



REWIC

# HSO lib

Handleiding HSO lib

## Inhoudsopgave

<b>Voorwoord .....</b>	<b>2</b>
<b>Wat doet HSO lib? .....</b>	<b>3</b>
Hoe maken we de tekening? .....	3
Vormen invoegen en verbinden .....	3
De grafiek .....	4
<b>Installeren en gebruiken van HZET in Excel. ....</b>	<b>5</b>
Installeren .....	5
Aanzetten Add-in .....	7
<b>Lijst van functies in Hzet .....</b>	<b>9</b>
Stoomtabel functies .....	9
Speciale stoomfuncties .....	10
Warmte transportfuncties .....	10
Gasturbinefuncties .....	10
Overige functies .....	10
<b>Klein voorbeeld .....</b>	<b>10</b>
12 bar .....	10
15 bar(a) .....	10
20 bar(a) .....	11
200 bar(a) .....	11
Mogelijkheden (alles) .....	11

## **Voorwoord**

REWIC wil HSO lib ter beschikking stellen aan zijn HWTK-studenten. Via HSO lib kunnen de studenten meer inzicht verwerven over het productieproces.

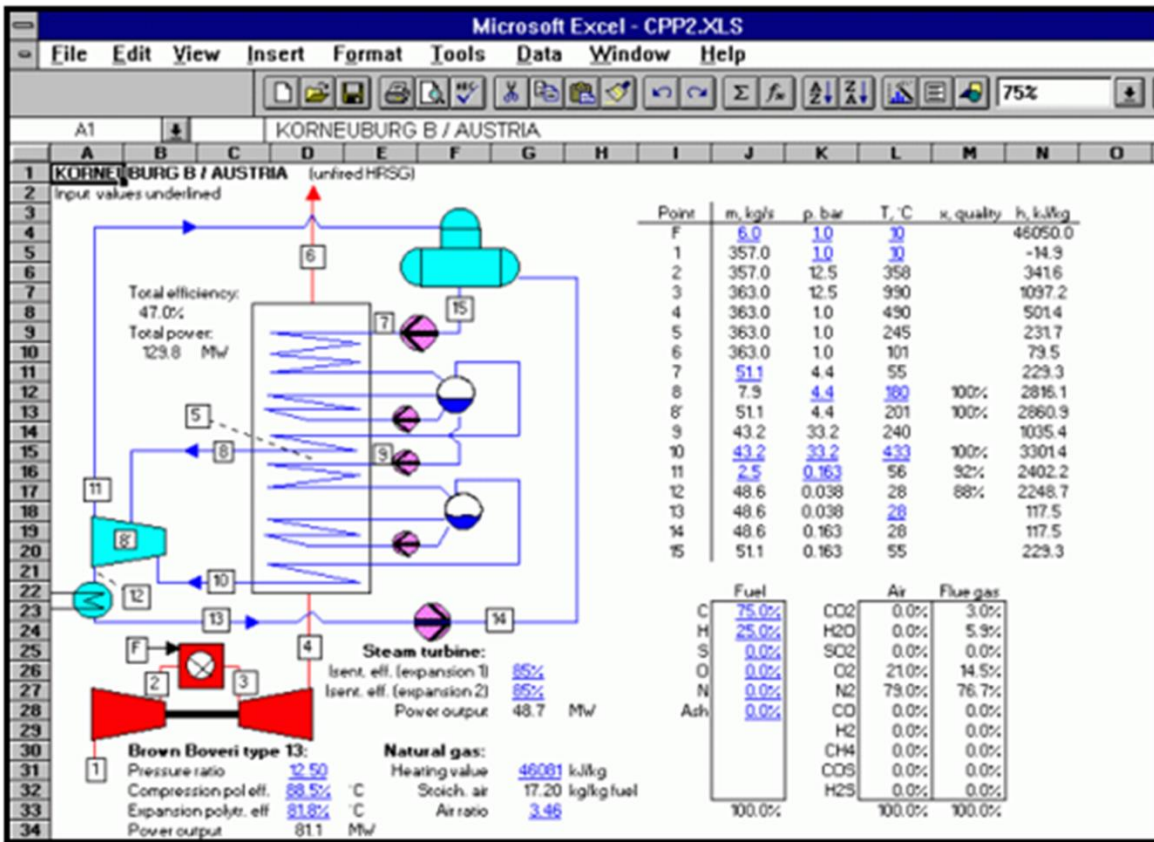
Via het programma kunnen diverse variabelen worden ingesteld waarmee het effect op het rendement van een eigen bekend kringloopproces kan worden doorgerekend onder andere stoomcondities; andere koelwatertemperatuur; afwijkend vacuüm; andere luchtdruk en/of temperatuur.

Wij wensen de studenten van HWTK, maar natuurlijk ook andere gebruikers, veel leerplezier.

Dankwoord:

Met dank aan Adriaan Temmink, die zich heeft ingezet om de REWIC-opleiding HWTK stap voor stap te vernieuwen. En natuurlijk de heer M. van der Linde die door het beschikbaar stellen van de rekencodes een behoorlijke inzet heeft geleverd voor REWIC.

