

RAPPORT

Kaveltorps före detta koppar- och blyverk

Reviderad riskbedömning

Framställd för:

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)

Insänd av:

Golder Associates AB

Lilla Bommen 6
411 04, Göteborg, Sverige

031-700 82 30

19126409

2021-06-24_ rev 2021-12-03



Distributionslista

Sveriges geologiska undersökning

Ljusnarsbergs kommun

Länsstyrelsen i Örebro län

Golder Associates AB

Revidering 2021-12-03

Föreliggande rapport utgör en revidering av rapporten daterad 2021-06-24. Revideringar har gjorts i avsnitt:

3.0: Justering från 23 till 3 ha, skrivfel

3.2: Förtydligande avseende bly.

Sedan rapporten skrevs har det framkommit andra uppgifter avseende dagvattenhantering. Golder hade först fått uppgiften om att dagvattnet tidigare släpptes i eget system rakt ut i Garhytteån men att det nu togs upp av det kommunala dagvattennätet. Det visar sig dock sedan att även det kommunala nätet det går rakt ut i ån utan hantering. Dagvatten omnämns i avsnitt 9.3.1. Någon justering har dock ej gjorts i rapporten avseende dagvatten.

Innehållsförteckning

1.0	INLEDNING	1
2.0	GENERELL RISKBEDÖMNINGSMETODIK	1
3.0	OMRÅDESBESKRIVNING	3
3.1	Geologi och hydrogeologi	4
3.2	Recipient	5
3.3	Övriga skyddsvärden	5
4.0	SAMMANFATTNING AV TIDIGARE GENOMFÖRD HUVUDSTUDIE, SWECO 2014	5
5.0	FÖRORENINGSSITUATIONEN	6
5.1	Jord	6
5.1.1	Ytlig jord	7
5.1.2	Djup jord.....	10
5.2	Grundvatten.....	12
5.3	Ytvatten	14
5.4	Provtagning av växter	16
6.0	KARAKTÄRISERING	17
6.1	Totalhaltsbestämning	18
6.2	Sekventiella lakförsök	18
6.2.1	Slagg	18
6.2.2	Blandad fyllning.....	19
6.2.3	Ytlig fyllning	20
6.2.4	Biotillgänglighet.....	20
6.3	UBM-test	21
6.4	Skakförsök, syrabasberäkning och fuktkammarförsök	22
7.0	ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL	22
8.0	PROBLEMBESKRIVNING	23
8.1	Dimensionerande föroreningar.....	23
8.2	Skyddsobjekt	23
8.3	Spridningsvägar	24
8.4	Exponeringsvägar	24

8.5	Konceptuell modell	25
9.0	FÖRORENINGSSPRIDNING.....	25
9.1	Spridning till grundvatten.....	25
9.1.1	Teoretiskt metallpåslag i grundvatten	26
9.1.1.1	Flödesuppskattning	26
9.1.2	Mängdberäkningar	27
9.2	Spridning till och i recipienten	27
9.3	Övriga spridningsvägar	28
9.3.1	Teoretiskt metallpåslag till ytvatten	28
10.0	PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN.....	30
11.0	RISKBEDÖMNING UNDERSÖKNINGSOMRÅDET	31
11.1	Hälsorisker	31
11.1.1	Långtidseffekter.....	31
11.1.1.1	Boende.....	31
11.1.1.2	Anläggningsarbetare.....	32
11.1.2	Akut toxicitet – arsenik	33
11.1.3	Korttidseffekter	34
11.1.4	Intag av växter.....	34
11.2	Miljörisker	34
11.2.1	Marklevande organismer	34
12.0	RISKBEDÖMNING RECIPIENTEN	35
12.1	Hälsorisker ytvatten.....	35
12.2	Miljörisker	35
13.0	OSÄKERHETER	36
14.0	SAMLAD BEDÖMNING.....	36
14.1	Samlad hälsoriskbedömning	36
14.2	Samlad miljöriskbedömning	37
14.3	Samlad bedömning över risker för recipienten	37
14.4	Uppfyllelse av de övergripande åtgärds målen.....	38
15.0	SLUTSATS.....	39
16.0	REFERENSER.....	40

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1: Statistiska beräkningar av samtliga analysresultat från jordprovtagning i yttlig jord (0-ca 0,5 m u my). Jämförelse görs mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för Känslig Markanvändning (KM), Mindre Känslig Markanvändning (MKM) samt mot Avfall Sveriges kriterier för Farligt Avfall (FA). Antal analyser över rapporteringsgräns (detektionsgräns) redovisas inom parentes. Enhet mg/kg TS.	7
Tabell 2: Statistiska beräkningar av resultat från XRF-mätningar i yttlig jord (0-0,5 m u my). Jämförelse görs indikativt mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för Känslig Markanvändning (KM), Mindre Känslig Markanvändning (MKM) samt mot Avfall Sveriges kriterier för Farligt Avfall (FA). Antal analyser över detektionsgräns redovisas inom parentes. Enhet ppm (mg/kg).	9
Tabell 3: Statistiska beräkningar av samtliga analysresultat från jordprovtagning i djup jord (>0,5 m u my). Jämförelse görs mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för Känslig Markanvändning (KM), Mindre Känslig Markanvändning (MKM) samt mot Avfall Sveriges kriterier för Farligt Avfall (FA). Antal analyser över rapporteringsgräns (detektionsgräns) redovisas inom parentes. Enhet mg/kg TS.	11
Tabell 4: Statistiska beräkningar av resultat från XRF-mätningar i yttlig jord (0-0,5 m u my). Jämförelse görs mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för Känslig Markanvändning (KM), Mindre Känslig Markanvändning (MKM) samt mot Avfall Sveriges kriterier för Farligt Avfall (FA). Antal analyser över detektionsgräns redovisas inom parentes. Enhet ppm (mg/kg).	11
Tabell 5: Bedömningsgrunder för grundvatten, SGU rapport 2013:01.	13
Tabell 6: Analysresultat från provtagning av grundvatten av Golder 2020 redovisade i medelhalter.	13
Tabell 7: Statistiska beräkningar från grundvattenprovtagning genomförd av Golder och Sweco. Uppfärgning enligt Tabell 5. Antal analyser över rapporteringsgräns (detektionsgräns) redovisas inom parentes.	14
Tabell 8: Sammanställning av analysresultat från ytvattenprovtagning, filtrerade prover, Golder 2020. Jämförelsen görs mot MKN eller RAIS om svenskt jämförelsevärde saknas.	15
Tabell 9: Sammanställning av analysresultat, maxhalter, från ytvattenprovtagning, ofiltrerade prover, Golder 2020.	15
Tabell 10: Indikativa jämförelsevärden för uppmätta halter i växter.	16
Tabell 11: Sammanställning av resultat från provtagning av maskrosor med tillhörande jord samt bär, Sweco 2014, samt växter, Golder 2020. Indikativ jämförelse av vinbär, svamp och nypon enligt Tabell 10. Enhet mg/kg TS.	17
Tabell 12: Resultat från bestämning av totalhalter metaller i olika fyllnadsmaterial. Jämförelse görs mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för känslig samt mindre känslig markanvändning (NV-KM samt NV-MKM) samt Avfall Sveriges kriterier för FA.	18
Tabell 13: Biotillgänglighet representerad av lakningssteg 1-3. Enhet %.	21
Tabell 14: Biotillgänglighet för utvalda metaller i slagg, blandad fyllning samt yttlig jord i allmän mark och i privat jord. I privat jord har inga sekventiella lakförsök genomförts. Resultat från sekventiell lakning jämförs mot resultat från UBM-test i provet "mage-tarm". Enhet procent.	21
Tabell 15: Sammanställning av dimensionerande ämnen för jord, grundvatten och ytvatten.	23
Tabell 16: Beräkning av grundvattenflöde. Resultat och ingående beräkningsparametrar.	26
Tabell 17: Teoretisk in- och utgående metalltransport från undersökningsområdet. Metaller som i föreliggande rapport utpekats som dimensionerande har markerats i rosa.	27
Tabell 18: Parametrar för beräkning av metallspridning via ytvatten från Kaveltorp.	29
Tabell 19: Teoretisk utgående metalltransport via ytvatten från undersökningsområdet. Metaller som i föreliggande rapport utpekats som dimensionerande har markerats i rosa.	29

Tabell 20: Platsspecifika riktvärden framtagna av Sweco 2014. Enhet mg/kg TS.....	30
Tabell 21: Platsspecifika envägskoncentrationer för boende, utifrån ett KM-perspektiv. Enhet mg/kg TS.....	31
Tabell 22: Jämförelse av representativa halter (UCLM ₉₅) mot platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärden. Enhet mg/kg TS.....	32
Tabell 23: Jämförelse av representativa halter (UCLM ₉₅) mot platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärden samt NV-MKM. Enhet mg/kg TS.....	33
Tabell 24: Akuta risker med avseende på arsenik. Enhet mg/kg TS.....	33
Tabell 25: Risk för korttidseffekter från bly och kadmium i yttlig och djup jord. Jämförelse av maxhalt uppmätt vid laboratorieanalys görs mot Naturvårdsverkets riktvärde för korttidseffekter. Enhet mg/kg TS.....	34
Tabell 26: Jämförelse av representativa halter (UCLM ₉₅) i yttlig och djup jord mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för markmiljö, känslig markanvändning (KM), för dimensionerande ämnen inom undersökningsområdet. Enhet mg/kg TS.....	35

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1: Illustration av miljö-/hälsorisk av en förorening.....	2
Figur 2: Illustration av miljö-/hälsorisk av en förorening inkl. olika typer av barriärer som kan minska eller eliminera risken (illustration av Hammar T, 2004).....	2
Figur 3: Undersökningsområdet.....	4
Figur 4: Resultat från yttlig jordprovtagning genomförd av Örebro Universitet (2009), Sweco (2014) och Golder (2020).....	8
Figur 5: Resultat från mätningar med XRF-instrument i Golders provtagning (yttlig jord). Barium har exkluderats ur resultaten.....	10
Figur 6: Resultat från djup jordprovtagning (0,5-6,6 m u my).....	12
Figur 7: Utfall av sekventiell lakning av slagg.....	19
Figur 8: Utfall av sekventiell lakning på blandad fyllning.....	19
Figur 9: Utfall av sekventiell lakning på yttlig fyllning.....	20
Figur 10: Konceptuell modell för undersökningsområdet.....	25

BILAGOR

BILAGA A

Uttagsrapporter UCLM₉₅ - yttlig

BILAGA B

Uttagsrapporter UCLM₉₅ - djup

BILAGA C

Situationsplan provtagningspunkter

BILAGA D

Beräkning - Platsspecifika riktvärden

1.0 INLEDNING

Golder Associates AB (Golder) har på uppdrag av Sveriges geologiska undersökning (SGU) genomfört åtgärdsförberedande undersökningar samt uppdatering av en tidigare upprättad huvudstudie för Kaveltorps koppar- och blyverk, Ljusnarsbergs kommun (Sweco 2014). Tidigare utredningar har visat att marken inom området är förorenad med bland annat bly, kadmium och zink.

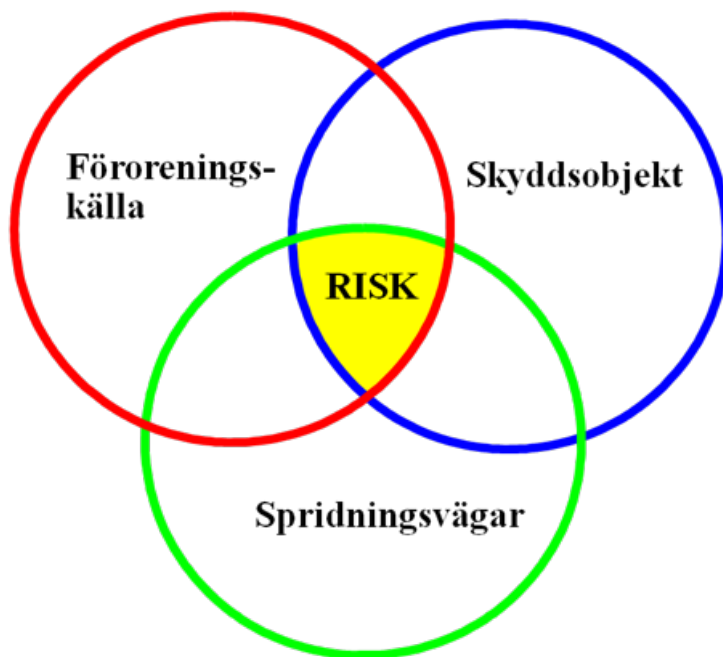
I den reviderade huvudstudien för projektet Kaveltorp ingår följande rapporter:

- Fältrapport
- Spridningsutredning och karaktärisering av utfyllnadsmaterial
- Reviderad riskbedömning
- PM Geoteknik inklusive geoteknisk markundersökningsrapport (MUR)
- Åtgärdsutredning

Riskbedömningen omfattar de föroreningar som uppmätts i förhöjda halter i förhållande till tillämpade jämförvärden inom det undersökta området och som kan kopplas till den tidigare verksamheten. Målsättningen med föreliggande rapport är att ge en sammanfattande bild av föroreningssituationen och av eventuell pågående spridning samt att utreda huruvida några risker för negativa effekter på människors hälsa eller miljön föreligger utifrån dagens markanvändning. En översiktlig bedömning görs med avseende på hur riskbilden kan komma att förändras i ett framtida perspektiv.

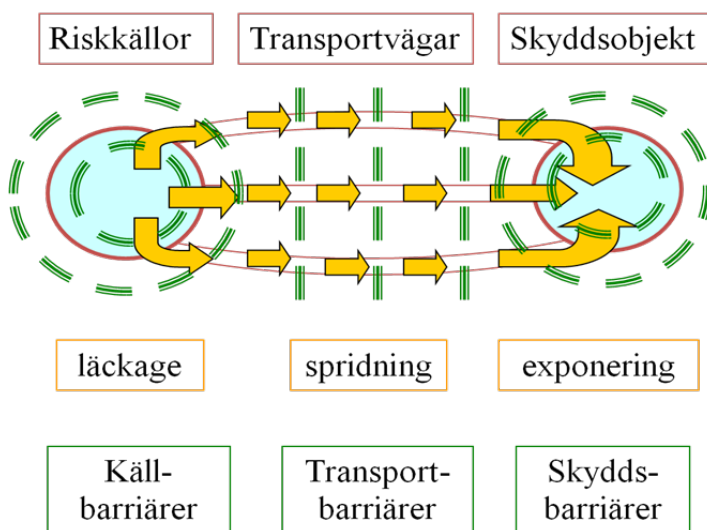
2.0 GENERELL RISKBEDÖMNINGSMETODIK

Risk uttrycks vanligen som sannolikheten för och konsekvensen av en händelse som kan medföra skada på skyddsobjekt, exempelvis människors hälsa eller miljön (NV, 2009a). För att ett förorenat område ska utgöra en risk krävs en föroreningskälla där föroreningen är tillgänglig eller kan transporteras till platser där ett skyddsobjekt kan exponeras (se Figur 1). För att en risk ska föreligga måste exponeringen vara av sådan omfattning att den kan ge upphov till negativ effekt på skyddsobjektet. Enbart förekomsten av en förorening innebär således inte automatiskt en risk för negativ påverkan. Enligt Naturvårdsverkets riskbedömningsvägledning (NV, 2009b) utförs en riskbedömning om avstämning mot bakgrundshalter eller andra tillämpliga jämförvärden indikerar att ett område är förorenat.



Figur 1: Illustration av miljö-/hälsorisk av en förorening.

Även om det finns en föroreningskälla, ett skyddsobjekt och en spridningsväg däremellan kan det finnas olika former av barriärer som förhindrar eller begränsar skyddsobjekts exponering för föroreningen och därmed förhindrar att det föreligger någon risk för skyddsobjektet, se Figur 2.



NV:s riskbedömningsmetodik utgörs av följande fyra moment:

- I **problembeskrivningen** identifieras och karaktäriseras de föroreningar som bedöms vara relevanta för riskbedömningen, liksom potentiella spridnings- och exponeringsvägar samt relevanta skyddsobjekt. Problembeskrivningen sammanfattas i en konceptuell modell som illustrerar hur potentiellt miljö- och hälsoskadliga ämnen från det förorenade området kan spridas till och exponera skyddsobjekten.

relevanta beskrivningen av föroreningsituationen (exponeringen) i ett område utan att risken underskattas. Beräkning av representativ halt görs vanligen med hjälp av statistisk bearbetning av analysresultat. Även faktorer som biologisk tillgänglighet, nedbrytbarhet och ackumulation kan inkluderas i exponeringsanalysen.

- I **effektanalysen** bestäms den föroreningshalt under vilken risken för negativa effekter bedöms som acceptabel. I en förenklad riskbedömning representerar vanligen riskbaserade jämförelsekriterier dessa negativa effekter. Dessa kriterier kan vara generella eller plats specifika riktvärden för jord, dricksvattenkvalitetskriterier, riktvärden för skydd av akvatiskt liv etc. Dessa kriterier utgör då acceptabla risknivåer. I en fördjupad riskbedömning utförs ytterligare beräkningar och/eller modelleringar för att kvantifiera risken.
- **Risikkaraktäriseringen** omfattar en utvärdering av negativa miljö- och hälsoeffekter som kan orsakas av exponering från ett förorenat område och baseras i en förenklad riskbedömning vanligen med en jämförelse mellan representativa halter i olika medier eller en beräknad exponering och riskbaserade jämförelsekriterier. Vidare utreds eventuella osäkerheter som identifierats under arbetet med riskbedömningen.

3.0 OMRÅDESBESKRIVNING

Det aktuella undersökningsområdet, Figur 3, är omkring 3 ha stort och beläget i centrala Kopparberg, Ljusnarsbergs kommun. Inom området har ett koppar- och blyverk drivits mellan mitten på 1800-talet fram till 1900-talets början. Under verksamhetsåren framställdes garkoppar och verk bly ur malm från närliggande Kaveltorpsfältet genom olika rostnings-, fällnings och smältningsprocesser.

Området nyttjas idag huvudsakligen som bostadsområde och är till stor del bebyggt med flerfamiljshus. Inom nordöstra delen av undersökningsområdet finns även en privatbostadsfastighet. Till övrig markanvändning inom objektet hör anlagda gräsytor, asfalterade eller grusade gång- och cykelbanor samt park- och lektytor. I områdets nordvästra del, på den plats där smältverket tidigare stod, finns idag en brandstation. Områdets detaljplan är från 1970 och anger just bostäder, parkeringsytor samt område för allmänt ändamål (brandstationen).

Undersökningsområdet avgränsas i nord/nordöst av Garhytteån och i övriga delar i huvudsak av en väg, Konstmästaregatan. Avgränsningen är gjord utifrån den tidigare verksamheten samt den känsliga markanvändningen, flerbostadshuset och privatbostaden.



Figur 3: Undersökningsområdet

3.1 Geologi och hydrogeologi

Under asfalt och gräsytor återfinns fyllnadsmassor med varierande innehåll ovan naturligt sand- och siltlager. Djup till berg bedöms utifrån genomförda fältundersökningar vara mellan 5-10 meter i norr samt 10-20 meter i de mest södra delarna av området. Fyllnadsmassorna utgörs generellt av sand med inslag av grus och sten och varierar i mäktighet och övrig sammansättning. I norra och nordöstra delarna av området uppgår mäktigheten på fyllnaden till ca 6-7 m att döma av utförd geofysik och borring. I dessa delar har även betydande inblandning av kol- och tegelrester samt gruvavfall i form av framförallt slagg men även krossat gråberg observerats såväl ytligt som mot djupet. Slaggavfallet består huvudsakligen av gröngråa eller blågråa, oxiderade bitar vars kantiga och porösa form tydligt pekar på att de härrör från smältning. I slänten mot Garhytteån ligger slagg och annat fyllnadsmaterial delvis i dagen.

I de centrala delarna av området är marken inte fullt lika utfylld som i norr och även inblandningen av avfall i massorna är betydligt mindre. Vid borring konstateras fyllningen bestå av bland annat slagg och gruvavfall.

I söder och sydost utgörs marken huvudsakligen av ett decimetertjockt, gräsbevuxet, mullager överlagrandes ett ca 0,2-0,5 m tjockt lager av sandig fyllning med ställvisa inslag av slagg, krossat gråberg, tegelrester och kolbitar. Under fyllningen återfinns naturligt avsatta lager av silting sand och sandig silt.

5.0 FÖRORENINGSSITUATIONEN

Provtagning har genomförts i jord, grund- och ytvatten samt biota inom undersökningsområdet av Sweco (2014) samt kompletterande undersökningar av Golder under år 2020. Analyser har genomförts med avseende på olika metaller samt i vissa fall även fysikalisk-kemiska parametrar såsom pH.

Ingen provtagning av sediment har genomförts, varken i samband med Swecos huvudstudierapport eller Golders uppföljning, då det vid tidigare undersökningar inte varit möjligt att påträffa ackumulationsbottnar i Garhytteån. Inga undersökningar har heller genomförts med avseende på annat akvatiskt liv, såsom fisk, varken av Sweco eller av Golder.

5.1 Jord

Då antalet analyser för jord är stort redovisas statistik istället för enskilda resultat över de uppmätta halterna i tabellerna nedan, tillsammans med jämförelse mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig respektive mindre känslig markanvändning (KM och MKM), samt för jämförelsens skull även Avfall Sveriges kriterier för farligt avfall (FA). Områdets markanvändning bedöms motsvara KM i och med att området är bebyggt med bostäder. Invid brandstationen bedöms markanvändningen däremot motsvara MKM. Hela området riskbedöms utifrån en känslig markanvändning.

Vid beräkning av statistik har halter under laboratoriets rapporteringsgräns generellt ansatts till halva rapporteringsgränsen. Vid beräkning av den övre 95-procentiga konfidensgränsen för medelvärdet (UCLM) i US EPAs program ProUCL 5.1 hanteras halter under rapporteringsgränsen av programvaran. ProUCL togs ursprungligen fram just i syfte att beräkna statistiska intervall för analysvärden från ett förorenat område. UCLM₉₅ kan sägas representera ett värde som det verkliga medelvärdet med 95 % sannolikhet underskrider. Sannolikheten att den verkliga medelhalten är högre än UCLM₉₅ är 5 %, vilket är en nivå som generellt bedöms vara acceptabel vad gäller riskbedömning av förorenade områden. Se även fältrapporten (Golder 2021a) för mer information om statistik och analysresultat per delområde.

Se BILAGA A och BILAGA B för samtliga uttagsrapporter.

Nedan redovisas statistisk sammanställning av jordprovtagning genomförd av Örebro Universitet (förstudie år 2012), Sweco (huvudstudie år 2014) samt Golder (2021a). Sammanställningen är uppdelad på yttlig jord (0-ca 0,5 meter under markyta, m u my) samt djup jord (>0,5 m u my). Indelningen är gjord utifrån att skyddsobjekten, dvs människor och markmiljö, främst exponeras för den ytliga jorden.

Inom området har även ett stort antal fältmätningar med XRF genomförts på yttlig jord av Golder under 2020 samt på yttlig och djup jord av Örebro universitet (2012). Separata statistiska beräkningar har genomförts för dessa resultat. Tillsammans med resultat från jordprover ger de en indikativ bild av föroreningssituationen inom undersökningsområdet.

I tabellerna redovisas enbart de metaller som bedömts vara relevanta för den verksamhet som har bedrivits. Resultat för övriga metaller som har analyserats redovisas i fältrapporten (Golder 2021a). Vid markundersökningar har relativt höga järn- samt svavelhalter uppmätts. Järn är vanligt förekommande grundämne i mark och berggrund och förekommer ofta naturligt i höga halter. Hög halt svavel kan vara en indikation på eventuellt sur jord eller surt grundvatten, vilket kan påverka vittringsprocessen hos materialet vid kontakt med syre.

5.1.1 Ytlig jord

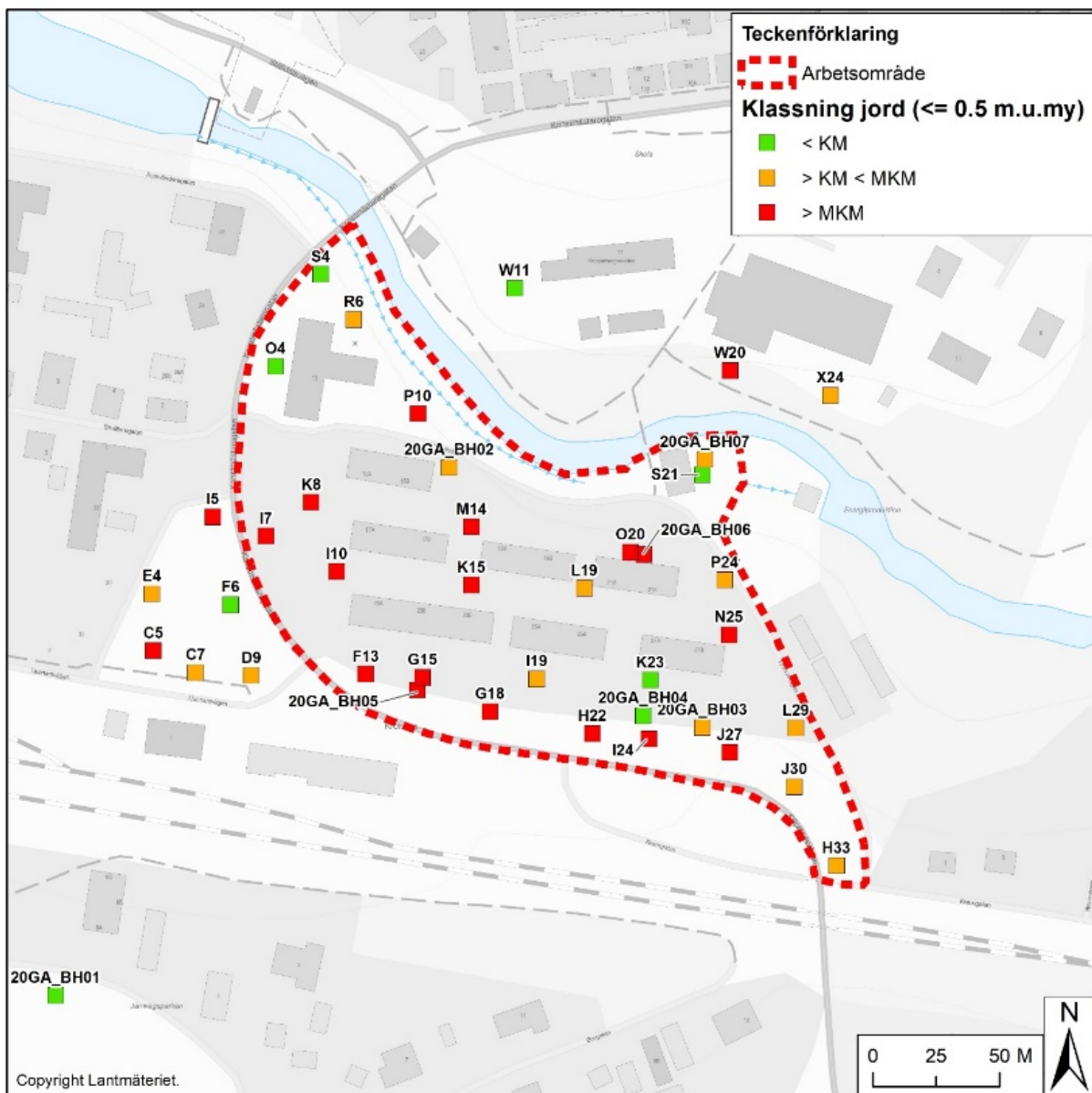
I Tabell 1 nedan redovisas resultat från statistiska beräkningar av analyserade jordprover i ytlig jord, exklusive XRF-mätningar. I Figur 4 redovisas resultaten på karta, där högsta halten styr infärgningen då flera prover har tagits i samma punkt. I sammanställningen i tabellen har prover utanför undersökningsområdet exkluderats.

