



# การประมาณค่าขนาดสัดส่วนร่างกายเพื่อการออกแบบโต๊ะเก้าอี้

นักเรียนระดับประถมศึกษา

กลางเดือน โชนา\* และองุ่น สังขพงศ์

## Estimation of Body Dimensions for Primary Student Desk and Chair Design

Klangduen Pochana\* and Angoon Sungkhapong

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90112

The Department of Industrial Engineering, The Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, Thailand 90112

\* Corresponding author. E-mail address: Klangduen.p@psu.ac.th

### บทคัดย่อ

นักเรียนมักใช้เวลาในการนั่งในห้องเรียนเป็นเวลานาน แต่จากหลายงานวิจัยพบว่าเฟอร์นิเจอร์ในห้องเรียนมีขนาดที่ไม่สอดคล้องกับขนาดสัดส่วนของนักเรียน ซึ่งในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในห้องเรียนที่เหมาะสมตามหลักกายศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยขนาดสัดส่วนของนักเรียนที่มีความถูกต้อง อย่างไรก็ตามการวัดขนาดสัดส่วนของนักเรียนต้องอาศัยเวลาและผู้วัดต้องมีประสบการณ์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะประมาณค่าของขนาดสัดส่วนร่างกายของเด็กนักเรียน เพื่อการออกแบบโต๊ะเก้าอี้เรียน กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 684 คน โดยเก็บข้อมูลอายุ และวัดสัดส่วนพื้นฐาน 2 สัดส่วนคือ ความสูง (S) และน้ำหนัก (W) สัดส่วนสำหรับการออกแบบโต๊ะเก้าอี้ 8 สัดส่วนคือ ความสูงของข้อพับ (PH) ระยะระหว่างสะโพกถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า (BPL) ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (EHS) ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง (HW) ความหนาของต้นขา (TT) ความสูงของกลางหลัง (SUH) ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง (EEB) และระยะเหยียดแขนขณะลำตัวตั้งตรง (FR) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันแล้วสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย และสมการถดถอยเชิงพหุ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ขนาดร่างกายเด็กนักเรียน 7 สัดส่วน ได้แก่ PH, BPL, HW, TT, SUH, EEB และ FR สามารถใช้ข้อมูลพื้นฐาน 3 ตัว คืออายุ ความสูง และน้ำหนักในการพยากรณ์ได้เป็นอย่างดี โดยค่า  $R^2$  ของสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย และสมการถดถอยเชิงพหุมีค่า 75.4-85.2% และ 76.6%-86.5% ตามลำดับ สำหรับสัดส่วน EHS พบว่า ค่า  $R^2$  มีค่าน้อยกว่า 40% จึงไม่แนะนำให้ใช้ตัวแปรพื้นฐานทั้ง 3 ตัวในการพยากรณ์ ผลการศึกษาสรุปว่า สมการที่ได้สามารถนำไปใช้เพื่อประมาณค่าสัดส่วนร่างกายของนักเรียนเพื่อใช้ในการออกแบบขนาดโต๊ะเก้าอี้ที่เหมาะสมและลดความยุ่งยากในการวัดขนาดสัดส่วนของนักเรียนโดยตรงได้

คำสำคัญ: การประมาณขนาดสัดส่วนร่างกาย นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา การออกแบบโต๊ะเก้าอี้เรียน

### Abstract

Students spend long hours sitting down in schools. Considering the previously presented results, it was found that there were ergonomic mismatch between students dimension and classroom furniture. To design classroom furniture ergonomically, accurate dimensions of students were essential. However, it was known that measurement of body dimension was time consuming and required skilled measurer. The aim of this study was to develop models for estimation of students' dimensions which were essential for classroom desk and chair design. The sample consisted of 684 students in grade 1-6. Age, stature, and weight of students were collected. Eight anthropometric characteristics required for desk and chair design, were measured, i.e. popliteal height (PH), buttock-popliteal length (BPL), elbow height while sitting (EHS), hip width (HW), thigh thickness (TT), subscapular height (SUH), elbow-to-elbow breadth (EEB), and functional reach (FR). The parameter correlation of collected data were determined by considering Pearson's Correlation Coefficient. Simple linear regression and multiple regression model were developed. It was found that age, stature, and weight were good predictors for estimation of seven students' dimensions which were PH, BPL, HW, TT, SUH, EEB, and FR. The value of  $R^2$  for the simple linear regression and multiple regression model were 75.4-85.2% and 76.6%-86.5%, respectively. However, the estimation of EHS was not recommended for using



age, stature, and weight as predictors since it showed low  $R^2$  value (<40%). The research results showed that the regression models can be used efficiently for estimation of essential students' dimensions, therefore, the complexity of direct measurement of students' dimensions can be abolished.

**Keywords:** estimation of body dimension, primary school student, classroom desk and chair design

## บทนำ

การออกแบบสถานีงานหรือเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้งานควรต้องคำนึงถึงหลักการยศาสตร์ ถ้าออกแบบมาไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายมักจะส่งผลต่อท่าทางการทำงานที่ผิดธรรมชาติและทำให้ผู้ใช้งานเกิดความไม่สะดวกสบาย จนอาจส่งผลให้เกิดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกระทบต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานได้ (องุ่น สังขพงศ์ และกลางเดือน โฆษณา, 2556, น. 253-308) รายงานจากหลายงานวิจัยพบว่าขนาดของโต๊ะเก้าอี้ของนักเรียนของหลายประเทศมีขนาดไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียน (Aagaard-Hansen, & Storr-Paulsen, 1995, pp. 1025-1035; Agha, 2010, pp. 344-354; Evans, Courtney, & Fok, 1988, pp. 122-134; Jeong, & Park, 1990, pp. 1511-1521; Panagiotopoulou, Christoulas, Papanckolaou, & Mandroukas, 2004, pp. 121-128; Ramadan, 2011, pp. 93-101; Wingrat, & Exner, 2005, pp. 263-272; กลางเดือน โฆษณา และองุ่น สังขพงศ์, 2556, น. 18-27) ปัญหาของการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในห้องเรียนที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดปัญหาของท่าทางการนั่งของเด็กนักเรียนที่ไม่ถูกต้อง โดยเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาถือว่าเป็นวัยที่กำลังเจริญเติบโต อวัยวะต่างๆ ของร่างกายไม่ว่าจะเป็นกระดูกหรือกล้ามเนื้ออยู่ในลักษณะที่อ่อนตัวและยืดหยุ่นได้ง่ายหากมีการนั่งในท่าทางที่ไม่เหมาะสมอยู่เป็นประจำจะส่งผลให้เกิดปัญหาต่อบุคลิกภาพของนักเรียน (Yeats, 1997, pp. 45-55) และก่อให้เกิดความเมื่อยล้าทำให้เกิดการรบกวนต่อประสิทธิภาพในการเล่าเรียนของเด็กนักเรียนได้

จากการศึกษางานวิจัยที่วิเคราะห์ความเหมาะสมของขนาดโต๊ะเก้าอี้กับขนาดสัดส่วนของเด็กนักเรียนในต่างประเทศ พบว่า ขนาดโต๊ะเก้าอี้ที่ใช้งานมีขนาดไม่สอดคล้องกับขนาดสัดส่วนร่างกายของเด็กนักเรียน

