)¹² som tillämpade riktvärden. I **Tabell 5.2** redovisas tillämpade riktvärden där den lägsta riktvärdet har tillämpats för samtliga ämnen.

Tabell 5.2. Tillämpade riktvärden för ämnen i porluft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ämne	Porluft
Diklormetan	50
1,1-Dikloreten	200
trans-1,2-Dikloreten	60
1,1-Dikloreten	500
cis-1,2-Dikloreten	60
1,2-Dikloreten	3,6
1,1,1-Trikloreten	800
Triklormetan	140
Tetraklormetan	6,1
Trikloreten	2
Tetrakloreten	200
1,1,2,2-Tetrakloreten	-
1,1,2-Trikloreten	-
Vinylklorid	100
Bensen	1,7
Toluen	260
Etylbensen	770
Xylen	100
Styren	1000
n-Hexan	700
n-Heptan	-
Cyklohexan	6000
Aceton	30 000
MTBE	3000

10 Naturvårdsverket, 2010. Återvinning av avfall i anläggningsarbeten, Handbok 2010:1. Stockholm, Sverige.

11 Naturvårdsverkets rapport 5976

12 Integrated Risk Information Systems (IRIS) och Risk Assessment Information System (RAIS)

Ämne	Porluft
2-Butanon (MEK)	5000
4-Metyl-2-pentanon (MIBK)	3000
Monoklorbensen	71
1,2-Diklorbensen	130
1,3-Diklorbensen	130
1,4-Diklorbensen	130
1,2,4-Trimetylbensen	60
1,3,5-Trimetylbensen	60
n-Propylbensen	1000

5.3 Grundvatten

Uppmätta halter av petroleumföroreningar jämförs med SPI:s rekommendation¹³ för efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar för petroleumkolväten. De riktvärden som bedöms vara tillämpbara är skydd mot fri fas, ånginträngning i byggnader samt för skydd av ytvattenekosystem. Metallhalter (ofiltrerade) samt cyanid (tot) i grundvatten jämförs med SGU:s bedömningsgrunder¹⁴ avseende klass 4 och 5 (ej effektbaserade).

Grundvattnets tillstånd och grad av påverkan redovisas i fem tillståndsklasser där klass 1 anger ingen eller obetydlig påverkan och klass 5 anger mycket stark påverkan. SGU:s bedömningsgrunder är således ej avsedda för bedömning av om miljö- eller hälsorisker föreligger utan för att bedöma om halter avviker mer eller mindre från referensvärden. Bedömningsgrunderna avser totalhalter av metaller.

För bedömning av om risk för miljön kan föreligga, jämförs halter för metaller, cyanid (tot) och enstaka organiska ämnen med Holländska riktvärden¹⁵ avseende miljörisker (ingen påverkan samt kraftig påverkan).

6 PROVTAGNING

Sammanfattningsvis har den kompletterande miljötekniska undersökningen omfattat:

Provtagning i 15 provgropar i mark, 3 porluftsprover under betongbjälklag samt installation av grundvattenrör i 3 provpunkter. I **Bilaga 1A** redovisas samtliga provpunkters placering i jord och grundvatten. I **Bilaga 1B** redovisas samtliga provpunkters placering för porluft.

Installation av grundvattenrör samordnades med provpunkter i jord. Etablering av grundvattenrör har skett i den vattenförande moränen, belägen under lerskiktet. Grundvattenrören kompletterar ett befintligt grundvattenrör (SM119).

Provtagning och analys av grundvatten har skett i samtliga funktionsdugliga grundvattenrör inom fastigheten (totalt 4 st).

Fältarbetet har utförts enligt utvalda delar i SGF:s fälthandbok¹⁶ samt tillämpliga delar i Arbetsmiljöverkets publikation¹⁷. Fältarbetet utförs med kvalitetsklass B (se avsnitt 1.5 i SGF:s rapport).

Structors interna rutiner för provtagning, provhantering och dokumentation har följts.

Inmätning och avvägning av provpunkter samt grundvattenrör har utförts, i syfte att i detalj bedöma strömningsriktning för grundvatten i närområdet.

¹³ SPI, 2011, SPI Rekommendation, Efterbehandling av förorenade bensinstationer och diesel-anläggningar.

¹⁴ SGU, Bedömningsgrunder för grundvatten, Rapport 2013-01.

¹⁵ RIVM, Soil Remediation Cirkular 2009, Table 1 Groundwater target values and soil and groundwater intervention values.

¹⁶ Miljötekniska markundersökningar, SGF Rapport 2:2013

¹⁷ "Marsanering – om hälsa och säkerhet vid arbete i förorenade områden", Rapport H359, SGF, 2012.

Provtagningspunkterna har anpassats efter syftet med uppdraget, utvärdering av historisk inventering samt resultat från tidigare utförd provtagning.

