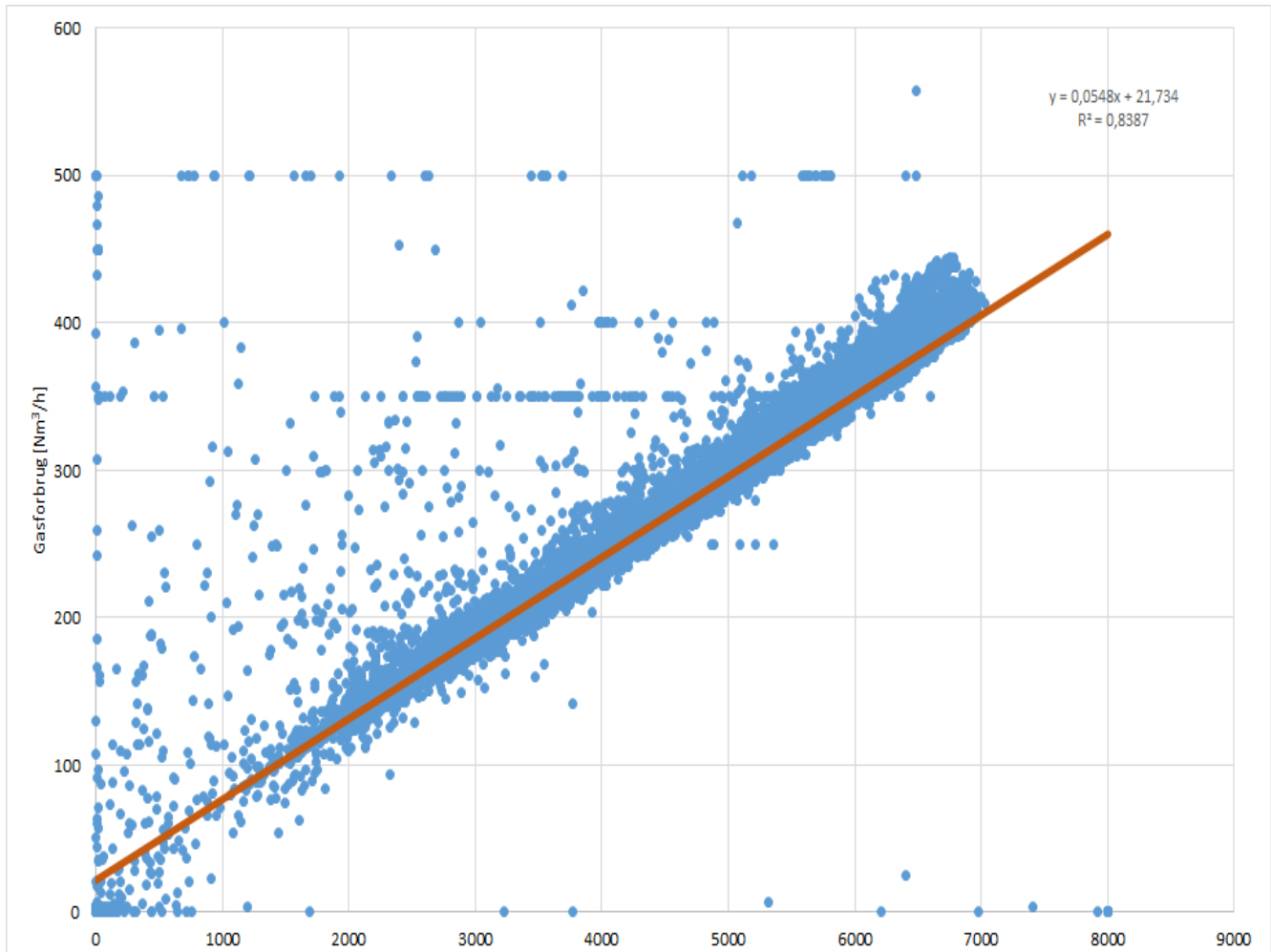




**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



**ENERGINØGLETAL FOR ENERGIEFFEKTIVITET
OG ENERGIFLEKSIBILITET**

LABVIEW BEREGNINGSVÆRKTØJ

Forord

Denne brugervejledning anvendes i forbindelse med edb-værktøjet til dannelse af operationelle nøgletal, som er udviklet i forbindelse med forskningsprojektet bevilget under ELFORSK administreret af Dansk Energi: **350-035 – Energinøgletal for energieffektivitet og energifleksibilitet.**

