

# Förorenade områdets sårbarhet för klimatrelaterade naturolyckor

ULRIKA WESTHOLM 2018  
MVEN30 EXAMENSARBETE FÖR MASTEREXAMEN 30 HP  
TILLÄMPAD KLIMATSTRATEGI | LUNDS UNIVERSITET







**LUNDS**  
UNIVERSITET

[WWW.CEC.LU.SE](http://WWW.CEC.LU.SE)  
[WWW.LU.SE](http://WWW.LU.SE)

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning  
Centrum för miljö- och  
klimatforskning  
Ekologihuset  
223 62 Lund



# Förkortningar och begrepp

AHP	Analytical Hierarchy Process
BHF	Beräknat Högsta Flöde
DHI	DHI Group AB
EBH	Efterbehandlingsstödet
FO	Förorenade Områden
FFE	Förutsättningar för erosion
FFRS	Förutsättningar för ras och skred
GET	Geographic Extraction Tool
KM	Känslig markanvändning
MIFO	Metodik för Inventering av Förorenade Områden (NV:s rapport 4918)
MKM	Mindre känslig markanvändning
MSB	Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap
NO	Naturolycka
NV	Naturvårdsverket
Q50	Beteckning för ett 50-årsflöde
Q100	Beteckning för ett hundraårsflöde
Q200	Beteckning för ett tvåhundraårsflöde
RCP	Representative Concentration Pathways (strålningsdrivning och scenarier)
RSA	Risk- och sårbarhetsanalys
SGI	Statens geotekniska institut
SGU	Sveriges Geologiska Undersökning
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
SVARO	Beteckning för Arbogaåns avrinningsområde (uppströmsområde)
VISS	Vatteninformationssystem Sverige
WMS	Web Map Service (standard för kartbildsgenerering)

**ArcGIS** är en mjukvara för geografisk informationsbehandling framtagen av företaget ESRI.

**Attributtavell** är en tabell med data kopplat till geografiska objekt (punkter, linjer eller polygoner).

**Buffertzön** är ett område med angiven bredd runt punkter, linjer eller polygoner.

**Polygon** är en geografisk yta med koordinatsatta gränser.



# Abstract

Throughout history industries have been located adjacent to water courses to use water in the process, for transport and release of wastewater. This is also the case along the Arboga river. Due to climate change the estimated increase and greater variations in temperature and precipitation may induce a greater risk of flood, landslide and erosion along Arboga river, increasing the spread of pollutants to lake Mälaren- a source of fresh water for two million people. Polluted sites susceptible to natural hazards have been identified in Västmanland and Örebro counties (SGI 2012, Bäckström 2012).

The Swedish Geotechnical Institute has developed a quick scan method and a model for vulnerability assessment with focus on contaminated sites (Edebalk et al., 2016, Göransson et al. 2016). A landslide susceptibility index (LSI) has been developed by Ströberg et al. (2017).

I here present a GIS-method influenced by LSI and the scan method, that uses an index for incorporating the dispersion risk of pollutants with the degree of potential exposure (ISE), for regional supervision. The outcome is evaluated in three case studies and the vulnerability assessed using the method by Edebalk et al. (2016) and integrated in environmental risk assessment.

The results of ISE show that the ranking is strongly affected by sites polluted with mainly organic substances, as the weight of flood is relatively low if exposing organic substances. ISE is greatly influenced by the degree of exposure and therefore affected by where the coordinate point is set, that the shape and size of the sites are like the buffer zones and how precise the layers of natural hazards are. The three sites impose a high to very high dispersion risk due to vulnerability to natural hazards. This would affect the risk class in at least one case, if considered in environmental risk assessment.

**Keywords: Contaminated sites, risk assessment, vulnerability, natural hazards, index, climate change.**



# Innehållsförteckning

<b>FÖRKORTNINGAR OCH BEGREPP</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
1.1. SYFTE.....	5
1.1. AVGRÄNSNING OCH DEFINITIONER.....	6
1.2. DISPOSITION.....	6
<b>2. BAKGRUND</b> .....	<b>7</b>
2.1. ARBOGAÅN.....	7
2.2. REGIONALA KLIMATFÖRÄNDRINGAR OCH DESS PÅVERKAN PÅ FÖRORENINGAR.....	8
2.3. FÖRORENADE OMRÅDEN I BERGSLAGEN.....	9
2.4. RISKKLASSNING AV FÖRORENADE OMRÅDEN.....	9
2.5. SÅRBARHET FÖR NATUROLYCKOR.....	10
<b>3. RISK- OCH SÅRBARHETSTEORI</b> .....	<b>11</b>
<b>4. METOD OCH MATERIAL</b> .....	<b>13</b>
4.1. IDENTIFIERING AV OBJEKT MED EXPONERING FÖR NATUROLYCKOR.....	13
4.1.1. <i>Indexering</i> .....	13
a) Analytisk hierarki med diskriminerande kriterier.....	15
b) Utsortering av objekt i riskklass 1 och 2 med exponering för naturolyckor.....	15
c) Bedömning av föroreningsgrupp.....	16
d) Viktning av naturolyckor.....	16
e) Justering av värden till riskfaktor för utlakning.....	16
f) Beräkning av exponeringsgrad.....	16
g) Vikta mark med exponeringsrisk med riskfaktor för utlakning.....	16
h) Rankning efter spridningsviktad exponering.....	17
4.1.2. <i>GIS- underlag</i> .....	17
4.2. FÖRBEREDANDE DATABEHANDLING OCH AVGRÄNSNINGAR.....	19
4.2.1. <i>Undersökningsområde</i> .....	19
4.2.2. <i>Förorenade områden</i> .....	19
4.2.3. <i>Naturolyckor</i> .....	19
4.3. OBJEKTSBASERADE STUDIER.....	21
4.3.1. <i>Värdering av sårbarhet för naturolyckor</i> .....	21
4.3.2. <i>Objektsgränser</i> .....	22
4.3.3. <i>Dokumentstudier</i> .....	22
4.3.4. <i>Fältbesiktning</i> .....	22
<b>5. RESULTAT</b> .....	<b>23</b>
5.1. IDENTIFIERING OCH RANKNING AV UTSATTA OBJEKT.....	23
5.1.1. <i>Förorenade områdets exponering för naturolyckor</i> .....	23
5.1.2. <i>Verksamheter och föroreningar</i> .....	24
5.1.3. <i>Spridningsviktad exponering</i> .....	24
5.2. HOTBILD FÖR TRE OMRÅDEN.....	28
5.2.1. <i>Arboga Bygg och Maskinteknik</i> .....	28
Exponering för naturolyckor.....	28



Föroreningsnivå.....	29
Sårbarheten för naturolyckor .....	31
Spridningsförutsättningar .....	33
<b>5.2.2. Tegelludden deponi.....</b>	<b>34</b>
Exponering för naturolyckor.....	34
Föroreningsnivå.....	36
Sårbarhet för naturolyckor .....	36
Spridningsförutsättningar .....	38
<b>5.2.3. Uddhagen inklusive Ekudden deponi.....</b>	<b>39</b>
Exponering för naturolyckor.....	40
Föroreningsnivå.....	41
Sårbarhet för naturolyckor.....	44
Spridningsförutsättningar .....	45
<b>6. DISKUSSION .....</b>	<b>47</b>
6.1. IDENTIFIERING OCH RANKNING.....	47
6.2. TRE OMRÅDENS HOTBILD.....	49
<b>7. SLUTSATSER.....</b>	<b>51</b>
<b>8. TACK.....</b>	<b>52</b>
<b>9. REFERENSER .....</b>	<b>53</b>
<b>BILAGA 1 TILLSTÅNDSINDELNING OCH GENERELLA RIKTVÄRDEN .....</b>	<b>57</b>
<b>BILAGA 2 ÖVERSIKTLIG STABILITETSKARTERING .....</b>	<b>60</b>
<b>BILAGA 3 EXPERTVIKTNING.....</b>	<b>63</b>
<b>BILAGA 4 TABELLER FÖR BERÄKNING AV SPRIDNINGSVIKTAD EXPONERING .....</b>	<b>64</b>
<b>BILAGA 5 KARTOR .....</b>	<b>67</b>
<b>BILAGA 6 FOTOGRAFIER .....</b>	<b>68</b>
<b>BILAGA 7 PROVTAGNINGSPUNKTER .....</b>	<b>72</b>
<b>BILAGA 8 LABORATORIEANALYSRAPPORTER .....</b>	<b>75</b>



# 1. Inledning

De senaste årens forskningsresultat visar en värld som står inför omfattande globala klimatförändringar (IPCC 2014). I Klimat och sårbarhetsutredningen från år 2007 gavs en omfattande bild av det svenska samhällets sårbarhet för klimatförändringar (SOU 2007:60). Med utgångspunkt i den har SMHI utkommit med uppdateringar om kunskapsläget nationellt (SMHI 2014) och regionalt på uppdrag av länsstyrelser.

Den högre medeltemperaturen medför förändrade nederbördsmonster med konsekvenser för vattenkvalitet och vattentillgång. Översvämningsriskerna längs vattendrag ökar och risken för ras, skred och erosion tros kunna öka (SMHI 2014). I samband med ökande medeltemperatur är det mycket sannolikt att skyfall kommer att bli vanligare och mer intensiva, vilket kan bidra till ökad spridning av föroreningar och ökade mikrobiologiska risker (ibid).

Tidigare placerades industrier ofta intill vattendrag för att bl.a. kunna använda vattnet i sin industriprocess, för transport eller avlopp. I Bergslagen har en omfattande gruv- och sågverksindustri funnits. Arbogaån rinner från södra delen av Dalarna genom Bergslagen till Mälaren- en sötvattentäkt för två miljoner människor. Risken för mer frekventa översvämnings- och ökad förorenings-spridning skapar behov av i tillsynen på regional nivå både få överblick över exponerade förorenade områden för prioritering och för att hitta lösningar. Miljöriskanalys av förorenade områden görs lokalt på objekten enligt Naturvårdsverkets Metodik för Inventering av Förorenade Områden (MIFO) och föreskriver inte om och i så fall hur hänsyn ska tas till nya spridningsförutsättningar till följd av klimatförändringarna. Kan det underlätta prioriteringen om en metod både undersöker vilka förorenade områden i ett större geografiskt område som kan vara sårbara för naturolyckor, men också integrerar spridningsrisken? Kan MIFO kompletteras med en värdering av spridningsförutsättningarna, som utöver spridning till närmiljön även tar i beaktande spridningen till följd av sårbarheten för naturolyckor?

## 1.1. Syfte

Studien har två syften. Det första är att med hjälp av ett GIS-baserat index rangordna förorenade områden längs Arbogaån efter spridningsviktad exponering för naturolyckor och utvärdera metoden i objektstudier.

Det andra syftet är att i ett urval av områden undersöka föroreningsnivån i de exponerade förorenade massorna och bedöma spridningsförutsättningarna till följd av områdenas sårbarhet för naturolyckor.

Frågeställningar:

- Hur exponerade för naturolyckor är de förorenade områdena längs Arbogaån?
- Vilken hotbild har de förorenade områden som är mest exponerade med hänsyn till föroreningarnas spridning?
- Kan en metod som rangordnar områden efter spridningsviktad exponering förbättra identifieringen av utsatta områden för naturolyckor?

## 1.1. Avgränsning och definitioner

Arbogaån avgränsas här till samma sträckning som MSB har översvämningskarterat, d.v.s. från straxt norr om Ställdalen till straxt utanför mynningen i Mälaren (se karta 1). Förorenade områden med närhet till Arbogaån är de som i någon mån ligger inom området för beräknat högsta flöde (BHF).

De naturolyckor som undersöks för identifiering är översvämning, erosion och ras/skred. I fallstudierna värderas utöver översvämning, erosion och ras/skred även sårbarheten för nederbörd. Med hotbild avses föroreningsnivån i de exponerade massorna och deras spridningsförutsättningar till följd av sårbarheten för naturolyckor. De förorenade massorna avgränsas till det område inom objekten där kemiska analyser har visat på halter över gällande riktvärden.

## 1.2. Disposition

I bakgrunden beskrivs studieområdet övergripande, med prognostiserade klimatförändringar och vanligt förekommande föroreningar. Därefter ges en kort redogörelse för hur förorenade områden riskbedöms och riskklassas efter MIFO-metodiken samt den modell för bedömning av områdets sårbarhet som SGI har utvecklat. Det ges en bakgrund till hur hotbilden bedöms för tre objekt, där föroreningsnivån och sårbarheten för naturolyckor integreras i bedömningen.

I kapitlet Risk- och sårbarhetsteori beskrivs hur begrepp såsom risk definieras och används i uppsatsen. En teoretisk modell ges för förståelse av var i riskkedjan bedömningen av förorenade områden som läsaren befinner sig.

I kapitlet Metod och material beskrivs hur indexerad spridningsviktad exponeringsgrad har tagits fram, vilka GIS-underlag som har använts och vilka förberedande databehandlingar som har gjorts. Därefter beskrivs hur hotbilden har undersökts i tre objektsbaserade studier, utifrån värdering av sårbarhet, material och studiemetoder.

I resultatkapitlet presenteras i avsnittet Identifiering och rankning inledningsvis utfallet av en enkel screening som visar exponeringsgrad per naturolycka. Därefter visas resultatet av ISE då exponeringsgraden har viktats efter föroreningarnas spridningsbenägenhet.

I avsnittet hotbild för tre områden utvärderas utfallet av ISE utifrån verklig exponeringsgrad och kemiska analyser av föroreningar. Därefter bedöms föroreningsnivån i de exponerade massorna efter jämförelse med riktvärden och sårbarheten för naturolyckor. Föroreningsnivån och sårbarheten för naturolyckor förs in i objektens riskklassningsdiagram för bedömning av spridningsförutsättningarna.

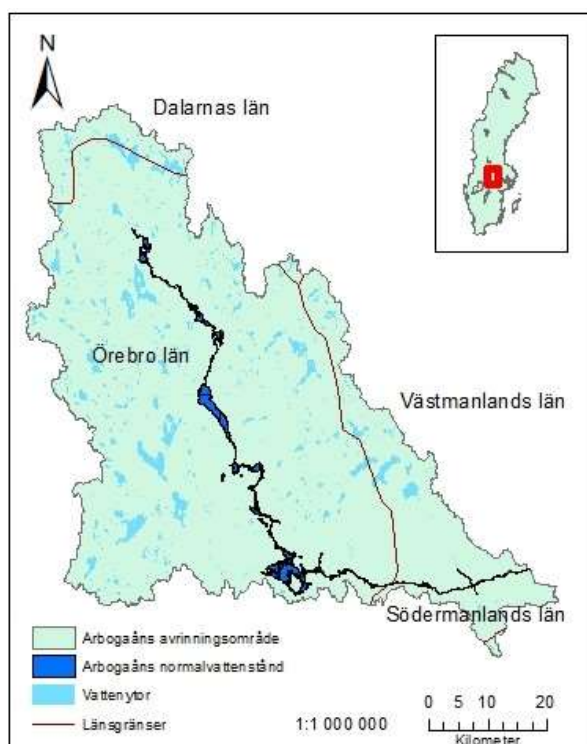
I diskussionen beskrivs osäkerheter i metoderna och resultatet diskuteras mot bakgrund av möjliga åtgärder.



## 2. Bakgrund

### 2.1. Arbogaån

Arbogaåns avrinningsområde ligger inom ett vattendistrikt och fyra län, Dalarna, Örebro, Västmanland och Södermanland. Den översvämningsskarterade delen av Arbogaån ligger i Örebro och Västmanlands län (karta 1).



**KARTA 1 ARBOGAÅNS AVRINNINGSDOMRÅDE, (UPPSTRÖMSOMRÅDE) © SMHI; TERRÄNGKARTANS VATTENYTOR & LÄNSGRÄNSER © LANTMÄTERIET; ARBOGAÅNS NORMALVATTENSTÅND HAR FRAMSTÄLLTS AV TERRÄNGKARTANS VATTENYTOR KLIPPT EFTER ÖVERSVÄMNINGSKARTERING ARBOGAÅN (BHF) ©MSB. KARTINDIKATOR: SVERIGE © LANTMÄTERIET.**

Avrinningsområdet är 3 808 km<sup>2</sup> stort och utgör 10 % av Norra Östersjöns vattendistrikt (Arbogaåns Vattenförbund 2008). I avrinningsområdet bor drygt 60 000 invånare. Av den totala arealen utgörs 7 % av vatten, 67 % består av skogsmark, 12 % av åkermark och 2 % av tätort.

Sex avloppsreningsverk ligger inom området och 181 större vattenkraftsdammar, samt många små uppdamningar. År 2008 fanns det 42 anläggningar som bedrev miljöfarlig verksamhet. Alla anläggningar som bedriver miljöfarlig verksamhet delas in efter en riskbedömning i fyra prövningsnivåer (A, B, C, U).

Utöver de 39 reningsverken (varav 34 är C-anläggningar) finns 2 A-anläggningar inom massaindustrin och en B-anläggning inom metalltillverkning (Arbogaåns vattenförbud 2008).

Arbogaåns vattenförbund är ansvarig organisation för vattenprovtagning av Arbogaån. Provtagning sker regelbundet vid 57 provtagningsstationer. Vart fjärde år tas prover av bly, kadmium och nickel (prioriterade ämnen), samt av de särskilt förorenande ämnena: koppar, krom och zink (Vattenmyndigheterna 2014).

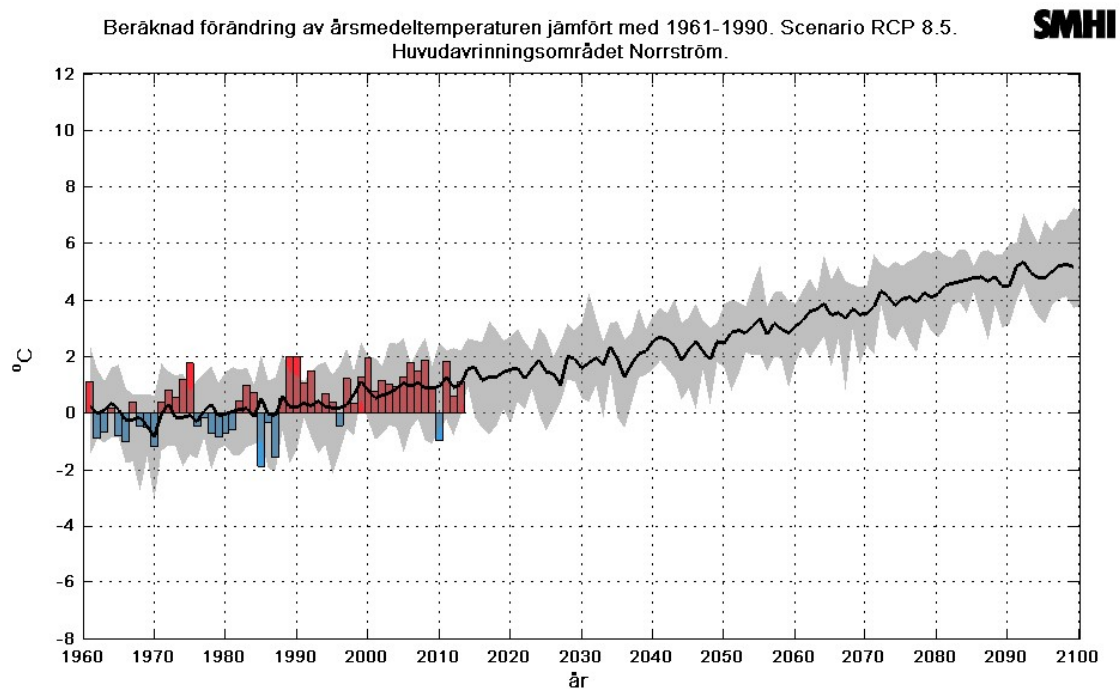
Den kemiska statusen bedöms generellt som god, med undantag för halten kvicksilver. Den ekologiska statusen har i de flesta av vattenförekomsterna i avrinningsområdet klassats som måttlig (Länsstyrelsen i Västmanland 2015a).

År 1977 orsakade vårfloden stora skador i Örebro län. Översvämningarna i Arbogaån beräknas då ha varit eller överstigit ett 100-årsflöde. Sen snösmältning i maj, snabb temperaturstegring till 15-20 °C och kraftig nederbörd på 150 mm under två veckor gjorde att ca 15 000 hektar mark översvämmades, 20 hushåll evakuerades och en person dog. Hjälmarens vattenstånd stod över 22,10 m.ö.h. i upp till 40 dagar (MSB 2012, 56p).

Nedre delen av Arbogaån är ett av 10 utpekade vattendrag som är prioriterade för skredriskartering.

## 2.2. Regionala klimatförändringar och dess påverkan på föroreningar

SMHI har gjort regionala klimatanalyser på uppdrag av länsstyrelserna i Västmanland (Persson, et al., 2012, Ohlsson, et al., 2015) och Örebro län (Hallberg, et al., 2011, Persson, et al., 2015). Resultatet visar att årsmedeltemperaturen regionalt mot slutet av seklet kommer att öka med ca 3 grader enligt RCP 4.5 (Ohlsson, et al., 2015, Persson, et al., 2015). De högsta temperaturerna förväntas i låglänt terräng. För hela det här undersökta området av Arbogaån (strax norr om Ställdalen till utloppet i Kungsör) beräknas de större temperaturökningarna. Från Ställdalen till Frövi 9-10 grader och från Frövi till Kungsör över 10 grader (Hallberg, et al., 2011, 22). I Figur 1 visas förändringen i årsmedeltemperaturen för huvudavrinningsområdet Norrström, som Arbogaån är ett delavrinningsområde av.



**FIGUR 1 BERÄKNAD FÖRÄNDRING AV ÅRSMEDELTEMPERATUR I AVRINNINGSSOMRÅDET NORRSTRÖM (SMHI 2015).**

Årsmedelnederbörden väntas även att öka med 15-20 % i jämförelse med referensperioden 1961-1990 (Ohlsson et al 2015, Persson et al 2015). Maximal dygnsnederbörd kan öka med uppemot 20%. Störst ökning av årsmedeltemperatur och årsmedelnederbörd beräknas ske under vintern med fler kraftiga regn. Snösmältningen som tidigare har varit den största orsaken till översvämningar i Sverige ser ut att bli ett relativt sett mindre problem i framtiden. Vattenföringens variation under året bedöms att förändras mot lägre vårflod och högre vinter- och höstflöden, samt längre och lägre lågvattenperiod under sommaren. Antalet dagar då tillrinningen är låg i Örebro län ökar från ca 20 till uppemot 50 beroende på RCP-scenario (Ohlsson, et al., 2015, Persson, et al., 2015). Arbogaåns framtida 100-årsflödet beräknas minska något.

Det väntat torrare klimatet under sommaren, med fler och längre värmeböljor medför en större risk för ras och skred och erosion, i de fall ett skyfall inträffar under en torrperiod. Det ökar risken för sedimenttransport och spridning av föroreningar (SGI 2007, 10). Spridning av föroreningar kan, utöver den fysikaliska transporten, även ske på grund av förändrade kemiska förhållanden. En ökad utlakning av särskilt metaller kan orsakas av en högre biologisk aktivitet och kemisk reaktionshastighet, som en följd av högre medeltemperatur. Samtidigt kan högre temperatur öka nedbrytningen av organiska ämnen (Bäckström 2012, 7, 13).



## 2.3. Förorenade områden i Bergslagen

I Bergslagen har det funnits utbredd gruvindustri och sågverksindustri. Vanliga föroreningar är därför metaller eller halvmetaller som har lakats ut ur gruvavfall och slagg, samt t.ex. dioxiner i de fall det har förekommit doppling av virke. Metaller är vattenlösliga och sprids lätt vid översvämning, såväl som vid markerosion. Högre mark- och grundvattennivåer under längre tid kan även orsaka reducerande miljöer (en anaerob miljö) vilket påverkar metallers spridningsförutsättningar. Alla metaller och halvmetaller, exempelvis arsenik (As), är dock inte lika vattenlösliga. Beroende på fördelningskoefficienten binder till exempel kvicksilver (Hg) och bly (Pb) hårdare till jord än Kadmium (Cd) och Zink (Zn) (Bäckström 2012, 7).

Av organiska ämnen förekommer pentaklorfenol och dioxiner (från sågverk med doppling), polyaromatiska kolväten (PAH) och betningskemikalier från kvarnar (t.ex. Hg). Dioxiner och PAH är opolära organiska ämnen. De är hydrofoba och fettlösliga och binder starkt till jorden. Andra exempel på organiska ämnen är PCB, petroleumprodukter och bekämpningsmedel. Spridningen av dessa kemikalier sker främst vid erosion då jordpartiklar sprids i yt- eller grundvatten. Klorfenoler, organiska kvicksilverföreningar, cyanider och betningskemikalier är däremot hydrofila organiska ämnen och sprids lätt vid översvämning.

På uppdrag av länsstyrelsen i Västmanland gjorde SGI år 2012 en översiktlig sårbarhetsanalys av hela Västmanland. Förorenad mark, miljöfarlig verksamhet och Sevesoklassade anläggningar bedömdes utifrån risken för ras/skred, översvämning och erosion. I riskklass 1 identifierades 15 förorenade områden, varav i princip alla riskerar översvämning. I riskklass 2 identifierades 56 områden, varav 70 % riskerar översvämning och 30 % riskerar utsättas för ras och skred. Av dessa ligger 12 objekt nära Arbogaån (SGI, 2012).

Forskningscentrum Människa Teknik Miljö vid Örebro universitet gjorde år 2012 en riskbedömning av 145 objekt i Örebro län med närhet till vatten, bl.a. utifrån risk för översvämning. En generell slutsats var att de förorenade områdena med störst risk för påverkan av klimatförändringarna, var mindre objekt med stora föroreningar i finkorniga jordarter nära mindre vattendrag (Bäckström, 2012).

Utsläppen från förorenad mark över lag förväntas minska under perioden 2016–2021, som en följd av sanering genom EBH-stödet (Länsstyrelsen i Västmanlands län, 2015b, 226). Extrema väderhändelser förväntas bli vanligare under det kommande seklet och därför kan mängden föroreningar som sprids förändras under kort tid.

En blandning av föroreningar från sedimentbottnar och förorenad mark kan under nya förhållanden inte heller uteslutas ge oväntade effekter på vattenkvaliteten i Arbogaån och eventuellt även i Mälaren. Utifrån ett vattenvårdsperspektiv är det därför viktigt att undersöka om exponeringen för naturolyckor påverkar risken för spridning av föroreningar.

## 2.4. Riskklassning av förorenade områden

För riskbedömningen av förorenade områden används Naturvårdsverkets Metodik för Inventering av Förorenade Områden (MIFO-metoden). Risk definieras som en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens. Sannolikheten motsvaras här av områdenas spridningsförutsättningar (i mark/grundvatten, ytvatten, sediment och byggnader/anläggningar). Konsekvensen motsvaras av föroreningarna farlighet, föroreningsnivå samt känslighet (mänsklig exponering) och miljöns skyddsvärde (NV 2002, 49). Varje del riskklassas 1–4 (1 är stor risk) efter givna indelningskriterier och sammanvägs därefter till en riskklass för objektet. Naturvårdsverket definierar föroreningsnivå som ”en sammanvägning av tillstånd, avvikelse från jämförvärde, mängd förorening och volym förorenade massor” (NV 2002, 25). Föroreningstillståndet visar hur allvarliga effekter som uppmätta halter kan innebära och bestäms utifrån antal gånger som värden överstiger riktvärden i olika medier.

Naturvårdsverket har gett ut ytterligare vägledningar i arbetet för att göra förenklade- eller fördjupade riskbedömningar, beroende på behovet. I en förenklad riskbedömning jämförs uppmätta halter med generella riktvärden för känslig markanvändning (KM)- där människor ofta vistas (t.ex. en park eller nära bostäder), eller mindre känslig markanvändning (MKM) där människor inte exponeras så ofta (t.ex. industriområden) (NV 2009, 2016). Alternativt jämförs värdena med platsspecifika riktvärden, som tas fram med hjälp av riktvärdesmodellen.

För prover i sediment används här de kanadensiska Sediment Quality Guidelines för sötvatten. Av praktiska skäl särskiljs inte prover i bottensediment i öppet vatten och i diken vid strandkanten med stillastående vatten. Utifrån att även dikesvatten vid strandkanten med liten cirkulation är en del av sjövattnet har överskridande värden av föroreningar nått recipienten.

Inventerade förorenade områden registreras i en databas kallad EBH-stödet (efterbehandling), som administreras av länsstyrelserna. Utöver administrativ och geografisk information ges information såsom primära föroreningar, undersökta medier och åtgärder.

## 2.5. Sårbarhet för naturolyckor

SGI har för att underlätta en samlad bedömning av geotekniska och miljögeotekniska frågor skapat ett komplement till MIFO (Edebalk et al 2016) i form av två GIS-baserade metodstöd. Den första metoden avses att användas som screening för identifiering av förorenade områden inom ett större geografiskt område där det även kan finnas sårbarhet för naturolyckor. En andra metod ges för bedömning av ett enskilt objekts sårbarhet för naturolyckor och om denna påverkar spridningsförutsättningarna av föroreningar.

Till beskrivningen av tillvägagångssätt ges även förslag på material och ett flödesschema. Den första metoden utgår ifrån en överlagring av förorenade områden där en buffertzon har skapats runt koordinatpunkterna, med GIS-lager där förutsättningar för olika naturolyckor finns.

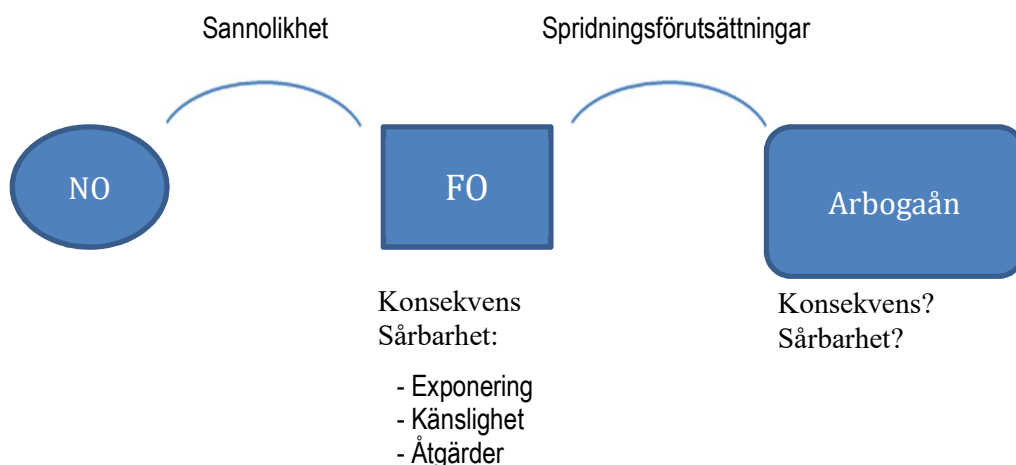
Bedömningen av ett enskilt objekts sårbarhet för naturolyckor utgår ifrån en bedömningsmatris för gradering av sårbarheten för jordrörelser, översvämning, erosion och nederbörd. Det geotekniska underlag med högst detaljeringsgrad som finns tillgängligt för objektet bör användas (Ibid).

### 3.Risk- och sårbarhetsteori

Risk definieras här som ”the combination of the probability of an event and its negative consequences” (UNISDR 2009, 25). En riskanalys ska därför ge svar på frågorna: *Vad kan hända? Hur sannolikt är det?* och *Vad blir konsekvenserna?* (MSB, 2013). Även miljöriskanalys utgår ifrån denna klassiska definition av risk som är kvantitativt inriktad (Öberg 2009, NV 2002, NV 2009). Det finns dock andra riskteorier som inte inbegriper sannolikhet (se t.ex. Rosa, 1998, 2003, Aven & Renn 2009).

Faran i den här studien är de föroreningar som genom exponering för naturolyckor kan spridas till Arbogaån. Med exponering avses här: ”People, property, systems, or other elements present in hazard zones that are thereby subject to potential losses” (UNISDR 2009, 15). Här används således begreppet för lokaliseringen inom det område där förutsättningar finns för en potentiell kontakt mellan faran och skyddsobjektet. Det är en vidare definition av exponering än då kontakten de facto sker mellan en agens (såsom ett kemiskt ämne) och skyddsobjektet (Öberg 2009, 145).

Förorenade områden är riskobjekt med en föroreningspotential som med exponering för naturolyckor i en riskkedja kan medföra ett utökat utflöde av föroreningar till Arbogaån. I figur 2 illustreras riskkedjan från naturolyckor (NO) och deras påverkan på förorenade områden (FO) till möjliga konsekvenser för skyddsobjektet Arbogaån.



**FIGUR 2 TEORETISK BILD ÖVER RISKKEDJA FRÅN NATUROLYCKA (NO) TILL KONSEKVENSEN FÖR DE FÖRORENADE OMRÅDEN (FO) TILL KONSEKVENSEN FÖR SKYDDSOBJEKTET ARBOGAÅN.**

Begreppet sårbarhet används om skyddsobjektets exponering, känslighet och anpassningsmöjligheter, för att kunna bedöma t.ex. konsekvensens nettoeffekt och behov av anpassning.

