Analyse von Regelparametern hinsichtlich der Wärmerückgewinnung einer industriellen Großkälteanlage

Die "Energie Food Town" (EFT) betreibt an ihrem Standort in Duisburg eine Energiezentrale, wobei eine industrielle Großkälteanlage das Herzstück bildet. Hierbei handelt es sich um eine mit Ammoniak betriebene zweistufige Kompressionskälteanlage mit einer installierten Kälteleistung von insgesamt ca. 6 MW. Zum einen werden durch die Anlage direktverdampfende Verbraucher auf Normal- und Tiefkälteniveau und zum anderen ein Solekältenetz versorgt. Weiterhin wird sowohl aus der Kältemittelkondensation als auch aus der Maschinenölkühlung die Abwärme zurückgewonnen. Die Wärmerückgewinnung (WRG) der Kältemittelkondensation erfolgt über die Hochdruckverdichter. Im Hochdruckbereich auf Normalkälteniveau (-10 °C) werden fünf Schraubenverdichter eingesetzt. Außerdem sind für den Niederdruckbereich auf Tiefkälteniveau (-35 °C) weitere fünf Schraubenverdichter installiert. Die Wärme wird in einen Sprinklertank eingespeist, welcher als Pufferspeicher dient.

Im Rahmen dieser Projektarbeit soll anhand verschiedener Regelparameter festgestellt werden, inwieweit die WRG sinnvoll ist und ab wann es besser ist, den Sprinklertank durch einen Gaskessel nachzuheizen. Betrachtet werden nur die Schraubenverdichter im Normalkälteniveau. Da es sich um nahezu baugleiche Verdichter handelt, kann der Fokus auf einen Verdichter gerichtet werden.

Betrachtete Regelparameter sind hierbei Schieberstellung und Stromaufnahme des Schraubenverdichters sowie der Kondensationsdruck des Kältemittels. Die Schieberstellung regelt das Lastverhalten des Verdichters. Somit wird bei Teillast ein Teil der Abwärme über den Verdunsterverflüssiger, welcher als Kühlturm dient, an die Umgebung abgegeben. Weitere relevante Einflussparameter sind unter anderem der Ansaugdruck, die Verdichterdrehzahl, interne Verdichtungsverhältnisse sowie die Zwischendruckansaugung aus dem Economiser. Diese werden bei dem Anlagenbetrieb konstant gehalten.

Für die Betrachtung werden Messungen bei einer Betriebsweise einerseits mit und andererseits ohne WRG durchgeführt. Hierbei wird die Stromaufnahme in Abhängigkeit des Kondensationsdruckes bei konstanter Schieberstellung analysiert. Dadurch soll die Mehrleistung des Schraubenverdichters durch WRG bestimmt werden. Weiterhin wird eine Messung durchgeführt, in der die Stromaufnahme abhängig von der Schieberstellung bei einem konstanten Kondensationsdruck gemessen wird.

Basierend auf diesen Messdaten wird die Wirtschaftlichkeit der WRG betrachtet. Dazu werden anfallende Kosten durch die WRG den Einsparungen durch die Nichtnutzung des Kühlturms gegenübergestellt.

Kosten WRG	Einsparungen Kühlturm
Strom Verdichter	Strom Ventilatoren
Strom Kondensatorpumpen	Strom Pumpen
	Frischwasser und Chemikalien
	Abwasser

Die Kosten durch WRG sind abhängig von dem Lastverhalten des Verdichters. Zuerst wird der Stromverbrauch abhängig von der Schieberstellung und des Kondensationsdrucks durch eine Näherungsformel berechnet. Dies wird jeweils für den Betrieb mit und ohne WRG durchgeführt. Die Differenz ergibt den Stromverbrauch für den Mehraufwand des Verdichters, den dieser für die WRG zu leisten hat. Weiterhin ist der Stromverbrauch der Kondensatorpumpen bei WRG durch Messdaten gegeben.

Als nächstes wird die zurückgewonnene Wärmeleistung abhängig von der Schieberstellung über eine weitere Näherungsformel ausgewertet. Der Quotient ergibt den Stromverbrauch je zurückgewonnener Wärmeleistung.

Die Verbräuche durch den Kühlturm sind von der Außen- bzw. Feuchtkugeltemperatur¹ abhängig. Damit die Abhängigkeit visualisiert werden kann, werden Kennzahlen gebildet, welche die Strom- und Wasserverbräuche je abgeführte Wärme über den Kühlturm abbilden. In einem Diagramm kann die Kennzahl in Abhängigkeit zu der Feuchtkugeltemperatur aufgetragen werden. Hieraus ergibt sich wieder eine Näherungsformel, über die der Verbrauch je abgeführte Wärmeleistung berechnet werden kann.

