

UPP-RV

UPPSALASPECIFIKA RIKTVÄRDEN FÖR JORD

Version 2024:1



© johner.se/Plattform

All mänsklig aktivitet kommer mer eller mindre påverka markens kvalitet. Presenterade riktvärden ska används med omsorg och när förutsättningar finns.



UPP-RV

Uppsalaspecifika riktvärden för jord

Uppdragsnamn	Rosendal Etapp 5 MEX
Uppdragsnummer	10338875
Författare	Hanna Almqvist
Datum	2024-03-27
Granskad av	Ann Helén Österås
Godkänd av	Jan-Erik Larsson

KUND

Uppsala Kommun

KONSULT

WSP

Dragarbrunnsgatan 41
753 20 Uppsala
Besök: Dragarbrunnsgatan 41
Tel: +46 10 7225000
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
<http://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

Hanna Almqvist

010 – 722 73 57
hanna.almqvist@wsp.com

Johan Eriksson, Stadsbyggnadsförvaltningen Uppsala kommun
018-727 47 38
johan.eriksson3@uppsala.se

Materialet i rapport och tillhörande bilagor får fritt citeras med angivande av källa. Bildmaterial får användas med angivande av ursprunglig källa och illustratör, undantaget framsidan. Materialet finns tillgängligt via Uppsala kommuns tekniska handbok, <https://tekniskhandbok.uppsala.se/>. Arbetets diarienummer är GSN-2022-01818.

SAMMANFATTNING

Flera stora stadsutvecklingsprojekt pågår eller planeras i Uppsala kommun och många av tätorterna runt staden utvecklas. I alla dessa projekt kan det uppkomma förorenade massor. För att skapa en hållbarare och effektivare hantering av förorenade massor vid exploatering i kommunen har Stadsbyggnadsförvaltningen vid Uppsala kommun (SBF) tagit fram riktvärden för jord som är anpassade efter de förutsättningar som råder i Uppsala. Riktvärdena, som kallas Uppsala-specifika riktvärden för jord (Upp-RV) kan användas som mätbara åtgärds mål vid saneringar i kommunen, om platsens förutsättningar stämmer överens med de kriterier som finns för Upp-RV. Som stöd för att avgöra om riktvärdena är lämpliga har en checklista tagits fram.

Riktvärden har tagit fram för 35 ämnen eller ämnesgrupper som bedöms vanligt förekommande i Uppsala kommun och där halter i jord normalt styr riskerna. Upp-RV har tagits fram för fyra olika markanvändningsscenarier och två jorddjup, samt för fyra olika grundvattenklasser. Detta ger totalt 28 riktvärdesuppsättningar, vilka kan tillämpas vid exploatering i Uppsala stad och kommunens tätorter.

Hälsoriskbaserade riktvärden har beräknats med Naturvårdsverkets riktvärdesmodell och med indata som till stor del motsvarar antaganden i Stockholms storstadsspecifika riktvärden, men med vissa anpassningar till att Uppsala är en mindre tätbebyggd stad och att riktvärdena ska kunna användas även i tätorter i kommunen.

Miljöriskbedömningen har inte fördjupats utan utgår från Naturvårdsverkets generella delriktvärden för skydd av markmiljö. För att Upp-RV ska kunna bidra till hållbara resursflöden, minskad klimatpåverkan och ett klimatanpassat Uppsala har värderingsmässiga begränsningar av markmiljöns skyddsvärde gjorts.

En fördjupad hydrogeologisk utredning har genomförts, för att kunna anpassa Upp-RV efter de vitt skilda hydrogeologiska förutsättningarna som finns i kommunen. Utredningen har resulterat i att spridning till grundvatten modellerats med Consim, ett modelleringsverktyg utvecklat för brittiska Naturvårdsverket som kan ta hänsyn till fler hydrogeologiska processer än Naturvårdsverkets riktvärdesmodell. För spridning till ytvatten har ingen fördjupad utredning gjorts.

För PFAS-ämnen har preliminära Upp-RV beräknats med utgångspunkt i SGIs preliminära riktvärden för PFOS. Dessa kan behöva uppdateras när Naturvårdsverket och SGI är klara med uppdateringen av de generella riktvärdena för PFAS-ämnen.

Ett område ska inte klassas som förorenat om halterna inte överstiger bakgrundshalter. Därför justeras riktvärdena upp till bakgrundshalt. För lerjordar har lokala bakgrundshalter tagits fram. För att begränsa riktvärdena har nedjusteringar gjorts så att djupa riktvärden aldrig är mer än fem gånger högre än motsvarande riktvärde för yttlig jord, samt så att ytliga riktvärden aldrig är mer än fem gånger högre än Naturvårdsverkets generella riktvärde för MKM. Dessutom justeras samtliga riktvärden så de inte överstiger Avfall Sveriges koncentrationsgränser för farligt avfall.

ORDLISTA

Advektion är spridning av ett ämne med hjälp av strömmande vätska eller gas.

Bakgrundshalt definieras av Naturvårdsverket som naturlig bakgrund samt diffust tillskott från mänskliga aktiviteter. I Upp-RV används lokala naturliga halter som bakgrundshalt för leror och Naturvårdsverkets generella bakgrundshalter för övriga jordarter.

Dispersion är spridning av ett ämne från område med hög föroreningshalt till område med låg föroreningshalt.

Egenskapsområde är ett delområde som uppvisar relativt homogena egenskaper med avseende på exempelvis geologi, föroreningssituation och markanvändning.

Fastläggning är processer som hindrar ämnen att transporteras i t.ex. vatten eller luft. Används ofta synonymt med sorption/sorbition.

Finkornig jord kännetecknar täta jordar som lera och silt. Finkornig jord har en stor bindningsyta och stor förmåga att hålla vatten samtidigt som vatten har svårt att rinna igenom jorden.

Förorenade massor har halter som överskrider bakgrundshalt. Till exempel är lerorna i Uppsala, som naturligt har förhöjda metallhalter, inte förorenade.

Grundvatten är vatten i jord eller berggrund där alla porer och sprickor är helt vattenfyllda. Zonen där grundvattnet finns brukar kallas mättad zon. I områden med täta jordlager (t.ex. leror) kan det finnas grundvatten både ovan och under leran, ofta benämnt ytligt och djupt grundvatten. Det djupa grundvattnet är permanent medan det ytliga i vissa områden kan torrläggas, t.ex. under torra somrar. I Uppsala kommun är det djupa grundvattnet generellt skyddsvärt då det utgör dricksvattentäkt. Det ytliga grundvattnet däremot har ett lägre skyddsvärde och betraktas generellt inte som skyddsvärt i Upp-RV. Inom bebyggda områden styrs ofta flöden i det ytliga grundvattnet av antropogen infrastruktur, som ledningsschakter/-gravar. Otäta ledningar (vilket är vanligt förekommande i områden där lera orsakar sättningar) kan dränera det ytliga grundvattnet.

Grundvattenbildning är den del av nederbörden som infiltrerar genom marken och når grundvattnet.

Hydraulisk konduktivitet beskriver markens vattengenomsläpplighet.

Kapillär zon ligger ovanför grundvattenytan. I den kapillära zonen dras vattnet uppåt från grundvattennivån. Ju finare porer desto större är den kapillära stighöjden.

Markvatten är det vatten som finns i marken ovan grundvattenytan, i omättad zon. I markvattenzonen finns både luft och vatten.

Mättad zon är belägen under grundvattenytan. Markens porer är helt fyllda med vatten.

Nedbrytning är processer som bidrar till att organiska föroreningar omvandlas till nya kemiska ämnen.

Omättad zon är belägen ovanför grundvattenytan. Markens porer är fyllda med luft och vatten.

PFAS, per- och polyfluorerade alkylsubstanser, högfluorerade ämnen. En grupp av föreningar bestående av en kolfluorkedja och en funktionell grupp. Detta ger molekylen en hydrofob och en hydrofil del, vilket gör den fettavstötande, vatten- och smutsavvisande och gör att den tål höga temperaturer. Dessa egenskaper har lett till att PFAS använts i många olika delar av samhället och i stora volymer. Många PFAS är toxiska för människa och miljö och vissa är misstänkt cancerframkallande. Eftersom de både är vattenlösliga och svårnedbrytbara kan de orsaka miljöproblem inom stora områden och för lång tid.

Representativ halt är den halt som bäst representerar föroreningssituation inom ett område.

Rullstensås är en lång rygg av avrundade stenar, grus och sand som storlekssorterats och avlagrats av isälvar vid inlandsisens smältning.

Sorption/sorbition är processer där ett ämne fastnar i ett annat eller fäster till en partikel. Används ofta synonymt med fastläggning.

Tillrinningsområde för vattentäkt är det område (enbart markyta) i naturen som vatten till vattentäkten kommer från.

Ångfas är när ett ämne förekommer i en gasform. Ett ämne kan förekomma i fast fas, flytande fas och gasfas.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	8
1.1	BAKGRUND	8
1.2	SYFTE	8
1.3	UTGÅNGSPUNKTER	8
1.4	ORGANISATION	9
1.5	METOD	10
2	BEHOV AV UPP-RV	11
2.1	FÖRORENINGSSITUATIONEN I UPPSALA KOMMUN	11
2.2	EXPLOATERING I UPPSALA KOMMUN	11
3	ANVÄNDNING AV UPP-RV	13
4	ÄMNEN	14
5	GV-KLASSER OCH MARKANV.SCENARIER	15
5.1	GRUNDVATTENKLASSER	15
5.2	MARKANVÄNDNINGSSCENARIER	16
6	GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGI	18
6.1	GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGI I UPPSALA KOMMUN	18
6.2	JORDEGENSKAPER	19
7	HÄLSORISKBEDÖMNING	21
7.1	INDATA TILL RIKTVÄRDESBERÄKNINGAR	21
8	MILJÖRISKBEDÖMNING	25
9	SPRIDNING TILL YT- OCH GRUNDVATTEN	26
9.1	SPRIDNING TILL GRUNDVATTEN	26
9.2	SPRIDNING TILL YTVATTEN	33
10	RIKTVÄRDEN FÖR PFAS	35
11	BAKGRUNDSHALTER	36
11.1	BAKGRUNDSHALT I LERJORDAR I UPPSALA KOMMUN	36
12	RISKVÄRDERING	37
13	UPPSALASPECIFIKA RIKTVÄRDEN FÖR JORD	38
14	OSÄKERHETER	38
15	REFERENSER	39

BILAGOR

Bilaga A	Tabell: Uppsalaspecifika riktvärden
Bilaga B	Tabell: Indata
Bilaga C	Checklista: Riskvärdering för användande av Upp-RV som mätbara åtgärds mål inom Uppsala kommun
Bilaga D	PM Bakgrundshalter i lera i Uppsala kommun
Bilaga E	Hydrogeologisk utredning för framtagande av kommunspecifika riktvärden för Uppsala
Bilaga F	Figur grundvattenklasser inom Uppsala kommun
Bilaga G	PM Uppsalaspecifika riktvärden för PFAS
Bilaga H	Ängstransport i genomsläppliga och normaltäta jordar

1 INLEDNING

Flera stora stadsutvecklingsprojekt pågår eller planeras i Uppsala kommun och många av tätorterna runt staden utvecklas. I samtliga dessa projekt kan det uppkomma förorenade massor.

För att underlätta bedömningen om dessa massor innebär en risk för människa eller miljö och om de behöver åtgärdas har Stadsbyggnadsförvaltningen vid Uppsala kommun (SBF) gett WSP Sverige AB (WSP) i uppdrag att ta fram riktvärden som är anpassade för de förutsättningar som råder i Uppsala. Riktvärdena, som benämns *Uppsalaspecifika riktvärden för jord*, Upp-RV, kan användas som mätbara åtgärds mål vid efterbehandlingar i kommunen, om den aktuella platsens förutsättningar överensstämmer med de kriterier som finns för Upp-RV.

1.1 BAKGRUND

Stora delar av stadsutvecklingen i Uppsala görs i innerstadsmiljö, där exponeringsförutsättningar och skyddsobjekt inte stämmer med de antaganden som använts för att ta fram Naturvårdsverkets generella riktvärden. Under delar av staden passerar Uppsalaåsen, en av Sveriges största rullstensåsar och Uppsalabornas dricksvattentäkt. I staden finns också mäktiga lerlager, vilka överlagrar såväl åsmaterial som andra jordarter. Lera skyddar effektivt mot föroreningstransport. Stora delar av åsen är täckt av lera. På landsbygden är den planerade byggnationen glesare och det finns såväl stora lerslätter som moränområden.

För att leva upp till kommunens miljö- och klimatprogram (Uppsala kommun, 2022) och policy för hållbar utveckling (Uppsala kommun, 2017) behöver omotiverad och ohållbar schakt och massöverskott minskas, liksom klimatpåverkan från saneringar och transporter. Samtidigt behöver såväl människors hälsa som miljön skyddas från oacceptabla risker kopplade till markförorening. Upp-RV är ett steg i arbetet med att hitta en balans mellan de olika miljömålen.

1.2 SYFTE

Syftet med projektet Upp-RV är att med riktvärden anpassade till Uppsala kommuns platsspecifika förutsättningar skapa en hållbarare (och effektivare) hantering av förorenade massor vid exploatering i tätorter i kommunen. Riktvärdena ska kunna användas som mätbara åtgärds mål vid exploatering och annan hantering av förorenade massor i staden och tätorterna, efter att en riskvärdering genomförts (t.ex. med hjälp av framtagen checklista). Detta ska ses som ett alternativ till att använda Naturvårdsverkets generella riktvärden.

1.3 UTGÅNGSPUNKTER

Upp-RV har tagits fram riskbaserat, vilket innebär att de beräknats baserat på vilka föroreningshalter som kan utgöra en risk för människor eller miljö. För att riktvärdena ska kunna användas direkt som mätbara åtgärds mål har vissa värderingsmässiga principer vägts in, se kapitel 11. En viktig utgångspunkt har varit att minska massöverskottet i kommunen genom att undvika omotiverad och ohållbar schakt.

Naturvårdsverkets vägledning inom förorenade områden har använts i arbetet, framförallt rapport 5976 *Riktvärden för förorenad mark* (NV, 2009a) med uppdateringar 2016 och 2022 (NV, 2022a). Riktvärdesberäkningar har gjorts i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell, version 2.2 (NV, 2022b). Där så varit lämpligt har indata och antaganden från *Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm* (SSRV, Stockholms stad, 2019a) använts. Ur SGIs vägledning 7 *Riskvärdering vid förorenade områden* (SGI, 2022b) har principer om hållbar efterbehandling hämtats.

Kommunens miljö- och klimatprogram (Uppsala kommun, 2022) har varit vägledande, då det beskriver hur kommunen ska arbeta för en giftfri miljö och hållbara resursflöden, minskad

klimatpåverkan och begränsade effekter av klimatförändringen. Uppsala kommuns miljö- och klimatmål är:

- Giffri miljö 2050 och hållbara resursflöden
- Klimatneutralt Uppsala 2030 för klimatpositivt Uppsala senast 2050
- Klimatanpassat Uppsala

I översiktsplanens avsnitt om mark- och vattenanvändning framgår att markens förutsättningar och risker (t.ex. kopplat till förorenad mark) ska beaktas och beskrivas tidigt vid all planering och exploatering (Uppsala kommun, 2020).

I den fördjupade översiktsplanen för sydöstra staden finns miljömål gällande masshantering. Bland annat står det att *"En effektiv och miljöanpassad masshantering ska samordnas med bebyggelsen. Det ska eftersträvas att massorna nyttjas lokalt och att kostsamma och klimatpåverkande transporter undviks."* Det står också att *"I den mån det går ska utbyggnadsordningen stödja en naturresurshantering där schaktmassor kan nyttjas så lokalt som möjligt inom området för att minimera transporter. Inför utbyggnad ska masshantering utredas."* (Uppsala kommun, 2021).

