



การปรับปรุงคุณภาพของไอน้ำและการประหยัดพลังงาน

น้ำร้อน (condensate) คือ น้ำร้อนที่ได้จากการกลั่นมาแล้ว และเป็นน้ำที่มีราคาและคุณภาพดี ไม่เพียงแต่การนำเอา น้ำร้อน (condensate) กลับมาใช้ใหม่เป็นวิธีการที่ถูกต้องที่สุดทางเทคนิคแล้วนั้น ยังทำให้ท่านสามารถประหยัดเงินได้อีกด้วย

ปัญหาต่างๆเมื่อไม่นำน้ำร้อนกลับ

1) เมื่อไอน้ำ (steam) ถ่ายเทพลังงานความร้อน (latent heat) ของตัวมันเองออกไปแล้ว หลังจากนั้นไอน้ำจะเปลี่ยนแปลงตัวเองจากสภาพไอน้ำมาเป็นของเหลว หรือน้ำร้อน (condensate) ซึ่งยังคงมีพลังงานความร้อนหลงเหลืออยู่ประมาณ 25% ถ้าเราทิ้งน้ำร้อน (condensate) นี้ทิ้งไป ก็คือเราทิ้งความร้อนที่ยังมีประโยชน์อยู่ไป จะมีค่าเท่ากับเชื้อเพลิงที่ใช้ในการต้มน้ำ จากอุณหภูมิปกติถึงอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ทิ้งไป โดยทั่วไปแล้ว น้ำในถังพักที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นทุกๆ 6 °C จะทำให้เราสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้เท่ากับ 1% ของอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ

2) น้ำร้อน (condensate) คือ น้ำทางอุดมคติที่จะจ่ายให้กับหม้อไอน้ำ เพราะน้ำนี้ได้ผ่านการปรับสภาพของน้ำแล้ว และมีค่าตะกอนต่ำมากซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ค่าตะกอนจะไม่สูงกว่า 20 ppm. จุดประสงค์ของการปล่อยน้ำในหม้อไอน้ำทิ้ง (blowdown) ก็คือ เพื่อให้สามารถผลิตไอน้ำที่แห้งและเป็นการรักษาหม้อไอน้ำ ปริมาณน้ำทิ้ง (blowdown) ที่จะต้องทิ้งเพื่อรักษาค่าตะกอน (TDS) ภายในหม้อไอน้ำ จะขึ้นอยู่กับค่าตะกอนของน้ำในถังพักที่จะจ่ายให้กับหม้อไอน้ำ ถ้าค่าตะกอน (TDS) ของน้ำในถังพักสูง จะทำให้ปริมาณน้ำทิ้ง (blowdown) มากขึ้นด้วยการนำน้ำร้อน (condensate) กลับมาใช้ จะทำให้ลดปริมาณน้ำทิ้ง (blowdown) ของหม้อไอน้ำน้อยลงอย่างเห็นได้ชัด ผลที่ได้ก็คือ ประหยัดเชื้อเพลิง, ปริมาณน้ำ และเคมีที่จะต้องใช้ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเราสามารถลดค่าตะกอนของน้ำที่จะจ่ายให้หม้อไอน้ำ จาก 500 ppm เป็น 250 ppm และเราต้องการรักษาค่าตะกอนของน้ำ (boiler water) หม้อไอน้ำให้ต่ำกว่าที่ 3,500 ppm จะพบว่าเราสามารถลดปริมาณน้ำทิ้ง (blowdown) ลงได้ 54%

3) กำลังการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำที่ได้โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำป้อน (feed water) ที่จ่ายเข้าหม้อไอน้ำจะต้องเท่ากับ 100°C และจะต้องไม่มีการใช้ไอน้ำจากหม้อไอน้ำ จึงจะได้กำลังการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ อุณหภูมิ น้ำป้อนที่ต่ำกว่าที่กำหนด จะลดปริมาณไอน้ำที่หม้อไอน้ำที่สามารถผลิตได้ เพราะว่า จะต้องจ่ายไอน้ำส่วนหนึ่งในการอุ่นน้ำ (feed water) ที่จะต้องจ่ายให้กับหม้อไอน้ำที่มีอุณหภูมิ 100°C ความแตกต่างระหว่างกำลังการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำตามทฤษฎีกับกำลังการผลิตไอน้ำจริงจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ (feed water) ที่จ่ายให้กับหม้อไอน้ำ ซึ่งเรียกว่า “factor of evaporation” ยกตัวอย่างเช่น ถ้าไม่มีการนำน้ำร้อน (condensate) กลับมาใช้ และอุณหภูมิของน้ำในถังพักจะจ่ายให้กับหม้อไอน้ำเท่ากับ 30°C จะพบว่ากำลังผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำที่ความดัน 7 barg ตามทฤษฎีจะลดลง 14%

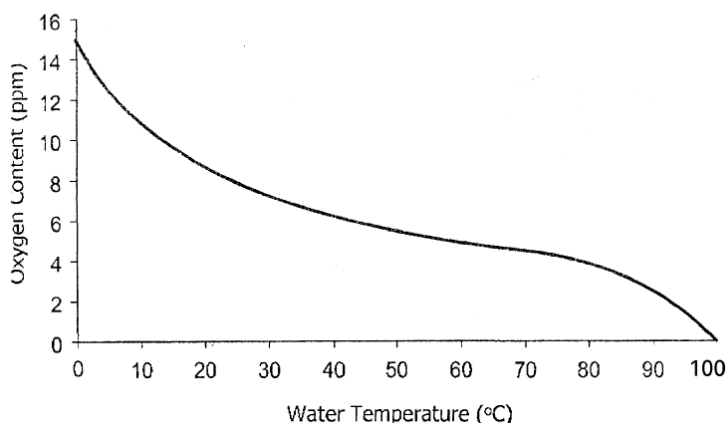
Factor of evaporation =

$$\frac{\text{ความร้อนแฝงของไอน้ำที่ความดันบรรยากาศ}}{\text{ความร้อนรวมไอน้ำที่ความดันใช้งาน - ความร้อนจำเพาะของน้ำร้อน}}$$

4) ปริมาณของอากาศที่ละลายอยู่ในน้ำนั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ น้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะมีอากาศละลายและผสมอยู่ได้น้อย โรงงานที่ไม่ได้ติดตั้งถังพักน้ำ (De-aerators) ที่ไล่อากาศได้ ซึ่งถังพักน้ำ (De-aerators) นี้มีราคาแพงมากก็ควรไล่เป็นถัง Mixing tank ไม่เช่นนั้นจะมีปัญหาอุณหภูมิของน้ำ (feed water) ต่ำเกินที่จะลดปริมาณของอากาศที่ผสมอยู่ในน้ำได้ โรงงานในลักษณะนี้ ถ้าไม่มีการนำน้ำร้อน (condensate) กลับมาใช้ จะพบว่าอุณหภูมิของน้ำ (feed water) ในถังพักน้ำอากาศที่ละลายและผสมอยู่ในน้ำจะ

แยกตัวออกมาจากน้ำ (feed water) เมื่อน้ำนี้ถูกให้ความร้อนภายในหม้อน้ำ (boiler) อากาศจะไหลออกจากหม้อน้ำ (boiler) ไปพร้อมกับไอน้ำเข้าไปในระบบและขบวนการผลิตที่ใช้ไอน้ำ อากาศโดยธรรมชาติของมันเองแล้วเป็นตัวนำความร้อนที่เร็ว ดังนั้นเมื่ออากาศปนอยู่กับไอน้ำและเข้าไปในเครื่องจักรที่ใช้ไอน้ำ จะพบว่าการทำงานของเครื่องจักรช้าลงกว่าปกติ และขณะเดียวกันประสิทธิภาพจะลดลงด้วย ความหนาของอากาศที่เคลือบพื้นที่การถ่ายเทความร้อนเพียง 1 มม. เทียบได้เท่ากับการต้านทานการถ่ายเทความร้อนของเหล็กที่มีความยาว 1,720 มม. ขณะเดียวกัน ก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในอากาศจะเป็นสาเหตุของการกัดกร่อนทางเคมี

