

Svenska Geotekniska Föreningen
Swedish Geotechnical Society

SGF Notat 2:2025

Hjälpverktyg för åsättande av subjektiva sannolikheter

Bilaga till SGF Rapport 2:2022

Förord

Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) är en allsidigt sammansatt ideell förening, där de flesta yrkesverksamma geotekniker i branschen är representerade. Föreningens mål är att främja utvecklingen av geoteknik i ett nationellt och internationellt perspektiv. En stor del av SGF:s arbete bedrivs genom olika sektioner, som ansvarar för informations- och utbildningsfrågor, initierar forsknings- och utvecklingsarbeten, samt driver specifika arbetsuppgifter genom projekt och arbetsgrupper.

Föreningens Arbetsgrupp Risk tog 2022 fram en metodbeskrivning över hur man kan åsätta subjektiva sannolikheter, något som är väsentligt både vid riskhantering och vid sannolikhetsbaserad dimensionering. Metodbeskrivningen har publicerats som SGF Rapport 2:2022, Metodbeskrivning - Åsätta subjektiva sannolikheter i geotekniska projekt. I denna rapport anges beräkningsmetoder som kan användas, men några beräkningsverktyg är inte inlagda i metodbeskrivningen. För att förenkla i det praktiska ingenjörsarbetet har därför föreliggande Notat tagits fram inom arbetsgruppen. Notatet är att ses som en bilaga till SGF Rapport 2:2022

Huvudförfattare har varit Lars Olsson och Johan Spross. Notatet har granskats av Leyla Nik, Sektion Jord varefter det har fastställts av SGF:s styrelse.

Svenska Geotekniska Föreningen Linköping i mars 2025

Hjälpverktyg för åsättande av subjektiva sannolikheter

SGF Notat

Innehållsförteckning

Sida:

1	INLEDNING.....	4
1.1	Att åsätta sannolikheter	4
1.2	Hjälpverktyg.....	4
1.3	Inget ansvar för verktygets korrekthet	5
2	ÅSÄTTA SANNOLIKHETER FÖR HÄNDELSER	6
2.1	Direkt åsättande.....	6
2.2	Odds och sannolikheter	6
2.3	Kontrollfrågor.....	6
3	HUR VERKTYGET ANVÄNDS FÖR DISKRETA FÖRDELNINGAR	7
3.1	Diskreta fördelningar allmänt.....	7
3.2	Verktyg för diskreta fördelningar.....	7
3.3	Allmän diskret fördelning (användardefinierad).....	8
3.3.1	Exempel på användning av verktyget för allmän diskret fördelning	9
3.4	Binomialfördelning	11
3.4.1	Exempel på användning av verktyget för binomialfördelning.....	11
3.5	Poissonfördelningen	13
3.5.1	Exempel på användning av verktyget för Poissonfördelning.....	13
4	HUR VERKTYGET ANVÄNDS FÖR ATT ÅSÄTTA KONTINUERLIGA FÖRDELNINGAR MED TREPUNKTSMETODEN	15
4.1	Trepunktsmetoden: ur största, minsta och troligaste värde.....	15
4.2	Arbetsgången.....	15
4.3	Verktyget för kontinuerliga fördelningar	15
4.4	Fördelningar som tas upp	16
4.4.1	Likformig fördelning ur percentiler	16
4.4.2	Triangelfördelning ur percentiler	16
4.4.3	Triangelfördelning ur högt och lågt värde och sannolikheten att värdet ligger däremellan (enligt Garvey)	16
4.4.4	PERT- fördelning	17
4.4.5	Normalfördelning ur percentiler.....	17
4.4.6	Lognormalfördelning	17
4.5	Exempel på användning av verktyget för kontinuerliga fördelningar.....	17
4.5.1	Indata.....	17
4.5.2	Diagram.....	18
4.5.3	Basparametrar.....	19
4.5.4	Kontroll av resultatet.....	19
5	BILAGA A REFERENSER OCH YTTERLIGARE LÄSNING	20
5.1	Refererad litteratur	20
5.2	Ytterligare läsning	20

Hjälpverktyg för åsättande av subjektiva sannolikheter

I denna skrift kommer vi att använda uttrycket geotekniker för att beteckna alla ingenjörer som arbetar inom något av SGF:s områden, jord, berg, grundvatten eller förorenade områden.

1 INLEDNING

Att bedöma och hantera olika osäkerheter är och har alltid varit en självklar del av geoteknikerns arbete. Numera tillkommer dock att geoteknikern ställs allt oftare inför kravet att beskriva osäkerheter som sannolikheter.

Det kan ske till exempel vid hantering av risker, sannolikhetsbaserad dimensionering och användandet av observationsmetoden.

1.1 Att åsätta sannolikheter

I en SGF:s rapport (SGF 2022) ges bakgrunden till behovet att kunna åsätta subjektiva sannolikheter och råd för hur åsättandet bör utföras. Några lämpliga metoder för geoteknikerna att använda i det vanliga arbetet anges, med tyngdpunkt på den så kallade trepunktsmetoden när det gäller kontinuerliga fördelningar. För några fördelningar som är användbara för geoteknikerna ges anvisningar för hur man kan beräkna fördelningens statistiska parametrar.

Det behöver betonas att ett huvudsyfte med rapporten var att visa på metoder som i görligaste mån minskar faran med subjektiv snedvridning, så kallad bias. Det är ett måste när man skall använda subjektiva sannolikheter, det vill säga den typ av sannolikheter som geoteknikern bör använda enligt Eurokod.