Upp-RV är en del av samhällsbyggnadsförvaltningens bidrag till att kommunens miljö- och klimatmål samt miljömål om masshantering uppfylls. Riktvärdena kommer både bidra till att förorenad mark som kan innebära en risk för människa eller miljö åtgärdas och till hållbara resursflöden, vilka i förlängningen bidrar till ett klimatneutralt Uppsala, också i Rosendalsområdets kvarvarande etapper.

Uppsala- och Vattholmaåsen är en av Sveriges viktigaste grundvattenförekomster och förser stora delar av kommunens befolkning med dricksvatten. I *Risikanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt* (Geosigma, 2018) redovisas en känslighetskarta för åsarnas tillrinningsområde. Denna används som utgångspunkt när påverkan på grundvattnet bedöms. För områden utanför åsarnas tillrinningsområden används istället SGUs sårbarhetskarta för grundvatten (SGU, 2009, GIS-skikt via Uppsala kommun).

Riktvärdena är främst avsedda att användas vid exploatering i tätorter i kommunen och en ytterligare utgångspunkt är att de områden som bebyggs inte kommer att återgå till naturlig mark. Om riktvärdena avses användas för att avgöra hantering av överskottsmassor krävs anmälan och diskussion med tillsynsmyndighet.

1.4 ORGANISATION

De Uppsalaspecifika riktvärdena för jord (Upp-RV) har tagits fram på uppdrag av Stadsbyggnadsförvaltningen i Uppsala kommun. Arbetet har genomförts av en projektgrupp på WSP bestående av Hanna Almqvist (ansvarig handläggare och deluppdragsledare), Worada Boonraksasat (handläggare förorenade områden), Hanna Zandin (handläggare hydrogeologi), Åsa Kristoffersson (kvalitetsansvarig hydrogeologi) samt Ann Helén Österås (kvalitetsansvarig förorenade områden). Från Stadsbyggnadsförvaltningen har Johan Eriksson (miljöstrateg) och Ronnie Nilsson (projektledare Rosendal) ansvarat för projektet. Arbetet har förankrats med Miljöförvaltningen vid Uppsala kommun och miljöavdelningen på Länsstyrelsen Uppsala län. En remissgrupp bestående av representanter från miljöförvaltningen i Uppsala kommun, Länsstyrelsen Uppsala län, Trafikverket samt utvalda konsulter och mottagningsanläggningar har fått möjlighet att lämna synpunkter på arbetet. Från konsulter och mottagningsanläggningar inkom remissynpunkter från Bjerking AB, Tyréns Sverige AB och Dalby maskin AB. De slutliga Uppsalaspecifika riktvärdena finns som en vägledning. Vägledningen uppdateras vid behov och publiceras via kommunens tekniska handbok.

1.5 METOD

Riktvärdena har beräknats i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell, version 2.2 (NV, 2022b). Hydrogeologisk modellering har genomförts i ConSim 2.5 (Golder Associates, 2018).

Riktvärden för PFAS har tagits fram med utgångspunkt i SGIs preliminära riktvärden för PFAS i mark och grundvatten (SGI, 2015), enligt rekommendation från myndigheterna.

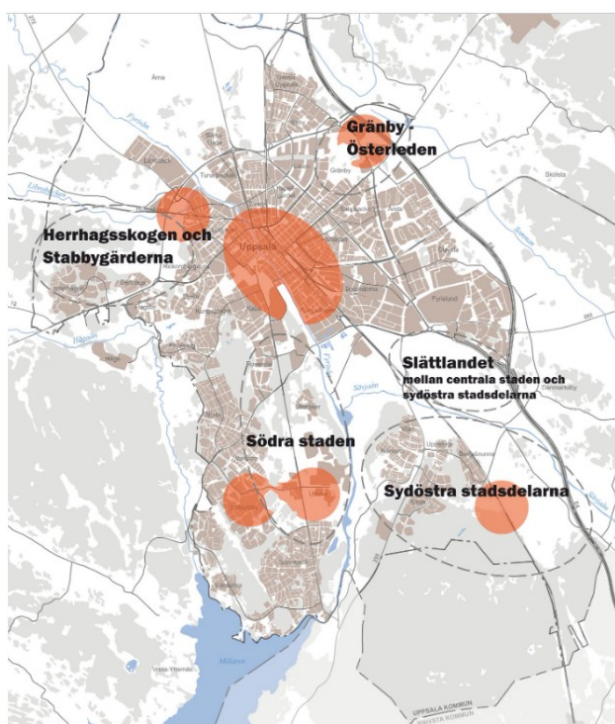
2 BEHOV AV UPPSALASPECIFIKA RIKTVÄRDEN FÖR FÖRORENAD JORD

2.1 FÖRORENINGSSITUATIONEN I UPPSALA KOMMUN

Trots att Uppsala inte är en utpräglad industrikommun finns förorenade områden inom hela kommunen. Förorenade massor förekommer i varierande omfattning i hela Uppsala kommun. År 2018 fanns över 1300 identifierade objekt i kommunen varav drygt 300 var riskklassade. Av dessa hade ungefär hälften klassats som stor eller mycket stor risk (riskklass 1 eller 2) (Uppsala kommun, 2018). Föroreningar härrör ofta från historiska industriella verksamheter. Uppsala är inte någon utpräglad industrikommun och de industriella verksamheter som idag förekommer finns i huvudsak inom skogs-, metall och läkemedelssektorn. Historiskt har gruvdrift och järnframställning dominerat i områden utanför staden, framförallt i den norra delen av kommunen. I anslutning till staden fanns flera lervaruindustrier och inne i staden fanns kvarnar. Under första halvan av 1900-talet koncentrerades den industriella verksamheten till bl.a. Kungsängen (t.ex. Gahns kemiska verkstad, Uppsala sidenväveri och Gasverket), Svartbäcken (t.ex. Fyrisvalls tegelbruk) och områden kring Vaksala torg (t.ex. Nymans verkstäder och Uppsala Valskvarn). Stora industrier fanns också i Ekeby (Uppsala-Ekeby lervaruindustri) och i centrala staden (Almqvist & Wiksells tryckeri). Från 1940-talet etablerades Boländerna som industriområde, bl.a. med läkemedelsindustri och under den senare hälften av 1900-talet industriområdet Librobäck med bl.a. S:t Eriks Betongindustri. (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). År 2012 upptäcktes PFAS-förorening i det kommunala dricksvattnet i staden och sedan dess har PFAS-problematiken varit en viktig fråga. Höga halter har upptäckts på Ärna flygplats norr om stadskärnan. Precis som i resten av landet har det också funnits andra förorenande verksamheter i kommunen, såsom bensinstationer, kemtvättar, plantskolor med mera (Länsstyrelserna, 2023).

En stor del av föroreningarna i kommunen har uppkommit under perioden mellan 1940- och 1970-tal, genom utsläpp, spill eller olyckor. Många förorenade områden utgörs av utfyllnader och tidigare deponier från industrier och hushåll (här kan särskilt nämnas de gamla lertäkterna i staden, se Weber-Qvarfort, 2011).

2.2 EXPLOATERING I UPPSALA KOMMUN



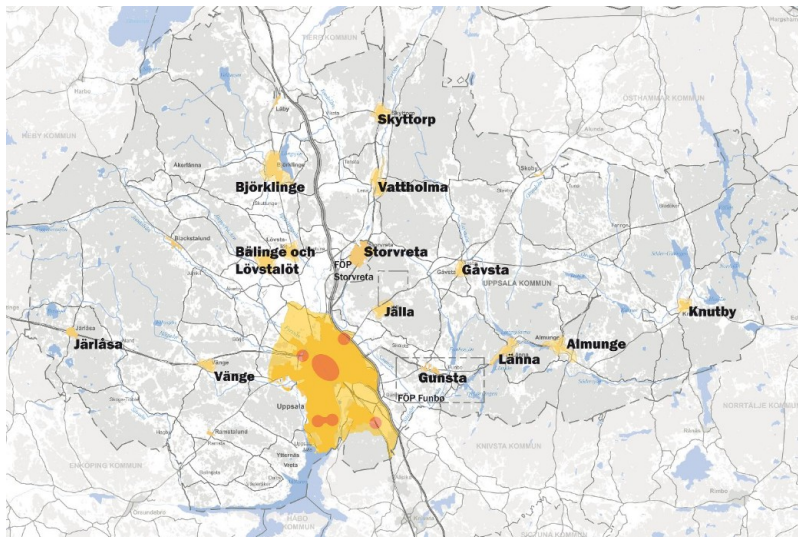
I kommunens översiktsplan (ÖP) står att staden sannolikt kommer växa med ca 60 000 bostäder och lika många arbetsplatser till år 2050 (Uppsala kommun, 2020). Tillväxten ska koncentreras till innerstaden och ett antal stadsnoder, stadsdelsnoder och stadsstråk. Det finns fem utpekade större utvecklingsområden (Figur 1) som kan komma att spela en större roll i stadens bebyggelseutveckling (även om det av ÖP framgår att det krävs fördjupade översiktsplaner eller programstudier för dessa områden). Dessa beskrivs närmare nedan:

Figur 1. Större utvecklingsområden i Uppsala, enligt översiktsplan.

- **Södra staden** innefattar bl.a. Ulleråker, Rosendal och Ultuna, samt en stor del av den blivande stadsnoden Gottsunda/Ultuna. Det finns en fördjupad översiktsplan för södra staden vilken möjliggör cirka 25 000 nya bostäder samt flera tusen nya arbetsplatser
- **Sydöstra stadsdelarna** innefattar bl.a. de befintliga stadsdelarna Nantuna, Vilan, Sävja och Bergsbrunna samt den blivande stadsnoden Bergsbrunna. Här ska en fördjupad översiktsplan upprättas, som bedöms kunna innehålla cirka 20 000 nya bostäder, verksamhetsmiljöer och en ny tågstation. Området ingår i det avtal som har ingåtts med staten om att bygga 30 000 nya bostäder fram till 2050 i utbyte mot stora satsningar på ostkustbanan m.m.
- **Herrhagen** ligger väster om Bärbyleden och innefattar bl.a. Herrhagsskogen, Stabbygderna och västra delarna av Börjetull stadsnod. Inom området finns planer för en ny järnväg mot Enköping. Stadsutveckling i detta område ligger längre fram i tiden än i övriga områden.
- **Gränby- Österleden** ligger i nordöstra Uppsala och innefattar Gränby stadsnod och verksamhetsområdet Nordöstra stadsgränsen.
- **Slättlandet mellan centrala staden och sydöstra stadsdelarna** är idag ett odlingslandskap som enligt ÖP främst ska utvecklas till odlingsytor, idrotts- och rekreationsytor.

En utbyggnad av järnvägen mellan Uppsala stad och länsgränsen mot Stockholm (Fyra spår Uppsala) kommer innebära en ombyggnad av Uppsala C och en ny järnvägsstation i Bergsbrunna i södra Uppsala. Genom ett avtal mellan Uppsala kommun, staten och Region Uppsala innebär projektet även omfattande bostadsbebyggelse och nya kollektivtrafikstråk, i form av spårväg (Uppsala kommun, 2023).

Förutom byggandet inne i staden kommer drygt 10 000 nya bostäder och 5000 nya arbetsplatser byggas i de prioriterade tätorterna (ett drygt tiotal tätorter inom kommunen, Figur 2). Inom det närmaste decenniet kommer den mesta tätortsutvecklingen ske i Storvreta, Jälla och Gunsta. För Storvreta och Gunsta (Funbo) finns fördjupade översiktsplaner.



Figur 2. Prioriterade tätorter, från Uppsala kommuns översiktsplan (Uppsala kommun, 2020).

Av ovanstående framgår att det finns ett stort behov av smidig masshantering i Uppsala kommun eftersom det finns omfattande utvecklingsplaner. Flera olika markanvändningar är aktuella, såsom villor (framför allt på landsbygden), tätare bostadsbebyggelse (framförallt i staden) och verksamheter.

3 ANVÄNDNING AV DE UPPSALASPECIFIKA RIKTVÄRDENA FÖR JORD

Upp-RV kan användas för att bedöma risker för människor och miljö och som mätbara åtgärds mål vid efterbehandling i Uppsala kommun om markanvändning och hydrogeologiska förhållanden stämmer överens med de antaganden som gjorts vid beräkning av dessa riktvärden. För att riktvärdena ska vara tillämpliga krävs att området de ska användas inom uppfyller vissa kriterier. Kriterierna är sammanställda i en checklista i Bilaga C. Genomgång av checklistan kan ses som en enkel form av beskrivande riskvärdering för användande av Upp-RV som mätbara åtgärds mål inom Uppsala kommun (se SGI, 2022b). Om checklistan inte bedöms tillräcklig kan en mer utförlig riskvärdering krävas för att bedöma om riktvärdena är tillämpliga.

Riktvärdena ska jämföras med representativa föroreningshalter, så som framgår av Naturvårdsverkets vägledningmaterial. Den representativa halten kan t.ex. vara medelvärden eller halter i samlingsprover, men generellt inte enstaka stickprover (om inte antalet analyser är mycket litet). Den representativa halten ska bygga på ett tillräckligt stort dataunderlag. Om dataunderlaget är litet kan maximal uppmätt halt eller t.ex. 90-percentil användas som representativ halt. Området kan behöva delas upp i egenskapsområden, baserat på t.ex. jordart, jorddjup, föroreningssituation eller framtida markanvändning. Om enskilda förhöjda halter påträffas (s.k. hot spots) bör dessa hanteras separat. Om ämnen som kan innebära en risk vid enstaka exponering¹ påträffas bör jämförelse göras med maximal uppmätt halt eller t.ex. 90-percentil. Sannolikheten att påvisa halter över korttidsriktvärden kan behöva skattas. Mer information om bestämning av representativa halter finns i bilaga 2 till NV rapport 5977 (NV, 2009b) och i SGI publikation 40 (SGI, 2018).

Om Upp-RV visar på åtgärdsbehov endast med hänsyn till flyktiga ämnen bör en fördjupad utredning göras, t.ex. genom att mäta porlufthalter. Detta då transporten av flyktig förorening från jord in i byggnad är en komplicerad process och riskerna riskerar överskattas om utgångspunkten är halter i jord.

Riktvärdena är framtagna för förorening ovan grundvattenytan (på samma sätt som Naturvårdsverkets generella riktvärden). Om förorening påträffas under ett permanent grundvatten kan det vara lämpligare att bedöma risker med föroreningen baserat på halter i grundvatten istället för halter i jord.

Påvisad förorening ska alltid anmälas till tillsynsmyndigheten, i enlighet med MB 10 kap 11 §. Eventuell avhjälpandeåtgärd ska anmälas till tillsynsmyndigheten enligt 28 § förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (1998:899). Tillsynsmyndigheten bedömer om riktvärdena är lämpliga som mätbara åtgärds mål i det specifika projektet. För att underlätta tillsynsmyndighetens arbete kan checklistan i Bilaga C användas.

Precis som vid all exploatering av förorenade områden behöver information om eventuella restföroreningar bevaras.

¹ Detta gäller arsenik, för vilket det finns generella riktvärden för akuttoxicitet, samt bly, kadmium, PCB7 och PAH H för vilka det finns generella riktvärden för korttidsexponering.

4 ÄMNEN

Upp-RV har tagits fram för 35 ämnen eller ämnesgrupper som bedöms vanligt förekommande i Uppsala kommun och där halter i jord normalt styr riskerna (Tabell 1).

