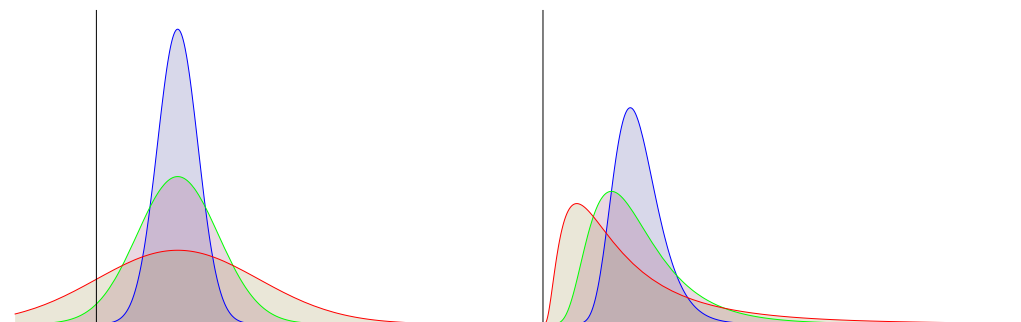


Korelacije in naključno vzorčenje jedrskih podatkov

. . .

Lucijan Plevnik

Za generiranje naključnih vzorcev parametra je potrebno poznati njegovo verjetnostno porazdelitev. Informacije o slednji so v knjižnicah jedrskih podatkov podane v obliki pričakovanih vrednosti in deviacij. Ta podatka popolnoma opišeta porazdelitev v primerih normalne ali lognormalne porazdelitve. Ker predpostavka o normalnosti ni konsistentna za vzorčenje tistih parametrov, ki morajo imeti pozitivno vrednost in imajo relativno negotovost večjo od $\sim 30\%$, za pozitivne parametre uporabimo lognormalno porazdelitev.



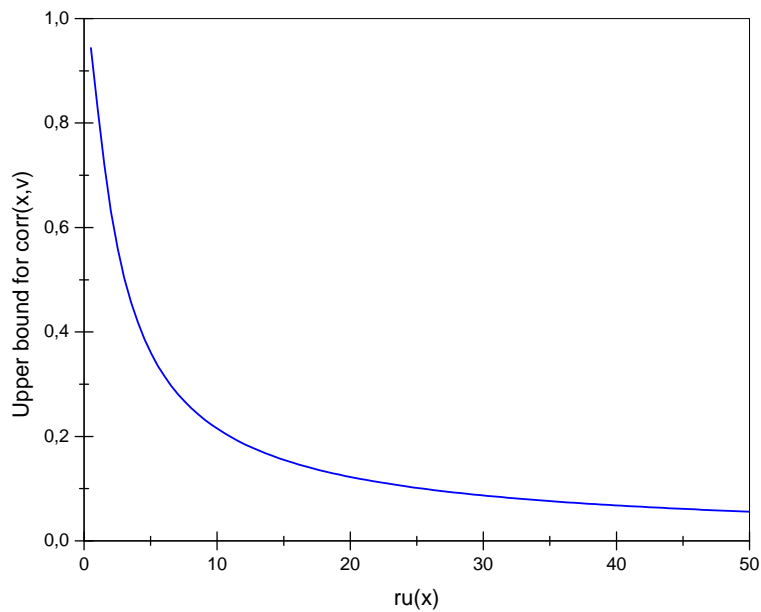
Slika 10.1: Funkcija gostote verjetnosti za normalno (levo) in lognormalno (desno) porazdelitev pri isti pričakovani vrednosti in različnih vrednostih relativne negotovosti: 25%, 50%, 100%.

Za konsistentno obravnavo večih parametrov hkrati moramo poznati tudi korelacije med njimi, ki so večinoma podane v knjižnicah jedrskih podatkov. Kadar je vseh n obravnavanih parametrov porazdeljenih normalno, dobimo njihove vzorce tako, da najprej neodvisno vzorčimo n standardno normalno porazdeljenih parametrov, nato pa na dobljenih vzorcih uporabimo ustrezno linearno transformacijo, ki zagotovi želene vrednosti povprečij in kovarianc. Za izračun te linearne transformacije je nujno, da je korelacijska matrika parametrov pozitivno definitna.

