



Fornåsa 20:1, del av Älvan f.d. plantskola

Fördjupad hälsoriskbedömning

Diarienummer SGU 34165-2479/2022

Wescon
miljökonsult

Wescon Miljökonsult AB | www.wescon.se
Norra Källgatan 22, 722 11 Västerås | info@wescon.se
Säte i Västerås | Org.nr: 559088-7468

Uppdragsgivare Sveriges Geologiska undersökning	Wescon Miljökonsult AB www.wescon.se	
Kontaktperson Katarina Gyllberg	info@wescon.se	
Kundnummer 1104	Norra Källgatan 22 722 11 Västerås	
Rapporttitel Fornåsa 20:1, del av Älvan f.d. plantskola - Fördjupad hälsoriskbedömning		
Uppdragsnummer 979-004	Upprättad 2024-03-05	Reviderad

VÄSTERÅS 2024-03-05
WESCON MILJÖKONSULT AB

Uppdragsledare och granskning



Jonas Hedlund

Handläggare och granskning



Emma Platesjö

Handläggare



Karin Skattegård

Expert



Petter Wetterholm

Sammanfattning

Inom den f.d. skogsplantskolan Älvan finns förorening i jord främst av DDT. Fastigheten Fornåsa 20:1 utgör en liten del av den tidigare skogsplantskolan och har undersökts i omgångar.

Idag finns en bostad på fastigheten och planer finns på att ha hästar i hage för bete. Den största exponeringsvägen för DDT antas vara via intag av växter för människor som bor där. För hästar är den största exponeringsvägen intag av jord följt av intag av växter.

Undersökningar visar att den representativa halten DDT i jord inom fastigheten uppgår till 8 mg/kg TS.

För att uppskatta det platsspecifika upptaget i växter har POM-analys och odlingsförsök utförts.

Denna fördjupad hälsoriskbedömning visar att platsspecifika data från POM-analys ger lägre beräknad halt, 30 %, av DDT i rotsaker än Naturvårdsverkets generella modell. Studien visar också att den faktiska uppmätta halten i potatis är ännu lägre, 10 % av det antagna upptaget i NVs modell för rå oskalad potatis och 1% för skalad och kokt potatis.

Dosberäkningar visar att intag av egenodlade växter, motsvarande 25 % utav årligt intag av växter tillsammans med exponering via intag av jord från Fornåsa 20:1 är i nivå med den acceptabla riskkvoten om 0,5 (50 % av TDI). Den representativa halten om 8 mg/kg TS i jorden utgör en säker nivå för boende med större odling och intag av egenodlade växter än en vanlig villatomt.

Sammanfattningsvis är bedömningen att halten DDT i jord inom Fornåsa 20:1 inte innebär en oacceptabel risk för människor eller hästar. Därmed föreligger inget behov av riskreduktion vid nuvarande markanvändning eller vid planerad markanvändning motsvarande tillkommande hästhage och/eller odling för hushållskonsumtion.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Uppdrag och syfte	5
1.2	Avgränsning.....	5
1.3	Metod	5
2	Områdesbeskrivning.....	6
3	Föroreningsituation.....	8
3.1	Totalhalter Fornåsa 20:1	8
3.2	Odlingsförsök.....	9
3.3	POM-tester.....	11
4	Spridning.....	12
4.1	Upptag av DDT i växter.....	12
5	Skyddsobjekt och exponeringsvägar	15
6	Övergripande åtgärds mål	15
7	Hälsoriskbedömning människor	16
7.1	Halt i växter	17
7.2	Doser och hälsoeffekter.....	20
7.3	Acceptabel riskkvot.....	27
7.4	Känslighetsanalys.....	29
7.5	Sammanfattning hälsoriskbedömning människor.....	29
8	Hälsoriskbedömning hästar	31
8.1	Sammanfattning hälsoriskbedömning hästar	32
9	Begränsningar.....	33
10	Sammanfattande konceptuell modell.....	33
11	Behov av riskreducering.....	34
12	Referenser	36

Bilagor

Bilaga 1 Analyssammanställning jord

Bilaga 2 Statistisk utvärdering jord

Bilaga 3 Beräkning av platsspecifikt K_{oc}

Bilaga 4 Beräkning av doser

Bilaga 5 Uttagsrapporter NV beräkningsverktyg

1 Inledning

Älvans f.d. skogsplantskola är belägen i Motala kommun och var verksam från 1913 till ca 1975. Verksamheten bedrevs på flera fastigheter och har undersökts som en helhet. Inom fastigheten Fornåsa 20:1 förekom under plantskolans verksamhetstid odlingsyta för skogsplantor.

Inom Fornåsa 20:1 har förhöjda halter (över KM) av DDT, inklusive nedbrytningsprodukterna DDE och DDD, (hädanefter kallad DDT) konstaterats.

Till följd av detta resultat utfördes kompletterande miljötekniska undersökningar. Resultat visade att halter av DDT kunde verifierades i nivå över KM och att halten sjönk med djupet.

I dag finns en privatbostad på fastigheten, som uppförts efter plantskolans avveckling. Enligt fastighetsägaren finns planer på att i framtiden anlägga en hästhage inom fastigheten.

1.1 Uppdrag och syfte

Wescon Miljökonsult har, på uppdrag av Sveriges geologiska undersökning (SGU), utfört en fördjupad hälsoriskbedömning av DDT inom fastigheten Fornåsa 20:1 i Motala kommun. Syftet med riskbedömningen är att bedöma om uppmätta halter av DDT i jorden innebär en hälsorisk och om det föreligger ett behov av riskreduktion.

1.2 Avgränsning

Riskbedömningen omfattar DDT i ytjord inom fastigheten Fornåsa 20:1 (del av f.d. Älvans skogsplantskola). Skyddsobjekt är människor och hästar som bor och vistas inom fastigheten.

SGU har tidigare gjort en generell riskbedömning av DDT-exponering för Lantbrukare på före detta skogsplanskolor. Resultaten visar att största andelen DDT kommer från mjölk samt kött från djur som betar på förorenade områden, därefter kommer intag av växter. (SGU, 2023) Djur som ger mjölk och/eller kött förekommer inte på Fornåsa 20:1 varför intag av växter är den exponeringsväg som är aktuell i denna fördjupade studie.

1.3 Metod

Även vid KM-scenariot (Naturvårdsverket, 2023), exponeras människor för DDT främst genom intag av växter som är den största exponeringsvägen se Figur 1-1.

Exponeringsvägarnas påverkan på hälsoriskbaserat riktvärde						
Ämne	Påverkan på ojusterat hälsoriskbaserat riktvärde					
	Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag av dricksvatten	Intag av växter
DDT, DDD, DDE	10,9%	0,9%	0,0%	0,1%	2,0%	86,1%

Figur 1-1 Naturvårdsverkets riktvärdesmodell version 2.2 utdrag över exponeringsvägar för DDT.

I Naturvårdsverkets generella modell antas ett teoretiskt upptag i växter vilket sannolikt är en överskattning i många fall. För att undersöka hur mycket DDT som faktiskt tas upp av växter på den aktuella platsen har fördelning av föroreningar i jord och porvatten undersökts genom POM-tester samt genom odlingsförsök där potatis odlats på platsen och DDT-halten analyserats i dessa.

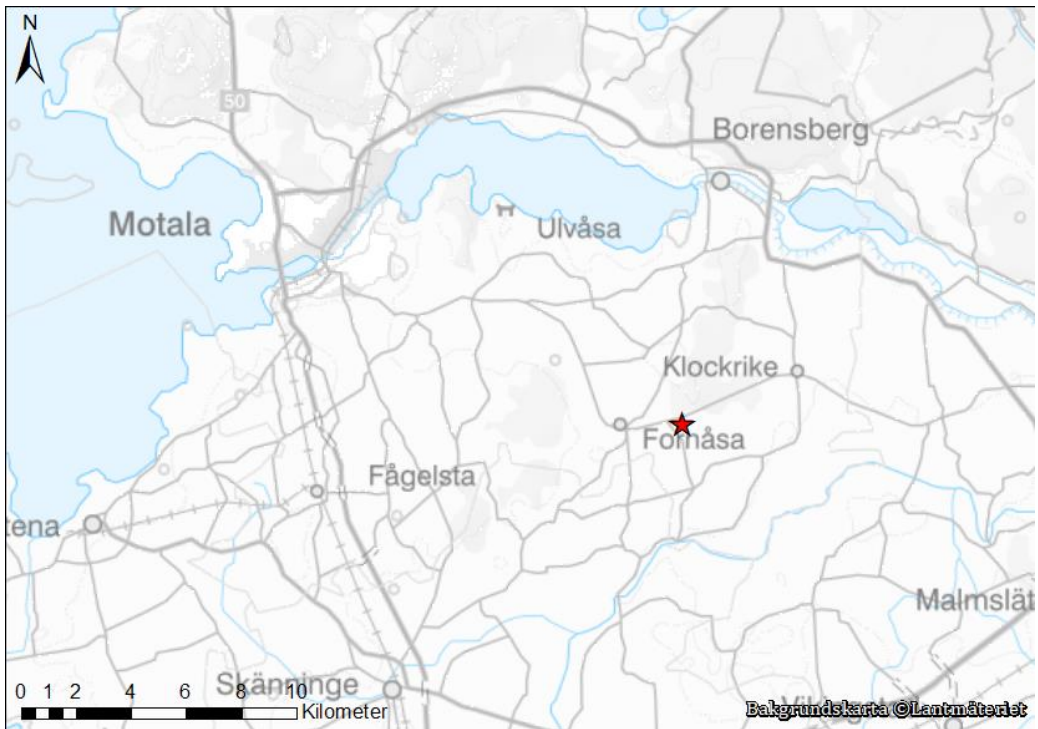
Som underlag för denna riskbedömning och främst för hästars exponering används resultatet från två tidigare utförda riskbedömningar:

- Avseende fördjupad hälsoriskbedömning för hästar i hästhage används rapporten "Riskbedömning av DDT-exponering vid hästverksamhet på f.d. skogsplantaskolor" (SGU, 2022).
- Avseende fördjupad hälsoriskbedömning för människor används rapporten "Riskbedömning av DDT-exponering -landbruksdjur och lantbrukare" (SGU, 2023)

2 Områdesbeskrivning

Den f.d. plantskolan är belägen i samhället Fornåsa utanför Motala, se Figur 2-1.

