

บทที่ 4  
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_1$  เทียบกับตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร และเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากับขนาดประชากร พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  ระหว่างความแปรปรวนที่ได้ตามวิธีของซิงค์และนเรนทร์ กับความแปรปรวนที่ได้จากการปรับสมการ----(10) นอกจากนี้ได้เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากรระหว่าง  $E_u$  กับ  $E_u$

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน

4.1 นำเสนอเกี่ยวกับค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling

4.2 นำเสนอเกี่ยวกับค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากรระหว่าง  $E_u$  กับ  $E_u$  เมื่อเลือกตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยไม่ใส่คืน

4.1 การศึกษาประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_1$  เทียบกับตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.5625 และ 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างเท่าและไม่เท่ากับขนาดประชากร ดังตาราง 4.1 - 4.12 ปรากฏผลดังนี้

ก.) ค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_1$  ไม่แตกต่างจากค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$

ข.) ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีของซิงค์และนเรนทร์ และที่ได้จากการปรับสมการ----(10) นั้น มีค่าลดลงเมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น

ค.) ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีของซิงค์และนเรนทร์ มีค่าต่ำกว่าค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้จากการปรับสมการ----(10) แต่จะมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น

ง.) ตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  มีประสิทธิภาพสูงกว่าตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  เมื่อขนาดประชากร ขนาดตัวอย่างมีค่าตั้งแต่ 4 ขึ้นไป และประชากรมีความน่าจะเป็นที่จะให้ข้อมูลมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และเมื่อความแปรปรวนของประชากรมีค่ามากขึ้น ตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ยังคงมีประสิทธิภาพสูงกว่าตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$

จ.) กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร คือ  $N = n = 20$  และ  $N = n = 30$  พบว่าเมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าระหว่าง 10 - 19 และ 15 - 29 ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากรมีค่าใกล้เคียงกัน และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากรมีค่าลดลง เมื่อความแปรปรวนของประชากรมีค่าเพิ่มขึ้น

กรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากับขนาดประชากร คือ  $N = 20$  ,  $n = 10$  และ  $N = 35$  ,  $n = 18$  พบว่าเมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าระหว่าง 5 - 9 และ 9 - 17 ตามลำดับแล้ว ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากรมีค่าใกล้เคียงกัน และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากรมีค่าลดลง เมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่ามีค่าเพิ่มขึ้น

นั่นคือ จากผลสรุปข้อ ก. ถึง จ. พบว่าในการประมาณค่ายอดรวมประชากร ควรใช้ตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  และสามารถหาค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้จากการปรับสมการ----(10) แทนค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีของซิงค์และนเรนทร์

4.2 การศึกษาค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากรระหว่าง  $E_u$  กับ  $E_u$  เมื่อเลือกตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโดยไม่ใส่คืน จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.5625 และ 31.6875 โดยที่แต่ละหน่วยในประชากรให้ข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นเท่ากันและไม่เท่ากัน กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร คือ  $N = n = 10$  ดังตาราง 4.13 - 4.15 ปรากฏผลดังนี้

ก.) ค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_1$  ไม่แตกต่างจากค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  เมื่อแต่ละหน่วยในประชากรให้ข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นเท่ากัน แต่ถ้าแต่ละหน่วยในประชากรให้ข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน แล้วค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_1$  จะแตกต่างจากค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  โดยที่ค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  จะใกล้เคียงกับค่าสอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง มากกว่าค่าประมาณของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_1$

ข.) ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีของซิงค์และนเรนทร์ และค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้จากการปรับสมการ----(10) นั้น มีค่าลดลงเมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น

ค.) ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีของซิงค์และนเรนทร์ มีค่าต่ำกว่าค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้จากการปรับสมการ----(10) แต่จะมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น

ง.) ตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  มีประสิทธิภาพสูงกว่าตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_1$  และเมื่อความแปรปรวนของประชากรมีค่ามากขึ้น ตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_2$  ยังคงมีประสิทธิภาพสูงกว่าตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_1$

จ.) กรณีประชากรมีความแปรปรวน 10.5625 และ 31.6875 โดยที่แต่ละหน่วยในประชากรให้ข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นเท่ากัน พบว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากรมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าระหว่าง 5-9 ยกเว้นเมื่อประชากรมีความแปรปรวน 31.6875 และจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าเท่ากับ 7

พบว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากรมีค่าต่ำมาก

กรณีประชากรมีความแปรปรวน 10.5625 และ 31.6875 โดยที่แต่ละหน่วยในประชากรให้ข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน พบว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากรมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น

