

ELFORSK 347-032

BeREAL

KORT FUNKTIONSBESKRIVELSE

Udarbejdet af

Bo Holst-Mikkelsen, Living Strategy Consulting

Steffen Petersen, Aarhus Universitet

Henrik Sørensen, henrik-innovation

Anders Thingholm, Rainbow Riders

August, 2015

Kort funktionsbeskrivelse af BeREAL

BeREAL kan bruges til 1) at foretage et realistisk estimat af det faktiske energiforbrug i designfasen, og 2) at foretage en fair sammenligning af beregnet energibehov med faktisk målt energiforbrug. Metoden er baseret på et sandsynlighedsprincip kaldet trepunktsestimat som er kendt fra bl.a. successiv kalkulation. Detaljer om metoden findes i rapporten "Energisyndere i lavenergibyggeri - Spor 1: Metode til estimat af faktisk energiforbrug i designfasen og sammenligning af beregnet energibehov med faktisk målt energiforbrug" (Elforsk projekt 345-002).

Realistisk estimat i designfasen

Metoden kan give et realistisk estimat af det faktiske energiforbrug til bygningsdrift i design og projekteringsfasen, men det kræver at man er velovervejnet når man fastsætter det forventede, optimistiske og pessimistiske forbrug i forbindelse med trepunktsestimatet. Gør man det, er den yderligere fordel ved trepunktsestimatet, at man kan liste inputparametrene efter faldende varians (følsomhed for stigning/fald i energiforbrug) og derigennem få en prioriteret liste over hvilke parametre man bør være mest opmærksom på gennem den videre byggeproces – fra de indledende faser af designprocessen til afleveringen.

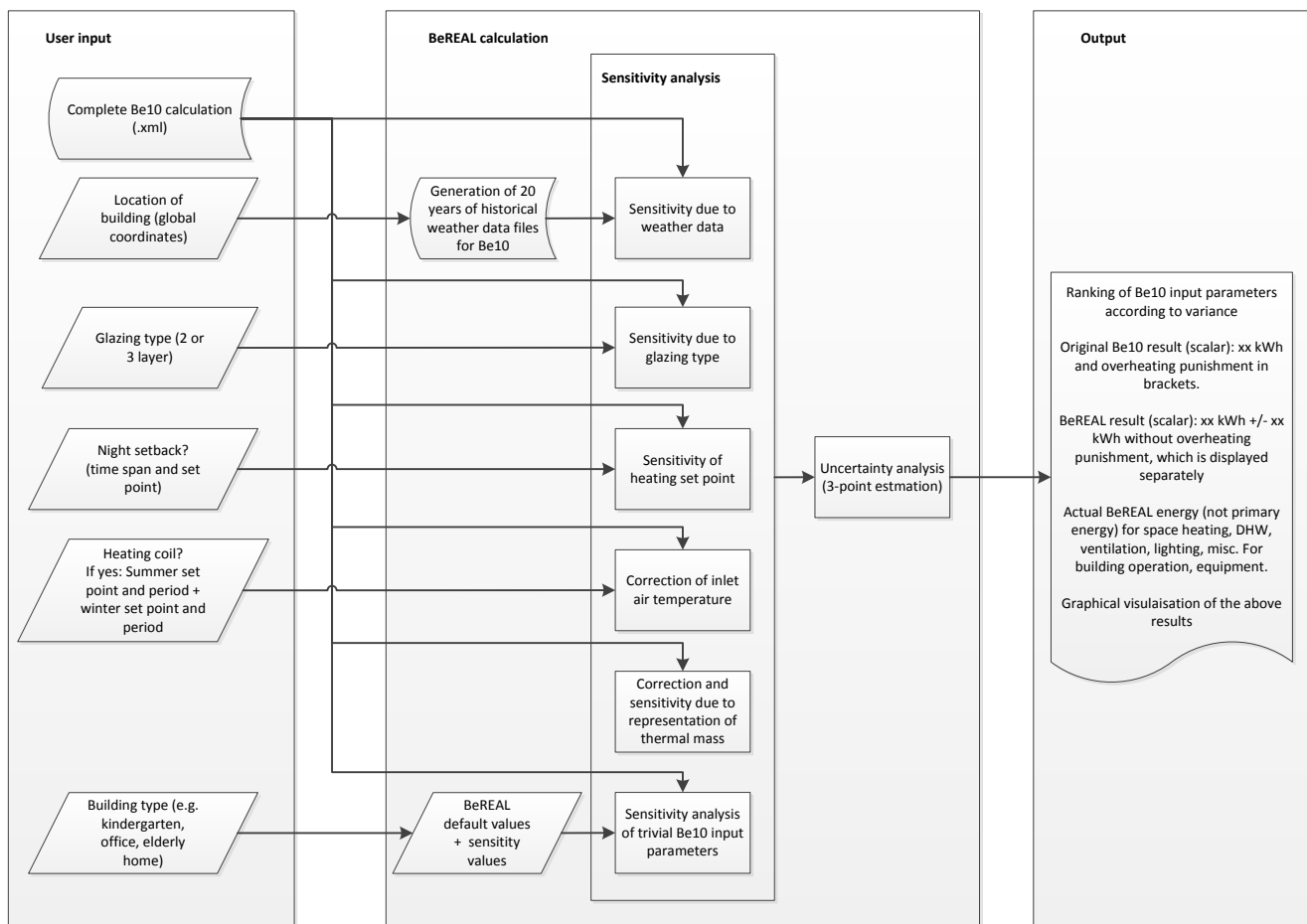
Beregnet vs. faktisk energiforbrug – fair sammenligning