7 GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

7.1 Strategi och metodik

Provtagningen har delvis utförts riktad, där misstanke om förorening förekommer baserat på verksamhetshistorik och tidigare utförda undersökningar, men provpunkter har även slumpats ut för att täcka in områden som ej undersökts tillräckligt.

7.2 Provtagning

7.2.1 Jord

Jordprov uttogs som samlingsprov bestående av ca 5–10 delprov, halvmetersvis, dock ej över jordartsgräns, ned till ett djup av generellt 3 meter. En preliminär jordartsbedömning utfördes i fält och antecknades tillsammans med syn- och luktintryck samt eventuella avvikelser i ett fältprotokoll.

Vid provtagningen användes engångshandskar som byttes mellan varje prov. Jordprov placerades i diffusionstäta plastpåsar och förvarades mörkt och svalt i väntan på fältmätning med PID (för flyktiga organiska ämnen) och XRF (för metaller) samt för ackrediterade analyser på laboratoriet. Fältmätningarna användes främst för urval av prov till analys. Urval av jordprov skickades därefter till laboratorium för ackrediterad analys avseende tungmetaller, PAH, BTEX samt alifater och aromater. Tre jordprov (SM201:3, SM205:2 och SM209:2) analyserades även med avseende på cyanid.

För varje punkt upprättades protokoll avseende jordart, jordlagerföljd, eventuell berg- och grundvattennivå samt övriga iakttagelser (lukt, missfärgningar, avfall m.m.).

Provpunkternas lägen mättes in med totalstation GPS.

7.2.2 Grundvatten

Då det främst är petroleumkolväten som misstänks och dessa har en lägre densitet än vatten, installerades grundvattenrör i fyllning med filtret i nivå med grundvattenytan. Grundvattenrören i fyllning säkrades mot inläckage av dag- och ytvatten genom tätning med bentonit runt röret i markytan.

Rören omsattes 1-3 rörvolymmer innan provtagning. Grundvattenproverna från moränen uttogs med peristaltisk pump. Grundvattenproverna i förekommande ytligt grundvatten uttogs med bailer. Prov samlades upp i provkärl som förslöts omedelbart efter provtagning.

Samtliga prover förvarades mörkt och kyllda i anvisade provkärl av laboratoriet innan vidare transport.

Vid omsättnings- samt provtagningstillfället mättes grundvattennivån med klucklod och nivåerna antecknades i ett fältprotokoll tillsammans med uppgifter om bl.a. rör- och filterlängd från installationen samt syn- och luktintryck.

7.2.3 Porluft

Porluftsmätning utfördes i befintlig byggnad inom fastigheten för att kontrollera eventuell förekomst av flyktiga föroreningar under byggnaden.

Porluftsprövtagning utfördes genom att golvplattor bröts bort samt kärnborrning genom betongbjälklag utfördes. Etablering av passiva provtagare utfördes i underliggande jordlager med hjälp av ett plaströr som fördes ned till ett djup om ca 20 cm i samtliga provpunkter. Röret tätades med de övre jordlagren samt borrhålet förseglades.

Samtliga prover skickades till ackrediterat laboratorium för analys med avseende på BTEX, lättflyktiga oljekolväten samt klorerade lösningsmedel inkl dess nedbrytningsprodukter och vinylklorid.

Efter genomförd provtagning tätades kärnborrhålen igen och golvytor återställdes.

7.3 Fältanalyser

XRF-instrument, av typ NITON XLt, användes för att analysera jordprov med avseende på metallinnehåll. XRF-mätning sker generellt som enkelmätning på avsett jordprov placerad i diffusionstät påse, i 120 sekunder.

PID, av typ MiniRae 2000, användes för att påvisa flyktiga organiska föroreningar i jord. Metoden är inte kvalitativ, dvs endast en totalhalt redovisas och det går inte att urskilja vilket ämne som gett utslag. Instrumentet kalibreras regelbundet med kalibreringsgas av isobutylen.

Samtliga fältanalyser har utförts inomhus på rumstempererade prov.

7.4 Laboratorieanalyser

Sammanlagt har 36 jordprover valts ut för analys med avseende på metaller, 33 stycken för PAH:er, 5 stycken för petroleumkolväten (alifater, aromater, BTEX, PAH) samt 3 stycken för cyanid (tot). Ett urval av jordprover från mättad zon har skickats för analys med avseende på totalhalter petroleumkolväten (TPH).

2 prov har dessutom skickats för analys av totalt organiskt kol (TOC % av TS).

Samtliga prov på grundvatten har sänts till laboratorium för analys med avseende på petroleumkolväten (alifater, aromater, BTEX samt PAH), metaller, cyanid (tot) samt pH och konduktivitet.

För ackrediterade analyser på mark- och grundvattenprover användes laboratoriet Eurofins Environment Testing Sweden AB medan ALS Scandinavia AB för utförda porluftsanalyser.

