

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวิธีการทำให้เรียบและวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบ

	ตัวแบบการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.1631[Z_t - \hat{C}_{t-L}] + (1 - 0.1631)$ $[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)}]$ $\hat{b}_{1t} = 0.0130[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0.0130)\hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.7699[Z_t - \hat{b}_{0t}] + (1 - 0.7699)\hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 7,820,683.41$ $\hat{b}_{10} = 20,273.39$	<p>RMSE = 461,410.10</p> <p>MAE = 366,062.40</p> <p>MAPE = 5.65</p>
คณะเกษตรศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของโซลท์ มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_{t+l} = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau$ $\hat{b}_{0t} = 0.7489Z_t + (1 - 0.7489)(\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)})$ $\hat{b}_{1t} = 0.1593(\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}) + (1 - 0.1593)\hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{b}_{00} = 187,047.91$ $\hat{b}_{10} = 2,926.57$	<p>RMSE = 49,459.43</p> <p>MAE = 38,880.42</p> <p>MAPE = 19.13</p>

ตารางที่ 5.1 ตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบ (ต่อ)

	ตัวแบบการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
คณะ วิศวกรรมศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.1408[Z_t - \hat{C}_{t-L}] + (1 - 0.1408)$ $[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)}]$ $\hat{b}_{1t} = 0.0256[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0.0256)\hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.6018[Z_t - \hat{b}_{0t}] + (1 - 0.6018)\hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 181,552.20$ $\hat{b}_{10} = -394.29$	<p>RMSE = 36,972.57 MAE = 28,129.51 MAPE = 15.54</p>
คณะวิทยาศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.2017[Z_t - \hat{C}_{t-L}] + (1 - 0.2017)$ $[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)}]$ $\hat{b}_{1t} = 0[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0)\hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.4114[Z_t - \hat{b}_{0t}] + (1 - 0.4114)\hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 227,578.72$ $\hat{b}_{10} = 1,032.89$	<p>RMSE = 39,440.09 MAE = 28,888.74 MAPE = 13.78</p>
คณะเทคโนโลยี	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.1612[Z_t - \hat{C}_{t-L}] + (1 - 0.1612)$ $[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)}]$ $\hat{b}_{1t} = 0.0366[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0.0366)\hat{b}_{1(t-1)}$	<p>RMSE = 11,727.95 MAE = 8,790.97 MAPE = 11.86</p>

ตารางที่ 5.1 ตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบ (ต่อ)

	ตัวแบบการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
	$\hat{C}_t = 0.4368 [Z_t - \hat{b}_{0t}] + (1 - 0.4368) \hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 81,764.38$ $\hat{b}_{10} = 13.62$	
คณะศึกษาศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงคูณ มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = (\hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau) \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.0921 \left[\frac{Z_t}{\hat{C}_{t-L}} \right] + (1 - 0.0921) \left[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)} \right]$ $\hat{b}_{1t} = 0 \left[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)} \right] + (1 - 0) \hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.4322 \left[\frac{Z_t}{\hat{b}_{0t}} \right] + (1 - 0.4322) \hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 65,220.76$ $\hat{b}_{10} = 57.06$	<p>RMSE = 17,077.78</p> <p>MAE = 12,906.38</p> <p>MAPE = 25.72</p>
คณะ พยาบาลศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.1770 [Z_t - \hat{C}_{t-L}] + (1 - 0.1770) \left[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)} \right]$ $\hat{b}_{1t} = 0.0084 [\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0.0084) \hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.2776 [Z_t - \hat{b}_{0t}] + (1 - 0.2776) \hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 91,380.52$ $\hat{b}_{10} = -114.81$	<p>RMSE = 16,785.56</p> <p>MAE = 12,468.39</p> <p>MAPE = 12.95</p>

ตารางที่ 5.1 ตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบ (ต่อ)

	ตัวแบบการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
คณะแพทยศาสตร์ และ รพ.ศรีนครินทร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.6104[Z_t - \hat{C}_{t-L}] + (1 - 0.6104)$ $[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)}]$ $\hat{b}_{1t} = 0.0258[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0.0258)\hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.5953[Z_t - \hat{b}_{0t}] + (1 - 0.5953)\hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 2,453,857.99$ $\hat{b}_{10} = 6,000.49$	<p>RMSE = 248,294.5</p> <p>MAE = 188,207.4</p> <p>MAPE = 8.16</p>
คณะบริหารธุรกิจ และการบัญชี	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.0903[Z_t - \hat{C}_{t-L}] + (1 - 0.0903)$ $[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)}]$ $\hat{b}_{1t} = 0.0141[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0.0141)\hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.7871[Z_t - \hat{b}_{0t}] + (1 - 0.7871)\hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 56,047.43$ $\hat{b}_{10} = 155.67$	<p>RMSE = 11,417.08</p> <p>MAE = 8,364.88</p> <p>MAPE = 21.92</p>
คณะ ทันตแพทยศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.4131[Z_t - \hat{C}_{t-L}] + (1 - 0.4131)$ $[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)}]$ $\hat{b}_{1t} = 0[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0)\hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.1859[Z_t - \hat{b}_{0t}] + (1 - 0.1859)\hat{C}_{t-L}$	<p>RMSE = 27,143.78</p> <p>MAE = 20,522.62</p> <p>MAPE = 13.48</p>

	$\hat{b}_{00} = 162,214.34$ $\hat{b}_{10} = 1,477.08$	
--	--	--

ตารางที่ 5.1 ตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบ (ต่อ)

	ตัวแบบการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของโฮลท์ มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_{t+l} = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau$ $\hat{b}_{0t} = 0.6765Z_t + (1 - 0.6765)(\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)})$ $\hat{b}_{1t} = 0.1007(\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}) + (1 - 0.1007)\hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{b}_{00} = 98,090.20$ $\hat{b}_{10} = 4,378.14$	<p>RMSE = 15,054.84</p> <p>MAE = 10,026.79</p> <p>MAPE = 31.22</p>
คณะสัตวแพทยศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.1564[Z_t - \hat{C}_{t-L}] + (1 - 0.1564)$ $[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)}]$ $\hat{b}_{1t} = 0[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0)\hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.4060[Z_t - \hat{b}_{0t}] + (1 - 0.4060)\hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 105,288.31$ $\hat{b}_{10} = 556.08$	<p>RMSE = 15,989.91</p> <p>MAE = 11,934.64</p> <p>MAPE = 13.65</p>
คณะเภสัชศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงคูณ มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = (\hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau)\hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.1510\left[\frac{Z_t}{\hat{C}_{t-L}}\right] + (1 - 0.1510)$ $[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)}]$ $\hat{b}_{1t} = 0.0069[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}] + (1 - 0.0069)\hat{b}_{1(t-1)}$	<p>RMSE = 20,739.13</p> <p>MAE = 13,978.96</p> <p>MAPE = 18.05</p>

ตารางที่ 5.1 ตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบ (ต่อ)

	ตัวแบบการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
	$\hat{C}_t = 0.3464 \left[\frac{Z_t}{\hat{b}_{0t}} \right] + (1 - 0.3464) \hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 122,165.1$ $\hat{b}_{10} = 752.77$	
คณะเทคนิค การแพทย์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงคูณ มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = (\hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau) \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.2965 \left[\frac{Z_t}{\hat{C}_{t-L}} \right] + (1 - 0.2965)$ $\left[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)} \right]$ $\hat{b}_{1t} = 0 \left[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)} \right] + (1 - 0) \hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.3682 \left[\frac{Z_t}{\hat{b}_{0t}} \right] + (1 - 0.3682) \hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 83,408.24$ $\hat{b}_{10} = 268.51$	<p>RMSE = 12,229.01</p> <p>MAE = 8,370.71</p> <p>MAPE = 15.04</p>
คณะสาธารณสุข ศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.1838 \left[Z_t - \hat{C}_{t-L} \right] + (1 - 0.1838)$ $\left[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)} \right]$ $\hat{b}_{1t} = 0.0228 \left[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)} \right] + (1 - 0.0228) \hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.4141 \left[Z_t - \hat{b}_{0t} \right] + (1 - 0.4141) \hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 35,343.56$ $\hat{b}_{10} = 31.43$	<p>RMSE = 8,456.90</p> <p>MAE = 6,345.9</p> <p>MAPE = 20.86</p>

ตารางที่ 5.1 ตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบ (ต่อ)

	ตัวแบบการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
คณะมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงบวก มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau + \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.1408 \left[Z_t - \hat{C}_{t-L} \right] + (1 - 0.1408) \left[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)} \right]$ $\hat{b}_{1t} = 0 \left[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)} \right] + (1 - 0) \hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.8371 \left[Z_t - \hat{b}_{0t} \right] + (1 - 0.8371) \hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 54,919.01$ $\hat{b}_{10} = -384.91$	<p>RMSE = 17,010.32</p> <p>MAE = 12,954.47</p> <p>MAPE = 22.45</p>
คณะศิลปกรรม ศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ ในตัวแบบเชิงคูณ มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_t(\tau) = (\hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau) \hat{C}_{t-L+\tau}$ $\hat{b}_{0t} = 0.0872 \left[\frac{Z_t}{\hat{C}_{t-L}} \right] + (1 - 0.0872) \left[\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)} \right]$ $\hat{b}_{1t} = 0.0270 \left[\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)} \right] + (1 - 0.0270) \hat{b}_{1(t-1)}$ $\hat{C}_t = 0.5471 \left[\frac{Z_t}{\hat{b}_{0t}} \right] + (1 - 0.5471) \hat{C}_{t-L}$ $\hat{b}_{00} = 50,093.94$ $\hat{b}_{10} = 335.55$	<p>RMSE = 8,331.58</p> <p>MAE = 6,022.35</p> <p>MAPE = 26.11</p>
คณะนิติศาสตร์	<p>วิธีการพยากรณ์ของโฮลท์ มีสมการพยากรณ์ ดังนี้</p> $\hat{Z}_{t+l} = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}\tau$ $\hat{b}_{0t} = 0.1441 Z_t + (1 - 0.1441) (\hat{b}_{0(t-1)} + \hat{b}_{1(t-1)})$ $\hat{b}_{1t} = 0.0473 (\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}) + (1 - 0.0473) \hat{b}_{1(t-1)}$	<p>RMSE = 10,458.82</p> <p>MAE = 7,201.61</p> <p>MAPE = 43.51</p>

	$\hat{b}_{00} = 31,007.20$ $\hat{b}_{10} = 92.68$	
--	--	--

ตารางที่ 5.2 ตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

	ตัวแบบการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	$ARIMA(1,1,1)(0,1,1)_{12}$ $(1 - 0.2830B)(1 - B^{12})(1 - B)Z_t = (1 + 0.4011B^{12})$ $(1 + 0.9161B)a_t$	RMSE = 432,728.60 MAE = 328,338.20 MAPE = 5.07
คณะเกษตรศาสตร์	$ARIMA(1,1,1)$ $(1 - 0.2999B)(1 - B)Z_t = (1 + 0.8042B) + a_t$	RMSE = 41,906.81 MAE = 32,784.85 MAPE = 16.26
คณะวิศวกรรมศาสตร์	$ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ $(1 - B^{12})(1 - B)Z_t = (1 + 0.4561B^{12})(1 + 0.8235B)a_t$	RMSE = 35,348.79 MAE = 25,928.25 MAPE = 14.28
คณะวิทยาศาสตร์	$ARIMA(1,0,1)(0,1,1)_{12}$ $(1 - 0.7886B)(1 - B^{12})Z_t = (1 + 0.5974B^{12})$ $(1 + 0.5381B)a_t$	RMSE = 37,511.66 MAE = 25,779.52 MAPE = 12.04
คณะเทคโนโลยี	$ARIMA(1,0,0)(0,1,1)_{12}$ $(1 - 0.2910B)(1 - B^{12})Z_t = (1 + 0.5826B^{12})a_t$	RMSE = 10,870.41 MAE = 7,741.59 MAPE = 10.20
คณะศึกษาศาสตร์	$ARIMA(1,1,1)(1,0,0)_{12}$ $(1 - 0.4430B^{12})(1 - 0.3415B)(1 - B)Z_t$ $= (1 + 0.9667B)a_t$	RMSE = 16,305.74 MAE = 11,921.59 MAPE = 24.34
คณะ พยาบาลศาสตร์	$ARIMA(1,1,1)(0,1,1)_{12}$ $(1 - 0.2501B)(1 - B^{12})(1 - B)Z_t = (1 + 0.6862B^{12})$ $(1 + 0.9550B)a_t$	RMSE = 15,396.13 MAE = 11,393.29 MAPE = 12.08
คณะแพทยศาสตร์และ รพ.ศรีนครินทร์	$ARIMA(0,1,1)(1,1,1)_{12}$ $(1 - 0.4055B^{12})(1 - B^{12})(1 - B)Z_t$ $= (1 + 0.9997B^{12})(1 + 0.4040B)a_t$	RMSE = 191,820.80 MAE = 139,059.00 MAPE = 5.93
คณะบริหารธุรกิจและ การบัญชี	$ARIMA(0,0,1)(0,1,1)_{12}$ $(1 - B^{12})Z_t = (1 + 0.3183B^{12})(1 - 0.3372B)a_t$	RMSE = 10,368.05 MAE = 7,485.60