Analysen er brugbar hvis bygningsejere ønsker at eftervise om deres bygning lever op til det forventede energiforbrug, og til at forklare og udbedre eventuelle afvigelser mellem det forventede og faktisk forbrug – "energisynderne". BeREAL fungerer som en "converter" der gør det muligt at foretage en fair sammenligning af beregnet energiforbrug (Be10) og faktisk energiforbrug. For at få en fornuftig sammenligning skal der foreligge et sæt driftsdata som lever op til et minimumskrav. En sammenligning der baserer sig på data der lever op til dette krav vil være behæftet med en større usikkerhed end hvis sammenligningen beror på data fra bimålere som løbende logger forbruget mere detaljeret.

Flow charts

Den samlede metode er beskrevet i detaljer i rapporten "Energisyndere i lavenergibyggeri - Spor 1: Metode til estimat af faktisk energiforbrug i designfasen og sammenligning af beregnet energibehov med faktisk målt energiforbrug" (Elforsk projekt 345-002). Metoden er implementeret i et regneark. Brugen af regnearket er dog en manuel og tidskrævende proces. I dette kapitel er der opstillet flow charts for metoden med det formål at synliggøre programmeringsopgavens omfang i tilfælde af at man ønsker at fuldautomatisere beregningen. De opstillede flow charts er udarbejdet af projektets ingeniører i samarbejde med en professionel programmør.

Figur 1 viser det overordnede flow chart for BeREAL. Programmet består af en input-del (se screen dump), en beregningsdel (som er den programmeringsstunge del), og en output-del (se screen dump). I det efterfølgende beskrives de dele som skal programmeres i forbindelse med beregningsdelen ("BeREAL calculation" i Figur 1).



Figur 1. Overordnet flow chart for BeREAL.

Forberedelse af vejrdata

Der er i forbindelse med projektet "Energisyndere i lavenergibyggeri - Spor 1: Metode til estimat af faktisk energiforbrug i designfasen og sammenligning af beregnet energibehov med faktisk målt energiforbrug" (Elforsk projekt 345-002) udviklet et værktøj, Vej10, der kan konvertere et givent time-baseret vejrdatasæt til en Be10 vejrdata fil. Værktøjet er kodet i MATLAB.

Programmeringsopgaven i forbindelse med fuldautomatiseringen består i at skabe en online forbindelse mellem BeREAL og en eksisterende database over vejrdata fra 1970 og frem til i dag for et net på 4x4 kilometer på hele jorden. Når brugeren af BeREAL indtaster koordinatet for placeringen af bygningen skal BeREAL hente 20 års historisk vejrdata fra denne placering, og konvertere data for samtlige 20 år til 20 Be10-vejrdatafilere gennem Vej10.

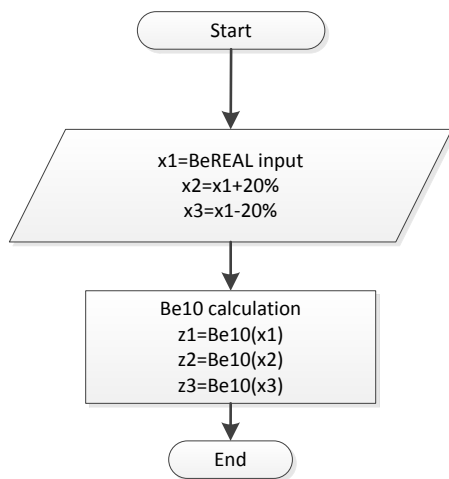
Sensitivitetsanalyse

Hele konceptet i BeREAL er baseret på one-at-the-time sensitivitetsanalyser der benyttes i usikkerhedsberegninger. Det vurderes at der i BeREAL skal udføres sensitivitetsanalyser for 20-30 af de mest

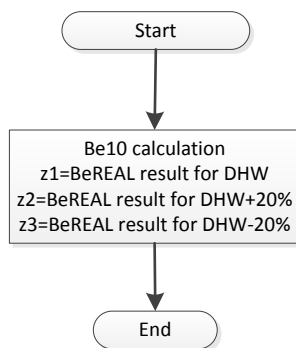
betydende inputparametre ud af de i alt 269 inputparametre i Be10. De fleste sensitivitetsanalyser er trivielle, men nogle kræver en mere detaljeret beregning forud for selve sensitivitetsanalysen.