51-99% ซึ่งความไม่เหมาะสมเกิดจากขนาดของเฟอร์นิเจอร์ใหญ่เกินไป เช่น เก้าอี้ที่สูงเกินไป (Findings, & Implications, 1999, pp. 265-273; Panagiotopoulou, et al., 2004, pp. 121-128; Dianat, Karimi, Hashemi, & Bahrapour, 2013, pp. 101-108) เก้าอี้กว้างเกินไป (Dianat, et al., 2013, pp. 101-108) ลึกเกินไป (Findings, & Implications, 1999, pp. 265-273; Panagiotopoulou, et al., 2004, pp. 121-128) และโต๊ะเรียนสูงเกินไป (Dianat, et al., 2013, pp. 101-108; Findings, & Implications, 1999, pp. 265-273; Panagiotopoulou, et al., 2004, pp. 121-128) เป็นต้น

ในการประเมินความเหมาะสมต้องประเมินจากขนาดสัดส่วนร่างกายของเด็กนักเรียนเปรียบเทียบกับขนาดของโต๊ะเก้าอี้ที่ใช้โดยตำแหน่งที่มักจะใช้ประเมิน ได้แก่ ความสูงของข้อพับ (PH) ระยะระหว่างสะโพกถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า (BPL) ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (EHS) ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง (HW) ความหนาของต้นขา (TT) ความสูงกลางหลัง (SUH) ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง (EEB) ระยะเหยียดแขนขณะนั่งตัวตั้งตรง (FR) เป็นต้น ซึ่งการวัดขนาดต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์เฉพาะทางที่เชื่อถือได้ เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer) (รัตนา กุเล็ม, กลางเดือน โฆษณา, และองุ่น สังขพงศ์, 2557, น. 463-471) ทำให้การประเมินต้องใช้เวลานานในการเก็บข้อมูลและอาจเกิดความผิดพลาดในการวัดได้ถ้าผู้วัดขาดประสบการณ์ในการกำหนดตำแหน่งของร่างกายตามมาตรฐานการวัด (กิตติ อินทรานนท์, 2548, น. 314-332) ดังนั้นจึงมีงานวิจัย (สุดาวรรณ ลีไพฑูริย์, 2554, น. 39-66) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการประมาณค่าสัดส่วนของร่างกายของนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ด้วยการใช้ข้อมูลพื้นฐาน เช่น ส่วนสูง น้ำหนัก อายุ เป็นต้นเป็นตัวแปรที่ใช้ในการประมาณค่าสัดส่วนร่างกาย 20 สัดส่วนในงานวิจัย



ดังกล่าวไม่ได้ทำการวัดสัดส่วนร่างกายโดยตรง แต่ทำการหาขนาดสัดส่วนร่างกายจากวิธีหาระยะจากภาพถ่ายดิจิทัล 2 มิติ แล้วนำค่าสัดส่วนที่ได้มาสร้างสมการความสัมพันธ์ ซึ่งพบว่า ในบางสัดส่วนไม่เหมาะสมที่จะใช้สมการที่ได้ในการประมาณค่าเนื่องจาก มีค่า  $R^2$  ที่ต่ำกว่า 70% เช่น ความสูงของข้อพับ ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง ความกว้างของสะโพก ความหนาของต้นขา เป็นต้น ในงานของ Castellucci (Castellucci, Arezes, & Viviani, 2010, pp. 563-568) ได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ช่วยวัด ความสูงของข้อพับ (PH) แล้วใช้ค่า PH ในการประมาณค่าสัดส่วนของร่างกาย ซึ่งพบว่า การประมาณค่าโดยใช้ค่า PH ทำให้ได้ค่า  $R^2$  ที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามในการประมาณค่าด้วยวิธีดังกล่าว จำเป็นที่จะต้องสร้างอุปกรณ์ในการวัดและยังต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้วัด จึงอาจจะไม่สะดวกในทางปฏิบัติที่นำมาใช้ประมาณค่าสัดส่วนร่างกาย จะเห็นได้ว่าการหาขนาดสัดส่วนร่างกายสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวัดโดยตรงโดยใช้อุปกรณ์วัดตามมาตรฐาน (รัตนา ภูลี้ม, กลางเดือน โพชนา, และอนุ่ง สังขพงศ์, 2557, น. 463-471) การวัด โดยใช้การถ่ายภาพแล้วประเมินขนาดสัดส่วน (สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น. 39-66) การวัดโดยใช้อุปกรณ์วัดที่ออกแบบเฉพาะเพื่อให้สะดวกในการวัด (Castellucci, Arezes, & Viviani, 2010, pp. 563-568) เป็นต้น ซึ่งการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยตรงด้วยอุปกรณ์วัดมาตรฐานจะมีข้อดีคือทำให้ได้ค่าที่มีความแม่นยำเนื่องจากในการวัดจะสามารถกำหนดจุดหรือตำแหน่งของร่างกายตามมาตรฐานการวัดที่ถูกต้อง (กิตติ อินทรานนท์, 2548, น. 314-332) แต่การวัดโดยวิธีวัดตรงจะต้องอาศัยความชำนาญของผู้วัดในการกำหนดจุดวัดที่ถูกต้องและใช้เวลาในการวัดนานกว่าวิธีอื่น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียนและประมาณค่าสัดส่วนร่างกายโดยใช้ข้อมูลพื้นฐาน (ส่วนสูง น้ำหนัก อายุ) ซึ่งเป็นข้อมูลด้านสุขภาพเบื้องต้นที่ทางโรงเรียนมีอุปกรณ์ และต้องวัดเป็นประจำอยู่แล้ว เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลพื้นฐาน (ส่วนสูง น้ำหนัก อายุ) กับขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียนโดยใช้วิธีการวัดขนาดสัดส่วนโดยตรง และเสนอแนะสมการเพื่อใช้ในการประมาณค่าสัดส่วนร่างกาย เพื่อใช้ประโยชน์ใน

การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในห้องเรียนที่มีความเหมาะสมต่อไป

## วิธีการวิจัย

### การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 1-6 จำนวนทั้งหมด 684 คน โรงเรียนในจังหวัด พัทลุง (216 คน) จังหวัดตรัง (108 คน) และจังหวัดสงขลา (360 คน) โดยชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (104 คน) ปีที่ 2 (111 คน) ปีที่ 3 (113 คน) ปีที่ 4 (111 คน) ปีที่ 5 (111 คน) ปีที่ 6 (134 คน) ซึ่งก่อนทำการศึกษา หรือเก็บข้อมูลในแต่ละโรงเรียนจะต้องได้รับการอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียน และในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของเด็กนักเรียนทุกคนต้องผ่านการอนุญาตจากผู้ปกครองก่อน

### การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียน

ผู้วิจัยทำการวัดขนาดร่างกายในท่านั่งในอิริยาบถมาตรฐาน (ยืนตรงและนั่งตัวตรง เข่างอ 90 องศา) มีการกำหนดจุดตำแหน่งการวัดที่แน่นอน (ดังรูปที่ 1) โดยใช้อุปกรณ์ในการวัดความสูง เครื่องชั่งน้ำหนัก และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer ยี่ห้อ Roscraft US pat no. 4265021) ทำการวัดทั้งหมด 10 จุด โดยมี ข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้เป็นตัวแปรทำนาย (Predictor variables) 2 จุด ดังนี้

