

เทคนิคเก่าของ Pruftecknik (Ludeca ในอเมริกา) ที่ให้เลเซอร์สะท้อนกลับ ซึ่งก็เป็นออกแบบที่ฉลาดที่จะเอาชนะข้อจำกัดทางเทคโนโลยีเพราะเมื่อ40ปีมาแล้ว เพราะยังไม่มีการประดิษฐ์คิดค้นเป้ารับแสงโดยตรง (PSD) จึงต้องใช้ตัวรับแสง(CCD)จากกล้องถ่ายวิดีโอมาเป็นเป้ารับเลเซอร์... หวังที่จะต้องวัดที่ความละเอียดระดับ 1 ไมครอน แต่ที่ตัวรับแสง(CCD)ในกล้องถ่ายวิดีโอให้ความละเอียด4-6 ไมครอนต่อ pixel และขนาดของลำแสงเลเซอร์ที่ตกที่ตัวรับแสงก็มีขนาดใหญ่กว่า 3000 ไมครอน นี่จึงเป็นอุปสรรคเพราะหัวใจของการ อไลน์เมนต์คือ"มุม" ที่จะได้จากการคำนวณค่า Tangent ซึ่งก็คือ ความยาวของด้านตรงข้ามมุม (ค่าที่อ่านได้จากตัวรับแสง)หาร ด้วยความยาวของด้านประชิดมุมฉาก(ระยะห่างจากต้นกำเนิดเลเซอร์ถึงตัวรับแสง) ในขณะที่"มุม"จะเท่ากันตลอดระยะทางใดๆ ดังนั้นการจะคำนวณวัดมุมให้แม่นยำ ก็ต้องวัดที่ระยะทางที่ไกลที่สุด นั่นคือการจงใจให้เลเซอร์วิ่งสะท้อนกลับเพื่อให้ระยะทางเป็นสองเท่าจากระยะทางจริง

แต่การให้แสงเลเซอร์สะท้อนกลับมันมีข้อจำกัดมากเพราะเลเซอร์จะต้องสะท้อนเข้าเป้ารับแสง มันเลยต้องการ การ"ปรีอไลน์เมนต์" (pre-alignment)ก่อน

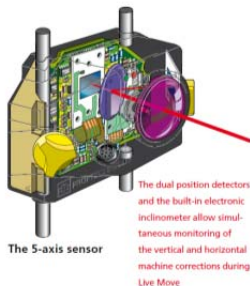
โปรดคลิกเอนเตอร์ ที่นี่ เพื่อดูว่า"ต้องปรับให้เลเซอร์และปรับตัวสะท้อนแสงให้แสงสะท้อนเข้าเป้าตัวรับแสง

คำถาม : ก็ในเมื่อใช้ไดอัลเกจ(dial gauge) ทำปรีอไลน์เมนต์ (pre-alignment) ทำไม ไม่ทำให้มันเสร็จไปเลย แต่กลับมาเอาเครื่องเลเซอร์มาทำงานต่อ?

ทุกวันนี้ เลเซอร์แบบสะท้อนของPruftecknik มีใช้ในรุ่นต่ำเท่านั้น และ Fluke 830 ก็ใช้เลเซอร์แบบสะท้อน ตามที่แสดงที่ <https://www.youtube.com/watch?v=fnu6COrV4wY>

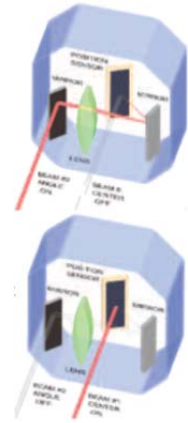
กราฟิคแอนิเมชั่น ของPruftecknik ไม่มีอีกแล้ว "เลเซอร์แบบสะท้อน" แต่ใช้เลเซอร์ลำแสงเดียว ยิงเข้าเป้า ทิศทางเดียว https://www.youtube.com/watch?v=G_jeJNEyUc4 เหมือนกับ Hamar laser

