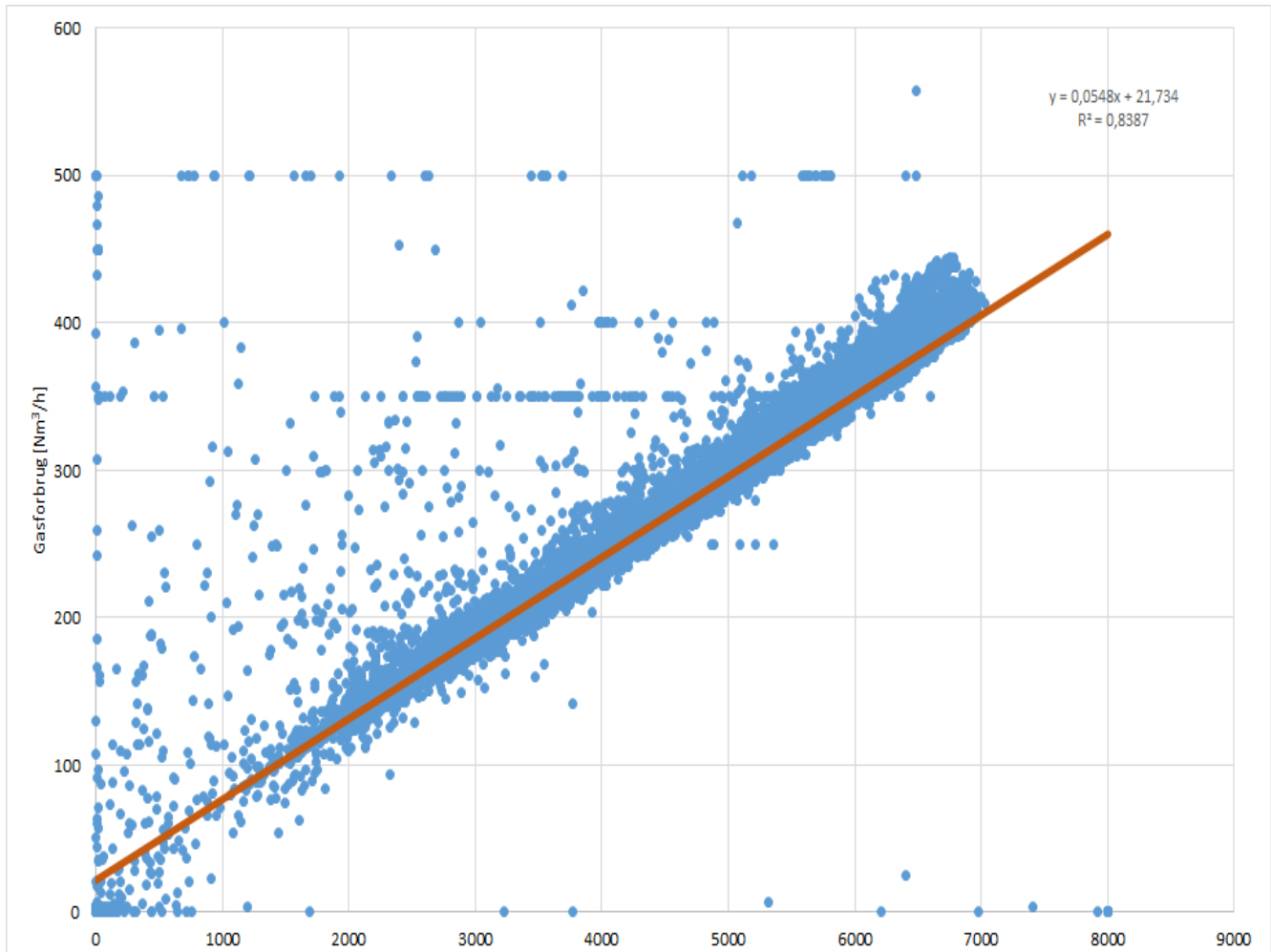




**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



ENERGINØGLETAL FOR ENERGIEFFEKTIVITET OG ENERGIFLEKSIBILITET

MS EXCEL 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 | Excel indstillinger | 4 |
| 2.2 | Introduktion | 6 |
| | Trin 1 – Indsæt data | 6 |
| | Trin 2 – Frasortering af tomme rækker | 7 |
| | Trin 3 – Fjern uønsket data | 7 |
| | Trin 4 – Lineær regression | 7 |
| | Trin 5 – Fjernelse af outliers | 7 |
| 2.3 | Resultat | 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.