Tabell 1. Ämnen för vilka Uppsalaspecifika riktvärden för jord har tagits fram

Metaller	Petroleumkolväten	PAH
Antimon	Bensen	PAH L
Arsenik	Toluen	PAH M
Barium	Etylbensen	PAH H
Bly	Xylener	Halogenerade ämnen
Kadmium	Alifat >C5-C8	PCB7
Kobolt	Alifat >C8-C10	Dioxiner
Koppar	Alifat >C10-C12	DDT, DDD, DDE
Krom tot	Alifat >C12-C16	Hexaklorbensen
Kviksilver	Alifat >C16-C35	Aldrin-dieldrin
Molybden	Aromat >C8-C10	Kvintozen-pentakloranilin
Nickel	Aromat >C10-C16	PFAS11 (PFOS)*
Vanadin	Aromat >C16-C35	
Zink		

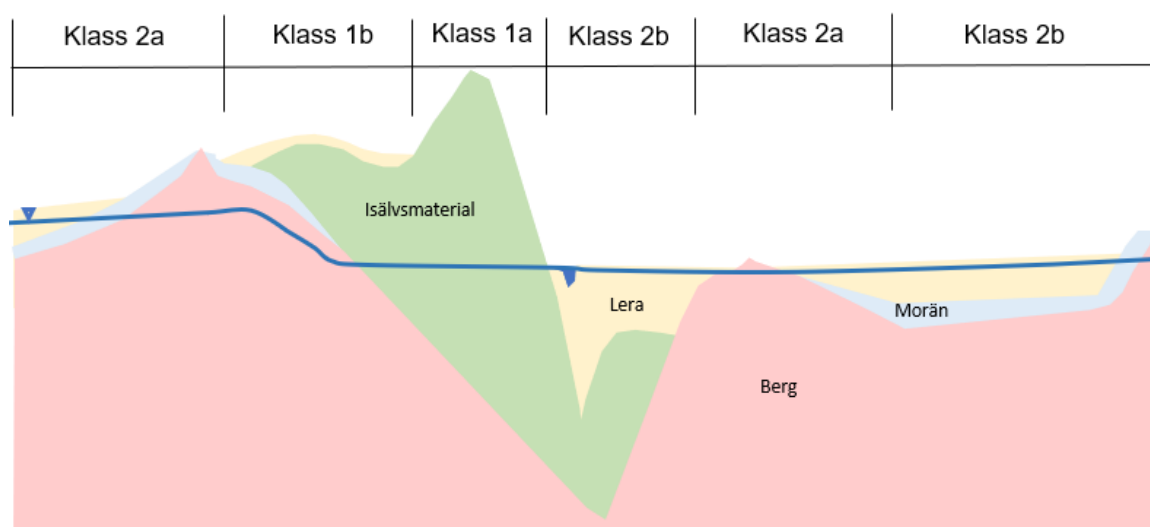
* Data för PFOS har använts för att ta fram riktvärden för PFAS11. Riktvärdet är preliminärt.

5 GRUNDVATTENKLASSER OCH MARKANVÄNDNINGSSCENARIER

Uppsalaspecifika riktvärden har tagits fram för fyra olika grundvattenklasser och fyra olika markanvändningsscenarier.

5.1 GRUNDVATTENKLASSER

De fyra grundvattenklasserna utgår från hur stor risken är grundvattnet blir förorenat av förorenade massor. Med utgångspunkt i känslighets- och sårbarhetsklassningar utförda av SGU och Uppsala kommun delas kommunen in i fyra hydrogeologiska klasser, vilka illustreras i Figur 3.

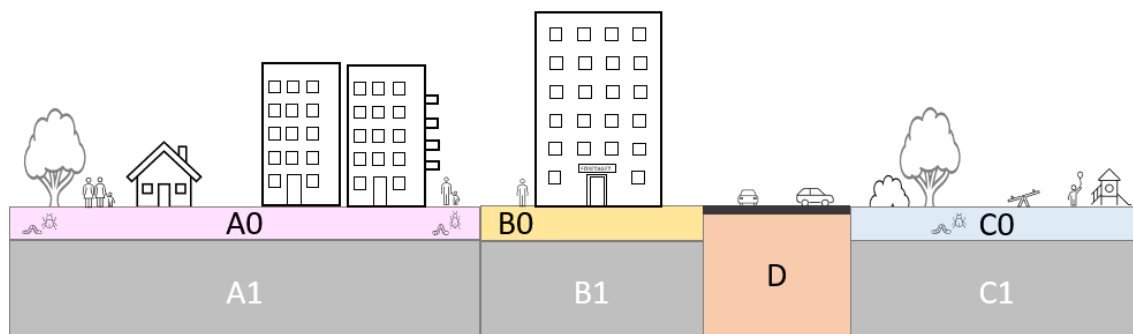


Figur 3. Illustration av de grundvattenklasser för vilka Uppsalaspecifika riktvärden tagits fram. Figuren är baserad på den konceptuella modellen från Geosigma, 2018.

- Klass 1a** Områden med hög risk/känslighet för grundvattnet utan tätande lerlager ovan skyddsvärt grundvatten (t.ex. där isälvssediment finns i dagen).
- Klass 1b** Områden med hög risk/känslighet för grundvatten med minst 0,5 m mäktig, tät och sammanhängande lera ovan skyddsvärt grundvatten
- Klass 2a** Områden med mellan eller låg risk/känslighet för grundvattnet och minst 50 m horisontellt avstånd till skyddsvärt grundvatten.
- Klass 2b** Områden med mellan eller låg risk/känslighet för grundvattnet och med minst två meter mäktig, tät och sammanhängande lera ovan skyddsvärt grundvatten.

5.2 MARKANVÄNDNINGSSCENARIER

Markanvändningsscenarierna är baserade på scenarieindelningen för SSRV, men med vissa justeringar och anpassningar för Uppsala, se efterföljande kapitel. Scenarierna illustreras i Figur 4 och listas nedan. Riktvärdena avser omättad jord och är indelade i två jorddjup (0-1 m (benämnd "0") och >1 m (benämnd "1") baserat på markmiljöns skyddsvärde och människors exponering.



Figur 4. Illustration av de scenarier för vilka Uppsalaspecifika riktvärden har tagits fram.

Ytlig jord, 0–1 m. Ytlig jord kan människor komma i kontakt med i stor utsträckning, både genom direktexponering och indirekt genom inandning av damm och ånga. Det är också i den ytliga jorden den dominerande delen av markecosystemet finns och det är framför allt ur denna jord som växter tar upp näring och eventuella föroreningar.

- A0. **Bostäder, förskolor och skolor.** Inom dessa områden kan vuxna och barn i stor utsträckning komma i kontakt med den ytliga jorden. Odling för konsumtion kan förekomma och markmiljön är skyddsvärd.
- B0. **Verksamheter och kontor.** Inom dessa områden vistas framförallt vuxna och såväl vuxna som barn kommer endast i begränsad omfattning i kontakt med den ytliga jorden. Grönytor kan förekomma och en viss odling av ätliga växter kan tillåtas. Markmiljön inom området värderas inte som skyddsvärd.
- C0. **Nyanlagda parker och grönytor.** Här vistas såväl vuxna som barn regelbundet och de kan komma i kontakt med den ytliga jorden i stor utsträckning. Vissa ätliga växter kan odlas och konsumeras i begränsad omfattning. Det finns inga byggnader där människor vistas stadigvarande. Markmiljön är skyddsvärd.
- D. **Under hårdgjorda ytor, alla djup.** Direktkontakt med jorden begränsas av hårdgjord yta, som gator, torg eller parkeringsplatser. Ingen odling av ätliga växter förekommer. Markmiljön inom området värderas inte som skyddsvärd.

Djupare jord, > 1 m. Den djupare jorden kommer människor i kontakt med i begränsad omfattning. Direktexponering kan ske vid t.ex. markarbeten, medan regelbunden exponering främst kan ske via inandning av flyktiga föroreningar i gasfas inomhus. Växters närings- och föroreningsupptag är begränsat från dessa djup. Markmiljön värderas inte som skyddsvärd.

- A1. **Under bostäder, förskolor och skolor.** I dessa bostäder kan vuxna och barn vistas på heltid.
- B1. **Under verksamheter och kontor.** I byggnaden vistas framför allt vuxna på deltid. Barn kan vistas här i begränsad omfattning.
- C1. **Under nyanlagda parker och grönytor.** Här finns inga byggnader där människor kan utsättas för förorening i ångfas.
- D. **Under hårdgjorda ytor, alla djup.** Direktkontakt med jorden begränsas av hårdgjord yta, som gator, torg eller parkeringsplatser. Ingen odling av ätliga växter förekommer. Markmiljön inom området värderas inte som skyddsvärd.

Vilka Upp-RV som ska användas i ett visst exploateringsområde avgörs platsspecifikt. Den känsligaste verksamheten styr vilket markanvändningsscenario som ska användas. Till exempel bör ett område med förskola med tillhörande gård i en kontorsbyggnad klassas som markanvändningsscenario *A Bostäder, förskolor och skolor*. En skola för enbart äldre ungdomar eller vuxna kan däremot i vissa fall stämma bättre överens med scenario *B Verksamheter och kontor* än scenario A.

Riktvärden ska inte användas inom för små egenskapsområden. Till exempel bör riktvärdena för hårdgjorda ytor endast tillämpas på större sammanhängande hårdgjorda ytor (t.ex. huvudgator mellan kvarter) och inte t.ex. gång- och cykelvägar inom bostadsområden. För att undvika översanering bör inte heller egenskapsområdena vara för stora. Som tumregel kan sägas att gällande detaljplan bör kunna fungera som underlag för val av markanvändningsscenario. Om det planeras för olika markanvändningar i detaljplanen (t.ex. bostäder, parker och större hårdgjorda ytor) bör motsvarande scenarier kunna tillämpas inom Upp-RV. Att utgå från markanvändningen som anges i detaljplanen innebär att man i framtiden kommer kunna spåra vilka åtgärds mål som nyttjats vid saneringen. Om detaljplan saknas men markanvändningen har varit den samma under lång tid kan man normalt anta att marken även i fortsättningen kommer att användas på samma sätt. Om översiktsplanen gör gällande att markanvändningen kommer att förändras bör detta vägas in vid val av markanvändningsscenario.

Scenariot *D Nyanlagda parker och grönytor* gäller, som namnet antyder, endast för nyanlagda ytor. I befintliga parker och grönytor finns normalt en uppvuxen växtlighet och ett därtill hörande markekosystem som riskerar störas mer än stöttas med en saneringsåtgärd. Dessutom kan natur- och rekreationsvärden behöva vägas in vid bedömning av saneringsbehov i befintliga parker. Förorening i befintliga parker bör därför hanteras platsspecifikt utanför Upp-RV.

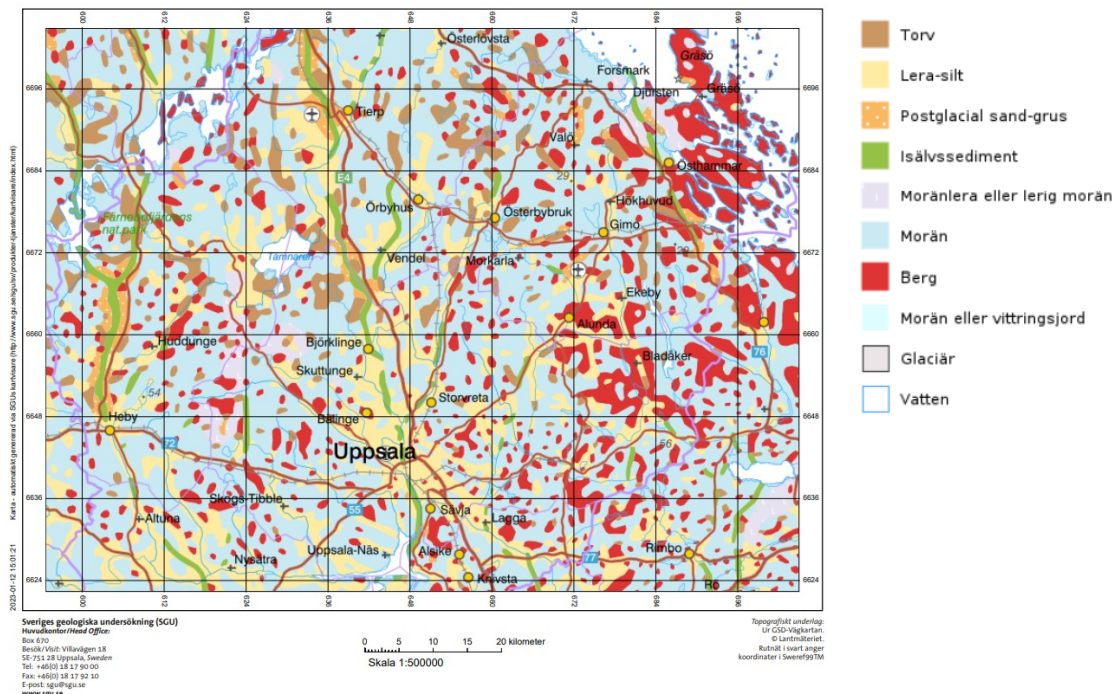
Inga separata riktvärden har tagits fram för byggnader med källare. Om byggnaden har en källare där ingen stadigvarande vistelse sker (tex förråd eller garage) innebär detta en utspädning av flyktiga ämnen i inomhusluft (de späds ut i källarens luftvolym innan de transporteras upp till byggnadsdelar där människor vistas stadigvarande). Hänsyn till detta tas t.ex. i Stockholms SSRV. För att minska antalet riktvärdesuppsättningar har detta exkluderats ur Upp-RV. Det innebär att riktvärdena för flyktiga ämnen generellt är något konservativa för byggnader med källare.

6 GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

6.1 GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR I UPPSALA KOMMUN

6.1.1 Landsbygden

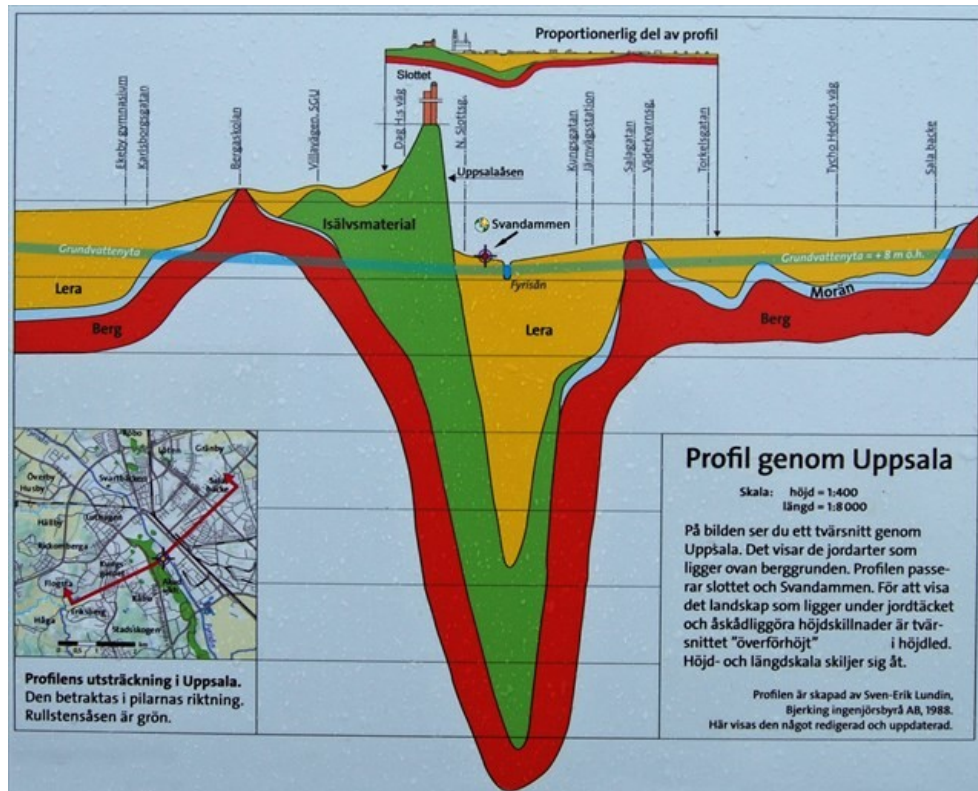
Uppsala kommun är generellt flack och låglänt. Centralt finns Uppsalaslätten, med utdikade lerslätter och storskalig odling. Slättlandet bryts av mindre moränhöjder och de två stora åsar som sträcker sig i nord-sydlig riktning (Vattholmaåsen och Uppsalaåsen). I väster (Vängebygden) och nordost (Olands-Rasbobygden) finns mer småskaliga odlingsbygder med både skogsbruk (på moränjordar) och jordbruk (på flacka lerslätter och andra finkorniga sedimentjordar). I öster (mot Fjällnora- och Almungeområdet) finns skogslandskap med moränjordar, där smala sprickdalar med finkorniga jordar odlas (Östhammars kommun, 2011). Generellt bedöms jordarna preliminärt som normaltäta (moräner) och täta (lerjordar) (Figur 5).