Tabell 1: Statistiska beräkningar av samtliga analysresultat från jordprovtagning i ytlig jord (0-ca 0,5 m u my). Jämförelse görs mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för Känslig Markanvändning (KM), Mindre Känslig Markanvändning (MKM) samt mot Avfall Sveriges kriterier för Farligt Avfall (FA). Antal analyser över rapporteringsgräns (detektionsgräns) redovisas inom parentes. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Antal (det)	Min	Median	Medel	UCLM	Max	KM	MKM	FA
Antimon	8 (8)	0,2	0,5	0,6	-	1,8	12	30	10 000
Arsenik	41 (43)	0,3	2	3	4	18	10	25	1 000
Barium	43 (43)	14	36	57	113	471	200	300	50 000
Bly	43 (43)	7	359	1 071	1 661	11 800	50	400	2 500
Kadmium	40 (43)	0,1	0,7	1,1	1,7	7	0,8	12	1 000
Kobolt	43 (43)	1	3	4	6	13	15	35	1 000
Koppar	43 (43)	5	180	442	636	3 240	80	200	2 500
Krom	43 (43)	4	8	8	9	23	80	150	10 000
Kvicksilver	9 (43)	0,07	0,10	0,17	0,56	0,72	0,25	2,5	50
Molybden	21 (21)	0,3	1	1	2	4	40	100	10 000
Nickel	43 (43)	2	3	3	4	9	40	120	1 000
Vanadin	43 (43)	7	11	12	13	32	100	200	10 000
Zink	43 (43)	26	390	703	974	3 780	250	500	2 500

Sammanställningen visar att bly, kadmium, koppar, kvicksilver och zink förekommer i halter över KM sett till UCLM- och maxhalter, där bly, koppar och zink förekommer i högsta halter (över MKM i medel- och UCLM-halt och överstigande FA sett till maxhalter). Kvicksilver har dock enbart uppmätts över rapporteringsgräns i nio av de 43 analyserade proverna. Vidare har maxhalterna arsenik och barium uppmätts över KM eller MKM.

De högsta halterna bly har påträffats vid husbyggnad i västra delen av området och högsta halten koppar i södra utkanten av undersökningsområdet.



Figur 4: Resultat från ytlig jordprovtagning genomförd av Örebro Universitet (2009), Sweco (2014) och Golder (2021a).

Halter över KM och MKM förekommer över hela området. En viss avgränsning kan ses i områdets nordvästra utkant, inom brandstationsområdet. Förhöjda halter förekommer även inom skolans område norr om Garhytteån, vilket kan indikera att fyllnadsmassor/gruvavfall förekommer även på flera områden inom Kopparberg.

I Tabell 2 redovisas resultat från statistiska beräkningar från XRF-mätningar i ytlig jord genomförda inom området. XRF-instrumentet gör inte skillnad på lösta metaller och beståndsdelar i stenar och annat mineral i jorden, vilket har blivit extra tydligt vid mätning av barium. I resultatsammanställningen i Figur 5 har därför barium exkluderats, då halterna översteg MKM i de flesta mätpunkterna, vilket inte stämmer överens med resultat från de analyserade jordproverna.

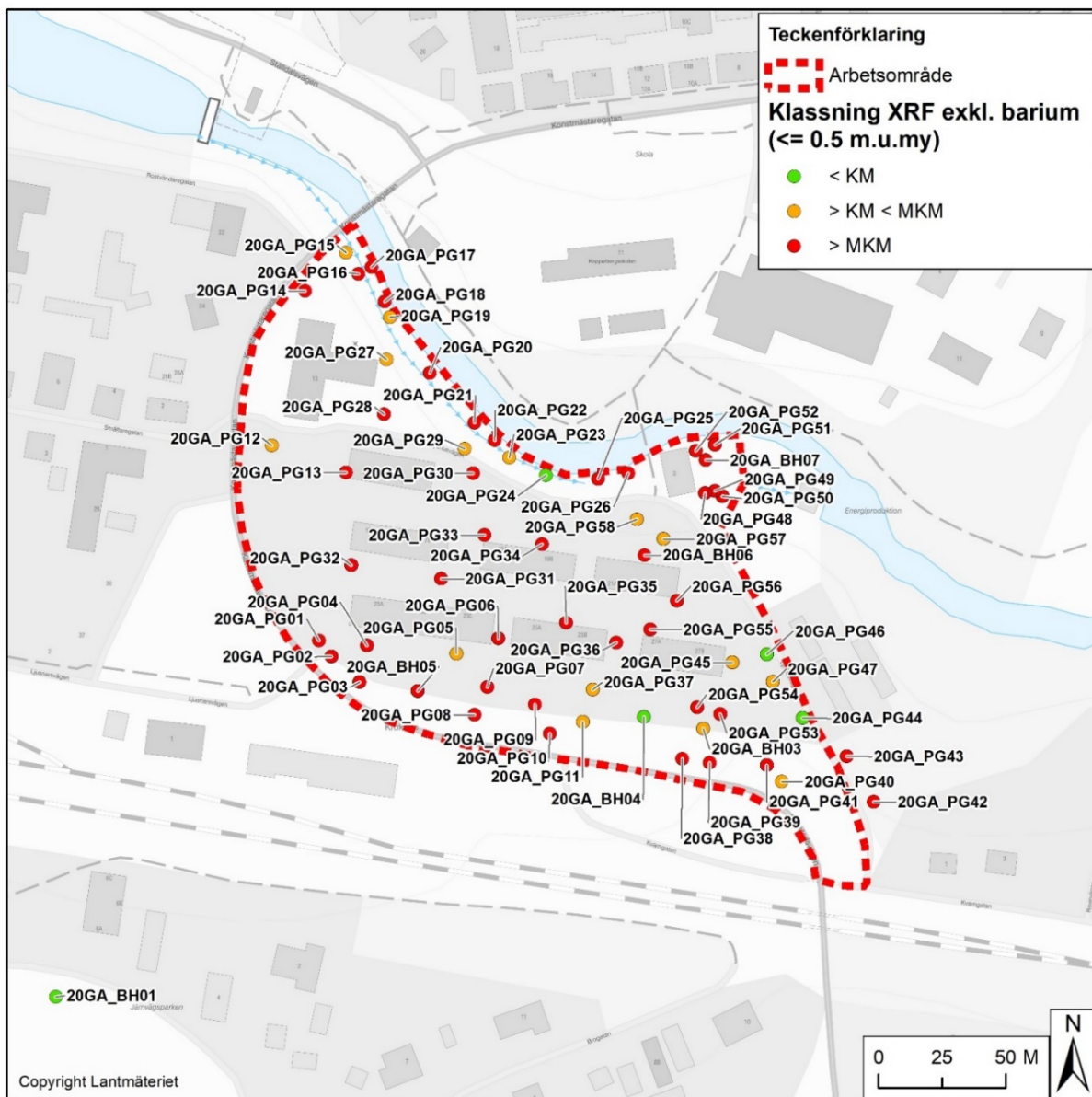
Jämförelse görs indikativt mot Naturvårdsverkets generella riktvärden samt Avfall Sveriges kriterier för farligt avfall.

Tabell 2: Statistiska beräkningar av resultat från XRF-mätningar i ytlig jord (0-0,5 m u my). Jämförelse görs indikativt mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för Känslig Markanvändning (KM), Mindre Känslig Markanvändning (MKM) samt mot Avfall Sveriges kriterier för Farligt Avfall (FA). Antal analyser över detektionsgräns redovisas inom parentes. Enhet ppm (mg/kg).

Ämne	Antal (det)	Min	Median	Medel	Max	KM	MKM	FA
Arsenik	42 (138)	2	16	22	109	10	25	1 000
Barium	137 (138)	26	335	314	674	200	300	50 000
Bly	135 (138)	11	288	1 111	36 500	50	400	2 500
Kadmium	17 (138)	0	5	10	84	0,8	12	1 000
Kobolt	16 (138)	2	4	25	274	15	35	1 000
Koppar	128 (138)	7	115	301	4530	80	200	2 500
Krom total	131 (138)	5	33	32	74	80	150	10 000
Kvicksilver	0 (138)	-	-	-	-	0,25	2,5	50
Molybden	22 (138)	0	1	6	23	40	100	10 000
Nickel	14 (138)	3	4	4	7	40	120	1000
Vanadin	27 (138)	8	15	36	290	100	200	10 000
Zink	138 (138)	18	365	1057	36 700	250	500	2 500

Sammanställning av resultat från XRF-mätningarna indikerar att framförallt barium, bly, koppar och zink förekommer i höga halter i flera punkter. Även arsenik, kadmium, kobolt och vanadin förekommer ställvis i höga halter sett till maxhalt.

De extremt höga maxhalterna av bly och zink kommer från XRF-mätningar genomförda i förstudien (Örebro Universitet, 2012) och kan bero på att fältmätning har genomförts på ren slaggprodukt. Även högsta halten koppar kommer från XRF-mätning genomförd av Örebro Universitet. Proverna kommer från parkeringsyta i norra delen av området. Om dessa prover skulle exkluderas blir medelvärdet för bly 847 ppm (maxhalt 8000 ppm) och för zink 796 ppm (maxhalt 10 028 ppm).



Figur 5: Resultat från mätningar med XRF-instrument i Golders provtagning (ytlig jord). Barium har exkluderats ur resultaten.

Resultat från de mer omfattande XRF-mätningarna visar, precis som resultat från laboratorieanalyserna att metallhalter över KM och MKM påträffas över hela området. Halter över MKM har påvisats även inom brandstationsområdet i nordvästra delen.

5.1.2 Djup jord

I Tabell 3 nedan redovisas sammanställning av statistiska beräkningar från laboratorieanalyser i djup jord och i Figur 6 redovisas resultaten på karta.

Tabell 3: Statistiska beräkningar av samtliga analysresultat från jordprovtagning i djup jord (>0,5 m u my). Jämförelse görs mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för Känslig Markanvändning (KM), Mindre Känslig Markanvändning (MKM) samt mot Avfall Sveriges kriterier för Farligt Avfall (FA). Antal analyser över rapporteringsgräns (detektionsgräns) redovisas inom parentes. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Antal (det)	Min	Median	Medel	UCLM	Max	KM	MKM	FA
Antimon	5 (7)	0,1	0,1	0,1	-	0,3	12	30	10 000
Arsenik	54 (62)	0,3	1	5	16	122	10	25	1 000
Barium	62 (62)	11	33	72	150	580	200	300	50 000
Bly	62 (62)	3	169	1 892	4 702	15 500	50	400	2 500
Kadmium	48 (62)	0,1	0,4	4	9,5	42	0,8	12	1 000
Kobolt	62 (62)	1	4	5	7	25	15	35	1 000
Koppar	62 (62)	3	162	878	1 622	6600	80	200	2 500
Krom	62 (62)	3	8	9	11	36	80	150	10 000
Kvicksilver	16 (62)	0,02	0,10	0,19	0,66	1,73	0,25	2,5	50
Molybden	23 (26)	0,1	1	2	4	10	40	100	10 000
Nickel	62 (62)	1	3	4	4	10	40	120	1000
Vanadin	62 (62)	2	11	12	14	38	100	200	10 000
Zink	62 (62)	9	185	1 338	2 349	8290	250	500	2 500

Av tabellen framgår att bly, koppar och zink förekommer i halter över MKM och/eller FA även i djup jord, sett som medelhalt och/eller UCLM₉₅. Maxhalterna för arsenik, barium och kadmium överstiger MKM, och kobolt och kvicksilver KM.

Högsta halterna bly har uppmätts i prov från fyllnadsmaterial uttaget vid parkeringen i väst, Sweco 2014 på djupet 0,6-1 m u my. Högst halt zink och koppar har båda uppmätts på djupare jord än 3,5 meter inom brandstationsområdet.

Resultat från XRF-mätningar i djup jord, genomförda i samband med förstudien (Örebro universitet, 2012), redovisas i Tabell 4 nedan.

Tabell 4: Statistiska beräkningar av resultat från XRF-mätningar i ytlig jord (0-0,5 m u my). Jämförelse görs mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för Känslig Markanvändning (KM), Mindre Känslig Markanvändning (MKM) samt mot Avfall Sveriges kriterier för Farligt Avfall (FA). Antal analyser över detektionsgräns redovisas inom parentes. Enhet ppm (mg/kg).

Ämne	Antal	Min	Median	Medel	Max	KM	MKM	FA
Arsenik	13	2	5	5	14	10	25	1 000
Barium	13	14	33	45	128	200	300	50 000
Bly	13	13	2 140	2 624	8 420	50	400	2 500
Kadmium	13	0	2	4	19	0,8	12	1 000
Kobolt	13	2	5	5	11	15	35	1 000
Koppar	13	5	679	1 092	3 200	80	200	2 500
Krom total	13	4	6	8	29	80	150	10 000
Kvicksilver	13	1	1	1	2	0,25	2,5	50
Molybden	13	0	1	1	3	40	100	10 000
Nickel	13	3	3	4	5	40	120	1000
Vanadin	13	8	12	12	15	100	200	10 000
Zink	13	82	1 160	1 801	6 660	250	500	2 500

motsvarar generellt Svenska Livsmedelsverkets dricksvattenkriterier för respektive ämne, och i jämförelsen nedan bedöms en halt vara förhöjd om denna gräns överskrids. SGUs bedömningsgrunder med tillståndsklasserna är inte framtagna för förorenade områden, utan avser grundvatten generellt. I andra hand har internationella dricksvattenkriterier använts, främst från världshälsoorganisationen (WHO). För kobolt och vanadin har amerikanskt regionalt jämförvärde använts, som egentligen avser kranvatten (US EPA Regional Screening Levels (RSL)). Detta är egentligen inte relevant för det aktuella undersökningsområdet, eftersom inget uttag av grundvatten för dricksvattenändamål sker, men ger en konservativ nivå att relatera de uppmätta halterna till.

Tabell 5: Bedömningsgrunder för grundvatten, SGU rapport 2013:01.

Ämne	Enhet	Bedömningsgrunder för grundvatten					Övrigt
		Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5	
Arsenik	µg/l	<1	2	5	10	≥10	
Barium	µg/l						1300 (WHO)
Järn	mg/l	<0,1	0,2	0,5	1	≥1	
Kadmium	µg/l	<0,1	0,5	1	5	≥5	
Kobolt	µg/l						6 (US EPA RSL)
Krom	µg/l	<0,5	5	10	50	≥50	
Koppar	µg/l	<20	200	1000	2000	≥2000	
Kvicksilver	µg/l	<0,005	0,01	0,05	1	≥1	
Molybden	µg/l						100 (US EPA RSL)
Nickel	µg/l	<0,5	2	10	50	≥50	
Bly	µg/l	<0,5	1	2	10	≥10	
Zink	µg/l	<5	10	100	1000	≥1000	
Vanadin	µg/l						100 (US EPA RSL)

I Tabell 6 nedan redovisas medelhalten av fyra provtagningstillfällen (filtrerade vattenprover) genomförda av Golder under 2020 i grundvattenrören inom området, uppfärgade enligt klassindelningen i Tabell 5. Vid fälttillfälle i augusti 2020 var grundvattenrör 13SW_GV04 torrt och således redovisas enbart tre resultat från detta grundvattenrör. Halter under rapporteringsgräns har ansatts med halva rapporteringsgränsen (gäller främst kvicksilver).

Se BILAGA C för placering av provtagningspunkter.

Tabell 6: Analysresultat från provtagning av grundvatten av Golder 2020 redovisade i medelhalter. Provpunkt 13SW_GV013 betecknas i vissa sammanhang även R19.

Ämne	Enhet	20GA_GV01	20GA_GV02	20GA_GV03	13SW_GV01	13SW_GV03	13SW_GV04
Antal prov		4	5*	4	4	4	3
Arsenik	µg/l	0,1	3,4	0,5	0,6	0,3	0,4
Barium	µg/l	13	40	46	56	38	106
Järn	mg/l	0,01	0,7	0,6	3	5	1
Kadmium	µg/l	0,01	12	4	0,2	136	0,2
Kobolt	µg/l	0,3	4,7	2,2	1,4	4,9	2,1
Krom	µg/l	0,1	0,8	1	2,2	6,9	0,2
Koppar	µg/l	1,6	156	10	11	35	18
Kvicksilver	µg/l	<0,002	<0,002	0,01	0,004	0,01	0,015
Molybden	µg/l	0,8	0,5	0,5	26,4	0,8	0,3
Nickel	µg/l	0,3	15,3	4,1	4,9	10,7	1,6
Bly	µg/l	0,03	46	3	5	15	2
Zink	µg/l	1	1956	446	39	9933	52
Vanadin	µg/l	0,8	990	1,5	17	3911	14

*Vid provtagningstillfället i kvartal 1 togs duplikatprover

Sammanställningen visar att järn, kadmium, bly, vanadin, zink och till viss del även nickel förekommer i förhöjda halter i grundvattnet, både i jämförelse mot grundvattnet i GV01, som är ett referensrör, samt mot SGUs bedömningsgrunder för grundvatten. Bedömningsgrunden för järn är framtagen för att skydda ledningar mot rostutfällningar. Riktvärdet är således inte riskbaserat och järn bedöms därför inte vara ett dimensionerande ämne i detta sammanhang. Vanadin förekommer ställvis i förhöjda halter i grundvattnet, men inte i beaktansvärd omfattning i jord. Förekomsten av vanadin skulle därför kunna ha en annan föroreningskälla, alternativt finnas naturligt i berggrunden.

I Tabell 7 redovisas statistiska beräkningar för grundvattenprovtagning genomförda av både Sweco (2-3 tillfällen) samt Golder (3-5 tillfällen) i grundvattenrören som redovisas i Tabell 6 ovan. Halter under rapporteringsgräns har liksom tidigare ansatts till halva rapporteringsgränsen. I sammanställningen har provtagningar i GA_GV01 exkluderats, då de avser att vara en referenspunkt. Jämförelse av uppmätta halter görs mot värden i Tabell 5.

Tabell 7: Statistiska beräkningar från grundvattenprovtagning genomförd av Golder och Sweco. Uppfärgning enligt Tabell 5. Antal analyser över rapporteringsgräns (detektionsgräns) redovisas inom parentes.

Ämne	Enhet	Antal	Min	Median	Medel	Max
Arsenik	µg/l	31 (21)	0,03	0,5	1	10
Barium	µg/l	24 (24)	4	41	54	146
Kadmium	µg/l	30 (30)	0,03	4	47	311
Kobolt	µg/l	31 (31)	0,3	2	10	115
Krom	µg/l	31 (26)	0,1	0,3	1,8	27
Koppar	µg/l	31 (31)	1	8	41	315
Kvicksilver	µg/l	31 (7)	0,001	0,003	0,008	0,04
Molybden	µg/l	31 (26)	0,1	0,4	18	185
Nickel	µg/l	31 (31)	0,4	6	10	42
Bly	µg/l	31 (24)	0,03	0,7	12	144
Zink	µg/l	31 (31)	0,1	142	4475	38 700
Vanadin	µg/l	31 (31)	0,1	0,9	767	15 600

Sammanställningen visar att sett till föroreningssituationen inom området som helhet förekommer kadmium, kobolt, nickel, bly, zink och vanadin i förhöjda halter (över klass 4 eller motsvarande) sett till både medel- och maxhalter. Vidare förekommer även arsenik, molybden och krom i förhöjda halter sett till maxhalter, men inte till medelhalter. Vanadin kan, som tidigare nämnts, eventuellt komma från en annan föroreningskälla än det före detta koppar- och blyverket, då halterna i jord är förhållandevis låga.

5.3 Ytvatten

Provtagning av ytvatten genomfördes av Sweco vid två tillfällen vid två punkter i Garhytteån, en nedströms och en uppströms om undersökningsområdet. Golder har genomfört uppföljande provtagning av ytvatten i tre punkter, uppströms, nedströms samt sidströms om undersökningsområdet. Provtagningen har genomförts en gång per kvartal under 2020. Resultatet av Golders provtagningar redovisas i Tabell 8 och Tabell 9.

Vattenproverna har analyserats både filtrerat och ofiltrerat, i syfte att se eventuella skillnader samt fånga upp eventuell partikelbunden spridningen i ofiltrerade prover. Vid provtagningstillfället i februari uttogs både filtrerade samt ofiltrerade vattenprover för analys, i maj och november enbart ofiltrerade och i augusti utfördes analys enbart på filtrerade vattenprover.

Halterna i de filtrerade proverna (Tabell 8) jämförs i första hand med svenska värden i form av MKN, som avser filtrerade prover alternativt biotillgänglig halt. Med biotillgänglig avses den del av den lösta halten som antas kunna tas upp av vattenlevande organismer. Vidare tar MKN för bl.a. arsenik och zink hänsyn till naturliga bakgrundshalter, dvs. de avser det antropogena tillskottet. I andra hand har halterna jämförts med jämförvärden hämtade från Toxicological Benchmarks for Screening Potential Contaminants of Concern for Effects on Aquatic Biota (Suter and Tsao, 1996), redovisade i den amerikanska databasen RAIS (Risk Assessment Information Systems).

De uppmätta halterna i de ofiltrerade vattenproverna (Tabell 9) har i första hand jämförts med Kanadensiska vattenkvalitetskriterier (Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, CCME) som för de flesta ämnen är framtagna för totalhalter i ofiltrerade prover. Detta till skillnad från miljökvalitetsnormerna (MKN, HVMFS 2015:4), vilka avser filtrerat vatten. De kanadensiska haltkriterierna syftar till att långsiktigt skydda alla former av akvatiskt liv, under alla delar av livscykeln, inklusive de mest känsliga livsstadierna och de mest känsliga arterna. För flera av metallerna finns ekvationer för att ta fram riktvärden baserade på vattnets hårdhet (CaCO₃). Då denna inte är känd har det mest konservativa värdet använts.

Tabell 8: Sammanställning av analysresultat från ytvattenprovtagning, filtrerade prover, Golder 2020. Jämförelsen görs mot MKN eller RAIS om svenskt jämförvärde saknas.

Provpunkt	MKN/RAIS	Uppströms	Kaveltorp	Nedströms
Antal		2	3 ¹	3 ¹
Arsenik	0,5	0,5	0,4	0,5
Barium	4 ²	7	7	7
Kadmium	0,08	0,17	0,08	0,08
Kobolt	23 ²	0,1	0,1	0,7
Krom	3,4	0,2	0,3	0,2
Koppar	0,5 ³	3,0	5,8	6,9
Kvicksilver	0,07	0,003	0,003	0,003
Molybden	370 ²	0,3	0,3	0,3
Nickel	4	0,4	0,5	0,4
Bly	1,2	0,7	0,9	0,8
Zink	5,5 ³	35	39	49
Vanadin	20	0,3	0,3	0,2

1: Ett dubbelprov; 2: Jämförvärde från Suter och Tsao, 1996 (RAIS); 3: Avser biotillgänglig halt

Halterna arsenik, barium, kadmium, koppar och zink i de filtrerade vattenproverna överstiger MKN i prover tagna både uppströms, centralt utanför undersökningsområdet och nedströms om undersökningsområdet. Halterna är i de flesta fall i ungefär samma storleksordning uppströms som nedströms, vilket indikerar att inget beaktansvärt påslag av föroreningar sker från undersökningsområdet. Det ska noteras att hela den region inom vilken Kaveltorp ligger är synnerligen präglad av historisk gruvverksamhet vilket rimligen innebär att påslag av de aktuella metallerna sker spritt över ett stort område. För koppar och zink noteras dock något högre halter nedströms i jämförelse mot uppströms.

Tabell 9: Sammanställning av analysresultat, maxhalter, från ytvattenprovtagning, ofiltrerade prover, Golder 2020.

Provpunkt	MKN/RAIS	CCME		Uppströms	Kaveltorp	Nedströms
		Lång exp.tid	Kort exp.tid	4 ¹	3	3
Arsenik	0,5	5		0,3	0,3	0,3
Barium	4 ²			7	9	8
Kadmium	0,08	0,09	1	0,05	0,06	0,39

Provpunkt	MKN/RAIS	CCME		Uppströms	Kaveltorp	Nedströms
		Lång exp.tid	Kort exp.tid	4 ¹	3	3
Kobolt	23 ²			0,1	0,1	0,1
Krom	3,4			0,3	0,3	0,3
Koppar	0,5 ³	2		5,1	5,3	9,8
Kvicksilver	0,07	0,026		0,004	0,003	0,003
Molybden	370 ²	73		0,2	0,2	0,2
Nickel	4	25		0,7	0,7	0,5
Bly	1,2	1		1,0	1,1	1,1
Zink	5,5 ³	7	37	35	50	256
Vanadin	20 ²			0,4	0,4	0,3

1: Ett dubbelprov; 2: Jämförvärde från Suter och Tsao, 1996 (RAIS); 3: Avser biotillgänglig halt

I de ofiltrerade proverna noteras att de högsta uppmätta zinkhalterna är betydligt högre nedströms än uppströms. Det indikerar att en spridning av främst partikelbunden zink kan förekomma från området. Även koppar visar en något högre halt nedströms än uppströms, precis som i de filtrerade vattenproverna. I övrigt är halterna i samma storleksordning uppströms som nedströms. Zink har uppmätts i förhöjda halter i jord och grundvatten inom området. Halterna vanadin, som uppmättes i förhöjd halt i grundvatten, understiger tillämpade jämförvärden vid ytvattenprovtagningen.

Maxhalterna är generellt något högre i de ofiltrerade proverna i jämförelse mot de filtrerade, eller i samma storleksordning.

Vid Swecos undersökning bedömdes halterna i ytvattnet vara i samma storleksordning uppströms som nedströms undersökningsområdet och eventuellt påslag till Garhytteån bedömdes vara marginell.

5.4 Provtagning av växter

Sweco har genomfört provtagning av maskrosors blad och rötter med tillhörande jord samt svarta och röda vinbär. Resultatet redovisas i Tabell 11 nedan. Under 2020 genomförde Golder kompletterande analyser på svamp och nypon plockade inom området.

Livsmedelsverket har sammanställt analysdata från metaller i olika livsmedelsgrupper från perioden 1974-2015 (Livsmedelsverket 2016). I rapporten presenteras också gränsvärden eller andra jämförande värden för dagligt intag, i det fall det är aktuellt. I Tabell 10 nedan redovisas jämförvärden för bly och kadmium, för vilka resultat från Golders provtagning av svamp och nypon samt Swecos provtagning av vinbär jämförs indikativt. Det förväntade intaget av svamp och nypon från området bedöms generellt vara litet. Även vinbär bedöms vanligtvis intas i en begränsad mängd.

Tabell 10: Indikativa jämförvärden för uppmätta halter i växter.

Parameter	Bly*	Kadmium*
Frukt m fl (Gäller efter att frukten tvättats och den ätbara delen avskilt)		0,05 mg/kg
Frukt, utom bland annat vinbär	0,1 mg/kg	
Vinbär m fl	0,2 mg/kg	
Svampar utom trädgårdschampinjon, ostronmussling, ostronskivling, shiitake		1 mg/kg

*Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006

Tabell 11: Sammanställning av resultat från provtagning av maskrosor med tillhörande jord samt bär, Sweco 2014, samt växter, Golder 2020. Indikativ jämförelse av vinbär, svamp och nypon enligt Tabell 10. Enhet mg/kg TS.

Provtagningspunkt	Media	Bly	Kadmium	Koppar	Zink
Sweco					
B1301	Jord	189	0,48	55	200
	Växt	4,38	0,92	24,7	109
B1302	Jord	46,1	0,19	21,2	85,8
	Växt	1,59	0,44	21,6	116
B1303	Jord	116	0,18	34,3	66,8
	Växt	4,94	0,55	21,1	94,5
B1304	Jord	232	0,71	66,2	297
	Växt	9,05	1,46	17,1	452
B1305	Jord	334	0,85	75,7	417
	Växt	4,58	0,51	19,1	126
B1306	Jord	183	0,55	42,7	294
	Växt	3,34	1,38	18,9	386
B1307	Jord	150	1,18	56,4	720
	Växt	3,41	1,39	24,9	304
B1308	Jord	57,9	0,26	23,7	91,2
	Växt	1,73	0,65	16,3	195
Svarta vinbär	Växt	0,08	<0,006	4,48	21,1
Röda vinbär	Växt	0,23	0,08	5,98	15,3
Golder					
20GA_Svamp	Växt/frukt	0,489	0,0708	8,34	13,6
20GA_Nypon	Växt/frukt	0,104	<0,005	1,24	3,5

Vid jämförelse mot de jämförvärden som redovisas i Livsmedelsverkets rapport indikeras att halten bly i röda vinbär, svamp och nypon överskrids marginellt. Sweco gör i sin huvudstudie bedömningen att det sker ett upptag av kadmium och zink i väster, då halterna av dessa metaller är högre i växten (maskrosor) än i jorden.

