

การศึกษาแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิ

ในบทนี้จะศึกษาถึงแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิ ๓ แผนแบบด้วยกัน คือ แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียวโดยการสุ่มตัวอย่างมาชั้นภูมิละหนึ่งหน่วย แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางโดยใช้ตัวอย่างจำนวนน้อย และแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางแบบมีระบบโดยให้ความน่าจะเป็นของการเลือกหน่วยตัวอย่าง เป็นปฏิภาคกับขนาดของหน่วยตัวอย่างที่ต้องการสำรวจ ในการศึกษาข้างต้นจะกล่าวถึง วิธีการเลือกตัวอย่าง การประมาณค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง และการประมาณค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างในแต่ละแผนแบบ ส่วนวิธีการประมาณยอดรวมจะไม่กล่าวถึง เนื่องจากการประมาณยอดรวมสามารถประมาณได้จากค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างโดยการคูณค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างด้วยจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมดในประชากรที่สนใจศึกษานั้น การประมาณค่าความแปรปรวนของยอดรวมก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน โดยการคูณค่าประมาณความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างด้วยจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมดในประชากรยกกำลังสอง

การศึกษาค้างนี้จะใช้ข้อมูล จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคล^๑ จำแนกตามขนาดของครัวเรือน และอำเภอ ของกรุงเทพมหานคร จากหนังสือสำมะโนประชากรและเคหะ พ.ศ. ๒๕๑๓ (Population and Housing Census 1970) ของหน่วยสำมะโนประชากรและเคหะกองสำรวจประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ จากตารางที่ ๓ ซึ่งเป็นตารางแสดงจำนวนครัวเรือน

๑ ครัวเรือนส่วนบุคคล หมายถึง

ก. ครัวเรือนคนเดียว ได้แก่ ครัวเรือนซึ่งประกอบด้วยบุคคลคนเดียว

ข. ครัวเรือนหลายคน ได้แก่ ครัวเรือนซึ่งประกอบด้วยบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป

อยู่รวมในบ้านเดียวกัน และใช้สิ่งอุปโภคบริโภคอันจำเป็นแก่การครองชีพร่วมกัน บุคคลเหล่านี้จะเกี่ยวข้อเป็นญาติหรือไม่เป็นญาติกัน เลยกก็ได้

ส่วนบุคคล ได้จำแนกประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคลออกเป็น ๒ ทางคือ ทางแถวและทางสดมภ์ ทางแถวได้แบ่งประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคลออกตามอำเภอ ซึ่งมีทั้งหมด ๒๓ อำเภอ คือ อำเภอพระนคร ดุสิต บางรัก ปทุมวัน น้อมปราบศัตรูพ่าย พญาไท ยานนาวา สัมพันธวงศ์ บางกะปิ บางเขน พระโขนง มีนบุรี ลาดกระบัง หนองจอก ธนบุรี คลองสาน บางกอกใหญ่ บางกอกน้อย ดลิ่งชัน บางขุนเทียน ภาษีเจริญ ราษฎร์บูรณะ และหนองแขม ส่วนทางสดมภ์ได้แบ่งประเภทครัวเรือนส่วนบุคคลออกตามจำนวนสมาชิกในครัวเรือน ซึ่งมีทั้งหมด ๑๓ ขนาด คือ ครัวเรือนที่มีจำนวนสมาชิก ๑ คน, ๒ คน, ..., ๑๒ คน และ ๑๓ คนขึ้นไปตามลำดับ

ในการศึกษาแผนแบบทั้ง ๓ นี้จะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับขนาดของตัวอย่าง คือ ขนาดตัวอย่าง ได้ถูกกำหนดโดยแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียว โดยการสุ่มตัวอย่างมาชั้นภูมิละ หนึ่งหน่วย ซึ่งการศึกษาแผนแบบชนิดนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะเมื่อจัดประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคล ออกเป็นทางแถวหรือรายอำเภอซึ่งมีทั้งหมด ๒๓ อำเภอ ดังนั้น ขนาดตัวอย่างที่ใช้จึงเท่ากับ ๒๓ หน่วยตัวอย่าง และในแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางทั้งสองชนิดทำการศึกษาโดยใช้ ขนาดตัวอย่างเท่ากับ ๒๓ หน่วยตัวอย่างเช่นเดียวกัน เนื่องจากมีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพระหว่างแผนแบบทั้งสาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓ จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคล จำแนกตามขนาดของครัวเรือนและอำเภอ ของกรุงเทพมหานคร

อำเภอ	ยอดรวม ครัวเรือน	ขนาดของครัวเรือน												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13ขึ้นไป
ยอดรวม	498,632	24,277	38,370	51,812	59,896	62,310	64,518	57,880	45,356	30,701	21,771	14,441	10,667	16,633
พระนคร	17,131	996	1,241	1,434	1,608	1,891	2,064	2,037	1,714	1,174	838	683	506	945
ดุสิต	44,886	2,022	3,506	4,739	5,457	5,710	5,935	5,266	3,969	2,561	1,740	1,315	904	1,762
บางรัก	13,827	810	895	1,149	1,301	1,385	1,737	1,750	1,425	986	803	500	380	706
ปทุมวัน	20,618	1,097	1,532	1,954	2,145	2,207	2,527	2,442	2,040	1,396	1,093	688	557	940
ป้อมปราบฯ	15,262	945	957	1,130	1,357	1,525	1,698	1,749	1,620	1,165	945	709	507	955
พญาไท	53,269	2,098	4,095	5,667	6,485	6,588	6,999	6,052	4,736	3,111	2,325	1,542	1,290	2,281
ยานนาวา	40,538	1,591	2,846	3,918	4,528	4,852	5,239	4,946	4,118	2,730	1,959	1,329	1,015	1,467
สัมพันธวงศ์	9,904	813	655	738	817	921	1,087	1,130	1,029	772	554	409	351	628
บางกะปิ	15,163	744	1,190	1,623	2,051	2,139	1,987	1,725	1,368	868	567	360	201	340
บางเขน	29,897	1,081	2,178	3,216	4,099	4,246	4,390	3,643	2,498	1,646	1,084	678	484	654
พระโขนง	64,151	3,124	5,364	7,010	8,058	8,035	8,308	7,176	5,690	3,746	2,662	1,756	1,281	1,941

ตารางที่ ๓ (ต่อ)

อำเภอ	ยอดรวม ครัวเรือน	ขนาดของครัวเรือน												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13ขึ้นไป
มีนบุรี	5,887	223	351	526	686	785	825	741	600	484	292	161	101	112
ลาดกระบัง	4,672	164	274	450	526	583	651	587	469	366	238	141	96	127
หนองจอก	6,374	198	359	549	682	795	913	854	710	499	334	226	111	144
ธนบุรี	35,030	2,071	3,026	4,090	4,409	4,396	4,369	3,906	3,090	2,166	1,402	827	615	663
คลองสาน	21,369	1,222	1,743	2,250	2,617	2,778	2,663	2,396	1,830	1,315	948	589	422	596
บางกอกใหญ่	13,070	845	1,192	1,573	1,688	1,658	1,666	1,383	1,056	686	454	334	210	325
บางกอกน้อย	32,181	1,848	2,655	3,719	4,331	4,371	4,208	3,624	2,501	1,691	1,155	723	610	745
ตลิ่งชัน	7,204	342	516	739	909	974	962	876	695	449	333	190	104	115
บางขุนเทียน	15,693	546	1,182	1,765	2,017	2,184	2,115	1,824	1,443	924	654	401	282	356
ภาษีเจริญ	18,509	960	1,552	2,081	2,333	2,411	2,292	2,089	1,539	1,088	782	522	353	507
ราษฎร์บูรณะ	10,145	388	771	1,079	1,308	1,349	1,337	1,218	903	619	442	257	225	249
หนองแขม	3,852	149	290	413	484	527	546	466	313	259	167	101	62	75

ที่มา : หน่วยสำมะโนประชากรและเคหะ กองสำรวจประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ

๑/ จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานครมีทั้งหมด ๓,๐๐๓,๒๖๐ คน

จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานครในครัวเรือนที่มีสมาชิกตั้งแต่ ๑๓ คนขึ้นไป

มี ๒๕๙,๖๘๓ คน

จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลในกรุงเทพมหานครมีทั้งหมด ๔๙๘,๖๓๒ ครัวเรือน

จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลในกรุงเทพมหานครที่มีสมาชิกในครัวเรือนตั้งแต่ ๑๓ คนขึ้นไป

มี ๑๖,๖๓๓ ครัวเรือน

จำนวนสมาชิกเฉลี่ยในครัวเรือนที่มีสมาชิกตั้งแต่ ๑๓ ขึ้นไปเท่ากับ

$$\frac{๒๕๙,๖๘๓}{๑๖,๖๓๓} = ๑๕.๖๑๒๕๑ \text{ คน}$$

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓.๑ การศึกษาแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียวโดยสุ่มตัวอย่างมาชั้นภูมิละหนึ่งหน่วย

ในการศึกษาแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียวโดยสุ่มตัวอย่างมาชั้นภูมิละหนึ่งหน่วย ใช้ข้อมูลจากตารางที่ ๓ ซึ่งได้จำแนกประเภทครัวเรือนส่วนบุคคลออกเป็น ๒ ทาง คือ ทางแถวและทางสดมภ์ ทางแถวได้แบ่งประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคลออกตามอำเภอ ซึ่งมีทั้งหมด ๒๓ อำเภอ และทางสดมภ์ได้แบ่งประเภทครัวเรือนส่วนบุคคลออกเป็น ๑๓ ขนาด ตามจำนวนสมาชิกในครัวเรือน แต่จะศึกษาเฉพาะเมื่อจัดประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคลออกเป็นทางแถวหรือรายอำเภอ ซึ่งมีทั้งหมด ๒๓ อำเภอ หรือ ๒๓ ชั้นภูมิ ดังนี้ อำเภอพระนครศรีอยุธยา บางรัก ปทุมวัน บ่อมปราบศัตรูพ่าย พญาไท ยานนาวา สัมพันธวงศ์ บางกะปิ บางเขน พระโขนง มีนบุรี ลาดกระบัง หนองจอก ธนบุรี คลองสาน บางกอกใหญ่ บางกอกน้อย คลิ่งชัน บางขุนเทียน ภาษีเจริญ ราษฎร์บูรณะ และหนองแขม แล้วทำการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละอำเภอมาอำเภอละ ๑ ครัวเรือน การสุ่มตัวอย่างในแต่ละอำเภอ กระทำเป็นอิสระต่อกัน และทุกครัวเรือนในอำเภอเดียวกันมีโอกาสที่จะถูกเลือกเป็นตัวอย่างเท่า ๆ กัน จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคล ค่าเฉลี่ยของจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนและจำนวนครัวเรือนตัวอย่างในแต่ละอำเภอแสดงไว้ในตารางที่ ๔ สำหรับจำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคลที่ตกเป็นตัวอย่างในแต่ละอำเภอของตัวอย่างจำนวน ๒๕ ชุด แสดงไว้ในตารางที่ ๕

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๔ จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคล ค่าเฉลี่ยของจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน
และจำนวนครัวเรือนตัวอย่าง จำแนกตามอำเภอ

อำเภอ	จำนวนครัวเรือน ส่วนบุคคล	ค่าเฉลี่ยของจำนวนสมาชิก ต่อครัวเรือน	จำนวนครัวเรือน ตัวอย่าง
พระนครศรี	17,131	6.4973918	1
อุลิต	44,886	6.0402851	1
บางรัก	13,827	6.5259587	1
ปทุมวัน	20,618	6.3360049	1
ป้อมปราบฯ	15,262	6.7763687	1
พญาไท	53,269	6.1521359	1
ยานนาวา	40,538	6.2724246	1
สัมพันธวงศ์	9,904	6.6516211	1
บางกะปิ	15,163	5.7373377	1
บางเขน	29,897	5.8088296	1
พระโขนง	64,151	5.8956973	1
มีนบุรี	5,887	6.1349755	1
ลาดกระบัง	4,672	6.2516669	1
หนองจอก	6,374	6.322435	1
ธนบุรี	35,030	5.6701995	1
คลองสาน	21,369	5.8668655	1
บางกอกใหญ่	13,070	5.5927364	1
บางกอกน้อย	32,181	5.6490261	1
ตลิ่งชัน	7,204	5.8391779	1
บางขุนเทียน	15,693	5.8882337	1
ภาษีเจริญ	18,509	5.8288691	1
ราชบุรีรณะ	10,145	5.9459353	1
หนองแขม	3,852	5.8691427	1



ตารางที่ ๕ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคลที่ตกเป็นตัวอย่าง จำแนกตามอำเภอ
และชุดตัวอย่าง

อำเภอ	ตัวอย่างชุดที่					
	1	2	3	4	5	6
พระนคร	11	10	5	12	3	10
ดุสิต	6	4	4	4	10	1
บางรัก	2	3	4	4	7	7
ปทุมวัน	8	9	8	2	8	5
ป้อมปราบฯ	1	9	1	6	12	10
พญาไท	5	10	4	5	4	15.61251
ยานนาวา	5	5	8	12	6	7
สัมพันธวงศ์	5	4	1	6	15.61251	2
บางกะปิ	6	1	6	3	4	5
บางเขน	4	6	5	7	5	4
พระโขนง	5	4	6	8	5	1
มีนบุรี	7	7	4	7	7	5
ลาดกระบัง	7	7	4	5	4	4
หนองจอก	5	7	4	5	6	8
จตุรศรี	10	7	11	2	6	6
คลองสาน	10	5	3	15.61251	5	5
บางกอกใหญ่	9	2	8	2	8	6
บางกอกน้อย	11	8	5	4	7	3
ตลิ่งชัน	5	8	3	6	4	2
บางขุนเทียน	7	3	3	5	7	3
ภาษีเจริญ	1	7	7	8	8	1
ราษฎร์บูรณะ	3	9	7	5	3	5
หนองแขม	6	6	6	6	6	5

