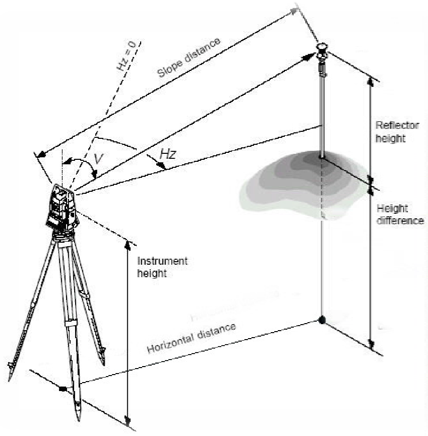
คู่มือการจัดการความรู้

(Knowledge Management)

การวางแนวศูนย์กลางถนนระบบพิกัดฉาก

ด้วยกล้อง Total Station



โดย

ส่วนสำรวจและออกแบบ

สำนักงานทางหลวงที่ ๔

กรมทางหลวง

การวางแนวศูนย์กลางถนน ระบบพิกัดฉาก ด้วยกล้อง Total Station

วัตถุประสงค์

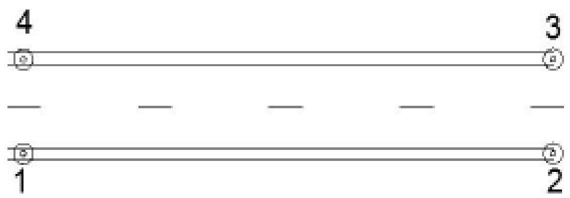
1. เพื่อวางแนวศูนย์กลางถนน โดยใช้ระบบพิกัดฉาก
2. เพื่อลดความเสี่ยงในการปฏิบัติงานโดยไม่ต้องตั้งกล้องบนกลางถนน

เครื่องมือ

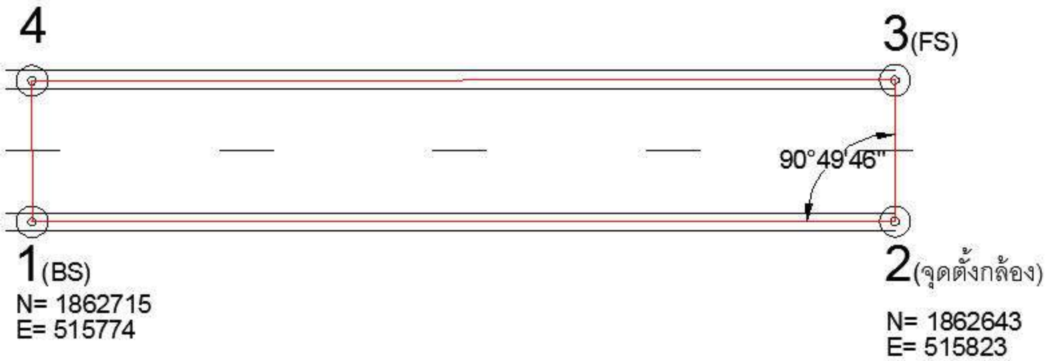
1. กล้องประมวลผลแบบรวม Total Station
2. เป้าสะท้อนแสงแบบขาตั้ง
3. เป้าสะท้อนแสง แบบเลื่อนขึ้นลงได้
4. ค้อน
5. ตะปู
6. เทปวัดระยะ

วิธีการปฏิบัติ

1. กำหนดหมุดวงรอบปิด (Close Traverse) ให้ครอบคลุมจุดเริ่มต้นที่ต้องการสำรวจถึงจุดสิ้นสุด เพื่อทำวงรอบไว้ข้างถนนเดิมให้เป็นวงรอบปิด

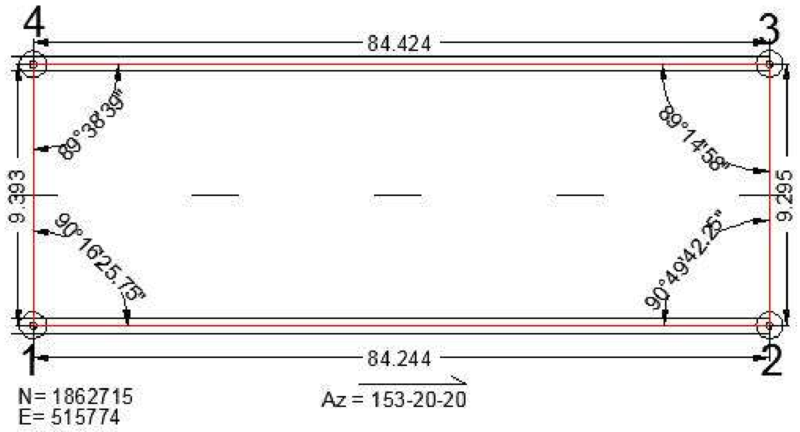


2. เริ่มทำการรังวัดวงรอบปิด โดยการตั้งกล้อง หมุดที่ 2 ทำการส่อง Backsight ไปยังหมุดที่ 1 และเปิดมุมไปยังหมุดที่ 3 ทำต่อครบทุกหมุดจนครบวงรอบ



3. ทำการคำนวณปรับแก้มุมวงรอบ แล้วคำนวณหาพิกัดของแต่ละหมุด กำหนดค่าพิกัดจุดแรกออก หมุดที่ 1 ให้ N=1,862,715.000 , E=515,774.000 เปิดมุม Azimuth ได้ค่า = 153°-20’-20’’

มุม1 90° 16’ 22.5”	ระยะ 1 2 = 84.244
2 90° 49’ 42.25”	2 3 = 9.295
3 89° 14’ 58”	3 4 = 84.424
4 89° 38’ 39”	4 1 = 9.393
Σ 360° 00’ 00”	Σ = 187.356 M



การคำนวณการปรับแก้มุม

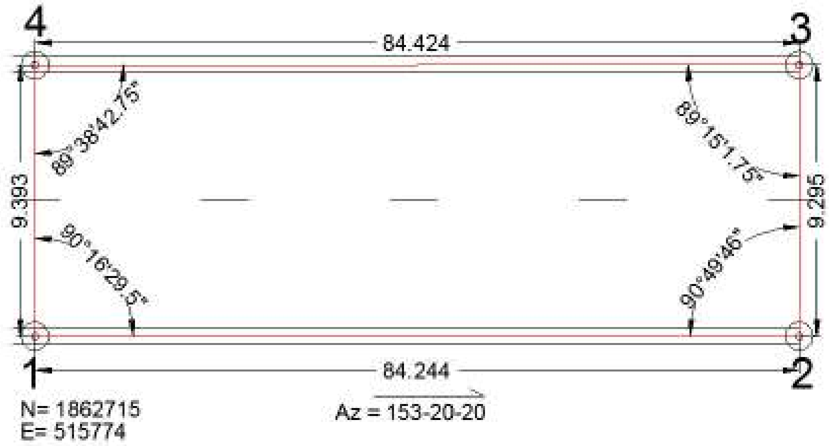
STA	ค่ามุม	ค่าแก้	ค่ามุมที่แก้แล้ว	หมายเหตุ
1	90° 16’ 22.5”	3.75”	90° 16’ 29.50”	
2	90° 49’ 42.25”	3.75”	90° 49’ 46”	
3	89° 14’ 58”	3.75”	89° 15’ 1.75”	
4	89° 38’ 39”	3.75”	89° 38’ 42.75”	
Σ	359° 59’ 45”		360° 00’ 00”	
(N-2) x 180	360° 00’ 00”			
	15”			

ค่าแก้มุมละ 15”/4 = 3.75”

ยอมให้มุมผิดได้ไม่เกิน 12”$\sqrt{N}$ = 12”$\sqrt{4}$= 24”

แต่ Σ มุมที่ส่องได้ -(N-2)x180 = 15”

เพราะฉะนั้นผลการรังวัดใช้ได้เพราะ 15” < 24”



วิธีการคำนวณภาคของทิศ 1-2 ไปยัง หมุด 3

ภาคของทิศชี้ไป = ภาคของทิศชี้มา + มุม ± 180°

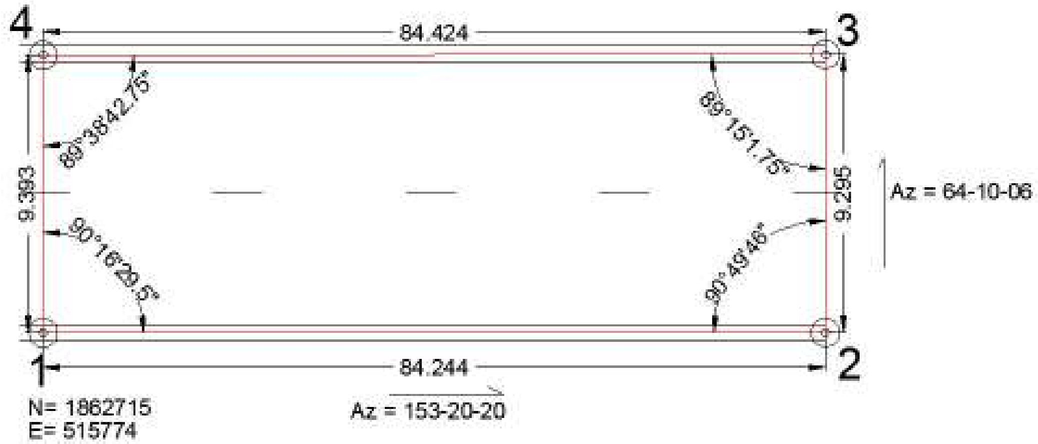
ภาคของทิศแกน 2-3 = ภาคของทิศ 1-2 + 90°49’ 46” ± 180°

= 153° 20’ 20” + 90°49’46” + 180°

= 424° 10’ 06”

= 424° 10’ 06” - 360° = 64°10’06”

ภาคของทิศแกน 2-3 = 64° 10’ 06”