7.5 Avvikelser

Nedanstående avvikelser har kommunicerats med beställaren¹⁸ samt muntligt med tillsynsmyndigheten¹⁹.

7.5.1.1 Porluft

Undersökning i byggnaden har omfattat porluftsprovtagning, inom områden där det är tekniskt möjligt. Provpunkterna i källarplan har ej kunnat provtas då de ligger i mättad zon för grundvattnet och därmed inte möjliga att kontrollera map porluft.

Vidare har provmetoden pumpad provtagning över kolrör ej varit tillämpbar. Metoden kräver borttagning av golvplattor i butiker där pågående verksamhet bedrivs, därefter nedborring av sonder för porluftspetsar till djup där porluften förväntas stå i jämvikt, normalt cirka 3-4 dm i jord. Vidare krävs flera olika absorbenter för att täcka in de olika parametrarna. Metoden är för ändamålet både tids- och kostnadskrävande.

Föreslagen metod medför sammanfattningsvis många besök och flera moment som kostar tid och pengar.

Structor har därför, i samråd med anlitat laboratorium, föreslagit justering av metod utifrån behovet att få en tillämpad lösning, då det är risken för ånginträngning i byggnad som avses undersökas. Laboratoriet har därför föreslagit passiv provtagning med långtidsmätning under minst 2-3 veckor. Metoden medger möjlighet att analysera samtliga flyktiga kolväten (inkl klorerade organiska kolväten) i en och samma provabsorbent. En etablering och en avetablering krävs endast. Provtagnarna etableras i samma marknivå som porluftspetsar. Fördelar är att golvet kan läggas igen ovanför mätplatserna och risker för mätstörningar minimeras. Metoden har använts i flera lokala projekt i Örebro där risk för inomhuspåverkan av porluft misstänks.

Provtagning av porluft har ej kunnat genomföras i samtliga planerade provpunkter på grund av golvvärme under bjälklag samt brandslangar under bjälklag med okända lägen. Betonghåltagning utfördes dock i provpunkterna SMPL15, SMPL17 och SMPL18. Vid SMPL17 borrades en brandslang sönder. Brandslangen tätades varefter en provtagare placerades i provpunkten. Ytterligare provtagare placerades dock ej ut, eftersom vidare håltagning och provtagning orsakade skador och vattenläckage på golvvärme ledningar.

Structor har på beställarens anmodan kontaktat ALS Scandinavia AB²⁰ för att utreda detektionsgränsen för rapporterad halt av 1,2-Dikloretan, trikloretan samt bensen, eftersom rapporteringsgränsen överskrider aktuell bedömningsgrund. Se resultat i kapitel 8.2.3 nedan.

¹⁸ E-post, Anders Stenqvist, Structor Miljöteknik AB, 2019-12-09.

¹⁹ Muntligt tel samtal Anders Stenqvist, Structor till Erik Holm, Miljökontoret, 2019-12-10.

²⁰ E-post, ALS Scandinavia AB, 2020-02-07

7.5.1.2 Grundvatten

Provtagning i grundvattenrör SM119 har ej kunnat genomföras eftersom röret svetsats igen, vilket inte var känt inför fältarbetet. Tidigare resultat har dock visat på låga halter och Structors bedömning är att ytterligare etablering av grundvattenrör på samma plats ej är nödvändigt i nuläget.

7.5.1.3 Jord

I provpunkt SM206 påträffades större sten vid 1 m nivå som medförde att provpunkten flyttades ett antal meter i plan där förnyad skruvprovtagning utfördes. Ny provpunkt benämndes "SM206 Ny".

8 RESULTAT

8.1 Provtagning

8.1.1 Jord

I samband med borrhingsarbeten har en okulär jordartsbedömning av provtagna jordlager utförts. Enligt denna består ytliga jordlager, ner till ett djup av 0,5–1,5 meter under markytan (m u my) inom fastigheten, av fyllnadsmassor. Fyllnadsmassorna bedöms bestå av sand, grus och sten. I en punkt (SM210) påträffades misstänkt rödfyr på ca 0,5–0,7 m djup och i några punkter har även tegel noterats. Lukt av petroleumprodukter har noterats i både fyllning och underlagrande torrskorpelera i provpunkt SM201. Generellt har provtagningen utförts ned till ca 4–5 m djup där det sedan tagit stopp. I SM215 gick skruvborren av på 3,5 m djup varav provtagning ej kunde fortlöpa. Fyllnadsmassorna inom området underlagras till största delen av torrskorpelera/lera.

Totalt uttogs 105 jordprover varav 56 prover skickades för analys till ackrediterat laboratorium med avseende på metaller, 55 st med avseende på PAHer, 7 st med avseende på alifater, aromater och BTEX, 10 st med avseende på totalhalter petroleumkolväten och 4 st med avseende på cyanid (tot).

