

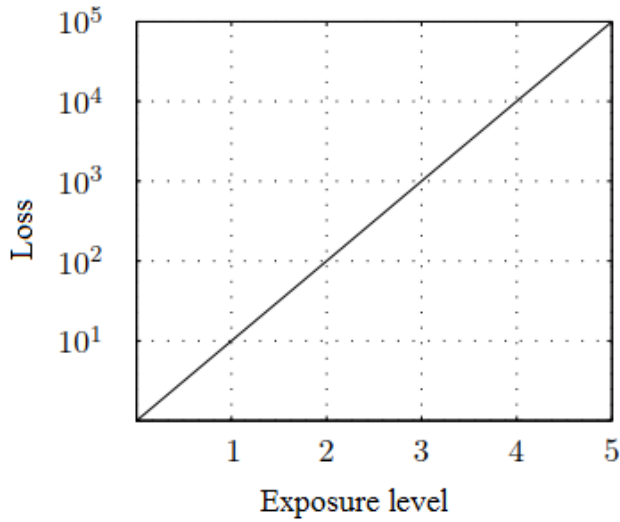
- (Modarres 2.5) Koulubusseihin liittyvistä riskeistä tiedetään seuraavaa: USA:ssa on 448 000 koulubussia ja vuosittain tapahtuu 130 tapaturmaista kuolemaa liikenneonnettomuuksissa, joihin koulubussi on osallisena. Arviolta 3% kaikista kuolemantapauksista on tulipalon aiheuttamia. Tulipalon aiheuttamista kuolemantapauksista 8% kohdistuu bussin matkustajiin ja loput 92% jalankulkijoihin sekä onnettomuuksissa osallisina olevien muiden autojen matkustajiin. Koulubusseilla ajetaan keskimäärin 9500 mailia/vuosi.
 - Määritä tulipalojen aiheuttamien kuolemantapauksien esiintymistaaajuus sekä bussin matkustajille että muille onnettomuuksien osapuolille.
 - Määritä, miten paljon tulipalon aiheuttamia kuolemantapauksia tapahtuu suhteessa matkustettuun matkaan. Laske tulos erikseen bussin matkustajille ja onnettomuuksien muille osapuolille.
 - Määritä bussille se keskimääräinen toiminta-aika, jonka kuluttua tulipaloihin liittyvä riski on 10^{-6} kuolemantapausta.
- (Muokattu Modarres 2.1) Seuraavassa taulukossa on esitetty kuvitteellisen ydinvoimalan toisensa pois sulkevat riskiskenaariot.

| Skenaario | Skenaarion vuosittainen tapahtumistodennäköisyys | Odotusarvoinen kuolemantapausten lukumäärä skenaarion tapahtuessa |
|-----------------------------|--|---|
| Tulipalo komentokeskuksessa | 2.00×10^{-8} | 800 |
| Tulipalo reaktorihallissa | 1.30×10^{-7} | 80 |
| 1. reaktorin sulaminen | 2.50×10^{-6} | 2500 |
| 2. reaktorin sulaminen | 1.35×10^{-5} | 3000 |
| Voimalan räjähdys | 1.70×10^{-5} | 9000 |

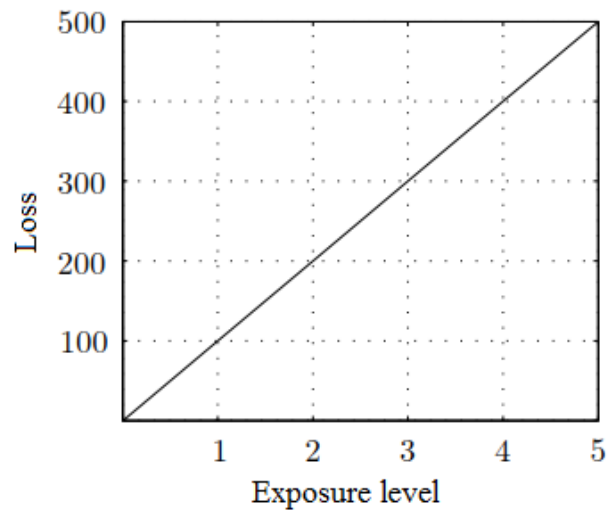
- Piirrä yllä olevan taulukon pohjalta Farmerin käyrä (so. todennäköisyydet eri tappiotasojen ylitymiselle vuosittain).
 - Millä todennäköisyydellä kuolemantapauksia tulee yli 100?
- Tarkastellaan kahta voimalaitostyyppiä A ja B. Tyypin A laitoksen rikkisuodattimet rikkoutuvat vuoden aikana todennäköisyydellä 0.1 ja aiheuttavat tällöin 10 g/m^3 rikkidioksidipäästön. Tyypin B laitoksille vastaavat luvut ovat 0.001 ja 1000 g/m^3 .
 - Määritä Farmerin käyrät kummallekin voimalaitostyypille, kun kumpaakin on käytössä 1000 kpl.
 - Kumpi laitostyyppi aiheuttaa todennäköisemmin kokonaisuudessaan yli 1000 g/m^3 rikkidioksidipäästöt?
 - Entä yli 2000 g/m^3 päästöt?
 - Miten paljon tyypin B laitoksen rikkoutumistodennäköisyys saa enintään olla, jotta 2000 g/m^3 päästö määrä ylittyy alle 5% todennäköisyydellä?