#### 1. ความสูง (Stature: S มีหน่วยเป็น ซม.)

เป็นระยะในแนวตั้งจากพื้นถึงส่วนบนสุดของศีรษะโดยวัดเมื่อนักเรียนยืนตรงและมองตรงไปด้านหน้า (Agha, & Alnahhal, 2012, pp. 979-984; Castellucci, et al., 2010, pp. 563-568; Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2015, pp. 201-211; Dianat, et al., 2013, pp. 101-108; Niekerk, Louw, Grimmer-Somers, & Harvey, 2013, pp. 366-371; Panagiotopoulou, et al., 2004, pp. 121-128; Prado-LeoHn, Avila-Chaurand, & Gonzales-Mun, 2001, pp. 339-345; สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น. 39-66)

#### 2. น้ำหนัก (Weight: W มีหน่วยเป็น กก.)

เป็นการชั่งน้ำหนักในขณะที่นักเรียนสวมชุดนักเรียน

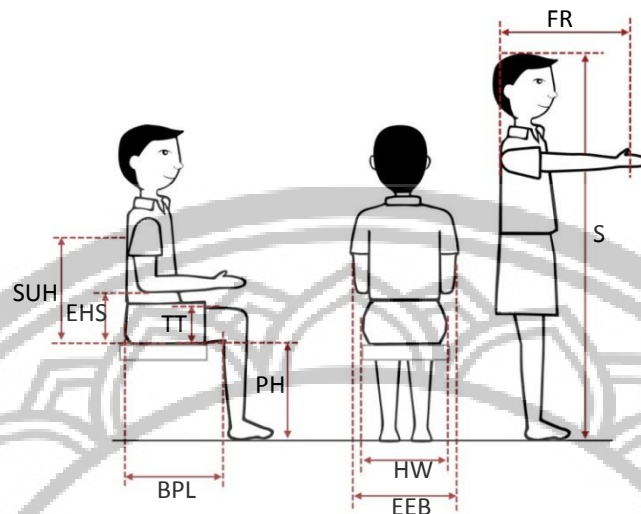


ยืนตัวตรงถอดรองเท้า ไม่มีสัมผัสกระดูก (Niekerk, et al., 2013, pp. 366-371; Prado-LeoHn, et al., 2001, pp. 339-345; สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น. 39-66)

ข้อมูลสัดส่วนร่างกายนักเรียนที่ต้องการทำนายค่าในงานวิจัยนี้เลือกเฉพาะสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบโต๊ะเก้าอี้นักเรียนมีทั้งหมด 8 จุด (หน่วย: ซม.) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวัดสัดส่วนร่างกายของนักเรียน

จุด	สัดส่วน	งานวิจัยที่อ้างอิง
1. ความสูงของข้อพับ (Popliteal Height: PH)	เป็นระยะในแนวตั้งจากพื้นหรือที่วางเท้าถึงด้านล่างของต้นขา โดยวัดเมื่อให้นักเรียนนั่งในท่าที่เข้าพับอยู่ในลักษณะตั้งฉาก 90 องศา (90° knee)	(Agha, & Alnahhal, 2012, pp. 979-984; Castellucci, et al., 2010, pp. 563-568; Castellucci, et al., 2015, pp. 201-211; Dianat, et al., 2013, pp. 101-108; Gouvali, & Boudolos, 2006, pp. 765-773; Musa, 2011, pp. 499-508; Niekerk, et al., 2013, pp. 366-371; Panagiotopoulou, et al., 2004, pp. 121-128; Prado-LeoHn, et al., 2001, pp. 339-345; สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น. 39-66)
2. ระยะระหว่างสะโพกถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า (Buttock-Popliteal Length: BPL)	เป็นระยะในแนวนอนจาก สะโพกถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า โดยวัดเมื่อให้นักเรียนนั่งในท่าที่เข้าพับอยู่ในลักษณะตั้งฉาก 90 องศา	(Agha, & Alnahhal, 2012, pp. 979-984; Castellucci, et al., 2010, pp. 563-568; Castellucci, et al., 2015, pp. 201-211; Dianat, et al., 2013, pp. 101-108; Gouvali, & Boudolos, 2006, pp. 765-773; Musa, 2011, pp. 499-508; Niekerk, et al., 2013, pp. 366-371; Panagiotopoulou, et al., 2004, pp. 121-128; Prado-LeoHn, et al., 2001, pp. 339-345)
3. ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (Elbow Height while Sitting: EHS)	เป็นระยะในแนวตั้งจากด้านล่างของข้อศอกถึงพื้นผิวของที่นั่งที่นักเรียนนั่ง โดยวัดเมื่อให้นักเรียนนั่งในท่าที่ข้อศอกอยู่ในลักษณะตั้งฉากกับพื้น 90 องศา	(Agha, & Alnahhal, 2012, pp. 979-984; Castellucci, et al., 2010, pp. 563-568; Castellucci, et al., 2015, pp. 201-211; Dianat, et al., 2013, pp. 101-108; Gouvali, & Boudolos, 2006, pp. 765-773; Panagiotopoulou, et al., 2004, pp. 121-128; Prado-LeoHn, et al., 2001, pp. 339-345; สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น. 39-66)
4. ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง (Hip Width: HW หรือ Hip Breadth)	เป็นระยะในแนวนอนที่เป็นระยะกว้างที่สุดของสะโพกของนักเรียนในท่านั่ง	(Castellucci, et al., 2010, pp. 563-568; Castellucci, et al., 2015, pp. 201-211; Dianat, et al., 2013, pp. 101-108; Gouvali, & Boudolos, 2006, pp. 765-773; Musa, 2011, pp. 499-508; Niekerk, et al., 2013, pp. 366-371; Prado-LeoHn, et al., 2001, pp. 339-345; สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น. 39-66)
5. ความหนาของต้นขา (Thigh Thickness: TT)	เป็นระยะในแนวตั้งจากจุดสูงสุดของต้นขาถึงพื้นผิวของที่นั่ง	(Castellucci, et al., 2010, pp. 563-568; Castellucci, et al., 2015, pp. 201-211; Dianat, et al., 2013, pp. 101-108; Musa, 2011, pp. 499-508; Prado-LeoHn, et al., 2001, pp. 339-345; สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น. 39-66)
6. ความสูงของกลางหลัง (Subscapular Height: SUH)	เป็นระยะในแนวตั้งของจุดกึ่งกลางหลังถึงพื้นผิวของที่นั่งที่นักเรียนนั่ง	(Castellucci, et al., 2010, pp. 563-568; Castellucci, et al., 2015, pp. 201-211; Prado-LeoHn, et al., 2001, pp. 339-345)
7. ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง (Elbow-to-elbow breadth: EEB)	เป็นระยะในแนวนอนจากข้อศอกด้านนอกข้างขวาไปยังข้อศอกด้านนอกข้างซ้าย	(Musa, 2011, pp. 499-508; Prado-LeoHn, et al., 2001, pp. 339-345; สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น. 39-66)
8. ระยะเหยียดแขนขณะนั่ง (Functional reach: FR)	เป็นระยะในแนวนอนในระดับเดียวกับที่ลำตัวตั้งตรง ณ ที่นั่งที่ไปยังปลายนิ้วหัวแม่มือ	(Agha, & Alnahhal, 2012, pp. 979-984; Prado-LeoHn, et al., 2001, pp. 339-345; สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น. 39-66)