I 16535040

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

อำเภอ	ตัวอย่างชุดที่					
	7	8	9	10	11	12
พระนครศรี	9	4	4	15.61251	8	2
คูสิต	3	12	4	3	4	5
บางรัก	3	7	6	15.61251	2	7
ปทุมวัน	4	7	11	3	5	7
ป้อมปราบฯ	2	1	8	11	4	5
พญาไท	10	9	4	2	2	7
ยานนาวา	3	8	7	10	10	7
สัมพันธวงศ์	4	10	9	6	9	1
บางกะปิ	10	5	6	5	6	8
บางเขน	5	6	6	2	4	9
พระโขนง	6	4	6	2	4	2
มีนบุรี	7	3	6	4	6	6
ลาดกระบัง	6	7	5	7	5	6
หนองจอก	8	3	4	3	6	6
ธนบุรี	5	6	6	2	6	7
คลองสาน	5	15.61251	3	1	4	3
บางกอกใหญ่	4	4	4	4	4	8
บางกอกน้อย	10	2	6	3	4	9
ตลิ่งชัน	8	4	4	3	7	4
บางขุนเทียน	10	7	6	5	4	3
ภาษีเจริญ	1	3	7	8	4	4
ราษฎร์บูรณะ	7	2	6	4	3	7
หนองแขม	6	5	6	6	5	5

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

อำเภอ	ตัวอย่างชุดที่					
	13	14	15	16	17	18
พระนครศรี	6	12	11	6	7	12
คูสิต	5	2	5	8	6	11
บางรัก	7	4	4	8	5	11
ปทุมวัน	6	15.61251	3	11	10	3
ป้อมปราบฯ	5	15.61251	5	5	6	7
พญาไท	8	8	4	5	15.61251	9
ยานนาวา	8	2	7	5	8	9
สัมพันธวงศ์	9	10	6	9	2	10
บางกะปิ	4	7	5	7	7	8
บางเขน	4	2	6	4	8	6
พระโขนง	6	2	9	4	4	11
มีนบุรี	6	6	3	6	4	4
ลาดกระบัง	7	6	4	6	4	6
หนองจอก	7	3	6	8	7	5
ธนบุรี	8	5	10	1	6	4
คลองสาน	2	4	4	7	3	6
บางกอกใหญ่	8	5	7	4	8	6
บางกอกน้อย	7	5	4	8	7	8
ตลิ่งชัน	4	6	4	6	5	7
บางขุนเทียน	7	6	10	4	7	3
ภาษีเจริญ	2	2	5	15.61251	5	3
ราชบุรีบูรณะ	6	5	7	7	6	8
หนองแขม	5	6	6	6	5	5

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

อำเภอ	ตัวอย่างชุดที่						
	19	20	21	22	23	24	25
พระนครศรี	7	6	8	8	6	8	5
คูสิต	11	3	6	3	6	6	5
บางรัก	6	2	6	6	15.61251	4	3
ปทุมวัน	12	6	7	8	1	3	8
บ่อมปราบฯ	2	9	6	8	10	5	9
พญาไท	8	12	15.61251	5	9	9	6
ยานนาวา	4	8	5	7	5	5	6
สัมพันธวงศ์	8	15.61251	4	7	4	4	4
บางกะปิ	4	4	7	4	10	4	2
บางเขน	5	5	4	6	9	5	9
พระโขนง	9	11	5	4	4	2	7
มีนบุรี	3	7	7	6	5	4	4
ลาดกระบัง	6	5	4	7	6	6	7
หนองจอก	8	3	5	3	6	7	6
ชนบุรี	4	3	6	8	6	5	7
คลองสาน	3	8	7	4	2	15.61251	7
บางกอกใหญ่	4	5	1	6	4	7	4
บางกอกน้อย	2	8	6	2	7	6	9
ตลิ่งชัน	7	3	5	5	8	6	3
บางขุนเทียน	5	3	6	6	6	3	2
ภาษีเจริญ	5	2	6	4	4	4	5
ราษฎร์บูรณะ	5	9	4	6	3	9	5
หนองแขม	5	6	6	5	6	6	6

๓.๑.๑ การประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย

ก. การประมาณค่าเฉลี่ย (\bar{y}_{st})

ในการสำรวจเกี่ยวกับจำนวนสมาชิกเฉลี่ยต่อครัวเรือนของกรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลจำนวนครัวเรือนส่วนบุคคล จำแนกตามอำเภอ ของกรุงเทพมหานคร ได้จำแนกครัวเรือนส่วนบุคคลออกเป็น ๒๓ อำเภอ และสุ่มตัวอย่างครัวเรือนส่วนบุคคลจากแต่ละอำเภอมาอำเภอละ ๑ ครัวเรือน

ให้ y_{ij} เป็นจำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคล
ที่ j ในอำเภอที่ i ; $j = 1, 2, \dots, N_i$
 $i = 1, 2, \dots, 23$

$$\bar{y}_{st} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{23} N_i \bar{y}_i$$

เมื่อ N_i = จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมดในอำเภอที่ i

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{23} N_i &= \text{จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมด} \\ &= 498,632 \text{ ครัวเรือน} \end{aligned}$$

\bar{y}_i = ค่าเฉลี่ยของจำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคล

ที่ตกเป็นตัวอย่างในอำเภอที่ i

$$= \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$$

ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคลของกรุงเทพมหานคร

ของตัวอย่างทั้ง ๒๕ ชุด แสดงไว้ในตารางที่ ๖

ตารางที่ ๖ ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคล ของกรุงเทพมหานคร
เมื่อใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียว โดยสุ่มตัวอย่างมาชั้นภูมิละ
หนึ่งหน่วย จำแนกตามชุดของตัวอย่าง

ตัวอย่างชุดที่	ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน
1	6.1664995
2	6.1052339
3	5.5118424
4	6.3213305
5	6.3618684
6	5.4239794
7	5.8696012
8	6.501339
9	5.7387371
10	4.6335694
11	4.7873481
12	5.6287181
13	6.1167855
14	5.2722805
15	6.2133316
16	6.044305
17	7.1061016
18	7.8431769
19	6.2943693
20	6.9445547
21	6.634726
22	5.2900235
23	6.1484162
24	5.6721303
25	6.1274847
เฉลี่ยทั้ง 25 ชุด	6.0282752

ข. การประมาณค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย $\left[\hat{V}(\bar{y}_{st}) \right]$

ในแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียวโดยสุ่มตัวอย่างมาชั้นภูมิละหนึ่งหน่วย แต่ละอำเภอมียุทธวิธีตัวอย่าง ๑ ยุทธวิธีเท่านั้น การประมาณค่าความแปรปรวนของค่าประมาณในแต่ละอำเภอไม่สามารถกระทำได้ เพื่อแก้ปัญหานี้จะใช้วิธีการจัดกลุ่มชั้นภูมิเข้าด้วยกันทีละคู่ โดยที่ชั้นภูมิหรือกลุ่มสุดท้ายอาจจะมี ๒ หรือ ๓ อำเภอ

เนื่องจากทั้ง ๒๓ อำเภอที่นำมาจัดกลุ่มกัน มีค่าเฉลี่ยของประชากรในอำเภอไม่ต่างกันมากนัก การจัดกลุ่มจึงจับคู่อำเภอที่มีจำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลใกล้เคียงกัน เช่น อำเภอหนองแขม นำมาจับคู่กับอำเภอลาดกระบัง เป็นต้น ดังนั้น ถ้าถือว่าแต่ละอำเภอมียุทธวิธีของประชากรไม่แตกต่างกันมากนัก ในการจัดอำเภอเข้าด้วยกันเป็นคู่ จะเรียงลำดับอำเภอที่มีจำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลจากน้อยไปหามาก แล้วจับคู่อำเภอที่อยู่ใกล้กันเข้าด้วยกัน แต่ละคู่ที่จัดเข้าด้วยกันนี้ถือเป็น ๑ ชั้นภูมิ ค่าเฉลี่ยหรือจำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคลที่จัดกลุ่มเข้าด้วยกัน ในการสุ่มตัวอย่างทั้ง ๒๔ ชุด แสดงไว้ในตารางที่ ๗

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคลที่จัดกลุ่มเข้าด้วยกัน จำแนกตามกลุ่มอำเภอ และชุดของตัวอย่าง

กลุ่มอำเภอ	ชุดที่					
	1	2	3	4	5	6
(หนองแขม ; ลาดกระบัง)	(6 ; 7)	(6 ; 7)	(6 ; 4)	(6 ; 5)	(6 ; 4)	(5 ; 4)
(มีนบุรี ; หนองจอก)	(7 ; 5)	(7 ; 7)	(4 ; 4)	(7 ; 5)	(7 ; 6)	(5 ; 8)
(ตลิ่งชัน ; สัมพันธวงศ์)	(5 ; 5)	(8 ; 4)	(3 ; 1)	(6 ; 6)	(4;15.61251)	(2 ; 2)
(ราษฎร์บูรณะ ; บางกอกใหญ่)	(3 ; 9)	(9 ; 2)	(7 ; 8)	(5 ; 2)	(3 ; 8)	(5 ; 6)
(บางรัก ; บางกะปิ)	(2 ; 6)	(3 ; 1)	(4 ; 6)	(4 ; 3)	(7 ; 4)	(7 ; 5)
(ป้อมปราบ ; บางขุนเทียน)	(1 ; 7)	(9 ; 3)	(1 ; 3)	(6 ; 5)	(12 ; 7)	(10 ; 3)
(พระนคร ; ภาษีเจริญ)	(11 ; 1)	(10 ; 7)	(5 ; 7)	(12 ; 8)	(3 ; 8)	(10 ; 1)
(ปทุมวัน ; คลองสาน)	(8 ; 10)	(9 ; 5)	(8 ; 3)	(2;15.61251)	(8 ; 5)	(5 ; 5)
(บางเขน ; บางกอกน้อย)	(4 ; 11)	(6 ; 8)	(5 ; 5)	(7 ; 4)	(5 ; 7)	(4 ; 3)
(ธนบุรี ; ยานนาวา)	(10 ; 5)	(7 ; 5)	(11 ; 8)	(2 ; 12)	(6 ; 6)	(6 ; 7)
(ดุสิต ; พญาไท ; พระโขนง)	(6 ; 5 ; 5)	(4 ; 10 ; 4)	(4 ; 4 ; 6)	(4 ; 5 ; 8)	(10 ; 4 ; 5)	(1;15.61251;1)

ตารางที่ ๗ (ต่อ)

กลุ่มอำเภอ	ชุดที่					
	7	8	9	10	11	12
(หนองแขม ; ลาดกระบัง)	(6 ; 6)	(5 ; 7)	(6 ; 5)	(6 ; 7)	(5 ; 5)	(5 ; 6)
(มีนบุรี ; หนองจอก)	(7 ; 8)	(3 ; 3)	(6 ; 4)	(4 ; 3)	(6 ; 6)	(6 ; 6)
(ตลิ่งชัน ; สัมพันธวงศ์)	(8 ; 4)	(4 ; 10)	(4 ; 9)	(3 ; 6)	(7 ; 9)	(4 ; 1)
(ราษฎร์บูรณะ ; บางกอกใหญ่)	(7 ; 4)	(2 ; 4)	(6 ; 4)	(4 ; 4)	(3 ; 4)	(7 ; 8)
(บางรัก ; บางกะปิ)	(3 ; 10)	(7 ; 5)	(6 ; 6)	(15.61251;5)	(2 ; 6)	(7 ; 8)
(ป้อมปราบ ; บางขุนเทียน)	(2 ; 10)	(1 ; 7)	(8 ; 6)	(11 ; 5)	(4 ; 4)	(5 ; 3)
(พระนคร ; ภาษีเจริญ)	(9 ; 1)	(4 ; 3)	(4 ; 7)	(15.61251;8)	(2 ; 4)	(2 ; 4)
(ปทุมวัน ; คลองสาน)	(4 ; 5)	(7;15.61251)	(11 ; 3)	(3 ; 1)	(5 ; 4)	(7 ; 3)
(บางเขน ; บางกอกน้อย)	(5 ; 10)	(6 ; 2)	(6 ; 6)	(2 ; 3)	(4 ; 4)	(9 ; 9)
(ธนบุรี ; ยานนาวา)	(5 ; 3)	(6 ; 8)	(6 ; 7)	(2 ; 10)	(6 ; 10)	(7 ; 7)
(ดุสิต ; พญาไท ; พระโขนง)	(3 ; 10 ; 6)	(12 ; 9 ; 4)	(4 ; 4 ; 6)	(3 ; 2 ; 2)	(4 ; 2 ; 4)	(5 ; 7 ; 2)

ตารางที่ ๗ (ต่อ)