För att undvika typ av bias bör man inte åsätta de absolut största och minsta värdena, utan på storheten, utan i stället välja värden som ligger nära dessa men som har en viss liten sannolikhet att över – eller underskridas. Sedan kan man ur dessa värden beräkna största och minsta värden att använda.

1.2 Hjälperverktyg

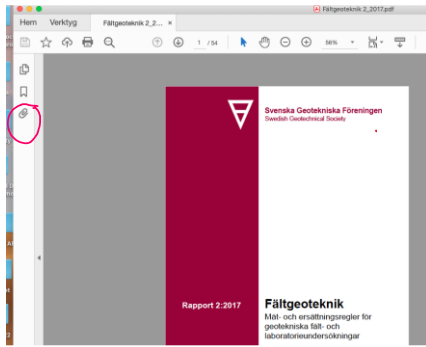
Detta metodblad är avsett att underlätta beräkningarna vid den för geoteknikerna vanliga uppgifterna att göra skattningar, särskilt med trepunktsmetoden.

Utformningen har till del styrts av samma målsättning som i SGF:s rapport (SGF 2022), det vill säga att så långt som möjligt undvika bias.

Samtidigt har syftet varit att verktyget skall vara anpassat till den vanlige ingenjören i den vanliga arbetssituationen. En del mer avancerade metoder som kräver mer av expertkunskap tas inte med.

För att göra verktyget så tillgängligt som möjligt har vi valt att skriva det i Excel, och så att det kan köras utan några tillägg.

Verktygen är bifogade som Excel-filer i denna PDF-fil. De öppnas genom att man klickar på bilagetecknet när man öppnar rapporten



Bilagetecknet finns på vänster sida. Högerklicka (Windows) eller klicka (Mac)

1.3 Inget ansvar för verktygets korrekthet

Observera: SGF och författarna tar inget ansvar för att verktygen fungerar korrekt. Ej heller tas något som helst ansvar för skada som kan uppkomma genom verktygets användning.

Författarna vill även här framhålla att ett verktyg bara är en hjälp och att det inte skall användas utan förståelse.

Innan du använder verktyget, läs rapporten (SGF 2022).

2 ÅSÄTTA SANNOLIKHETER FÖR HÄNDELSE

Ett exempel på en enstaka händelse kan vara förekomsten av en okänd tunna med miljöfarligt ämne inom ett område. Man kan då behöva ge en uppskattning av sannolikheten för att det finns en sådan tunna, $P(\text{tunna med farligt avfall finns i området})$.

Den ges som ett tal mellan 0 och 1.

2.1 Direkt åsättande.

Direkt åsättande beskrivs i Avsnitt 5.2 i SGF (2022) där man rekommenderar att arbeta med tänkta frekvenser:

"Av hundra slänter som är exakt likadana som den här, hur många kommer att rasa?"



Bild: Peter Olsson

2.2 Odds och sannolikheter

Ett annat sätt är att ge odds, som kan tas fram med utsagor av typen:

"Jag bedömer att det är 20 gånger troligare att händelsen inte inträffar än att den gör det."

I SGF (2022) finns sambandet mellan antal gånger troligare att inträffa, odds och sannolikhet som Tabell 1 på sidan 22.

Ett hjälpverktyg för en sådan beräkning finns som en del av Excelbladet "Allmän diskret" i Excel-arbetsboken "Diskreta fördelningar"

2.3 Kontrollfrågor

Det behövs en egenkontroll för att kvalitetssäkra åsättandet av sannolikheter. Vi hänvisar till Avsnitt 5.5 i SGF (2022)

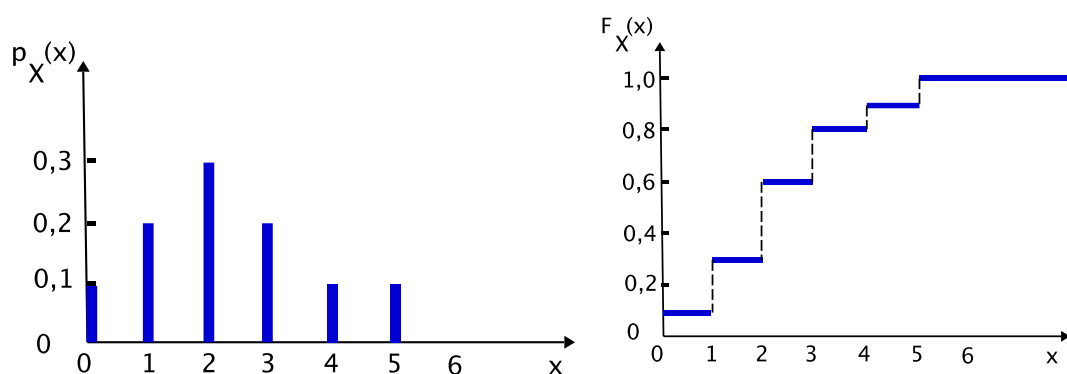
3 HUR VERKTYGET ANVÄNDS FÖR DISKRETA FÖRDELNINGAR

Dokumentet hänvisar till Excel-verktyg för att åsätta sannolikheter och analysera fördelningar. För att använda dessa verktyg, öppna Excel-filerna som bifogats i den digitala versionen av rapporten. Klicka på bilagetecknet i PDF-filen (vänster sida) och välj önskat Excel-dokument. Observera att makron kan behöva aktiveras beroende på din säkerhetsinställning i Excel.