รูปที่ 1 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียน

### การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามใช้วิธีของเพียร์สัน (Pearson's Correlation) โดยตัวแปรต้นหรือตัวแปรทำนายที่ใช้ในการพยากรณ์มี 4 ตัวแปร คือ S, W, Age และ BMI โดยที่ BMI (Body Mass Index) คำนวณจากน้ำหนักตัว (หน่วยเป็นกิโลกรัม) หารด้วย ส่วนสูงกำลังสอง (หน่วยเป็นเมตร) ในขั้นตอนนี้เป็น การหา ระดับความสัมพันธ์ระหว่าง สัดส่วนร่างกาย 8 สัดส่วนกับตัวแปรทำนายซึ่งตัวแปรที่มีสัมพันธ์สูงจะนำมาใช้ในการสร้างสมการ

### การสร้างสมการ

การสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปแบบเชิงเส้น ประกอบไปด้วยตัวแปรทำนาย 1 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัวโดยตัวแปรทำนายที่นำมาสร้างสมการจะดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ที่มีค่ามากที่สุด

สำหรับการสร้างสมการถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลายตัว ทำให้สมการจะประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวขึ้นไป และตัวแปรตาม 1 ตัวโดยตัวแปรอิสระที่นำมาสร้างสมการจะดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มี

ค่ามากที่สุดก่อนแล้วเพิ่มตัวแปรที่มีค่ารองลงมา จนกว่าจะได้สมการที่มีค่า  $R^2$  มากที่สุด จึงเลือกสมการนั้นไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

### ผลและอภิปรายผล

#### การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียน

ข้อมูลของนักเรียนชั้น ป.1-6 ถูกนำมาวิเคราะห์ตามอายุพบว่าขนาดสัดส่วนนักเรียน อายุ 7-12 ปี มีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น โดยในชั้น ป.1 มีนักเรียนอายุต่ำกว่าเกณฑ์ (6 ขวบ) 6 คน และมีนักเรียนชั้น ป.6 ซึ่งอายุเกินเกณฑ์ (13 ขวบ) 6 คน ค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายของนักเรียน อายุ 6 ขวบ มีขนาดร่างกายบางสัดส่วนที่มีค่าสูงกว่าของนักเรียน อายุ 7 ขวบ ในขณะที่นักเรียนอายุ 13 ขวบ มีค่าเฉลี่ยบางสัดส่วนต่ำกว่านักเรียนอายุ 12 ขวบ ซึ่งอาจเป็นเพราะข้อมูลในกลุ่ม 6 ขวบ และ 13 ขวบ มีจำนวนที่น้อยเกินไป (ตารางที่ 2) มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนร่างกาย (Drillis, Contini, & Bluestein, 1964, pp. 44-66) พบว่า ความยาวของส่วนต่างๆ ของร่างกายมีความสัมพันธ์กับความสูงของร่างกาย ในงานวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์โครงสร้างสัดส่วนของร่างกายของนักเรียนแต่ละคนว่ามีความผิดปกติหรือไม่ เช่น มีแขน ขา ยาว

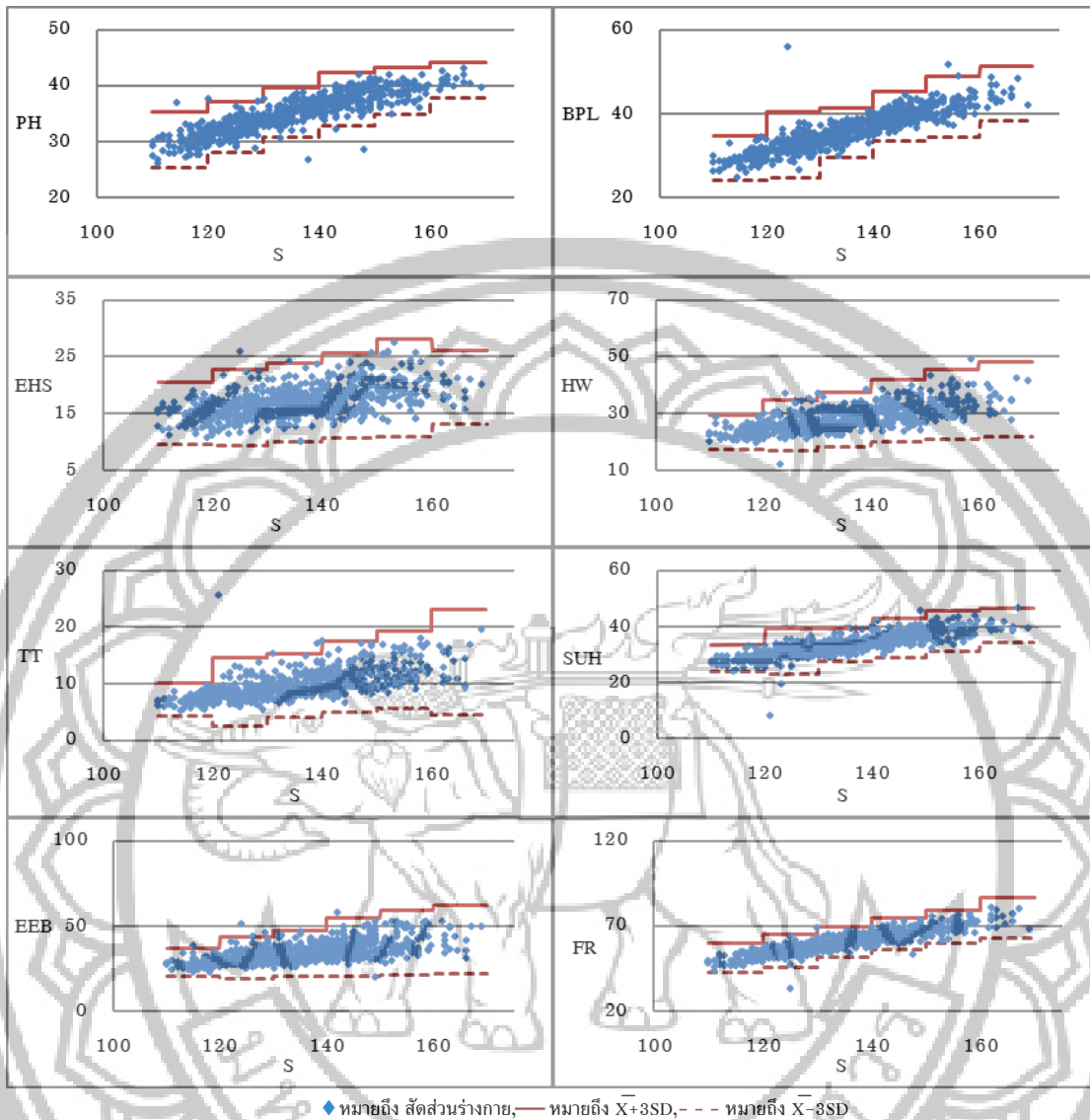


หรือสั้น กว่าปกติ เมื่อเทียบกับความสูงของร่างกาย และ ทำการคัดกรองนักเรียนที่มีสัดส่วนโครงสร้างร่างกาย ที่ผิดปกติออก โดยในทุกรายการสัดส่วนร่างกายจะ คำนวณค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของแต่ละสัดส่วนข้อมูลและคำนวณค่าขีดจำกัดบน (Upper Limit) =  $\bar{X}+3SD$  และค่าขีดจำกัดล่าง (Lower Limit) =  $\bar{X}-3SD$  (รูปที่ 2) ในกรณีที่พบว่าค่าข้อมูล