## Wat doet HSO lib?

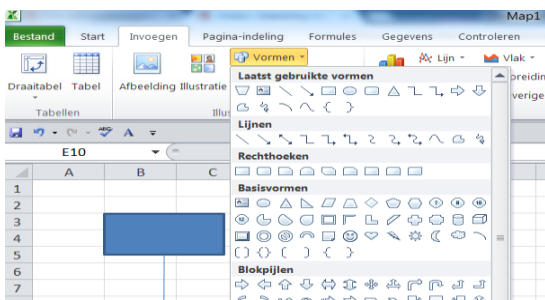


## Kringloopproces centrale Kronenburg

Met HSO lib is het mogelijk in de Excel omgeving een visuele voorstelling te maken van een kringloopproces zoals hier boven aangegeven.

## Hoe maken we de tekening?

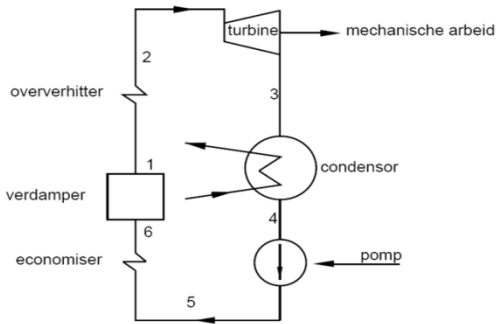
Dit kun je doen door in het Excelblad te klikken op invoegen: kies hierbij voor vormen. Selecteer een vorm en zet deze in het rekenblad. Je kunt op een later moment de vormen nog wijzigen en aanpassen. Door de vormen met elkaar te verbinden maak je een visualisatie van het proces.



## Vormen invoegen en verbinden

Door een beetje oefening ontstaan de mooiste plaatjes, maar maak het je zelf niet direct te moeilijk om alles in het plaatje te willen laten zien.

Het gaat om inzicht te krijgen.



### Eenvoudige weergave kringloopproces

Nu kunnen we voor bovenstaand kringloopproces in tabelvorm tabellen maken waarmee we een inzicht kunnen geven in de werking van het proces bij verschillende condities.

Voor de bovenstaande eenvoudige kringloop kun je een tabel met berekeningen maken. In de tabel kun je de gekleurde vakken voorzien van invoergegevens waarmee je in één oogopslag kunt aflezen wat de gevolgen zijn bij een andere druk en/of temperatuur voor het rendement van de installatie.

	Druk bar	Temperatuur °C	Enthalpie kJ/kg	Entropie kJ/kgK	Stoomgehalte -	Isent Rend.
1	95	307,3	2734,4	5,65	0,00	-
2	95	520	3431,9	6,69	1,00	-
3	0,05	32,9	2110,1	6,92	0,81	95%
3'	0,05	32,9	2110,1	6,92	0,81	
4	0,05	32,9	137,8	0,48	0,00	-
5	95	33,1	147,3	0,48	0,00	-
6	95	307,3	1386,0	3,32	0,00	-
1	95	307,3	2734,4	5,647	0,00	

Qtoe	3284,7 kJ/kg
Qnut	1312,3 kJ/kg
Qaf	1972,3 kJ/kg
Taf_g	306,0 K
Ttoe_g	528,3 K
(Qtoe-Qaf)/Qtoe	40,0%
Qnut/Qtoe	40,0%

### Effecten van de installatie bij 95 bar en 520 °C

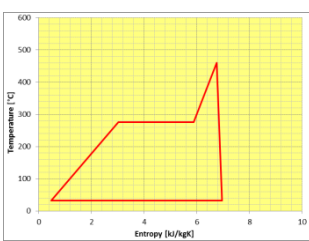
	Druk bar	Temperatuur °C	Enthalpie kJ/kg	Entropie kJ/kgK	Stoomgehalte -	Isent Rend.
1	60	275,6	2784,6	5,89	0,00	-
2	60	460	3327,0	6,75	1,00	-
3	0,05	32,9	2122,6	6,96	0,82	95%
3'	0,05	32,9	2122,6	6,96	0,82	
4	0,05	32,9	137,8	0,48	0,00	-
5	60	33,0	143,8	0,48	0,00	-
6	60	275,6	1213,7	3,03	0,00	-
1	60	275,6	2784,6	5,890	0,00	

Qtoe	3183,3 kJ/kg
Qnut	1198,4 kJ/kg
Qaf	1984,8 kJ/kg
Taf_g	306,0 K
Ttoe_g	507,0 K
(Qtoe-Qaf)/Qtoe	37,6%
Qnut/Qtoe	37,6%

### effecten van de installatie bij 60 bar en 460 °C

#### De grafiek

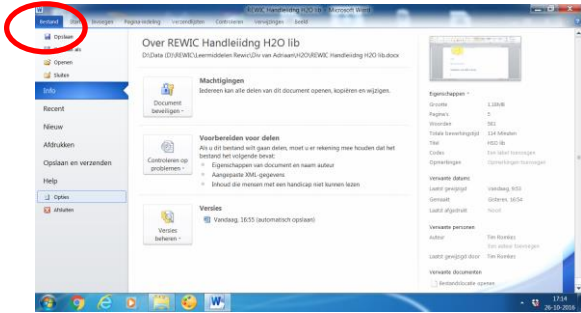
Om het geheel nog inzichtelijker te maken is een grafische weergave een mooie oplossing binnen Excel. Dit kun je toevoegen aan de visualisatie van jouw installatie door de gegevens weer te geven in een grafiek. Ook dit kun je doen voor de verschillende bedrijfsomstandigheden. De grafiek maak je op basis van de tabellen die je hebt gemaakt. Door voor de verschillende situaties de grafieken naast elkaar te leggen ontstaat een goed inzicht in het functioneren van de installatie.