Sammantaget indikerar de genomförda provtagningarna av metaller i växter att det inte går att utesluta att ett upptag av metaller sker.

6.0 KARAKTÄRISERING

I syfte att klargöra de geokemiska egenskaperna samt utreda eventuell utlakning i fyllnadsmassor inom området har materialkaraktärisering och spridningsutredning genomförts. Utredningen omfattade totalhaltsbestämning, skakförsök, sekventiella lakförsök, UBM-test¹, syrabasräkning samt fuktkammarförsök. Försöken har genomförts på samlingsprov på olika typer av fyllnadsmaterial (slagg, blandad fyllning samt ytlig fyllning) inom området. Resultaten, tillsammans med bland annat beräkningar, redovisas utförligt i separat rapport (Golder 2021b) samt sammanfattningsvis nedan.

¹ Unified Barge Method, en typ av sekventiellt lakförsök som syftar till att utreda oral biotillgänglighet av metaller i jord.

6.1 Totalhaltsbestämning

I Tabell 12 nedan redovisas resultat från totalhaltsbestämning för urval av metaller i slagg, blandad och yttlig fyllning. Jämförelse görs mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för känslig samt mindre känslig markanvändning (NV-KM respektive NV-MKM) och Avfall Sveriges kriterier för farligt avfall.

Tabell 12: Resultat från bestämning av totalhalter metaller i olika fyllnadsmaterial. Jämförelse görs mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för känslig samt mindre känslig markanvändning (NV-KM samt NV-MKM) samt Avfall Sveriges kriterier för FA.

Ämne	Slagg*	Blandad fyllning*	Yttlig fyllning**	NV-KM	NV-MKM	FA
Arsenik	2	20	4	10	25	1000
Barium	190	301	480	200	300	50000
Kadmium	0,2	1,4	1,4	0,8	12	1000
Kobolt	24	43	6	15	35	1000
Krom	11,44	9	19	80	150	1000
Koppar	1218	2955	294	80	200	2500
Nickel	5	5	6	40	120	1000
Bly	1105	1290	840	50	400	2500
Vanadin	11	13	31	100	200	10000
Zink	3535	3625	986	250	500	2500

* Avser medelhalter vid analys av två prover i respektive material; ** Avser samlingsprov bestående av delprover på yttlig fyllning från både allmän och privat mark

Resultaten visar att i slagg förekommer främst kobolt, koppar, bly och zink. I den blandade fyllningen förekommer även halter över jämförvärden med avseende på arsenik, barium och kadmium. I den yttliga fyllningen förekommer barium, kadmium, koppar, bly och zink i halter över NV-KM eller NV-MKM. Inga halter har uppmätts över FA i den yttliga fyllningen.

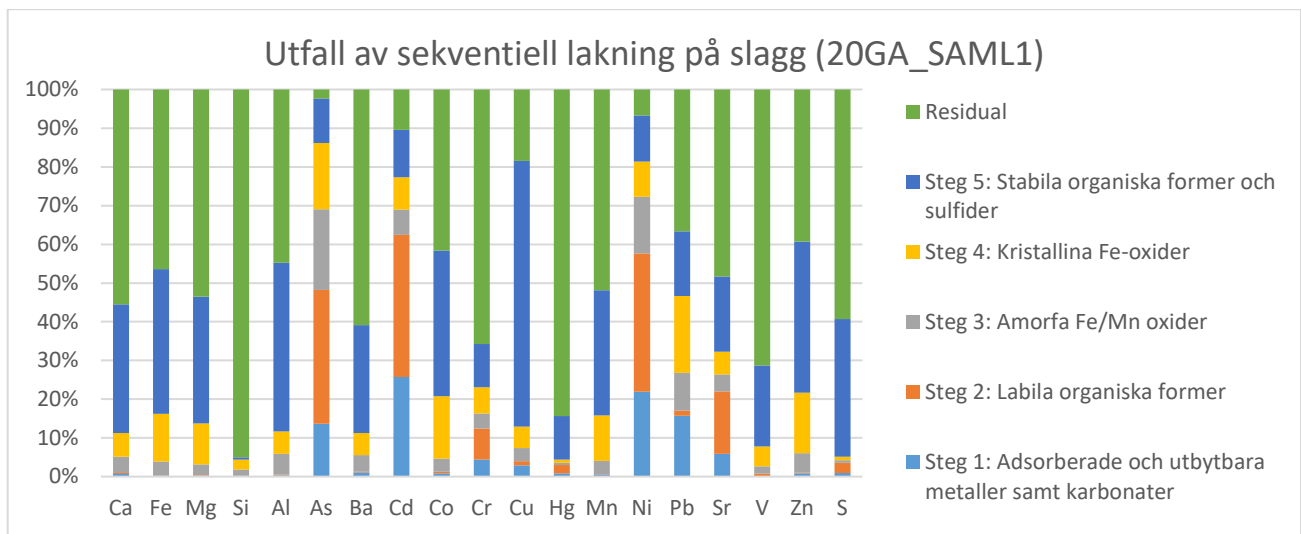
6.2 Sekventiella lakförsök

Analysmetoden innebär att provet i flera lakningssteg (sekventiellt) utsätts för lakningsvätskor med olika egenskaper för att efterlikna olika geokemiska miljöer i syfte att extrahera föroreningar som är partikelbundna till olika undersökningsmaterial.

I föreliggande projekt har de sekventiella lakningarna utförts i fem olika steg, där olika kemikalier tillsatts i varje steg, för att motsvara utlakningen av olika ämnen fastlagda i olika fraktioner. De tre första stegen kan användas för att göra en grov uppskattning av andelen av ett ämne som är biotillgängligt. Detta eftersom den frisättning av metaller som sker vid pH kring 1 under försökets tredje laksteg på ett ungefär kan förväntas återspegla mobiliseringen av metaller som kan ske till följd av den sura miljö som råder i magsäcken.

6.2.1 Slagg

Resultat från utfall av sekventiell lakning i slagg redovisas i Figur 7 nedan.

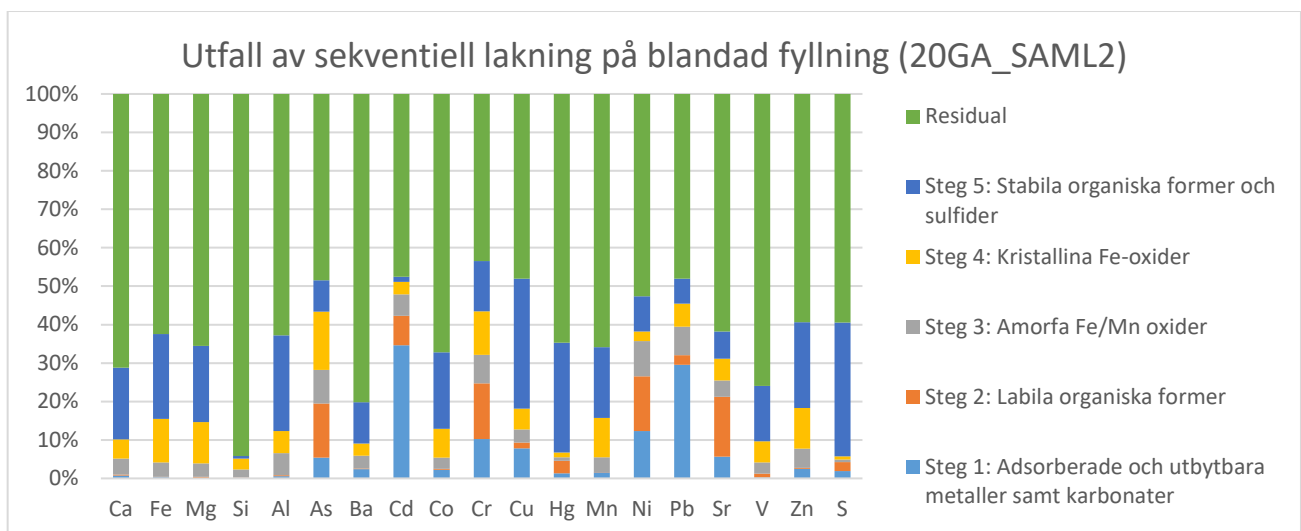


Figur 7: Utfall av sekventiell lakning av slagg

Resultat från utlakning av slagg tyder på att betydande andelar av metallerna är svårösliga och att dess fastläggning därför är mycket beständig mot förändrade geokemiska förhållanden såsom förändrade redox-förhållanden, försurning eller ökad vattengenomströmning. För de metaller som påvisats i höga halter i materialet, bly, zink, kobolt och koppar, har relativt omfattande utlakning observerats. Lakförsöken visar att de aktuella metallerna kunnat knytas till sulfidmineral (exempelvis zinkblände och blyglans), vilket innebär att dessa ämnens mobilitet styrs av i vilken omfattning slaggen exponeras för syre, eftersom syre medför att mineralen vittrar.

6.2.2 Blandad fyllning

I Figur 8 redovisas resultat från sekventiella lakförsök på blandad fyllning.



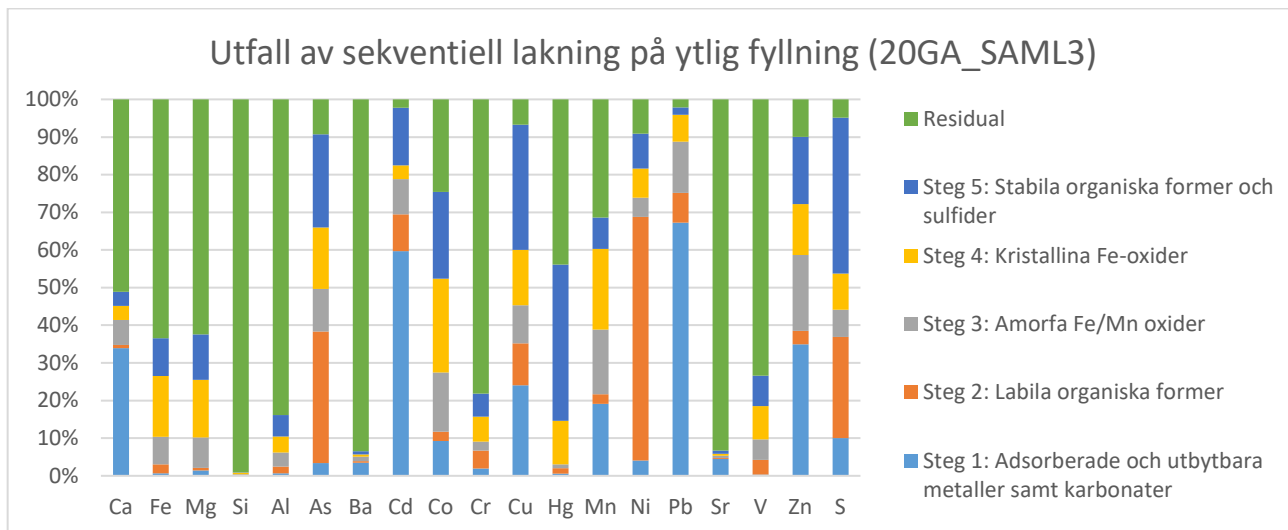
Figur 8: Utfall av sekventiell lakning på blandad fyllning.

Resultat från utlakning av blandade fyllningen visar liknande egenskaper som utlakning av slagg. Metallerna föreligger till stor del hårt bundet. Den teoretiskt maximala utlakningen kunde dock påvisas av främst arsenik (ca 52%), bly (ca 52%), kadmium (ca 52%) och koppar (ca 52%) samt till viss del även kobolt (ca 33%), zink (ca 41%) och barium (ca 20%). Sammantaget indikeras att resultaten av de olika lakstegen att svaga pH-sänkningar och ökad vattengenomströmning kan leda till en noterbart stegrad utlakning av framförallt arsenik,

bly och kadmium ur materialet. För zink och koppar kan framförallt förändrade redox-förhållanden påverka utlakningen.

6.2.3 Ytlig fyllning

I Figur 9 redovisas resultat från sekventiell lakning på ytlig fyllning.



Figur 9: Utfall av sekventiell lakning på ytlig fyllning.

Enligt resultaten har andelen metaller som kunnat påvisas i försöksresidualen (dvs hårt bundna silikat och oxidformer) varit betydligt lägre än vad som varit möjligt under övriga försök vilket indikerar att metallinnehållet är mer mobilt i den ytliga jorden än i övriga undersökta material.

Observerad utlakning visar att majoriteten av provets lagningsbara innehåll av kadmium, koppar, bly och zink, det vill säga de ämnen undantaget barium som uppmätts över åtminstone NV-KM i materialet, har frisatts redan under försökens inledning och sålunda varit möjliga att förknippa med svagt adsorberade och utbytbara specier. Därutöver framgår att zink, koppar och bly i någon mån även har varit möjliga att relatera till sulfidbundna faser samt till järn- och manganoxider i materialet.

Att övervägande stora andelar av den ytliga jordens utlakningsbara innehåll av kadmium, koppar, bly och zink har kunnat förknippas med adsorberade och utbytbara faser är en tydlig indikation på att dessa metaller inte utgör primära föroreningskällor i materialet utan tvärtom är resultat av antingen pågående eller historisk spridning från andra källor såsom exempelvis utlakning från närliggande slagg. Eftersom metallerna i så stor utsträckning har kunnat knytas till lösliga specier är det vidare sannolikt att ökad vattengenomströmning i kombination med svag pH-sänkning leder till en ökad metallmobilisering i materialet. Andra typer av geokemiska processer bedöms emellertid inte kunna påverka utlakningen nämnvärt.

6.2.4 Biotillgänglighet

Generellt går det att anta att den andel av ett ämne som lakar ut under de tre första stegen i en sekventiell lakning indikerar den biotillgängliga andelen. I Tabell 13 nedan redovisas en sammanställning av biotillgängligheten (uttryckt som en procentsats) för ett urval av metallerna.

Tabell 13: Biotillgänglighet representerad av lakningssteg 1-3. Enhet %.

Ämne	Slagg	Blandad fyllning	Ytlig fyllning
Järn	4	4	10
Arsenik	69	28	50
Barium	6	6	5
Kadmium	69	48	79
Kobolt	5	5	27
Krom	16	32	9
Koppar	7	13	45
Kvicksilver	4	6	3
Nickel	72	36	74
Bly	27	39	89
Vanadin	3	4	10
Zink	6	8	59

Av sammanställningen indikeras att biotillgängligheten varierar stort mellan olika ämnen och i vissa fall även mellan olika typer av testat material. Eftersom i första hand bly och zink föreligger i höga totalhalter föranleder observerade biotillgängliga andelar att risk för negativa hälsoeffekter till följd av intag av jord inte går att utesluta. Detta gäller i synnerhet ytlig fyllning med tanke på dess lättillgänglighet vad gäller såväl lokalisering som finkorniga karaktär.

6.3 UBM-test

Unified Barge Method (UBM) är en metod som syftar till att återskapa miljön i människans mag- och tarmkanal för att på så sätt möjliggöra en bedömning rörande oral biotillgänglighet av metaller i jord. Metoden påminner om det sekventiella lakningsförsöket då materialet sekventiellt utsätts för tre vätskor som vardera syftar till att simulera olika steg under matsmältningen.

Försöket utförs som två olika simuleringar där den första simuleringen "mage" syftar till att simulera miljön i magsäcken. I den andra simuleringen med benämning "mage-tarm" tillsätts ytterligare vätskor i syfte att simulera miljön i mag- och tarmkanalen. Efter de två simulationerna görs analyser på respektive lakningsvätska med avseende på metaller för att utifrån detta ge en uppfattning om metallens biotillgänglighet i händelse av att en person sväljer jord. I nedanstående jämförelse, Tabell 14, mellan genomförda sekventiella lakförsök (steg 1-3) och UBM-test har "mage-tarm" valts då detta efterliknar situationen i tunntarmen vilket är där upptaget sker (precis som för upptag av näringsämnen) och bäst illustrerar upptaget i människokroppen. I sammanställningen redovisas urval av metaller från tester på blandad fyllning samt ytlig jord i allmän mark och i privat mark. På den privata marken har enbart UBM-test genomförts och för slagg har enbart sekventiella lakförsök genomförts.

Tabell 14: Biotillgänglighet för utvalda metaller i slagg, blandad fyllning samt ytlig jord i allmän mark och i privat jord. I privat jord har inga sekventiella lakförsök genomförts. Resultat från sekventiell lakning jämförs mot resultat från UBM-test i provet "mage-tarm". Enhet procent.

Ämne	Slagg		Blandad fyllning		Ytlig jord i allmän mark		Ytlig jord i privat mark	
	Sekventiell lakning	Mage-tarm	Sekventiell lakning	Mage-tarm	Sekventiell lakning	Mage-tarm	Sekventiell lakning	Mage-tarm
Järn	4	-	4	0	10	0	-	0
Arsenik	69	-	28	8	50	28	-	26
Barium	6	-	6	2	5	4	-	3
Kadmium	69	-	48	37	79	38	-	35
Kobolt	5	-	5	22	27	19	-	26

Ämne	Slagg		Blandad fyllning		Ytlig jord i allmän mark		Ytlig jord i privat mark	
	Sekventiell lakning	Mage-tarm	Sekventiell lakning	Mage-tarm	Sekventiell lakning	Mage-tarm	Sekventiell lakning	Mage-tarm
Krom	16	-	32	0	9	1	-	1
Koppar	7	-	13	35	45	32	-	42
Nickel	72	-	36	1	74	4	-	7
Bly	27	-	39	1	89	3	-	2
Vanadin	3	-	4	2	10	6	-	5
Zink	6	-	8	5	59	7	-	5

Utifrån resultaten bedöms biotillgängligheten sammantaget vara måttlig. Försöken visar att flertalet av de metaller som påvisats i höga totalhalter (t ex koppar, kadmium, bly och zink) uppvisar begränsad biotillgänglighet om upptag via tunntarmen betraktas som exponeringsväg.

Av sammanställningen framgår även att den biotillgängliga andelen i UBM-testen generellt är något lägre än resultat från sekventiell lakning. Till exempel uppvisar kadmium, bly, zink och nickel relativt hög biotillgänglighet i resultat från den sekventiella lakningen i ytlig jord i allmän mark, men betydligt lägre andel biotillgänglighet i UBM-testet som speglar förhållandet i tarmkanalen. För kobolt och koppar är förhållandet dock det omvända vad gäller resultat från blandad fyllning, men inte ytlig jord. Vilket av försöken som ger den mest rättvisa bilden är emellertid inte helt enkelt att avgöra då det är många faktorer som kan spela roll för varför resultaten avviker från varandra (skillnader delprov emellan, överlapp mellan laksteg, oavsiktlig utfällning, olika typer av analys för totalhaltsbestämning etcetera). Då UBM-testen är särskilt framtagna för att bedöma exponeringsrisk för människor får dock resultaten från dessa ses som mest tillförlitliga.

Inga sekventiella lakteter har genomförts på ytlig jord i privat mark, men då resultaten från UBM-testen är i samma storleksordning går det att anta att det är likartad sammansättning på materialet inom den privata fastigheten som inom den allmänna marken.

6.4 Skakförsök, syrabasberäkning och fuktkammarförsök

Skakförsök, syrabasberäkning samt fuktkammarförsök har genomförts i syfte att utreda materialens laknings-egenskaper samt eventuell lämplig deponering. Sammanfattningsvis visar försöken att materialet är lämpligt att deponera på deponi för icke-farligt avfall, men inte inert avfall. Lakningen är generellt låg och försöken visar att den högsta andelen metallen påträffas efter vad som kan efterlikna en ursköljning. Materialet påverkas i liten grad av andra processer som påverkar vittringen, såsom ändrat pH eller redoxförhållanden.

7.0 ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL

I samband med Swecos huvudstudie 2014 togs förslag till övergripande åtgärds mål fram. Dessa har sedan diskuterats och gemensamt omformulerats av SGU, Länsstyrelsen, Ljusnarsbergs kommun samt tillsynsmyndigheten (Ljusnarsbergs kommun). Följande övergripande åtgärds mål har tagits fram:

- Föreningsspridning från området ska inte ha en avgörande negativ påverkan på uppfyllandet av miljö-kvalitetsnormerna för recipienterna Garhytteån och Ställbergåsen.
- Människor ska kunna bo, vistas och arbeta på området utan att utsättas för hälsorisker orsakade av gruvavfall från den tidigare verksamheten.
- Det ska gå att äta bär, frukt och svamp från området utan risk för negativa effekter på människors hälsa som en konsekvens av gruvavfallet.

- Markföroreningar ska inte begränsa markfunktionen med avseende på nedbrytning, näringscirkulation och markens funktion som habitat för de djur som lever där. Markmiljön ska skyddas där det finns biologisk, kemisk och fysisk potential att hysa en för avsedd markanvändning normal markfunktion.

8.0 PROBLEMBESKRIVNING

I föreliggande avsnitt redovisas en övergripande redogörelse över de aspekter som påverkar riskbilden. Denna tas fram med utgångspunkt i de övergripande åtgärdsmålen (se avsnitt 7.0), relevanta föroreningar, identifierade skyddsobjekt samt spridnings- och exponeringsvägar. Uppgifterna sammanfattas i en konceptuell modell som den fortsatta riskbedömningen baseras på.

8.1 Dimensionerande föroreningar

Av beskrivningen av föroreningssituationen i avsnitt 5.0 framgår att området främst är förorenat med avseende på bly, koppar och zink. Samtliga metaller som i någon punkt uppmätts i halter som överskrider de konservativt valda jämförvärden som redovisas i avsnitt 5.0 har inkluderats i riskbedömningen, men fokus ligger på de ovan nämnda föroreningarna.

Med avseende på ytvatten framgår av avsnitt 5.3 att de uppmätta halterna nedströms respektive uppströms undersökningsområdet är i samma storleksordning. Ett visst påslag av zink kan ses nedströms, något som inte noterades i Swecos undersökning. Dimensionerande ämnen för yt- och grundvatten är de ämnen som uppmätts i halter över tillämpade jämförvärden.

Tabell 15: Sammanställning av dimensionerande ämnen för jord, grundvatten och ytvatten.

Jord	Grundvatten	Ytvatten	Växter
Arsenik	Kadmium	Barium	Bly
Barium	Kobolt	Kadmium	Kadmium
Bly	Nickel	Koppar	
Kadmium	Bly	Zink	
Kobolt	Zink		
Koppar	Vanadin		
Kvicksilver			
Zink			

8.2 Skyddsobjekt

Följande skyddsobjekt har identifierats:

Människor

- Människor som bor eller arbetar inom området eller som besöker området. Risk kan föreligga vid exponering för förorenad jord eller grödor.
- Människor som utför grävarbeten inom området.
- Människor som nyttjar närliggande Garhytteån för rekreation, till exempel fiske.

Närmaste badplats ligger omkring 2 km väster (uppströms) om undersökningsområdet, i sjön Ljusnaren. I Garhytteån finns närmaste utpekade badplats över 10 km nedströms/söder om undersökningsområdet. Det är dock troligt att viss badning förekommer något närmare området, omkring 8 km nedströms. Ingen

badning bedöms ske direkt utanför området, då ån är svårtillgänglig på grund av vattenreglering och kraftigt vattenflöde (fors).

Miljö

- Markmiljön inom området. Detaljplanen anger bostadsmark.

- Växter och djur inom området

Med djur avses till exempel möss och harar som vistas inom området.

- Ytvatten som naturresurs samt vatten- och sedimentlevande organismer i närliggande sjöar och vattendrag.

- Grundvatten

Inget uttag av dricksvatten sker inom undersökningsområdet, men området ligger inom Ställbergsåsen som är en grundvattenförekomst.

8.3 Spridningsvägar

Följande potentiella spridningsvägar har identifierats:

- Utlakning från jord till grund- och ytvatten samt vidare till sediment
- Erosion i markytan och strandkant, såsom damning och ytavrinning
- Upptag i växter och andra levande organismer
- Förångning till inomhusluft (gäller främst kvicksilver)
- Spridning i samband med markarbeten

8.4 Exponeringsvägar

Följande potentiella exponeringsvägar har identifierats:

- Direkt exponering för förorenad jord (intag, hudkontakt och inandning av damm)
Gäller människor (besökare, arbetare samt boende), marklevande organismer och större djur.
- Direkt exponering för förorenat ytvatten och eventuellt sediment
Gäller både människor samt vatten- och sediment-/bottenlevande organismer. I teorin kan potentiell exponering även ske via intag av fisk.
- Inandning av ånga (gäller främst kvicksilver)
- Intag av grödor.

Det sker idag ingen utbredd odling av grödor inom undersökningsområdet, men enligt åtgärdsåtgärderna ska detta kunna medges i framtiden.

I och med att det inte finns något uttag av dricksvatten inom området bedöms exponering via förorenat grundvatten inte vara en aktuell exponeringsväg.

dricksvatten, men området ligger på en grundvattenförekomst. Medel- och maxhalterna av zink överstiger SGUs bedömningsgrunder för grundvatten i beaktansvärd omfattning och det går inte att utesluta att grundvattenkvaliteten på sikt kan komma att påverkas.

Sweco gjorde en liknande bedömning i sin riskbedömning, där kadmium, koppar, bly och zink uppmättes i förhöjda halter i grundvatten inom de områden där förhöjda halter av dessa metaller fanns i jord. Kobolt uppmättes av Sweco i förhöjd halt i grundvattnet men inte i jordprover.

9.1.1 Teoretiskt metallpåslag i grundvatten

För att erhålla en uppskattning av det teoretiska metallpåslag som föreningsituationen inom Kaveltorp innebär för omgivande grundvatten har flödet utmed grundvattenströmningens huvudsakliga riktning uppskattats och därefter nyttjats tillsammans med haltobservationer i högre respektive lägre belägna provpunkter utmed flödesriktningen. Beräkningen återges i sin helhet i *Kopparbergs före detta koppar och – blyverk, spridningsutredning och karakterisering av utfyllnadsmaterial* (Golder, 2021b). Arbetet har även sammanfattats nedan.

9.1.1.1 Flödesuppskattning

Flödesuppskattningen har utförts med hjälp av Darcys lag i en dimension och ämnar således återspegla den advektiva grundvattentransport som teoretiskt bedöms kunna ske genom området. För beräkningarna har antagits att vattennivåskillnaden mellan grundvattenrör 20GA_GV01 och 20GA_GV02 är representativ för grundvattenströmningens huvudsakliga gradient och att den linje som rören bildar sinsemellan är parallell med strömningens riktning. Vidare har förutsatts att akvifärens volym inom vilken föroreningar transporteras har en tvärsnittsarea som motsvaras av områdets utbredning ortogonalt mot strömningens riktning och att strömning huvudsakligen sker via det ca metertjocka sandlager direkt ovan berg men under förekommande fyllning som konstaterats vara vattenförande i samband med genomförda borrhningar. För tillämpningen Darcys lag har även markens hydrauliska konduktivitet varit nödvändig att härledas genom tolkning av genomförda återhämtningstest (slugtest). Ingående parametervärden samt beräkningsresultat redovisas i Tabell 16.

Tabell 16: Beräkning av grundvattenflöde. Resultat och ingående beräkningsparametrar.

Parameter	Enhet	Värde	Förklaring
Flöde, Q	m ³ år ⁻¹	20 000	Flöde beräknat enligt Darcys lag: $Q=K_s \cdot A \cdot \Delta h \cdot \Delta x^{-1}$
Hydraulisk kond., K _s	ms ⁻¹	1,30E-04	Jordens vattenledningsförmåga. Härledd från återhämtningstest.
Tvärsnittsarea, A	m ²	344	Härledd från undersökningsområdets bredd och mäktighet hos vattenförande lager.
Trycknivåskillnad, Δh	m	2,88	Erhållen från mätningar av trycknivå/grundvattennivå.
Höjdskillnad, Δx	m	200	Avstånd mellan 20GA_GV01 och 20GA_GV02

9.1.2 Mängdberäkningar

Mängdberäkningsarbetet har bestått i beräkning av dels mängden av respektive metall som inkommer till området via grundvattnet och dels metalltransporten ut från området. Belastningen från området har därefter bestämts som skillnaden mellan ingående och utgående metallmängder.