ด.) ในการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากรระหว่าง  $E_u$  กับ  $E_{\Sigma}$  พบว่า

$$E_u > E_{\Sigma} \text{ เมื่อ } 5 \leq n \leq 7$$

$$E_u < E_{\Sigma} \text{ เมื่อ } 8 \leq n \leq 9$$

จากตาราง 4.13 - 4.15 พบว่าในการประมาณค่าสอดรวมประชากร ควรใช้ตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_{\Sigma}$  และสามารถหาค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_{\Sigma}$  ที่ได้จากการปรับสมการ----(10) แทนค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสอดรวมประชากร  $T_{\Sigma}$  ที่ได้ตามวิธีของซิงค์และเนเรนทร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าตั้งแต่ 5 - 7 แล้ว ควรประมาณค่าสอดรวมประชากรโดยที่แต่ละหน่วยในประชากรให้ข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นเท่ากัน แต่ถ้าจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าตั้งแต่ 8 - 9 ควรประมาณค่าสอดรวมประชากร โดยที่แต่ละหน่วยในประชากรให้ข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน

ชำนาญ หอสมุด

ตาราง 4.1 ค่าประมาณยอดรวมประชากร  $T_1$  ณ  $T_2$  ค่าประมาณความแปรปรวนของค่าประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีการของซิงค์และนเรนทร์ และที่ได้จากการปรับสมการ----(10) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.5625 กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร (  $N = n = 20$  )

m	p	$T_1$	$\hat{V}(T_1)$	$T_2$	$\hat{V}_3(T_2)$	$\hat{V}_4(T_2)$	$E = \hat{V}(T_1) / \hat{V}_3(T_2)$
11	0.55	265.792	3042.286	265.792	167.457	182.681	18.168
		301.495	3923.490	301.495	225.351	245.837	17.411
		298.183	3877.268	298.183	263.892	287.883	14.693
13	0.65	296.043	2483.368	296.043	134.096	144.411	18.519
		293.323	2434.707	293.323	128.146	138.003	19.000
		279.881	2197.800	279.881	96.214	103.615	22.843
16	0.80	300.802	1183.043	300.802	55.484	58.952	21.322
		308.024	1219.504	308.024	35.752	37.987	34.110
		302.030	1195.372	302.030	58.767	62.440	20.341
19	0.95	297.039	242.836	297.039	11.237	11.829	21.610
		295.543	240.274	295.543	10.994	11.573	21.855
		301.042	248.594	301.042	10.665	11.226	23.309

ค่ายอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง คือ 297.75

ตาราง 4.2 ค่าประมาณยอดรวมประชากร  $T_1$  กับ  $T_2$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีการของซิงค์และนเรนทร์ และที่ได้จากการปรับสมการ----(10) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร (  $N = n = 20$  )

$m$	$p$	$T_1$	$\hat{V}(T_1)$	$T_2$	$\hat{V}_3(T_2)$	$\hat{V}_4(T_2)$	$E = \hat{V}(T_1) / \hat{V}_3(T_2)$
10	0.50	341.013	6480.008	310.014	739.428	813.369	8.764
		317.968	5755.738	317.969	778.366	856.201	7.395
		331.727	6396.506	331.728	993.706	1093.274	6.437
14	0.70	331.498	2592.381	331.498	255.836	274.110	10.133
		319.865	2467.092	319.865	295.781	316.908	8.341
		321.737	2459.787	321.737	260.196	278.871	9.454
15	0.75	303.913	1793.081	303.913	271.811	289.932	5.597
		342.934	2187.936	342.934	244.141	260.417	8.962
		345.181	2199.667	345.181	229.107	244.380	9.601
18	0.90	326.763	669.701	326.763	81.011	85.512	8.267
		308.961	588.902	308.961	62.032	65.478	9.494
		331.984	682.485	331.984	74.314	78.433	9.184

ค่ายอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง คือ 319.45



ตาราง 4.4 ค่าประมาณยอดรวมประชากร  $T_1$  กับ  $T_2$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีการของซิงค์และนเรนทร์ และที่ได้จากการปรับสมการ----(10) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร (  $N = n = 30$  )