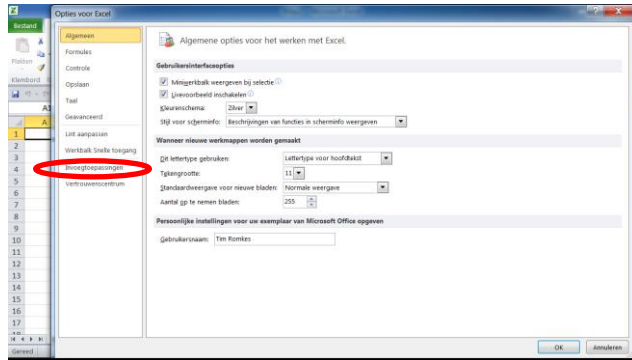
# Installeren en gebruiken van HZET in Excel.

## Installeren

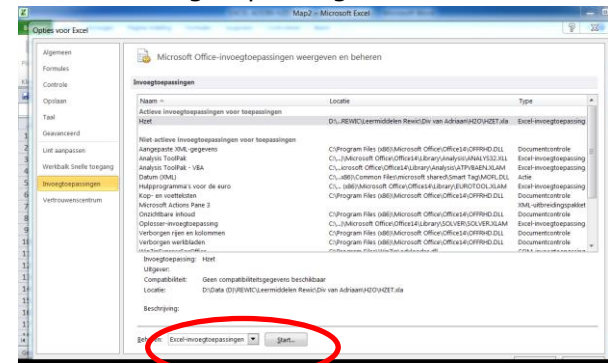
Doorloop de volgende stappen om Hzet op je PC te installeren.  
Plaats het bestand Hzet in een map op de harde schijf van je computer.  
Open Excel en druk op de startknop (links boven)



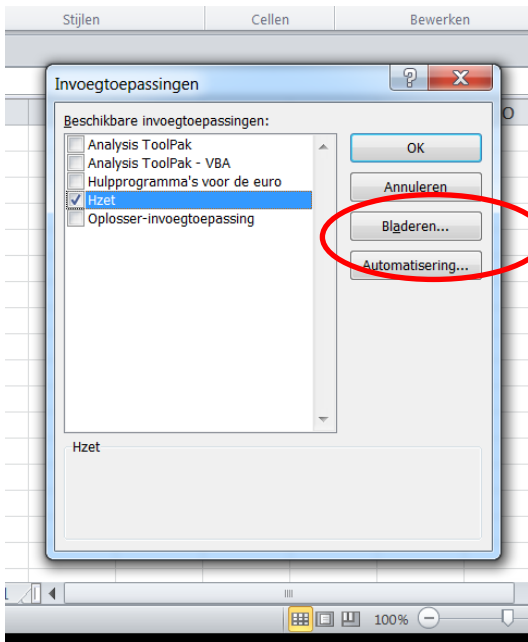
Kies in het bestandsmenu opties



Kies nu invoegtoepassingen.



En vervolgens op start (bij Excel-invoegtoepassingen)



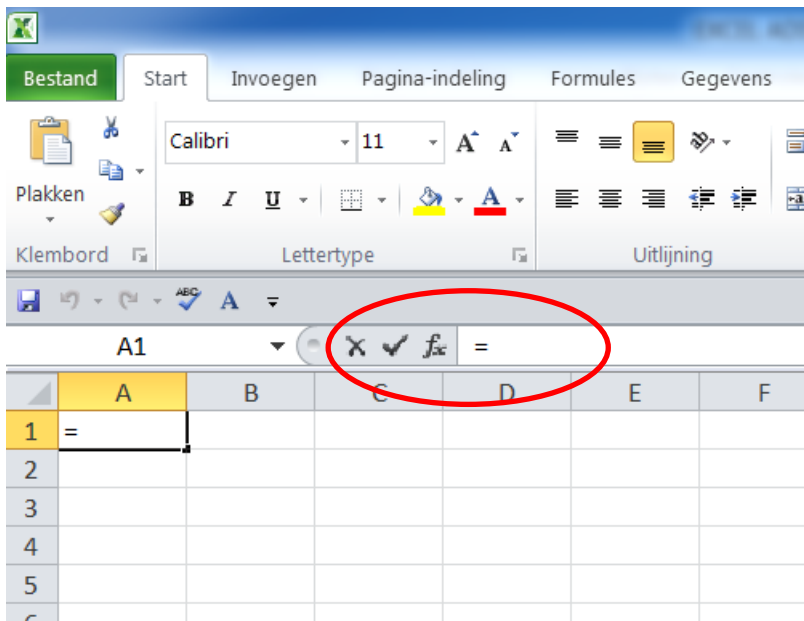
Nu bladeren en zoek in je bestanden naar het Hzet bestand dat je op de harde schijf had gezet en druk op OK.