Figur 5. Jordarter i skala 1:1 miljon (SGU, 2023).

6.1.2 Staden

I staden möts åsen, ån och slätten. Uppsalaåsen och Fyrisån sträcker sig i nordsydlig riktning, där ån rinner i en förkastningslinje längs med åsen. Runt ån och öster om denna finns mäktiga lerlager (upp mot 100 meter mäktiga närmast ån), medan isälvmaterialet i åsen når upp till eller strax under markytan på åsen och väster om denna. Väster om åsen återkommer leran och i höjd med Stadsskogen finns berg i dagen, omgivet av leror och, i skogsområdet, sand. Öster om ån dominerar lerorna i stor grad, med mindre förekomster av berg i dagen och morän (Östhammars kommun, 2011; SGU, nd, Figur 6). Generellt bedöms jordarna preliminärt som genomsläppliga till normaltäta (isälvmaterial och moräner) och täta (lerjordar).



Figur 6. Profil genom Uppsala (SGU, nd)

6.2 JORDEGENSKAPER

Jordarten beskrivs, i Naturvårdsverkets modell, utifrån densitet, halt organiskt kol samt volymen vattenfyllda respektive luftfyllda porer.

- Densiteten varierar lite mellan olika jordar och har liten inverkan på riktvärdena.
- Halten organiskt kol har betydelse för hur organiska ämnen binds och påverkar därmed de exponeringsvägar där transport av organiska föroreningar ingår, t.ex. avgång av ångor, upptag i växter och spridning till grund- och ytvatten. Generellt antas jorden innehålla 2 % organiskt kol. Det finns ingen anledning att anta att jordarna i Uppsala kommun generellt har ett annat kolinnehåll (en översiktlig genomgång av uppmätta halter organiskt kol i kommunen stärker detta antagande).
- Volymen vattenfyllda respektive luftfyllda porer har påverkan på hur ångor transporteras i jorden.

I Naturvårdsverkets vägledning grupperas jordar i tre klasser baserat på ovanstående egenskaper; tät, normaltät och genomsläpplig jord. Lerjord klassas som tät, siltiga jordar och silt- och lermoräner räknas som normaltäta och grus och sand samt grus- och sandmoräner räknas som genomsläppliga.

6.2.1 Lerjord

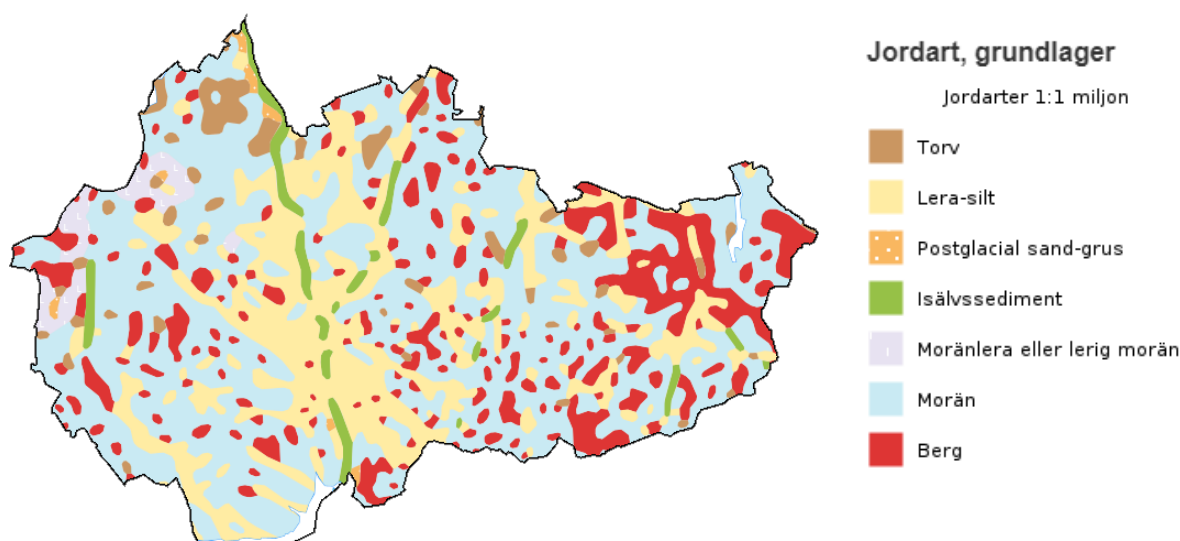
Med undantag för massor direkt under förorenade massor eller i direkt kontakt med en föroreningskälla är lerjordar normalt inte förorenade. Lerorna kan dock hålla naturligt förhöjda metallhalter (se kapitel 11). Jordar med högt lerinnehåll är täta vilket gör att förorening inte transporteras i dessa i någon betydande omfattning. Eftersom lerjordarna normalt inte är förorenade tas inga separata Upp-RV fram för lerjord.

Om begränsad förorening påträffas i lerjord kan riktvärden för normaltät jord användas. Vid större volym förorenad lera rekommenderas en fördjupad utredning, eftersom förorening i lera generellt är mindre biotillgänglig och mindre spridningsbenägen än i en normaltät jord (Bilaga C).

Om lera finns under en förorenad jord kommer den hindra spridning av förorening, genom att vattentransporten begränsas av den täta jorden och genom att förorening fastläggs till de många partikeltorna. Därmed blir spridning till grund- och ytvatten mindre från förorening som underlagras av lera. Lerans skyddande effekt kan inte beaktas i Naturvårdsverkets modell men hänsyn har tagits till detta i kapitel 9.

6.2.2 Normaltäta och genomsläppliga jordar

Vid beräkning av riktvärden i Naturvårdsverkets beräkningsmodell är det endast risker kopplade till inandning av ånga som påverkas av jordegenskaper. De jordegenskaper som kan anges är halt organiskt kol, vattenhalt, andel porluft, torrdensitet och halt mobilt organiskt kol². En mer genomsläpplig jord ger på grund av en större andel luftfyllda porer potentiellt större ångtransport och därmed större risker kopplade till flyktiga ämnen. Modellen är dock kraftigt förenklad och flera tidigare studier har visat att den kraftigt överskattar ångtransporten i genomsläppliga jordar. I Bilaga H presenteras resultat från fördjupade ångutredningar på andra platser i landet och en jämförelse mellan Upp-RV för normaltäta och genomsläppliga jordar. Jämförelsen visar att Upp-RV beräknade med indata för normaltäta jordar kan användas inom hela Uppsala kommun, oavsett jordart. Om toluen, xylén, lättare alifater (>C8-C10) eller PAH-M påträffas på genomsläppliga jordar bör dock en fördjupad utredning av risker kopplade till ångtransport göras. Denna utredning kan t.ex. utgöras av analys av halter i grundvatten eller porgas. Genomsläppliga jordar finns framför allt på åsarna och i de grovkornigare moränerna, se Figur 7.



Figur 7. Jordarter i Uppsala kommun, källa: SGUs kartvisare.

² Halten organiskt kol påverkar även hur organiska ämnen transporteras i vattenfas

7 HÄLSORISKBEDÖMNING

Vilken risk en markförorening innebär för människors hälsa beror till stor del på i vilken omfattning människor kommer i kontakt med de förorenade massorna. Exponeringsvägar och -tider bör utgå från den markanvändning som anges i detaljplanen. Betydande förändringar av markanvändningen förutsätter planändringar och vid dessa görs en ny bedömning av riskerna. De vanligaste markanvändningar som förekommer i Uppsala kommuns detaljplaner innefattas i de scenarier för vilka Upp-RV tagits fram.

7.1 INDATA TILL RIKTVÄRDESBERÄKNINGAR

I Tabell 2 presenteras aktuella exponeringsvägar och exponeringstider för de olika markanvändningsscenarierna i Upp-RV. Under tabellen beskrivs de olika exponeringsparametrarna i mer detalj.

Tabell 2. Exponeringstider och aktuella exponeringsvägar

	A0. Bostäder, skolor och förskolor	B0. Verksam- heter och kontor	C0. Nya parker och grönytor	D. Under hårdgjorda ytor	Djupare jord		
					A1. Under bostäder	B1. Under verksam- heter	C1. Under nya parker och grönytor
Jorddjup	0-1 m	0-1 m	0-1 m	alla djup	>1 m	>1 m	>1 m
Exponeringsvägar							
Intag av jord	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Hudkontakt med jord/damm	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Inandning av damm	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Inandning av ånga	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Intag av dricksvatten	Ja	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej
Intag av växter	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej
Exponeringsparametrar							
Intag av jord (dagar/år)							
Exponeringstid barn	365	60	365	20	20	20	20
Exponeringstid vuxna	365	200	365	20	20	20	20
Hudkontakt med jord (dagar/år)							
Exponeringstid barn	120	60	120	20	20	20	20
Exponeringstid vuxna	120	90	120	20	20	20	20
Inandning av damm (dagar/år)							
Exponeringstid barn	365	60	365	20	20	20	20
Exponeringstid vuxna	365	200	365	20	20	20	20
Andel inomhusvistelse (-)	1	1	0	0	0	0	0
Inandning av ånga (dagar/år)							
Exponeringstid barn	365	60	365	365	365	60	365
Exponeringstid vuxna	365	200	365	365	365	200	365
Andel inomhusvistelse (-)	1	1	0,1	0,1	1	1	0,1
Intag av växter (kg/dag)							
Konsumtion, barn	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Konsumtion, vuxna	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Andel från odling på plats	0,1	0,05	0,05	0	0	0	0

7.1.1 Intag av jord, hudkontakt med jord och inandning av damm

Vid direktkontakt med förorenad jord kan människor exponeras för föroreningen genom intag av jord, hudkontakt med jord och inandning av damm. Främst är det små barn som avsiktligt kan stoppa jord i munnen, men även vuxna kan oavsiktligt få i sig jord denna väg. Hudkontakt med förorenad jord sker främst under varmare delar av året, då människor vistas utomhus utan heltäckande klädsel. Föroreningar kan då tas upp genom huden. Små finkorniga jordpartiklar i luften kan dras ner i lungorna och där tas upp i kroppen.

Vid bostäder, skolor och förskolor ska människor kunna vistas heltid. Därför används samma exponeringstider som för Naturvårdsverkets riktvärde för känslig markanvändning (KM). Samma exponeringstider används för parker och grönytor, även om det för dessa sannolikt är konservativt att anta heltidsvistelse. Vid verksamheter och kontor används samma exponeringstider som för Naturvårdsverkets riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM). Djup jord och jord under hårdgjorda ytor kommer människor normalt inte i kontakt med, undantaget vid enstaka schaktarbeten, vilka normalt inte utförs djupare än till tjälfritt djup (vilket är knappt 2 m i Uppsala se t.ex. Trafikverkets tjäldjupsmätningar (Trafikverket, 2023)). För att ta hänsyn till att jord kan blottläggas och spridas vid grävarbeten antas ändå såväl barn som vuxna exponeras 20 dagar/år.

7.1.2 Intag av växter

Växter och svamp som odlas eller växer vilt på en plats kan ta upp förorening från jorden och lagra denna i delar som sedan äts av människor. För de generella KM-riktvärdena antas att 10 % av en människas växtintag kan komma från växter odlade på det förorenade området. För generella MKM-riktvärden antas att inget växtintag förekommer.

För Upp-RV antas att 10 % av växtintaget kan komma från områden med bostäder, skolor och förskolor (scenario A). Från områden med verksamheter och kontor (scenario B) och parker och grönytor (scenario C) kan 5 % av växtintaget komma från det förorenade området (detta innebär att det är möjligt att plantera enstaka fruktträd i naturlig jord på dessa platser). Växter behöver mikroorganismer för att omvandla näring i marken till former som växterna kan ta upp. Eftersom mikroorganismerna främst är koncentrerade till ytligare jordlager (se t.ex. Volchko, 2014) är även växters rötter och näringsupptag koncentrerat till dessa jordlager. Växter tar upp föroreningar på samma sätt som de tar upp näringsämnen, vilket alltså betyder att även föroreningsupptaget är koncentrerat till de ytligaste decimetrarna jord. Därmed inkluderas inte intag via växter som exponeringsväg för djup jord. Det inkluderas heller inte för jord under hårdgjorda ytor, eftersom det inte kommer växa ätbara växter där.

7.1.3 Inandning av ånga

Flyktiga föroreningar i jorden kan förångas och transporteras genom jordprofilen upp mot markytan. Om ingen byggnad finns på platsen ångar föroreningarna av utomhus, vilket innebär en stor utspädning och normalt ingen risk för människors hälsa. Om det finns en byggnad på eller intill den förorenade jorden kan ångorna transporteras in i byggnaden. Människor i byggnaderna kan andas in föroreningarna och på så sätt utsättas för risker.

Beräkning av ångtransport är komplicerat. Beräkningen i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell är förenklad och har visat sig överskatta riskerna (se t.ex. Provoost et al, 2018). Därför rekommenderas att fördjupade utredningar görs om ångtransport styr åtgärdsbehovet (vilket även rekommenderas i Naturvårdsverkets vägledningsmaterial).

Ångtransporten är större i genomsläppliga än normaltäta jordar. Trots detta tas Upp-RV endast fram för normaltät jord. Detta motiveras med att ett antal fördjupade utredningar av ångtransport som gjorts framför allt av Stockholms stad, visar att Naturvårdsverkets modell är så pass konservativ att det inte innebär några oacceptabla risker att anta att all jord i Uppsala kommun är

normaltät (se Bilaga H). Som en extra säkerhetsåtgärd bör dock fördjupade utredningar göras om toluen, xylen, lättare alifater (>C8-C12) eller PAH-M påträffas i genomsläppliga jordar (se Bilaga H).