Fastigheten används idag för bostadsändamål och består av en gräsbevuxen yta som omgärdas av skog och angränsar till andra bostadsfastigheter (Figur 2-2). Enligt fastighetsägaren finns det planer på att iordningställa en hästhage i den östra delen av fastigheten.



Figur 2-1 Undersökningsområdets ungefärliga lokalisering visas med röd stjärna i bild.



Figur 2-2 Fastigheten Fornåsa 20:1 utgörs av privat bostadstomt, planen är att den östra delen ska användas som hästhage.

3 Föroreningsituation

Fastigheten har varit föremål för flera undersökningar.

Under 2018 genomförde WSP en översiktlig undersökning av den f.d. skogsplantskolan där Fornåsa 20:1 utgjorde en av flera fastigheter. Resultatet av ett samlingsprov från fastigheten visar en DDT-halt om 4,8 mg/kg TS. (WSP, 2018)

En hydrogeologisk undersökning genomfördes av Älvan f.d. skogsplantskola under 2019, där Fornåsa 20:1 utgjorde en av flera fastigheter. Slutsatsen är att risken för spridning av DDT från jord till grundvatten är låg. (WSP, 2019)

Undersökningen från 2018 kompletterades 2020 där Fornåsa 20:1 var föremål för undersökningen. Flera stickprover visade en spridning i halt av DDT mellan 4,7-69 mg/kg TS med beräknat medelvärde om 21 mg/kg TS, även dikofol påvisades. (WSP, 2020)

I Tabell 3-1 redovisas de undersökningar som har utgjort underlag till aktuell riskbedömning.

Tabell 3-1 Genomförda undersökningar inom fastigheten Fornåsa 20:1 som ligger till grund för riskbedömningen.

År	Utförare	Omfattning
2022	Wescon Miljökonsult AB	Jordprovtagning i 7 ytor, analys av jord i syfte att erhålla representativa totalhalter inom fastigheten
2023	Wescon Miljökonsult AB	Jordprovtagning i en yta för kontroll av plogdjup och halter i djupare nivåer, jordprovtagning i yta för odlingsförsök genomförande odlingsförsök, POM-tester

Vid den senaste genomförda undersökningen, sommaren 2023, då bland annat plogdjup och halter i djupare nivåer kontrollerades kunde konstateras att det antagna plogdjupet om 0,3 m stämde väl överens med iakttagelser i fält.

3.1 Totalhalter Fornåsa 20:1

En sammanställning av analysresultat för uppmätta representativa totalhalter i jord i respektive egenskapsområde inom undersökningsområdet återfinns i Bilaga 1 och statistisk utvärdering av dessa prover redovisas i Bilaga 2.

För jord i nivå 0,05-0,3 meter under markytan (mumy) är det beräknade medelvärdet av DDT 7,98 mg/kg TS och UCLM95 har beräknats till 8,58 mg/kg TS, se Tabell 3-2. Datat är enligt ProUCL normalfördelat och medelvärdet (8 mg/kg TS) har fortsatt använts som representativ halt för området.

Tabell 3-2 Sammanställning av beräknat medelvärde och UCLM95 för jordprofil 0,05-0,3 m. Beräkningen är utförd på åtta prover uttagna inom fastigheten Fornåsa 20:1. Halterna anges i mg/kg TS.

Ämne	Beräknat medelvärde 0,05-0,3 m	Beräknat UCLM95 0,05-0,3 m	Standardav.	CV
DDT	7,98	8,58	0,90	0,11

Under plogdjupet (> 0,3 mumy) är halten av DDT betydligt lägre, (Wescon Miljökonsult AB, 2023 b). Medelhalterna i beslutsenhet W6 under plogdjupet redovisas i, se Tabell 3-3.

Tabell 3-3 Beslutsenhet W6, totalhalter i nivå djupare än 0,3 m. Halterna anges i mg/kg TS.

Ämne	W6 0,3-0,4 m	W6 0,4-0,5 m	W6 0,5 m
DDT	0,497	0,053	0,036

3.2 Odlingförsök

För att plats specifikt undersöka fördelningen av förorening i jord och porvatten samt det faktiska upptaget i potatis som odlats i jorden grävdes ett potatisland på fastigheten. Prover av jord togs ut för olika typer av analyser och potatis planterades, skördades och analyserades. (Wescon, 2023)

3.2.1 Halt i jord i odlingsyta

Samlingsprov uttogs på jord i tre replikat från potatislandet, nivå 0,05-0,3 m som analyserades med avseende på totalhalt av DDT. Den beräknade medelhalten för området uppgick till 7,64 mg/kg TS och är att jämföra med medelhalten för hela undersökningsområdet om 7,98 mg/kg TS.

Resultaten på tripliketproverna visar på mycket låg variabilitet och att provtagningen är repeterbar och därmed tillförlitlig, se Tabell 3-4.

Tabell 3-4 Totalhalter och beräknad statistik för jord i odlingsyta. Halterna anges i mg/kg TS.

Ämne	W8A	W8B	W8C	Medelhalt	Standardav.	CV
DDT	6,49	9,36	7,06	7,64	1,52	0,20

3.2.2 Halt i potatis

Potatisen har huvudsakligen vuxit i nivån 0-0,3 m. All potatis skördades vid ett tillfälle.

Vid en första analysomgång (omgång 1a) uttogs 40 medelstora potatisar. Dessa delades in i 4 grupper, oskalad och rå, skalad och rå, oskalad och kokt samt skalad och kokt. Därefter analyserades potatisarna på laboratorium för halt av DDT, se Tabell 3-5.

De oskalade potatisarna påvisade högst halter, därför utfördes analyser även för B och C prov för de två grupperna (omgång 1b), se Tabell 3-6.

En andra analysomgång utfördes på potatisar som var skalade och kokta, då de bedöms som det vanligaste tillredningssättet före förtäring. Dessa potatisar plockades ur lådan med samtliga kvarvarande skördade potatisar från hela växtdjupet (Tabell 3-7), vilket innebär att växtdjupet för vissa potatisar kan vara djupare än 0,3 m.

Tabell 3-5 Analysomgång 1a, DDT-halt i potatis i mg/kg samt torrvt i %.

Omgång 1a	Grupp 1 A oskalad & rå	Grupp 2 A skalad & rå	Grupp 3 A oskalad & kokt	Grupp 4 A skalad & kokt
Torrvt %	33,4	34	25,8	21,6
DDT	0,0808	0,0089	0,0166	0,0042

Tabell 3-6 Analysomgång 1b, DDT-halt i potatis i mg/kg samt torrvt i %

Omgång 1b	Grupp 1 B oskalad & rå	Grupp 1 C oskalad & rå	Grupp 3 B oskalad & kokt	Grupp 3 C oskalad & kokt
Torrvt %	23,7	23,1	25,8	21,6
DDT	0,0633	0,0599	0,0229	0,0449

Tabell 3-7 Analysomgång 2, DDT-halt i potatis i mg/kg samt torrvt i %

Omgång 2	Grupp 4 skalad & kokt	Grupp 4 skalad & kokt	Grupp 4 skalad & kokt
Torrvt %	27,7	26,9	28,4
DDT	0,0058	0,0047	0,0041

3.3 POM-tester

Eftersom biotillgängligheten av hydrofoba organiska ämnen minskar med tiden som föroreningen befinner sig i jorden ger jämförelsen mellan en uppmätt total koncentration i jorden med ett generellt riktvärde för jord ofta en överskattning av risken. Föroreningsens biotillgänglighet påverkas av de platsspecifika förutsättningarna, däribland hur innehåll av organiskt kol, lerhalt och pH. För att få en mer rättvisande bild av föroreningsens biotillgänglighet kan POM-tester användas som utgår från den fritt lösta porvattenkoncentrationen i stället för total halt. (SGI, 2020)

Inom ramen för uppdraget har tre POM-tester genomförts på jord från det förorenade området hos SLU enligt SGI:s metodbeskrivning (SGI, 2022). Med hjälp av dessa tester kan porvattenkoncentrationen uppskattas, tillika den halt som är tillgänglig för växter att ta upp. Vid POM-test skakas en passiv provtagare i form av en plastrensa av polyoxymetylen tillsammans med jord och vatten till dess att jämvikt uppstår. Genom att mäta koncentrationen i plasten kan sedan föroreningshalten i porvattnet räknas ut. Det görs med hjälp av förutbestämda ämnesspecifika fördelningskonstanter, det vill säga den föroreningshalt som är tillgänglig för växter. Testet utförs under mättade förhållanden och ger sannolikt ett mått på den maximala halten DDT som skulle kunna förekomma i porvattnet, dvs ett worst case-scenario.

Resultatet från de genomförda POM-testerna redovisas i Tabell 3-8 tillsammans med resultat från blankprov.

Tabell 3-8 Beräknad halt i porvatten ($C_{w,free}$) utifrån resultat från POM-tester. Halterna redovisas i ng/l.

Prov	o,p'- DDT	p,p'- DDT	o,p'- DDE	p,p'- DDE	o,p'- DDD	p,p'- DDD	Sum DDT
POM Blank	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
POM A W8A	41	211	1,5	70	3,3	17	345
POM B W8B	47	216	1,6	76	3,4	19	362
POM C W8C	50	236	1,6	75	3,6	20	385
Medel $C_{w,free}$							364

4 Spridning

Föroreningen förekommer i ytlig jord, 0,05-0,3 m, och kan spridas genom damning, upptag i växter och vidhäftning vid växter som nyttjas som föda till hästar och människor.

