

## ภาคผนวก ข

### การประมาณค่าประมาณความคลาดเคลื่อนจากการเลือกตัวอย่าง

#### วิธีการประมาณผล

การเสนอผลของการสำรวจได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับประชากร ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับครัวเรือน โดยเสนอผลการสำรวจในระดับจังหวัด ส่วนในระดับกรุงเทพมหานคร และภาค 4 ภาค คือ ภาคกลาง ( ยกเว้นกรุงเทพมหานคร ) ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ นั้น ได้เสนอผลในระดับเขตการปกครอง คือ ในเขตเทศบาล และนอกเขตเทศบาล

ในการประมาณค่า กำหนดให้

$$\begin{aligned} g &= 1, 2, 3, \dots, 22 && (\text{หมวดอายุ - เพศ}) \\ k &= 1, 2, 3, \dots, m_{hij} && (\text{เขตแดนนับตัวอย่าง}) \\ j &= 1, 2 && (\text{เขตการปกครอง}) \\ i &= 1, 2, 3, \dots, A_h && (\text{จังหวัด}) \\ h &= 1, 2, 3, 4, 5 && (\text{ภาค}) \end{aligned}$$

#### ส่วนที่ 1 : ข้อมูลเกี่ยวกับประชากร

##### 1.1 การประมาณค่ายอดรวม

1.1.1 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับหมวดอายุ - เพศ  $g$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$  คือ

$$x'_{1hijg} = \frac{x'_{1hijg}}{y'_{1hijg}} Y_{1hijg} = r_{1hijg} Y_{1hijg} \dots\dots\dots (1)$$

โดยที่  $x'_{1hijg}$  คือ ค่าประมาณยอดรวมโดยปกติจากการเลือกตัวอย่างสองขั้นตอนของจำนวนประชากรทั้งสิ้นที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับหมวดอายุ - เพศ  $g$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$y'_{1hijg}$  คือ ค่าประมาณยอดรวมโดยปกติจากการเลือกตัวอย่างสองขั้นตอนของจำนวนประชากรทั้งสิ้น สำหรับหมวดอายุ - เพศ  $g$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$Y_{1hijg/1}$  คือ ค่าประมาณจำนวนประชากรทั้งสิ้น ที่ได้จากการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย สำหรับหมวดอายุ - เพศ  $g$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$r_{1hijg}$  คือ อัตราส่วนของค่าประมาณจำนวนประชากรทั้งสิ้นที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  กับค่าประมาณจำนวนประชากรทั้งสิ้น สำหรับหมวดอายุ - เพศ  $g$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

[1] การคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ. ศ. 2553 - 2583 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 ( กุมภาพันธ์ 2556 )

สูตรการคำนวณค่าประมาณยอดรวมโดยปกติ จากการเลือกตัวอย่างสองขั้นตอน คือ

$$i) \quad x'_{1hijg} = \frac{1}{m_{hij}} \sum_{k=1}^{m_{hij}} \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} x_{1hijk}g \quad \dots\dots\dots (2)$$

โดยที่  $x_{1hijk}g$  คือ จำนวนประชากรที่เจนนับได้ทั้งสิ้นที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  ในหมวดอายุ - เพศ  $g$  เขตเจนนับตัวอย่าง  $k$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$N_{hijk}$  คือ จำนวนครัวเรือนที่นับเจนนับได้ทั้งสิ้น ในเขตเจนนับตัวอย่าง  $k$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$n_{hijk}$  คือ จำนวนครัวเรือนตัวอย่างทั้งสิ้น ในเขตเจนนับตัวอย่าง  $k$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$P_{hijk}$  คือ โอกาสในการเลือกเขตเจนนับตัวอย่าง  $k$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$m_{hij}$  คือ จำนวนเขตเจนนับตัวอย่างทั้งสิ้น ในเขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$$ii) \quad y'_{1hijg} = \frac{1}{m_{hij}} \sum_{k=1}^{m_{hij}} \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} y_{1hijk}g \quad \dots\dots\dots (3)$$

โดยที่  $y_{1hijk}g$  คือ จำนวนประชากรที่เจนนับได้ทั้งสิ้น ในหมวดอายุ - เพศ  $g$  เขตเจนนับตัวอย่าง  $k$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