		MAPE = 20.04
--	--	--------------

ตารางที่ 5.2 ตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (ต่อ)

	ตัวแบบการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
คณะทันต แพทยศาสตร์	$ARIMA(3,1,2)(0,1,1)_{12}$ $(1 - 0.3998B + 0.3161B^2 + 0.5389B^3)(1 - B^{12})$ $(1 - B)Z_t = (1 + 0.7153B^{12})$ $(1 + 0.9672B - 0.7539B^2)a_t$	RMSE = 24,702.15 MAE = 17,612.07 MAPE = 11.32
คณะสถาปัตยกรรม ศาสตร์	$ARIMA(1,1,1)$ $(1 - 0.3863B)(1 - B)Z_t = (1 + 0.8071B)a_t$	RMSE = 13,401.85 MAE = 8,670.52 MAPE = 26.72
คณะสัตว แพทยศาสตร์	$ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ $(1 - B^{12})(1 - B)Z_t = (1 + 0.5702B^{12})(1 + 0.7890B)a_t$	RMSE = 15,171.88 MAE = 10,815.02 MAPE = 12.36
คณะเภสัชศาสตร์	$ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ $(1 - B^{12})(1 - B)Z_t = (1 + 0.7180B^{12})$ $(1 + 0.6876B)a_t$	RMSE = 19,326.89 MAE = 11,915.79 MAPE = 14.83
คณะเทคนิคการแพทย์	$ARIMA(2,1,1)(1,0,0)_{12}$ $(1 - 0.4762B^{12})(1 - 0.3954B - 0.2973B^2)$ $(1 - B)Z_t = (1 + 0.9565B)a_t$	RMSE = 11,734.80 MAE = 8,224.72 MAPE = 15.32
คณะสาธารณสุข ศาสตร์	$ARIMA(0,0,1)(0,1,1)_{12}$ $(1 - B^{12})Z_t = (1 + 0.6446B^{12})(1 - 0.2715B)a_t$	RMSE = 7,609.23 MAE = 5,505.04 MAPE = 17.90
คณะมนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์	$ARIMA(1,0,2)(1,1,0)_{12}$ $(1 + 0.4307B^{12})(1 + 0.7201B)(1 - B^{12})Z_t$ $= (1 - 1.0496B - 0.4168B^2)a_t$	RMSE = 14,855.76 MAE = 11,528.88 MAPE = 20.29
คณะศิลปกรรมศาสตร์	$ARIMA(0,1,1)(1,0,1)_{12}$ $(1 - 0.8472B^{12})(1 - B)Z_t = (1 + 0.4229B^{12})$ $(1 + 0.8908B)a_t$	RMSE = 8,189.91 MAE = 5,716.91 MAPE = 24.15
คณะนิติศาสตร์	$ARIMA(1,1,1)$	RMSE = 10,312.82

	$(1 - 0.2685B)(1 - B)Z_t = (1 + 0.8776B)a_t$	MAE = 6,888.52 MAPE = 38.28
--	--	--------------------------------

จากตารางที่ 5.1 และ 5.2 เมื่อนำตัวแบบของวิธีการทำให้เรียบ และตัวแบบของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ มาเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนโดยพิจารณาจากเกณฑ์รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE), ค่าสัมบูรณ์ของความเบี่ยงเบนเฉลี่ย (MAE) และค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (MAPE) พบว่า

1. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงบวก ให้ค่า RMSE = 461,410.1, MAE = 366,062.4, MAPE = 5.65 และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า RMSE = 432,728.60, MAE = 328,338.20, MAPE = 5.07 ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

2. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะเกษตรศาสตร์ โดยวิธีของโฮลท์ ให้ค่า RMSE = 49,459.43, MAE = 38,880.42, MAPE = 19.13 และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า RMSE = 41,906.81, MAE = 32,784.85, MAPE = 16.26 ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

3. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงบวก ให้ค่า RMSE = 36,972.57, MAE = 28,129.51, MAPE = 15.54 และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า RMSE = 35,348.79, MAE = 25,928.25, MAPE = 14.28 ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

4. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะวิทยาศาสตร์ โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงบวก ให้ค่า RMSE = 39,440.09, MAE = 28,888.74, MAPE = 13.78 และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า RMSE = 37,511.66, MAE = 25,779.52, MAPE = 12.04 ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

5. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะเทคโนโลยี โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงบวก ให้ค่า RMSE = 11,727.95, MAE = 8,790.97, MAPE = 11.86 และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า RMSE = 10,870.41, MAE = 7,741.59, MAPE = 10.20 ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

6. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะศึกษาศาสตร์ โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงคูณ ให้ค่า RMSE = 17,077.78, MAE = 12,906.38, MAPE = 25.72 และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า RMSE = 16,305.74, MAE = 11,921.59, MAPE = 24.34 ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

7. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะพยาบาลศาสตร์โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงบวก ให้ค่า $RMSE = 16,785.56$, $MAE = 12,468.39$, $MAPE = 12.95$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 15,396.13$, $MAE = 11,393.29$, $MAPE = 12.08$ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

8. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะแพทยศาสตร์และรพ.ศรีนครินทร์โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงบวก ให้ค่า $RMSE = 248,294.5$, $MAE = 188,207.4$, $MAPE = 8.16$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 191,820.80$, $MAE = 139,059.00$, $MAPE = 5.93$ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของ บ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

9. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะบริหารธุรกิจและการบัญชีโดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงบวก ให้ค่า $RMSE = 11,417.08$, $MAE = 8,364.88$, $MAPE = 21.92$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 10,368.05$, $MAE = 7,485.60$, $MAPE = 20.04$ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

10. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะทันตแพทยศาสตร์โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงบวก ให้ค่า $RMSE = 27,143.78$, $MAE = 20,522.62$, $MAPE = 13.478$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 24,702.15$, $MAE = 17,612.07$, $MAPE = 11.32$ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

11. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์โดยวิธีของโซลท์ ให้ค่า $RMSE = 15,054.84$, $MAE = 10,026.79$, $MAPE = 31.22$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 13,401.85$, $MAE = 8,670.52$, $MAPE = 26.72$ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

12. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะสัตวแพทยศาสตร์โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงบวก ให้ค่า $RMSE = 15,989.91$, $MAE = 11,934.64$, $MAPE = 13.65$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 15,171.88$, $MAE = 10,815.02$, $MAPE = 12.36$ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

13. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะเภสัชศาสตร์โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงคูณ ให้ค่า $RMSE = 20,739.13$, $MAE = 13,978.96$, $MAPE = 18.05$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 19,326.89$, $MAE = 11,915.79$, $MAPE = 14.83$ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

14. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะเทคนิคการแพทย์โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแบบเชิงคูณ ให้ค่า $RMSE = 12,229.01$, $MAE = 8,370.71$, $MAPE = 15.04$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 11,734.80$, $MAE = 8,224.72$, $MAPE = 15.32$ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

15. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะสาธารณสุขศาสตร์โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแทนเชิงบวก ให้ค่า $RMSE = 8,456.90$, $MAE = 6,345.9$, $MAPE = 20.86$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 7,609.23$, $MAE = 5,505.04$, $MAPE = 17.90$ ดังนั้นตัวแทนที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

16. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแทนเชิงบวก ให้ค่า $RMSE = 17,010.32$, $MAE = 12,954.47$, $MAPE = 22.45$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 14,855.76$, $MAE = 11,528.88$, $MAPE = 20.29$ ดังนั้นตัวแทนที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

17. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะศิลปกรรมศาสตร์โดยวิธีของวินเทอร์ในตัวแทนเชิงบวก ให้ค่า $RMSE = 8,331.58$, $MAE = 6,022.35$, $MAPE = 26.11$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 8,189.91$, $MAE = 5,716.91$, $MAPE = 24.15$ ดังนั้นตัวแทนที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

18. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในคณะนิติศาสตร์โดยวิธีของโฮลท์ ให้ค่า $RMSE = 10,458.82$, $MAE = 7,201.61$, $MAPE = 43.51$ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า $RMSE = 10,312.82$, $MAE = 6,888.52$, $MAPE = 38.28$ ดังนั้นตัวแทนที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

