



# Metodbeskrivning: Åsätta sannolikheter

Seminariet:

**BERGBYGGGARENS VERKTYG FÖR ATT HANTERA  
OSÄKERHETER**



**5 september 2013, kl. 09.00–16.30**

**BeFo seminarium 2013-09-05**  
**Metodbeskrivning: Åsätta sannolikheter**

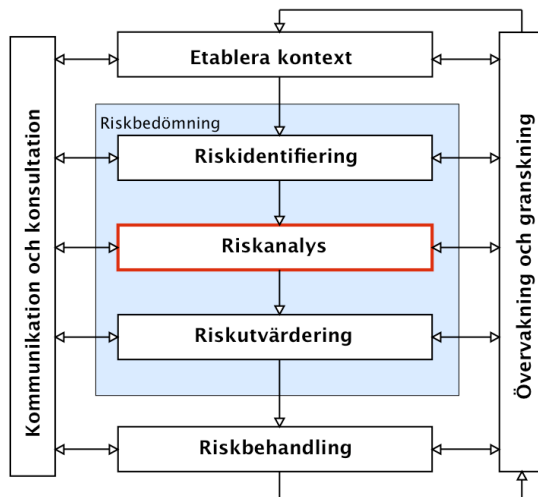
Författare: Lars Olsson, Geostatistik AB

<u>Innehåll</u>	<u>Sida</u>
1 PLATS I RISKHANTERINGSPROCESSEN.....	4
2 BEGRÄNSNINGAR I DENNA METODBESKRIVNING .....	5
3 ÅSÄTTA SANNOLIKHETER .....	5
3.1 Olika sannolikheter .....	5
4 ÅSÄTTA SANNOLIKHET FÖR ENSTAKA HÄNDELSE.....	6
4.1 Beskriv händelsen .....	6
4.2 Principer för åsättande av subjektiva sannolikheter.....	6
4.2.1 Direkt åsättande.....	6
4.2.2 Jämförelse med kända sannolikheter.....	7
4.2.3 Beslutssituation/ Jämförelselotterier .....	7
4.2.4 Parvisa jämförelser (AHP).....	8
4.2.5 Beräkning ur bashändelser.....	8
4.3 Skaffa och använd tillgängliga data och annan information .....	8
4.3.1 Inga observationer av händelsen .....	8
4.4 Formulera frågan i frekvenser .....	9
4.5 Sannolikhet på sannolikhet?.....	9
4.6 Kontrollfrågor.....	10
5 ÅSÄTTA SANNOLIKHETSFÖRDELNINGAR .....	11
5.1 Utgå från fördelningstyp .....	11
5.1.1 Val av fördelning.....	11
5.1.2 Ange värden .....	11
5.1.3 Beräkna kontrollvärden .....	12
5.2 Bestäm percentiler och passa kurva.....	12
6 FELKÄLLOR.....	13
6.1 Motivationsbias.....	13
6.1.1 Expertbias .....	13
6.1.2 Konfliktbias.....	13
6.1.3 Konservativ bias.....	13
6.2 Kognitiv bias.....	13
6.2.1 Ankringsbias (anchoring) .....	13
6.2.2 Tillgänglighet.....	13
6.2.3 Law of small numbers .....	14
6.2.4 Sannolikheter för händelsekedja .....	14
6.2.5 Overconfidence .....	14
6.2.6 Konsekvenserna påverkar sannolikhetsbedömningen.....	14
6.3 Åtgärder för att motverka .....	14

7	PRESENTATION AV RESULTATET .....	16
8	LITTERATUR OCH LÄNKAR.....	17
8.1	Refererad litteratur .....	17
8.2	Övrig litteratur .....	17
8.3	Länkar.....	17

# 1 PLATS I RISKHANTERINGSPROCESSEN

Det slutliga målet i riskhanteringsprocessen är ju ett beslut om behandling av risken. Osäkerheter utgör ju en stor del av beslutsunderlaget och det är därför värdefullt om man kan uttrycka dem som sannolikheter. Eftersom vi oftast använder subjektiva sannolikheter använder vi uttrycket åsätta (eng. assess; assign). Åsättandet av sannolikheter är en del av Riskanalysen i Riskhanteringsprocessen, se Figur 1.1.