สัดส่วนของนักเรียนมีค่าอยู่นอกช่วงขีดจำกัดบนและ ขีดจำกัดล่าง จะตัดข้อมูลของนักเรียนคนนั้นออก ซึ่งจาก การคัดกรองข้อมูลด้วยวิธีดังกล่าว พบว่า มีนักเรียนที่มี ค่าสัดส่วนอยู่ในเกณฑ์ปกติ จำนวน 633 คนซึ่งข้อมูลจาก 633 คนนี้จะถูกนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร ต่อไป

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียน (n=684 คน)

ขนาดสัดส่วนร่างกาย	อายุ (ปี)							
	6	7	8	9	10	11	12	13
	n=6	n=107	n=116	n=106	n=115	n=110	n=118	n=6
น้ำหนัก (W)	24.1 ±9.9	22.5 ±5.6	27.6 ±8.4	30.6 ±0.4	35.4 ±11.7	39.5 ±11.6	41.5 ±11.7	52.1 ±21.6
ความสูง (S)	118.0 ±5.9	120.3 ±5.5	127.0 ±6.7	132.2 ±7.2	138.1 ±7.9	144.5 ±8.7	150.0 ±8.3	148.2 ±11.4
ความสูงของข้อพับ (PH)	30.9 ±2.4	31.3 ±2.1	32.9 ±2.0	34.1 ±1.9	35.6 ±2.6	37.7 ±2.1	38.5 ±1.8	38.0 ±2.6
ระยะระหว่างสะโพกถึงข้อพับด้านใน หัวเข้า (BPL)	30.3 ±2.9	30.5 ±2.3	33.2 ±2.6	35.2 ±3.1	37.0 ±3.5	39.0 ±3.0	40.6 ±3.0	39.3 ±6.5
ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (EHS)	16.4 ±1.7	15.2 ±2.2	16.8 ±2.5	16.8 ±2.3	17.7 ±2.7	17.7 ±2.3	18.4 ±2.9	20.6 ±3.7
ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง (HW)	25.7 ±4.6	24.9 ±3.0	26.2 ±3.5	27.5 ±4.1	29.2 ±4.3	30.7 ±4.1	31.1 ±4.3	32.8 ±5.2
ความหนาต้นขา (TI)	7.5 ±2.0	8.0 ±2.3	8.9 ±1.9	9.4 ±2.3	10.5 ±2.6	11.2 ±2.3	11.2 ±2.2	12.6 ±2.9
ความสูงของกลางหลัง (SUH)	29.4 ±2.2	29.4 ±3.1	31.8 ±2.5	32.9 ±2.5	34.3 ±3.1	35.5 ±3.1	37.3 ±3.0	39.4 ±2.6



◆ หมายถึง สัดส่วนร่างกาย, — หมายถึง  $\bar{X}+3SD$ , - - - หมายถึง  $\bar{X}-3SD$

รูปที่ 2 การเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนร่างกายกับความสูง

**ความสัมพันธ์ของตัวแปร**

การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกายนักเรียน (ตัวแปรตาม) กับตัวแปรทำนายจากค่า Pearson's correlation (ตารางที่ 3) พบว่า ความสูง (S) มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับสัดส่วนร่างกาย 4 สัดส่วน ได้แก่ ความสูงของข้อพับ (PH) ระยะระหว่างสะโพกถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า (BPL) ความสูงของกลางหลัง (SUH) และระยะเหยียดแขนขณะที่ยืนตัวตั้งตรง (FR) โดยค่าความสัมพันธ์ของ PH, BPL และ FR โดยมีค่าตั้งแต่ 0.868-0.923

นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหนัก (W) มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับ ความหนาของต้นขา (TT) ความกว้าง

ของสะโพกขณะนั่ง (HW) ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง (EEB) และ ระยะระหว่างสะโพกถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า (BPL) (ค่าระหว่าง 0.820-0.919) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Oyewole (Oyewole, Haight, & Freivalds, 2010, pp. 437-447) ที่รายงานว่าขนาดสัดส่วนร่างกายของเด็กชั้นประถมศึกษาที่เป็นส่วนความยาวของร่างกายนั้นมีความสัมพันธ์กับความสูง และขนาดสัดส่วนร่างกายที่เป็นส่วนความกว้างและเส้นรอบวงนั้นมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวในขณะที่ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง S กับ EHS และ W กับ EHS มีค่าค่อนข้างต่ำ (0.565, 0.609 ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจาก EHS ไม่ใช่ส่วนของอวัยวะของร่างกายจริงๆ



ตารางที่ 3 ขนาดความสัมพันธ์ของตัวแปรกับสัดส่วนร่างกาย (n=633 คน)

Anthropometric	Pearson's correlation Coefficient			
	S	W	Age	BMI
PH	0.904*	0.691	0.792	0.402
BPL	0.923*	0.820	0.790	0.575
EHS	0.565	0.609*	0.428	0.505
HW	0.748	0.912*	0.561	0.844
TT	0.742	0.919*	0.562	0.848
SUH	0.868*	0.773	0.714	0.538
EEB	0.670	0.899*	0.488	0.876
FR	0.920*	0.787	0.767	0.520

หมายเหตุ : \* หมายถึง ค่า Pearson correlation coefficient สูงสุดของขนาดสัดส่วนร่างกายนั้น

#### การสร้างสมการถดถอยอย่างง่าย และ สมการถดถอยเชิงพหุ

สมการถดถอยอย่างง่าย (แสดงใน ตารางที่ 4) ถูกสร้างขึ้นจากตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์กับสัดส่วนร่างกายส่วนนั้นมากที่สุด (ตารางที่ 3) ซึ่งพบว่าค่า  $R^2$  ของสมการถดถอยอย่างง่ายอยู่ระหว่าง 75.4-85.2% ยกเว้น สัดส่วนของความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (EHS) ที่มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 37.1%

สมการถดถอยเชิงพหุถูกสร้างขึ้นโดยการเลือกตัวแปรที่มีขนาดความสัมพันธ์มากที่สุดก่อน แล้วจึงนำตัวแปรที่มีขนาดความสัมพันธ์รองลงมาสร้างสมการจนได้ค่า  $R^2$  มากที่สุด พบว่าค่า  $R^2$  ของสมการถดถอยเชิงพหุอยู่ระหว่าง 76.60-86.5% ยกเว้น สัดส่วนของความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (EHS) ที่มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 38.50% ซึ่งสมการที่ดีที่สุดได้แสดงอยู่ใน ตารางที่ 4 โดยผ่านการวิเคราะห์และสรุปได้ดังนี้

- สัดส่วนร่างกาย PH เมื่อเพิ่มปัจจัยด้านอายุ (Age) เข้าไปจะทำให้ค่า  $R^2$  เพิ่มขึ้น 0.8%
- สัดส่วนร่างกาย BPL, SUH และ FR เมื่อเพิ่มปัจจัยด้าน น้ำหนัก (W) เข้าไปจะทำให้ค่า  $R^2$  เพิ่มขึ้น 1.3%, 1.2% และ 0.4% ตามลำดับ
- สัดส่วนร่างกาย EHS เมื่อเพิ่มปัจจัยด้านความสูงเข้าไป จะทำให้ค่า  $R^2$  เพิ่มขึ้น 1.4%