Beregningsværktøj kan anvendes til at opstille, bearbejde og korrigere energinøgletal for en række gængse produktionskategorier som f.eks. kemisk industri, medicinalindustri, plastindustri og supermarkeder med tilhørende proceskategorier som f.eks. opvarmning, inddampning, destillation, tørring, køling og trykluft.

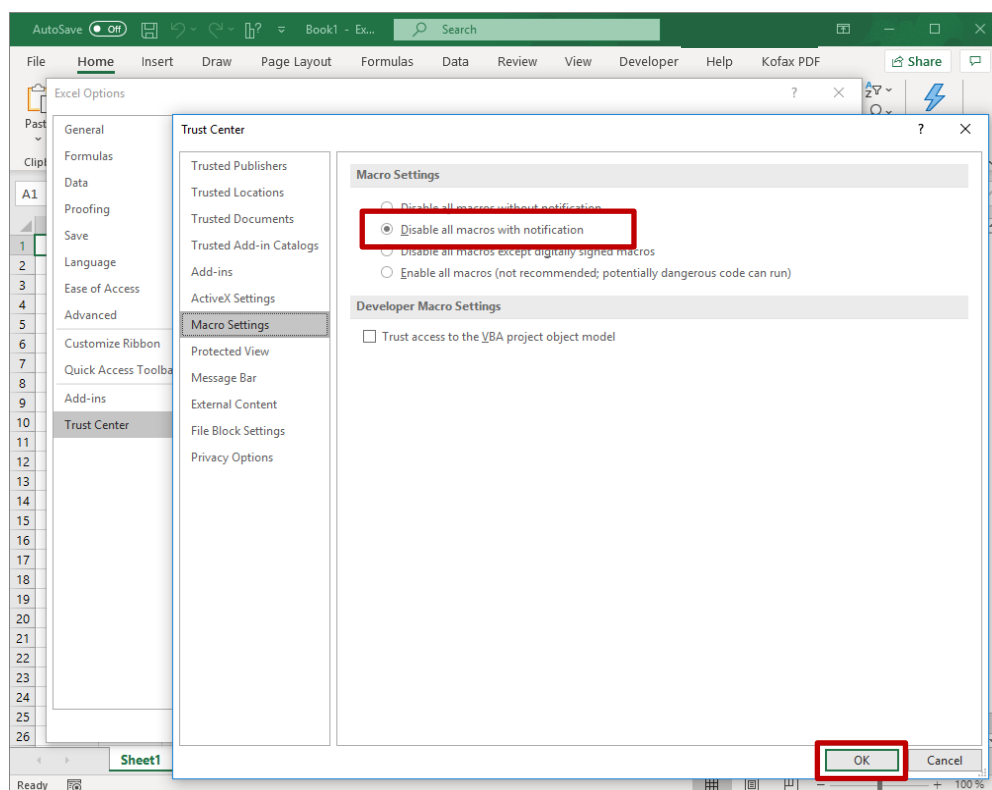
Projektet er finansieret af ELFORSK programmet med projektnr. 350-035, og er udført i perioden 1. april 2018 til 1. april 2020.

2 Brug af værktøjet

2.1 Excel indstillinger

Da der benyttes en række makroer og Add-ins i værktøjet, er det vigtigt at indstillingerne vedrørende brug af makroer og Add-ins er indstillet korrekt, så værktøjet kan udføre beregningerne.

I Excel skal man gøre brug af følgende menuer: "File – Indstillinger – Sikkerhedscenter – Indstillinger for sikkerhedscenter – Indstillinger for makro – Deaktiver alle makroer med meddelelse"¹ og trykke OK til det, se Figur 2.1.

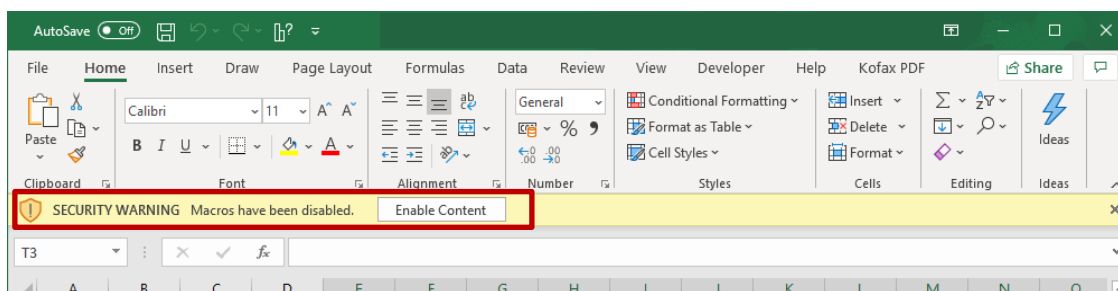


Figur 2.1 – Indstilling af makroer

Når værktøjet åbnes mødes brugeren af nedenstående sikkerhedsadvarsel. Det er vigtigt at du klikker på "Aktivér indhold"², da makroerne i værktøjet ellers ikke vil blive aktiveret og programmet ikke vil fungere.

