

### Allocation problem COGENERATION

T <sub>ret</sub> (°C, K)	60	333.15
T <sub>feed</sub> (°C, K)	120	393.15
T <sub>env</sub> (°C, K)	5	278.15
W (GWh)	347	
Q (GWh)	350	
F (GWh)	1000	
eta <sub>W</sub> <sup>ref</sup>	42%*	
COP <sub>Q</sub> <sup>ref</sup>	90%**	
f <sub>F</sub>	1.1	

PES	17.7%	
T <sup>Q</sup> <sub>Im</sub> (°C, K)	89.2	362.3
Ex <sub>Q</sub> (GWh)	81.3	
P <sub>F</sub> (GWh)	1100	
eta <sub>II,chp</sub>	42.8%	
eta <sub>II,prim</sub>	38.9%	

	Ex	IEC	SPR	SP,ref
alpha <sub>W</sub>	81.0%	82.6%	68.0%	
alpha <sub>Q</sub>	19.0%	17.4%	32.0%	
eta <sub>W</sub>	42.8%	42.0%	51.0%	42.0%
COP <sub>Q</sub>	184.4%	201.4%	109.4%	90.0%
PES <sub>W</sub> wrt ref*	1.9%	0.0%	17.7%	
PES <sub>Q</sub> wrt ref**	51.2%	55.3%	17.7%	
eta <sub>W,prim</sub>	38.9%	38.2%	46.4%	38.2%
COP <sub>Q,prim</sub>	167.6%	183.1%	99.4%	81.8%
PES wrt reversible reference of the Ex method				
eta <sub>W</sub> <sup>ref</sup> <sub>Ex</sub>	100.0%			
COP <sub>Q</sub> <sup>ref</sup> <sub>Ex</sub>	430.5%			
PES <sub>W</sub>	-133.5%			
PES <sub>Q</sub>	-133.5%			

**Allocation problem COGENERATION**

T <sub>ret</sub> (°C, K)	60	=B2+273.15
T <sub>feed</sub> (°C, K)	120	=B3+273.15
T <sub>env</sub> (°C, K)	5	=B4+273.15
W (GWh)	347	
Q (GWh)	350	
F (GWh)	1000	
eta <sup>W</sup> ref	0.55	*
COP <sup>Q</sup> ref	0.95	**
f <sub>F</sub>	1.1	

PES	=1-B7/(B5/B8+B6/B9)	
T <sup>Q</sup> Im (°C, K)	=H6-273.15	=(C3-C2)/LN(C3/C2)
Ex <sub>Q</sub> (GWh)	=B6*(1-C4/H6)	
P <sub>F</sub> (GWh)	=1.1*B7	
eta <sub>II,chp</sub>	=(B5+G7)/B7	
eta <sub>II,prim</sub>	=(B5+G7)/G8	

	Ex	IEC	SPR	SP,ref
alpha <sub>W</sub>	=B5/(B5+G7)	=B5/B8/B7	=B5/B6/(B5/B6+B8/B9)	
alpha <sub>Q</sub>	=1-B13	=1-C13	=1-D13	
eta <sub>W</sub>	=\$B\$5/(B13*\$B\$7)	=\$B\$5/(C13*\$B\$7)	=\$B\$5/(D13*\$B\$7)	=B8
COP <sub>Q</sub>	=\$B\$6/(B14*\$B\$7)	=\$B\$6/(C14*\$B\$7)	=\$B\$6/(D14*\$B\$7)	=B9
PES <sub>W</sub> wrt ref*	=(B\$5/B\$8-B13*B\$7)/(B\$5/B\$8)	=(B\$5/B\$8-C13*B\$7)/(B\$5/B\$8)	=(B\$5/B\$8-D13*B\$7)/(B\$5/B\$8)	
PES <sub>Q</sub> wrt ref**	=(B\$6/B\$9-B14*B\$7)/(B\$6/B\$9)	=(B\$6/B\$9-C14*B\$7)/(B\$6/B\$9)	=(B\$6/B\$9-D14*B\$7)/(B\$6/B\$9)	
eta <sub>W,prim</sub>	=B15/B\$10	=C15/B\$10	=D15/B\$10	=E15/B\$10
COP <sub>Q,prim</sub>	=B16/B\$10	=C16/B\$10	=D16/B\$10	=E16/B\$10
PES wrt reversible				
eta <sup>W</sup> ref <sub>Ex</sub>	1			
COP <sup>Q</sup> ref <sub>Ex</sub>	=1/(1-C4/H6)			
PES <sub>W</sub>	=(B\$5/B\$22-B13*B\$7)/(B\$5/B\$22)			
PES <sub>Q</sub>	=(B\$6/B\$23-B14*B\$7)/(B\$6/B\$23)			