แต่ของHamar laser ใช้สองลำแสงเพื่อให้มีความแม่นยำสูงที่สุด

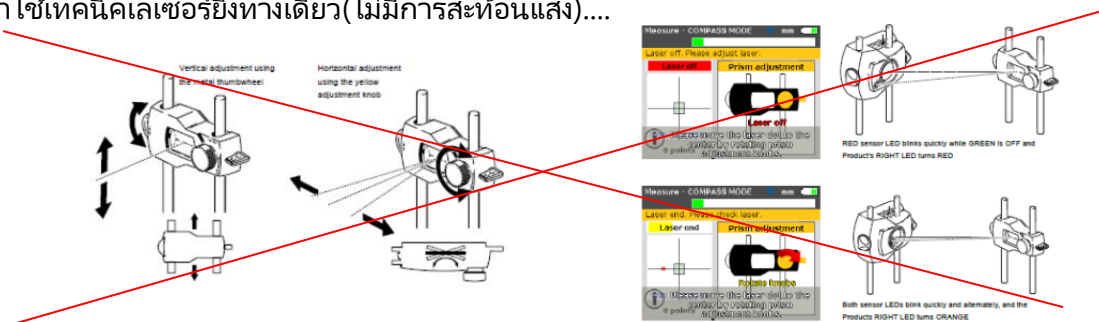


Hamar laser >>

<<Pruftecnik



ทุกวันนี้เป้ารับแสงโดยตรง(PSD)ได้ถูกสร้างออกมาทดแทนการใช้ตัวรับแสง(CCD)จากกล้องวิดีโอ และให้ความแม่นยำกว่า ขณะที่การใช้การสะท้อนแสงก็สร้างปัญหาจากสะท้อนหลุดเป้า มันจึงต้องการทำการอไลน์เมนต์หยาบด้วยไดอัลเกจก่อน นี่คือเหตุผลที่ Prufftecnik ได้ทิ้งเทคโนโลยีที่ตัวเองคิดขึ้นมา แล้วเปลี่ยนมาใช้เทคนิคเลเซอร์ยิงทางเดียว(ไม่มีการสะท้อนแสง)....



กราฟิคแอนิเมชันของ บอโกะไรเรา? แม้แต่โฆษณายังอยู่ในรูปแบบของPruftechnik
Fluke 830 <https://www.youtube.com/watch?v=PNMfJLaoUqo> เปรียบเทียบกับของ
Pruftechnik https://www.youtube.com/watch?v=G_jeJNEyUc4

ขอย้ำอีกครั้งเทคนิคนี้ Pruftechnik ไม่ได้ทำในรุ่นกลางถึงสูงของเขาอีกแล้ว และถ้าเอาPruftechnikรุ่น
เก่าOptalign มาเทียบกับFluke 830, Optalignยังให้ความสามารถ(features) สูงกว่าอีก เช่น sweep
mode, vertical mode แต่ของ Fluke 830 แค่ clock mode
ตามที่แสดงที่ [Fluke 830 https://www.youtube.com/watch?v=PNMfJLaoUqo](https://www.youtube.com/watch?v=PNMfJLaoUqo)

เครื่องมือเลเซอร์ไลน์เมนต์ (laser shaft alignment) แบบที่ใช้เลเซอร์สะท้อน และแบบใช้เลเซอร์สองลำยิง
สวนทางกัน มีจุดอ่อนคือ

1.1) ต้องการทำปรีไลน์เมนต์(pre-alignment)ก่อน เพราะมันจะหลุดเป้าตอนที่หมุน

1.2) ลำแสงเลเซอร์ต้องตั้งฉากกับเป้า

การทำปรีไลน์เมนต์(pre-alignment)ตามที่แสดงที่ https://www.youtube.com/watch?v=P5_oY81h-kk

และที่สำคัญที่สุดคือ ถ้าเพลามีการเคลื่อนที่ในแนวแกน(axial play) เช่นมอเตอร์ที่เป็น sleeve
bearing หรือเครื่องจักรที่เพลามีการเคลื่อนตัวในช่องว่างของ thrust bearing

**ตอนที่ไลน์เมนต์เพลามีการเคลื่อนที่ที่แนวแกนไม่ได้ เพราะจะวัดผิดพลาด ทำให้การไปคำนวณมุม
ผิดพลาด** ตามที่แสดงที่ <https://www.youtube.com/watch?v=JZ7HaMjkXwo>

เครื่องมือเลเซอร์ไม่ว่าเลเซอร์แบบยิงสวนทางกันหรือแบบสะท้อน เมื่อเพลามีการเคลื่อนที่ในแนวแกน มันจะคำนวณมุม
ผิด เรากำลังพูดถึงมุมระดับ micro-radian !!!