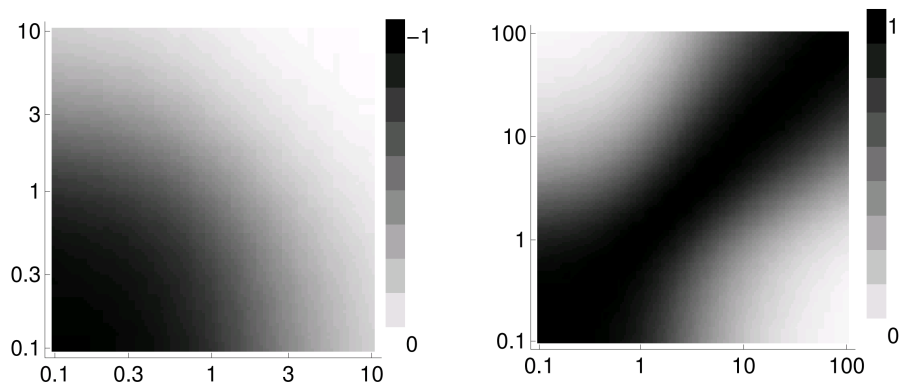
V večini primerov se zgodi, da so nekateri parametri normalni, drugi pa lognormalni. Ta problem prevedemo na prejšnjega tako, da izračunamo prič-

kovane vrednosti, deviacije in korelacije logaritmov lognormalnih parametrov. Kot je prikazano na sliki 10.2, se pri tem izkaže, da korelacije ne morejo imeti vrednosti poljubno blizu -1 ali 1 , če je vsaj eden od parametrov lognormalen.

Pogosto se zgodi, da v knjižnicah jedrskih podatkov zahtevi iz zadnjih dveh odstavkov, tj. pozitivna definitnost korelacijskih matrik in omejene vrednosti korelacij lognormalnih parametrov nista izpolnjeni.



(a) **N**; zgornja meja za absolutno vrednost korelacije.



(b) **L**; spodnja meja za vrednost korelacije.

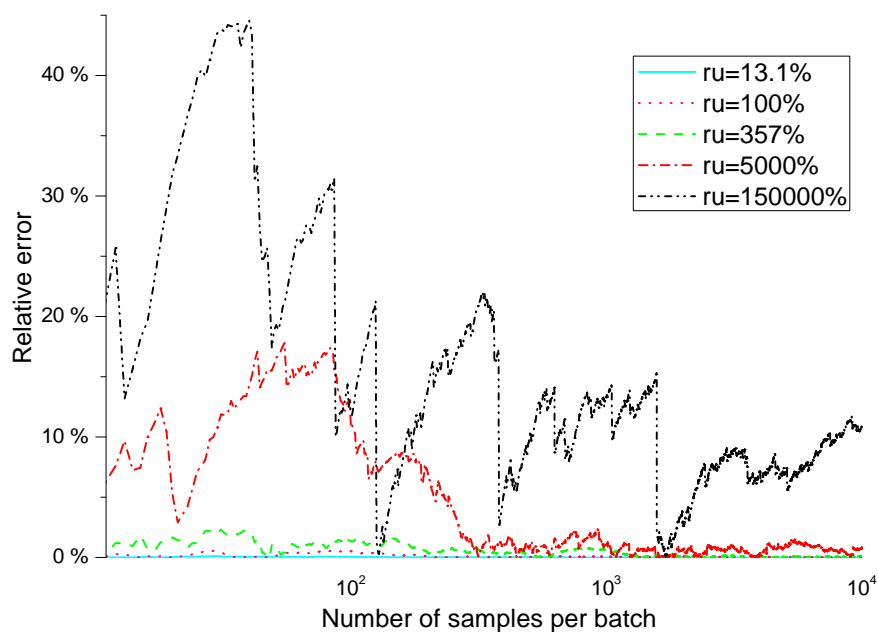
(c) **L**; zgornja meja za vrednost korelacije.

Slika 10.2: Mejne vrednosti korelacij med lognormalnim in Normalnim/Lognormalnim parametrom v odvisnosti od relativnih negotovosti lognormalnih parametrov.