Enligt avsnitt 1.2 utgör exponeringsvägarna för inandning av damm och hudkontakt en mycket liten andel av den totala exponeringen varför spridningsvägar avseende damm inte utreds närmare i detta kapitel.

4.1 Upptag av DDT i växter

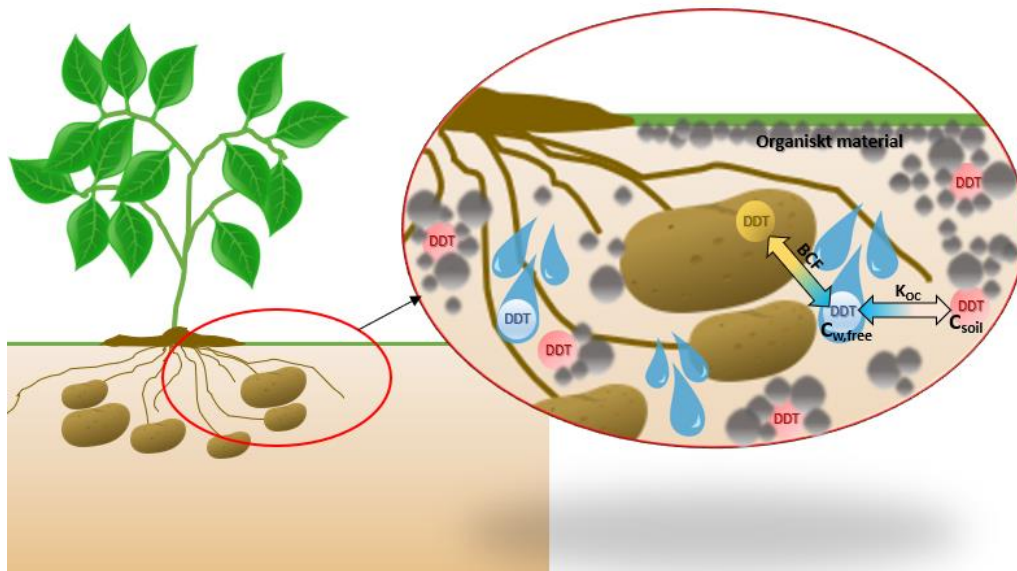
Växter inom förorenade områden kan ta upp föroreningar via rötterna, genom deponering av jordpartiklar på växtens ytor eller genom upptag av ångor genom växtytan. Naturvårdsverkets generella antaganden för upptag av föroreningar i växter baserar sig på antagandet att koncentrationen av en förorening i en växt står i jämvikt med föroreningens koncentration i marken.

NV beräkningsmodell beräknar en växtupptagningsfaktor som beskriver föroreningarnas jämviktskoncentration i växten. En växtupptagningsfaktor används för att representera upptaget till växtens rottdelar, BCF_{root} , och en faktor för växtens ovanjordssdelar (blad, stam och frukt) BCF_{stem} . Med avseende på DDT:s hydrofoba egenskaper kommer upptaget i rötterna vara större än i växtdelar ovan jord.

I NV beräkningsmodell beskrivs upptaget i rötter som en jämviktsprocess som styrs av bland annat porvattenkoncentrationen och halten organiskt kol i växten. Växterna kan endast ta upp den DDT som finns löst i porvattnet ($C_{w,free}$).

Porvattenkoncentrationen för DDT beräknas från totalhalten i jord och fördelningskoefficienten K_{OC} samt halt i organiskt kol i jord.

I Figur 4-1 visas en förenklad transportmodell för upptag av DDT i växter från jord.



Figur 4-1 Förenklad transportmodell upptag i växter.

4.1.1 Beräkning av platsspecifika K_{OC} -värden

POM-testerna har använts för att beräkna upptaget i växter. Det första steget i denna beräkning är att ta fram platsspecifika K_{OC} -värden (ämnets fördelning mellan vatten och organiskt kol). Beräkningen sker enligt följande formel:

$$K_{OC} = \frac{C_{soil} / C_{W,free}}{f_{OC}}$$

där:

C_{soil} är totalhalten i jord

$C_{W,free}$ är beräknad porvattenhalt från POM-test

f_{OC} är halten organiskt kol i jorden

K_{OC} -värden har beräknats för sex DDT och presenteras i Tabell 4-1 tillsammans med Naturvårdsverkets antagna värde. Beräkningar redovisas i Bilaga 3.

Tabell 4-1 Beräknade K_{oc} -värden (l/kg) utifrån POM-tester.

Ämne	W8A	W8B	W8C	NV (Naturvårdsverket, 2016)
DDD, o,p'-	$5,38 \cdot 10^6$	$4,38 \cdot 10^5$	$3,39 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^5$
DDD, p,p'-	$7,05 \cdot 10^6$	$3,76 \cdot 10^5$	$3,17 \cdot 10^5$	$2,25 \cdot 10^5$
DDE, o,p'-	$4,60 \cdot 10^5$	$3,00 \cdot 10^5$	$2,56 \cdot 10^5$	$1,53 \cdot 10^5$
DDE, p,p'-	$6,98 \cdot 10^5$	$1,28 \cdot 10^6$	$1,12 \cdot 10^6$	$1,55 \cdot 10^5$
DDT, o,p'-	$5,85 \cdot 10^5$	$2,12 \cdot 10^6$	$5,46 \cdot 10^5$	$1,53 \cdot 10^5$
DDT, p,p'-	$4,87 \cdot 10^5$	$1,24 \cdot 10^6$	$9,42 \cdot 10^5$	$1,56 \cdot 10^5$

Vid beräkning K_{oc} för DDT används ett viktat medelvärde enligt Naturvårdsverkets beräkningsmodell (Naturvårdsverket, 2016). Viktningen i modellen baserar sig på typiska fördelningar i DDT-förorenad jord, vilka stämmer relativt bra överens med den fördelning som finns inom Fornåsa 20:1, se

Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Procentuell fördelning mellan DDT och dess metaboliter.

Prov	Procentuell fördelning NV datablad	Procentuell fördelning Fornåsa 20:1
DDD, o,p'-	8	1,7
DDD, p,p'-	15	11
DDE, o,p'-	3	0,2
DDE, p,p'-	20	22
DDT, o,p'-	15	13
DDT, p,p'-	40	52

Utifrån den faktiska fördelningen mellan metaboliterna för Fornåsa erhålls ett K_{oc} -värde för DDT på 1 040 000 vilket fortsatt tillämpas i riskbedömningen.

Enligt Naturvårdsverkets beräkningsmodell är det generella antagandet för K_{oc} för DDT 180 000, resultatet från ovanstående beräkning visar att det platsspecifika K_{oc} -värdet är ca sex gånger högre. Det innebär att DDT binder

hårdare till jorden och den tillgängliga koncentrationen i porvattnet ($C_{W,free}$) som kan tas upp i växter är betydligt lägre inom Fornåsa 20:1 än i Naturvårdsverkets generella antagande.

5 Skyddsobjekt och exponeringsvägar

De aktuella skyddsobjekten är människor (vuxna och barn) och hästar som bor och vistas inom fastigheten.

De exponeringsvägar som har identifierats för människor respektive hästar listas i Tabell 5-1. De främsta exponeringsvägarna är intag av växter och intag av jord (se avsnitt 1.2).

Tabell 5-1 Skyddsobjekt och exponeringsvägar för Fornåsa 20:1.

Exponeringsvägar	Skyddsobjekt	
	Boende (vuxna och barn)	Hästar
Intag av växter	Ja	Ja
Intag av jord	Ja	Ja
Inandning av damm	Ja (liten)	Ja (liten)
Hudkontakt jord/damm	Ja (liten)	Ja (liten)

6 Övergripande åtgärds mål

Som övergripande åtgärds mål för fastigheten Fornåsa 20:1 föreslås följande formuleringar:

- Människor (vuxna och barn) ska kunna bo på fastigheten utan oacceptabla risker för hälsan.
- Människor (vuxna och barn) ska kunna konsumera egenodlade växter från fastigheten utan oacceptabla risker för hälsan.
- Hästar ska kunna vistas i hage och beta utan oacceptabla risker för hälsan. Huvudsaklig föda tas till platsen.

7 Hälsoriskbedömning människor

Hälsoriskbedömningen görs för människor (vuxna och barn) som bor och vistas inom fastigheten Fornåsa 20:1.

Identifierade exponeringsvägar är intag av jord, inandning av damm, hudkontakt och intag av växter. Exponeringsvägarna inandning av damm och hudkontakt är enligt beräkningsmodellen (Figur 1-1) små och utreds därför inte närmare.

Indata för beräkningar antas i stort vara samma för Fornåsa 20:1 som den generella modellen när det gäller människors exponering och exponeringstider. I Naturvårdsverkets generella antagande för KM-scenario är andelen intag av egenodlade grönsaker 10 % av det totala växtintaget. Bedömningen är att inom en fastighet som Fornåsa 20:1 kan intaget vara större än 10 %, därför har även scenarier med andel intag av egenodlade grönsaker om 25 % och 50 % använts vid beräkning av doser och platsspecifika riktvärden. I en av de tidigare riskbedömningarna där lantbrukares exponering har bedömts var intaget av egenodlade växter satt till 10 % (SGU, 2023).

Resultat från POM-analyserna har använts för att justera indata i beräkningsverktyget, porvattenhalt och K_{oc} .

Platsspecifika data presenteras i Tabell 7-1.

Tabell 7-1 Platsspecifika data för hälsoriskbedömning.