Indholdsfortegnelse

Side

1	Indledning	3
2	Brug af værktøjet	4
2.1	Installation	4
2.2	Introduktion	4
	Trin 1 – Indsæt data	5
	Trin 2 – Fjernelse uønskede data	6
	Trin 3 – Fjerne indgående parametre	7

1 Indledning

Nærværende projekt har haft til formål at udvikle værktøjer som industri- og erhvervsvirksomheder samt energirådgivere kan benytte ved dannelse af operationelle nøgletal. Ved operationelle nøgletal forstås nøgletal af en sådan kvalitet, at de bl.a. kan benyttes til at identificere årsager til faldende energieffektivitet samt troværdig dokumentation af effekten af energibesparelsetiltag.

I forbindelse med projektet er der udviklet et beregningsværktøj i LabView, der kan anvendes til at opstille operative energinøgletal på baggrund af en regressionsanalyse.

Projektet er finansieret af ELFORSK programmet med projektnr. 350-035, og er udført i perioden 1. april 2018 til 1. marts 2020.

2 Brug af værktøjet

2.1 Installation

Programmet DTI-ENPI Tool.02 er udført i National Instruments programsprog Labview, der installeres med den Installer der kan hentes sammen med det øvrige projektmateriale. Der klikkes på den medfølgende Installer for at downloade Labview programmet. Følg anvisningerne for at installere programmet på din PC. Når installationen er tilendebragt har du Labview på din PC, og er klar til at installere den udviklede applikation KeyNo.exe, der følger med denne vejledning. Der medfølger ligeledes et eksempel på inddata, der kan anvendes ved at anvende knappen "Hent data" i fanen "Beregningsgrundlag" i applikationen.

2.2 Introduktion

Når beregningsværktøjet åbnes, vises samme billede som vist på Figur 2.2.1. For at bruge værktøjet udføres tre trin. Værktøjet opdaterer automatisk sig selv hver gang der foretages en ændring.

The screenshot shows the DTI-ENPI Tool interface. At the top, the title is "Energinøgletal for energieffektivitet og energifleksibilitet". On the right, there is a logo for "TEKNOLOGISK INSTITUT" and the version "DTI ENPI-Tool ver. 1.0". The interface includes several control elements: buttons for "Hent skema", "Gem skema", and "Ryd skema"; input fields for "Min. input Y" (100), "Maks. input Y" (1E+11), "Antal" (0), "Cut off" (0,95), and "Antal" (0); a "Fjern rækker" button; a "Statistik for fit" section with fields for R² (0,000), SSE (0), and RMSE (0); and indicators for "Aktive rækker" (0) and "Aktive Kolonner" (0). The main area is a table with columns labeled "Y-data", "X1", "X2", "X3", "X4", "X5", "X6", "X7", "X8", "X9", and "X10". Each cell in the table contains the value "0". Below the table, there is a section for "Indikativ R² hvis kun hver enkelt variabel indgår individuelt" with a row of ten "0,000" values and another row of ten "0" values.

Figur 2.2.1 Programbillede

Trin 1 – Indsæt data

Her importeres de data som ønskes analyseret. Datasættet indsættes f.eks. som en excel'fil, idet energiforbruget for den proces for hvilken der skal dannes energinøgletal skal stå i første kolonne (Y-data) og de parametre som energiforbruget afhænger af skal stå i de næste kolonner (X1, X2, X3....). Der er i alt plads til 10 parametre.



Figur 2.2.2 Programbillede med inddata

Der dannes umiddelbart automatisk et beregningsudtryk for energinøgletallet nederst i skærm-billedet, se Figur 2.2.2, hvor energiforbruget i dette tilfælde til en start har følgende sammenhæng:

$$\text{Energiforbrug [enheder]} = 2,283 \cdot 10^5 + 27,95 \cdot X_1 + 37,56 \cdot X_2 + 43,9 \cdot X_3 + 32,25 \cdot X_4 + 2,077 \cdot X_5$$

I skærbilledets højre hjørne ses værdierne for R^2 , SSE (Sum of Squared Errors) og RMSE (Root Mean Squared Errors).

Og over hver parameter (X 'værdi) i beregningsudtrykket nederst i skærbilledet er der anført en R^2 'værdi, der indikerer hvor godt den enkelte parameter passer til det samlede beregningsudtryk, - jo højere R^2 'værdi desto bedre passer værdien til beregningsudtrykket.

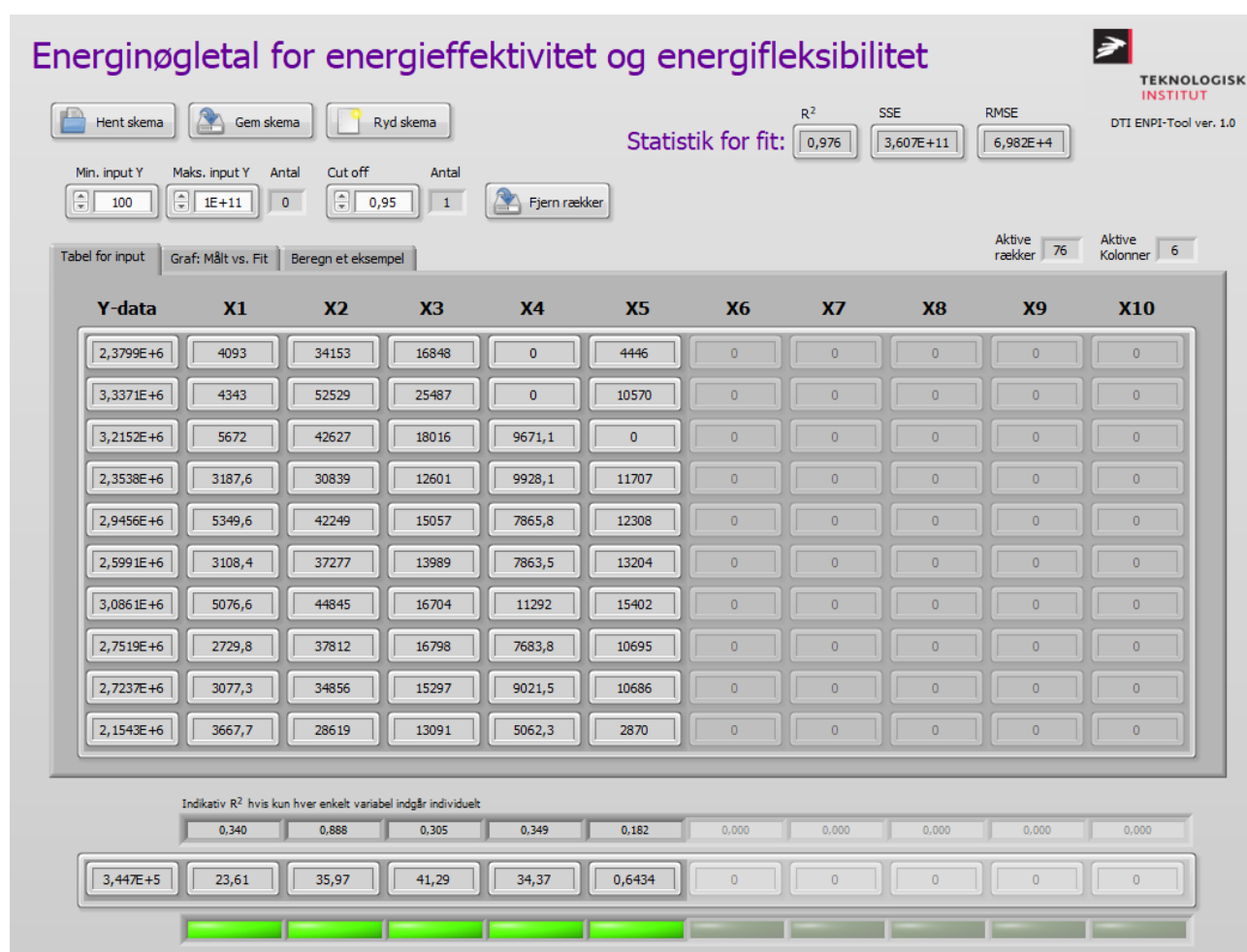
Trin 2 – Fjernelse uønskede data

I det andet trin er det muligt at fjerne rækker i datasættet, hvor energiforbruget, dvs. Y-værdien, ligger udenfor det interval som defineres i cellerne "Minimum input Y" og "Maximum input Y", dvs. der fjernes datarækker hvor energiforbruget er så lavt eller så højt, at det er formodes at være fejlbehæftet.

Desuden indstilles værdien i cellen "Cut off", således at værdier der ligger f.eks. mere end 5% fra det beregnede udtryk for energinøgletallet fjernes. Et "Cut off" på 5% er almindeligt, og svarer til et konfidensinterval på 95%.

Med de indstillinger er der sat ses, at der er i alt 17 rækker der skal udelukkes som følge af en "Cut off" på 95%. Der er ingen rækker der er udenfor indstillingerne på "minimum input Y" og "Maximum input Y".

Uønskede rækker fjernes ved at trykke på knappen "Fjern rækker", se Figur 2.2.3 med ny beregning.



Figur 2.2.3 Programbillede efter fjernelse af uønskede rækker.

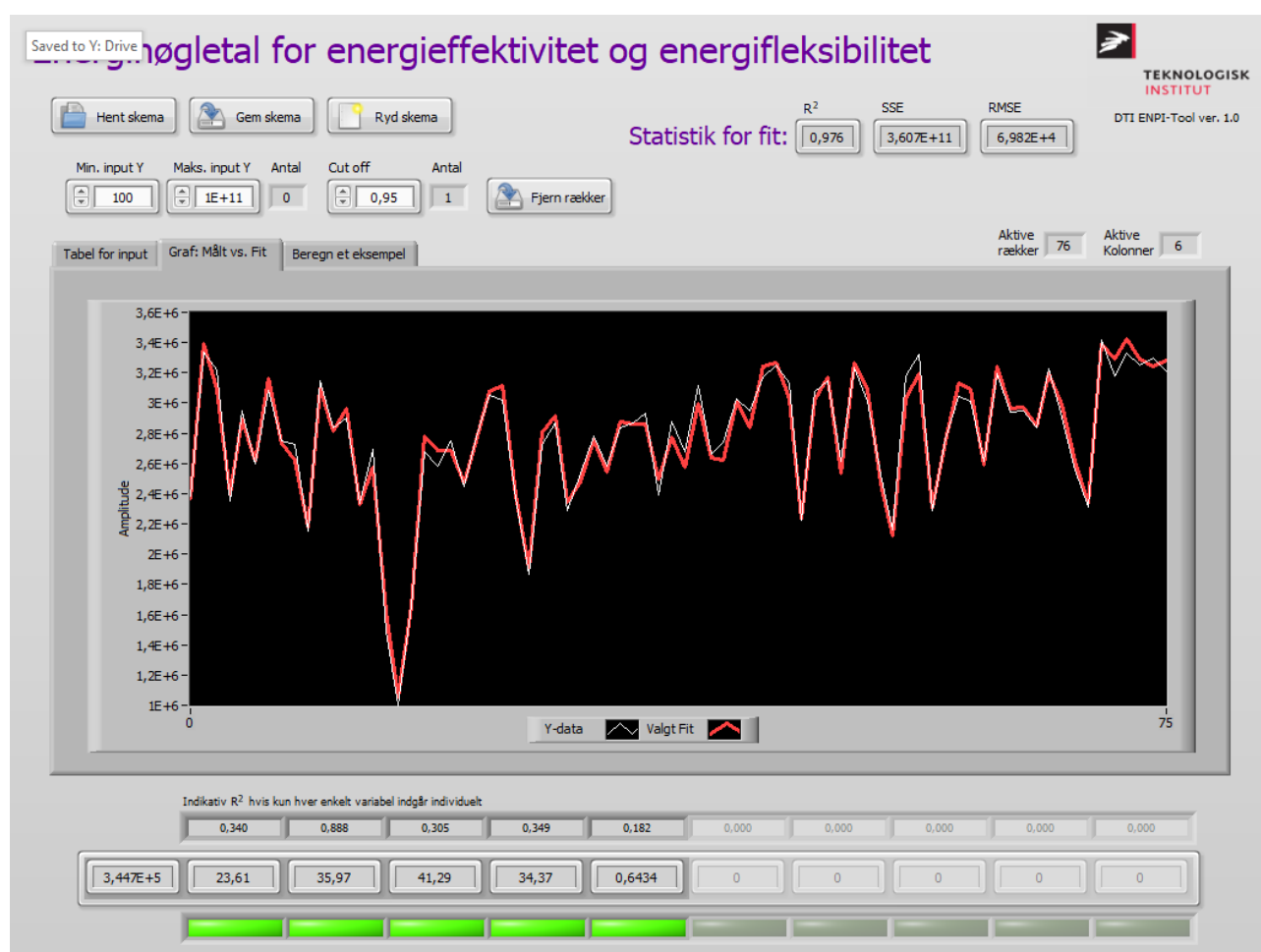
Det ses, at værdierne i beregningsudtrykket er ændret og at R^2 -værdien i højre øvre hjørne er blevet en smule bedre. Desuden ses, at der nu er én række med data, der ligger udenfor et "Cut