1.1.2 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับเขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$  คือ

$$x''_{1hij} = \sum_{g=1}^{22} x'_{1hijg} \quad \dots\dots\dots (4)$$

1.1.3 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับหมวดอายุ - เพศ  $g$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$  คือ

$$x''_{1hig} = \sum_{j=1}^2 x''_{1hijg} \quad \dots\dots\dots (5)$$

- 1.1.4 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับจังหวัด  $i$  ภาค  $h$  คือ

$$x''_{1hi} = \sum_{j=1}^2 x''_{1hij} = \sum_{g=1}^{22} x''_{1hig} \quad \dots\dots\dots (6)$$

- 1.1.5 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับหมวดอายุ - เพศ  $g$  เขตการปกครอง  $j$  ภาค  $h$  คือ

$$x''_{1hij} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{1hijg} \quad \dots\dots\dots (7)$$

โดยที่  $A_h$  คือ จำนวนจังหวัดทั้งสิ้นในภาค  $h$  และ  $\sum_{h=1}^5 A_h = 77$

- 1.1.6 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับเขตการปกครอง  $j$  ภาค  $h$  คือ

$$x''_{1hj} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{1hij} = \sum_{g=1}^{22} x''_{1hijg} \quad \dots\dots\dots (8)$$

- 1.1.7 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับหมวดอายุ - เพศ  $g$  ภาค  $h$  คือ

$$x''_{1hg} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{1hig} = \sum_{j=1}^2 x''_{1hijg} \quad \dots\dots\dots (9)$$

- 1.1.8 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับ ภาค  $h$  คือ

$$x''_{1h} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{1hi} = \sum_{j=1}^2 x''_{1hj} = \sum_{g=1}^{22} x''_{1hig} \quad \dots\dots\dots (10)$$

- 1.1.9 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับเขตการปกครอง  $j$  ทัวราชอาณาจักร คือ

$$x''_{1j} = \sum_{h=1}^5 x''_{1hj} \quad \dots\dots\dots (11)$$

- 1.1.10 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับหมวดอายุ - เพศ  $g$  ทัวราชอาณาจักร คือ

$$x''_{1g} = \sum_{h=1}^5 x''_{1hg} \quad \dots\dots\dots (12)$$

1.1.11 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของจำนวนประชากรที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  สำหรับทั่วราชอาณาจักร คือ

$$x_1'' = \sum_{h=1}^5 x_{1h}'' = \sum_{j=1}^2 x_{1j}'' = \sum_{g=1}^{22} x_{1g}'' \quad \dots\dots\dots (13)$$

## 1.2 การประมาณค่าความแปรปรวนของค่าประมาณยอดรวม

1.2.1 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x_{1hij}''$  คือ

$$\hat{V}(x_{1hij}'') = \left[ \frac{Y_{1hij}}{y_{1hij}'} \right]^2 \frac{1}{m_{hij}(m_{hij} - 1)} \sum_{k=1}^{m_{hij}} z_{1hijk}^2 \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$\text{โดยที่} \quad z_{1hijk}' = x_{1hijk}' - r_{1hij} y_{1hijk}'$$

$$x_{1hijk}' = \frac{1}{P_{hij}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} x_{1hijk}$$

$$y_{1hijk}' = \frac{1}{P_{hij}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} y_{1hijk}$$

1.2.2 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x_{1hij}''$  คือ

$$\hat{V}(x_{1hij}'') = \sum_{g=1}^{22} \hat{V}(x_{1hijg}'') \quad \dots\dots\dots (15)$$

1.2.3 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x_{1hig}''$  คือ

$$\hat{V}(x_{1hig}'') = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x_{1hijg}'') \quad \dots\dots\dots (16)$$

1.2.4 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x_{1hi}''$  คือ

$$\hat{V}(x_{1hi}'') = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x_{1hij}'') = \sum_{g=1}^{22} \hat{V}(x_{1hig}'') \quad \dots\dots\dots (17)$$

1.2.5 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x_{1hij}''$  คือ

$$\hat{V}(x_{1hij}'') = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x_{1hijg}'') \quad \dots\dots\dots (18)$$