กลุ่มอำเภอ	ชุดที่					
	13	14	15	16	17	18
(หนองแขม ; ลาดกระบัง)	(5 ; 7)	(6 ; 6)	(6 ; 4)	(6 ; 6)	(5 ; 4)	(5 ; 6)
(มีนบุรี ; หนองจอก)	(6 ; 7)	(6 ; 3)	(3 ; 6)	(6 ; 8)	(4 ; 7)	(4 ; 5)
(ตลิ่งชัน ; สัมพันธวงศ์)	(4 ; 9)	(6 ; 10)	(4 ; 6)	(6 ; 9)	(5 ; 2)	(7 ; 10)
(ราษฎร์บูรณะ ; บางกอกใหญ่)	(6 ; 8)	(5 ; 5)	(7 ; 7)	(7 ; 4)	(6 ; 8)	(8 ; 6)
(บางรัก ; บางกะปิ)	(7 ; 4)	(4 ; 7)	(4 ; 5)	(8 ; 7)	(5 ; 7)	(11 ; 8)
(ป้อมปราบ ; บางขุนเทียน)	(5 ; 7)	(15.61251;6)	(5 ; 10)	(5 ; 4)	(6 ; 7)	(7 ; 3)
(พระนคร ; ภาษีเจริญ)	(6 ; 2)	(12 ; 2)	(11 ; 5)	(6;15.61251)	(7 ; 5)	(12 ; 3)
(ปทุมวัน ; คลองสาน)	(6 ; 2)	(15.61251;4)	(3 ; 4)	(11 ; 7)	(10 ; 3)	(3 ; 6)
(บางเขน ; บางกอกน้อย)	(4 ; 7)	(2 ; 5)	(6 ; 4)	(4 ; 8)	(8 ; 7)	(6 ; 8)
(ธนบุรี ; ยานนาวา)	(8 ; 8)	(5 ; 2)	(10 ; 7)	(1 ; 5)	(6 ; 8)	(4 ; 9)
(ดุสิต ; พญาไท ; พระโขนง)	(5 ; 8 ; 6)	(2 ; 8 ; 2)	(5 ; 4 ; 9)	(8 ; 5 ; 4)	(6;15.61251;4)	(11 ; 9 ; 11)

ตารางที่ ๗. (ต่อ)

กลุ่มอำเภอ	ชุดที่						
	19	20	21	22	23	24	25
(หนองแขม ; ลาดกระบัง)	(5 ; 6)	(6 ; 5)	(6 ; 4)	(5 ; 7)	(6 ; 6)	(6 ; 6)	(6 ; 7)
(มีนบุรี ; หนองจอก)	(3 ; 8)	(7 ; 3)	(7 ; 5)	(6 ; 3)	(5 ; 6)	(4 ; 7)	(4 ; 6)
(ตลิ่งชัน ; สัมพันธวงศ์)	(7 ; 8)	(3;15.61251)	(5 ; 4)	(5 ; 7)	(8 ; 4)	(6 ; 4)	(3 ; 4)
(ราษฎร์บูรณะ ; บางกอกใหญ่)	(5 ; 4)	(9 ; 5)	(4 ; 1)	(6 ; 6)	(3 ; 4)	(9 ; 7)	(5 ; 4)
(บางรัก ; บางกะปิ)	(6 ; 4)	(2 ; 4)	(6 ; 7)	(6 ; 4)	(15.61251;10)	(4 ; 4)	(3 ; 2)
(ป้อมปราบ ; บางขุนเทียน)	(2 ; 5)	(9 ; 3)	(6 ; 6)	(8 ; 6)	(10 ; 6)	(5 ; 3)	(9 ; 2)
(พระนคร ; ภาษีเจริญ)	(7 ; 5)	(6 ; 2)	(8 ; 6)	(8 ; 4)	(6 ; 4)	(8 ; 4)	(5 ; 5)
(ปทุมวัน ; คลองสาน)	(12 ; 3)	(6 ; 8)	(7 ; 7)	(8 ; 4)	(1 ; 2)	(3;15.61251)	(8 ; 7)
(บางเขน ; บางกอกน้อย)	(5 ; 2)	(5 ; 8)	(4 ; 6)	(6 ; 2)	(9 ; 7)	(5 ; 6)	(9 ; 9)
(ธนบุรี ; ยานนาวา)	(4 ; 4)	(3 ; 8)	(6 ; 5)	(8 ; 7)	(6 ; 5)	(5 ; 5)	(7 ; 6)
(ดุสิต ; พญาไท ; พระโขนง)	(11;8;9)	(3;12;11)	(6;15.61251;5)	(3;5;4)	(6;9;4)	(6;9;2)	(5;6;7)

จากสูตรสำหรับการประมาณค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยเมื่อใช้แผนแบบการสำรวจ
อย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียวโดยลุ่มตัวอย่างมาชั้นภูมิละหนึ่งหน่วย

$$\hat{V}_c(\bar{y}_{st}) \cong \frac{1}{N^2} \sum_{(i, i') \leq 2k} (N_i \bar{y}_i - N_{i'} \bar{y}_{i'})^2 + \frac{1}{2N^2} \left[(N_i \bar{y}_i - N_{i'} \bar{y}_{i'})^2 \right. \\ \left. + (N_i \bar{y}_i - N_{i''} \bar{y}_{i''})^2 + (N_{i'} \bar{y}_{i'} - N_{i''} \bar{y}_{i''})^2 \right]$$

โดยที่ N = จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมดของกรุงเทพมหานคร

N_i = จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมดในอำเภอที่ i

$N_{i'}$ = จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมดในอำเภอที่ i' ที่นำมาจับคู่กับอำเภอที่ i

$N_{i''}$ = จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมดในอำเภอที่ i'' ที่นำมาจัดกลุ่ม
กับอำเภอที่ i และ i'

\bar{y}_i = ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนตัวอย่างในอำเภอที่ i

$\bar{y}_{i'}$ = ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนตัวอย่างในอำเภอที่ i'
ที่นำมาจับคู่กับอำเภอที่ i

$\bar{y}_{i''}$ = ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนตัวอย่างในอำเภอที่ i''
ที่นำมาจัดกลุ่มกับอำเภอที่ i และ i'

จากการลุ่มในชุดที่ ๑ ได้ค่าต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง ๗ แล้วนำมาแทนค่าในสูตรข้างต้น ดังนี้

$$\hat{V}_c(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{(498,632)^2} \left[\{3,852(6) - 4,672(7)\}^2 + \{5,887(7) - 6,374(5)\}^2 \right. \\ + \{7,204(5) - 9,904(5)\}^2 + \{10,145(3) - 13,070(9)\}^2 \\ + \{13,827(2) - 15,163(6)\}^2 + \{15,262(1) - 15,693(7)\}^2 \\ + \{17,131(11) - 18,509(1)\}^2 + \{20,618(8) - 21,369(10)\}^2 \\ \left. + \{29,897(4) - 32,181(11)\}^2 + \{35,030(10) - 40,538(5)\}^2 \right]$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{1}{2(498,632)^2} \left[\{44,886(6) - 53,269(5)\}^2 + \{44,886(6) - 64,151(5)\}^2 \right. \\
& \quad \left. + \{53,269(5) - 64,151(5)\}^2 \right] \\
& = 0.6925653 + 0.0112921 \\
& = 0.7038574
\end{aligned}$$

หมายความว่า การใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียวโดยสุ่มตัวอย่าง
มาชั้นภูมิละหนึ่งหน่วยจะให้ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน ๖.๖๖๔๔๕๕ คน ด้วยความแปรปรวน
๐.๗๐๓๘๕๗๔ คน

เมื่อนำมาคำนวณหาค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือน
ส่วนบุคคลของกรุงเทพมหานครของตัวอย่างทั้ง ๒๔ ชุด จะได้ค่าความแปรปรวนแสดงไว้ในตารางที่ ๘

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๘ ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน ของครัวเรือนส่วนบุคคล
ของกรุงเทพมหานคร เมื่อใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียว
โดยสุ่มตัวอย่างมาชั้นภูมิละหนึ่งหน่วย จำแนกตามชุดของตัวอย่าง

ตัวอย่างชุดที่	ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย
1	0.7038574
2	0.5341023
3	0.2249601
4	1.4711694
5	0.3596697
6	2.563839
7	0.8468858
8	0.5912277
9	0.3416567
10	0.674062
11	0.8147435
12	0.2314205
13	0.7871739
14	0.9981995
15	1.1164002
16	0.6319623
17	2.160722
18	2.4938223
19	0.6364734
20	2.5456687
21	1.5440892
22	0.6531172
23	0.7863117
24	0.9228868
25	0.4737613
เฉลี่ยทั้ง 25 ชุด	1.0043271

๓.๒ การศึกษาแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางโดยใช้ตัวอย่างจำนวนน้อย

จากตารางที่ ๓ ซึ่งเป็นตารางแสดงจำนวนครัวเรือนส่วนบุคคล จำแนกตามขนาดของครัวเรือนและอำเภอ ของกรุงเทพมหานคร ได้จำแนกประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคลออกเป็น ๒ ทางคือ ทางแถวและทางสดมภ์ ทางแถวได้แบ่งประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคลออกตามอำเภอ ซึ่งมีทั้งหมด ๒๓ อำเภอ และทางสดมภ์ได้แบ่งประเภทครัวเรือนส่วนบุคคลออกตามจำนวนสมาชิกในครัวเรือน ซึ่งมีทั้งหมด ๑๓ ขนาด ในการจัดประเภทของหน่วยตัวอย่างแบบนี้จะทำให้เกิดชั้นภูมิทั้งหมด $๒๓ \times ๑๓ = ๒๙๙$ ชั้นภูมิ ทำการสุ่มตัวอย่างจากชั้นภูมิโดยใช้วิธีการสุ่มแบบธรรมดา

จำนวนชั้นภูมิทั้งหมดมี ๒๙๙ ชั้นภูมิ จำนวนหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณความแปรปรวนภายในชั้นภูมิ อย่างน้อยควรจะต้องเท่ากับ ๒ หน่วยตัวอย่าง (ครัวเรือน) ดังนั้น ขนาดตัวอย่างที่ใช้ทั้งหมดอย่างน้อยควรเท่ากับ $๒ \times ๒๙๙ = ๕๙๘$ หน่วยตัวอย่าง แต่เนื่องจากในการวิจัยนี้ขนาดตัวอย่างที่ใช้ทั้งหมดได้ถูกจำกัดให้ใช้ ๒๓ หน่วยตัวอย่าง ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว นั่นคือตัวอย่างขนาด ๒๓ จึงน้อยเกินไปสำหรับการประมาณค่าความแปรปรวนภายในแต่ละชั้นภูมิ และความแปรปรวนรวม

สำหรับปัญหาเกี่ยวกับขนาดตัวอย่างที่ไม่พอเพียงที่จะกระจายตกอย่างน้อยชั้นภูมิละ ๒ หน่วยตัวอย่างนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีของไบรอัน, ฮาร์ทลี และ เจสเซน ซึ่งทฤษฎีในการประมาณค่าสามารถใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวได้เช่นเดียวกับในแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียว โดยสุ่มตัวอย่างมาชั้นภูมิละหนึ่งหน่วย ตัวอย่างแสดงวิธีการประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างชุดที่ ๑ เป็นดังต่อไปนี้

จากตารางข้อมูลจำนวนครัวเรือนส่วนบุคคล จำแนกตามขนาดของครัวเรือนและอำเภอของกรุงเทพมหานคร คำนวณค่า

$$P_{ij} = \frac{\text{จำนวนครัวเรือนในอำเภอที่ } i, \text{ สดมภ์ที่ } j}{\text{จำนวนครัวเรือนทั้งหมด}}; \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, 23 \\ j = 1, 2, \dots, 13 \end{matrix}$$

$$P_{i.} = \frac{\text{จำนวนครัวเรือนทั้งหมดในอำเภอที่ } i}{\text{จำนวนครัวเรือนทั้งหมด}}$$

$$P_{.j} = \frac{\text{จำนวนครัวเรือนทั้งหมดในสดมภ์ที่ } j}{\text{จำนวนครัวเรือนทั้งหมด}}$$

การกำหนดขนาดตัวอย่างให้แต่ละชั้นภูมิ ทำได้โดยคำนวณขนาดตัวอย่างในแต่ละอำเภอด้วย

$n_{i.} = nP_{i.} = (23)P_{i.}$; $i = 1, 2, \dots, 23$ และคำนวณขนาดตัวอย่างในแต่ละสภมภ์

ด้วย $n_{.j} = nP_{.j} = (23)P_{.j}$; $j = 1, 2, \dots, 13$ แล้วขีดเศษตัวเลขทศนิยมที่คำนวณได้

ให้เป็นเลขจำนวนเต็ม จะได้ $\sum_{i=1}^{23} n_{i.} = 23$ และ $\sum_{j=1}^{13} n_{.j} = 23$ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงไว้

ในตารางที่ ๙ แล้วสร้างตารางขนาด ๒๓ x ๒๓ ที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิ ดังแสดงไว้

ในตารางที่ ๑๐



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๘ จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลและโอกาสในการเลือกชั้นภูมิที่ ij จำแนกตามขนาดของครัวเรือนและอำเภอ ของกรุงเทพมหานคร