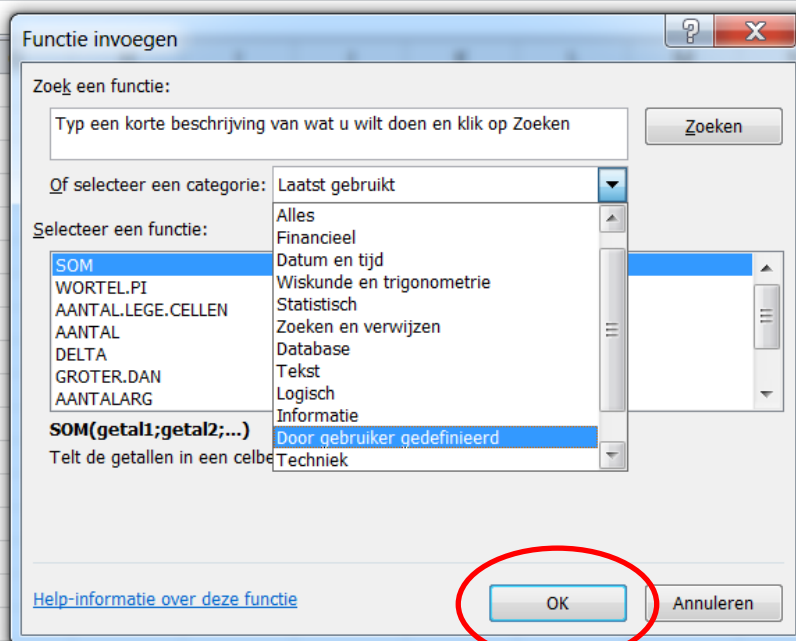
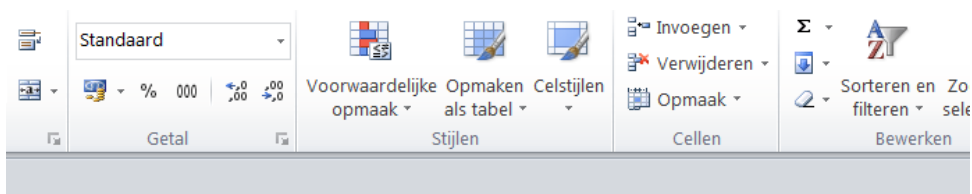
Je ziet dat in het lijstje Hzet er bijstaat, zet er een vinkje voor en druk op OK  
De ADD-in is nu geïnstalleerd.

## Aanzetten Add-in

Om een functie te kunnen gebruiken moet je deze nog selecteren. Dit kan door op het kleine fx teken te klikken.



Selecteer in het venster Door gebruiker gedefinieerd.



En druk op OK.

Nu kun je de gemaakte berekeningen (formules) gebruiken.



Een snellere manier om de functies aan te roepen is het invoeren van een = teken, gevolgd door de functienaam. Bijvoorbeeld =h2op\_t(100). Tijdens het intypen zie je al een lijst van beschikbare functies verschijnen. Als je de functie gekozen hebt (dus als je =h2op\_t( hebt ingetypt), dan kun je ook op fx klikken, waarna een invoerdialog voor de betreffende functie verschijnt.