Operating Temperature



Feed water temperature in the mixing tank

should be 80°C to reduce oxygen to the boiler

At 80°C oxygen content = 5 ppm

At 90°C oxygen content = 3.9 ppm

At 95°C oxygen content = 2 ppm

Feed water temperature from Dearator tank 105°C,

Oxygen = 0 ppm

วิธีการนำน้ำร้อนกลับอย่างถูกวิธี

5) น้ำร้อน (condensate) ของระบบไอน้ำสามารถนำกลับมาได้ 3 วิธี ดังต่อไปนี้

5.1 โดยแรงโน้มถ่วง

วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะนำเอาน้ำร้อน (condensate) กลับ น้ำร้อนจะไหลกลับไปสู่ห้องหม้อไอน้ำ (boiler house) ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยการจัดระบบท่อนำน้ำร้อนกลับ (condensate return) การออกแบบระบบท่อนี้จะต้องปราศจากการยกท่อสูงเพื่อป้องกันการเกิดความดัน (back pressure) ภายในท่อที่จะกระทำต่อตัวกักไอน้ำ (steam trap) ด้านขาออก ระบบนี้จึงจะทำงานได้ จะต้องมีความแตกต่างของระดับท่อระหว่างท่อน้ำร้อนที่ออกจากเครื่องจักรกับท่อน้ำร้อนที่เข้าถังพักภายในห้องหม้อน้ำ (boiler house) ในทางปฏิบัติแล้วเป็นการยากมากที่จะวิธีนี้ในการนำน้ำร้อนกลับ เพราะว่าโรงงานส่วนมากจะมีระดับความสูงของหม้อน้ำและเครื่องจักรที่ระดับเดียวกัน

5.2 โดยใช้ความดัน

ในระบบนี้ น้ำร้อน (condensate) จะถูกส่งกลับโดยการไล่ความดันของไอน้ำภายในตัวดักไอน้ำ (steam trap) ระบบท่อน้ำร้อน (condensate) จะยกสูงกว่าระดับถังพักน้ำภายในห้องหม้อน้ำ เพราะฉะนั้นความดันที่ใช้ในการดันน้ำร้อน (condensate) ขึ้นที่สูงและแรงต้านทานการไหลของน้ำร้อน (condensate) ภายในท่อ และความดัน (back pressure) ต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากถังพักน้ำ (feed tank) ในที่เริ่มต้นการใช้งานของเครื่องจักรจะเกิดปริมาณน้ำร้อน (condensate) จำนวนมาก ซึ่งจะทำให้ความดันของไอน้ำ (steam pressure) ต่ำลง อันจะทำให้ไม่สามารถผลักดันน้ำร้อน (condensate) กลับไปได้ ด้วยเหตุผลนี้ การใช้งานตอนเริ่มต้นจะช้าลงมาก และอาจจะทำให้เกิดการกระแทกของน้ำร้อนภายในท่อ (water hammer)

ถ้าเครื่องจักรที่ใช้ไอน้ำในลักษณะควบคุมอุณหภูมิ เราจะพบว่าความดันไอน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เราจะพบว่า ความดันไอน้ำแปรผันจากมากจนกระทั่งเกิดความดันต่ำกว่า 0 bar (vacuum condition) ซึ่งจะดูดน้ำร้อน (condensate) ให้อยู่ภายในเครื่องจักร และไม่มี ความดันมากพอที่จะผลักดันน้ำร้อนกลับไปได้ ผลที่ได้ จะทำให้เกิดการสะสมน้ำร้อน (waterlogging) ภายในระบบ ทำให้อุณหภูมิต่ำลงหรือไม่ได้ตามต้องการ และอาจจะเกิดการกระแทกของน้ำร้อนภายในระบบและ ประสิทธิภาพของขบวนการผลิตรวมทั้งคุณภาพจะลดลงมาก

5.3 โดยวิธีการใช้ปั๊ม (pump)