อำเภอ	ขนาดของครัวเรือน													ยอดรวม และPi	ขนาด ตัวอย่าง (nl.)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 ขึ้นไป		
พระนคร	996 .0020	1,241 .0025	1,434 .0029	1,608 .0032	1,891 .0038	2,064 .0041	2,037 .0041	1,714 .0034	1,174 .0024	838 .0017	683 .0014	506 .0010	945 .0019	17,131 .0344	1
ดุสิต	2,022 .0041	3,506 .0070	4,739 .0095	5,457 .0109	5,710 .0115	5,935 .0119	5,266 .0106	3,969 .0080	2,561 .0051	1,740 .0035	1,315 .0026	904 .0018	1,762 .0035	44,886 .09	2
บางรัก	810 .0016	895 .0018	1,149 .0023	1,301 .0026	1,385 .0028	1,737 .0035	1,750 .0035	1,425 .0029	986 .0020	803 .0016	500 .0010	380 .0008	706 .0014	13,827 .0278	1
ปทุมวัน	1,097 .0022	1,532 .0031	1,954 .0039	2,145 .0043	2,207 .0044	2,527 .0051	2,442 .0049	2,040 .0041	1,396 .0028	1,093 .0022	688 .0014	557 .0011	940 .0019	20,618 .0414	1
ป้อมปราบฯ	945 .0019	957 .0019	1,130 .0023	1,357 .0027	1,525 .0031	1,698 .0034	1,749 .0035	1,620 .0032	1,165 .0023	945 .0019	709 .0014	507 .0010	955 .0019	15,262 .0305	1
พญาไท	2,098 .0042	4,095 .0082	5,667 .0114	6,485 .0130	6,588 .0132	6,999 .0140	6,052 .0121	4,736 .0095	3,111 .0062	2,325 .0047	1,542 .0031	1,290 .0026	2,281 .0046	53,269 .1068	2
ยานนาวา	1,591 .0032	2,846 .0057	3,918 .0079	4,528 .0091	4,852 .0097	5,239 .0105	4,946 .0099	4,118 .0083	2,730 .0055	1,959 .0039	1,329 .0027	1,015 .0020	1,467 .0029	40,538 .0813	2
สัมพันธวงศ์	813 .0016	655 .0013	738 .0015	817 .0016	921 .0018	1,087 .0022	1,130 .0023	1,029 .0021	772 .0015	554 .0011	409 .0008	351 .0007	628 .0013	9,904 .0198	0
บางกะปิ	744 .0015	1,190 .0024	1,623 .0033	2,051 .0041	2,139 .0043	1,987 .0040	1,725 .0035	1,368 .0027	868 .0017	567 .0011	360 .0007	201 .0004	340 .0007	15,163 .0304	1
บางเขน	1,081 .0022	2,178 .0044	3,216 .0064	4,099 .0082	4,246 .0085	4,390 .0088	3,643 .0073	2,498 .0050	1,646 .0033	1,084 .0022	678 .0014	484 .0010	654 .0013	29,897 .06	1
พระโขนง	3,124 .0063	5,364 .0108	7,010 .0414	8,058 .0162	8,035 .0161	8,308 .0167	7,176 .0144	5,690 .0114	3,746 .0075	2,662 .0053	1,756 .0035	1,281 .0026	1,941 .0039	65,151 .1288	3
มีนบุรี	223 .0004	351 .0007	526 .0011	686 .0014	785 .0016	825 .0017	741 .0015	600 .0012	484 .0010	292 .0006	161 .0003	101 .0002	112 .0002	5,887 .0119	0
ลาดกระบัง	164 .0003	274 .0005	450 .0009	526 .0011	583 .0012	651 .0013	587 .0012	469 .0009	366 .0007	238 .0005	141 .0003	96 .0002	127 .0003	4,672 .0094	0
หนองจอก	198 .0004	359 .0007	549 .0011	682 .0014	795 .0016	913 .0018	854 .0017	710 .0014	499 .0010	334 .0007	226 .0005	111 .0002	144 .0003	6,374 .0128	0

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

อำเภอ	ขนาดของครัวเรือน													ยอดรวม และ P _i	ขนาด ตัวอย่าง (n _{ij})
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 ขึ้นไป		
ธนบุรี	2,071 .0042	3,026 .0061	4,090 .0082	4,409 .0088	4,396 .0088	4,369 .0088	3,906 .0078	3,090 .0062	2,166 .0043	1,402 .0028	827 .0017	615 .0012	663 .0013	35,030 .0702	2
คลองสาน	1,222 .0025	1,743 .0035	2,250 .0045	2,617 .0052	2,778 .0056	2,663 .0053	2,396 .0048	1,830 .0037	1,315 .0026	948 .0019	589 .0012	422 .0008	596 .0012	21,369 .0428	1
บางกอกใหญ่	845 .0017	1,192 .0024	1,573 .0032	1,688 .0034	1,658 .0033	1,666 .0033	1,383 .0028	1,056 .0021	686 .0014	454 .0009	334 .0007	210 .0004	325 .0007	13,070 .0263	1
บางกอกน้อย	1,848 .0037	2,655 .0053	3,719 .0075	4,331 .0087	4,371 .0088	4,208 .0084	3,624 .0073	2,501 .0050	1,691 .0034	1,155 .0023	723 .0014	610 .0012	745 .0015	32,181 .0645	2
ตลิ่งชัน	342 .0007	516 .0010	739 .0015	909 .0018	974 .0020	962 .0019	876 .0018	695 .0014	449 .0009	333 .0007	190 .0004	104 .0002	115 .0002	7,204 .0145	0
บางขุนเทียน	546 .0011	1,182 .0024	1,765 .0035	2,017 .0040	2,184 .0044	2,115 .0042	1,824 .0037	1,443 .0029	924 .0019	654 .0013	401 .0008	282 .0006	356 .0007	15,693 .0315	1
ภาษีเจริญ	960 .0019	1,552 .0031	2,081 .0042	2,333 .0047	2,411 .0048	2,292 .0046	2,089 .0042	1,539 .0031	1,088 .0022	782 .0016	522 .0010	353 .0007	507 .0010	18,509 .0371	1
ราชบุรีรณะ	388 .0008	771 .0015	1,079 .0022	1,308 .0026	1,349 .0027	1,337 .0027	1,218 .0024	903 .0018	619 .0012	442 .0009	257 .0005	225 .0005	249 .0005	10,145 .0203	0
หนองแขม	149 .0003	290 .0006	413 .0008	484 .0010	527 .0011	546 .0011	466 .0009	313 .0006	259 .0005	167 .0003	101 .0002	62 .0001	75 .0002	3,852 .0077	0
ยอดรวม และ P	24,277 .0488	38,370 .0769	51,812 .1042	59,896 .12	62,310 .1251	64,518 .1293	57,880 .1162	45,356 .0909	30,701 .0614	21,771 .0437	14,441 .029	10,667 .0213	16,633 .0334	498,632	
ขนาดตัวอย่าง (n _{ij})	1	2	2	3	3	3	3	2	1	1	1	0	1	$\sum_{ij} P_{ij} = 1.00$ n = 23	

ที่มา : หน่วยสำมะโนประชากรและเคหะ กองสำรวจประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ

ตารางที่ ๑๐ ตารางขนาด ๒๓x๒๓ ที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิ

อำเภอ	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		13	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1 พระนคร									X															
2						X																		
3 ดุสิต					X																			
4 บางรัก												X												
5 ปทุมวัน																							X	
6 น้อมปราบฯ										X														
7 พญาไท												X												
8	X																							
9 ยานนาวา							X																	
10								X																
11 บางกะปิ																X								
12 บางเขน																	X							
13																				X				
14 พระโขนง		X																						
15										X														
16 ธนบุรี				X																				
17													X											
18 คลองสาน														X										
19 บางกอกใหญ่																	X							
20 บางกอกน้อย																			X					
21														X										
22 บางขุนเทียน			X																					
23 ภาษีเจริญ																						X		

(หมายเหตุ สดมภ์ที่ ๑๒ ของขนาดของครัวเรือน มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ ๐)

จากตารางข้างต้น สุ่มตัวอย่างในแต่ละแถวเป็นอิสระต่อกัน ใช้วิธีการสุ่มแบบธรรมดา โดยไม่มีการแทนที่

แถวที่ ๑ อำเภอพระนคร สุ่มตัวอย่างมา ๑ สดมภ์ นำสดมภ์ที่ถูกสุ่มแล้วออก

แถวที่ ๒ อำเภอดุสิต สุ่มตัวอย่างที่เหลือจากการสุ่มในแถวที่ ๑ มา ๑ สดมภ์ นำสดมภ์ที่ถูกสุ่มแล้วออก

ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนถึงแถวที่ ๒๓ อำเภอภาษีเจริญ จะได้ตัวอย่างขนาด ๒๓ ที่กระจาย
 ในแต่ละชั้นภูมิด้วยความน่าจะเป็น $P_{ij} \approx \frac{n_i \cdot n_j}{n^2}$ โดยที่ $\sum_{i=1}^{23} \sum_{j=1}^{13} P_{ij} = 1$
 ตามต้องการ

ขนาดตัวอย่างในแต่ละอำเภอหรือแต่ละสดมภ์ (n_i หรือ n_j) จึงเป็นไปตามสัดส่วน
 คือ อำเภอใดหรือสดมภ์ใดมีจำนวนครัวเรือนตัวอย่างมาก จำนวนครัวเรือนตัวอย่างที่เลือกมาจาก
 อำเภอนั้นหรือสดมภ์นั้นก็จะมีจำนวนมาก อำเภอใดหรือสดมภ์ใดมีจำนวนครัวเรือนตัวอย่างน้อย
 จำนวนครัวเรือนตัวอย่างที่เลือกมาจากอำเภอนั้นหรือสดมภ์นั้นก็จะมีจำนวนน้อย

ในการวิจัยนี้ได้ทำการสุ่มตัวอย่าง ๒๕ ชุด เพื่อใช้ประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน
 ของค่าเฉลี่ย ดังนั้น จึงต้องสร้างตารางขนาด ๒๓ x ๒๓ ที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่าง
 ในแต่ละชั้นภูมิรวม ๒๕ ตาราง ตารางที่ ๑๐ แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างจากชั้นภูมิสำหรับตัวอย่าง
 ชุดที่ ๑ เท่านั้น ส่วนจำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคลตัวอย่างในการสุ่มตัวอย่างทั้ง ๒๕ ชุด
 แสดงไว้ในตารางที่ ๑๑

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๑ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคลที่ตกเป็นตัวอย่าง จำแนกตามอำเภอ
ที่ตกเป็นตัวอย่าง และครั้งที่สุ่มตัวอย่าง

อำเภอตัวอย่าง	ตัวอย่างชุดที่					
	1	2	3	4	5	6
1 พระนคร	5	10	4	2	4	4
2 ดุสิต	4	5	11	7	3	7
3	3	8	8	5	3	8
4 บางรัก	6	9	4	3	9	6
5 ปทุมวัน	15.61251	3	15.61251	6	7	6
6 ป้อมปราบฯ	5	7	6	10	2	3
7 พญาไท	6	8	5	11	7	3
8	1	6	3	8	4	10
9 ยานนาวา	4	2	8	6	1	5
10	4	4	7	8	5	9
11 บางกะปิ	7	5	2	5	5	5
12 บางเขน	8	2	5	3	15.61251	15.61251
13	10	4	6	7	11	5
14 พระโขนง	2	11	5	4	8	2
15	5	7	7	9	8	4
16 หนองปรือ	3	6	3	7	10	7
17	6	1	9	6	2	11
18 คลองสาน	7	4	2	1	4	8
19 บางกอกใหญ่	8	5	1	5	6	4
20 บางกอกน้อย	9	3	4	2	7	7
21	7	6	10	4	6	1
22 บางขุนเทียน	2	7	7	15.61251	6	2
23 ภาษีเจริญ	11	15.61251	6	4	5	6

ตารางที่ ๑๑ (ต่อ)

อำเภอตัวอย่าง	ตัวอย่างชุดที่					
	7	8	9	10	11	12
1 พระนคร	11	3	15.61251	9	6	8
2 ดุสิต	4	2	2	1	7	6
3	7	8	6	4	9	3
4 บางรัก	7	7	8	5	1	9
5 ปทุมวัน	6	6	6	4	3	15.61251
6 ป้อมปราบฯ	9	5	2	2	3	4
7 พญาไท	6	8	7	2	4	7
8	15.61251	3	9	5	7	10
9 ยานนาวา	3	7	7	10	5	11
10	3	4	3	6	6	2
11 บางกะปิ	5	2	5	3	4	8
12 บางเขน	5	6	4	7	11	3
13	6	4	4	8	15.61251	5
14 พระโขนง	7	15.61251	1	8	6	6
15	5	4	7	6	5	6
16 ธนบุรี	2	7	10	7	7	4
17	4	11	5	4	10	7
18 คลองสาน	8	5	5	6	5	5
19 บางกอกใหญ่	10	10	3	3	8	1
20 บางกอกน้อย	8	6	6	5	8	2
21	4	5	11	7	2	5
22 บางขุนเทียน	1	9	8	11	4	4
23 ภาษีเจริญ	2	1	4	15.61251	2	7

ตารางที่ ๑๑ (ต่อ)