**ซึ่งเทคนิคยิงลำแสงทางเดียว(ไม่ใช่สองลำแสงยิงสวนทางกัน หรือ ลำแสงสะท้อนกลับ) จะไม่ทำ
ให้เกิดการคำนวณมุมผิดพลาด เพราะมันอ่านค่ามุมโดยตรง**

เครื่องมือเลเซอร์ไลน์เมนต์ (laser shaft alignment) แบบที่สองลำแสงยิงสวนทางกัน
ตามที่แสดงที่

<https://www.youtube.com/watch?v=fY6dIPjiSc>

<https://www.youtube.com/watch?v=AuSWHZPHktU>

1.1) ต้องการทำปรีไลน์เมนต์(pre-alignment)ก่อน เพราะมันจะหลุดเป้าตอนที่หมุน

1.2) ลำแสงเลเซอร์ต้องตั้งฉากกับเป้า

แต่ Hamar laser

Hamar laser รุ่นต่ำสุด S-660 สามารถอ่านได้ที่มุม ± 6 องศา

Hamar laser รุ่นกลางและสูง S-670/680 สามารถอ่านได้ที่มุม ± 10 องศา

<https://www.youtube.com/watch?v=zk0N2FD2Xss>

- 1) ไม่ต้องการไดอัลเกจมาทำปรีโอลินเมนต์
- 2) หัวเลเซอร์ทั้งคู่สามารถทำงานรองรับการไม่ขนานกันได้สูง
- 3) ไม่กลัวเพลลาที่กำลังโอลินเมนต์เคลื่อนที่ในแนวแกน เนื่องจากเป็นการวัดมุมโดยตรง ดังนั้นถึงแม้เพลลาเคลื่อนที่ตามแนวแกน "มุม" ย่อมคงที่เสมอ

Target Measurement Resolution	Offset: 0.5 micron (.00002") Angular: 0.007 mm/M (.00008 in/ft)
Target Measurement Accuracy	Offset: <0.15% Angular: <0.75%
Angular Sensor Range	$\pm 5^\circ$ ($\pm .085^\circ$ /inch or 8.5 mm/100 mm)

สเปกข้างบน ไม่มีผู้สร้างเลเซอร์รายไหนบอกอย่างชัดเจน เช่น

บอกความละเอียดในการอ่านแต่กลับไม่บอกความแม่นยำในการอ่านค่าที่อ้างว่าละเอียด !!!

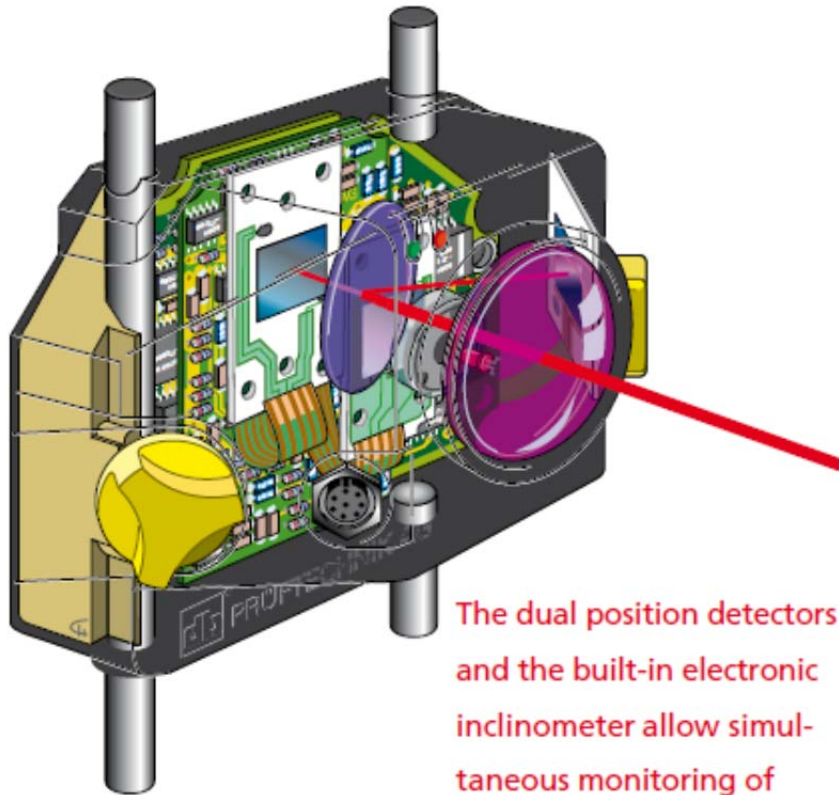
โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความแม่นยำทางมุม ทั้งที่ "มุม" คือหัวใจในการโอลินเมนต์