### Allocation problem COGENERATION

T <sub>ret</sub> (°C, K)	60	333.15
T <sub>feed</sub> (°C, K)	120	393.15
T <sub>env</sub> (°C, K)	5	278.15
W (GWh)	347	
Q (GWh)	350	
F (GWh)	1000	
eta <sub>W</sub> <sup>ref</sup>	55%*	
COP <sub>Q</sub> <sup>ref</sup>	95%**	
f <sub>F</sub>	1.1	

PES	-0.1%	
T <sup>Q</sup> <sub>Im</sub> (°C, K)	89.2	362.3
Ex <sub>Q</sub> (GWh)	81.3	
P <sub>F</sub> (GWh)	1100	
eta <sub>II,chp</sub>	42.8%	
eta <sub>II,prim</sub>	38.9%	

	Ex	IEC	SPR	SP,ref
alpha <sub>W</sub>	81.0%	63.1%	63.1%	
alpha <sub>Q</sub>	19.0%	36.9%	36.9%	
eta <sub>W</sub>	42.8%	55.0%	55.0%	55.0%
COP <sub>Q</sub>	184.4%	94.8%	94.9%	95.0%
PES <sub>W</sub> wrt ref*	-28.4%	0.0%	-0.1%	
PES <sub>Q</sub> wrt ref**	48.5%	-0.2%	-0.1%	
eta <sub>W,prim</sub>	38.9%	50.0%	50.0%	50.0%
COP <sub>Q,prim</sub>	167.6%	86.2%	86.3%	86.4%
PES wrt reversible reference of the Ex method				
eta <sub>W</sub> <sup>ref</sup> <sub>Ex</sub>	100.0%			
COP <sub>Q</sub> <sup>ref</sup> <sub>Ex</sub>	430.5%			
PES <sub>W</sub>	-133.5%			
PES <sub>Q</sub>	-133.5%			

**Allocation problem COGENERATION**

T <sub>ret</sub> (°C, K)	60	=B2+273.15
T <sub>feed</sub> (°C, K)	120	=B3+273.15
T <sub>env</sub> (°C, K)	5	=B4+273.15
W (GWh)	347	
Q (GWh)	350	
F (GWh)	1000	
eta <sup>W</sup> ref	0.55	*
COP <sup>Q</sup> ref	0.95	**
f <sub>F</sub>	1.1	

PES	=1-B7/(B5/B8+B6/B9)	
T <sup>Q</sup> Im (°C, K)	=H6-273.15	=(C3-C2)/LN(C3/C2)
Ex <sub>Q</sub> (GWh)	=B6*(1-C4/H6)	
P <sub>F</sub> (GWh)	=1.1*B7	
eta <sub>II,chp</sub>	=(B5+G7)/B7	
eta <sub>II,prim</sub>	=(B5+G7)/G8	

	Ex	IEC	SPR	SP,ref
alpha <sub>W</sub>	=B5/(B5+G7)	=B5/B8/B7	=B5/B6/(B5/B6+B8/B9)	
alpha <sub>Q</sub>	=1-B13	=1-C13	=1-D13	
eta <sub>W</sub>	=\$B\$5/(B13*\$B\$7)	=\$B\$5/(C13*\$B\$7)	=\$B\$5/(D13*\$B\$7)	=B8
COP <sub>Q</sub>	=\$B\$6/(B14*\$B\$7)	=\$B\$6/(C14*\$B\$7)	=\$B\$6/(D14*\$B\$7)	=B9
PES <sub>W</sub> wrt ref*	=(B\$5/B\$8-B13*B\$7)/(B\$5/B\$8)	=(B\$5/B\$8-C13*B\$7)/(B\$5/B\$8)	=(B\$5/B\$8-D13*B\$7)/(B\$5/B\$8)	
PES <sub>Q</sub> wrt ref**	=(B\$6/B\$9-B14*B\$7)/(B\$6/B\$9)	=(B\$6/B\$9-C14*B\$7)/(B\$6/B\$9)	=(B\$6/B\$9-D14*B\$7)/(B\$6/B\$9)	
eta <sub>W,prim</sub>	=B15/B\$10	=C15/B\$10	=D15/B\$10	=E15/B\$10
COP <sub>Q,prim</sub>	=B16/B\$10	=C16/B\$10	=D16/B\$10	=E16/B\$10
PES wrt reversible				
eta <sup>W</sup> ref <sub>Ex</sub>	1			
COP <sup>Q</sup> ref <sub>Ex</sub>	=1/(1-C4/H6)			
PES <sub>W</sub>	=(B\$5/B\$22-B13*B\$7)/(B\$5/B\$22)			
PES <sub>Q</sub>	=(B\$6/B\$23-B14*B\$7)/(B\$6/B\$23)			

MIT OpenCourseWare  
<https://ocw.mit.edu>

## 2.43 Advanced Thermodynamics

Spring 2024

For information about citing these materials or our Terms of Use, visit: <https://ocw.mit.edu/terms>.