Parametrar	NV generella antaganden	Platsspecifika data för Fornåsa 20:1	Underlagsdata
Intag av egenodlade grönsaker	10%	10% (Scenario A) 25% (Scenario B) 50% (Scenario C)	Antagna scenarier
TS-halt	68 %	97,7 %	Analysdata för jord i odlingsytan
TOC	2%	1,98 %	Analysdata för jord i odlingsytan
Porvattenhalt i jord	0,0023 mg/l	0,0006 mg/l	Resultat från POM-analyser. (hämtat från fliken halter i beräkningsmodellen)
K_{oc}	180 000	1 040 000 (se avsnitt 4.1.1)	Resultat från POM-analyser

7.1 Halt i växter

7.1.1 Generella riktvärden

Naturvårdsverkets generella modell ger vid en halt i jord om 8 mg/kg TS (representativ halt DDT) en halt i bladgrönsak om 0,2 mg/kg TS och i rotsak 3,3 mg/kg TS. Eftersom halten i rotsaker är betydligt högre än i bladgrönsaker är det rotsaker som använts som jämförelse i denna riskbedömning.

7.1.2 Torrviktsjusterade halter i potatis

Analysresultaten för DDT har med hjälp av provets torrsvikt i % justerats till mg/kg TS. Halterna har sedan jämförts med varandra mellan och inom de olika grupperna, se Tabell 7-2.

Tabell 7-2 Torrviktsjusterad halt DDT i potatis. Halterna anges i mg/kg TS.

Provdjup (m)	Triplikat	Grupp 1 oskalad & rå	Grupp 2 skalad & rå	Grupp 3 oskalad & kokt	Grupp 4 skalad & kokt
0,05-0,3 m	A-prov	0,2419	0,026	0,0643	0,019
	B-prov	0,2669		0,0902	
	C-prov	0,2593		0,1796	
0,05-ca 0,3 m	A-prov				0,021
	B-prov				0,0174
	C-prov				0,0213

Statistisk beräkning har utförts för de torrviktsjusterade halterna för triplikatproven. Sammanställning av resultatet visas i Tabell 7-3.

Triplikatproverna visar på låg variabilitet och provtagningen är därmed repeterbar och resultatet tillförlitligt.

Tabell 7-3 För de torrviktsjusterade halterna för prov med triplikatanalyser. Halterna anges i mg/kg TS.

Prov	Min-halt	Max-halt	Medelhalt	Standard-avvikelse	CV
W1 (oskalad, rå)	0,242	0,267	0,2561	0,0128	0,05
W2 (oskalad, kokt)	0,064	0,180	0,1114	0,0605	0,54
W5 (skalad, kokt)	0,017	0,021	0,0199	0,0022	0,11

7.1.3 Jämförelse mellan resultat från odlingsförsök och beräknat upptag i växter utifrån POM

För att erhålla ett säkrare underlag för bedömning har analysresultat från både odlingsförsök och POM-tester använts för att mäta respektive beräkna upptag i växter. Jämförelsen mellan de olika testerna redovisas i Tabell 7-4 och Figur 7-1 nedan.

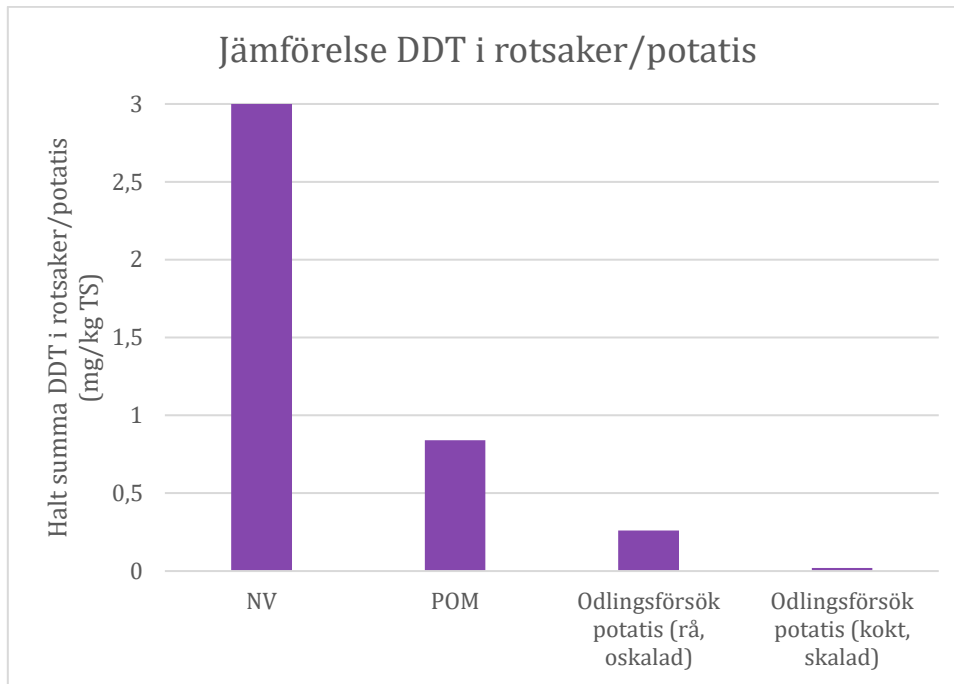
Beräkning med Naturvårdsverkets beräkningsverktyg och generella antaganden är det mest konservativa och ger den högsta halten i rotsak av de olika metoderna, 3,3 mg/kg TS.

Beräkning i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg med platsspecifika indata för K_{oc} , TOC och TS ger en lägre halt i rotfrukt, 0,87 mg/kg, ca 30 % av den generella halten.

Faktiskt halt i potatis, beräknad som medelhalt, som odlats inom Fornåsa 20:1 är för oskalad & rå 0,26 mg/kg TS och för skalad & kokt 0,02 mg/kg TS, ca 10 % respektive 1 % av den framräknade halten med generella antaganden.

Tabell 7-4 Halt (torrvikt) DDT i potatis/rotfrukt med olika metoder. Halten anges i mg/kg.

Ämne	NV beräkningsverktyg generella indata, för rotsak	NV beräkningsverktyg med platsspecifik K_{oc}	Halt i potatis (rå, oskalad)	Halt i potatis (skalad, kokt)
DDT rotsak/ potatis	3,3	0,87	0,26	0,02



Figur 7-1 Uppmätta halter av summa DDT mg/kg TS i rotsaker enligt Naturvårdsverkets beräkningsmodell med generellt och platsspecifikt K_{oc} -värde (POM) samt uppmätta halter av DDT i potatis.

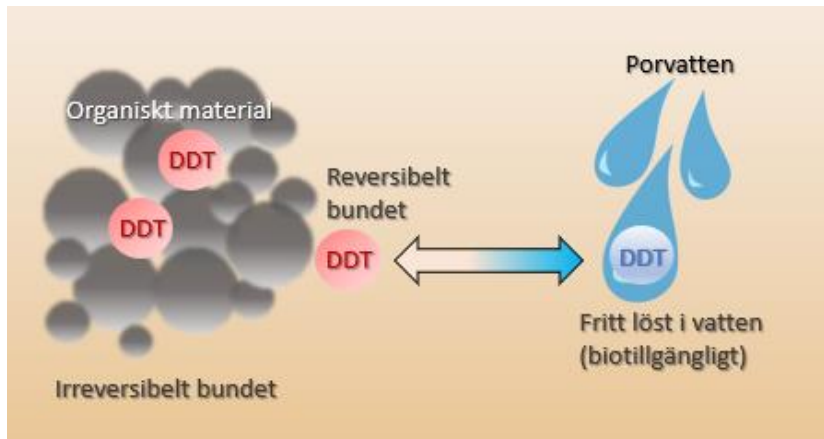
Odlingsförsöket visar på en tydlig skillnad i DDT-halt om potatisen har skalet kvar eller är skalad. Högsta halterna påvisades i oskalad och rå potatis och lägsta halter i skalad och kokt potatis som antas vara det vanligaste tillredningssättet, en skillnad med en tiopotens.

Skillnaden i upptag i växter mellan odlingsförsök och POM-testerna kan delvis förklaras genom att POM-testerna inte fullt återspeglar de naturliga förhållandena då jorden skakas tillsammans med vatten under mätande förhållanden vilket kan generera en högre utlakning. Resultatet från POM-testet är därmed sannolikt ett worst case-scenario.

Åldrandets påverkan på DDT:s biotillgänglighet

Det finns flera studier som visar att åldrandet är en viktig faktor som påverkar DDT:s biotillgänglighet. Det totala innehållet av en förorening i en åldrad förorenad jord kan delas upp i irreversibelt bundet, reversibelt bundet och fritt löst (Figur 7-2).

Den reversibelt bundna andelen och den fritt lösta är den tillgängliga andelen, vilken kan bli biotillgänglig över tid. En definition på irreversibelt bundna föroreningarna är att de inte kan lakas ut med enbart vatten även om lakningsprocessen får fortgå under extremt lång tid. Med tiden som föroreningen åldras sker hårdare inbindning till jorden och en större andel blir därmed irreversibelt bundet. (SGI, 2020).



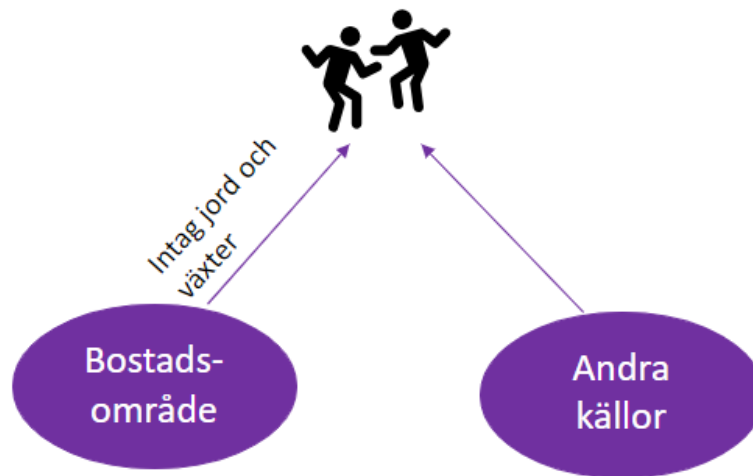
Figur 7-2 Irreversibelt och reversibelt bunden DDT i jord. Tolkat från SGI 2020.