Hamar laser ให้ความแม่นยำทางมุมที่ **7 ไมครอน ต่อ 1 เมตร**

Hamar laser หัวเลเซอร์ทั้งสองหัวไม่จำเป็นต้องขนานกันที่ 10 องศา เป้ารับแสงก็ยังทำงานได้

สเปกพวกนี้ ผู้สร้างเลเซอร์อื่นๆ ไม่แสดง เพราะมันเป็นการฟ่องตัวเอง

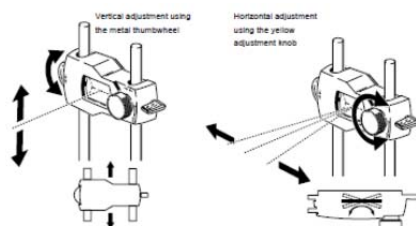
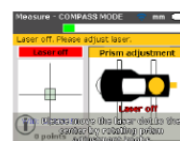
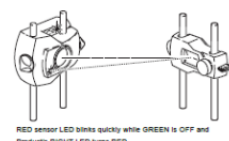
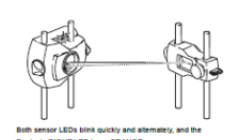
เทคนิคใหม่ของ Pruftechnik ใช้เลเซอร์ลำแสงเดียวยังเข้าเป้าโดยตรง (ไม่มีการสะท้อนอีกแล้ว) เทคนิคนี้เหมือนของ Hamar laser แต่ของ Hamar laser ใช้สองลำแสง วิ่งในทิศทางเดียวกัน จนเข้า เพื่อให้ได้ความแม่นยำสูงสุดที่ข้อมูลที่แกว่งไปมาต่ำที่สุด (Repeatability)



The 5-axis sensor

The dual position detectors and the built-in electronic inclinometer allow simultaneous monitoring of the vertical and horizontal machine corrections during Live Move

เทคนิคเก่าของ Pruftechnik เลเซอร์แบบสะท้อน ไม่มีในรุ่นกลางและสูงอีกแล้ว แต่ยังใช้ในรุ่นต่ำๆ แต่ Fluke 830 ใช้เทคนิคนี้



เทคนิคเก่าของ Pruftechnik เลเซอร์แบบสะท้อน ไม่มีในรุ่นกลางและสูงอีกแล้ว แต่ยังใช้ในรุ่นต่ำๆ แต่ Fluke 830 ใช้เทคนิคนี้

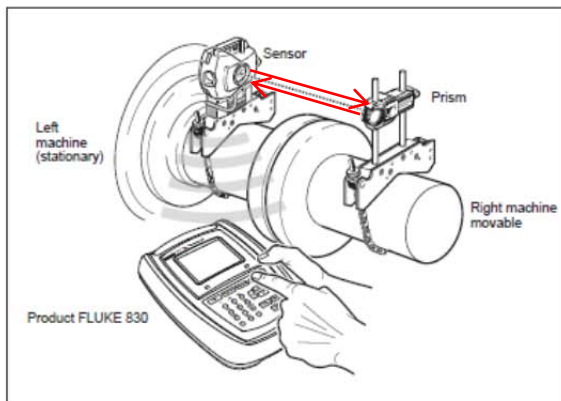
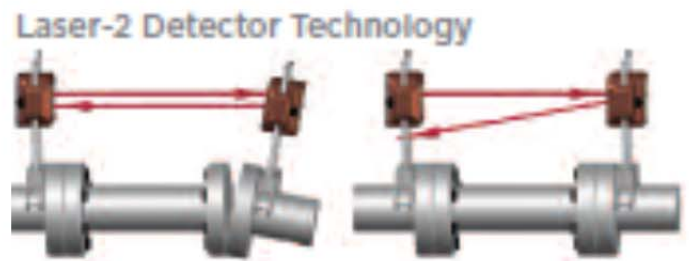


Figure 6-1. Mounting components across the coupling



One reflect laser

Cross laser (two reverse laser)

สังเกต เมื่อเริ่มออนไลน์เมนต์ หัวเลเซอร์ทั้งคู่จะอยู่ที่ 12 นาฬิกา(0 องศา) ไม่ว่าเลเซอร์แบบยิงสวนทางกัน หรือแบบสะท้อน สามารถปรับให้แสงวิ่งเข้าเป้าได้เสมอ แต่ในเมื่อเพลายังไม่ได้รับการปรับให้ตรงกัน(ก็เราถึง มาออนไลน์มันนี่)

