

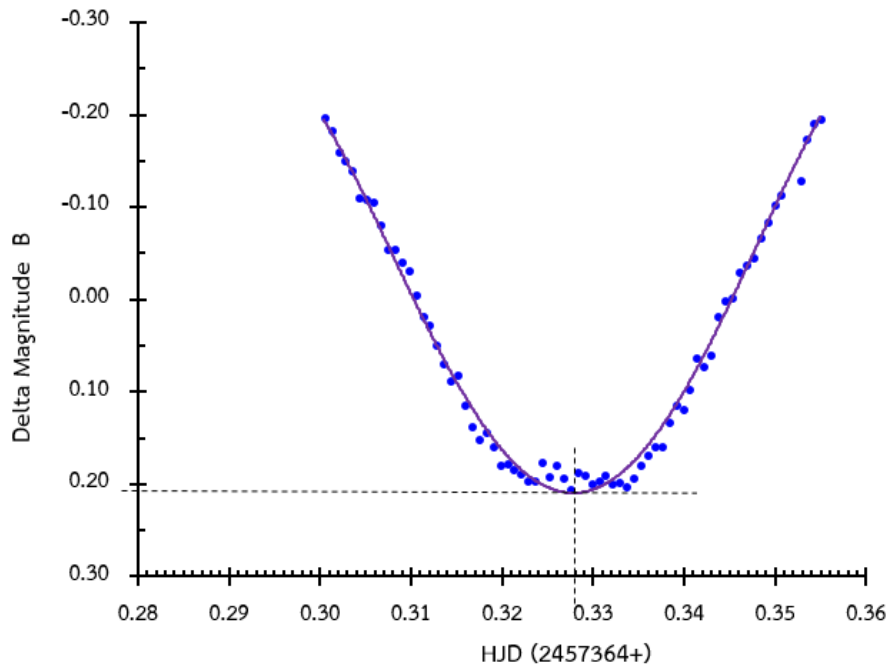
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

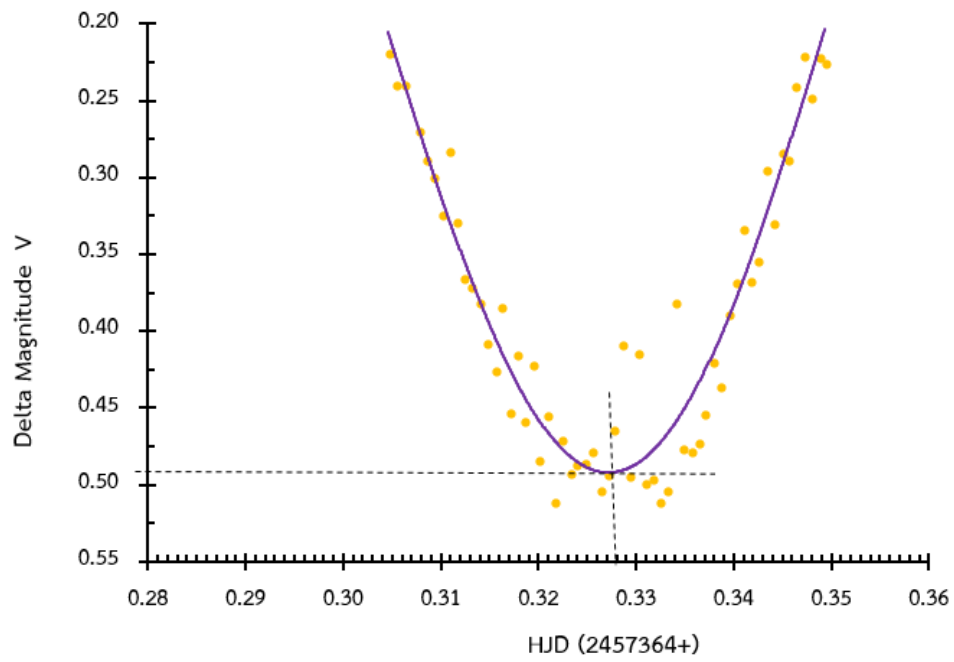
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระบบดาวคู่แบบตะกัน ดาวคู่อีเอฟ ไฮดรา ที่ได้จากการสังเกตการณ์ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนพรรษา นครราชสีมา โดยใช้กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ผ่านแผ่นกรองแสงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีแดง เพื่อนำมาหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด และการสร้างแผนภาพ O - C ของดาวคู่ และวิเคราะห์หาคาบวงโคจรและอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบของดาวคู่อีเอฟ ไฮดรา