För beräkning av teoretiskt inkommande metallmängder har observerade medelhalter i de, i flödesriktningen uppströms belägna grundvattenrören 20GA_GV03 och 20GA_GV04, multiplicerats med det härledda flödet om ca 20 000 kubikmeter per år. För uppskattning av den utgående metalltransporten har motsvarande haltobservationer i de nedströms belägna 13SW_GV01 (R19) och 20GA_GV02, multiplicerats med samma flöde.

Beräkningsutfallet redovisas i Tabell 17. Av resultaten framgår att merparten av de metaller som utpekats som dimensionerande ur ett riskperspektiv för Kaveltorp verkar belastande för det omgivande grundvattnet även om denna belastning förefaller variera kraftigt från metall till metall. Särskilt noterbara är de teoretiska påslagen för zink och vanadin vilka uppgår till 15 respektive 10 kg/år medan motsvarande årliga belastning koppar och bly bedöms ligga kring 1 kg. För nickel, kobolt och kadmium är erhållen belastning att betrakta som marginell och av jämförelse mellan inkommande och utgående transport blir tydligt att det grundvatten som inkommer området redan är påverkat av dessa metaller. Slutligen framgår av resultaten att det inom Kaveltorp sker en fastläggning av barium motsvarande ca 1 kg per år.

Tabell 17: Teoretisk in- och utgående metalltransport från undersökningsområdet. Metaller som i föreliggande rapport utpekats som dimensionerande har markerats i rosa.

Ämne	Medelhalter (µg/l)			Mängder (kg/år)		
	Intransport	Uttransport	Påslag	Intransport	Uttransport	Påslag
Arsenik	0,45	2	2	0,01	0,04	0,03
Barium	76	48	-28	2	1	-1
Järn	1	2	1	0,02	0,04	0,02
Kadmium	2	6	4	0,04	0,1	0,1
Kobolt	2	3	1	0,04	0,06	0,02
Krom	0,6	2	0,9	0,01	0,03	0,02
Koppar	14	84	70	0,3	2	1
Kvicksilver	0,01	0,004	-0,01	0,0002	0,0001	-0,0002
Molybden	0,4	13	13	0,01	0,3	0,3
Nickel	3	10	7	0,1	0,2	0,1
Bly	2,5	25,5	23	0,05	0,5	0,5
Zink	249	998	749	5	20	15
Vanadin	8	504	496	0,2	10	10

9.2 Spridning till och i recipienten

Vid jämförelse av halter i uppströms liggande provtagningspunkt i Garhytteån mot sidströms och nedströms provtagningspunkter noteras ett visst påslag av koppar och zink. I övrigt ligger halterna i samma storleksordning uppströms som nedströms undersökningsområdet. I huvudstudien av Sweco noterades inga haltskillnader mellan provtagningspunkterna. Det går inte att utesluta att en viss spridning av metaller från marken inom området sker till Garhytteån. Fyllnadsmassorna ligger delvis i direkt anslutning till Garhytteån och spridning av metaller kan ske via till exempel erosion, ytavrinning eller via grundvattnet. Spridning till ån kan även komma från andra sidan undersökningsområdet.

Resultat från olika lakteter och fuktkammarförsök (se avsnitt 6.0) utfört på slagg, ytlig samt blandad fyllning i området, visar att pågående lakning av metaller från området generellt är låg, men det finns indikationer till lakning vid ökad vattengenomströmning eller om syretillgången i marken skulle ändras. De metaller som bedömde kunna lakas var främst kadmium, koppar, bly och zink. Utifrån resultat från de olika karaktäriseringsförsöken samt från analysresultat från grund- och ytvattenprover görs bedömningen att en viss utlakning och påverkan på vattenkvaliteten i Garhytteån inte kan uteslutas, varken nu eller i framtida perspektiv med ändrat klimat. Spridningen bedöms dock inte vara av enskild avgörande betydelse för att MKN inte ska kunna uppnås, då MKN överskrids redan i uppströmsproverna. Som redovisats i rapporten Spridningsutredning och karaktärisering av utfyllnadsmaterial (Golder, 2021) visar genomförda överslagsberäkningar av metalltransport, baserade på uppmätta ytvattenhalter och antagen medelvattenföring om 3,8 m³/s (Sweco, 2014), att det sker en betydande transport av metaller utmed ån såväl uppströms som nedströms Kaveltorp.

9.3 Övriga spridningsvägar

Utöver utlakning till grundvatten är det sannolikt att viss spridning via vind- och vattenerosion pågår, då undersökningsområdet till stor del saknar hårdgjord yta (t ex asfalt) samt då fyllnadsmassorna till viss del ligger i slänt mot ån. Större delen av undersökningsområdet är dock bevuxet med gräs vilket förhindrar erosion, och inom stora delar finns även ett tunt mullager eller liknande över de förorenade fyllnadsmassorna. Viss framtida spridning via erosion av slänten vid till exempel högre vattenflöden går inte att utesluta. I XRF-mätningar genomförda i slänten indikeras att främst arsenik, barium, bly, koppar och zink kan förekomma i halter över NV-KM eller NV-MKM.

Spridning i form av damning ingår även i Naturvårdsverkets beräkningsmodell, där denna spridningsväg tillsammans med spridning via förångning och upptag i växter beaktas när det gäller risker för människors hälsa. Spridning via damning bedöms vara av mindre omfattning.

Utförd provtagning av biota inom undersökningsområdet indikerar att främst kadmium och zink tas upp i växter.

9.3.1 Teoretiskt metallpåslag till ytvatten

Större delen av ytvattnet som bildas inom undersökningsområdet avleds idag via befintliga dagvattenbrunnar och ledningar varför ytavrinning som transportväg bedöms vara av endast marginell betydelse för metallspridningen från området. För att alltfjämt erhålla en uppskattning av magnituden hos de metallmängder som årligen kan förväntas lämna området har den årliga ytavrinning som teoretiskt kan lämna området beräknats. Beräkningarna har enbart utförts för det område som avgränsas av den privatägda fastigheten i nordost samt för slänten invid Garhytteån i och med att det enbart är dessa delområden som inte är inkluderade i Kaveltorps befintliga dagvattenhantering. Beräkningsmetodiken återges i *Kopparbergs före detta koppar och – blyverk, spridningsutredning och karaktärisering av utfyllnadsmaterial* (Golder, 2021b).

För beräkningarna har observerad momentanutlakning från genomförda skakförsök vid L/S 10 omsatts till årlig utlakning från respektive område genom att relatera resultaten till dels delområdenas naturliga L/S-kvot och dels upplagrad fyllningsmängd. I Tabell 18 redovisas värdena på samtliga parametrar som legat till grund för beräkningarna och i Tabell 19 redovisas beräkningsresultaten.

Som framgår av Tabell 19 visar genomförda beräkningar på ett enbart mycket lågt påslag av metaller från Kaveltorp när ytvatten beaktas som spridningsväg. Följaktligen bedöms även den risk som föreligger till följd av metalltransport via ytvatten som mycket låg.

Tabell 18: Parametrar för beräkning av metallspridning via ytvatten från Kaveltorp.

Parameter	Enhet	Slänt	Privatfastighet
Area	m ²	2484	926
Nederbörd, L	l	968760	361140
Densitet	kg/ m ³	1300	1300
Fyllningsmaktighet	m	2	2
Fyllningsmängd (S)	kg	6458400	2407600
L/S-kvot	kg/l,år	0,15	0,15
Tid för genomströmning till L/S 2	år	13	13
Tid för genomströmning till L/S 10	år	67	67
Avrinning	%	20	20
Grundvattenbildning	%	80	80

Tabell 19: Teoretisk utgående metalltransport via ytvatten från undersökningsområdet. Metaller som i föreliggande rapport utpekats som dimensionerande har markerats i rosa. Beräkningarna är baserade på resultat från skakförsök vilka redovisas i *Kopparbergs före detta koppar och – blyverk, spridningsutredning och karakterisering av utfyllnadsmaterial* (Golder, 2021b).

Ämne	Utlakning vid L/S 10 från ytlig fyllnadsjord (mg/kg TS)	Momentanutlakning från slänt (kg/ år)	Momentanutlakning från privatfastighet (kg/ år)
Arsenik	0,0111	5,4E-05	2,0E-05
Barium	0,212	1,0E-03	3,8E-04
Kadmium	0,00264	1,3E-05	4,8E-06
Krom	<0.005	-	-
Koppar	0,507	2,5E-03	9,2E-04
Kvicksilver	<0.0002	-	-
Molybden	0,0184	8,9E-05	3,3E-05
Nickel	<0.005	-	-
Bly	0,821	4,0E-03	1,5E-03
Antimon	0,00677	3,3E-05	1,2E-05

Ämne	Utlakning vid L/S 10 från yttlig fyllnadsjord (mg/kg TS)	Momentanutlakning från slänt (kg/ år)	Momentanutlakning från privatfastighet (kg/ år)
Selen	<0.03	-	-
Zink	0,816	4,0E-03	1,5E-03
DOC	90,7	4,4E-01	1,6E-01
Cl	<10	-	-
Fluor	8,9	4,3E-02	1,6E-02
SO4	<60	-	-
TOC (%)	2,85	1,4E-02	5,1E-03

10.0 PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN

Markanvändningen för området i stort motsvarar känslig markanvändning, KM, i enlighet med Naturvårdsverkets nomenklatur, då området till stor del utgörs av permanentbostäder samt grönytor. Brandstationen i norra delen av området utgörs dock av en egen fastighet där ytan är asfalterad. Markanvändningen inom denna fastighet bedöms motsvara mindre känslig markanvändning, MKM.

Naturvårdsverkets riktvärden för skydd av människors hälsa byggs upp av s.k. envägskoncentrationer, vilka beräknas för de exponeringsvägar som identifierats i problembeskrivningen. Envägskoncentrationerna representerar den halt av en förorening där ingen negativ effekt på människans hälsa förväntas uppstå, för respektive exponeringsväg. De ger en uppfattning om vilken/vilka exponeringsvägar som är styrande vid beräkning av det hälsoriskbaserade riktvärdet, som bestäms utifrån en viktning av envägskoncentrationerna.

I Tabell 20 nedan redovisas de platsspecifika riktvärden som togs fram av Sweco 2014 för bostadsområdet. Riktvärdena togs fram med utgångspunkt ur KM med justering att exponeringsvägen "intag av grundvatten" uteslöts samt justering för biokoncentrationsfaktorer vid intag av växter/jord utifrån undersökningarna.

Tabell 20: Platsspecifika riktvärden framtagna av Sweco 2014. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Envägskoncentrationer (mg/kg)				Hälsoriskbaserat riktvärde
	Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Intag av växter	
Bly	2 200	16 000	27 000	560	110
Kadmium	50	9 100	270	0,86	0,17
Koppar	96 000	Ej begränsande	53 000	1 900	1 900
Zink	190 000	Ej begränsande	Ej begränsande	1 200	1 200

De förutsättningarna för beräkning av platsspecifika riktvärden som Sweco tog fram bedöms gälla även vid denna revidering av riskbedömningen. Då Naturvårdsverkets beräkningsmodell har uppdaterats något och fler ämnen bedöms vara dimensionerande för riskbedömningen, har nya beräkningar genomförts där intag av grundvatten har exkluderats. Värdena har inte justerats utifrån biokoncentrationsfaktorer. Resultatet redovisas i Tabell 21 nedan.

Tabell 21: Platsspecifika envägskoncentrationer för boende, utifrån ett KM-perspektiv. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Envägskoncentrationer					Hälsoriskbaserat riktvärde
	Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag av växter	
Arsenik	4,8	33	360	Beaktas ej	2,8	10*
Barium	1300	46000	27000	Beaktas ej	870	500
Bly	88	3200	5300	Beaktas ej	270	64
Kadmium	9	3300	53	Beaktas ej	1,4	1,2
Kobolt	88	3200	2700	Beaktas ej	30	22
Koppar	31000	Ej begränsande	27000	Beaktas ej	2800	2400
Kvicksilver	5,8	210	2100	0,45	0,76	0,27
Zink	19000	680000	Ej begränsande	Beaktas ej	3400	2900

*Värdet har justerats upp utifrån förväntad bakgrundshalt

Jämförelse mellan Tabell 20 och Tabell 21 visar att blyhalten i den uppdaterade beräkningen är lägre än beräkningen genomförd av Sweco, medan övriga metaller har ett högre värde i den uppdaterade beräkningen. Då beräkningsverktyget har uppdaterats mellan de två beräkningarna är de dock inte direkt jämförbara.

11.0 RISKBEDÖMNING UNDERSÖKNINGSOMRÅDET

I föreliggande avsnitt redovisas utförd riskbedömning för undersökningsområdet med avseende på både människors hälsa och miljön.

11.1 Hälsorisker

Nedan redovisas bedömning av eventuella hälsorisker kopplade till föroreningarna inom undersökningsområdet för personer som bor eller återkommande vistas inom undersökningsområdet samt för anläggningsarbetare. Personer exponeras i normalfallet för det översta jordlagret, ungefär ner till en halv meter under markytan. Anläggningsarbetare kan teoretiskt exponeras för djupare jord än så. Med anläggningsarbetare menas i detta fall personer som utför mindre schaktarbeten, såsom till exempel ledningsomläggningar. För större arbeten, till exempel ombyggnationer av byggnader bör separat bedömning av eventuella risker göras inför arbetets start.

11.1.1 Långtidseffekter

11.1.1.1 Boende

I Tabell 22 nedan jämförs representativa halter i jord med platsspecifika riktvärden avseende kroniska hälsorisker för boende eller personer som vistas återkommande inom området, vilka bedöms vara de mest skyddsvärda individerna. Det hälsoriskbaserade riktvärdet är avsett att tillämpas för ytlig jord, då den största exponeringen bedöms ske från den ytliga jorden.

Tabell 22: Jämförelse av representativa halter (UCLM₉₅) mot platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärden. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Ytlig jord	Hälsoriskbaserat riktvärde
Arsenik	4	10
Barium	113	500
Bly	1 661	64
Kadmium	1,7	1,2
Kobolt	6	22
Koppar	636	2 400
Kvicksilver	0,56	0,27
Zink	974	2 900

Jämförelsen visar att de representativa halterna för bly, kadmium och kvicksilver överstiger det hälsoriskbaserade riktvärdet för ytlig jord. Att halten av främst bly är så pass hög innebär att en oacceptabel risk för negativa hälsoeffekter föreligger.

För kvicksilver är inandning av ångor den styrande exponeringsvägen (se Tabell 21). Inandning av ångor bedöms inte vara en beaktansvärd risk utomhus, då kvicksilverhalten snabbt bedöms spädas ut till nivåer som inte innebär risk för negativa hälsoeffekter. Störst exponering av förorenad luft bedöms vara genom eventuell inträngning av kvicksilverförorenad luft i byggnaderna. Åtminstone tre av husen har källare, där störst risker för förekomst av högsta halterna kvicksilver bedöms föreligga. Kvicksilver bedöms spädas ut till viss del i inomhusluften i källaren innan de når ovanliggande lägenheter. I framtagande av storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm (2019) användes en utspädningsfaktor 3 för flerbostadshus med källare. Faktorn är baserad på bland annat litteraturstudier, där jämförelse av halter av flyktiga ämnen har genomförts mellan källarvåning och ovanliggande våningsplan. Hur stor den faktiska utspädningen är beror bland annat på ventilation och hur stor del av källaren som är i kontakt med föroreningen. Om en utspädningsfaktor 3 används för de uppmätta halterna kvicksilver understiger halten det hälsoriskbaserade riktvärdet. Risk för oacceptabla hälsoeffekter till följd av ånginträngning av kvicksilver bedöms därför vara låg. I sammanhanget bör även noteras att av de 43 uttagna proverna i ytlig jord uppmättes enbart halter över rapporteringsgräns i nio av dessa.

För kadmium är intag av växter styrande exponeringsväg i första hand och därefter intag av jord. För bly styr exponeringsvägen intag av jord, jämför Tabell 21. Risker kring dessa exponeringsvägar bedöms ytterligare i nedanstående avsnitt.

11.1.1.2 Anläggningsarbetare

För anläggningsarbetare, som även kan exponeras för djup jord, görs jämförelse av de representativa halterna i ytlig och djup jord mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för mindre känslig markanvändning, NV-MKM, se Tabell 23. NV-MKM bedöms mer motsvara den exponeringstid som personer kan förväntas vistas i schakt, om än något överskattat.

Tabell 23: Jämförelse av representativa halter (UCLM₉₅) mot platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärden samt NV-MKM. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Ytlig jord	Djup jord	NV-MKM
Arsenik	4	16	25
Barium	113	150	10 000
Bly	1 661	4 702	600
Kadmium	1,7	9,5	64
Kobolt	6	7	720
Koppar	636	1 622	96 000
Kvicksilver	0,56	0,66	2,4
Zink	974	2 349	160 000

Av jämförelsen mot NV-MKM, indikeras att teoretiska risker för negativa hälsoeffekter föreligger med avseende på bly i både ylig och djup jord. Styrande är som tidigare konstaterats intag av jord vid enstaka exponering.

Ytterligare bedömningar av eventuella risker för anläggningsarbetare med avseende på enskilda ämnen samt exponeringsvägar kommer även in under avsnitten nedan.

11.1.2 Akut toxicitet – arsenik

Arsenik är ett ämne som bedöms ha hög akut toxicitet, och Naturvårdsverket har därför tagit fram ett riktvärde för skydd mot akuta hälsoeffekter. Detta riktvärde avser att skydda ett litet barn med kroppsvikten 10 kg vid ett engångsintag av 5 gram jord. För arsenik är det akuttoxiska riktvärdet 100 mg/kg TS. Då risker kan uppstå vid enstaka exponering kan uppmätt maxhalt arsenik jämföras mot det akuttoxiska värdet i syfte att bedöma eventuella risker vid intag.

Den uppmätta maxhalten (122 mg/kg TS) har uppmätts i djupare jord (1-1,5 m u my) och bedöms därmed vara svårtillgänglig för såväl människor som andra skyddsobjekt under normala förutsättningar. Exponering för djup jord kan dock komma att ske vid grävarbeten. Det är den enda halten som uppmätts över 100 mg/kg TS, både vad gäller ytlig och djup jord. Halten uppmättes i prov uttaget i närheten av en byggnad i centrala/västliga delarna av området. Högsta halten i ytlig jord, 18 mg/kg TS, har uppmätts i provpunkt i närheten av parkering i västra delen av området.

Generellt är endast delar av de föroreningshalter som uppmäts i miljön tillgängliga för upptag i levande organismer. Naturvårdsverket ansätter dock generellt att denna siffra är 100 %. I föreliggande fall har biotillgänglighetsförsök gjorts med UBM (se avsnitt 6.2.4), där en biotillgänglighet för arsenik om 28-69 % anges, beroende på typ av sammansättning i fyllnadsjorden. Att värdena baseras på ett enstaka försök innebär att det är behäftat med osäkerheter. I Tabell 24 nedan redovisas jämförelse av uppmätta maxhalter arsenik i både ytlig och djup jord med justering av biotillgänglighet utifrån resultat av olika försök.

Tabell 24: Akuta risker med avseende på arsenik. Enhet mg/kg TS.

Biotillgänglighet	Maxhalt ytlig jord	Maxhalt djup jord	NV-akuttoxitet
100 % - Naturvårdsverket	18	122	100
50 % - Ytlig fyllning, UBM	9	61	
28 % - Blandad fyllning, UBM	5	34	
69 % - slagg, UBM	12	84	

Risk för negativa hälsoeffekter kan föreligga om ett barn får i sig jord med halter som har uppmätts i djupare liggande jord och om biotillgängligheten för arseniken är 100 %. I övriga fall, i material med lägre biotillgänglighet, föreligger inga indikationer på oacceptabla hälsorisker.

11.1.3 Korttidseffekter

Vissa ämnen bedöms av Naturvårdsverket ha lång uppehållstid i kroppen, vilket innebär att exponering vid enstaka tillfällen kan leda till långsiktiga risker. Av de ämnen som pekats ut som dimensionerande i detta fall har riktvärden för korttidsexponering tagits fram för bly och kadmium.

Riktvärdena har beräknats av Naturvårdsverket utifrån att ett litet barn som väger 10 kg och vid ett enstaka tillfälle får i sig 5 gram jord inte ska få en genomsnittlig dos av kadmium eller bly som överskrider det tolerabla dagliga intaget över ett år. Ämnenas uppehållstid i kroppen har beaktats vid beräkning av årsdos, vilket innebär att ett ämne som stannar kvar länge i kroppen ger en högre årsdos jämfört mot ett ämne med kort uppehållstid.

Av Tabell 25 nedan framgår att det föreligger en risk för negativa effekter vid korttidsexponering av bly i både yttlig och djup jord. Människor och andra skyddsobjekt bedöms i normalläget inte exponeras för djupare liggande jord, men det kan i undantagsfall komma att ske vid grävarbeten. Uppmätta maxhalter kadmium understiger jämförvärdet. Även då biotillgängliga andelen tas i beaktande (jämför Tabell 14) överstiger halterna jämförvärdet.

Tabell 25: Risk för korttidseffekter från bly och kadmium i yttlig och djup jord. Jämförelse av maxhalt uppmätt vid laboratorieanalys görs mot Naturvårdsverkets riktvärde för korttidseffekter. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Maxhalt – yttlig jord	Maxhalt – djup jord	Riktvärde
Bly	11 800	15 500	600
Kadmium	7	42	250

Bly förekommer spritt över hela området i halter över 600 mg/kg TS, både yttlig och i djupare liggande jord.

11.1.4 Intag av växter

De genomförda undersökningarna av växters upptag av metaller visar att det inte går att utesluta att ett visst upptag av metaller i växter sker.

Den biotillgängliga andelen, dvs den andel som kan tas upp av kroppen, har inte undersökts i föreliggande studier. Intag av växter från området bedöms i nuläget vara litet, då det inte förekommer någon utbredd odling inom området. Om detta skulle komma att ändras i ett framtida perspektiv bör en fördjupad utredning kring växters eventuella påverkan på människans hälsa göras.

11.2 Miljörisker

11.2.1 Marklevande organismer

Undantaget gång- och cykelvägar, parkering och område utanför brandstationen där ytorna är asfalterade eller grusbelagda, är resterande område gräsbevuxet.

Med avseende på risker för marklevande organismer jämförs i Tabell 26 representativa halter i mark mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för skydd av markmiljö. Platsspecifika markmiljöriktvärden kan inte tas fram med Naturvårdsverkets riktvärdesmodell. I tabellen görs jämförelse enbart mot känslig markanvändning, vilket motsvarar bostadsområdet. De naturliga förutsättningarna för en välmående markmiljö inom brandstationsområdet bedöms redan vara begränsade till följd av asfalterad yta.

Tabell 26: Jämförelse av representativa halter (UCLM95) i ytlig och djup jord mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för markmiljö, känslig markanvändning (KM), för dimensionerande ämnen inom undersökningsområdet. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Ytlig jord	Markmiljö - KM
Arsenik	4	20
Barium	113	200
Bly	1 661	200
Kadmium	1,7	4
Kobolt	6	20
Koppar	636	80
Kvicksilver	0,56	5
Zink	974	250

Av tabellen framgår att de representativa halterna för bly, koppar och zink klart överstiger jämförvärdet för skydd av markmiljö. Detta indikerar risk för negativa effekter på marklevande organismer. I denna jämförelse antas att biotillgängligheten är 100 %. Även om hänsyn skulle tas för biotillgängligheten som tagits fram vid sekventiella lakningar av ytligt fyllnadsmaterial för bly, koppar och zink (89 %, 45 % respektive 59 %, se Tabell 14 under avsnitt 6.2.4) bedöms det föreligga risk för negativa effekter på marklevande organismer. Att ingen jämförelse görs mot biotillgängligheten som räknats fram i UBM-testen, som i hälsoriskbedömningen, är för att de är framtagna för förhållanden i den mänskliga mag-tarm-kanalen. Beräkning med avseende på biotillgängligheten utifrån den sekventiella lakningen bedöms vara mer konservativ utifrån ett markmiljöperspektiv.

Fyllnadsmassornas mäktighet varierar inom området och är som mest uppemot sju meter djup. Naturliga förutsättningar till välmående markekosystem i dessa fyllnadsmassor kan till viss del saknas, till följd av massornas karaktär. Inga synliga skador eller negativ påverkan på vegetationen i området har noterats i samband med fältarbete. I slänten är växtligheten något lägre, där fyllnadsmassor ligger i dagen. Detta skulle till viss del kunna bero på fyllnadsmassornas grova karaktär snarare än föroreningshalter.

Den normala markfunktionen för nuvarande markanvändning, gräsmatta med enstaka träd och buskar, bedöms sammantaget inte vara påverkad av befintliga föroreningar i marken.

12.0 RISKBEDÖMNING RECIPIENTEN

12.1 Hälsorisker ytvatten

Då Garhytteån direkt utanför undersökningsområdet är forsande och bad inte bedöms vara lämpligt eller möjligt i normalläget har ingen hälsoriskbedömning med avseende på intag av ytvatten eller hudkontakt med vatten vid bad genomförts. Närmaste utpekade badplats ligger omkring 10 km nedströms undersökningsområdet.

12.2 Miljörisker

Det är inte möjligt att genomföra bedömningar med avseende på eventuella risker för bottenlevande organismer, då provtagning av sediment inte har kunnat genomföras till följd av avsaknad av ackumulationsbottnar.

Analysresultaten från de filterade vattenproverna, som kan jämföras mot MKN, visar att maxhalterna av kadmium, koppar och zink överstiger MKN både uppströms och nedströms undersökningsområdet. Även maxhalten för barium överstiger tillämpat jämförvärde (MKN för barium saknas). Vad gäller koppar och zink indikeras ett visst påslag sidströms och nedströms undersökningsområdet, i jämförelse mot uppströms tagna vattenprover. MKN för koppar och zink avser biotillgänglig andel, det vill säga den del som kan tas upp av vattenlevande organismer. I detta fall är den biotillgängliga andelen okänd i de prover som har uttagits. För zink avses även det antropogena tillskottet.

Resultat från de ofiltrerade vattenproverna visar samma mönster, med påslag av koppar och zink sidströms och nedströms undersökningsområdet samt maxhalter över MKN. Maxhalterna koppar och zink samt i ett fall även kadmium (nedströms) i både filtrerade och ofiltrerade vattenproverna överstiger även jämförvärdena för skydd av akvatiskt liv (CCME). Detta indikerar att det föreligger en oacceptabel risk för vattenlevande organismer till följd av föroreningar från bland annat Kaveltorp, men även från andra eventuella föroreningskällor uppströms undersökningsområdet, då halterna var förhöjda redan i uppströmsproverna. Genomförda spridningsberäkningar visar på ett mycket lågt påslag av metaller från Kaveltorp.

Sweco baserade sin bedömning av påverkan på akvatiskt liv i Garhytteån utifrån den information som fanns tillgänglig i VISS då 2014. En studie genomförd på det akvatiska livet visade att det fanns en påverkan, men det var oklart om det kom från gruvverksamheten eller om det var en följd av reglering av vattendraget. Sweco fann i sin huvudstudie ingen anledning att göra en annan bedömning än den som fanns i VISS. Studien finns inte kvar i VISS och Golder har därför inte gjort någon egen bedömning utifrån studien. Garhytteån bedöms dock vara påverkad av fler källor än undersökningsområdet, både gällande metallförorening (förhöjda halter har kunnat ses även i uppströmsproverna) och då ån är reglerad.

13.0 OSÄKERHETER

Varje riskbedömning är behäftad med mer eller mindre stora osäkerheter. Osäkerheterna beror ofta på t.ex. avsaknad av tillräckligt med data, bristande kunskap om processer och orsakssamband samt framtida förhållanden. I föreliggande riskbedömning har osäkerheterna överlag hanterats enligt försiktighetsprincipen, vilket innebär att underlaget inte ska leda till en underskattning av riskerna. Nedan beskrivs och diskuteras några identifierade osäkerheter.

