



Introduktion til matematisk metode bag BeBuddy

Dette afsnit giver en kort gennemgang af matematikken bag BeBuddys regnekerne, opdelt efter de to mulige analysetyper. Beskrivelserne er baseret på den originale specialerapport, som her er oversat til dansk.

Usikkerhedsanalyse af estimeret energiforbrug

Usikkerhedsanalysen er baseret på Latin Hypercube Sampling (LHS).

LHS er en statistisk metode, der sikrer at sample værdier bliver jævnt fordelt over alle mulige inputværdier. Metoden opdeler inputområdet $[a_i, b_i]$ i intervaller, kaldet *bins*, og vælger derefter tilfældige punkter inden for hvert bin, så hvert bin kun anvendes én gang. Denne fremgangsmåde sikrer en god dækning af inputområdet med relativt få prøver og fungerer særligt godt for problemer med et moderat antal inputvariable. Det er dog vigtigt at sikre tilstrækkeligt mange prøver, så ingen væsentlige områder af inputrummet overses¹.

Matematisk kan en sample værdi, X_i^j , udtrykkes som:

$$X_i^j = a_i + (P_i^j + U_i^j) \frac{(b_i - a_i)}{N}$$

Hvor:

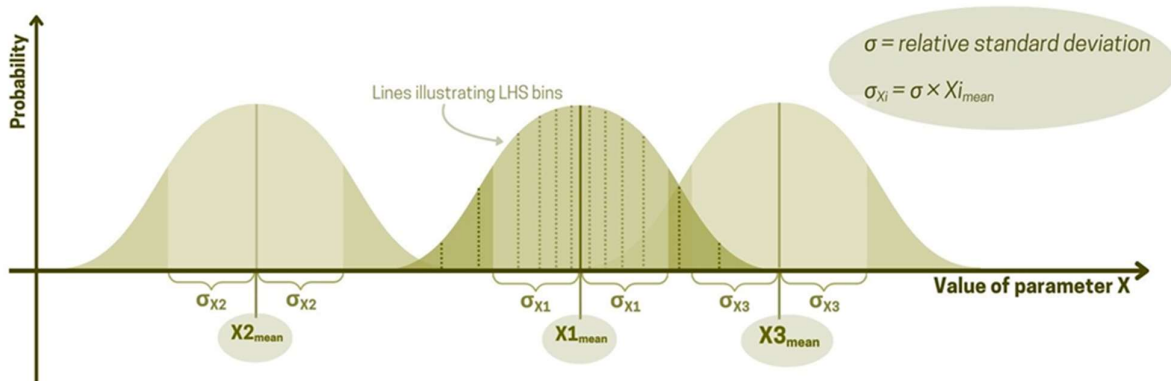
- P_i er bin-indekset (0,1,2,...,N-1).
- U_i er et tilfældigt tal, der giver en tilfældig forskydning inden for bin'et.
- N er antallet af bins.

Inden for LHS kan forskellige fordelingstyper anvendes, hvor bin-størrelsen tilpasses fordelingsform for at sikre ens sandsynlighed for værdier i hvert bin. Ved uniform fordeling er bins ens over hele inputområdet, mens normalfordelte parametre har mindre bins omkring middelværdien og større intervaller i yderområderne.

I BeBuddys LHS antages alle parametre at være normalfordelte med baseline-værdien som middelværdi. Hertil tildeles hver sandsynlighedsfordeling en standardafvigelse, der defineres som en andel af middelværdien, hvilket muliggør, at variationen kan afspejle parameterafhængig usikkerhed. Herunder gælder, at hvis en parameter forekommer flere gange i modellen, fx når der er forskellige U-værdier for flere bygningsdele, tildeles hver forekomst sin egen sandsynlighedstæthedsfunktion. Dette sikrer, at alle input behandles individuelt og uafhængigt.

Figur 1 viser principperne bag tildeling af sandsynlighedstæthedsfunktioner og illustrerer samtidig, hvordan LHS opdeler inputrummet i lige sandsynlige intervaller, hvilket muliggør repræsentativ sampling på tværs af hele fordelings spænd.

¹ Tarantola, S., Becker, W. and Zeitz, D. (2012), 'A comparison of two sampling methods for global sensitivity analysis', Computer Physics Communications 183(5), 1061–1072. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010465511004036>



Sensitivitetsanalyse af klima

One Factor at a Time (OFAT) er en simpel sampling metode, hvor kun én inputparameter ændres ad gangen, mens alle andre input holdes konstante². Hver ændring giver en ny outputværdi, og metoden bruges til at undersøge, hvordan netop denne parameter påvirker resultatet.

Fordelen ved metoden er, at den er hurtig og let at forstå. Ulempen er, at den ikke kan fange interaktioner mellem flere parametre, da kun én parameter ændres ad gangen, hvilket kan føre til bias, hvis interaktioner er betydende³.

I praksis betyder det, at hver sample svarer til en ny værdi for den valgte parameter, mens alle andre parametre forbliver låst på deres baseline-værdi.

I BeBuddy udføres sensitivitetsanalysen af klimaets påvirkning som en OFAT-analyse ved systematisk at skifte mellem vejrfiler og logge de resulterende outputværdier.

Denne proces gennemføres i den samme Be18-fil (baseline-modellen), hvor alle øvrige input holdes konstante. Resultatet er et antal outputværdier svarende til antallet af anvendte vejrfiler, hvilket muliggør en fordeling af energiforbruget på tværs af de undersøgte klimavariationer.

For at opnå et validt analysegrundlag bør de anvendte vejrfiler være repræsentative for bygningens geografiske placering.

² Czitrom, V. (1999), 'One-factor-at-a-time versus designed experiments', The American Statistician 53(2), 126–131. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00031305.1999.10474445>

³ Frey D.D., Engelhardt, F. . G. E. (2003), 'A role for "one-factor-at-a-time" experimentation in parameter design', Research in Engineering Design .