# Lijst van functies in Hzet

## Stoomtabelfuncties

GROOTHEID	FUNCTIE	OMSCHRIJVING	VAR#1	EENHEID #1	VAR#2	EENHEID #2	RESULTAAT	EENHEID	
Enthalpie	H2Oh_pt	Enthalpie als functie van druk en temperatuur.	1	bar	20	°C	84,0	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_pv	Enthalpie als functie van druk en specifiek volume	1	bar	1	m3/kg	1749,5	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_px	Enthalpie als functie van druk en dampfractie	1	bar	0,5	-	1546,2	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_sp	Enthalpie als functie van entropie en druk	1	kJ/kgK	1	bar	308,6	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_sv	Enthalpie als functie van entropie en specifiek volume.	1	kJ/kgK	1	m3/kg	301,9	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_sx	Enthalpie als functie van entropie en dampfractie	1	kJ/kgK	0,1	-	280,3	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_ts	Enthalpie als functie van temperatuur en entropie	100	°C	7	kJ/kgK	2543,5	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_tv	Enthalpie als functie van temperatuur en specifiek volume	100	°C	1	m3/kg	1767,7	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_tx	Enthalpie als functie van temperatuur en dampfractie	100	°C	1	-	2675,6	kJ/kg	
Enthalpie	H2Ohg_pt	Enthalpie als functie van druk en temperatuur in de gasfase	1	bar	120	°C	2716,6	kJ/kg	
Enthalpie	H2Ohg_t	Enthalpie van verzadigd stoom als functie van de temperatuur	100	°C	-	-	2675,6	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_pt	Enthalpie als functie van druk en temperatuur in de vloeistoffase	1	bar	90	°C	377,0	kJ/kg	
Enthalpie	H2Oh_t	Enthalpie van verzadigd water als functie van de temperatuur	100,00	°C	-	-	419,1	kJ/kg	
Druk	H2Op_hs	Druk als functie van enthalpie en entropie	2000	kJ/kg	5	kJ/kgK	6,2	bar	
Druk	H2Op_hv	Druk als functie van enthalpie en soortelijk specifiek volume	2000	kJ/kg	5	m3/kg	0,2	bar	
<b>Druk</b>	<b>H2Op_hx</b>	<b>Druk als functie van enthalpie en dampfractie</b>	<b>2500</b>	<b>kJ/kg</b>	<b>0,9</b>	<b>-</b>	<b>154,8</b>	<b>bar</b>	<b>FOUT</b>
Druk	H2Op_sv	Druk als functie van entropie en specifiek volume.	7	kJ/kgK	1	m3/kg	1,7	bar	
Druk	H2Op_sx	Druk als functie van entropie en dampfractie	7	kJ/kgK	0,9	-	0,4	bar	
Druk	H2Op_t	Verzadigingsdruk als functie van de temperatuur	99,61	°C	-	-	1,0	bar	
Druk	H2Op_th	Druk als functie van temperatuur en enthalpie	300	°C	3000	kJ/kg	28,2	bar	
Druk	H2Op_ts	Druk als functie van temperatuur en entropie	300	°C	7	kJ/kgK	12,8	bar	
Druk	H2Op_tv	Druk als functie van temperatuur en specifiek volume	300	°C	1	m3/kg	2,6	bar	
Druk	H2Op_tx	Druk als functie van temperatuur en dampfractie	200	°C	0,7	-	15,5	bar	
Druk	H2Op_xv	Druk als functie van dampfractie en specifiek volume	0,8	-	1	m3/kg	1,4	bar	
Entropie	H2Os_hv	Entropie als functie van enthalpie en specifiek volume	2000	kJ/kg	1,0	m3/kg	5,5	kJ/kgK	
<b>Entropie</b>	<b>H2Os_hx</b>	<b>Entropie als functie van enthalpie en dampfractie</b>	<b>2600</b>	<b>kJ/kg</b>	<b>0,9</b>	<b>-</b>	<b>5,4</b>	<b>kJ/kgK</b>	<b>FOUT</b>
Entropie	H2Os_ph	Entropie als functie van druk en enthalpie	1	bar	2800,0	kJ/kg	7,7	kJ/kgK	
Entropie	H2Os_pt	Entropie als functie van druk en temperatuur	1	bar	20	°C	0,3	kJ/kgK	
Entropie	H2Os_pv	Entropie als functie van druk en specifiek volume	1	bar	1	m3/kg	4,9	kJ/kgK	
Entropie	H2Os_th	Entropie als functie van temperatuur en enthalpie	300	°C	3000	kJ/kg	6,6	kJ/kgK	
Entropie	H2Os_tv	Entropie als functie van temperatuur en specifiek volume	300	°C	1	m3/kg	7,8	kJ/kgK	
Entropie	H2Os_xv	Entropie als functie van dampfractie en specifiek volume	0,8	-	1	m3/kg	6,1	kJ/kgK	
Entropie	H2Osg_pt	Entropie als functie van druk en temperatuur in de gasfase	1	bar	120	°C	7,5	kJ/kgK	