¹ Die Kühlgrenztemperatur, gemessen als Feuchtkugeltemperatur, ist die tiefste mögliche Temperatur, die sich beim Wärmeaustausch zwischen Luft und Wasser einstellen kann, wenn die zur Verdunstung kommende Wärme ausschließlich von der Luft kommt. Hierbei steht die Wasserabgabe einer feuchten Oberfläche mit dem Wasseraufnahmevermögen der umgebenen Atmosphäre im Gleichgewicht.

Die jeweiligen Kosten und Einsparungen ergeben sich über die Preise.

Strom [€/kWh]	0,1278
Frischwasser [€/m³]	1,37
Chemikalien [€/m³]	3,14
Abwasser [€/m³]	2,23

Um das Ergebnis auswerten zu können, wird eine Matrix erstellt, aus der hervorgeht, wie viel gezahlt werden muss bzw. wie viel eingespart werden kann, wenn eine MWh Abwärme zurückgewonnen wird. Das Ergebnis wird in der Tabelle im Anhang dargestellt. Aufgezeigt werden Kosten und Einsparungen im Voll- bzw. Teillastbereich in Abhängigkeit von der Außenluft- bzw. Feuchtkugeltemperatur.

Aus der Tabelle im Anhang geht hervor, dass durch Nutzung der WRG Einsparungen erreicht werden. Bei sehr niedrigen Außenluft- bzw. Feuchtkugeltemperaturen entstehen im Teillastbereich jedoch Mehrkosten. Bei Teillastbetrieb unter ca. 50 % kann der Energiebedarf typenabhängig unverhältnismäßig stark zur Verdichterleistung ansteigen. Aus diesem Grund werden die Verdichter im Regelbereich zwischen 60 und 100 % betrieben. Somit werden für eine MWh zurückgewonnene Wärme stets Einsparungen erzielt, was bedeutet, dass eine Nacherhitzung des Sprinklertanks zur Aufrechterhaltung der Temperatur durch den Gaskessel nicht sinnvoll ist.