3.1 Diskreta fördelningar allmänt

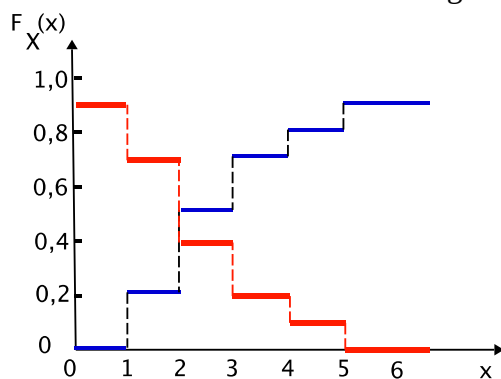
Ur SGF (2022):

Diskreta fördelningar är sådana där variabeln endast kan anta diskreta värden. Det gör att sannolikhetsfunktionen (som beskriver sannolikheten för ett specifikt värde) ser ut som staplar (stolpdiagram och den kumulativa fördelningsfunktionen blir trappstegsformad, se Figur 1



Figur 1 Diskret fördelning för, i detta fall, några heltalsvärden.

Man kan även redovisa den komplementära kumulativa fördelningen, som visar sannolikheten att få ett större värde. Den visas i Figur 2 tillsammans med den kumulativa fördelningen



Figur 2. Kumulativ och komplementär fördelning (röd). Sannolikheten att få större värden än 5 är 0.

Det finns både allmänna diskreta fördelningar och fördelningar som beskrivs av en angiven matematisk funktion, till exempel binomialfördelningen. Sådana fördelningar brukar kallas modellfördelningar. För att beräkna sådana fördelningar behöver man beräkna fördelningens styrande parametrar.

3.2 Verktyg för diskreta fördelningar

Excelverktyg för diskreta fördelningar finns bifogad som Excel-arbetsboken ”Diskreta fördelningar”

Verktyget hanterar tre fördelningar:

- Allmän diskret fördelning
- Binomialfördelning
- Poissonfördelning

För arbetet med åsättande finns i Excelbilagan: för varje fördelning ett blad med

- en del för inmatning av data som behövs för beräkning av fördelningens parametrar och åsättande av sannolikheter alternativt direkt inmatning av fördelningens parametrar
- en del med grafisk redovisning av fördelningen och med redovisning av viktigaste statistiska värden
- en spärrad del med beräkningarna (separat blad)

OBSERVERA: Bladen är spärrade, så att endast gulmarkerade (med ram och /eller skraffering) celler är åtkomliga. Om man försöker markera eller göra något annat i en annan cell fås ett meddelande att cellen är spärrad

Det rekommenderas med skärpa att man kontrollerar den valda fördelningen verkligen är tillämplig på det aktuella problemet, så att den inte står i strid med några grundläggande statistiska förutsättningar.

3.3 Allmän diskret fördelning (användardefinierad)

Det kan finnas fall där man inte har skäl att använda någon speciell fördelning (så kallad modellfördelning) utan man vill åsätta både värden och deras sannolikheter fritt.

Det finns då två möjliga sätt att göra det:

- Åsätta frekvensfördelningen
- Åsätta kumulativa fördelningen

I båda fallen börjar man med att ange de värden på variabeln (x) som skall användas i den åsatta fördelningen. Indata ges i rutor som är skrafferade i gult.

Frekvensfördelningen

När man vill visa och beräkna frekvensfördelningen åsätter man direkt sannolikheten för varje variabelvärde som ingår. Alltså samma metodik som när man åsätter sannolikhet för en enskilda händelse, ($P(x_i)$ se SGF (2022)).

En möjlighet som kan provas är att knyta an till odds, på det sätt som beskrivs i SGF (2022), avsnitt 5.2.

Man kan ställa sig frågor av typen:

Hur många gånger troligare är det att något av de andra värdena är rätt än att det här värdet är rätt?

Ur detta värde kan man sedan beräkna odds och den sökta sannolikheten

Givetvis måste man beakta att summan av sannolikheterna är 1.

Kumulativa fördelningen

Alternativt kan man åsätta en kumulativ fördelning. Då får man ange sannolikheten att värdet är mindre än, eller lika med det variabelvärde som man skall åsätta sannolikheten för.

Alternativt kan man ange sannolikheten för ett värde som är större än variabelvärdet. Då arbetar man med den komplementära kumulativa fördelningen.

Denna sannolikhet kan skattas med odds på motsvarande sätt som vid direkt åsättande med frågor typ:

Hur många gånger troligare är det att det rätta värdet är större än variabelvärdet (x -värdet)?

3.4 Binomialfördelning

Antag att man gör försök som kan ha två möjliga utfall, en viss händelse inträffar eller så inträffar den inte. Denna sannolikhet för utfallen är konstant mellan försöken. Detta är viktigt för att binomialfördelningen skall gälla.

Binomialfördelningen beskriver sannolikheten att händelsen inträffar exakt x gånger om man gör n försök. Antalet gånger är alltid ett heltal.

Binomialfördelningen definieras genom de två parametrarna p och n där p är sannolikheten för utfallet i varje försök och n är antalet försök.