UNISDR definierar sårbarhet som: “The characteristics and circumstances of a community, system or asset that make it susceptible to the damaging effects of a hazard.” (UNISDR 2009, 15). Här används begreppet om de förorenade områdena, i syfte att avgränsa den potentiella inverkan som naturolyckorna har till de föroreningar som skulle kunna påverka Arbogaån negativt. Effektreducerande åtgärder, såsom vallar mot översvämning, erosionskydd, täckskikt och rasskydd dokumenteras och bedöms endast översiktligt vid en fältbesiktning för ett urval av objekt. I värderingen av dessa objekts sårbarhet för naturolyckor, samvärderas exponeringen för översvämning och nederbörd, med känsligheten för jordrörelser och erosion, efter bedömning av eventuella effektreducerande åtgärder.



Sannolikheten för naturolyckor ges för översvämning och baseras på bedömningar av frekvensen över tid. Den summerade sannolikheten under en period av år visas i tabell 1. Sannolikheten för att ett 200-årsflöde ska inträffa under en 100-årsperiod är exempelvis 39 procent.

**TABELL 1 SANNOLIKHET FÖR ETT VISST FLÖDE UTTRYCKT I PROCENT UNDER EN PERIOD AV ÅR (MSB, 2013).**

FLÖDE	PERIOD AV ÅR					
	10 år	50 år	100 år	200 år	500 år	1000 år
<b>20-årsflöde</b>	40	92	99	100	100	100
<b>50-årsflöde</b>	18	64	87	98	100	100
<b>100-årsflöde</b>	10	40	63	87	99	100
<b>200-årsflöde</b>	5	22	39	63	92	99
<b>1 000-årsflöde</b>	1	5	10	18	39	63
<b>10 000-årsflöde</b>	0,1	0,5	1	2	5	9,5

Bäst spridningsförutsättningar till Arbogaån har de förorenade områden som ligger nära ån. Urvalet av förorenade områden med närhet till Arbogaån innebär att samtliga objekt har en minsta sannolikhet för översvämning om 1 procent under 100 år. En initial uppskattning av konsekvensen av översvämning generellt är antal förorenade områden per riskklass med någon exponering för översvämning.

För att identifiera och rangordna de objekt som finns i farozoner för naturolyckor används ett index baserat på procenten av objektens yta med exponering för översvämning, erosion och ras/skred (exponeringsgrad), och en spridningsfaktor för varje naturolycka.

Exponeringsgraden baseras på den för samtliga objekt gemensamma totalarean. I likhet med ett frekvensindex, såsom Landslide Susceptibility Index (se t.ex. Ströberg, et al., 2017) ger exponeringsgrad en allvarlighetsgrad som viktas, men inte utifrån densitet. En högre exponeringsgrad och högre spridningsfaktor indikerar en högre spridningsrisk. Dessa två faktorer har dock inte två jämförbara förhållanden för att subtrahera exponeringsgraden med vikten (Ströberg et al 2017). Vid en liten exponeringsgrad skulle vikten oproportionellt minska exponeringens betydelse. Ytan är för jämförelse likadana för alla objekt och grundas inte på verkliga förhållanden, vilket ger exponeringsgraden en relativ betydelse, där koordinatpunktens placering i förhållande till farozonerna får stor betydelse. Vikten när den multipliceras med exponeringsgraden ger en större eller mindre tyngd utifrån föroreningarnas spridningsbenägenhet (se vikter med motivering i bilaga 3). En rangordning efter spridningsviktad exponeringsgrad ger en prioritering både efter objektens utsatthet och efter dess relevans för Arbogaån.

Spridningsförutsättningarna för de enskilda objekten bedöms efter värderingen av sårbarheten för naturolyckor och utifrån tidigare underlag om föroreningarnas farlighet, föroreningsnivån, känslighet och skyddsvärde. För värdering av sårbarheten används metodstödet av Statens geotekniska institut (Edebalk, et al., 2016). De generella riktvärdena för känslig markanvändning och mindre känslig användning används vid bedömning av föroreningstillståndet.

För prover i sediment används de kanadensiska Sediment Quality Guidelines för sötvatten. Av praktiska själ särskiljs inte prover i botten sediment i öppet vatten och i diken vid strandkanten med stillastående vatten. Utifrån att även dikesvatten vid strandkanten med liten cirkulation är en del av sjövattnet har överskridande värden av föroreningar nått recipienten. För bedömning av föroreningstillstånd i grundvatten avseende metaller används tillståndindelningen i SGU, 2013.

## 4. Metod och material

### 4.1. Identifiering av objekt med exponering för naturolyckor

#### 4.1.1. Indexering

För att undersöka de förorenade områdenas exponering för naturolyckor och dess betydelse för spridning av föroreningar används en modell med inspiration av Analytical Hierarchy Process (AHP). AHP utvecklades av Thomas Saaty och är en metod för multikriterieanalys som rangordnar alternativ, med syfte att hitta det alternativ med högst värde utifrån en målsättning (Saaty 1980, Rosén, et al., 2009). Nedifrån och upp i en hierarki av målkriterier görs parvisa jämförelser av alternativens (t.ex. kandidaternas) prestation i förhållande till alla subkriterier och kriterier för att slutligen summeras efter beaktande av vikterna (Linkov, et al., 2004). Beräkningarna görs enklast i ett datorprogram. Ritchey et al. (2008) beskriver arbetet med att ta fram ett sådant verktyg i mjukvaran Expert Choice för riskvärdering av förorenade områden.

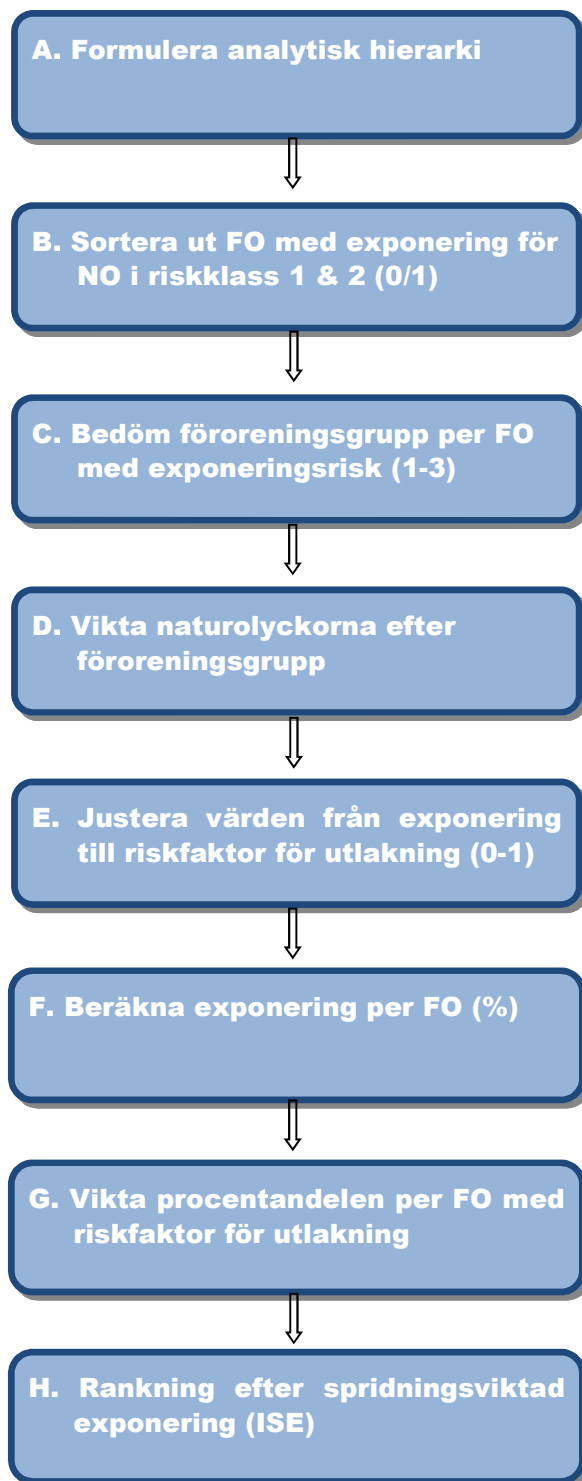
Metoden är transparent och flexibel. En högre uppfyllelse av ett kriterium kan kompensera för lägre uppfyllelse av ett annat, vilket gör att AHP lämpar sig bättre för alternativ som inte förutsätter en lägsta nivå i något av kriterierna. Att tillföra ett nytt kriterium (t.ex. slamströmmar) skulle dock kunna göra att rangordningen mellan alternativen förändras.

Här används en modell inspirerad av AHP för att vikta hur stor betydelse som exponering har för de tre naturolyckorna översvämning, erosion och ras/skred har för spridning av föroreningar, inelade i metaller, hydrofila organiska ämnen och hydrofoba organiska ämnen. Vikterna används för att värdera exponeringsgraden för naturolyckorna var för sig och visar den relativa betydelsen av exponeringen per objekt. Till skillnad från en AHP så har inte subkriteriet, här föroreningsgrupp, ett värde som kan jämföras mellan alternativen, utan får ett värde i kombination med aktuell naturolycka.

För varje objekt har efter dess föroreningsgrupp ett Index för Spridningsviktad Exponering (ISE) beräknats (Ekvation 1). Genom att dela den exponerade arean för erosion ( $A_e$ ), ras/skred ( $A_{rs}$ ) och översvämning ( $A_q$ ) med totalarean ( $A$ ) och multiplicera andelarna med respektive vikt (riskfaktor för utlakning), för erosion ( $V_e$ ), ras/skred ( $V_{rs}$ ) och översvämning ( $V_q$ ), så ges en viktad exponeringsgrad per naturolycka. De värdena summeras ihop och multipliceras med 100 för att få ett ISE som jämförelsevärde per objekt. Ett högre värde visar en allvarligare spridningsrisk utifrån exponering för naturolyckor.

$$ISE = 100 \left( \left( \frac{A_e}{A} * \frac{V_e}{1} \right) + \left( \frac{A_{rs}}{A} * \frac{V_{rs}}{1} \right) + \left( \frac{A_q}{A} * \frac{V_q}{1} \right) \right)$$

**EKVATION 1 BERÄKNING AV INDEX FÖR SPRIDNINGSVIKTAD EXPONERING (ISE) PER OBJEKT.**



**FIGUR 3 FLÖDESSCHEMA FÖR RANKNING AV OBJEKT EFTER SPRIDNINGSVIKTAD EXPONERINGSGRAD.**

Arbetsgången för att beräkna spridningsviktad exponering beskrivs här stegvis. I likhet med AHP har en analytisk hierarki inledningsvis formulerats för att dela in problemet i kriterier och underkriterier.

Viktningen har skett genom parvis jämförelse men inte mellan kriterier respektive underkriterier, utan mellan ett kriterium och alla underkriterier. Sammanvägningen av kriterier och underkriterier har skett utifrån ekvationen ovan.

I likhet med AHP är det kriterierna och underkriterierna som avgör hur väl respektive alternativ motsvarar ett uppställt mål.

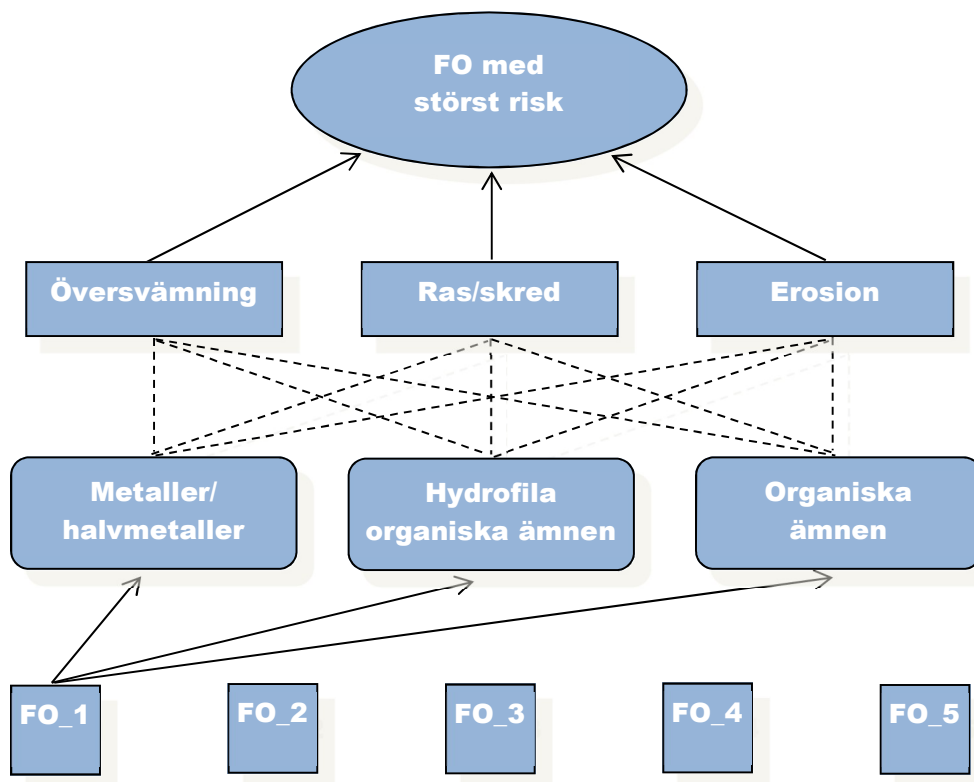
Målet i den här undersökningen är att hitta de förorenade områdena med störst spridningsviktad exponeringsgrad.

I figur 3 illustreras processen, med efterföljande beskrivning av delmomenten.



a) Analytisk hierarki med diskriminerande kriterier

I figur 4 visas indelningen av problemet i kategorier och underkategorier. Problemet här är naturolyckornas betydelse för spridning av föroreningar. De naturolyckor som undersöks är översvämning, ras/skred och erosion. Beroende på vattenlösligheten av föroreningarna har naturolyckorna olika betydelse för spridningen. Därför finns här en underkategori i form av tre föroreningsgrupper som avgör viktningen av naturolyckorna beroende på vilka föroreningar som exponeras. Det är en diskriminerande kategorisering för rankning av alternativen. Ett objekts potentiella bidrag till spridning bedöms därför först utifrån vilken av de tre föroreningsgrupperna de tillhör och därefter i vilken utsträckning de är exponerade för de tre naturolyckorna. För att få ett urval av objekt som kan viktas mot de tre naturolyckorna har innan objekten är kategoriserade i föroreningsgrupper en överlagring gjorts med naturolyckorna.



FIGUR 4 ANALYTISK HIERARKI UTFRÅN ETT AV FEM FÖRORENADE OBJEKT.

b) Utsortering av objekt i riskklass 1 och 2 med exponering för naturolyckor

Beräkningen av objektens exponering för naturolyckor har gjorts i ArcGIS genom sökning av objekt inom de tre lagren för naturolyckor. De tre överlagringarna för naturolyckor har sammanställts i en fil, kodats efter naturolycka (1–3) och de förorenade objektens sammanlagda exponering har summerats.

Riskklassen är en sammanvägning mellan föroreningarnas farlighet, mängd, spridningsrisk och områdets känslighet (NV 2002). Objekt med riskklass 1 eller 2 kan antas ha ett allvarigare föroreningstillstånd och i högre utsträckning ha provtagits för mätning av föroreningar och föroreningsgrad. Av de förorenade objekt som riskerar någon form av naturolycka har de med riskklass 1 eller 2 valts ut och exporterats till en dbf-fil.

c) Bedömning av föroreningsgrupp

Objekten har klassats 1–3 efter vattenlösligheten av de uppmätta eller bedömda föroreningar som dominerar på objektet (där 1 är metaller/halvmetaller; 2 är hydrofila organiska ämnen; och 3 är organiska ämnen). Uppgifterna om uppmätta eller förväntade föroreningar har hämtats från MIFO-blanketter eller underlagsrapporter av senare datum. I fall av tveksamhet om vilken föroreningsgrupp som dominerar, har klassningen baserats på den förorening som ger den högsta totalvikten utifrån exponering (Bilaga 4, tabell 18).

d) Viktning av naturolyckor

Naturolyckorna har därefter viktats efter vilken betydelse som de har för spridning av föroreningar (se tabell 2). Expertviktningen har gjorts av universitetslektor Mattias Bäckström, vid Örebro universitet (Bilaga 3).

**TABELL 2 EXPERTVIKTNING AV NATUROLYCKOR EFTER BETYDELSE FÖR SPRIDNING AV FÖRORENINGAR UTIFRÅN VATTENLÖSLIGHET (RISKFaktor FÖR UTLAKNING).**

Föroreningar	Översvämning	Ras/skred	Erosion	Totalvikt
<b>Metaller/halvmetaller</b>	0,40	0,25	0,35	1
<b>Hydrofila organiska ämnen</b>	0,40	0,25	0,35	1
<b>Hydrofoba organiska ämnen</b>	0,10	0,30	0,60	1
<b>Sammanvägda</b>	0,30	0,27	0,43	1

SE BILAGA 3 FÖR MOTIVERING TILL VIKTERNA.

e) Justering av värden till riskfaktor för utlakning

Objekten har tilldelats en etta (1) för exponering och nolla (0) för de som inte är exponerade för naturolyckor. Därefter justeras värdena till aktuell vikt beroende på föroreningsgrupp och naturolycka.

f) Beräkning av exponeringsgrad

Objektens exponeringsgrad för naturolyckor (procent av objektarean) har beräknats genom att överlagra objekten med vart och ett av naturolyckorna. En granskning har sedan gjorts av varje objekt som är exponerade inom flera polygoner för samma naturolycka (till exempel riskklass 1 och 2 för ras/skred). Därefter har den exponerade arean per naturolycka summerats ihop i attributtabellen. Där två objekt har överlappat varandra har en exponerad area summerats med båda objekten. Filerna med objektens exponeringsgrad inom de tre naturolyckorna har slagits ihop med ursprungsfilen dit uppgifterna för berörda objekt har förts över (bilaga 4, tabell 19).

g) Vikta mark med exponeringsrisk med riskfaktor för utlakning

Procenten mark med exponeringsrisk har därefter viktats utifrån hur betydelsefull naturolyckan är för spridning av den för objektet aktuella föroreningsgruppen (bilaga 4, tabell 18-19).

Ett exempel:

Objektet FO\_1 är en nedlagd smedja och bedöms vara förorenat med i huvudsak metaller (föroreningsgrupp 1). Efter överlagring framgår att det är exponerat för ras/skred och översvämning (vikterna 0,25 respektive 0,4). Av marken är 10 procent exponerad för ras/skred och 30 procent för översvämning. Efter viktning får objektet ett jämförelsevärde på 2,5 för ras/skred ( $0,25 \cdot 10$ ) och 12 för översvämning ( $0,4 \cdot 30$ ), vilket ger ett sammanlagt jämförelsevärde på 14,5.

#### h) Rankning efter spridningsviktad exponering

En rankning ISE i nedstigande ordning visar en gradering av objekt i riskklass 1 och 2 med närhet till Arbogaån, efter deras spridningsviktade exponeringsgrad (bilaga 4, tabell 20).

Tre av de objekten med högst jämförelsevärde har sedan valts ut och undersökts närmare utifrån hur hotbilden ser ut avseende föroreningsgrad och exponering för naturolyckor.

### 4.1.2. GIS- underlag

Underlagsmaterialet (Tabell 3) har laddats ner från myndigheter via Geodataportalen, nedladdningstjänsten Geographic Extraction Tool (GET) för Lunds universitet, länsstyrelsernas karttjänster, myndigheternas hemsidor, eller tillhandahållits via post/epost. Källhänvisningar till kartorna följer Lantmäteriets rekommendationer (2018) och ges i en kartförteckning i referenslistan.

Terrängkartan har laddats ned via GET-tjänsten i flera olika lager. De filer som har använts, till exempel vattenytor för att visa Arbogaåns normalvattenstånd, har lagts ihop och klippts för att täcka Arbogaåns sträckning.

I syfte att få exakta gränsdragningar och ytberäkningar har den mesta databehandlingen gjorts med vektordata.

**TABELL 3 DATA SOM HAR ANVÄNTS FÖR GIS-ANALYS (SE FÖRKORTNINGAR PÅ SID 2).**

MATERIAL	FORMAT	KÄLLA	ANVÄNDNING
<b>Potentiellt förorenade områden (EBH-stödet)</b>	Excel	Länsstyrelserna i Västmanland (mejlkontakt)	Lokalisering av förorenade områden
<b>Potentiellt förorenade områden (EBH-stödet)</b>	Excel	Länsstyrelsen i Örebro (mejlkontakt)	Lokalisering av förorenade områden
<b>Översiktlig översvänningskartering Beräknat högsta flöde (BHF)</b>	SHAPE fil, polygoner	MSB (CD)	Urval av förorenade områden
<b>Översiktlig översvänningskartering 200-årsflöde (Q200)</b>	SHAPE fil, polygoner	MSB (CD)	Illustrering
<b>Översiktlig översvänningskartering 100-årsflöde (Q100)</b>	SHAPE fil, polygoner	MSB (CD)	Identifiering av objekt och värdering av dess sårbarhet för översvämning.
<b>Översiktlig översvänningskartering 50-årsflöde (Q50)</b>	SHAPE fil, polygoner	MSB (CD)	Värdering av sårbarhet för översvämning
<b>Förutsättningar för ras och skred (FFRS)</b>	SHAPE fil, polygoner	Länsstyrelsen i Västmanland (mejlkontakt) (underlag till Rapp SGI 2012)	Identifiering av objekt med förutsättningar för ras/skred
<b>Potentiella ras- och skredområden</b>	Raster	Länsstyrelsen i Örebro via Länsstyrelsens	Identifiering av objekt med förutsättningar för ras/skred

		Karttjänster(underlag till Publ. 2013:37)	
<b>Skreddatabas (skred, ras, erosion och övriga jordrörelser)</b>	SHAPE fil, punkter	SGI via Geodataportalen	Identifiering av objekt med förutsättningar för ras/skred
<b>Förutsättningar för erosion (FFE_Kust_o_sjö; FFE_Vattendrag)</b>	SHAPE fil, linjer	SGI (mejlkontakt)	Identifiering av objekt och värdering av dess sårbarhet för erosion
<b>Jordarter 1:25 000- 1: 100 000</b>	SHAPE fil polygoner	SGU (mejlkontakt, Lunds universitets licens)	Värdering av sårbarhet för ras/skred
<b>GSD- Höjddata, grid 2+</b>	Raster	Lantmäteriet via Geodataportalen	Värdering av sårbarhet för ras/skred
<b>SCID, Årsmedelnederbörd (precip_sumAnnual)</b>	DBS	SMHI (hemsidan)	Värdering av sårbarhet för nederbörd
<b>Terrängkartan, järnväg (jl_get.shp)</b>	SHAPE fil polygoner	Lantmäteriet, via Geodatasamverkan (GET-tjänst via Lunds universitet)	Illustrering av objektens närhet till järnväg.
<b>Terrängkartan, vattenyta (mv_get.shp)</b>	SHAPE fil polygoner	Lantmäteriet, via Geodatasamverkan (GET-tjänst via Lunds universitet)	Illustrering av vattenytan inom avrinningsområdet.
<b>Terrängkartan, länsgränser</b>	SHAPE fil, linjer	Lantmäteriet, via Geodatasamverkan (GET-tjänst via Lunds universitet)	Illustrering av avrinningsområdets lokalisering inom fyra län
<b>Arbogaåns avrinningsområde- Uppströmsområden (SVARO)</b>	SHAPE fil, polygon	SMHI, Svenskt vattenarkiv	Avgränsning av avrinningsområdet
<b>Fastighetsindelning, visning</b>	WMS-tjänst	Lantmäteriet, via Geodatasamverkan (GET-tjänst via Lunds universitet)	Illustrering av objektens lokalisering i förhållande till fastighetsgränser.
<b>Sverige (land10y.shp)</b>	SHAPE fil, polygon	Lantmäteriet, via Geodatasamverkan (GET-tjänst via Lunds universitet)	Lokalisering av avrinningsområdet i Sverige.



## 4.2. Förberedande databehandling och avgränsningar

### 4.2.1. Undersökningsområde

Exponeringen för naturolyckor har avgränsats till de förorenade objekt som i någon utsträckning ligger inom området för BHF. Områden med risk för ras/skred eller erosion har även klippts med BHF. Det innebär att de objekt som delvis ligger inom BHF, kan riskera ras/skred eller erosion *utanför* BHF, utan att här räknas som exponerade. Motivet till att klippa ras/skred och erosion med BHF är att såväl risken för dessa naturolyckor, samt spridningen av föroreningar till följd av dom ökar med risken för översvämning. Samtliga naturolyckor sker därmed på mark med en lägsta sannolikhet för översvämning på 1 %.

### 4.2.2. Förorenade områden

Utdragen från EBH-stödet i Excel har slagits ihop och importerats till ArcMap. De förorenade områdena visas då som en punkt utifrån koordinatvärdena. Punkten motsvarar inte nödvändigtvis platsen där något mark-/sediment-/grundvattenprov har tagits. En buffertzona på 100 meter har sedan lagts runt varje punkt för att ge de förorenade objekten en yta. Avståndet har satts till samma avstånd (100 meter) som sekundärzonens rekommenderade minimiavstånd från ytvattenrecipienterna i ett vattenskyddsområde (NV, 2013, 41). Detta kan vara väl stor buffertzona för mindre objekt, men ändå inte täcka in hela förorenade områden där föroreningarna är spridda över en större yta (t.ex. objekten Uddhagen och Dalkarlshyttans Sågverk). En större buffertzona motiveras här med att vattenmättad mark innan den blir översvämmad kan bidra till utlakning. Ett alternativ är att avgränsa den förorenade ytan till fastighetsgränserna, då fastigheter har en viss beständighet och man inte kan utesluta att föroreningar finns på andra delar av fastigheten än där prover har tagits eller koordinaterna har satts. Ett motiv till att använda buffertzona är att spridningen av föroreningar från en källa ändå inte följer fastighetsgränserna.

### 4.2.3. Naturolyckor

Områden i Örebro med risk för ras och skred har laddats ned från länsstyrelsernas projektwebbar i rasterformat och konverterats i ArcMap till vektordata. Områdena är riskklassade i klass 1 (Silt/lera) och 2 (Grovkorniga jordarter: grus och sand).

Områden i Västmanland med förutsättningar för ras och skred har tillhandahållits av länsstyrelsen som en del av GIS-underlaget till en av SGI gjord Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys-naturolyckor (SGI 2012). Underlaget har riskklassats efter samma uppdelning som i Örebro län. Den metod som har använts i Örebro respektive Västmanlands län för kartering av ras och skredrisk, samt riskklassningen beskrivs i bilaga 2. Datalagren för Västmanland och Örebro län har därefter slagits ihop och klippts efter BHF.

Områden i Sverige med förutsättningar för erosion har tillhandahållits av Statens Geotekniska Institut (SGI) i SHAPE format (linjer). En buffertzona på 50 meter har lagts runt linjerna. En för samtliga linjer gemensam kolumn för jordartstyp har lagts till och datalagret har därefter klippts efter BHF. Längs länsgränsen överlappar 22 polygoner varandra men inte inom området för ett beräknat högsta flöde.

Översvämningsrisken har avgränsats till området för ett hundraårsflöde (Q100). Fyra objekt längs Arbogaån (Arboga Tegelbruk, Herrängen, Arboga TGOJ, FD dieselanläggningen Dalviks och OKQ8 Lindesberg) riskerar översvämning vid ett 200-årsflöde, men inte vid ett 100-årsflöde. Inget av dessa fyra objekt är riskklassade och skulle därför ändå inte ingå i urvalet av objekt. För illustration visas 200-årsflödet ändå i kartorna av de mest utsatta objekten.

Normalflödet har inte tagits bort från Q100. Det innebär att förorenade objekt som t.ex. områden där prover har tagits från bottensediment i ån har inkluderats i rankningen. Risken för spridning av föroreningar från dessa områden skulle kunna påverkas av ett ökat tillflöde av vatten och det är därför av intresse att inkludera även dessa. Därtill finns objekt där föroreningsmassor kan antas ha deponerats i ån och där dessa områden därför ingår i objektet.

Områden med förutsättning för flera naturolyckor är inte varandra uteslutande utan kan överlappa. Den sammanlagda arean med förutsättning för naturolyckor kan därför bli större än objektets totalarea.

Ett alternativ är att utifrån en prioriteringsordning utesluta områden med förutsättning för andra naturolyckor. En rankinglista där förorenad mark med förutsättningar för ras och skred har beräknats först och erosion sist uppraderar områden i Örebro län.

## 4.3. Objektsbaserade studier

### 4.3.1. Värdering av sårbarhet för naturolyckor

När rankningen har gjorts har hotbilden undersökts närmare för tre av objekten med högst spridningsviktad exponeringsgrad. Hotbilden undersöks, utifrån föroreningsnivån i de förorenade massor med sårbarhet för översvämning, ökad nederbörd, ras/skred eller erosion. Halterna utgår ifrån de laboratorieanalyserapporter som har varit tillgängliga i rapportbilagor. Avgränsningen av exponerad volym förorenade massor har gjorts efter provtagningskartor och laboratorieanalysprotokoll, samt en uppskattning utifrån utbredningen av hundraårsflöde, topografiska förhållanden och fältbesiktning.

De uppmätta halterna bedöms enligt MIFO efter de fyra tillståndsklasserna Mindre allvarligt-Måttligt allvarligt- Allvarligt-Mycket allvarligt (NV 2004) (Edebalk, et al., 2016) och generella riktvärden (bilaga 1).

Känsligheten för naturolyckor har bedömts utifrån hur skyddade de förorenade massorna har varit för naturolyckor under fältbesiktningarna, t.ex. om åtgärder har vidtagits för att förhindra ras/skred, erosion eller översvämning.

Som grund för klassificering av sårbarheten används den metod som SGI har tagit fram (se tabell 4), efter anpassning till objekten utifrån mer detaljerat underlag och fältbesiktning (Edebalk, et al., 2016).

**TABELL 4 VARIABLER FÖR BEDÖMNING AV OBJKTENS SÅRBARHET FÖR NATUROLYCKOR. Nf= NEDERBÖRDSFÖRÄNDRING FRÅN MEDELVÄRDET ÅR 1961–1990. Q200= 200-ÅRSFLÖDE; Q100=100-ÅRSFLÖDE; Q50=50-ÅRSFLÖDE. FRIKTIONSJORDAR: SE BILAGA 2. (EDEBALK, ET AL., 2016).**

Trolighet	Mycket liten	Liten	Stor	Mycket stor
<b>Jordrörelse</b>	Ej friktionsjord, Lutning <1:10	Friktionsjord, Lutning <1:10	Friktionsjord i riskklass 2, Lutning >1:10.	Friktionsjord i riskklass 1, Lutning >1:10.
<b>Erosion</b>	Fast mark/erosionsskydd, eller ≥ 200 m från normalvattenstånd	Lera, eller inom 100–200 m från normalvattenstånd	Sand/ silt, svämsediment/ fyllning, eller synlig erosion i lera samt <100m från normalvattenstånd	Synlig erosion i sand/ silt, svämsediment/ fyllning, eller fiberbank (synlig erosion).
<b>Översvämning (klimatanpassat flöde år 2098)</b>	Utanför Q200	Inom Q200	Inom Q100	Inom Q50, eller under medelhögvattennivå
<b>Nederbörd (förändring av årsnederbörd, RCP 4,5)</b>	Nf <5 %	5 % ≤ Nf <10 %	10 % ≤ Nf <15 %	Nf ≥ 15 %

### 4.3.2. Objektgränser

Ritade gränser har använts för att jämföra exponeringsgraden av buffertzoner med objektets verkliga gränser. Gränserna har ritats av i Eniros karttjänst (<https://www.eniro.se>), laddats ned som SHAPE-filer och importerats till ArcGIS. Filerna har transformerats till Sweref 99 TM och en ny överlagring har därefter gjorts. För att underlätta gränssritningen har flygfotografier av området jämförts med historiska fotografier på Eniro. De historiska fotografierna har laddats ned som jpg-bilder och slagits ihop i PhotoScapeX, för att täcka hela objektet.

### 4.3.3. Dokumentstudier

MIFO-blanketter har utgjort grundmaterialet för information om samtliga exponerade objekt. De har studerats för att få baskunskap om objektens historik, verksamhet och riskbedömning (bedömning av föroreningar, föroreningsnivåer, känslighet och spridningsförutsättningar).

För bedömning om föroreningsgrupp har uppgifterna i MIFO-blanketterna och i förekommande fall provdata använts, kodats och förts in i attributtabeln i ArcGIS (se C. Bedömning av föroreningsgrupp). Uppgifter om provdata har kodats och förts in i ett Excel dokument tillsammans med resultatet av exponeringsuppgifterna från GIS-analysen.

För att få ingående information om föroreningssituationen och spridningsförutsättningarna på tre av de mest exponerade objekten samt för de områden där fältstudier har gjorts, har även förstudier eller huvudstudier studerats i de fall de har funnits. Uppgifter om volymen förorenade massor, föroreningar och föroreningsnivåer har förts in i ett separat Excel dokument för jämförelse med riktvärdena för förorenad mark.

### 4.3.4. Fältbesiktning

För att göra en okulär bedömningen av undersökningsobjekten har fältstudier gjorts vid sju objekt i riskklass 1 och 2. Fältstudierna gjordes i samband med besök till kommunförbunden Västra Mälardalens Myndighetsförbund den 24 mars 2015 (har tillsynsansvar i Arboga och Kungsör), samt till Bergslagen Miljö- och Byggförvaltning den 20 april 2015 (har tillsynsansvar i Lindesberg, Ljusnarsberg och Nora).

Objekten valdes utifrån tillgänglighet, exponering, riskklass och provdata. Objekten fotograferades och fältstudierna inriktades på:

- Vegetation och synbara skillnader i marktäcke,
- Avstånd till Arbogaåns dåvarande ytvattennivå,
- Spår av föroreningar eller deponeringsmaterial,
- Spår av jordrörelser,
- Topografiska och hydrologiska förhållanden, såsom markvatten,
- Markanvändning,
- Förebyggande åtgärder såsom vallar, erosionsskydd eller avskärande diken.