Landensation ['C] L. condensation ['C]					Energy savii	ng by heat reα	Energy saving by heat recovery [€/MWh]	Vh]					
36,3 13 3,5055 3,6304 3,3210 2,5000 1,3080 36,3 13 2,9255 3,0504 2,7410 1,9200 0,7280 36,3 13 2,9455 2,4704 2,1610 1,3400 0,1481 36,3 13 1,7655 1,8904 1,5811 0,7600 -0,4319 36,3 13 1,1855 1,3104 1,0011 0,1801 -1,0119 36,3 13 0,6055 0,7305 0,4211 -0,3999 -1,5919 36,3 13 0,6055 0,1505 -0,1589 -0,4319 -1,119 36,3 13 0,6255 0,1505 -0,1589 -0,5999 -1,5919 36,3 13 -1,1345 -1,0095 -1,389 -2,719 -2,719 36,3 13 -1,1344 -1,5895 -1,3899 -2,719 -2,719 36,3 13 -1,7144 -1,5895 -1,3899 -2,7199 -3,3119 36,3	wet bulb [°C]	t_condensation [°C]		10%	70%	30%	40%	20%	%09	%04	%08	%06	100%
36,3 13 2,9255 3,0504 2,7410 1,9200 0,7280 36,3 13 2,3455 2,4704 2,1610 1,3400 0,1481 36,3 13 1,7655 1,8904 1,5811 0,7600 -0,4319 36,3 13 0,6055 0,7305 0,4211 -0,3999 -1,5119 36,3 13 0,6055 0,7305 0,4211 -0,3999 -1,5119 36,3 13 0,6055 0,7305 0,411 -0,3999 -1,5119 36,3 13 0,6055 0,7305 -0,1589 -0,9799 -2,1719 36,3 13 0,6055 0,7305 -0,1589 -0,9799 -2,1719 36,3 13 0,6254 -0,4295 -0,1589 -2,1719 -2,1719 36,3 13 1,7144 -1,5895 -1,7189 -2,1719 -2,1719 36,3 13 2,244 -2,1695 -2,4789 -2,1719 -3,3119 36,3	-10	36,3	13	3,5055	3,6304	3,3210	2,5000	1,3080	-0,0142	-1,2407	-2,2059	-2,8006	-2,9542
36,3 13 2,3455 2,4704 2,1610 1,3400 0,1481 36,3 13 1,7655 1,8904 1,5811 0,7600 -0,4319 36,3 13 1,1855 1,3104 1,0011 0,1801 -1,0119 36,3 13 0,6055 0,7305 0,1589 -0,3999 -1,5919 36,3 13 0,0254 -0,4295 -0,1389 -1,5199 -2,1719 36,3 13 -0,5545 -0,4295 -0,7389 -1,5599 -2,1719 36,3 13 -1,1345 -1,0095 -1,3189 -2,1399 -3,5119 36,3 13 -1,744 -1,5895 -1,8989 -2,7199 -3,9119 36,3 13 -2,294 -2,1695 -2,4789 -2,799 -3,9119 36,3 13 -2,294 -2,1695 -3,689 -4,4919 -3,9119 36,3 13 -2,244 -2,1695 -3,688 -5,618 -5,618 36,	-8	36,3	13	2,9255	3,0504	2,7410	1,9200	0,7280	-0,5942	-1,8207	-2,7859	-3,3806	-3,5342
36,3 13 1,7655 1,8904 1,5811 0,7600 -0,4319 36,3 13 1,1855 1,3104 1,0011 0,1801 -1,0119 36,3 13 0,6055 0,7305 0,4211 -0,3999 -1,5919 36,3 13 0,0254 -0,4295 -0,7389 -0,9799 -2,1719 36,3 13 -0,5545 -0,4295 -0,7389 -1,5599 -2,1719 36,3 13 -0,5545 -0,4295 -0,7389 -1,5599 -2,1719 36,3 13 -1,1345 -1,0095 -1,3189 -2,1719 -3,119 36,3 13 -1,7144 -1,5895 -1,389 -2,139 -3,1919 36,3 13 -2,2944 -2,1695 -2,4789 -2,739 -5,719 36,3 13 -3,4544 -3,7058 -3,658 -4,4919 -5,6518 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7188 -5,618 -5,618 <	9-	36,3	13	2,3455	2,4704	2,1610	1,3400	0,1481	-1,1741	-2,4007	6598'8-	-3,9606	-4,1142
36,3 13 1,1855 1,3104 1,0011 0,1801 -1,0119 36,3 13 0,6655 0,7365 0,4211 -0,3999 -1,5919 36,3 13 0,0255 0,1569 -0,9799 -2,1719 36,3 13 -0,5545 -0,4295 -0,7389 -1,5919 36,3 13 -1,1345 -1,0095 -1,3189 -2,1399 -2,1719 36,3 13 -2,2944 -1,6895 -2,7199 -3,9119 -3,9119 36,3 13 -2,2944 -2,7495 -3,0589 -3,7899 -4,4919 36,3 13 -2,244 -2,7495 -3,6589 -4,4599 -5,0719 36,3 13 -4,034 -2,7495 -3,6389 -4,4599 -5,0719 36,3 13 -4,034 -3,3295 -3,6389 -4,4599 -5,6518 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,618 -5,6518 36,3 13 <t< td=""><td>-4</td><td>36,3</td><td>13</td><td>1,7655</td><td>1,8904</td><td>1,5811</td><td>0,7600</td><td>-0,4319</td><td>-1,7541</td><td>-2,9807</td><td>-3,9458</td><td>-4,5406</td><td>-4,6942</td></t<>	-4	36,3	13	1,7655	1,8904	1,5811	0,7600	-0,4319	-1,7541	-2,9807	-3,9458	-4,5406	-4,6942
36,3 13 0,6055 0,7305 0,4211 -0,3999 -1,5919 36,3 13 0,0255 0,1505 -0,1589 -0,9799 -2,1719 36,3 13 -0,5545 -0,4295 -0,7389 -1,5599 -2,1719 36,3 13 -1,1345 -1,0095 -1,3189 -2,1399 -2,1719 36,3 13 -1,7144 -1,5895 -1,8989 -2,1399 -3,9119 36,3 13 -2,2944 -2,1695 -2,4789 -3,2999 -4,4919 36,3 13 -2,2944 -2,1695 -2,4789 -3,2899 -4,4919 36,3 13 -2,2944 -2,1695 -2,4789 -3,2899 -4,4919 36,3 13 -4,644 -3,3295 -4,4599 -5,6518 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7188 -5,618 -6,5318 36,3 13 -4,6144 -5,0694 -5,7188 -5,618 -7,3918 36,3	-2	36,3	13	1,1855	1,3104	1,0011	0,1801	-1,0119	-2,3341	-3,5607	-4,5258	-5,1206	-5,2742