1.2.6 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x_{1hj}''$  คือ

$$\hat{V}(x_{1hj}'') = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x_{1hij}'') = \sum_{l=1}^{22} \hat{V}(x_{1hijl}'') \quad \dots\dots\dots (19)$$

1.2.7 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_{1hg}$  คือ

$$\hat{V}(x''_{1hg}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{1hig}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{1hijg}) \quad \dots\dots\dots (20)$$

1.2.8 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_{1h}$  คือ

$$\hat{V}(x''_{1h}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{1hi}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{1hij}) = \sum_{g=1}^{22} \hat{V}(x''_{1hig}) \quad \dots\dots\dots (21)$$

1.2.9 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_{1j}$  คือ

$$\hat{V}(x''_{1j}) = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x''_{1hj}) \quad \dots\dots\dots (22)$$

1.2.10 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_{1g}$  คือ

$$\hat{V}(x''_{1g}) = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x''_{1hg}) \quad \dots\dots\dots (23)$$

1.2.11 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_1$  คือ

$$\hat{V}(x''_1) = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x''_{1h}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{1j}) = \sum_{g=1}^{22} \hat{V}(x''_{1g}) \quad \dots\dots\dots (24)$$

### 1.3 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของค่าประมาณยอดรวม

1.3.1 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{1hijg}$  คือ

$$cv(x''_{1hijg}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{1hijg})}}{x''_{1hijg}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (25)$$

1.3.2 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{1hij}$  คือ

$$cv(x''_{1hij}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{1hij})}}{x''_{1hij}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (26)$$

1.3.3 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{1hig}$  คือ

$$cv(x''_{1hig}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{1hig})}}{x''_{1hig}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (27)$$

1.3.4 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{lhi}$  คือ

$$cv(x''_{lhi}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{lhi})}}{x''_{lhi}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (28)$$

1.3.5 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{lhjg}$  คือ

$$cv(x''_{lhjg}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{lhjg})}}{x''_{lhjg}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (29)$$

1.3.6 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{lhj}$  คือ

$$cv(x''_{lhj}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{lhj})}}{x''_{lhj}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (30)$$

1.3.7 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{lhg}$  คือ

$$cv(x''_{lhg}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{lhg})}}{x''_{lhg}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (31)$$

1.3.8 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{lh}$  คือ

$$cv(x''_{lh}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{lh})}}{x''_{lh}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (32)$$

1.3.9 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{lj}$  คือ

$$cv(x''_{lj}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{lj})}}{x''_{lj}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (33)$$

1.3.10 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{lg}$  คือ

$$cv(x''_{lg}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{lg})}}{x''_{lg}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (34)$$

1.3.11 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_l$  คือ

$$cv(x''_l) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_l)}}{x''_l} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (35)$$

## ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับครัวเรือน

### 2.1 การประมาณค่ายอดรวม

2.1.1 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  ของครัวเรือน สำหรับเขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$  คือ

$$x''_{2hij} = \frac{x'_{2hij}}{y'_{2hij}} Y_{2hij} = r_{2hij} Y_{2hij} \quad \dots\dots\dots (36)$$

โดยที่  $x'_{2hij}$  คือ ค่าประมาณยอดรวมโดยปกติจากการเลือกตัวอย่างสองขั้นตอนของ ลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  ของครัวเรือน สำหรับเขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$y'_{2hij}$  คือ ค่าประมาณยอดรวมโดยปกติจากการเลือกตัวอย่างสองขั้นตอนของ จำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น สำหรับเขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$Y_{2hij}^{L2}$  คือ ค่าประมาณจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น ที่ได้จากการคาดประมาณ ประชากรของประเทศไทย สำหรับเขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$r_{2hij}$  คือ อัตราส่วนของค่าประมาณลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  กับ ค่าประมาณจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น ในเขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

สูตรการคำนวณค่าประมาณยอดรวมโดยปกติ จากการเลือกตัวอย่างสองขั้นตอน คือ

$$i) \quad x'_{2hij} = \frac{1}{m_{hij}} \sum_{k=1}^{m_{hij}} \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} x_{2hijk} \quad \dots\dots\dots (37)$$