- Inga studier har genomförts på vatten- eller sedimentlevande organismer inom ramen för denna förenklade riskbedömning. Det indikeras att det sker ett visst påslag av metallförorening från undersökningsområdet till Garhytteån, men då halterna är förhöjda även uppströms undersökningsområdet bedöms påslaget från området inte ha enskild betydelse för eventuell negativ påverkan på vatten- och sedimentlevande organismer.
- Inga studier har heller genomförts på marklevande organismer, vilket gör att även denna bedömning är teoretisk. Markekosystemet bedöms vara stört till följd av de fyllnadsmassor som finns i marken, men det finns inga synliga tecken på att marken inte kan upprätta en tillräckligt god funktion för det området är ämnat för, gräsmattor, buskar och träd. Risk för negativa effekter på markekosystemet vid nuvarande och planerad användning bedöms därför vara låg. Vidare går det inte att utesluta ett visst upptag av metaller i växter, som kan ätas av t ex möss och harar. Den biotillgängliga andelen är dock inte utredd, men generellt tas inte hela metallföroreningen upp av kroppen.
- Inga undersökningar har gjorts med avseende på kvicksilver i inomhusluften. Det är inte utrett huruvida de uppmätta halterna kvicksilver i jorden tränger in i byggnaderna eller ej. Vid användning av samma utspädningsfaktor som använts vid framtagande av storstadsspecifika riktvärden (2019), bedöms risken för negativ påverkan till följd av inträngande kvicksilverhalter i bostäder som låg.

14.0 SAMLAD BEDÖMNING

14.1 Samlad hälsoriskbedömning

Den utförda hälsoriskbedömningen indikerar att det inte går att utesluta risker för människor som bor eller återkommande vistas inom området enligt följande:

- Vid jämförelse av de platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärdena som tagits fram för området mot representativa halter i yttlig jord (den jord som människor till störst del exponeras för) indikeras att det föreligger risk för negativa hälsoeffekter vid exponering för arsenik, bly, kadmium och kvicksilver.

Representativa halterna är i de flesta fall UCLM₉₅, men även maxhalter har använts för att bedöma eventuella risker.

- Vid enskilda intag av jord från både ytlig och djupare liggande jord indikerar uppmätta maxhalter av bly att det föreligger risk för negativa korttidseffekter. Detta gäller både för boende/besökare och anläggningsarbetare och även då den biotillgängliga andelen tas i beaktande. Enskilda intag av högsta uppmätta halten arsenik (ytlig samt djup jord) indikerar ingen/låg risk för negativa hälsoeffekter, då biotillgängligheten tas i beaktande.
- Den representativa halten (UCLM 95) samt maxhalten kvicksilver i ytlig jord överstiger envägskoncentrationen för risk för ånginträngning i byggnader. Kviksilver uppmäts dock generellt sällan i inomhusluften och då teoretisk utspädning av uppmätta halterna i jord görs enligt samma principer som använts vid framtagande av storstadsspecifika riktvärden (2019), understiger halten kvicksilver nivån för risk för ånginträngning. Risken för att föroreningen ska förekomma i bostäder i halter som kan påverka hälsan negativt bedöms därför vara liten.

Vidare indikerar provtagning av växter att det sker ett visst upptag av metaller. Dock är inte den biotillgängliga halten utredd och det generella intaget av växter från området bedöms i nuläget vara av mindre omfattning, då det inte sker någon utbredd odling av ätbara växter inom området. Om detta skulle ändras i framtiden kan eventuella risker till följd av odling inom området komma att behöva utredas vidare.

Eftersom ingen ändring av markanvändningen är planerad inom en överskådlig framtid bedöms riskbilden överlag se likadan ut nu som i ett framtida perspektiv.

14.2 Samlad miljöriskbedömning

De representativa halterna för bly, koppar och zink indikerar risk för marklevande organismer vid jämförelse av representativa halter i ytlig jord mot Naturvårdsverkets generella riktvärde för skydd av markmiljö. Växtligheten inom området är dock i stort till synes välmående och till viss del bedöms de naturliga förutsättningarna för ett välmående markecosystem saknas, till följd av fyllnadsmassornas karaktär. I slänten ner mot Garhytteån ligger fyllnadsmassor i dagen och växtligheten är något lägre, vilket även kan bero på den branta lutningen.

Sammantaget bedöms den nuvarande markfunktionen (gräsmatta med träd och buskar) kunna upprätthållas, trots förhöjda föroreningshalter i jorden.

Ingen bedömning har gjorts med avseende på eventuella risker för möss, harar och andra eventuellt högre stående djur som kan komma att vistas inom området tillfälligt eller mer regelbundet.

14.3 Samlad bedömning över risker för recipienten

Resultat från genomförda undersökningar indikerar ett lågt påslag av koppar och zink från undersökningsområdet. Den biotillgängliga andelen är dock okänd, och det går därför inte att med säkerhet bedöma eventuell påverkan på ytvattenkvaliteten utifrån MKN. Halterna överstiger MKN både uppströms och nedströms. Då Sweco inte såg ett betydande påslag från undersökningsområdet skulle de nu förhöjda halterna nedströms undersökningsområdet eventuellt kunna bero på att relativt torra förhållande har varit rådande under provtagningsåret 2020 och att detta lett till en lägre haltutspädning än under år med högre flöden.

Genomförda belastningsberäkningar visar att föroreningsituationen inom Kaveltorp, oaktat naturlig bakgrundstransport, ger upphov till årliga påslag i grundvattnet av zink och vanadin i storleksordningen 10-15 kg samt av koppar och bly om ca 1 kg vilket är mängder som medför att den risk som området ger upphov till avseende spridning av metaller via grundvatten inte bör avskrivas helt. Eftersom beräkningar emellertid också har kunnat visa att grundvattnet belastas av metaller redan uppströms områdets avgränsning och att det i grundvattnets flödesriktning således sker noterbara metallpåslag även innan detta når Kaveltorp, är det i ett

riskbedömningssammanhang och ett åtgärdsbehovsperspektiv alltså viktigt att denna risk ställs i relation till den risk som omgivande mark sannolikt utgör.

Baserat på utförda beräkningar avseende spridning av metaller via ytvatten bedöms slutligen att den risk som kan förknippas med transport av metaller via ytvatten är obetydlig. Detta i och med att påvisade teoretiska metallpåslag på ytvatten befunnits inom endast knappt mätbar omfattning.

14.4 Uppfyllelse av de övergripande åtgärdsmålen

Föroreningsspridning från området ska inte ha en avgörande negativ påverkan på uppfyllandet av miljö kvalitetsnormerna för recipienterna Garhytteån och Ställbergåsen.

- Målet bedöms delvis ha uppnåtts. Påslaget av metaller till Garhytteån bedöms vara av mindre omfattning. Den spridning som kan ske från området till ytvattnet bedöms inte ha enskild avgörande negativ inverkan på uppfyllandet av MKN för Garhytteån. Genomförda beräkningar har vidare visat att det sker en spridning av främst zink från området till grundvattnet. Grundvattnet belastas dock även av metaller från andra källor och påverkan.

Människor ska kunna bo, vistas och arbeta på området utan att utsättas för hälsorisker orsakade av gruvavfall från den tidigare verksamheten.

- Målet bedöms delvis ha uppnåtts. Vid nuvarande och förväntad framtida markanvändning förekommer risker främst med avseende på intag av jord främst med avseende på bly. Maxhalten bly i djup jord indikerar risk för övergående akuta symtom om barn skulle inta jorden. Samma jämförelse vid intag av bly är inte utförd för vuxna, och det går därför inte att dra någon långtgående slutsats. Vidare förekommer även kvicksilver i halter som överskrider den teoretiska risken vid inandning av ångor inomhus. Att förhöjda halter kvicksilver påträffas i inomhusluften är dock ovanligt och sammantaget bedöms risk för negativa hälsoeffekter till följd av kvicksilver i luften vara låg.

Det ska gå att äta bär, frukt och svamp från området utan risk för negativa effekter på människors hälsa som en konsekvens av gruvavfallet.

- Målet bedöms delvis ha uppnåtts. Det går inte att utesluta att ett visst upptag av metaller sker i växter och vid jämförelse av uppmätta halter bly med tillämpliga, indikativa jämförvärden indikeras förhöjda halter i växterna (nypon, svamp och röda vinbär). Den biotillgängliga andelen i växter är inte utredd och i dagsläget bedöms intaget av växter från området vara mindre. Om odling skulle komma att ske i större skala, med växter som är mer attraktiva att äta, kan en ny bedömning av eventuella risker till följd av metallföroreningen i jorden komma att behöva göras.

Markföroreningar ska inte begränsa markfunktionen med avseende på nedbrytning, näringscirkulation och markens funktion som habitat för de djur som lever där. Markmiljön ska skyddas där det finns biologisk, kemisk och fysisk potential att hysa en för avsedd markanvändning normal markfunktion.

- Målet bedöms uppnått. Halterna zink och koppar indikerar negativ påverkan på markmiljön, men markekosystemet är till synes välmående inom undersökningsområdet, med undantag för slänten ner till Garhytteån där växtligheten till viss del är mindre god. Detta kan bero på den branta lutningen samt att det ligger fyllnadsmaterial av grov karaktär i dagen. Markens beskaffenhet med fyllnadsmassor av delvis grov karaktär bedöms generellt göra att naturliga förutsättningar för ett välmående markekosystem till viss del saknas. Ingen fördjupad bedömning med avseende på eventuella risker för möss, harar och eventuella andra djur som vistas inom området tillfälligt eller stadigvarande har gjorts inom ramen för denna riskbedömning.

15.0 SLUTSATS

Den genomförda riskbedömningen indikerar att det föreligger risker för människans hälsa med avseende på de föroreningar som härstammar från den före detta verksamheten som har bedrivits på platsen. Riskerna ligger främst i intag av förorenad jord, med avseende på innehållet av främst bly, men till viss del även arsenik, kadmium och zink. Det går inte att utesluta att ett visst upptag av metaller, främst bly, sker i växter, men det finns vissa osäkerheter gällande bland annat den biotillgängliga andelen för att säkert kunna bedöma eventuella risker vid intag. I dagsläget bedöms intaget av växter från området vara begränsat, men vid en eventuell ändrad markanvändning med mer odlingsytor bör förnyad bedömning över eventuella risker till följd av metallers upptag i växter genomföras. Detta då ökad odling innebär ökat intag av växter från området.

Gällande markmiljön förekommer teoretiska risker för negativa effekter. Markmiljön är dock till synes välmående utifrån dagens markanvändning. Om användningen skulle komma att ändras i ett framtida perspektiv, med exempelvis anläggande av ytor för odlingar, bör en förnyad bedömning med avseende på risker genomföras.

Genomförda beräkningar på spridning från området visar att spridningen av metaller till Garhytteån från undersökningsområdet är av mindre betydelse, medan spridningen till grundvattnet är av större omfattning. Både grund- och ytvattnet påverkas av metallförorening från andra föroreningskällor.

Sammantaget föreligger ett åtgärdsbehov med avseende på att minimera risken för negativa hälsoeffekter för människans hälsa samt spridningen till grundvattnet i ett långsiktigt perspektiv.

16.0 REFERENSER

Avfall Sverige, 2019; Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor

CCME:s (Canadian Councils of Ministers of the Environment) Canadian Environmental Quality Guidelines, http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/index.html

Golder, 2018; Huvudstudie över Älghult fd glasbruk

Golder 2021a; Kaveltorps före detta koppar- och blyverk - Fältrapport

Golder 2021b; Kaveltorps före detta koppar- och blyverk - Spridningsförutsättningar och karaktärisering av utfyllnadsmaterial

Hammar, Tommy, 2004; Illustration av Tommy Hammar på Länsstyrelsen i Kalmar län

HaV - Havs- och vattenmyndigheten, 2015; Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling (HVMFS) 2015:4.

<https://www.havochvatten.se/download/18.39e6d68414ca353051f2d15d/1429085661024/HVMFS+2015-4-ev.pdf>

Institutet för miljömedicin, 2017; Arsenik; <https://ki.se/imm/arsenik>

Ljusnarsbergs kommun, 1970; Förslag till ändring av stadsplanen för kvarteren Krokfors och Kopparverket m fl, i Ljusnarsbergs köping, Örebro län.

Naturvårdsverket rapport 5976, 2009; Riktvärden för förorenad mark - Modellbeskrivning och vägledning, <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5976-7.pdf>

Naturvårdsverket rapport 5977, 2009; Riskbedömning av förorenade områden – En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning, <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5977-4.pdf>

Naturvårdsverket, 2016; Riktvärden för förorenad mark, <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Foro-renade-omraden/Riktvar-den-for-foro-renad-mark/>

Naturvårdsverket, Kemakta Konsult AB, Institutet för miljömedicin, 2016; Datablad för arsenik; <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/foro-renade-omraden/arsenik.pdf>

Risk Assessment Information System (RAIS); <https://rais.ornl.gov/>

Region Skåne, Arbets- och miljömedicin Syd, 2018. Miljömedicinskt utlåtande rörande arsenik vid Älghults glasbruk.

Stockholms stad, 2019; Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm

Suter, G.W., II, and C.L. Tsao, 1996; Toxicological Benchmarks for Screening Potential Contaminants of Concern for Effects on Aquatic Biota: 1996 Revision. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN.

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) kartvisare; <https://apps.sgu.se/kartvisare/>

Svenska Livsmedelverkets dricksvattenkriterier: "Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten, SLVFS 2001:30, omtryck innehållande ändringar fram till LIVSFS 2011:3"; https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/om-oss/lagstiftning/dricksvatten---naturl-mineralv---kallv/livsfs-2017-2_web.pdf

Sweco Environment AB, Örebro Vatten och Miljö, 2014; Kaveltorp, huvudstudie – huvudstudie avseende f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk i Kopparberg, Ljusnarsbergs kommun

US EPA Regional Screening Levels (RSL); <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>

VISS (VattenInformationsSystem Sverige); <https://viss.lansstyrelsen.se/>

WHO's dricksvattenkriterier "Guidelines for Drinking-water Quality"; https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

White J, 1999; Hazards of Short-Term Exposure to Arsenic Contaminated Soil, Office of Environmental Health Assessment Services, Washington State Department of Health.

Örebro universitet, Forskningscentrum Människa-Teknik-Miljö, Bäckström, M, 2012; Översiktlig geokemisk undersökning av Kaveltorps koppar- och blyverk, Ljusnarsbergs kommun

Signatursida

Golder Associates AB

Liselott Ek
Handläggare

Henning Holmström
Kvalitetsgranskare

Katarina Nilsson
Revidering

LE/HH

Org.nr 556326-2418
VAT.no SE556326241801
Styrelsens säte: Stockholm

[https://golderassociates.sharepoint.com/sites/112029/project files/5 technical work/rapporter/rev riskbedömning/revidering december 2021/rev riskbedömning_2021-12-03_kn.docx](https://golderassociates.sharepoint.com/sites/112029/project%20files/5%20technical%20work/rapporter/rev%20riskbedomning/revidering%20december%202021/rev%20riskbedomning_2021-12-03_kn.docx)

BILAGA A

Uttagsrapporter UCLM95 - ytlig

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	UCL Statistics for Uncensored Full Data Sets										
2											
3	User Selected Options										
4	Date/Time of Computation		ProUCL 5.12021-01-18 15:19:59								
5	From File		WorkSheet.xls								
6	Full Precision		OFF								
7	Confidence Coefficient		95%								
8	Number of Bootstrap Operations		2000								
9											
10											
11	As										
12											
13	General Statistics										
14	Total Number of Observations			41,00		Number of Distinct Observations			41,00		
15							Number of Missing Observations			2,000	
16	Minimum			0,495		Mean			3,232		
17	Maximum			17,70		Median			1,920		
18	SD			3,734		Std. Error of Mean			0,583		
19	Coefficient of Variation			1,155		Skewness			2,593		
20											
21	Normal GOF Test										
22	Shapiro Wilk Test Statistic			0,657		Shapiro Wilk GOF Test					
23	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,941		Data Not Normal at 5% Significance Level					
24	Lilliefors Test Statistic			0,263		Lilliefors GOF Test					
25	5% Lilliefors Critical Value			0,137		Data Not Normal at 5% Significance Level					
26	Data Not Normal at 5% Significance Level										
27											
28	Assuming Normal Distribution										
29	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
30	95% Student's-t UCL			4,213		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			4,443		
31						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			4,253		
32											
33	Gamma GOF Test										
34	A-D Test Statistic			1,586		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
35	5% A-D Critical Value			0,770		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
36	K-S Test Statistic			0,172		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
37	5% K-S Critical Value			0,141		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
38	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level										
39											
40	Gamma Statistics										
41	k hat (MLE)			1,352		k star (bias corrected MLE)			1,270		
42	Theta hat (MLE)			2,389		Theta star (bias corrected MLE)			2,545		
43	nu hat (MLE)			110,9		nu star (bias corrected)			104,1		
44	MLE Mean (bias corrected)			3,232		MLE Sd (bias corrected)			2,868		
45						Approximate Chi Square Value (0,0500)			81,57		
46	Adjusted Level of Significance			0,0441		Adjusted Chi Square Value			80,85		
47											
48	Assuming Gamma Distribution										
49	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))			4,125		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			4,162		
50											
51	Lognormal GOF Test										
52	Shapiro Wilk Test Statistic			0,949		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
53	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,941		Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
54	Lilliefors Test Statistic			0,105		Lilliefors Lognormal GOF Test					
55	5% Lilliefors Critical Value			0,137		Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
56	Data appear Lognormal at 5% Significance Level										
57											
58	Lognormal Statistics										

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
59			Minimum of Logged Data		-0,703					Mean of logged Data	0,760
60			Maximum of Logged Data		2,874					SD of logged Data	0,858
61											
62	Assuming Lognormal Distribution										
63			95% H-UCL		4,163				90% Chebyshev (MVUE) UCL		4,436
64			95% Chebyshev (MVUE) UCL		5,063				97,5% Chebyshev (MVUE) UCL		5,933
65			99% Chebyshev (MVUE) UCL		7,642						
66											
67	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
68	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level										
69											
70	Nonparametric Distribution Free UCLs										
71			95% CLT UCL		4,191				95% Jackknife UCL		4,213
72			95% Standard Bootstrap UCL		4,120				95% Bootstrap-t UCL		4,726
73			95% Hall's Bootstrap UCL		4,488				95% Percentile Bootstrap UCL		4,272
74			95% BCA Bootstrap UCL		4,484						
75			90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		4,981				95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		5,773
76			97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		6,873				99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		9,033
77											
78	Suggested UCL to Use										
79			95% H-UCL		4,163						
80											
81	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
82	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
83	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
84	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
85											
86	ProUCL computes and outputs H-statistic based UCLs for historical reasons only.										
87	H-statistic often results in unstable (both high and low) values of UCL95 as shown in examples in the Technical Guide.										
88	It is therefore recommended to avoid the use of H-statistic based 95% UCLs.										
89	Use of nonparametric methods are preferred to compute UCL95 for skewed data sets which do not follow a gamma distribution.										
90											
91											
92	Ba										
93											
94	General Statistics										
95			Total Number of Observations		43,00				Number of Distinct Observations		40,00
96									Number of Missing Observations		0
97			Minimum		14,00				Mean		57,35
98			Maximum		471,0				Median		35,50
99			SD		83,56				Std. Error of Mean		12,74
100			Coefficient of Variation		1,457				Skewness		4,234
101											
102	Normal GOF Test										
103			Shapiro Wilk Test Statistic		0,430				Shapiro Wilk GOF Test		
104			5% Shapiro Wilk Critical Value		0,943				Data Not Normal at 5% Significance Level		
105			Lilliefors Test Statistic		0,343				Lilliefors GOF Test		
106			5% Lilliefors Critical Value		0,134				Data Not Normal at 5% Significance Level		
107	Data Not Normal at 5% Significance Level										
108											
109	Assuming Normal Distribution										
110			95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)		
111			95% Student's-t UCL		78,78				95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)		87,10
112									95% Modified-t UCL (Johnson-1978)		80,15
113											
114	Gamma GOF Test										
115			A-D Test Statistic		3,550				Anderson-Darling Gamma GOF Test		
116			5% A-D Critical Value		0,767				Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
117	K-S Test Statistic			0,225	Kolmogorov-Smimov Gamma GOF Test						
118	5% K-S Critical Value			0,137	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
119	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level										
120											
121	Gamma Statistics										
122	k hat (MLE)			1,521	k star (bias corrected MLE)			1,430			
123	Theta hat (MLE)			37,71	Theta star (bias corrected MLE)			40,10			
124	nu hat (MLE)			130,8	nu star (bias corrected)			123,0			
125	MLE Mean (bias corrected)			57,35	MLE Sd (bias corrected)			47,95			
126					Approximate Chi Square Value (0,0500)			98,38			
127	Adjusted Level of Significance			0,0444	Adjusted Chi Square Value			97,62			
128											
129	Assuming Gamma Distribution										
130	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))			71,69	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			72,25			
131											
132	Lognormal GOF Test										
133	Shapiro Wilk Test Statistic			0,873	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
134	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,943	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
135	Lilliefors Test Statistic			0,135	Lilliefors Lognormal GOF Test						
136	5% Lilliefors Critical Value			0,134	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
137	Data Not Lognormal at 5% Significance Level										
138											
139	Lognormal Statistics										
140	Minimum of Logged Data			2,639	Mean of logged Data			3,686			
141	Maximum of Logged Data			6,155	SD of logged Data			0,703			
142											
143	Assuming Lognormal Distribution										
144	95% H-UCL			63,88	90% Chebyshev (MVUE) UCL			68,49			
145	95% Chebyshev (MVUE) UCL			76,56	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL			87,75			
146	99% Chebyshev (MVUE) UCL			109,7							
147											
148	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
149	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)										
150											
151	Nonparametric Distribution Free UCLs										
152	95% CLT UCL			78,31	95% Jackknife UCL			78,78			
153	95% Standard Bootstrap UCL			77,44	95% Bootstrap-t UCL			140,3			
154	95% Hall's Bootstrap UCL			188,1	95% Percentile Bootstrap UCL			79,53			
155	95% BCA Bootstrap UCL			89,36							
156	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			95,58	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			112,9			
157	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			136,9	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			184,1			
158											
159	Suggested UCL to Use										
160	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL			112,9							
161											
162	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
163	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
164	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
165	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
166											
167											
168	Pb										
169											
170	General Statistics										
171	Total Number of Observations			43,00	Number of Distinct Observations			42,00			
172					Number of Missing Observations			0			
173	Minimum			6,700	Mean			1071			
174	Maximum			11800	Median			359,0			

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
175				SD	2146					Std. Error of Mean	327,3	
176				Coefficient of Variation	2,003					Skewness	3,754	
177												
178	Normal GOF Test											
179				Shapiro Wilk Test Statistic	0,517					Shapiro Wilk GOF Test		
180				5% Shapiro Wilk Critical Value	0,943					Data Not Normal at 5% Significance Level		
181				Lilliefors Test Statistic	0,310					Lilliefors GOF Test		
182				5% Lilliefors Critical Value	0,134					Data Not Normal at 5% Significance Level		
183	Data Not Normal at 5% Significance Level											
184												
185	Assuming Normal Distribution											
186				95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)		
187				95% Student's-t UCL	1622					95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)	1810	
188										95% Modified-t UCL (Johnson-1978)	1653	
189												
190	Gamma GOF Test											
191				A-D Test Statistic	0,893					Anderson-Darling Gamma GOF Test		
192				5% A-D Critical Value	0,823					Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level		
193				K-S Test Statistic	0,110					Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test		
194				5% K-S Critical Value	0,143					Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level		
195	Detected data follow Appr. Gamma Distribution at 5% Significance Level											
196												
197	Gamma Statistics											
198				k hat (MLE)	0,458					k star (bias corrected MLE)	0,442	
199				Theta hat (MLE)	2339					Theta star (bias corrected MLE)	2426	
200				nu hat (MLE)	39,38					nu star (bias corrected)	37,97	
201				MLE Mean (bias corrected)	1071					MLE Sd (bias corrected)	1612	
202										Approximate Chi Square Value (0,0500)	24,86	
203				Adjusted Level of Significance	0,0444					Adjusted Chi Square Value	24,49	
204												
205	Assuming Gamma Distribution											
206				95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)	1636					95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)	1661	
207												
208	Lognormal GOF Test											
209				Shapiro Wilk Test Statistic	0,966					Shapiro Wilk Lognormal GOF Test		
210				5% Shapiro Wilk Critical Value	0,943					Data appear Lognormal at 5% Significance Level		
211				Lilliefors Test Statistic	0,0876					Lilliefors Lognormal GOF Test		
212				5% Lilliefors Critical Value	0,134					Data appear Lognormal at 5% Significance Level		
213	Data appear Lognormal at 5% Significance Level											
214												
215	Lognormal Statistics											
216				Minimum of Logged Data	1,902					Mean of logged Data	5,570	
217				Maximum of Logged Data	9,376					SD of logged Data	1,885	
218												
219	Assuming Lognormal Distribution											
220				95% H-UCL	4298					90% Chebyshev (MVUE) UCL	3095	
221				95% Chebyshev (MVUE) UCL	3863					97,5% Chebyshev (MVUE) UCL	4929	
222				99% Chebyshev (MVUE) UCL	7023							
223												
224	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
225	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level											
226												
227	Nonparametric Distribution Free UCLs											
228				95% CLT UCL	1610					95% Jackknife UCL	1622	
229				95% Standard Bootstrap UCL	1605					95% Bootstrap-t UCL	2123	
230				95% Hall's Bootstrap UCL	2006					95% Percentile Bootstrap UCL	1659	
231				95% BCA Bootstrap UCL	1885							
232				90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL	2053					95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL	2498	

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
233	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				3115	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				4328	
234											
235	Suggested UCL to Use										
236	95% Adjusted Gamma UCL				1661						
237											
238	When a data set follows an approximate (e.g., normal) distribution passing one of the GOF test										
239	When applicable, it is suggested to use a UCL based upon a distribution (e.g., gamma) passing both GOF tests in ProUCL										
240											
241	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
242	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
243	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
244	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
245											
246											
247	Cd										
248											
249	General Statistics										
250	Total Number of Observations				40,00	Number of Distinct Observations				40,00	
251						Number of Missing Observations				3,000	
252	Minimum				0,111	Mean				1,230	
253	Maximum				6,610	Median				0,741	
254	SD				1,415	Std. Error of Mean				0,224	
255	Coefficient of Variation				1,150	Skewness				2,265	
256											
257	Normal GOF Test										
258	Shapiro Wilk Test Statistic				0,737	Shapiro Wilk GOF Test					
259	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,940	Data Not Normal at 5% Significance Level					
260	Lilliefors Test Statistic				0,214	Lilliefors GOF Test					
261	5% Lilliefors Critical Value				0,139	Data Not Normal at 5% Significance Level					
262	Data Not Normal at 5% Significance Level										
263											
264	Assuming Normal Distribution										
265	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
266	95% Student's-t UCL				1,607	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				1,684	
267						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				1,620	
268											
269	Gamma GOF Test										
270	A-D Test Statistic				0,619	Anderson-Darling Gamma GOF Test					
271	5% A-D Critical Value				0,777	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level					
272	K-S Test Statistic				0,0955	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
273	5% K-S Critical Value				0,144	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level					
274	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level										
275											
276	Gamma Statistics										
277	k hat (MLE)				1,050	k star (bias corrected MLE)				0,988	
278	Theta hat (MLE)				1,171	Theta star (bias corrected MLE)				1,245	
279	nu hat (MLE)				84,03	nu star (bias corrected)				79,06	
280	MLE Mean (bias corrected)				1,230	MLE Sd (bias corrected)				1,238	
281						Approximate Chi Square Value (0,0500)				59,57	
282	Adjusted Level of Significance				0,0440	Adjusted Chi Square Value				58,94	
283											
284	Assuming Gamma Distribution										
285	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)				1,633	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				1,650	
286											
287	Lognormal GOF Test										
288	Shapiro Wilk Test Statistic				0,962	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
289	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,940	Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
290	Lilliefors Test Statistic				0,0898	Lilliefors Lognormal GOF Test					