36,3 13 0,0255 0,1505 -0,1589 -0,9799 -2,1719 36,3 13 -0,5545 -0,4295 -0,7389 -1,5599 -2,7519 36,3 13 -1,1345 -1,0095 -1,3189 -2,1399 -3,3319 36,3 13 -2,2944 -2,1695 -2,4789 -2,7199 -3,9119 36,3 13 -2,2944 -2,1695 -2,4789 -3,299 -4,4919 36,3 13 -2,8744 -2,7495 -3,6389 -4,4599 -5,6118 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,6198 -5,6118 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -5,0398 -5,6198 -5,6198 36,3 13 -6,6591 -5,3788 -5,6198 -7,6117 -8,7347 36,3 13 -6,6591 -5,3788 -5,1988 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,5386 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736	0	36,3	13	0,6055	0,7305	0,4211	-0,3999	-1,5919	-2,9141	-4,1407	-5,1058	-5,7006	-5,8541
36,3 13 -0,5545 -0,4295 -0,7389 -1,5599 -2,7519 36,3 13 -1,1345 -1,0095 -1,3189 -2,1399 -2,7199 -3,319 36,3 13 -1,7144 -1,5895 -1,889 -2,1399 -3,9119 -3,9119 36,3 13 -2,2944 -2,1695 -2,4789 -3,2999 -4,4919 -4,4919 36,3 13 -2,2944 -2,7495 -3,6589 -3,8799 -4,4919 -5,0719 36,3 13 -2,8744 -2,7485 -3,8799 -5,6518 -5,6518 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,638 -6,2318 36,3 13 -5,1944 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,5194 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,5194 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,1143 <td< td=""><td>2</td><td>36,3</td><td>13</td><td>0,0255</td><td>0,1505</td><td>-0,1589</td><td>-0,9799</td><td>-2,1719</td><td>-3,4941</td><td>-4,7206</td><td>-5,6858</td><td>-6,2806</td><td>-6,4341</td></td<>	2	36,3	13	0,0255	0,1505	-0,1589	-0,9799	-2,1719	-3,4941	-4,7206	-5,6858	-6,2806	-6,4341
36,3 13 -1,1345 -1,0095 -1,3189 -2,1399 -3,319 36,3 13 -1,7144 -1,5895 -1,889 -2,799 -3,9119 36,3 13 -2,294 -2,1695 -2,4789 -3,2999 -4,4919 36,3 13 -2,8744 -2,7495 -3,0589 -3,8799 -5,0719 36,3 13 -3,4544 -2,7495 -3,6589 -3,8799 -5,0719 36,3 13 -3,4544 -3,9095 -4,7188 -5,6518 -6,518 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,6198 -6,1318 36,3 13 -5,1944 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,1398 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,9364 -9,9736 -10,9315 -7,6177 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736	4	36,3	13	-0,5545	-0,4295	-0,7389	-1,5599	-2,7519	-4,0741	-5,3006	-6,2658	-6,8606	-7,0141
36,3 13 -1,7144 -1,5895 -1,8989 -2,7199 -3,9119 36,3 13 -2,2944 -2,1695 -2,4789 -3,2999 -4,4919 36,3 13 -2,8744 -2,1695 -3,0589 -3,8799 -4,4919 36,3 13 -3,4544 -2,7495 -3,0589 -4,4599 -5,0719 36,3 13 -4,0344 -3,3295 -4,2188 -5,6518 -6,2318 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,6198 -6,8118 36,3 13 -5,1944 -5,0694 -5,5178 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,5396 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,5364 -9,736 -10,9315 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -1,6487 -11,5514 -11,8120 -12,4045 -13,1967 36,3 13 14,4697 -14,4165 -14,4165 -14,4166<	9	36,3	13	-1,1345	-1,0095	-1,3189	-2,1399	-3,3319	-4,6541	-5,8806	-6,8458	-7,4406	-7,5941
36,3 13 -2,2944 -2,1695 -2,4789 -3,2999 -4,4919 36,3 13 -2,8744 -2,1695 -3,6589 -3,8799 -4,4919 36,3 13 -3,4544 -3,3295 -3,6389 -4,4599 -5,6518 36,3 13 -4,0344 -3,9095 -4,2188 -5,6318 -6,2318 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,6198 -6,8118 36,3 13 -5,1944 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,8396 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,8396 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,9364 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -11,6487 -11,5170 -12,4045 -13,1967	8	36,3	13	-1,7144	-1,5895	-1,8989	-2,7199	-3,9119	-5,2341	-6,4606	-7,4258	-8,0205	-8,1741