Ett exempel på studier som undersökt åldrandets avgörande för DDT:s biotillgänglighet är *Effect of Aging on Bioaccessibility of DDTs and PCBs in Marine Sediment*. I denna studie på havssediment studerades sedimentkärnor och resultaten tyder på att åldrandet kraftigt minskade biotillgängligheten. Utifrån resultatet konstaterade forskarna att i och med att användning av bl a DDT upphörde för många år sedan kan minskningen av deras biotillgänglighet till följd av åldrande vara universell. (Taylor, Wang, Liao, Schlenk, & Gan, 2019)

7.2 Doser och hälsoeffekter

Människor exponeras för DDT främst via intag av växter och därefter intag av jord. Barn är de känsligaste individerna och därför har beräkningar gjorts utifrån barn.

För vistelse inom Fornåsa 20:1 kan dosen DDT som människor exponeras för via intag av växter och intag av jord beräknas utifrån den representativa halten av DDT i jorden. Genom att lägga till exponering från andra källor kan även den totala dosen som människor exponeras för beräknas. Se Figur 7-3



Figur 7-3 Exponering från intag av jord och växter inom bostadsmark kan beräknas och summeras med exponering från andra källor vilket ger den totala exponeringen som en människa kan utsättas för.

Naturvårdsverkets beräkningsverktyg har använts för inmatning av platsspecifika data. Egna "ämnen", DDT mod och DDT mod 2, har skapats utifrån DDT. DDT mod har det platsspecifika K_{OC} -värdet och DDT mod 2 har förutom det platsspecifika K_{OC} -värdet även en ansatt acceptabel riskkvot om 0,75 (75% av TDI). Inmatning av andel egenodlade växter ger ett hälsoriskbaserat riktvärde. Naturvårdsverkets KM-scenario används för jämförelse.

7.2.1 TDI och riskkvot

För ämnen med tröskeeffekter bedöms hälsoeffekter uppkomma över en viss dos. Den anges som tolerabelt dagligt intag, TDI, mg/kg kroppsvikt och dag, vid oralt intag. Schablonmässigt får maximalt 50 % av TDI komma från exponering från det förorenade området. TDI för DDT är $0,0005 \text{ mg}/(\text{kg kroppsvikt, dag}) = 500 \text{ ng}/(\text{kg kroppsvikt, dag})$. För en vuxen som väger 70 kg är alltså TDI ($500 \cdot 70 = 35\,000$) 35 μg DDT/dag och för ett barn som väger 15 kg är TDI ($500 \cdot 15 = 7\,500$) 7,5 μg DDT/dag.

Enligt Naturvårdsverkets beräkningsmodell får 50 % av TDI för DDT intecknas av det förorenade området, för att ge utrymme för exponering från andra källor. Det betyder att den acceptabla riskkvoten är 50 %. (Naturvårdsverket, 2009)

Beräkningar har gjorts för tre olika scenarier där andel intag av egenodlade grönsaker skiljer sig åt. I scenario A som motsvarar Naturvårdsverkets generella antaganden för KM är andelen intag av egenodlade grönsaker 10 %, i scenario B är andelen 25 % och i scenario C är den 50 %.

7.2.2 Exponering från andra källor

Den huvudsakliga exponeringen för DDT är via intag av livsmedel.

Livsmedelsverket anger att den generella exponeringen för DDT via mat är låg. Intaget av DDT har även minskat kraftigt under 2000-talet. Genomsnittligt intag av DDT beräknades 2005 till 292 ng/dag. Det är en kraftig minskning jämfört med beräkningarna från 1999 med ett intag om 523 ng/dag. EFSA redovisade 2006 ett medelintag via dieten på exponeringsnivå som utgör mindre än en tiondel av TDI-värdet. (Naturvårdsverket, 2016)

Människor exponeras för DDT främst via feta animaliska livsmedel (fisk, mjölk och kött). Halterna av DDT i fisk och modersmjölk har sjunkit sedan 1970-talet. Medelintag via kosten för barn var 3 ng/(kg kroppsvikt, dag) 2010. (Västra Götalandsregionen Miljömedicinskt Centrum, 2013)

Utifrån ett dagligt intag på 292 ng har beräkningar gjorts för hur stor andel av TDI detta motsvarar samt hur stor andel av TDI som barns dagliga intag av DDT motsvarar.

Vuxna:

$292 \text{ ng/dag} / 70 \text{ kg} = 4 \text{ ng/kg kroppsvikt, dag}$

$4 \text{ ng/(kg kroppsvikt, dag)} / 500 \text{ ng/(kg kroppsvikt, dag)} = 0,008 = 0,8 \%$

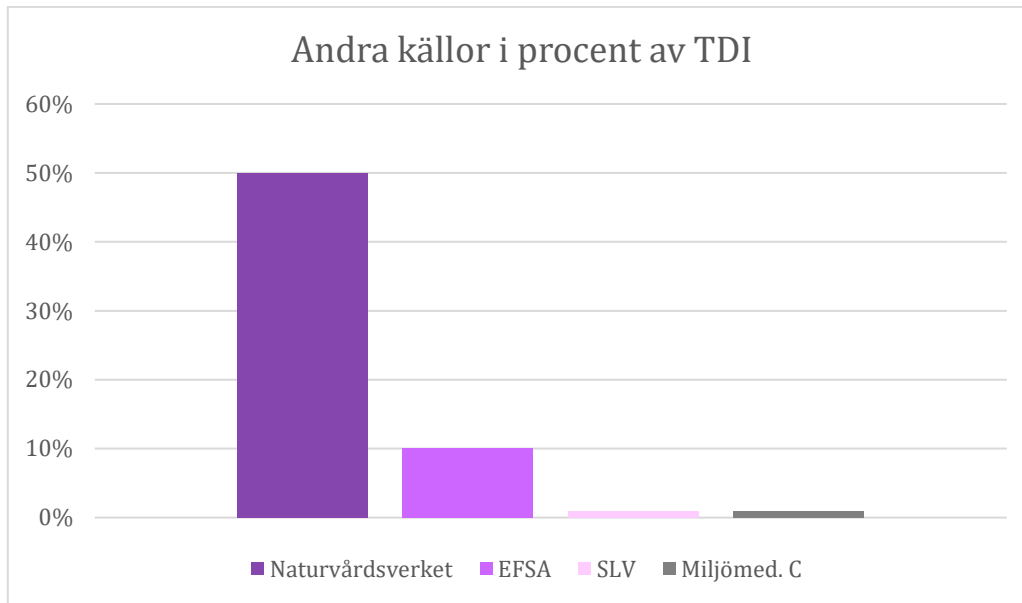
Barn:

$3 \text{ ng/(kg kroppsvikt, dag)} / 500 \text{ ng/(kg kroppsvikt, dag)} = 0,006 = 0,6 \%$

Genomsnittligt intag av DDT om 292 ng/kg kroppsvikt, dag, motsvarar alltså ett intag om 0,8 % av TDI för vuxna. Medelintag av DDT via kosten är för barn, 3 ng/kg kroppsvikt, dag. Jämfört med TDI är det tillskottet 0,6 %, alltså litet.

Dessa tre källor visar att exponeringen av DDT är låg, som mest <10% av TDI vilket även åskådliggörs i Figur 7-4:

EFSA (2006)	<10% av TDI
Livsmedelsverket, SLV (2005)	<1% av TDI
Miljömedicinskt centrum (2013)	<1% av TDI



Figur 7-4 Uppgifter om hur stor andel av TDI som andra källor till exponering av DDT utgör.

Att endast 50 % av intecknandet av TDI får komma från det förorenade området bedöms vara konservativt antaget då exponering via den huvudsakliga exponeringskällan som är livsmedel av animaliskt ursprung endast motsvarar 10 % av TDI. (SGU, 2023)

7.2.3 Doser utifrån POM-resultat

För att räkna ut dosen för de olika exponeringarna har för intag av växter och jord den procent som beräkningsverktyget visar för exponeringsvägen i Flik Riktvärden använts, se Tabell 7-5.

Tabell 7-5 Hälsoriskbaserat riktvärde samt procent av envägsexponering för de olika scenarierna.

Scenario	Andel intag av egenodlade växter (%)	Hälsoriskbaserat riktvärde DDT (mg/kg TS)	Intag av jord (%)	Intag av växter (%)	Övriga exponeringsvägar (%)
Scenario A*	10	12	39	57	4
Scenario B*	25	6,6	21	77	2
Scenario C*	50	3,7	12	87	1
NV KM	10	3,5	11	88	1

*Utgår från eget ämne "DDT mod"

Dos-beräkningar har gjorts i Excel för de olika scenarierna, se Bilaga 4.

Dosen från det förorenade området beräknas (dos för intag av grönsaker plus dos för intag av jord). Beräkningar har gjorts för de olika scenarierna. Doserna redovisas i Tabell 7-6. För varje scenario har det räknats fram vilken halt i jord (mg/kg TS) som den aktuella dosen motsvarar.

Tabell 7-6 Beräknade doser från det förorenade området för scenarierna A, B och C, samt hur stor andel av TDI som respektive dos motsvarar.

	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Andel intag av egenodlade grönsaker	10 %	25 %	50 %
Dos intag grönsaker (mg/kg bw, dag)	$1,44 \cdot 10^{-4}$	$1,93 \cdot 10^{-4}$	$2,18 \cdot 10^{-4}$
Dos intag jord (mg/kg bw, dag)	$9,38 \cdot 10^{-5}$	$5,25 \cdot 10^{-5}$	$2,98 \cdot 10^{-5}$
Total dos från förorenat område (mg/kg bw, dag)	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,45 \cdot 10^{-4}$	$2,48 \cdot 10^{-4}$
Andel av TDI (%)	48	49,0	49,5
Halt i jord för scenarier (mg/kg TS)	12	6,6	3,7

För att kontrollera vilken dos som de olika scenarierna ger inom Fornåsa 20:1 har beräkningar gjorts utifrån den faktiska halten i jord, 8 mg/kg TS och platspecifikt K_{OC} -värde. Resultaten visar att scenario A utgör en total dos från det förorenade området som motsvarar 31% av TDI och B-scenariots dos motsvarar 60% av TDI medan C-scenariot är mer än 100 % av TDI, se Tabell 7-7.