โดยที่  $x_{2hijk}$  คือ ค่าของลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  ของครัวเรือนที่เจนนับได้ทั้งสิ้น สำหรับเขตเจนนับตัวอย่าง  $k$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

$$ii) \quad y'_{2hij} = \frac{1}{m_{hij}} \sum_{k=1}^{m_{hij}} \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} y_{2hijk} \quad \dots\dots\dots (38)$$

โดยที่  $y_{2hijk}$  คือ จำนวนครัวเรือนตัวอย่างที่เจนนับได้ทั้งสิ้น ในเขตเจนนับตัวอย่าง  $k$  เขตการปกครอง  $j$  จังหวัด  $i$  ภาค  $h$

- 2.1.2 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  ของครัวเรือน สำหรับจังหวัด  $i$  ภาค  $h$  คือ

$$x''_{2hi} = \sum_{j=1}^2 x''_{2hij} \quad \dots\dots\dots (39)$$

- 2.1.3 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  ของครัวเรือน สำหรับเขตการปกครอง  $j$  ภาค  $h$  คือ

$$x''_{2hj} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{2hij} \quad \dots\dots\dots (40)$$

- 2.1.4 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  ของครัวเรือน สำหรับภาค  $h$  คือ

$$x''_{2h} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{2hi} = \sum_{j=1}^2 x''_{2hj} \quad \dots\dots\dots (41)$$

- 2.1.5 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  ของครัวเรือน สำหรับเขตการปกครอง  $j$  ทัวราชอาณาจักร คือ

$$x''_{2j} = \sum_{h=1}^5 x''_{2hj} \quad \dots\dots\dots (42)$$

- 2.1.6 สูตรการประมาณค่ายอดรวมที่ปรับแล้วของลักษณะที่ต้องการศึกษา  $X$  ของครัวเรือน สำหรับทัวราชอาณาจักร คือ

$$x''_2 = \sum_{h=1}^5 x''_{2h} = \sum_{j=1}^2 x''_{2j} \quad \dots\dots\dots (43)$$

## 2.2 การประมาณค่าความแปรปรวนของค่าประมาณยอดรวม

- 2.2.1 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_{2hij}$  คือ

$$\hat{V}(x''_{2hij}) = \left[ \frac{Y_{2hij}}{y'_{2hij}} \right]^2 \frac{1}{m_{hij}(m_{hij} - 1)} \sum_{k=1}^{m_{hij}} z'^2_{2hijk} \quad \dots\dots\dots (44)$$

โดยที่  $z'_{2hijk} = x'_{2hijk} - r_{2hij} \cdot y'_{2hijk}$

$$x'_{2hijk} = \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} x_{2hijk}$$



$$y'_{2hijk} = \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} y_{2hijk}$$

2.2.2 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_{2hi}$  คือ

$$\hat{V}(x''_{2hi}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{2hij}) \quad \dots\dots\dots (45)$$

2.2.3 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_{2hj}$  คือ

$$\hat{V}(x''_{2hj}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{2hij}) \quad \dots\dots\dots (46)$$

2.2.4 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_{2h}$  คือ

$$\hat{V}(x''_{2h}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{2hi}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{2hj}) \quad \dots\dots\dots (47)$$

2.2.5 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_{2j}$  คือ

$$\hat{V}(x''_{2j}) = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x''_{2hj}) \quad \dots\dots\dots (48)$$

2.2.6 สูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของ  $x''_2$  คือ

$$\hat{V}(x''_2) = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x''_{2h}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{2j}) \quad \dots\dots\dots (49)$$

## 2.3 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของค่าประมาณยอดรวม

2.3.1 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{2hij}$  คือ

$$cv(x''_{2hij}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{2hij})}}{x''_{2hij}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (50)$$

2.3.2 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{2hi}$  คือ

$$cv(x''_{2hi}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{2hi})}}{x''_{2hi}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (51)$$

2.3.3 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{2hj}$  คือ

$$cv(x''_{2hj}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{2hj})}}{x''_{2hj}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (52)$$

2.3.4 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{2h}$  คือ

$$cv(x''_{2h}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{2h})}}{x''_{2h}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (53)$$