36,3 13 -2,874 -2,7495 -3,0589 -3,8799 -5,0719 36,3 13 -4,0344 -3,3295 -3,6389 -4,4599 -5,6518 36,3 13 -4,0344 -3,9095 -4,2188 -5,0398 -6,2318 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,6198 -6,8118 36,3 13 -5,1944 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,8396 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -11,6487 -11,514 -11,8120 -12,4045 -13,1967 36,3 13 -14,762 -14,416 -14,416 -14,416 -14,416	10	36,3	13	-2,2944	-2,1695	-2,4789	-3,2999	-4,4919	-5,8141	-7,0406	8500'8-	-8,6005	-8,7541
36,3 13 -3,4544 -3,3295 -3,6389 -4,4599 -5,6518 36,3 13 -4,0344 -3,9095 -4,2188 -5,0398 -6,2318 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,6198 -6,8118 36,3 13 -5,1944 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,8396 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -11,6487 -11,8120 -12,4045 -13,1967 36,3 13 -4,763 -14,1770 -14,4165 -15,5301	12	36,3	13	-2,8744	-2,7495	-3,0589	-3,8799	-5,0719	-6,3941	-7,6206	8585'8-	-9,1805	-9,3341
36,3 13 -4,0344 -3,9095 -4,2188 -5,0398 -6,2318 36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,6198 -5,8118 36,3 13 -5,1944 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,8396 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -11,6487 -11,514 -11,8120 -12,4045 -13,1967 36,3 13 -14,767 -14,4165 -14,4165 -15,5301	14	36,3	13	-3,4544	-3,3295	-3,6389	-4,4599	-5,6518	-6,9740	-8,2006	-9,1658	-9,7605	-9,9141
36,3 13 -4,6144 -4,4894 -4,7988 -5,6198 -5,6198 -6,8118 36,3 13 -5,1944 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,8396 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -11,6487 -11,5514 -11,8120 -12,4045 -13,1967 36,3 13 -4,1677 -14,1770 -14,4165 -14,4015 -15,5301	16	36,3	13	-4,0344	-3,9095	-4,2188	-5,0398	-6,2318	-7,5540	-8,7806	-9,7457	-10,3405	-10,4941
36,3 13 -5,1944 -5,0694 -5,3788 -6,1998 -7,3918 36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,8396 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -11,6487 -11,5514 -11,8120 -12,4045 -13,1967 36,3 13 -14,752 -14,1770 -14,4165 -14,4165 -15,5301	18	36,3	13	-4,6144	-4,4894	-4,7988	-5,6198	-6,8118	-8,1340	9098'6-	-10,3257	-10,9205	-11,0741
36,3 13 -6,6591 -6,5394 -6,8396 -7,6177 -8,7347 36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736 -10,9315 -3,1367 36,3 13 -11,6487 -11,514 -11,8120 -12,4045 -13,1967 36,3 13 -14,753 -14,1770 -14,4165 -14,4165 -15,5301	20	36,3	13	-5,1944	-5,0694	-5,3788	-6,1998	-7,3918	-8,7140	-9,9406	-10,9057	-11,5005	-11,6540
36,3 13 -9,1143 -9,0055 -9,2864 -9,9736 -10,9315 36,3 13 -11,6487 -11,514 -11,8120 -12,4045 -13,1967 36,3 13 -14,053 -14,1770 -14,4165 -14,616 -15,301	22	36,3	13	-6,6591	-6,5394	-6,8396	-7,6177	-8,7347	-9,9661	-11,1067	-12,0086	-12,5764	-12,7495
36,3 13 -11,6487 -11,5514 -11,8120 -12,4045 -13,1967 36,3 13 -14,7633 -14,1770 -14,4165 -14,6105 -15,5311	24	36,3	13	-9,1143	-9,0055	-9,2864	-9,9736	-10,9315	-11,9706	-12,9290	-13,6967	-14,2075	-14,4218
36.3 13 -14.2623 -14.1770 -14.4165 -14.9105 -15.5301	26	36,3	13	-11,6487	-11,5514	-11,8120	-12,4045	-13,1967	-14,0353	-14,8038	-15,4317	-15,8830	-16,1404
10,000 - 11,000 - 11,000 - 11,000 - 11,000 - 11,000	28	36,3	13	-14,2623	-14,1770	-14,4165	-14,9105	-15,5301	-16,1602	-16,7311	-17,2136	-17,6029	-17,9051
30 36,3 13 16,9816 -16,9088 -17,1262 -17,5164 -17,9547 -18,3654	30	36,3	13	-16,9816	-16,9088	-17,1262	-17,5164	-17,9547	-18,3654	-18,7283	-19,0578	-19,3820	-19,7313