ลำแสง และ ตัวสะท้อน(prism)ต่างคนต่างถูกยึดอยู่กับเพลที่มันถูกติดตั้งอยู่ แต่เพลายังไม่ได้ออนไลน์มันต์!!! เมื่อหมุนเพลออกจากตำแหน่ง 12 นาฬิกา การยิงแสงจึงไม่เข้าเป้ารับแสง เพราะ "มุม"ที่เกิดขึ้นจากเพลาสองเพลที่ยังไม่ได้ปรับแต่งให้ตรงกัน

Prism

The prism is mounted on the shaft or solid coupling of the machine to be moved. It reflects the laser beam back into the position detector as the shafts are rotated. The locking lever flips into the horizontal position, facing forward, to hold the prism in place on the bracket posts. The prism is adjusted by changing its vertical position and its horizontal angle (using the thumbscrews) so that the beam is reflected directly back into the sensor.

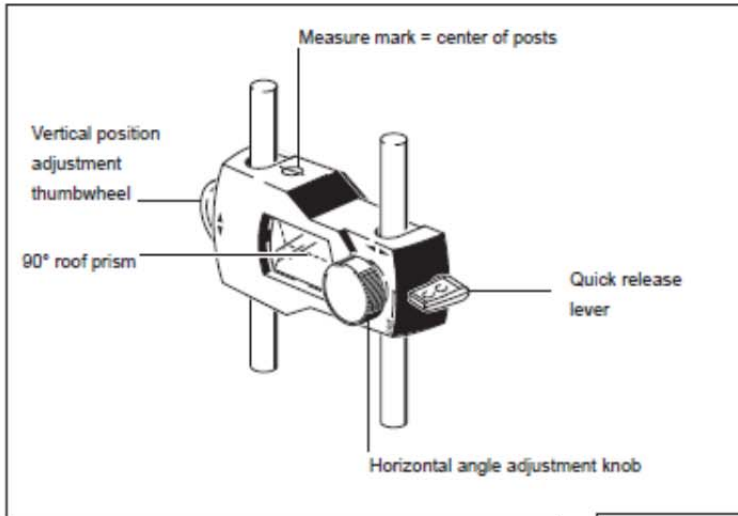


Figure 4-5. Parts of the prism

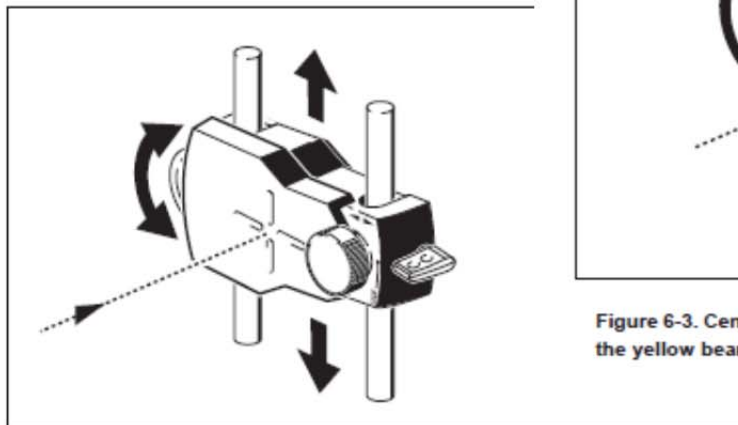


Figure 6-2. Laser dot centered on prism dust cap

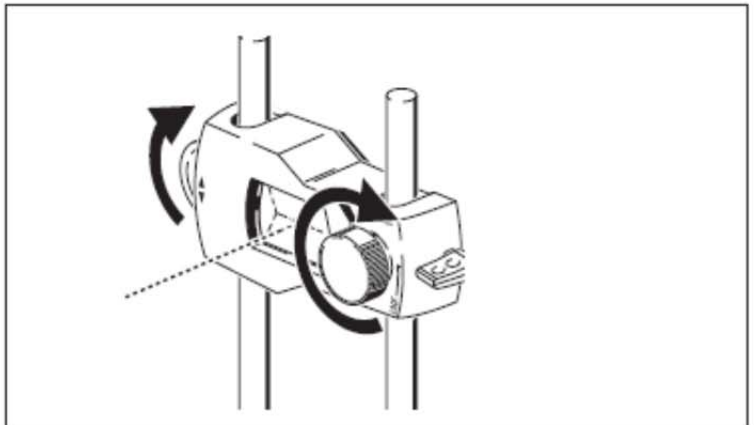


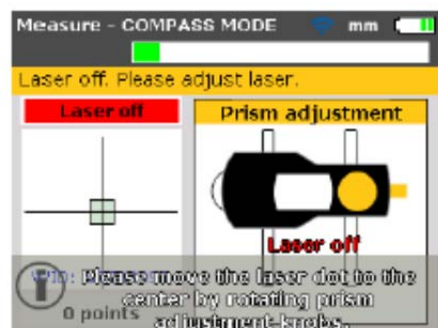
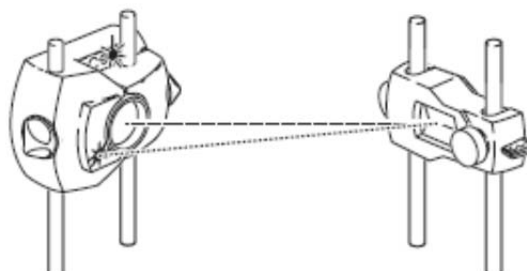
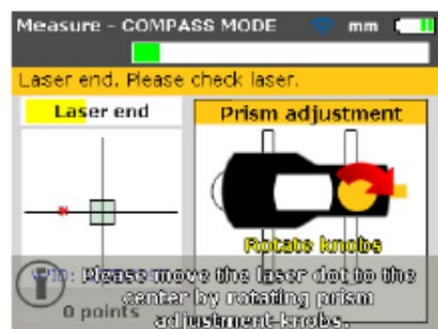