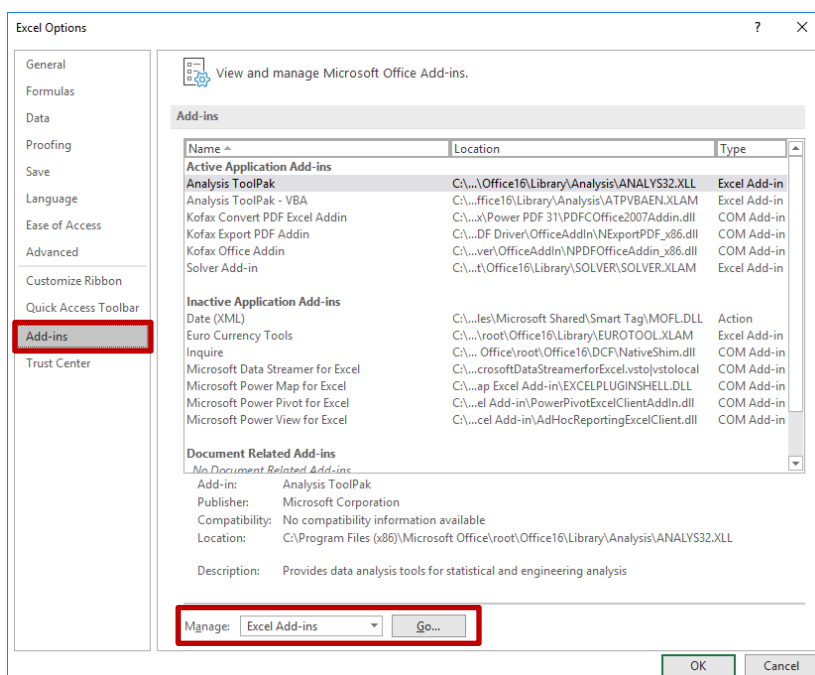
¹ I den engelske version af Excel hedder det "File – Options – Trust Center – Trust Center Settings – Macro Settings – Disable all macros with notification"

² I den engelske version af Excel hedder det "Enable Content"



Figur 2.2 – Sikkerhedsadvarsel

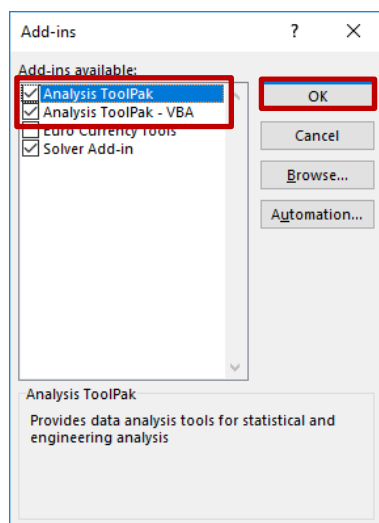
Som det næste skal Analysis Toolpak aktiveres. I Excel skal man gøre brug af følgende menuer: "File – Indstillinger – Add-ins – Manage: Excel Add-ins - Go"³, som vist på Figur 2.3.



Figur 2.3 – Aktivering af Analysis Toolpak

Herefter sættes der flueben i Analysis Toolpak og Analysis Toolpak – VBA, som vist på Figur 2.4. Herefter trykkes OK.

³ I den engelske version af Excel hedder det "File – Options – Add-ins – Manage: Excel Add-ins - Go"



Figur 2.4 – Aktivering af Analysis Toolpak

2.2 Introduktion

Når beregningsværktøjet åbnes, vises samme billede som vist på Figur 2.5. For at bruge værktøjet gennemgås 5 trin.