Figur 1.1 Plats i riskhanteringsprocessen för åsättande av sannolikheter (efter SS-ISO 31000:2009)

## 2 BEGRÄNSNINGAR I DENNA METODBESKRIVNING

Denna metodbeskrivning är inte en fullständig beskrivning av hur man gör vid åsättandet av sannolikheter, det är ett alltför omfattande ämne där forskning pågår.

Avsikten är att visa på några metoder som är användbara för oss och framför allt på att göra läsaren uppmärksam på de felkällor (bias) som kan ge ett felaktigt resultat.

I övrigt hänvisas till litteraturen.

## 3 ÅSÄTTA SANNOLIKHETER

När man behöver sätta mått på hur stora osäkerheter är kan med fördel sannolikheter användas. Ofta hörs invändningen att man inte har tillräckligt med data för att bestämma sannolikheterna. Det kan bero på att man inte känner till att den typ av sannolikheter som bör användas är subjektiva sannolikheter.

### 3.1 Olika sannolikheter

Sannolikheter finns av olika typer varav vi oftast kommer i kontakt med frekventistiska sannolikheter och subjektiva sannolikheter.

Frekventistisk sannolikhet definieras som antalet lyckade utfall/ totala antalet utfall, när man gör ett stort antal försök under identiska förhållanden. Denna definition gör att man inte kan säga något om sannolikheten för ett enskilt försök om man är strikt. Därför är frekventistisk sannolikhet oftast mindre användbar för våra ändamål.

Subjektiv sannolikhet (bayesiansk sannolikhet) definieras som den bedömning en person gör av sannolikheten om

- Personen har tagit hänsyn till all tillgänglig relevant information
- Att det är personens ”sanna” bedömning så att personen inte har blivit påverkad av snedvridande faktorer (bias)

Det måste observeras att de två olika sannolikhetsuppfattningarna är olika rent filosofiskt. Det är definitivt inte så att subjektiva sannolikheter är ett substitut att ta till när man saknar data, det är en annan typ av sannolikhet.

Om man har gott om data får man samma värde på sannolikheten, eftersom den subjektiva sannolikheten förutsätter att man tar hänsyn till all relevant information.

Enligt många normer, t.ex. Eurokod, skall man använda subjektiva sannolikheter.

## 4 ÅSÄTTA SANNOLIKHET FÖR ENSTAKA HÄNDELSE

Det gäller att ange  $P(E)$ , sannolikheten för att händelsen E skall inträffa. Det är en frågeställning som ofta finns i riskhantering: ”Vad är sannolikheten att blocket ramlar ner under det närmaste dygnet?”

### 4.1 Beskriv händelsen

Det kan tyckas självklart att händelsen E vars sannolikhet skall bestämmas har beskrivits på ett entydigt sätt, men erfarenheten visar att beskrivningen ofta är luddig. Då har man infört en felkälla, eftersom olika personer kan tolka beskrivningen av händelsen på olika sätt.

För att kontrollera om händelsen är tillräckligt tydligt beskriven kan man använda klarhetstestet (klärvoajanstestet):

Man föreställer sig en klärvoajant person som känner alla fakta om universum, förfluten tid, nu-tid och framtid. Om beskrivningen är tydlig och entydig så skulle en sådan person med säkerhet kunna säga om händelsen ska inträffa (har inträffat) eller inte, eller kunna ge ett exakt värde. Om personen skulle klara detta så hade händelsen respektive kvantiteten varit välspecificerad.

Som ett exempel: ”bensinpriset” klarar inte klarhetstestet, men ”medelpriset för 95 oktaning bensin hos alla försäljare i Stockholms län 2013-09-05 kl 1500” gör det.

### 4.2 Principer för åsättande av subjektiva sannolikheter

Det finns olika principer för hur man kan åsätta subjektiva sannolikheter.

- Direkt åsättande
  - med ord
  - som sannolikhet/ frekvens
- Jämförelse med kända sannolikheter
  - Sannolikhetsjul (probability wheel)
- Beslutssituation/ Jämförelselotterier
- Parvisa jämförelser (AHP)
- Beräkning ur bashändelser

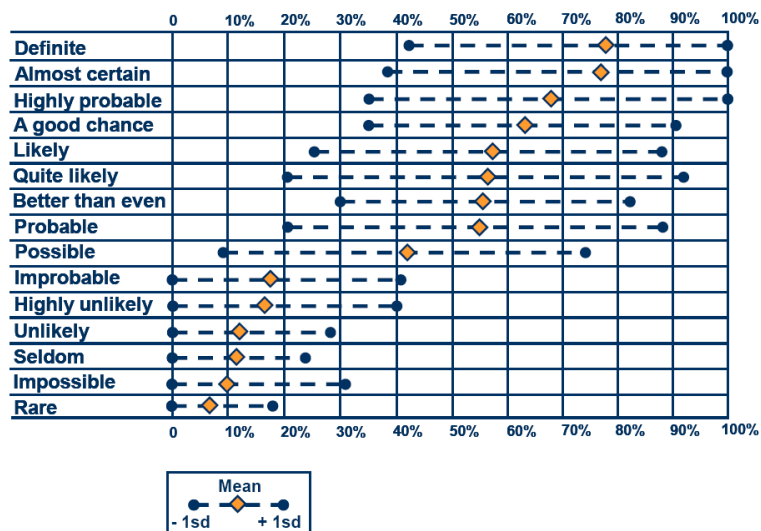
#### 4.2.1 Direkt åsättande

Man kan göra en direkt utsaga om sannolikheten, men det rekommenderas inte, eftersom man lätt kan ge värden som är snedvridna (”biased”)

Man kan beskriva sin uppfattning om sannolikheten med ord eller i siffror, antingen sannolikhet eller frekvens. (Anmärkning: i amerikansk litteratur används ofta odds. Exempel: Händelsen E har en sannolikhet av 0,2 att inträffa. Då är  $\text{odds} = 0,2/(1-0,2) = 0,2/0,8 = 0,25$ )

#### Sannolikheten beskrivs med ord

Att beskriva hur sannolik en händelse är med ord t.ex. ”Mycket trolig” innebär att man för in en mycket personlig tolkning av vad uttrycken innebär. Spridningen mellan olika personer är stor, se Figur 4.1 där medelvärde och  $\pm 1$  standardavvikelse redovisas. Som ett exempel: ”Definitivt säker” (*definite*) har ett medelvärde av knappt 80% men kan vara så lågt som c:a 40 %.



Figur 4.1 Variation i tolkning av verbala sannolikhetsuttryck (ur Hillson & Hulett 2004)

Så även om det finns förslag i litteraturen på olika verbala skalor rekommenderas att i stället använda sannolikheter/ frekvenser.

#### Sannolikheten beskrivs med siffror (sannolikhet eller frekvens)

Sannolikheten kan beskrivas med ett tal mellan 0 och 1, men många är inte vana vid detta utan föredrar att använda en frekvens till exempel 1/2000. ("Min uppskattning är att om vi teoretiskt upprepar det här arbetsmomentet 2000 gånger så kommer vi att misslyckas en gång")

#### 4.2.2 Jämförelse med kända sannolikheter

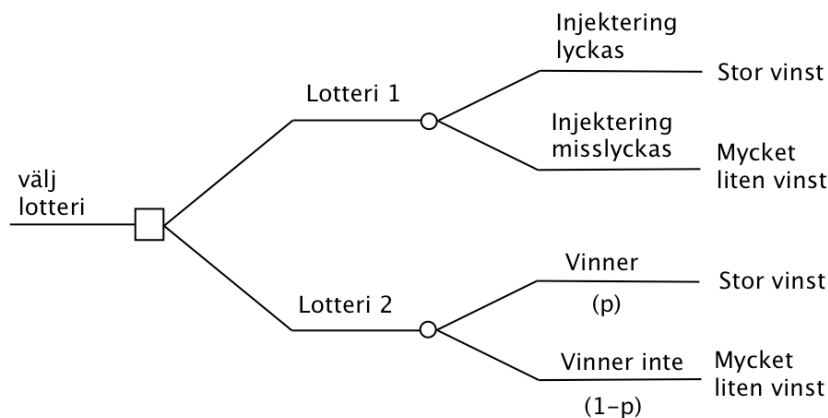
Man kan jämföra hur troligt det är att händelsen inträffar med troligheten för andra händelser som man är bekant med och vilkas sannolikhet är känd. (Vinst på lotteri med känt antal lotter, kast med tärning etc.)