สรุปตัวแทนการพยากรณ์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยขอนแก่น, คณะเกษตรศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, คณะเทคโนโลยี, คณะศึกษาศาสตร์, คณะพยาบาลศาสตร์, คณะแพทยศาสตร์และรพ.ศรีนครินทร์, คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี, คณะทันตแพทยศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, คณะเภสัชศาสตร์, คณะสัตวแพทยศาสตร์, คณะเทคนิคการแพทย์, คณะสาธารณสุขศาสตร์, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, คณะศิลปกรรมศาสตร์ และคณะนิติศาสตร์

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบตัวแทนการพยากรณ์ระหว่างวิธีการทำให้เรียบและวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยเกณฑ์รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$), ค่าสัมบูรณ์ของความเบี่ยงเบนเฉลี่ย (MAE) และค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ($MAPE$) พบว่าตัวแทนการพยากรณ์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยขอนแก่น และทุกคณะในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของณัฐภัทร ก้อนเครือ และกัลยานุญหล้า (2559) ที่ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าจังหวัดพิษณุโลก โดยศึกษาตัวแทนการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบ

โสมทวินเตอร์เชิงผลคูณ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบจากค่า MAPE ต่ำที่สุดผลจากการศึกษาพบว่า วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้า มีตัวแบบ ARIMA (1,1,1) (0,1,1)¹² ซึ่งมีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 8.863 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของศศิประภา ตาลยงค์ (2560) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยโดยใช้ตัวแบบวินเทอร์ ตัวแบบอาร์มา และตัวแบบวินเทอร์ที่มีความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแบบอาร์มา โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (MAPE) ในการเปรียบเทียบการพยากรณ์ของแต่ละตัวแบบ จากผลการวิจัยพบว่า ตัวแบบอาร์มามีความเหมาะสมที่สุด

5.2.1 ประโยชน์ของสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

วิธีการพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 2 วิธี คือ วิธีการทำให้เรียบ (Smoothing Method) และ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins's Method) ซึ่งการพยากรณ์โดยใช้เป็นสถิติเป็นเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือเพราะมีค่าสถิติรองรับ และช่วยให้เข้าใจลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูล เห็นแนวโน้มที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและจัดการทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

5.2.3 แนวทางในการจัดการข้อมูลและคุณภาพข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิรายเดือน ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยขอนแก่น และแต่ละคณะในมหาวิทยาลัยขอนแก่น เก็บรวบรวมจากหน่วยไฟฟ้า กองอาคารและสถานที่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 รวม 125 เดือน ก่อนการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต้องมีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล เช่น ข้อมูลที่ได้ไม่มีค่าสูญหาย และได้ครบตามที่ต้องการ ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรม R ในการวิเคราะห์ เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยขอนแก่น และแต่ละคณะในมหาวิทยาลัยขอนแก่น มีการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ และคัดเลือกตัวแบบที่ให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำสุด เพื่อความแม่นยำในการพยากรณ์ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยขอนแก่น และแต่ละคณะในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

5.2.4 การนำเสนอผลไปประยุกต์ใช้ในการบริหาร

สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่เหมาะสมที่สุด ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า เพื่อทราบแนวโน้มที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต โรงผลิตไฟฟ้ามหาวิทยาลัยขอนแก่นและองค์กรที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการตัดสินใจ และการวางแผนการจัดการพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา บุคลากร และอาคารสถานที่ต่าง ๆ ในอนาคต และเมื่อเวลาผ่านไปจะต้องมีการปรับเปลี่ยนสมการพยากรณ์ เพราะลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคตอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปไม่เหมือนเดิม

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนของมหาวิทยาลัยขอนแก่นอาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยเพียงปัจจัยเดียว ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เช่น จำนวนผู้อยู่อาศัย อุณหภูมิ สภาพอากาศ ขนาดที่อยู่อาศัย ประเภทที่อยู่อาศัย และจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อให้มีความแม่นยำมากขึ้นในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคตต่อไป

5.3.2 ในการศึกษาครั้งต่อไป อาจเปรียบเทียบวิธีการทำให้เรียบและวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ที่นอกเหนือจากวิธีการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ เช่น การวิเคราะห์การถดถอย เป็นต้น

5.3.3 เนื่องจากการพยากรณ์ครั้งนี้ใช้เพียงข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีตเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการพยากรณ์ด้วยวิธี การทำให้เรียบ และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ จะให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำก็ต่อเมื่อลักษณะสภาพการณ์ในอดีตและอนาคต มีความคล้ายคลึงกัน