Förorenade områden där fältstudier har gjorts (datum inom parentes):

- Arboga Bygg och Maskinteknik (20150324, 20180407)
- Ekudden (20150324, 20170413, 20180407)
- Uddhagen (20150324, 20170413, 20180407)
- Tegelludden deponi (20150324, 20170413, 20180407)
- Korsnäs Frövi (20150324)
- Dalkarlshyttans sågverk (20150324)
- Linde Maskiner (20150324)



## 5. Resultat

### 5.1. Identifiering och rankning av utsatta objekt

I detta avsnitt redogörs inledningsvis för hur exponerade förorenade områden är för naturolyckor och därefter hur resultatet påverkas av en rankning efter spridningsviktad exponering.

#### 5.1.1. Förorenade områdens exponering för naturolyckor

Av samtliga 231 förorenade objekt som i någon utsträckning ligger inom BHF är 30 procent av dem riskklassade. Knappt hälften av dessa är klassade i riskklass 1 eller 2 (14 procent).

Samtliga riskklassade objekt som är exponerade för ett 200-årsflöde riskerar även översvämning vid ett 100-årsflöde. För bedömning av översvämningsrisk ger utbredningen vid ett 100-årsflöde därför en relativt god bild av konsekvenserna i antal exponerade objekt.

Av de 32 objekt i riskklass 1 och 2 inom BHF är 24 objekt exponerade även för ett 100-årsflöde, varav nio även riskerar ras/skred (Bilaga 4). I tabell 5 visas antal och procentandel av de förorenade objekt per riskklass som skulle översvämmas vid ett 100-årsflöde, 200-årsflöde och BHF av.

**TABELL 5 ANTAL OBJEKT PER RISKKLASS EXPONERADE FÖR ÖVERSVÄMNING, INDELAT EFTER SCENARIER OCH DESS SUMMERADE SANNOLIKHET UNDER 100 ÅR (UTIFRÅN EBH-STÖDET ÅR 2015).**

ÖVERSVÄMNINGS- SCENARIER	SANNOLIKHET		RISKKLASS 1		RISKKLASS 2		RISKKLASS 3		RISKKLASS 4		OKLASSADE		TOTALT	
	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%	
100-årsflöde	63	3	2	21	11	32	18	2	1	122	68	180	100	
200-årsflöde	39	3	2	21	11	32	17	2	1	126	68	184	100	
Beräknat högsta flöde	1	4	2	28	12	36	16	3	1	160	69	231	100	

Det finns tre objekt i urvalet i riskklass 1 som riskerar naturolyckor. De är Arboga Bygg och Maskinteknik i Arboga, Kaveltorps koppar- och blyverk i Ljusnarsberg, som båda år 2015 stod på länens prioriteringslistor över förorenade områden, samt Tegelludden deponi i Kungsör.

Arbogaåns normalvattenstånd ingår i de områden som beräknas översvämmas. Inte oväntat gör en rankning utifrån andel exponerad yta att de tre objekten där sedimentprover har tagits från sjöbotten/åbotten eller intill ån får högst exponeringsgrad, med omkring 100 procent exponering för ett 100-årsflöde. Tre objekt (PE Östlunds Maskinfabrik, Dalkarlslyttans sågverk och Flögfors Kopparverk) har för liten exponerad area för att beräkna ISE.

Det finns en tydlig tendens att objekt i flacka områden nära Arbogaåns mynning i Mälaren (i kommunerna Arboga och Kungsör) är mer utsatta för översvämning och objekt i mer höglänt terräng (i Lindesberg och Ljusnarsberg) är mer utsatta för ras/skred eller erosion. Objekten i Arboga kommun är mest utsatta, sett både till antalet exponerade objekt per kommun och andel exponerad yta. Av de 10 objekt med högst exponeringsgrad för översvämning, undantaget de tre objekt för sedimentprovtagning

(Sjön Björken, Norrsjön och Arbogaån nedströms Arboga), ligger 6 objekt i Arboga kommun. Jäders bruk i Arboga kommun har högst exponeringsgrad för översvämning (69 %), följt av Ekudden i Kungsör kommun (61 %) och Arboga Bygg och Maskinteknik (49 %). Inget av dessa tre objekt riskerar ras/skred eller erosion.

Av de 13 objekt inom områden med förutsättningar för ras/skred ligger alla utom Thermolack, i kommunerna Lindesberg eller Ljusnarsberg. Bångbroverken i Ljusnarsberg sticker även ut med en hög exponering för erosion (56 %) då det är beläget på sand eller grovmo. Bångbroverken är även det enda av de fem objekt med störst risk för naturolyckor som inte riskerar översvämning vid ett hundraårsflöde.

Mindre än hälften av objekten (13 av 29) riskerar ras/skred och endast fyra stycken riskerar erosion. Storå Hytta och Bergslagsstaket riskerar alla tre naturolyckorna men i liten utsträckning. Wedevåg deponi i Lindesberg är till ytan det av objekten som är mest exponerat för ras/skred (19 %).

### **5.1.2. Verksamheter och föroreningar**

Bergslagens historia av gruv- och metallindustri visar sig också i vilka verksamheter som har bedrivits i de förorenade områden som riskerar naturolyckor. Av de branschverksamheter som förorsakat föroreningarna dominerar järn- och stålbruk, samt koppar- och/eller blyverk, tillsammans med ytbehandling av metaller (se bilaga 4). Föroreningarna på objekten består till övervägande del av metaller (21 av 29 objekt).

På hälften av objekten (16 av 29 objekt) har prover tagits i mark, sediment, grundvatten och/eller ytvatten. Proverna kan ha tagits inom objektet, eller t.ex. i avrinningsområdet utanför. För de övriga objekten har endast inventering gjorts, med en uppskattning av de föroreningar som verksamheten kan bedömas ha medfört samt föroreningsnivån.

En del objekt är välutredda, medan det för andra objekt är osäkert hur stort objektet är, hur utbredda föroreningarna är, vilka föroreningar som antas finnas eller i vilka nivåer.

Koordinatpunktens placering har stor betydelse för exponeringsgraden liksom hur utbredda objekten är och vilken form de har. Det framgår när de mest exponerade undersöks utifrån deras verkliga gränser. Då exponeringsrisken för översvämning ökar med närheten till Arbogaån, så är det främst mindre objekt med en koordinatpunkt nära ån som får högst exponeringsgrad, även om ett större objekt efter dess verkliga gränser skulle vara mer exponerat till ytan.

### **5.1.3. Spridningsviktad exponering**

Den spridningsviktade exponeringen graderar upp hur allvarlig just den aktuella naturolyckan skulle vara för ett specifikt objekt utifrån föroreningsgrupp. För att tydligare se effekten av att vikta exponeringen, så visas i tabell 6 en rangordning efter spridningsviktad exponering (summa viktad exponering) med objektens exponerade area (summa exponering-area).

**TABELL 6 EXPONERING (AREA) OCH SPRIDNINGSVIKTAD EXPONERING FÖR DE 29 OBJEKT I RISKKLASS 1 OCH 2 LÄNGS ARBOGAÅN SOM RISKERAR NATUROLYCKOR.**

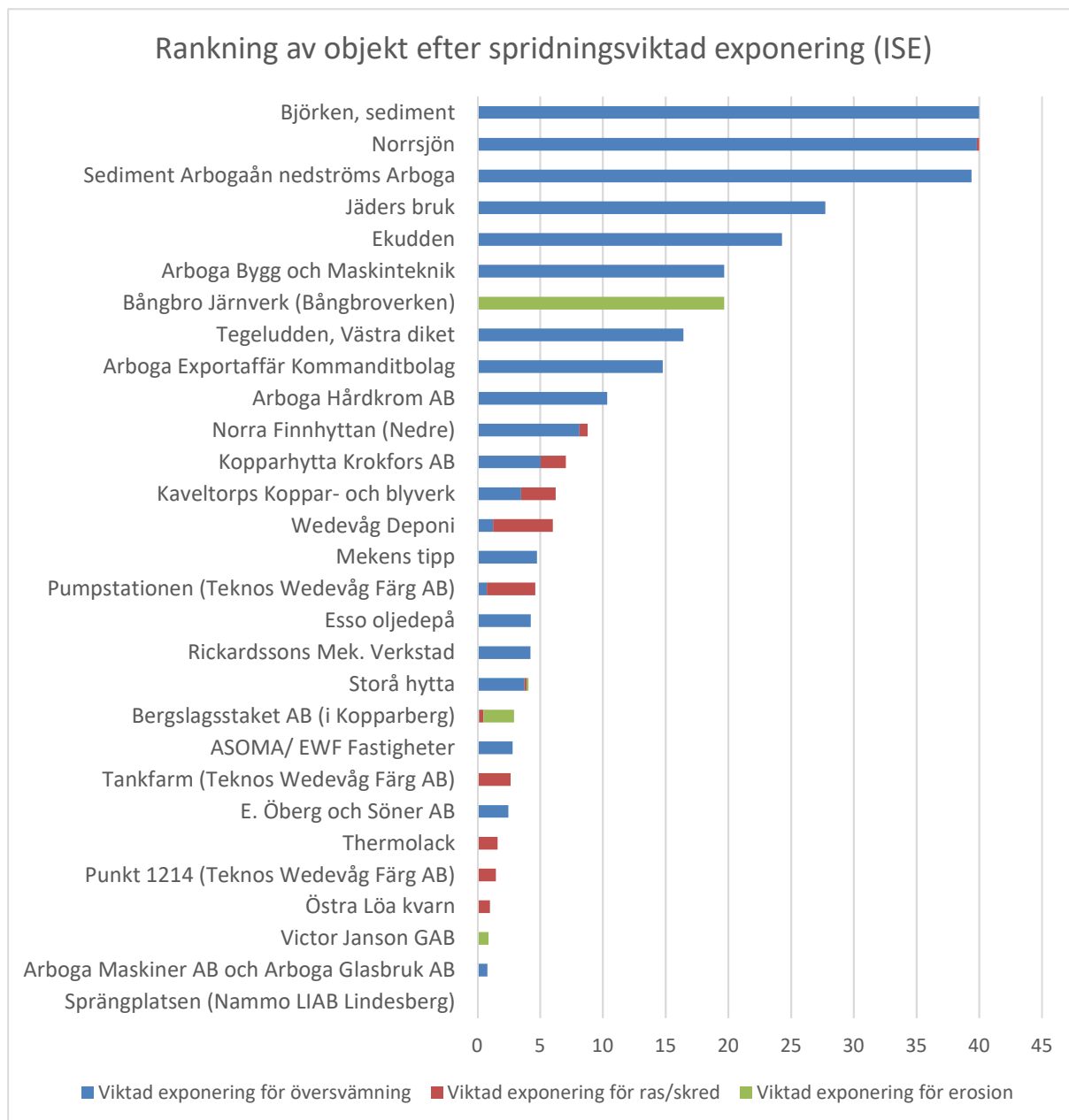
Objektsnamn	Erosion		Ras/skred		Översvämning		Total	
	Exponering (area)	Viktad exponering	Exponering (area)	Viktad exponering	Exponering (area)	Viktad exponering	Summa exponering (area)	Summa viktad exponering
Björken, sediment	0	0,00	0	0,00	31375	40,00	31375	40,00
Norrsjön	0	0,00	239	0,19	31225	39,81	31464	40,00
Sediment Arbogaån nedströms Arboga	0	0,00	0	0,00	30895	39,39	30895	39,39
Jäders bruk	0	0,00	0	0,00	21758	27,74	21758	27,74
Ekudden	0	0,00	0	0,00	19047	24,28	19047	24,28
Arboga Bygg & Maskinteknik	0	0,00	0	0,00	15440	19,68	15440	19,68
Bångbro Järnverk (Bångbroverken)	17644	19,68	0	0,00	0	0,00	17644	19,68
Tegeludden, Västra diket	0	0,00	0	0,00	12880	16,42	12880	16,42
Arboga Exportaffär Kommanditbolag	0	0,00	0	0,00	11591	14,78	11591	14,78
Arboga Hårdkrom AB	0	0,00	0	0,00	8125	10,36	8125	10,36
Norra Finnhyttan (Nedre)	0	0,00	836	0,67	6378	8,13	7214	8,80
Kopparhytta Krokfors AB	0	0,00	2515	2,00	3965	5,05	6480	7,06
Kaveltorps Koppar- & blyverk	0	0,00	3464	2,76	2733	3,48	6197	6,24
Wedevåg Deponi	0	0,00	5954	4,74	991	1,26	6945	6,01
Mekens tipp	0	0,00	0	0,00	3733	4,76	3733	4,76
Pumpstationen (Teknos Wedevåg Färg)	0	0,00	4036	3,86	2415	0,77	6451	4,63
Esso oljedepå	0	0,00	0	0,00	3344	4,26	3344	4,26
Rickardssons Mek. Verkstad	0	0,00	0	0,00	13275	4,23	13275	4,23
Storå hytta	141	0,16	210	0,17	2950	3,76	3301	4,09
Bergslagsstaket AB (i Kopparberg)	2172	2,42	430	0,34	119	0,15	2721	2,92

ASOMA/ EWF Fastigheter	0	0,00	0	0,00	8795	2,80	8795	2,80
Tankfarm (Teknos Wedevåg Färg AB)	0	0,00	2765	2,64	0	0,00	2765	2,64
E. Öberg & Söner AB	0	0,00	0	0,00	1938	2,47	1938	2,47
Thermolack	0	0,00	2034	1,62	0	0,00	2034	1,62
Punkt 1214 (Teknos Wedevåg Färg AB)	0	0,00	1555	1,49	0	0,00	1555	1,49
Östra Löa kvarn	0	0,00	1251	1,00	16	0,02	1267	1,02
Victor Janson GAB	802	0,89	0	0,00	4	0,01	806	0,90
Arboga Maskiner AB & Arboga Glasbruk	0	0,00	0	0,00	625	0,80	625	0,80
Sprängplatsen Nammo LIAB Lindesberg	0	0,00	3	0,00	0	0,00	3	0,00

Den största skillnaden när exponeringsgraden viktas efter föroreningarnas spridningsfaktor är för objekt förorenade med i huvudsak organiska föroreningar. Inget av dessa fem objekt (varav tre tillhör Teknos Wedevåg Färg) är exponerade för erosion, vilket ger en högre spridningsfaktor, men exponering för översvämning av dessa organiska föroreningar ger en låg spridningsvikt (0,1). Objekten ASOMA och Rickardssons Mekaniska verkstad, förorenade med organiska föroreningar, har en förhållandevis hög exponeringsgrad för översvämning, men beaktat risken för spridning så får de ett betydligt lägre jämförelsevärde. Rickardssons Mekaniska verkstad är ett av de fem mest exponerade objekten, efter sedimentprovtagningsobjekten, men viktat efter spridning så hamnar det på 19:e plats i ordningen. De tre objekten tillhörande Teknos Wedevåg Färg AB ligger i ett område med lera/ silt och riskerar skred. Av dessa tre är det bara Pumpstationen som är exponerat för både ras/skred (13 %) och översvämning vid ett hundraårsflöde (8 %).

En jämförelse av objekten Pumpstationen och Kopparhytta Krokfors visar effekten av att vikta naturolyckorna efter föroreningsslag. Dessa två objekt har samma totala exponeringsgrad för naturolyckor. Kopparhytta Krokfors som i huvudsak är förorenat med metaller är exponerat i nästan samma utsträckning för ras/skred, som Pumpstationen är exponerat för översvämning. Ras/skred har dock en större betydelse för spridning av metaller än översvämning har för spridning av organiska föroreningar. Om beaktat naturolyckornas betydelse för spridning av föroreningar så är exponeringen av Kopparhytta Krokfors därför av större betydelse än för Pumpstationen.

I figur 5 är objekten rangordnade efter spridningsviktad exponering. Allt mark- och miljötekniskt undersökningsmaterial som har varit tillgängligt har studerats för de objekten högst i rankningen.



**FIGUR 5 RANKNING AV OBJEKT I RISKKLASS 1 & 2 (ÅR 2015) LÄNGS ARBOGAÅN EFTER SPRIDNINGSVIKTAD EXPONERING VID ETT 100-ÅRSFLÖDE, RAS/SKRED OCH EROSION.**

Provtagningsplatserna i bottensediment i Arbogaån är lite utredda. På Jäders bruk har inga prover tagits. Området är bebyggt och förorenat med i huvudsak slaggsten. Bångbro Järnverk har heller inte provtagits förutom i deponin som är ett eget objekt. Däremot har Ekudden, Arboga Bygg och Maskinteknik och Tegeludden Västra diket provtagits. Tegeludden Västra diket är dock sanerat och slutåtgärdat, men koordinatpunkten ligger vid platsen för Tegeludden deponi, som inte är sanerat.



## 5.2. Hotbild för tre områden

Hotbilden undersöks här för ett urval av områden utifrån föroreningsnivån i de förorenade massor med exponering för naturolyckor. Spridningsförtätningarna för dessa föroreningar till följd av sårbarheten för naturolyckor bedöms och kompletterar områdenas riskklassningsdiagram.



FOTOGRAFI 1 FASTIGHETEN LÅNGAN 12 I ARBOGA KOMMUN (20150324).

### 5.2.1. Arboga Bygg och Maskinteknik

#### Exponering för naturolyckor

Objektet Arboga Bygg- och Maskinteknik ligger nära Arbogaån inom fastigheten Långan 12. Det ligger inom ett industriområde, men med en gång- och cykelväg som går tvärs över fastigheten i nord-sydlig riktning och en bilväg som löper längs fastighetens södra sida.

Koordinatpunkten ligger mitt i fastigheten och en buffertzon om 50 meter ger en god täckning över objektet. Utifrån screeningen är Arboga bygg och Maskinteknik exponerat till 49 procent vid översvämning beräknat med en 100 meter buffertzon. En buffertzon om 100 meter sträcker sig dock långt utanför fastigheten och föroreningarna bedöms bara finnas inom fastigheten och i avrinningsområdet ned mot ån. Av fastighetens yta skulle 49 procent motsvara ca 4420 m<sup>3</sup> förorenade massor med risk för översvämning.

Utifrån att objektet följer fastighetsgränsen är 60 procent exponerat vid ett hundraårsflöde, motsvarande ca 5277 m<sup>3</sup> förorenade massor. Om avrinningsområdet inkluderas ökar den förorenade massan med sårbarhet för översvämning med ytterligare 2132 m<sup>3</sup>. Där har dock inga prover tagits.

## Faktaruta

Arboga Bygg &  
Maskinteknik

#### Bakgrund:

På 60-talet pågick under 5-6 år ett smältteri av aluminium från uttjänta flygplansdelar. Under 70-talet och fram till 90-talet pågick skrothandel, med hantering av bilar, spillolja, batterier, kabelskrot mm. Olja har förvarats i tre cisterner.

Verksamhetstid: 41 år

Riskklass: 1 (år 2015), 3 (2018)

Volym förorenade massor: 8840 m<sup>3</sup>

#### Mark- & vatten:

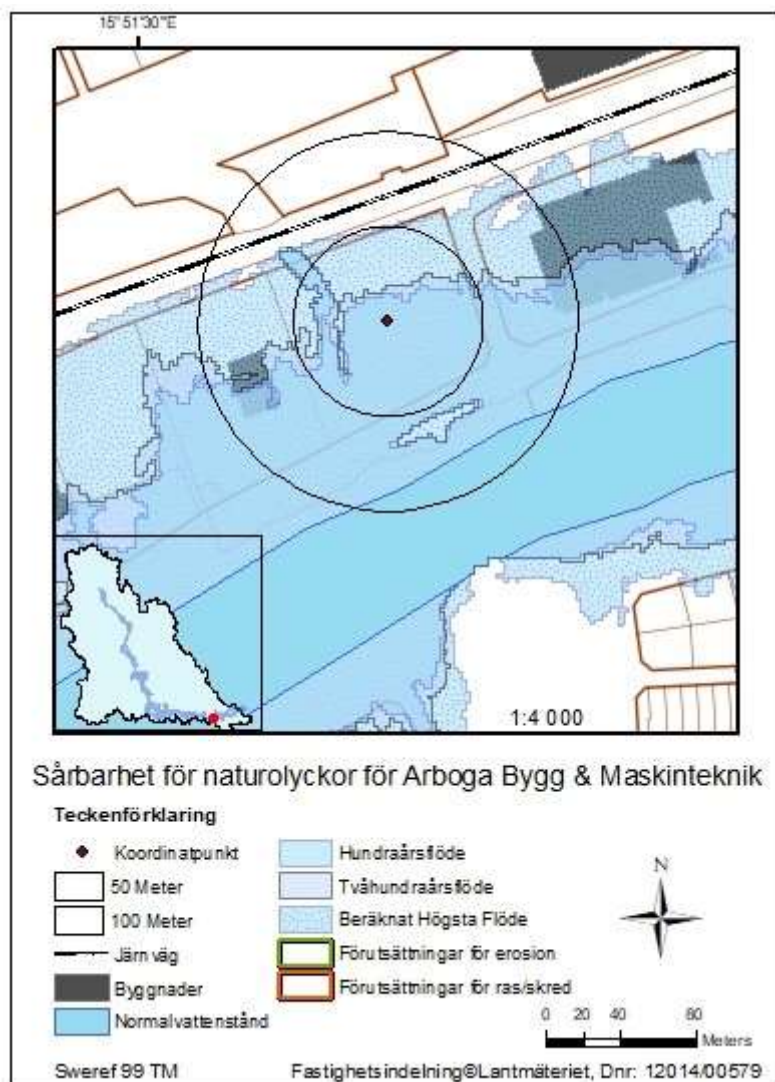
Ca 1 meter tjockt genomsläppligt fyllningslager av grus, sand och rikliga inslag av skrot, ovanpå finkornigt sediment av tät lera. Grundvattnet bedöms rinna i riktning mot Arbogaån, genom fyllningslagret ovanpå sedimentlagret. P.g.a. sin heterogena sammansättning håller fyllningen ställvis grundvattnet.

#### Provtagning för kemisk analys:

Kemisk analys av 7 jordprov varav 3 i fyllningen och 3 vattenprover (Structor, 2002) samt 15 jordprov varav 6 i fyllningen, ett grundvattenprov och ett lakttest (WSP 2016).

#### Källor:

Structor (2002), WSP (2016).



**KARTA 2 EXPONERING FÖR NATUROLYCKOR FÖR ARBOGA BYGG- OCH MASKINTEKNIK (FÖR KÄLLOR SE KARTFÖRTECKNING I REFERENSER).**

De provresultat som har visat förhöjda värden av föroreningar som inte har fraktats bort, har dock tagits nordost om gång- och cykelbanan. Då fastigheten ligger i ett industriområde har i markundersökningarna och riskklassningen riktvärdet för mindre känslig markanvändning (MKM) använts. Utifrån ett antagande att provresultaten är representativa för hela den nordostliga delen av fastigheten så är sannolikheten 67 procent att 4292 m<sup>3</sup> förorenade massor ska översvämmas vid ett klimatreglerat hundraårsflöde.

#### Föroreningsnivå

På Arboga Bygg och Maskinteknik har såväl mark- som grundvattenprover tagits för kemisk analys och ett lakttest utförts. Tidigare markundersökningar har gjorts av Sweco VBB Viak år 2001 (kemisk analys av alifater och PAH i 2 jordprov), Structor år 2002, Mälarbanan 2002, WSP 2004, och WSP 2016. Mer omfattande markundersökningar med kemisk analys av prover har tagits av Structor 2002, Mälarbanan 2002 och WSP 2016, varför provsvaren av de resultaten återges här nedan.

Av sju jordprover som togs för kemisk analys av Structor, togs tre jordprov i fyllningen, för analys av PCB (PG 7:1), metaller (PG12:1) och kolväten (PG 13:1). Därutöver togs jordprov i leran under fyllningen och i dräneringsmaterialet runt ledningar i grävschaktet, samt tre vattenprov. Av proven i fyllningen visade resultatet på halter över MKM i de två provgröparna närmast Arbogaån.

Förhöjda halter uppmättes av främst bly (24 gånger MKM) och koppar (10 gånger MKM), men även av arsenik, zink och alifater. Ett vattenprov (i PG 8) visade förhöjda halter av alifater och PAH. En kraftig kolvätelukt noterades i tre provgröpar och synbara utsläpp av batterisyra i flera provgröpar (Ibid). De förhöjda metallhalterna i PG 12:1 bekräftades av provtagning med fältinstrument (XRF) som även indikerade förhöjda halter av metaller i sex andra gröpar (se provtagningskarta i bilaga 7).

Av de sex jordprover som togs i fyllningen av WSP år 2016 visade fem prov på förhöjda halter av koppar, kvicksilver, bly och zink på upp till 9 gånger riktvärdet för MKM. I tabell 7 visas resultaten av laboratorieanalys av jordprov tagna i fyllnadsmassan av Structor år 2002 och WSP 2016.

**TABELL 7 FÖRORENINGSNIVÅER EFTER LABORATORIEANALYSER AV JORDPROVER MED MINST ETT VÄRDE ÖVERSTIGANDE MINDRE KÄNSLIG MARKANVÄNDNING. VÄRDENA ANGES I MG/KG TS.**

ELEMENT	Tillståndsklasser NV 4918				PG 12:1 PG13:1	16W02 16W03	16W04	16W05	16W06	16W07	Riktvärden NV 5976	
	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt							KM	MKM
Provtagning					2002	2016	2016	2016	2016	2016		
As	<15	15-45	45-150	>150	40	4,6	4,3	16	17	4,1	10	25
Cd	<0,4	0,4-1,2	1,2-4	>4	7,21	3,5	2,4	2,4	8,5	8,6	0,8	12
Co	<30	30-90	90-300	>300	18,2	7,5	7,7	9,7	14	6,6	15	35
Cr totalt	<120	120-360	360-1200	>1200	146	58	41	59	100	46	80	150
Cu	<100	100-300	300-1000	>1000	2010	320	730	370	1100	1500	80	200
Hg	<1	1-3	3-10	>10		3,1	0,9	8,7	11	2,1	0,25	2,5
Ni	<35	35-105	105-350	>350	110	23	76	50	100	37	40	120
Pb	<80	80-240	240-800	>800	9780	460	550	500	3500	1100	50	400
V	<120	120-360	360-1200	>1200	34,9	12	17	45	27	28	100	200
Zn	<350	350-1050	1050-3500	>3500	804	540	640	710	1600	660	250	500
Alifater >C10-C12					16	<5		<5	<5		100	500
Alifater >C12-C16					150	<5		<5	7,5		100	500
Alifater >C16-C35	<100	100-300	300-1000	>1000	3400	250		79	170		100	1000
Aromater >C10-C16					0,2*	<0,9		1,4	<0,9		3	15
Aromater >C16-C35					0,2*	<0,5		2,9	<0,5		10	30
PAH-L					<0,24			0,21			3	15
PAH-M					<1,77			4,7			3,5	20
PAH-H					<1,04			6,4			1	10

PROVEN PG 12:1 OCH PG 13:1 ANALYSERADES AVSEENDE METALLER RESPEKTIVE KOLVÄTEN, LIKSOM PROV 16W02 (METALLER) OCH 16W03 (KOLVÄTEN) \*PROVET VISAR AROMATER >C10-C35. FÄRGMÄRKNINGEN FÖLJER TILLSTÅNDSKLASSERNA I MIFO (NV 2002), DÄR VÄRDEN UNDERSTIGANDE KÄNSLIG MARKANVÄNDNING (KM) ÄR GRÖNA OCH VÄRDEN ÖVERSTIGANDE MINDRE KÄNSLIG MARKANVÄNDNING (MKM) ÄR ORANGEA ELLER RÖDA. VÄRDEN LÄGRE ÄN MÄTBART (T.EX. <0,1) INKLUDERAS, VILKET KAN RESULTERA I MARGINELLT HÖGRE VÄRDEN ÄN SOM HAR KUNNAT UPPMÄTAS. KÄLLA: STRUCTOR 2002, WSP 2016.

De mest omfattande provanalyserna har gjorts av schaktmassor år 2002 i samband med anläggningen av en gång och cykelväg över fastigheten (Banverket ref. i Structor, 2002). Provresultaten visar även de högst uppmätta halterna av metaller. Schaktmassor med halter över MKM har dock fraktats bort och resten har lagts längs med västra sidan av fastigheten. Provresultaten av schaktmassorna återges ändå här, då de kan ge en indikation om halter i fyllningen på andra områden inom fastigheten än där gång- och cykelvägen nu går. Ingenting i beskrivningen av verksamheten tyder på att området där har exponerats särskilt mycket för föroreningar.

I schaktmassorna visade resultaten mycket höga halter av koppar (68 gånger MKM), bly (51 gånger riktvärdet för MKM), zink (13 gånger MKM) och kadmium (3 gånger MKM). Av kolväten har förhöjda uppmäts av alifater (2-3 gånger högre än MKM) och aromater (6-12 gånger MKM) (Structor, 2002, bilaga 2). Undersökningen gjord av WSP år 2004 refereras i WSP 2016. Åtta av tio jordprov visade då halter av bly över riktvärdet som högst 19 gånger MKM, 41 gånger MKM för koppar och 13 gånger för zink (WSP 2016). Laboratorieanalyserna från Structor, Mälarbanan och WSP 2016 ges i bilaga 8.



## Sårbarheten för naturolyckor



**FOTOGRAFI 2 BOSTADSOMRÅDEN, GÅNG- OCH CYKELVÄG NÄRA FASTIGHETEN LÅNGAN 12 (20150324).**



**FOTOGRAFI 3 DEN FÖRORENADE MARKEN PÅ ARBOGA BYGG & MASKINTEKNIK ÄR INTE TÄCKT (20180407).**



**FOTOGRAFI 4 NIVÅSKILLNAD EFTER UTFYLLNAD I DIKE PÅ ARBOGA BYGG & MASKINTEKNIK, I SYDÖSTRA HÖRNET AV FASTIGHETEN (20180407).**

Fastigheten ligger intill en gång- och cykelbro med anslutning till en gångtunnel som förbinder ett villaområde i Sjukhusgården söder om Arbogaån med Vasastaden och centrum i Norra Arboga (fotografi 2).

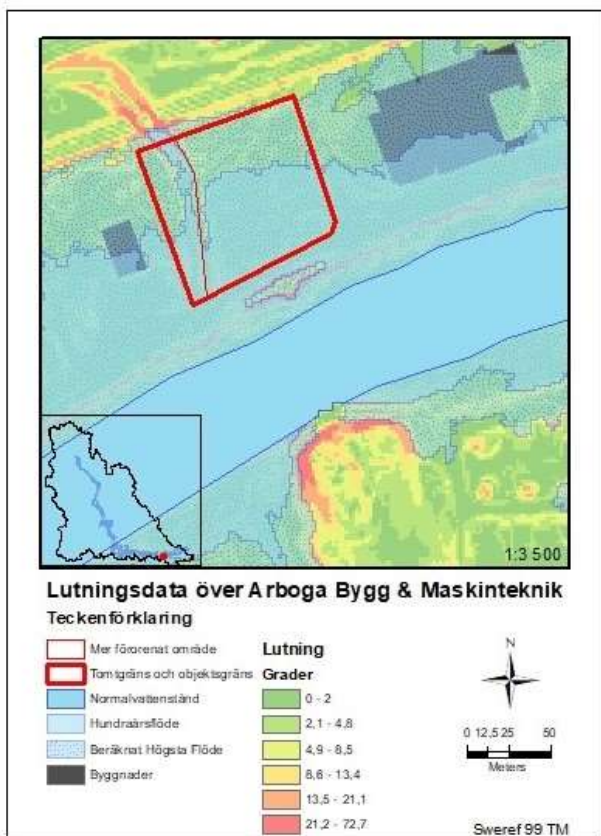
Fyllnadsmassorna ligger ca 35 meter från Arbogaåns normalvattenstånd. Marken i det förorenade området är inte täckt, men ett litet område vid ingången har hårdgjord yta. Längs gångvägen i väster har schaktmassor lagts upp från bygget av gångvägen. Området är inhägnat men stängslet är uppklippt på två ställen och ingen varningsskylt syntes på platsen vid fältbesiktningarna (bilaga 6, fotografi 14-16).

Objektet fick ändrad riskklassning år 2017. Området med övergivna byggnader och trasigt stängsel hade tidigare bedömts kunna inbjuda till lek med exponering av främst barn varför känsligheten sattes till stor (2), men ändrades år 2017 till liten (4) då exponeringen främst är av folk som olovligen har tagit sig in (fotografi 3).

Årsmedelnederbörden beräknas öka med drygt 13,8 procent under år 2069-2098 i jämförelse med perioden 1961-1990. Arboga Bygg & Maskinteknik bedöms därmed ha en stor sårbarhet för nederbördsförändring.

Pågående markerosion observerades vid fältbesiktningen längs fastighetens södra gräns (bilaga 6, fotografi 17). Där jämnar nylagt grus till viss del ut vägdiket, men förhindrar inte erosionen (fotografi 4). Med pågående markerosion i fyllning bedöms sårbarheten för erosion som mycket hög.

Vid högvatten skulle området kunna översvämmas via dagvattenledningen som utmynnar i Arbogaån rakt nedanför området. Erosionsproblemen skulle kunna förvärras längs södra fastighetsgränsen, där inga schaktmassor har lagts upp.