4.1 การหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด

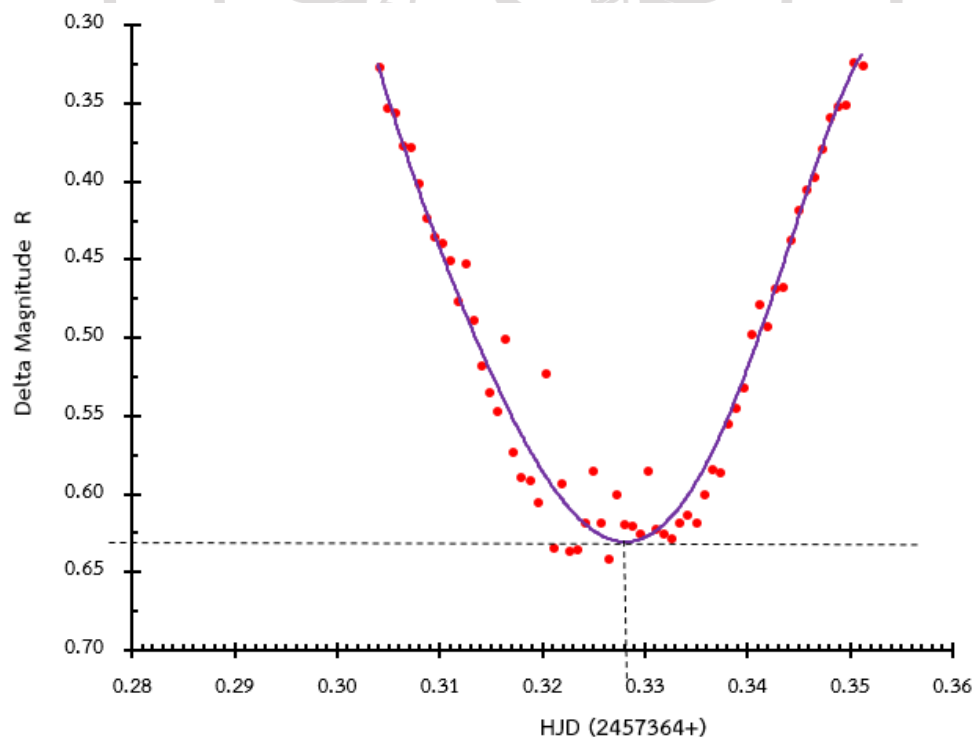
ผลการวิเคราะห์ภาพถ่ายระบบดาวคู่อีเอฟ ไฮดรา ผ่านฟิลเตอร์สีน้ำเงิน สีเหลืองและสีแดง ฟิลเตอร์ละจำนวน 600 ภาพ ด้วยโปรแกรม IRIS เพื่อหาค่าเวลา วันจูเลียน (J.D.) และค่าโชติมาตรปรากฏ (apparent magnitude) แล้วนำค่าเวลาจูเลียนไปแปลงเป็นค่าเวลา วันจูเลียนศูนย์กลางสุริยะ (H.J.D.) แล้วนำไปพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าโชติมาตรปรากฏกับวันจูเลียนศูนย์กลางสุริยะ เพื่อหาช่วงเวลาการเกิดอุปราคาหรือช่วงเวลาที่แสงมีความสว่างน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 4.1-4.3



ภาพที่ 4.1 ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน



ภาพที่ 4.2 ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดในช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง



ภาพที่ 4.3 ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดในช่วงความยาวคลื่นสีแดง

ผลการวิเคราะห์ระบบดาวคู่ตีเฟฟ ไฮดรา จากกราฟแสงในภาพที่ 4.1 -4.3 พบว่า มีค่าช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด (HJD-min) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดที่ได้จากกราฟแสงของระบบดาวคู่ตีเฟฟ ไฮดรา

| ช่วงความยาวคลื่น | ค่าเวลาแสงที่น้อยที่สุดของความยาวคลื่น |
|------------------|--|
| สีน้ำเงิน | 2457364.328 |
| สีเหลือง | 2457364.327 |
| สีแดง | 2457364.328 |
| เฉลี่ย | 2457364.328 |

ตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาที่ดาวสว่างมากบังดวงดาวที่สว่างน้อยกว่าทำให้เกิดอุปราคาปฐมภูมิ (Primary eclipse)

4.2 การหาสมการ Ephemeris ใหม่

การคำนวณเพื่อหาสมการ Ephemeris ใหม่ จำเป็นต้องอ้างอิงถึงสมการ Ephemeris เดิมที่นักดาราศาสตร์ท่านอื่นๆ ได้คำนวณไว้ในอดีต เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นว่าระบบดาวคู่ตีเฟฟ ไฮดรา มีการเปลี่ยนแปลงในคาบวงโคจรไปจากเดิม สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการอ้างอิงสมการ Ephemeris เดิมของ Zhang et al นั้นคือ $HJDMinI = 2431134.231 + 0.330599E$ เมื่อได้ค่าเฉลี่ยเวลาที่แสงน้อยที่สุด (HJD-MinI) ดังตารางที่ 4.1 แล้ว เราจะนำไปหาค่า O - C จากค่า Linear ephemeris ที่ Zhang โดยการแทนค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดที่ได้จากการสังเกตการณ์ (HJD(O)) แล้วหาผลต่างของค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด O - C ดังแสดงในตารางที่ 4.2 หลังจากที่ได้ค่ายุคใหม่ของระบบดาวคู่แล้วนำค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดหรือ HJD (min) กับค่ายุค (Epoch) ที่เป็นผลจากการคำนวณ ณ เวลาปัจจุบันไปรวมกับค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดหรือ HJD (min) กับค่ายุค (Epoch) ที่นักดาราศาสตร์ในอดีตได้ทำการคำนวณไว้ดังที่แสดงในตารางที่ 4.2 หลังจากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดไปพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง HJD(Min) กับ Epoch เพื่อหาสมการ Ephemeris ใหม่ ได้เป็น $HJDMinI = 2431138.2297 + 0.33060275E$ ดังแสดงในภาพที่ 4.3 ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่า สมการ Ephemeris ใหม่ แสดงให้เห็นว่า ดาวคู่ตีเฟฟ ไฮดรา มีคาบวงโคจรใหม่ประมาณ 0.3306 วัน