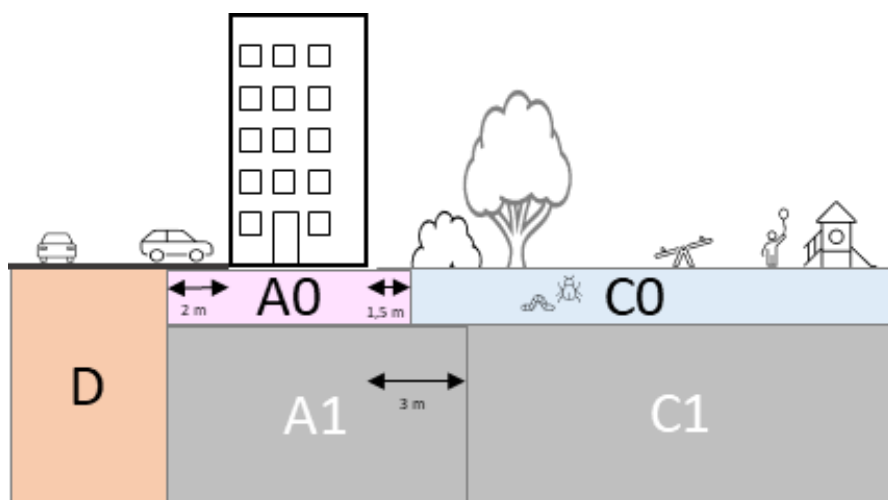
Om åtgärdsbehovet på en plats styrs av att flyktiga ämnen överstiger Upp-RV bör fördjupade utredningar göras, för att säkerställa att halterna faktiskt innebär en oacceptabel risk som behöver åtgärdas. Detta gäller framför allt bensen, toluen, xylen, alifater >C5-C12, PAH-L och M samt kvicksilver.

För beräkning av Upp-RV antas heltidsvistelse vid bostäder, skolor och förskolor (scenario A) och deltidsvistelse vid verksamheter och kontor (scenario B). Det antas, precis som för Naturvårdsverkets generella riktvärden, att människor vistas inomhus 100 % av tiden.

Vid scenarier där det inte finns någon byggnad (C Parker och grönytor och D Under hårdgjorda ytor) finns det ändå risk att förorening transporteras snett i marken och når intilliggande byggnader. För att skydda mot detta antas 10 % inomhusvistelse även vid scenarier där det inte finns någon byggnad. Det ger tillräckligt skydd vid de flesta scenarier, men om en byggnad står i direkt anslutning till t.ex. en väg eller en park krävs ett säkerhetsavstånd för att inte riskera att förorening transporteras snett in i byggnaden. Säkerhetsavståndet har räknats fram för Stockholms stad (Kemakta, 2023) men bedöms kunna användas även för Upp-RV, eftersom beräknade riktvärden för inandning av ångor är ungefär lika stora. För att inte riskera underskatta risken används ändå något större säkerhetsmarginaler än vad som räknats fram av Kemakta. Om en byggnad står intill en hårdgjord yta behöver det riktvärde som gäller för byggnaden (A0, A1, B0 eller B1) användas 2 m från byggnaden. Om en byggnad står intill en nyanlagd park eller grönyta behöver riktvärdet för byggnaden användas 1,5 m från byggnaden i ytlig jord och 3 m från byggnaden i djup jord, se Tabell 3 och Figur 8. För mer detaljer om horisontell ångtransport hänvisas till Kemakta (2023).

Tabell 3. Säkerhetsavstånd kring byggnader som står direkt intill områden som klassas som utomhusscenarier (hårdgjorda ytor samt parker och grönytor). Värden som Kemakta räknat fram för Stockholms storstadsspecifika riktvärden (SSRV) har justerats upp något för att gälla för Upp-RV

Scenario		Säkerhetsavstånd [m]	
Upp-RV	SSRV	SSRV	Upp-RV
D Under hårdgjorda ytor	E Under hårdgjorda ytor	1,5	2
C0 Nyanlagda parker och grönytor 0-1 m	D Nyanlagda parker och grönytor	1	1,5
C1 Nyanlagda parker och grönytor >1 m	F3 >1 m Under parkmark	2,5	3



Figur 8. Säkerhetsavstånd kring byggnader som står direkt intill områden som klassas som utomhusscenarier (hårdgjorda ytor samt parker och grönytor).

Pålning

Pålning kan bidra med uppåtriktad föroreningsspridning genom att en djupt belägen förorening, under ett lågpermeabelt lerlager, kan transporteras upp längs med pålen i gasfas och därefter in i byggnad. I Upp-RV har inga separata riktvärden tagits fram för lågpermeabel jord, vilket innebär att framtagna riktvärden bör kunna skydda mot ångtransport även i de fall då en lerjord pålas.

Pålning kan också bidra till nedåtriktad föroreningstransport, detta behandlas i avsnitt 9.1.4.

7.1.4 Intag av dricksvatten

Förorenad jord kan laka förorening till grundvatten som om det används som dricksvatten kan fungera som en exponeringsväg för människor. För att detta ska ske krävs att den förorening som lakar från massorna kan nå ett grundvatten som används som dricksvattenresurs. I de generella riktvärdena antas det att grundvatten på platsen används till dricksvatten i KM-scenariot, men inte i MKM-scenariot. Den acceptabla halten i jord beräknas med utgångspunkt i det toxikologiska referensvärdet (TRV, dvs. acceptabel halt i dricksvattnet), utspädningsfaktorn mellan grundvatten och porvatten ($DF_{gw-well}$), fördelningsfaktorn mellan porvatten och jord ($CF_{water-mob}$) och det genomsnittliga dagliga vattenintaget (R_{iw}) enligt ekvationen nedan:

$$C_{iw} = \frac{TRV}{DF_{gw-well} \times CF_{water-mob} \times R_{iw}}$$

Utspädningsfaktorn är i Naturvårdsverkets modell inte ämnesspecifik och tar inte hänsyn till fastläggning eller nedbrytning. Detta ger konservativa värden för exponeringen via dricksvatten. En Uppsalaspecifik utspädningsfaktor har tagits fram för fyra olika grundvattenklasser som en del av den hydrogeologiska utredningen av spridning till grundvatten, se avsnitt 9.1. Dessa värden har använts då riktvärden för intag av dricksvatten beräknats.

Exponering genom intag av dricksvatten har inkluderats för scenarierna A0 och A1, dvs där det finns bostäder, förskolor och skolor. Detta då det kan antas att t.ex. villor på landsbygden har privata dricksvattenbrunnar. För grundvattenklass 2a ska avståndet till det skyddsvärda grundvattnet vara minst 50 m. Vid övriga scenarier antas det inte finnas dricksvattenbrunnar i direkt närhet (motsvarande vad som antas för generella MKM-scenarier). Däremot skyddas grundvattnet som en naturresurs i samtliga scenarier.

8 MILJÖRISKBEDÖMNING

Vid hantering av förorenade områden ska markmiljön skyddas så att marken kan uppfylla de funktioner som förväntas vid den planerade markanvändningen (NV, 2023). Naturvårdsverket utgår från att skydd av markmiljö alltid bör beaktas och bör utgå från planerad markanvändning (NV, n.d.). Markekosystemen har många viktiga funktioner, som att bryta ned organiskt material, cirkulera näringsämnen och producera syre. Marken är en komplex miljö med många olika organismer som bidrar till dessa funktioner.

För att ett markekosystem ska fungera krävs mycket mer än en jord fri från föroreningar. Markorganismerna måste ha tillgång till vatten, näringsämnen och kol samt jorden måste ha fysiska, kemiska och biologiska egenskaper som kan bidra till att upprätthålla ett fungerande markekosystem (Volchko, 2014). I urbana miljöer och i djupare belägen jord är förutsättningarna för ett fungerande markekosystem ofta begränsade av t.ex. begränsad syretransport och brist på organiskt material.

Naturvårdsverkets modell ger inte möjlighet till någon platsspecifik anpassning av markekosystemskyddet. I stället finns möjlighet att skydda markekosystemet på två nivåer; KM-nivå, där 75 % av arterna skyddas och MKM-nivå, där 50 % av arterna skyddas. KM-nivån antas inte ge någon väsentlig påverkan på markens funktioner och MKM-nivån bedöms inte ge några betydande effekter på markens funktion. Modellen bygger på dos-responssamband med effekter observerade under relativt kort tid och utan att ta hänsyn till någon anpassning av arter eller artsammansättning. Den tar heller inte alltid hänsyn till att åldrad förorening i fält ofta är mer svårtillgänglig än förorening som tillsätts jord i samband med laboratieförsök. Mer information om metoden kan läsas i t.ex. Volchko, 2014 och Berggren-Kleja och Enell, 2021.

Skyddet av markmiljön är ofta styrande vid efterbehandling av förorenade områden. På KM-nivå begränsas riktvärdena för flera metaller, de flesta alifater och aromater samt lättare PAH av markmiljöskyddet. Det kan innebära omfattande schaktning och transport av massor för att teoretiskt skydda en markmiljö som i det specifika fallet kanske inte har förutsättningar att fungera ens utan markföroreningen, eller som har ett begränsat skyddsvärde, och som dessutom schaktas bort tillsammans med massorna, vilket går emot Europeiska kommissionens förslag till markdirektiv (European Commission, 2023).

En viktig utgångspunkt för Upp-RV är att bidra till hållbara resursflöden, minskad klimatpåverkan och ett klimatanpassat Uppsala (avsnitt 1.3). En ytterligare utgångspunkt är att de områden som bebyggs inte kommer att återgå till naturlig mark.

Med utgångspunkt i ovanstående görs den värderingsmässiga begränsningen att inte skydda markmiljön på KM-nivå i något scenario. Istället skyddas markmiljön på MKM-nivå vid bostäder, skolor och förskolor (scenario A0) och inom nya parker och grönytor (scenario C0). I jord under hårdgjorda ytor (scenario D) samt djupare belägen jord (scenarierna A1, B och C1) skyddas inte markekosystemet.

Detta motiveras av att antalet arter och individer av marklevande organismer minskar kraftigt mot djupet. I SGI, 2015 sammanfattas forskningsresultat som visar att bakterier, marklevande djur, svampar och vegetation till stor del främst återfinns i de översta decimetrarna jord. Under en meter under markytan är densiteten av markorganismer mycket låg. Det förklaras med att det finns mindre tillgång till kol, näring och syre i djupare jordar. Samma sak gäller jordar under hårdgjorda ytor.

9 BEDÖMNING AV SPRIDNINGSRISKER TILL YT- OCH GRUNDVATTEN

9.1 SPRIDNING TILL GRUNDVATTEN

Ett av de viktigaste skyddsobjekten i Uppsala kommun är grundvattnet, som förser en stor del av befolkningen med dricksvatten. Uppsala- och Vattholmaåsarna är några av Sveriges viktigaste grundvattentäkter, men det finns även skyddsvärt grundvatten i andra delar av kommunen. Vissa av grundvattenmagasinen har direkt kontakt med markytan, medan andra täcks av mäktiga lerlager som skyddar grundvattnet mot förorening. För att få fram väl avvägda riktvärden som skyddar grundvattnet i nödvändig utsträckning, samtidigt som översanering undviks har en hydrogeologisk utredning genomförts, vilken presenteras i Bilaga D.

De Uppsalaspecifika riktvärdena ska gälla för hela kommunen, vilket innebär att det inte varit möjligt att göra en platsspecifik hydrogeologisk bedömning. Utgångspunkten har därför varit att med avstamp i en generell beräkningsmodell – Naturvårdsverkets riktvärdesmodell – se över vilka justeringar som kan göras för att ta bättre hänsyn till viktiga processer och jordlagerföljder.

Naturvårdsverkets riktvärdesmodell används idag brett inom branschen, och kan därmed anses vara ett vedertaget verktyg, även om det också är känt att modellen har sina begränsningar. Vad gäller spridning till grundvatten bygger modellen främst på att beräkna den utspädningseffekt som uppstår när en förorening transporterats genom den omättade zonen och når grundvattnet. Modellen kan inte ta hänsyn till nedbrytning och fastläggning, vilket är två betydelsefulla processer vid spridning av förorening. Det går heller inte att inkludera lerlager i modellen, vilket kan ha en viktig begränsande effekt för spridning av föroreningar.

Consim, den beräkningsmodell som har valts för att beräkna spridning till grundvatten, bygger på i stort sett samma utspädningsekvation som Naturvårdsverkets riktvärdesmodell. Huvudanledningen till att Consim har valts för spridningsberäkningarna är att det i denna modell går att ta hänsyn till nedbrytning, fastläggning och förekomst av lerlager.

9.1.1 Geografisk indelning i hydrogeologiska klasser

Behovet av grundvattenskydd varierar inom kommunen. Med utgångspunkt i känslighets- och sårbarhetsklassningar utförda av SGU och Uppsala kommun har kommunen delats in i fyra hydrogeologiska klasser baserat på risken att grundvattnet blir förorenat av förorenade massor.

SGUs sårbarhetskartor för grundvatten

SGU har tillsammans med Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap tagit fram sårbarhetskartor för grundvatten (SGU, 2019). Kartornas huvudsakliga syfte är att underlätta för räddningstjänsten att hantera utsläpp på markytan, men de kan också användas för risk- och sårbarhetsanalyser. Kartorna visar grundvattnets sårbarhet och är en skattning av hur stor risk det är att en förorening vid markytan når grundvattnet. Som underlag användes jordartskartan och en sammanvägd bedömning har gjorts utifrån jordartens genomsläpplighetsklass, in- och utströmningsförhållanden och förekomst av grundvattenmagasin (SGU, 2009).

Uppsala kommuns känslighetskarta "Måsen"

Inom Uppsala kommuns projekt "Riktlinjer för markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt", eller MÅsen (Markanvändning Åsen), Geosigma, 2018, har en känslighetskarta för grundvattenskydd tagits fram. Kartan ska fungera som underlag för en markanvändningsstrategi och för riskbedömningar. Kartan omfattar Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde, vilket är en begränsad del av Uppsala kommun, men samtidigt det område där frågan om grundvattenskydd är särskilt angelägen. Som underlag har tredimensionella modeller över geologi och grundvatten använts. Indata till

klassningen är jordarten i markytan, tredimensionell information om jordlagerföljd och information om grundvattenströmning.

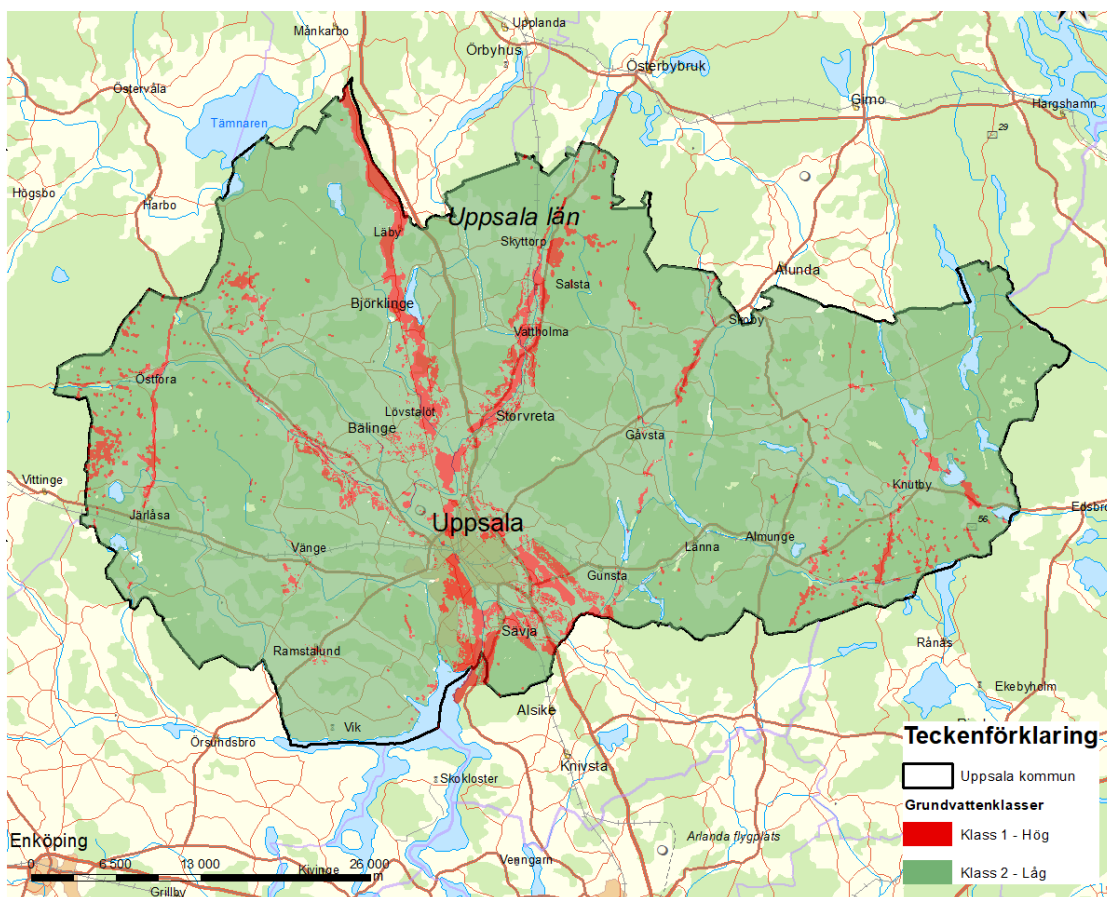
Grundvattenklasser i Uppsala kommun

Känslighetskartan använder ett mer omfattande underlagsmaterial och klassindelningarna från denna bedöms ge en säkrare bild av grundvattnets skyddsbehov. Därför används känslighetskartan i första hand för att avgöra klassindelning för Upp-RV. I de områden som inte täcks av känslighetskartan används sårbarhetskartan.

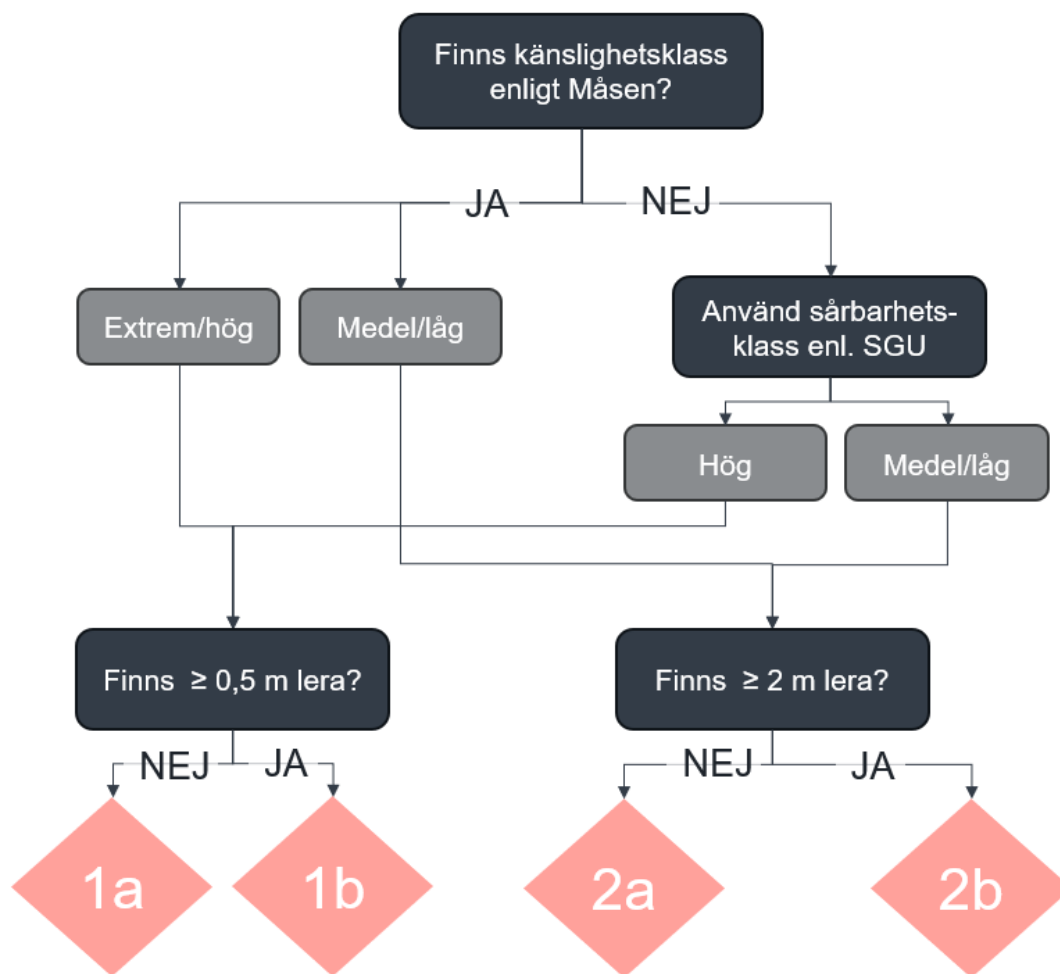
Kommunen delas in i fyra grundvattenklasser baserat på känslighets-/sårbarhetsklass, se Figur 10.

- Klass 1a** Områden med hög risk/känslighet för grundvattnet utan tätande lerlager ovan skyddsvärt grundvatten (t.ex. där isälvssediment finns i dagen).
- Klass 1b** Områden med hög risk/känslighet för grundvatten med minst 0,5 m mäktig, tät och sammanhängande lera ovan skyddsvärt grundvatten
- Klass 2a** Områden med mellan eller låg risk/känslighet för grundvattnet och minst 50 m horisontellt avstånd till skyddsvärt grundvatten.
- Klass 2b** Områden med mellan eller låg risk/känslighet för grundvattnet och med minst två meter mäktig, tät och sammanhängande lera ovan skyddsvärt grundvatten.

I Figur 9 och bilaga F redovisas indelningen i klass 1 och klass 2. Kartan finns även i digitalt format hos Uppsala kommun via teknisk handbok.



Figur 9. Geografisk indelning av Uppsala kommun i hydrogeologisk klass 1 respektive klass 2.

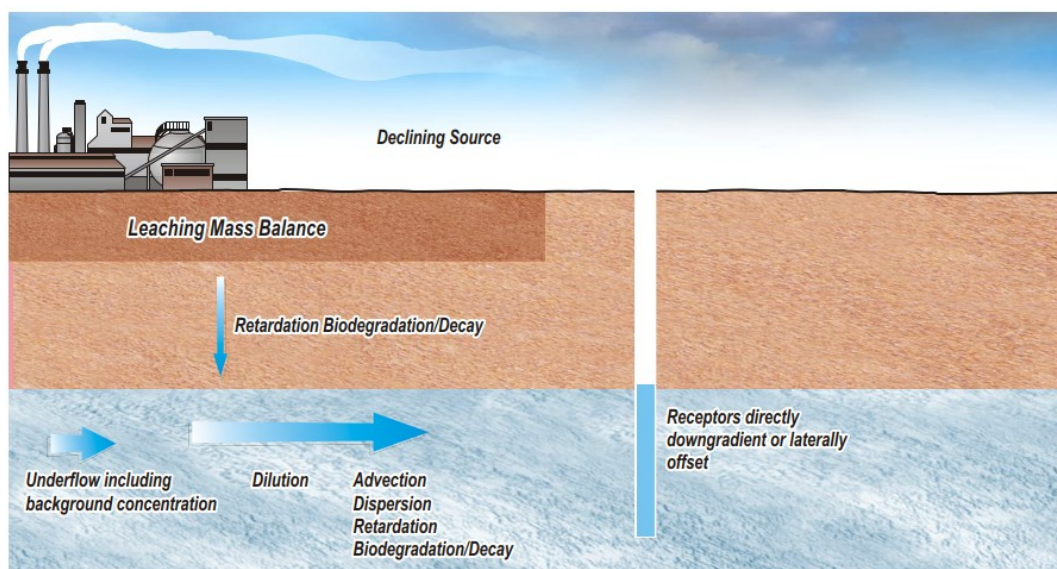


Figur 10. Flödesschema för val av grundvattenklass för Upp-RV.

9.1.2 Beräkning av riktvärden för att skydda grundvatten

I Naturvårdsverkets modell beräknas spridning till skyddat grundvatten med antagandet att ingen nedbrytning eller fastläggning (s.k. dämpande effekter) sker. Hur mycket förorening som når grundvattnet beräknas med hjälp av en utspädningsfaktor och halten rörlig förorening i marken. Utspädningsfaktorn i sin tur är inte ämnesspecifik men tar hänsyn till markegenskaper som grundvattenbildning och avståndet till det skyddsvärda grundvattnet samt det förorenade områdets storlek. Vidare tas hänsyn till det underliggande grundvattenmagasinets egenskaper: hydraulisk konduktivitet och gradient. Modellen tar inte hänsyn till den omättade zonens egenskaper, vilket innebär att det inte är möjligt att väga in effekter av t.ex. ett lerlager ovan ett grundvattenmagasin i en isälvslavlagring.

För att på ett mer rättvisande sätt bedöma föroreningsspridning till grundvattnet har modellering gjorts med modelleringsverktyget Consim, *Contamination Impact on Groundwater: Simulation by Monte Carlo Method* (Golder Associates, n.d.). Consim är utvecklat av Golder Associates på uppdrag av det brittiska Naturvårdsverket för att bedöma förorenade områdens påverkan på grundvatten. Det är en probabilistisk modell som tar hänsyn till såväl utspädning som dämpning. Utspädningen beräknas på motsvarande sätt som i Naturvårdsverkets modell, medan dämpningen är en mer komplicerad beräkning som tar hänsyn till nedbrytning, fördröjning och advektion-dispersion (Figur 11). Dämpning är särskilt viktigt i finkorniga jordar. Modellering kan göras på flera olika nivåer med ökad komplexitet. Ett stort antal modellkörningar har gjorts, med indata från både Naturvårdsverket och internationella källor (framförallt Consims egen databas som i sin tur baseras på ett flertal olika referenser). I Bilaga E presenteras indata, samtliga modellkörningar, resultaten av dessa samt en diskussion kring vilka körningar som bäst representerar de hydrogeologiska klasserna för Upp-RV.



Figur 11. Konceptuell modell för ConSim, från användarmanualen (Golder Associates, n.d.)

De modellkörningar som har valts presenteras nedan. För samtliga klasser har den valda modellkörningen utgått från indata från Naturvårdsverket. Dessa indata har valts för att i så stor utsträckning som möjligt efterlikna beräkningarna i Naturvårdsverkets modell. Det har antagits att de förorenade massorna har en utbredning om 50 x 50 m, är 1 m mäktiga och att infiltrationen är 100 mm/år i grundvattenklass 1 och 2 (samtliga baserade på Naturvårdsverkets antaganden). Det har även antagits att grundvattnet återfinns 0,5 m under de förorenade massorna (ett rimligt konservativt antagande för förhållanden i Uppsala kommun). Där det finns ett tätande lerlager under föroreningen har infiltrationen genom leran satts till 25 mm/år (ett konservativt antagande för lerjordar). En känslighetsanalys av lerlagrets mäktighet har gjorts (se bilaga E). I de valda modellkörningarna är lerlagrets mäktighet 0,5 m eller 2 m.

Klass 1a

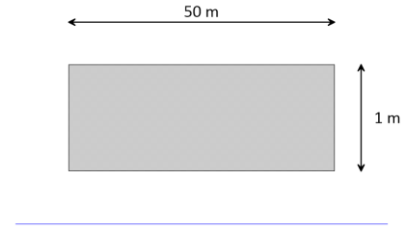
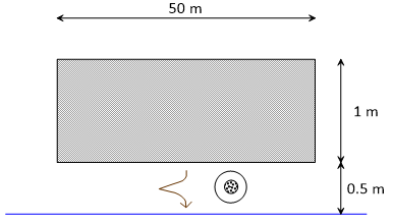
Områden med hög risk/känslighet för grundvattnet (t.ex. där isälvssediment finns i dagen).

Modellkörning N1-rs*³ (med fastläggning och nedbrytning) för organiska ämnen och N1* (ingen fastläggning, ingen nedbrytning) för metaller, se Tabell 4.

För flertalet metaller innebär fastläggningen i marken (modell N1-rs*) att dessa inte når grundvattnet inom 1000 år. Som en extra försiktighetsåtgärd i denna känsliga grundvattenklass, används därför riktvärden där ingen hänsyn tas till fastläggning för metallerna (modell N1*). Det ger samma riktvärde som Naturvårdsverkets modell. För de organiska ämnena antas nedbrytning och fastläggning ske i den omättade zonen under föroreningen vilket innebär att riktvärdena blir högre än motsvarande riktvärden för skydd av grundvatten i Naturvårdsverkets modell (men riktvärdena blir ändå begränsade för flertalet organiska ämnen, vilket är anledningen till att inte motsvarande extra försiktighetsåtgärd används som för metallerna). För tyngre alifater, PAH M och H, PCB7, dioxin och Σ DDT uppnås aldrig halter som kan innebära en risk för grundvattnet.

³ N illustrerar att indata kommer från Naturvårdsverket, r biologisk nedbrytning och s fastläggning, asterisken * illustrerar att en justering har gjorts för att ta hänsyn till sidledes utbredning i blandningszonen, se Bilaga D för detaljer.

Tabell 4. Illustration av modellkörningar för klass 1a. N1 används för metaller och N1-rs för organiska ämnen. Grundvattenytan illustreras av det blå strecket och de förorenade massorna av den grå rektangeln. Pilen illustrerar fastläggning och cirkeln nedbrytning

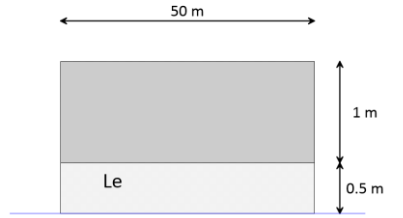
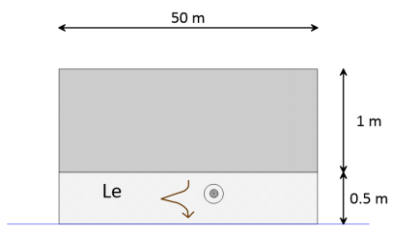
Modellnamn	Illustration	Beskrivning
N1		Naturvårdsverkets indata Omättad zon: ingen sorption, ingen nedbrytning Ingen mättad zon.
N1-rs		Naturvårdsverkets indata Omättad zon: sorption aktiv, nedbrytning aktiv. Ingen mättad zon.

Klass 1b

Områden med hög/extrem risk/känslighet för grundvattnet, men där minst 0,5 m tät och sammanhängande lera skiljer de förorenade massorna från det skyddsvärda grundvattnet, se Tabell 5. Notera att riktvärdena för klass 1b endast ska användas om det finns trovärdigt underlag från platsen som styrker att det finns ett tätande lerlager av minst 0,5 m mäktighet. Det kan innebära att det faktiska lerlagret är betydligt mäktigare än 0,5 m, för att med tillräcklig säkerhet kunna säga att antagandet om 0,5 m tät lera är giltigt, samtidigt som beräkningarna då bygger på en lermäktighet på endast 0,5 m.

Modellkörning Ln-rs* (0,5 m) för organiska ämnen och Ln* (0,5 m) för metaller, vilket innebär att fastläggning inte antas för metaller (ett konservativt antagande). För de organiska ämnena antas fastläggning och biologisk nedbrytning ske i den omättade zonen under föroreningen vilket innebär att endast ett fåtal uppnår halter som kan innebära en risk för grundvattnet (bensen, lätta alifater och aromater, kvintozen-pentakloranillin, PFOS och PFAS4).

Tabell 5. Illustration av modellkörningar för klass 1b. Ln (0,5 m) används för metaller och Ln-rs (0,5 m) för organiska ämnen. Grundvattenytan illustreras av det blå strecket och de förorenade massorna av den grå rektangeln. Lera illustreras av ljusgrå yta. Pilen illustrerar fastläggning och cirkeln nedbrytning

Ln (0,5 m)		Naturvårdsverkets indata Konceptuell modell: lera Omättad zon: ingen sorption, ingen nedbrytning. Ingen mättad zon. Lermäktighet: 0,5 m.
Ln-rs (0,5 m)		Naturvårdsverkets indata Konceptuell modell: lera Omättad zon: sorption aktiv, nedbrytning aktiv. Ingen mättad zon. Lermäktighet: 0,5 m.

Klass 2a

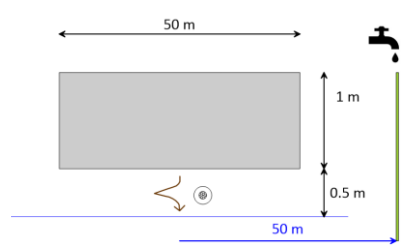
Områden med mellan eller låg risk/känslighet för grundvattnet, se Tabell 6.

Modellkörning N1-rsA⁴.

Fastläggning och biologisk nedbrytning antas ske i den omättade zonen under föroreningen. Föroreningen transporteras 50 m i den mättade zonen, med fördröjning och nedbrytning även i denna zon. Avståndet 50 m kommer av att i både sårbarhetskartan och känslighetskartan är områden med medel/låg känslighet (motsvarar klass 2) minst 50 m från områden med hög känslighet (motsvarar klass 1). Sårbarhetskartan har en buffertzona på 50 m runt dess områden med hög känslighet, som en säkerhetsmarginal för osäkerheter i kartunderlaget. Om en plats som hamnar i klass 2a ligger väldigt nära gränsen till klass 1-område bör därför platsen undersökas för att bekräfta att antagandet om 50 m avstånd till skyddsvärt grundvatten är giltigt.

För metaller, tyngre alifater och aromater, PAH M och H, samt de halogenerade ämnena uppnås aldrig halter som kan innebära en risk för grundvatten.

Tabell 6. Illustration av modellkörning för klass 2. N1-rsA används för samtliga ämnen. Grundvattenytan illustreras av det blå strecket och de förorenade massorna av den grå rektangeln. Pilen illustrerar fastläggning och cirkeln nedbrytning. Det vertikala strecket med en vattendroppe illustrerar ett skyddsvärt grundvatten 50 m från föroreningen

N1-rsA		Naturvårdsverkets indata Omättad zon: sorption aktiv, nedbrytning aktiv. Mättad zon med sorption aktiv, nedbrytning aktiv.
--------	--	--

Klass 2b

Områden med mellan eller låg risk/känslighet för grundvattnet och med minst två meter mäktig, sammanhängande lera, Tabell 7.

Modellkörning Ln-rs*.

När två meter lera, i vilken det sker fastläggning och nedbrytning inkluderas i modelleringen kommer inga andra ämnen än bensen och PFOS att uppnå halter som kan innebära en risk för grundvattnet. Det innebär att varken grundvattenskydd eller intag av dricksvatten blir begränsande för Upp-RV inom klass 2b för några andra ämnen än dessa två. Att skillnaden blir så stor jämfört med övriga klasser beror på lerans mäktighet (2 m jämfört med 0,5 m i klass 1b) vilket gör att nedbrytning och fastläggning får en större effekt, men också att infiltrationen är mindre (25 mm/år) i en lerjord än en normaltät jord (100 mm/år).

Tabell 7. Illustration av modellkörning för klass 2b. Ln-rs* används. Grundvattenytan illustreras av det blå strecket och de förorenade massorna av den grå rektangeln. Pilen illustrerar fastläggning och cirkeln nedbrytning.

Ln-rs		Naturvårdsverkets indata Konceptuell modell: lera Omättad zon: sorption aktiv, nedbrytning aktiv. Ingen mättad zon. Lermäktighet: 2m
-------	---	---

⁴ A står för akvifär och illustrerar ett horisontellt avstånd på 50 m från förorenad jord till det skyddsvärda grundvattnet

9.1.3 *Det förorenade områdets storleks betydelse för grundvattenriktvärdena*

Det förorenade områdets storlek har en ytterst marginell betydelse för uträkningen av den halt som uppstår i grundvattnet precis under det förorenade området, efter vertikal transport genom omättad zon (med/utan dämpande effekter) och utspädning. Detta gäller klass 1a och b samt 2b.

Om man i stället tar hänsyn till vidare ämnestransport med grundvattnet och tittar på halter i en observationspunkt nedströms, vilket görs i klass 2a, så har det förorenade områdets storlek betydelse. Det beror på den utspädning som sker längs med och tvärs grundvattenströmningsriktningen. Det blir en skillnad i riktvärdet både om det förorenade områdets bredd (utbredning vinkelrätt grundvattenströmningen) och längd (utbredning parallellt med grundvattenströmningen) ändras. Ett förorenat område som har en mindre storlek ger ett högre riktvärde.

9.1.4 *Pålning*

Pålning inom förorenade områden kan bidra till föroreningsspridning, främst genom att transportera förorening från ett övre jordlager, genom ett lågpermeabelt lerlager ner i ett undre, ej förorenat, vattenförande lager (SGI, 2019). Pålar kan ha olika material och installeras på olika sätt. De vanligaste i Sverige är betong- eller stålpålar som slås ned, men pålar kan också installeras i förborrade hål. Det krävs en platsspecifik bedömning för att säkerställa att pålning inte bidrar till föroreningsspridning.

Pålning kan bidra till föroreningsspridning genom tre olika mekanismer (Satayamurthy et al, 2008, sammanfattat av SGI, 2021);

1. Direkt transport av jord med toppen av pålen vid installation (en engångshändelse som generellt inte bedöms kunna bidra till några betydande risker för Uppsalas skyddade grundvatten)
2. Flöde i zonen där pålen tryckts ned, inklusive gränssnittet mellan påle och lerjord
3. Flöde genom själva pålen (vilket sker på mycket lång sikt och endast har observerats då obehandlade träpålar använts)

Det finns metoder för att undvika föroreningsspridning kopplat till alla tre mekanismer. Dessa beskrivs närmare i SGI, 2019. Generellt kan föroreningstransport längs med själva pålen undvikas om pålen slås ned (då pålen trycker ut jorden blir gränssnittet mellan påle och jord normalt lika tätt som jorden). Risker är större om lermäktigheten är mindre (SGI anger att uppskattningsvis fem meter mäktig lera skyddar en akvifer under leran från föroreningsspridning längs med pålen).

Pålar kan också bidra med föroreningsspridning i motsatt riktning, genom att en djupt belägen förorening transporteras upp längs med pålen i gasfas och därefter in i byggnad. Detta diskuteras i avsnitt 7.1.3.

Vid användande av Upp-RV, precis som vid användande av andra generella eller platsspecifika åtgärdsåtgärder, är det upp till användaren att säkerställa att pålning inom ett förorenat område inte riskerar att transportera förorening genom ett tätande lerlager.

9.2 SPRIDNING TILL YTVATTEN

Transport av föroreningar till ytvatten beräknas i Naturvårdsverkets modell med utgångspunkt i en utspädningsfaktor och halten rörlig förorening i marken. Utspädningsfaktorn i sin tur är ett enkelt samband mellan mängden vatten som infiltrerar genom det förorenade området och flödet i recipienten (för förorening ovan grundvattenytan, vilket är aktuellt för Upp-RV). Ingen hänsyn tas till avstånd till recipient, fastläggning eller nedbrytning och utlakningen från jorden antas vara konstant och styras av en jämvikt mellan halt i jord och halt i porvatten.

I Upp-RV har ingen fördjupad utredning av spridning till ytvatten gjorts trots att denna spridningsväg styr riktvärdet för flera ämnen och scenarier i grundvattenklass 1b, 2a och 2b. Detta motiveras med att de generella riktvärdena för skydd av ytvatten bedöms vara mycket konservativa och kunna användas för att utesluta en risk alternativt fatta beslut om fördjupad bedömning behövs.

I de fall skydd av ytvatten är styrande för Upp-RV är de framräknade riktvärdena så pass höga att de inte bedöms leda till onödig sanering. Naturvårdsverkets generella antaganden om områdets storlek och recipientens flöde används, samt scenariospecifika infiltrationsvärden (framtagna inom arbetet med Stockholms storstadsspecifika riktvärden), se Tabell 8.

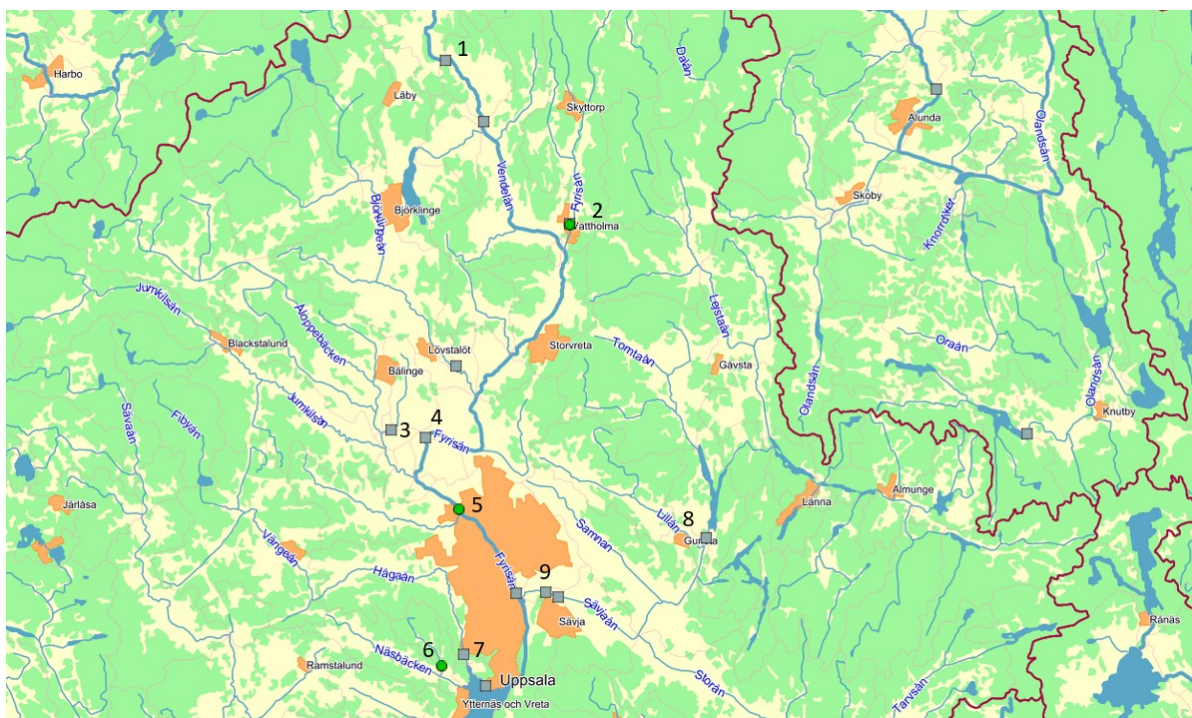
Tabell 8. Infiltration vid olika markanvändningsscenarier för bedömning av spridning till ytvatten

	Upp-RV scenario	Infiltration [mm/år]
A	Bostäder, skolor och förskolor	100
B	Verksamheter och kontor	80
C	Nyanlagda parker och grönytor	140
D	Under hårdgjorda ytor	40

Det ska dock noteras att det i Naturvårdsverkets modell finns ett direkt samband mellan det förorenade områdets area och flödet i recipienten så att en recipient med större flöde kan acceptera påverkan från ett större förorenat område. I Tabell 9 redovisas flöden i några av Uppsala kommuns ytvattenförekomster (Figur 12). Flödena är medelvärden av månadsflöden från SMHI:s vattenweb (SMHI, 2023). Som framgår av tabellen är flödet i många av kommunens recipienter flera gånger större än det generella antagandet, vilket i praktiken innebär att det förorenade området kan ha motsvarande större area utan att det innebär risk för recipienten.

Tabell 9. Flöden i några av Uppsala kommuns ytvattendrag. Redovisade flöden är medelflöden från SMHIs vattenweb. Det ska noteras att flera av mätserierna är gamla och värdena ska ses som storleksordningar och inte exakta värden. Mätstationernas lägen presenteras i Figur 12

Nr i figuren	Station	Medelflöde [m ³ /s]	Antal gånger större flöde än NVs antagande	data från år
1	Fyrisån vid Ulvunge	1,9	59	1917-1942
2	Fyrisån i Vattholma	2,0	62	1979-2023
	Sundbromarksbäcken vid			
3	Sundbromark	0,051	1,6	1958-1968
4	Fyrisån vid Ulva kvarndamm	6,0	190	1979-1999
5	Fyrisån i Uppsala, vid Bärbyleden	7,0	220	1979-2023
6	Stabbybäcken vid Stabby	0,045	1,4	1979-2023
7	Hågaån vid Lurbo	1,3	40	1979-2001
8	Sävjaån vid Fundbo	2,9	92	1919-1935
9	Sävjaån vid Kuggebro	4,9	155	1919-1932
Generellt antagande NV-modell		0,03171		



Figur 12. Mätstationer som presenteras i Tabell 9, från SMHIs vattenwebb (SMHI, 2023).

10 RIKTVÄRDEN FÖR PFAS

PFAS är en grupp med fett-, vatten- och smutsavvisande samt temperaturtåliga ämnen som används i många delar av samhället och som till följd av detta har spridits över stora delar av världen. I Uppsala har PFAS hittats i det kommunala dricksvattnet och det återfinns ofta i halter över rapporteringsgräns vid jordprovtagning i kommunen (precis som på de flesta håll i landet).

Preliminära Uppsalaspecifika riktvärden för PFAS11 har beräknats. Dessa utgår, i enlighet med rekommendationer från myndigheterna (SGI, 2022b), från data som använts när SGI tagit fram preliminära riktvärden för PFOS (SGI, 2015). Riktvärdena benämns "preliminära" eftersom de generella riktvärdena förväntas uppdateras runt årsskiftet 2024/2025 (NV, 2023) med anledning av att nya och lägre värden för tolerabelt dagligt intag presenterades 2020 (EFSA, 2020). Sannolikt kommer de nya riktvärdena att bli lägre än de som togs fram av SGI 2015. När nya generella riktvärden är framtagna kan det finnas anledning att revidera även Upp-RV med hänsyn till PFAS-ämnen.

Mer information om aktuell vägledning, vilka PFAS-ämnen som ingår i respektive grupp samt hur Upp-RV beräknats redovisas i Bilaga G. I bilagan redovisas även ett alternativt riktvärde beräknat med utgångspunkt i indata från SGIs remissversion av uppdaterade riktvärden för PFAS4.

11 BAKGRUNDSHALTER

Ett område ska inte klassas som förorenat om halterna inte överstiger bakgrundshalter. Därför justeras riktvärdena upp till bakgrundshalt. Företrädesvis ska lokala bakgrundshalter användas. För Uppsala kommun har lokala bakgrundshalter tagits fram för metaller i lerjordar. För övriga jordar har ingen utredning av lokal bakgrundshalt gjorts och Naturvårdsverkets generella bakgrundshalter används.

11.1 BAKGRUNDSHALT I LERJORDAR I UPPSALA KOMMUN

Lerjordarna i Uppsala innehåller naturligt högre metallhalter jämfört med en morän, se Tabell 10. Detta gäller framför allt för kobolt och nickel, vilka är allmänt förekommande i halter över Naturvårdsverkets riktvärde för känslig markanvändning (KM). Även andra metaller (barium, kadmium, koppar, krom, vanadin och zink) förekommer allmänt i halter över Naturvårdsverkets generella bakgrundshalter, vilket framgår av tabellen. I bilaga C redovisas hur dessa lokala bakgrundshalter i lera har tagits fram, samt en riskbedömning som visar att de naturligt högre halterna inte innebär någon risk för människa eller miljö. Lera med naturligt högre bakgrundshalter ska inte hanteras som förorenade massor. Eftersom det finns en naturlig variation i bakgrundshalterna kan även något högre halter betraktas som bakgrundshalt, om övriga analyser tyder på att det inte rör sig om en förorening. Lera bör i möjligaste mån lämnas orörd, då den utgör en skyddande barriär mot spridning av förorening och är komplicerad och kostsam att hantera om den schaktas upp.