2.3.5 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_{2j}$  คือ

$$cv(x''_{2j}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{2j})}}{x''_{2j}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (54)$$

2.3.6 สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผันของ  $x''_2$  คือ

$$cv(x''_2) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_2)}}{x''_2} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (55)$$

## Appendix B

### Estimation of Sampling Error

#### Method of Estimation

The survey results were presented separately into 2 parts : Part 1 Characteristic of Persons and Part 2 Characteristic of Households, the results were presented at provincial level and regional level. At regional level, the results were presented separately for the Bangkok Metropolis and the remaining 76 provinces were classified by region, municipal areas and non-municipal areas.

|     |     |                             |                                  |
|-----|-----|-----------------------------|----------------------------------|
| Let | $g$ | $= 1, 2, 3, \dots, 22$      | ( age - sex group )              |
|     | $k$ | $= 1, 2, 3, \dots, m_{hij}$ | ( enumeration area )             |
|     | $j$ | $= 1, 2$                    | ( type of local administration ) |
|     | $i$ | $= 1, 2, 3, \dots, A_h$     | ( province )                     |
|     | $h$ | $= 1, 2, 3, 4, 5$           | ( region )                       |

#### Part 1 : Characteristic of Persons

##### 1.1 Estimate of the Total Number of Persons with Characteristic $X$

1.1.1 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $g^{th}$  age - sex group,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{1hijg} = \frac{x'_{1hijg}}{y'_{1hijg}} Y_{1hijg} = r_{1hijg} Y_{1hijg} \quad \dots\dots\dots (1)$$

where  $x'_{1hijg}$  is the ordinary estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $g^{th}$  age - sex group,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$y'_{1hijg}$  is the ordinary estimate of the total population for the  $g^{th}$  age - sex group,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$Y_{1hijg}$ <sup>1</sup> is the estimate, based on the population projection of the total population for the  $g^{th}$  age - sex group,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

---

<sup>1</sup> Population Projections for Thailand 2010 - 2040, National Economic and Social Development Board, The Tenth National Economic and Social Development Planning, February 2013.

$r_{1hijg}$  is the ratio of the estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  to the estimate of the total population for the  $g^{th}$  age - sex group,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

The formula of the estimate from a stratified two - stage sampling was as follows :

$$i) \quad x'_{1hijg} = \frac{1}{m_{hij}} \sum_{k=1}^{m_{hij}} \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} x_{1hijk} \quad \dots\dots\dots (2)$$

where  $x_{1hijk}$  is the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $g^{th}$  age - sex group,  $k^{th}$  sample enumeration area,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$N_{hijk}$  is the total number of listing households in the  $k^{th}$  sample enumeration area,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$n_{hijk}$  is the total number of sample households in the  $k^{th}$  sample enumeration area,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$P_{hijk}$  is the probability of selection of the  $k^{th}$  sample enumeration area,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$m_{hij}$  is the total number of sample enumeration area in the  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$$ii) \quad y'_{1hijg} = \frac{1}{m_{hij}} \sum_{k=1}^{m_{hij}} \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} y_{1hijk} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$y_{1hijk}$  is the total number of the population enumerated for the  $g^{th}$  age - sex group,  $k^{th}$  sample enumeration area,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

1.1.2 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{1hij} = \sum_{l=1}^{22} x''_{1hijl} \quad \dots\dots\dots (4)$$

1.1.3 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $g^{th}$  age - sex group,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{1hig} = \sum_{j=1}^2 x''_{1hijg} \quad \dots\dots\dots (5)$$

1.1.4 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{1hi} = \sum_{j=1}^2 x''_{1hij} = \sum_{g=1}^{22} x''_{1hig} \quad \dots\dots\dots (6)$$

1.1.5 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $g^{th}$  age - sex group,  $j^{th}$  area,  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{1hjg} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{1hijg} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Where  $A_h$  is the total number of provinces in the  $h^{th}$  region and  $\sum_{h=1}^5 A_h = 77$

1.1.6 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $j^{th}$  area,  $h^{th}$  region. was based on the formula :

$$x''_{1hj} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{1hij} = \sum_{g=1}^{22} x''_{1hjg} \quad \dots\dots\dots (8)$$