Beregningsværktøj

Energinøgletal for energieffektivitet og energifleksibilitet

| | | | | |
|--|---|--|---|--|
| Trin 1: Indsæt data Indsæt data med start i celle F40. Hver x kolonne skal have en overskrift i den tilsvarende celle i række 39. Hvis dataene ikke indeholder tidsstempel, indsættes i stedet et fortløbende id i denne celle. Det er vigtigt at denne kolonne ikke er tom. | Trin 2: Kontroller data for tomme celler Tryk på "Fjern tomme celler/rækker" knappen for at fjerne alle rækker som indeholder en tom celle. | Trin 3 (Valgfrit): Fjern data som er uden for det valgte interval Definer den mindste og højeste værdi for det ønskede interval i celle J3 og J4. Rækker hvor Y værdien er udenfor dette interval fjernes. | Trin 4: Udfør lineær regression Udfør en lineær regression på datasættet. | Trin 4: Fjern outliers Fjerner alle rækker med data som fraviger med mere end to standard afvigelse. |
| Fjern tomme celler/rækker | Fjern rækker som er uden for det ønskede interval (Valgfrit) | Udfør lineær regression | Fjern outliers | |

Interval

Min Y:

Max Y:

Regressionsanalyse

| | | | | | | |
|---|---------------|----------|----------|---------|---------------------|----------|
| Korrelationskoefficient (R) | 0,98 | | | | | |
| Determinationskoefficient (R ²) | 0,96 | | | | | |
| Justeret determinationskoefficient | 0,96 | | | | | |
| Standardafvigelse | 106,701 | | | | | |
| Observationer | 93 | | | | | |
| | df | SS | MS | F | Signifikansniveau F | |
| Regression | 4 | 2,76E+13 | 6,89E+12 | 605,5 | 4,1E-63 | |
| Residual | 88 | 1E+12 | 1,14E+10 | | | |
| Total | 92 | 2,86E+13 | | | | |
| | Koefficienter | Std afv. | t Stat | P værdi | Nedre 95% | Øvre 95% |
| Intercept | 231480,5 | 5,1E+04 | 4,5E+00 | 2,0E-05 | 129504,2 | 333456,9 |
| X Variable 1 | 27,8 | 7,1E+00 | 3,9E+00 | 1,6E-04 | 13,8 | 41,9 |
| X Variable 2 | 38,0 | 2,2E+00 | 1,7E+01 | 1,7E-29 | 33,5 | 42,4 |
| X Variable 3 | 43,7 | 3,5E+00 | 1,3E+01 | 2,1E-21 | 36,8 | 50,6 |
| X Variable 4 | 32,3 | 5,7E+00 | 5,7E+00 | 1,7E-07 | 21,0 | 43,5 |
| X Variable 5 | | | | | | |
| X Variable 6 | | | | | | |
| X Variable 7 | | | | | | |

| Tidsstempel | Y værdier | X værdier | | | | |
|-------------|-----------------|------------|------------|------------|---|--------|
| Tid | Målt gasforbrug | Slab furna | Slab furna | Norm furnr | Norm furnace 3 - steel tons thick plates (SI Prodrap) | |
| jan-10 | 1.927.682 | 2.345 | 24.548 | 13.158 | 0 | 5.658 |
| apr-10 | 2.379.945 | 4.093 | 34.153 | 16.848 | 0 | 4.446 |
| jun-10 | 3.337.140 | 4.343 | 52.529 | 25.487 | 0 | 10.570 |
| feb-11 | 3.215.159 | 5.672 | 42.627 | 18.016 | 9,671 | |

Figur 2.5 – Programbillede

Trin 1 – Indsæt data

Her importeres de data som ønskes analyseret. Datasættet indsættes med start i celle F40. I kolonne F skal der være en tidsangivelse eller alternativt kan et fortløbende id-nummer benyttes. I kolonne G indsættes de tilhørende energiforbrug for den proces der undersøges (Y-værdier). Fra kolonne H og frem indsættes de tilsvarende procesvariable, som f.eks. produktionsmængde,

temperatur etc. (X-værdier). Det er muligt at indsætte op til 7 forskellige X-værdier. Det er vigtigt at alle udnyttede kolonner tildeles en overskrift i række 39. Udfyldes overskriften ikke, medtages hele datasættet ikke. I rækker hvor der er angivet et energiforbrug, men ikke en værdi for alle parametre skal der anføres en værdi i de tomme celler for at dataene i rækken medtages. Det vil i de fleste tilfælde være et "nul". Hvis der ikke er en værdi i alle celler i en given række vil række blive fjernet i trin 2 – Frasortering af tomme celler.

Trin 2 – Frasortering af tomme celler

I det andet trin fjernes rækker som indeholder en eller flere tomme felter. Denne funktion udføres ved at trykke på den første knap i arket "Fjern tomme celler/rækker".

Trin 3 – Fjern uønsket data

I det tredje trin er det muligt at fjerne rækker i datasættet, hvor energiforbruget, dvs. Y-værdien, ligger udenfor det interval som defineres i celle J3 og J4. Det er valgfrit hvorvidt det ønskes at benytte denne funktion. Den uønskede data fjernes ved at trykke på den anden knap i arket "Fjern rækker der er uden for det ønskede interval".