ตารางที่ 4.2 ค่ายุค (Epoch) และ O - C ของระบบดาวคู่ตีเอฟ ไฮดรา

| Source | Type | HJD (O) | HJD (C) | Epoch | O-C |
|---------------|------|----------|-------------|---------|------------|
| IODE 4.2.137 | II | 28103.52 | 28103.49748 | -9179.5 | 0.0225205 |
| IODE 4.2.137 | II | 28104.48 | 28104.48928 | -9176.5 | -0.0092765 |
| IODE 4.2.137 | II | 28135.27 | 28135.23498 | -9083.5 | 0.0350165 |
| IODE 4.2.137 | I | 28135.41 | 28135.40028 | -9083 | 0.009717 |
| IODE 4.2.137 | I | 28136.38 | 28136.39208 | -9080 | -0.01208 |
| IODE 4.2.137 | II | 28137.55 | 28137.54918 | -9076.5 | 0.0008235 |
| IODE 4.2.137 | I | 28153.25 | 28153.25263 | -9029 | -0.002629 |
| IODE 4.2.137 | I | 28161.19 | 28161.18701 | -9005 | 0.002995 |
| IODE 4.2.137 | II | 28161.39 | 28161.3523 | -9004.5 | 0.0376955 |
| IODE 4.2.137 | I | 28163.17 | 28163.1706 | -8999 | -0.000599 |
| IODE 4.2.137 | II | 28163.35 | 28163.3359 | -8998.5 | 0.0141015 |
| IODE 4.2.137 | I | 28163.5 | 28163.5012 | -8998 | -0.001198 |
| IODE 4.2.137 | II | 28176.23 | 28176.22926 | -8959.5 | 0.0007405 |
| IODE 4.2.137 | II | 28179.19 | 28179.20465 | -8950.5 | -0.0146505 |
| IODE 4.2.137 | II | 28181.18 | 28181.18824 | -8944.5 | -0.0082445 |
| IODE 4.2.137 | II | 28184.14 | 28184.16364 | -8935.5 | -0.0236355 |
| IODE 4.2.137 | II | 28190.13 | 28190.11442 | -8917.5 | 0.0155825 |
| IODE 4.2.137 | I | 28198.23 | 28198.21409 | -8893 | 0.015907 |
| IODE 4.2.137 | I | 28201.5 | 28201.52008 | -8883 | -0.020083 |
| IODE 4.2.137 | I | 28210.11 | 28210.11566 | -8857 | -0.005657 |
| IODE 4.2.137 | II | 28213.26 | 28213.25635 | -8847.5 | 0.0036525 |
| Whitney, 1959 | | 30677.05 | 30677.0454 | -1395 | 0.002605 |
| GCVS 4 | | 31138.23 | 31138.231 | 0 | 0 |
| IODE 4.2.137 | I | 31138.24 | 31138.231 | 0 | 0.006 |
| IODE 4.2.137 | I | 31143.21 | 31143.18999 | 15 | 0.015015 |
| IODE 4.2.137 | I | 31149.14 | 31149.14077 | 33 | 0.001233 |
| IODE 4.2.137 | I | 31150.13 | 31150.13256 | 36 | 0.001436 |
| IODE 4.2.137 | II | 31150.29 | 31150.29786 | 36.5 | -0.0058635 |
| IODE 4.2.137 | II | 31154.25 | 31154.26505 | 48.5 | -0.0150515 |