Entropie	H2Osi_pt	Entropie als functie van druk en temperatuur in de vloeistoffase	1	bar	90	°C	1,2	kJ/kgK	
Entropie	H2Osg_t	Entropie van verzadigd stoom als functie van de temperatuur	100	°C	-	-	7,4	kJ/kgK	
Entropie	H2Osi_t	Entropie van verzadigd water als functie van de temperatuur	100	°C	-	-	7,4	kJ/kgK	
Temperatuur	H2Ot_hp	Temperatuur als functie van druk en enthalpie	1	bar	100	kJ/kg	23,8	°C	
Temperatuur	H2Ot_hs	Temperatuur als functie van enthalpie en entropie	2500	kJ/kg	7	kJ/kgK	92,4	°C	
Temperatuur	H2Ot_hv	Temperatuur als functie van enthalpie en specifiek volume	2500	kJ/kg	1	m3/kg	113,1	°C	
<b>Temperatuur</b>	<b>H2Ot_hx</b>	<b>Temperatuur als functie van enthalpie en dampfractie</b>	<b>2300</b>	<b>kJ/kg</b>	<b>0,9</b>	<b>-</b>	<b>369,4</b>	<b>°C</b>	<b>FOUT</b>
Temperatuur	H2Ot_p	Verzadigingstemperatuur als functie van druk	200	bar	-	-	365,75	°C	
Temperatuur	H2Ot_ps	Temperatuur als functie van druk en entropie	1	bar	0,2	kJ/kgK	13,3	°C	
Temperatuur	H2Ot_pv	Temperatuur als functie van druk en specifiek volume	10	bar	0,2	m3/kg	#WAARDE!	°C	
Temperatuur	H2Ot_px	Temperatuur als functie van druk en dampfractie	2	bar	0,8	-	120,2	°C	
Temperatuur	H2Ot_sv	Temperatuur als functie van entropie en specifiek volume	2	kJ/kgK	0,8	m3/kg	#WAARDE!	°C	
Temperatuur	H2Ot_sx	Temperatuur als functie van entropie en dampfractie	6	kJ/kgK	0,95	-	235,3	°C	
Temperatuur	H2Ot_xv	Temperatuur als functie van dampfractie en specifiek volume	0,9	-	0,0005	m3/kg	#WAARDE!	°C	
Specifiek Volume	H2Ov_hs	Specifiek volume als functie van enthalpie en entropie	2000	kJ/kg	5	kJ/kgK	0,2	m3/kg	
<b>Specifiek Volume</b>	<b>H2Ov_hx</b>	<b>Specifiek volume als functie van enthalpie en dampfractie</b>	<b>2200</b>	<b>kJ/kg</b>	<b>0,85</b>	<b>-</b>	<b>0,0</b>	<b>m3/kg</b>	<b>FOUT</b>
Specifiek Volume	H2Ov_ph	Specifiek volume als functie van druk en enthalpie	1	bar	2800,0	kJ/kg	2,0	m3/kg	
Specifiek Volume	H2Ov_ps	Specifiek volume als functie van druk en entropie	10	bar	6,5	kJ/kgK	0,1907	m3/kg	
Specifiek Volume	H2Ov_px	Specifiek volume als functie van druk en dampfractie	10	bar	0,9	-	0,1750	m3/kg	
Specifiek Volume	H2Ov_sx	Specifiek volume als functie van entropie en dampfractie	7	kJ/kgK	0,9	-	3,5381	m3/kg	
Specifiek Volume	H2Ov_th	Specifiek volume als functie van temperatuur en enthalpie	300	°C	3000	kJ/kg	0,087	m3/kg	
Specifiek Volume	H2Ovg_pt	Specific specifiek volume als functie van druk en temperatuur in de gasfase	1	bar	120	°C	1,8	m3/kg	
Specifiek Volume	H2Ovi_pt	Specific specifiek volume als functie van druk en temperatuur in de vloeistoffase	1	bar	90	°C	0,0010	m3/kg	
Specifiek Volume	H2Ovg_t	Verzadigde damp specifiek volume	100	°C	-	-	1,7	m3/kg	
Specifiek Volume	H2Ovi_t	Verzadigde water specifiek volume	100	°C	-	-	0,0010	m3/kg	
Dampfractie	H2Ox_hp	Dampfractie als functie van enthalpie en druk	1000	kJ/kg	1	bar	0,26	-	
Dampfractie	H2Ox_hs	Dampfractie als functie van enthalpie en entropie	2000	kJ/kg	7	kJ/kgK	0,79	-	
Dampfractie	H2Ox_hv	Dampfractie als functie van enthalpie en specifiek volume	2000	kJ/kg	1	m3/kg	0,70	-	
Dampfractie	H2Ox_pt	Dampfractie als functie van druk en temperatuur	0,05	bar	100	°C	1,00	-	
Dampfractie	H2Ox_pv	Dampfractie als functie van druk en specifiek volume	0,05	bar	0,1	m3/kg	#WAARDE!	-	
Dampfractie	H2Ox_sp	Dampfractie als functie van entropie en druk	6	kJ/kgK	1	bar	0,78	-	
Dampfractie	H2Ox_sv	Dampfractie als functie van entropie en specifiek volume	6	kJ/kgK	0,1	m3/kg	#WAARDE!	-	
Dampfractie	H2Ox_th	Dampfractie als functie van temperatuur en enthalpie	100	°C	2400	kJ/kg	0,88	-	
Dampfractie	H2Ox_ts	Dampfractie als functie van temperatuur en entropie	100	°C	6	kJ/kgK	0,78	-	
Dampfractie	H2Ox_tv	Dampfractie als functie van temperatuur en specifiek volume	100	°C	1	m3/kg	0,60	-	