การนำน้ำร้อนกลับโดยวิธีนี้ ทำได้โดยพยายามนำหลักการของการใช้แรงโน้มถ่วงมาช่วยน้ำร้อน (condensate) จะไหลด้วยแรงการใช้แรงโน้มถ่วงออกมาสู่ถังพักที่เปิดสู่บรรยากาศ และมีปั๊มคอยสูบน้ำร้อนกลับสู่ถังพักภายในห้องหม้อน้ำ การเลือกใช้ชนิดของปั๊มเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพื่อจะหลีกเลี่ยงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการสูบน้ำร้อนกลับ ปั๊มไฟฟ้ามันไม่เหมาะสมกับ

งานในลักษณะนี้ การสูบน้ำของปั๊มไฟฟ้าเกิดขึ้นโดยการหมุนของใบพัด การหมุนของใบพัดจะทำให้ความดันขาเข้าของปั๊มลดลง และตำแหน่งที่ความดันต่ำสุดจะอยู่ตรงกลางของใบพัด น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 100°C ที่ความดันบรรยากาศ ถ้าความดันเกิดลดลงจะมี ผลทำให้น้ำร้อน (condensate) บางส่วนไม่สามารถคงตัวอยู่ในสถานะของเหลวได้ (ความดันที่ต่ำลงจะทำให้จุดเดือดต่ำลงด้วย) พลังงานส่วนเกินของน้ำร้อนจะทำให้น้ำร้อนบางส่วนกลายเป็นไออีกครั้ง หลังจากน้ำร้อนผ่านจุดที่ความดันต่ำสุดแล้ว ความดันของน้ำร้อนจะเริ่มสูงขึ้น ฟองไอน้ำ (steam bubbles) จะหดหายไปอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากความดันสูงขึ้น น้ำร้อนจะเข้าแทนที่ด้วยความเร็วสูง เราเรียกเหตุการณ์แบบนี้ว่า cavitation ผลของมันจะทำให้ใบพัดและตัวลูกปืนเสียหาย และมอเตอร์ไฟฟ้าของปั๊มน้ำจะไหม้

การป้องกันทำได้โดยการเพิ่มความดันของน้ำ (head) ตรงท่อทางเข้าของปั๊มคือ โดยการยกถังน้ำร้อนให้สูงขึ้น หรือการลดอุณหภูมิของน้ำร้อน (condensate)

การเพิ่มความดันของน้ำ (head) ตรงท่อทางเข้าของปั๊มที่ทำได้โดยการเพิ่มความสูงของถังพักให้สูงกว่าตัวปั๊ม หลายเมตร ความสูงของถังไม่ควรเกินกว่า 3 เมตร น้ำร้อนจะมีความดันไหลออกจากอุปกรณ์ไปสู่ถังพักโดยการไหลขึ้นสู่ที่สูง ท่อน้ำร้อนเข้าสู่ถังพักจะอยู่สูงกว่าตัวดักไอน้ำ (steam trap) ซึ่งจะทำให้เกิดความดัน (back pressure) ที่กระทำทางขาออกของตัวดัก

ไอน้ำสูงขึ้นและน้ำร้อน (condensate) ที่จะไหลออกจากตัวดักไอน้ำ (condensate) ต้องเดินทางยาวขึ้น