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
291	5% Lilliefors Critical Value			0,139	Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
292	Data appear Lognormal at 5% Significance Level										
293											
294	Lognormal Statistics										
295	Minimum of Logged Data			-2,198	Mean of logged Data			-0,339			
296	Maximum of Logged Data			1,889	SD of logged Data			1,082			
297											
298	Assuming Lognormal Distribution										
299	95% H-UCL			1,972	90% Chebyshev (MVUE) UCL			2,012			
300	95% Chebyshev (MVUE) UCL			2,357	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL			2,836			
301	99% Chebyshev (MVUE) UCL			3,777							
302											
303	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
304	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level										
305											
306	Nonparametric Distribution Free UCLs										
307	95% CLT UCL			1,598	95% Jackknife UCL			1,607			
308	95% Standard Bootstrap UCL			1,597	95% Bootstrap-t UCL			1,738			
309	95% Hall's Bootstrap UCL			1,796	95% Percentile Bootstrap UCL			1,629			
310	95% BCA Bootstrap UCL			1,740							
311	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			1,901	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			2,205			
312	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			2,627	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			3,456			
313											
314	Suggested UCL to Use										
315	95% Adjusted Gamma UCL			1,650							
316											
317	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
318	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
319	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
320	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
321											
322											
323	Co										
324											
325	General Statistics										
326	Total Number of Observations			43,00	Number of Distinct Observations			42,00			
327					Number of Missing Observations			0			
328	Minimum			1,490	Mean			3,850			
329	Maximum			13,20	Median			2,880			
330	SD			2,529	Std. Error of Mean			0,386			
331	Coefficient of Variation			0,657	Skewness			2,297			
332											
333	Normal GOF Test										
334	Shapiro Wilk Test Statistic			0,735	Shapiro Wilk GOF Test						
335	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,943	Data Not Normal at 5% Significance Level						
336	Lilliefors Test Statistic			0,212	Lilliefors GOF Test						
337	5% Lilliefors Critical Value			0,134	Data Not Normal at 5% Significance Level						
338	Data Not Normal at 5% Significance Level										
339											
340	Assuming Normal Distribution										
341	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
342	95% Student's-t UCL			4,499	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			4,629			
343					95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			4,522			
344											
345	Gamma GOF Test										
346	A-D Test Statistic			1,680	Anderson-Darling Gamma GOF Test						
347	5% A-D Critical Value			0,754	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
348	K-S Test Statistic			0,184	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test						

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
349	5% K-S Critical Value				0,136	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
350	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level										
351											
352	Gamma Statistics										
353	k hat (MLE)			3,620	k star (bias corrected MLE)			3,383			
354	Theta hat (MLE)			1,064	Theta star (bias corrected MLE)			1,138			
355	nu hat (MLE)			311,3	nu star (bias corrected)			290,9			
356	MLE Mean (bias corrected)			3,850	MLE Sd (bias corrected)			2,094			
357					Approximate Chi Square Value (0,0500)			252,4			
358	Adjusted Level of Significance			0,0444	Adjusted Chi Square Value			251,2			
359											
360	Assuming Gamma Distribution										
361	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))			4,438	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			4,460			
362											
363	Lognormal GOF Test										
364	Shapiro Wilk Test Statistic			0,929	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
365	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,943	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
366	Lilliefors Test Statistic			0,156	Lilliefors Lognormal GOF Test						
367	5% Lilliefors Critical Value			0,134	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
368	Data Not Lognormal at 5% Significance Level										
369											
370	Lognormal Statistics										
371	Minimum of Logged Data			0,399	Mean of logged Data			1,204			
372	Maximum of Logged Data			2,580	SD of logged Data			0,505			
373											
374	Assuming Lognormal Distribution										
375	95% H-UCL			4,392	90% Chebyshev (MVUE) UCL			4,689			
376	95% Chebyshev (MVUE) UCL			5,104	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL			5,679			
377	99% Chebyshev (MVUE) UCL			6,810							
378											
379	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
380	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)										
381											
382	Nonparametric Distribution Free UCLs										
383	95% CLT UCL			4,485	95% Jackknife UCL			4,499			
384	95% Standard Bootstrap UCL			4,464	95% Bootstrap-t UCL			4,664			
385	95% Hall's Bootstrap UCL			4,864	95% Percentile Bootstrap UCL			4,523			
386	95% BCA Bootstrap UCL			4,642							
387	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			5,007	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			5,531			
388	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			6,259	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			7,688			
389											
390	Suggested UCL to Use										
391	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL			5,531							
392											
393	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
394	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
395	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
396	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
397											
398											
399	Cu										
400											
401	General Statistics										
402	Total Number of Observations			43,00	Number of Distinct Observations			43,00			
403					Number of Missing Observations			0			
404	Minimum			4,860	Mean			442,0			
405	Maximum			3240	Median			180,0			
406	SD			639,7	Std. Error of Mean			97,55			

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
407	Coefficient of Variation				1,447	Skewness					2,622
408											
409	Normal GOF Test										
410	Shapiro Wilk Test Statistic			0,683	Shapiro Wilk GOF Test						
411	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,943	Data Not Normal at 5% Significance Level						
412	Lilliefors Test Statistic			0,247	Lilliefors GOF Test						
413	5% Lilliefors Critical Value			0,134	Data Not Normal at 5% Significance Level						
414	Data Not Normal at 5% Significance Level										
415											
416	Assuming Normal Distribution										
417	95% Normal UCL				95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
418	95% Student's-t UCL			606,1	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)					644,1	
419					95% Modified-t UCL (Johnson-1978)					612,6	
420											
421	Gamma GOF Test										
422	A-D Test Statistic			0,541	Anderson-Darling Gamma GOF Test						
423	5% A-D Critical Value			0,799	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level						
424	K-S Test Statistic			0,111	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test						
425	5% K-S Critical Value			0,141	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level						
426	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level										
427											
428	Gamma Statistics										
429	k hat (MLE)			0,648	k star (bias corrected MLE)					0,618	
430	Theta hat (MLE)			682,3	Theta star (bias corrected MLE)					715,0	
431	nu hat (MLE)			55,71	nu star (bias corrected)					53,16	
432	MLE Mean (bias corrected)			442,0	MLE Sd (bias corrected)					562,2	
433					Approximate Chi Square Value (0,0500)					37,41	
434	Adjusted Level of Significance			0,0444	Adjusted Chi Square Value					36,95	
435											
436	Assuming Gamma Distribution										
437	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)			628,1	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)					635,9	
438											
439	Lognormal GOF Test										
440	Shapiro Wilk Test Statistic			0,984	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
441	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,943	Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
442	Lilliefors Test Statistic			0,0683	Lilliefors Lognormal GOF Test						
443	5% Lilliefors Critical Value			0,134	Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
444	Data appear Lognormal at 5% Significance Level										
445											
446	Lognormal Statistics										
447	Minimum of Logged Data			1,581	Mean of logged Data					5,148	
448	Maximum of Logged Data			8,083	SD of logged Data					1,523	
449											
450	Assuming Lognormal Distribution										
451	95% H-UCL			1112	90% Chebyshev (MVUE) UCL					996,8	
452	95% Chebyshev (MVUE) UCL			1213	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL					1513	
453	99% Chebyshev (MVUE) UCL			2102							
454											
455	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
456	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level										
457											
458	Nonparametric Distribution Free UCLs										
459	95% CLT UCL			602,5	95% Jackknife UCL					606,1	
460	95% Standard Bootstrap UCL			600,3	95% Bootstrap-t UCL					675,8	
461	95% Hall's Bootstrap UCL			722,3	95% Percentile Bootstrap UCL					602,4	
462	95% BCA Bootstrap UCL			649,9							
463	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			734,6	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL					867,2	
464	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			1051	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL					1413	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
465												
466	Suggested UCL to Use											
467	95% Adjusted Gamma UCL			635,9								
468												
469	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
470	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
471	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
472	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
473												
474												
475	Cr											
476												
477	General Statistics											
478	Total Number of Observations			43,00		Number of Distinct Observations			42,00			
479							Number of Missing Observations			0		
480	Minimum			4,190		Mean			8,392			
481	Maximum			23,00		Median			7,850			
482	SD			3,903		Std. Error of Mean			0,595			
483	Coefficient of Variation			0,465		Skewness			2,245			
484												
485	Normal GOF Test											
486	Shapiro Wilk Test Statistic			0,773		Shapiro Wilk GOF Test						
487	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,943		Data Not Normal at 5% Significance Level						
488	Lilliefors Test Statistic			0,222		Lilliefors GOF Test						
489	5% Lilliefors Critical Value			0,134		Data Not Normal at 5% Significance Level						
490	Data Not Normal at 5% Significance Level											
491												
492	Assuming Normal Distribution											
493	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
494	95% Student's-t UCL			9,393		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			9,589			
495						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			9,427			
496												
497	Gamma GOF Test											
498	A-D Test Statistic			1,172		Anderson-Darling Gamma GOF Test						
499	5% A-D Critical Value			0,751		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
500	K-S Test Statistic			0,160		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test						
501	5% K-S Critical Value			0,135		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
502	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
503												
504	Gamma Statistics											
505	k hat (MLE)			6,560		k star (bias corrected MLE)			6,118			
506	Theta hat (MLE)			1,279		Theta star (bias corrected MLE)			1,372			
507	nu hat (MLE)			564,2		nu star (bias corrected)			526,1			
508	MLE Mean (bias corrected)			8,392		MLE Sd (bias corrected)			3,393			
509						Approximate Chi Square Value (0,0500)			473,9			
510	Adjusted Level of Significance			0,0444		Adjusted Chi Square Value			472,2			
511												
512	Assuming Gamma Distribution											
513	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))			9,317		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			9,350			
514												
515	Lognormal GOF Test											
516	Shapiro Wilk Test Statistic			0,937		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
517	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,943		Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
518	Lilliefors Test Statistic			0,130		Lilliefors Lognormal GOF Test						
519	5% Lilliefors Critical Value			0,134		Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
520	Data appear Approximate Lognormal at 5% Significance Level											
521												
522	Lognormal Statistics											

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
523			Minimum of Logged Data		1,433					Mean of logged Data	2,049
524			Maximum of Logged Data		3,135					SD of logged Data	0,378
525											
526	Assuming Lognormal Distribution										
527			95% H-UCL		9,271					90% Chebyshev (MVUE) UCL	9,802
528			95% Chebyshev (MVUE) UCL		10,47					97,5% Chebyshev (MVUE) UCL	11,40
529			99% Chebyshev (MVUE) UCL		13,23						
530											
531	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
532	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level										
533											
534	Nonparametric Distribution Free UCLs										
535			95% CLT UCL		9,371					95% Jackknife UCL	9,393
536			95% Standard Bootstrap UCL		9,350					95% Bootstrap-t UCL	9,742
537			95% Hall's Bootstrap UCL		10,06					95% Percentile Bootstrap UCL	9,367
538			95% BCA Bootstrap UCL		9,560						
539			90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		10,18					95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL	10,99
540			97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		12,11					99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL	14,31
541											
542	Suggested UCL to Use										
543			95% Student's-t UCL		9,393					or 95% Modified-t UCL	9,427
544			or 95% H-UCL		9,271						
545											
546	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
547	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
548	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
549	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
550											
551	ProUCL computes and outputs H-statistic based UCLs for historical reasons only.										
552	H-statistic often results in unstable (both high and low) values of UCL95 as shown in examples in the Technical Guide.										
553	It is therefore recommended to avoid the use of H-statistic based 95% UCLs.										
554	Use of nonparametric methods are preferred to compute UCL95 for skewed data sets which do not follow a gamma distribution.										
555											
556											
557	Hg										
558											
559	General Statistics										
560			Total Number of Observations		9,000					Number of Distinct Observations	9,000
561										Number of Missing Observations	34,00
562			Minimum		0,0740					Mean	0,414
563			Maximum		0,719					Median	0,327
564			SD		0,239					Std. Error of Mean	0,0798
565			Coefficient of Variation		0,578					Skewness	0,0642
566											
567	Note: Sample size is small (e.g., <10), if data are collected using ISM approach, you should use										
568	guidance provided in ITRC Tech Reg Guide on ISM (ITRC, 2012) to compute statistics of interest.										
569	For example, you may want to use Chebyshev UCL to estimate EPC (ITRC, 2012).										
570	Chebyshev UCL can be computed using the Nonparametric and All UCL Options of ProUCL 5.1										
571											
572	Normal GOF Test										
573			Shapiro Wilk Test Statistic		0,887					Shapiro Wilk GOF Test	
574			5% Shapiro Wilk Critical Value		0,829					Data appear Normal at 5% Significance Level	
575			Lilliefors Test Statistic		0,222					Lilliefors GOF Test	
576			5% Lilliefors Critical Value		0,274					Data appear Normal at 5% Significance Level	
577	Data appear Normal at 5% Significance Level										
578											
579	Assuming Normal Distribution										
580	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
639														
640	General Statistics													
641	Total Number of Observations				22,00		Number of Distinct Observations				22,00			
642	Number of Missing Observations												21,00	
643	Minimum				0,158		Mean				1,235			
644	Maximum				4,070		Median				0,856			
645	SD				1,051		Std. Error of Mean				0,224			
646	Coefficient of Variation				0,851		Skewness				1,470			
647														
648	Normal GOF Test													
649	Shapiro Wilk Test Statistic				0,837		Shapiro Wilk GOF Test							
650	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,911		Data Not Normal at 5% Significance Level							
651	Lilliefors Test Statistic				0,191		Lilliefors GOF Test							
652	5% Lilliefors Critical Value				0,184		Data Not Normal at 5% Significance Level							
653	Data Not Normal at 5% Significance Level													
654														
655	Assuming Normal Distribution													
656	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)							
657	95% Student's-t UCL				1,621		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				1,679			
658							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				1,632			
659														
660	Gamma GOF Test													
661	A-D Test Statistic				0,279		Anderson-Darling Gamma GOF Test							
662	5% A-D Critical Value				0,758		Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level							
663	K-S Test Statistic				0,108		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test							
664	5% K-S Critical Value				0,188		Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level							
665	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level													
666														
667	Gamma Statistics													
668	k hat (MLE)				1,675		k star (bias corrected MLE)				1,476			
669	Theta hat (MLE)				0,737		Theta star (bias corrected MLE)				0,836			
670	nu hat (MLE)				73,68		nu star (bias corrected)				64,97			
671	MLE Mean (bias corrected)				1,235		MLE Sd (bias corrected)				1,016			
672							Approximate Chi Square Value (0,0500)				47,42			
673	Adjusted Level of Significance				0,0386		Adjusted Chi Square Value				46,30			
674														
675	Assuming Gamma Distribution													
676	95% Approximate Gamma UCL (use when n<=50)				1,692		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				1,733			
677														
678	Lognormal GOF Test													
679	Shapiro Wilk Test Statistic				0,989		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test							
680	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,911		Data appear Lognormal at 5% Significance Level							
681	Lilliefors Test Statistic				0,0665		Lilliefors Lognormal GOF Test							
682	5% Lilliefors Critical Value				0,184		Data appear Lognormal at 5% Significance Level							
683	Data appear Lognormal at 5% Significance Level													
684														
685	Lognormal Statistics													
686	Minimum of Logged Data				-1,845		Mean of logged Data				-0,116			
687	Maximum of Logged Data				1,404		SD of logged Data				0,846			
688														
689	Assuming Lognormal Distribution													
690	95% H-UCL				1,976		90% Chebyshev (MVUE) UCL				1,988			
691	95% Chebyshev (MVUE) UCL				2,323		97,5% Chebyshev (MVUE) UCL				2,789			
692	99% Chebyshev (MVUE) UCL				3,704									
693														
694	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics													
695	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level													
696														

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
697	Nonparametric Distribution Free UCLs										
698	95% CLT UCL			1,604	95% Jackknife UCL			1,621			
699	95% Standard Bootstrap UCL			1,588	95% Bootstrap-t UCL			1,771			
700	95% Hall's Bootstrap UCL			1,769	95% Percentile Bootstrap UCL			1,615			
701	95% BCA Bootstrap UCL			1,697							
702	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			1,907	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			2,212			
703	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			2,635	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			3,465			
704											
705	Suggested UCL to Use										
706	95% Adjusted Gamma UCL			1,733							
707											
708	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
709	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
710	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
711	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
712											
713											
714	Ni										
715											
716	General Statistics										
717	Total Number of Observations			43,00	Number of Distinct Observations			41,00			
718					Number of Missing Observations			0			
719	Minimum			1,660	Mean			3,409			
720	Maximum			9,470	Median			3,190			
721	SD			1,276	Std. Error of Mean			0,195			
722	Coefficient of Variation			0,374	Skewness			2,674			
723											
724	Normal GOF Test										
725	Shapiro Wilk Test Statistic			0,797	Shapiro Wilk GOF Test						
726	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,943	Data Not Normal at 5% Significance Level						
727	Lilliefors Test Statistic			0,171	Lilliefors GOF Test						
728	5% Lilliefors Critical Value			0,134	Data Not Normal at 5% Significance Level						
729	Data Not Normal at 5% Significance Level										
730											
731	Assuming Normal Distribution										
732	95% Normal UCL				95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
733	95% Student's-t UCL			3,736	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			3,814			
734					95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			3,749			
735											
736	Gamma GOF Test										
737	A-D Test Statistic			0,663	Anderson-Darling Gamma GOF Test						
738	5% A-D Critical Value			0,748	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level						
739	K-S Test Statistic			0,118	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test						
740	5% K-S Critical Value			0,135	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level						
741	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level										
742											
743	Gamma Statistics										
744	k hat (MLE)			9,725	k star (bias corrected MLE)			9,062			
745	Theta hat (MLE)			0,351	Theta star (bias corrected MLE)			0,376			
746	nu hat (MLE)			836,3	nu star (bias corrected)			779,3			
747	MLE Mean (bias corrected)			3,409	MLE Sd (bias corrected)			1,132			
748					Approximate Chi Square Value (0,0500)			715,5			
749	Adjusted Level of Significance			0,0444	Adjusted Chi Square Value			713,4			
750											
751	Assuming Gamma Distribution										
752	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)			3,712	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			3,723			
753											
754	Lognormal GOF Test										

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
755	Shapiro Wilk Test Statistic				0,966	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
756	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,943	Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
757	Lilliefors Test Statistic				0,1000	Lilliefors Lognormal GOF Test						
758	5% Lilliefors Critical Value				0,134	Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
759	Data appear Lognormal at 5% Significance Level											
760												
761	Lognormal Statistics											
762	Minimum of Logged Data				0,507	Mean of logged Data				1,174		
763	Maximum of Logged Data				2,248	SD of logged Data				0,314		
764												
765	Assuming Lognormal Distribution											
766	95% H-UCL				3,705	90% Chebyshev (MVUE) UCL				3,891		
767	95% Chebyshev (MVUE) UCL				4,117	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL				4,429		
768	99% Chebyshev (MVUE) UCL				5,043							
769												
770	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
771	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level											
772												
773	Nonparametric Distribution Free UCLs											
774	95% CLT UCL				3,729	95% Jackknife UCL				3,736		
775	95% Standard Bootstrap UCL				3,720	95% Bootstrap-t UCL				3,847		
776	95% Hall's Bootstrap UCL				4,256	95% Percentile Bootstrap UCL				3,747		
777	95% BCA Bootstrap UCL				3,840							
778	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				3,993	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				4,257		
779	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				4,624	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				5,345		
780												
781	Suggested UCL to Use											
782	95% Adjusted Gamma UCL				3,723							
783												
784	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
785	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
786	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
787	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
788												
789												
790	V											
791												
792	General Statistics											
793	Total Number of Observations				43,00	Number of Distinct Observations				37,00		
794						Number of Missing Observations				0		
795	Minimum				6,590	Mean				11,58		
796	Maximum				31,50	Median				10,70		
797	SD				4,120	Std. Error of Mean				0,628		
798	Coefficient of Variation				0,356	Skewness				2,825		
799												
800	Normal GOF Test											
801	Shapiro Wilk Test Statistic				0,776	Shapiro Wilk GOF Test						
802	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,943	Data Not Normal at 5% Significance Level						
803	Lilliefors Test Statistic				0,174	Lilliefors GOF Test						
804	5% Lilliefors Critical Value				0,134	Data Not Normal at 5% Significance Level						
805	Data Not Normal at 5% Significance Level											
806												
807	Assuming Normal Distribution											
808	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
809	95% Student's-t UCL				12,63	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				12,90		
810						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				12,68		
811												
812	Gamma GOF Test											

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
813	A-D Test Statistic			0,819	Anderson-Darling Gamma GOF Test						
814	5% A-D Critical Value			0,748	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
815	K-S Test Statistic			0,121	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test						
816	5% K-S Critical Value			0,135	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level						
817	Detected data follow Appr. Gamma Distribution at 5% Significance Level										
818											
819	Gamma Statistics										
820	k hat (MLE)			10,99	k star (bias corrected MLE)			10,24			
821	Theta hat (MLE)			1,053	Theta star (bias corrected MLE)			1,130			
822	nu hat (MLE)			945,3	nu star (bias corrected)			880,7			
823	MLE Mean (bias corrected)			11,58	MLE Sd (bias corrected)			3,617			
824					Approximate Chi Square Value (0,0500)			812,8			
825	Adjusted Level of Significance			0,0444	Adjusted Chi Square Value			810,6			
826											
827	Assuming Gamma Distribution										
828	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)			12,54	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			12,58			
829											
830	Lognormal GOF Test										
831	Shapiro Wilk Test Statistic			0,946	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
832	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,943	Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
833	Lilliefors Test Statistic			0,0987	Lilliefors Lognormal GOF Test						
834	5% Lilliefors Critical Value			0,134	Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
835	Data appear Lognormal at 5% Significance Level										
836											
837	Lognormal Statistics										
838	Minimum of Logged Data			1,886	Mean of logged Data			2,403			
839	Maximum of Logged Data			3,450	SD of logged Data			0,292			
840											
841	Assuming Lognormal Distribution										
842	95% H-UCL			12,50	90% Chebyshev (MVUE) UCL			13,09			
843	95% Chebyshev (MVUE) UCL			13,80	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL			14,79			
844	99% Chebyshev (MVUE) UCL			16,73							
845											
846	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
847	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level										
848											
849	Nonparametric Distribution Free UCLs										
850	95% CLT UCL			12,61	95% Jackknife UCL			12,63			
851	95% Standard Bootstrap UCL			12,62	95% Bootstrap-t UCL			13,01			
852	95% Hall's Bootstrap UCL			14,08	95% Percentile Bootstrap UCL			12,66			
853	95% BCA Bootstrap UCL			12,92							
854	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			13,46	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			14,32			
855	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			15,50	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			17,83			
856											
857	Suggested UCL to Use										
858	95% Adjusted Gamma UCL			12,58							
859											
860	When a data set follows an approximate (e.g., normal) distribution passing one of the GOF test										
861	When applicable, it is suggested to use a UCL based upon a distribution (e.g., gamma) passing both GOF tests in ProUCL										
862											
863	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
864	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
865	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
866	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
867											
868											
869	Zn										
870											

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
871	General Statistics										
872	Total Number of Observations				43,00	Number of Distinct Observations				42,00	
873						Number of Missing Observations				0	
874	Minimum				26,00	Mean				702,8	
875	Maximum				3780	Median				390,0	
876	SD				874,4	Std. Error of Mean				133,3	
877	Coefficient of Variation				1,244	Skewness				2,041	
878											
879	Normal GOF Test										
880	Shapiro Wilk Test Statistic				0,737	Shapiro Wilk GOF Test					
881	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,943	Data Not Normal at 5% Significance Level					
882	Lilliefors Test Statistic				0,234	Lilliefors GOF Test					
883	5% Lilliefors Critical Value				0,134	Data Not Normal at 5% Significance Level					
884	Data Not Normal at 5% Significance Level										
885											
886	Assuming Normal Distribution										
887	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
888	95% Student's-t UCL				927,1	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				966,5	
889						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				934,0	
890											
891	Gamma GOF Test										
892	A-D Test Statistic				0,544	Anderson-Darling Gamma GOF Test					
893	5% A-D Critical Value				0,787	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level					
894	K-S Test Statistic				0,112	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
895	5% K-S Critical Value				0,140	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level					
896	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level										
897											
898	Gamma Statistics										
899	k hat (MLE)				0,793	k star (bias corrected MLE)				0,753	
900	Theta hat (MLE)				886,1	Theta star (bias corrected MLE)				933,0	
901	nu hat (MLE)				68,21	nu star (bias corrected)				64,79	
902	MLE Mean (bias corrected)				702,8	MLE Sd (bias corrected)				809,8	
903						Approximate Chi Square Value (0,0500)				47,27	
904	Adjusted Level of Significance				0,0444	Adjusted Chi Square Value				46,75	
905											
906	Assuming Gamma Distribution										
907	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)				963,3	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				974,0	
908											
909	Lognormal GOF Test										
910	Shapiro Wilk Test Statistic				0,960	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
911	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,943	Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
912	Lilliefors Test Statistic				0,0989	Lilliefors Lognormal GOF Test					
913	5% Lilliefors Critical Value				0,134	Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
914	Data appear Lognormal at 5% Significance Level										
915											
916	Lognormal Statistics										
917	Minimum of Logged Data				3,258	Mean of logged Data				5,806	
918	Maximum of Logged Data				8,237	SD of logged Data				1,340	
919											
920	Assuming Lognormal Distribution										
921	95% H-UCL				1444	90% Chebyshev (MVUE) UCL				1394	
922	95% Chebyshev (MVUE) UCL				1670	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL				2053	
923	99% Chebyshev (MVUE) UCL				2805						
924											
925	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
926	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level										
927											
928	Nonparametric Distribution Free UCLs										

BILAGA B

Uttagsrapporter UCLM95 - djup

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	UCL Statistics for Uncensored Full Data Sets										
2											
3	User Selected Options										
4	Date/Time of Computation		ProUCL 5.12021-01-18 15:43:28								
5	From File		WorkSheet.xls								
6	Full Precision		OFF								
7	Confidence Coefficient		95%								
8	Number of Bootstrap Operations		2000								
9											
10											
11	As										
12											
13	General Statistics										
14	Total Number of Observations			54,00		Number of Distinct Observations			52,00		
15						Number of Missing Observations			8,000		
16	Minimum			0,523		Mean			5,716		
17	Maximum			122,0		Median			0,967		
18	SD			16,85		Std. Error of Mean			2,293		
19	Coefficient of Variation			2,947		Skewness			6,455		
20											
21	Normal GOF Test										
22	Shapiro Wilk Test Statistic			0,316		Shapiro Wilk GOF Test					
23	5% Shapiro Wilk P Value			0		Data Not Normal at 5% Significance Level					
24	Lilliefors Test Statistic			0,379		Lilliefors GOF Test					
25	5% Lilliefors Critical Value			0,120		Data Not Normal at 5% Significance Level					
26	Data Not Normal at 5% Significance Level										
27											
28	Assuming Normal Distribution										
29	95% Normal UCL				95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
30	95% Student's-t UCL			9,555		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			11,64		
31						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			9,891		
32											
33	Gamma GOF Test										
34	A-D Test Statistic			5,294		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
35	5% A-D Critical Value			0,810		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
36	K-S Test Statistic			0,262		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
37	5% K-S Critical Value			0,128		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
38	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level										
39											
40	Gamma Statistics										
41	k hat (MLE)			0,557		k star (bias corrected MLE)			0,538		
42	Theta hat (MLE)			10,26		Theta star (bias corrected MLE)			10,62		
43	nu hat (MLE)			60,16		nu star (bias corrected)			58,15		
44	MLE Mean (bias corrected)			5,716		MLE Sd (bias corrected)			7,790		
45						Approximate Chi Square Value (0,0500)			41,62		
46	Adjusted Level of Significance			0,0456		Adjusted Chi Square Value			41,24		
47											
48	Assuming Gamma Distribution										
49	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))			7,987		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			8,061		
50											
51	Lognormal GOF Test										
52	Shapiro Wilk Test Statistic			0,840		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
53	5% Shapiro Wilk P Value			1,3596E-7		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
54	Lilliefors Test Statistic			0,237		Lilliefors Lognormal GOF Test					
55	5% Lilliefors Critical Value			0,120		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
56	Data Not Lognormal at 5% Significance Level										
57											
58	Lognormal Statistics										
59	Minimum of Logged Data			-0,648		Mean of logged Data			0,622		
60	Maximum of Logged Data			4,804		SD of logged Data			1,256		
61											
62	Assuming Lognormal Distribution										
63	95% H-UCL			6,507		90% Chebyshev (MVUE) UCL			6,576		
64	95% Chebyshev (MVUE) UCL			7,745		97,5% Chebyshev (MVUE) UCL			9,367		
65	99% Chebyshev (MVUE) UCL			12,55							
66											
67	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
68	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)										
69											
70	Nonparametric Distribution Free UCLs										
71	95% CLT UCL			9,488		95% Jackknife UCL			9,555		
72	95% Standard Bootstrap UCL			9,551		95% Bootstrap-t UCL			18,47		
73	95% Hall's Bootstrap UCL			22,47		95% Percentile Bootstrap UCL			9,959		
74	95% BCA Bootstrap UCL			12,91							
75	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			12,60		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			15,71		
76	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			20,04		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			28,53		
77											
78	Suggested UCL to Use										
79	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL			15,71							
80											
81	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
82	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
83	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
84	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
85											
86											
87	Ba										
88											
89	General Statistics										
90	Total Number of Observations			62,00		Number of Distinct Observations			60,00		
91						Number of Missing Observations			0		
92	Minimum			10,60		Mean			75,61		
93	Maximum			580,0		Median			33,90		
94	SD			134,3		Std. Error of Mean			17,06		
95	Coefficient of Variation			1,776		Skewness			3,141		
96											
97	Normal GOF Test										
98	Shapiro Wilk Test Statistic			0,433		Shapiro Wilk GOF Test					
99	5% Shapiro Wilk P Value			0		Data Not Normal at 5% Significance Level					
100	Lilliefors Test Statistic			0,395		Lilliefors GOF Test					
101	5% Lilliefors Critical Value			0,112		Data Not Normal at 5% Significance Level					
102	Data Not Normal at 5% Significance Level										
103											
104	Assuming Normal Distribution										
105	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
106	95% Student's-t UCL			104,1		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			110,9		
107						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			105,2		
108											
109	Gamma GOF Test										
110	A-D Test Statistic			7,829		Anderson-Darling Gamma GOF Test					