Ett specialfall är jämförelse med ett sannolikhetsdjul som har två olivfärgade fält och där storleken på fälten kan ändras.

#### 4.2.3 Beslutssituation/ Jämförelselotterier

En metod som rekommenderas i litteraturen, men som kräver en facilitator (eller ett dataprogram) är att sätta försökspersonen (den som skall åsätta sannolikheten) i en beslutssituation där man får välja mellan två jämförelselotterier.

Ett exempel på ett referenslotteri visas i Figur 4.2. Den händelse som man söker sannolikheten för är: Uppställda täthetskrav i sektion XX uppnås efter en injekteringsomgång enligt beskrivning ZZ."(Glöm inte klärvoajanstestet)



Figur 4.2 Referenslotteri för åsättande av sannolikhet

Försökspersonen (som skall åsätta sannolikheten) får välja mellan två lotterier. I Lotteri 1 får man en stor vinst om injekteringen lyckas, annars en mycket liten vinst, Lotteri 2 har samma vinster, men är ett referenslotteri i den meningen att sannolikheten för vinst är känd. (Kan åskådliggöras med samma metoder som vid jämförelse med kända sannolikheter, se 4.2.2. Sannolikheten  $p$  justeras till dess det är betydelselöst för försökspersonen vilket lotteri som väljs. Då är sannolikheten  $p$  i Lotteri 2 också sannolikheten för att händelsen Injekteringen lyckas skall inträffa.

#### 4.2.4 Parvisa jämförelser (AHP)

Man kan använda en metod med parvisa jämförelser för att bestämma sannolikheter. Metoden påminner om den som används i Analytic Hierarchy Process. Det blir dock ett antal jämförelser som skall göras för att bestämma en sannolikhet.

#### 4.2.5 Beräkning ur bashändelser

Ibland är den sökta sannolikheten sammansatt av delhändelser. Då kan sannolikheten för händelsen beräknas om man känner sannolikheterna för grundhändelserna (bashändelserna). Ofta är ett felträd lämpligt för beräkningen, se metodbeskrivningen om trädmetoder.

### 4.3 Skaffa och använd tillgängliga data och annan information

Det är som tidigare påpekats ett krav att man beaktar all tillgänglig relevant information.

Man skall därför verkligen anstränga sig att hitta den och ta den till sig. Att åsätta sannolikheter kräver en hel del arbete och det skall det tillåtas göra!

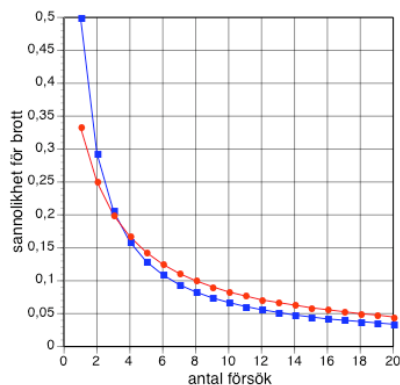


#### 4.3.1 Inga observationer av händelsen

Ibland har man inte sett händelsen (faran) inträffa och drar kanske för långtgående slutsatser: ”Jag har varit med om det här arbetet på minst fem olika byggen och det har aldrig hänt något. Vi behöver inte bekymra oss om den här risken!”

Om man tittar statistiskt på att vi varit med om ett antal försök (arbeten) och inte observerat utfallet (skadan) så kan man visa att sannolikheten är av den storleksordning som visas i Figur 1.1. I figuren visas sannolikheten beräknad på två sätt, den röda kurvan är baserad på bayesiansk statistik. Av kurvan framgår att om man sett fem försök (arbeten) utan att risken inträffat så är sannolikheten inte försumbar utan snarare av storleksordningen  $1/10!$





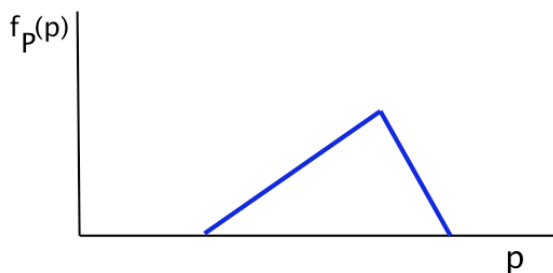
Figur 4.3 Brottssannolikhet och antal försök utan att brott observerats (efter Bailey 1997)

#### 4.4 Formulera frågan i frekvenser

Det har visat sig att många har svårt att känna sig bekväma med sannolikheter. Så i stället för att fråga: ”Vad är sannolikheten för en hydraulisk bottenuppträckning när vi schaktat 2,5 m?” så formulera i stället frågan så här: ”Tänk dig 100 likadana schakter som den här. Om vi schaktar 2,5 m, i hur många av de hundra får vi en hydraulisk bottenuppträckning?” Många har nämligen lättare att uttrycka sannolikheten som en (hypotetisk) frekvens. Det är alltså enklare med 17/100 än med 0,17.

#### 4.5 Sannolikhet på sannolikhet?

I många fall vill den som skall åsätta en sannolikhet för en händelse ge ett intervall, vilket är liktydigt med att ange en sannolikhetsfördelning för den sannolikhet som skall anges, se Figur 1.1. I figuren betecknas sannolikheten för händelsen med  $p$  och man har åsatt en triangelfördelning för sannolikheten.



Figur 4.4 Sannolikhetsfördelning för sannolikhet

Frågan som dyker upp: Får man verkligen sätta sannolikheter på sannolikheter?

Svaret är inte helt entydigt men för våra tillämpningar bör vi kunna tillåta det, eftersom vi arbetar med bayesianska (subjektiva) sannolikheter. Då kan vi nog göra en sannolikhetsutsaga om vår sanna sannolikhet. (Fast egentligen skall vi ha en fast uppfattning om  $p$ )

Ett krav är att man i den fortsatta riskhanteringen kan behandla dessa sannolikheter på sannolikheter. Den hanteringen ställer definitivt större krav på den som analyserar risken än vad som krävs när man har att göra med ett punktvärde. Dessutom krävs beräkningskapacitet i form av Monte Carlo eller annan simulering.

#### **4.6 Kontrollfrågor**

Ställ kontrollfrågor efter att personen åsatt sannolikheten. Frågorna bör vara av typen:

”Om du får veta att observationer pekar på en ännu lägre sannolikhet, kan du ge en förklaring?”

”Vilket är det lägsta värdet du kan tänka dig?”

”Om du får veta att observationer pekar på en ännu högra sannolikhet, kan du ge en förklaring?”

”Vilket är det högsta värdet du kan tänka dig?”

## 5 ÅSÄTTA SANNOLIKHETSFÖRDELNINGAR

Man kan vilja åsätta sannolikheten i form av en sannolikhetsfördelning, och då beskriva både fördelningstyp och lämpliga mått. För en fullständigt åsättande rekommenderas ofta en tämligen tidsödande process i litteraturen, med deltagande av en facilitator som kan själva åsättandeprocessen och en expert som kan det tekniska ämnesområdet.

Detta är ofta inte möjligt i bergbyggnadsprojekt och man måste därför använda en förenklad metod.

Den mest använda och även enklaste metoden är att man utgår från en bestämd typ av statistisk fördelning, och anger några värden, vanligen största, minsta och troligaste värden.

Den andra metoden baseras på att man anger några percentiler för fördelningen och sedan ritar upp den kumulativa fördelningen.

### 5.1 Utgå från fördelningstyp

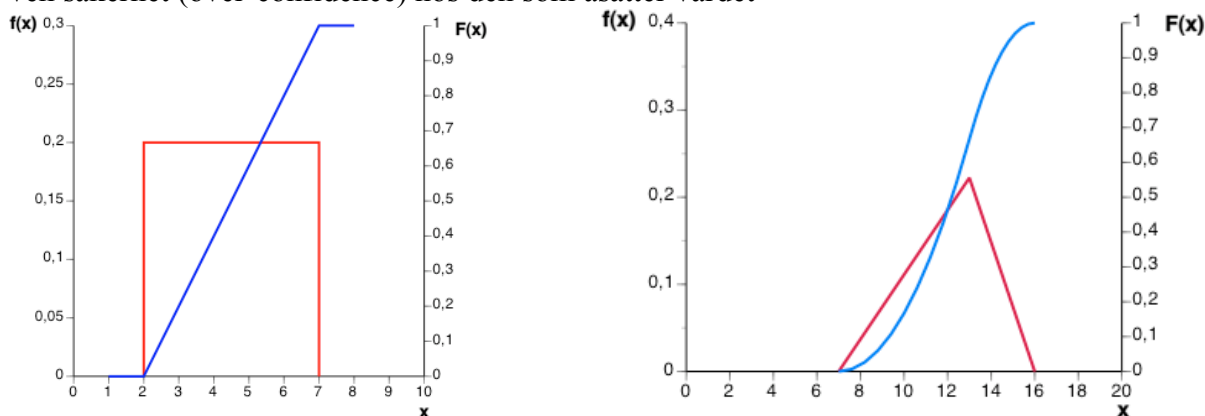
#### 5.1.1 Val av fördelning

Fördelningstypen kan väljas utgående från fysikaliska överväganden, se Stille m.fl. (2003), men också utgående från den information man anser sig ha, Mishra (2002)

De vanligaste fördelningarna i dessa sammanhang är den likformiga fördelningen och triangel-fördelningen, se Figur 5.1.

Den likformiga fördelningen används när man är villig att specificera gränsvärdena, men endast är villig att säga att alla värden inom gränserna är lika troliga.

Triangelfördelningen används när man är villig att ange gränsvärden och även det troligaste värdet (modalvärdet). (Observera att det inte är medelvärdet utan värdet vid toppen på fördelningen.) Den har fördelen att vara tung i svansarna vilket i någon mån kan motverka överdriven säkerhet (over-confidence) hos den som åsätter värdet



Figur 5.1 Likformig fördelning (t.v) och triangelfördelning

#### 5.1.2 Ange värden

När man anger värden är det två saker som är väsentliga att komma ihåg:

A) Ange värden i den ordningen att man första anger gränsvärdena, sedan det troligaste värdet. Detta görs för att i någon mån motverka så kallad ”anchoring bias”

B) Var tydlig med vilka gränsvärden som anges.

Är det absolut största (minsta) värdet man anger, eller är det värden som kan överskridas (eller underskridas) med en viss, men liten sannolikhet.

*Med största värde avses ett värde som är sådant att sannolikheten för att få ett verkligt värde som är större är 1%.*

Om man anger sådana värden måste man räkna fram motsvarande absolut största (minsta) värden och använda i den fortsatta analysen.

För den så kallade Erlangfördelningen, som används vid successiva metoden för tidskalkyl, finns sådana värden angivna i litteraturen.

När det gäller triangelfördelningen har en beräkningsmetod angivits av Hudak (1994). Artikeln innehåller dock tryckfel i ekvationerna.

### **5.1.3 Beräkna kontrollvärden**

När man har angivit värdena kan man sedan beräkna statistiska moment som medelvärde och standardavvikelse för fördelningen.

Man kan också beräkna några percentiler som kan användas för att kontrollera att försökspersonen upplever att fördelningarna återspeglar den egna uppfattningen:

”Med de värden du angivit är det 25% sannolikhet att överskrida en byggtid av 30 dagar. Verkar det korrekt eller vill du ändra?”

### **5.2 Bestäm percentiler och passa kurva**

En annan metod att åsätta fördelningar är att låta försökspersonen ge värden för olika percentiler:

”Ge ett värde sådant att sannolikheten för att det verkliga värdet blir mindre än det är 25%”

Ur dessa värden kan punkter på en kumulativ fördelning ritas upp och man kan anpassa en fördelning.

## 6 FELKÄLLOR

Det finns ett stort antal felkällor som kan göra att man inte åsätter den subjektiva sannolikheten på ett korrekt sätt, se. t.ex Olsson (2000).

Felkällorna kan leda till att man får en snedvridning (bias) av de åsatta värdena.

Sådana bias kan vara av två typer: Motivationsbias (motivational bias) och kognitiv bias.

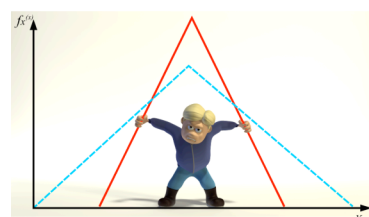
Några olika typer av bias i de båda huvudtyperna listas nedan, källa: Roberds (1990).

### 6.1 Motivationsbias

Motivationsbias är sådan snedvridning som orsakas av att värdena inte återspeglar inte återspeglar personens uppfattning.

#### 6.1.1 Expertbias

Om den som skall åsätta värden känner sig ha en expertroll, så kan det göra att man uppger en mindre osäkerhet i värdena. ”En expert skall ju vara säker!”



#### 6.1.2 Konfliktbias

Orsakas av att de kan finnas någon typ av belöning som påverkas av de värden som åsätts. Det kan till exempel vara frågan om att få ett kontrakt om man underskattar en sannolikhet för höga kostnader.

#### 6.1.3 Konservativ bias

Orsakas av en önskan att vara på säkra sidan och leder till att man överskattar sannolikheten för skadliga händelse.

### 6.2 Kognitiv bias

Orsakas av att värdena inte återspeglar den information personen har. Det finns alltså ett antal undermedvetna psykologiska felkällor som snedvrider resultatet genom att man bortser från information eller att man feltolkar den: *jag ser bara det jag tror*

Det är viktigt att dessa är kända av den som skall åsätta sannolikheterna så att de i görligaste mån kan motverkas.

#### 6.2.1 Ankringsbias (anchoring)

Orsakas av att man ”klänger sig fast” vid ett första värde och inte justerar tillräckligt. Det är denna typ av bias som gör att man skall åsätta yttervärdena först.



#### 6.2.2 Tillgänglighet

Man styrs av sådana uppgifter som man lätt kommer ihåg. Om man varit med om ett stort vatteninflöde är det troligt att man sätter en högre sannolikhet på vatteninflöden än vad man skulle ha gjort annars.

### 6.2.3 Law of small numbers

Man tittar bara på en viss specifik information och glömmer bort att det finns mer allmängiltig information. Med andra ord, man betraktar ett litet statistiskt sampel som om det korrekt representerar hela populationen. Kallas också "base rate bias".

### 6.2.4 Sannolikheter för händelsekedja

Ett vanligt fel som görs är att man inte bedömer sannolikheten för en händelsekedja på ett korrekt sätt:

Om det krävs att bägge delhändelserna A och B måste inträffa för att händelsen E skall inträffa så gäller:

$$P(E) = P(A) \times P(B)$$

D.v.s. sannolikheten för den sammansatta händelsen är mindre än sannolikheten för endera delhändelsen.

Dropping spanner



Walking past at wrong moment



$$1/100 \quad \times \quad 1/10000 \quad = \quad 1/1\,000\,000$$

Figur 6.1 Sannolikheter för händelsekedja

### 6.2.5 Overconfidence

Orsakas av att personen underskattar sin osäkerhet om värdet av en parameter till exempel genom att inte inse att det finns andra värden som är möjliga

### 6.2.6 Konsekvenserna påverkar sannolikhetsbedömningen

En vanlig felkälla är att man bedömer sannolikheterna för höga om konsekvenserna blir stora. Man vill undermedvetet gardera sig genom att den högre sannolikheten leder till att man vidtar motåtgärder.

## 6.3 Åtgärder för att motverka

Eftersom det ofta är fallet att en person sitter ensam och gör åsättandet av sannolikheter utan hjälp är det svårt att få fram effektiva åtgärder för att motverka bias.