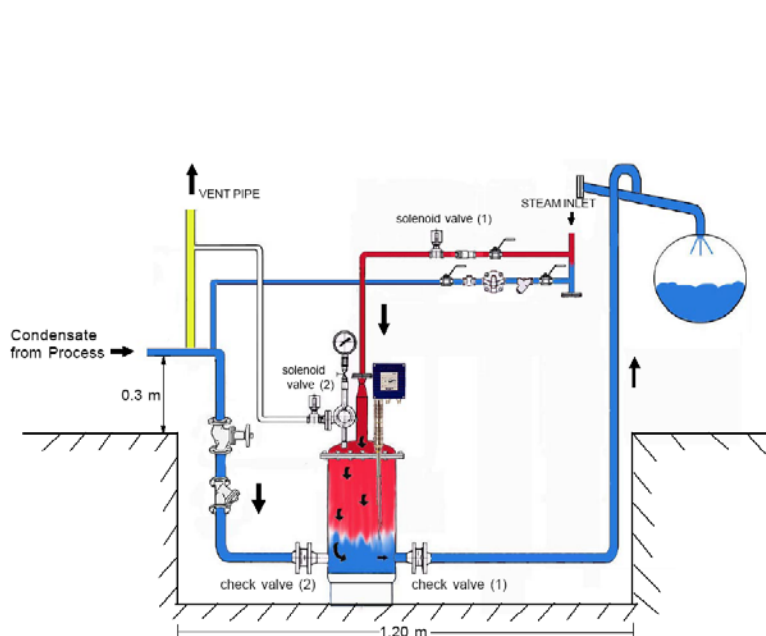
การลดอุณหภูมิของน้ำร้อน (condensate) ทำได้โดยใช้ถังพักขนาดใหญ่และไม่หมุนจนวน เวลาที่ใช้ในการนำ น้ำร้อนกลับของถังพักจากจุดที่ระดับน้ำต่ำ (low level) ถึงจุดที่ระดับน้ำสูง (high level) จะต้องทำให้อุณหภูมิของน้ำร้อน (condensate) ต่ำลงถึงอุณหภูมิ 80°C หรือต่ำกว่า จะพบว่าพลังงานความร้อนที่ยังมีประโยชน์ของน้ำร้อน (condensate) หายไป 30% ดังนั้นน้ำร้อน condensate ทุกๆ ลูกบาศก์เมตรที่นำกลับโดยวิธีนี้จะทำให้สูญเสียพลังงาน 83,000 KJ หรือเท่ากับน้ำมันเชื้อเพลิง 2.03 ลิตร ความร้อนจำเพาะ (น้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 43,000 KJ/ลิตร)

6) **ปั๊มน้ำร้อน (condensate pump) ชนิด steam - power pressure condensate pump**
 คือใช้แรงดันไอน้ำไปปั๊มน้ำคอนเดนเสท เพื่อยกไปหาถัง feed tank การทำงานของปั๊มชนิดนี้ไม่ต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เพียงมีชุด level control และ solenoid valve คอยให้ solenoid valve สลับการทำงานชุด level control จะเป็นชนิด conductivity อาศัยเมื่อระดับน้ำขึ้นไปถึงขาของชุด level control ก็จะทำให้ น้ำซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้า จะทำให้น้ำซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าไปแตะขาใดขาหนึ่งก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าครบวงจร ทำให้หน้า contact ของชุด electrode ไปสั่งให้ solenoid ครบวงจร เช่น เมื่อระดับน้ำถึงขาสูง (hi-level) ก็จะทำให้ solenoid เปิดไอน้ำหรือลมอัดเข้าไปในตัวปั๊ม และมีแรงดันทำให้ตัวคอนเดนเสทถูกขับเคลื่อนผ่าน check valve ทางส่งออกไป ความสูงที่ได้ของน้ำคอนเดนเสทก็ขึ้นกับแรงดันไอน้ำ เช่น 1 barg จะยกน้ำได้สูง 7 เมตร ตามทฤษฎี พอระดับน้ำลดลงถึงระดับกลางขาค่า (low-level) ทำให้คอนเดนเสทชุด electrode ขาค่าครบวงจร และ solenoid valve จะปิดเพราะไม่มีไฟฟ้าเข้าแล้วสั่งการให้ solenoid valve เปิด ทำให้อากาศหรือไอน้ำที่ค้างอยู่ในตัวปั๊มได้ถูก vent ไล่ออกไปทางท่อ vent ทำให้น้ำคอนเดนเสทจะไหลเข้ามาในตัวปั๊มได้ และระดับน้ำจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้อากาศหรือน้ำไปแตะขาสูง (hi-level) solenoid valve vent ปิด และ solenoid valve เปิดให้ไอน้ำเข้ามาในตัวปั๊มใหม่ จะไปดันน้ำคอนเดนเสทต่อไปให้การทำงานจะสลับกันไปเช่นนี้ตลอด