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
111			5% A-D Critical Value		0,783		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level				
112			K-S Test Statistic		0,274		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test				
113			5% K-S Critical Value		0,117		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level				
114			Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level								
115											
116			Gamma Statistics								
117			k hat (MLE)		0,935		k star (bias corrected MLE)			0,901	
118			Theta hat (MLE)		80,83		Theta star (bias corrected MLE)			83,92	
119			nu hat (MLE)		116,0		nu star (bias corrected)			111,7	
120			MLE Mean (bias corrected)		75,61		MLE Sd (bias corrected)			79,66	
121							Approximate Chi Square Value (0,0500)			88,32	
122			Adjusted Level of Significance		0,0461		Adjusted Chi Square Value			87,83	
123											
124			Assuming Gamma Distribution								
125			95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))		95,64		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			96,18	
126											
127			Lognormal GOF Test								
128			Shapiro Wilk Test Statistic		0,824		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test				
129			5% Shapiro Wilk P Value		8,133E-10		Data Not Lognormal at 5% Significance Level				
130			Lilliefors Test Statistic		0,164		Lilliefors Lognormal GOF Test				
131			5% Lilliefors Critical Value		0,112		Data Not Lognormal at 5% Significance Level				
132			Data Not Lognormal at 5% Significance Level								
133											
134			Lognormal Statistics								
135			Minimum of Logged Data		2,361		Mean of logged Data			3,704	
136			Maximum of Logged Data		6,363		SD of logged Data			0,904	
137											
138			Assuming Lognormal Distribution								
139			95% H-UCL		78,70		90% Chebyshev (MVUE) UCL			84,67	
140			95% Chebyshev (MVUE) UCL		95,59		97,5% Chebyshev (MVUE) UCL			110,8	
141			99% Chebyshev (MVUE) UCL		140,5						
142											
143			Nonparametric Distribution Free UCL Statistics								
144			Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)								
145											
146			Nonparametric Distribution Free UCLs								
147			95% CLT UCL		103,7		95% Jackknife UCL			104,1	
148			95% Standard Bootstrap UCL		103,9		95% Bootstrap-t UCL			115,0	
149			95% Hall's Bootstrap UCL		101,7		95% Percentile Bootstrap UCL			103,7	
150			95% BCA Bootstrap UCL		111,2						
151			90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		126,8		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			150,0	
152			97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		182,1		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			245,3	
153											
154			Suggested UCL to Use								
155			95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL		150,0						
156											
157			Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.								
158			Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.								
159			These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).								
160			However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.								
161											
162											
163	Pb										
164											
165			General Statistics								

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
166	Total Number of Observations				62,00	Number of Distinct Observations				61,00	
167						Number of Missing Observations				0	
168	Minimum				3,240	Mean				1892	
169	Maximum				15500	Median				169,0	
170	SD				3543	Std. Error of Mean				450,0	
171	Coefficient of Variation				1,873	Skewness				2,387	
172											
173	Normal GOF Test										
174	Shapiro Wilk Test Statistic				0,601	Shapiro Wilk GOF Test					
175	5% Shapiro Wilk P Value				0	Data Not Normal at 5% Significance Level					
176	Lilliefors Test Statistic				0,297	Lilliefors GOF Test					
177	5% Lilliefors Critical Value				0,112	Data Not Normal at 5% Significance Level					
178	Data Not Normal at 5% Significance Level										
179											
180	Assuming Normal Distribution										
181	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
182	95% Student's-t UCL				2643	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				2778	
183						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				2666	
184											
185	Gamma GOF Test										
186	A-D Test Statistic				2,287	Anderson-Darling Gamma GOF Test					
187	5% A-D Critical Value				0,868	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
188	K-S Test Statistic				0,173	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
189	5% K-S Critical Value				0,123	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
190	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level										
191											
192	Gamma Statistics										
193	k hat (MLE)				0,292	k star (bias corrected MLE)				0,289	
194	Theta hat (MLE)				6477	Theta star (bias corrected MLE)				6552	
195	nu hat (MLE)				36,22	nu star (bias corrected)				35,80	
196	MLE Mean (bias corrected)				1892	MLE Sd (bias corrected)				3521	
197						Approximate Chi Square Value (0,0500)				23,11	
198	Adjusted Level of Significance				0,0461	Adjusted Chi Square Value				22,87	
199											
200	Assuming Gamma Distribution										
201	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				2931	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				2962	
202											
203	Lognormal GOF Test										
204	Shapiro Wilk Test Statistic				0,908	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
205	5% Shapiro Wilk P Value				7,9921E-5	Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
206	Lilliefors Test Statistic				0,131	Lilliefors Lognormal GOF Test					
207	5% Lilliefors Critical Value				0,112	Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
208	Data Not Lognormal at 5% Significance Level										
209											
210	Lognormal Statistics										
211	Minimum of Logged Data				1,176	Mean of logged Data				5,174	
212	Maximum of Logged Data				9,649	SD of logged Data				2,640	
213											
214	Assuming Lognormal Distribution										
215	95% H-UCL				19118	90% Chebyshev (MVUE) UCL				12235	
216	95% Chebyshev (MVUE) UCL				15683	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL				20470	
217	99% Chebyshev (MVUE) UCL				29871						
218											
219	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
220	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)										

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
221												
222	Nonparametric Distribution Free UCLs											
223	95% CLT UCL			2632	95% Jackknife UCL			2643				
224	95% Standard Bootstrap UCL			2635	95% Bootstrap-t UCL			2900				
225	95% Hall's Bootstrap UCL			2723	95% Percentile Bootstrap UCL			2672				
226	95% BCA Bootstrap UCL			2811								
227	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			3242	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			3853				
228	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			4702	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			6369				
229												
230	Suggested UCL to Use											
231	97.5% Chebyshev (Mean, Sd) UCL			4702								
232												
233	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
234	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
235	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
236	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
237												
238												
239	Cd											
240												
241	General Statistics											
242	Total Number of Observations			48,00	Number of Distinct Observations			46,00				
243					Number of Missing Observations			14,00				
244	Minimum			0,112	Mean			4,465				
245	Maximum			42,30	Median			0,888				
246	SD			7,952	Std. Error of Mean			1,148				
247	Coefficient of Variation			1,781	Skewness			3,170				
248												
249	Normal GOF Test											
250	Shapiro Wilk Test Statistic			0,599	Shapiro Wilk GOF Test							
251	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,947	Data Not Normal at 5% Significance Level							
252	Lilliefors Test Statistic			0,292	Lilliefors GOF Test							
253	5% Lilliefors Critical Value			0,127	Data Not Normal at 5% Significance Level							
254	Data Not Normal at 5% Significance Level											
255												
256	Assuming Normal Distribution											
257	95% Normal UCL				95% UCLs (Adjusted for Skewness)							
258	95% Student's-t UCL			6,391	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			6,914				
259					95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			6,479				
260												
261	Gamma GOF Test											
262	A-D Test Statistic			1,802	Anderson-Darling Gamma GOF Test							
263	5% A-D Critical Value			0,817	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level							
264	K-S Test Statistic			0,178	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test							
265	5% K-S Critical Value			0,135	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level							
266	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
267												
268	Gamma Statistics											
269	k hat (MLE)			0,485	k star (bias corrected MLE)			0,469				
270	Theta hat (MLE)			9,200	Theta star (bias corrected MLE)			9,522				
271	nu hat (MLE)			46,60	nu star (bias corrected)			45,02				
272	MLE Mean (bias corrected)			4,465	MLE Sd (bias corrected)			6,521				
273					Approximate Chi Square Value (0,0500)			30,63				
274	Adjusted Level of Significance			0,0450	Adjusted Chi Square Value			30,26				
275												

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
276	Assuming Gamma Distribution										
277	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))			6,564	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			6,643			
278											
279	Lognormal GOF Test										
280	Shapiro Wilk Test Statistic			0,924	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
281	5% Shapiro Wilk Critical Value			0,947	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
282	Lilliefors Test Statistic			0,138	Lilliefors Lognormal GOF Test						
283	5% Lilliefors Critical Value			0,127	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
284	Data Not Lognormal at 5% Significance Level										
285											
286	Lognormal Statistics										
287	Minimum of Logged Data			-2,189	Mean of logged Data			0,182			
288	Maximum of Logged Data			3,745	SD of logged Data			1,720			
289											
290	Assuming Lognormal Distribution										
291	95% H-UCL		11,80	90% Chebyshev (MVUE) UCL		9,961					
292	95% Chebyshev (MVUE) UCL		12,25	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL		15,43					
293	99% Chebyshev (MVUE) UCL		21,67								
294											
295	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
296	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)										
297											
298	Nonparametric Distribution Free UCLs										
299	95% CLT UCL		6,353	95% Jackknife UCL		6,391					
300	95% Standard Bootstrap UCL		6,298	95% Bootstrap-t UCL		7,425					
301	95% Hall's Bootstrap UCL		9,985	95% Percentile Bootstrap UCL		6,390					
302	95% BCA Bootstrap UCL		7,207								
303	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		7,909	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		9,468					
304	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		11,63	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		15,89					
305											
306	Suggested UCL to Use										
307	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL		9,468								
308											
309	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
310	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
311	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
312	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
313											
314											
315	Co										
316											
317	General Statistics										
318	Total Number of Observations		62,00	Number of Distinct Observations		61,00					
319				Number of Missing Observations		0					
320	Minimum		0,700	Mean		5,614					
321	Maximum		24,60	Median		3,975					
322	SD		4,715	Std. Error of Mean		0,599					
323	Coefficient of Variation		0,840	Skewness		2,337					
324											
325	Normal GOF Test										
326	Shapiro Wilk Test Statistic		0,756	Shapiro Wilk GOF Test							
327	5% Shapiro Wilk P Value		1,525E-13	Data Not Normal at 5% Significance Level							
328	Lilliefors Test Statistic		0,190	Lilliefors GOF Test							
329	5% Lilliefors Critical Value		0,112	Data Not Normal at 5% Significance Level							
330	Data Not Normal at 5% Significance Level										

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
331											
332	Assuming Normal Distribution										
333	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
334	95% Student's-t UCL			6,614		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)					6,789
335						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)					6,644
336											
337	Gamma GOF Test										
338	A-D Test Statistic			1,053		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
339	5% A-D Critical Value			0,763		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
340	K-S Test Statistic			0,113		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
341	5% K-S Critical Value			0,114		Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level					
342	Detected data follow Appr. Gamma Distribution at 5% Significance Level										
343											
344	Gamma Statistics										
345	k hat (MLE)			2,080		k star (bias corrected MLE)					1,990
346	Theta hat (MLE)			2,699		Theta star (bias corrected MLE)					2,821
347	nu hat (MLE)			258,0		nu star (bias corrected)					246,8
348	MLE Mean (bias corrected)			5,614		MLE Sd (bias corrected)					3,979
349						Approximate Chi Square Value (0,0500)					211,4
350	Adjusted Level of Significance			0,0461		Adjusted Chi Square Value					210,7
351											
352	Assuming Gamma Distribution										
353	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)			6,553		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)					6,577
354											
355	Lognormal GOF Test										
356	Shapiro Wilk Test Statistic			0,984		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
357	5% Shapiro Wilk P Value			0,817		Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
358	Lilliefors Test Statistic			0,0785		Lilliefors Lognormal GOF Test					
359	5% Lilliefors Critical Value			0,112		Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
360	Data appear Lognormal at 5% Significance Level										
361											
362	Lognormal Statistics										
363	Minimum of Logged Data			-0,357		Mean of logged Data					1,466
364	Maximum of Logged Data			3,203		SD of logged Data					0,711
365											
366	Assuming Lognormal Distribution										
367	95% H-UCL			6,703		90% Chebyshev (MVUE) UCL					7,207
368	95% Chebyshev (MVUE) UCL			7,958		97,5% Chebyshev (MVUE) UCL					8,999
369	99% Chebyshev (MVUE) UCL			11,04							
370											
371	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
372	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level										
373											
374	Nonparametric Distribution Free UCLs										
375	95% CLT UCL			6,599		95% Jackknife UCL					6,614
376	95% Standard Bootstrap UCL			6,587		95% Bootstrap-t UCL					6,876
377	95% Hall's Bootstrap UCL			6,948		95% Percentile Bootstrap UCL					6,651
378	95% BCA Bootstrap UCL			6,806							
379	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			7,411		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL					8,224
380	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			9,354		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL					11,57
381											
382	Suggested UCL to Use										
383	95% Approximate Gamma UCL			6,553							
384											
385	When a data set follows an approximate (e.g., normal) distribution passing one of the GOF test										

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
386	When applicable, it is suggested to use a UCL based upon a distribution (e.g., gamma) passing both GOF tests in ProUCL										
387											
388	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
389	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
390	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
391	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
392											
393											
394	Cu										
395											
396	General Statistics										
397	Total Number of Observations			62,00		Number of Distinct Observations			59,00		
398							Number of Missing Observations			0	
399	Minimum			3,350		Mean			879,9		
400	Maximum			6600		Median			162,0		
401	SD			1341		Std. Error of Mean			170,3		
402	Coefficient of Variation			1,524		Skewness			2,249		
403											
404	Normal GOF Test										
405	Shapiro Wilk Test Statistic			0,702		Shapiro Wilk GOF Test					
406	5% Shapiro Wilk P Value			2,220E-16		Data Not Normal at 5% Significance Level					
407	Lilliefors Test Statistic			0,257		Lilliefors GOF Test					
408	5% Lilliefors Critical Value			0,112		Data Not Normal at 5% Significance Level					
409	Data Not Normal at 5% Significance Level										
410											
411	Assuming Normal Distribution										
412	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
413	95% Student's-t UCL			1164		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			1212		
414						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			1172		
415											
416	Gamma GOF Test										
417	A-D Test Statistic			1,730		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
418	5% A-D Critical Value			0,847		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
419	K-S Test Statistic			0,154		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
420	5% K-S Critical Value			0,122		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
421	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level										
422											
423	Gamma Statistics										
424	k hat (MLE)			0,370		k star (bias corrected MLE)			0,363		
425	Theta hat (MLE)			2377		Theta star (bias corrected MLE)			2424		
426	nu hat (MLE)			45,91		nu star (bias corrected)			45,02		
427	MLE Mean (bias corrected)			879,9		MLE Sd (bias corrected)			1460		
428						Approximate Chi Square Value (0,0500)			30,63		
429	Adjusted Level of Significance			0,0461		Adjusted Chi Square Value			30,34		
430											
431	Assuming Gamma Distribution										
432	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))			1293		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			1305		
433											
434	Lognormal GOF Test										
435	Shapiro Wilk Test Statistic			0,898		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
436	5% Shapiro Wilk P Value			2,0351E-5		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
437	Lilliefors Test Statistic			0,134		Lilliefors Lognormal GOF Test					
438	5% Lilliefors Critical Value			0,112		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
439	Data Not Lognormal at 5% Significance Level										
440											

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
441	Lognormal Statistics										
442	Minimum of Logged Data				1,209	Mean of logged Data				4,980	
443	Maximum of Logged Data				8,795	SD of logged Data				2,365	
444											
445	Assuming Lognormal Distribution										
446	95% H-UCL				6609	90% Chebyshev (MVUE) UCL				4979	
447	95% Chebyshev (MVUE) UCL				6307	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL				8150	
448	99% Chebyshev (MVUE) UCL				11771						
449											
450	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
451	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)										
452											
453	Nonparametric Distribution Free UCLs										
454	95% CLT UCL				1160	95% Jackknife UCL				1164	
455	95% Standard Bootstrap UCL				1162	95% Bootstrap-t UCL				1256	
456	95% Hall's Bootstrap UCL				1247	95% Percentile Bootstrap UCL				1180	
457	95% BCA Bootstrap UCL				1211						
458	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				1391	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				1622	
459	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				1943	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				2574	
460											
461	Suggested UCL to Use										
462	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				1622						
463											
464	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
465	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
466	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
467	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
468											
469											
470	Cr										
471											
472	General Statistics										
473	Total Number of Observations				62,00	Number of Distinct Observations				58,00	
474						Number of Missing Observations				0	
475	Minimum				2,520	Mean				9,574	
476	Maximum				35,90	Median				8,185	
477	SD				6,374	Std. Error of Mean				0,810	
478	Coefficient of Variation				0,666	Skewness				2,880	
479											
480	Normal GOF Test										
481	Shapiro Wilk Test Statistic				0,664	Shapiro Wilk GOF Test					
482	5% Shapiro Wilk P Value				0	Data Not Normal at 5% Significance Level					
483	Lilliefors Test Statistic				0,265	Lilliefors GOF Test					
484	5% Lilliefors Critical Value				0,112	Data Not Normal at 5% Significance Level					
485	Data Not Normal at 5% Significance Level										
486											
487	Assuming Normal Distribution										
488	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
489	95% Student's-t UCL				10,93	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				11,22	
490						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				10,98	
491											
492	Gamma GOF Test										
493	A-D Test Statistic				2,924	Anderson-Darling Gamma GOF Test					
494	5% A-D Critical Value				0,755	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
495	K-S Test Statistic				0,185	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
496	5% K-S Critical Value			0,114	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
497	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level										
498											
499	Gamma Statistics										
500	k hat (MLE)			3,777	k star (bias corrected MLE)			3,605			
501	Theta hat (MLE)			2,535	Theta star (bias corrected MLE)			2,656			
502	nu hat (MLE)			468,3	nu star (bias corrected)			447,0			
503	MLE Mean (bias corrected)			9,574	MLE Sd (bias corrected)			5,043			
504					Approximate Chi Square Value (0,0500)			399,0			
505	Adjusted Level of Significance			0,0461	Adjusted Chi Square Value			397,9			
506											
507	Assuming Gamma Distribution										
508	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))			10,73	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			10,76			
509											
510	Lognormal GOF Test										
511	Shapiro Wilk Test Statistic			0,920	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
512	5% Shapiro Wilk P Value			4,3510E-4	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
513	Lilliefors Test Statistic			0,143	Lilliefors Lognormal GOF Test						
514	5% Lilliefors Critical Value			0,112	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
515	Data Not Lognormal at 5% Significance Level										
516											
517	Lognormal Statistics										
518	Minimum of Logged Data			0,924	Mean of logged Data			2,121			
519	Maximum of Logged Data			3,581	SD of logged Data			0,495			
520											
521	Assuming Lognormal Distribution										
522	95% H-UCL			10,61	90% Chebyshev (MVUE) UCL			11,27			
523	95% Chebyshev (MVUE) UCL			12,12	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL			13,29			
524	99% Chebyshev (MVUE) UCL			15,60							
525											
526	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
527	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)										
528											
529	Nonparametric Distribution Free UCLs										
530	95% CLT UCL			10,91	95% Jackknife UCL			10,93			
531	95% Standard Bootstrap UCL			10,90	95% Bootstrap-t UCL			11,49			
532	95% Hall's Bootstrap UCL			11,44	95% Percentile Bootstrap UCL			10,95			
533	95% BCA Bootstrap UCL			11,20							
534	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			12,00	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			13,10			
535	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			14,63	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			17,63			
536											
537	Suggested UCL to Use										
538	95% Student's-t UCL			10,93	or 95% Modified-t UCL			10,98			
539											
540	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
541	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
542	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
543	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
544											
545											
546	Hg										
547											
548	General Statistics										
549	Total Number of Observations			16,00	Number of Distinct Observations			16,00			
550					Number of Missing Observations			46,00			

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
551				Minimum	0,0200					Mean	0,473
552				Maximum	1,730					Median	0,393
553				SD	0,434					Std. Error of Mean	0,108
554				Coefficient of Variation	0,917					Skewness	1,704
555											
556	Normal GOF Test										
557				Shapiro Wilk Test Statistic	0,845					Shapiro Wilk GOF Test	
558				5% Shapiro Wilk Critical Value	0,887					Data Not Normal at 5% Significance Level	
559				Lilliefors Test Statistic	0,166					Lilliefors GOF Test	
560				5% Lilliefors Critical Value	0,213					Data appear Normal at 5% Significance Level	
561	Data appear Approximate Normal at 5% Significance Level										
562											
563	Assuming Normal Distribution										
564	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
565				95% Student's-t UCL	0,663					95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)	0,701
566										95% Modified-t UCL (Johnson-1978)	0,671
567											
568	Gamma GOF Test										
569				A-D Test Statistic	0,140					Anderson-Darling Gamma GOF Test	
570				5% A-D Critical Value	0,760					Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level	
571				K-S Test Statistic	0,0987					Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test	
572				5% K-S Critical Value	0,220					Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level	
573	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level										
574											
575	Gamma Statistics										
576				k hat (MLE)	1,212					k star (bias corrected MLE)	1,027
577				Theta hat (MLE)	0,390					Theta star (bias corrected MLE)	0,461
578				nu hat (MLE)	38,79					nu star (bias corrected)	32,85
579				MLE Mean (bias corrected)	0,473					MLE Sd (bias corrected)	0,467
580										Approximate Chi Square Value (0,0500)	20,75
581				Adjusted Level of Significance	0,0335					Adjusted Chi Square Value	19,66
582											
583	Assuming Gamma Distribution										
584				95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))	0,749					95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)	0,791
585											
586	Lognormal GOF Test										
587				Shapiro Wilk Test Statistic	0,952					Shapiro Wilk Lognormal GOF Test	
588				5% Shapiro Wilk Critical Value	0,887					Data appear Lognormal at 5% Significance Level	
589				Lilliefors Test Statistic	0,140					Lilliefors Lognormal GOF Test	
590				5% Lilliefors Critical Value	0,213					Data appear Lognormal at 5% Significance Level	
591	Data appear Lognormal at 5% Significance Level										
592											
593	Lognormal Statistics										
594				Minimum of Logged Data	-3,912					Mean of logged Data	-1,215
595				Maximum of Logged Data	0,548					SD of logged Data	1,142
596											
597	Assuming Lognormal Distribution										
598				95% H-UCL	1,352					90% Chebyshev (MVUE) UCL	1,050
599				95% Chebyshev (MVUE) UCL	1,282					97,5% Chebyshev (MVUE) UCL	1,605
600				99% Chebyshev (MVUE) UCL	2,239						
601											
602	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
603	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level										
604											
605	Nonparametric Distribution Free UCLs										

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
606	95% CLT UCL				0,651	95% Jackknife UCL				0,663	
607	95% Standard Bootstrap UCL				0,649	95% Bootstrap-t UCL				0,752	
608	95% Hall's Bootstrap UCL				0,887	95% Percentile Bootstrap UCL				0,652	
609	95% BCA Bootstrap UCL				0,701						
610	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0,798	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0,946	
611	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				1,150	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				1,552	
612											
613	Suggested UCL to Use										
614	95% Student's-t UCL				0,663						
615											
616	When a data set follows an approximate (e.g., normal) distribution passing one of the GOF test										
617	When applicable, it is suggested to use a UCL based upon a distribution (e.g., gamma) passing both GOF tests in ProUCL										
618											
619	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
620	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
621	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
622	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
623											
624											
625	Mo										
626											
627	General Statistics										
628	Total Number of Observations				23,00	Number of Distinct Observations				23,00	
629						Number of Missing Observations				33,00	
630	Minimum				0,252	Mean				1,989	
631	Maximum				9,210	Median				0,608	
632	SD				2,399	Std. Error of Mean				0,500	
633	Coefficient of Variation				1,206	Skewness				1,654	
634											
635	Normal GOF Test										
636	Shapiro Wilk Test Statistic				0,747	Shapiro Wilk GOF Test					
637	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,914	Data Not Normal at 5% Significance Level					
638	Lilliefors Test Statistic				0,308	Lilliefors GOF Test					
639	5% Lilliefors Critical Value				0,180	Data Not Normal at 5% Significance Level					
640	Data Not Normal at 5% Significance Level										
641											
642	Assuming Normal Distribution										
643	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
644	95% Student's-t UCL				2,848	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				2,996	
645						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				2,876	
646											
647	Gamma GOF Test										
648	A-D Test Statistic				1,496	Anderson-Darling Gamma GOF Test					
649	5% A-D Critical Value				0,776	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
650	K-S Test Statistic				0,269	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
651	5% K-S Critical Value				0,188	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
652	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level										
653											
654	Gamma Statistics										
655	k hat (MLE)				0,868	k star (bias corrected MLE)				0,784	
656	Theta hat (MLE)				2,291	Theta star (bias corrected MLE)				2,537	
657	nu hat (MLE)				39,93	nu star (bias corrected)				36,06	
658	MLE Mean (bias corrected)				1,989	MLE Sd (bias corrected)				2,246	
659						Approximate Chi Square Value (0,0500)				23,31	
660	Adjusted Level of Significance				0,0389	Adjusted Chi Square Value				22,57	

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
661											
662	Assuming Gamma Distribution										
663	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				3,076		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				3,177
664											
665	Lognormal GOF Test										
666	Shapiro Wilk Test Statistic				0,876		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test				
667	5% Shapiro Wilk Critical Value				0,914		Data Not Lognormal at 5% Significance Level				
668	Lilliefors Test Statistic				0,215		Lilliefors Lognormal GOF Test				
669	5% Lilliefors Critical Value				0,180		Data Not Lognormal at 5% Significance Level				
670	Data Not Lognormal at 5% Significance Level										
671											
672	Lognormal Statistics										
673	Minimum of Logged Data				-1,378		Mean of logged Data				0,0111
674	Maximum of Logged Data				2,220		SD of logged Data				1,183
675											
676	Assuming Lognormal Distribution										
677	95% H-UCL				4,100		90% Chebyshev (MVUE) UCL				3,614
678	95% Chebyshev (MVUE) UCL				4,373		97,5% Chebyshev (MVUE) UCL				5,425
679	99% Chebyshev (MVUE) UCL				7,492						
680											
681	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
682	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)										
683											
684	Nonparametric Distribution Free UCLs										
685	95% CLT UCL				2,812		95% Jackknife UCL				2,848
686	95% Standard Bootstrap UCL				2,786		95% Bootstrap-t UCL				3,068
687	95% Hall's Bootstrap UCL				3,142		95% Percentile Bootstrap UCL				2,823
688	95% BCA Bootstrap UCL				2,939						
689	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				3,489		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				4,169
690	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				5,112		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				6,965
691											
692	Suggested UCL to Use										
693	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				4,169						
694											
695	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
696	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
697	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
698	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
699											
700											
701	Ni										
702											
703	General Statistics										
704	Total Number of Observations				62,00		Number of Distinct Observations				55,00
705							Number of Missing Observations				0
706	Minimum				1,190		Mean				3,702
707	Maximum				9,790		Median				3,500
708	SD				1,548		Std. Error of Mean				0,197
709	Coefficient of Variation				0,418		Skewness				1,373
710											
711	Normal GOF Test										
712	Shapiro Wilk Test Statistic				0,919		Shapiro Wilk GOF Test				
713	5% Shapiro Wilk P Value				3,8280E-4		Data Not Normal at 5% Significance Level				
714	Lilliefors Test Statistic				0,132		Lilliefors GOF Test				
715	5% Lilliefors Critical Value				0,112		Data Not Normal at 5% Significance Level				