1.1.7 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $g^{th}$  age - sex group,  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{1hg} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{1hig} = \sum_{j=1}^2 x''_{1hjg} \quad \dots\dots\dots (9)$$

1.1.8 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic  $X$  for the  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{1h} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{1hil} = \sum_{j=1}^2 x''_{1hij} = \sum_{g=1}^{22} x''_{1hig} \quad \dots\dots\dots (10)$$

1.1.9 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic X for the  $j^{th}$  area was based on the formula :

$$x''_{1j} = \sum_{h=1}^5 x''_{1hj} \quad \dots\dots\dots (11)$$

1.1.10 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic X for the  $g^{th}$  age - sex group was based on the formula :

$$x''_{1g} = \sum_{h=1}^5 x''_{1hg} \quad \dots\dots\dots (12)$$

1.1.11 Adjusted estimate of the total number of persons with characteristic X for the whole kingdom was based on the formula :

$$x''_1 = \sum_{h=1}^5 x''_{1h} = \sum_{j=1}^2 x''_{1j} = \sum_{g=1}^{22} x''_{1g} \quad \dots\dots\dots (13)$$

## 1.2 Estimate of Variance of the Total Number of Persons with Characteristic X

1.2.1 The estimate variance of  $x''_{1hijg}$  was

$$\hat{V}(x''_{1hijg}) = \left[ \frac{Y_{1hijg}}{y'_{1hijg}} \right]^2 \frac{1}{m_{hij}(m_{hij} - 1)} \sum_{k=1}^{m_{hij}} z'^2_{1hijkg} \quad \dots\dots (14)$$

where

$$z'_{1hijkg} = x'_{1hijkg} - r_{1hijg} y'_{1hijkg}$$

$$x'_{1hijkg} = \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} x_{1hijkg}$$

$$y'_{1hijkg} = \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} y_{1hijkg}$$

1.2.2 The estimate variance of  $x''_{1hij}$  was

$$\hat{V}(x''_{1hij}) = \sum_{g=1}^{22} \hat{V}(x''_{1hijg}) \quad \dots\dots\dots (15)$$

1.2.3 The estimate variance of  $x''_{Ihig}$  was

$$\hat{V}(x''_{Ihig}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{Ihijg}) \quad \dots\dots\dots (16)$$

1.2.4 The estimate variance of  $x''_{Ihi}$  was

$$\hat{V}(x''_{Ihi}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{Ihij}) = \sum_{g=1}^{22} \hat{V}(x''_{Ihig}) \quad \dots\dots\dots (17)$$

1.2.5 The estimate variance of  $x''_{Ihig}$  was

$$\hat{V}(x''_{Ihig}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{Ihijg}) \quad \dots\dots\dots (18)$$

1.2.6 The estimate variance of  $x''_{Ihj}$  was

$$\hat{V}(x''_{Ihj}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{Ihij}) = \sum_{l=1}^{22} \hat{V}(x''_{Ihjl}) \quad \dots\dots\dots (19)$$

1.2.7 The estimate variance of  $x''_{Ihg}$  was

$$\hat{V}(x''_{Ihg}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{Ihig}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{Ihijg}) \quad \dots\dots\dots (20)$$

1.2.8 The estimate variance of  $x''_{Ih}$  was

$$\hat{V}(x''_{Ih}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{Ihi}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{Ihij}) = \sum_{g=1}^{22} \hat{V}(x''_{Ihig}) \quad \dots\dots (21)$$

1.2.9 The estimate variance of  $x''_{Ij}$  was

$$\hat{V}(x''_{Ij}) = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x''_{Ihj}) \quad \dots\dots\dots (22)$$

2.10 The estimate variance of  $x''_{Ig}$  was

$$\hat{V}(x''_{Ig}) = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x''_{Ihg}) \quad \dots\dots\dots (23)$$

2.11 The estimate variance of  $x_1''$  was

$$\hat{V}(x_1'') = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x_{1h}'') = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x_{1j}'') = \sum_{g=1}^{22} \hat{V}(x_{1g}'') \dots\dots\dots (24)$$