| Source | Type | HJD (O) | HJD (C) | Epoch | O-C |
|----------------|------|----------|-------------|---------|------------|
| IODE 4.2.137 | II | 31156.24 | 31156.24865 | 54.5 | -0.0096455 |
| IODE 4.2.137 | I | 31156.39 | 31156.41395 | 55 | -0.023945 |
| IODE 4.2.137 | II | 31157.24 | 31157.24044 | 57.5 | -0.0024425 |
| IODE 4.2.137 | II | 31158.23 | 31158.23224 | 60.5 | -0.0052395 |
| IODE 4.2.137 | I | 31162.37 | 31162.36473 | 73 | 0.009273 |
| IODE 4.2.137 | I | 31164.34 | 31164.34832 | 79 | -0.006321 |
| IODE 4.2.137 | I | 31165.36 | 31165.34012 | 82 | 0.019882 |
| IODE 4.2.137 | II | 31170.14 | 31170.1338 | 96.5 | 0.0011965 |
| IODE 4.2.137 | I | 31176.25 | 31176.24989 | 115 | -0.004885 |
| IODE 4.2.137 | I | 31178.23 | 31178.23348 | 121 | -0.001479 |
| IODE 4.2.137 | I | 31179.23 | 31179.22528 | 124 | 0.005724 |
| IODE 4.2.137 | I | 31186.17 | 31186.16786 | 145 | 0.005145 |
| IBVS 3349 | | 31204.68 | 31204.6814 | 201 | -0.004399 |
| IODE 4.2.137 | I | 31216.25 | 31216.25236 | 236 | -0.006364 |
| IODE 4.2.137 | I | 31219.22 | 31219.22776 | 245 | -0.003755 |
| IODE 4.2.137 | I | 31224.2 | 31224.18674 | 260 | 0.00826 |
| IODE 4.2.137 | II | 31411.47 | 31411.47107 | 826.5 | 0.0019265 |
| Whitney, 1959 | | 31497.93 | 31497.92271 | 1088 | 0.004288 |
| Whitney, 1959 | | 31937.62 | 31937.61938 | 2418 | -0.004382 |
| Whitney, 1959 | | 32675.86 | 32675.84695 | 4651 | 0.009051 |
| Ashbrook, 1952 | | 33009.42 | 33009.42134 | 5660 | -0.00334 |
| Whitney, 1959 | | 33382.66 | 33382.66761 | 6789 | -0.009611 |
| IBVS 3349 | II | 34847.71 | 34847.71708 | 11220.5 | -0.0090795 |
| Whitney, 1959 | | 35242.61 | 35242.61759 | 12415 | -0.009585 |
| BBSAG Bull.8 | | 41762.33 | 41762.36046 | 32136 | -0.026464 |
| BBSAG Bull.8 | | 41764.31 | 41764.34406 | 32142 | -0.037058 |
| BBSAG Bull.9 | | 41795.38 | 41795.42036 | 32236 | -0.040364 |
| BBSAG Bull.14 | | 42089.28 | 42089.32288 | 33125 | -0.041875 |
| BBSAG Bull.14 | | 42109.45 | 42109.48941 | 33186 | -0.042414 |

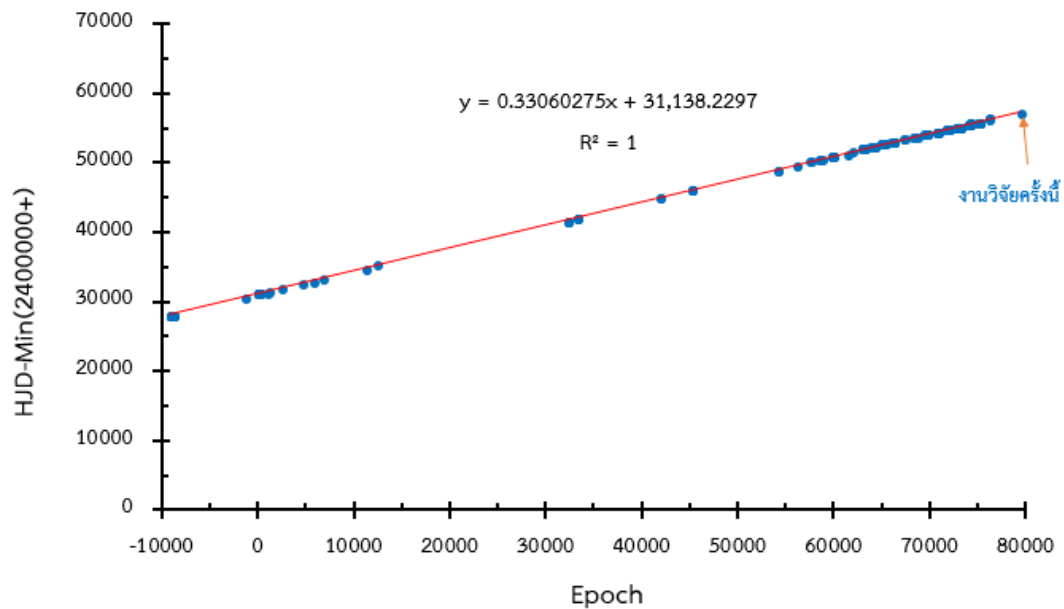
| Source | Type | HJD (O) | HJD (C) | Epoch | O-C |
|----------------|------|----------|-------------|---------|------------|
| BBSAG Bull.14 | | 42132.41 | 42132.46604 | 33255.5 | -0.0540445 |
| IBVS 2344 | II | 45021.34 | 45021.24011 | 41993.5 | 0.0998935 |
| IBVS 2344 | I | 45021.51 | 45021.40541 | 41994 | 0.100594 |
| IBVS 3349 | | 46115.14 | 46115.0269 | 45302 | 0.111602 |
| IBVS 3349 | II | 46115.3 | 46115.1922 | 45302.5 | 0.1121025 |
| IBVS 3349 | | 46117.12 | 46117.01049 | 45308 | 0.113008 |
| IBVS 3349 | II | 46117.29 | 46117.17579 | 45308.5 | 0.1128085 |
| AOEB 8 | I | 49060.69 | 49060.49869 | 54211.5 | 0.1873115 |
| AOEB 8 | I | 49064.64 | 49064.46588 | 54223.5 | 0.1741235 |
| AOEB 8 | I | 49754.62 | 49754.42599 | 56310.5 | 0.1950105 |
| AOEB 8 | I | 50152.67 | 50152.46719 | 57514.5 | 0.1998145 |
| IBVS 5643 | | 50177.3 | 50177.09681 | 57589 | 0.202489 |
| IBVS 4562 | | 50481.43 | 50481.24789 | 58509 | 0.183509 |
| IBVS 4562 | | 50481.45 | 50481.24789 | 58509 | 0.199009 |
| AOEB 8 | I | 50523.61 | 50523.39926 | 58636.5 | 0.2087365 |
| VSJ 47 | II | 50853.05 | 50852.84117 | 59633 | 0.204833 |
| VSJ 47 | II | 50854.04 | 50853.83296 | 59636 | 0.206036 |
| IBVS 5643 | II | 50859.49 | 50859.28785 | 59652.5 | 0.2059525 |
| VSJ 33 | I | 50879.99 | 50879.78499 | 59714.5 | 0.2052145 |
| AOEB 8 | I | 50921.65 | 50921.44046 | 59840.5 | 0.2135405 |
| AOEB 8 | I | 50926.62 | 50926.39944 | 59855.5 | 0.2235555 |
| BBSAG Bull.118 | | 50954.38 | 50954.16976 | 59939.5 | 0.2076395 |
| VSJ 37 | II | 51475.29 | 51475.02849 | 61515 | |
| IBVS 5643 | II | 51641.37 | 51641.15448 | 62017.5 | 0.2199175 |
| VSJ 39 | II | 51915.12 | 51914.89045 | 62845.5 | 0.2285455 |
| VSJ 39 | II | 51915.28 | 51915.05575 | 62846 | 0.221746 |
| IBVS 5643 | | 51926.52 | 51926.29612 | 62880 | 0.22658 |
| IBVS 5224 | | 51934.95 | 51934.72639 | 62905.5 | 0.2248555 |
| IBVS 5224 | II | 51934.95 | 51934.72639 | 62905.5 | 0.2249055 |
| VSJ 39 | II | 51939.08 | 51938.85888 | 62918 | 0.225218 |