**KARTA 3 LUTNINGSDATA ÖVER ARBOGA BYGG- & MASKINTEKNIK (FÖR KÄLLOR SE KARTFÖRTECKNING I REFERENSER).**

Arboga Bygg och Maskinteknik har en mycket stor sårbarhet för översvämning. Knappt 40 procent av den nordostliga delen riskerar översvämning vid ett 50-årsflöde. Det motsvarar 2676 m<sup>3</sup> förorenade fyllnadsmassor med en sannolikhet på 87 procent under hundra år att översvämmas.

Inom hela fastigheten under det ca 1 meter tjocka fyllningslagret och i avrinningsområdet närmast ån ligger postglaciär finlera. Området är mycket flackt med en medellutning på 2,5° inom fastigheten (drygt 2 ° i den nordöstra delen). Sårbarheten för ras/skred bedöms därför som liten (karta 3).

Arboga bygg och maskinteknik har 2676 m<sup>3</sup> förorenade massor med exponeringsrisk för ett 50-årsflöde, där föroreningar med mycket hög farlighet (arsenik, bly och kvicksilver) förekommer i halter mellan 2 och 24 gånger MKM, obeaktat de prover som har tagits av WSP 2004 och Mälarbanan 2002. Denna del av fastigheten har sammantaget en liten sårbarhet för jordrörelser, en mycket stor sårbarhet för erosion och översvämning, samt en stor sårbarhet för nederbörd (se tabell 8).

**TABELL 8 VÄRDERING AV ARBOGA BYGG OCH MASKINTEKNIKS SÅRBARHET FÖR NATUROLYCKOR**

	Mycket liten	Liten	Stor	Mycket stor
<b>Jordrörelse</b>		Fyllning, lutning drygt 2° (<1:10)		
<b>Erosion</b>				Pågående markerosion
<b>Översvämning</b>				2676 m <sup>3</sup> inom 50-årsflöde
<b>Nederbörd</b>			Ökning 13,8% (10% ≤ Nf <15%)	



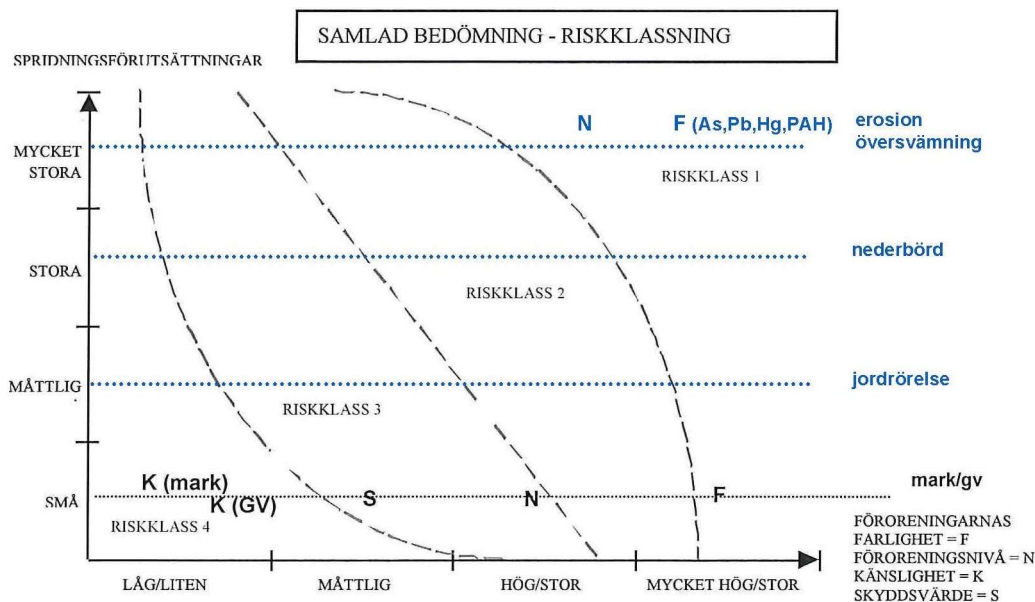
## Spridningsförutsättningar

Riskklassningen för Arboga Bygg och Maskinteknik har ändrats från 1 till 3 (Länsstyrelsen Västmanland 2017), till stor del på grund av en ny bedömning av spridningsförutsättningarna (WSP 2016). I den föregående miljötekniska markundersökningen bedömdes föroreningarna spridas i den genomsläppliga fyllningen ovanpå lerlagret. (Structor 2002). Undersökningen från år 2016 bekräftar att föroreningarna i huvudsak finns i grundvattnet och fyllningen ovanpå det överlag täta lerlagret, men genom ett lakningstest bedömdes de flesta föroreningar ha låg mobilitet och då lutningen är liten så ändrades bedömningen från mycket stora (>10 m per år) till små spridningsförutsättningar, d.v.s. motsvarande ingen spridning i mark och grundvatten. Likaså har bedömningen av objektets känslighet förändrats i synen på exponeringen för de personer som vistas på området, ifall de ska betraktas som barn lockade av områdets karaktär eller människor som illegalt har tagit sig in.

Sårbarheten för naturolyckor skulle kunna bidra till ökad spridning av föroreningar från Arboga Bygg och Maskinteknik. Då spridningsförutsättningarna i gällande riskklass är bedömda väldigt lågt (ingen spridning), så påverkas riskklassningen. Med mycket stor sårbarhet för erosion och översvämning, stor sårbarhet för nederbörd, och måttlig sårbarhet för jordrörelser så bedöms sammantaget spridningsförutsättningarna öka från små till stora.

Föroreningsnivån bedöms här som hög till mycket hög, beroende på vilka provtagningar som tas med i bedömningen. Utöver att det öppna stängslet utan varningsskylt och rikliga graffitimålningar på byggnaderna som vittnar om verksamhet på området, så ligger fastigheten nära gång- och cykelväg, med arbetsplats intill och med flerbostadshus på andra sidan järnvägen. Känsligheten skulle lågt räknat kunna vara måttlig (3). Med sårbarheten för naturolyckor skulle riskklassen i så fall höjas från måttlig risk (3) till stor risk (2).

I diagram 1 syns bedömningen utifrån gällande riskklassning i svart och spridningsförutsättningarna till följd av sårbarheten för naturolyckor i blått.



**DIAGRAM 1 RISKKLASSNINGSDIAGRAM FÖR ARBOGA BYGG- OCH MASKINTEKNIK (SVART), MED KOMPLETTERING AV SPRIDNINGSFÖRUTSÄTTNINGARNA TILL FÖLJD AV SÅRBARHET FÖR NATUROLYCKOR (BLÅTT).**

## 5.2.2. Tegeludden deponi



FOTOGRAFI 5 TEGELUDDEN DEPONI I KUNGSÖRS KOMMUN (20170413).

### Exponering för naturolyckor

I Kungsör nära Arbogaån mynning i Mälaren ligger den sluttäckta deponin Tegeludden, med en utbredning på 30 000 m<sup>2</sup>. Deponin används idag i huvudsak som parkområde och avses att utvecklas som park (Kungsör, 2014). Det är ett översvämningsområde vid högvatten med kärrängsvegetation närmast ån i den nordöstra delen.

På det historiska fotografiet 6 nedan syns deponin spritt längs med Arbogaån och ner till Fredsgatan.



FOTOGRAFI 6 HISTORISKT FLYGFOTOGRAFI AV TEGELUDDEN DEPONI I KUNGSÖR ÅR 1955–1967 (ENIRO 2017A)

## Faktaruta

### Tegeludden

#### Bakgrund:

Tegeludden var kommunal deponi för schaktmassor och industriavfall under 1920- till 1940-talet.

Industriavloppsvatten avleddes orenat från Kungsörs Galvaniska Fabrik till Västra diket (i kanten av deponin) och Östra diket (fram till båthamnen).

Verksamhetstid: Ca 20-30 år

Riskklass: 1

Volym förorenade massor: 60.000-90.000 m<sup>3</sup>

#### Mark- och vatten:

1-2 m torrskorpa skiktad med friktionsmaterial. Lös lera under (ca 9 m) med oreducerad skjuvhållfasthet som lägst 5kPa, vilket indikerar mycket sättnings- och skredbenägen mark. Grundvattentrycknivån korresponderar med Mälarens vattenyta.

#### Provtagning:

Ett samlingsprov togs år -97 för analys av metaller och kolväten; 12 markprover togs år -99 för Cd, Cu, Pb. Inget sedimentprov utanför deponin.

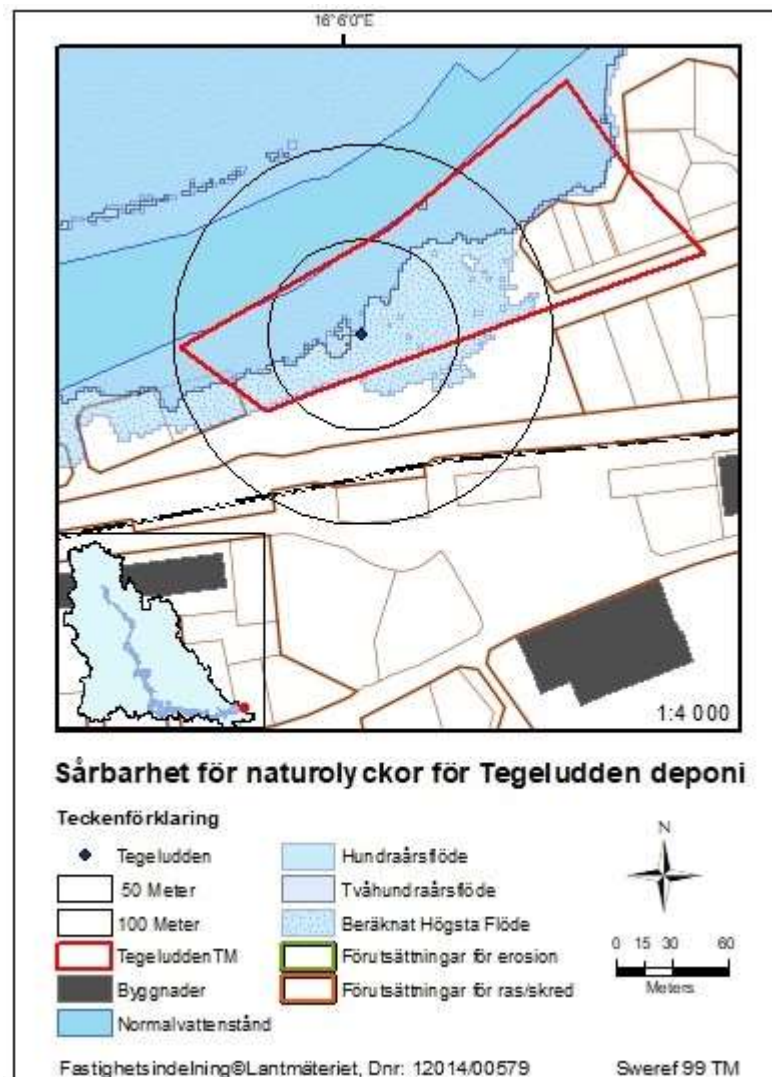
#### Åtgärder:

Deponin är sluttäckt och västra diket sanerades år 2005.

#### Källor:

VBB Viak (1993), SO Miljötillsyn (1997, 1999b). Länsstyrelsen Västmanlands län (2006).

Tegeludden deponi hamnade högt i rankningen efter en hög exponeringsgrad för översvämning, men inte erosion eller ras/sked. Koordinatpunkten är placerad mitt i den västra delen av deponin och en buffertzona om 100 meter ger en god täckning över den västra delen av objektet, där markprover har visat högst halter föroreningar. Buffertzonen täcker dock även större delen av Arbogaån utanför objektet och en bit in på strandkanten på andra sidan ån. Exponeringsgraden med buffertzona är 41 procent (12 880 m<sup>2</sup>), inkluderat Arbogaåns vattenyta. Trots objektets avlånga form motsvarar det relativt väl exponeringsgraden utifrån Tegeluddens verkliga gräns, som är 45 procent. På karta 4 syns buffertzonen placering i förhållande till deponins verkliga gräns. En buffertzona om 50 meter skulle inte ge en lika bra täckning över objektet.



**KARTA 4 SÅRBARHET FÖR NATUROLYCKOR FÖR TEGELUDDEN DEPONI. (FÖR KÄLLOR SE KARTFÖRTECKNING I REFERENSER).**

## Föreningensnivå

På Tegelludden deponi har markundersökning utförts av SO Miljötillsyn år 1997 och 1999 då prover togs för kemisk analys (bilaga 8). Resultaten av undersökningen år 1999 återges från rapporten (SO Miljötillsyn 1999b), då bilagan med labbrapporterna saknas. År 1997 togs ett samlingsprov (20 delprov) från två provgröpar, en i den mer förorenade västra delen och en i den östra nu delvis bebyggda delen. Provet analyserades för förekomst av metaller, oljerester och klororganiska ämnen. I den västra delen förekom svart, kompakt jord med askliknande utseende i flera skikt från 0,6 meter och nedåt (SO Miljötillsyn 1997). År 1999 togs samlingsprover från 12 provgröpar för laboratorieanalys av kadmium, koppar och bly. Resultaten från de båda undersökningarna visade förhöjda halter av främst koppar (upp till 600 gånger KM), zink (244 gånger KM) och bly (132 gånger KM). I samlingsprovet år 1997 uppmättes förhöjda halter av opolära alifater (1,3 gånger KM). I provtagningspunkterna 1-9 uppmättes halter över KM, varav proverna 1-5 i västra delen visade högst föroreningshalter. I tabell 9 visas provresultaten för provpunkterna 1-5 från år 1997 och 1999 (SO Miljötillsyn 1999b).

**TABELL 9 FÖRORENINGSNIVÅ UTFRÅN ANALYSRESULTAT AV PROV TAGNA PÅ TEGELUDDEN DEPONI ÅR 1997 OCH DE 5 AV 12 PROV ÅR 1999 DÅR HÖGST FÖRORENINGSHALTER UPPMÄTTES. VÄRDENA ANGES I MG/KG TS.**

ELEMENT	Tillståndsklasser NV 4918				Samlingsprov	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4	Prov 5	Riktvärden NV 2016	
	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt							KM	Antl ggr.
Provtagning					971101	1999	1999	1999	1999	1999		
As	<15	15-45	45-150	>150	15						10	1,5
Cd	<0,4	0,4-1,2	1,2-4	>4	25	46	20	12	8	12	0,8	57,5
Co	<30	30-90	90-300	>300	4,1						15	0,3
Cr totalt	<120	120-360	360-1200	>1200	9,5						80	0,1
Cu	<100	100-300	300-1000	>1000	41000	48000	25000	28000	22000	26000	80	600,0
Hg	<1	1-3	3-10	>10	0,08						0,25	0,3
Ni	<35	35-105	105-350	>350	160						40	4,0
Pb	<80	80-240	240-800	>800	2000	2100	2700*	1300	6600	3400*	50	132,0
Zn	<350	350-1050	1050-3500	>3500	61000						250	244,0

\*HÖGST UPPMÄTTA VÄRDE. FÄRGMÄRKNINGEN FÖLJER TILLSTÅNDSKLASSERNA I MIFO (NV 2002), DÅR VÄRDEN UNDERSTIGANDE KÄNSLIG MARKANVÄNDNING (KM) ÄR GRÖNA OCH VÄRDEN ÖVERSTIGANDE MINDRE KÄNSLIG MARKANVÄNDNING (MKM) ÄR ORANGEA ELLER RÖDA. KÄLLOR: SO MILJÖTILLSYN (1997) OCH SO MILJÖTILLSYN (1999B).

## Sårbarhet för naturolyckor

Området där Tegelludden deponi ligger är flackt och översvämmas vid högvatten. På jordartskartan sträcker sig fyllnadsmassorna långt utanför deponin (se kartor i bilaga 5). Vid en inzoomning på det historiska fotografiet kan anas att deponins utbredning sträckte sig in på fastigheten Gäddan 2 väster om parken. Vid Gäddan 2 där inga prover har tagits observerades vid fältbesiktningen ytligt material vid strandkanten som skulle kunna vara deponerat material.

För Tegelludden har VBB Viak gjort en geoteknisk undersökning (1993). Under det 1-2 meter tjocka fyllnadslagret är hållfastheten mycket låg. I den ca nio meter lösa leran under torrskorpan är den reducerade skjuvhållfastheten som lägst 5kPa och är mycket sättnings- och skredbenägen. Bedömningen av Tegelluddens sårbarhet för jordrörelser bedöms därför vara mycket stor.

Tegelludden har en stor till mycket stor exponering för översvämning. Här brister materialet för att kunna bedöma om Tegelludden ligger under medelhögvattennivån eller inte. Det västra området med föroreningar över KM är drygt 11 000 m<sup>2</sup> stort och med en medeltjocklek på 1,5 meter fyllning så finns drygt 16 500 m<sup>3</sup> förorenade massor på Tegelludden. Av dessa har drygt 6 400 m<sup>3</sup> en sammanlagd sannolikhet om 63 procent under hundra år att översvämmas.

Årsmedelnederbörden beräknas öka med knappt 13,5 procent från medelvärdet år 1961-1990 till år 2069-2098, vilket ger en stor sårbarhet för nederbörd.





**FOTOGRAFI 7 STRANDEROSION PÅ VÄSTRA DELEN AV TEGELUDDEN DEPONI (20180407).**

Tidigare strandväxtlighet har tagits bort men längs en kortare sträcka finns erosionskydd vid stranden på eller nära fastigheten Gäddan 2 (fotografi 8).

Med pågående erosion i fyllnadsmassorna bedöms sårbarheten för erosion som mycket stor.

Vid fältbesiktningarna observerades långt gången stranderosion längs nästan hela strandlinjen (fotografi 7, bilaga 6, fotografi 18-20). På två platser observerades föroreningar i den eroderade marken som skulle kunna vara en del i fyllningen (bilaga 6, fotografi 21). Även i närheten av provpunkt 3 intill strandkanten har marken eroderats. Där har halter av koppar uppmätts till 350 gånger KM, bly 26 gånger och kadmium 15 gånger KM (se tabell 9 och bilaga 6).



**FOTOGRAFI 8 EROSIONSSKYDD PÅ VÄSTRA DELEN AV TEGELUDDEN DEPONI (20180407).**

Den västra delen av Tegeludden har en uppskattad volym på drygt 16 500 m<sup>3</sup> och en genomsnittlig halt av koppar på 252 gånger KM, 39 gånger för bly och 16,7 gånger för kadmium. Denna delen har sammantaget en mycket stor sårbarhet för jordrörelser och erosion, en stor till mycket stor sårbarhet för översvämning och en stor sårbarhet för nederbörd (tabell 10).

**TABELL 10 TEGELUDDENS SÅRBARHET FÖR NATUROLYCKOR.**

	Mycket liten	Liten	Stor	Mycket stor
<b>Jordrörelse</b>				Lägst 5kPa ored. skjuvhållfasthet
<b>Erosion</b>				Pågående stranderosion
<b>Översvämning</b>				Under medelhög-vattennivå
<b>Nederbörd</b>			13,5% (10% ≤ Nf < 15%)	

## Spridningsförutsättningar

Spridningsförutsättningarna via mark och grundvatten har bedömts av Ramböll (2011b) som små till måttliga (<0,1 m per år), via ytvatten som stora till mycket stora (100- <10 år) och till sedimenten i Arbogaån som stora (0,1-10 m per år). Utifrån att deponin utgörs av fyllnadsmassor som borde vara relativt genomsläppliga så har spridningsförutsättningarna i mark och grundvatten bedömts vara stora (0,1-10 m/år) eller mycket stora (>10m/år).

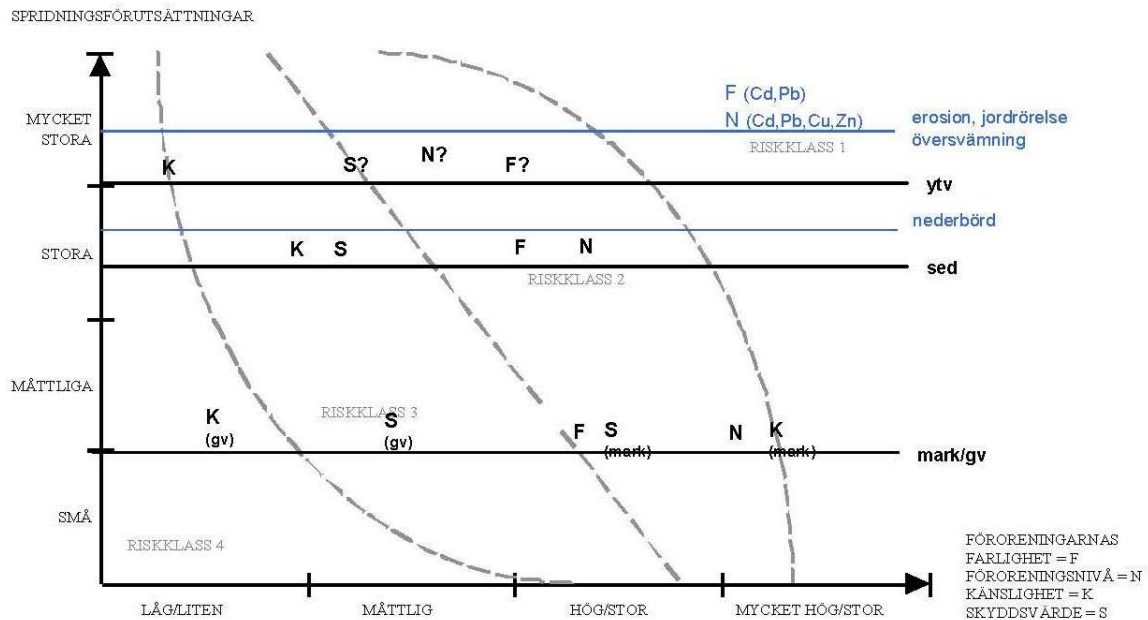
Deponin ligger lågt med en grundvattenyta som korresponderar med Mälarens vattenyta. Fluktuationer i vattennivån i Mälaren skulle kunna öka grundvattnets rörlighet. Spridningen till ytvatten dämpas av att deponin är täckt, men med pågående erosion skulle spridningen i/till sedimenten kunna vara mycket stor (>10 m/år).

Spridningsbilden bekräftas i huvudsak av sårbarheten för naturolyckor. En mycket stor sårbarhet för jordrörelser bedöms inte påverka spridningen med det användandet av marken som är i dag. Tegelludden avses även att utvecklas som park. Sårbarheten för erosion och översvämning kan öka spridningen till sedimenten i ån, där badmöjligheter finns.

Sedan inventeringen år 2011, då Tegelludden gavs riskklass 2 (hög/stor risk) har riskklassningen år 2015 ändrats till riskklass 1 (mycket hög/stor risk), bland annat med anledning av att bostäder har byggts på den östra delen av det som tidigare inkluderades i objektet.

Bedömningen av sårbarheten för naturolyckor i tillägg till spridningsförutsättningarna skulle inte påverka riskklassningen. I diagram 2 syns gällande riskklassning i svart och kompletteringen med sårbarheten för naturolyckor i blått.

## Riskklassningsdiagram



**DIAGRAM 2 RISKKLASSNINGSDIAGRAM FÖR TEGELLUDDEN (SVART), MED KOMPLETTERING AV SPRIDNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR TILL FÖLJD AV SÅRBARHET FÖR NATUROLYCKOR (BLÅTT).**



### 5.2.3. Uddhagen inklusive Ekudden deponi



FOTOGRAFI 9 EKUDDENS DEPONI (20150324).

Öster om Tegeludden, något utanför Arbogaåns mynning i Galten (Mälaren), ligger Ekudden i Kungsör. Större delen av Ekudden, som vetter mot norr och väster nyttjas som campingplats för åretruntboende. I Ekuddens östra del ligger deponin.

Ekudden deponi ligger på fastigheten Kungsör 3:1, i nordvästra kanten av ett större förorenat område (ca 110 000 m<sup>2</sup>). Området har använts som deponi för hushålls- och industriavfall liksom tank- och fatrengöring, i eller i närhet till Mälaren. Inom fastigheten ligger tre objekt: Ekudden deponi, Västra Mälardalens Renhållnings AB och Uddhagen deponi. Öster om Uddhagen deponi ligger Uddhagen schakt som inte är ett objekt. Hela området kallas här Uddhagen.

På det historiska flygfotografiet nedan (fotografi 10), då Uddhagen deponi ännu var i bruk, syns de tre objekten som ljusa områden. Särskilt tydligt syns Uddhagen deponi i centrum av bilden som sträcker sig ut i vad som skulle kunna vara en tidigare vik. Västra Mälardalens Renhållnings AB, nordväst om Uddhagen deponi bedrev tank- och fatrengöring. Norr om Västra Mälardalens Renhållnings AB ligger Ekudden deponi.



FOTOGRAFI 10 HISTORISKT FLYGFOTOGRAFI AV UDDHAGEN INKLUSIVE EKUDDEN DEPONI ÅR 1955-1967 (ENIRO 2017B).

## Faktaruta

### Ekudden

#### Bakgrund:

Ekudden användes som kommunal deponi för hushålls- och industriavfall under åren 1920-1945. Deponin är förberett för att bebyggas med bostäder.

Verksamhetstid: 25 år

Riskklass: 2

Volym förorenade massor:

5000-6000 m<sup>3</sup>

Mark- och vatten:

Dubbla grundvattennivåer, med en högre lokalt bildad i fyllnadsmassorna, 0.1-0.7 under marken närmast stranden.

Provtagning:

1 sedimentprov taget 2013-09-02, ca 60 meter utanför deponin (KUN03).

Åtgärder:

Deponin är sluttäckt med täta schaktmassor.

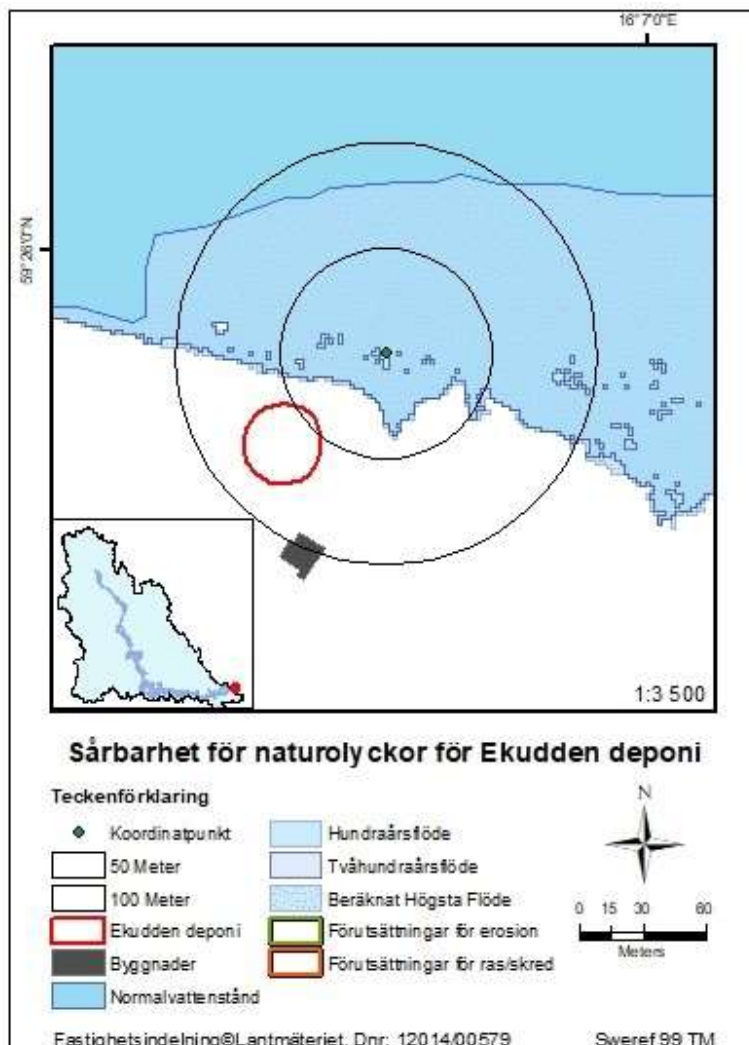
Källor:

SO Miljötillsyn (1999a), Ramböll (2011a), Envix (2015).

Uddhagen deponi var i bruk år 1946-1975 och är ca 4,6 ha stort. Deponin är idag täckt med täckmassor och/eller har hårdgjord yta. Fyllningen består i huvudsak av schaktmassor och är upp till 2,5 meter tjockt. Uddhagen schakt öster om deponin är ca 5,7 ha och fortfarande i drift för mellanlagring av schaktmassor. Jorden under fyllningen består av lera och torv och i den östra delen siltig morän. Fritt vatten förekommer i fyllningen på nivåer mellan +0,7 och +2,6m. Området har en diffus strandlinje och en hög grundvattennivå (SO Miljöutredning 1999a, J & W 2002). Utifrån jordartskartan består marken söder om deponin av postglacial finlera och söder om schaktet samt i väster av sandig morän, som rundar det urberg som Ekudden deponi ligger på (se bilaga 5). Trots de tre objekternas närhet till Arbogaån får Ekudden deponi, Uddhagen deponi och Västra Mälardalens Renhållnings AB helt olika utfall vid rankningen.

### Exponering för naturolyckor

Ekudden deponi är ett mindre objekt med hög exponeringsgrad för översvämning utifrån screeningmetoden. Här ligger koordinatpunkten dock ca 60 meter utanför objektet vid provtagningsplatsen för ett sedimentprov. Exponeringsgraden för översvämning (61 procent) verkar därför högre än den är. Utifrån deponins verkliga gränser är objektet inte alls exponerat för översvämning (0 procent). Basen av deponin ligger ca 15 meter ifrån strandlinjen



Som framgår av karta 5 ligger det karterade normalvattenståndet långt ut i öppet vatten och efter fältbesiktning uppskattas hundraårsflödet motsvara ett normalt högvattenstånd. Även med det beaktat så är Ekudden inte exponerat för översvämning, då deponin ligger högt och långt ifrån ett beräknat högsta flöde.

Koordinatpunkten för Uddhagen deponi är placerad i centrum av den västra delen (deponin) och ligger 120 meter från BHF. Objektets utbredning gör att en buffertzon om 100 meter inte räcker för att indikera en risk för översvämning (se karta 6).

Koordinatpunkten för Västra Mälardalens Renhållnings AB ligger vid den kvarvarande byggnaden och buffertzonen hamnar utanför BHF. Objektet är oklassificerat och inget underlag har funnits tillgängligt om objektets utbredning eller den historiska verksamheten.

**KARTA 5 SÅRBARHET FÖR NATUROLYCKOR FÖR EKUDDEN DEPONI (FÖR KÄLLOR SE KARTFÖRTECKNING I REFERENSER).**

## Föroreningsnivå

I avrinningsområdet utanför Ekudden och Uddhagen har metallhalter undersökts och höga till mycket höga halter har uppmätts i sedimentprov av Kadmium, Krom, Koppar, Nickel och Zink, med upp till 37,5 gånger jämförvärdet för koppar. Ytvattenprover har även visat förhöjda halter av Aluminium, CODCr och Kvicksilver (Envix Nord 2015). I tabell 11 visas halterna av sedimentföroreningar utanför Ekudden (KUN03) och utanför Uddhagen (KUN04).

**TABELL 11 FÖRORENINGSTILLSTÅND UTFRÅN KEMISKA ANALYSER AV PROVER AV SEDIMENT (SED) FRÅN SEX PROVPUNKTER I AVRINNINGSGRÄNSOMRÅDET UTANFÖR EKUDDEN OCH UDDHAGEN DEPONIER TAGNA (ENVIX NORD, 2015). JÄMFÖRELSE GÖRS MED CANADIAN SEDIMENT QUALITY GUIDELINES FÖR SÖTVATTEN (CAN ISQG) I ANTAL GÅNGER (ÄNTL GGR) DET HÖGSTA VÄRDET ÖVERSTIGER CAN ISQG. ALLA VÄRDEN ANGES I MG/KG TS. FÄRGMÄRKNINGEN FÖLJER TILLSTÅNDSKLASSERNA I NATURVÅRDSVERKETS RAPPORT 4913 (NV, 1999).**

ELEMENT	Tillståndsklasser NV 4913				KUN03 SED1	KUN04 SED1	KUN04 SED2	KUN04 SEDv	KUN04 SEDö	KUN04 SEDm	Riktvärden	
	Låga halter	Måttligt höga	Höga halter	Mkt höga halter							CAN ISQG	Äntl ggr CAN ISQG
Provtagni					2013-09-02	2013-09-02	2013-09-02	2013-09-02	2013-09-02	2013-09-02		
As	5-10	10-30	30-150	> 150	5,8	6,05	5,37	6,16	1,67	1,59	5,9	1,0
Cd	0,8-2	2-7	7-35	> 35	0,799	1,76	0,168	7,09	0,322	1,77	0,6	11,8
Cr	10-20	20-100	100-500	> 500	51,8	415	47,3	1060	21,3	19,2	37,3	28,4
Cu	15-25	25-100	100-500	> 500	65,6	1070	26,3	1340	37,5	232	35,7	37,5
Hg	0,15-0,3	0,3-1,0	1,0-5	> 5	< 0,2	0,296	<0,2	0,328	<0,2	<0,2	0,17	1,9
Ni	5-15	15-50	50-250	> 250	52,1	812	31,3	405	14,6	35,5		
Pb	50-150	150-400	400-2000	> 2000	37,1	325	21,8	182	17,9	29,3	35	9,3
Zn	150-300	300-1000	1000-5000	> 5000	207	1220	112	1140	91,4	975	123	9,9

Sedimentprov har även tagits av SO Miljötillsyn vid avloppsledningens mynning på Uddhagen som även visar förhöjda halter av koppar, krom och nickel (1999c).

Samma år gjorde SO Miljötillsyn en undersökning av läckage av föroreningar till grundvatten i Uddhagen (1999a). Grundvattenprover togs från tre grundvattenrör varav rören G2 och G3 är placerade i norra kanten av Uddhagen deponi respektive schakt. Såväl metaller som organiska ämnen analyserades av KM Lab i Karlstad (Se provtagningskarta i bilaga 7 och laboratorieanalysprotokoll i bilaga 8). Resultatet visade mycket höga halter av bly, nickel, zink, samt alifater, opolära alifater och AOX.

Halterna jämförs i tabell 12 med riktvärdena i SGU:s föreskrifter om miljö kvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten (SGU-FS 2013:2), med Vattenmyndighetens komplettering av riktvärden för koppar, krom och nickel (Länsstyrelsen Västmanland, 2016).

**TABELL 12 FÖRORENINGSTILLSTÅND UTFRÅN GRUNDVATTENPROVER TAGNA PÅ UDDHAGEN DEPONI (G2), SCHAKT (G3) OCH PÅ FASTIGHETEN ARMATUREN NORR OM UDDHAGEN (G1) AV SO MILJÖTILLSYN (1999A). ALLA VÄRDEN ÄR I  $\mu\text{G/L}$ .**

ELEMENT	SGU 2013				G1	G2	G3	Länsstyrelsen 2016	
	Låga	Måttligt	Höga	Mkt höga				Riktvärde	Antl ggr.
Provtagning					1999-11-19	1999-11-19	1999-11-19		
As	1-2	2-5	5-10	$\geq 10$	5	10	5	10	1,00
Pb	0,5-1	1-2	2-10	$\geq 10$	19	34	56	10	5,60
Cu	20-200	200-1000	1000-2000	$\geq 2000$	16	81	39	2000	0,04
Cr tot	0,5-5	5-10	10-50	$\geq 50$	1	7	17	50	0,34
Ni	0,5-2	2-10	10-20	$\geq 20$	9	23	21	20	1,15
Cd	0,1-0,5	0,5-1	1-5	$\geq 5$	0,1	0,2	0,4	5	0,08
Hg	0,005-	0,01-0,05	0,05-1	$\geq 1$	<0,1	<0,1	<0,1	1	0,10
Zn	0,005-	0,01-0,1	0,1-1	$\geq 1$	80	560	640	30	21,33
Extraherbara alifater (tot.)					33000	4800	7800	1000	33,00
Extraherbara aromater (tot.)					10	660	10	1000	0,66
Opolära alifatiska kolväten					22000	2700	5800	1000	22,00
AOX					55	120	52	10	12,00

STATUSKLASSIFICERINGEN OCH RIKTVÄRDENA FÖR METALLER FÖLJER SGU: S FÖRESKRIFTER (SGU, 2013) MED KOMPLETTERING AV KOPPAR, KROM OCH NICKEL (LÄNSSTYRELSEN VÄSTMANLAND, 2016). RIKTVÄRDET FÖR AOX ÄR DETSAMMA SOM FÖR TRIKLORETEN (IBID). RIKTVÄRDENA FÖR ALIFATER OCH AROMATER ÄR DESAMMA SOM GÖTEBORGS RIKTVÄRDEN FÖR UTSLÄPP AV FÖRORENAT VATTEN TILL RECIPIENT (GÖTEBORG, 2013). ENHETEN FÖR KOPPAR SKULLE KUNNA VARA FELAKTIGT UPPGIVEN I PROTOKOLLET OCH HÄR MOTSVARA MG/L.

Grundvattennivån på Uddhagen deponi (G2) låg år 1999 vid mätningen högre än Mälarens vattenstånd och 0,3–0,5 m högre än på Uddhagen schakt (G3). Uddhagen bedömdes ha dubbla grundvattennivåer, med en högre nivå (ca 0,1–0,7 m. under markytan) som bildas lokalt i fyllnadsmassorna. Den lägre nivån (G3) tillförs grundvatten från ett stort område, varav dess västra och norra del till stor del har hårdgjord yta i Kungsör samhälle. Mindre infiltration under hårdgjorda ytor kan ha bidragit till att grundvattennivån var lägre söder om Uddhagen (i G1) än nära Mälaren (i G2, G3), som samtidigt hade högre grundvattennivå än Mälaren. Spridningen av förorenat grundvatten från Uddhagen skulle därför kunna ske såväl norrut som söderut (SO Miljöutredning 1999a).

Från Ekudden camping i väster går en märkt vandringsled intill Ekudden deponi och utefter hela strandkanten till Uddhagen deponi och schakt. Leden korsar en stig mellan Västra Mälardalens Renhållnings AB och strandkanten (bilaga 6, fotografi 22).

Vid fältbesiktningen låg deponerat material ytligt på såväl den västra som den östra delen, i lokala vattensamlingar på objektet och längs stranden. Den diffusa strandkanten har låg vattenföring som fördröjer föroreningsspridning. Utloppet för avloppsledningen hade vid fältbesiktningen 2018 nyligen muddrats (bilaga 6, fotografi 23–28).



Ett par dunkar med ännu läsbar etikett märkt Salpetersyra låg vid fältbesiktningen väl synligt från vandringsleden. Ytterligare etiketter låg på marken intill (se bilaga 6, fotografi 27). Boende på campingen har uppgivit att en del återanvänder föremål som kommer från deponierna.

I den lilla viken nordost om Västra Mälardalens Renhållnings AB står ett större bord som kan ha använts för tankrengöring (fotografi 12).

Vid fältbesöken stod även tunnor utanför byggnaden för tidigare Västra Mälardalens Renhållnings AB.



**FOTOGRAFI 11 FRÅN RESTER AV KORRODERADE TUNNOR FLYTER OLJA PÅ YTAN NORDOST OM VÄSTRA MÄLARDALENS RENHÅLLNING AB (20180407).**



**FOTOGRAFI 12 EN TRÄKONSTRUKTION SOM SKULLE KUNNA VARA TVÄTTBORD FÖR DEN TIDIGARE VERKSAMHETEN PÅ VÄSTRA MÄLARDALENS RENHÅLLNING AB (20180407).**

Ca 30 meter öster om tvättbordet ligger ett flertal korroderade tunnor/rester av tunnor och från dessa flyter oljerester på vattnet (fotografi 11, bilaga 6, fotografi 23).

Deponerade Nynäs-tunnor låg på Uddhagen schakt nära strandkanten. En av de två tunnorna fanns kvar år 2018 (fotografi 13).



**FOTOGRAFI 13 NYNÄS TUNNOR PÅ UDDHAGEN SCHAKT NÄRA STRANDEN (20150324).**

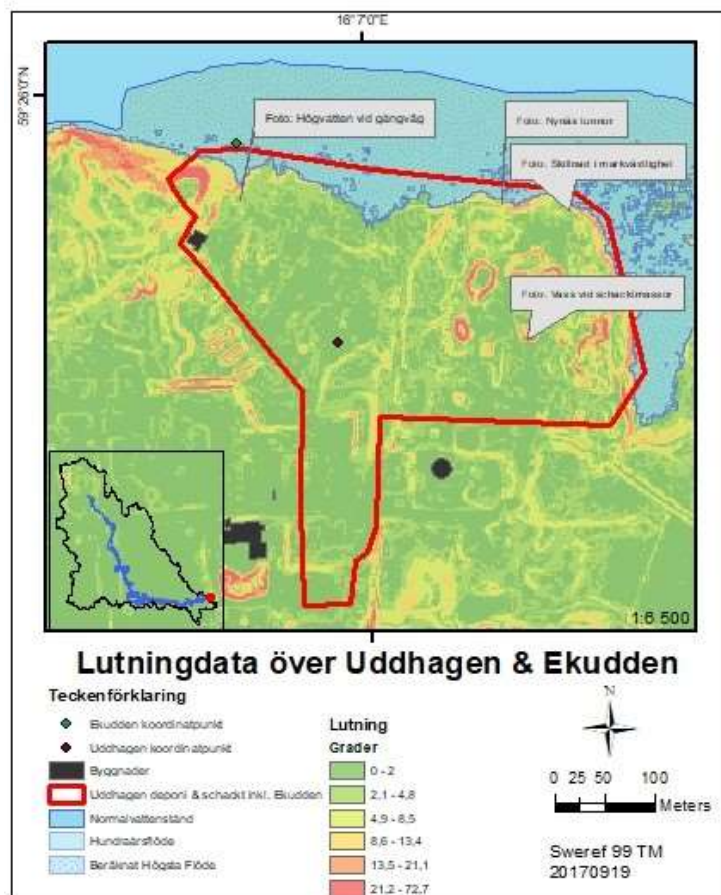
Utöver tunnor noterades norr om deponin ett par större kar, som antas vara doppkar för industriellt bruk (se bilaga 6, fotografi 24). Inga efterforskningar har gjorts om ursprunget till dessa. På fastigheten Armaturen söder om Uddhagen har funnits åtminstone två företag som har använt större mängd trikloretylen för avfettning av metaller (SO Miljötillsyn 1999a).

## Sårbarhet för naturolyckor

Ekudden deponin är plan upptill med branta sluttningar mot Galten. Fyllnadsmassorna är friktionsjordar och med täckmassorna har de en lutning på upp till 36° ner mot vattnet. Fyllnadsmassorna ligger på urberg med en förmodad lutning mot vattnet i likhet med klipporna norr om deponin. Deponin har inget rasskydd. Täcksiktet är inte tätt längs sidorna på deponin och ett flertal större håligheter i grövre fyllnadsmassor (balkar, tunnor) med siktdjup på ca 1 m, observerades år 2018 men inte år 2015 (se bilaga 6, Fotografi 29-32). Skadorna på täcksiktet tyder på att jord har sökt sig ner i håligheter. Nytt grövre parkavfall har deponerats och täcker till viss del slänten men är inte tätt (bilaga 6, fotografi 33).

Årsmedelnederbörden beräknas över området öka med knappt 13,8 procent från medelvärdet år 1961-1990 till år 2069-2098, vilket ger en stor sårbarhet för nederbörd. En långvarig nederbörd som vattenmättar marken ovan Ekudden deponi och ökar flödet av grundvatten genom fyllnadsmassorna ovanpå urberget, eventuellt i kombination med ett sjunkande högvatten, skulle kunna öka sårbarhet för ras/skred. Ekudden deponi enskilt bedöms ha en mycket stor sårbarhet för jordrörelser, som inte framkom vid identifiering av områden med exponering för naturolyckor. Att förorenade massor skulle spolats bort vid en översvämning är mindre troligt. Deponin ligger ovanför beräknat högsta flöde och bedöms därför ha mycket liten sårbarhet för översvämning.

På lutningskartan (karta 6) syns utöver Ekudden deponi i det vänstra hörnet, de branta högar av schaktmassor som ligger lagrade i östra delen. Utöver dessa är hela Uddhagen relativt flackt, med lokala vattensamlingar, kärrväxtlighet långt in på land och en hög och fluktuerande grundvattennivå. Då marken under fyllningen består av lera och torv i den västra delen med fritt vatten i fyllningen ovanpå, skulle hållfastheten kunna vara låg. För den här studien har ingen geoteknisk markundersökning kunnat bekräfta det. Sårbarheten för jordrörelse i Uddhagen bedöms som liten till stor.



**KARTA 6 LUTNINGSDATA ÖVER UDDHAGEN INKLUSIVE EKUDDEN (FÖR KÄLLOR SE KARTFÖRTECKNING I REFERENSER).**



Spritt på Uddhagen finns deponerat material som inte är täckt med täckskikt. En hög grundvattennivå i Uddhagen i kombination med en stor sårbarhet för nederbörd bedöms ge en stor översvänningsrisk på främst Uddhagen schakt.

Objektets strandområden översvämmas vid normalt högvatten, men det är främst en ökad nederbörd som vattenmättar marken som kan antas ge upphov till att delar av området läggs under vatten. Uddhagen schakt har något upphöjd strandvall vilket skulle kunna fungera uppbyggande (bilaga 6, fotografi 25). På Uddhagen finns fyllning inom 100 meter från normalvattenstånd. Uddhagen har dock en diffus strandlinje och sårbarheten för stranderosion bedöms därför som liten (bilaga 6, fotografi 22). Ingen erosion på Uddhagen har observerats, men skadorna i täckskiktet på Ekudden tas upp som markerosion.

De förorenade massorna uppskattas vara ca 200 000 m<sup>3</sup>, utifrån en genomsnittlig tjocklek på 1,9 m över 10,3 ha mark. Av dessa bedöms ca 164 000 m<sup>3</sup> ligga i eller runt det som tidigare kan ha varit en vik och är sårbart för ökad nederbörd och översvämning (drygt 91 000 m<sup>2</sup>).

I tabell 13 visas en samlad bedömning av sårbarheten för naturolyckor för hela området Ekudden och Uddhagens deponi/schakt. Där bedömningen för Ekudden deponi enskilt skiljer sig åt från resten av området särskiljs objekten.

**TABELL 13 VÄRDERING AV UDDHAGENS OCH EKUDDENS SÅRBARHET FÖR NATUROLYCKOR**

	Mycket liten	Liten	Stor	Mycket stor
<b>Jordrörelse</b>		Uddhagen: Fyllning i ca 4° (<1:10)	Ekudden: Fyllning i 36° (>1:10)	
<b>Erosion</b>		Fyllning <100m från normalvatten (Uddhagen)		Stora skador i täckskikt (Ekudden)
<b>Översvämning</b>	Ekudden deponi (utanför BHF)		Uddhagen (inom Q100)	
<b>Nederbörd</b>			Ökning 13,8 % (10% ≤ Nf <15%)	

#### Spridningsförutsättningar

Ramböll gjorde år 2011 riskklassningen av Uddhagen deponi (den västra delen) enligt Mifo fas 1 (2011c). Deponin bedömdes utgöra en måttlig till stor risk för påverkan på människors hälsa och miljö och gavs riskklass 2. Föroreningarnas farlighet klassades som stor och föroreningsnivån som mycket stor, inräknat en volym på 120 000 m<sup>3</sup> för deponin enskilt. Känsligheten och skyddsvärdet bedömdes som stort, då området är ett rekreationsområde och klassats som riksintresse för friluftslivet, samt ligger strandnära. Spridningsförutsättningarna via ytvatten bedömdes som stor, men via grundvatten som små, då transporthastigheten genom det underliggande lerlagret är 0,01–0,001m/år.

Då Uddhagen deponi inklusive Västra Mälardalens Renhållnings AB har en hög och fluktuerande grundvattenyta ovanpå lerlagret i fyllnadsmassorna, som kan ligga högre än Mälarens vattenstånd (år 1999) bedöms spridningsförutsättningarna som mycket stora i mark och grundvatten (>10m/år), och även från grundvatten till ytvatten (<10 år). Spridningen till sediment dämpas av strandväxtligheten och bedöms som måttlig till stor.

Sårbarheten för naturolyckor skulle kunna öka på spridningen från redan stora förutsättningar. Utsattheten för skred är stor för Ekuddens 5000-6000m<sup>3</sup> fyllningsmaterial. För Uddhagen ger ökad nederbörd och översvämning stor utsatthet och skulle kunna öka spridningen till ytvatten.

I riskklassningsdiagrammen nedan visas resultaten separat för Ekudden deponi (diagram 3) respektive Uddhagen deponi/schakt (diagram 4) med beaktande av sårbarheten för naturolyckor.

### Riskklassningsdiagram

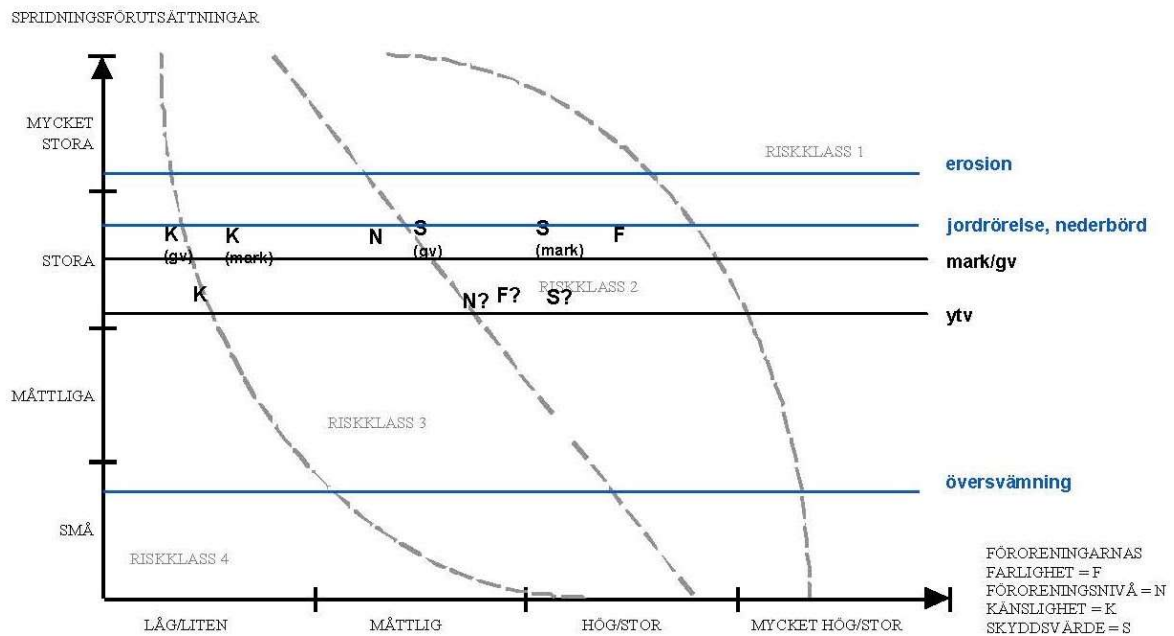


DIAGRAM 3 RISKKLASSNINGSDIAGRAM FÖR EKUDDEN DEPONI (SVART), MED KOMPLETTERING AV SPRIDNINGSFÖRUTSÄTTNINGARNA TILL FÖLJD AV SÅRBARHETEN FÖR NATUROLYCKOR (BLÅTT).

### Riskklassningsdiagram

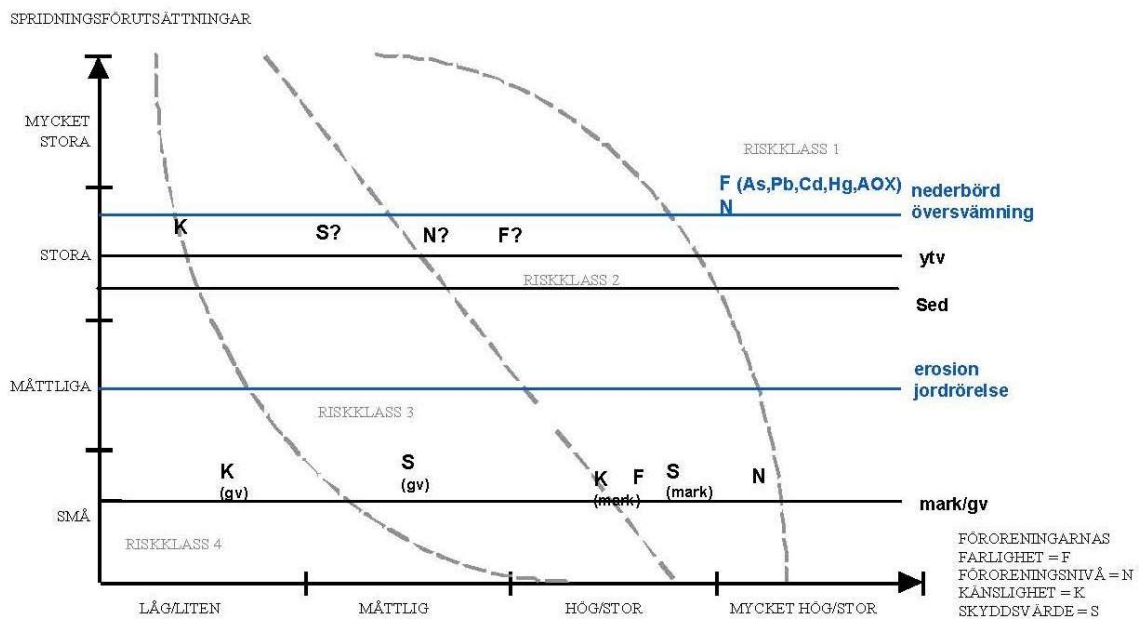


DIAGRAM 4 RISKKLASSNINGSDIAGRAM FÖR UDDHAGEN DEPONI/ SCHAKT (SVART), MED KOMPLETTERING AV SPRIDNINGSFÖRUTSÄTTNINGARNA TILL FÖLJD AV SÅRBARHETEN FÖR NATUROLYCKOR (BLÅTT).

## 6. Diskussion

### 6.1. Identifiering och rankning

Syftet med uppsatsen har varit uppdelat i två delar. Den första delen har syftat till att ta fram och använda en metod som integrerar exponering för naturolyckor med risken för spridning av föroreningar, för att underlätta regional tillsyn och prioritering. Den andra delen har syftat till att i objektsstudier dels utvärdera den första metoden, dels undersöka föroreningsnivån i de exponerade förorenade massorna och bedöma spridningsförutsättningarna till följd av sårbarheten för naturolyckor (områdenas hotbild).

Indexerad spridningsviktad exponeringsgrad (ISE) utgår ifrån exponeringsgrad och föroreningarnas spridningsrisk, efter indelning i föroreningsgrupp och vikten i kombinationen- föroreningsgrupp och naturolycka. Metodens känsliga punkter för en god funktion är därför tillförlitligheten i exponeringsgraden, klassificeringen i föroreningsgrupp och spridningsvikterna.

Resultatet av en första överlagring för att bedöma hur exponerade förorenade områden längs Arbogaån är för naturolyckor, visar att en stor majoritet av områdena i urvalet, som alla har en minsta sannolikhet om 1 % under 100 år att översvämmas, även är exponerade för ett klimatreglerat hundraårsflöde. Av dessa var dock bara 24 områden (10 % av samtliga inom BHF) klassade i riskklass 1 eller 2 år 2015. Skillnaden i EBH-stödet år 2018 i jämförelse mot år 2015, är att Arboga Bygg- och Maskinteknik som år 2015 klassades som riskklass 1, nu år 2018 klassas som 3 (måttlig risk) och skulle då inte i urvalet.

Tre fjärdedelar av alla objekt längs Arbogaån i riskklass 1 och 2 (år 2015) är exponerade för ett hundraårsflöde. Att urvalet är begränsat till BHF förklarar den stora procentandelen med exponering för översvämning. Då exponeringsgraden har störst tyngd i ISE har objekt högst i rankningen en stor exponering för översvämning.

Resultatet visar att områden förorenade med metaller hamnade högre upp i rankning i jämförelse med en rankning enbart efter exponeringsgrad. De flesta områdena i urvalet är klassade som förorenade av metaller och de få objekt som har klassats som huvudsakligen förorenade med organiska ämnen har en låg spridningsvikt vid exponering för översvämning. I markundersökningar i tidigt skede tas oftast prover av metaller, varför det i resultatet kan finnas objekt högt i rankningen som med ett större provunderlag skulle hamna längre ner. Indelningen i föroreningsgrupp för objekten i fallstudierna har dock visat sig rätt, då högst halter har uppmätts av just metaller.

För exponeringsgraden gör det stor skillnad om koordinatpunkten är placerad i mitten av objektet, om objektet är samlat i en enhet och om det till form och storlek är relativt lik buffertzonen. Arboga Bygg- och Maskinteknik är det objekt av de tre närmare undersökta som motsvarar dessa förhållanden bäst. Objektet har en rektangulär form och är inte större än 8840 kvm. Exponeringsgraden för översvämning är 60 % utifrån objektets verkliga gränser i jämförelse med 49% med buffertzona. Exponeringsgraden motsvarar ändå bättre den verkliga på Tegelludden, med 45% i jämförelse med 41 % med buffertzona. Tegelludden är långsmal och täcks inte av buffertzonen, som dock sträcker sig över hela ån. Den stora buffertzonen kompenserar dock för delarna som hamnar utanför. För Ekudden deponi motsvarar resultatet med en 61% exponeringsgrad för översvämning inte alls förhållandena i verkligheten. Ekudden är ett litet objekt med cirkulär form, men koordinatpunkten ligger i avrinningsområdet utanför objektet. Deponin som ligger högt, med upp till 36° lutning mot vattnet, har inte någon exponering alls för översvämning, men däremot en stor sårbarhet för erosion och ras/skred. Det drygt 10 ha stora området Uddhagen som inkluderar Ekudden, men också är ett eget objekt gränsar direkt till Galten (Mälaren). Objektet Uddhagen kommer inte ens med i urvalet då det är så stort att koordinatpunkten hamnar utanför BHF.

Några justeringar kan lätt göras i metoden oberoende av materialet. Objekten i Arbogaån där prover har tagits av bottensediment har tagits med i urvalet av objekt. Utifrån ett jämförelseperspektiv skulle de objekten med fördel kunna tas bort från urvalet.

Arean för områden med exponering för flera naturolyckor har för indexeringen summerats ihop. Effekten av det har inte undersökts och blir inte tydlig förrän den summerade arean blir större än totalarean. Där förutsättningar för flera naturolyckor finns skulle det kunna vara ett alternativ att göra naturolyckor varandra exkluderande efter en prioritetsordning.

Urvalet av förorenade områden är de områden som tangerar eller i någon mån ligger inom Arbogaåns BHF. Lagren FFE och FFRS har även klippts efter (begränsats till) BHF. Resultatet blir att rankningen enbart visar förutsättningarna för naturolyckor där det även finns en förutsättning för översvämning. Ett objekt som tangerar BHF men inte ligger inom ett hundraårsflöde och i en annan del utanför BHF ligger inom FFRS eller FFE, är med metoden inte exponerad för någon naturolycka. Närheten till Arbogaån får därför som avsett en avgörande betydelse. Men det innebär även att risken för att föroreningar från t.ex. ett ras/skred som sker utanför BHF i yttre delen av objektet och sprids till Arbogaån, inte beaktas med metoden. Då underlaget inte är mer detaljerat än att det indikerar förutsättningar för naturolyckor skulle objekt med exponering för fler naturolyckor kunna identifieras om FFE och FFRS inte klipps efter BHF före överlagring.

Resultatet blir aldrig mer tillförlitligt än underlaget. En diffus strandlinje på Ekudden och Uddhagen deponi/schakt kan ha bidragit till att normalvattenflödet från Terrängkartan ligger ca 75 meter ut i öppet vatten. Även i Fastighetskartan ligger strandlinjen långt ut i vattnet. Ett hundraårsflöde bedöms motsvara ett normalt högvattenflöde i området. Lagret FFRS grundas på jordartskartan. I FFRS är inte Ekudden deponi utmärkt och på jordartskartan framgår inte att fyllning ligger ovanpå det sluttande berget. Likaså saknas helt uppgift om jordart på Uddhagen schakt (östra delen). Desto större är utbredningen av fyllning runt Tegeludden på jordartskartan, där inga uppgifter här har kunnat bekräfta att fyllningsmaterial har spritts över så stort område. För att bedöma sårbarheten för naturolyckor för de tre objekten har fältbesiktningarna och tidigare marktekniska undersökningar varit avgörande.

Värdet av metoden indexerad spridningsviktad exponeringsgrad är att den är enkel till sin struktur och lätt att använda med olika geodata i ett större geografiskt område för jämförelser mellan objekt. Den visar utbredningen av en farozon i objektens närhet och rankar efter farans betydelse i en riskkedja, där sannolikheten helt eller delvis är okänd. Den särskiljer objekten i olika viktkategorier och tar hänsyn till kombinationer av faror. Den förbättrar identifieringen av utsatta områden då den integrerar riskkedjans två delar- den primära konsekvensen i form av exponering (i antal objekt) med betydelsen för skyddsobjektet. Metoden ger en överblick och ett underlag för att gå vidare med enskilda objektsstudier. Även om en större buffertzona och en enhetlighet i placeringen av koordinatpunkten i EBH-stödet skulle inkludera större objekt och exkludera andra, så finns det i kartor över ett större geografiskt område en osäkerhet i uppgifterna på objektsnivå som inte uppmärksammas genom metoden.

## 6.2. Tre områdets hotbild

För att undersöka hotbilden har för tre objekt föroreningsnivån i de exponerade massorna beskrivits utifrån allt tillgängligt underlag och spridningsförutsättningarna har bedömts till följd av sårbarhet för naturolyckor. Av objekten sticker Tegeludden ut i hög föroreningsnivå med halter upp till 600 gånger riktvärdet, men det är också det enda av objekten där riktvärden för känslig markanvändning har använts. Utifrån volymen förorenade massor sticker Uddhagen ut, med en uppskattad volym på drygt 164 000 m<sup>3</sup> med sårbarhet för naturolyckor inom ett område på 10,3 ha. Avgränsningen av en exponerad volym har för Arboga Bygg & Maskinteknik och Tegeludden deponi gjorts efter utbredningen av ett 50-årsflöde, respektive ett hundraårsflöde och för Uddhagen har den uppskattats efter topografi och hur skyddat föroreningarna ligger.

Sårbarheten skulle påverka riskklassningen för Arboga Bygg- och Maskinteknik och möjligen även Uddhagen. Båda objekten har liten lutning (ca 2°) och ett avrinningsområde mellan de förorenade massorna och Arbogaån/Galten. Spridningsförutsättningarna under normala förhållanden i mark och grundvatten har för båda objekten bedömts som små eller ingen spridning och inkluderingen av sårbarheten för naturolyckor ger därför stor effekt på spridningsbilden. Men en låg genomsläpplighet i den underliggande leran skulle kunna bidra till större spridning, trots att lutningen är låg. Uddhagen har en hög grundvattennivå i fyllnadsmassorna som till stor del inte är täckta och spridning har konstaterats. Större nederbördsförändringar och fluktuationer i grundvattennivån i Uddhagen skulle periodvis kunna trycka ut mer förorenat grundvatten till Mälaren, och i övrigt skapa en mer reducerad miljö som kan öka utlakningen av metaller. För att skapa en mer långsiktigt hållbar lösning för Uddhagen skulle det behövas både en miljöteknisk- och en geohydrologisk undersökning, som inkluderar den tidigare verksamheten på Västra Mälardalens Renhållnings AB och Uddhagen schakt. Sårbarheten för klimatförändringar skulle behöva vara en del av den bedömningen.

Uddhagen är tillgängligt för allmänheten och t.o.m. utmärkt som vandringsled, där det ligger mitt emellan camping med badplatser och den gamla betesmarken Uddhagen. Tillgängligheten gör det också möjligt att både hämta deponerat material, som det kan vara svårt att veta vad det har använts till, men också lämna nytt farligt avfall. Syradunkar med ännu läsbara etiketter skulle kunna vittna om att det finns folk som fortfarande använder området som deponi. Likaså gör tillgängligheten att hålen i täckskiktet på Ekudden deponi kan vara en fara för såväl människor som djur.

Markprover för organiska ämnen rekommenderas att de tas öster och norr om Västra Mälardalens Renhållnings AB där tank- och fatrengöring har pågått och där förhöjda halter av kolväten har uppmätts i grundvattnet. Att det här objektet är oklassat skulle kunna bero på att det liksom Ekudden ligger inom området Uddhagen. De spridningsförebyggande åtgärderna, såsom täckmassor och hårdgjord yta, har dock bara inriktats på Uddhagen deponi. Det behövs en helhetslösning för hela området.

Översvämning på Arboga Bygg- och Maskinteknik skulle kunna höja grundvattennivån, skapa ökad rörlighet av föroreningar i fyllnadsmassorna och avlagra föroreningar ytligt när vattnet drar sig tillbaka. De föroreningarna sprids då lättare med ytvattnet genom markerosion eller damning. För att minska spridningsförutsättningarna av föroreningar genom nederbörd, erosion och översvämning skulle ett tätt täckskikt minska infiltrationen. Att skydda avrinningsområdet från stranderosion är också ett långsiktigt förebyggande av spridningen. Genom grundvattenprov i avrinningsområdet skulle det kunna utslutas att förorenat grundvatten inte sprids ovanpå lerlagret. Eventuellt skulle ett geomembran kunna undersökas längs södra sidan av fastigheten och dagvattenledningen läggas mer västerut för att förhindra spridning i schaktet. Jordmassorna från schaktningen i avrinningsområdet skulle kunna användas som täckmassor. Med ett övre lager rena jordmassor och nedtagna byggnader skulle området kunna användas som den knutpunkt den är, intill gång- och cykelbanan mellan Sjukhusgården och Vasastaden.

SGI:s metod för bedömning av sårbarhet har inte fokus på deponier. Deponiers heterogena sammansättning av avfall av mycket skilda slag och koncentrationer spridda över objekten gör dem svårbedömda, både ur förorenings- och sårbarhetssynpunkt. Sårbarheten för Ekuddens grova avfall med

stora håligheter där täcksiktet kan rasa igenom, är inte densamma som för den allvarliga stranderosionen på Tegeludden, eller markerosionen i de oskyddade fyllnadsmassorna på Arboga Bygg- och Maskinteknik. Likafullt har ingen skillnad gjorts här. De har alla synbar erosion och mycket stor sårbarhet. Skadorna i täcksiktet på Ekudden skulle kunna ge större infiltration till grundvattnet, som skulle kunna fungera som smörjmedel ovanpå berget och orsaka fler jordrörelser. I det avseendet bedöms Ekudden vara det mest sårbara av objekten för ökad nederbörd.

Den stora förändringen över tre års tid är inte att fler åtgärder mot spridning har vidtagits utan att fler utredningar har gjorts. Tvärtom är Ekudden och Tegeludden mer sårbart för erosion idag 2018 än de var 2015, med otillräckliga erosionsskydd/täckskydd. Arboga Bygg- och Maskinteknik har även nyligen rensats på sly. Även utloppet för dagvattenledningen på Uddhagen har muddrats. Båda är åtgärder som skulle kunna öka spridningen. Områden med hög riskklass kan möjligen verka hämmande på den långsiktiga planeringen även då underlaget är omfattande. Att lägga täckmassor på Arboga Bygg- och Maskinteknik kan visa sig bli en onödig extrainvestering om spridningen skulle visa sig bli mer omfattande än man hade trott. I Kungsörs översiktsplan framförs visionen om att göra ett attraktivt friluftsområde av Uddhagen, vilket i så fall skulle bli ett omfattande projekt (Kungsör 2014). Tills dess att idéerna realiseras ligger stora delar av objektet utan täckning och med föroreningar som kan ses spridas i realtid.

## 7. Slutsatser

I en första del av uppsatsen har en indexbaserad metod ISE tagits fram, använts och utvärderats för regional tillsyn och prioritering. Därefter har i objektstudier föroreningsnivån i de exponerade förorenade massorna och deras spridningsförutsättningar bedömts. I följande punkter ges de viktigaste slutsatserna av resultaten:

- Tre fjärdedelar av alla objekt i riskklass 1 och 2 längs Arbogaån är exponerade för ett hundraårsflöde och nästan lika många är förorenade med huvudsakligen metaller. På hälften av objekten har prover tagits. Mindre än hälften är exponerade för ras/skred eller erosion.
- ISE är lätt att använda och förbättrar identifieringen av sårbara områden då den integrerar riskkedjans två delar, den primära konsekvensen i antal exponerade objekt, med betydelsen för skyddsobjektet. Klassificeringen av föroreningsgrupp stämde för de tre objekten utifrån provresultat, men exponeringsgradens tillförlitlighet varierar. Osäkerheterna i materialet är främst koordinatpunktens placering, samt jordartskartan och nationell höjddatabas (NNH). I metoden är osäkerheterna objektens olika storlek och form.
- Några utvecklingsmöjligheter av ISE är att justera vikterna, avgränsa urvalet till viss bransch (utan deponier), göra urvalet större, t.ex. inkludera objekt inom 200 meter från normalvattenstånd och minska buffertzonen.
- Föroreningsnivån i de exponerade massorna på Arboga Bygg- och Maskinteknik, Tegeludden och Uddhagen (inkl. Ekudden) och spridningsförutsättningarna till följd av sårbarheten, bedöms som hög till mycket hög. För Arboga Bygg- och Maskinteknik skulle inkluderingen av sårbarheten för naturolyckor höja dagens riskklassning (år 2018) från måttlig till hög.
- På de tre objekten finns tydliga brister i skyddet mot naturolyckor. De åtgärder som främst skulle minska sårbarheten är stranderosionsskydd på Tegeludden, samt täckning på Arboga Bygg- och Maskinteknik och Uddhagen.
- För Uddhagen rekommenderas utöver att forsla bort den lilla deponin Ekudden, en fördjupad miljöteknisk och hydrogeologisk studie för att lokalisera koncentrationer av föroreningar och med riktade åtgärder skapa en helhetslösning för området.



## 8.Tack

Jag vill tacka min handledare Nicklas Guldåker, Lunds universitet, för feedback på utkast. Jag vill även sända ett varmt tack till min externa handledare Gunnel Göransson, SGI, för att ha varit ett viktigt stöd i de ämnesrelaterade frågorna. Jag tackar även Karin Larsson, Lunds universitet, för tips om materialkällor och svar på GIS-relaterade frågor, samt Mattias Bäckström, Örebro universitet som har gjort viktningen.

Tack även till CJ Carlbom och Christian Brun på länsstyrelserna i Västmanland och Örebro för att ha bidragit med underlag.

## 9.Referenser

- Arbogaåns vattenförbund, 2008. Faktablad Arbogaåns avrinningsområde, Preliminär kartläggning och analys i Norra Östersjöns vattendistrikt. Januari 2008.  
<[http://www.vattenorganisationer.se/arboga/downloads/62/fakta\\_arbogaan.pdf](http://www.vattenorganisationer.se/arboga/downloads/62/fakta_arbogaan.pdf)> (Hämtad: 20180502).
- Aven T. & Renn O., 2009. On risk defined as an event where the outcome is uncertain. *Journal of Risk Research* 12:1-11.
- Bäckström, M., 2012. Klimatförändringarnas påverkan på förorenade områden i Örebro län. Örebro universitet, Forskningscentrum Människa- Teknik- Miljö.
- CCME, 2001. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Sediment Quality Index 1.0. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.  
<<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/en/index.html#void>> (Hämtad 20180324).
- Edebalk, P., Carling, M., Göransson, G., Fallsvik, J., Hedfors, J., Odén, K., Branzén, H. & Stark, M. 2016. Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor. Information och råd. SGI Publikation 20, Statens geotekniska institut, Linköping.
- Eniro, 2017a. Historiskt flygfotografi av Tegeludden deponi i Kungsör år 1955-1967, Montage av flera fotografier, <<https://www.eniro.se>> (Hämtad: 20170530).
- Eniro, 2017b. Historiskt flygfotografi av Ekudden- och Uddhagen deponier år 1955-1967, Montage av flera fotografier, <<https://www.eniro.se>> (Hämtad: 20170525).
- Envix Nord, 2015. Resultatrapport: Miljöteknisk markundersökning av nedlagd deponi Ekudden-Uddhagen. Dnr MI 2015-105, Västra Mälardalens Myndighetsförbund, Arboga.
- Göransson, G., Edebalk, P., Hedfors, J., Carling, M., Odén, K., Branzén, H., Stark, M., 2016. Multi-hazard: Contaminated land vulnerability to natural hazards and effects of climate change. Conference paper, <<https://www.researchgate.net/publication/303685515>> (Hämtad 20180122).
- Göteborg, 2013. Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten. Reviderad version, R 2013:10, Miljöförvaltningen, Göteborg stad.
- Hallberg, K., Eklund, D., Stensen, B., 2011. Regional klimatanalys Örebro län. Rapport 2011-25. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, Norrköping.
- IPCC, 2014. Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.
- Kungsör, 2014. Översiktsplan för Kungsörs kommun. Antagen av kommunfullmäktige 2014-12-08, Kungsörs kommun.
- Lantmäteriet, 2018. Vägledning källhänvisning geodata, version 1.1. Lantmäteriet, Gävle.
- Länsstyrelsen Västmanland, 2016. Länsstyrelsen i Västmanlands läns (Vattenmyndigheten i Norra Östersjöns vattendistrikts) föreskrifter om kvalitetskrav för vattenförekomster i Norra Östersjöns vattendistrikt. Västmanlands läns författningssamling 19FS 2016:10, Västerås.
- Länsstyrelsen Västmanland, 2017. Riskklassning: Arboga Bygg- och Maskinteknik, Långan 12. Dnr. 575-1078-17, Länsstyrelsen i Västmanlands län, Västerås.
- Länsstyrelsen Örebro, 2013. Ras- och skredrisker i Örebro län: En GIS-analys över potentiella ras- och skredområden.

- MSB, 2009. Översvämningskartering. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Stockholm. <<https://msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvamnning/Oversiktlig-oversvamningskartering>> (Hämtad 2015-04-25).
- MSB, 2012. Översvämnningar i Sverige 1901-2010. Publ nr 2012:355, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Stockholm.
- MSB, 2013. Översvämningskartering utmed Arbogaån: Med detaljerad översvämningskartering för det identifierade området med betydande översvämningsrisk, Lindesbergs-området, samt detaljerad kartering för Arboga. Publ nr 2013:16, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Stockholm.
- NV, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet: Sjöar och vattendrag. Rapport 4913, Naturvårdsverket, Stockholm.
- NV, 2002. Metodik för inventering av förorenade områden: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Vägledning för insamling a underlagsdata. Rapport 4918, Naturvårdsverket, Stockholm.
- NV, 2003. Vattenskyddsområde: Handbok med allmänna råd, Rapport 2003:6, Naturvårdsverket, Stockholm.
- NV, 2009a. Riktvärden för förorenad mark: Modellbeskrivning och vägledning. Naturvårdsverket rapport 5976 rev. 2016, Stockholm.
- NV, 2009b. Riskbedömning av förorenade områden: En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning, Rapport 5977, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Ohlsson, A., Asp, M., Berggreen-Clausen, S., Berglöv, G., Björck, E., Johnell, A., Axén Mårtensson, J., Nylén, L., Persson, H., Sjökvist, E. 2015. Framtidsklimat i Västmanlands län – enligt RCP-scenarier. Klimatologi Nr 19.
- Persson, G., Sjökvist, E., Gustavsson, H., Andréasson, J., Hallberg, K. 2012. Klimatanalys för Västmanlands län. SMHI Rapport 2012-10, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, Norrköping.
- Persson, G., Asp, M., Berggreen-Clausen, S., Berglöv, G., Björck, E., Axén Mårtensson, J., Nylén, L., Ohlsson, A., Persson, H., Sjökvist, E., 2015. Framtidsklimat i Örebro län- enligt RCP-scenarier. SMHI Klimatologi Nr 18. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, Norrköping.
- Ramböll, 2011a. Ekudden: Riskklassning enligt MIFO fas 1. 2011-06-23, Stockholm.
- Ramböll, 2011b. Tegeludden deponi: Riskklassning enligt MIFO fas 1. 2011-06-23, Stockholm.
- Ramböll, 2011c. Uddhagen: Riskklassning enligt MIFO fas 1. 2011-06-23, Stockholm.
- Rosén, L., Back, P-E., Söderqvist, T., Soutukorva, Å., Brodd, P., Grahn, L., 2009. Multikriterieanalys (MKA) för hållbar efterbehandling av förorenade områden - Metodutveckling och exempel på tillämpning. Kunskapsprogrammet Hållbar Sanering, Rapport 5891, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Saaty, T. L., 1980. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. Mcgraw-Hill, New York, NY.
- SGI, 2007. Förorenings spridning vid översvämnningar – Etapp I: Ett uppdrag för klimat- och sårbarhetsutredningen, Statens geotekniska institut, Linköping.
- SGI, 2012. Västmanlands län: Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys- Naturolyckor, Statens Geotekniska Institut. Utgivare: Länsstyrelsen i Västmanland. <<http://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/Oversiktlig-klimat-och-sarbarhetsanalys-Naturolyckor.pdf>> (Hämtad 2015-02-01).
- SGU, 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten. SGU-rapport 2013:01, Sveriges geologiska undersökning, Uppsala.
- SMHI, 2014. Risker, konsekvenser och sårbarhet för samhället av förändrat klimat - en

- kunskapsöversikt. SMHI Klimatologi Nr 10. SMHI, SE-601 76 Norrköping, Sverige.  
<[http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.85313!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainContent11/file/klimatologi\\_10.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.85313!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainContent11/file/klimatologi_10.pdf)> (Hämtad 2018-03-21).
- SMHI, 2015a. SCID Innehåll - Climate index database for Sweden (2015-12-09 Version 4.0),  
<[https://data.smhi.se/met/scenariodata/rcp/scid/Metadata\\_SCID\\_v4.0\\_sv.pdf](https://data.smhi.se/met/scenariodata/rcp/scid/Metadata_SCID_v4.0_sv.pdf)> (Hämtad 2017-11-01).
- SMHI. 2015b. Nerladdningstjänst för SCID, SCID\_v4.0.gdb,  
<<https://data.smhi.se/met/scenariodata/rcp/scid/>> (Hämtad 2017-11-01)
- SO Miljö tillsyn, 1997. Markundersökning på Tegelludden i Kungsör. 1997-12-29. Västra Mälardalens Myndighetsförbund, Arboga.
- SO Miljö tillsyn, 1999a. Undersökning av läckage till grundvatten från tippområdet i Uddhagen. Västra Mälardalens Myndighetsförbund, Arboga.
- SO Miljö tillsyn, 1999b. Uppföljande markundersökning på Tegelludden i Kungsör. 1999-03-29 kompletterad version, Västra Mälardalens Myndighetsförbund, Arboga.
- SO Miljö tillsyn, 1999c. Provtagning på sediment vid avloppsledningens mynning i Mälaren 1999-06-15 (P1) och strax utanför småbåtshamnen på Tegelludden 1999-09-13 (P2). Västra Mälardalens Myndighetsförbund, Arboga.
- Structor, 2002. Långan 12: Översiktlig miljöteknisk markundersökning, 2002-07-09, Structor Miljöteknik AB. Västra Mälardalens Myndighetsförbund, Arboga.
- Ströberg, A., Ebert, K., Jarsjö, J., Frampton, A., 2017. Contaminated area instability along Ångermanälven River, northern Sweden. *Environ Monit Assess*, 189:118. doi: 10.1007/s10661-017-5839-0.
- UNISDR, 2009. 2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, Switzerland.
- VBB Viak, 1993. Mälarstaden, Kungsör, Planerade exploateringsområden: Geotekniskt utlåtande. Nr S8766. Västra Mälardalens Myndighetsförbund, Arboga.
- WSP, 2016. Stena Metall: miljöteknisk markundersökning, Långan 12, Arboga. WSP Environmental Sverige, rapport till Västra Mälardalens Myndighetsförbund, genom Stena Metall AB.
- Öberg, T., 2009. Miljöriskanalys. Lund: Studentlitteratur.

### **Kartförteckning:**

- Karta 1. Terrängkartans Länsgränser & Vattenytor © Lantmäteriet; Arbogaåns avrinningsområde (Uppströmsområde) © SMHI; Normalvattenståndet har framställts av Terrängkartans vattenytor klippt efter Översvämningsskartering Arbogaån (BHF) ©MSB. Kartindikator: Sverige © Lantmäteriet
- Karta 2, 4, 5. Koordinatpunkt (EBH-stödet), Förutsättningar för ras/skred, Länsstyrelsen i Västmanlands län (2015); Terrängkartans Järnväg, Byggnader, Normalvattenstånd (Vattenyta) © Lantmäteriet; Översvämningsskartering Arbogaån (Hundraårsflöde, Tvåhundraårsflöde, Beräknat Högsta Flöde) © MSB, Förutsättningar för erosion © SGI; Arbogaåns avrinningsområde (Uppströmsområde) © SMHI.
- Karta 3, 6, 10. Objektgränser avritade på Eniro; Översvämningsskartering Arbogaån, Hundraårsflöde, Tvåhundraårsflöde, Beräknat Högsta Flöde © MSB; Terrängkartans Järnväg, Byggnader © Lantmäteriet; Bakgrund: Lutningskarta gjord av GSD- Höjddata, grid 2+ © Lantmäteriet; Kartindikator: Arbogaåns avrinningsområde (Uppströmsområde) © SMHI.
- Karta 7, 8, 9. Objektgränser avritade på Eniro; Koordinatpunkt (EBH-stödet), Länsstyrelsen i Västmanlands län (2015); Terrängkartans järnväg och byggnader © Lantmäteriet; Bakgrund: Jordarter 1:25 000- 1: 100 000 © SGU; Kartindikator: Arbogaåns avrinningsområde

(Uppströmsområde) © SMHI; Översvämningskartering Arbogaån (Beräknat Högsta flöde) © MSB.

**Hemsidor för nedladdning av GIS-underlag:**

Eniro Sverige. *Eniro*, URL: <https://www.eniro.se/>

Länsstyrelsen. *Länsstyrelsernas karttjänster*, URL:  
<http://extra.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/karttjanster.aspx>

Lantmäteriet. *Geodataportalen*, URL: <https://www.geodata.se>.

Geographic Extraction Tool. URL: <https://maps.slu.se/get>

SMHI. *Svenskt vattenarkiv*, URL: <https://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/svenskt-vattenarkiv>.

# Bilaga 1 Tillståndindelning och generella riktvärden

TABELL 14 TILLSTÄNDSINDELNING FÖR FÖRORENAD MARK (NV, 2002).

**Förorenad mark**

TABELL 1.

Indelning av tillstånd för förorenad mark baserat på riktvärden för förorenad mark, mg/kg TS. Riktvärdet (KM) är gränsen mellan "mindre allvarligt" och "måttligt allvarligt".

Ämne	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt
<b>Metaller</b>				
Arsenik	< 15	15-45	45-150	>150
Bly	<80	80-240	240-800	>800
Kadmium	<0,4	0,4-1,2	1,2-4	>4
Kobolt	<30	30-90	90-300	>300
Koppar	<100	100-300	300-1000	>1000
Krom (gäller endast om CrVI inte förekommer)	<120	120-360	360-1200	>1200
Krom VI	<5	5-15	15-50	>50
Kvicksilver	<1	1-3	3-10	>10
Nickel	<35	35-105	105-350	>350
Vanadin	<120	120-360	360-1200	>1200
Zink	<350	350-1050	1050-3500	>3500
<b>Övriga oorganiska ämnen</b>				
Cyanid tot (gäller endast om lättillgänglig cyanid inte förekommer)	<30	30-90	90-300	>300
Cyanid lättillgänglig	<1	1-3	3-10	>10
<b>Organiska ämnen</b>				
Fenol + kresol	<4	4-12	12-40	>40
Summa klorfenol utom penta-klorfenol	<2	2-6	6-20	>20
Pentaklorfenol	<0,1	0,1-0,3	0,3-1	>1
Summa mono och diklorbensener	<15	15-45	45-150	>150
Summa tri-, tetra- och penta-klorbensener	<1	1-3	3-10	>10
Hexaklorbensin	<0,05	0,05-0,15	0,15-0,5	>0,5
PCB totalt	<0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	>0,2
Dioxiner furaner plana PCB som TCDD ekv	<10 ng/kg TS	10-30 ng/kg TS	30-100 ng/kg TS	>100 ng/kg TS
Dibromklorometan	<2	2-6	6-20	>20
Bromdiklorometan	<0,5	0,5-1,5	1,5-5	>5
Koltetraklorid	<0,1	0,1-0,3	0,3-1	1
Triklormetan	<2	2-6	6-20	>20
Triklortylen	<5	5-15	15-50	>50



tabell 1 forts

<b>Ämne</b>	<b>Mindre allvarligt</b>	<b>Måttligt allvarligt</b>	<b>Allvarligt</b>	<b>Mycket allvarligt</b>
Tetrakloretylen	<3	3-9	9-30	>30
1,1,1-triklorethan	<40	40-120	120-400	>400
Diklormetan	<0,1	0,1-0,3	0,3-1	>1
2,4 dinitrotoluen	<0,5	0,5-1,5	1,5-5	>5
Bensen	<0,06	0,06-0,18	0,18-0,6	>0,6
Toluen	<10	10-30	30-100	>100
Etylbensen	<12	12-36	36-120	>120
Xylen	<15	15-45	45-150	>150
Cancerogena PAH	<0,3	0,3-0,9	0,9-3	>3
Övriga PAH	<20	20-60	60-200	>200
<b>Alifater</b>				
>C5-C16	<100	100-300	300-1000	>1000
>C16-C35	<100	100-300	300-1000	>1000
<b>Aromater</b>				
Summa toluen, etylbensen och xylen	<10	10-30	30-100	>100
>C8-C10	<40	40-120	120-400	>400
>C10-C35	<20	20-60	60-200	>200
<b>Övriga</b>				
MTBE	<6	6-18	18-60	>60
1,2 diklorethan	<0,05	0,05-0,15	0,15-0,5	>0,5
1,2 dibrometan	-	-	-	>0,004
Tetraetylbly	-	-	-	>0,001

**TABELL 15 UPPDATERING AV DE GENERELLA RIKTVÄRDENA FÖR FÖRORENAD MARK I NATURVÅRDSVERKET'S RAPPORT 5976, FRÅN ÅR 2009 (NV, 2016).**

Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (mg/kg TS). KM = känslig markanvändning och MKM = mindre känslig markanvändning (tabellen publicerad juni 2016).			
Tabell över generella riktvärden för förorenad mark			
Ämne	KM	MKM	Kommentar
Antimon	12	30	
Arsenik	10	25	
Barium	200	300	
Bly	50	400	
Kadmium	0,8	12	
Kobolt	15	35	
Koppar	80	200	
Krom totalt	80	150	Om andelen krom (VI) är större än 1% av den totala kromhalten bör även krom (VI) riskbedömas
Krom (VI)	2	10	Anm 2
Kvicksilver	0,25	2,5	
Molybden	40	100	
Nickel	40	120	
Vanadin	100	200	
Zink	250	500	
Cyanid total	30	120	
Cyanid fri	0,4	1,5	Anm 2
Summa fenol och kresoler	1,5	5	Anm 2
Summa klorfenoler (mono - penta)	0,5	3	Anm 2
Summa mono- och diklorbensener	1	15	Anm 1, 2
Triklorbensener	1	10	
Summa tetra- och pentaklorbensener	0,5	2	
Hexaklorbensenen	0,035	0,1	
Diklormetan	0,08	0,25	Anm 1, 2
Dibromklormetan	0,5	2	Anm 1, 2
Bromdiklormetan	0,06	1	Anm 1, 2
Triklormetan	0,4	1,2	Anm 1, 2
Koltetraklorid (Tetraklormetan)	0,08	0,35	Anm 1, 2
1,2-dikloretan	0,02	0,06	Anm 1, 2
1,2-dibrometan	0,0015	0,025	Anm 1, 2
1,1,1-trikloretan	5	30	Anm 1, 2
Trikloretan	0,2	0,6	Anm 1, 2
Tetrakloretan	0,4	1,2	Anm 1, 2
Dinitrotoluen (2,4)	0,05	0,5	Anm 2
PCB-7	0,008	0,2	PCB-7 antas vara 20% av PCB-tot
Dioxin (TCDD-ekv WHO-TEQ)	0,00002	0,0002	Inkluderar även dioxinliknande PCB
PAH-L	3	15	PAH med låg molekylvikt
PAH-M	3,5	20	PAH med medelhög molekylvikt
PAH-H	1	10	PAH med hög molekylvikt
Bensen	0,012	0,04	Anm 1, 2
Toluen	10	40	Anm 1, 2
Etylbensen	10	50	Anm 1, 2
Xylen	10	50	Anm 1, 2
Alifat >C5-C8	25	150	Anm 1, 2
Alifat >C8-C10	25	120	Anm 1
Alifat >C10-C12	100	500	Anm 1
Alifat >C12-C16	100	500	
Alifat >C5-C16	100	500	Summa av alifatfraktioner ovan
Alifat >C16-C35	100	1000	
Aromat >C8-C10	10	50	
Aromat >C10-C16	3	15	
Aromat >C16-C35	10	30	
MTBE	0,2	0,6	Anm 1, 2
DDT, DDD, DDE	0,1	1	
Aldrin-Dieldrin	0,02	0,18	
Kvintozen-pentakloranilin	0,12	0,4	
Organiska tennföreningar	0,25	0,5	
Tributyltenn (TBT)	0,15	0,3	
Dibutyltenn (DBT)	1,5	5	
Monobutyltenn (MBT)	0,25	0,8	
Irgarol	0,004	0,015	
Diuron	0,025	0,08	

Anm 1 Ämnen som i stor utsträckning kan förekomma i porluft. Kompletterande analyser av markluft och inomhusluft rekommenderas.  
Anm 2 Ämnen som i stor utsträckning kan förekomma i grundvatten. Kompletterande analyser av grundvatten rekommenderas.

## Bilaga 2 Översiktlig stabilitetskartering

De GIS-lager som har använts för identifiering av förorenade områden med förutsättningar för ras och skred (FFRS) har skapats av länsstyrelsen i Örebro respektive SGI på uppdrag av länsstyrelsen i Västmanland.

Vid tidpunkten för undersökningen i Örebro län saknades den detaljerade Jordartskartan för hälften av ytan. Därför har den översiktliga jordartsgeologiska databasen använts i skala 1:100 000- 1:200 000 där det har saknats.

Då Lantmäteriet vid tidpunkten för undersökningen i Västmanland ännu inte hade höjddarterat området i grid 2+ så saknas bedömning av ras och skredförutsättningar i nedre Arbogaåns avrinningsområde.

Lutningsanalyserna har gjorts genom funktionen Slope i ArcGIS, med GSD-höjddata, grid 2+ (NNH från Lantmäteriet) med lutningskriteriet 1:10 och Jordartskartan i skala 1:50 000 (SGU).

Risken för skred bedöms som störst där marken består av lera eller silt, med en lutning på 1:10 (6°). Risken för ras är grovkorniga jordarter (sand, grus och isälvsediment) inom 50 meter från vattendrag eller sjö och med en lutning på 1:2,5 (22°). Avståndet om 50 meter från vattendrag baseras på att få vattendrag överstiger djupet 10 m i Sverige. Det ger en återhållande kraft av vattnet som motsvarar halva djupet, 5 meter. Den slänt som bildas av en 5 meter djup svacka (vattendraget) med ett lutningskriterium på 1:10 gör att gränsen där lutningen upphör bör gå 50 m från vattendraget (Jim Hedfors, SGI).

Riscklassningen i tabell 16 har framtagits av Karin Aune, länsstyrelsen, tillsammans med Lars Rodhe och Kristian Schoning, SGU.

TABELL 16 JORDARTSKLASSNING FÖR RAS OCH SKRED (LÄNSSTYRELSEN ÖREBRO 2013, 19).

riskklass	JG2_TX	JG2	area %	area km <sup>2</sup>
1/2*	Torv; mosse	1	3,29	318,08
1/2*	Torv; blandmyr	2	0,02	2,00
1/2*	Torv; kärr	5	3,03	293,39
1	Gyttja	6	0,06	5,50
1	Svämsediment, ler--silt (postglacialt, yngre)	9	0,19	18,23
2	Svämsediment, sand (postglacialt, yngre)	10	0,06	6,03
2	Älvsediment, grus (postglacialt, äldre)	11	0,00	0,03
2	Flygsand	13	0,09	8,35
1	Lergyttja--gyttjelera	16	0,82	79,33
1	Postglacial lera, ospecificerad	17	0,08	8,12
1	Postglacial finlera	19	4,44	429,88
1	Postglacial grovlera	22	0,25	23,79
1	Postglacial silt	24	0,35	33,87
1	Postglacial grovsilt	25	0,12	11,94
2	Postglacial finsand	28	0,40	39,15
2	Postglacial mellansand--grov sand	29	0,32	31,15
2	Svallsediment, sand	30	0,73	70,25
2	Postglacial sand	31	0,22	20,84
2	Postglacialt grus	32	0,24	23,19
2	Svallsediment, grus	33	0,87	84,09
3	Svallsediment, sten--block (klapper)	34	0,04	3,57
1	Silt	39	0,32	31,14
1	Glacial lera	40	3,37	326,17
1	Glacial varvig silt med lerskikt	46	0,37	36,04
1	Glacial grovsilt	49	0,04	3,93
2	Isälvssediment, grovsilt--block	50	1,74	168,21
3	Isälvssediment, sten--block	51	0,00	0,26
2	Isälvssediment, finsand	54	0,00	0,17
2	Isälvssediment, sand	55	0,45	43,94
2	Isälvssediment, mellansand--grov sand	56	0,06	5,46
2	Isälvssediment, grus	57	0,24	23,60
3	Blockjord	66	0,00	0,19
1/2*	Torv	75	3,35	323,85
3	Talus	81	0,00	0,09
1	Lera	85	0,01	0,56
1	Lera--silt	86	1,97	190,53
3	Vatten	91	11,82	1143,99
3	Morän, grusig	93	0,00	0,03

Forts. Jordartsklassning för ras och skred i Örebro län

\*Klassas som 1 under HK och 2 ovanför HK.

3	Morän, lerig sandig	94	0,10	10,00
3	Morän, sandig	95	23,07	2232,88
3	Morän, lerig sandig-siltig	96	0,03	2,55
3	Morän, sandig-siltig	97	0,17	16,41
3	Morän	100	19,39	1876,27
3	Moränlera	101	0,06	6,11
2	Fyllning	200	0,21	19,90
3	Diabas	823	0,00	0,16
3	Sedimentär berggrund	850	0,00	0,02
3	Kalksten	867	0,01	0,63
3	Berg	888	10,30	996,76
3	Urberg	890	3,91	378,56
1	Jord (oklassad) tidvis under vatten	8114	0,09	8,57
1	Postglacial finlera; tidvis under vatten	8119	0,00	0,04
1	Älvsediment, grovsilt-finsand	8802	0,06	5,83
2	Älvsediment, grus	8803	0,00	0,06
2	Älvsediment, sand	8809	0,04	4,33
1	Älvsediment, silt	8810	0,00	0,23
1	Svämsediment, silt-sand (postglacialt, yngre)	8817	0,00	0,01
2	Älvsediment, sand-block	8823	0,00	0,08
2	Svämsediment, sand-block (postglacialt, yngre)	8824	0,03	2,67
1	Svämsediment, silt (postglacialt, yngre)	9007	0,00	0,30
1	Svämsediment, grovsilt-finsand (postglacialt, yngre)	9010	0,01	1,31
2	Svallsediment, finsand	9028	1,09	105,87
2	Svallsediment, mellansand-grovsand	9029	0,99	95,78
1	Grovsilt	9039	1,00	97,19
1	Glacial grovsilt-finsand	9060	0,07	6,63
3	Morän, lerig grusig	9093	0,00	0,01



## Bilaga 3 Expertviktning

Bakom vikterna ligger dels ett enkelt resonemang om ämnens löslighet i vatten samt till vilken grad ämnen påverkas av måttligt reducerande förhållanden (som kan tänkas uppstå vid en längre översvämning). Samtliga ämnesgrupper påverkas kvantitativt ungefär på samma sätt när det gäller fysisk förflyttning av förorenat material (dvs ras/skred och erosion). Det som sedan skiljer är att jag bedömer att metaller/halvmetaller och hydrofila organiska ämnen till högre grad kan spridas lösta i vatten än vad de större organiska ämnena gör. Vid en längre översvämning kan en ökad reduktiv upplösning av järn- och manganoxhydroxider och leda till ökad spridning. Det är denna skillnad som gör att översvämning viktas betydligt lägre för de större organiska ämnena (Bäckström 20171017).

**TABELL 17 VÄRDERING AV RISKFAKTORERNAS BETYDELSE (ÖVERSVÄMNING, RAS/SKRED OCH EROSION) FÖR SPRIDNING AV FÖRORENINGAR (0-1).**

FÖRORENINGAR	ÖVERSVÄMNING	RAS/SKRED	EROSION	TOTALVIKT
Metaller/halvmetaller	0,4	0,25	0,35	=1
Hydrofila organiska ämnen	0,4	0,25	0,35	=1
Organiska ämnen	0,1	0,3	0,6	=1
Sammanvägda	0,3	0,27	0,43	=1

**VIKTERNA HAR SATS AV UNIVERSITETSLEKTOR MATTIAS BÄCKSTRÖM, ÖREBRO UNIVERSITET, PÅ FRÅGAN: "VILKEN BETYDELSE HAR FÖLJANDE RISKFAKTORER FÖR SPRIDNING AV FÖRORENINGAR? MARKERA MED ETT TAL MELLAN 0 OCH 1. EXEMPEL: ÖVERSVÄMNING HAR FÖR SPRIDNING AV METALLER/HALVMETALLER EN VIKT PÅ XX I FÖRHÅLLANDE TILL DE ÖVRIGA RISKFAKTORERNA".**



# Bilaga 4 Tabeller för beräkning av spridningsviktad exponering

De förorenade objektens viktutdelning efter bedömning av föroreningar på objektet utifrån Mifoblanketter med underlag (Förorening) i metaller/halvmetaller (1), hydrofila organiska ämnen (2) och organiska ämnen (3). Viktutdelning vid exponeringsrisk för erosion (FFEv); ras/skred (FFRSv); och översvämning (Q100v). Summering av vikter (SUMv).

**TABELL 18 INDELNING AV OBJKTEN EFTER HUVUDSAKLIG FÖRORENINGSGRUPP (FÖRORENING) I METALLER/HALVMETALLER (1), HYDROFILA ORGANISKA ÄMNEN (2) OCH ORGANISKA ÄMNEN (3). VIKTUTDELNING VID EXPONERINGSRISK FÖR EROSION (FFEv); RAS/SKRED (FFRSv); OCH ÖVERSVÄMNING (Q100v). SUMMERING AV VIKTER (SUMv).**

Objektsnamn	Kommun	Bransch	Förorening				
			FFEv	FFRSv	Q100v	SUMv	
Björken, sediment	Ljusnarsberg	Sediment BKL 1	1	0	0	0,4	0,4
Norr sjön	Lindesberg	Sediment BKL 2	1	0	0,25	0,4	0,65
Sediment Arbogaån nedströms Arboga	Arboga	Sediment BKL 2	1	0	0	0,4	0,4
Jäders bruk	Arboga	Järn-, stål- & manufaktur	1	0	0	0,4	0,4
Ekudden	Kungsör	Industri deponier	1	0	0	0,4	0,4
Arboga Bygg & Maskinteknik	Arboga	Skrothantering & skrothandel	1	0	0	0,4	0,4
Bångbro Järnverk (Bångbroverken)	Ljusnarsberg	Järn-, stål- & manufaktur	1	0,35	0	0	0,35
Tegeludden, Västra diket	Kungsör	Ytbehandl av metaller elektrolytiska/kem proc.	1	0	0	0,4	0,4
Arboga Exportaffär Kommanditbolag	Arboga	Skrothantering & skrothandel	1	0	0	0,4	0,4
Arboga Hårdkrom AB	Arboga	Ytbehandl av metaller elektrolytiska/kem proc.	1	0	0	0,4	0,4
Norra Finnhyttan (Nedre)	Ljusnarsberg	Primära metallverk	1	0	0,25	0,4	0,65
Kopparhytta Krokfors AB	Ljusnarsberg	Primära metallverk	1	0	0,25	0,4	0,65
Kaveltorps Koppar- & blyverk	Ljusnarsberg	Primära metallverk	1	0	0,25	0,4	0,65
Wedevåg Deponi	Lindesberg	Industri deponier	1	0	0,25	0,4	0,65
Mekens tipp	Arboga	Industri deponier	1	0	0	0,4	0,4
Pumpstationen (Teknos Wedevåg Färg AB)	Lindesberg	Färgindustri	3	0	0,3	0,1	0,4
Esso oljedepå	Arboga	Oljedepå	1	0	0	0,4	0,4
Rickardssons Mek. Verkstad	Arboga	Verkstadsind. med halogenerade lösningsmedel	3	0	0	0,1	0,1
Storå hytta	Lindesberg	Järn-, stål- & manufaktur	1	0,35	0,25	0,4	1
Bergslagsstaket AB (i Kopparberg)	Ljusnarsberg	Träimpregnering	1	0,35	0,25	0,4	1
ASOMA/ EWF Fastigheter	Arboga	Verkstadsind. med halogenerade lösningsmedel	3	0	0	0,1	0,1
Tankfarm (Teknos Wedevåg Färg AB)	Lindesberg	Färgindustri	3	0	0,3	0	0,3
E. Öberg & Söner AB	Kungsör	Tungmetallgjuterier	1	0	0	0,4	0,4
Thermolack	Kungsör	Ytbehandl. av metaller elektrolytiska/kem. proc.	2	0	0,25	0	0,25
Punkt 1214 (Teknos Wedevåg Färg AB)	Lindesberg	Färgindustri	3	0	0,3	0	0,3
Östra Löa kvarn	Lindesberg	Betning av säd	2	0	0,25	0,4	0,65
Victor Janson GAB	Lindesberg	Verkstadsind. med halogenerade lösningsmedel	2	0,35	0	0,4	0,75
Arboga Maskiner AB & Arboga Glasbruk AB	Arboga	Tungmetallgjuterier	1	0	0	0,4	0,4
Sprängplatsen (Nammo LIAB Lindesberg)	Lindesberg	Tillverkning av krut- & sprängämnen	1	0	0,25	0	0,25

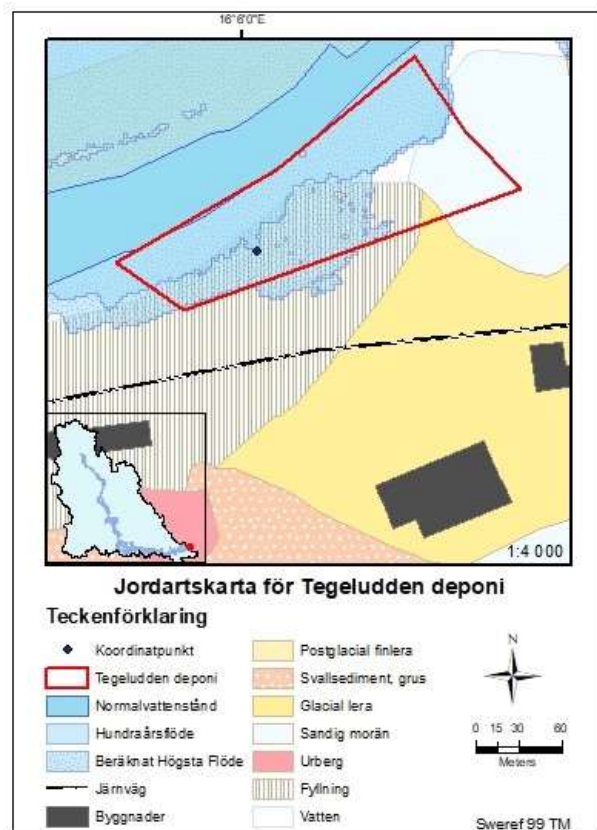
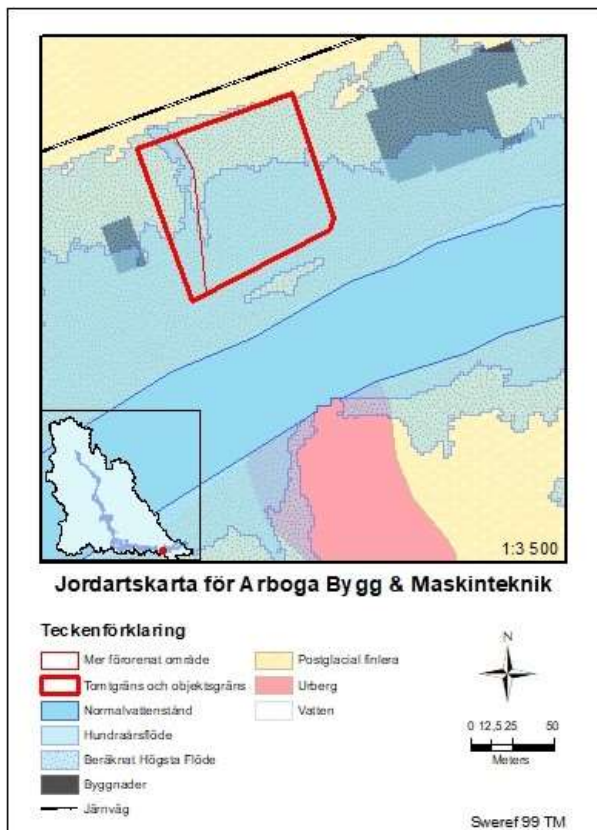
**TABELL 19 OBJEKTENS TOTALA AREA (M<sup>2</sup>) BERÄKNAD MED 100 METER BUFFERTZON RUNT KOORDINATPUNKTEN (FO\_AREA). AREAN (M<sup>2</sup>) MED EXPONERINGSRISK FÖR EROSION (FFEAREA); RAS/SKRED (FFRSAREA); OCH ÖVERSVÄMNING (Q100AREA). PROCENTEN FÖR AREAN MED EXPONERINGSRISK FÖR EROSION (FFE%); RAS/SKRED (FFRS%); ÖVERSVÄMNING (Q100%). OBJEKTEN HAR SORTERATS FALLANDE EFTER ISE (SE TABELL 20). RESULTATET VISAR EN OVIKTAD EXPONERINGSGRAD (SUM %) OCH VIKTNINGENS BETYDELSE FÖR RANGORDNINGEN.**

Objektsnamn	FO_area	FFEarea	FFRSarea	Q100area	FFE%	FFRS%	Q100%	SUM %
Björken, sediment	31375	0	0	31375	0,0	0,0	100,0	100,0
Norr sjön	31375	0	239	31225	0,0	0,8	99,5	100,3
Sediment Arbogaån nedströms Arboga	31375	0	0	30895	0,0	0,0	98,5	98,5
Jäders bruk	31375	0	0	21758	0,0	0,0	69,3	69,3
Ekudden	31375	0	0	19047	0,0	0,0	60,7	60,7
Arboga Bygg & Maskinteknik	31375	0	0	15440	0,0	0,0	49,2	49,2
Bångbro Järnverk (Bångbroverken)	31375	17644	0	0	56,2	0,0	0,0	56,2
Tegeludden, Västra diket	31375	0	0	12880	0,0	0,0	41,1	41,1
Arboga Exportaffär Kommanditbolag	31375	0	0	11591	0,0	0,0	36,9	36,9
Arboga Hårdkrom AB	31375	0	0	8125	0,0	0,0	25,9	25,9
Norra Finnhyttan (Nedre)	31375	0	836	6378	0,0	2,7	20,3	23,0
Kopparhytta Krokfors AB	31375	0	2515	3965	0,0	8,0	12,6	20,7
Kaveltorps Koppar- & blyverk	31375	0	3464	2733	0,0	11,0	8,7	19,8
Wedevåg Deponi	31375	0	5954	991	0,0	19,0	3,2	22,1
Mekens tipp	31375	0	0	3733	0,0	0,0	11,9	11,9
Pumpstationen (Teknos Wedevåg Färg AB)	31375	0	4036	2415	0,0	12,9	7,7	20,6
Esso oljedepå	31375	0	0	3344	0,0	0,0	10,7	10,7
Rickardssons Mek. Verkstad	31375	0	0	13275	0,0	0,0	42,3	42,3
Storå hytta	31375	141	210	2950	0,4	0,7	9,4	10,5
Bergslagsstaket AB (i Kopparberg)	31375	2172	430	119	6,9	1,4	0,4	8,7
ASOMA/ EWF Fastigheter	31375	0	0	8795	0,0	0,0	28,0	28,0
Tankfarm (Teknos Wedevåg Färg AB)	31375	0	2765	0	0,0	8,8	0,0	8,8
E. Öberg & Söner AB	31375	0	0	1938	0,0	0,0	6,2	6,2
Thermolack	31375	0	2034	0	0,0	6,5	0,0	6,5
Punkt 1214 (Teknos Wedevåg Färg AB)	31375	0	1555	0	0,0	5,0	0,0	5,0
Östra Löa kvarn	31375	0	1251	16	0,0	4,0	0,1	4,0
Victor Janson GAB	31375	802	0	4	2,6	0,0	0,0	2,6
Arboga Maskiner AB & Arboga Glasbruk AB	31375	0	0	625	0,0	0,0	2,0	2,0
Sprängplatsen (Nammo LIAB Lindesberg)	31375	0	3	0	0,0	0,0	0,0	0,0

**TABELL 20 RANKNING AV OBJEKTEN EFTER ATT PROCENTANDELEN MED EXPONERINGSRISK FÖR EROSION, RAS/SKRED ELLER ÖVERSVÄMNING (SE TABELL 19) HAR VIKTATS (MULTIPLICERATS) UTIFRÅN NATUROLYCKORNAS BETYDELSE FÖR SPRIDNING AV FÖRORENINGAR (TABELL 18). OBJEKTENS VÄRDE VID EXPONERINGSRISK FÖR EROSION (FFEVÄRDE), RAS/SKRED (FFRSVÄRDE) OCH ÖVERSVÄMNING (Q100VÄRDE), HAR SUMMERATS OCH SORTERATS FALLANDE EFTER ISE. VÄRDENA VISAR EN INBÖRDES RELATION MELLAN OBJEKTEN.**

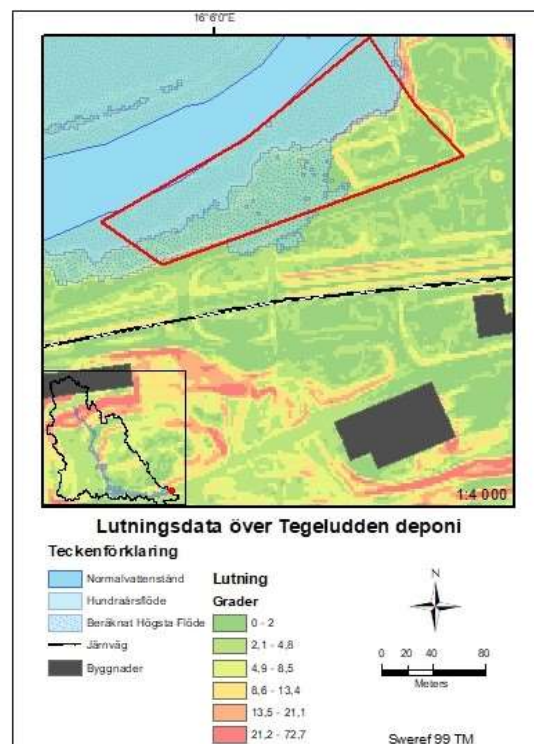
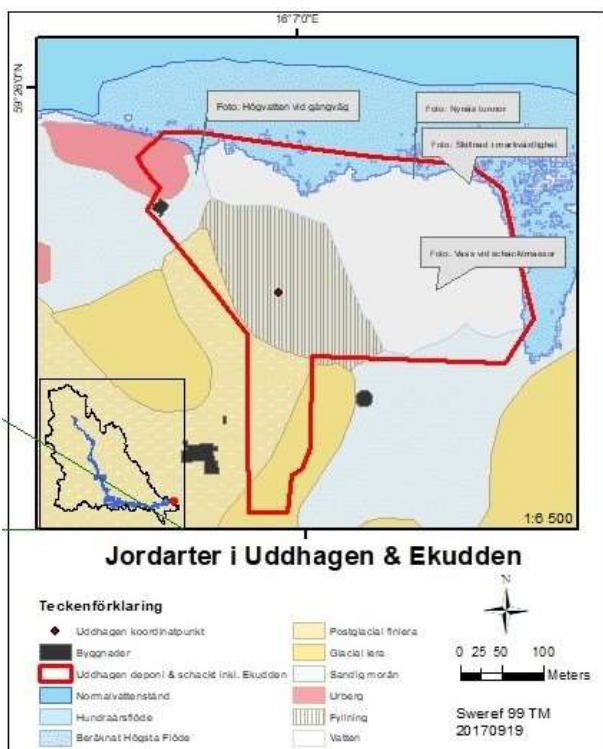
Objektsnamn	FFEvärde	FFRSvärde	Q100värde	ISEvärde
Björken, sediment	0,0	0,0	40,0	40,0
Norrsjön	0,0	0,2	39,8	40,0
Sediment Arbogaån nedströms Arboga	0,0	0,0	39,4	39,4
Jäders bruk	0,0	0,0	27,7	27,7
Ekudden	0,0	0,0	24,3	24,3
Arboga Bygg och Maskinteknik	0,0	0,0	19,7	19,7
Bångbro Järnverk (Bångbroverken)	19,7	0,0	0,0	19,7
Tegeludden, Västra diket	0,0	0,0	16,4	16,4
Arboga Exportaffär Kommanditbolag	0,0	0,0	14,8	14,8
Arboga Hårdkrom AB	0,0	0,0	10,4	10,4
Norra Finnhyttan (Nedre)	0,0	0,7	8,1	8,8
Kopparhytta Krokfors AB	0,0	2,0	5,1	7,1
Kaveltorps Koppar- och blyverk	0,0	2,8	3,5	6,2
Wedevåg Deponi	0,0	4,7	1,3	6,0
Mekens tipp	0,0	0,0	4,8	4,8
Pumpstationen (Teknos Wedevåg Färg AB)	0,0	3,9	0,8	4,6
Esso oljedepå	0,0	0,0	4,3	4,3
Rickardssons Mek. Verkstad	0,0	0,0	4,2	4,2
Storå hytta	0,2	0,2	3,8	4,1
Bergslagsstaket AB (i Kopparberg)	2,4	0,3	0,2	2,9
ASOMA/ EWF Fastigheter	0,0	0,0	2,8	2,8
Tankfarm (Teknos Wedevåg Färg AB)	0,0	2,6	0,0	2,6
E. Öberg och Söner AB	0,0	0,0	2,5	2,5
Thermolack	0,0	1,6	0,0	1,6
Punkt 1214 (Teknos Wedevåg Färg AB)	0,0	1,5	0,0	1,5
Östra Löa kvarn	0,0	1,0	0,0	1,0
Victor Janson GAB	0,9	0,0	0,0	0,9
Arboga Maskiner AB och Arboga Glasbruk AB	0,0	0,0	0,8	0,8
Sprängplatsen (Nammo LIAB Lindesberg)	0,0	0,0	0,0	0,0

# Bilaga 5 Kartor



**KARTA 7 JORDARTSKARTA FÖR ARBOGA BYGG- OCH MASKINTEKNIK (FÖR KÄLLOR SE KARTFÖRTECKNING I REFERENSER).**

**KARTA 8 JORDARTSKARTA FÖR TEGELUDDEN (FÖR KÄLLOR SE KARTFÖRTECKNING I REFERENSER).**



**KARTA 9 JORDARTER I UDDHAGEN INKLUSIVE EKUDDEN (FÖR KÄLLOR SE KARTFÖRTECKNING I REFERENSER).**

**KARTA 10 LUTNINGSDATA ÖVER TEGELUDDEN DEPONI (FÖR KÄLLOR SE KARTFÖRTECKNING I REFERENSER).**



## Bilaga 6 Fotografier



**FOTOGRAFI 14 SKILLNAD I MARKVÄXTLIGHET PÅ ARBOGA BYGG & MASKINTEKNIK, TAGET FRÅN VÄSTER AV FASTIGHETEN (180407).**



**FOTOGRAFI 15 HÄRDGJORD YTA PÅ DEL AV PÅ ARBOGA BYGG & MASKINTEKNIK, TAGET FRÅN SÖDRA SIDAN AV FASTIGHETEN (150324).**



**FOTOGRAFI 16 UPPKLIPPT STÄNGSEL INTILL INGÅNGEN PÅ ARBOGA BYGG & MASKINTEKNIK, TAGET FRÅN SÖDRA SIDAN AV FASTIGHETEN. INGEN VARNINGSTEXT GES VID OBJEKTET (180407).**



**FOTOGRAFI 17 LÄTTARE MARKEROSION I DE OTÄCKTA FYLLNADSMASSORNA PÅ ARBOGA BYGG & MASKINTEKNIK, I SYDÖSTRA HÖRNET AV FASTIGHETEN (180407).**





**FOTOGRAFI 18 STRANDEROSION PÅ VÄSTRA DELEN AV TEGELUDDEN DEPONI (180407).**



**FOTOGRAFI 21 METALLSKROT PÅ TEGELUDDEN DEPONI (180407).**



**FOTOGRAFI 19 EROSIONSSKADOR VID STRANDKANTEN PÅ VÄSTRA DELEN AV TEGELUDDEN DEPONI (180407).**



**FOTOGRAFI 22 SKILLNAD I MARKVÄXTLIGHET PÅ UDDHAGENS SCHAKT (ÖSTRA OMRÅDET) MED VANDRINGSLED OCH MÄLAREN I BAKGRUNDEN (20150324).**



**FOTOGRAFI 20 STRANDEROSION PÅ VÄSTRA DELEN AV TEGELUDDEN DEPONI (180407).**





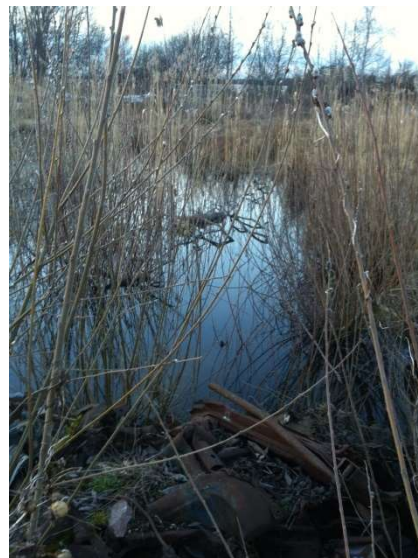
**FOTOGRAFI 23 ETT FLERTAL TUNNOR LIGGER NÄRA DEN TIDIGARE STRANDKANTEN NORDOST OM VÄSTRA MÄLARDALENS RENHÅLLINGS AB (20180407).**



**FOTOGRAFI 24 STÖRRE DOPPKAR ELLER LIKANDE FÖR INDUSTRIELLT BRUK PÅ UDDHAGEN DEPONI (20180407).**



**FOTOGRAFI 25 STRANDKANT PÅ UDDHAGEN SCHAKT (20150324).**



**FOTOGRAFI 26 METALLSKROT I VATTEN PÅ UDDHAGEN SCHAKT (20150324).**



**FOTOGRAFI 27 SALPETERSYRADUNKAR NORR OM VÄSTRA MÄLARDALENS RENHÅLLINGS AB (20180407).**



**FOTOGRAFI 28 MUDDRAT FÖR DAGVATTENUTLOPPET PÅ UDDHAGEN (20180407).**





**FOTOGRAFI 29 TÄCKSKIKT PÅ EKUDDEN DEPONI UTAN SKADOR ÅR 2015 (20150324).**



**FOTOGRAFI 32 SKADOR PÅ TÄCKSKIKTET MED STÖRRE HÄLIGHETER I FYLLNADSMASSORNA PÅ EKUDDEN DEPONI (20180407)**



**FOTOGRAFI 30 SKADOR PÅ TÄCKSKIKTET MED STÖRRE HÄLIGHETER I FYLLNADSMASSORNA PÅ EKUDDEN DEPONI (180407).**

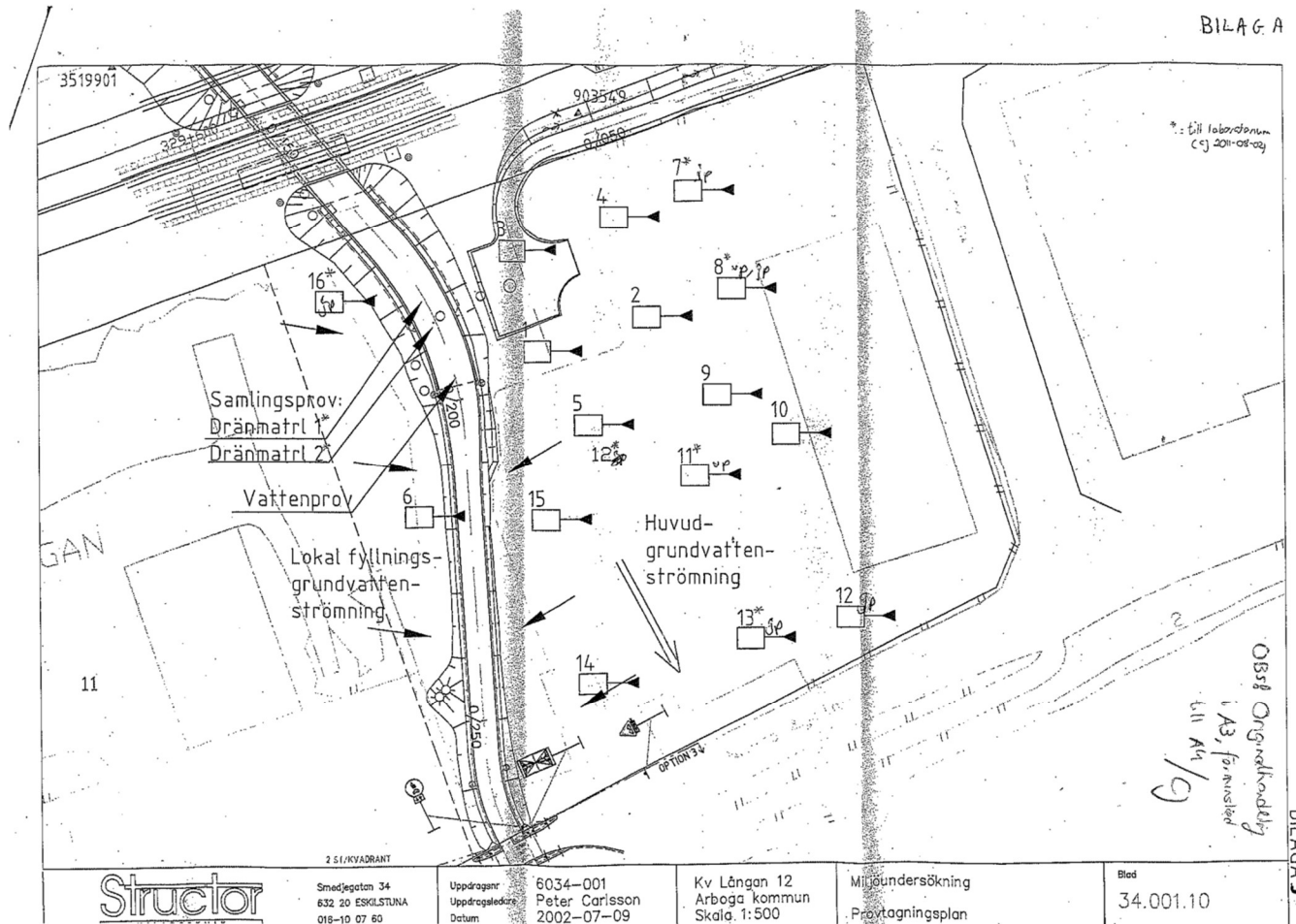


**FOTOGRAFI 33 TRÄDGÅRDSAVFALL TÄCKER DELAR SLÄNTEN PÅ EKUDDEN DEPONI (20180407).**

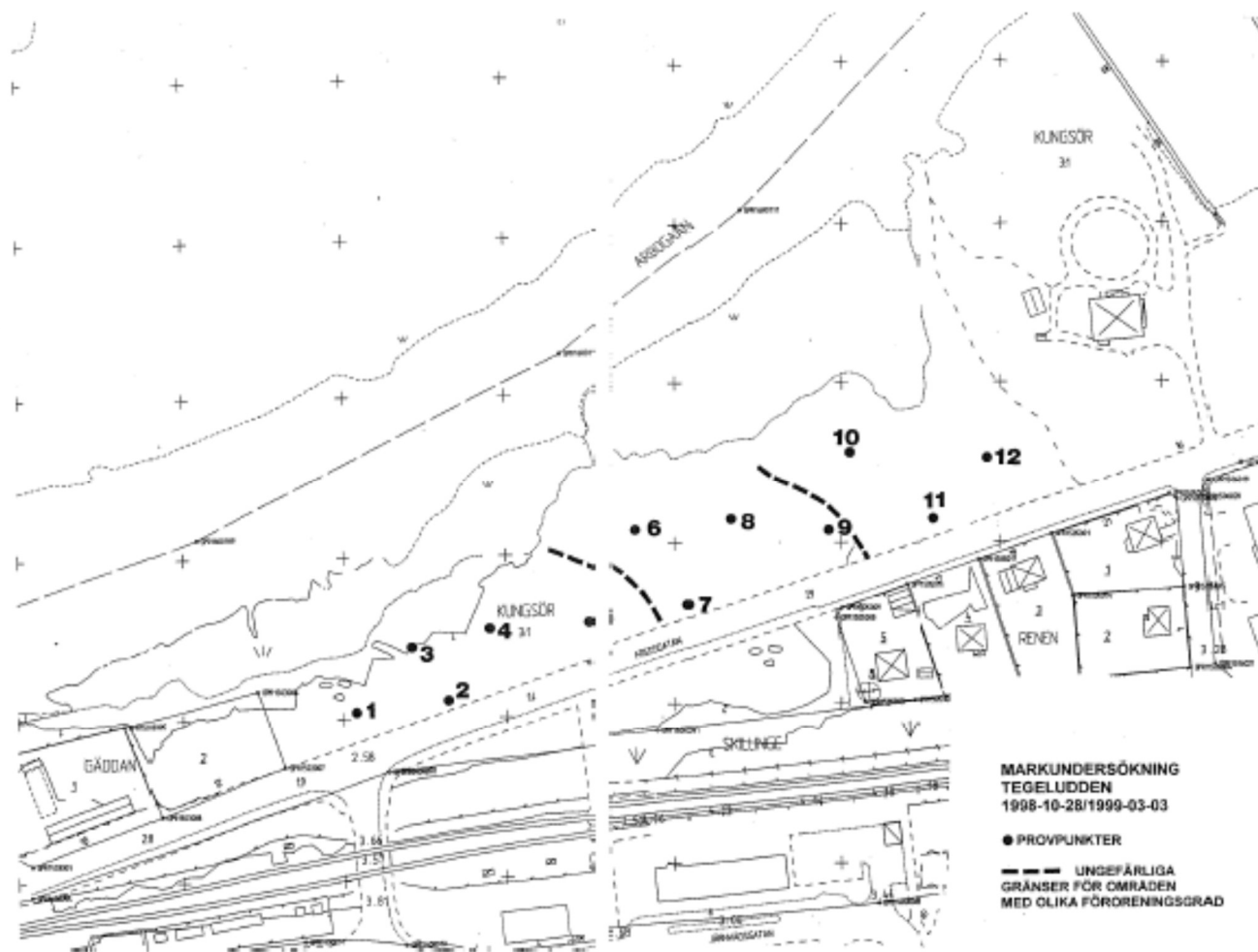


**FOTOGRAFI 31 SKADOR PÅ TÄCKSKIKTET MED STÖRRE HÄLIGHETER I FYLLNADSMASSORNA PÅ EKUDDEN DEPONI (20180407).**

# Bilaga 7 Provtagningspunkter

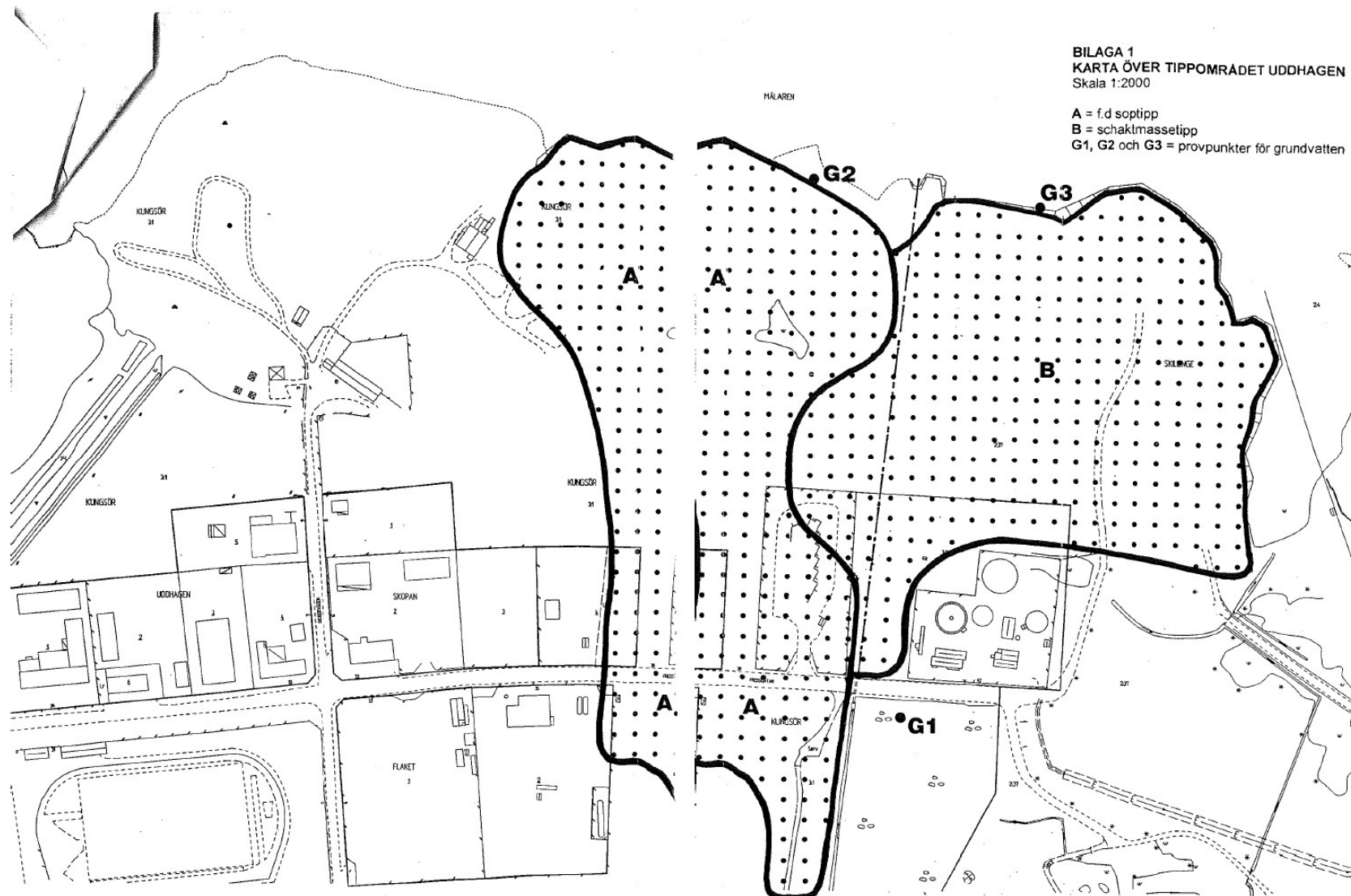


FIGUR 6 KARTA ÖVER PUNKTER PÅ ARBOGA BYGG- OCH MASKINTEKNIK FÖR PROVER TAGNA AV STRUCTOR (2002, BILAGA 3).



FIGUR 7 KARTA ÖVER PUNKTER FÖR TAGNING AV JORDPROV PÅ TEGELUDDEN AV SO MILJÖTILLSYN (1999B, BILAGA 1).





