

**Taken from J E Beasley;** Department of Mathematical Sciences, Brunel University, West London

### **Introduction**

In many problems chance (or probability) plays an important role. Decision analysis is the general name that is given to techniques for analyzing problems containing risk/uncertainty/probabilities. Decision trees are one specific decision analysis. For the following two examples draw the decision tree and solve them.

### **Example 1**

The Metal Discovery Group (MDG) is a company set up to conduct geological explorations of parcels of land in order to ascertain whether significant metal deposits (worthy of further commercial exploitation) are present or not. Current MDG has an option to purchase outright a parcel of land for £4m.

If MDG purchases this parcel of land then it will conduct a geological exploration of the land. Past experience indicates that for the type of parcel of land under consideration geological explorations cost approximately £2m and yield significant metal deposits as follows:

- gold 0.04% chance
- silver 0.3% chance

Only one of these two metals is ever found (if at all), i.e. there is no chance of finding two or more of these metals and no chance of finding any other metal.

If gold is found then the parcel of land can be sold for £320m and if silver is found the parcel of land can be sold for £160m.

MDG can, if they wish, pay £750k for the right to conduct a three-day test exploration before deciding whether to purchase the parcel of land or not. Such three-day test explorations can only give a preliminary indication of whether significant metal deposits are present or not and past experience indicates that three-day test explorations cost £250k and indicate that significant metal deposits are present 50% of the time.

If the three-day test exploration indicates significant metal deposits then the chances of finding gold and silver increase to 2% and 1% respectively. If the three-day test exploration fails to indicate significant metal deposits then the chances of finding gold and silver decrease to 0.02% and 0.2% respectively.

## Example 2

A company is trying to decide whether to bid for a certain contract or not. They estimate that merely preparing the bid will cost £10,000. If their company bid then they estimate that there is a 50% chance that their bid will be put on the "short-list", otherwise their bid will be rejected. Once "short-listed" the company will have to supply further detailed information (entailing costs estimated at £5,000). After this stage their bid will either be accepted or rejected.

The company estimate that the labor and material costs associated with the contract are £127,000. They are considering three possible bid prices (exclusive), namely £155,000, £170,000 and £190,000. They estimate that the probability of these bids being accepted (once they have been short-listed) is 0.90, 0.75 and 0.35 respectively.

Folgendes Beispiel stammt aus "Operations Research Problems" von Pöler et al. (2014), Springer, Heidelberg.

## Example 3

Die Firma SUN 2 in Obersommersdorf produziert Solarmodule und sie hat einen dringenden Auftrag für 40 Module von einem neuen deutschen Kunden erhalten, welcher bereit ist 1000 Euro pro Modul zu bezahlen. SUN 2 hat alle seine Produktionskapazitäten für andere Aufträge verplant und als einzige Alternative zum Ablehnen des Auftrages ist es, die Produktion für diesen 40 Module auszulagern.

SUN 2 stehen zwei mögliche Lieferanten zur Verfügung. Lieferant A aus Rumänien würde die Module zu einem Stückpreis von 500 Euro liefern, Lieferant B aus Polen bietet diese um 550 Euro pro Stück an. Die Transportkosten für 40 Module sind bei beiden Lieferanten gleich 1000 Euro. (Hinweis: es kann nur ein Lieferant ausgewählt werden).

Gleichwohl sind die technischen Anforderungen des Kunden herausfordernd, so dass SUN 2 basierend auf früheren Erfahrungen mit dem Lieferanten annimmt, dass die Rumänen mit einer Wahrscheinlichkeit von 70% eine korrekte Charge produzieren können, die Polen mit einer Wahrscheinlichkeit von 80%. (Hinweis: wenn die Lieferanten ein Modul mit den korrekten technischen Anforderungen produzieren können, dann gelingt es Ihnen auch für weitere Module.) Wenn die Charge den technischen Spezifikationen nicht genügen, sind diese als normale Solarmodule um einen Preis von 200 Euro pro Stück verkaufbar.

Für SUN 2 besteht die Möglichkeit jeweils ein Testmodul bei den Lieferanten zu bestellen, um diese zu testen, bevor sich SUN 2 für einen der zwei Lieferanten entscheidet. Das betriebseigene Testverfahren garantiert, dass Solarmodule, die den Spezifikationen nicht genügen, mit Sicherheit gefunden werden; allerdings werden bei den Testverfahren 5% von korrekten Solarmodulen als defekt eingestuft. Die Kosten für den Test (2 Module, Transport, Testkosten) belaufen auf 2000 Euro.

- Zeichnen Sie einen passenden Entscheidungsbaum (Verwenden Sie Bayes' Theorem für fehlende Wahrscheinlichkeiten).
- Lösen Sie den Entscheidungsbaum.
- Wie hoch müssen die Kosten für den Test sein, sodass es sich dieser nicht mehr rentiert (also die daraus gewonnene Information zu teuer ist)?