Olsson (2000) föreslår att man som motåtgärd kvalitetssäkrar åsättande genom att använda formulär som fylls i av den som gör åsättandet. En effekt av detta är att personen görs uppmärksam på de olika typer av bias som kan förekomma.

Motivationsbias kan undvikas främst genom att man försöker använda en person som inte har några personliga intressen i de värden han åsätter. Ofta kan man inte hitta någon sådan person. Man måste då försöka få personen att bli varse sina motiv och inse att hans svar inte innebär någon sorts åtagande.

Ankringsbias (anchoring) kan motverkas genom att man undviker att ge en ankringspunkt. Fråga därför alltid efter största och minsta värden före troligaste värdet. Annars är det mycket troligt att ankringseffekten gör att yttervärdena hamnar för nära det troligaste värdet. Ett möjligt motmedel är att be personen betrakta följande framtida situation: "Du får veta att ett ex-

tremt högt (eller lågt) värde erhållits. Kan du ge en förklaring till att detta inträffat, dvs skapa ett scenario som gör det inträffade värdet troligt?"

Inverkan av att konsekvenserna får påverka sannolikhetsbedömningen kan minskas genom att personen görs uppmärksam på att det bara är händelsekedjan fram till händelsen som skall betraktas, inte vad som händer efter. "Tänk inte på konsekvenserna!"

## **7 PRESENTATION AV RESULTATET**

Ofta används resultatet direkt i ett riskregister. Det är ur kvalitetssynpunkt viktigt att man då om möjligt även anger åtminstone

- Vem som åsatt sannolikheten
- Vilket expertkunnande personen har
- Vilken metod som använts
- Vilken information som varit tillgänglig



## 8 LITTERATUR OCH LÄNKAR

### 8.1 Refererad litteratur

Bailey, R.T., 1997. Estimation from Zero-Failure Data. *Risk Analysis*, Vol 17, No 3.

Hillson, D. & Hulett, D., 2004. Assessing Risk Probability : Alternative Approaches.

länk till sidan med denna och andra artiklar: [http://www.risk-doctor.com/index.php?content=publications-papers\\_general&include=yes&ddResourceType=&pstart=30#bs](http://www.risk-doctor.com/index.php?content=publications-papers_general&include=yes&ddResourceType=&pstart=30#bs)

Hudak, D. G. 1994. Adjusting Triangular Distributions for Judgmental Bias. *Risk Analysis*, Vol 14, No 6, 1994

Mishra, Sr., 2002. Assigning probability distributions to input parameters of performance assessment models. SKB TR-02-11

Roberds, W.J., 1990. Methods for Developing Defensible Subjective Probability Assessments. *Transportation Research Record* No 1288, 1990.

Olsson, L., 2000. Att bestämma subjektiva sannolikheter. SGI Varia 488. Kan laddas ner från SGI. Gå vidare från

[http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage\\_578.aspx?epslanguage=SV](http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage_578.aspx?epslanguage=SV)

Stille, H., Andersson, J., Olsson, L. 2003. Information based design in rock engineering. Sve-BeFo Rapport 61

### 8.2 Övrig litteratur

Ang, H-S & Tang, W. 1984. Probability Concepts in Engineering Planning and Design. Volume II- Decision, Risk and Reliability. Wiley

Baecher, G., Christian, J., 2003. Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering. Wiley

Kahneman, D., 2013. Tänka, snabbt och långsamt.

O'Hagan m.fl., 2006. Uncertain judgements. Eliciting Experts' probabilities. John Wiley & Sons.

Vick, S. G., (2002). Degrees of belief: Subjective probability and engineering judgment. ASCE Press, Reston, VA.

### 8.3 Länkar

[nuclearsafety.info/probabilistic-risk.assessment/](http://nuclearsafety.info/probabilistic-risk.assessment/)

[www.seas.gwu.edu/~dorpjr/EMSE269/Lecture%20Notes/Chapter%208.pdf](http://www.seas.gwu.edu/~dorpjr/EMSE269/Lecture%20Notes/Chapter%208.pdf)

[lesswrong.com/lw/3m6/techniques\\_for\\_probability\\_estimates/](http://lesswrong.com/lw/3m6/techniques_for_probability_estimates/)