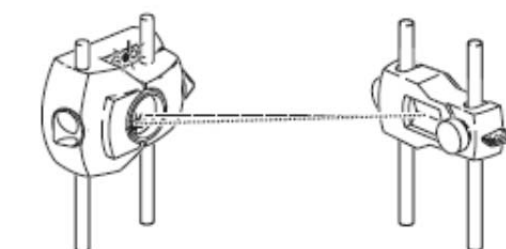
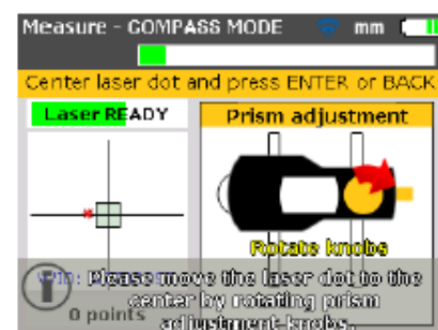
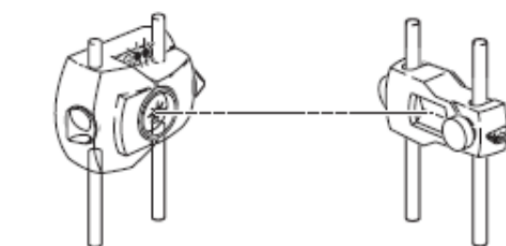
Figure 6-3. Centering the reflected laser beam using the thumbwheel and the yellow beam adjustment knob

Center beam such that the Product's right LED turns blue

Adjust the laser beam such that the laser dot on the display screen is positioned in the green square in the center of the detector display.

- Horizontal adjustment with yellow prism knob
- Vertical adjustment with the side metal thumbwheel.

The Product's right LED turns blue.



สังเกต เมื่อเริ่มออนไลน์เมนต์ หัวเลเซอร์ทั้งคู่จะอยู่ที่ 12 นาฬิกา(0 องศา) ไม่ว่าเลเซอร์แบบยิงสวนทางกัน หรือแบบสะท้อน สามารถปรับให้แสงวิ่งเข้าเป้าได้เสมอ แต่ในเมื่อเปล่ายังไม่ได้รับการปรับให้ตรงกัน(ก็เรากำลังมาออนไลน์นี่งัย)

ลำแสง และ ตัวสะท้อน(prism)ต่างคนต่างถูกยึดอยู่กับเพลลาที่มันถูกติดตั้งอยู่ แต่เปล่ายังไม่ได้ออนไลน์เมนต์!!! เมื่อหมุนเพลลาออกจากตำแหน่ง 12 นาฬิกา การยิงแสงจึงไม่เข้าเป้ารับแสง เพราะ "มุม"ที่เกิดขึ้นจากเพลลาสองเพลลาที่ยังไม่ได้ปรับแต่งให้ตรงกัน