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
716	Data Not Normal at 5% Significance Level											
717												
718	Assuming Normal Distribution											
719	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
720	95% Student's-t UCL			4,030		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				4,062		
721						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				4,036		
722												
723	Gamma GOF Test											
724	A-D Test Statistic			0,272		Anderson-Darling Gamma GOF Test						
725	5% A-D Critical Value			0,753		Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level						
726	K-S Test Statistic			0,0796		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test						
727	5% K-S Critical Value			0,113		Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level						
728	Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level											
729												
730	Gamma Statistics											
731	k hat (MLE)			6,421		k star (bias corrected MLE)				6,121		
732	Theta hat (MLE)			0,577		Theta star (bias corrected MLE)				0,605		
733	nu hat (MLE)			796,2		nu star (bias corrected)				759,0		
734	MLE Mean (bias corrected)			3,702		MLE Sd (bias corrected)				1,496		
735						Approximate Chi Square Value (0,0500)				696,1		
736	Adjusted Level of Significance			0,0461		Adjusted Chi Square Value				694,6		
737												
738	Assuming Gamma Distribution											
739	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)			4,036		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				4,045		
740												
741	Lognormal GOF Test											
742	Shapiro Wilk Test Statistic			0,990		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
743	5% Shapiro Wilk P Value			0,972		Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
744	Lilliefors Test Statistic			0,0755		Lilliefors Lognormal GOF Test						
745	5% Lilliefors Critical Value			0,112		Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
746	Data appear Lognormal at 5% Significance Level											
747												
748	Lognormal Statistics											
749	Minimum of Logged Data			0,174		Mean of logged Data				1,229		
750	Maximum of Logged Data			2,281		SD of logged Data				0,405		
751												
752	Assuming Lognormal Distribution											
753	95% H-UCL			4,075		90% Chebyshev (MVUE) UCL				4,297		
754	95% Chebyshev (MVUE) UCL			4,565		97,5% Chebyshev (MVUE) UCL				4,938		
755	99% Chebyshev (MVUE) UCL			5,669								
756												
757	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
758	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level											
759												
760	Nonparametric Distribution Free UCLs											
761	95% CLT UCL			4,025		95% Jackknife UCL				4,030		
762	95% Standard Bootstrap UCL			4,028		95% Bootstrap-t UCL				4,084		
763	95% Hall's Bootstrap UCL			4,092		95% Percentile Bootstrap UCL				4,030		
764	95% BCA Bootstrap UCL			4,050								
765	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			4,291		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				4,559		
766	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			4,929		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				5,657		
767												
768	Suggested UCL to Use											
769	95% Approximate Gamma UCL			4,036								
770												

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
771	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
772	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
773	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
774	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
775											
776											
777	V										
778											
779	General Statistics										
780	Total Number of Observations			62,00		Number of Distinct Observations			53,00		
781						Number of Missing Observations			0		
782	Minimum			3,550		Mean			12,13		
783	Maximum			38,00		Median			11,00		
784	SD			6,402		Std. Error of Mean			0,813		
785	Coefficient of Variation			0,528		Skewness			1,803		
786											
787	Normal GOF Test										
788	Shapiro Wilk Test Statistic			0,845		Shapiro Wilk GOF Test					
789	5% Shapiro Wilk P Value			1,3085E-8		Data Not Normal at 5% Significance Level					
790	Lilliefors Test Statistic			0,143		Lilliefors GOF Test					
791	5% Lilliefors Critical Value			0,112		Data Not Normal at 5% Significance Level					
792	Data Not Normal at 5% Significance Level										
793											
794	Assuming Normal Distribution										
795	95% Normal UCL					95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
796	95% Student's-t UCL			13,49		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			13,67		
797						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			13,52		
798											
799	Gamma GOF Test										
800	A-D Test Statistic			0,934		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
801	5% A-D Critical Value			0,754		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
802	K-S Test Statistic			0,0928		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
803	5% K-S Critical Value			0,113		Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level					
804	Detected data follow Appr. Gamma Distribution at 5% Significance Level										
805											
806	Gamma Statistics										
807	k hat (MLE)			4,395		k star (bias corrected MLE)			4,193		
808	Theta hat (MLE)			2,760		Theta star (bias corrected MLE)			2,893		
809	nu hat (MLE)			544,9		nu star (bias corrected)			519,9		
810	MLE Mean (bias corrected)			12,13		MLE Sd (bias corrected)			5,924		
811						Approximate Chi Square Value (0,0500)			468,0		
812	Adjusted Level of Significance			0,0461		Adjusted Chi Square Value			466,9		
813											
814	Assuming Gamma Distribution										
815	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)			13,47		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)			13,51		
816											
817	Lognormal GOF Test										
818	Shapiro Wilk Test Statistic			0,964		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
819	5% Shapiro Wilk P Value			0,148		Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
820	Lilliefors Test Statistic			0,120		Lilliefors Lognormal GOF Test					
821	5% Lilliefors Critical Value			0,112		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
822	Data appear Approximate Lognormal at 5% Significance Level										
823											
824	Lognormal Statistics										
825	Minimum of Logged Data			1,267		Mean of logged Data			2,378		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
826	Maximum of Logged Data				3,638	SD of logged Data				0,489		
827												
828	Assuming Lognormal Distribution											
829	95% H-UCL			13,64	90% Chebyshev (MVUE) UCL			14,49				
830	95% Chebyshev (MVUE) UCL			15,57	97,5% Chebyshev (MVUE) UCL			17,06				
831	99% Chebyshev (MVUE) UCL			19,99								
832												
833	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
834	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level											
835												
836	Nonparametric Distribution Free UCLs											
837	95% CLT UCL			13,47	95% Jackknife UCL			13,49				
838	95% Standard Bootstrap UCL			13,45	95% Bootstrap-t UCL			13,75				
839	95% Hall's Bootstrap UCL			13,94	95% Percentile Bootstrap UCL			13,49				
840	95% BCA Bootstrap UCL			13,66								
841	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			14,57	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			15,67				
842	97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			17,21	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			20,22				
843												
844	Suggested UCL to Use											
845	95% Approximate Gamma UCL			13,47								
846												
847	When a data set follows an approximate (e.g., normal) distribution passing one of the GOF test											
848	When applicable, it is suggested to use a UCL based upon a distribution (e.g., gamma) passing both GOF tests in ProUCL											
849												
850	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
851	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
852	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
853	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
854												
855												
856	Zn											
857												
858	General Statistics											
859	Total Number of Observations			62,00	Number of Distinct Observations			59,00				
860					Number of Missing Observations			0				
861	Minimum			8,580	Mean			1287				
862	Maximum			8290	Median			212,5				
863	SD			1918	Std. Error of Mean			243,6				
864	Coefficient of Variation			1,490	Skewness			1,873				
865												
866	Normal GOF Test											
867	Shapiro Wilk Test Statistic			0,706	Shapiro Wilk GOF Test							
868	5% Shapiro Wilk P Value			4,441E-16	Data Not Normal at 5% Significance Level							
869	Lilliefors Test Statistic			0,259	Lilliefors GOF Test							
870	5% Lilliefors Critical Value			0,112	Data Not Normal at 5% Significance Level							
871	Data Not Normal at 5% Significance Level											
872												
873	Assuming Normal Distribution											
874	95% Normal UCL				95% UCLs (Adjusted for Skewness)							
875	95% Student's-t UCL			1694	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			1750				
876					95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			1704				
877												
878	Gamma GOF Test											
879	A-D Test Statistic			1,978	Anderson-Darling Gamma GOF Test							
880	5% A-D Critical Value			0,828	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level							

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
881				K-S Test Statistic	0,176	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
882				5% K-S Critical Value	0,120	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
883	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level										
884											
885	Gamma Statistics										
886				k hat (MLE)	0,452				k star (bias corrected MLE)	0,440	
887				Theta hat (MLE)	2851				Theta star (bias corrected MLE)	2923	
888				nu hat (MLE)	55,99				nu star (bias corrected)	54,62	
889				MLE Mean (bias corrected)	1287				MLE Sd (bias corrected)	1940	
890									Approximate Chi Square Value (0,0500)	38,64	
891				Adjusted Level of Significance	0,0461				Adjusted Chi Square Value	38,32	
892											
893	Assuming Gamma Distribution										
894				95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))	1820				95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)	1835	
895											
896	Lognormal GOF Test										
897				Shapiro Wilk Test Statistic	0,930	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
898				5% Shapiro Wilk P Value	0,00178	Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
899				Lilliefors Test Statistic	0,123	Lilliefors Lognormal GOF Test					
900				5% Lilliefors Critical Value	0,112	Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
901	Data Not Lognormal at 5% Significance Level										
902											
903	Lognormal Statistics										
904				Minimum of Logged Data	2,149				Mean of logged Data	5,731	
905				Maximum of Logged Data	9,023				SD of logged Data	1,925	
906											
907	Assuming Lognormal Distribution										
908				95% H-UCL	4137				90% Chebyshev (MVUE) UCL	3792	
909				95% Chebyshev (MVUE) UCL	4686				97,5% Chebyshev (MVUE) UCL	5927	
910				99% Chebyshev (MVUE) UCL	8365						
911											
912	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics										
913	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)										
914											
915	Nonparametric Distribution Free UCLs										
916				95% CLT UCL	1688				95% Jackknife UCL	1694	
917				95% Standard Bootstrap UCL	1689				95% Bootstrap-t UCL	1767	
918				95% Hall's Bootstrap UCL	1755				95% Percentile Bootstrap UCL	1711	
919				95% BCA Bootstrap UCL	1744						
920				90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL	2018				95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL	2349	
921				97,5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL	2809				99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL	3711	
922											
923	Suggested UCL to Use										
924				95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL	2349						
925											
926	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
927	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
928	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
929	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
930											

BILAGA C

Situationsplan provtagningpunkter

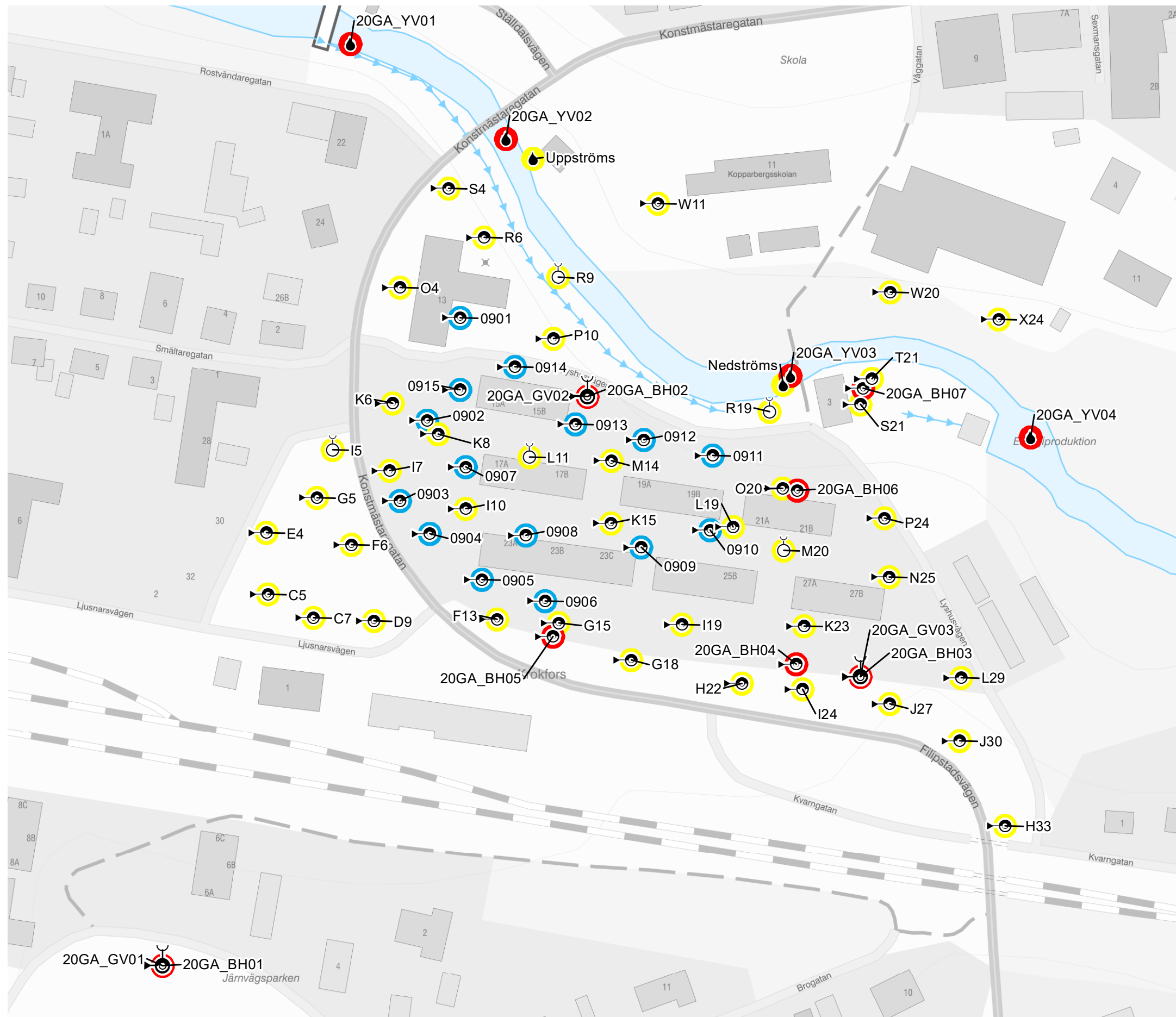
Teckenförklaring

Provtyp

- Borrpunkt (58 st.)
- Borrpunkt och Grundvattenrör (3 st.)
- Grundvattenrör (5 st.)
- Ytvatten (6 st.)

Provtagare och år

- Golder 2020 (11 st.)
- Sweco 2013 (43 st.)
- Sweco 2009 (15 st.)

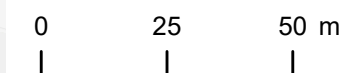


Uppdragsledare: G. Sundén

Handläggare: H. Svanberg

Ritad av: D. Klingmyr

Underlag: © Lantmäteriet, Ärende nr M2004/2092



Koordinatsystem: SWEREF99 TM



BILAGA D

Beräkning - Platsspecifika riktvärden

Riktvärden																	Naturvårdsverket, version 2.0.1										Exponeringsvägarnas påverkan på hälsoriskbaserat riktvärde					
Ämne	Envägskoncentrationer (mg/kg)						Riktvärde för hälsa, långtidseff.	Justeringar (mg/kg)		Hälsoriskbaserat riktvärde	Skydd av markmiljö (mg/kg)	Spridning (mg/kg)			Riktvärde hälsa, miljö, spridning	Bakgrundshalt (mg/kg)	Avrundat riktvärde (mg/kg)	Ämne	Påverkan på ojusterat hälsoriskbaserat riktvärde													
	Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag av dricksvatten	Intag av växter		Korttids-exponering	Akut-toxicitet			Skydd mot fri fas	Skydd av grundvatten	Skydd av ytvatten					Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag av dricksvatten	Intag av växter								
Arsenik	4,8	33	360	beaktas ej	beaktas ej	2,8	1,7	data saknas	100	1,7	20	beaktas ej	17	45	1,7	10	10	Arsenik	35,3%	5,0%	0,5%	0,0%	0,0%	59,1%								
Barium	1300	46000	27000	beaktas ej	beaktas ej	870	500	data saknas	data saknas	500	200	beaktas ej	4800	6000	200	80	200	Barium	39,9%	1,1%	1,9%	0,0%	0,0%	57,1%								
Bly	88	3200	5300	beaktas ej	beaktas ej	270	64	600	data saknas	64	200	beaktas ej	100	450	64	20	60	Bly	73,1%	2,0%	1,2%	0,0%	0,0%	23,7%								
Kadmium	9	3300	53	beaktas ej	beaktas ej	1,4	1,2	250	data saknas	1,2	4	beaktas ej	5,8	2	1,2	0,2	1,2	Kadmium	13,2%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	84,6%								
Kobolt	88	3200	2700	beaktas ej	beaktas ej	30	22	data saknas	data saknas	22	20	beaktas ej	17	30	17	10	18	Kobolt	25,0%	0,7%	0,8%	0,0%	0,0%	73,5%								
Koppar	31000	ej begr.	27000	beaktas ej	beaktas ej	2800	2400	data saknas	data saknas	2400	80	beaktas ej	350	300	80	30	80	Koppar	7,5%	0,2%	8,8%	0,0%	0,0%	83,4%								
Kvicksilver	5,8	210	2100	0,45	beaktas ej	0,76	0,27	data saknas	data saknas	0,27	5	beaktas ej	1,7	0,3	0,27	0,1	0,25	Kvicksilver	4,7%	0,1%	0,0%	59,8%	0,0%	35,3%								
Zink	19000	680000	ej begr.	beaktas ej	beaktas ej	3400	2900	data saknas	data saknas	2900	250	beaktas ej	690	1200	250	70	250	Zink	15,3%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	84,3%								

Gråmarkerade celler indikerar att detta värde är styrande för riktvärdet.
Eventuell gul/orange cell indikerar att riktvärdet justerats till bakgrundshalten.

Eget scenario: **KM utan dv**
Generellt scenario: **KM**

Eget scenario: **KM utan dv**
Generellt scenario: **KM**

Avvikelser mellan eget scenario och generellt scenario redovisas på kalkylblad "Uttagsrapport".

Avvikelser mellan eget scenario och jämförsenario redovisas på kalkylblad "Uttagsrapport".

	F	G	H	I	J	K
1	Kommentarer					Naturvårdsverket, version 2.0.1
2						
3						
4	Eget scenario:	KM utan dv				
5	Generellt scenario:	KM				
6						
7	Används för att skriva kommentarer till Uttagsrapporten.					
8	Beteckningen << anger att kommentar är obligatorisk (kolumn K).					
9						
10	Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer till ämnen (frivillig)	
11	Arsenik	10	mg/kg	Bakgrundshalt		
12	Barium	200	mg/kg	Skydd av markmiljö		
13	Bly	60	mg/kg	Intag av jord		
14	Kadmium	1,2	mg/kg	Intag av växter		
15	Kobolt	18	mg/kg	Skydd av grundvatten		
16	Koppar	80	mg/kg	Skydd av markmiljö		
17	Kvicksilver	0,25	mg/kg	Inandning av ånga		
18	Zink	250	mg/kg	Skydd av markmiljö		
35						
36						
37	Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar	
38		KM utan dv	KM			
39	VARNING! Orealistiska indata !					
40	Kontrollera röd-markerade värden !					
41	Intag av jord	beaktas	beaktas			
42	Hudkontakt med jord/damm	beaktas	beaktas			
43	Inandning av damm	beaktas	beaktas			
44	Inandning av ånga	beaktas	beaktas			
45	Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Inget uttag av dricksvatten sker inom undersökningsområdet	<<
46	Intag av växter	beaktas	beaktas			
47	Uppskattning av halt i fisk	beaktas ej	beaktas ej			
48	Scenariospecifika modellparametrar	KM-värde	KM-värde			
49	Exp.tid barn - intag av jord	365	365	dag/år		
50	Exp.tid vuxna - intag av jord	365	365	dag/år		
51	Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	120	120	dag/år		
52	Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	120	120	dag/år		
53	Exp.tid barn - inandning av damm	365	365	dag/år		
54	Exp.tid vuxna - inandning av damm	365	365	dag/år		
55	Andel inomhusvistelse - inandn. damm	1	1	-		
56	Exp.tid barn - inandning av ånga	365	365	dag/år		
57	Exp.tid vuxna - inandning av ånga	365	365	dag/år		
58	Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	1	1	-		
59	Konsumtion av växter - barn	0,25	0,25	kg/dag		
60	Konsumtion av växter - vuxna	0,4	0,4	kg/dag		
61	Andel växter från odling på plats	0,1	0,1	-		
62	Halt löst/mobilt organiskt kol i grundvatten	0,000003	0,000003	-		
63	Torrdensitet	1,5	1,5	kg/dm ³		
64	Halt organiskt kol	0,02	0,02	kg/kg		
65	Vattenhalt	0,32	0,32	dm ³ /dm ³		
66	Andel porluft	0,08	0,08	dm ³ /dm ³		
67	Längd på förorenat område	100	50	m	Ca 100 m	<<
68	Bredd på förorenat område	200	50	m	Ca 200 m	<<
69	Riktvärdet avser endast jord under gv-ytan	FALSE	FALSE			
70	Föroreningsmäktighet under gv-ytan			m		
71	Luftvolym inne i byggnad	240	240	m ³		
72	Luftomsättning i byggnad	12	12	dag ⁻¹		
73	Yta under byggnad	100	100	m ²		
74	Djup till förorening	0,35	0,35	m		

	F	G	H	I	J	K
1	Kommentarer					Naturvårdsverket, version 2.0.1
2						
3						
4	Eget scenario:	KM utan dv				
5	Generellt scenario:	KM				
6						
7	Används för att skriva kommentarer till Uttagsrapporten.					
8	Beteckningen << anger att kommentar är obligatorisk (kolumn K).					
9						
75	Grundvattenbildning	100	100	mm/år		
76	Hydraulisk konduktivitet	0,00001	0,00001	m/s		
77	Hydraulisk gradient	0,03	0,03	m/m		
78	Akviferens mäktighet	10	10	m		
79	Avstånd till brunn	0	0	m		
80	Sjöns volym			m ³		
81	Sjöns omsättningstid			år		
82	Flöde i rinnande vattendrag	0,03171	0,03171	m ³ /s		
83	Egen utspädningsfaktor - inomhusluft			ggr		
84	Egen utspädningsfaktor - utomhusluft			ggr		
85	Egen utspädningsfaktor - grundvatten (brunn)			ggr		
86	Egen utspädningsfaktor - ytvatten			ggr		
87	Skydd av markmiljö	KM-värde	KM-värde			
88	Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs	utförs			
89	Skydd av grundvatten	utförs	utförs			
90	Justering för akuttoxicitet	utförs	utförs			
91	Justering för bakgrundshalt	utförs	utförs			
92	Avstånd till skyddat grundvatten	0	0	m		
93	Egen utspädningsfaktor - skyddat gv			ggr		
94	Inga avvikelser i inmatningsbladet,					
95	de två scenarierna är identiska.	-	-			
96						
97						
98	Avvikelse i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde		Kommentarer till modellparametrar	
99	Förhållande KDOC/Koc	0,24	0,24	-		
100	Diffusivitet i luft	0,7	0,7	m ² /dag		
101	Diffusivitet i vatten	0,000086	0,000086	m ² /dag		
102	Inläckage av markluft till byggnad	2,4	2,4	m ³ /dag		
103	Vindhastighet	1	1	m/s		
104	Förhållande torrsvikt/färskvikt för blad- och stjälkgrönsaker	0,117	0,117	-		
105	Förhållande torrsvikt/färskvikt för rotsaker	0,202	0,202	-		
106	Andel konsumtion av blad- och stjälkgrönsaker	0,5	0,5	-		
107	Andel konsumtion av rotsaker	0,5	0,5	-		
108	Genomsnittligt intag av jord, barn	120	120	mg/dag		
109	Genomsnittligt intag av jord, vuxna	50	50	mg/dag		
110	Kroppsvikt, barn	15	15	kg		
111	Kroppsvikt, vuxna	70	70	kg		
112	Exponeringsår som barn	6	6	år		
113	Exponeringsår som vuxen	74	74	år		
114	Livslängd	80	80	år		
115	Jordexponering hud, barn	2000	2000	mg/m ²		
116	Jordexponering hud, vuxna	2000	2000	mg/m ²		
117	Exponerad hudyta, barn	0,5	0,5	m ²		
118	Exponerad hudyta, vuxna	0,5	0,5	m ²		
119	Halt av jordpartiklar i inomhusluft	0,0075	0,0075	mg/m ³		
120	Halt av jordpartiklar i utomhusluft	0,01	0,01	mg/m ³		
121	Andel partiklar från förorenat område i inomhusluft	0,5	0,5	-		
122	Andel partiklar från förorenat område i utomhusluft	0,5	0,5	-		

	F	G	H	I	J	K
1	Kommentarer					Naturvårdsverket, version 2.0.1
2						
3						
4	Eget scenario:	KM utan dv				
5	Generellt scenario:	KM				
6						
7	Används för att skriva kommentarer till Uttagsrapporten.					
8	Beteckningen << anger att kommentar är obligatorisk (kolumn K).					
9						
123	Anrikningsfaktor halt i partiklar / halt i jord	5	5	-		
124	Andningsvolym, barn	7,6	7,6	m ³ /dag		
125	Andningsvolym, vuxen	20	20	m ³ /dag		
126	Lungretention, barn	0,75	0,75	-		
127	Lungretention, vuxen	0,75	0,75	-		
128	Tidsfaktor inandning av ångor och damm	1	1	-		
129	Vattenkonsumtion, barn	1	1	dm ³ /dag		
130	Vattenkonsumtion, vuxna	2	2	dm ³ /dag		
131	Fetthalt i fisk	0,05	0,05	kg/kg		
132	Kroppsvikt litet barn, akuttox.-beräkningar	10	10	kg		
133	Intag av jord, akuttox.-beräkningar	5000	5000	mg		
134	Volymfraktion fett i växt, bladgrönsaker	0,01	0,01	m ³ /m ³		
135	Bulkdensitet, blad (våtvikt)	800	800	kg/m ³		
136	Konstant för utspädning pga tillväxt, blad	0,035	0,035	dag ⁻¹		
137	Bladvolym	0,002	0,002	m ³		
138	Bladarea	5	5	m ²		
139	Transpirationsflöde, bladgrönsaker	0,001	0,001	m ³ /dag		
140	Konduktans i växt	80	80	m/dag		
141	Korrektionsfaktor fett-oktanol, blad	0,95	0,95	-		
142	Utspädningsfaktor porluft-luft vid markytan	0,001	0,001	-		
143	Depositionskonstant (resuspenderad jord)	0,01	0,01	-		
144	Undre gräns vid beräkning av Kow*	0,3	0,3	dm ³ /kg		
145	Övre gräns vid beräkning av Kow*	200000	200000	dm ³ /kg		
146	Volymfraktion fett i växt, rotsaker	0,005	0,005	m ³ /m ³		
147	Bulkdensitet, rot (våtvikt)	1000	1000	kg/m ³		
148	Konstant för utspädning pga tillväxt och förlust, rot	0,001	0,001	dag ⁻¹		
149	Rotvolym	0,001	0,001	m ³		
150	Korrektionsfaktor fett-oktanol, rot	0,77	0,77	-		
151	Transpirationsflöde, rotsaker	0,001	0,001	m ³ /dag		
152	Integrationstid för justering av Henrys konstant	1	1	år		
153	Mäktighet på förorenat jordlager som riktvärdet gäller för	2	2	m		
159						
160						
161	Ämnen					
164	- Arsenik					
165	- Barium					
166	- Bly					
167	- Kadmium					
168	- Kobolt					
169	- Koppar					
170	- Kvicksilver					
171	- Zink					
172						
173						
174						
175						
176						

	F	G	H	I	J	K
1	Kommentarer					Naturvårdsverket, version 2.0.1
2						
3						
4	Eget scenario:	KM utan dv				
5	Generellt scenario:	KM				
6						
7	Används för att skriva kommentarer till Uttagsrapporten.					
8	Beteckningen << anger att kommentar är obligatorisk (kolumn K).					
9						
177						
178						
179						
180						
181						
182						
183						
184						
185						
186						
187						
188	Inga egendefinierade ämnen används.					
189						
190	Egendefinierade ämnen redovisas i					
191	kalkylbladet "Avvikelse ämnesdata".					
192						
193						
194						
195						
196						
197						
198						
199						
200						
201						
202						
203						
204						
205						
206						



golder.com