อำเภอตัวอย่าง	ตัวอย่างซุกที่					
	13	14	15	16	17	18
1 พระนคร	2	8	7	6	4	5
2 ดุสิต	6	11	5	1	9	9
3	6	6	10	9	6	2
4 บางรัก	7	5	3	11	6	7
5 ปทุมวัน	11	15.61251	7	2	3	6
6 บ่อมปราบฯ	3	2	6	6	4	5
7	7	5	6	5	2	4
8 พญาไท	8	7	7	10	11	1
9 ยานนาวา	4	4	5	7	5	7
10	5	3	5	15.61251	7	15.61251
11 บางกะปิ	3	10	3	4	8	7
12 บางเขน	5	7	1	8	7	10
13	10	2	9	5	15.61251	11
14 พระโขนง	2	9	4	8	4	8
15	1	3	2	7	6	3
16 อนุรี	6	5	2	3	1	8
17	9	6	15.61251	7	3	6
18 คลองสาน	15.61251	6	6	6	5	6
19 บางกอกใหญ่	7	1	11	3	10	3
20 บางกอกน้อย	5	4	4	5	8	2
21	4	7	8	4	5	4
22 บางขุนเทียน	8	4	8	2	2	4
23 ภาษีเจริญ	4	8	4	4	7	5

ตารางที่ ๑๑ (ต่อ)

อำเภอตัวอย่าง	ตัวอย่างชุดที่						
	19	20	21	22	23	24	25
1. พระนคร	2	4	5	3	3	6	8
2 ภูเก็ต	5	8	3	5	6	6	3
3	8	15.61251	3	8	6	2	10
4 บางรัก	4	9	6	10	8	7	1
5 ปทุมวัน	3	4	7	7	7	4	5
6 ป้อมปราบฯ	10	10	4	8	2	10	6
7 พญาไท	5	8	5	6	4	3	7
8	4	5	15.61251	3	5	5	9
9 ยานนาวา	7	7	5	5	2	8	2
10	15.61251	7	4	2	15.61251	5	11
11 บางกะปิ	7	1	8	5	1	9	3
12 บางเขน	6	4	7	7	4	4	15.61251
13	7	6	2	4	9	11	4
14 พระโขนง	6	3	10	4	11	4	6
15	4	2	8	6	3	7	8
16 ธนบุรี	9	5	6	1	5	5	4
17	11	7	11	6	6	3	6
18 คลองสาน	1	11	1	2	7	1	5
19 บางกอกใหญ่	2	6	7	7	5	6	2
20 บางกอกน้อย	3	3	4	15.61251	4	8	4
21	5	6	9	4	8	15.61251	5
22 บางขุนเทียน	6	5	2	9	10	2	7
23 ภาษีเจริญ	8	2	6	11	7	7	7

๓.๒.๑ การประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย

ก. การประมาณค่าเฉลี่ย (\bar{y}_U)

จากการใช้สูตรสำหรับการประมาณค่าเฉลี่ยของ Y ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ ๒ ค่าเฉลี่ยของจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคลของกรุงเทพมหานคร ในการสุ่มตัวอย่าง ทั้ง ๒๔ ชุด แสดงไว้ในตารางที่ ๑๒



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๒ ค่าเฉลี่ยของจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของกรุงเทพมหานคร
เมื่อใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทาง โดยใช้ตัวอย่างจำนวนน้อย
จำแนกตามชุดของตัวอย่าง

ตัวอย่างชุดที่	ค่าเฉลี่ยของจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน
1	6.0033626
2	5.9931411
3	6.2072852
4	6.0203026
5	5.7615999
6	5.6417865
7	6.4208321
8	5.7782447
9	6.4250943
10	5.8724539
11	5.6825639
12	6.4347482
13	5.9859339
14	6.1694369
15	5.5337395
16	6.1629504
17	5.8879091
18	5.9429821
19	6.09513
20	6.4948117
21	5.9508517
22	6.0147004
23	6.0108978
24	5.951756
25	5.8100943
เฉลี่ยทั้ง 25 ชุด	6.0101028

ข. การประมาณค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย $\left[\hat{V}(\bar{y}_u) \right]$

ในการประมาณค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยสำหรับแผนแบบการสำรวจ
อย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางโดยใช้ตัวอย่างจำนวนน้อย ผู้วิจัยจะได้แสดงตัวอย่างการคำนวณในขั้นตอน
ที่สำคัญของการประมาณค่าความแปรปรวนของตัวอย่างชุดที่ ๑ ประกอบ โดยใช้วิธีการประมาณ
ที่ได้กล่าวแล้วในบทที่ ๒

๑) สร้างตารางสำหรับการจัดคู่ชั้นภูมิเข้าด้วยกัน โดยการคำนวณ $N_h \bar{y}_h$
แล้วเรียงลำดับ $N_h \bar{y}_h$ จากค่าน้อยไปหาค่ามาก ชั้นภูมิที่มี $N_h \bar{y}_h$ ใกล้เคียงกันจะถูกจัดคู่เข้าด้วยกัน

$(N_{h'} ; N_{h''} ; N_{h'''})$	$N_{h'} + N_{h''} + N_{h'''}$	$(\bar{y}_{h'} ; \bar{y}_{h''} ; \bar{y}_{h'''})$	$(N_{h'} \bar{y}_{h'} ; N_{h''} \bar{y}_{h''} ; N_{h'''} \bar{y}_{h'''})$
(1,525 ; 1,056)	2,581	(5 ; 8)	(7,625 ; 8,448)
(1,891 ; 1,737)	3,628	(5 ; 6)	(9,455 ; 10,422)
(5,364 ; 1,725)	7,089	(2 ; 7)	(10,728 ; 12,075)
(4,090 ; 4,739)	8,829	(3 ; 3)	(12,270 ; 14,217)
(940 ; 1,691)	2,631	(15.61251 ; 9)	(14,675.759 ; 15,219)
(2,396 ; 2,498)	4,894	(7 ; 8)	(16,772 ; 19,984)
(5,457 ; 3,624)	9,081	(4 ; 7)	(21,828 ; 25,368)
(4,369 ; 2,662)	7,031	(6 ; 10)	(26,214 ; 26,620)
(8,035 ; 6,999)	15,034	(5 ; 6)	(40,175 ; 41,994)
(2,098 ; 1,182 ; 522)	3,802	(1 ; 2 ; 11)	(2,098 ; 2,364 ; 5,742)

$$N_C = 64,600$$

$$N_C^2 = 4,173.16 \times 10^6$$

หาค่า $\frac{1}{n} \sum_{ij} P_{ij} s_{ij}^2$ โดยการจับคู่ชั้นภูมิเข้าด้วยกัน

$$\text{เมื่อ } s_{ij}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{ij} (y_{ij} - \bar{y}_{ij})^2$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{n} \sum_{ij} P_{ij} s_{ij}^2 &= \frac{1}{4,173.16 \times 10^6} \cdot \frac{1}{498,632} \left[2,581(7,625 - 8,448)^2 \right. \\ &+ 3,628(9,455 - 10,422)^2 + 7,089(10,728 - 12,075)^2 \\ &+ 8,829(12,270 - 14,217)^2 + 2,631(14,675.759 - 15,219)^2 \\ &+ 4,894(16,772 - 19,984)^2 + 9,081(21,828 - 25,368)^2 \\ &+ 7,031(26,214 - 26,620)^2 + 15,034(40,175 - 41,994)^2 \left. \right] \\ &+ \frac{1}{2(4,173.16 \times 10^6)} \cdot \frac{3,802}{498,632} \left[(2,098 - 2,364)^2 + (2,098 - 5,742)^2 \right. \\ &+ (2,364 - 5,742)^2 \left. \right] + \frac{1}{23} \cdot \frac{4,528}{498,632} \left[\frac{(4-4)^2 + (4-4)^2}{2-1} \right] \\ &= 0.0004001 \end{aligned}$$

$$\text{๒) หาค่า } \frac{1}{n-1} \sum_{ij} P_{ij} (\bar{y}_{ij} - \bar{y}_{i.})^2$$

โดยจัดกลุ่มอำเภอที่มีค่าเฉลี่ยของประชากรใกล้เคียงกันเข้าด้วยกัน
และแต่ละอำเภอที่มาจัดกลุ่มกันมีจำนวนหน่วยตัวอย่างหรือจำนวนค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือเท่ากับ ๑๒
แล้วสร้างตารางสำหรับการจับคู่อำเภอเข้าด้วยกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อำเภอที่มาจัดกลุ่มกัน	$(N_h; N_{h'})$	$(\bar{y}_h; \bar{y}_{h'})$	$P_{C(h,h')} = \frac{\text{จำนวนครัวเรือนในอำเภอที่ } h+h'}{\text{จำนวนครัวเรือนทั้งหมด}}$
(บางกอกใหญ่; บางกะปิ)	(12; 12)	(8; 7)	$\frac{1,056+1,725}{498,632} = \frac{2,781}{498,632}$
(บางเขน; ภาษีเจริญ)	(12; 12)	(8; 11)	$\frac{2,498+522}{498,632} = \frac{3,020}{498,632}$
(คลองสาน; บางขุนเทียน)	(12; 12)	(7; 2)	$\frac{2,396,1,182}{498,632} = \frac{3,578}{498,632}$
(ปทุมวัน; พระนคร)	(12; 12)	(15.61251; 5)	$\frac{940+1,891}{498,632} = \frac{2,831}{498,632}$
(บางรัก; ป้อมปราบฯ)	(12; 12)	(6; 5)	$\frac{1,737+1,525}{498,632} = \frac{3,262}{498,632}$

$$N_C = 120$$

$$\frac{n_c}{N_C^2} \sum_{(h,h') \leq 2k} P_{C(h,h')} (N_h \bar{y}_h - N_{h'} \bar{y}_{h'})^2 = \frac{10(12)^2}{(120)^2 498,632} \left[2,781(8-7)^2 + 3,020(8-11)^2 + 3,578(7-2)^2 + 2,831(15.61251-5)^2 + 3,262(6-5)^2 \right]$$

$$= 0.0285453$$

การหาค่าความแปรปรวนของอำเภอที่ไม่จัดกลุ่มกัน

อำเภอที่ไม่ต้องนำมาจัดกลุ่มกัน คือ อำเภอที่มีครัวเรือนตัวอย่างตั้งแต่

๒ ครัวเรือนขึ้นไป การประมาณค่าความแปรปรวนของอำเภอที่ไม่ต้องจัดกลุ่มกันนี้ สามารถใช้สูตร

$$\frac{1}{n-1} \sum_{ij} P_{ij} (\bar{y}_{ij} - \bar{y}_i.)^2 \quad \text{ได้เลย}$$

อำเภอที่มีครัวเรือนตัวอย่างตั้งแต่ ๒ ครัวเรือนขึ้นไปคือ อำเภอดุสิต

พญาไท, ยานนาวา, พระโขนง, ธนบุรี และบางกอกน้อย

$$\bar{y}_{2.} = \frac{4(5,457) + 3(4,739)}{5,457 + 4,739} = 3.5352098$$

$$\bar{y}_{6.} = \frac{6(6,999) + 1(2,098)}{6,999 + 2,098} = 4,8468725$$

$$\bar{y}_{7.} = \frac{4(4,528) + 4(4,528)}{4,528 + 4,528} = 4$$

$$\bar{y}_{11.} = \frac{10(2,662) + 2(5,364) + 5(8,035)}{2,662 + 5,364 + 8,035} = 4.8267853$$

$$\bar{y}_{15.} = \frac{3(4,090) + 6(4,369)}{4,090 + 4,369} = 4.5494739$$

$$\bar{y}_{18.} = \frac{9(1,691) + 7(3,624)}{1,691 + 3,624} = 7.6363123$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{n-1} \sum_{ij} P_{ij} (\bar{y}_{ij} - \bar{y}_{i.})^2 &= \frac{1}{13-1} \cdot \frac{1}{498,632} \left[5,457(4-3.5352098)^2 \right. \\ &+ 4,739(3-3.5352098)^2 + 6,999(6-4.8468725)^2 + 2,098(1-4.8468725)^2 \\ &+ 4,528(4-4)^2 + 4,528(4-4)^2 + 2,662(10-4.8267853)^2 + 5,364(2-4.8267853)^2 \\ &+ 8,035(5-4.8267853)^2 + 4,090(3-4.5494739)^2 + 4,369(6-4.5494739)^2 \\ &\left. + 1,691(9-7.6363123)^2 + 3,624(7-7.6363123)^2 \right] \\ &= 0.0302257 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{นั่นคือ ค่าความแปรปรวนของเทอมที่ 2} &= 0.0885453 + 0.0302257 \\ &= 0.118771 \end{aligned}$$

$$\text{ก) ทาค่า } \frac{1}{n-1} \sum_j P_{.j} (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})^2$$

$$\begin{aligned} \text{เนื่องจาก } P_{.1} &= \frac{2,098}{498,632} \\ P_{.2} &= \frac{5,364 + 1,182}{498,632} = \frac{6,546}{498,632} \\ P_{.3} &= \frac{4,739 + 4,090}{498,632} = \frac{8,829}{498,632} \\ P_{.4} &= \frac{5,457 + 4,528 + 4,528}{498,632} = \frac{14,513}{498,632} \\ P_{.5} &= \frac{1,891 + 1,525 + 8,035}{498,632} = \frac{11,451}{498,632} \\ P_{.6} &= \frac{1,737 + 6,999 + 4,369}{498,632} = \frac{13,105}{498,632} \\ P_{.7} &= \frac{1,725 + 2,396 + 3,624}{498,632} = \frac{7,745}{498,632} \end{aligned}$$

$$P_{.8} = \frac{2,498 + 1,056}{498,632} = \frac{3,554}{498,632}$$

$$P_{.9} = \frac{1,691}{498,632}$$

$$P_{.10} = \frac{2,662}{498,632}$$

$$P_{.11} = \frac{522}{498,632}$$

$$P_{.13} = \frac{940}{498,632}$$

$$\text{และ } \bar{y}_u = 6.0033626$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \frac{1}{n-1} \sum_j P_{.j} (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_u)^2 &= \frac{1}{23-1} \cdot \frac{1}{498,632} \left[2,098(1-6.0033626)^2 \right. \\ &+ 6,546(2-6.0033626)^2 + 8,829(3-6.0033626)^2 + 14,513(4-6.0033626)^2 \\ &+ 11,451(5-6.0033626)^2 + 13,105(6-6.0033626)^2 + 7,745(7-6.0033626)^2 \\ &+ 3,554(8-6.0033626)^2 + 1,691(9-6.0033626)^2 + 2,662(10-6.0033626)^2 \\ &\left. + 522(11-6.0033626)^2 + 940(15.61251-6.0033626)^2 \right] \\ &= 0.044325 \end{aligned}$$