För nickel blir Upp-RV i klass 1a i nivå med bakgrundshalt (riktvärdet är 43 mg/kg TS och bakgrundshalten har satts till 42 mg/kg TS). Bakgrundshalten kan dock variera och det är därför viktigt att säkerställa att uppmätt halt faktiskt är tydligt över bakgrundshalt, om nickelhalten styr åtgärdsbehovet.

Tabell 10. Lokala bakgrundshalter för lera i Uppsala kommun, beräknad som medelvärde av 90percentilen av 112 leranalyser i Uppsala kommuns regi samt 90percentilen av 25 analyser av alv i SLUs regi (se Bilaga C för detaljer). För jämförelse redovisas även nationella bakgrundsvärden och Naturvårdsverkets generella riktvärden. De nationella bakgrundsvärdena är framtagna för moränjord och är de värden som används för att justera generella riktvärden [mg/kg TS]

	Bakgrund Uppsalalera	NV nationell bakgrund	Generella riktvärden	
			KM	MKM
As	8,4	10	10	25
Ba	170	80	200	300
Pb	26	20	50	180
Cd	0,29	0,2	0,8	12
Co	19	10	15	35
Cu	40	30	80	200
Cr	61	30	80	150
Hg	0,033	0,1	0,25	2,5
Ni	42	25	40	120
V	70	40	100	200
Zn	120	70	250	500

12 RISKVÄRDERING

De Uppsalaspecifika riktvärdena ska kunna användas som mätbara åtgärds mål för områden där markanvändningsscenario och grundvattenklass stämmer överens med vad som antagits i Upp-RV. Det betyder att vissa mått av riskvärdering behöver inkluderas i arbetet.

Detta görs genom icke effektbaserade justeringar av de framräknade riktvärdena. Dessa justeringar är:

1. **Markekosystemet** skyddas på MKM-nivå i scenarier där markekosystemets funktioner bedöms nödvändiga (scenarierna A0 och C0) och inte alls i övriga scenarier. Denna justering innebär att skydd av markekosystem styr riktvärdena i mindre omfattning och leder till högre riktvärden än om markekosystemet skulle skyddas på högre nivå. Detta är i linje med utgångspunkten att minska massöverskottet i kommunen genom att minska schaktbehovet.
2. **Exponering genom intag av växter** inkluderas i scenario B (Verksamheter och kontor). I ett traditionellt MKM-scenario inkluderas inte växtintag, men för att inte behöva begränsa möjligheterna att plantera t.ex. fruktträd inom verksamhetsområden antas att 5 % av växtintaget kan komma från dessa platser.
3. Samtliga riktvärden justeras ned till Avfall Sveriges koncentrationsgränser för **farligt avfall** (FA) för enskilda ämnen. Denna justering sänker riktvärdena för koppar, krom, nickel, zink och DDT i grundvattenklass 2 och 3, samt riktvärdena för DDT i grundvattenklass 1, vid scenarier där markekosystemet inte skyddas.
4. De djupa riktvärdena begränsas så att de inte kan vara mer än fem gånger högre än motsvarande ytligt riktvärde. För scenario D görs justering mot det högsta av samtliga ytliga riktvärden (eftersom scenario D gäller hela vägen upp i markytan under hårdgjorda ytor).⁵ Detta för att undvika att allt för höga föroreningshalter tillåts och för att inte riskera vertikal föroreningsspridning som kan innebära en risk för miljöeffekter i den ytliga jorden.
5. För ytliga riktvärden görs justeringen att riktvärdena inte får vara mer än fem gånger högre än MKM.⁵ Detta i samråd med miljöförvaltningen vid Uppsala kommun för att undvika att allt för höga föroreningshalter tillåts.
6. I Uppsalas lerjordar är halterna av framför allt kobolt och nickel naturligt förhöjda. Den lokala bakgrundshalten för leror i Uppsala presenteras i avsnitt 11.1. Om Upp-RV används för lerjordar bör de justeras upp till bakgrundshalt. Om riktvärdena däremot används för andra, mer grovkorniga jordarter, bör motsvarande uppjustering inte göras.

För att bedöma om Upp-RV är lämpliga att använda som mätbara åtgärds mål i ett specifikt projekt genomförs en förenklad beskrivande riskvärdering i en checklista, vilken presenteras i Bilaga C.

⁵ Om saneringsbehovet styrs av ett nedjusterat riktvärde kan en diskussion tas med miljöförvaltningen för att eventuellt kunna lämna kvar massor.

13 UPPSALASPECIFIKA RIKTVÄRDEN FÖR JORD

I bilaga A presenteras de Uppsalaspecifika riktvärdena. Riktvärden har beräknats för fyra olika markanvändningsscenarier, två olika jorddjup samt fyra grundvattenklasser. I tabellerna färgkodas riktvärdena baserat på vilket skyddsobjekt eller vilken exponeringsväg som styr riktvärdet, samt om någon justering av riktvärdena har gjorts.

14 OSÄKERHETER

Varje beräkning av platsspecifika riktvärden är behäftat med mer eller mindre stora osäkerheter. Osäkerheterna beror till stor del på den komplexitet som finns i miljön och på bristande kunskap om processer, orsakssamband och framtida förhållanden. I Naturvårdsverkets riktvärdesmodell har denna naturliga komplexitet förenklats till något som kan hanteras med en rimlig arbetsinsats och till en rimlig kostnad. Osäkerheterna, vilka är olika stora i olika delar av modellen, hanteras generellt konservativt, för att inte riskera underskatta riskerna med ett förorenat område.

En annan osäkerhet är att det inte går att förutse alla framtida förändringar av markanvändning inom ett område. Denna hanteras genom att utgå från detaljplan eller översiktsplan vid val av markanvändningsscenario. Detta är i linje med vägledning från SGI (SGI, 2022b). Om omfattande förändringar i markanvändningen görs förutsätts att en förnyad bedömning av riskerna görs.

I de Uppsalaspecifika riktvärdena har Naturvårdsverkets modell använts för att beräkna risker för samtliga skyddsobjekt undantaget skydd av grundvatten och exponering genom intag av dricksvatten. Spridningen till grundvatten är en viktig fråga i Uppsala kommun eftersom Uppsalabornas dricksvattentäkt passerar under de tätast befolkade delarna av kommunen, med de vitt skilda hydrogeologiska förutsättningar som finns i olika delar av kommunen. Vid en behovsutredning framkom det att variationerna i de hydrogeologiska förutsättningarna, som finns i olika delar av kommunen, inte på ett tillfredsställande sätt kunde modelleras med hjälp av Naturvårdsverkets modell. I stället valdes en internationell modell, Consim, som med en rimlig arbetsinsats och rimlig mängd indata kunde ge en bättre uppskattning av föroreningsutspädningen från en förorenad jord till ett skyddsvärt grundvatten eller dricksvatten.

Generellt kan sägas att hälsoriskerna kan bedömas relativt väl för hela Uppsala kommun, då exponeringsvägar och -tider är relativt likartade för likartade scenarier inom kommunen (liksom likartade scenarier i andra delar av landet). Samma sak gäller risker kopplade till markecosystemet (observera att skyddet av markecosystemet diskuteras i kapitel 12 Riskvärdering). Risker kopplade till skyddsvärt grundvatten hanteras genom den fördjupade hydrogeologiska utredningen medan risker kopplade till skydd av ytvatten inte hanteras fördjupat. Det stora flertalet av kommunens skyddsvärda ytvattenrecipienter har dock högre flöde än vad som antas i de generella beräkningarna vilket innebär att framräknade Upp-RV blir konservativa med avseende på ytvattenskydd.

Föroreningarnas biotillgänglighet är en osäkerhet, vilken hanteras genom att föroreningarna antas vara 100 % biotillgängliga för såväl människa som markmiljö och växter, med undantag för bly vilket antas vara 60 % biotillgängligt (allt enligt Naturvårdsverkets generella antaganden). Storleken på fastläggningen och nedbrytningen i marken är ytterligare en osäkerhet, vilken för spridning till grundvatten hanteras genom en hydrogeologisk modellering och för spridning till ytvatten hanteras genom att ingen fastläggning eller nedbrytning antas (i enlighet med Naturvårdsverkets antaganden).

15 REFERENSER

- Berggren Kleja, D. och Enell A.**, 2021, Ekologisk riskbedömning, Att använda kemiska biotillgänglighetsmetoder i platsspecifik ekologisk riskbedömning, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2021-11-17. **Geosigma**, 2018. Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsararnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt. Slutrapport Måsen Etapp 2
- European Commision**, 2023. Proposal for a Directive on Soil Monitoring av Resilience. Tillgänglig via: https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-directive-soil-monitoring-and-resilience_sv [2023-10-12]
- Geosigma**, 2018. Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsararnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt Slutrapport Måsen Etapp 2
- Golder Associates**, n.d. ConSim v2 User manual
- Golder Associates**, 2018. ConSim [online]. Tillgänglig på: <http://www.consim.co.uk/> [2023-09-25]
- Kemakta**, 2023. Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm. Horisontell ångtransport till byggnader.
- Länsstyrelsen Uppsala län**, 2017. Regionalt program för arbetet med förorenade områden i Uppsala län 2018-2020 [PDF]. Tillgänglig på: https://catalog.lansstyrelsen.se/store/33/resource/2017_9 [2023-01-12]
- Länsstyrelserna**, 2023. EBH-kartan [online]. Tillgänglig på: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c> [2023-01-19]
- NV**, 2009a. Riktvärden för förorenad mark, NV Rapport 5976 [PDF]. Tillgänglig via: <https://www.naturvardsverket.se/om-oss/publikationer/5900/riktvarden-for-fororenad-mark/> [2023-01-27]
- NV**, 2009b. Riskbedömning av förorenade områden, NV rapport 5977 [PDF]. Tillgänglig på: <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/5900/978-91-620-5977-4.pdf> [2023-01-27]
- NV**, 2022a. Riktvärden för förorenad mark [online]. Tillgänglig på: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/riktvarden-for-fororenad-mark/#E985737467> [2023-01-27]
- NV**, 2022b. Beräkningsprogram riktvärden mark, version 2.1 [Excel]. Tillgänglig via: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/riktvarden-for-fororenad-mark/> [2023-01-27]
- NV**, 2023. Att riskbedöma och åtgärda PFAS-föroreningar inom förorenade områden. Aktuellt – konsekvensanalys av riktvärden för PFAS pågår [online] Tillgänglig på: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/att-riskbedoma-och-atgarda-pfas-fororeningar-inom-fororenade-omraden/> [2023-07-21]
- NV**, n.d. Att välja efterbehandlingsåtgärd. Utgångspunkter för avhjälpande av förorenade områden. [online]. Tillgänglig på: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/att-valja-efterbehandlingsatgard/utgangspunkter-for-avhjalpande-av-fororenade-omraden/> [2023-10-12]
- Provoost J, Nouwen S and Bronders J.** 2018. Accuracy, Conservatism and Parsimony of Three Vapour Intrusion Models Used in Sweden. Modern Applied Science; Vol. 12, No. 10; 2018.
- Satyamurthy R., Nataraj, M.S., McManis, K.L., Boutwell, G.P.** (2008). Investigations of Pile Foundations in Brownfields, Journal of geotechnical and environmental engineering, 134 (10):1469-1475.

- SGI**, 2015a. Preliminära riktvärden för högfluorerade ämnen (PFAS) i mark och grundvatten. SGI publikation 21
- SGI**, 2015b. Wermlandskajen WP1 – Hållbart skydd av markmiljön – Inverkan av markens uppbyggnad och djup
- SGI**, 2018. Klassning av förorenade jordmassor in situ Information och råd. SGI publikation 40
- SGI**, 2019. Pålning i förorenade områden. Kunskapssammanställning
- SGI**, 2021. Frågor och svar – byggande i förorenade områden – Pålning [online] Tillgänglig på: <https://www.sgi.se/sv/vagledning-i-arbetet/fororenade-omraden/fragor-svar-fororenade-omraden/byggande-i-fororenade-omraden/> [2023-12-18]
- SGI**, 2022a. Riktvärden för PFAS i mark och grundvatten Remissversion 2022-05-31. SGI Vägledning 6
- SGI**, 2022b. Riskvärdering vid förorenade områden Arbetsgång för hållbara åtgärder. SGI Vägledning 7
- SGU** nd. Uppsala är inte så platt som du tror. Informationsskylt vid Svandammen i Uppsala
- SGU**, 2009. Erfarenhetsrapport Sårbarhetskarter för grundvatten anpassade för räddningstjänstens behov.
- SGU**, 2019. Sårbarhetskarter för grundvatten [online]. Tillgänglig via: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/samverkan-kring-kris-och-riskhantering/sarbarhetskarter-for-grundvatten/> [2023-09-28]
- SGU**, 2023. SGUs kartvisare Jordarter 1:1 miljon
- SMHI**, 2023. Vattenwebb. Mätningar. [online] Tillgängliga på: <https://vattenwebb.smhi.se/station/#> [2023-09-29]
- Stockholms stad**, 2019a. Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm 2019-08-29
- Trafikverket**, 2023. Tjälldjup [online]. Tillgänglig på: <https://tjaldjup.trafikverket.se/#/> [2023-10-26]
- Uppsala kommun**, 2017. Policy för hållbarutveckling. Ett normerande dokument som kommunfullmäktige fattade beslut om 2017-03-27
- Uppsala kommun**, 2018. Vägledning för hantering av förorenade områden i Uppsala kommun. Ett normerande dokument som miljöchefen fastställt 2018-01-31
- Uppsala kommun**, 2020. Interaktiv översiktsplan 2016 för Uppsala kommun (iÖP) Aktualitetsförklaring 2020. Tillgänglig online på: <https://uppsalakommun.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=0eac8a7c238e4017bc335ddac3252daf> [2022-10-06]
- Uppsala kommun**, 2021. Fördjupad översiktsplan för de Sydöstra stadsdelarna inklusive Bergsbrunna [PDF] Tillgänglig på: [Fördjupad översiktsplan för de Sydöstra stadsdelarna, inklusive Bergsbrunna \(uppsala.se\)](https://www.uppsala.se/planering-och-utveckling/fordjupad-oversiktsplan-for-de-sydostra-stadsdelarna-inklusive-bergsbrunna)
- Uppsala kommun**, 2022. Miljö- och klimatprogram. Diarienummer KSN-2022-00082
- Uppsala kommun**, 2023. Fyrspårsavtalet. [online]. Tillgänglig på: <https://bygg.uppsala.se/samhallsbyggnad-utveckling/fyrsparsavtalet/?hide-cookie-alert=St%C3%A4ng> [2024-03-05]
- Volchko, Y.** (2014). Assessing Soil Functions for Sustainable Remediation of Contaminated Sites. Doctoral thesis. Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
- Weber-Qvarfort**, 2011. Lertäkter i Uppsala Inventering och föroreningssituation Version 2.0
- Östhammars kommun**, 2011. Karaktärslandskap Uppland Landskapskaraktärisering för bedömning av landskapsbild. [PDF]. Tillgänglig på:

<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.14e585681665e51b7511e26/1539333015471/Karakt%C3%A4rslandskap%20Uppland%20-%20Landskapskarakt%C3%A4risering%20f%C3%B6r%20bed%C3%B6mning%20av%20landskapsbild.pdf>

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Dragarbrunnsgatan 41
753 20 Uppsala
Besök: Dragarbrunnsgatan 41

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
wsp.com