Hur man kan åsätta binomialfördelningens parameter p : sannolikhet för utfall

Antalet försök, n , är känt, men sannolikheten p måste åsättas. Det finns två tänkbara fall:

Ett **direkt åsättande** kan göras subjektivt på samma sätt som sannolikheten för en enskild händelse, se Kap 5 i SGF (2022).

Om man har relativt omfattande **erfarenhetsdata** från likartade försök så är bästa skattningen av p lika med proportionen av utfall:

$$\hat{p} = \frac{x}{n}$$

det vill säga antalet utfall genom antalet försök.

Ett specialfall av erfarenhetsdata:

Om antalet försök som vi bygger vår erfarenhet på är litet och kanske även sannolikheten är liten så har vi kanske inte observerat några utfall alls. Då ger formeln ovan en skattning av sannolikheten som är 0, vilket ofta är orealistiskt.

Man kan i sådana fall använda den bayesianska skattningen, se Bailey (1997):

$$\hat{p}_b = \frac{1}{n + 2}$$

Ett hjälpverktyg i Excel för åsättande och plottning av binomialfördelningen finns i Excelbladet "Binomial" i Excel-arbetsboken "Diskreta fördelningar"

3.4.1 Exempel på användning av verktyget för binomialfördelning

På Excel-bladet finns en kortfattad beskrivning av arbetsgången, men den är mest avsedd som kom-ihåg lista. Gå därför igenom exemplet nedan innan du använder verktyget första gången.

Antag att vi skall bedöma sannolikheten för bortslagna spontplankor i ett projekt. Vi vet att vi skall slå 150 plankor totalt.

Parametern n i binomialfördelningen är alltså 150.

Parametern p , sannolikheten att en enskild plankor blir bortslagen har vi skattat baserat på erfarenhet till 0,05, (var tjugonde plankor).

Steg 1. Rensa gamla data

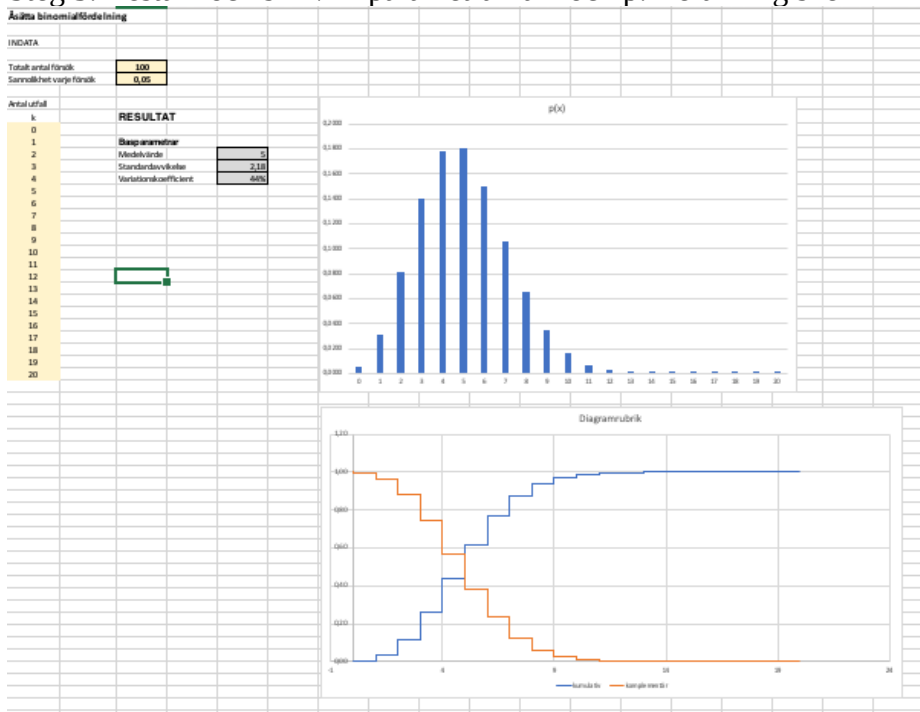
Vissa data (till exempel x -värden) kan behållas om så önskas.

Äsätta binomialfördelning		
INDATA		Rensas
Totalt antal försök		
Sannolikhet varje försök		
Antal utfall		
x		RESULTAT
0		
1		Basparametrar
2		Medelvärde
3		Standardavvikelse
4		Variationskoefficient
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Steg 2. Bestäm för vilka värden på x som beräkningen skall göras. Dessa värden är projektberoende och väljs med hänsyn till aktuell frågeställning. I exemplet är vi intresserade av hur stor sannolikheten är att mer än 10 plankor slås bort, eftersom frågeställningen är kopplad till valet av metod.

Värdena på x kan bestämmas fritt upp till ett antal av 20. Alla behöver inte fyllas i. Observera att värdena måste vara heltal. Ifyllningen görs enligt vanliga principer i Excel.

Steg 3. Bestäm och skriv in parametrarna n och p. Beräkning sker



Steg 4. Kontroll av resultatet

De statistiska basparametrarna gäller hela fördelningen (med 150 försök), inte bara den del som plottats.

3.5 Poissonfördelningen

Poissonfördelningen används för att beskriva sannolikheten för ett visst antal händelser inträffar under given tids- eller rumsenhet, exempelvis antalet bergssprickor per meter tunnel. För att modellen ska vara giltig måste händelserna vara oberoende och jämnt fördelade. Vissa villkor skall vara uppfyllda, se Avsnitt 7.2 i SGF (2022) Om sprickbildningen förekommer i kluster är de kanske inte oberoende och en annan modell bör övervägas.

Antalet händelser i tids- eller rymdintervallet kan då beskrivs med Poissonfördelningen.

Ett påpekande: det finns ett antal antaganden som skall uppfyllas för att Poissonfördelningen skall gälla, se SGF (2022), Avsnitt 7.2. Man måste ha kraven i åtanke när man sätter parametern.

Fördelningen beskrivs av fördelningens enda parameter λ (lambda) som är medelantalet av inträffade händelser på den betraktade tidsenheten eller rumsliga enheten

Om vi har medelantalet inträffade händelser för en annan enhet än den aktuella som vi betraktar, så kan lambda beräknas som medelfrekvens (rate) r * studerat område (tid, sträcka). Om vi till exempel bedömer medelfrekvenser sprickor i ett område 1 per 10 meter (rate $r = 1/10$ sprickor per meter) och vi vill beskriva Poissonfördelningen för antalet sprickor i en 120 meter lång tunnel så skall vi mata in $\lambda = 120 * (1/10) = 12$

Åsätta Poissonfördelningens parameter

Om det finns ett antal n , observationer x_i på ett intervall t_i så är medelvärdet av kvoten observationer en bra skattning av r .

$$\hat{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{t_i}$$

Ett hjälpverktyg för åsättande och plottnig av Poissonfördelningen finns som Excelbladet "Poisson" i Excel-arbetsboken "Diskreta fördelningar"

3.5.1 Exempel på användning av verktyget för Poissonfördelning

På Excel-bladet finns en kortfattad beskrivning av arbetsgången, men den är mest avsedd som kom-ihåg lista. Gå därför igenom exemplet nedan innan du använder verktyget första gången.

Antag att vi skall bedöma sannolikheten för stora bergsprickor i ett tunnelprojekt. Tunnelns längd är 350 m.

Erfarenhetsmässigt gör vi bedömningen att medelantalet sådana sprickor i denna typ av berg är 1 spricka per 100 m. Rate r är alltså 0,01 (sprickor/m).

Vi beräknar således λ till $400 * 0,01 = 3,5$

Användningen av verktyget görs på samma sätt som för binomialfördelningen

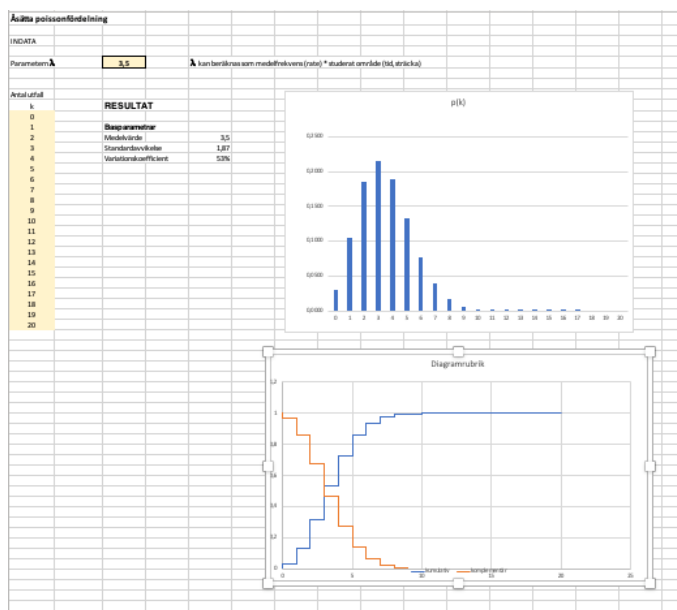
Steg 1. Rensa gamla data

Vissa data (x-värden) kan behållas om så önskas.

Steg 2. Bestäm för vilka värden på x som beräkningen skall göras. Dessa värden är projektberoende och väljs med hänsyn till aktuell frågeställning.

Värdena på x kan bestämmas fritt upp till ett antal av 20. Alla behöver inte fyllas i. Observera att värdena måste vara heltal. Ifyllningen görs enligt vanliga principer i Excel.

Steg 3. Bestäm och skriv in parametern λ .
Beräkning och plottning sker automatiskt.



Steg 4. Kontroll av resultatet

De statistiska basparametrarna gäller hela fördelningen), inte bara den del som plottats.

4.1 Trepunktsmetoden: ur största, minsta och troligaste värde

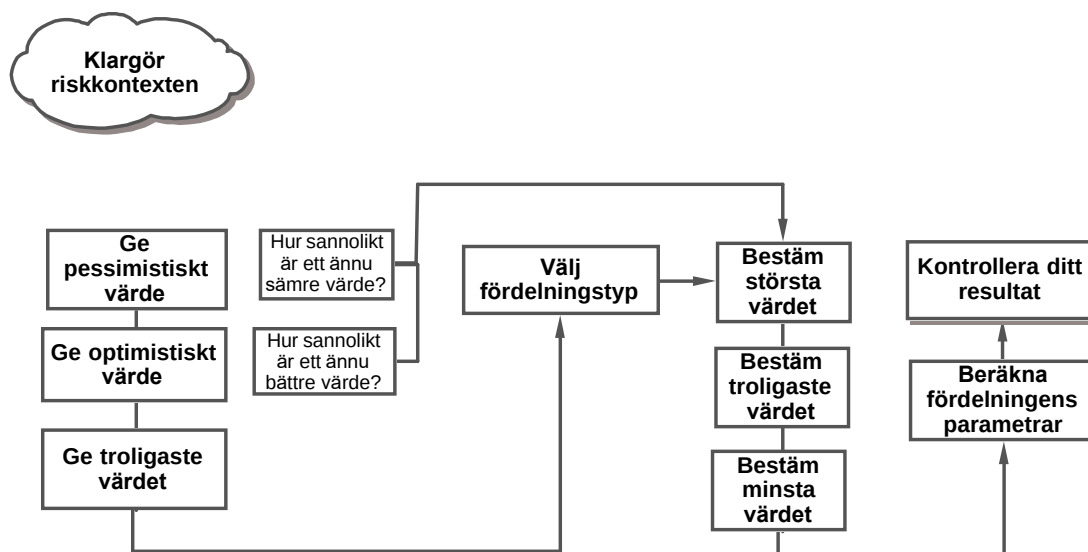
Som tidigare påpekats är ett av syftena med denna skrift att visa på metoder som kan minska bias (snedvridning) av de åsatta sannolikheterna, men samtidigt vara ett lättanvänt verktyg.

För dagligt geotekniskt arbete rekommenderas trepunktsmetoden. Den innebär att man uppskattar den undersökta variabelns minsta, största och troligaste värde och därefter beräknar de statistiska parametrarna baserat på dessa uppskattningar. Eftersom det är svårt att undvika felkällor (bias) när man skattar det största och det minsta värdet åsätter man i stället ett lågt och ett högt värde och anger hur troligt det är att det sanna värdet under- respektive överskrider de värdena. Ur dessa uppgifter kan sedan minsta och största värde beräknas. Beräkningarna av fördelningarnas parametrar görs ofta med empiriska formler. Det finns givetvis även här en risk för bias, i synnerhet anchoring. Det är därför viktigt att punkterna skattas i rätt ordning, med troligaste värdet sist. Vid åsättandet av en fördelning, så behöver man både bestämma sig för typen av fördelning (modell) och sedan åsätta de parametrar som bestämmer den valda fördelningens egenskaper. En diskussion om hur man väljer fördelningstyp finns i SGF (2022), Kapitel 6.

4.2 Arbetsgången

En mer omfattande beskrivning av arbetsgången finns i SGF (2022). Här vill vi peka på att det första steget alltid är att klargöra riskkontexten:

I vilket sammanhang ska fördelningen användas och exakt vad ska fördelningen beskriva?



Figur 3 Arbetsgång vid trepunktsmetoden. Källa SGF (2022)

4.3 Verktöget för kontinuerliga fördelningar

Verktöget för åsättande av kontinuerliga fördelningar består av en arbetsbok i Excel där vissa beräkningsblad är spärrade för redigering. Arbetsboken finns bilagd med filnamn "Kontinuerliga fördelningar"

I verktöget ger man indata enligt nedan för olika valda fördelningar och får som utdata fördelningarnas styrande statistiska parametrar. Vissa fördelningar utgår från triangelfördelningen så indata för den kan krävas även om man inte vill ha själva triangelfördelningen

För valda fördelningar visas beräknade basparametrar.

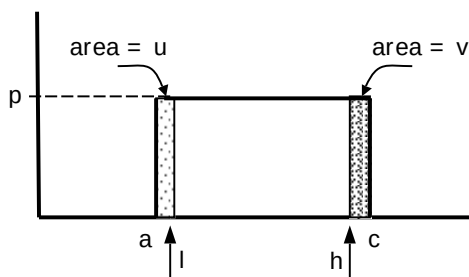
Dessutom visas en plottning av valda fördelningar, med täthetsfördelning, kumulativ fördelning och komplementär kumulativ fördelning

4.4 Fördelningar som tas upp

Här nedanför listar vi de olika fördelningar som finns med i verktyget och vad som man måste ange vid åsättandet

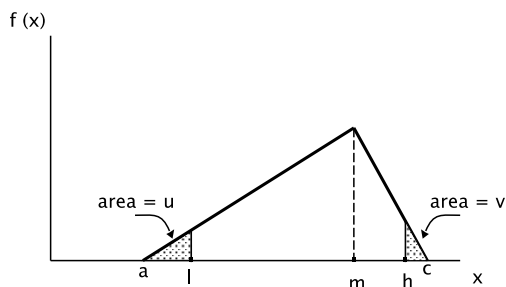
4.4.1 Likformig fördelning ur percentiler

Åsätts genom att man anger lågt och högt värde och sannolikheterna att under- respektive överskrida dessa värden



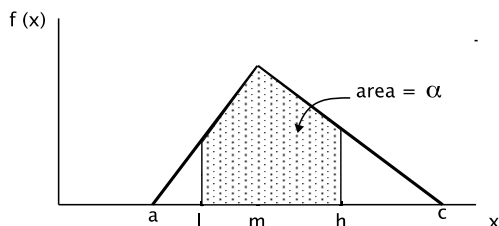
4.4.2 Triangelfördelning ur percentiler

Åsätts ur lågt och högt värde och sannolikheterna att under- respektive överskrida dessa värden. Dessutom anges troligaste värdet



4.4.3 Triangelfördelning ur högt och lågt värde och sannolikheten att värdet ligger däremellan (enligt Garvey)

Åsätts ur lågt och högt värde och sannolikheterna att rätt värde ligger mellan dessa värden. Dessutom anges troligaste värdet. Observera att vissa antaganden är gjorda om utseendet på triangeln, se SGF (2022).

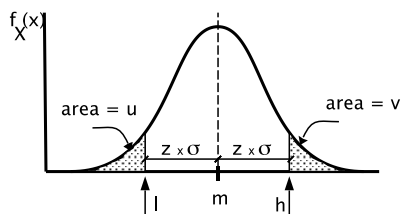


4.4.4 PERT-fördelning

PERT-fördelningen beräknas ur triangelfördelning ur percentiler. Den måste alltså anges.

4.4.5 Normalfördelning ur percentiler

Åsätts genom att man anger medelvärdet och antingen ett lågt eller ett högt värde samt sannolikheten att under- respektive överskrida det värdet.



4.4.6 Lognormalfördelning

Lognormal-fördelningen beräknas ur triangelfördelning ur percentiler. Den triangelfördelningen måste alltså anges.

4.5 Exempel på användning av verktyget för kontinuerliga fördelningar

På Excel-bladet finns en kortfattad beskrivning av arbetsgången, men den är mest avsedd som kom-ihåg lista. Gå därför igenom exemplet nedan innan du använder verktyget första gången.

Vid beräkningarna används följande tre blad i Excelarbetsboken:

- Indata
- Diagram
- Basparametrar

4.5.1 Indata

För alla fördelningarna ger man indata på Excelbladet *Indata*.

OBSERVERA: Bladen är spärrade, så att endast gulmarkerade (ram och /eller skraffering) celler är åtkomliga. Om man försöker markera eller göra något annat i en annan cell fås ett meddelande att cellen är spärrad.

Arbetsgång:

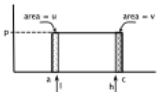
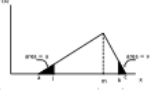
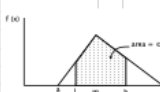
Steg 1. Rensa alla gamla data som inte är aktuella

Steg 2. Mata in nya data

I detta blad matas in de uppgifter som behövs för de olika fördelningarna. Inmatning görs rutor som är gulskrafferade. Observera att för PERT och lognormalfördelningen krävs att data för triangelfördelning (ur percentiler)

Sannolikheter anges som decimaltal, inte i procent.

Observera att man, om så önskas, kan ange olika indata för de båda olika triangelfördelningarna.

INDATA			
Sannolikheter ges inte som procent!			
FELMEDDELANDEN KAN FÖREKOMMA			
Inga helt kända högsta eller lägsta värden, undvik triangel med mode = ändpunkt			
Noll-ställning?			
LIKFORMIG fördelning			
Angivna värden		Sannolikhet	
Lågt	4	lägre / högre	0,08
Högt	20		0,1
			
TRIANGEL-fördelning			
Ur percentiler (eni Hudak)		Sannolikhet	
Angivna värden		lägre / högre	
Lågt	8		0,08
Högt	20		0,08
Troligaste	12		
			
PERT-fördelning			
Beräknas ur triangelfördelning (percentiler)			
NORMAL-fördelning			
Angivna värden		Sannolikhet	
Högt alt lågt värde	20	högre / lägre	0,02
Medelvärde	12		
			
Lognormal-fördelning			
Beräknas ur triangelfördelning (percentiler)			
Ur lågt och högt värde samt sannolikhet ligga mellan (eni Garvey)			
Lågt	4	$P(\text{låg} < x < \text{hög})$	
Högt	20		
Troligaste	12		

Det kan förekomma felmeddelanden (i rött) om en del värden angivits som av matematiska skäl får beräkningarna av fjärdegradsekvationer att inte fungera.

Undvik att ange högsta och lägsta värden som helt kända (med sannolikheten att över- eller underskrida =0)

Undvik också att ange en triangelfördelning med troligaste värde exakt lika med största eller minsta värde.

4.5.2 Diagram

På detta blad plottas valda fördelningar (för vilka indata givits).

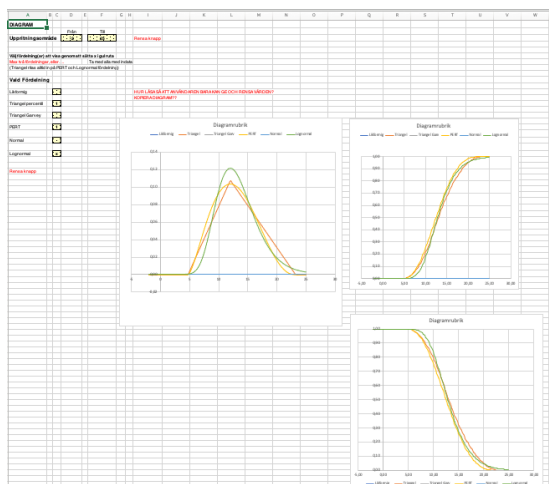
På Excel-bladet finns en kortfattad beskrivning av arbetsgången, men den är mest avsedd som kom-ihåg lista. Gå därför igenom exemplet nedan innan du använder verktyget första gången.

Arbetsgång:

Steg 1. Rensa gamla markeringar som inte är aktuella

Steg 2. Uppritningsområdet för plotten (x-värdena) anges

Steg 3. Markera de fördelningar som önskas plottade. Ett godtyckligt tecken, till exempel x, kan skrivas in i rutan för fördelningen



4.5.3 Basparametrar

Detta blad är en ren redovisning av beräkningsresultat och användaren behöver inte ge några indata.