$n$	$p$	$T_1$	$\hat{V}(T_1)$	$T_2$	$\hat{V}_3(T_2)$	$\hat{V}_4(T_2)$	$E = \hat{V}(T_1) / \hat{V}_3(T_2)$
17	0.57	459.536	6393.104	459.536	1073.405	1139.546	5.956
		454.514	6023.255	454.514	804.745	852.083	7.485
		496.489	6781.367	496.486	529.117	560.241	12.816
20	0.67	447.779	3993.215	447.779	685.721	720.007	5.823
		442.682	3855.758	442.682	620.662	651.695	6.212
		452.028	3861.473	452.028	479.988	503.987	8.045
24	0.80	470.368	2156.967	470.368	326.873	340.493	6.599
		474.589	2163.789	474.589	299.297	311.767	6.973
		499.373	2329.237	499.373	262.047	272.965	8.889
29	0.97	451.295	274.917	451.295	42.275	43.733	6.503
		440.234	255.883	440.234	34.300	35.483	7.460
		465.586	287.433	465.586	39.639	41.006	7.251

ค่ายอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง คือ 455.86

ตาราง 4.5 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าระหว่าง 10 - 19 โดยเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.5625 และ 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร (  $N = n = 20$  )

๓	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรที่มีความแปรปรวน 10.5625	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรที่มีความแปรปรวน 31.6875
10	28.43	7.19
11	28.41	7.53
12	26.13	7.26
13	25.95	7.16
14	27.22	6.93
15	28.23	6.71
16	26.31	6.74
17	25.72	6.75
18	25.98	6.70
19	26.04	6.05



ตาราง 4.6 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าระหว่าง 15 - 29 โดยเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.5625 และ 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร (  $N = n = 30$  )

$m$	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรมีความแปรปรวน 10.5625	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรมีความแปรปรวน 31.6875
15	22.61	6.65
16	21.30	6.52
17	23.41	6.75
18	22.97	6.45
19	22.32	6.39
20	23.12	6.40
21	22.85	6.69
22	22.67	6.28
23	22.29	6.36
24	22.19	6.49
25	22.55	6.28
26	22.26	6.32
27	21.83	6.29
28	21.50	6.30
29	21.51	6.34

ตาราง 4.7 ค่าประมาณยอดรวมประชากร  $T_1$  กับ  $T_2$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีการของซิงค์และนเรนทร์และที่ได้จากการปรับสมการ----(10) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.6875 กรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากับขนาดประชากร (  $N = 20$  ,  $n = 10$  )

m	p	$T_1$	$\hat{V}(T_1)$	$T_2$	$\hat{V}_3(T_2)$	$\hat{V}_4(T_2)$	$E = \hat{V}(T_1) / \hat{V}_3(T_2)$
5	0.50	284.786	8865.882	285.064	355.428	402.294	24.944
		296.084	9481.400	296.373	265.457	300.459	35.717
		296.548	9516.149	296.838	272.097	307.975	34.973
6	0.60	307.344	6852.228	307.376	227.960	249.641	30.059
		282.161	5698.129	282.190	106.310	116.421	53.599
		287.740	6494.359	287.769	742.867	813.518	8.742
7	0.70	286.164	3857.476	286.166	164.364	175.200	23.469
		290.603	4106.766	290.605	307.814	328.108	13.342
		291.894	4328.545	291.895	509.645	543.245	8.493
8	0.80	299.410	2486.446	299.410	126.333	131.596	19.682
		292.786	2594.507	292.786	347.643	362.128	7.463
		308.062	2744.088	308.062	250.753	261.201	10.943

ค่ายอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง คือ 288.74

ตาราง 4.8 ค่าประมาณยอดรวมประชากร  $T_1$  กับ  $T_2$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีการของซิงค์และนเรนทร์และที่ได้จากการปรับสมการ----(10) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากับขนาดประชากร (  $N = 20$  ,  $n = 10$  )

$m$	$p$	$T_1$	$\hat{V}(T_1)$	$T_2$	$\hat{V}_3(T_2)$	$\hat{V}_4(T_2)$	$E = \hat{V}(T_1) / \hat{V}_3(T_2)$
5	0.50	189.709	8208.827	189.894	5138.936	5816.543	1.597
		252.429	9223.292	252.676	2910.042	3293.753	3.169
		282.930	9339.267	282.207	1036.656	1173.347	9.009
6	0.60	215.877	6198.119	215.899	3245.241	3553.886	1.910
		284.284	8608.656	284.314	3248.298	3557.234	2.650
		302.970	8618.986	303.001	2401.288	2629.667	3.589
7	0.70	224.008	3523.021	224.009	1346.727	1435.514	2.616
		232.055	3409.997	232.057	1046.790	1115.803	3.258
		280.947	4891.156	280.949	1419.228	1512.795	3.446
9	0.90	212.893	1331.812	212.893	817.673	834.192	1.629
		239.464	2034.795	239.463	1391.937	1402.057	1.462
		265.681	1813.528	265.681	1007.143	1027.489	1.801

ค่ายอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง คือ 279.73

ตาราง 4.9 ค่าประมาณยอดรวมประชากร  $T_1$  กับ  $T_2$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีการของซิงค์และนเรนทร์และที่ได้จากการปรับสมการ----(10) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.6875 กรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากับขนาดประชากร (  $N = 35$  ,  $n = 18$  )

m	p	$T_1$	$\hat{V}(T_1)$	$T_2$	$\hat{V}_3(T_2)$	$\hat{V}_4(T_2)$	$E = \hat{V}(T_1) / \hat{V}_3(T_2)$
11	0.61	470.044	8945.822	470.044	962.640	1012.271	9.293
		533.518	11006.941	533.518	693.095	728.829	15.884
		534.872	10967.459	534.872	595.839	626.559	18.407
14	0.77	492.755	4614.121	492.755	668.089	685.764	6.906
		523.676	5044.548	523.676	583.084	598.510	8.651
		539.261	5065.920	539.261	327.019	335.670	15.491
16	0.89	502.002	2282.069	502.002	488.450	494.699	4.672
		511.087	2314.517	511.087	454.715	460.531	5.090
		519.008	2248.348	519.008	328.606	332.809	6.842
17	0.94	491.193	1137.782	491.193	328.940	331.030	3.459
		496.491	1210.749	496.491	384.680	387.124	3.147
		505.357	1261.080	505.357	405.287	407.863	3.112

ค่ายอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง คือ 492.69

ตาราง 4.10 ค่าประมาณยอดรวมประชากร  $T_1$  กับ  $T_2$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีการของซิงค์และนเรนทร์และที่ได้จากการปรับสมการ----(10) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากับขนาดประชากร (  $N = 35$  ,  $n = 18$  )

m	p	$T_1$	$\hat{V}(T_1)$	$T_2$	$\hat{V}_3(T_2)$	$\hat{V}_4(T_2)$	$E = \hat{V}(T_1) / \hat{V}_3(T_2)$
9	0.50	418.233	14904.092	418.233	5317.810	5715.480	2.803
		487.284	15266.869	487.284	1840.096	1977.700	8.297
		574.984	20172.130	574.984	1387.047	1490.772	14.543
13	0.72	488.005	7787.245	488.005	2645.714	2735.652	2.943
		522.990	7962.439	522.990	1441.725	1490.735	5.523
		552.965	7716.021	552.965	1031.868	1066.945	7.478
15	0.83	452.830	3676.192	452.830	1359.901	1386.343	2.703
		504.129	4345.658	504.129	1470.536	1499.130	2.955
		498.399	3995.781	498.399	1180.514	1203.469	3.385
16	0.88	463.975	2843.084	463.975	1322.826	1339.748	2.149
		505.829	3127.907	505.829	1317.655	1334.510	2.374
		490.744	2784.905	490.744	1078.891	1092.693	2.581

ค่ายอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง คือ 504.73

ตาราง 4.11 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่าสอดคล้องประชากร เมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าระหว่าง 5 - 9 โดยเลือกประชากรแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.5625 และ 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากับขนาดประชากร ( $N = 20$ ,  $n = 10$ )

๓	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรมีความแปรปรวน 10.5625	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรมีความแปรปรวน 31.6875
5	30.85	6.58
6	31.44	4.88
7	17.90	3.89
8	11.30	2.64
9	6.28	1.60

ชำนาญ หอสมุด



ตาราง 4.12 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าระหว่าง 9 - 17 โดยเลือกตัวอย่างแบบ binomial sampling จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.5625 และ 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากับขนาดประชากร ( $N = 35$ ,  $n = 18$ )

๓	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรมีความแปรปรวน 10.5625	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรมีความแปรปรวน 31.6875
9	18.32	5.77
10	15.93	5.13
11	14.56	4.77
12	12.95	4.02
13	10.99	3.59
14	8.75	3.33
15	7.17	2.92
16	5.32	2.20
17	3.27	2.20

ตาราง 4.13 ค่าประมาณยอดรวมประชากร  $T_1$  กับ  $T_2$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีของซิงค์และนเรนทร์ และที่ได้จากการปรับสมการ----(10)และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากรระหว่าง  $E_u$  กับ  $E_v$  เมื่อเลือกตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโดยไม่ใส่คืนจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.5625 กรณีนขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร คือ  $N = n = 10$

$n$	$T_1$	$\hat{V}(T_1)$	$T_2$	$\hat{V}_3(T_2)$	$\hat{V}_4(T_2)$	$E = \hat{V}(T_1) / \hat{V}_3(T_2)$
5	138.904	2112.762	139.039	229.623	275.010	9.201
	100.771	746.315	148.790	656.949		1.136
	125.342	1688.977	125.465	147.679	176.869	11.437
	93.262	636.773	139.516	385.593		1.651
6	127.921	1175.186	127.934	101.149	117.983	11.618
	122.832	1071.056	152.753	358.905		2.984
	131.635	1265.701	131.649	132.641	154.715	9.542
	111.385	693.199	131.204	175.345		3.953
7	141.733	887.880	141.734	31.448	35.940	28.233
	152.244	1251.203	152.859	65.533		19.093
	138.323	837.875	138.323	20.864	23.845	40.158
	145.503	1131.864	146.267	64.497		17.549
8	127.165	428.128	127.166	27.259	30.666	15.706
	157.665	1261.897	133.507	52.814		23.893
	137.540	506.987	137.540	38.921	43.789	13.026
	161.983	1212.187	139.377	47.441		25.552
9	130.716	200.397	130.716	11.862	13.179	16.895
	175.446	1295.133	131.651	14.579		88.835
	137.631	223.734	137.631	14.923	16.581	14.993
	185.866	1419.147	138.838	16.453		86.227

ค่ายอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง คือ 135.945

ตัวอักษรเอียง หมายถึง คำนวณโดยที่แต่ละหน่วยในประชากรให้ข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นเท่ากัน  $p = n/10$   
 ตัวอักษรตรง หมายถึง คำนวณโดยที่แต่ละหน่วยในประชากรให้ข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน

ตาราง 4.14 ค่าประมาณยอดรวมประชากร  $T_1$  กับ  $T_2$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัว  
 ประมาณค่ายอดรวมประชากร  $T_1$  ค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณค่า  
 ยอดรวมประชากร  $T_2$  ที่ได้ตามวิธีของซิงค์และนเรนทร์ และที่ได้จากการปรับ  
 สมการ----(10)และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร  
 ระหว่าง  $E_u$  กับ  $E_o$  เมื่อเลือกตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโดยไม่ได้คืน  
 จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่าง  
 เท่ากับขนาดประชากร คือ  $N = n = 10$

m	$T_1$	$\hat{V}(T_1)$	$T_2$	$\hat{V}_3(T_2)$	$\hat{V}_4(T_2)$	$E = \hat{V}(T_1) / \hat{V}_3(T_2)$
5	152.803	2702.675	152.952	460.651	551.702	5.867
	114.406	1007.347	162.375	792.584		1.271
	154.060	2721.341	154.211	435.718	521.841	6.246
	112.854	975.330	157.422	791.696		1.232
6	125.154	1149.578	125.168	126.428	147.468	9.093
	117.007	1015.111	137.181	436.248		2.327
	154.443	1892.815	154.459	363.252	423.705	5.211
	134.870	1115.631	154.033	415.929		2.682
7	140.132	987.634	140.132	170.397	194.738	5.796
	152.378	1537.144	148.673	341.799		4.497
	150.901	1117.254	150.902	164.913	188.470	6.775
	150.374	1178.418	146.355	171.560		6.869
8	146.055	595.869	146.055	71.508	80.446	8.333
	182.023	1793.151	151.513	134.725		13.310
	151.054	650.796	151.054	91.842	103.323	7.086
	174.956	1365.503	149.064	88.502		15.429
9	138.425	242.799	138.425	33.629	37.366	7.220
	192.913	1827.454	140.389	51.779		35.293
	153.315	299.951	153.315	43.627	48.474	6.875
	208.221	1923.873	154.185	52.067		36.950

ค่ายอดรวมประชากรที่ได้จากการจำลอง คือ 148.556

ตาราง 4.15 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยของตัวประมาณค่ายอดรวมประชากร เมื่อจำนวนหน่วยที่ให้ข้อมูลมีค่าระหว่าง 5 - 9 โดยเลือกตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายแบบไม่ใส่คืน จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 14.65 ความแปรปรวน 10.5625 และ 31.6875 กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดประชากร คือ  $N = n = 10$

m	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรที่มีความแปรปรวน 10.5625		ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ ประชากรที่มีความแปรปรวน 31.6875	
	p	$p_i$	p	$p_i$
5	25.57	3.98	17.44	2.19
6	24.64	8.96	16.58	5.90
7	32.78	24.06	8.65	8.13
8	27.58	48.09	16.94	29.45
9	24.62	134.82	11.83	81.82

THANMASAT UNIVERSITY  
สำนักหอสมุด