| Source | Type | HJD (O) | HJD (C) | Epoch | O-C |
|-----------|------|----------|-------------|---------|-------------|
| VSJ 39 | II | 51940.08 | 51939.85068 | 62921 | 0.228021 |
| AOEB 8 | II | 51957.76 | 51957.53773 | 62974.5 | 0.2232745 |
| AOEB 8 | II | 51958.77 | 51958.52952 | 62977.5 | 0.2354775 |
| AOEB 8 | II | 52017.61 | 52017.37614 | 63155.5 | 0.2308555 |
| AOEB 8 | II | 52021.57 | 52021.34333 | 63167.5 | 0.2263675 |
| AOEB 8 | II | 52223.91 | 52223.66992 | 63779.5 | 0.2390795 |
| VSJ 40 | II | 52297.13 | 52296.8976 | 64001 | 0.234901 |
| VSJ 42 | II | 52313.15 | 52312.93165 | 64049.5 | 0.2221495 |
| VSJ 40 | II | 52321.1 | 52320.86603 | 64073.5 | 0.2341735 |
| AOEB 8 | II | 52334.66 | 52334.42059 | 64114.5 | 0.2349145 |
| AOEB 8 | II | 52370.69 | 52370.45588 | 64223.5 | 0.2352235 |
| AOEB 8 | II | 52386.56 | 52386.32463 | 64271.5 | 0.2348715 |
| IBVS 5371 | II | 52600.96 | 52600.71808 | 64920 | 0.238698866 |
| IBVS 5371 | II | 52600.96 | 52600.71808 | 64920 | 0.23872 |
| AOEB 8 | II | 52607.9 | 52607.66066 | 64941 | 0.238541 |
| AOEB 8 | II | 52732.7 | 52732.46178 | 65318.5 | 0.2418185 |
| AOEB 8 | II | 52735.68 | 52735.43717 | 65327.5 | 0.2408275 |
| VSJ 42 | II | 52969.25 | 52969.00537 | 66034 | 0.243234 |
| IBVS 5493 | II | 52986.94 | 52986.69241 | 66087.5 | 0.244498664 |
| IBVS 5493 | II | 52986.94 | 52986.69241 | 66087.5 | 0.2445875 |
| VSJ 43 | II | 53032.06 | 53031.81918 | 66224 | 0.245024 |
| VSJ 43 | II | 53032.06 | 53031.81918 | 66224 | 0.245124 |
| VSJ 43 | II | 53032.06 | 53031.81918 | 66224 | 0.245424 |
| VSJ 43 | II | 53032.23 | 53031.98448 | 66224.5 | 0.2443245 |
| VSJ 43 | II | 53032.23 | 53031.98448 | 66224.5 | 0.2447245 |
| AOEB 12 | II | 53049.75 | 53049.50622 | 66277.5 | 0.2449775 |
| VSJ 43 | II | 53052.07 | 53051.82042 | 66284.5 | 0.2452845 |
| VSJ 43 | II | 53362.34 | 53362.08758 | 67223 | 0.250723 |
| VSJ 44 | II | 53438.04 | 53437.79475 | 67452 | 0.248852 |
| VSJ 44 | II | 53719.23 | 53718.9692 | 68302.5 | 0.2568025 |

| Source | Type | HJD (O) | HJD (C) | Epoch | O-C |
|----------------|------|----------|-------------|---------|-----------|
| AOEB 12 | II | 53763.86 | 53763.60006 | 68437.5 | 0.2578375 |
| VSJ 45 | II | 53777.08 | 53776.82402 | 68477.5 | 0.2576775 |
| AOEB 12 | II | 53836.59 | 53836.33184 | 68657.5 | 0.2592575 |
| VSJ 45 | II | 54099.26 | 54098.99275 | 69452 | 0.262452 |
| VSJ 46 | II | 54138.1 | 54137.83813 | 69569.5 | 0.2635695 |
| IBVS 5795 | I | 54161.41 | 54161.14536 | 69640 | 0.26394 |
| AOEB 12 | II | 54176.78 | 54176.51821 | 69686.5 | 0.2645865 |
| NewA 14;121 | II | 54189.35 | 54189.08098 | 69724.5 | 0.2642845 |
| IBVS 5802 | | 54202.4 | 54202.13964 | 69764 | 0.262964 |
| NewA 14;121 | II | 54210.34 | 54210.07401 | 69788 | 0.264048 |
| JAVSO..36..171 | I | 54519.62 | 54519.34938 | 70723.5 | 0.2702235 |
| JAVSO..36..186 | II | 54532.68 | 54532.40804 | 70763 | 0.270263 |
| JAVSO..36..186 | II | 54545.57 | 54545.3014 | 70802 | 0.270702 |
| JAVSO..36..186 | I | 54552.68 | 54552.40928 | 70823.5 | 0.2716235 |
| VSJ 48 | II | 54554 | 54553.73167 | 70827.5 | 0.2715275 |
| JAVSO..36..186 | II | 54566.73 | 54566.45973 | 70866 | 0.270666 |
| JAVSO..37...44 | II | 54799.81 | 54799.53203 | 71571 | 0.276271 |
| IBVS 5918 | II | 54815.51 | 54815.23548 | 71618.5 | 0.2766185 |
| IBVS 5871 | II | 54832.87 | 54832.59193 | 71671 | 0.277471 |
| JAVSO..37...44 | I | 54873.7 | 54873.42091 | 71794.5 | 0.2779945 |
| JAVSO..37...44 | I | 54885.6 | 54885.32247 | 71830.5 | 0.2784305 |
| JAVSO..38...85 | I | 54904.78 | 54904.49721 | 71888.5 | 0.2785885 |
| JAVSO..38...85 | II | 54939.65 | 54939.37541 | 71994 | 0.278594 |
| JAVSO..38..183 | I | 55163.8 | 55163.52153 | 72672 | 0.283372 |
| JAVSO..38..183 | I | 55188.93 | 55188.64705 | 72748 | 0.283248 |
| JAVSO..38..183 | I | 55238.69 | 55238.4022 | 72898.5 | 0.2851985 |
| JAVSO..39...94 | II | 55258.69 | 55258.40344 | 72959 | 0.284359 |
| JAVSO..39...94 | II | 55263.65 | 55263.36243 | 72974 | 0.284274 |
| JAVSO..39...94 | I | 55279.68 | 55279.39648 | 73022.5 | 0.2850225 |
| OEJV 0137 | II | 55295.39 | 55295.09993 | 73070 | 0.28537 |

| Source | Type | HJD (O) | HJD (C) | Epoch | O-C |
|--------------------|------|----------|-------------|---------|-----------|
| OEJV 0137 | I | 55295.39 | 55295.09993 | 73070 | 0.28544 |
| OEJV 0137 | II | 55295.39 | 55295.09993 | 73070 | 0.28547 |
| OEJV 0137 | I | 55295.39 | 55295.09993 | 73070 | 0.28554 |
| JAVSO..39...94 | II | 55303.65 | 55303.36491 | 73095 | 0.285295 |
| VSJ 51 | II | 55558.22 | 55557.92614 | 73865 | 0.290965 |
| VSJ 53 | II | 55569.29 | 55569.0012 | 73898.5 | 0.2917985 |
| IBVS 5992 | II | 55571.94 | 55571.64599 | 73906.5 | 0.2921065 |
| OEJV 0137 | II | 55578.55 | 55578.25797 | 73926.5 | 0.2917265 |
| OEJV 0137 | II | 55578.55 | 55578.25797 | 73926.5 | 0.2917465 |
| IBVS 5990 | I | 55579.38 | 55579.08447 | 73929 | 0.291529 |
| IBVS 5990 | II | 55579.54 | 55579.24977 | 73929.5 | 0.2921295 |
| JAVSO..39..177 | II | 55600.7 | 55600.40811 | 73993.5 | 0.2926935 |
| JAVSO..39..177 | II | 55611.77 | 55611.48317 | 74027 | 0.291727 |
| JAVSO..39..177 | II | 55614.42 | 55614.12797 | 74035 | 0.292335 |
| IBVS 6010 | I | 55621.36 | 55621.07054 | 74056 | 0.291656 |
| IBVS 6010 | II | 55621.53 | 55621.23584 | 74056.5 | 0.2932565 |
| OEJV 0137 | I | 55629.46 | 55629.17022 | 74080.5 | 0.2929805 |
| OEJV 0137 | II | 55629.46 | 55629.17022 | 74080.5 | 0.2930705 |
| OEJV 0137 | II | 55629.46 | 55629.17022 | 74080.5 | 0.2933805 |
| OEJV 0137 | II | 55629.46 | 55629.17022 | 74080.5 | 0.2938805 |
| JAVSO..39..177 | II | 55631.61 | 55631.31911 | 74087 | 0.292287 |
| VSJ 53 | II | 55632.61 | 55632.31091 | 74090 | 0.30309 |
| VSJ 53 | I | 55652.94 | 55652.64275 | 74151.5 | 0.2952515 |
| JAVSO..40....1 | I | 55654.59 | 55654.29574 | 74156.5 | 0.2948565 |
| 2012JAVSO..40..975 | I | 55654.59 | 55654.29574 | 74156.5 | 0.2948565 |
| VSJ 53 | I | 55654.6 | 55654.29574 | 74156.5 | 0.3042565 |
| OEJV 0160 | II | 55683.35 | 55683.05786 | 74243.5 | 0.2954735 |
| OEJV 0160 | II | 55683.35 | 55683.05786 | 74243.5 | 0.2956735 |
| OEJV 0160 | II | 55683.35 | 55683.05786 | 74243.5 | 0.2956735 |
| JAVSO..40....1 | II | 55878.91 | 55878.60717 | 74835 | 0.299535 |

| Source | Type | HJD (O) | HJD (C) | Epoch | O-C |
|--------------------|------|----------|-------------|---------|-----------|
| 2012JAVSO..40..975 | II | 55878.91 | 55878.60717 | 74835 | 0.299535 |
| VSB 55 | I | 55958.09 | 55957.78563 | 75074.5 | 0.3028745 |
| VSB 55 | II | 55960.24 | 55959.93452 | 75081 | 0.301781 |
| 2013JAVSO..41..122 | I | 55966.68 | 55966.3812 | 75100.5 | 0.3028005 |
| JAAVSO 41;122 | I | 55967.68 | 55967.373 | 75103.5 | 0.3026035 |
| 2013JAVSO..41..122 | I | 55967.68 | 55967.373 | 75103.5 | 0.3027035 |
| 2013JAVSO..41..122 | II | 55987.68 | 55987.37424 | 75164 | 0.301764 |
| IBVS 6029 | I | 55989.66 | 55989.35783 | 75170 | 0.30147 |
| OEJV 0160 | I | 55993.3 | 55992.99442 | 75181 | 0.303341 |
| OEJV 0160 | I | 55993.3 | 55992.99442 | 75181 | 0.303941 |
| 2013JAVSO..41..328 | II | 56336.8 | 56336.48678 | 76220 | 0.31152 |
| 2013JAVSO..41..328 | II | 56349.69 | 56349.38014 | 76259 | 0.311559 |
| VSB 56 | II | 56362.59 | 56362.2735 | 76298 | 0.318498 |
| This work | | 57364.33 | 57363.98847 | 79328 | 0.339528 |



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง HJD (Min) กับ Epoch

4.3 การหาค่า O-C และอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจร

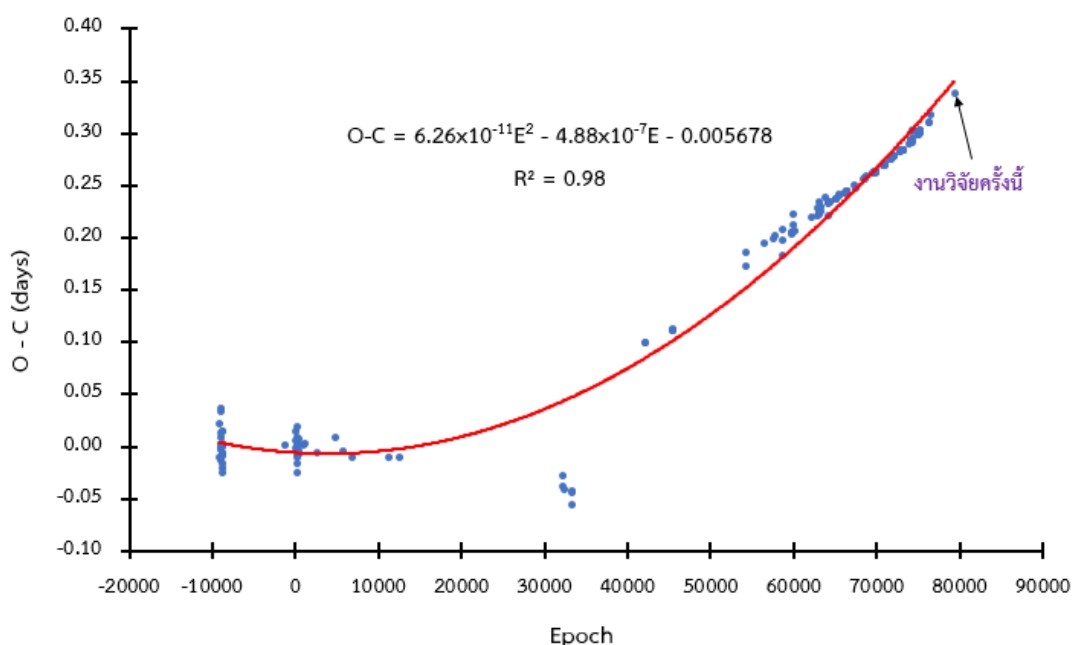
การหาค่า O-C จากแผนภาพ O - C เส้นกราฟที่ปรากฏในแผนภาพจะแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจรของระบบดาวคู่ ดังนั้นการจะได้มาซึ่งแผนภาพ มีความจำเป็นต้องนำข้อมูล Epoch และค่า O-C ของดาวคู่ตีเอฟ ไฮดรา ที่นักดาราศาสตร์ในอดีตเคยคำนวณไว้ทั้งหมดเป็นข้อมูลในการเขียนกราฟความสัมพันธ์ โดยนำมารวมกับค่า Epoch และ ค่า O-C ของงานวิจัยนี้ซึ่งขั้นตอนในการคำนวณหาค่า O-C มีดังนี้

1) คำนวณหาค่า C โดยนำค่า HJD_0 และ Epoch ที่ได้จากการประมาณของวันที่เกิดอุปราคา มาแทนในสมการ $C = HJD_0 + P_0 E$ ผลการคำนวณพบว่า ค่า C ของช่วงเวลาการเกิดอุปราคา มีค่า $C = 2431138.2297 + 0.33060275(79328) = 2457364.28465$

2) นำค่า HJD_0 ของช่วงเวลาที่เกิดอุปราคาที่ได้จากการสังเกตการณ์ O ลบด้วยค่าช่วงเวลาที่เกิดอุปราคาที่ได้จากการคำนวณ C พบว่า

$$O - C = 2457364.3280 - 2457336.2864 = 0.3396$$

3) นำค่า Epoch และค่า O-C ของดาวคู่ตีเอฟ ไฮดรา ที่ได้จากการคำนวณไปรวมกับข้อมูลค่า Epoch และค่า O-C ของดาวคู่ตีเอฟ ไฮดรา ที่นักดาราศาสตร์ในอดีตเคยคำนวณไว้ทั้งหมด หลังจากนั้นนำมาเป็นข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า O-C กับ Epoch ผลปรากฏว่าได้แผนภาพ O-C ดังแสดงในภาพที่ 4.4



(6.26*10^-11)*

ภาพที่ 4.4 แผนภาพ O-C ของดาวคู่ตีเอฟ ไฮดรา

ภาพที่ 4.4 แสดงในแผนภาพ O-C ได้จากการคำนวณโดยวิธี Polynomial Fit Curve เส้นกราฟมีลักษณะเป็นเส้นพาราโบลาหงาย แสดงให้เห็นว่าดาวคู่ DF H ydrae มีแนวโน้มว่าคาบวงโคจรมีคาบที่เพิ่มขึ้น และจากการใช้ Quadratic Polynomial Fitting Method จะได้

$$O-C = -0.002678 - 4.88 \times 10^{-7} E + 6.26 \times 10^{-11} E^2$$

เมื่อนำมาหาอัตราการเปลี่ยนคาบวงโคจรของดาวคู่ดีเอฟ ไฮดรา จะได้

$$\frac{dP}{dE} = 2 (6.26 \times 10^{-11}) = 1.25 \times 10^{-10} \text{ day/cycle}$$

อัตราการเปลี่ยนคาบวงโคจรของระบบดาวคู่ดีเอฟ ไฮดรา มีค่าเป็นบวก ดังนั้น คาบวงโคจรของระบบดาวคู่จึงมีค่าเพิ่มขึ้นในอัตรา 1.25×10^{-10} วันต่อการเคลื่อนที่ 1 รอบ หรือ คาบวงโคจรเพิ่มขึ้นในอัตรา 1.38×10^{-7} วันต่อปี ทั้งนี้เราจะเห็นได้ว่า คาบวงโคจรของระบบดาวคู่ ดีเอฟ ไฮดรา มีคาบเปลี่ยนแปลงเพียงน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า คาบวงโคจรที่ fuyuan และคณะได้ทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2552 มีอัตราการเปลี่ยนคาบเท่ากับ 1.11×10^{-7} วันต่อปี และใน ปี 2553 เชิดตระกูล พบว่า คาบของระบบดาวคู่ความีอัตราการเปลี่ยนคาบเท่ากับ 1.39×10^{-7} วันต่อปี

ตารางที่ 4.3 อัตราการเปลี่ยนคาบวงโคจรของระบบดาวคู่ดีเอฟ ไฮดรา

| ผู้วิจัย | ปี พ.ศ. ที่สังเกตการณ์ | อัตราการเปลี่ยนคาบวงโคจร (วันต่อปี) |
|---------------|------------------------|-------------------------------------|
| Fuyuan et al. | 2552 | 1.11×10^{-7} |
| เชิดตระกูล | 2553 | 1.39×10^{-7} |
| งานวิจัยนี้ | 2558 | 1.38×10^{-7} |