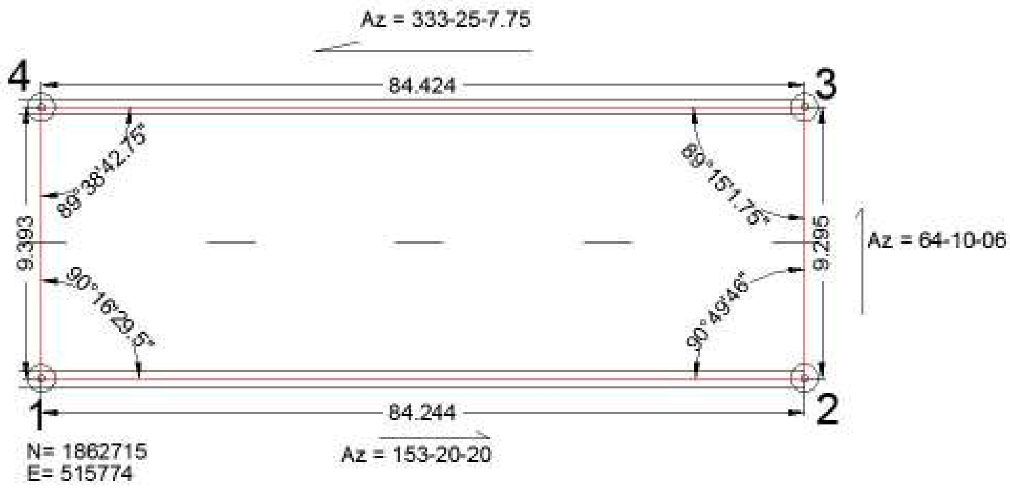
วิธีการคำนวณภาคของทิศ 2 - 3 ไปยัง หมุด 4

ภาคของทิศชี้ไป = ภาคของทิศชี้มา + มุม ± 180°

ภาคของทิศแกน 3-4 = ภาคของทิศ 2-3 + 89°15' 1.75" ± 180°

= 64°10' 06" + 89°15'1.75" + 180°

ภาคของทิศแกน 3-4 = 333°25' 7.75"



วิธีการคำนวณภาคของทิศ 3-4ไปยัง หมุด 1

ภาคของทิศชี้ไป = ภาคของทิศชี้มา + มุม $\pm$ 180^{o}

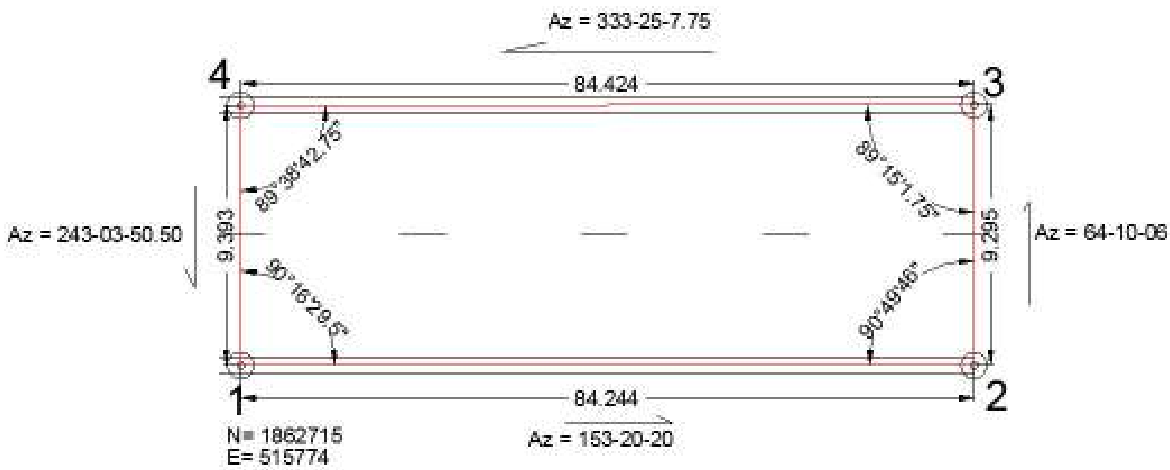
ภาคของทิศแกน 4-1 = ภาคของทิศ 3-4 + 89^{o}38' 42.75" $\pm$ 180^{o}

= 333^{o}25' 7.75" + 89^{o}38'42.75" + 180^{o}

= 603^{o}03' 50.50"

= 603^{o} 03' 50.50" - 360^{o} = 243^{o}03'50.50"

ภาคของทิศแกน 4-1 = 243^{o} 03' 50.50"



วิธีการคำนวณหาค่าพิกัดหมุดที่ 2

N2 = N1+ΔN

ΔN = Dist. x cos(Az) = 84.244 x cos(153°-20'-20") = -75.287

N2 = 1,862,715.000 + (-75.287) = 1,862,639.713

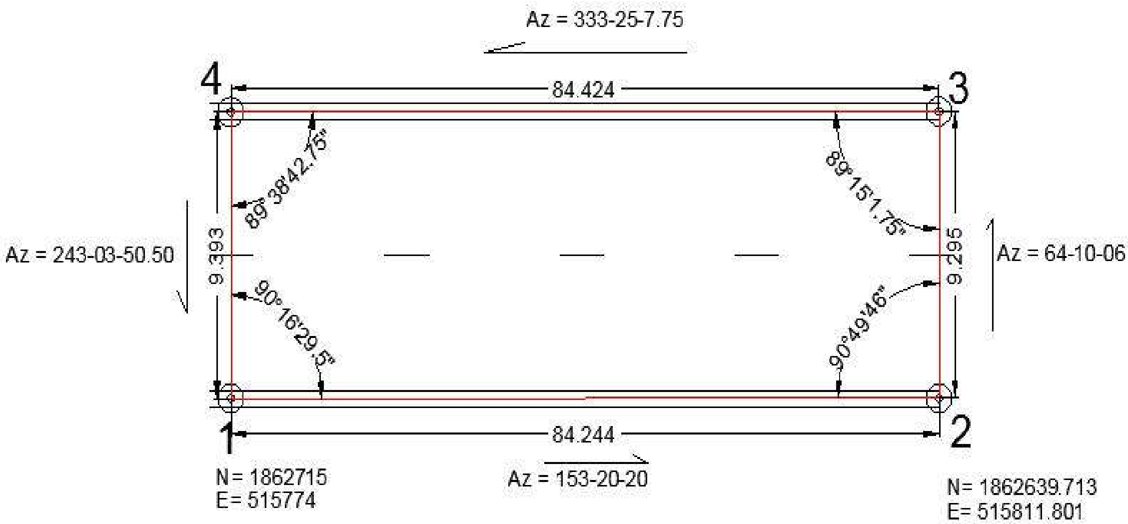
จาก E2 = E1+ΔE

ΔE = Dist. x sin(Az) = 84.244 x sin(153°-20'-20") = 37.801

E2 = 515,774.000 + 37.801 = 515,811.801

:ดังนั้นหมุดที่2 N = 1,862,639.713

E = 515,811.801



วิธีการคำนวณหาพิกัดหมุดที่ 3

$N3 = N2 + \Delta N$

ΔN= Dist. x cos(Az) = 9.295 x cos(64° 10’ 06”) = 4.050

N3= 1,862,639.713 + 4.050 = 1,862,643.763

จาก $E3 = E2 + \Delta E$

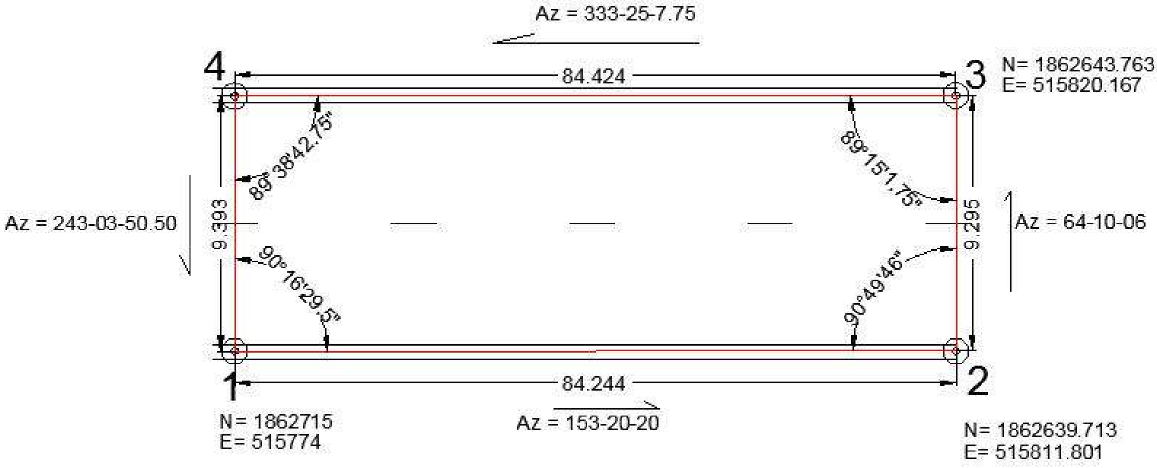
ΔE= Dist. x sin(Az) = 9.295 x sin(64° 10’ 06”) = 8.366