### 1.3 Estimate of Coefficient of Variation of the Total Number of Persons with Characteristic X

1.3.1 The estimate coefficient of variation of  $x_{1hijg}''$  was

$$cv(x_{1hijg}'') = \frac{\sqrt{\hat{V}(x_{1hijg}'')}}{x_{1hijg}''} \times 100\% \dots\dots\dots (25)$$

1.3.2 The estimate coefficient of variation of  $x_{1hij}''$  was

$$cv(x_{1hij}'') = \frac{\sqrt{\hat{V}(x_{1hij}'')}}{x_{1hij}''} \times 100\% \dots\dots\dots (26)$$

1.3.3 The estimate coefficient of variation of  $x_{1hig}''$  was

$$cv(x_{1hig}'') = \frac{\sqrt{\hat{V}(x_{1hig}'')}}{x_{1hig}''} \times 100\% \dots\dots\dots (27)$$

1.3.4 The estimate coefficient of variation of  $x_{1hi}''$  was

$$cv(x_{1hi}'') = \frac{\sqrt{\hat{V}(x_{1hi}'')}}{x_{1hi}''} \times 100\% \dots\dots\dots (28)$$

1.3.5 The estimate coefficient of variation of  $x_{1hijg}''$  was

$$cv(x_{1hijg}'') = \frac{\sqrt{\hat{V}(x_{1hijg}'')}}{x_{1hijg}''} \times 100\% \dots\dots\dots (29)$$

1.3.6 The estimate coefficient of variation of  $x_{1hj}''$  was

$$cv(x_{1hj}'') = \frac{\sqrt{\hat{V}(x_{1hj}'')}}{x_{1hj}''} \times 100\% \dots\dots\dots (30)$$



1.3.7 The estimate coefficient of variation of  $x''_{1hg}$  was

$$cv(x''_{1hg}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{1hg})}}{x''_{1hg}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (31)$$

1.3.8 The estimate coefficient of variation of  $x''_{1h}$  was

$$cv(x''_{1h}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{1h})}}{x''_{1h}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (32)$$

1.3.9 The estimate coefficient of variation of  $x''_{1j}$  was

$$cv(x''_{1j}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{1j})}}{x''_{1j}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (33)$$

1.3.10 The estimate coefficient of variation of  $x''_{lg}$  was

$$cv(x''_{lg}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{lg})}}{x''_{lg}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (34)$$

1.3.11 The estimate coefficient of variation of  $x''_l$  was

$$cv(x''_l) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_l)}}{x''_l} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (35)$$

## Part 2 : Characteristic of Households (Private Households)

### 2.1 Estimate of the Total Number of Characteristic X of Household

2.1.1 Adjusted estimate of the total number of characteristic X of household for the  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{2hij} = \frac{x'_{2hij}}{y'_{2hij}} Y_{2hij} = r_{2hij} Y_{2hij} \quad \dots\dots\dots (36)$$

where  $x'_{2hij}$  is the ordinary estimate of the total number of characteristic X of household in the  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$y'_{2hij}$  is the ordinary estimate of the total number of households in the  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$Y_{2hij}^{[2]}$  is the estimate, based on the population projection, of the total number of households in the  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$r_{2hij}$  is the ratio of the estimate of the total number of characteristic  $X$  to the estimate of the total number of households in the  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

The formula of the estimate from a stratified two - stage sampling was as follows :

$$i) \quad x'_{2hij} = \frac{1}{m_{hij}} \sum_{k=1}^{m_{hij}} \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} x_{2hijk} \quad \dots\dots\dots (37)$$

$x_{2hijk}$  is the characteristic  $X$  of every sample household in the  $k^{th}$  sample enumeration area,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

$$ii) \quad y'_{2hij} = \frac{1}{m_{hij}} \sum_{k=1}^{m_{hij}} \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} y_{2hijk} \quad \dots\dots\dots (38)$$

$y_{2hijk}$  is the total number of the household enumerated in the  $k^{th}$  sample enumeration area,  $j^{th}$  area,  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region.

2.1.2 Adjusted estimate of the total number of characteristic  $X$  of household for the  $i^{th}$  province,  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{2hi} = \sum_{j=1}^2 x''_{2hij} \quad \dots\dots\dots (39)$$

2.1.3 Adjusted estimate of the total number of characteristic  $X$  of household for the  $j^{th}$  area,  $h^{th}$  region was based on the formula :

$$x''_{2hj} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{2hij} \quad \dots\dots\dots (40)$$

2.1.4 Adjusted estimate of the total number of characteristic X of household for the  $h^{\text{th}}$  region was based on the formula :

$$x''_{2h} = \sum_{i=1}^{A_h} x''_{2hi} = \sum_{j=1}^2 x''_{2hj} \quad \dots\dots\dots (41)$$

2.1.5 Adjusted estimate of the total number of characteristic X of household for the  $j^{\text{th}}$  area was based on the formula :

$$x''_{2j} = \sum_{h=1}^5 x''_{2hj} \quad \dots\dots\dots (42)$$

2.1.6 Adjusted estimate of the total number of characteristic X of household for for the whole kingdom was based on the formula :

$$x''_2 = \sum_{h=1}^5 x''_{2h} = \sum_{j=1}^2 x''_{2j} \quad \dots\dots\dots (43)$$

## 2.2 Estimate of Variance of the Total Number of Characteristic X of Household

2.2.1 The estimate variance of  $x''_{2hij}$  was

$$\hat{V}(x''_{2hij}) = \left[ \frac{Y_{2hij}}{y'_{2hij}} \right]^2 \frac{1}{m_{hij} (m_{hij} - 1)} \sum_{k=1}^{m_{hij}} z'^2_{2hijk} \quad \dots\dots\dots (44)$$

where  $z'_{2hijk} = x'_{2hijk} - r_{2hij} y'_{2hijk}$

$$x'_{2hijk} = \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} x_{2hijk}$$

$$y'_{2hijk} = \frac{1}{P_{hijk}} \frac{N_{hijk}}{n_{hijk}} y_{2hijk}$$

2.2.2 The estimate variance of  $x''_{2hi}$  was

$$\hat{V}(x''_{2hi}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{2hij}) \quad \dots\dots\dots (45)$$

2.2.3 The estimate variance of  $x''_{2hj}$  was

$$\hat{V}(x''_{2hj}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{2hij}) \quad \dots\dots\dots (46)$$

2.2.4 The estimate variance of  $x''_{2h}$  was

$$\hat{V}(x''_{2h}) = \sum_{i=1}^{A_h} \hat{V}(x''_{2hi}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{2hj}) \quad \dots\dots\dots (47)$$

2.2.5 The estimate variance of  $x''_{2j}$  was

$$\hat{V}(x''_{2j}) = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x''_{2hj}) \quad \dots\dots\dots (48)$$

2.2.6 The estimate variance of  $x''_2$  was

$$\hat{V}(x''_2) = \sum_{h=1}^5 \hat{V}(x''_{2h}) = \sum_{j=1}^2 \hat{V}(x''_{2j}) \quad \dots\dots\dots (49)$$

## 2.3 Estimate of Coefficient of Variation of the Total Number of Characteristic X of Household

2.3.1 The estimate coefficient of variation of  $x''_{2hij}$  was

$$cv(x''_{2hij}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{2hij})}}{x''_{2hij}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (50)$$

2.3.2 The estimate coefficient of variation of  $x''_{2hi}$  was

$$cv(x''_{2hi}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{2hi})}}{x''_{2hi}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (51)$$

2.3.3 The estimate coefficient of variation of  $x''_{2hj}$  was

$$cv(x''_{2hj}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(x''_{2hj})}}{x''_{2hj}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (52)$$

2.3.4 The estimate coefficient of variation of  $x_{2h}''$  was

$$cv(x_{2h}'') = \frac{\sqrt{\hat{V}(x_{2h}'')}}{x_{2h}''} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (53)$$

2.3.5 The estimate coefficient of variation of  $x_{2j}''$  was

$$cv(x_{2j}'') = \frac{\sqrt{\hat{V}(x_{2j}'')}}{x_{2j}''} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (54)$$

2.3.6 The estimate coefficient of variation of  $x_2''$  was

$$cv(x_2'') = \frac{\sqrt{\hat{V}(x_2'')}}{x_2''} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (55)$$