Fullständigt fältprotokoll redovisas i **Bilaga 3A**.

8.1.2 Grundvatten

Grundvattenrör installerades i provpunkterna SM201, SM212 samt SM215. Från tidigare provtagning inom fastigheten fanns ytterligare ett funktionellt grundvattenrör, SM119. Vid omsättning var vattnet klart i provpunkt SM215. I SM212 var vattnet klart till en början men i botten av röret innehöll en del partiklar. I provpunkt SM119 var vattnet väldigt grumligt med en brunaktig färg med unken doft. I SM201 var vattnet klart och ingen lukt kunde identifieras.

Fullständigt fältprotokoll redovisas i **Bilaga 3B**.

8.1.3 Inmätning

Inmätning av provtagningspunkter utfördes med GNSS mottagare den 3:e december 2019.

Grundvattenrören, de tre (3) som installerades inom denna undersökning samt SM119 som etablerats tidigare, avvägdes med GNSS-instrument. Grundvattennivåer mättes med ljud/ljuslod. Resultat från avvägning och mätning av vattennivåer redovisas i **Tabell 8.1**.

Tabell 8.1. Noterade grundvattennivåer och inmätta plushöjder för markytor samt överkant rör. Z rök – nivå rör överkant, Z gvy – grundvattennivå. OBS! Nivåer angivna i Rh 2000.

Provpunkt	Zrök	Zmy	Zgvy
Datum avläsning	2019-12-03	2019-12-03	2019-12-03
SM119	25.63	-	22,43
SM201 (Dexel)	25.52	25,51	i.u
SM215	26.50	25,71	23,83
SM212	26.97	25,72	23,99

Sammanfattningsvis indikerar erhållna mätningar att grundvattnets strömningsriktning lokalt är nordvästlig.

8.2 Analysresultat

8.2.1 Jord

Resultat av kemiska analyser på jordprov uttagna 2016 och 2019 redovisas i **Bilaga 2**. Kopior på analysprotokoll redovisas i **Bilaga 4**.

8.2.2 Grundvatten

En sammanställning av analysresultat avseende metaller och petroleumkolväten redovisas i **Tabell 8.2 och 8.3** och jämförs med föreslagna jämförvärden enligt kapitel 5 ovan. Kopior på fullständiga analysprotokoll redovisas i **Bilaga 4**.

Tabell 8.2. Analysresultat avseende metaller i grundvatten. Enhet i µg/l.

Provpunkt	SGU Bedömningsgrunder					SM119	SM201	SM212	SM215
	1	2	3	4	5				
As	<1	1-2	2-5	5-10	>10	0,15	0,32	0,58	0,055
Ba	-	-	-	-	-	10	130	83	15
Pb	<0,5	0,5-1	1-2	2-10	>10	0,025	0,02	0,01	0,072
Cd	<0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-5	>5	0,005	0,02	0,004	0,004
Co	-	-	-	-	-	0,025	0,8	0,5	0,017
Cu	<20	20-200	200-1000	1000-2000	≥2000	3,2	1,3	0,29	5,3
Cr	<0,5	0,5-5	5-10	10-50	≥50	0,13	< 0,05	< 0,05	0,13
Hg	< 0,005	0,005-0,01	0,01-0,05	0,05-1	> 1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ni	<0,5	0,5-2	2-10	10-20	≥20	1,8	6,3	5,9	1,6
V	-	-	-	-	-	0,36	0,094	0,026	0,45
Zn	<5	5-10	10-100	100-1000	>1000	22	8,1	11	31

Tabell 8.3. Analysresultat avseende petroleumkolväten i grundvatten.

Provpunkt				Holländska Riktvärden- Miljöskydd		SM119	SM201	SM212	SM215
Ämne	Enhet	Ångor i byggnad	Miljörisker Ytvatten	Ingen påverkan	Kraftig påverkan				
Bensen	mg/l	0,05				< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050
Toluen	mg/l	7				< 0,0010	< 0,0010	0,0073	< 0,0010
Etylbensen	mg/l	6				< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
M/P/O- Xylen	mg/l	3				< 0,0010	< 0,0010	0,0034	< 0,0010
Alifater >C5-C8	mg/l	3	0,3			< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C8-C10	mg/l	0,1	0,15			< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C10-C12	mg/l	0,025	0,3			< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C5-C12	mg/l					< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Alifater >C12-C16	mg/l		3			< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C16-C35	mg/l		3			< 0,050	< 0,050	0,095	< 0,050
Alifater >C12-C35	mg/l					< 0,050	< 0,050	0,11	< 0,050
Aromater >C8-C10	mg/l	0,8	0,5			< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Aromater >C10-C16	mg/l	10	0,12			< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Aromater >C16-C35	mg/l	25	0,005			< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050
Summa PAH med låg molekylvikt	µg/l	2000	120			< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Summa PAH med medelhög molekylvikt	µg/l	10	5			< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Summa PAH med hög molekylvikt	µg/l	300	0,5			< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Cyanid (tot)	µg/l			10	1500	< 1,0	<u>11</u>	<u>15</u>	< 1,0