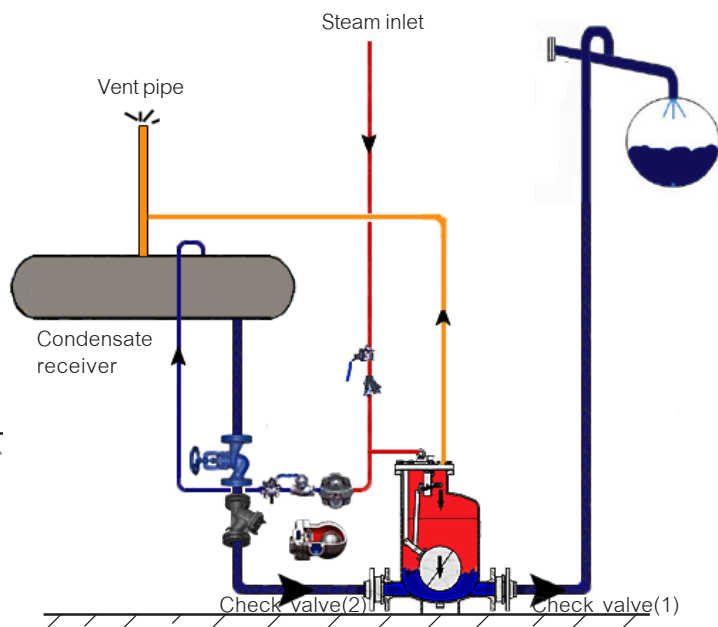
จะเห็นได้ชัดเลยว่าปั๊มชนิดนี้ไม่กลัวเรื่องอุณหภูมิไอน้ำและ flash steam ไม่กลัวเรื่อง cavitation และประหยัดพลังงานในการขับเคลื่อน เพราะใช้ไอน้ำเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้ได้น้ำร้อนกลับเข้า boiler ใหม่ เกิดการประหยัดพลังงาน

แบบ POWER CONDENSATE PUMP มี 2 ชนิด คือ

- แบบ Steam Power Condensate Pump แบบใช้ Level Control ควบคุม
- แบบ Pressure Operated Pump model POP-S ใช้ ลูกกลอย เป็นตัวเปิด-ปิดวาล์ว



Steam Power Condensate Pump



Pressure Operated Pump

Steam - Air Pressure Power Pump / PN 16

The discharge capacity of the pump is a function of :

1. Condensate load in kg/h
2. The pressure of operating medium (steam, compressed air or gas)
3. The total lift or back pressure the pump will have to exhaust against. This includes the change in fluid level elevation after the pump, plus pressure in the return piping, plus the pressure drop caused by friction, plus any other system component pressure drop the pump exhaust will have to overcome.

Operating Pressure	Total lift or back pressure	Dimension DN/Capacity Kg/h			
bar	bar	1"	1 1/2"	2"	3" x 2"
0.34	0.14	725	1225	1725	2810
0.69	0.34	815	1315	1860	3170
0.69	0.14	905	1495	2315	3945
1.70	1.00	905	1495	2315	3945
1.70	0.69	950	1770	2540	4550
1.70	0.34	1040	1905	2765	4715
3.40	2.80	905	1450	2175	3720
3.40	1.70	1040	1680	1630	4440
3.40	0.69	1090	1815	2905	4900
5.20	4.10	905	1540	2270	3855
5.20	2.80	1090	1725	2630	4440
5.20	1.00	1135	1905	2995	5080
6.90	4.10	1000	1630	2630	4490
6.90	2.80	1090	1905	2765	4715
6.90	1.00	1180	2085	2995	5080
8.60	4.10	1040	1765	2720	4625
8.60	2.80	1090	2040	2860	4805
8.60	1.00	1180	2130	3040	5130

Capacity multiplying factors for other filling head				
m	1"	1 1/2"	2"	3" x 2"
0.15	0.7	0.7	0.7	0.9
0.3	1	1	1	1
0.6	1.2	1.2	1.2	1.08
0.9	1.35	1.35	1.35	1.2