## Speciale stoomfuncties

GROOTHEID	FUNCTIE	OMSCHRIJVING	Inlaatdruk	Inlaathentalpie	Uitlaatdruk	Isentropisch Rendement	RESULTAAT	EENHEID
Enthalpie	H2Oh_pump	Uitlaathentalpie van de pomp als functie van:	2 bar	200 kJ/kg	100,0 bar	0,9	211,0	kJ/kg
Enthalpie	H2Oh_turb	Uitlaathentalpie van de turbine als functie van:	100 bar	3500 kJ/kg	0,05 bar	0,9	2203,6	kJ/kg
Arbeid	H2Ow_pump	Arbeid van de pomp als functie van:	2 bar	200 kJ/kg	100,0 bar	0,9	11,0	kJ/kg

## Warmte transportfuncties

GROOTHEID	FUNCTIE	OMSCHRIJVING	VAR#1	EENHEID #1	VAR#2	EENHEID #2	RESULTAAT	EENHEID
Soortelijke Warmte (p=const)	H2Ocp_pt	Soortelijke warmte bij gelijke druk als functie van druk en temperatuur.	1	bar	100	°C	2,07	kJ/kg °C
Soortelijke Warmte (v=const)	H2Ocv_pt	Soortelijke warmte bij gelijke specifiek volume als functie van druk en temperatuur.	1	bar	100	°C	1,55	kJ/kg °C
Dynamische Viscositeit	H2Odv_ph	Viscositeit als functie van druk en enthalpie	1	bar	100	kJ/kg	0,000914	Pa s
Dynamische Viscositeit	H2Odv_pt	Viscositeit als functie van druk en temperatuur.	1	bar	100	°C	0,000012	Pa s
Warmtegeleidingscoëfficiënt	H2Otc_pt	Warmtegeleidingscoëfficiënt als functie van druk en temperatuur.	100	bar	350	°C	0,069	W/mK
Warmtegeleidingscoëfficiënt	H2Otc_p	Verzadigde water Warmtegeleidingscoëfficiënt	100	bar	-	-	0,525	W/mK
Warmtegeleidingscoëfficiënt	H2Otcg_p	Verzadigde damp Warmtegeleidingscoëfficiënt	1	bar	-	-	0,025	W/mK

## Gasturbinefuncties

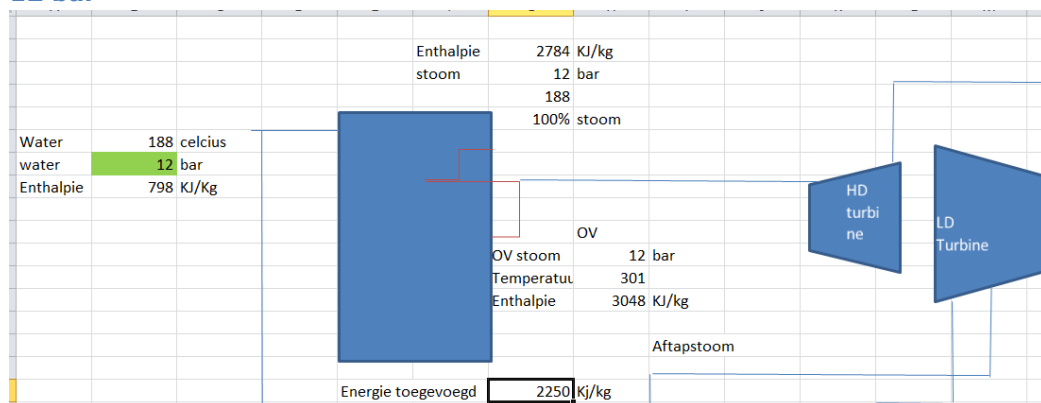
GROOTHEID	FUNCTIE	OMSCHRIJVING	VAR#1	EENHEID #1	VAR#2	EENHEID #2	VAR#3	VAR#4	EENHEID #4	RESULTAAT	EENHEID
Temperatuur	GT_T2	Compressor uitlaattemperatuur bij isentropische compressie	300	K	10	-	1,4	-	-	579,21	K
Temperatuur	GT_T2a	Compressor uitlaattemperatuur bij niet-isentropische compressie	300	K	10	-	1,4	0,9	-	610,23	K
Temperatuur	GT_T4	Turbine uitlaattemperatuur bij isentropische expansie	1400	K	0,1	-	1,4	-	-	725,13	K
Temperatuur	GT_T4a	Turbine uitlaattemperatuur bij niet-isentropische expansie	1400	K	0,1	-	1,4	0,9	-	792,61	K
Drukverhouding	GT_epsilon_max	Optimale drukverhouding	300	K	1400	K	1,4	-	-	14,8	-
Thermisch Rendement	GT_eta_ek	Thermisch rendement in ideale condities	14	-	-	-	1,4	-	-	0,530	-

## Overige functies

GROOTHEID	FUNCTIE	OMSCHRIJVING
-	Churchill	Churchill vergelijking t.b.v. het bepalen van het wrijvingscoëfficiënt
-	Interpolation	Interpoleren in een tabel
-	ROUNDSIG	Afronden op aantal significante cijfers

## Klein voorbeeld

### 12 bar

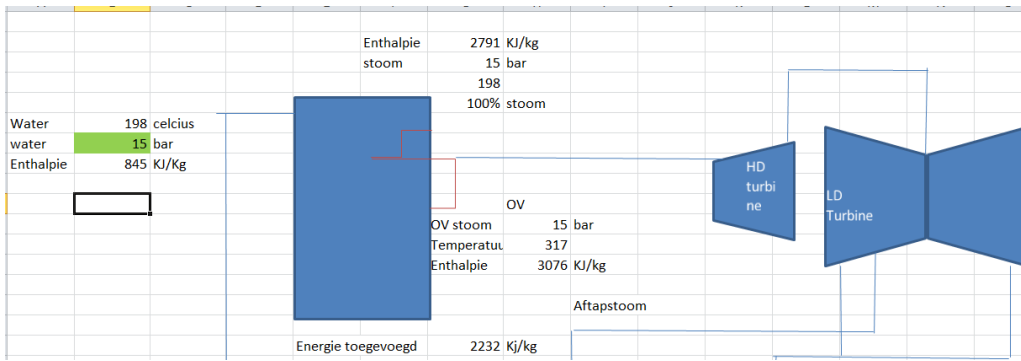


Door met eenvoudige figuren te werken kun je een eigen installatie weergeven.