**FIGUR 8 KARTA ÖVER PUNKTER PÅ UDDHAGEN DEPONI/SCHAKT OCH PÅ FASTIGHETEN ARMATUREN, FÖR GRUNDVATTENPROVER TAGNA AV SO MILJÖTILLSYN (1999A, BILAGA 1).**

# Bilaga 8 Laboratorieanalyserapporter



**RAPPORT**  
utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

L0205568

**BILAGA 5**

Sidan 1 av 2

Er Order Id:  
Registrerad: 2002-06-28  
Analyserad: 2002-07-03  
Utfärdad: 2002-07-03

Structor Miljöteknik AB  
Peter Carlsson

Smedjegatan 34  
632 20 Eskilstuna

Analyspaket: **MIA-N**

Provnnummer:	U10054492-00	U10054493-00
Beteckning 1:	PG 8:3, lera	PG 12:1, fyllning 0-1m
Beteckning 2:		

Analys	Resultat	Mätosak	Enhet	Metod	Analys	Resultat	Mätosak	Enhet	Metod
TS	63,2		%	Våtkemi	TS	92,8		%	Våtkemi
As	9,94	8,76	mg/kg TS	ICP-AES	As	40	17	mg/kg TS	ICP-AES
Ba	118	16	mg/kg TS	ICP-AES	Ba	237	32	mg/kg TS	ICP-AES
Be	1,98	0,41	mg/kg TS	ICP-AES	Be	0,51	0,112	mg/kg TS	ICP-AES
Cd	<2		mg/kg TS	ICP-AES	Cd	7,21	1,1	mg/kg TS	ICP-AES
Co	16,9	2,3	mg/kg TS	ICP-AES	Co	18,2	2,5	mg/kg TS	ICP-AES
Cr	54,6	8,8	mg/kg TS	ICP-AES	Cr	146	23	mg/kg TS	ICP-AES
Cu	45,6	6,7	mg/kg TS	ICP-AES	Cu	2010	296	mg/kg TS	ICP-AES
Fe	55900	8870	mg/kg TS	ICP-AES	Fe	106000	16800	mg/kg TS	ICP-AES
Li	38,4	8,6	mg/kg TS	ICP-AES	Li	9,73	2,19	mg/kg TS	ICP-AES
Mo	<2		mg/kg TS	ICP-AES	Mo	28,4	3,4	mg/kg TS	ICP-AES
Mn	625	68	mg/kg TS	ICP-AES	Mn	755	82	mg/kg TS	ICP-AES
Ni	29,5	4,9	mg/kg TS	ICP-AES	Ni	110	18	mg/kg TS	ICP-AES
P	1070	182	mg/kg TS	ICP-AES	P	403	68	mg/kg TS	ICP-AES
Pb	43,1	7,9	mg/kg TS	ICP-AES	Pb	9780	1560	mg/kg TS	ICP-AES
Sn	<5		mg/kg TS	ICP-AES	Sn	88,4	19,6	mg/kg TS	ICP-AES
Sr	150	20	mg/kg TS	ICP-AES	Sr	20,2	2,7	mg/kg TS	ICP-AES
V	72,9	11,8	mg/kg TS	ICP-AES	V	34,9	5,7	mg/kg TS	ICP-AES
Zn	137	25	mg/kg TS	ICP-AES	Zn	804	149	mg/kg TS	ICP-AES

Provet har torkats vid 105°C enligt svensk standard SS028113. Analysprovet har torkats vid 50°C och elementhalterna TS-korrigerats. Upplösning har skett med mikrovågsugn i slutna teflonbehållare med HNO<sub>3</sub>/vatten 1:1.

Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) och 200.8 (ICP-QMS).

Parametrar märkta med \* indikerar ej ackrediterade analyser.

Spridningen anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Laboratorium ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorier uppfyller kraven i SS-EN 45001 (1989), SS-EN 45002 (1989) och ISO/IEC Guide 25 (1990:E).

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Utdrag ur rapport m dock göras för resultat som används för redovisning till Statens naturvårdsverk (SNV), länsstyrelser och kommuner för kontroll enligt SNVs krav.

<b>Postadress</b> Luleå Tekniska Universitet 97187 Luleå	<b>Hemsida:</b> www.sgab.com	<b>Telefon</b> + 46 920 492 480 Växel + 46 920 49 2482, 2467 Kundtjänst	<b>Signatur</b>  Åsa Apelqvist Kemist
<b>Besöksadress</b> Universitetsområdet C-huset	<b>E-post</b> lulea@sgab.se	<b>Fax</b> + 46 920 492 490	

Figur 1 Halter i prover tagna på Arbåga Bygg- och Maskinteknik av Structor och underlag till tabell 7 (2002, bilaga 5).

From: SGAB Analytica, Nytorpsvägen 16, 183 25 Täby. Tfn: 08/768 0225. Fax: 08/768 3423. Email: tal  
To: Structor Miljöteknik AB Ref: Peter Carlsson [peter.carlsson@structor.se]

Program: OJ-21B

Ordernumber: T0202385

Report created: 2002-07-09 by ERIKS

ELEMENT	SAMPLE	PG 13:1 Fyllning 0-1m
TS 105°C	%	89,6
*bens(a)antracen	mg/kg TS	0,23
*bens(a)pyren	mg/kg TS	0,14
*bens(b)fluoranten	mg/kg TS	0,19
*bens(k)fluoranten	mg/kg TS	0,1
*dibens(ah)antracen	mg/kg TS	<0,1
*indeno(123cd)pyren	mg/kg TS	<0,1
*krysen	mg/kg TS	0,28
*PAH cancerogena	mg/kg TS	0,94
1,2-dibrometan	mg/kg TS	<0,10
1,2-diklorethan	mg/kg TS	<0,10
acenaften	mg/kg TS	<0,08
acenaftilen	mg/kg TS	<0,08
alifater >C10-C12	mg/kg TS	16
alifater >C12-C16	mg/kg TS	150
alifater >C16-C35	mg/kg TS	3400
alifater >C5-C16	mg/kg TS	170
alifater >C5-C8	mg/kg TS	<10
alifater >C8-C10	mg/kg TS	<10
antracen	mg/kg TS	<0,1
aromater >C10-C35	mg/kg TS	0,2
aromater >C8-C10	mg/kg TS	<1
bensen	mg/kg TS	<0,01
benso(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,1
etylbenzen	mg/kg TS	<0,05
fenantren	mg/kg TS	0,26
fluoranten	mg/kg TS	0,55
fluoren	mg/kg TS	0,08
MTBE	mg/kg TS	<0,10
naftalen	mg/kg TS	<0,08
PAH övriga	mg/kg TS	1,7
pyren	mg/kg TS	0,78
summa 16 EPA-PAH	mg/kg TS	2,6
summa TEX	mg/kg TS	<0,08
summa xylener	mg/kg TS	<0,05
toluen	mg/kg TS	<0,05

Please note: This report is preliminary and does not contain all relevant information.  
For the definitive and complete reporting of the results, reference is made to the  
corresponding written and signed report from SGAB Analytica.

WSP Env. Mark och Vatten -  
Umeå/Sundsvall [3658]  
Göran Bergström  
Box 502  
901 10 UMEÅ

**AR-16-SL-195389-01**

**EUSELI2-00382981**

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.  
10239384

## Analysrapport

Provnnummer:	177-2016-11110373	Djup (m)	0,0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Johan Fredriksson
Matris:	Jord	Provtagningsdatum	2016-11-07
Provet ankom:	2016-11-11		
Utskriftsdatum:	2016-11-17		
Provmärkning:	16W02		
Provtagningsplats:	10239384		

Analys	Resultat	Enhet	Mät.	Metod/ref	
Torrsubstans	93.9	%	5%	SS-EN 12880:2000	a)
Antimon Sb (Kungsv.)	5.5	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Molybden Mo (Kungsv.)	9.1	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Arsenik As	4.6	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Barium Ba	360	mg/kg Ts	20%	SS028311 / ICP-AES	a)
Bly Pb	460	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kadmium Cd	3.5	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kobolt Co	7.5	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Koppar Cu	320	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Krom Cr	58	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kvicksilver Hg	3.1	mg/kg Ts	20%	SS028311mod/SS-EN ISO17852mod	a)
Nickel Ni	23	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Vanadin V	12	mg/kg Ts	35%	SS028311 / ICP-AES	a)
Zink Zn	540	mg/kg Ts	25%	SS028311 / ICP-AES	a)

**Utförande laboratorium/underleverantör:**

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

**Kopia till:**

(johan.fredriksson@wspgroup.se)

Annelie Claesson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

**Förklaringar**

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med \*

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

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

AR-003v39

Sida 1 av 1

**Figur 3 Halter i prov taget på Arbåga Bygg- och Maskinteknik av WSP och underlag till tabell 7 (WSP, 2016, bilaga 5).**

WSP Env. Mark och Vatten -  
Umeå/Sundsvall [3658]  
Göran Bergström  
Box 502  
901 10 UMEÅ

**AR-16-SL-195390-01**

**EUSELI2-00382981**

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.  
10239384

## Analysrapport

Provnnummer:	<b>177-2016-11110375</b>	Djup (m)	0,5-1,0
Provbeskrivning:		Provtagare	Johan Fredriksson
Matris:	Jord	Provtagningsdatum	2016-11-07
Provet ankom:	2016-11-11		
Utskriftsdatum:	2016-11-17		
Provmärkning:	16W03		
Provtagningsplats:	10239384		

Analys	Resultat	Enhet	Mät.	Metod/ref	
Torrsubstans	<b>95.6</b>	%	5%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	<b>&lt; 0.0035</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Toluen	<b>&lt; 0.10</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Etylbensen	<b>&lt; 0.10</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
M/P/O-Xylen	<b>&lt; 0.10</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Summa TEX	<b>&lt; 0.20</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Alifater >C5-C8	<b>&lt; 5.0</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Alifater >C8-C10	<b>&lt; 3.0</b>	mg/kg Ts	35%	LidMijö.0A.01.09	a)
Alifater >C10-C12	<b>&lt; 5.0</b>	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	<b>&lt; 5.0</b>	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C16-C35	<b>250</b>	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C5-C16	<b>&lt; 9.0</b>	mg/kg Ts			a)
Aromater >C8-C10	<b>&lt; 4.0</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Aromater >C10-C16	<b>&lt; 0.90</b>	mg/kg Ts	20%	SPI 2011	a)
Metylkrysenler/benzo(a)antracener	<b>&lt; 0.50</b>	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyren/fluorantener	<b>&lt; 0.50</b>	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Aromater >C16-C35	<b>&lt; 0.50</b>	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	<b>Utgår</b>				a)*
Oljetyp > C10	<b>Motorolja</b>				a)*
Benso(a)antracen	<b>0.14</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Krysen	<b>0.13</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	<b>0.31</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benzo(a)pyren	<b>0.18</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<b>0.21</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	<b>0.032</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Naftalen	<b>&lt; 0.030</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)

### Förklaringar

AR-003v39

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med \*

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterar till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

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

Sida 1 av 2

**Figur 4 Halter i prov taget på Arbåga Bygg- och Maskinteknik av WSP 2016, bilaga 5).**



WSP Env. Mark och Vatten -  
Umeå/Sundsvall [3658]  
Göran Bergström  
Box 502  
901 10 UMEÅ

**AR-16-SL-195391-01**

**EUSELI2-00382981**

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.  
10239384

## Analysrapport

Provnnummer:	177-2016-11110377	Djup (m)	0,0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Johan Fredriksson
Matris:	Jord	Provtagningsdatum	2016-11-07
Provet ankom:	2016-11-11		
Utskriftsdatum:	2016-11-17		
Provmärkning:	16W04		
Provtagningsplats:	10239384		

Analys	Resultat	Enhet	Måto.	Metod/ref	
Torrsubstans	94.7	%	5%	SS-EN 12880:2000	a)
Antimon Sb (Kungsv.)	7.1	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Molybden Mo (Kungsv.)	13	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Arsenik As	4.3	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Barium Ba	190	mg/kg Ts	20%	SS028311 / ICP-AES	a)
Bly Pb	550	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kadmium Cd	2.4	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kobolt Co	7.7	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Koppar Cu	730	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Krom Cr	41	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kvicksilver Hg	0.90	mg/kg Ts	20%	SS028311mod/SS-EN ISO17852mod	a)
Nickel Ni	76	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Vanadin V	17	mg/kg Ts	35%	SS028311 / ICP-AES	a)
Zink Zn	640	mg/kg Ts	25%	SS028311 / ICP-AES	a)

**Utförande laboratorium/underleverantör:**

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

**Kopia till:**

(johan.fredriksson@wspgroup.se)

Annelie Claesson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

**Förklaringar**

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med \*

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

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

AR-003v39

Sida 1 av 1

**Figur 5 Halter i prov taget på Arbåga Bygg- och Maskinteknik av WSP och underlag till tabell 7 (WSP, 2016, bilaga 5).**

WSP Env. Mark och Vatten -  
Umeå/Sundsvall [3658]  
Göran Bergström  
Box 502  
901 10 UMEÅ

**AR-16-SL-195392-01**

**EUSELI2-00382981**

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.  
10239384

## Analysrapport

Provnnummer:	<b>177-2016-11110379</b>	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Johan Fredriksson
Matris:	Jord	Provtagningsdatum	2016-11-07
Provet ankom:	2016-11-11		
Utskriftsdatum:	2016-11-17		
Provmärkning:	16W05		
Provtagningsplats:	10239384		

Analys	Resultat	Enhet	Mät.	Metod/ref	
Torrsubstans	<b>86.6</b>	%	5%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	<b>&lt; 0.0035</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Toluen	<b>&lt; 0.10</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Etylbensen	<b>&lt; 0.10</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
M/P/O-Xylen	<b>&lt; 0.10</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Summa TEX	<b>&lt; 0.20</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Alifater >C5-C8	<b>&lt; 5.0</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Alifater >C8-C10	<b>&lt; 3.0</b>	mg/kg Ts	35%	LidMijö.0A.01.09	a)
Alifater >C10-C12	<b>&lt; 5.0</b>	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	<b>&lt; 5.0</b>	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C16-C35	<b>79</b>	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C5-C16	<b>&lt; 9.0</b>	mg/kg Ts			a)
Aromater >C8-C10	<b>&lt; 4.0</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Aromater >C10-C16	<b>1.4</b>	mg/kg Ts	20%	SPI 2011	a)
Metylkrysenler/benzo(a)antracener	<b>1.2</b>	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyren/fluorantener	<b>1.7</b>	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Aromater >C16-C35	<b>2.9</b>	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	<b>Utgår</b>				a)*
Oljetyp > C10	<b>Motorolja</b>				a)*
Benso(a)antracenen	<b>1.1</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Krysen	<b>1.1</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	<b>1.8</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benzo(a)pyren	<b>1.0</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<b>0.66</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Dibenso(a,h)antracenen	<b>0.18</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Naftalen	<b>0.10</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)

### Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med \*

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterar till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

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

AR-003v39

Sida 1 av 2

**Figur 6 Halter i prov taget på Arbåga Bygg- och Maskinteknik av WSP 2016, bilaga 5).**

Acenaflylen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Acenaften	0.097	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fluoren	0.075	mg/kg Ts	30%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fenantren	0.96	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Antracen	0.24	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fluoranten	1.9	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Pyren	1.5	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benzo(g,h,i)perylen	0.59	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	0.21	mg/kg Ts			a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	4.7	mg/kg Ts			a)
Summa PAH med hög molekylvikt	6.4	mg/kg Ts			a)
Summa cancerogena PAH	5.8	mg/kg Ts			a)
Summa övriga PAH	5.5	mg/kg Ts			a)
Summa totala PAH16	11	mg/kg Ts			a)
Antimon Sb (Kungsv.)	15	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Molybden Mo (Kungsv.)	7.2	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Arsenik As	16	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Barium Ba	280	mg/kg Ts	20%	SS028311 / ICP-AES	a)
Bly Pb	500	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kadmium Cd	2.4	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kobolt Co	9.7	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Koppar Cu	370	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Krom Cr	59	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kviksilver Hg	8.7	mg/kg Ts	20%	SS028311 mod/SS-EN ISO17852mod	a)
Nickel Ni	50	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Vanadin V	45	mg/kg Ts	35%	SS028311 / ICP-AES	a)
Zink Zn	710	mg/kg Ts	25%	SS028311 / ICP-AES	a)

**Utförande laboratorium/underleverantör:**

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

**Kopia till:**

(johan.fredriksson@wspgroup.se)

Annelie Claesson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

**Forklaringar:**

AR-003v39

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med \*

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkännt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Sida 2 av 2

Figur 7 Halter i prov taget på Arbåga Bygg- och Maskinteknik av WSP och underlag till tabell 7 (WSP, 2016, bilaga 5).

WSP Env. Mark och Vatten -  
Umeå/Sundsvall [3658]  
Göran Bergström  
Box 502  
901 10 UMEÅ

**AR-16-SL-195393-01**

**EUSELI2-00382981**

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.  
10239384

## Analysrapport

Provnnummer:	<b>177-2016-11110380</b>	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Johan Fredriksson
Matris:	Jord	Provtagningsdatum	2016-11-07
Provet ankom:	2016-11-11		
Utskriftsdatum:	2016-11-17		
Provmärkning:	16W06		
Provtagningsplats:	10239384		

Analys	Resultat	Enhet	Mät.	Metod/ref	
Torrsubstans	<b>91.0</b>	%	5%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	<b>&lt; 0.0035</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Toluen	<b>&lt; 0.10</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Etylbensen	<b>&lt; 0.10</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
M/P/O-Xylen	<b>&lt; 0.10</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Summa TEX	<b>&lt; 0.20</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Alifater >C5-C8	<b>&lt; 5.0</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Alifater >C8-C10	<b>&lt; 3.0</b>	mg/kg Ts	35%	LidMijö.0A.01.09	a)
Alifater >C10-C12	<b>&lt; 5.0</b>	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	<b>7.5</b>	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C16-C35	<b>170</b>	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C5-C16	<b>14</b>	mg/kg Ts			a)
Aromater >C8-C10	<b>&lt; 4.0</b>	mg/kg Ts	30%	LidMijö.0A.01.09	a)
Aromater >C10-C16	<b>&lt; 0.90</b>	mg/kg Ts	20%	SPI 2011	a)
Metylkrysen/benzo(a)antracener	<b>&lt; 0.50</b>	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyren/fluorantener	<b>&lt; 0.50</b>	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Aromater >C16-C35	<b>&lt; 0.50</b>	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	<b>Utgår</b>				a)*
Oljetyp > C10	<b>Ospecc</b>				a)*
Benso(a)antracener	<b>0.045</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Krysen	<b>0.045</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benso(b,k)fluorantener	<b>0.17</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benzo(a)pyren	<b>0.083</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<b>0.11</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Dibenso(a,h)antracener	<b>&lt; 0.030</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Naftalen	<b>0.081</b>	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)

### Förklaringar

AR-003v39

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med \*

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterar till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

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

Sida 1 av 2

**Figur 8 Halter i prov taget på Arbåga Bygg- och Maskinteknik av WSP 2016, bilaga 5).**

Acenafylen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Acenaften	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fluoren	< 0.030	mg/kg Ts	30%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fenantren	0.15	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Antracen	0.036	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fluoranten	0.12	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Pyren	0.12	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benzo(g,h,i)perylen	0.12	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	0.11	mg/kg Ts			a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	0.44	mg/kg Ts			a)
Summa PAH med hög molekylvikt	0.59	mg/kg Ts			a)
Summa cancerogena PAH	0.47	mg/kg Ts			a)
Summa övriga PAH	0.67	mg/kg Ts			a)
Summa totala PAH16	1.1	mg/kg Ts			a)
Antimon Sb (Kungsv.)	54	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Molybden Mo (Kungsv.)	24	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Arsenik As	17	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Barium Ba	240	mg/kg Ts	20%	SS028311 / ICP-AES	a)
Bly Pb	3500	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kadmium Cd	8.5	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kobolt Co	14	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Koppar Cu	1100	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Krom Cr	100	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kviksilver Hg	11	mg/kg Ts	20%	SS028311 mod/SS-EN ISO17852mod	a)
Nickel Ni	100	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Vanadin V	27	mg/kg Ts	35%	SS028311 / ICP-AES	a)
Zink Zn	1600	mg/kg Ts	25%	SS028311 / ICP-AES	a)

**Utförande laboratorium/underleverantör:**

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

**Kopia till:**

(johan.fredriksson@wspgroup.se)

Annelie Claesson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

**Forklaringar:**

AR-003v39

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med \*

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkännt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Sida 2 av 2

Figur 9 Halter i prov taget på Arbåga Bygg- och Maskinteknik av WSP och underlag till tabell 7 (WSP, 2016, bilaga 5).



WSP Env. Mark och Vatten -  
Umeå/Sundsvall [3658]  
Göran Bergström  
Box 502  
901 10 UMEÅ

**AR-16-SL-195395-01**

**EUSELI2-00382981**

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.  
10239384

## Analysrapport

Provnnummer:	<b>177-2016-11110382</b>	Djup (m)	0,0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Johan Fredriksson
Matris:	Jord	Provtagningsdatum	2016-11-07
Provet ankom:	2016-11-11		
Utskriftsdatum:	2016-11-17		
Provmärkning:	16W07		
Provtagningsplats:	10239384		

Analys	Resultat	Enhet	Mät.	Metod/ref	
Torrsubstans	<b>82.1</b>	%	5%	SS-EN 12880:2000	a)
Antimon Sb (Kungsv.)	<b>12</b>	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Molybden Mo (Kungsv.)	<b>15</b>	mg/kg Ts	15%	ISO 11466/EN13346 mod. / ICP-MS	a)
Arsenik As	<b>4.1</b>	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Barium Ba	<b>160</b>	mg/kg Ts	20%	SS028311 / ICP-AES	a)
Bly Pb	<b>1100</b>	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kadmium Cd	<b>8.6</b>	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kobolt Co	<b>6.6</b>	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Koppar Cu	<b>1500</b>	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Krom Cr	<b>46</b>	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Kvicksilver Hg	<b>2.1</b>	mg/kg Ts	20%	SS028311mod/SS-EN ISO17852mod	a)
Nickel Ni	<b>37</b>	mg/kg Ts	30%	SS028311 / ICP-AES	a)
Vanadin V	<b>28</b>	mg/kg Ts	35%	SS028311 / ICP-AES	a)
Zink Zn	<b>660</b>	mg/kg Ts	25%	SS028311 / ICP-AES	a)

**Utförande laboratorium/underleverantör:**

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

**Kopia till:**

(johan.fredriksson@wspgroup.se)

Annelie Claesson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

**Förklaringar**

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med \*

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

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

AR-003v39

Sida 1 av 1

## DATA OM GRUNDVATTENRÖR OCH GRUNDVATTEN

Rören nedsatta av:	Kungsörs kommuns tekniska avdelning i aug-sept 1999.			
Rörmaterial:	grå PVC-plast, $\phi$ 50 mm, spetsen lockad, perforerad 1 m och klädd med myggnät.			
Nivåer:	Avvägning av Kungsörs kommuns mätavdelning. Grundvattennivå mätt med klucklod. Alla nivåer är angivna i lokalt höjdsystem.			
	<u>G1</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	<u>Mälaren*</u>
Nivå överkant rör:	+3.01	+1.42	+1.26	
Grundvattennivå 4/10:	+0.01	+0.89	+0.40	+0.264
Grundvattennivå 19/11	-0.18	+0.68	+0.32	+0.266
	*Uppgift från Hans Bergström, Stockholms hamn 08/670 26 09			
	<u>G1</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	
Observationer vid provtagning 19/11:	grågrumligt svavelvätelukt fet ythinna	gulgrumligt svavelvätelukt fet ythinna	gulgrumligt svavelvätelukt fet ythinna	
Mälaren:	Typiska värden på pH är 7.6, på konduktivitet 12-14 mS/m och på klorid 0.2-0.3 mg/l.			

Figur 11 Data om provtagning av grundvatten på Uddhagen (SO Miljö tillsyn, 1999a, bilaga 2).

**Rapport Nr 9923173**

Uppdragsgivare

ODÉN SVEN

FENSBOL 92  
685 93 TORSBY

ODÉN SVEN

FENSBOL 92  
685 93 TORSBY

Avser

**Grundvatten**

Plats : UDHAGEN, KUNGSÖR  
Platspaket :

**Information om provet och provtagningen**

Provtagningsdatum	: 1999-11-19	Ankomstdatum	: 1999-11-20
Provtagningstidpunkt	: -	Ankomsttidpunkt	: 1500
Provets märkning	: G1		
Provtagare	: Sven Odén		

**Analysresultat**

Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
TEMP-H	Temperatur vid pH-mätning	10.4	°C
SS028122-2	pH	6.9	
SS028139-1	Alkalinitet, HCO <sub>3</sub>	473	mg/l
SS-EN27888	Konduktivitet 25°C	117	mS/m
EPA 300.0/NO3N-DJ	Nitrat, NO <sub>3</sub> -N	<1.0	mg/l
PTOT-NT	Fosfor tot, P	73	µg/l
SS028118-1	COD(Mn)	14	mg/l
SS028184-1	Bly, Pb	0.019	mg/l
SS028183-1	Arsenik, As (1)	<0.005	mg/l
SS028152-2	Järn, Fe	25	mg/l
SS028184-1	Kadmium, Cd	<0.0001	mg/l
EPA 300.0/CL-DJ	Klorid, Cl	130	mg/l
SS028184-1	Koppar, Cu	0.016	mg/l
SS028184-1	Krom tot, Cr	0.001	mg/l
SS028175-2 mod/HG-AL	Kvicksilver, Hg (1)	<0.1	µg/l
SS028152-2	Mangan, Mn	4.4	mg/l
SS028184-1	Nickel, Ni	0.009	mg/l
SS028152-2	Zink, Zn	0.08	mg/l
SS028145-3	Totalt extr alifat. ämnen (1)	33	mg/l
SS028145-3	Totalt extr aromat. ämnen (1)	<0.01	mg/l
SS028145-3	Opolära alifat. kolväten (1)	22	mg/l
SS028104-1 /AOX-NS	AOX (2)	55	µg/l

(1) : Analys/undersökning utförd av KM Lab, Linköping  
(2) : Analys/undersökning utförd av KM Lab, Halmstad

Uppgift om mätosäkerhet i resultat kan erhållas efter förfrågan till laboratoriet.

KARLSTAD 1999-12-13

*[Signature]*  
Bo Yngler  
Ansvarig undersökare





KM LAB AB

Box 307, 651 07 Karlstad · Tel: 054-21 30 77 · Fax: 054-19 05 70  
ORG.NR 556152-0916 STYRELSENS SÄTE: SOLNA



## RAPPORT

Sida 1 (1)

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

**Rapport Nr 9923174**

Uppdragsgivare

ODÉN SVEN

FENSBOL 92  
685 93 TORSBY

ODÉN SVEN

FENSBOL 92  
685 93 TORSBY

Avser

### Grundvatten

Plats : UDHAGEN, KUNGSÖR  
Platspaket :

### Information om provet och provtagningen

Provtagningsdatum	: 1999-11-19	Ankomstdatum	: 1999-11-20
Provtagningstidpunkt	: -	Ankomsttidpunkt	: 1500
Provets märkning	: G2		
Provtagare	: Sven Odén		

### Analysresultat

Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
TEMP-H	Temperatur vid pH-mätning	9.1	°C
SS028122-2	pH	6.8	
SS028139-1	Alkalinitet, HCO <sub>3</sub>	1890	mg/l
SS-EN27888	Konduktivitet 25°C	295	mS/m
EPA 300.0/NO3N-DJ	Nitrat, NO <sub>3</sub> -N	<1.0	mg/l
PTOT-NT	Fosfor tot, P	1100	µg/l
SS028118-1	COD(Mn)	71	mg/l
SS028184-1	Bly, Pb	0.034	mg/l
SS028183-1	Arsenik, As (1)	0.010	mg/l
SS028152-2	Järn, Fe	98	mg/l
SS028184-1	Kadmium, Cd	0.0002	mg/l
EPA 300.0/CL-DJ	Klorid, Cl	41	mg/l
SS028184-1	Koppar, Cu	0.081	mg/l
SS028184-1	Krom tot, Cr	0.007	mg/l
SS028175-2 mod/HG-AL	Kvikksilver, Hg (1)	<0.1	µg/l
SS028152-2	Mangan, Mn	13	mg/l
SS028184-1	Nickel, Ni	0.023	mg/l
SS028152-2	Zink, Zn	0.56	mg/l
SS028145-3	Totalt extr alifat. ämnen (1)	4.8	mg/l
SS028145-3	Totalt extr aromat. ämnen (1)	0.66	mg/l
SS028145-3	Opolära alifat. kolväten (1)	2.7	mg/l
SS028104-1 /AOX-NS	AOX (2)	120	µg/l

(1) : Analys/undersökning utförd av KM Lab, Linköping  
(2) : Analys/undersökning utförd av KM Lab, Halmstad

Uppgift om mätosäkerhet i resultat kan erhållas efter förfrågan till laboratoriet.

KARLSTAD 1999-12-13

Bo Yngger  
Ansvarig undersökare

Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för teknisk ackreditering (SWEDAC) enligt lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven enligt SS-EN 45001(1989), SS-EN 45002(1989) och ISO/IEC Guide 25(1990:E). Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

**Figur 13 Halter i grundvattenprov märkt G2 på Uddhagen deponi och underlag till tabell 12 (se karta i bilaga 7) (SO Miljötillsyn, 1999a, bilaga 2).**

**Rapport Nr 9923175**

Uppdragsgivare

ODÉN SVEN

FENSBOL 92  
685 93 TORSBY

ODÉN SVEN

FENSBOL 92  
685 93 TORSBY

Avser

**Grundvatten**

Plats : UDHAGEN, KUNGSÖR  
Platspaket :

**Information om provet och provtagningen**

Provtagningsdatum	: 1999-11-19	Ankomstdatum	: 1999-11-20
Provtagningsstidpunkt	: -	Ankomsttidpunkt	: 1500
Provets märkning	: G3		
Provtagare	: Sven Odén		

**Analysresultat**

Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
TEMP-H	Temperatur vid pH-mätning	10.8	°C
SS028122-2	pH	6.6	
SS028139-1	Alkalinitet, HCO <sub>3</sub>	982	mg/l
SS-EN27888	Konduktivitet 25°C	352	mS/m
EPA 300.0/NO3N-DJ	Nitrat, NO <sub>3</sub> -N	< 1.0	mg/l
PTOT-NT	Fosfor tot, P	1000	µg/l
SS028118-1	COD(Mn)	46	mg/l
SS028184-1	Bly, Pb	0.056	mg/l
SS028183-1	Arsenik, As (1)	< 0.005	mg/l
SS028152-2	Järn, Fe	42	mg/l
SS028184-1	Kadmium, Cd	0.0004	mg/l
EPA 300.0/CL-DJ	Klorid, Cl	610	mg/l
SS028184-1	Koppar, Cu	0.039	mg/l
SS028184-1	Krom tot, Cr	0.017	mg/l
SS028175-2 mod/HG-AL	Kvikksilver, Hg (1)	< 0.1	µg/l
SS028152-2	Mangan, Mn	12	mg/l
SS028184-1	Nickel, Ni	0.021	mg/l
SS028152-2	Zink, Zn	0.64	mg/l
SS028145-3	Totalt extr alifat. ämnen (1)	7.8	mg/l
SS028145-3	Totalt extr aromat. ämnen (1)	< 0.01	mg/l
SS028145-3	Opolära alifat. kolväten (1)	5.8	mg/l
SS028104-1 /AOX-NS	AOX (2)	52	µg/l

(1) : Analys/undersökning utförd av KM Lab, Linköping  
(2) : Analys/undersökning utförd av KM Lab, Halmstad

Uppgift om mätosäkerhet i resultat kan erhållas efter förfrågan till laboratoriet.

KARLSTAD 1999-12-13

  
Bo Ynber  
Ansvarig undersökare

Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för teknisk ackreditering (SWEDAC) enligt lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven enligt SS-EN 45001(1989), SS-EN 45002(1989) och ISO/IEC Guide 25(1990:E). Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

**Figur 14 Halter i grundvattenprov märkt G3 på Uddhagen schakt och underlag till tabell 12 (se karta i bilaga 7) (SO Miljötillsyn, 1999a, bilaga 2).**



**RAPPORT**

Sida 1 (1)

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Kopia

**Rapport Nr 9911190**

Uppdragsgivare

KUNGSÖRS KOMMUN  
ATT. ULF BJÖRKMAN

BOX 101  
736 22 KUNGSÖR

ODÉN SVEN

FLENSBOL 92  
685 93 TORSBY

Avser

**Sediment**

Plats : SEDIMENT  
Platspaket :

**Information om provet och provtagningen**

*Uppför TEGELVÄDDEN I ÅN*

Provtagningsdatum : 1999-06-15 Ankomstdatum : 1999-06-17  
Provtagningsstidpunkt : - Ankomsttidpunkt : 0900  
Temperatur vid provtagning : - Temperatur vid uppackning : -  
Provets märkning : GALTEN TEGEL  
Provtagare : SVEN ODÉN

**Analysresultat**

Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS 028113-1/TR-STM	Torrsubstans	45.4	% av prov
SS 028113-1/TFR-STM	Glödgningsrest	92.8	% av TS
DIN 38406.E22/PB-AIM	Bly, Pb	52	mg/kg Ts
DIN 38406.E22/CD-AIM	Kadmium, Cd	0.64	mg/kg Ts
DIN 38406.E22/CU-AIM	Koppar, Cu	89	mg/kg Ts
DIN 38406.E22/CR-AIM	Krom tot, Cr	29	mg/kg Ts
SS 028175-1/HG-AVM	Kvicksilver, Hg	0.15	mg/kg Ts
DIN 38406.E22/NI-AIM	Nickel, Ni	16	mg/kg Ts
DIN 38406.E22/ZN-AIM	Zink, Zn	297	mg/kg Ts
SS 028145-4	Opolära alifatiska kolväten (1)	110	mg/kg
SS 028145-4	Totalt extr.aromatiska ämnen (1)	<2.5	mg/kg

(1) : Analys/undersökning utförd av KM Lab, Linköping

Uppgift om mätosäkerhet i resultat kan erhållas efter förfrågan till laboratoriet.

Uppsala 1999-07-06

Kopia sänd till :  
ODÉN SVEN

/066c/

Laila Jonsson  
Analysansvarig

Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för teknisk ackreditering (SWEDAC) enligt lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven enligt SS-EN 45001(1989), SS-EN 45002(1989) och ISO/IEC Guide 25(1990:E). Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Figur 15 Halter i sedimentprov tagna vid utflödet av dagvattenledningen på Uddhagen (SO Miljö tillsyn, 1999c, bilaga).