off" på 5%. Denne række kan eventuelt fjernes ved at trykke på "Fjern rækker" igen. Det nye beregningsudtryk er:

$$\text{Energiforbrug [enheder]} = 3,447 \cdot 10^5 + 23,61 \cdot X_1 + 35,97 \cdot X_2 + 41,29 \cdot X_3 + 34,37 \cdot X_4 + 0,6434 \cdot X_5$$

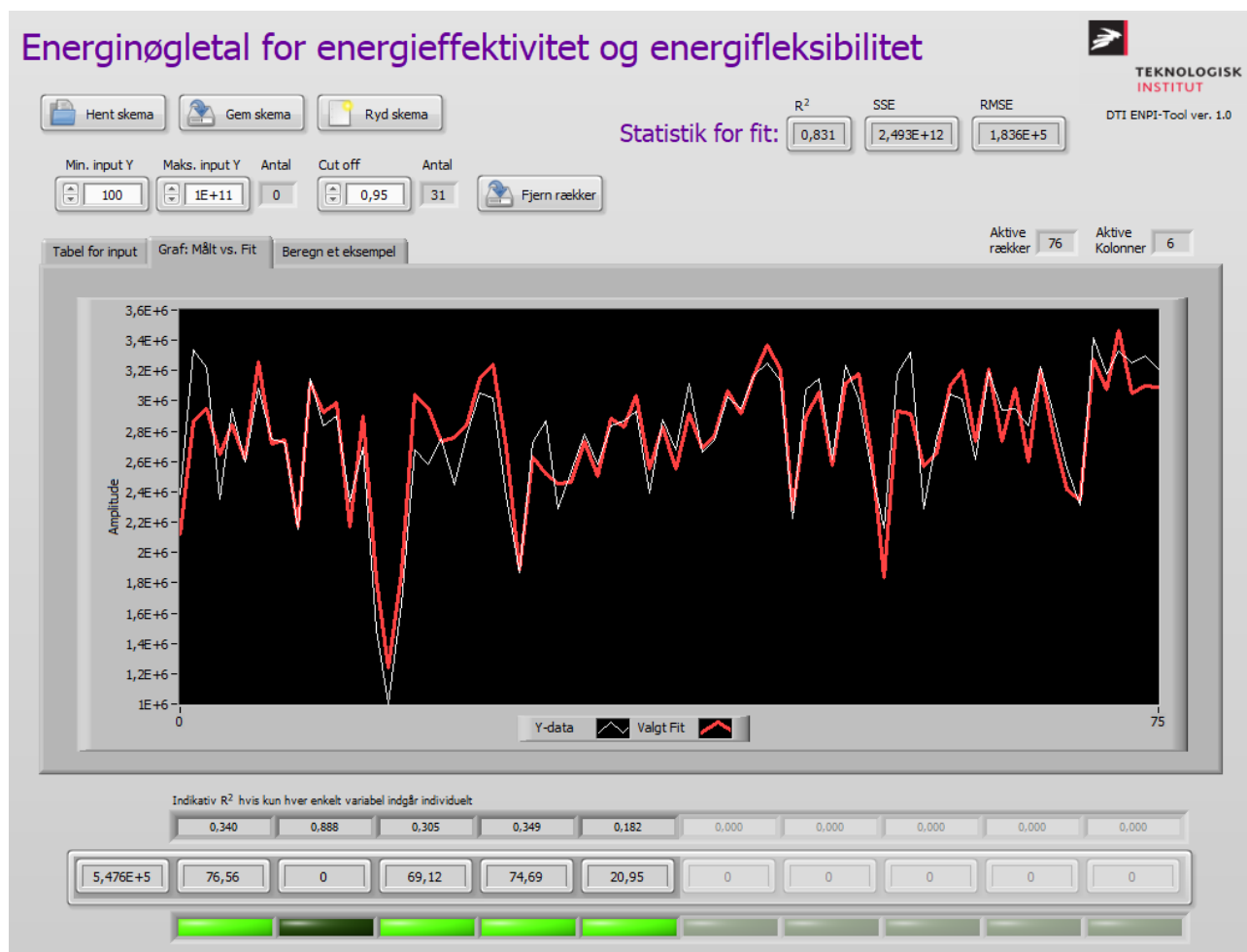
Trin 3 – Fjerne indgående parametre

I det sidste og tredje trin kan én eller flere af de indgående parametre fjernes for at opnå et bedre beregningsudtryk. Denne proces foretages bedst i fanen "Graf: Målt vs. Fit", se Figur 2.2.4. Det gøres ved at iterativt at "slukke" / "tænde" for de enkelte parametre ved at trykke på den grønne celle under den enkelte parameter, og se om de to kurver for henholdsvis beregningsudtrykket (rød kurve) og kurven for de faktiske data (hvid kurve) kommer ti at passe bedre sammen.



Figur 2.2.4 Grafer med beregningstrykket (rød kurve) og de faktiske data (hvid kurve).

I nedenstående billede er parameter X2 "slukket" for at vise princippet. Det ses, at i dette tilfælde bliver fittet markant dårligere. Det skyldes, at X2 er den parameter der passer bedst ind i beregningsudtrykket, hvilket ses at den høje R²-værdi vist over cellen med X2. Det vil være således at det er de parametre, som har en lav R²-værdi der eventuelt bør fjernes.



Figur 2.2.4 – Grafer med beregningstrykket (rød kurve) og de faktiske data (hvid kurve).

Resultatet er som nævnt en regressionsanalyse af den indsatte data. Resultatet af regressionsanalysen bruges til at estimere et energiforbrug ved en given produktion. Dette gøres i fanen "Beregn et eksempel", se Figur 2.2.5. Der er sat en værdi ind på 10.000 for alle fem parametre, og ved dette input bliver det beregnede energiforbrug $1,7036 \cdot 10^6$ enheder.



Figur 2.2.5 – Beregnet energiforbrug.