Je kunt er zelf voor kiezen waar je de gegevens zichtbaar wilt maken. Dit kan in een tabelvorm maar kan ook tussen de figuren in. In dit voorbeeld kunnen we de druk variabel maken. Ofwel, binnen deze opstelling kunnen we de gevolgen zien als de druk stijgt van de nu 12 bar(a) naar 15 bar(a) of 20 bar(a). Hiervoor hoeven we alleen de druk in het groen gekleurde vakje te wijzigen.

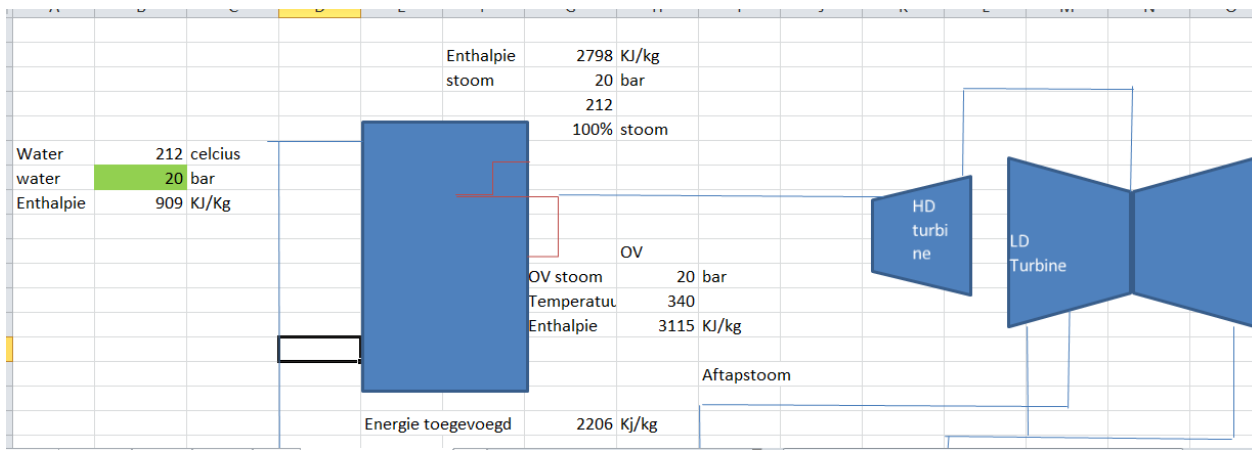
### 15 bar(a)

Je ziet nu dat de andere gegevens zijn gewijzigd als gevolg van de stijging van de druk naar 15 bar(a). Bij 15 bar(a) is de temperatuur 198 °C en de enthalpie 845 kJ/kg. Helaas zie je ook de benodigde energie stijgen. En wel naar 2232 kJ/kg

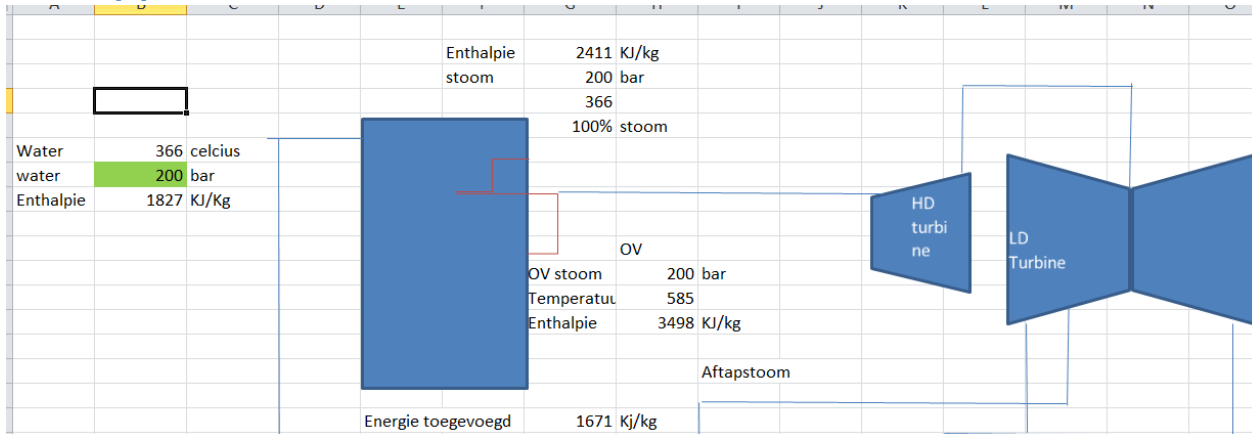


### 20 bar(a)

We kunnen eindeloos veel situaties nabootsen. Onderstaand een voorbeeld een druk van 20 bar(a).



### 200 bar(a)



### Mogelijkheden (alles)

Zoals je ziet, je kunt ook onrealistische situaties gaan bekijken en natuurlijk kun je de energie m.b.t. de voorwarmers, ontgassingsinstallatie, aftapstoom, koelwater, Luvo, ECO, Herverhitting en dergelijke zaken allemaal meenemen in de voorstelling die je maakt. En daarin de variabelen naar believen te kunnen wijzigen zodat je een inzicht krijgt in de installatie en wat de gevolgen zijn van bijvoorbeeld een hogere koelwatertemperatuur of een hogere luchttemperatuur.