Tabell 7-7 Beräknad dos (mg/kg bw, dag) för de olika scenarierna utifrån representativ halt i jord på 8 mg/kg TS.

	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Intag växter	9,44E-05	2,36E-04	5,72E-04
Intag jord	6,25E-05	6,25E-05	6,25E-05
Total dos från Fornåsa 20:1	1,57E-04	2,99E-04	6,35E-04
Andel av TDI	31%	60%	127%

Både scenario A och B ger utrymme för exponering från andra källor medan scenario C ger en högre dos än vad som är acceptabelt.

7.2.4 Doser utifrån uppmätt halt i potatis

Doser har också beräknats utifrån den uppmätta halten i potatis som odlats inom Fornåsa 20:1. POM-analys ger ett platsspecifikt K_{OC} -värde som tillsammans med andra platsspecifika data som TS och TOC ger det maximala upptaget i rotsak. Halt i rotsak utifrån dessa platsspecifika data ger en lägre halt än NVs generella antaganden men en högre halt än de faktiska halterna i potatis (se avsnitt 7.1.3).

Intag av växter

För att beräkna dos har intag av potatis, andra rotsaker och bladgrönsaker summerats.

Enligt Jordbruksverket var konsumtionen av färsk matpotatis under 2012 45 kg per person och år (Jordbruksverket, 2013). Enligt NVs generella antaganden antas en vuxen person äta 400 g grönsaker per dag (rot- och bladgrönsaker) vilket motsvarar ett totalt intag på ca 150 kg per år. 45 kg potatis per person och år utgör därmed ca 30 % av totala intaget av växter.

Ett barn antas äta 250 g rot- och bladgrönsaker per dag vilket motsvarar ett totalt intag på ca 90 kg per år. Med samma antagande som för vuxna att ca 30 % av totala intaget av växter utgörs av potatis har dosberäkningar gjorts för de olika scenarierna. Antagen andel potatis, övrig rotsak och bladgrönsak framgår av Tabell 7-8.

Tabell 7-8 Intag växter – andel potatis, övriga rotsaker samt bladgrönsaker.

Intag växter	Andel
Potatis	30%
Övriga rotsaker	20%
Bladgrönsaker	50%

Halter i växter

Nedan listade antaganden har gjorts för uppskattning av halter i potatis, övriga rotsaker samt bladgrönsaker:

- För potatis har medelvärdet av uppmätt halt i kokt skalad potatis och kokt oskalad potatis använts.
- Övriga rotfrukter har beräknats enligt formler i Naturvårdsverkets rapport 5976 (avsnitt 4.6 och bilaga 3) utifrån det platsspecifika K_{OC} -värdet (POM).
- Bladgrönsaker har beräknats i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg med det platsspecifika K_{OC} -värdet (POM).

Dosberäkning

En sammanställning av genomförda dosberäkningar presenteras i Tabell 7-9 och fullständiga beräkningar av doser via intag av växter återfinns i Bilaga 4. Beräkningar har gjorts för respektive scenario och den totala dosen har jämförts med TDI. Det totala intaget av växter utgår från barn (styrande) och är samma som det generella antagandet, 250 g per dag.

Tabell 7-9 Doser (mg/kg bw, dag) har beräknats utifrån uppmätt halt i potatis och utifrån platsspecifika K_{OC} -värden för bladgrönsaker och övriga rotfrukter. Total mängd grönsaker som intas per dag uppgår till 250 g (barn).

	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Intag växter	7,09E-05	1,77E-04	3,54E-04
Intag jord	6,25E-05	6,25E-05	6,25E-05
Total dos från Fornåsa 20:1	1,33E-04	2,40E-04	4,17E-04
Andel av TDI	27%	48%	83%

Doserna för de olika scenarierna har jämförts med TDI som visar att vid 10% intag av växter från Fornåsa så tas knapp 30 % av TDI i anspråk, vid 25% intag av växter från Fornåsa intecknas knappt hälften av TDI och för 50 % intag av växter från Fornåsa drygt 80% av TDI.

På 1960-talet var konsumtionen av potatis den dubbla jämfört med 2012. Det beror på att potatis succesivt har ersatts av bland annat pasta och ris (Jordbruksverket, 2013). Förutsättningarna inom Fornåsa innebär möjligheter till relativt stor odling för egen konsumtion av potatis. Därför har ytterligare en dosberäkning genomförts där mängden intag av potatis dubblerats. Det innebär ett totalt intag av växter om 330 g/dag jämfört med NV antagande om 250 g. Beräkningen har i övrigt utförts på samma sätt som ovan.

Tabell 7-10 Doser har beräknats utifrån uppmätt halt i potatis och utifrån platsspecifika K_{oc} -värden för bladgrönsaker och andra rotfrukter. Total mängd intag av växter 330 g/dag.

	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Intag växter	8,12E-05	2,03E-04	4,06E-04
Intag jord	6,25E-05	6,25E-05	6,25E-05
Total dos från Fornåsa 20:1	1,44E-04	2,66E-04	4,68E-04
Andel av TDI (%)	29	53	94

Dos vid 100 % intag av egenodlad potatis

Dosberäkning har även genomförts utifrån antagandet att all potatis som förtärs kommer från området, dvs ett barn äter 250 g potatis från området per dag. Scenariot bedöms osannolikt men finns ändå med för jämförelse. Beräkning har gjorts för medelhalten i olika grupper av potatisar och visar att 100% intag av:

- Kokt skalad potatis motsvarar ca 17 % av TDI
- Kokt oskalad potatis motsvarar ca 91 % av TDI
- Rå oskalad potatis motsvarar ca 228 % av TDI

Dosen från intag av jord motsvarar 13 % av TDI

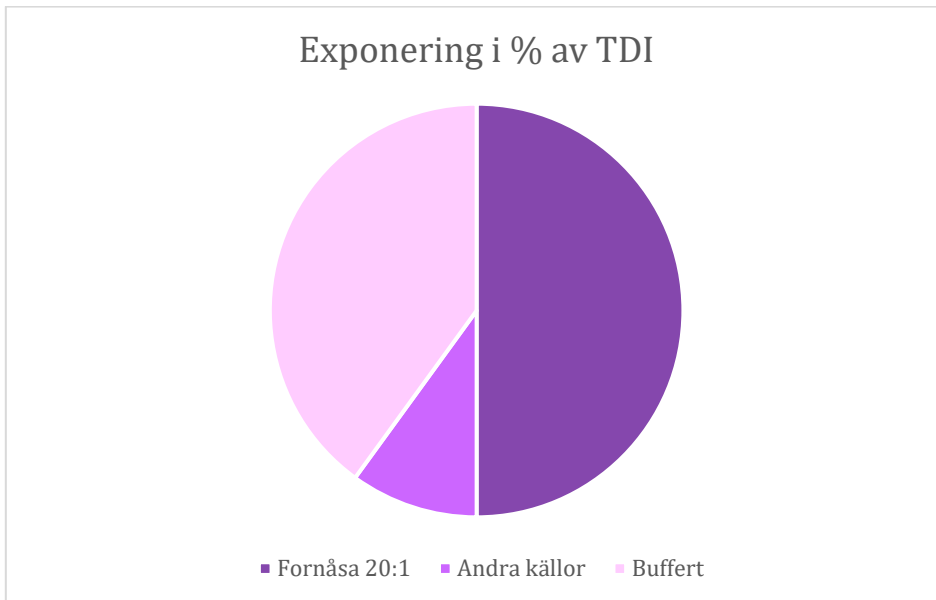
Det innebär att kokt skalad potatis tillsammans med intag av jord motsvarar 30 % av TDI. För kokt oskalad och rå potatis erhålls en dos över TDI.

7.3 Acceptabel riskkvot

Naturvårdsverkets antagande är att acceptabel riskkvot är 0,5, dvs att 50 % av TDI får komma från det förorenade området. EFSA, Livsmedelsverket och Miljömedicinskt centrum visar att andra källor som mest utgör 10 % av TDI, sannolikt mindre.

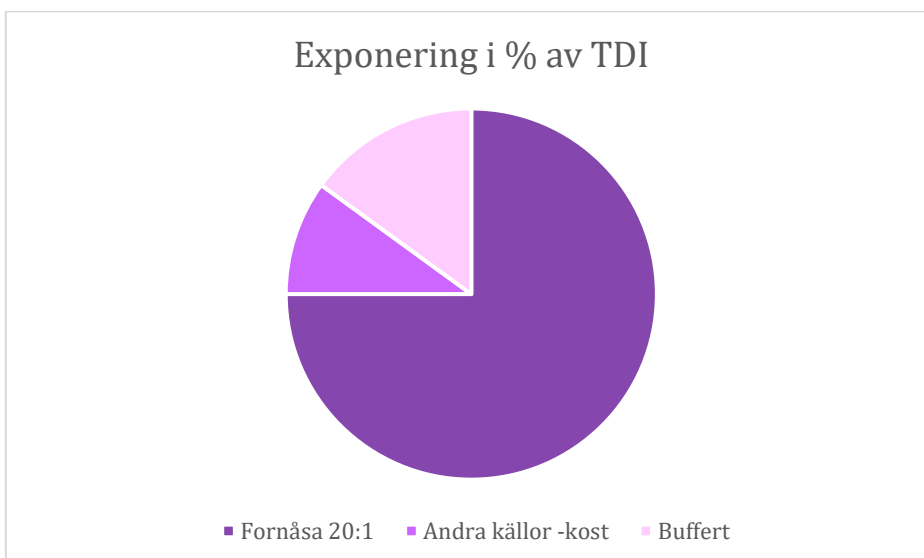
Naturvårdsverkets beräkningsmodell räknar fram den acceptabla dosen utifrån att 50 % av TDI intecknas av det förorenade området. Vid antagandet att 10 %

kommer från andra källor innebär det att totalt 60 % av TDI tas i anspråk, vilket i sin tur innebär att det finns utrymme för ytterligare 40 % exponering innan nivån för vad som anses vara en acceptabel risk tangeras. Acceptabel riskkvot om 0,5 visas i Figur 7-5.