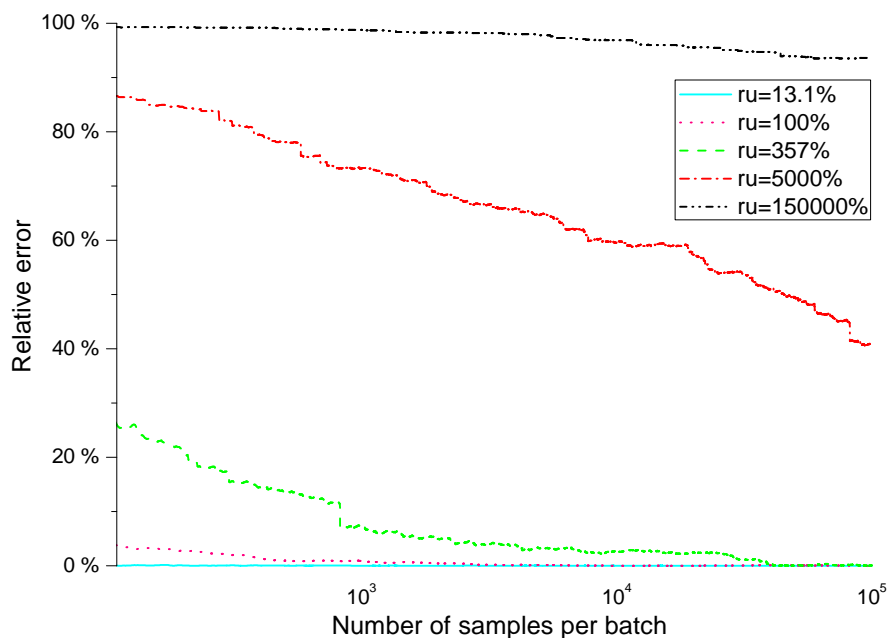
Opisane metode za naključno vzorčenje so bile uporabljene v programu ENDSAM, ki je napisan v jeziku FORTRAN 95. Program iz datoteke jedrske knjižnice za izbran izotop v formatu ENDF-6 ([ENDF6 manual, 2011](#)) izdelala poljubno število novih datotek v formatu ENDF-6, ki vsebujejo naključne vzorce resonančnih parametrov na mestih originalnih vrednosti. Poda tudi informacije o morebitnih nekonsistencah korelacijskih matrik. Koda je dostopna na naslovu https://www-nds.iaea.org/index-meeting-crp/CM_Data_Processing_2015/.

Metode so splošne in bodo v prihodnosti uporabljene tudi za vzorčenje ostalih jedrskih podatkov.

Program ENDSAM je bil testiran na realističnih in umetnih podatkih. Slika 10.3 pokaže, da lognormalni parametri z nižjimi relativnimi relativnimi negotovostmi skonvergirajo prej k pričakovanim vrednostim. Ta sklep velja tudi za kovergenco korelacij, pri čemer na hitrost konvergence dodatno vpliva pričakovana vrednost korelacij. Če je slednja enaka 0, potem je konvergenca hitrejša, glej sliko 10.4.