๕) หาค่า $\hat{V}(\bar{y}_u)$

$$\begin{aligned} \hat{V}(\bar{y}_u) &= 0.0004001 + 0.118771 - 0.044325 \\ &= 0.0748461 \end{aligned}$$

นั่นคือ การใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางโดยใช้ตัวอย่างจำนวนน้อย จะให้ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน ๖.๐๐๓๓๖๒๖ คน ด้วยความแปรปรวน ๐.๐๗๔๘๔๖๑ คน

ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคล ของกรุงเทพมหานคร ของตัวอย่างทั้ง ๒๕ ชุด แสดงไว้ใน ตารางที่ ๑๓

ตารางที่ ๑๓ ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคล
ของกรุงเทพมหานคร เมื่อใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทาง
โดยใช้ตัวอย่างจำนวนน้อย จำแนกตามชุดของตัวอย่าง

ตัวอย่างชุดที่	ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย
1	0.0748461
2	0.130003
3	0.073826
4	0.087383
5	0.085716
6	0.068286
7	0.054914
8	0.090954
9	0.082653
10	0.084611
11	0.06186
12	0.086143
13	0.064554
14	0.049903
15	0.050692
16	0.054085
17	0.025141
18	0.039993
19	0.041233
20	0.0172202
21	0.0203324
22	0.059927
23	0.069809
24	0.019002
25	0.063426
เฉลี่ยทั้ง 25 ชุด	0.0622605

๓.๓ การศึกษาแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางแบบมีระบบโดยให้ความน่าจะเป็นของการเลือกหน่วยตัวอย่างเป็นปฏิภาคกับขนาดของหน่วยตัวอย่างที่ต้องการสำรวจ

ในการศึกษาแผนแบบนี้จะใช้ข้อมูลจากตารางที่ ๓ ซึ่งประกอบด้วยจำนวนครัวเรือนส่วนบุคคล จำแนกตามขนาดของครัวเรือนและอำเภอ ของกรุงเทพมหานคร ที่ได้จำแนกประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคลออกเป็น ๒ ทาง ดังได้กล่าวมาแล้ว การแบ่งประเภทของหน่วยตัวอย่างออกเช่นนี้ทำให้เกิดชั้นภูมิทั้งหมด $๒๓ \times ๑๓ = ๒๙๙$ ชั้นภูมิ ทำการสุ่มตัวอย่างจากชั้นภูมิต่าง ๆ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบมีระบบโดยให้ความน่าจะเป็นของการเลือกหน่วยตัวอย่างเป็นปฏิภาคกับขนาดของหน่วยตัวอย่างที่ต้องการสำรวจ

การสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางแบบมีระบบโดยให้ความน่าจะเป็นของการเลือกหน่วยตัวอย่างเป็นปฏิภาคกับขนาดของหน่วยตัวอย่างที่ต้องการสำรวจนี้ โอกาสที่หน่วยตัวอย่างหรือครัวเรือนตัวอย่างจะถูกเลือกขึ้นมาเป็นตัวอย่างในการสำรวจขึ้นอยู่กับจำนวนครัวเรือนและขนาดของครัวเรือนในแต่ละชั้นภูมิ กล่าวคือ ชั้นภูมิใดมีจำนวนครัวเรือนมากและขนาดของครัวเรือนใหญ่ ครัวเรือนในชั้นภูมินั้นก็มีโอกาสที่จะถูกเลือกเป็นตัวอย่างมากกว่าครัวเรือนในชั้นภูมิที่มีจำนวนครัวเรือนน้อยและขนาดของครัวเรือนเล็ก ความน่าจะเป็นในการเลือกครัวเรือนตัวอย่างเมื่อใช้แผนแบบนี้ต่างกับการเลือกเมื่อใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางโดยใช้ตัวอย่างจำนวนน้อยคือ ในแผนแบบการสำรวจแบบหลัง ความน่าจะเป็นในการเลือกครัวเรือนตัวอย่างขึ้นอยู่กับจำนวนครัวเรือนตัวอย่างเท่านั้น

๓.๓.๑ วิธีการเลือกครัวเรือนตัวอย่าง

ในการวางแผนการสำรวจได้แบ่งประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคลออกเป็น ๒ ทางคือ ทางแถวและทางสดมภ์ ทางแถวได้แบ่งครัวเรือนส่วนบุคคลออกตามอำเภอซึ่งมีทั้งหมด ๒๓ อำเภอ และทางสดมภ์ได้แบ่งครัวเรือนส่วนบุคคลตามขนาดของครัวเรือน ซึ่งมีทั้งหมด ๑๓ ขนาด

ต้องการเลือกครัวเรือนตัวอย่าง ๒๓ ครัวเรือน จากครัวเรือนทั้งหมด ๔๙๘,๖๓๒ ครัวเรือน โดยให้โอกาสในการเลือกครัวเรือนที่ k ในชั้นภูมิที่ ij เป็น P_{ijk}

$$P_{ijk} = \frac{M_{ijk}}{\sum_{j=1}^{13} \sum_{k=1}^n i_j M_{ijk}}$$

เมื่อ P_{ijk} = โอกาสในการเลือกครัวเรือนที่ k ในชั้นภูมิที่ ij

M_{ijk} = ค่าที่ใช้วัดขนาดของครัวเรือนที่ k ในชั้นภูมิที่ ij

ซึ่งผู้วิจัยสามารถกำหนดให้ $M_{ijk} = Y_{ijk}$

ขั้นตอนที่สำคัญในการเลือกตัวอย่างเป็น ดังนี้

๑) สร้างตารางผลบวกสะสมของจำนวนประชากรในแต่ละชั้นภูมิ หรือหาผลบวกสะสม

ของ M_{ijk} โดยคำนวณช่วงสุ่ม (Sampling Interval) I

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{23} \sum_{j=1}^{13} \sum_{k=1}^n i_j M_{ijk}}{n}$$

เมื่อ n = จำนวนครัวเรือนตัวอย่าง = 23

$$\text{นั่นคือ } I = \frac{3,003,259}{23} = 130,576.5$$

๒) เลือกจุดเริ่มสุ่ม (Random Start) r เพื่อความสะดวกในการสุ่มแบบมีระบบ

ซึ่งได้จัดเรียงหน่วยตัวอย่างไว้แล้ว r ควรจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ I ในทางปฏิบัติ r

จะมีค่ามากกว่า I ก็ได้ แต่ไม่ควรมากกว่า $\sum_{ijk} M_{ijk}$ ซึ่งในการสุ่มนี้จุดของตัวอย่างที่ได้ อาจไปซ้ำกับตัวอย่างชุดใดชุดหนึ่งเมื่อ r มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ I

$$\text{สมมติ } r = 364,297.7$$

ครัวเรือนตัวอย่าง คือ ครัวเรือนที่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน

๑๓ ขึ้นไป ; ๔; ๖; ๔; ๘; ๑๓ ขึ้นไป ๗; ๑๐; ๘;

๗; ๔; ๗; ๑๑; ๔; ๗; ๔; ๖; ๗; ๑๐; ๖; ๑๒; ๑; ๗;

จำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนในครัวเรือนส่วนบุคคลที่ตกเป็นตัวอย่างในการสุ่มตัวอย่าง

แต่ละชุดทั้ง ๒๔ ชุด แสดงไว้ในตารางที่ ๑๔

ตารางที่ ๑๔ ตารางผลบวกสะสมของจำนวนประชากรในแต่ละชั้นภูมิ จำแนกตามขนาดของครัวเรือนและอำเภอ ของกรุงเทพมหานคร

อำเภอ	ขนาดของครัวเรือน						
	1	2	3	4	5	6	7
พระนคร	996	3,478	7,780	14,212	23,667	36,051	50,310
ดุสิต	113,328.82	120,340.82	134,557.82	156,385.82	184,935.82	220,545.82	257,407.82
บางรัก	383,241.06	385,031.06	388,478.06	393,682.06	400,607.06	411,029.06	423,279.06
ปทุมวัน	473,762.49	476,826.49	482,688.49	491,268.49	502,303.49	517,465.49	534,559.49
ป้อมปราบฯ	604,246.24	606,160.24	609,550.24	614,978.24	622,603.24	632,791.24	645,034.24
พญาไท	708,820.18	717,010.18	734,011.18	759,951.18	792,891.18	834,885.18	877,249.18
ยานนาวา	1,036,031.3	1,041,723.3	1,053,477.3	1,071,589.3	1,095,849.3	1,127,283.3	1,161,905.3
สัมพันธวงศ์	1,289,524.8	1,290,834.8	1,293,048.8	1,296,316.8	1,300,921.8	1,307,443.8	1,315,353.8
บางกะปิ	1,355,333.4	1,357,713.4	1,362,582.4	1,370,786.4	1,381,481.4	1,393,403.4	1,405,478.4
บางเขน	1,442,665.6	1,447,021.6	1,456,669.6	1,473,065.6	1,494,295.6	1,520,635.6	1,546,136.6
พระโขนง	1,618,375.1	1,629,103.1	1,650,133.1	1,682,365.1	1,722,540.1	1,772,388.1	1,822,620.1
มีนบุรี	1,993,688.9	1,994,390.9	1,995,968.9	1,998,712.9	2,002,637.9	2,007,587.9	2,012,774.9
ลาดกระบัง	2,029,746.5	2,030,294.5	2,031,644.5	2,033,748.5	2,036,663.5	2,040,569.5	2,044,678.5
หนองจอก	2,058,988.2	2,059,706.2	2,061,353.2	2,064,081.2	2,068,056.2	2,073,534.2	2,079,512.2
ธนบุรี	2,101,160.4	2,107,212.4	2,119,482.4	2,137,118.4	2,159,098.4	2,185,312.4	2,212,654.4
คลองสาน	2,298,938.4	2,302,424.4	2,309,174.4	2,319,642.4	2,333,532.4	2,349,510.4	2,366,282.4
บางกอกใหญ่	2,423,930.4	2,426,314.4	2,431,033.4	2,437,785.4	2,446,075.4	2,456,071.4	2,465,752.4
บางกอกน้อย	2,498,030.4	2,503,340.4	2,514,497.4	2,531,821.4	2,553,676.4	2,578,924.4	2,604,292.4
ตลิ่งชัน	2,678,315.7	2,679,347.7	2,681,564.7	2,685,200.7	2,690,070.7	2,695,842.7	2,701,974.7
บางขุนเทียน	2,720,585.1	2,722,949.1	2,728,244.1	2,736,312.1	2,747,232.1	2,759,922.1	2,772,690.1
ภาษีเจริญ	2,813,403.1	2,816,507.1	2,822,750.1	2,832,082.1	2,844,137.1	2,857,889.1	2,872,512.1
ราษฎร์บูรณะ	2,920,717.6	2,922,259.6	2,925,496.6	2,930,728.6	2,937,473.6	2,945,495.6	2,954,021.6
หนองแขม	2,980,800.1	2,981,380.1	2,982,619.1	2,984,555.1	2,987,190.1	2,990,466.1	2,993,728.1

ตารางที่ ๑๔ (ต่อ)