FÖRDELNINGARNAS BASPARAMETRAR									
Koppla till valda fördelningar i diagrammen?									
		LIKFORMIG FÖRDELNING	TRIANGEL-FÖRDELNING Ölka indata kan anges!		PERT-FÖRDELNING	NORMAL-FÖRDELNING	LOGNORMAL FÖRDELNING		
			PERCENTIL	GARVEY					
Största värde	c	21,88	23,22	25,06	23,22				
Troligaste värde	m		12	12	12,00	12	12,00		
Minsta värde	a	3,06	4,72	-1,06	4,72		4,72		
Spann		18,82	18,51	26,11	18,51				
					α	2,574			
					β	3,426			
							λ	2,554	
							ξ	0,263	
Medelvärde	μ	12,47	13,31	12,00	12,66	12	13,31		
Standardavvikelse	σ	5,43	3,8	5,3	3,1	3,90	3,6		
Variationskoefficient		44%	29%	44%	24%	32%	27%		
Median		5,43	13,03	12,00	12,5	12,00	12,9		
Fraktiler									
	5%	4,00	7,31	3,07	7,24	5,59	8,34		
	10%	4,94	8,39	4,76	8,14	7,01	9,18		
	50%	12,47	13,03	12,00	12,50	12,00	12,86		
	90%	20,00	18,67	19,22	17,40	16,99	18,02		
	95%	20,94	20,00	20,93	18,61	18,41	19,82		
Sannolikhet underskrida angivet lågt värde		0,05	0,08	0,08					
Sannolikhet överskrida angivet högt värde		0,10	0,05	0,08					

Relevanta värden kan kopieras för att användas i det fortsatta projekteringsarbetet.

4.5.4 Kontroll av resultatet

Det är en grundprincip vid åsättandet av subjektiva sannolikheter att de återspeglar den sanna uppfattningen hos den som åsätter, alltså att de i största möjliga mån inte är påverkade av bias. Därför är det av största betydelse att resultatet av åsättandet kontrolleras av den som gjort åsättandet.

Diagrammen, särskilt kumulativa, och basparametrar kan vara ett bra stöd.

Det är dock viktigt att följa arbetsgången i Rapport 2:2022 med inledande överväganden om fördelningstyp och möjliga intervall så man inte bara väljer efter fördelningens utseende när den är plottad

5 BILAGA A REFERENSER OCH YTTERLIGARE LÄSNING

5.1 Refererad litteratur

Bailey, R., 1997. Estimation from zero-failure data. *Risk Analysis*, Vol 17, No. 3.

Olsson, L. 2000. Att bestämma subjektiva sannolikheter. *SGI Varia 488*, Linköping.

SGF, 2022. Metodbeskrivning. Åsätta subjektiva sannolikheter i geotekniska projekt *SGF Rapport 2:2022*

5.2 Ytterligare läsning

För ytterligare läsning hänvisas till litteraturlista i SGF, 2022:

Metodbeskrivning. Åsätta subjektiva sannolikheter i geotekniska projekt *SGF Rapport 2:2022*

SGF Notat

2:2025 Hjälpverktyg för åsättande av subjektiva sannolikheter. Bilaga till SGF Rapport 2:2022

1:2025 Hantering av bakgrundshalter i lerjordar

1:2023 Hantering av geotekniska risker i kontrakt

1:2022 Riskkartor

1:2019 Bildbaserad metod för mätning och övervakning av rörelser hos konstruktioner vid geotekniska projekt – Förstudie

2:2018 Fallkonförsöket

1:2018 Konflytgränsen

1:2016 Akustisk JB-sondering, resultat från etapp 1

1:2013 SGF:s riktlinjer

1:2009 Jämförande sonderingar – JB-totalsondering, CPT och hejarsondering

3:2007 Laboratorieprovning för geotekniska utredningar

2:2007 Resultatkontroll genom bestämning av luftporhalt och vattenkvot

4:2005 Karakteristiskt värde – utredning kring riktlinjer hur vi skall tillämpa Eurokod (EN 1997-1 och EN 1997-2) modellen

3:2005 Packningsresultat ytpackning – väsentliga faktorer analyserade med AHP

2:2005 Permeabilitetsbestämning genom laboratieförsök

1:2005 Våra framtida geotekniska arbetsredskap – en introduktion

3:2004 Laboratorieutrustningar med stora provdimensioner – en sammanställning

2:2004 Direkta skjuvförsök – en vägledning

1:2004 Packning och packningskontroll av blandkornig och finkorning jord

Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) bildades 1950 och består av drygt 1600 enskilda medlemmar, med minst två års praktisk erfarenhet av geoteknik. Dessutom ingår ett antal korporativa medlemmar i form av institutioner, högskolor, myndigheter, konsult- och entreprenadföretag samt tillverkare inom det geotekniska området.

SGF har till ändamål att främja utvecklingen inom geoteknik med grundläggning, ingenjörsgéologi och miljöteknik i ett nationellt och internationellt perspektiv.

Föreningen företräder i Sverige den internationella föreningen, the International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE).

I SGF:s Rapport- och Notatserie utges föreningens metodbeskrivningar, monografier och dokumentation från konferenser, temadagar m.m.



Svenska Geotekniska Föreningen

Swedish Geotechnical Society

c/o Ernax Design AB, Sveaborgsvägen 16 439 73 FJÄRÅS Tel: 0708-137773 Internet: www.sgf.net E-post: info@sgf.net