Figur 7-5 Acceptabel riskkvot 0,5, 50% av TDI får intecknas från det förorenade området.

Ett antagande att det förorenade området kan inteckna 75 % av TDI i stället för 50 % ger utrymme för 10 % från livsmedel och 15% ytterligare från andra källor, Vilket får anses vara ett konservativt antagande. En justerad acceptabel riskkvot om 0,75 redovisas i Figur 7-6.



Figur 7-6 Acceptabel riskkvot 0,75, 75 % av TDI från intecknas från det förorenade området.

En justering av Naturvårdsverkets acceptabla riskkvot om 0,5 till 0,75 för de olika scenarierna för intag av växter innebär att de acceptabla halterna i jord ökar vilket redovisas i Tabell 7-11. Uttagsrapporter från Naturvårdsverkets beräkningsverktyg återfinns i Bilaga 5 där den justerade riskkvoten till 0,75 motsvarar det egna ämnet DDT mod 2.

Tabell 7-11 Jämförelse av acceptabel halt i jord för de olika scenarierna vid riskkvoterna 50 % och 75 %.

Andel intag egenodlade grönsaker (%)	Riskkvot 0,5 acceptabel halt i jord (mg/kg TS)	Riskkvot 0,75 acceptabel halt i jord (mg/kg TS)
50	3,7	5,6
25	6,6	9,9
10	12	18

7.4 Känslighetsanalys

Känslighetsanalys har gjorts för faktorer/parametrar som kan påverka riskbedömningens utfall. Dessa är:

- Upptag i växter med generellt K_{oc} -värde i jämförelse med platsspecifikt K_{oc} -värde, se Tabell 7-4.
- Olika scenarier (A, B och C) för andel intag av egenodlade grönsaker från det förorenade området (intag om 10 %, 25 % eller 50 %)
- Dos om KM-scenario (intag av 10 % egenodlade växter)
- Dosberäkning för dubbel mängd intag av egenodlad potatis (platsspecifikt K_{oc} och halt i potatis), avsnitt 7.2.4
- Dosberäkning för intag av 100% egenodlad potatis (halt i potatis), avsnitt 7.2.4
- Justering av den acceptabla riskkvoten, avsnitt 7.3

7.5 Sammanfattning hälsoriskbedömning människor

7.5.1 Beräknade halter i jord

För de tre olika scenarierna och två olika riskkvoter har halter i jord beräknats. Uttagsrapporter samt utdrag från fliken riktvärden från Naturvårdsverkets beräkningsverktyg återfinns i Bilaga 5. I Tabell 7-12 redovisas acceptabla halter för respektive scenario och riskkvot, KM-scenario finns med för jämförelse.

Tabell 7-12 Halter i jord för olika scenarier och riskkvoter.

Scenario	Andel intag egenodlade grönsaker (%)	Halt i jord (mg/kg TS) Riskkvot 50%	Halt i jord (mg/kg TS) Riskkvot 75%
Scenario A	10	12	18
Scenario B	25	6,6	9,9
Scenario C	50	3,7	5,6
KM-scenario	10	3,4	-

Ett intag av 25 % egenodlade växter bedöms vara ett rimligt antagande, då detta utgör mer än dubbelt så stort intag som ett KM-scenario.

7.5.2 Doser

Utifrån den representativa halten i jord om 8,0 mg/kg TS har doser beräknats. Tre beräkningar har gjorts, en utifrån det platsspecifika K_{OC} -värdet för både bladgrönsaker och rotfrukter. Den andra baseras på uppmätt halt i potatis (normal mängd) och K_{OC} -värde för bladgrönsaker och andra rotfrukter. Den tredje baseras på uppmätt halt i potatis (dubbel mängd) och K_{OC} -värde för bladgrönsaker och andra rotfrukter.

Exponering via växter och intag av jord ger den totala dosen från det förorenade området. Dosen jämförs sedan med TDI för att bedöma om dosen utgör en oacceptabel risk för hälsan. En sammanställning av hur stor andel av TDI som de olika doserna utgör finns i Tabell 7-13 och beräkningar återfinns i Bilaga 4.

Tabell 7-13 Halt i jord om 8 mg/kg TS ger doser som andel av TDI för olika scenarier och olika underlagsdata. Dosen motsvarar det totala intaget från fastigheten, dvs samtliga exponeringsvägar är beaktade.

Scenario (andel intag av egenodlade växter)	50 % bladgr.* 50 % rotfr. (pot)*	50 % bladgr.* 20 % rotfr.* 30 % potatis**	50 % bladgr.* 20 % rotfr.* 60 % potatis***
Scenario A (10%)	31	27	29
Scenario B (25%)	60	48	53
Scenario C (50%)	127	83	94

*Platsspecifikt Koc från POM

**Uppmätt halt i potatis normal mängd

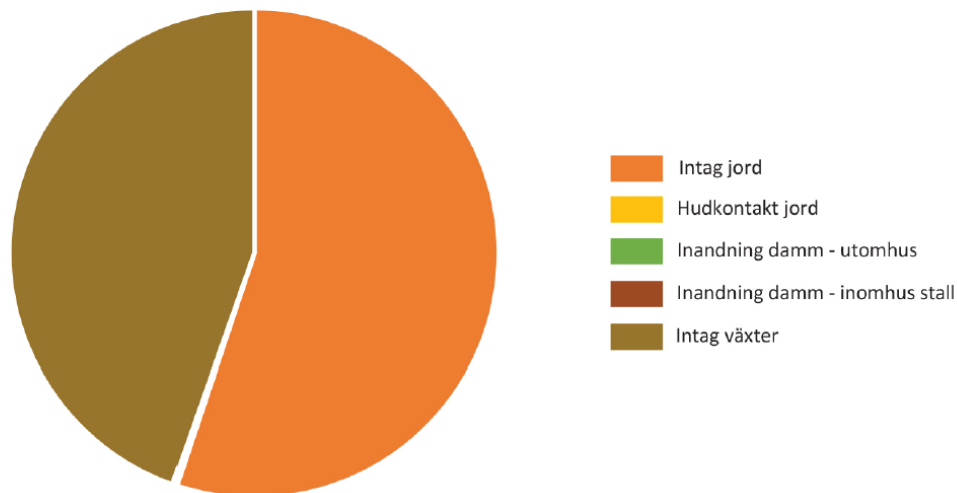
***Uppmätt halt i potatis dubbel mängd

Resultatet visar att intag av 25 % växter som odlats inom Fornåsa 20:1 motsvarar 60 % av TDI beräknat utifrån POM-resultat. Dosberäkning för uppmätt halt i potatis tillsammans med POM-resultat motsvarar 48 % respektive 53 % av TDI. Detta ligger i nivå med den acceptabla riskkvoten på 0,5 enligt Naturvårdsverket. Ett tillägg för andra källor om maximalt 10 % av TDI ger då en total exponering som motsvarar ca 60 % av TDI. Det innebär att det finns en god säkerhetsmarginal. Den representativa halten om 8 mg/kg TS i jorden utgör därmed en säker nivå för boende med större odling och intag av egenodlade växter än en vanlig villatomt.

8 Hälsoriskbedömning hästar

Aktuell riskbedömning för hästar utgår från SGU:s rapport "Riskbedömning av DDT-exponering vid hästverksamhet på f.d. plantskolor" från 2022. Riskbedömning av exponering har gjorts utifrån USEPA beräkningar för vilda däggdjur för exponeringsvägarna intag av jord, hudkontakt, inandning av damm och intag av växter. Den främsta exponeringsvägen är intag av jord tätt följt av intag av växter, se Figur 8-1, övriga exponeringsvägar är obetydliga.

Exponeringsdoser - häst



Figur 8-1 Olika exponeringsvägars bidrag till hästars exponering av DDT. (SGU, 2022)

Enligt SGU är exponeringen som störst under försäsongen på ett stort intag av gräs från det förorenade området, även under sensommaren är intaget av växter stort. Riskbedömningen antar att 50% av fodret kommer från det förorenade området, vilket inte bedöms vara fallet från aktuellt område då den potentiella ytan för hagen är liten, ca 4 000 m². (SGU, 2022)

För Fornåsa 20:1 uppskattas därför att maximalt 10% av det totala foderintaget kommer från det förorenade området i och med att det inte kommer ske någon odling av foder inom fastigheten utan hästarna kommer endast att beta gräset som växer i hagen. Antagandet om att 50% av fodret ska komma från det förorenade området är därför mycket konservativt och speglar inte de platsspecifika förhållandena på Fornåsa 20:1.

För hästar sätts den acceptabla riskkvoten till 1 då hästar endast bedöms exponeras för DDT vid vistelse inom det förorenade området. Beräknade exponeringsdoser vid en koncentration av DDT i jord på 5 mg/kg TS är ger riskkvoten 0,055 som är ca 18 gånger lägre än acceptabel riskkvot, risken bedöms som acceptabel med relativt god marginal. (SGU, 2022)

Enligt upprättad riskbedömning är den acceptabla halten av DDT för hästar 15 mg/kg TS som medelkoncentration i jord (SGU, 2022).

8.1 Sammanfattning hälsoriskbedömning hästar

Hästar som eventuellt kommer vistas i hage inom Fornåsa 20:1 exponeras för DDT främst via intag av gräs/växter från området.

Hästarnas utsätts inte för en oacceptabel risk med avseende på exponering av DDT inom Fornåsa 20:1.