Trin 4 – Lineær regression

Ved at trykke på den tredje knap i arket "Udfør lineær regression", udføres der en lineær regression på datasættet. Resultatet af regressionsanalysen vises i celle I8:P29.

Trin 5 – Fjernelse af outliers

Datasættet kan indeholde rækker som hvor datapunkterne ligger langt fra den lineære sammenhæng, hvilket kan skyldes måle- eller registreringsfejl, uhensigtsmæssig drift eller lignende. Disse data kan skabe støj i analysen. Ved at trykke på den fjerde knap i arket "Fjern outliers" fjernes alle outliers. I dette værktøj defineres en outlier som værdier der afviger fra regressionsudtrykket med mindst to standardafvigelser. Herefter udføres den lineære regression igen som i trin 4.

2.3 Resultat

Resultatet er en regressionsanalyse af den indsatte data. På Figur 2.6 ses et eksempel på et sådant resultat.

Resultatet af regressionsanalysen kan bruges til at estimere et energiforbrug ved en given produktion. Yderligere kan der opbygges modeller som kan hjælpe med at identificere tilfælde hvor energiforbruget afviger fra det forventede.

| Regressionsanalyse | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------------------|-----------------|
| Korrelationskoefficient (R) | | | | | | 0,98 |
| Determinationskoefficient (R ²) | | | | | | 0,96 |
| Justeret determinationskoefficient | | | | | | 0,96 |
| Standardafvigelse | | | | | | 106.701 |
| Observationer | | | | | | 93 |
| | <i>df</i> | <i>SS</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Signifikansniveau F</i> | |
| Regression | 4 | 2,76E+13 | 6,89E+12 | 605,5 | 4,1E-63 | |
| Residual | 88 | 1E+12 | 1,14E+10 | | | |
| Total | 92 | 2,86E+13 | | | | |
| | <i>Koefficienter</i> | <i>Std afv.</i> | <i>t Stat</i> | <i>P værdi</i> | <i>Nedre 95%</i> | <i>Øvre 95%</i> |
| Intercept | 231480,5 | 5,1E+04 | 4,5E+00 | 2,0E-05 | 129504,2 | 333456,9 |
| X Variable 1 | 27,8 | 7,1E+00 | 3,9E+00 | 1,6E-04 | 13,8 | 41,9 |
| X Variable 2 | 38,0 | 2,2E+00 | 1,7E+01 | 1,7E-29 | 33,5 | 42,4 |
| X Variable 3 | 43,7 | 3,5E+00 | 1,3E+01 | 2,1E-21 | 36,8 | 50,6 |
| X Variable 4 | 32,3 | 5,7E+00 | 5,7E+00 | 1,7E-07 | 21,0 | 43,5 |
| X Variable 5 | | | | | | |
| X Variable 6 | | | | | | |
| X Variable 7 | | | | | | |

Figur 2.6 – Resultat

Resultatet består af en lang række parametre, her er de vigtigste forklaret:

Korrelationskoefficient (R) beskriver hvor stærk korrelationen mellem variablerne er, dvs. hvor præcist regressionsudtrykket beskriver sammenhængen mellem de variable. Denne værdi vil være mellem 0 og 1, og jo tættere på 1 desto mere præcist er regressionsudtrykket.

Determinationskoefficient (R²) beskriver hvor stor en del af variationen i datasættet som kan forklares af den statistiske model. Som med R vil denne værdi være mellem 0 og 1.

Justeret determinationskoefficient beskriver R² justeret for over-fitting.

Standardafvigelsen beskriver med hvor stor spredning variablerne afviger fra middelværdien. Ca. 95% af datapunkterne vil ligge indenfor plus/minus 2 gange standardafvigelsen, hvis datasættet er normalfordelt.

Observationer beskriver antallet af observationer i datasættet.

Signifikansniveau F beskriver hvorvidt sandsynligheden for at resultatet er fremkommet ved en tilfældighed. Denne skal være lavere end 0,05.

Koefficienter beskriver koefficienterne for linjens ligning.

Std afv beskriver standardafvigelsen for koefficienterne.

P værdi beskriver sandsynligheden for at resultatet skyldes et tilfælde. Bør være mindre end 0,05.

Nedre og øvre 95% grænserne for et konfidensinterval på 95%. Ud fra datasættet ligger koefficienterne med 95% sikkerhed mellem den nedre og øvre grænse.

I tilfælde af et højt signifikansniveau fjernes variabler med høje P værdier og regressionsanalysen gentages.