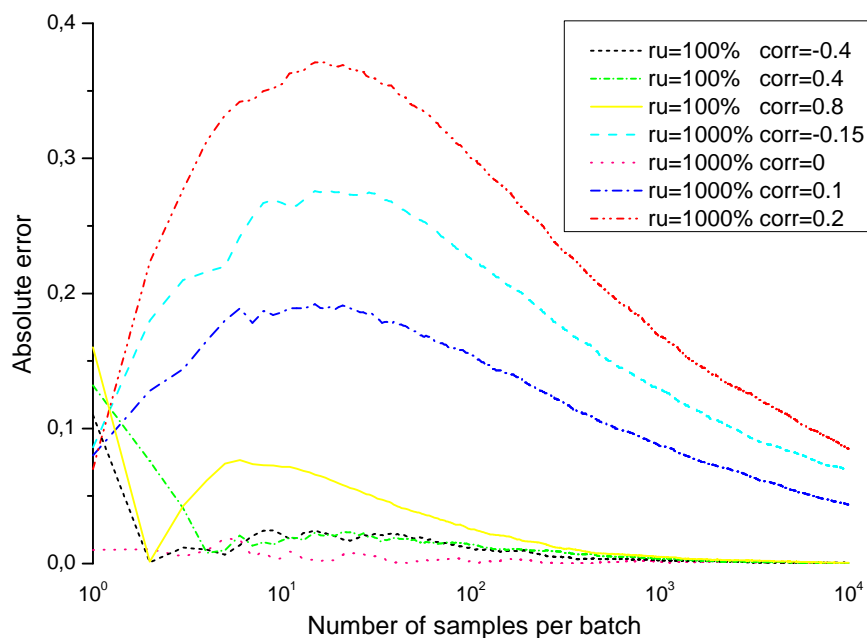


(a) Povprečja vzorcev.

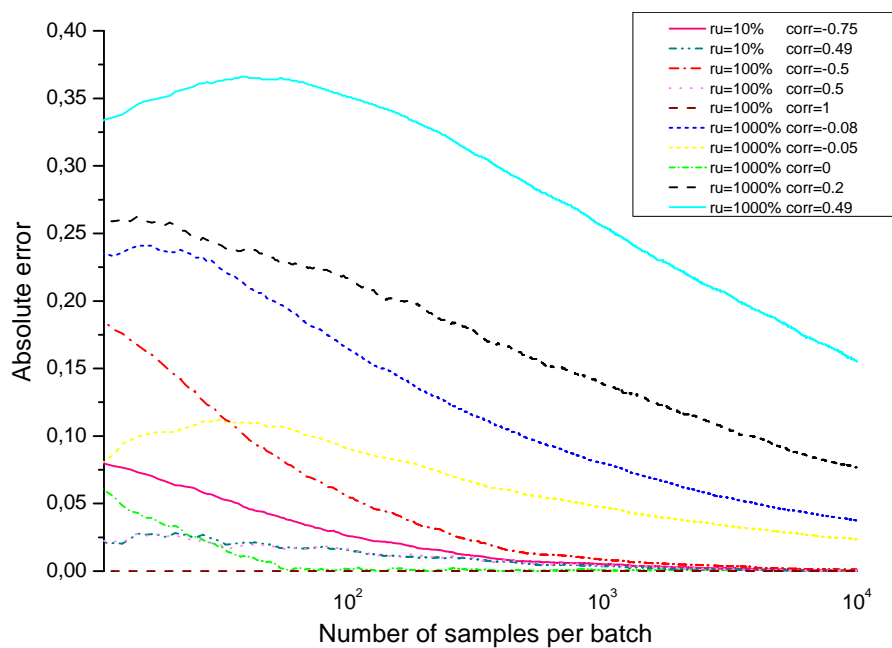


(b) Deviacije vzorcev.

Slika 10.3: Relativna napaka vzorcev lognormalnih parametrov z različnimi vrednostmi relativne negotovosti. Povprečeno po 1000 serijah vzorcev. Podatki: ENDF/B-VII.1, ^{35}Cl (Chadwick in sod., 2011).



(a) En parameter je normalen.



(b) En parameter je lognormalen z relativno negotovostjo 100%.

Slika 10.4: Absolutna napaka korelacij vzorcev za različne pričakovane vrednosti korelacij in relativnih negotovosti lognormalnih parametrov. Povprečno po 1000 serijah vzorcev.

Literatura

Chadwick, M.B., M. Herman in sod. (2011). »ENDF/B-VII.1 Nuclear Data for Science and Technology: Cross Sections, Covariances, Fission Product Yields and Decay Data«. V: *Nuclear Data Sheets* 112.12. Special Issue on ENDF/B-VII.1 Library, str. 2887–2996.

Cross Sections Evaluation Working Group (Edited by M. Herman and A. Trkov) (2011). *ENDF-6 Formats Manual, Data formats and procedures for the Evaluated Nuclear Data File ENDF/B-VI and ENDF/BVII*. Teh. poročilo BNL-90365-2009. Ver. Revision 2. Document ENDF-102. National Nuclear Data Center (NNDC), Brookhaven National Laboratory, Upton, USA.