

# Probabilistisk riskbedömning

Per Sander, Bo Bergbäck och Tomas Öberg\*

Högskolan i Kalmar, Naturvetenskapliga institutionen,  
391 82 Kalmar. \*E-post: tomas.oberg@hik.se



## Introduktion

Riskbedömningar syftar till att identifiera riskfaktorer, bestämma exponering och uppskatta sannolikheten för att skada uppstår. För att detta ska vara möjligt så måste även osäkerhet och variabilitet karakteriseras i alla led av riskbedömningsprocessen. Probabilistiska eller sannolikhetsbaserade metoder möjliggör detta och har fått en snabbt ökande användning, för att skatta både exponering och effektsamband.

Probabilistisk metodik kan enkelt integreras med nuvarande svenska riskbedömningsmodeller. En övergång till probabilistisk riskbedömning ställer dock krav på kvalitetssäkring, både avseende arbetsgången och redovisningsrutinerna.

Syftet med denna rapport är föreslå rutiner för kvalitetssäkring och ge viss praktisk vägledning för dem som vill börja tillämpa metodiken vid riskbedömning av förorenad mark.

## Tillämpbarhet inom förorenad mark

Probabilistiska metoder har använts sedan början av 1990-talet för riskbedömning av förorenad mark, som vid sidan av kärnkraftssäkerhet är den viktigaste miljötillämpningen. Hittills har probabilistiska metoder fått störst användning för att förbättra exponeringsbedömningen, men tillämpningar finns även inom farokarakterisering av ekotoxikologiska effekter.

Probabilistisk riskbedömning ger ett bättre (fylligare) beslutsunderlag, men kräver också en ökad arbetsinsats jämfört med en traditionell deterministisk punktskattning. Den probabilistiska ansatsen är därför mest motiverad där besluts-situationen är oklar, framför allt när en punktskattning inte kan friskriva från risker och kostnaderna för efterbehandling är betydande.

## Beskrivning av osäkerhet och variabilitet

Syftet med en probabilistisk riskbedömning är att på ett rationellt och vetenskapligt försvarbart sätt hantera osäkerhet (bristande kunskap) och variabilitet (naturlig variation). Ofta används då sannolikhetsfördelningar för att beskriva osäkerhet och variabilitet i en eller flera av ingångsvariablerna och resultatet redovisas som en sannolikhetsfördelning för den risk som undersöks.

I en exponeringsbedömning går det naturligtvis lika bra att istället skatta sannolikheten för olika dosnivåer (intag) och hur troligt det är att ett riktvärde överskrids. I figur 1 visas ett exempel där intaget av en förorening beskrivs av en normalfördelning med medelvärdet 3 och standardavvikelsen 1. Det innebär att 95 % av de exponerade har ett intag mellan 0-4.65 mg/kg/dag.

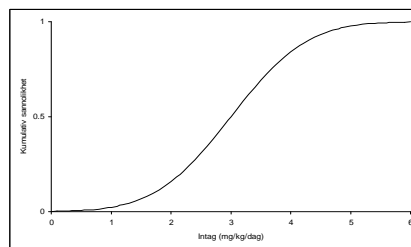


Fig. 1: Exempel på kumulativ sannolikhetsfördelning med olika percentiler markerade

## Osäkerhet

När det gäller exponeringsrisker kopplade till förorenad mark så är valet av modell och dess struktur en grundläggande osäkerhetsfaktor som benämns modellosäkerhet. Parametrosäkerhet används som beteckning på osäkerheten i skattningen av de variabler som används i den slutliga exponeringsmodellen. Fördelningskoefficienter, biokoncentrations- och biomagnifikationsfaktorer är några exempel på modellparametrar som ofta ger ett stort bidrag till osäkerheten i hälso- och miljöriskbedömningar.

## Variabilitet

Interindividuell variabilitet (naturlig variation mellan individer) är av stor betydelse i alla riskbedömningar. Skillnaden mellan barn och vuxna är den kanske mest uppenbara faktorn att ta hänsyn till. Olika livsstil, matvanor, kroppsbyggnad, kön, sjukdomar och yrke är bara några av de övriga faktorer som inverkar på de flesta miljö- och hälsorisker. Vid en punktskattning behandlas alla lika genom att konstruera en slags "medelsvennsson" eller en extremt exponerad och känslig individ.

## Beräkningsmetoder

Det finns ett antal metoder för att beskriva osäkerhet och/eller variabilitet för en ingångsvariabel och föra detta vidare genom en riskbedömningsmodell. Till exempel:

- Intervallskattning
- Monte Carlo-simulering
- Probability Bounds-analys

Intervallskattning är den kanske enklaste metoden för att beakta osäkerheter och variabilitet i en kvantitativ riskbedömning. Annars är Monte Carlo-metoden den vanligaste simuleringstekniken, som går ut på att slumpmässigt dra värden (sampla) från de valda sannolikhetsfördelningarna och sedan fortlämpla dessa igenom den valda modellen. Upprepas proceduren tillräckligt många gånger så blir resultatfördelningen stabil och kan användas i riskbedömningen.

"Probability bounds"-analys (PBA) är en metod som utgör något av ett mellanting mellan intervallskattningar och Monte Carlo-simuleringar. Metoden är mycket flexibel och möjliggör en kombination av information på olika nivåer. Variabilitet beskrivs fortfarande med sannolikhetsfördelningar, medan osäkerheten beskrivs med intervall. En s.k. "p-box" kan generaliseras och behandla båda begreppen samtidigt genom att lägga intervall till en kumulativ fördelningsfunktion.

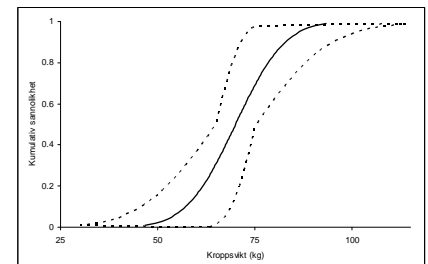


Fig. 2: Exempel på en normalfördelning för kroppsvikt (heldragen linje) jämförd med en p-box (streckad linje).

## Slutsatser

**Probabilistiska riskbedömningsmetoder bör övervägas när en förenklad bedömning inte kan friskriva från risker och kostnaderna för efterbehandling är betydande. Probabilistisk metodik har ett brett tillämpningsområde, men för närvarande bör användningen fokuseras till exponeringsbedömning och ekologiska effekter. Skälet för denna avgränsning är att en vetenskaplig konsensus ännu inte har uppnåtts om hur dos-respons samband för människor bäst ska hanteras.**

## Tack

Tack till er som på olika sätt bidragit till rapporten. Studien finansierades av Naturvårdsverket och kunskapsprogrammet "Hållbar Sanering".