E3= 515,811.801 + (8.366) = 515,820.167

ดังนั้นพิกัดของหมุดที่ 3 จะได้

N = 1,862,643.763

E = 515,820.167



วิธีการคำนวณหาพิกัดหมุดที่ 4

$N4 = N3+\Delta N$

ΔN= Dist. x cos(Az) = 84.424 x cos(333°25' 7.75") = 75.500

N4= 1,862,643.763 + 75.000 = 1,862,719.263

จาก $E4 = E3+\Delta E$

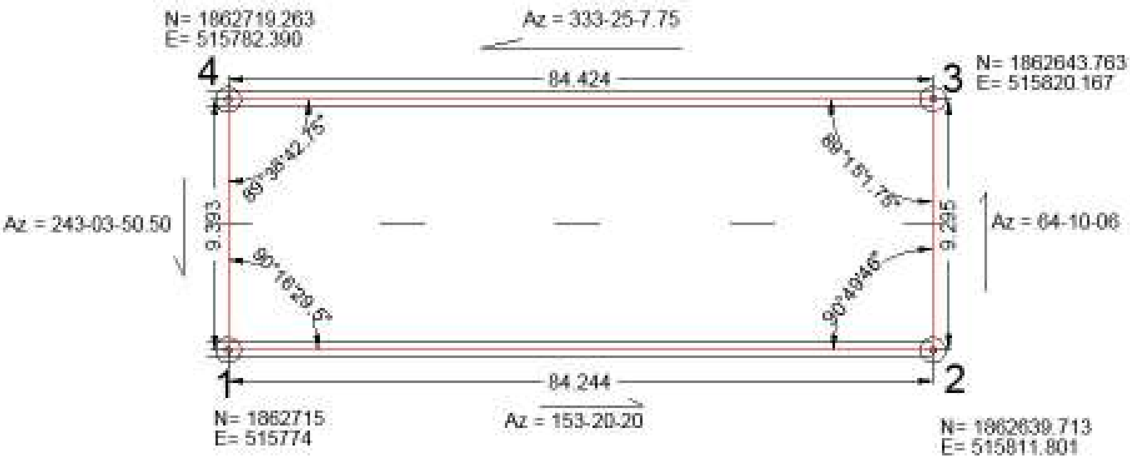
ΔE= Dist. x sin(Az) = 84.424 x sin(333°25' 7.75") = -37.777

E4= 515,820.167 + (-37.777) = 515,782.390

ดังนั้นพิกัดของหมุดที่ 4 จะได้

N = 1,862,719.263

E = 515,782.390



4. กำหนดจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุดที่จะทำการวางแนวสายทาง โดยการแบ่งกึ่งกลางถนนเดิม

5. ทำการตั้งกล้อง หมุดที่ 1 ทำการส่อง Backsight ไปยังหมุดที่ 4 เพื่อเปิดมุมไปที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด และคำนวณหาค่าพิกัดฉาก

วิธีการคำนวณหาค่าพิกัดของSTA. เริ่มต้น

$N = N1+\Delta N$

$\Delta N = \text{Dist. x } \cos(Az) = 16.548 \text{ x } \cos(349^{\circ} 25' 17.7'') = 16.267$

$N = 1,862,715.000 + 16.267 = 1,862,731.267$

จาก $E = E1+\Delta E$

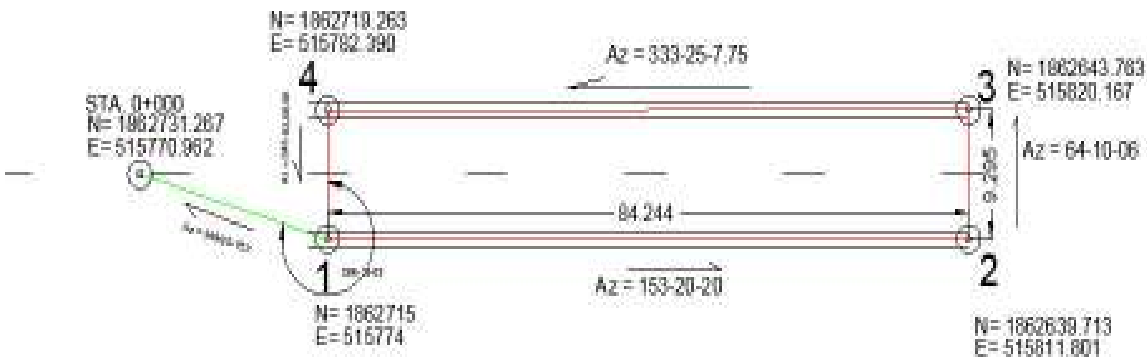
$\Delta E = \text{Dist. x } \sin(Az) = 16.548 \text{ x } \sin(349^{\circ} 25'1 7.7'') = -3.038$

$E = 515,774.000 + (-3.038) = 515,770.962$

ดังนั้นพิกัดของSTA.เริ่มต้น จะได้

$N = 1,862,731.267$

$E = 515,770.962$



วิธีการคำนวณหาค่าพิกัดของSTA.อ้างอิง

$N = N1+\Delta N$

$\Delta N =$ Dist. x cos(Az) = 72.654 x cos(149° 40’ 27.7”) = -62.713

$N =$ 1,862,715.000 + (-62.713) = 1,862,652.287

จาก $E = E1+\Delta E$

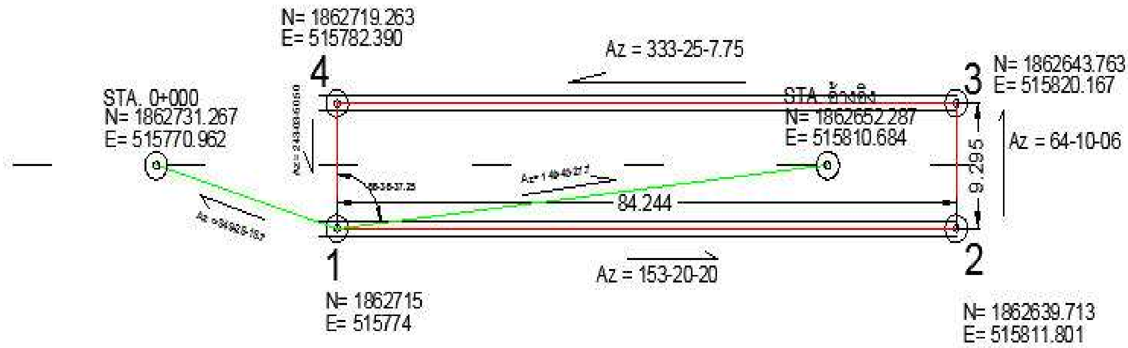
$\Delta E =$ Dist. x sin(Az) = 72.654 x sin(149° 40’2 7.7”) = 36.684

E= 515,774.000 + 36.684 = 515,810.684

ดังนั้นพิกัดของSTA.อ้างอิง จะได้

N =1,862,652.287

E =515,810.684



6. ทำการคำนวณหาค่าพิกัดจุดเริ่มต้นบน Centerline แนวที่ทำการสำรวจไปเรื่อยๆจนกระทั่งถึงจุดสิ้นสุดของการวางแนวสายทาง

วิธีการคำนวณ Azimuth บน Centerline แนวสำรวจ

$\Delta N =$ N(STA.อ้างอิง)- N(STA.เริ่มต้น)

= 1,862,652.287 -1,862,731.267

= -78.980

$\Delta E =$ E(STA.อ้างอิง) - E(STA.เริ่มต้น)

= 515,810.684 - 515,770.962

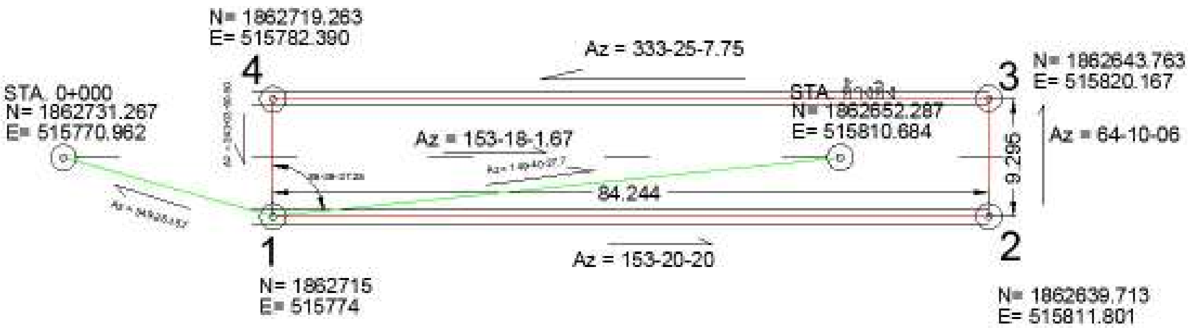
= 39.722

$\tan(Az_{\text{STA.เริ่มต้น ->STA.อ้างอิง}}) = \Delta E/\Delta N$

$Az_{\text{STA.เริ่มต้น ->STA.อ้างอิง}} = \tan^{-1}(\Delta E/\Delta N)$

$= \tan^{-1}(-78.980/39.722)$

$= 153^{\circ}18' \, 1.67''$



วิธีการคำนวณหาพิกัด Centerline บนแนวสำรวจทุกๆ 25.00 เมตร

$N_{STA.0+025} = N_{STA.เริ่มต้น} + \Delta N$

ΔN = Dist. x cos(Az) = 25.00 x cos(153° 18’ 1.67”) = -22.334

N = 1,862,731.267 + (-22.334) = 1,862,709.933

$E_{STA.0+025} = E_{STA.เริ่มต้น} + \Delta E$

ΔE= Dist. x sin(Az) = 25.00 x sin(153° 18’1 .67”) = 11.233

E = 515,770.962 + 11.233 = 515,782.195

ดังนั้นพิกัดของSTA.0+025 จะได้

N = 1,862,709.933

E = 515,782.195

STATION	L	l	DEFLECTION			AZIMUTH FROM "N"			LATTITUAD	N	DEPARTUDE	E
		2*Rsin d/2	○	'	"	°	'	"	lcos AZ		lsinAZ	
000+000.000						153	18	1.67		1862731.267		515770.962
000+025.000	25.00								-22.334	1862708.933	11.233	515782.195
000+050.000	25.00								-22.334	1862686.599	11.233	515793.428
000+075.000	25.00								-22.334	1862664.265	11.233	515804.661
000+100.000	25.00								-22.334	1862641.931	11.233	515815.894
000+125.000	25.00								-22.334	1862619.597	11.233	515827.127
000+150.000	25.00	0				153	18	1.67	-22.334	1862597.263	11.233	515838.36

ขั้นตอนการวางโค้ง

1. หาค่า D ของโค้งโดยการ Trial ค่า E ในสนาม
2. เล็งแนวจุดสกัดเพื่อหา PI ในสนาม
3. วัดระยะจาก PI มายังกึ่งกลางโค้ง เพื่อได้ค่า E
4. นำค่า E ที่ได้แทนค่าสมการเพื่อหาค่า T

   E = 5.350 เมตร

   $T = E/ (\tan\Delta/2)$

   $= 5.350/(\tan 18^{\circ}06'20''/2)$

   $= 67.621$ เมตร

5. นำค่า T ที่ได้แทนค่าในสมการเพื่อหาค่า R

   $R = T/ (\tan\Delta/2)$

   $= 67.621 / (\tan 18^{\circ}06'20''/2)$

   $= 424.413$ เมตร

6. นำค่า R ที่ได้แทนค่าในสมการเพื่อหาค่า D

   $D = 5729.578 / R$

   $= 5729.578 / 424.413$

   $D = 13^{\circ}\ 30'\ 00''$

STATION	L	l	DEFLECTION			AZIMUTH FROM "N"			LATTITUAD	N	DEPARTUDE	E
		2*Rsin d/2	°	'	"	°	'	"	lcos AZ		lsinAZ	
000+000.000						153	18	1.67		1862731.267		515770.962
000+025.000	25.00								-22.334	1862708.933	11.233	515782.195
000+050.000	25.00								-22.334	1862686.599	11.233	515793.428
000+075.000	25.00								-22.334	1862664.265	11.233	515804.661
000+100.000	25.00								-22.334	1862641.931	11.233	515815.894
000+125.000	25.00								-22.334	1862619.597	11.233	515827.127
000+150.000	25.00	0				153	18	1.67	-22.334	1862597.263	11.233	515838.36
000+175.000	25.00	24.996	1	41	15	151	36	46.68	-21.99	1862575.273	11.884	515850.244
000+200.000	50.00	49.971	3	22	30	149	55	31.68	-43.244	1862532.029	25.042	515875.286
000+225.000	75.00	74.902	5	3	45	148	14	16.68	-63.685	1862468.344	39.428	515914.714
000+250.000	100.00	99.769	6	45	0	146	33	1.68	-83.244	1862385.1	54.993	515969.707
000+275.000	125.00	124.549	8	26	15	144	51	46.68	-101.853	1862283.247	71.682	516041.389
000+284.115	134.12	133.558	9	3	9.95	143	10	31.68	-106.91	1862176.337	80.05	516121.439

7. ทำหมุดหลักฐานในระบบพิกัดฉากใช้สำหรับอ้างอิง

8. ทำการวางแนวค่าพิกัดถนนเดิม โดยใช้โปรแกรม Layout ในกล้อง Total Station

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวางแนวศูนย์กลางถนนระบบพิกัดฉากด้วยกล้อง Total Station

1. ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องตั้งกล้องกลางถนน ทำให้ลดความเสี่ยงต่อกลางเกิดอุบัติเหตุ
2. ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระบบพิกัดฉาก มีความแม่นยำกว่าการวัดระยะด้วยเทปวัดระยะ
3. ใช้ระยะเวลาในการทำน้อยลง
4. มีข้อมูลแนวศูนย์กลางในระบบพิกัดฉาก สามารถวางแนวในตำแหน่งเดิมได้ตลอด
5. นำข้อมูลไปใช้ในงานก่อสร้างทางได้เลย
6. ใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบแนวเขตทางหลวงได้

ตารางข้อมูลวงรอบ

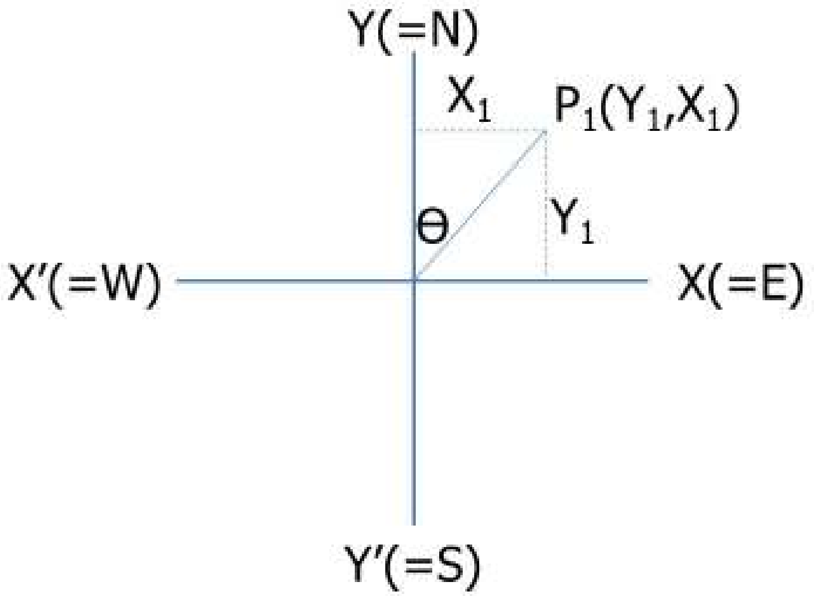
มุมที่	STATION	หน้า	มุมที่อ่านได้	ระยะ	หมายเหตุ
		L			
		L			
		R			
		R			
		L			
		L			
		R			
		R			
		L			
		L			
		R			
		R			
		L			
		L			
		R			
		R			

ตารางการตรวจสอบมุม

STA	ค่ามุม	ค่าแก้	ค่ามุมที่แก้แล้ว	หมายเหตุ

ภาคผนวก ก. ระบบพิกัดฉาก (RECTANGULAR COORDINATE)

ในงานสำรวจโดยปกติแล้วตำแหน่งของจุดต่างๆ จะต้องอ้างถึงแกนสองแกนหรือเส้นสองเส้น ซึ่งตั้งได้ฉากซึ่งกันละกัน แกนสองแกนนี้เราเรียกว่าแกนพิกัดฉาก และจุดตัดของแกนทั้งสองเราเรียกว่า จุดศูนย์กำเนิด (Origin of coordinate)



จากรูปกำหนดให้ XX’ เป็นพิกัดราบ

YY’ เป็นพิกัดตั้ง

α เป็น R.B. หรือ Bearing

OP (ใด ๆ) เป็นด้านของวงรอบให้ยาวเท่ากับ L

X,Y (ใด ๆ) เป็นพิกัดฉากจากศูนย์กำเนิด

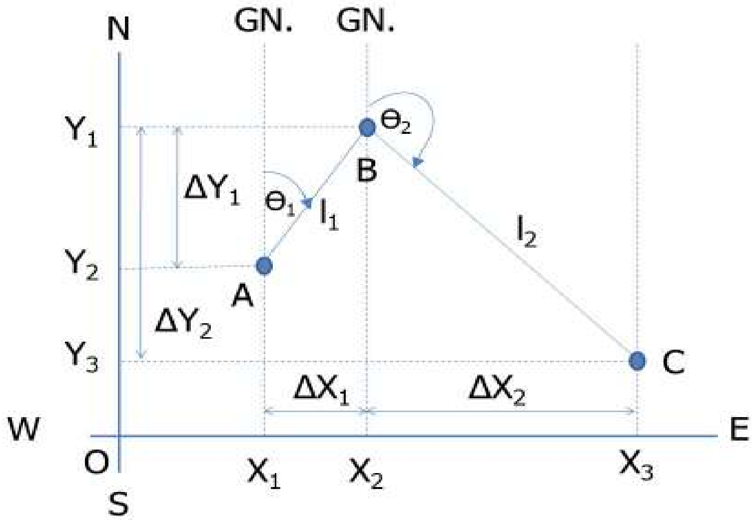
lเป็นระยะวงรอบ

ในทางสำรวจเราจะให้แกนสองแกนนี้เป็น เหนือ – ใต้ และ ออก – ตก เพราะฉะนั้นใน Quadrant ที่ 1 พิกัดฉากก็จะเป็น N – E, Quadrant 2 ก็จะเป็น S – E, Quadrant 3 ก็จะเป็น S – W Quadrant 4 ก็จะเป็น N – W (หรือ น.อ. ต.อ. ต.ฎ. น.ต. ตามลำดับ)

เครื่องหมายพิกัดฉาก

P อยู่ใน Quadrant	เครื่องหมายพิกัดฉาก		WCB (θ)
	Y	X	
1	+N	+E	0 - 90
2	-S	+E	90 - 180
3	-S	-W	180 - 270
4	+N	-W	270 - 360

LATITUDES และ DEPARTURES (ส่วนของแกนตั้งและส่วนของแกนราบ)



จากรูปกำหนดให้ O เป็น Origin หรือจุดศูนย์กำเนิด

Δy ใด ๆ เป็น Latitude

Δx ใด ๆ เป็น Departure

A,B,C เป็นหมุดของวงรอบ

θ_1 , θ_2 เป็น Azimuth (= WCB)

1 เป็นระยะวงรอบ

ในวงรอบด้าน AB

Latitude $= \Delta y_1 = l_1 \cos\theta_1$

Departure $= \Delta x_1 = l_1 \sin\theta_1$

หรือ เนื่องจากว่า AB อยู่ใน Quadrant ที่ 1

$\Delta y_1 = \Delta N = l_1 \cos\theta_1$

$\Delta x_1 = \Delta E = l_1 \sin\theta_1$

สรุปเป็นสูตรทั่วไปว่า

$\Delta y_1 =$ Latitude $= l_1 \cos\theta_1$

$\Delta x_1 =$ Departure $= l_1 \sin\theta_1$

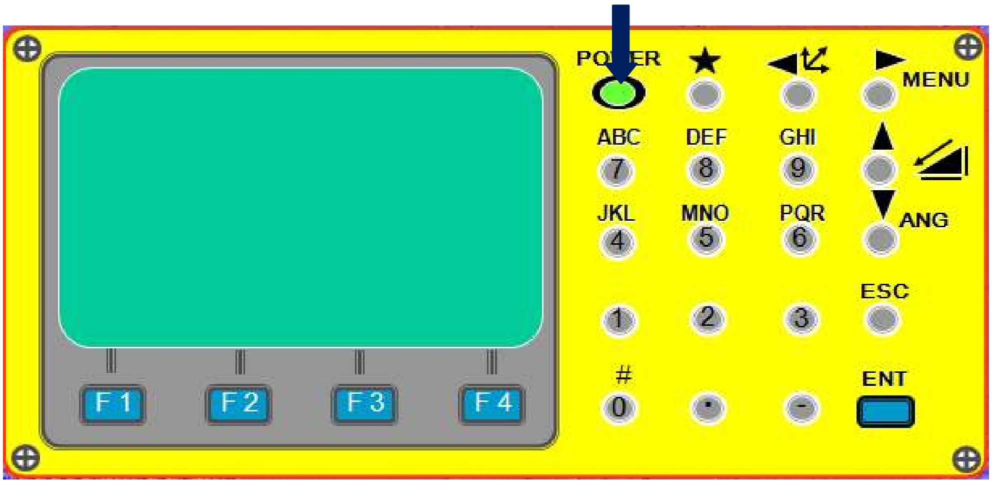
การคำนวณจะใช้ θ (= WCB) หรือจะใช้ α(= RB) ก็ได้ถ้าใช้ θ เครื่องหมายจะออกมาเป็นบวกลบเลยถ้าใช้เครื่องคำนวณไฟฟ้า ส่วนการใช้ α จะต้องจำค่าเครื่องหมายของ Latitude และ Departure ดังตารางข้างล่าง

เครื่องหมายของ LATITUDE และ DEPARTURE

ด้านของวงรอบอยู่ใน Quadrant ที่	Latitude ΔY	Departure ΔX	WCB (θ)	RB.α
1	+	+	0 - 90	N α E
2	-	+	90 - 180	S α E
3	-	-	180 - 270	S α W
4	+	-	270 - 360	N α W

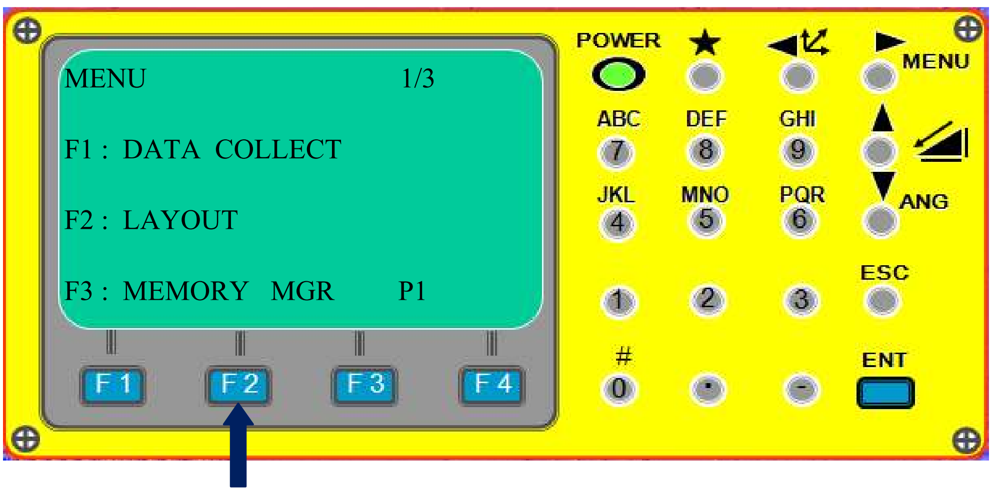
ภาคผนวก ข. วิธีการหาตำแหน่งของค่าพิกัด (LAYOUT) ในกล้อง Total Station

เปิดกล้องโดยกด POWER

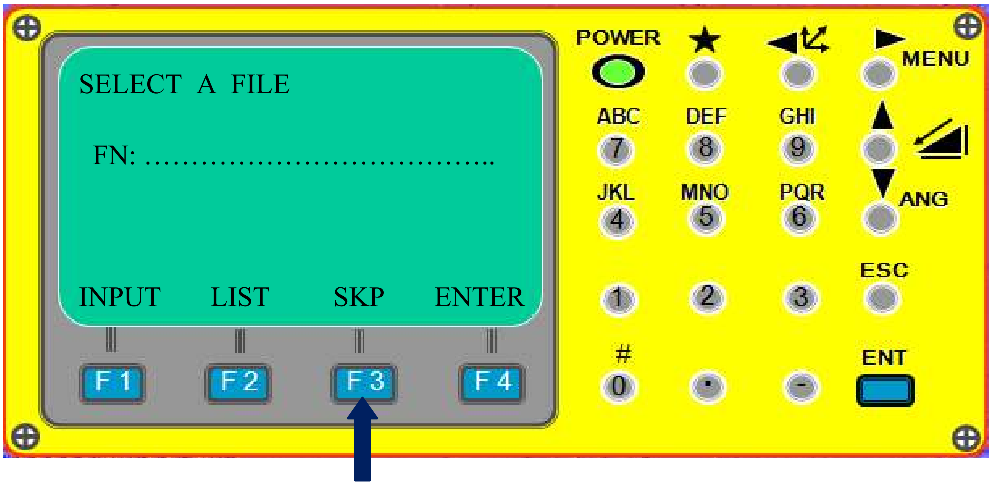


1. กดที่ MENU

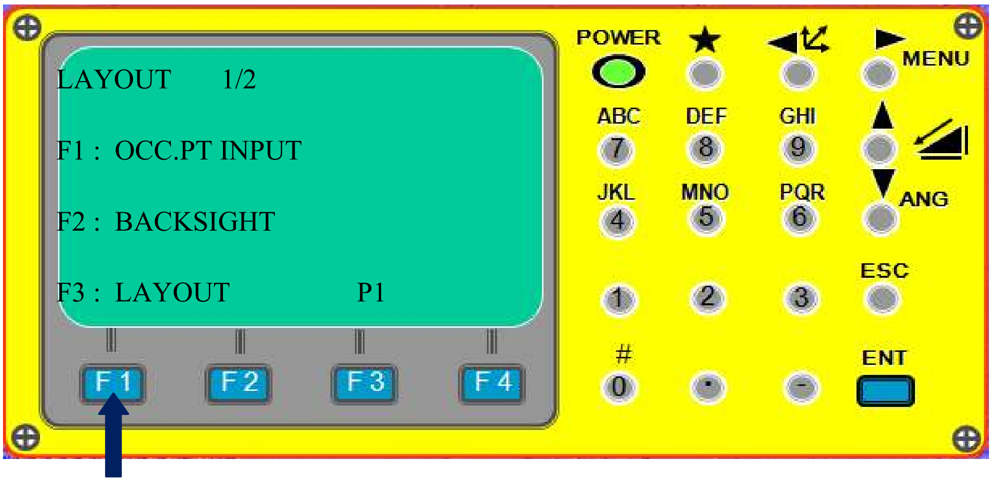
2. กดที่ F2 (LAYOUT)



3. หน้าจอจะขึ้นเพื่อให้ป้อนไฟล์งาน (ในกรณีที่ไม่ได้สร้างไฟล์งานไว้ในกล้อง) ให้กดที่ F3 (SKP)

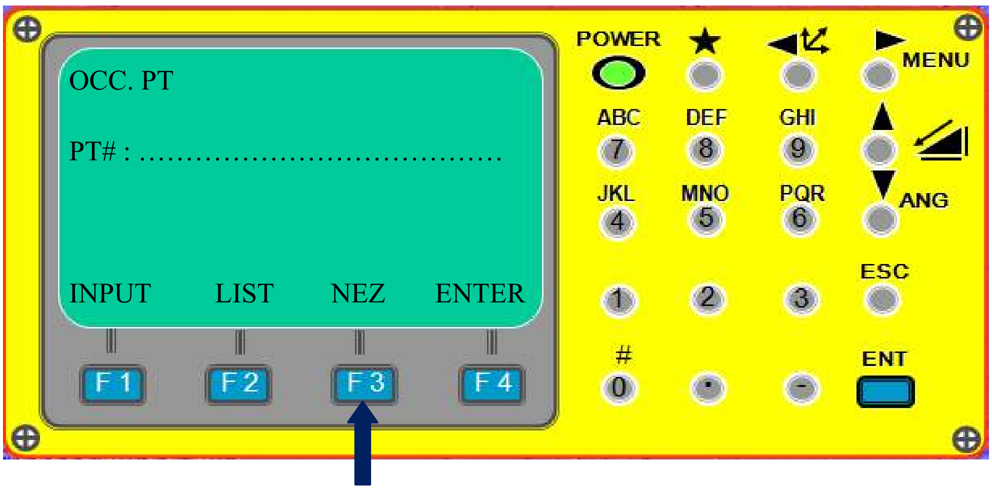


4. กดที่ F1 (OCC.PT INPUT) เพื่อต้องการป้อนค่าพิกัดของจุดตั้งกล้อง



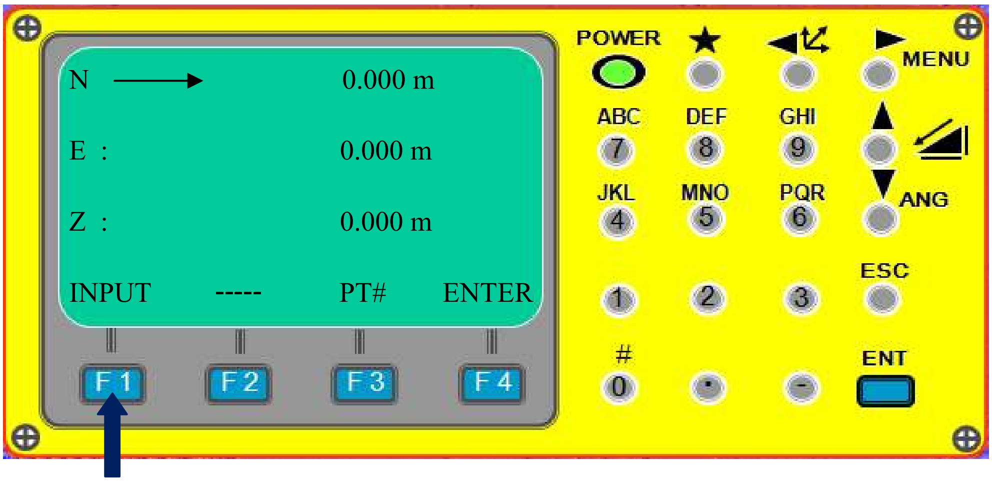
5. กดที่ F3 [NEZ] เพื่อป้อนค่าพิกัดจุดตั้งกล้อง

*หมายเหตุ ให้ค่าพิกัดตั้งกล้อง = (N=1,862,715.000 E=515,774.000 Z=0.000)



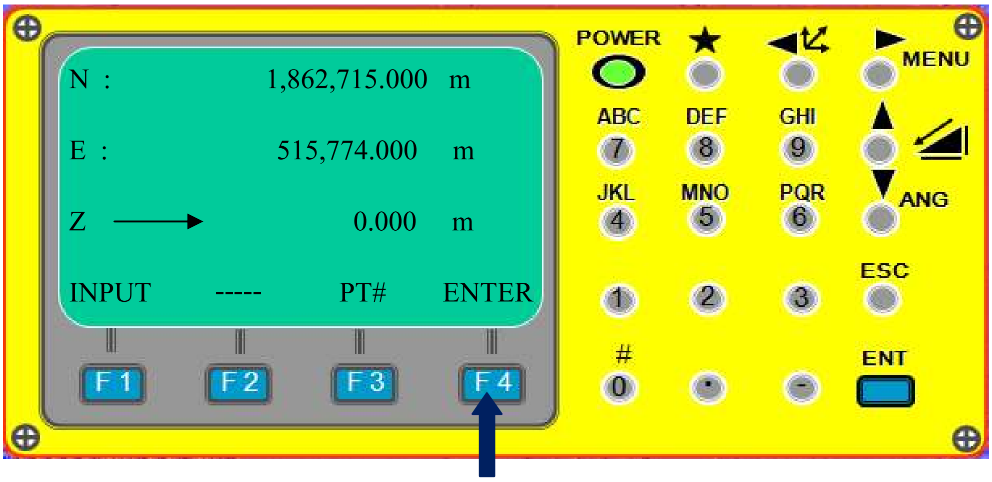
6. หน้าจอจะโชว์ ค่าพิกัด [N,E,Z] ของค่าพิกัดตั้งกล้องตัวก่อนหน้าที่จะตั้งตัวใหม่ ให้กด F1 (INPUT) แล้วป้อนค่าพิกัดของจุดตั้งกล้อง

*หมายเหตุ ให้ค่าพิกัดตั้งกล้อง = (N=1,862,715.000 E=515,774.000   Z=0.000)

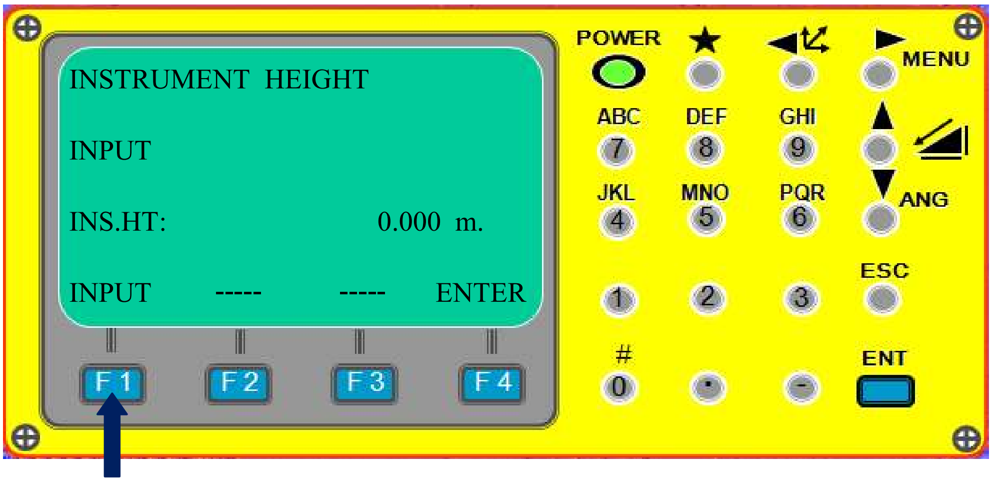


7. ป้อนค่าพิกัดตั้งกล้องเสร็จแล้ว ให้กด F4 (ENTER)

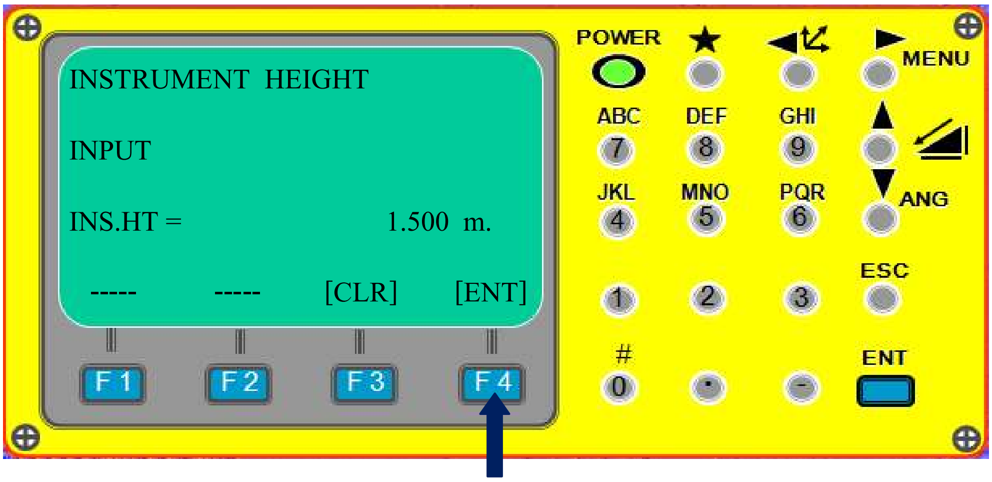
*หมายเหตุ ให้ค่าพิกัดตั้งกล้อง = (N=1,862,715.000 E=515,774.000   Z=0.000)



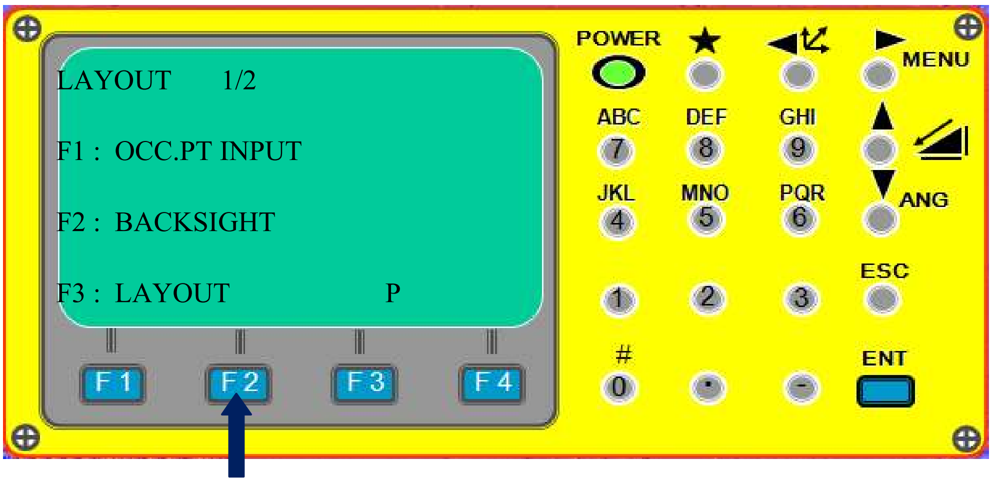
8. ใส่ความสูงของกล้อง โดยกดที่ F1 (INPUT) ในตัวอย่างให้สูงที่ (1.5)



9. ป้อนค่าความสูงเสร็จแล้ว ให้กด F4 [ENT]

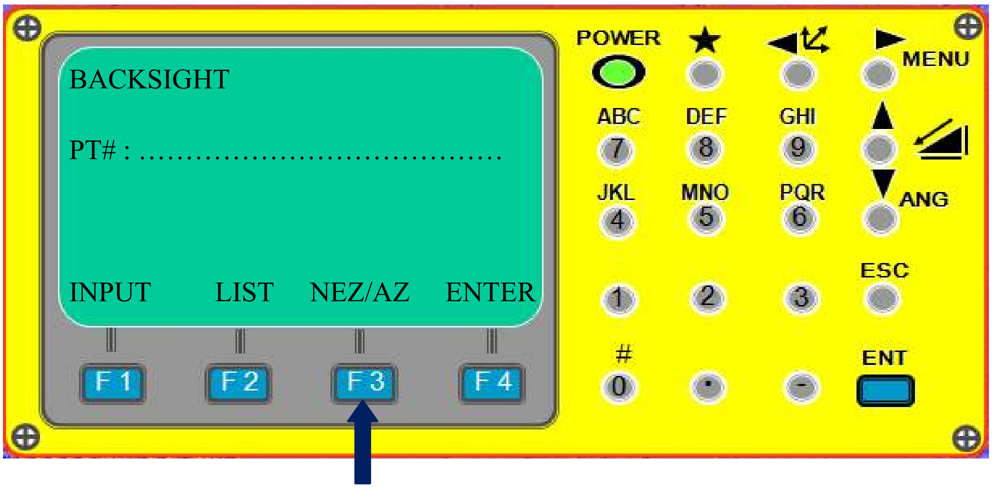


10. กดที่ F2 (BACKSIGHT) เพื่อต้องการป้อนค่าพิกัดของจุดตั้งเป้า



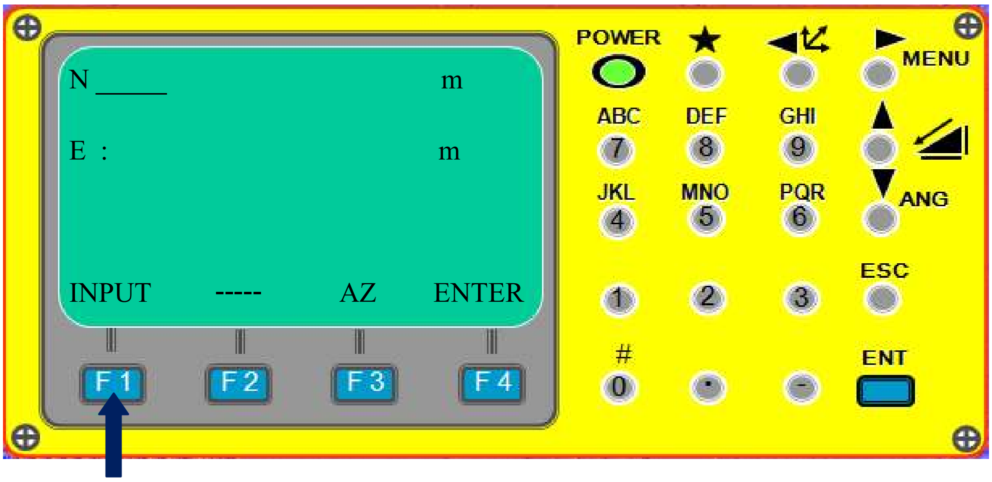
11. กดที่ F3 [NEZ/AZ] เพื่อป้อนค่าพิกัดจุดตั้งเป้า

*หมายเหตุ ให้ค่าพิกัดตั้งกล้อง = (N=1,862,719.263   E=515,782.390)



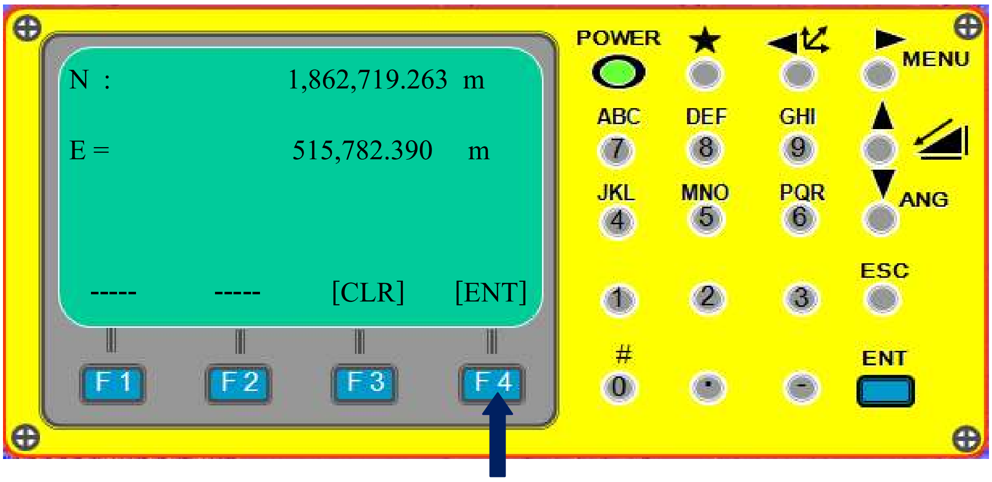
12. ป้อนค่าพิกัดตั้งกล้อง ให้กด F1 (INPUT) หรือจะป้อนเป็น มุม AZ ให้กด F3

*หมายเหตุ ให้ค่าพิกัดตั้งกล้อง = (N=1,862,719.263   E=515,782.390)

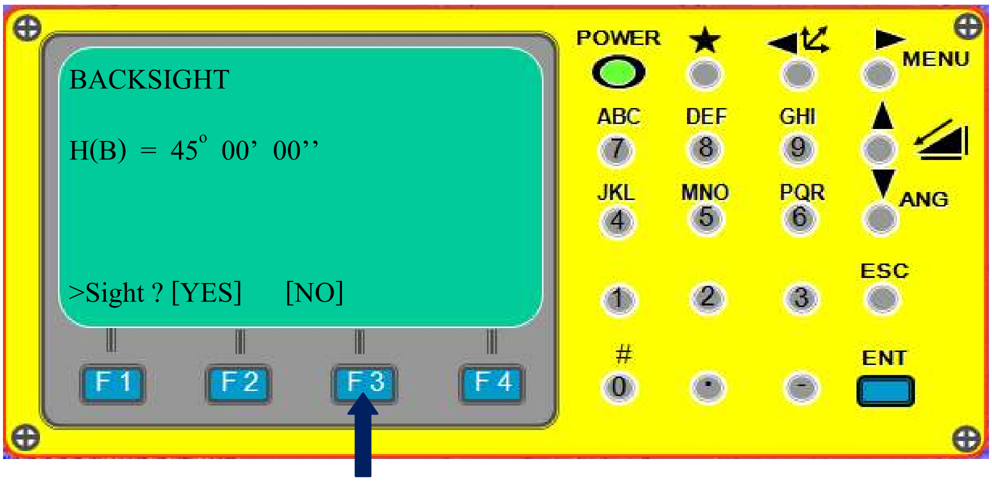


13. ป้อนค่าพิกัดตั้งเป้าแล้วเสร็จ ให้กด F4 (ENTER)

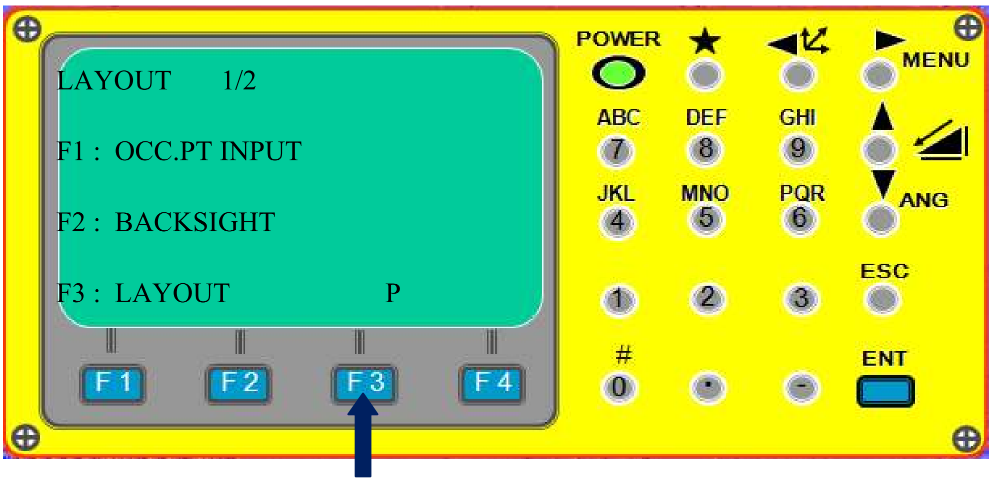
*หมายเหตุ ให้ค่าพิกัดตั้งเป้า = (N=1,862,719.263   E=515,782.390)



14. ส่องกล้องไปที่จุด (BACKSIGHT) แล้วกด (F3)YES กล้องจะทำการล็อกมุม AZ

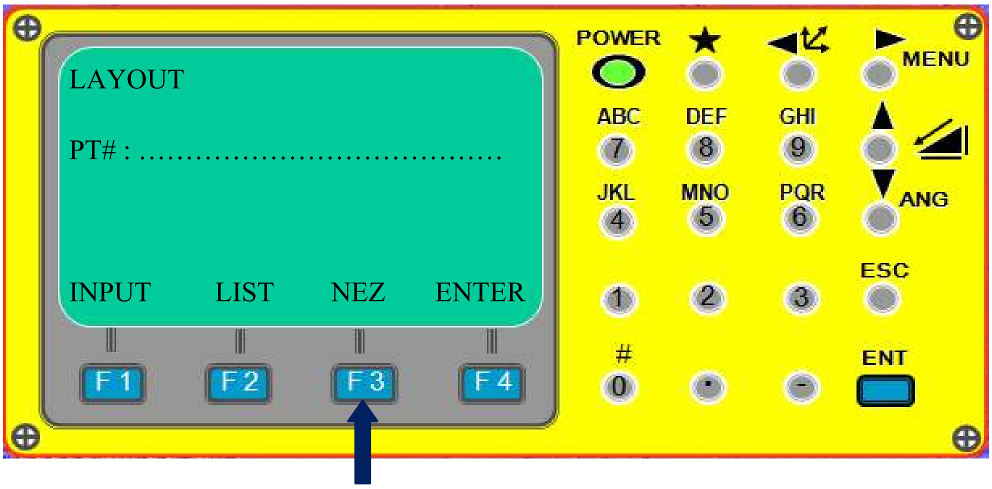


15. กดที่ F3 (LAYOUT) เพื่อต้องการป้อนค่าพิกัดของจุดต้องการรู้ตำแหน่ง



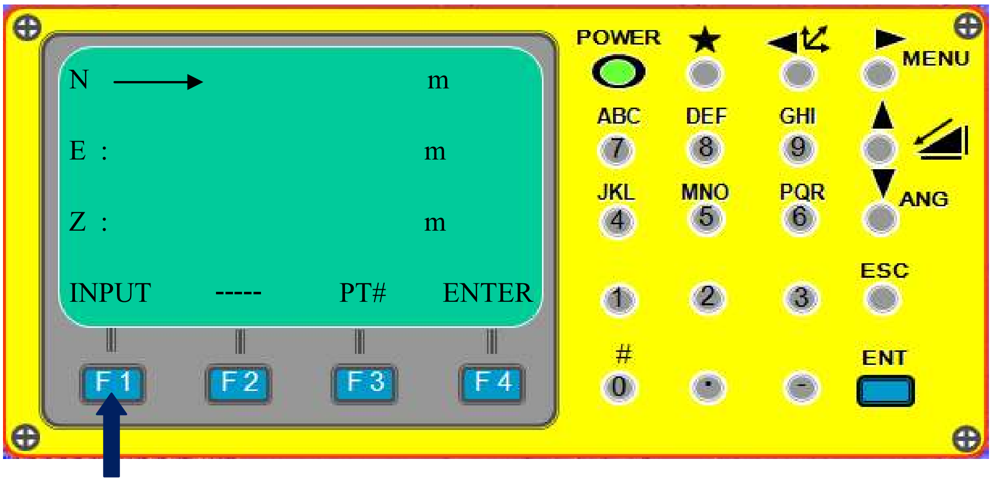
16. กดที่ F3 [NEZ] เพื่อป้อนค่าพิกัดจุดที่ต้องการรู้ตำแหน่ง

*หมายเหตุ ให้ค่าพิกัดต้องการรู้ตำแหน่ง = (N=1,862,731.267 E=515,770.000 , Z=0.000)



17. ป้อนค่าพิกัดจุดที่ต้องการรู้ตำแหน่ง ให้กด F1 (INPUT)

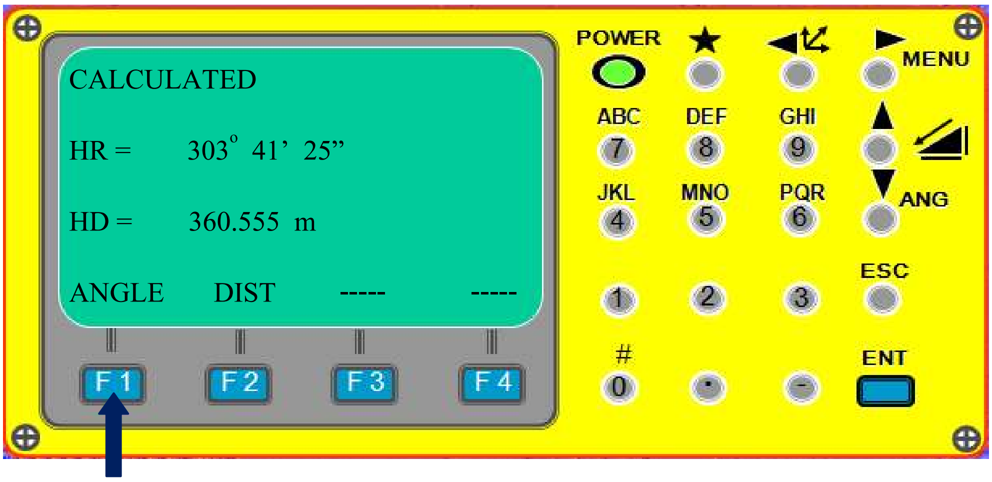
*หมายเหตุ ให้ค่าพิกัดต้องการรู้ตำแหน่ง = (N=1,862,731.267 E=515,770.000 , Z=0.000)



18. กล้องจะถามค่าความสูงของเป้า ให้กด F1 (INPUT)*ตัวอย่างให้เป้าสูง = 1.60 m.

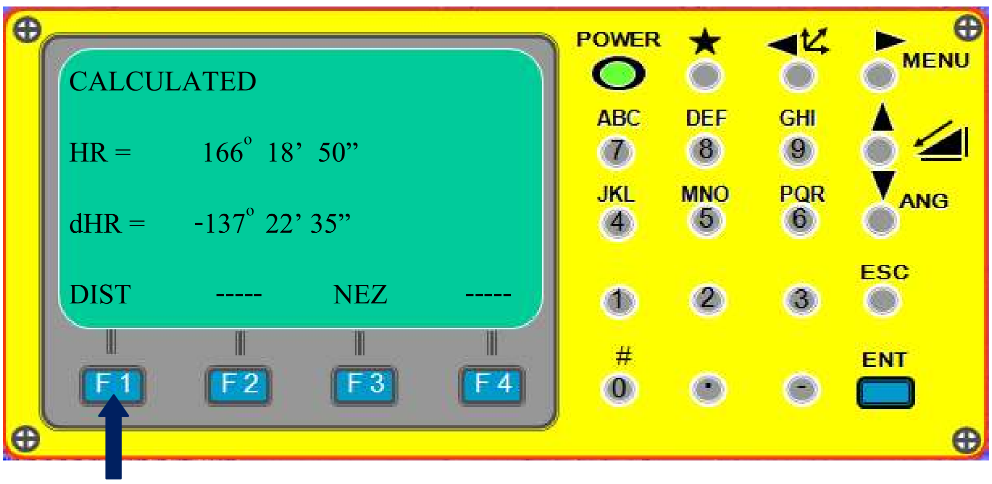
19. กล้องจะคำนวณมุมและระยะจากกล้องถึงเป้าหมาย ให้กด F1 (ANGLE)

แล้วให้หมุนมุมdHR : ให้ได้ 0° 0’ 0”

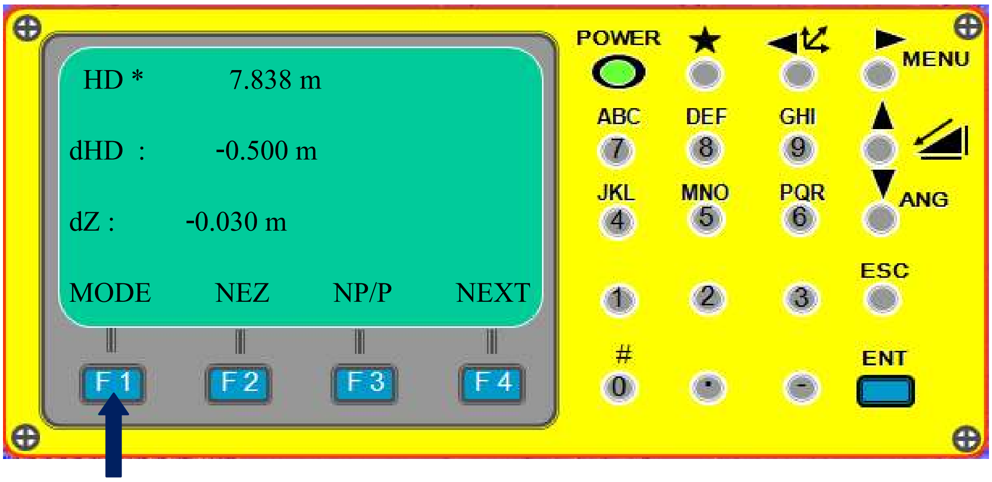


20. กล้องจะคำนวณมุมแล้วให้หมุนมุมdHR : ให้ได้ 0° 0’ 0” และเมื่อเปิดมุมได้แล้ว

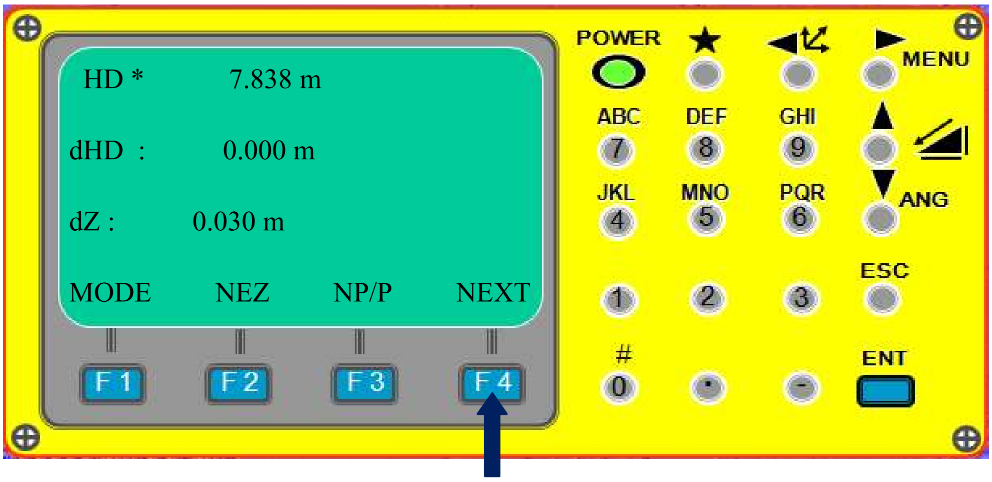
ให้กด F1 (DIST) ให้นำโพนไปตั้งตามมุมเปิด 0° 0’ 0” ก่อนกด F1



21. กล้องจะคำนวณระยะจากจุดตั้งกล้องจนถึงตำแหน่งโพนว่ายังอยู่ห่างจากจุดที่ทราบค่าพิกัดเท่าไร โดยดูที่ (dHD : จะต้องได้ 0.000 m) *จากตัวอย่าง dHD = -0.500 m แสดงว่าต้องถอยหลังไปอีก 0.500 m ให้นำโพนถอยอีก 0.500 m ตามมุมเดิมจนกว่าจะได้ 0.000 m



22. เมื่อได้ dHD = 0.000 m ก็จะได้ตำแหน่งของค่าพิกัดที่ทราบค่า ถ้าต้องการหาตำแหน่งค่าพิกัดใหม่ ก็ให้กดที่ F4 (NEXT)



23. จากนั้นให้ทำตามขั้นตอนที่ (17 – 22) ตามลำดับ