#### สัดส่วนร่างกาย HW, TT และ EEB เมื่อเพิ่ม

ปัจจัยด้านความสูงและค่า BMI จะทำให้ค่า  $R^2$  เพิ่มขึ้น 1.8%, 0.6% และ 2.7% ตามลำดับ

การเปรียบเทียบผลงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของสุตววรรณ ลีไพฑูรย์ (สุตววรรณ ลีไพฑูรย์, 2554, น.39-66) ที่ศึกษาสัดส่วนร่างกายและอัตราส่วนขนาดร่างกายของเด็กนักเรียนประถมศึกษา เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องเรือนในห้องเรียน โดยได้ทำการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายเด็กนักเรียนจำนวน 20 สัดส่วน จากจำนวนนักเรียน 360 คน วัดสัดส่วนร่างกายเด็กนักเรียนโดยใช้ระบบภาพถ่ายดิจิทัล 2 มิติ และมีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายที่เหมือนกับงานวิจัยนี้ 6 ส่วน คือ PH, EHS, HW, TT, EEB และ FR โดยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของสุตววรรณได้นำความสูง และน้ำหนักของนักเรียนมาหาความสัมพันธ์กับแต่ละสัดส่วน ดังแสดงใน ตารางที่ 4 ซึ่งผลงานวิจัยของสุตววรรณ ชี้ให้เห็นว่าสมการถดถอยอย่างง่ายของสัดส่วนร่างกายที่มีความสัมพันธ์กับความสูงได้แก่ PH, EHS และ FR ในขณะที่สมการถดถอยอย่างง่ายของสัดส่วนร่างกายที่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักได้แก่ HW, TT และ EEB ซึ่ง  $R^2$  ของสมการถดถอยอย่างง่ายอยู่ระหว่าง 23.2-74.2%

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยอย่างง่ายจากงานวิจัยนี้ และงานวิจัยของสุตววรรณมีความสอดคล้องกันว่า





สัดส่วนร่างกายที่มีความสัมพันธ์กับส่วนสูง ได้แก่ PH กับ FR และมีสัดส่วนร่างกายที่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนัก ได้แก่ HW, TT, EEB โดยที่ค่า  $R^2$  จากงานวิจัยนี้ให้ค่าที่สูงกว่า  $R^2$  ของงานวิจัยสุตววรรณทุกกรณี อย่างไรก็ตามสมการถดถอยอย่างง่ายสำหรับทำนายค่า EHS พบความแตกต่าง โดยสุตววรรณพบว่าค่า EHS ถูกทำนายได้ดีที่สุดด้วยค่าความสูง (S) ที่  $R^2$  เท่ากับ 45.2% ในขณะที่งานวิจัยนี้พบว่า EHS สามารถทำนายได้ดีที่สุดด้วยค่าน้ำหนัก (W) โดยมีค่า  $R^2$  เพียง 37.1%

ในกรณีของการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงพหุนั้นพบว่า จากงานวิจัยของสุตววรรณ ใช้ตัวแปรทำนายจำนวน 2 ตัว คือ S, W สำหรับทำนายค่าทุกสัดส่วน ในขณะที่งานวิจัยนี้ได้พิจารณาเพิ่มตัวแปรทำนายหลายตัวเข้าไปในสมการ เช่น S, W, Age และ BMI แล้ววิเคราะห์หาค่าที่ให้  $R^2$  สูงสุด จึงส่งผลให้ค่า  $R^2$  จากงานวิจัยนี้มีค่าสูงกว่าเกือบทุกสมการ (ยกเว้น EHS)

ตารางที่ 4 สมการถดถอยอย่างง่ายกับสมการถดถอยเชิงพหุ

สัดส่วนร่างกาย	งานวิจัยนี้ (n=633 คน)		งานวิจัยสุตววรรณ (n=360คน)	
	สมการถดถอยอย่างง่าย	สมการถดถอยเชิงพหุ	สมการถดถอยอย่างง่าย	สมการถดถอยเชิงพหุ
PH	3.16 + 0.24 S (81.7%)	4.90 + 0.20 S + 0.80 Age (82.5%)	2.50 + 0.227 S (57.7%)	2.83 + 0.223 S + 0.0063 W (57.7%)
BPL	- 8.03 + 0.32 S (85.2%)	- 2.69 + 0.27 S + 0.08 W (86.5%)	-	-
EHS	12.7 + 0.132 W (37.1%)	8.28 + 0.0417 S + 0.0961 W (38.5%)	- 1.14 + 0.140 S (45.2%)	1.34 + 0.110 S + 0.0478 W (47.0%)
HW	17.2 + 0.33 W (83.2%)	- 9.01 - 0.07 W + 0.87 BMI + 0.18 S (85.0%)	23.6 + 0.263 W (29.2%)	17.4 + 0.0578 S + 0.213 W (30.1%)
TT	3.71 + 0.18 W (84.5%)	- 4.32 + 0.06 W + 0.29 BMI + 0.05 S (85.2%)	9.36 + 0.0795 W (23.2%)	8.80 + 0.00521 S + 0.0750 W (23.3%)
SUH	- 1.03 + 0.26 S (75.4%)	3.26 + 0.21 S + 0.06 W (76.6%)	-	-
EEB	19.8 + 0.44 W (80.9%)	- 2.15 + 0.03 W + 1.06 BMI + 0.12 S (83.6%)	26.7 + 0.331 W (39.9%)	12.3 + 0.136 S + 0.214 W (44.0%)
FR	- 4.59 + 0.48 S (84.7%)	- 0.35 + 0.44 S + 0.06 W (85.1%)	6.18 + 0.448 S (74.2%)	12.0 + 0.377 S + 0.111 W (75.7%)

หมายเหตุ : ( ) หมายถึง  $R^2$

#### เปรียบเทียบค่าการพยากรณ์ของสมการ

เนื่องจากสมการถดถอยเชิงพหุมีการใช้จำนวนตัวแปรหลายตัว ดังนั้นจึงอาจเกิดความยุ่งยากในการใช้งานเมื่อจะนำมาใช้ในการพยากรณ์ ดังนั้นจึงได้ทดลองเปรียบเทียบค่า  $R^2$  ระหว่างสมการถดถอยอย่างง่าย

(ตัวแปร S, W) กับสมการถดถอยเชิงพหุ (ตัวแปร S, W, A, BMI) โดยการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าพยากรณ์สองสมการด้วย Paired T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 5) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าพยากรณ์ของทั้งสองสมการเกือบทุกสัดส่วน (ยกเว้น



HW) มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าพยากรณ์จากสองสมการมีความแตกต่างกัน ดังนั้นการใช้สมการถดถอยเชิงพหุมาพยากรณ์สัดส่วนร่างกายนักเรียนจะแม่นยำกว่าเนื่องจากมีค่า  $R^2$  สูงกว่าสำหรับค่าพยากรณ์ของสองสมการที่ไม่แตกต่างกัน คือสมการ

ของสัดส่วน HW แสดงว่าขนาดความกว้างของสะโพกขณะนั่งถูกทำนายได้จากทั้งสมการถดถอยอย่างง่ายและสมการถดถอยเชิงพหุซึ่งสมการถดถอยอย่างง่ายจะสะดวกในการใช้งานมากกว่าเนื่องจากใช้ตัวแปรทำนายน้อยกว่าและสามารถให้ค่าการพยากรณ์ที่ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์โดยใช้ Paired T-test (n=633 คน)