Trivielle sensitivitetsanalyser

Den ene trivielle form, se Figur 2, er hvor en inputparameter til Be10 gøres større hvorefter de indsættes i Be10, og resultatet trækkes ud. Parameteren gøres derefter mindre, og proceduren gentages. Den anden trivielle form er hvor et delresultat fra Be10 gøres større, hhv. lavere, se Figur 3.



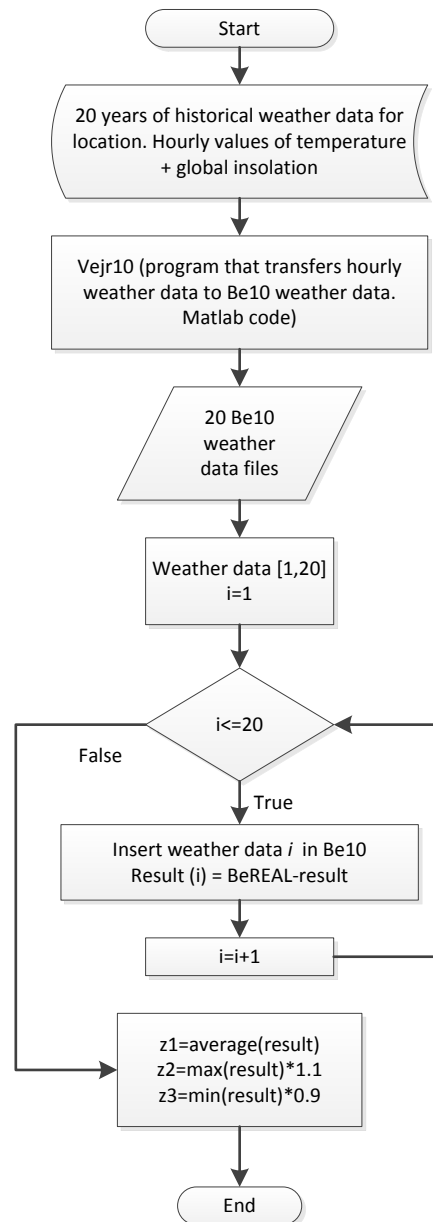
Figur 2. Triviell sensitivitetsanalyse der kræver en Be10-beregning pr variation – fx U-værdi for ydervæg



Figur 3. Triviell sensitivitetsanalyse uden behov for ekstra Be10-beregninger – fx varmt brugsvand

Vejrdata

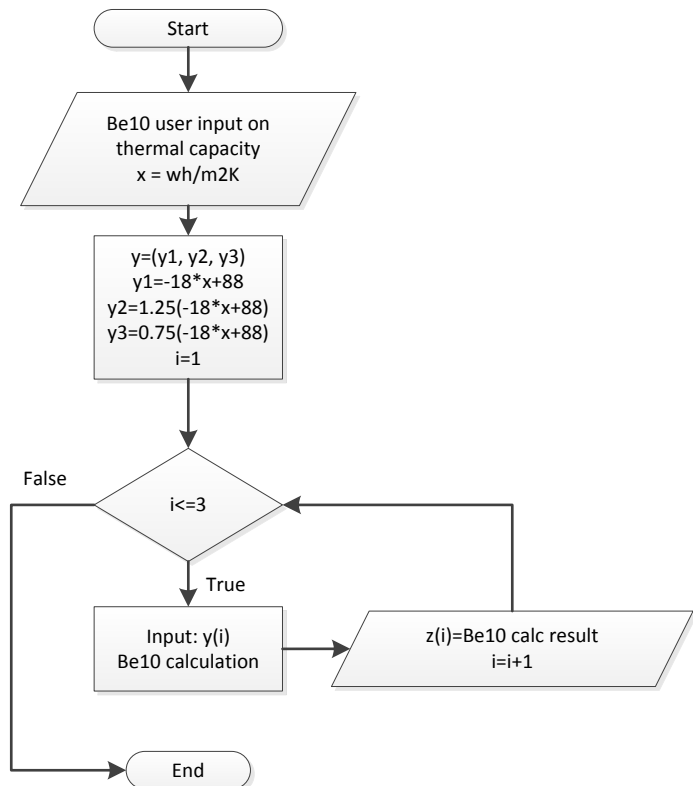
Et vejrdatasæt ændrer sig fra år til år, og for at medtage usikkerheden ved svingende årligt vejrdato, skal der gennemføres en beregning som beskrevet i Figur 4. Beregningen regner energibehovet ud for 20 historiske år og bruger det "bedste" (- 10%) og det "væreste" (+ 10%) i usikkerhedsberegningen.



Figur 4. Sensitivitetsanalyse af vejrdato.

Termisk masse

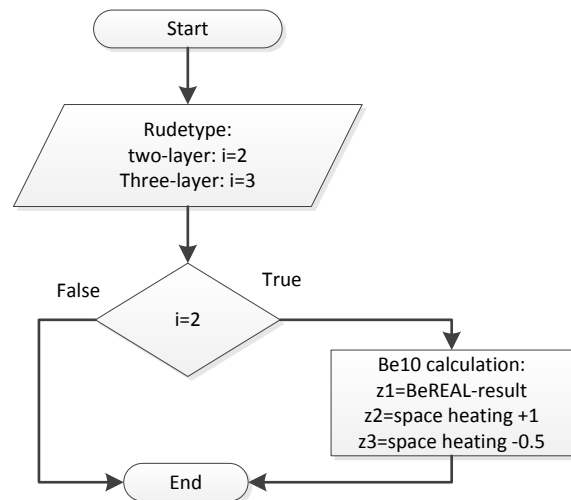
Flere undersøgelser har vist at Be10 ikke repræsenterer termisk masse tilstrækkeligt præcist. Derfor indføres der en korrektion inden der tilføjes en usikkerhed på +/-25%, se Figur 5.



Figur 5. Korrektion og sensitivetsanalyse af termisk masse.

Glastype

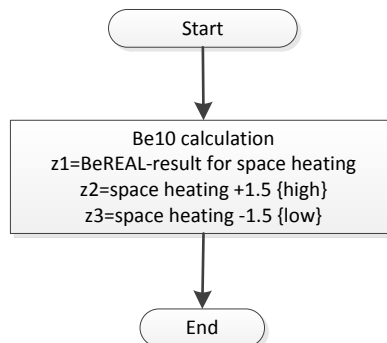
Hvis glastypen er en to-lags glas skal der korrigeres som beskrevet i Figur 6. Dette er en simpel korrektion, da det ikke er muligt at foretage en mere detaljeret korrektion med Be10-kernen.



Figur 6. Korrektion og sensitivetsanalyse af termisk masse.

Infiltration

Infiltration kan korrigeres detaljeret hvis man har adgang til timebaseret vinddata jf. beskrivelsen i rapporten "Energisyndere i lavenergibyggeri - Spor 1: Metode til estimat af faktisk energiforbrug i designfasen og sammenligning af beregnet energibehov med faktisk målt energiforbrug" (Elforsk projekt 345-002). Dette er sjældent muligt hvorfor usikkerheden ved infiltration grundet manglende dynamik i Be10-kernen medtages på simpel vis, se Figur 7.



Figur 7. Korrektion og sensitivitetsanalyse af termisk masse.

Ventilationsvarmefflade og indblæsningstemperatur

Se VBA-makro i beregningsprogrammet beskrevet i rapporten "Energisyndere i lavenergibyggeri - Spor 1: Metode til estimat af faktisk energiforbrug i designfasen og sammenligning af beregnet energibehov med faktisk målt energiforbrug" (Elforsk projekt 345-002).

Mockup/Screen shots af BeREAL

BeREAL udvikles som et webbaseret værktøj, man får adgang til via sin webbrowser. Dette giver den store fordel, at programmet ikke skal distribueres fysisk/downloads og installeres på computer. Forskellige skærbilleder og deres indhold fremgår af dokumentet BeREAL screen shots.

BeREAL set i forhold til A+E3D

BeREAL er et webbaseret softwareapplikation, der fungerer som en add-on til Be10. Dette vil sige, at BeREAL foretager korrektioner af input og beregninger i Be10 og automatisering af beregninger.

Softwareapplikationen er meget simpel i sin opbygning og vil derfor være forholdsvis enkel at udvikle og enkel at foretage justeringer og ændringer i.

Som det fremgår af dokumentet BeREAL screen shots består applikationen af forholdsvis simple indtastnings skærbilleder og enkle output billeder. Der er ikke som i fx A+E 3D tale om, at man kan modellere/designe bygningsgeometrier i fuld 3D.