อำเภอ	ขนาดของครัวเรือน					
	8	9	10	11	12	13 ขึ้นไป
พระนครศรีอยุธยา	64,022	74,588	82,968	90,481	96,553	111,306.82
ดุสิต	289,159.82	312,208.82	329,608.82	344,073.82	354,921.82	382,431.06
บางรัก	434,679.06	443,553.06	451,583.06	457,083.06	461,643.06	472,665.49
ปทุมวัน	550,879.49	563,443.49	574,373.49	581,941.49	588,625.49	603,301.24
ป้อมปราบฯ	657,994.24	668,479.24	677,929.24	685,728.24	691,812.24	706,722.18
พญาไท	915,137.18	943,136.18	966,386.18	983,348.18	998,828.18	1,034,440.3
ยานนาวา	1,194,849.3	1,219,419.3	1,239,009.3	1,253,628.3	1,265,808.3	1,288,711.8
สัมพันธวงศ์	1,323,585.8	1,330,533.8	1,336,073.8	1,340,572.8	1,344,784.8	1,354,589.4
บางกะปิ	1,416,422.4	1,424,234.4	1,429,904.4	1,433,864.4	1,436,276.4	1,441,584.6
บางเขน	1,566,120.6	1,580,934.6	1,591,774.6	1,599,232.6	1,605,040.6	1,615,251.1
พระโขนง	1,868,140.1	1,901,854.1	1,928,474.1	1,947,790.1	1,963,162.1	1,993,465.9
มีนบุรี	2,017,574.9	2,021,930.9	2,024,850.9	2,026,621.9	2,027,833.9	2,029,582.5
ลาดกระบัง	2,048,430.5	2,051,724.5	2,054,104.5	2,055,655.5	2,056,807.5	2,058,790.2
หนองจอก	2,085,192.2	2,089,683.2	2,093,023.2	2,095,509.2	2,096,841.2	2,099,089.4
ธนบุรี	2,237,374.4	2,256,868.4	2,270,888.4	2,279,985.4	2,287,365.4	2,297,716.4
คลองสาน	2,380,922.4	2,392,757.4	2,402,237.4	2,408,716.4	2,413,780.4	2,423,085.4
บางกอกใหญ่	2,474,200.4	2,480,374.4	2,484,914.4	2,488,588.4	2,491,108.4	2,496,182.4
บางกอกน้อย	2,624,300.4	2,639,519.4	2,651,069.4	2,659,022.4	2,666,342.4	2,677,973.7
ตลิ่งชัน	2,707,534.7	2,711,575.7	2,714,905.7	2,716,995.7	2,718,243.7	2,720,039.1
บางขุนเทียน	2,784,234.1	2,792,550.1	2,799,090.1	2,803,501.1	2,806,885.1	2,812,443.1
ภาษีเจริญ	2,884,824.1	2,894,616.1	2,902,436.1	2,908,178.1	2,912,414.1	2,920,329.6
ราชบุรี	2,961,245.6	2,966,816.6	2,971,236.6	2,974,063.6	2,976,763.6	2,980,651.1
หนองแขม	2,996,232.1	2,998,563.1	3,000,233.1	3,001,344.1	3,002,088.1	3,003,259.0

ตารางที่ ๑๕ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคลที่ตกเป็นตัวอย่าง จำแนกตามอำเภอ และชุดของตัวอย่าง

อำเภอ	ตัวอย่างชุดที่					
	1	2	3	4	5	6
พระนคร	1	3	15.61251	6	6	1
ดุสิต	7;15.61251	4;8	7;15.61251	5;8	5;8	3;8
บางรัก	-	5	-	7	7	4
ปทุมวัน	5	7	5	8	8	7
ป้อมปราบฯ	6	8	6	11	11	8
พญาไท	4;8;15.61251	5;9	5;8;15.61251	6;9	6;9	5;8
ยานนาวา	7;10	3;8	7;15.61251	4;9	5;9	3.8
สัมพันธวงศ์	-	7	-	10	10	6
บางกะปิ	8	15.61251	8	-	-	15.61251
บางเขน	7	9	7	4;11	4;11	9
พระโขนง	4;7;11	5;8;12	4;7;11	6;8;15.61251	6;8;15.61251	5;8;12
มีนบุรี	-	-	-	-	-	-
ลาดกระบัง	-	-	-	-	-	-
หนองจอก	4	11	5	-	-	10
ธนบุรี	7	8	7	3;9	3;9	8
คลองสาน	5	7	5	8	8	7
บางกอกใหญ่	6	11	7	-	-	10
บางกอกน้อย	7	8	7	3.9	3;9	8
ตลิ่งชัน	10	-	15.61251	-	-	-
บางขุนเทียน	-	5	-	7	7	5
ภาษีเจริญ	6	8	6	10	10	8
ราษฎร์บูรณะ	12	-	15.61251	-	-	-
หนองแขม	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ๑๕ (ต่อ)

อำเภอ	ตัวอย่างชุดที่					
	7	8	9	10	11	12
พระนครศรี	9	6	15.61251	8	5	6
คูสิต	6;11	5;9	7;15.61251	6;10	4;8	4;8
บางรัก	15.61251	7	-	10	6	7
ปทุมวัน	15.61251	9	5	11	8	8
ป้อมปราบฯ	-	11	6	-	9	10
พญาไท	3;7;12	6;10	4;8;15.61251	1;7;11	6;9	6;9
ยานนาวา	6;11	5;9	7;15.61251	6;10	4;8	4;9
สัมพันธวงศ์	-	10	-	-	8	10
บางกะปิ	5	-	8	3	-	-
บางเขน	6	4;11	7	5	3;10	4;11
พระโขนง	3;6;10	6;8;15.61251	4;7;11	2;6;9	5;8;15.61251	5;8;15.61251
มีนบุรี	-	-	-	8	-	-
ลาดกระบัง	4	-	-	-	-	-
หนองจอก	-	-	4	-	-	-
ธนบุรี	6;15.61251	3;9	7	5;11	2;8	3;9
คลองสาน	-	8	5	11	7	8
บางกอกใหญ่	2	-	6	-	15.61251	-
บางกอกน้อย	5	3;10	7	5;15.61251	9	3;9
ตลิ่งชัน	5	-	10	-	-	-
บางขุนเทียน	-	7	-	10	6	7
ภาษีเจริญ	2	11	6	-	9	10
ราษฎร์บูรณะ	7	-	12	4	-	-
หนองแขม	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ๑๕ (ต่อ)

อำเภอ	ตัวอย่างชุดที่					
	13	14	15	16	17	18
พระนครศรี	-	4	10	15.61251	8	6
คูสิต	2;7;15.61251	4;8	6;11	7;15.61251	5;10	4;8
บางรัก	-	6	15.61251	-	10	7
ปทุมวัน	6	7	15.61251	5	11	8
ป้อมปราบฯ	7	9	-	6	-	10
พญาไท	5;8;15.61251	5;9	3;7;12	5;8;15.61251	1;7;11	6;9
ยานนาวา	7	4;8	6;11	7;15.61251	6;10	4;9
สัมพันธวงศ์	3	7	-	-	-	10
บางกะปิ	9	-	5	8	3	-
บางเขน	8	2;9	6	7	5	4;11
พระโขนง	5;8;11	5;8;15.61251	3;7;10	4;7;11	2;6;9	5;8;15.61251
มีนบุรี	-	-	-	-	7	-
ลาดกระบัง	-	-	5	-	-	-
หนองจอก	7	15.61251	-	5	-	-
ธนบุรี	7	3	6;15.61251	6	5;11	3;9
คลองสาน	6	7	-	5	11	8
บางกอกใหญ่	8	12	2	7	-	-
บางกอกน้อย	7	3	6	7	5;12	3;9
ตลิ่งชัน	-	-	5	15.61251	-	-
บางขุนเทียน	3	6	-	-	10	7
ภาษีเจริญ	7	8	3	6	-	10
ราษฎร์บูรณะ	-	-	7	15.61251	4	-
หนองแขม	6	-	-	-	-	-

ตารางที่ ๑๕ (ต่อ)

อำเภอ	ตัวอย่างชุดที่						
	19	20	21	22	23	24	25
พระนครศรี	-	5	15.61251	3	5	8	9
คูสิต	2;7;15.61251	4;8	7;15.61251	4;8	4;8	6;10	6;10
บางรัก	-	7	-	5	6	11	12
ปทุมวัน	6	8	5	7	8	12	12
ป้อมปราบฯ	7	10	6	9	10	-	-
พญาไท	5;8;15.61251	6;9	5;8;15.61251	5;9	6;9	2;7;11	3;7;11
ยานนาวา	8	4;9	7;15.61251	3;8	4;8	6;10	6;11
สัมพันธวงศ์	4	9	-	7	8	-	-
บางกะปิ	10	-	8	-	-	4	5
บางเขน	8	4;10	7	2;9	3;10	6	6
พระโขนง	5;7;11	5;8;15.61251	4;7;11	5;8;15.61251	5;8;15.61251	2;6;9	3;6;9
มีนบุรี	-	-	-	-	-	9	10
ลาดกระบัง	-	-	-	-	-	-	-
หนองจอก	7	-	5	12	-	-	-
ธนบุรี	7	3;9	7	3	2;8	5;12	5;12
คลองสาน	6	8	5	7	8	12	15.61251
บางกอกใหญ่	8	-	7	11	-	-	-
บางกอกน้อย	7	2;9	7	8	1;9	5;15.61251	5;15.61251
ตลิ่งชัน	-	-	-	-	-	-	-
บางขุนเทียน	4	7	2	6	6	11	15.61251
ภาษีเจริญ	7	10	6	8	9	-	-
ราษฎร์บูรณะ	-	-	-	-	-	5	6
หนองแขม	7	-	3	-	-	-	-

๓.๓.๒ การประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย

ก. การประมาณค่าเฉลี่ย (\bar{y})

การประมาณค่าเฉลี่ยในแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางแบบมีระบบ โดยให้ความน่าจะเป็นของการเลือกหน่วยตัวอย่าง เป็นปฏิภาคกับขนาดของหน่วยตัวอย่างที่ต้องการสำรวจ ได้อาศัยพื้นฐานของแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียวมาประยุกต์ใช้ ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๒

สมมติว่าในการวางแผนการสำรวจเกี่ยวกับจำนวนสมาชิกเฉลี่ยต่อครัวเรือน ได้แบ่งประเภทของครัวเรือนส่วนบุคคลออกเป็น ๒๓ อำเภอ

ให้ y_{ik} เป็นจำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคลที่ k
 ในอำเภอที่ i ; $k = 1, 2, \dots, n_i$
 $i = 1, 2, \dots, 23$

เลือกครัวเรือนตัวอย่าง ๒๓ ครัวเรือน ขึ้นมาเป็นตัวแทนในการสำรวจ โดยให้โอกาสในการเลือกครัวเรือนที่ k ในอำเภอที่ i เป็น $P_{ik} = \frac{M_{ik}}{\sum_{k=1}^{n_i} M_{ik}}$

สูตรสำหรับการประมาณค่าเฉลี่ย คือ

$$\bar{y} = \frac{1}{\sum_{i=1}^R N_i} \left(\sum_{i=1}^R \frac{1}{n_i} \sum_{k=1}^{n_i} \frac{y_{ik}}{P_{ik}} \right)$$

เมื่อ y_{ik} = จำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนบุคคลที่ k ในอำเภอที่ i

P_{ik} = โอกาสในการเลือกครัวเรือนที่ k ในอำเภอที่ i

N_i = จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมดในอำเภอที่ i

n_i = จำนวนครัวเรือนตัวอย่างในอำเภอที่ i

จากสูตรข้างต้น คำนวณหาค่า y ได้เท่ากับ ๕.๙๕๕๕๖๘๓ นั่นคือ ค่าเฉลี่ย
จำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคลของกรุงเทพมหานคร จากตัวอย่างชุดที่ ๑ เท่ากับ
๕.๙๕๕๕๖๘๓ คน

ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคลของกรุงเทพมหานคร
ในการสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดทั้ง ๒๕ ชุด และเฉลี่ยทั้ง ๒๕ ชุด แสดงไว้ในตารางที่ ๑๖



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๖ ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคลของกรุงเทพมหานคร
เมื่อใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทาง แบบมีระบบ โดยให้ความ
น่าจะเป็นของการเลือกหน่วยตัวอย่างเป็นปฏิภาคกับขนาดของหน่วยตัวอย่างที่
ต้องการสำรวจ จำแนกตามชุดของตัวอย่าง

ตัวอย่างชุดที่	ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน
1	5.9955683
2	6.0250773
3	5.9955683
4	6.0438585
5	6.0251429
6	6.0250773
7	5.9890975
8	6.0438585
9	5.9955683
10	6.0002067
11	6.0306185
12	6.0438585
13	5.9895639
14	6.0347363
15	5.9890975
16	6.1436754
17	6.0002067
18	6.0438585
19	5.9895639
20	6.0438585
21	5.9943574
22	6.0347363
23	6.0438585
24	6.0002067
25	6.0002067
เฉลี่ยทั้ง 25 ชุด	6.0207796

ข. การประมาณค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย $\left[\hat{V}(\bar{y}) \right]$

การประมาณค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยในแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางแบบมีระบบโดยให้ความน่าจะเป็นของการเลือกหน่วยตัวอย่างเป็นปฏิภาคกับขนาดของหน่วยตัวอย่างที่ต้องการสำรวจ ได้อาศัยพื้นฐานของแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบทางเดียวมาประยุกต์ใช้เช่นเดียวกัน สูตรในการประมาณค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย คือ

$$\hat{V}(\bar{y}) = \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^R N_i \right]^2} \sum_{i=1}^R \frac{1}{n_i(n_i-1)} \sum_{k=1}^{n_i} \left(\frac{y_{ik}}{P_{ik}} - \hat{T}_i(y) \right)^2$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \hat{T}_i(y) &= \text{ค่าประมาณยอดรวมของ } y \text{ ในอำเภอที่ } i \\ &= \frac{1}{n_i} \sum_{k=1}^{n_i} \frac{y_{ik}}{P_{ik}} \end{aligned}$$

เนื่องจากบางอำเภอที่ตก เป็นตัวอย่าง มีครัวเรือนตัวอย่างเพียง ๑ ครัวเรือน การประมาณค่าความแปรปรวนภายในอำเภอนั้นจึงไม่สามารถกระทำได้ ซึ่งในที่สุดทำให้ไม่สามารถหาความแปรปรวนรวม การประมาณค่าความแปรปรวนจะใช้วิธีการจัดกลุ่มชั้นภูมิเข้าด้วยกัน