Anthropometric	Simple	Multiple	Paired T-test
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
PH	35.2 $\pm$ 3.0	35.1 $\pm$ 3.0	0.024*
BPL	35.9 $\pm$ 4.1	36.0 $\pm$ 4.2	0.001*
EHS	17.0 $\pm$ 1.6	17.1 $\pm$ 1.6	0.000*
HW	28.1 $\pm$ 4.0	28.1 $\pm$ 4.0	0.331
TT	9.7 $\pm$ 2.2	9.7 $\pm$ 2.2	0.031*
SUH	33.7 $\pm$ 3.3	33.6 $\pm$ 3.3	0.000*
EEB	34.2 $\pm$ 5.2	34.3 $\pm$ 5.3	0.004*
FR	60.6 $\pm$ 6.1	60.7 $\pm$ 6.1	0.000*

หมายเหตุ : \* Significanceที่  $\infty = 0.05$

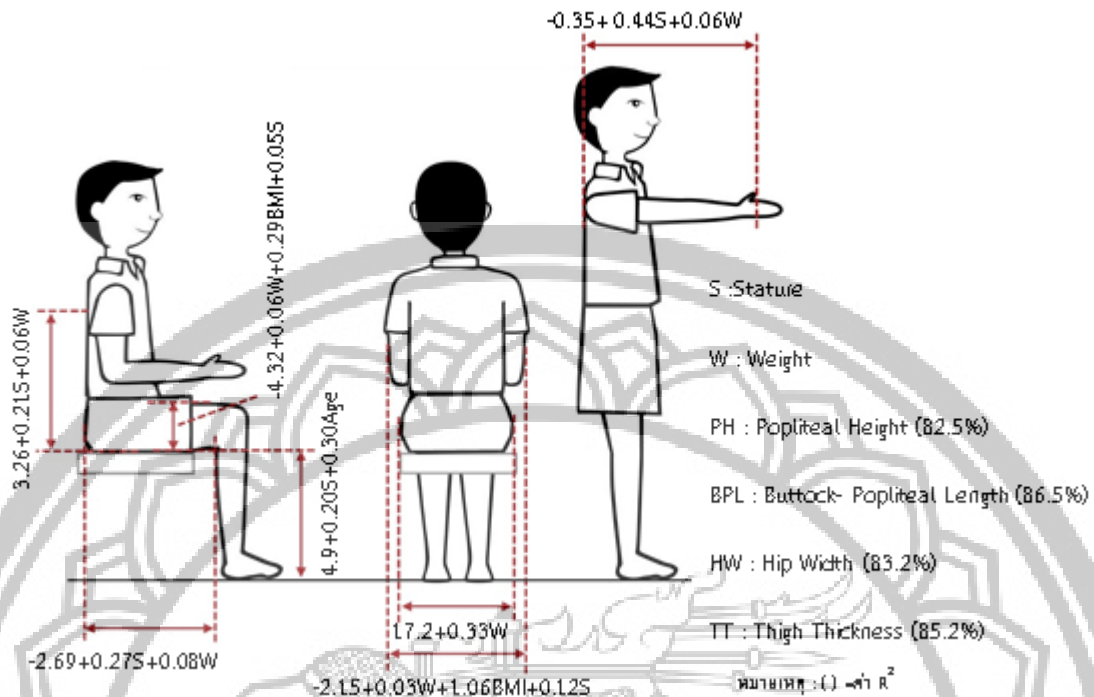
### อภิปรายผล

การพยากรณ์ค่าสัดส่วนร่างกายของเด็กนักเรียนจำนวน 8 รายการ จากค่า ส่วนสูง น้ำหนัก และอายุ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าสัดส่วนร่างกายของเด็กนักเรียนวัย 6-13 ปี (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และถูกต้องแม่นยำ ซึ่งค่าสัดส่วน 8 รายการเหล่านี้ ล้วนเป็นค่าที่จำเป็นในการออกแบบ

โต๊ะและเก้าอี้สำหรับเด็กนักเรียนสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 การพยากรณ์ค่า PH ขึ้นอยู่กับตัวแปรทำนาย 2 รายการ คือ ความสูงร่างกาย และอายุ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Adekunle Ibrahim Musa (Musa, 2011, pp. 499-508) ที่รายงานไว้ว่า ขนาดสัดส่วนร่างกายเด็กนักเรียนทุกรายการมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่ออายุเด็กมากขึ้น (12-17 ปี) ค่า HW จากงานวิจัยนี้สามารถพยากรณ์จากตัวแปรทำนายเพียงรายการเดียว คือ ค่า น้ำหนักร่างกาย ซึ่งความสัมพันธ์นี้ให้ค่า  $R^2$  สูงถึง 83.2% ทั้งนี้โดยธรรมชาติของการสะสมไขมันส่วนเกิน

ในร่างกายมนุษย์อยู่ที่สะโพกหรือหน้าท้องหรือต้นแขน แต่งานวิจัยนี้ไม่ได้วิเคราะห์ขนาดหน้าท้องและขนาดต้นแขน ปัจจัยจึงแสดงที่สะโพก นอกจากนี้ งานวิจัยยังพบว่า ค่า S และ W เป็นตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลสูงในการพยากรณ์ค่าสัดส่วนร่างกายที่สำคัญซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุดาวรรณ สี่ไพฑูรย์ (สุดาวรรณ สี่ไพฑูรย์, 2554, น.39-66) สำหรับการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้สำหรับเด็กนักเรียน ดังนั้น S,W จึงเป็นตัวแปรทำนายที่สำคัญสำหรับใช้พยากรณ์ค่า BPL, TT, SUH, EEB และ FR โดยให้ค่า  $R^2$  ระหว่าง 76.6%-86.5% ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ทางสถิติ

อย่างไรก็ตาม การพยากรณ์ค่า EHS ให้ค่า  $R^2$  ต่ำมาก (38.5) จึงไม่สามารถสรุปได้ว่า ค่า W, S มีอิทธิพลส่งผลต่อค่า EHS ดังนั้น ผลงานวิจัยนี้เสนอแนะค่าพยากรณ์ 7 รายการคือ โดยสมการที่ใช้แสดงอยู่ในรูปที่ 4 ซึ่งขอบเขตของตัวแปรทำนาย คือ  $110 \leq S \leq 169$ ,  $15 \leq W \leq 84$ ,  $11.42 \leq BMI \leq 32.89$ ,  $6 \leq Age \leq 13$



รูปที่ 3 สมการถดถอยของสัดส่วนร่างกาย

สรุป

การออกแบบโต๊ะและเก้าอี้เด็กนักเรียนจำเป็นต้องคำนึงถึงขนาดสัดส่วนร่างกายของเด็ก เพื่อให้ท่าทางการนั่งถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ ซึ่งการประเมินความเหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้จะประเมินโดยทำการวัดขนาดสัดส่วนโต๊ะเก้าอี้และเปรียบเทียบกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้นั่งหรือเด็กนักเรียนว่ามีความสอดคล้องตามหลักการทางกายศาสตร์หรือไม่ อย่างไรก็ตามการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจำเป็นต้องอาศัยทักษะและเครื่องมือเฉพาะในการวัด จึงทำให้เกิดความยุ่งยากและใช้เวลานาน ดังนั้นผลจากงานวิจัยนี้ทำให้ได้สมการที่ใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์ขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียนโดยใช้เพียงข้อมูลปัจจัยพื้นฐาน คือ ความสูง น้ำหนัก และอายุซึ่งพบว่าการพยากรณ์ค่าสัดส่วนร่างกาย 7 สัดส่วน ได้แก่ PH, BPL, HW, TT, SUH, EEB และ FR สามารถใช้สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ( $R^2=75.4-85.2\%$ ) หรือใช้สมการถดถอยเชิงพหุ ( $R^2=76.6\%-86.5\%$ ) ในการพยากรณ์ได้เป็นอย่างดี ผลของงานวิจัยที่ได้สามารถนำไปใช้เพื่อการพยากรณ์

สัดส่วนของเด็กนักเรียนเพื่อการออกแบบโต๊ะเก้าอี้หรือเฟอร์นิเจอร์ในห้องเรียนที่จำเป็นต้องใช้ขนาดดังกล่าว เช่น การออกแบบความกว้างของที่นั่งจะออกแบบให้มากกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของ HW การออกแบบความลึกของที่นั่งจะออกแบบให้อยู่ระหว่าง 0.8-0.95 เท่าของค่า BPL เป็นต้น (กลางเดือน โปชนา และอรุณสังข์พงศ์, 2556, น. 18-27) จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจะทำการวัดโดยตรงจากการกำหนดจุดของร่างกายเด็กนักเรียนซึ่งทำให้มีความแม่นยำมากขึ้น นอกจากนั้นในการสร้างสมการในการประมาณค่าได้ทำการวิเคราะห์โดยคัดกรองเด็กนักเรียนที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายใหญ่หรือเล็กเกินไป ( $\pm 3$  sigma) จึงทำให้ลดความแปรปรวนของข้อมูลลงได้ อย่างไรก็ตามผลจากงานวิจัยพบว่าค่าสัดส่วนร่างกายที่ไม่สามารถใช้ตัวแปรพื้นฐานทั้ง 3 ตัวในการพยากรณ์ คือ ค่า EHS เนื่องจากมีค่า  $R^2$  น้อยกว่า 40% ซึ่งค่า EHS จะใช้ในการออกแบบขนาดความสูงที่เหมาะสมของโต๊ะเรียน ดังนั้นผู้ที่ต้องการออกแบบโต๊ะเรียนอาจจะใช้ค่าเบื้องต้นที่แนะนำไว้ใน มอก.1495 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโต๊ะเรียน) ได้ อย่างไรก็ตามควรมีการวิจัย



เพิ่มเติมเพื่อหาตัวแปรในการประมาณค่า EHS ที่มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นต่อไป

อ๋อง สักขพงศ์ และกลางเดือน โพนนา (2556). *การยศาสตร์และการประเมิน*. สงขลา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ (ENG570584S) จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และขอขอบพระคุณผู้บริหาร อาจารย์และบุคลากรของโรงเรียน และผู้ปกครองของนักเรียนโรงเรียนเทศบาล ๑ (เอ็งเสียงสามัคคี) จ.สงขลา โรงเรียนเทศบาลบ้านคูหาสวรรค์ จังหวัดพัทลุง และโรงเรียนเทศบาล ๔ (วัดมัจฉิมภูมิ) จังหวัดตรัง ที่สนับสนุนงานวิจัย ให้ความร่วมมือและเอื้อเฟื้อข้อมูล จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

กลางเดือน โพนนา และอ๋อง สักขพงศ์. (2556). ความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้ในห้องเรียนกับขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(1), 18-27.

กิตติ อินทรานนท์. (2548). *การยศาสตร์ (Ergonomics)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนา กุเล็ม, กลางเดือน โพนนา, และอ๋อง สักขพงศ์. (2557). ความสอดคล้องของขนาดโต๊ะเก้าอี้กับขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา: กรณีศึกษา โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา. *วิศวกรรมสาร มช*, 41(4), 463-471.

สุดาวรรณ ลิ้ไพฑูรย์. (2554). *ข้อมูลสัดส่วนร่างกายและอัตราส่วนขนาดร่างกายของเด็กนักเรียนประถมศึกษา เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องเรือนในห้องเรียน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Aagaard-Hansen, J., & Storr-Paulsen, A. (1995). A comparative study of three different kinds of school furniture. *Ergonomics*, 38(5), 1025-1035.

Agha, S. (2010). School furniture match to student's anthropometry in the Gaza Strip. *Ergonomics*, 53(3), 344-354.

Agha, S. R., & Alnahhal, M. J. (2012). Neural network and multiple linear regression to predict school children dimensions for ergonomic school furniture design. *Applied Ergonomics*, 43, 979-984.

Castellucci, H. I., Arezes, P. M., & Molenbroek, J. F. M. (2015). Analysis of the most relevant anthropometric dimensions for school furniture selection based on a study with students from one Chilean region. *Applied Ergonomics*, 46, 201-211.

Castellucci, H. I., Arezes, P. M., & Viviani, C. A. (2010). Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in Chilean schools. *Applied Ergonomics*, 41, 563-568.

Dianat, I., Karimi, M. A., Hashemi, A. A., & Bahrampour, S. (2013). Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: Proposed dimensions based on anthropometric data. *Applied Ergonomics*, 44, 101-108.

Drillis, R., Contini, R., & Bluestein, M. (1964). Body segment parameters; a survey of measurement techniques. *Artificial limbs*, 25, 44-66.



- Evans, W. A., Courtney, A. J., & Fok, K. F. (1988). The design of school furniture for Hong Kong schoolchildren. *Applied Ergonomics*, 19(2), 122-134.
- Findings, E., & Implications, H. (1999). Mismatch of Classroom Furniture and Student Body Dimensions. *Journal of Adolescent Health*, 24, 265-273.
- Gouvali, M., & Boudolos, K. (2006). Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. *Applied Ergonomics*, 37, 765-773.
- Jeong, B., & Park, K. (1990). Sex differences in anthropometry for school furniture design. *Ergonomics*, 33(12), 1511-1521.
- Musa, A. I. (2011). Anthropometric evaluations and assessment of school furniture design in Nigeria: A case study of secondary schools in rural area of Odeda, Nigeria. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2, 499-508.
- Niekerk, S. M., Louw, Q. A., Grimmer-Somers, K., & Harvey, J. (2013). The anthropometric match between high school learners of the Cape Metropole area, Western Cape, South Africa and their computer workstation at school. *Applied Ergonomics*, 44, 366-371.
- Oyewole, S., Haight, J. M., & Freivalds, A. (2010). The ergonomic design of classroom furniture/computer work station for first graders in the elementary school. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40, 437-447.
- Panagiotopoulou, G., Christoulas, K., Papanicolaou, A., & Mandroukas, K. (2004). Classroom furniture dimensions and anthropometric measures in primary school. *Applied Ergonomics*, 35(2), 121-128.
- Prado-LeoHn, L. R., Avila-Chaurand, R., & Gonzales-Mun, E. L. (2001). Anthropometric study of Mexican primary school children. *Applied Ergonomics*, 32, 339-345.
- Ramadan, M. (2011). Does Saudi school furniture meet ergonomics requirements?. *Work*, 38(2), 93-101.
- Wingrat, J., & Exner, C. (2005). The impact of school furniture on fourth grade children's on-task and sitting behavior in the classroom: a pilot study. *Work*, 25(3), 263-272.
- Yeats, B. (1997). Factors that may influence the postural health of schoolchildren (K-12). *Work*, 9(1), 45-55.