4. (muokattu Modarres 2.3) Kummassa seuraavista teknologioista on suurempi riski odotusarvoisena menetyskäänä mitattuna? Piirrä myös Farmerin käyrät ja vertaa tämän pohjalta.

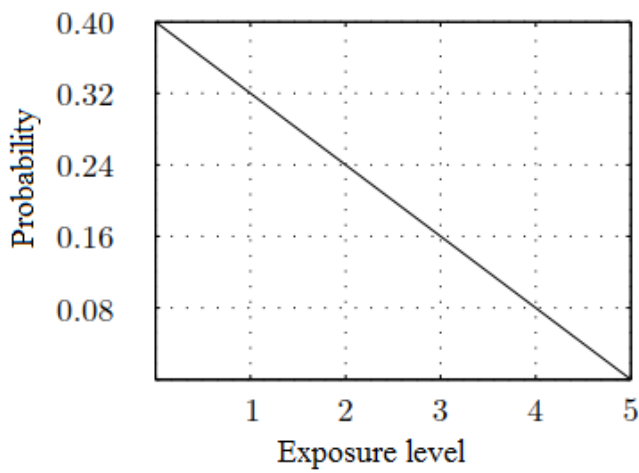
Technology A



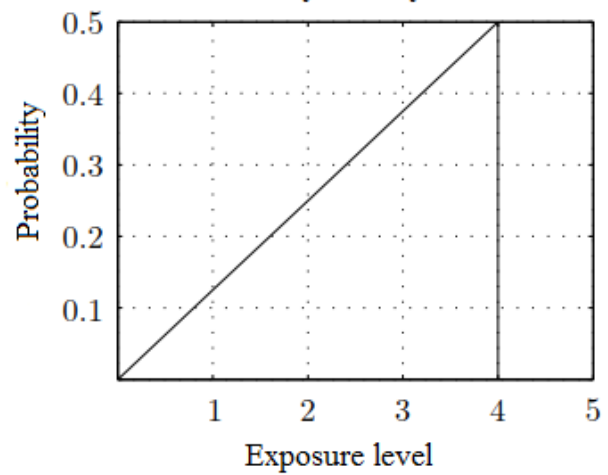
Technology B



Probability density function



Probability density function



1. (Modarres 2.5) The following information about risk of school bus accidents are known. There are 448000 school buses in the US, annually 130 accident deaths occur. Approximately 3 % of all fatalities are fire fatalities of which 8 % are occupants of the bus, the rest are pedestrians and occupants of other cars involved in the accidents with the buses. Each bus travels an average of 9500 miles/year. Determine:
 - (a) Frequency of fire-related fatalities for both occupants and non-occupants of the school buses.
 - (b) Fire-related fatality for occupants and non-occupants per unit of distance traveled.
 - (c) Mean length of operation time per bus so that the total fire risk reaches 10^{-6} fatalities.
2. (Modified Modarres 2.1) The following table shows the data calculated for a fictitious Nuclear Power Plant.

| Scenario | Annual frequency of scenario | Expected number of fatalities |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Fire in main control room | 2.00×10^{-8} | 800 |
| Fire in reactor hall | 1.30×10^{-7} | 80 |
| Core melt of first reactor | 2.50×10^{-6} | 2500 |
| Core melt of second reactor | 1.35×10^{-5} | 3000 |
| Explosion of the plant | 1.70×10^{-5} | 9000 |

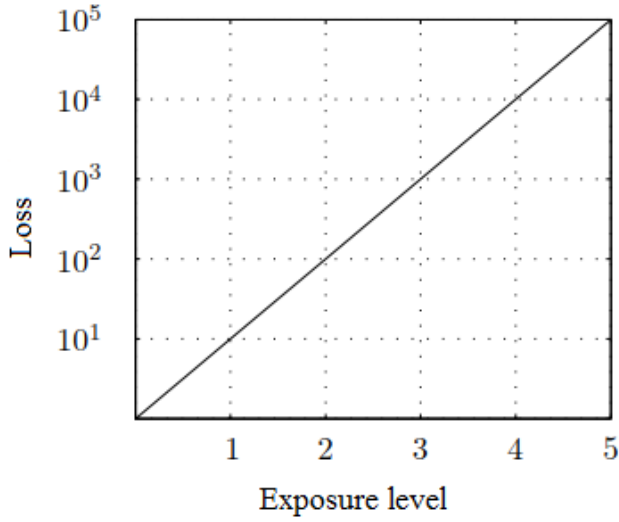
- (a) Based on the data in this table, plot the risk profile in terms (annual frequency of exceeding the given number of fatalities versus number of fatalities). That is the so-called Farmer's curve.
 - (b) What is the frequency of exceeding 100 fatalities?
3. Consider two different power plant designs A and B whose sulfide dioxide filters are subject to failure with the following probabilities and consequences.

| | Design A | Design B |
|----------------------------|-----------|-------------|
| Annual failure probability | 0.1 | 0.001 |
| Release of SO ₂ | $10g/m^3$ | $1000g/m^3$ |

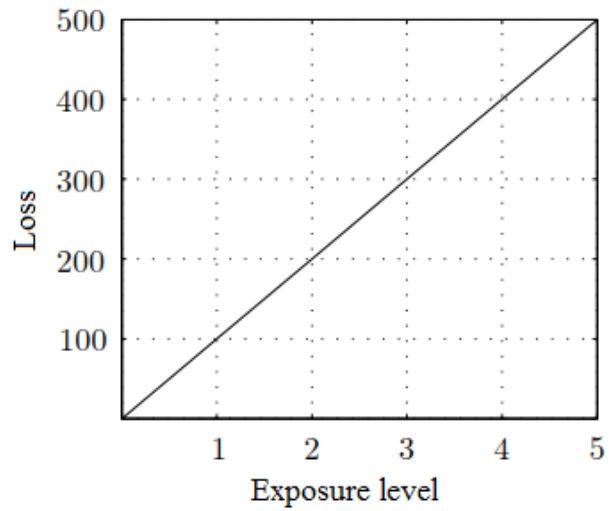
- (a) Assume 1000 plants of each type, draw the Farmer's curve.
 - (b) Which design will more likely release more than $1000g/m^3$ of sulfide dioxide?
 - (c) What about if more than $2000g/m^3$?
 - (d) What should the filter failure probability be for plant design B so that the probability of release more than $2000g/m^3$ is lower than 5 %.

4. (Modified Modarres 2.3) Which of the following two technologies is riskier? Draw the Farmer's curve and make a comparison.

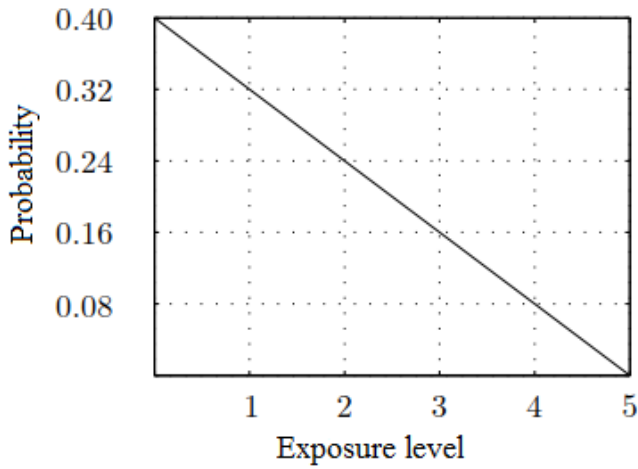
Technology A



Technology B



Probability density function



Probability density function