8.2.3 Porluft

Resultat av kemiska analyser på porluft redovisas i **Tabell 8.4**. Kopior på fullständiga analysprotokoll redovisas i **Bilaga 4**. Rapporteringsgränsen för 1,2-Dikloreten, trikloreten samt bensen överskrider aktuella bedömningsgrunder. Structor har därför på beställarens anmodan kontaktat ALS Scandinavia AB för att utreda detektionsgränserna av rapporterade halter. ALS har svarat att detektions-gränsen för aktuell analysmetod motsvaras av 3 gånger standard-avvikelsen för standardblank och rapporterings-gränsen motsvarar 10 ggr standardavvikelsen. Därför kan detektionsgränsen anges till < 3 avseende 1,2-Dikloreten, trikloreten samt bensen.

Tabell 8.4. Tillämpade riktvärden för ämnen i inomhusluft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) tillsammans med uppmätta halter i porluft inom fastigheten Gasklockan 15.

Ämne	Riktvärde inomhusluft	SMPL15	SMPL17	SMPL18
Diklormetan	50	<30	<30	<30
1,1-Dikloreten	200	<20	<20	<20
trans-1,2-Dikloreten	60	<20	<20	<20
1,1-Dikloreten	500	<20	<20	<20
cis-1,2-Dikloreten	60	<20	<20	<20
1,2-Dikloreten	3,6	<3* (<10)	<3* (<10)	<3* (<10)
1,1,1-Trikloreten	800	<20	<20	<20
Triklormetan	140	<20	<20	<20
Tetraklormetan	6,1	<20	<20	<20
Trikloreten	2	<3* (<10)	<3* (<10)	<3* (<10)
Tetrakloreten	200	<8	<10	<8
1,1,2,2-Tetrakloreten	-	<8	<8	<8
1,1,2-Trikloreten	-	<10	<10	<10
Vinylklorid	100	<20	<20	<20
Bensen	1,7	<3* (<10)	<3* (<10)	<3* (<10)
Toluen	260	<10	<10	<10
Etylbensen	770	<8	<8	<8
Xylen	100	<8	<8	<8
Styren	1000	<8	<8	<8
n-Hexan	700	<20	<20	<20
n-Heptan	-	<5	<6	<5
Cyklohexan	6000	<10	<10	<10
Aceton	30 000	<20	<20	<20
MTBE	3000	<10	<10	<10
2-Butanon (MEK)	5000	<20	<20	<20
4-Metyl-2-pentanone (MIBK)	3000	<40	<50	<40
Monoklorbensen	71	<20	<20	<20
1,2-Diklorbensen	130	<20	<30	<20
1,3-Diklorbensen	130	<9	<10	<9
1,4-Diklorbensen	130	<10	<10	<10
1,2,4-Trimetylbensen	60	<10	<10	<10
1,3,5-Trimetylbensen	60	<10	<10	<10
n-Propylbensen	1000	<10	<10	<10

*Detektionsgränsen = <3, Rapporteringsgränsen = < 10.

9 REPRESENTATIVA HALTER

9.1 Föroreningar i jord

För att beskriva långtidsrisker för människor och miljö är t.ex. beräknade medelhalter och 90%-il-halter mer representativa än uppmätta maxhalter. Orsaken är att människor, eller populationer av andra organismer, inte befinner sig på exakt samma punkt 365 dagar om året, utan i längden snarare exponeras av genomsnittliga halter inom området. Under vintertid antas exponeringen av ytliga föroreningar begränsas ytterligare. 90%-il-halten beskriver jämförelsevis ett betydligt mera konservativt scenario än medelhalten. För föroreningar vars riktvärde styrs och begränsas av skydd för miljön kan medelhalter tillämpas. Föroreningar vars riktvärden begränsas av hälsa bör dock bedömas med försiktighet i de förekommande fall samtliga rådande exponeringsvägar för jord är aktuella inom undersökningsområdet.

I **Tabell 9.1** nedan redovisas maxhalter samt beräknade medel- och 90%il-halter, för ämnen vars enskilda maxhalter överskrider de generella riktvärdena för KM.

Tabell 9.1. Sammanställning av statistisk bearbetning av analysresultat från 2016 och 2019 med avseende på metaller vars enskilda värden överskrider Naturvårdsverkets generella riktvärden avseende KM.

Ämne	antal	Medel	90%il	Max
Arsenik	56	4	7	26
Kobolt Co	56	9	15	20
Kvicksilver Hg	56	0,06	0,08	1,6
PAH-M	55	0,2	0,3	4,1
PAH-H	55	0,3	0,4	4,6
Oljeindex (>C10-C40)	10	65	147	150

9.2 Föroreningar i grundvatten

Uppmätta halter i grundvattenprov bedöms som enskilda halter.

9.3 Föroreningar i porluft

Uppmätta halter i porluft bedöms som enskilda halter.

10 KONCEPTUELL MODELL

Den konceptuella platsmodellen beskriver kopplingarna mellan föroreningskälla, spridnings- och exponeringsvägar, skyddsobjekt, geologi samt markanvändning och används som en utgångspunkt för riskbedömningen. Vilka hälsorisker som är förknippade med föroreningar i mark beror bland annat på hur människor inom området kan komma att exponeras för föroreningarna. Områdets planerade markanvändning och var i marken föroreningarna förekommer är därför av betydelse för risken.

Fastigheten kommer idag och i framtiden kunna besökas regelbundet av allmänheten. Markytorna är idag och kommer i framtiden att vara i huvudsak hårdgjorda, vilket innebär att människor på fastigheten ej kommer att exponeras för föroreningar i betydande omfattning.

Odling av prydnadsväxter och buskar antas komma bli aktuellt. Odling av grönsaker etc. antas ej bli aktuellt men kan ej uteslutas helt.

Inget uttag av vatten för dricksvatten kommer ske. I Naturvårdsverkets beräkningsverktyg har exponeringsvägarna "intag via dricksvatten" ej medräknats då området i framtiden förutsätts komma att försörjas med kommunalt dricksvatten. Inga övriga begränsningar av markanvändningen har preliminärt valts för området.

I **Tabell 10.1** redovisas ett förslag till konceptuell modell avseende Känslig Markanvändning.

Tabell 10.1. Konceptuell modell för planerad markanvändning (KM) inom fastigheten Gasklockan 15.

Förorenande ämnen	Föroreningskällor	Spridnings- och transportvägar	Exponeringsvägar (hälsa)	Skyddsobjekt		
				Människor	Miljö	Naturresurser
Olje-kolväten (alifatiska och aromatiska ämnen samt PAH)	Ytlig markförorening	Utlakning till yt- och grundvatten	Hudkontakt	Daglig vistelse av barn och vuxna	Ytvatten ekosystem	Ytvatten
Metaller	Omättad zon	Spridning via grundvatten och avrinning	Inandning av ånga inomhus och utomhus	Yrkesverksamma i daglig verksamhet	Markmiljö	Grundvatten
Cyanid (tot)	Förorening i fri fas	Spridning via ledningsgravar	Intag av grödor	Yrkesverksamma som arbetar tillfälligt (markarbeten etc)		
	Mättad zon	Förångning				
	Förorenat grundvatten					
	Förorenade byggnader (oljeavskiljare, smörgrogrop etc)					

I **Tabell 10.2** presenteras de hälso- och miljöbaserade delriktvärden som Naturvårdsverket beräknat avseende KM. De gråmarkerade cellerna visar vilken faktor som är styrande för riktvärdet.

Tabell 10.2. Naturvårdsverkets delriktvärden för ett urval av parametrar där det generella riktvärdet avseende KM överskrids i ett eller flera prov. Resultat för oljeindex ej medräknat då analysen omfattar en mängd olika fraktioner av petroleumkolväten. Envägs-koncentrationer saknas och kan ej bedömas utifrån ingående fraktioners enskilda egenskaper.

Ämne	Envägskoncentrationer							
	Intag av jord	Hud-kontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag av dricksvatten	Intag av växter	Justeringar Exponering andra källor	Hälsorisk-baserat riktvärde
Arsenik	4,8	33	360	Beaktas ej	Beaktas ej	2,8	1,7	1,7
Kobolt	88	3200	2700	Beaktas ej	Beaktas ej	30	22	22
Kvick-silver	5,8	210	2100	0,45	Beaktas ej	0,76	0,27	0,27
PAH-M	330	540	320	3,9	beaktas ej	34	3,4	3,4
PAH-H	6,6	11	32	820	beaktas ej	1,7	1,1	1,1

Ämne	Skydd av mark-miljö	Spridning Skydd mot fri fas	Skydd av grund-vatten	Skydd av ytvatten	Riktvärde hälsa, miljö, spridning	Bakgrunds-halt
Arsenik	20	beaktas ej	22	360	1,7	10
Kobolt	20	beaktas ej	22	240	20	10
Kvick-silver	5	beaktas ej	2,2	2,4	0,27	0,1
PAH-M	10	250	16	110	3,4	data saknas
PAH-H	2,5	50	5,3	150	1,1	data saknas

Som kan utläsas av **Tabell 10.2** styrs riktvärden för arsenik, kvicksilver, PAH-M och PAH-H av ett hälsoriskbaserat riktvärde (gråmarkerat) som justerats ned p.g.a. hänsyn till exponering från andra källor. Riktvärdet för kobolt styrs av skydd av markmiljön (gråmarkerat) som justerats ned på grund av bakgrundshalten.

I **Tabell 10-3** nedan redovisas maxhalter samt beräknade medel- och 90%il-halter, för ämnen vars enskilda maxhalter överskrider de generella riktvärdena för KM. Vidare jämförs halterna med beräknade riktvärden enligt Naturvårdsverkets beräkningsverktyg samt utifrån den konceptuella modellen. Riktvärdena redovisas även som uttagsrapport i **Bilaga 5**.

Tabell 10.3. Sammanställning av statistisk bearbetning av analysresultat för 2016 och 2019 med avseende på metaller jämfört med beräknade riktvärden avseende KM för området.

Ämne	antal	Medel	90%il	Max	KM
Arsenik	56	4	7	26	10
Kobolt Co	56	9	15	20	20
Kvicksilver Hg	56	0,06	0,08	1,6	0,25
PAH-M	55	0,19	0,27	4,1	3,4
PAH-H	55	0,27	0,41	4,6	1,1
Oljeindex (>C10-C40)	10	65	147	150	100

11 BEDÖMNING

11.1 Föroreningssituation

11.1.1 Jord

Resultaten visar på maxhalter av arsenik, kobolt, kvicksilver, PAH-M och -H överskridande KM.

Beräknade medel- och 90% il-halter för samtliga ämnen underskrider KM.

Uppmätta maxhalter och beräknad 90% il av totalhalter petroleumkolväten (oljeindex) överskrider med en faktor 1,2-1,5 tillämpade riktvärden för KM. Medelhalten underskrider dock tillämpade riktvärden.

Förorening i mark förekommer dock ställvis i plan (maxhalter). Prov (SM206:2 Ny) med förhöjd halt kvicksilver, är belägen strax intill provpunkt SM:206 där ingen förhöjd halt kvicksilver uppmätts. I provpunkt (SM210:2) har förhöjd arsenikhalt uppmätts relativt KM. Enligt fältprotokollet noterades misstänkt rödfyr i provet. I prov (SM210:3) har halter PAH-M och -H uppmätts överskridande KM. I prov (SM213:1) har halter PAH-H uppmätts överskridande KM.

Sammanfattningsvis indikerar således erhållna analysresultat, att fyllningen ovanpå torrskorpeleran, ställvis är förorenad i halter överskridande KM. Utförda analyser på jordprov uttagna i moränen uppvisar generellt låga halter men ställvis förhöjda halter av petroleumkolväten, relativt tillämpade jämförvärden.

11.1.2 Grundvatten

Organiska ämnen

Samtliga halter underskrider SPI:s riktvärde avseende ångor i byggnad samt miljörisker i ytvatten.

I provpunkter SM201 och SM212 överskrider Holländska riktvärdet "Ingen påverkan" avseende cyanid (tot) marginellt.

Metaller

Uppmätta totalhalter av metaller är mycket låga till måttliga, enligt SGU.

11.1.3 Porluft

Inga halter överskrider tillämpade riktvärden. Laboratoriets detektionsgräns för enstaka parametrar (1,2 dikloretan, trikloretan samt bensen) överskrider tillämpade riktvärden. Provmetoden medger dock ej lägre detektionsgräns än den standardblank som ansatts för metoden. Structor bedömer att de resultat för porluft som erhållits, indikerar att betydande risk för ånginträngning i byggnad ej föreligger.

11.2 Förenklad riskbedömning

En förenklad riskbedömning för nuvarande samt den planerade exponeringssituationen inom undersökningsområdet kan göras genom att jämföra uppmätta laboratoriehalter med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark. Negativ påverkan på hälsa och miljö av en förorening i mark och vatten kan enbart ske om det finns en förorening överstigande en viss halt, ett skyddsobjekt (t ex människor, recipient, vattentäkt) samt en exponerings-/spridningsväg, se **Figur 11.1** nedan. Följaktligen innebär inte enbart förekomsten av en förorening automatiskt en risk för negativa effekter på hälsa och miljö.



Figur 11.1. Illustrationsfigur som visar att negativ påverkan av en förorening föreligger då det finns förorening, spridningsvägar och skyddsobjekt. Saknas ett av de tre objekten föreligger ingen risk. Bearbetad från Naturvårdsverket 2009b.

11.2.1 *Risk för människa*

De föroreningar som kan medföra hälsorisker vid känslig markanvändning (KM), enligt Naturvårdsverkets beräkningsmodell är arsenik, kvicksilver, PAH-M och -H. Halterna bedöms dock endast kunna vara förknippade med betydande risk för människor om det föreligger exponering. I dagsläget är området hårdgjort med asfalt, vilket sammantaget bedöms medföra en måttlig risk för direkt-exponering och/eller intag av jord, annat än vid schaktarbeten. Eventuell ång-transport av flyktiga organiska föroreningar, genom byggnadskonstruktioner, kan även innebära risker. Uppmätta halter och beräknade 90%-iler indikerar att halterna ej bedöms vara förknippade med betydande hälsorisker.

11.2.2 *Risk för miljön*

Som nämnts i kapitel 9.1 ovan är beräknade medel- och 90% -iler till fördel vid miljöbedömningar av halter i jord.

Beräknade 90%-il- samt medelhalter av samtliga ämnen, underskrider de miljöriskbaserade riktvärdena. Uppmätta halter i jord bedöms sammanfattningsvis, i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsmodell, därför ej kunna utgöra betydande risk för markmiljön.

Uppmätta halter i grundvatten bedöms ej vara förknippade med betydande miljörisker.

11.2.3 *Risk för grundvatten och ytvatten*

Grundvattnet i moränen är ställvis påverkat av cyanid (tot) och metaller. Dock är halterna låga till måttliga i jämförelse med tillämpade riskbaserade jämförvärden. Grundvatten inom tidigare samt nu undersökta provpunkter, bedöms ej vara förorenat av petroleumkolväten i betydande omfattning. Någon betydande risk för förorening i närliggande ytvatten bedöms ej föreligga.

11.2.4 *Spridningsvägar*

Grundvattenbildning bedöms ske främst i de områden där markytan ej är asfalterad. Området är i huvudsak hårdgjort, varför mängden infiltrerande nederbörd bedöms som liten.

Grundvattnet inom området bedöms ej som rimligt att ta ut som dricksvatten under en över-skådlig framtid och därmed bedöms inte grundvattnet utgöra något särskilt skyddsobjekt. Grundvattnet bedöms dock ha ett skyddsvärde i sig betraktat som naturresurs. Spridning via ytvattnet, erosion eller via damning bedöms som låg till obefintlig då området är hårdgjort, flackt och föroreningarna även förekommer en bit under markytan.

Sannolikt varierar grundvattnets strömningshastighet inom den genomsläppliga fyllningen och den tätare torrskorpelera/lera dominerar de naturliga jordlagren i området. Under transporten kommer eventuella föroreningar i grundvatten att spädas och fastläggas i olika omfattning, beroende på fysikaliska och kemiska förutsättningar.

12 BEDÖMNING OCH REKOMMENDATIONER

Uppmätta och beräknade halter av metaller, petroleumkolväten och cyanid (tot) i jord och grundvatten, i nu utförd undersökning, bedöms i enlighet med Naturvårdsverkets generella riktvärden ej vara förknippade med betydande hälso- och miljörisker. Uppmätta halter av flyktiga kolväten i porluft bedöms i enlighet med tillämpade riktvärden ej vara förknippade med betydande hälsorisker.

Petroleumkolväten av fraktionerade alifater och aromater har ej kunnat identifieras i de nordvästra provpunkterna (SM201-202) och östra provpunkterna (SM212-215). Förhöjda totalhalter petroleumkolväten (oljeindex) förekommer i moränen vid 2 provpunkter (SM201 samt SM212). Resultaten bekräftar misstanken om viss påverkan av oljeförorening i vattenförande morän.

Mot bakgrund av vetenskapen om oljeförorening i morän kring del av nordöstra och nordvästra delen av fastigheten, vid provpunkterna SM201 och SM212, rekommenderas att försiktighet bör iakttas vid eventuella arbeten vid dessa områden i närhet av fastighetsgränser.

Erhållna resultat från samtlig provtagning i jord och grundvatten, indikerar dock inte att kompletterande provtagning och avgränsning kan motiveras inom detta delområde.

13 ÖVRIGT

Enligt 10 kap. 11 § Miljöbalken ska den som äger eller brukar en fastighet, oavsett om området tidigare ansetts förorenat, genast underrätta tillsynsmyndigheten om det upptäcks en förorening på fastigheten och föroreningen kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. Vi rekommenderar att denna rapport delges Miljöförvaltningen i Örebro kommun.

Provtagningsstrategi och urval av analysparametrar är grundade på erfarenhetsmässiga bedömningar och branschpraxis. Av naturliga skäl kan dock inte uteslutas att det finns förorening i punkter/områden t.ex. under byggnader som inte har undersökts eller att det förekommer ämnen och föreningar som inte analyserats.

Structor Miljöteknik AB

2020-06-02

Anders Stenqvist

BIL 1A
SITUATIONSPLAN MED
PROVPUNKTER I JORD OCH
GRUNDVATTEN

BIL 1B
SITUATIONSPLAN MED
PROVPUNKTER I PORLUFT

BIL 2 SAMMANSTÄLLNING ANALYSRESULTAT JORD

BIL 3A FÄLTPROTOKOLL JORD

BIL 3B FÄLTPROTOKOLL GRUNDVATTEN

BIL 4 ANALYSRAPPORTER

BIL 5 UTTAGSRAPPORT RIKTVÄRDEN