9 Begränsningar

Vid odlingsförsöket har endast potatis odlats och analyserats. Det är rimligt att även andra typer av rotsaker och bladgrönsaker skulle kunna komma att odlas inom området. Det är dock ett rimligt antagande att potatis utgör den största andelen av egenodlade växter.

För andra växter saknas uppgifter om det faktiska upptaget av DDT och dessa beräkningar har utgått ifrån Naturvårdsverkets beräkningsmodell. Med hjälp av POM-testerna erhålls dock en porvattenhalt som sannolikt är ett worst case scenario för vad som maximalt är tillgängligt för upptag av växter. K_{oc} -värden har beräknats utifrån dessa tester, vilka upptaget i växter baseras på.

10 Sammanfattande konceptuell modell

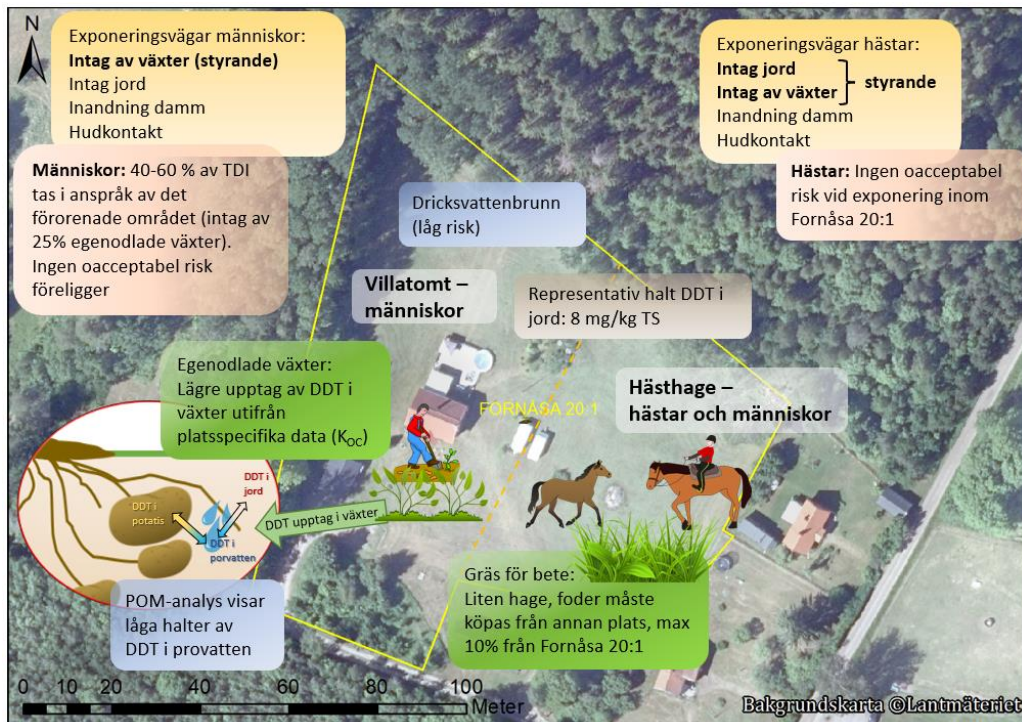
Sammanfattande konceptuell modell för Fornåsa 20:1 presenteras i Figur 10-1. Den representativa halten DDT i jord inom fastigheten uppgår till 8 mg/kg TS.

Intag av växter (rotsaker) är den största exponeringsvägen för människor medan intag av jord är den största exponeringsvägen för hästar, tätt följt av intag av växter.

POM-analyser visar att halterna i porvatten är låga, betydligt lägre än vad Naturvårdsverkets generella antaganden genererar. Det platsspecifika K_{oc} -värdet är ca sex gånger högre än vad den generella modellen antar. För upptaget i växter är K_{oc} -värdet en styrande parameter och detta tillsammans med faktiskt uppmätt halt i potatis visar på ett lågt upptag inom Fornåsa 20:1. Odlingsförsök visar att halten i rå oskalad potatis är mer än tre gånger lägre än halter genererade med beräkningar utifrån resultat från POM-tester och 13 gånger längre än de generella antagandena för rotsaker.

Dosberäkningar av total exponering från det förorenade området, baserat på upptag i växter, visar att mellan 48-60 % av TDI tas i anspråk av det förorenade området vid ett 25%-igt intag av egenodlade växter, fördelade enligt Tabell 7-13. Vilket bedöms vara ett rimligt antagande för intag av egenodlade växter på aktuell fastighet.

Det föreligger ingen risk för oacceptabel exponering för hästar.



Figur 10-1 Sammanfattande konceptuell modell för Fornåsa 20:1.

11 Behov av riskreducering

Den representativa halten DDT i jord om 8 mg/kg TS ger att ett intag av 25% egenodlade växter utgör en säker nivå för exponering av DDT och det finns utrymme för exponering från andra källor.

I Tabell 11-1 visas den totala exponeringen inom Fornåsa 20:1 för olika beräkningar och scenarier. När det platsspecifika K_{OC} -värdet används för intag av bladgrönsaker och rotfrukter (inklusive potatis) är den totala exponeringen från Fornåsa 20:1 60 % av TDI. Om den uppmätta halten i potatis för just intag av potatis används och övriga bladgrönsaker och rotfrukter utifrån den mer konservativa K_{OC} -värdet utifrån POM ger det en total exponering från Fornåsa 20:1 om 48 %. Vid ett dubblerat intag av potatis blir exponeringen istället 53 % av TDI.

Tabell 11-1 Andel av TDI för olika underlagsdata, vi DDT-halt i jord om 8 mg/kg TS. Dosen motsvarar det totala intaget från fastigheten, dvs samtliga exponeringsvägar är beaktade.

Scenario (andel intag av egenodlade växter)	50 % bladgr.* 50 % rotfr. (inkl potatis)*	50 % bladgr.* 20 % rotfr.* 30 % potatis**	50 % bladgr.* 20 % rotfr.* 60 % potatis***
Scenario B (25%)	60	48	53

*Platsspecifikt Koc från POM

**Uppmätt halt i potatis normal mängd

***Uppmätt halt i potatis dubbel mängd

I jämförelse med Naturvårdsverkets acceptabla riskkvot som motsvarar 50 % av TDI är exponeringar i alla tre beräkningarna i nivå med den. Det innebär att det finns utrymme för exponering från andra källor (som är maximalt 10 % av TDI) och ändå finns marginal innan nivån för TDI nås.

Den representativa halten om 8 mg/kg TS i jorden utgör en säker nivå för boende med större odling och intag av egenodlade växter än en vanlig villatomt.

Sammanfattningsvis är bedömningen att halten DDT i jord inom Fornåsa 20:1 inte innebära en oacceptabel risk för människor eller hästar. Därmed föreligger inget behov av riskreduktion vid nuvarande markanvändning eller vid planerad markanvändning motsvarande tillkommande hästhage och/eller odling för hushållskonsumtion.

12 Referenser

- Helian, L., Zongquan, S., Yanhua, Q., Xiuyue, Y., Xuemei, H., & Yibing, M. (den 14 September 2018). Integrating bioavailability and soil aging in the derivation of DDT criteria for agricultural soils using crop species sensitivity distributions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, ss. 527-532.
- Jordbruksverket. (2013). *Livsmedelskonsumtion och näringsinnehåll -Uppgifter t.o.m. 2013, Sveriges Officiella Statistik Statistiska Meddelanden JO 44SM 1401.*
- Naturvårdsverket. (2009). *NV Rapport 5976 Riktvärden för förorenade mark - Modellbeskrivning och vägledning.*
- Naturvårdsverket. (2016). *Datablad för DDT, DDD och DDE.*
- Naturvårdsverket. (2023). *Beräkningsprogram, version 2.2.*
- SGI. (2020). *Undersökning av biotillgänglighet av DDT i jord genom jämviktsprovtagning (förstudie).*
- SGI. (2022). *Bestämning av fritt lösta koncentrationer av DDX-ämnena i mark- eller sedimentvatten med hjälp av polyoxymetylen (POM).*
- SGU. (2022). *Riskbedömning av DDT-exponering vid hästverksamhet på f.d. skogsplanteskolor Konsultrapport 03 Dnr 3415-2501/2020.*
- SGU. (2023). *Riskbedömning av DDT-exponering -lantbruksdjur och lantbrukare, Konsultrapport 09 Dnr 3415-1157/2022.*
- Taylor, A. R., Wang, J., Liao, C., Schlenk, D., & Gan, J. (2019). Effect of aging on bioaccessibility of DDTs and PCBs in marine sediment. *Environmental Pollution, Volume 245*, ss. 582-589.
- Västra Götalandsregionen Miljömedicinskt Centrum. (2013). *Miljömedicinsk bedömning DDT, Göingegården VI Varbergs kommun.*
- Wescon Miljökonsult AB. (2023 a). *Fornåsa 20:1, Älvan -Miljöteknisk markundersökning, Resultatrapport.*
- Wescon Miljökonsult AB. (2023 b). *Fornåsa 20:1 -Odlingsförsök, Resultatrapport.*
- WSP. (2018). *Miljöteknisk undersökning Älvan f.d. skogsplanteskola, flertalet fastigheter.*
- WSP. (2019). *Hydrogeologisk undersökning Älvan f.d. skogsplanteskola, flertalet fastigheter.*
- WSP. (2020). *Kompletterande miljöteknisk markundersökning Fornåsa 20:1.*

WSP. (2020). *Miljöteknisk markundersökning, Komplettering, Projekt 78079 Älvan f.d. skogsplantaskola -Fornåsa 20:1, Motala kommun.*

Bilaga 1 Analyssammanställning jord

Bilaga 2 Statistisk utvärdering jord

Bilaga 3 Beräkning av platsspecifikt K_{OC}

Bilaga 4 Beräkning av doser

Bilaga 5 Uttagsrapporter NV beräkningsverktyg