ดังนั้น

$$\hat{V}(\bar{y}) = \text{ความแปรปรวนของอำเภอที่นำมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน} + \text{ความแปรปรวนของอำเภอที่ไม่นำมาจัดกลุ่ม}$$

$$= \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^R N_i \right]^2} \sum_{(i,i') \leq 2k} \frac{1}{N_c^2} \left(N_i \left(\frac{\bar{y}_i}{P_i} \right) - N_{i'} \left(\frac{\bar{y}_{i'}}{P_{i'}} \right) \right)^2$$

+ ความแปรปรวนของอำเภอที่ไม่นำมาจัดกลุ่ม

เมื่อ

$$N_i = \text{จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมดในอำเภอที่ } i$$

$$N_{i'} = \text{จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมดในอำเภอที่ } i' \text{ ที่นำมาจัดกลุ่มกับอำเภอที่ } i$$

$$\left(\frac{\bar{y}_i}{P_i}\right) = \text{ค่าเฉลี่ยของ } \left(\frac{y_i}{P_i}\right)$$

$$\left(\frac{\bar{y}_{i'}}{P_{i'}}\right) = \text{ค่าเฉลี่ยของ } \left(\frac{y_{i'}}{P_{i'}}\right)$$

N_C = จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมดในอำเภอที่จัดกลุ่มเข้าด้วยกัน

ในการจัดกลุ่มอำเภอที่มีครัวเรือนตัวอย่างเพียง ๑ ครัวเรือนนั้น อำเภอที่นำมาจับคู่เข้าด้วยกันต้องมีจำนวนครัวเรือนและค่าเฉลี่ยของประชากร $\left(\frac{\bar{Y}}{P}\right)$ เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน กล่าวคือ $N_i \left(\frac{\bar{Y}_i}{P_i}\right)$ และ $N_{i'} \left(\frac{\bar{Y}_{i'}}{P_{i'}}\right)$ มีค่าต่างกันน้อยมาก ในการจัดกลุ่มอำเภอเข้าด้วยกัน จะเรียงลำดับอำเภอที่มี $N_i \left(\frac{\bar{Y}_i}{P_i}\right)$ จากน้อยไปหามาก แล้วจับคู่อำเภอที่มี $N_i \left(\frac{\bar{Y}_i}{P_i}\right)$ ที่อยู่ใกล้กันเข้าด้วยกัน แต่ละคู่ที่จับเข้าด้วยกันถือเป็น ๑ ชั้นภูมิ ชั้นภูมิสุดท้ายอาจจะประกอบด้วย ๒ หรือ ๓ อำเภอก็ได้ นั่นคือ การประมาณค่าความแปรปรวนจะคำนวณเป็น ๒ ตอน คือ ตอนแรกจะประมาณค่าความแปรปรวนของอำเภอที่นำมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน และตอนที่สอง จะประมาณค่าความแปรปรวนของอำเภอที่ไม่นำมาจัดกลุ่ม

๓.๓.๒ การประมาณค่าความแปรปรวนของอำเภอที่นำมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน

ในตัวอย่างชุดแรกนี้ อำเภอที่มีครัวเรือนตัวอย่างเพียง ๑ ครัวเรือน ได้แก่ อำเภอพระนครศรีอยุธยา ป้อมปราบศัตรูพ่าย บางกะปิ บางเขน หนองจอก ธนบุรี คลองสาน บางกอกใหญ่ บางกอกน้อย คลิ่งชัน ภาษีเจริญ และราษฎร์บูรณะ ตารางแสดง $N_i \left(\frac{\bar{Y}_i}{P_i}\right)$ จำแนกตามอำเภอแสดงไว้ในตารางที่ ๑๗ และตารางแสดงการเรียงลำดับอำเภอที่มี $N_i \left(\frac{\bar{Y}_i}{P_i}\right)$ จากน้อยไปหามาก และจัดคู่ที่อยู่ใกล้กันเข้าด้วยกัน แสดงไว้ในตารางที่ ๑๘

ตารางที่ ๑๗ ตารางแสดง $N_1 \left(\frac{\bar{Y}_1}{P_1} \right)$ จำแนกตามอำเภอ

อำเภอที่มีครัวเรือน ตัวอย่าง ๑ ครัวเรือน	จำนวนครัวเรือน ส่วนบุคคล (N_1)	$\left(\frac{\bar{Y}_1}{P_1} \right)$	$N_1 \left(\frac{\bar{Y}_1}{P_1} \right)$
พระนครศรีอยุธยา	17,131	111,306.82	$1,906.7971 \times 10^6$
ปทุมธานี	20,618	130,635.75	$2,693.4478 \times 10^6$
ป้อมปราบฯ	15,262	103,420.94	$1,578.4103 \times 10^6$
บางกะปิ	15,163	86,995.253	$1,319.109 \times 10^6$
บางเขน	29,897	173,666.58	$5,192.1097 \times 10^6$
หนองจอก	6,374	40,299.201	256.8671×10^6
ธนบุรี	35,030	198,627.09	$6,957.9069 \times 10^6$
คลองสาน	21,369	125,369.05	$2,679.0112 \times 10^6$
บางกอกใหญ่	13,070	73,097.065	955.37863×10^6
บางกอกน้อย	32,181	181,791.31	$5,850.2261 \times 10^6$
ตลิ่งชัน	7,204	42,065.438	303.03941×10^6
ภาษีเจริญ	18,509	107,886.54	$1,996.8719 \times 10^6$
ราชบุรี	10,145	60,321.514	611.96175×10^6

$N_C = 241,953$

$N_C^2 = 58,541.254 \times 10^6$

ตารางที่ ๑๘ ตารางแสดงการเรียงลำดับอำเภอที่มี $N_i \left(\frac{\bar{Y}_i}{P_i} \right)$ จากน้อยไปหามาก แล้วจัดคู่
ที่อยู่ใกล้กันเข้าด้วยกัน

อำเภอที่นำมาจัดคู่	$N_i \left(\frac{\bar{Y}_i}{P_i} \right) ; N_{i'} \left(\frac{\bar{Y}_{i'}}{P_{i'}} \right) ; N_{i''} \left(\frac{\bar{Y}_{i''}}{P_{i''}} \right)$
(หนองจอก ; คลองสาม)	$256.8671 \times 10^6 ; 303.03941 \times 10^6$
(ราชบุรี ; บางกอกใหญ่)	$611.96175 \times 10^6 ; 955.37363 \times 10^6$
(บางกะปิ ; ป้อมปราบฯ)	$1,319.109 \times 10^6 ; 1,578.4103 \times 10^6$
(พระนคร ; ภาษีเจริญ)	$1,906.7971 \times 10^6 ; 1,996.8719 \times 10^6$
(คลองสาน ; ปทุมวัน)	$2,679.0112 \times 10^6 ; 2,693.4478 \times 10^6$
(บางเขน ; บางกอกน้อย ; ธนบุรี)	$5,192.1097 \times 10^6 ; 5,850.2261 \times 10^6 ; 6,957.9069 \times 10^6$

ความแปรปรวนของอำเภอที่นำมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกันที่คำนวณได้จากข้อมูล

ในตารางที่ ๑๗ และ ๑๘ คือ ๐.๐๐๐๒๒๓๑

๓.๓.๓ การประมาณค่าความแปรปรวนของอำเภอที่ไม่นำมาจัดกลุ่ม

ในตัวอย่างชุดที่ ๑ อำเภอที่ไม่นำมาจัดกลุ่มได้แก่อำเภอดุสิต พญาไท ยานนาวา
และพระโขนง การประมาณค่าความแปรปรวนใช้สูตร

$$\hat{V}(\bar{y}) = \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^R N_i \right]^2} \sum_{i=1}^R \frac{1}{n_i(n_i-1)} \sum_{k=1}^{n_i} \left(\frac{y_{ik}}{P_{ik}} - \hat{T}_i(y) \right)^2$$

ซึ่งเมื่อแทนค่าต่าง ๆ ในสูตรจะได้ $\hat{V}(\bar{y}) = 0$

นั่นคือ

$$\begin{aligned} \hat{V}(\bar{y}) &= 0.0002231 + 0 \\ &= 0.0002231 \end{aligned}$$

ซึ่งหมายความว่า การใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางแบบมีระบบ โดยให้ความน่าจะเป็นของการเลือกหน่วยตัวอย่างเป็นปฏิภาคกับขนาดของหน่วยตัวอย่างที่ต้องการสำรวจจะให้ค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนเท่ากับ ๕.๕๕๕๕๖๘๒ คน ด้วยความแปรปรวน ๐.๐๐๐๒๒๓๑ คน

ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคลของกรุงเทพมหานครของตัวอย่างแต่ละชุดทั้ง ๒๕ ชุด และเฉลี่ยทั้ง ๒๕ ชุด แสดงไว้ในตารางที่ ๑๕



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๔ ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนของครัวเรือนส่วนบุคคล
ของกรุงเทพมหานคร เมื่อใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางชนิด
การสุ่มแบบมีระบบ โดยให้ความน่าจะเป็นของการเลือก เป็นปฏิภาคกับขนาดของ
ข้อมูลที่ต้องการสำรวจ จำแนกตามชุดของตัวอย่าง

ตัวอย่างชุดที่	ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย
1	0.0002231
2	0.0005464
3	0.0002231
4	0.0001158
5	0.02462176
6	0.0005464
7	0.0014426
8	0.0001158
9	0.0002231
10	0.0016839
11	0.0017065
12	0.0001158
13	0.0008037
14	0.0001526
15	0.0014426
16	0.0002231
17	0.0016839
18	0.0001158
19	0.0008037
20	0.0001158
21	0.0002162
22	0.0001526
23	0.0001158
24	0.0016839
25	0.0016839
เฉลี่ยทั้ง 25 ชุด	0.0016303

๓.๔ การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

จากการประมาณค่าเฉลี่ยโดยใช้ตัวอย่างขนาด ๒๓ และความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยที่ประมาณได้ เมื่อนำความแปรปรวนที่ประมาณได้ดังกล่าวนี้มาใช้เป็นความแปรปรวนเบื้องต้นที่จะนำไปประมาณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ โดยละเอียดต่อไป โดยอาศัยสูตร

$$n_0 = \frac{NZ^2 \sigma_y^2}{E^2 + Z^2 \sigma_y^2}$$

เมื่อ N = จำนวนครัวเรือนส่วนบุคคลทั้งหมด
 = ๔๘,๖๓๒ ครัวเรือน

$$E = \text{ขนาดความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณ ซึ่งกำหนดให้เท่ากับ } 0.๕ \text{ คน}$$

และกำหนดให้ขอบเขตของความเชื่อมั่นของค่าประมาณเท่ากับ ๙๕% หรือ $\alpha = 0.05$

นั่นคือค่าวิกฤตของ $Z = 1.96$

σ_y^2 = ความแปรปรวนของประชากร (Population variance) ในที่นี้จะใช้ S_y^2 เป็นค่าประมาณ

โดยที่ S_y^2 เป็นค่าความแปรปรวนที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ๒๕ ชุด ในแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางโดยใช้ตัวอย่างจำนวนน้อย ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ เนื่องจาก ในแผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางแบบมีระบบโดยให้ความน่าจะเป็นของการเลือกหน่วยตัวอย่าง เป็นปฏิภาคกับขนาดของหน่วยตัวอย่างที่ต้องการสำรวจ ถ้ากำหนดให้ $H_{ik} = Y_{ik}$ ความแปรปรวนของค่าประมาณจะเท่ากับ ๐ แต่ในการวิจัยนี้ไม่เท่ากับ ๐ เนื่องจากบางชั้นภูมิมีหน่วยตัวอย่างเพียง ๑ หน่วย จึงต้องนำมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน ซึ่งค่าเฉลี่ยของประชากรและขนาดของชั้นภูมิไม่ใกล้เคียงกันเท่าที่ควร จึงทำให้เกิดความเอียงเอนในทางบวก ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๒

๑ ดร. นิยม ปุราคำ, ทฤษฎีการสำรวจสถิติจากตัวอย่างและการประยุกต์,

เนื่องจาก $S_y^2 = 0.0622605$

ดังนั้น $S_y^2 = nS_y^2$
 $= 1.4319915$

นั่นคือ $n_o = \frac{498,632(1.96)^2(1.4319915)}{498,632(0.5)^2 + (1.96)^2(1.4319915)}$
 ≈ 22

ดังนั้น ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเมื่อใช้ $\alpha = 0.05$ และ $E = 0.5$ คน คือ ๒๒ คน
 ๒๒ คน หรือมากกว่าขนาดตัวอย่างเบื้องต้น ($n = 23$) ซึ่งในทางปฏิบัติ ได้ทำการสำรวจเพื่อหาข้อมูลบางอย่างที่สนใจไปแล้ว จึงไม่ต้องไปทำการสำรวจใหม่ และผลของการประมาณค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน ของครัวเรือนส่วนบุคคล เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง ๒๓ ครัวเรือน โดยใช้แผนแบบการสำรวจอย่างมีชั้นภูมิแบบสองทางโดยใช้ตัวอย่างจำนวนน้อย ปรากฏว่ามีความคลาดเคลื่อนจากค่าจริงเท่ากับ $๖.๐๒๒๙๘๘๘ - ๖.๐๑๐๑๐๒๘ = ๐.๐๑๒๘๘๖๐$ คน ซึ่งสอดคล้องกับขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม คือ ๒๒ ครัวเรือน ภายใต้งบประมาณที่กำหนดให้ คือ ความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณเท่ากับ ๐.๕ คน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย