การออกแบบโปรแกรมช่วยคำนวณและวางตำแหน่งปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรร

โดย

นางสาววิลาสินี บุญประคม

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

การออกแบบโปรแกรมช่วยคำนวณและวางตำแหน่งปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรร

โดย

นางสาววิลาสินี บุญประคม

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

Computing and Allocating Program for Electrical Systems in Housing Estate Project

BY

Miss Wilasinee Boonpracom

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

Master of Science Program in

Department of Architectural Technology

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2015

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเรื่อง “การออกแบบโปรแกรมช่วยคำนวณและวางตำแหน่งปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรร” เสนอโดย นางสาววิลาสินี บุญประคม เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่..........เดือน.................... พ.ศ...........

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

รองศาสตราจารย์ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์

คณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ

.... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญา มหัทธนทวี)
............/......................../..............

.... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์)
............/......................../..............

.... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.องอาจ หุดากร)
............/......................../..............

54059304: สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

คำสำคัญ : โปรแกรมออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าสำหรับโครงการบ้านจัดสรร

วิลาสินี บุญประคม : การออกแบบโปรแกรมช่วยคำนวณและวางตำแหน่งปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรร. อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ : รศ.ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์. 73 หน้า.

การทำธุรกิจโครงการบ้านจัดสรร ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้คือการที่แบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าเสร็จล่าช้า ทำให้ไม่สามารถแจ้งตำแหน่งหม้อแปลงไฟฟ้าและเสาไฟฟ้าให้กับลูกค้าที่มาซื้อบ้านในโครงการฯ ได้ก่อนทำข้อตกลงซื้อขาย ซึ่งอาจก่อให้เกิดข้อพิพาทหรือยกเลิกข้อตกลงซื้อขายภายหลังได้ เมื่อลูกค้าทราบตำแหน่งของหม้อแปลงไฟฟ้าและเสาไฟฟ้า อีกทั้งทางโครงการฯ จะต้องจ่ายเงินค่าไฟฟ้าแทนลูกบ้านจนกว่าจะมีการอนุมัติแบบปักเสา-พาดสายไฟฟ้าและดำเนินการปักเสา-พาดสายไฟฟ้าจริงเข้ามาในโครงการฯ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าของโครงการบ้านจัดสรร เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถทำแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรรได้สะดวกรวดเร็วขึ้น เพื่อลดปัญหาดังกล่าวข้างต้น

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้หลักการออกแบบตามมาตรฐานการออกแบบของการไฟฟ้านครหลวง ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาคือ NanoCAD Version5.0 เขียนโดยใช้ภาษา C# โปรแกรมสามารถคำนวณขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าจากผังการวางตำแหน่งบ้านของโครงการบ้านจัดสรรโดยมีสัญลักษณ์ช่วยในการกำหนดตำแหน่งหม้อแปลงไฟฟ้าและเสาไฟฟ้าที่เหมาะสม จากการทดสอบการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าของโครงการบ้านจัดสรรจำนวน 10 โครงการ พบว่าช่วยให้การออกแบบและจัดทำแบบลดลงเหลือเพียง 1 ใน 4 ของระยะเวลาการทำงานเดิม

ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา.. ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ....

54059304: MAJOR: (COMPUTER-AIDED ARCHITECTURAL DESIGN)

KEY WORD: ELECTRICAL SYSTEMS IN HOUSING ESTATE PROJECT

WILASINEE BOONPRACOM: COMPUTING AND ALLOCATING PROGRAM FOR ELECTRICAL SYSTEM IN HOUSING ESTATE PROJECT. INDEPENDENT STUDY ADVISOR: Assoc. Prof. Thitipat Pratharnsap.73 pp.

In the business of real estate development, one of major problems that hinders sales process is that electric system drawings are not ready in time for customers to review the locations of electric poles and transformers before buying the houses. The issue might look simple, but in fact, most of the time the locations of later-installed electric poles are in the positions not preferred by house buyers. As the result, lots of houses have been rejected after. Moreover, in case of delayed electric provision, the developer will need to pay electric bills for all dwellers until electric system is completed throughout the area of project. This research has been studied to develop computer software in which it can expedite the process of planning electric poles and system, so the delay of process could be minimized.

The software developed shares the same method of Metropolitan Electricity Authority's Standard of electric poles and system planning. The program is called NanoCAD Version5.0 using C#. It could calculate size of electric transformers by means of evaluating housing layout using proper symbols. Testing of program indicates that the time consumed in electric poles planning using this new method is only 1 /4 compared to old method.

Department of Architectural Technology Graduate School, Silpakorn University

Student's signature.. Academic Year 2015

Independent Study Advisor's signature..

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำในการทำวิจัย และแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น อันเป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้าอิสระเป็นอย่างมาก ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ธนะพันธ์ อินทรเกสร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ และสละเวลาในการให้คำแนะนำ ช่วยให้คำปรึกษาแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ระหว่างการดำเนินการจัดทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือให้ข้อมูล และคำแนะนำต่างๆ จนการค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอบคุณผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ของบริษัทพฤกษาเรียลเอสเตทจำกัด (มหาชน) และเจ้าหน้าที่การไฟฟ้านครหลวงทุกท่านที่กรุณาอนุเคราะห์ข้อมูลและคำแนะนำในการทำงานให้การค้นคว้าอิสระนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ดี

ผู้จัดทำหวังว่างานวิจัยนี้จะมอบประโยชน์ในการพัฒนาไปสู่การใช้งานคอมพิวเตอร์ในการทำงานด้านการจัดทำแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรรเพื่อพัฒนา และส่งเสริมกลุ่มงานวิศวกรรมไฟฟ้าให้มีมาตรฐาน และประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ณ โอกาสนี้

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ

บทที่ 1

บทนำ

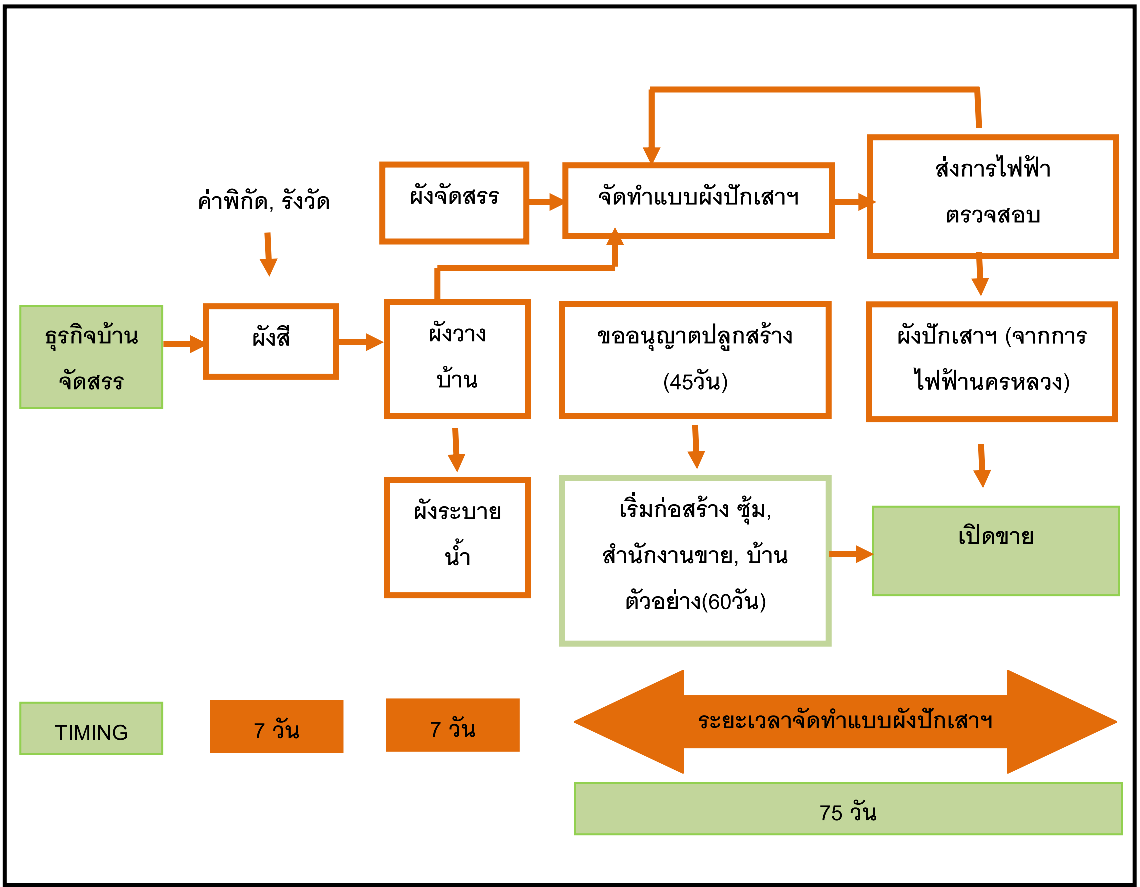
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการจัดทำโครงการบ้านจัดสรร มีขั้นตอนในการทำงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่การออกแบบผังโครงการ ผังวางบ้าน เพื่อให้ได้พื้นที่ขายที่เหมาะสม จนไปถึงขั้นตอนการก่อสร้างและการขาย จากการสำรวจของบริษัทพฤกษาเรียลเอสเตท พบว่าปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในการขายบ้าน คือเมื่อบ้านลูกค้าสร้างเสร็จแล้ว ตำแหน่งเสาไฟฟ้าหรือหม้อแปลงไฟฟ้า ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ลูกค้าไม่พึงประสงค์ เนื่องจากผังตำแหน่งปักเสา-พาดสายไฟฟ้าเสร็จไม่ทันกำหนด ทางฝ่ายขายจึงไม่ได้แจ้งตำแหน่งเสาไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้าให้ลูกค้ารับทราบก่อนทำข้อตกลงซื้อ-ขายบ้าน ทำให้เกิดปัญหาการโอนบ้านล่าช้าหรือไม่สามารถโอนบ้านได้และการที่แบบปักเสา-พาดสายไฟฟ้าล่าช้านั้น ทางโครงการต้องจ่ายค่าไฟฟ้าแทนลูกบ้านจนกว่าจะมีการปักเสา-พาดสายไฟฟ้าจริงเข้ามาในโครงการ ทำให้มีกระทบผลทางการเงินกับโครงการเป็นอย่างมาก

สาเหตุที่แบบปักเสา-พาดสายไฟฟ้าล่าช้านั้นมาจาก หลายปัจจัยอาทิเช่น การติดต่อประสานงานระหว่างบริษัทฯ กับการไฟฟ้านครหลวง(หน่วยงานผู้อนุมัติแบบปักเสา-พาดสายไฟฟ้า), การปรับผังจัดสรร, ปรับผังวางบ้าน ฯ โดยการปรับผังเพียงเล็กน้อย จะต้องทำการคำนวณการวางตำแหน่งปักเสา-พาดสายไฟฟ้า และจัดทำแบบใหม่

ดังนั้นบริษัทด้านอสังหาริมทรัพย์ชั้นนำต่างๆ จึงได้ขอเจรจาจัดทำบันทึกข้อตกลงให้บริษัทเป็นผู้จัดทำแบบ PRE DESIGN โดยให้วิศวกรไฟฟ้าของบริษัทไปอบรมการออกแบบการปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการจัดสรรกับการไฟฟ้านครหลวง เพื่อจะได้ออกแบบภายใต้มาตรฐานและข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง แล้วจึงนำแบบที่ได้ส่งให้การไฟฟ้าฯ เป็นผู้อนุมัติ

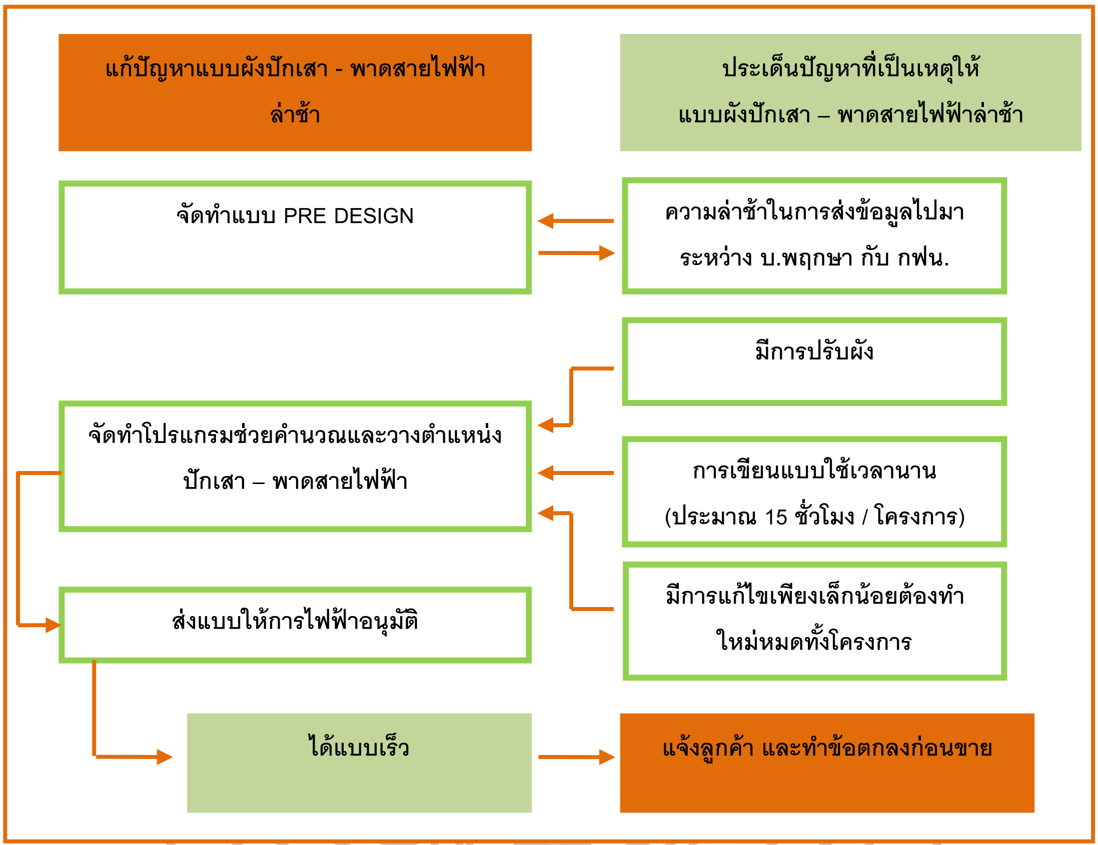
การค้นคว้าอิสระนี้ได้ศึกษาขั้นตอนในการจัดทำแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าโดยละเอียดแล้ว จึงมีแนวคิดว่าหากมีโปรแกรมเพื่อช่วยวิศวกรไฟฟ้าในการคำนวณและวางตำแหน่งปักเสา-พาดสายไฟฟ้า ในโครงการบ้านจัดสรร จะช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดในการจัดทำแบบ ทำให้แก้ปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 1 แสดงภาพรวมการทำงานในส่วนการออกแบบธุรกิจโครงการบ้านจัดสรร

2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 พัฒนาโปรแกรมในการช่วยคำนวณและวางตำแหน่งปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรร เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการจัดทำแบบผังปักเสาฯ



ภาพที่ 2 แสดงผังการแก้ปัญหาการจัดทำแบบผังปักเสาฯ ล่าช้า

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1การค้นคว้าอิสระนี้เป็นการศึกษาการทำโปรแกรมช่วยทำแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า ตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงดังนี้

- การออกแบบจ่ายไฟฟ้าในพื้นที่จัดสรร
- การคำนวณโหลด
- การคำนวณขนาดหม้อแปลง

4. ขั้นตอนของการศึกษา

4.1 ศึกษาขั้นตอนในการจัดทำแบบปักเสา-พาดสายไฟฟ้าด้วยวิธีปกติ โดยแยกขั้นตอนในการทำงานเป็นข้อๆ อย่างชัดเจนและเขียนแผนผังขั้นตอนการทำงาน (Flow chart)

4.2 ประมาณเวลาในการทำงานด้วยวิธีเดิม

4.3 นำแผนผังขั้นตอนการทำงาน (Flow chart) มาวิเคราะห์เพื่อสร้างโปรแกรมช่วยคำนวณและวางตำแหน่งเสาไฟฟ้า เพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน

4.4 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5. วิธีการศึกษา

5.1ศึกษาข้อมูลและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการจัดทำแบบปักเสา-พาดสายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงแห่งประเทศไทยจากการเข้าอบรมการไฟฟ้านครหลวง

5.2 วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานด้วยวิธีเดิม

5.3 พัฒนาโปรแกรมให้สมบูรณ์ใช้งานได้สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงานปกติ

5.4 ทดสอบการใช้โปรแกรม โดยทดลองใช้กับโครงการอย่างน้อย 10 โครงการ

6. แหล่งข้อมูล

6.1 กรณีศึกษาแบบปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรร บริษัทพฤกษาเรียลเอสเตทจำกัด (มหาชน)

6.2 ฝ่ายออกแบบการไฟฟ้านครหลวง

6.3 มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าสายอากาศในพื้นที่ดินจัดสรรการไฟฟ้านครหลวง

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 จัดทำแบบปักเสา – พาดสายไฟฟ้า ในโครงการบ้านจัดสรรเร็วขึ้น

7.2 สามารถนำแบบผังไฟฟ้าให้ฝ่ายขาย แจ้งตำแหน่งเสาไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้าแก่ลูกค้าก่อนทำการตกลงซื้อ-ขายบ้านเพื่อลดปัญหาลูกค้าฟ้องร้องให้ย้ายตำแหน่งเสาไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้าได้และช่วยประหยัดงบประมาณค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายแทนลูกค้าได้

7.3 ลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการคำนวณและวางตำแหน่งเสาไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้าที่ทำด้วยวิธีเดิมได้เนื่องจากการทำงานโดยคนอาจมีข้อผิดพลาด เช่น การนับผิดพลาด การวางตำแหน่งผิดพลาด

8. นิยามและคำศัพท์

SBU (Strategic Business Unit) คือ หน่วยธุรกิจเชิงกลยุทธ์

I คือ สัญลักษณ์กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

V คือ สัญลักษณ์ความต่างศักย์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

TR คือ หม้อแปลง (Transformer) หน่วยเป็น kVA

n คือ จำนวน Unit บ้าน หน่วยเป็น หลัง

Im (TR) คือ พิกัดกระแสสูงสุดของหม้อแปลงที่สามารถจ่ายได้ หน่วยเป็น แอมแปร์

1P 5/15 (Iz) คือ พิกัดกระแสของเครื่องวัด 1P 5/15 หน่วยเป็น แอมแปร์

1P 15/45 (Iz) คือ พิกัดกระแสของเครื่องวัด 1P 15/45 หน่วยเป็น แอมแปร์

1P 30/100 (Iz) คือ พิกัดกระแสของเครื่องวัด 1P 30/100 หน่วยเป็น แอมแปร์

Co-incidence factor คือ ตัวเลขตัวคูณลดเพื่อปรับลดโหลดการใช้ไฟฟ้าตามการ ใช้งานจริงของผู้อยู่อาศัย

Sum Unit คือ จำนวนบ้านทั้งหมดที่หม้อแปลงสามารถจ่ายได้ หน่วยเป็น แอมแปร์

กฟน. คือ การไฟฟ้านครหลวง

เครื่องวัดฯ หรือ มิเตอร์ คือ เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

Demand Factor (องค์ประกอบความต้องการไฟฟ้า) คืออัตราส่วนระหว่างความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้น กับโหลดไฟฟ้าสูงสุดที่แจ้งการใช้งานเอาไว้ทั้งหมดรวมกัน หรือโหลดติดตั้ง (Connected Load)[1]

---

[1] ปรีชา หลวงปลัด, **วิเคราะห์ระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า**, เล่ม 1, (กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ, 2546), 74.

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

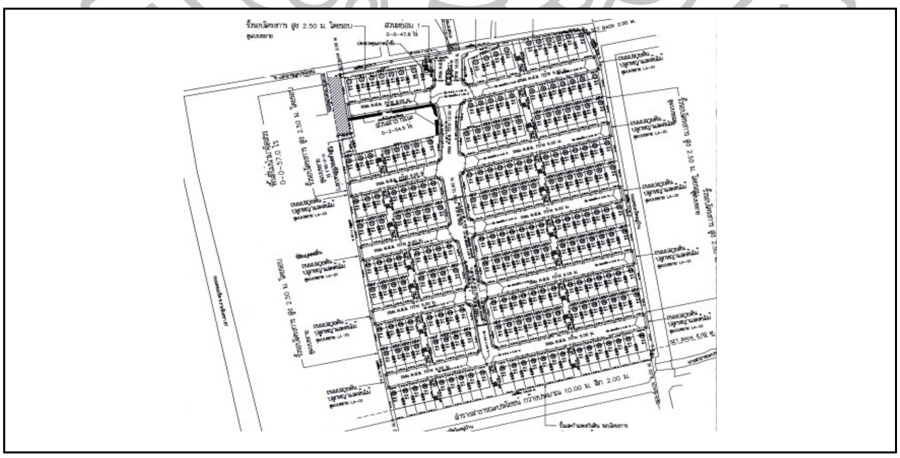
ในบทนี้เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 5 เรื่องคือ

1. นิยามการจัดทำ PRE DESIGN ผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า
2. ข้อกำหนดและมาตรฐานการปักเสา-พาดสายไฟฟ้า
3. อุปกรณ์และวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า
4. ตัวอย่างการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า
5. สรุปปัญหาที่พบในการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า

1. นิยามการจัดทำ PRE DESIGN ผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า

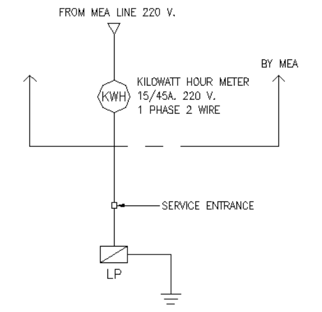
จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในบทที่1ทางผู้ประกอบการธุรกิจโครงการบ้านจัดสรรและการไฟฟ้านครหลวงจึงได้จัดทำบันทึกข้อตกลงให้บริษัทเจ้าของโครงการเป็นผู้จัดทำแบบ PRE DESIGN โดยให้วิศวกรไฟฟ้าของบริษัทไปอบรมการออกแบบการปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการจัดสรรกับการไฟฟ้านครหลวงเพื่อจะได้ออกแบบภายใต้มาตรฐานและข้อกำหนดของการไฟฟ้าฯ โดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการออกแบบคำนวณผัง PRE DESIGN มีดังนี้

1.1 ผังโครงการ



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างผังโครงการ

1.2 รายการคำนวณโหลด



LOAD CENTER PANEL

PANEL NO. : LP
MOUNTING : SURFACED
DOOR : HINGED
MAIN : IC > 10 KA rms. AT 240 VAC

CAPACITY
FOR
LOCATION
SYSTEM

CCT. NO.	CONNECTED LOAD (VA.)	DESCRIPTION
1	1100	LIGHTING (GROUND FLOOR)
2	500	LIGHTING (2 nd FLOOR)
3	1200	RECEPTACLE (GROUND FLOOR)+PUMP
4	1020	RECEPTACLE (2 nd FLOOR)
5	–	SPACE
6	–	SPACE
TOTAL	3,820	CONNECTED TO KWH METER

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างรายการคำนวณโหลด

จากรายการคำนวณโหลดข้างต้นเป็นการแสดงรายละเอียดข้อมูลการใช้โหลดทั้งหมดของบ้านหลังหนึ่งในโครงการซึ่งมีการใช้โหลดเท่ากับ 3,820 VA ซึ่งสามารถคำนวณกระแสสูงสุดได้ดังนี้

$$I = VA / 220\ V$$

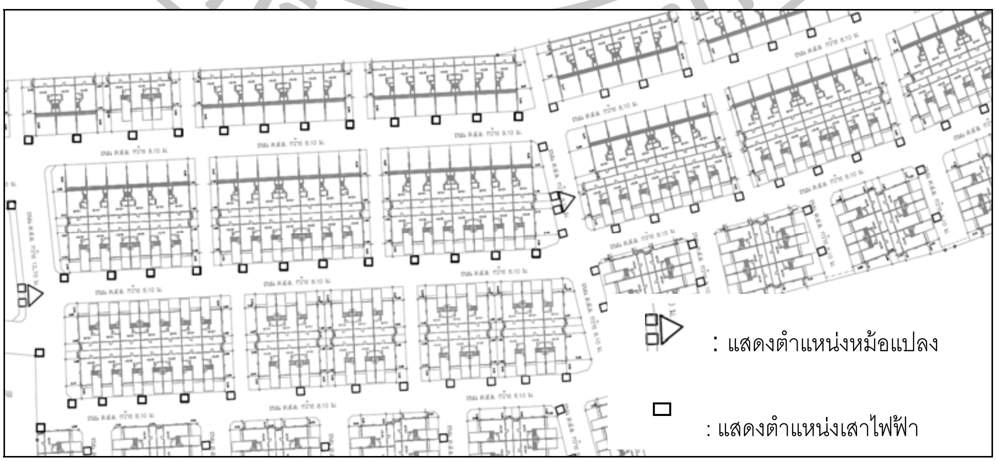
$$= 3{,}820 / 220\ V = 17.36\ A$$

มิเตอร์ = 15/45

โดยการจัดทำแบบ PRE DESIGN ผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าจะต้องมีรายละเอียด

- ตำแหน่งเสาไฟฟ้า
- ตำแหน่งหม้อแปลง

ดังข้อมูลตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างผัง PRE DESIGN

2. [1]ข้อกำหนดและมาตรฐานการปักเสา-พาดสายไฟฟ้า

2.1 การปักเสา-พาดสายไฟฟ้าตามแนวถนนที่มีระยะห่างระหว่างเขตที่ดิน 2 ฝั่งถนนไม่เกิน 10.0 เมตรให้ปักเสา - พาดสายไฟฟ้าเพียงฝั่งเดียว

2.2 การปักเสา-พาดสายไฟฟ้าตามแนวถนน หรือซอย หรือทางเดินเดียวกัน ให้ปักเสาในแนวเดียวกัน กรณีมีเสาแรงต่ำปนกับเสาแรงสูงให้ยึดถือแนวสายแรงสูงเป็นหลัก การปักเสา-พาดสายไฟฟ้า ควรให้อยู่ตรงเขตรอยต่อที่ดินเท่าที่จะทำได้

2.3 การตรวจสอบหลักฐานเพื่อพิจารณาตำแหน่งและระยะการปักเสา-พาดสายไฟฟ้า ให้พิจารณาเฉพาะระยะที่ปักเสาไฟฟ้าจากหลักเขตที่ดินให้ได้ตามระยะที่กำหนดคือเสาไฟฟ้าต้องอยู่ห่างจากแนวเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 0.65 เมตร

2.4 สายเมนเข้าอาคารให้ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติในการพาดสายเมนจากเครื่องวัด ฯ แรงต่ำเข้าอาคารของฝ่ายวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า

2.5 ห้ามมิให้ลูกค้าเดินสายเมนที่เป็นระบบสายใต้ดินมาทำการติดตั้งอุปกรณ์ (Riser) ขึ้นที่เสาไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง แต่ถ้าเป็นที่ดินจัดสรรเป็นที่ส่วนบุคคลและมีโอกาสน้อยที่จะมีการรื้อย้ายเสาสายในอนาคต ให้หน่วยงานพิจารณาอนุญาตเป็นรายๆ ไปตามความเหมาะสม โดยให้คำนึงถึงความสวยงามและความปลอดภัยด้วย

---

[1]การไฟฟ้านครหลวง, “คู่มือออกแบบประมาณการ” (เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการออกแบบจ่ายไฟฟ้าของพื้นที่จัดสรร.)

3. อุปกรณ์และวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบปักเสา-พาดสายไฟฟ้า

3.1 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนระดับแรงดันให้สูงขึ้นหรือต่ำลงตามต้องการในการใช้งาน

ภาพที่ 6 แสดงลักษณะหม้อแปลงไฟฟ้า

สำหรับหม้อแปลงจำหน่ายที่ใช้งานทั่วไปของการไฟฟ้านครหลวงมีขนาดดังนี้

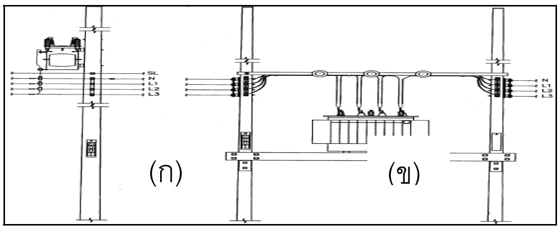
3.1.1 หม้อแปลงแขวน (หม้อแปลงที่สามารถแขวนไว้กับเสาไฟฟ้า 1 ต้นได้) ได้แก่ขนาด 225, 300 kVA

3.1.2 หม้อแปลงตั้งนั่งร้าน (หม้อแปลงที่ต้องติดตั้งบนนั่งร้าน) ได้แก่ขนาด 500, 750, 1000, kVA.

สำหรับหม้อแปลงจำหน่ายที่ใช้งานทั่วไปของการไฟฟ้าภูมิภาคมีขนาดดังนี้

3.1.3 หม้อแปลงแขวน (หม้อแปลงที่สามารถแขวนไว้กับเสาไฟฟ้า 1 ต้นได้) ได้แก่ขนาด 160, 250 kVA

3.1.4 หม้อแปลงตั้งนั่งร้าน (หม้อแปลงที่ต้องติดตั้งบนนั่งร้าน) ได้แก่ขนาด 500, 750, 1000, kVA.



ภาพที่ 7 แสดงการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

(ก) การติดตั้งหม้อแปลงแขวน (ข) การติดตั้งหม้อแปลงตั้งนั่งร้าน

3.2 เสาไฟฟ้า

3.2.1 เสา (Pole)

เสาคอนกรีต (Concrete) มีใช้ในงานของ กฟน. ตามระดับแรงดันดังนี้

3.2.1.1 แรงดันต่ำ/แรงดันกลาง มีขนาดที่ใช้ 6.00, 8.50, 10.00, 10.50, 12.00, 12.35, 14.00 เมตร

3.2.1.2 แรงดันสูง มีขนาดที่ใช้ 18.00, 18.50, 20.00 และ 22.00 เมตร

ภาพที่ 8 แสดงเสาคอนกรีตที่นำไปใช้งานในระบบจำหน่ายของ กฟน.

3.2.2 ระยะ Span ในการปักเสา

3.2.2.1 ระยะปักเสา-พาดสายไฟฟ้า แรงต่ำ ระยะห่างช่วงเสา (Span) เพื่อพาดสายไม่ควรเกิน 35 เมตร

3.2.2.2 ระยะปักเสา-พาดสายไฟฟ้า แรงดันกลาง ระยะการปักเสา (Span) แรงดันกลาง สามารถแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

กรณีเสาพาดสายเขตในเมืองใช้เสา 12.00 เมตร (3.5 ตัน - เมตร) พาดสาย 1-2 วงจร (185 ASC) ไม่ควรเกิน 40 เมตร

กรณีเสาพาดสายไฟฟ้าเขตนอกเมืองใช้เสา 12.35 เมตร (6.5 ตัน - เมตร) พาดสาย 1-2 วงจร (185ASC) ไม่ควรเกิน 40 เมตร หรือ เสา 12 เมตร (5 ตัน - เมตร) พาดสาย 1-2 วงจร (185ASC) ไม่ควรเกิน 30 เมตร

3.3 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ ที่มีอยู่ในระบบของ กฟน. สามารถกำหนดขนาดของโหลดได้ดังตารางที่ 1

ภาพที่ 9 แสดงเครื่องวัดฯ แรงดันต่ำ

ขนาดเครื่องวัด	โหลดสูงสุด (A)	โหลดใช้คำนวณ ไม่น้อยกว่าที่ระบุนี้ (kVA)	
		1 เฟส	3 เฟส
5(15)A.	10	1.8	-
15(45)A.	30	5.5	16.6
30(100)A.	75	13.8	41.6
50(150)A.	100	18.4	55.4
200A.	200	-	110.8
400A.	400	-	221.7

ตารางที่ 1 แสดงขนาดของโหลดตามเครื่องวัด

ข้อกำหนดในการติดตั้งเครื่องวัดฯ แรงต่ำที่เสาไฟฟ้า

3.3.1 เสาไฟฟ้าที่อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องวัดฯ แรงต่ำ

อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องวัดฯ บนเสาคอนกรีตขนาด 6.00, 8.50, 10.00, 12.00 และ 14.00 เมตร ได้ ยกเว้นเสาที่มีการก่อสร้างหรือติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

3.3.2 จำนวนเครื่องวัดฯ แรงต่ำที่อนุญาตให้ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า

3.3.2.1 เครื่องวัดฯ 1 เฟส 2 สาย อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องวัดฯ ได้จำนวนไม่เกิน 4 เครื่อง

3.3.2.2 เครื่องวัดฯ 3 เฟส 4 สาย อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องวัดฯ สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าได้จำนวนไม่เกิน 2 ราย

3.3.2.3 เสาที่ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าแบบแขวน 12kV, 24kV, Fix capacitor และเสานั่งร้านหม้อแปลงฯ อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องวัดฯ สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าได้จำนวนไม่เกิน 2 ราย เพื่อจ่ายไฟให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าฝั่งเดียวกับเสาต้นที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ นี้เท่านั้น สำหรับเสานั่งร้านหม้อแปลงฯ ให้ติดตั้งเครื่องวัดฯ ที่หน้าเสาด้านในแบบ Away traffic (ด้านที่ผู้จดเลขเครื่องวัดอยู่ในฝั่งมองเห็นรถซึ่งจะปลอดภัยจากการจราจร)

4. ตัวอย่างการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า

จากข้อกำหนดและมาตรฐานการปักเสาไฟฟ้าที่กล่าวมาในข้อ 1-3 นำมาออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในพื้นที่จัดสรรได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4.1 จากข้อมูลผังโครงการดังนี้ ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น รวมทั้งไฟส่วนกลางสาธารณะคิดเป็น 205 หลัง (คิดตามจำนวนมิเตอร์) หน้ากว้าง 6 เมตร ถนนหลักกว้าง 12 เมตร ถนนรองกว้าง 9 เมตร

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างผังเริ่มทำการ PRE DESIGN

4.2 ข้อมูลรายการคำนวณโหลดบ้าน 2 ชั้น โดยทั่วไปบ้านพักอาศัย 2 ชั้นจะใช้มิเตอร์ขนาด 15/45 กระแสโหลดสูงสุดที่ 30 แอมแปร์ (ดูข้อมูลได้จากตารางที่ 1)

ในการออกแบบการจ่ายไฟฟ้าทั่วไปการคำนวณต้องมีการใช้ค่า Demand Factor (องค์ประกอบความต้องการไฟฟ้า) การใช้ของผู้พักอาศัย เนื่องจากการใช้งานเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน และลักษณะการเข้าพักอาศัยบ้านอาจไม่มีบุคคลอยู่ครบทุกหลังจึงต้องมีการคำนวณลดตามขนาดเครื่องวัดฯ โดยใช้เป็นค่า Co-incidence factor (Co-in) ดังนี้

ลำดับ	อาคารที่	Co-in	จำนวน	โหลด(Amp)
1	1-10	0.9	10	10x0.9x30=270
2	11-20	0.8	10	10x0.8x30=240
3	21-30	0.7	10	10x0.7x30=210
4	31-40	0.6	10	10x0.6x30=180
5	41-50	0.5	10	10x0.5x30=150
6	51-205	0.5	155	155x0.5x30=2,325
	Total			3,3375=1,125 A / Phase

ตารางที่ 2 แสดงการคิด Demand Factor ลดขนาดเครื่องวัดฯ (Co-incidence factor)

ดังนั้นคำนวณกระแสบ้านรวมทั้งไฟส่วนกลางสาธารณะทั้งโครงการ 205 หลัง ได้ = 3,375 แอมแปร์

4.3 จากข้อมูลกระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่ต้องใช้ 3,375 แอมแปร์นำมาคำนวณหาหม้อแปลงตามการคำนวณดังนี้

ขนาดหม้อแปลง		กระแส (แอมแปร์)	จำนวนต้องใช้(ลูก)
225	kVA	974	225 kVA = 5 ลูก
300	kVA	1299	300 kVA = 4 ลูก
500	kVA	2165	500 kVA = 2 ลูก
			500 kVA = 1 ลูก , 225 = 3 ลูก
			500 kVA = 1 ลูก , 300 = 2 ลูก

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของตัวอย่างการออกแบบ

ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องขอข้อมูลความต้องการของทางเจ้าของโครงการจัดสรรว่าต้องการหม้อแปลงเงื่อนไขใด

จากตารางวิศวกรไฟฟ้าจะต้องทำการจำลองการติดตั้งหม้อแปลงทั้ง 5 รูปแบบคือ

รูปแบบที่ 1 หม้อแปลง 225 kVA 5 ลูก

รูปแบบที่ 2 หม้อแปลง 300 kVA 4 ลูก

รูปแบบที่ 3 หม้อแปลง 500 kVA 2 ลูก

รูปแบบที่ 4 หม้อแปลง 500 kVA 1 ลูก, 225 kVA 3 ลูก

รูปแบบที่ 5 หม้อแปลง 500 kVA 1 ลูก, 300 kVA 2 ลูก

เพื่อนำเสนอทีมงานผู้เกี่ยวข้องเพื่อตัดสินใจในการเลือกตำแหน่งหม้อแปลง โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดที่มาในการคำนวณดังนี้

4.3.1 รูปแบบที่ 1 หม้อแปลง 225 kVA 5 ลูก

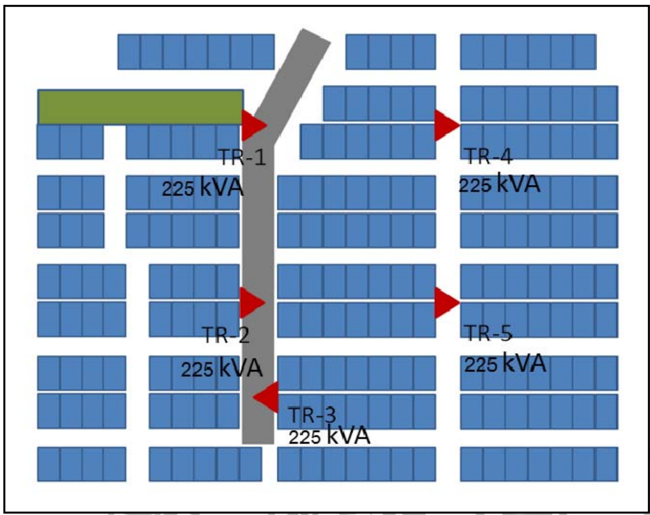
TR 225 kVA	Im (TR)	1P 5/15A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1025.586	11.25	0.9	101.25	337.5	1025.586	10	162.3265
11 ถึง 20			0.8	90			10	
21 ถึง 30			0.7	78.75			10	
31 ถึง 40			0.6	67.5			10	
41 ถึง n			0.5	688.0865	688.0865		122.3265	

TR 225 kVA	Im (TR)	1P 15/45A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1025.586	33.75	0.9	303.75	1012.5	1025.586	10	40.7755
11 ถึง 20			0.8	270			10	
21 ถึง 30			0.7	236.25			10	
31 ถึง 40			0.6	202.5			10	
41 ถึง n			0.5	13.08648	13.08648		0.775495	

TR 225 kVA	Im (TR)	1P 30/100A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1025.586	75	0.9	675	675	1025.586	10	15.84311
11 ถึง 20			0.8	350.5865	350.5865		5.843108	
21 ถึง 30			0.7					
31 ถึง 40			0.6					
41 ถึง n			0.5					

ตารางที่ 4 แสดงความสามารถการจ่ายกระแสของหม้อแปลงขนาด 225 kVA

จากตารางที่ 4 จะได้ว่าหม้อแปลง 225 kVA สามารถจ่ายกระแสให้บ้านที่ใช้มิเตอร์ 1P 15/45 ได้ 41 หลัง



ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างการวางตำแหน่งหม้อแปลง รูปแบบที่ 1

4.3.2 รูปแบบที่ 2 หม้อแปลง 300 kVA 4 ลูก

TR 300 kVA	Im (TR)	1P 5/15A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1367.449	11.25	0.9	101.25	337.5	1367.449	10	223.102
11 ถึง 20			0.8	90			10	
21 ถึง 30			0.7	78.75			10	
31 ถึง 40			0.6	67.5			10	
41 ถึง n			0.5	1029.949	1029.949		183.102	
TR 300 kVA	Im (TR)	1P 15/45A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1367.449	33.75	0.9	303.75	1012.5	1367.449	10	61.03399
11 ถึง 20			0.8	270			10	
21 ถึง 30			0.7	236.25			10	
31 ถึง 40			0.6	202.5			10	
41 ถึง n			0.5	354.9486	354.9486		21.03399	
TR 300 kVA	Im (TR)	1P 30/100 Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1367.449	75	0.9	675	1275	1367.449	10	21.54081
11 ถึง 20			0.8	600			10	
21 ถึง 30			0.7	92.44864	92.44864		1.540811	
31 ถึง 40			0.6					
41 ถึง n			0.5					

ตารางที่ 5 แสดงความสามารถการจ่ายกระแสของหม้อแปลงขนาด 300 kVA

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าหม้อแปลง 300 kVA สามารถจ่ายกระแสให้บ้านที่ใช้มิเตอร์ 1P 15/45 ได้ 61 หลัง

ภาพที่ 12 แสดงตัวอย่างการวางตำแหน่งหม้อแปลง รูปแบบที่ 2

4.3.3 รูปแบบที่ 3 หม้อแปลง 500 kVA 2 ลูก

TR 500 kVA	Im (TR)	1P 5/15A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total(A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	2279.081	11.25	0.9	101.25	337.5	2279.081	10	385.17
11 ถึง 20			0.8	90			10	
21 ถึง 30			0.7	78.75			10	
31 ถึง 40			0.6	67.5			10	
41 ถึง n			0.5	1941.581	1941.581		345.17	

TR 500 kVA	Im (TR)	1P 15/45A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total(A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	2279.081	33.75	0.9	303.75	1012.5	2279.081	10	115.0567
11 ถึง 20			0.8	270			10	
21 ถึง 30			0.7	236.25			10	
31 ถึง 40			0.6	202.5			10	
41 ถึง n			0.5	1266.581	1266.581		75.05666	

TR 500 kVA	Im (TR)	1P 30/100A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total(A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	2279.081	75	0.9	675	2250	2279.081	10	40.7755
11 ถึง 20			0.8	600			10	
21 ถึง 30			0.7	525			10	
31 ถึง 40			0.6	450			10	
41 ถึง n			0.5	29.08107	29.08107		0.775495	

ตารางที่ 6 แสดงความสามารถการจ่ายกระแสของหม้อแปลงขนาด 500 kVA

จากตารางที่ 6 จะได้ว่าหม้อแปลง 500 kVA สามารถจ่ายกระแสให้บ้านที่ใช้มิเตอร์ 1P 15/45 ได้ 115 หลัง

ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างการวางตำแหน่งหม้อแปลง รูปแบบที่ 3

4.3.4 รูปแบบที่ 4 หม้อแปลง 500 kVA 1 ลูก, 225 kVA 3 ลูก

จากตารางที่ 4 จะได้ว่าหม้อแปลง 225 kVA สามารถจ่ายกระแสให้บ้านที่ใช้มิเตอร์ 1P 15/45 ได้ 41 หลัง และจากตารางที่ 6 จะได้ว่าหม้อแปลง 500 kVA สามารถจ่ายกระแสให้บ้านที่ใช้มิเตอร์ 1P 15/45 ได้ 115 หลัง

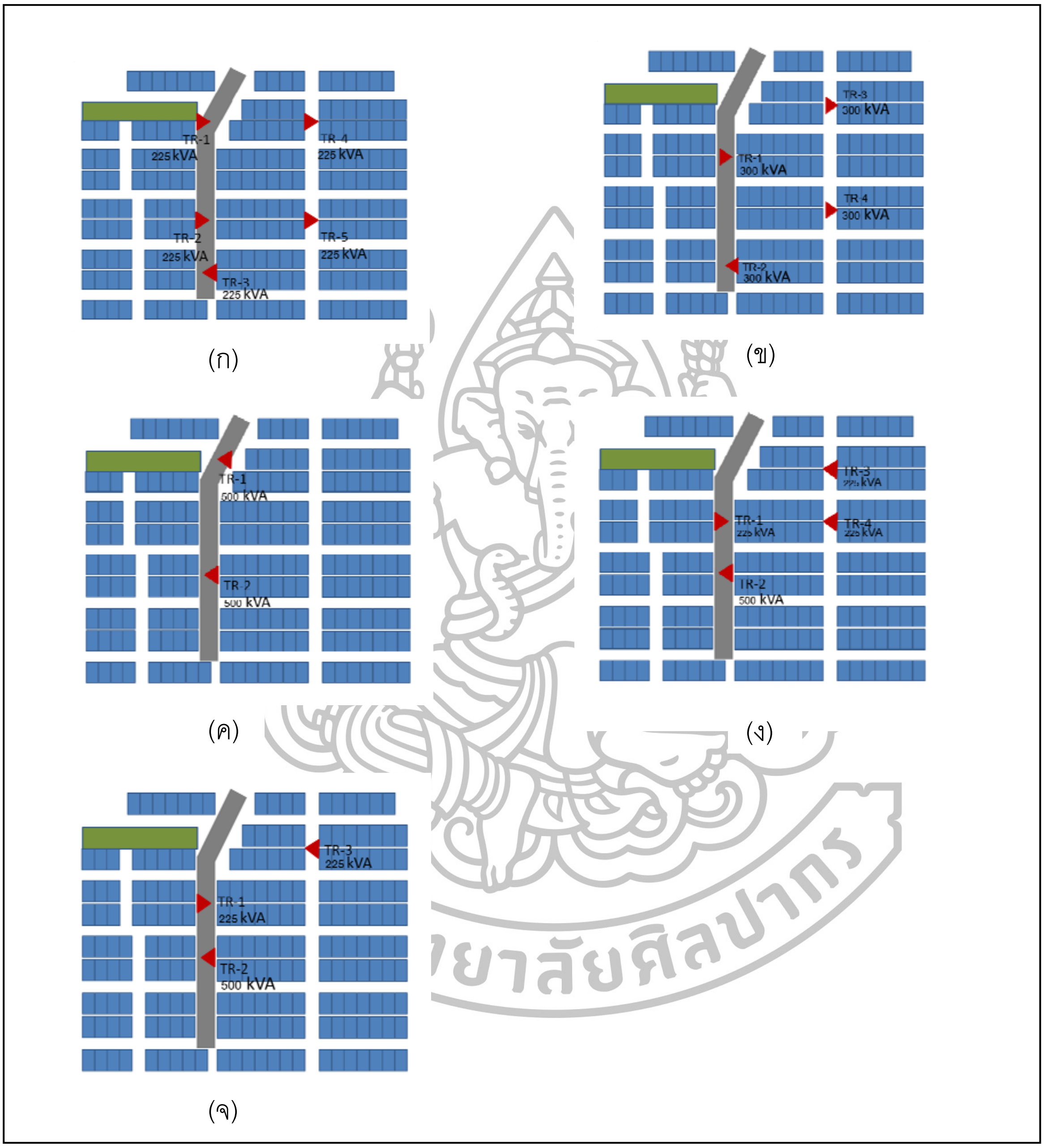
ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างการวางตำแหน่งหม้อแปลงรูปแบบที่4

4.3.5 รูปแบบที่ 5 หม้อแปลง 500 kVA 1 ลูก, 300 kVA 2 ลูก

จากตารางที่ 5 จะได้ว่าหม้อแปลง 300 kVA สามารถจ่ายกระแสให้บ้านที่ใช้มิเตอร์ 1P 15/45 ได้ 61 หลัง และจากตารางที่ 6 จะได้ว่าหม้อแปลง 500 kVA สามารถจ่ายกระแสให้บ้านที่ใช้มิเตอร์ 1P 15/45 ได้ 115 หลัง

ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างวางตำแหน่งหม้อแปลงรูปแบบที่ 5

สรุปการวางตำแหน่งหม้อแปลงทั้ง 5 รูปแบบเพื่อให้ทางโครงการจัดสรรได้เลือกแบบที่เหมาะสมกับการรูปแบบการขายของโครงการนั้นๆ ได้ดังนี้



ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างสรุปการวางตำแหน่งหม้อแปลงทั้ง 5 รูปแบบ

(ก) รูปแบบที่ 1 (ข) รูปแบบที่ 2

(ค) รูปแบบที่ 3 (ค) รูปแบบที่ 4

(จ) รูปแบบที่ 5

4.4 จากผังสรุปให้ทางการตลาดเลือก ได้เลือกรูปแบบที่ 3 ดังนั้นการดำเนินขั้นตอนต่อไปคือการใส่เสาไฟฟ้าลงในผัง PRE DESIGN ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.4.1 เสาไฟฟ้าแรงกลาง (ขนาด 10 เมตร) จากหม้อแปลงถึงหม้อแปลง ระยะห่างเสาไฟแต่ละต้นต้องไม่เกิน 35 เมตร และตำแหน่งเสาไฟฟ้าจะต้องติดตั้งตามแนวถนน บริเวณที่เป็นมุมโค้งจะต้องมีเสาไฟฟ้ารับสายไฟฟ้าเพื่อให้เป็นแนวเดียวกับถนน

ภาพที่ 17 แสดงตัวอย่างการใส่เสาไฟฟ้าแรงกลาง 10 เมตร

4.4.2 เสาไฟฟ้าแรงต่ำ (ขนาด 8.5 เมตร) จากหม้อแปลงถึงบ้านแต่ละหลัง โดยเสาไฟฟ้า 1 ต้นสามารถติดตั้งมิเตอร์บ้านได้ 4 หลัง และสามารถพาดสายข้ามถนนขนาดไม่เกิน 10 เมตรได้ โดยตำแหน่งเสาไฟฟ้าจะต้องติดตั้งตามแนวถนน บริเวณที่เป็นมุมโค้งและต้นซอยจะต้องมีเสาไฟฟ้ารับสายไฟฟ้าเพื่อให้ได้กำลังการยึดจับและเป็นแนวเดียวกับถนน ซึ่งขั้นตอนการปักเสาที่ต้องจัดทำให้ทางฝ่ายการตลาดเลือก โดยหลักการเลือกคือ เลือกจากทิศทางที่แสงแดดส่องเข้าบ้าน ดังตัวอย่างผังนี้จะได้ มี 2 แบบ คือ

4.4.2.1 แบบเสาไฟฟ้าอยู่บ้านฝั่งบน จะได้ผังดังนี้

ภาพที่ 18 แสดงตัวอย่างการใส่เสาไฟฟ้าบ้านฝั่งบน

4.4.2.2 แบบเสาไฟฟ้าอยู่บ้านฝั่งล่าง จะได้ผังดังนี้

ภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างการใส่เสาไฟฟ้าบ้านฝั่งล่าง

และเมื่อฝ่ายการตลาดทำการเลือกแบบเสาไฟฟ้าที่เหมาะสมกับแนวทางการขายแล้ว จะได้ผัง PRE DESIGN ส่งให้การไฟฟ้าดำเนินการต่อไป

5. สรุปปัญหาที่พบในการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า

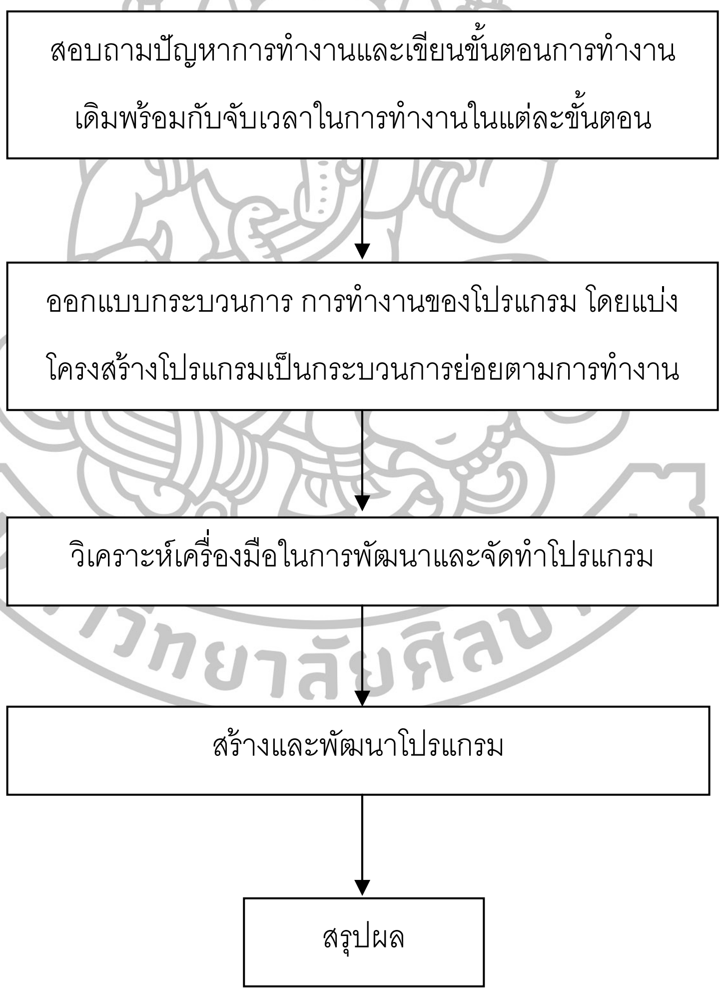
จากหัวข้อที่ 4 ตัวอย่างการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรร จะเห็นได้ว่าการออกแบบมีขั้นตอนการคำนวณที่ต้องทำงานซ้ำกระบวนการเดิม โดยจำนวนขั้นตอนการทำซ้ำจะเกิดขึ้นและถูกกำหนดตามเงื่อนไขของขนาดและจำนวนหม้อแปลงดังนั้น วิศวกรจะต้องคำนวณจำลองการออกแบบในเงื่อนไขต่างๆ ให้ทางฝ่ายการตลาดตัดสินใจ หากมีการปรับและออกแบบใหม่ตามความต้องการของฝ่ายการตลาดก็จะต้องคำนวณใหม่เป็นการเสียเวลาในการทำงาน

จากการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องในการทำงานออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรร ได้ข้อสรุปว่าหากมีโปรแกรมในการช่วยคำนวณ ปัญหาจากความล่าช้าในการทำงานซ้ำใหม่ตั้งแต่แรกเนื่องจากการปรับย้ายตามความต้องการของฝ่ายการตลาดและวิศวกรก็จะลดลงเป็นอย่างมาก ทำให้ระยะเวลาในการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าในโครงการบ้านจัดสรรน้อยลง สามารถแก้ปัญหาที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 ได้ทั้งหมด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาโปรแกรม

เพื่อแก้ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานในบทที่ 2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาดังกล่าว เนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีศักยภาพสูงและสามารถพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ได้โดยมีค่าใช้จ่ายน้อย โดยมีวิธีการดำเนินการศึกษาเป็นขั้นตอนลำดับแผนงานต่อไปนี้



ภาพที่ 20 แสดงแผนภูมิขั้นตอนวิธีการดำเนินศึกษาโปรแกรม

1. สรุประยะเวลาในการทำงานปัจจุบัน

จากการสัมภาษณ์ผู้ทำงานสรุปเวลาในการทำงานปัจจุบันได้ดังนี้

1.ทำแบบผังวางบ้านให้ได้มาตรฐานตามแบบไฟฟ้า (1 ชั่วโมง)

2.นับจำนวนบ้าน (30 นาที)

3.คำนวณหม้อแปลง แนวทางเลือกหม้อแปลง 4 รูปแบบ (20 ชั่วโมง)

4.พิจารณาวางตำแหน่งหม้อแปลง (3 ชั่วโมง)

5.วางตำแหน่งเสาไฟฟ้า (3 ชั่วโมง)

6. ตรวจสอบความถูกต้อง (1 ชั่วโมง)

ภาพที่ 21 แสดงแผนภูมิสรุปเวลาในการทำงานที่ทำปัจจุบัน

สรุปรวมระยะเวลาในการดำเนินการเฉลี่ย 24 ชั่วโมง คิดเป็นเวลาในการทำงาน 4 วัน

2. การออกแบบกระบวนการในการทำงานของโปรแกรม

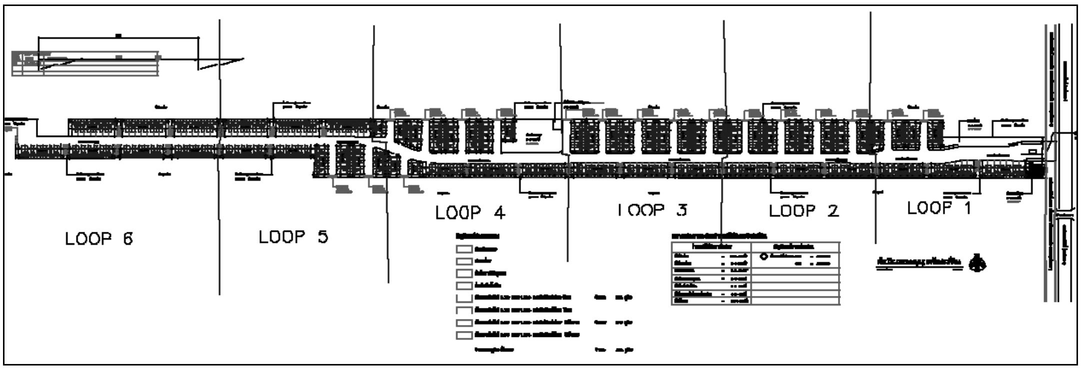
จากการสัมภาษณ์กลุ่มพนักงานที่เกี่ยวข้อง ได้ข้อมูลว่าในขั้นตอนการทำงานผังวางบ้านมี Template ของบริษัทที่เป็นมาตรฐานในการทำงานแล้ว โดย Layer มาตรฐานที่ใช้ในงานผังไฟฟ้าที่ต้องแสดงทั้งหมด 7 Layer คือ Data-th57-Num, Data-th57-Style, set_back, Site-inline, Site-outline, Siteinline, eepole, Type บ้าน เป็น Layer มาตรฐานที่ใช้ในการทำงานผังร่างไฟฟ้าใช้ทำงานในขั้นตอนต่อไปได้

การศึกษา-สัมภาษณ์ ผู้ที่เกี่ยวข้องและรวบรวมข้อมูล-ความต้องการของผู้ใช้ สรุปได้ว่าโปรแกรมควรจะต้องมีการทำงานเป็นกระบวนการย่อยในแต่ละการทำงาน โดยกระบวนการย่อยการทำงานมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 กระบวนการ Set standard ผัง

การ Set standard ผัง หมายถึงกระบวนการทำให้ผังอยู่ในมาตรฐานการทำงานโดยการจัด Layer ที่ใช้งานเป็น Layer ของงานไฟฟ้า ปิด Layer งานที่ไม่เกี่ยวข้อง และจัดทำสีพื้นหลังของงานสถาปัตย์เป็นสีจางเพื่อที่ทำให้มองเห็นงานระบบไฟฟ้าได้ชัดเจน

เริ่มกระบวนการโดยผู้ใช้เปิดผังวางบ้านและเฟสการก่อสร้างที่ได้จากฝ่ายการตลาดบ้านเพื่อเริ่มการทำงาน



ภาพที่ 22 แสดงตัวอย่างผังเริ่มการทำงาน

และในขั้นตอนการ Set standard นี้โปรแกรมจะต้องทำการ Insert Block มาตรฐานเพื่อให้โปรแกรมเก็บไว้ในคลังข้อมูลเพื่อนำมาแสดงผลในขั้นตอนต่อๆ ไปได้ ดังนั้นโปรแกรมจึงต้องทำการ Insert block มาตรฐานทั้งหมดเข้ามาแล้วทำการลบโดยอัตโนมัติ จากนั้นทำการ Zoom Extents เป็นการจบขั้นตอนการ set standard

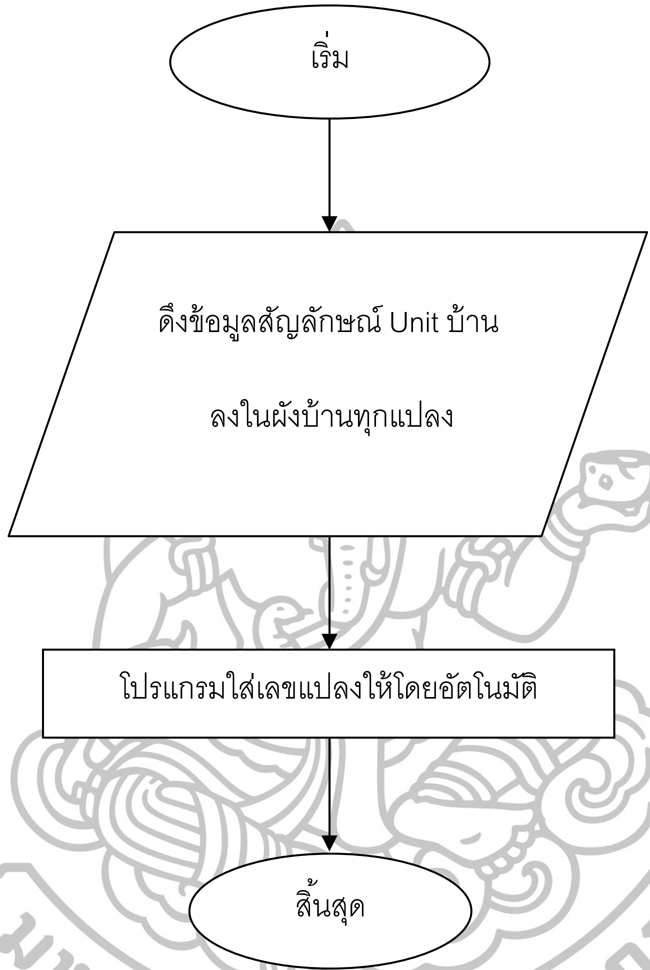
Block มาตรฐาน ต่างๆ มีดังนี้

- Block หม้อแปลงขนาดต่างๆ (160kVA, 225 kVA, 250 kVA, 300 kVA, 500 kVA, 750 kVA, 1000 kVA) โดย Block หม้อแปลงจะมี Guideline ระยะแนะนำในการกำหนดตำแหน่ง เป็นตัวแสดงให้ผู้ใช้สะดวกในการทำหนดโดยเส้น Guideline นี้จะไม่แสดงในการพิมพ์
- Block สัญลักษณ์ Unit บ้าน ตามขนาด Meter (15/45,30/100)
- Block เสาไฟฟ้าตามขนาดความกว้างหน้าบ้าน (5.0 เมตร, 5.7 เมตร)

แผนผังกระบวนการขั้นตอนเป็นดังนี้

ภาพที่ 23 แสดง Work flow กระบวนการ Set standard ผัง

2.2 กระบวนการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ Unit บ้าน



ภาพที่ 24 แสดง Work flow กระบวนการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ UNIT บ้าน

2.3 [1]กระบวนการคำนวณและกำหนดตำแหน่งหม้อแปลง

การคำนวณหม้อแปลงในการทำงานปกติ การคำนวณสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

หม้อแปลง 160kVA

TR 160 kVA	Im (TR)	1P 5/15A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	729.3059	11.25	0.9	101.25	337.5	729.3059	10	109.6544
11 ถึง 20			0.8	90			10	
21 ถึง 30			0.7	78.75			10	
31 ถึง 40			0.6	67.5			10	
41 ถึง n			0.5	391.8059	391.8059		69.65439	
TR 160 kVA	**Im (TR)**	**1P 15/45A Iz**	**Co-in**	**Isum**	**Sum**	**Total (A)**	**Unit**	**Sum Unit**
1 ถึง 10	729.3059	33.75	0.9	303.75	715.5	729.3059	10	26
11 ถึง 20			0.8	270			10	
21 ถึง 30			0.7	141.75			6	
31 ถึง 40			0.6	13.80594	13.80594			
41 ถึง n								
TR 160 kVA	**Im (TR)**	**1P 30/100A Iz**	**Co-in**	**Isum**	**Sum**	**Total (A)**	**Unit**	**Sum Unit**
1 ถึง 10	729.3059	75	0.9	675	675	729.3059	10	10.9051
11 ถึง 20			0.8	54.30594	54.30594		0.905099	
21 ถึง 30			0.7					
31 ถึง 40			0.6					
41 ถึง n			0.5					

ตารางที่ 7 แสดงความสามารถการจ่ายกระแสของหม้อแปลงขนาด 160 kVA

อธิบายสัญลักษณ์และตัวย่อ

TR คือ หม้อแปลง (TRANSFORMER) หน่วยเป็น kVA

n คือ จำนวน Unit บ้าน หน่วยเป็น หลัง

Im (TR) คือ พิกัดกระแสสูงสุดของหม้อแปลงที่สามารถจ่ายได้ หน่วยเป็น แอมแปร์

1P 5/15 (Iz) คือ พิกัดกระแสของเครื่องวัด 1P 5/15 หน่วยเป็น แอมแปร์

1P 15/45 (Iz) คือ พิกัดกระแสของเครื่องวัด 1P 15/45 หน่วยเป็น แอมแปร์

1P 30/100 (Iz) คือ พิกัดกระแสของเครื่องวัด 1P 30/100 หน่วยเป็น แอมแปร์

Co-in คือ ตัวเลขตัวคูณลดเพื่อปรับลดโหลดการใช้ไฟฟ้าตามการใช้งานจริงของผู้อยู่อาศัย

Sum Unit คือ จำนวนบ้านทั้งหมดที่หม้อแปลงสามารถจ่ายได้

[1] นพดล กันทาทิศ . “การออกแบบจ่ายไฟฟ้าในพื้นที่จัดสรร.” (เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการออกแบบจ่ายไฟฟ้าของพื้นที่จัดสรร.)

ตัวอย่างอธิบายการใช้ตาราง

จากตารางได้ข้อมูลดังนี้คือ

หม้อแปลง 160 kVA สามารถจ่ายให้บ้านที่ใช้ เครื่องวัด(มิเตอร์) 1P 5/15 ได้ทั้งหมด 109 หลัง

หม้อแปลง 160 kVA สามารถจ่ายให้บ้านที่ใช้ เครื่องวัด(มิเตอร์) 1P 15/45 ได้ทั้งหมด 26 หลัง

หม้อแปลง 160 kVA สามารถจ่ายให้บ้านที่ใช้ เครื่องวัด(มิเตอร์) 1P 30/100 ได้ทั้งหมด 30 หลัง

หากใช้หม้อแปลงขนาดอื่น ๆ พิจารณาได้จากข้อมูลดังนี้

หม้อแปลง 225kVA

TR 225 kVA	Im (TR)	1P 5/15A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1025.586	11.25	0.9	101.25	337.5	1025.586	10	162.3265
11 ถึง 20			0.8	90			10	
21 ถึง 30			0.7	78.75			10	
31 ถึง 40			0.6	67.5			10	
41 ถึง n			0.5	688.0865	688.0865		122.3265	

TR 225 kVA	Im (TR)	1P 15/45A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1025.586	33.75	0.9	303.75	1012.5	1025.586	10	40.7755
11 ถึง 20			0.8	270			10	
21 ถึง 30			0.7	236.25			10	
31 ถึง 40			0.6	202.5			10	
41 ถึง n			0.5	13.08648	13.08648		0.775495	

TR 225 kVA	Im (TR)	1P 30/100A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1025.586	75	0.9	675	675	1025.586	10	15.84311
11 ถึง 20			0.8	350.5865	350.5865		5.843108	
21 ถึง 30			0.7					
31 ถึง 40			0.6					
41 ถึง n			0.5					

ตารางที่ 8 แสดงความสามารถการจ่ายกระแสของหม้อแปลงขนาด 225 kVA

หม้อแปลง 300kVA

TR 300 kVA	Im (TR)	1P 5/15A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1367.449	11.25	0.9	101.25	337.5	1367.449	10	223.102
11 ถึง 20			0.8	90			10	
21 ถึง 30			0.7	78.75			10	
31 ถึง 40			0.6	67.5			10	
41 ถึง n			0.5	1029.949	1029.949		183.102	

TR 300 kVA	Im (TR)	1P 15/45A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1367.449	33.75	0.9	303.75	1012.5	1367.449	10	61.03399
11 ถึง 20			0.8	270			10	
21 ถึง 30			0.7	236.25			10	
31 ถึง 40			0.6	202.5			10	
41 ถึง n			0.5	354.9486	354.9486		21.03399	

TR 300 kVA	Im (TR)	1P 30/100 Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	1367.449	75	0.9	675	1275	1367.449	10	21.54081
11 ถึง 20			0.8	600			10	
21 ถึง 30			0.7	92.44864	92.44864		1.540811	
31 ถึง 40			0.6					
41 ถึง n			0.5					

ตารางที่ 9 แสดงความสามารถการจ่ายกระแสของหม้อแปลงขนาด 300 kVA

หม้อแปลง 500 kVA

TR 500 kVA	Im (TR)	1P 5/15A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total(A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	2279.081	11.25	0.9	101.25	337.5	2279.081	10	385.17
11 ถึง 20			0.8	90			10	
21 ถึง 30			0.7	78.75			10	
31 ถึง 40			0.6	67.5			10	
41 ถึง n			0.5	1941.581	1941.581		345.17	

TR 500 kVA	Im (TR)	1P 15/45A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total(A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	2279.081	33.75	0.9	303.75	1012.5	2279.081	10	115.0567
11 ถึง 20			0.8	270			10	
21 ถึง 30			0.7	236.25			10	
31 ถึง 40			0.6	202.5			10	
41 ถึง n			0.5	1266.581	1266.581		75.05666	

TR 500 kVA	Im (TR)	1P 30/100A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total(A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10	2279.081	75	0.9	675	2250	2279.081	10	40.7755
11 ถึง 20			0.8	600			10	
21 ถึง 30			0.7	525			10	
31 ถึง 40			0.6	450			10	
41 ถึง n			0.5	29.08107	29.08107		0.775495	

ตารางที่ 10 แสดงความสามารถการจ่ายกระแสของหม้อแปลงขนาด 500 kVA

หม้อแปลง 750 kVA

TR 750 kVA	Im (TR)	1P 5/15A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total(A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10			0.9	101.25			10	
11 ถึง 20			0.8	90	337.5		10	
21 ถึง 30	3418.622	11.25	0.7	78.75		3418.622	10	587.755
31 ถึง 40			0.6	67.5			10	
41 ถึง n			0.5	3081.122	3081.122		547.755	

TR 750 kVA	Im (TR)	1P 15/45A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total(A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10			0.9	303.75			10	
11 ถึง 20			0.8	270	1012.5		10	
21 ถึง 30	3418.622	33.75	0.7	236.25		3418.622	10	182.585
31 ถึง 40			0.6	202.5			10	
41 ถึง n			0.5	2406.122	2406.122		142.585	

TR 750 kVA	Im (TR)	1P 30/100A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total(A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10			0.9	675			10	
11 ถึง 20			0.8	600	2250		10	
21 ถึง 30	3418.622	75	0.7	525		3418.622	10	71.16324
31 ถึง 40			0.6	450			10	
41 ถึง n			0.5	1168.622	1168.622		31.16324	

ตารางที่ 11 แสดงความสามารถการจ่ายกระแสของหม้อแปลงขนาด 750 KV

หม้อแปลง 1000 kVA

TR 1000 kVA	Im (TR)	1P 5/15A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10			0.9	101.25			10	
11 ถึง 20			0.8	90	337.5		10	
21 ถึง 30	4558.162	11.25	0.7	78.75		4558.162	10	790.3399
31 ถึง 40			0.6	67.5			10	
41 ถึง n			0.5	4220.662	4220.662		750.3399	

TR 1000 kVA	Im (TR)	1P 15/45A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10			0.9	303.75			10	
11 ถึง 20			0.8	270	1012.5		10	
21 ถึง 30	4558.162	33.75	0.7	236.25		4558.162	10	250.1133
31 ถึง 40			0.6	202.5			10	
41 ถึง n			0.5	3545.662	3545.662		210.1133	

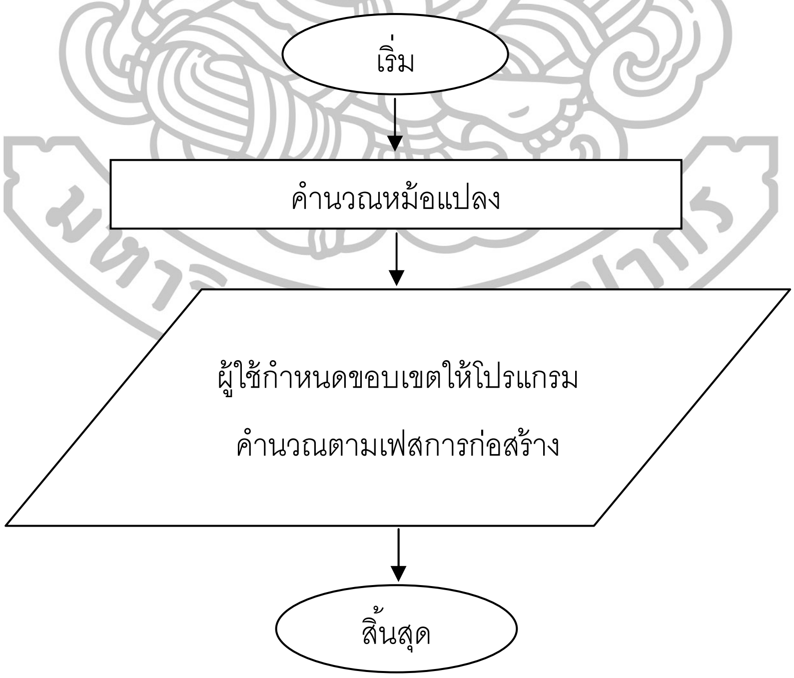
TR 1000 kVA	Im (TR)	1P 30/100A Iz	Co-in	Isum	Sum	Total (A)	Unit	Sum Unit
1 ถึง 10			0.9	675			10	
11 ถึง 20			0.8	600	2250		10	
21 ถึง 30	4558.162	75	0.7	525		4558.162	10	101.551
31 ถึง 40			0.6	450			10	
41 ถึง n			0.5	2308.162	2308.162		61.55099	

ตารางที่ 12 แสดงความสามารถการจ่ายกระแสของหม้อแปลงขนาด 1000 kVA

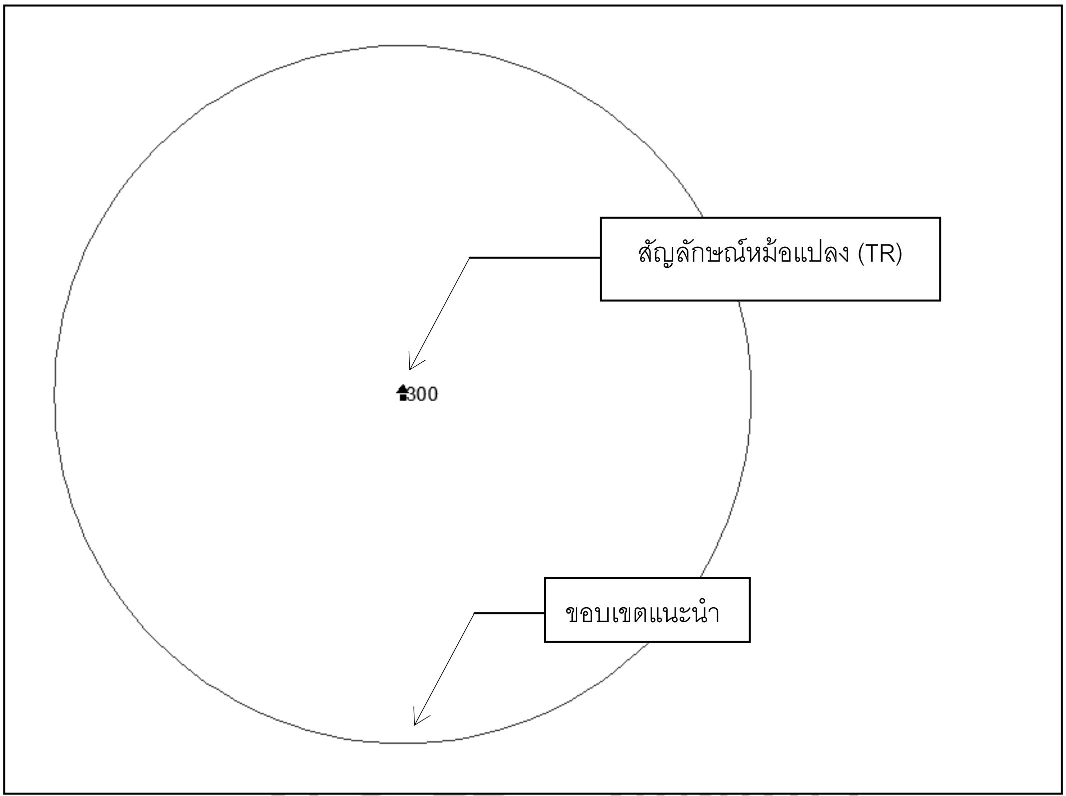
จากตารางสรุปของการไฟฟ้านครหลวงที่กล่าวมาขั้นต้น ในการออกแบบโปรแกรม สรุปสมการและเงื่อนไขเพื่อใช้จัดทำคำสั่งโปรแกรมเพื่อประมวลผลได้ดังนี้

เงื่อนไข (Condition)	กระแส (i)
1=<n=<10	[n*0.9*30]
11=<n=<20	270+ [(n-10)*0.8*30]
21=<n=<30	510+ [(n-20)*0.7*30]
31=<n=<40	720+ [(n-30)*0.6*30]
41=<n=<50	900+ [(n-40)*0.5*30]
51=<n	1050+ [(n-50)*0.5*30]

โปรแกรมจะต้องทำการนับจำนวนบ้านทั้งหมดตามการแบ่งเฟสในแต่ละเฟสการก่อสร้างนำมาคำนวนกระแสที่ต้องใช้ตามสูตรและเงื่อนไขแล้วแสดงผลว่าได้ขนาดหม้อแปลงเท่าไรจากนั้นโปรแกรมจะทำการเรียกใช้ Block สัญลักษณ์มาตรฐานหม้อแปลงให้ผู้ใช้เลือกกำหนดตำแหน่งที่ต้องการโดยมีขอบเขตแนะนำเป็นตัวช่วยแนะนำระยะห่างในการวาง



ภาพที่ 25 แสดง Work flow กระบวนการคำนวณหม้อแปลง



ภาพที่ 26 แสดงขอบเขตแนะนำการกำหนดตำแหน่งหม้อแปลงของโปรแกรม

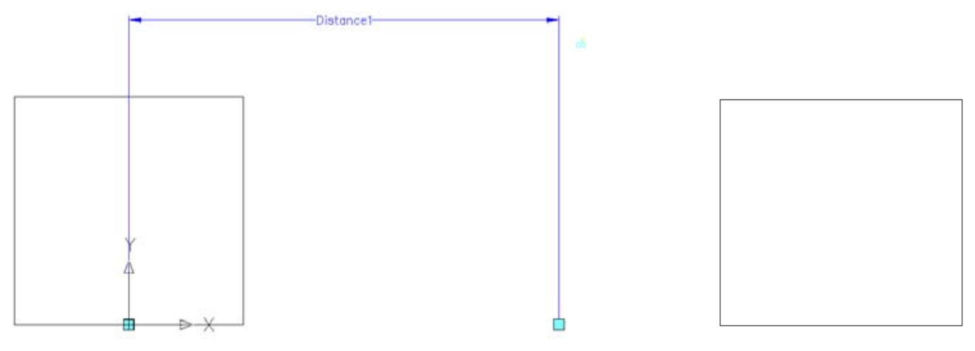
2.4 กระบวนการกำหนดตำแหน่งเสาไฟฟ้า

จากข้อมูลผังต่างๆ ในการทำงานมีการวางบ้านที่ต้องนำมาออกแบบ Block ในการวางสัญลักษณ์เสาไฟฟ้า 2 แบบคือ

2.4.1 ผังที่ระยะความกว้างที่ดินบ้านตายตัวเช่น หน้ากว้าง 5.7เมตรหรือ 6.0 เมตร เท่ากันทั้งซอยหรือทั้งโครงการเป็นต้น

2.4.2 ผังที่ระยะความกว้างที่ดินไม่ตายตัวเช่นผังที่บ้านแต่ละซอยมีความกว้างไม่เท่ากันหรือผังที่มีลักษณะโค้งเว้าเป็นต้น

ดังนั้นข้อมูลในโปรแกรมจึงต้องมี Block สัญลักษณ์เสาไฟฟ้า 2 ประเภท โดยผังที่มีระยะความกว้างตายตัวจะใช้เป็น Dynamic Block ที่มี Array กำหนดระยะหน้าบ้านเพื่อให้ผู้ใช้สะดวกในการกำหนดตำแหน่งเสาไฟฟ้า โดยผู้ใช้เพียงกำหนดจุดเริ่มและสิ้นสุดจะได้ชุดเสาไฟฟ้าตามความกว้างหน้าบ้านโดยอัตโนมัติ และผังที่มีระยะความกว้างไม่ตายตัว Block สัญลักษณ์ที่ใช้จะเป็น Block ที่ไม่มี Array ทำให้ผู้ใช้ต้องกำหนดเองทั้งหมดในส่วนของผังที่ไม่ตายตัว



ภาพที่ 27 แสดง Block สัญลักษณ์เสาไฟฟ้า

(ก) Block สัญลักษณ์เสาไฟฟ้าสำหรับผังระยะบ้านตายตัว

(ข) Block สัญลักษณ์เสาไฟฟ้าสำหรับผังระยะบ้านไม่ตายตัว

3. การวิเคราะห์เครื่องมือในการพัฒนาและจัดทำโปรแกรม

การวิเคราะห์เครื่องมือในการพัฒนาและจัดทำโปรแกรม ในการทำงานออกแบบผังร่างไฟฟ้านั้นออกแบบเป็นนามสกุลงาน .dwg โดยโปรแกรม AutoCAD ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบันมีคุณสมบัติใช้งานได้หลากหลายและมีความสามารถพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อใช้งานตามความต้องการของผู้ใช้ได้แต่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานโปรแกรมค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดค้นหาโปรแกรมที่มีศักยภาพเทียบเคียงในราคาที่ย่อมเยา โดยต้องมีความสามารถพัฒนาโปรแกรมเสริมได้เพื่อที่จะนำมาพัฒนาโปรแกรมผังร่างไฟฟ้า ฯ ได้

จากการศึกษาค้นคว้าโปรแกรมเขียนแบบรวมทั้งโปรแกรมออกแบบด้านไฟฟ้าพบว่ามีโปรแกรมที่เทียบเคียงโปรแกรม AutoCAD สามารถเขียนโปรแกรมเสริมได้ และเป็นโปรแกรมที่ให้ใช้งานได้ฟรีคือ [2]โปรแกรม NanoCAD Version 5.0 (ตั้งแต่ Version 6.0 จะต้องเสียค่าใช้จ่ายรายปี) โดยการพัฒนาสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การสั่งงานโดยใช้ คำสั่ง Script ซึ่งเขียนจาก Visual Basic Script, Java Script, LISP และการสร้างโปรแกรมเสริมโดยคำสั่งภาษา C++/C# API และ .NET API

---

[2]NanoCAD Key Features. **Why nano CAD.** เข้าถึงเมื่อ10 ธันวาคม 2558 เข้าถึงได้จาก http://nanocad.com/page/KeyFeatures

เนื่องจากโปรแกรมผังไฟฟ้ามีขั้นตอนที่ต้องใช้โปรแกรมช่วยหลายขั้นตอนรวมทั้ง มีการรับ-ส่งข้อมูลจากผู้ใช้ในแต่ละขั้นตอน ดังนั้นการทำโปรแกรมเสริมจึงเหมาะสมมากกว่าการใช้คำสั่งโดย Script เพราะฉะนั้นในการศึกษาจึงเลือกใช้การทำคำสั่ง C# API โดยใช้โปรแกรมช่วยพัฒนาคือ Microsoft Visual Studio

บทที่ 4

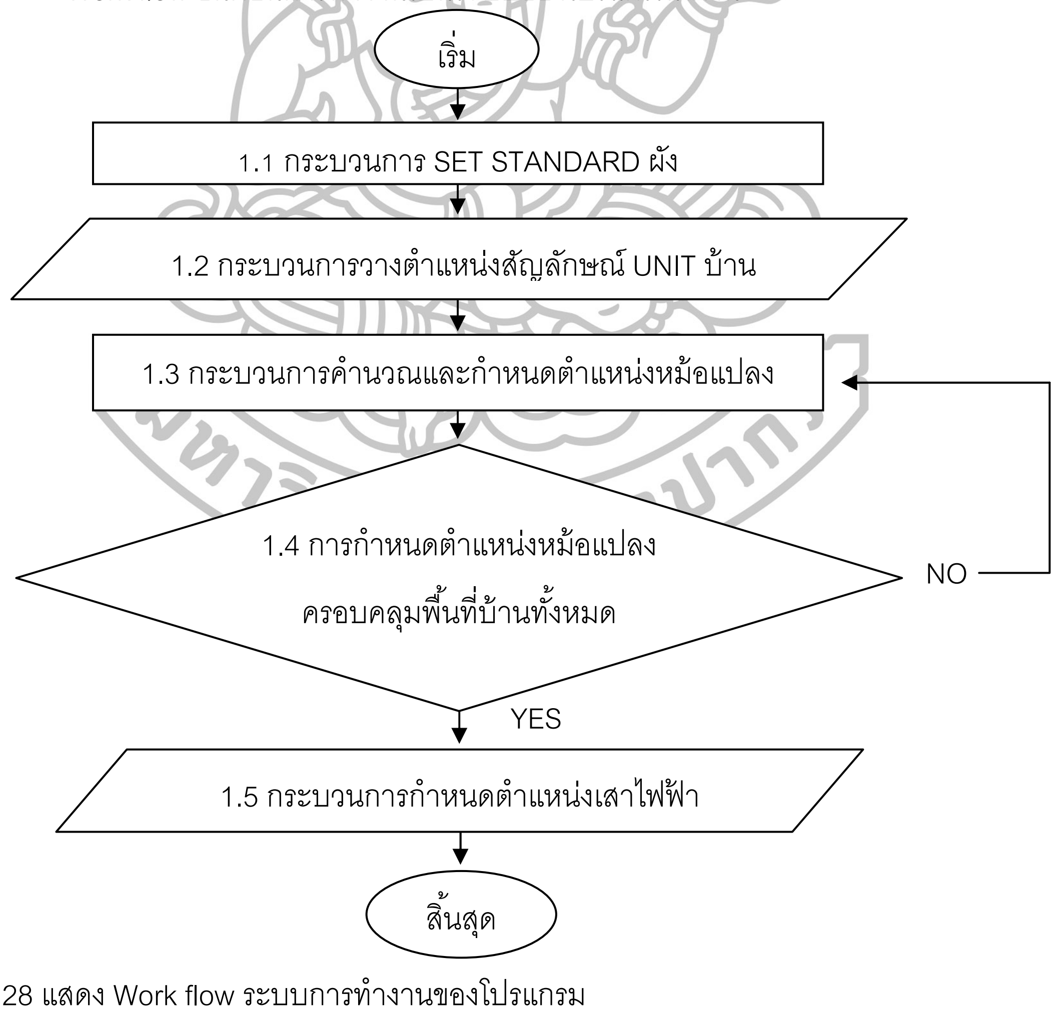
ผลการออกแบบและการใช้โปรแกรม

ผลการออกแบบโปรแกรมประกอบด้วย

1. ระบบการทำงานของโปรแกรม
2. Interface การติดต่อกับผู้ใช้
3. การทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. Output ผลลัพธ์ของโปรแกรม

1. ระบบการทำงานของโปรแกรม

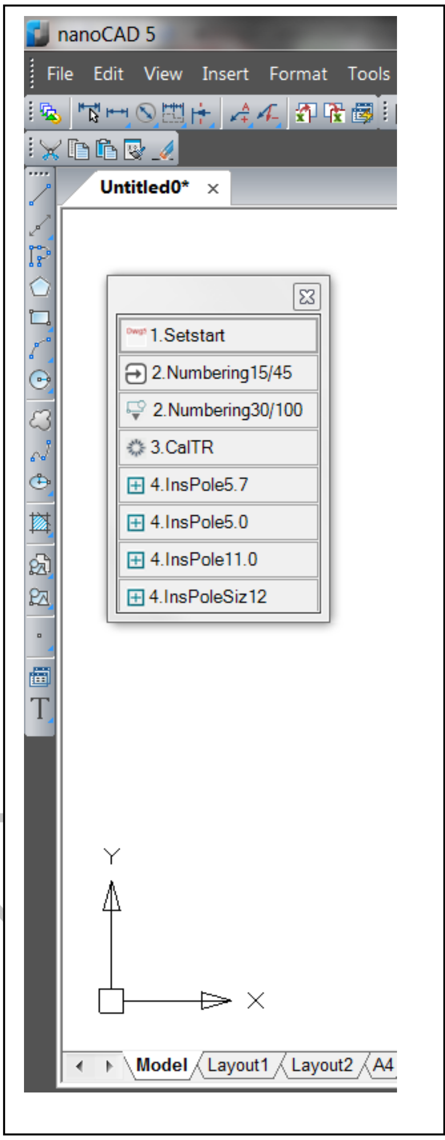
Work flow ขั้นตอนการทำงานเป็นระบบของโปรแกรมมีดังนี้



ภาพที่ 28 แสดง Work flow ระบบการทำงานของโปรแกรม

2. Interface **การติดต่อกับผู้ใช้**

เมื่อทำการเปิดโปรแกรมเพื่อใช้งาน โปรแกรมจะแสดงหน้าจอตามกระบวนการในการทำงานตามลำดับขั้นตอนโดยเรียงจากด้านบนสู่ด้านล่าง



ภาพที่ 29 แสดงเมนูหน้าจอทำงานของโปรแกรม

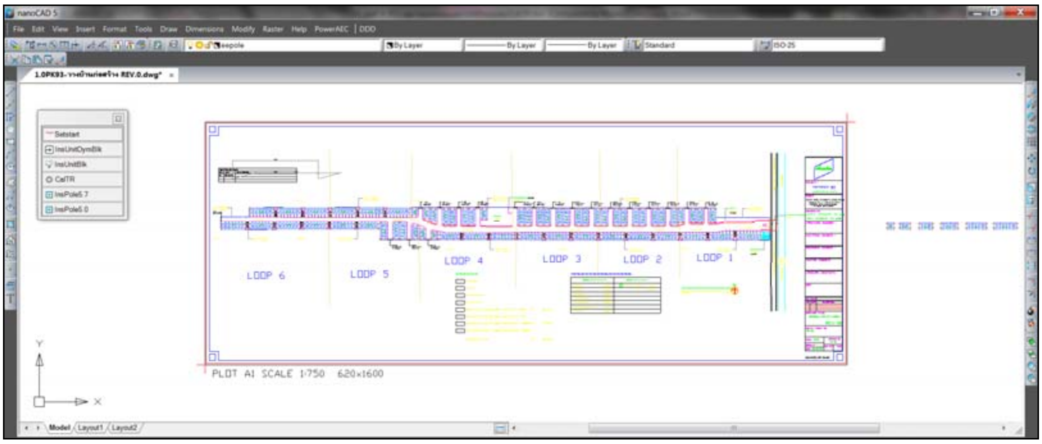
ในลำดับที่4 เป็นขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งเสาไฟฟ้า มี 4 แบบให้ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบการใช้เสาได้ตามเงื่อนไขที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

3. การทดสอบการทำงานของโปรแกรม

เริ่มทำการทดสอบโปรแกรม

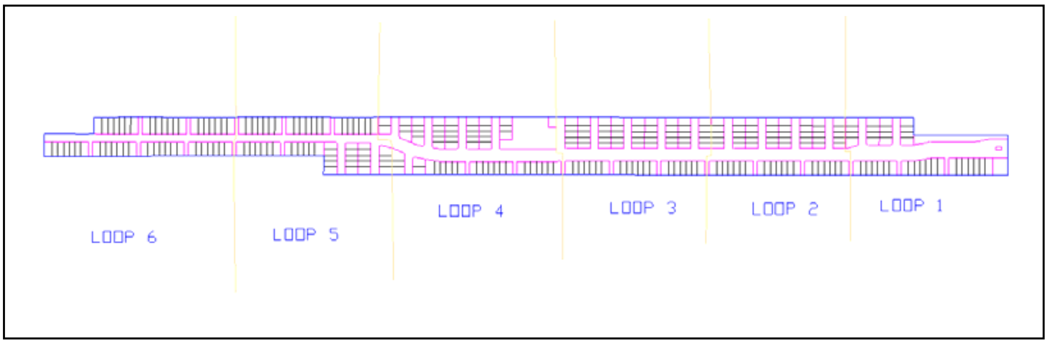
3.1 ขั้นตอน Set standard ผัง ทำการเปิดผังเริ่มแรกในการทำงาน

วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้คือ การทำให้ผังอยู่ในมาตรฐานการทำงานโดยการจัด Layer ที่ใช้งานเป็น Layer ของงานไฟฟ้า ปิด Layer งานที่ไม่เกี่ยวข้อง และจัดทำสีพื้นหลังของงานสถาปัตย์เป็นสีจางเพื่อที่ทำให้มองเห็นงานระบบไฟฟ้าได้ชัดเจน



ภาพที่ 30 แสดงผังเริ่มแรกในการทำงาน

การทำงานของคำสั่งเป็นดังนี้ โปรแกรมจะทำการ Set Layer ในการใช้งานคือ Layer- eepole, ทำการปิด Layer ที่ไม่ได้ใช้ในงานผังร่างไฟฟ้า และเปิด Layer ที่จำเป็นต้องใช้งานเท่านั้น จากนั้นโปรแกรมจะทำการ Insert Block ที่ต้องใช้งานไว้ในคลังข้อมูลของโปรแกรม โดยการ Insert แล้วทำการ Delete ออกไปหลังจากที่โปรแกรมเก็บข้อมูล Block เรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการ Zoom Extend เพื่อให้ผู้ใช้พร้อมทำงานขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 31 แสดงผลลัพธ์ของผังที่ได้ทำการ Set standard ผัง

3.2 ขั้นตอนการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ Unit บ้าน

วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้คือ การใส่ สัญลักษณ์ Block ลงไปในบ้านแต่ละ Unit เป็นการใส่เลขแทน เครื่องวัด (มิเตอร์) ซึ่งจะมี 2 Block คือ เครื่องวัด 1P 15/45 และเครื่องวัด 1P 30/100

โปรแกรมจะต้องมี Block มาตรฐาน 2 Block สำหรับ Load และ Id โดยได้กำหนด Attribute ประกอบไปด้วยข้อมูลต่อไปนี้

3.2.1. Block Unit 15/45

Id: 1545

Load: 30 A

3.2.2. Block Unit 30/100

Id: 30100

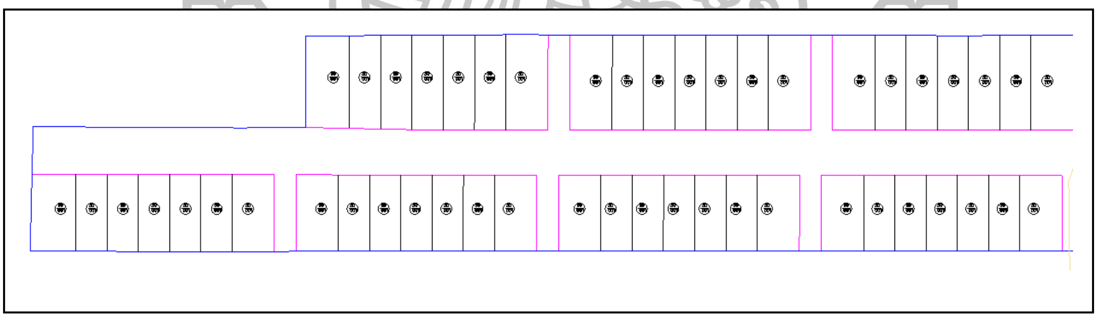
Load: 70 A

ผู้ใช้กดคำสั่งสำหรับกำหนดตำแหน่งที่จะวางสัญลักษณ์ลงในผังไปจนครบ โดยโปรแกรมจะทำการใส่เลขที่ให้โดยอัตโนมัติ

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมให้ใส่เลขสัญลักษณ์เรียงลำดับอัตโนมัติ

```
public static void numbering70A () // ชื่อกระบวนการคือ numbering70A
    {
        Point3d pt = AcadUtil.qGetPoint("Pick point"); // รับข้อมูลผู้ใช้กำหนดตำแหน่ง
        AcadUtil.Msg (pt.ToString());
        AcadUtil.SendCommand("_insert\n"); // โปรแกรมส่งคำสั่งเพื่อวางสัญลักษณ์
        AcadUtil.SendCommand("30\n"); //ใส่ชื่อ Block คือ 30 (แทนมิเตอร์ 1P30/100)
        AcadUtil.SendCommand(pt.ToString().Replace("(", "").Replace(")", "") +"\n");
```

```
AcadUtil.SendCommand("1\n");
AcadUtil.SendCommand("1\n");
AcadUtil.SendCommand("0\n");
ObjectId[] ids = PPCadJava.commonSelectAll();
int bCount = 0;
foreach (ObjectId id in ids)
{
  String blockName =  AcadUtil.getBlockName(id);
          if (blockName == "30")// || blockName == "nblock_30A")
  {
    bCount = bCount + 1; // โปรแกรมใส่ตัวเลขให้โดยเรียงลำดับเพิ่มขึ้นอัตโนมัติ
  }
}
   iIndex70 = iIndex70 + 1;
AcadUtil.Msg("iIndex70=" + iIndex70);
AcadUtil.SendCommand(iIndex70.ToString ("000") + "\n");
}
```

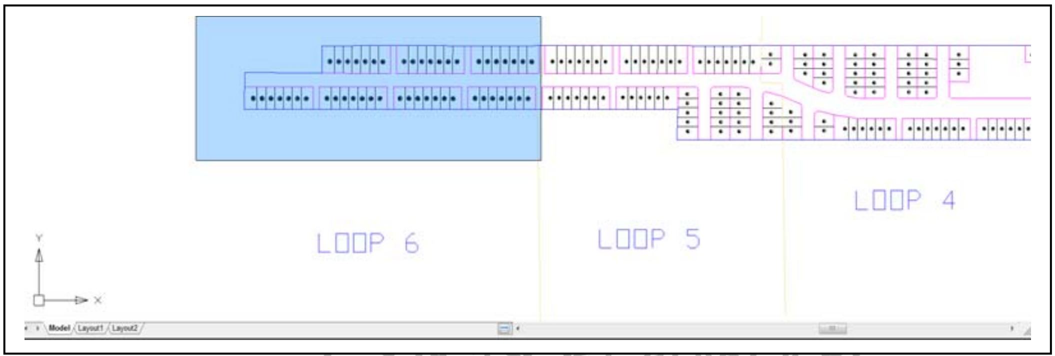


ภาพที่ 32 แสดงขั้นตอนการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ Unit บ้าน

3.3 ขั้นตอนคำนวณหม้อแปลง CalTR

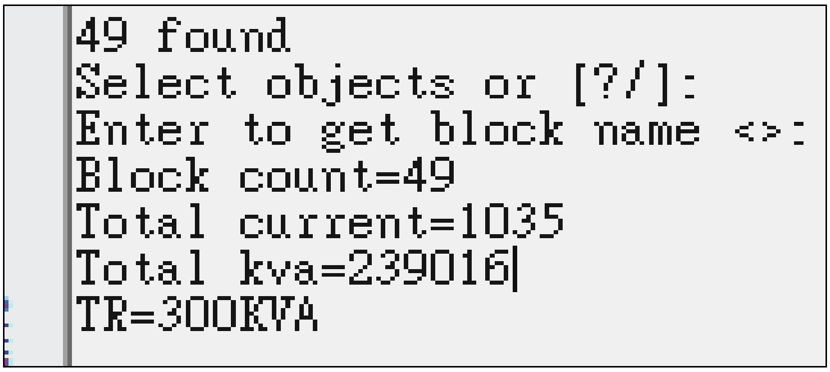
3.3.1 ผู้ใช้กดคำสั่ง CalTR

3.3.2 ให้ผู้ใช้ทำการเลือกสัญลักษณ์บ้านตามการแบ่งเฟสการก่อสร้าง จากฝ่ายการตลาดเพื่อคำนวณหาหม้อแปลง



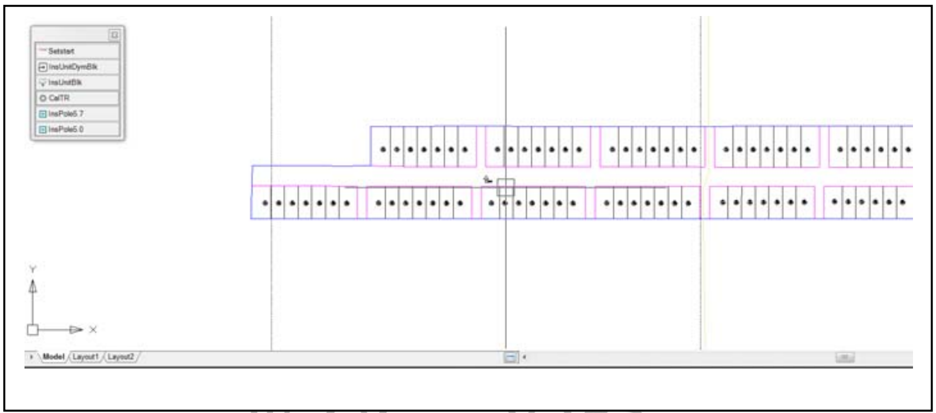
ภาพที่ 33 แสดงขั้นตอนผู้ใช้ทำการเลือกสัญลักษณ์บ้าน

เมื่อผู้ใช้ได้ทำการป้อนข้อมูลการเลือกสัญลักษณ์บ้านเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาหม้อแปลงให้ตามเงื่อนไขและสูตรทางวิศวกรรมที่ได้โปรแกรมไว้



ภาพที่ 34 แสดงผลลัพธ์ที่โปรแกรมประมวลผลหาขนาดหม้อแปลง

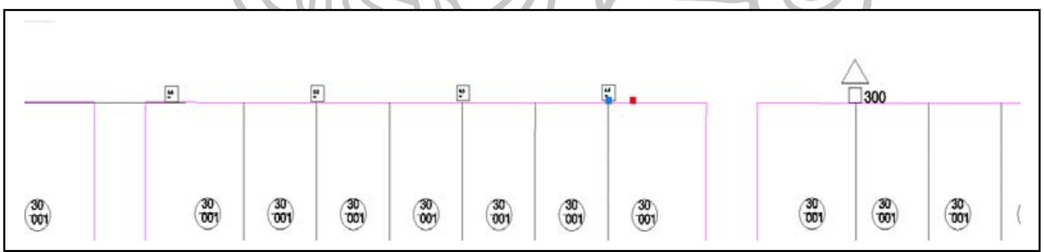
3.3.3 จากนั้นโปรแกรมจะทำการส่งคำสั่ง เพื่อวางสัญลักษณ์หม้อแปลงที่คำนวณได้เพื่อให้ผู้ใช้ทำการกำหนดตำแหน่ง



ภาพที่ 35 แสดงผลลัพธ์ในการกำหนดตำแหน่งหม้อแปลง

3.4 ขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งเสาไฟฟ้า

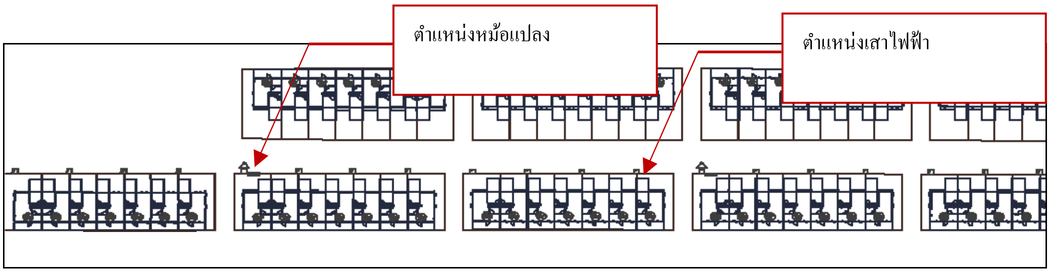
ผู้ใช้กดคำสั่งเพื่อกำหนดตำแหน่งเสาไฟฟ้า โดยผู้ใช้เป็นผู้กำหนดเลือกรูปแบบเสาไฟฟ้าตามผังที่หน้าบ้านกว้างตายตัวหรือไม่ตายตัวและกำหนดระยะระหว่างเสาไฟฟ้าเช่น ความกว้างของ Unit บ้าน 5.7 เมตร จากนั้นผู้ใช้ทำการลากเส้นออกก็จะได้การวางเสาไฟฟ้าที่รวดเร็วอัตโนมัติ



ภาพที่ 36 แสดงผลลัพธ์ในการกำหนดตำแหน่งเสาไฟฟ้า

4. Output **ผลลัพธ์ของโปรแกรม**

ผังร่างผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า ที่มีตำแหน่งเสาไฟฟ้าและหม้อแปลงตรงตามมาตรฐานการไฟฟ้าสำหรับนำไปเป็นร่างในการขออนุมัติปักเสา-พาดสายไฟฟ้ามีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 37 แสดงผังที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม

ข้อมูลการทดสอบโปรแกรม 10 โครงการ (ดูภาคผนวก)

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

1. สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาแบบผังตำแหน่งปักเสา-พาดสายไฟฟ้าเสร็จไม่ทันกำหนด ทำให้ทางฝ่ายขายไม่ได้สามารถแจ้งตำแหน่งเสาไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้าของโครงการบ้านจัดสรร ให้ลูกค้ารับทราบก่อนทำข้อตกลงซื้อ-ขายบ้าน จึงทำให้เกิดเหตุการณ์ตำแหน่งเสาไฟฟ้าหรือหม้อแปลงไฟฟ้า ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ลูกค้าไม่พึงประสงค์ และการที่แบบปักเสา-พาดสายไฟฟ้าล่าช้านั้น ทางโครงการต้องจ่ายค่าไฟฟ้าแทนลูกบ้านจนกว่าจะมีการปักเสา-พาดสายไฟฟ้าจริงเข้ามาในโครงการ ทำให้มีกระทบทางการเงินกับโครงการ

การวิจัยพบว่าหากมีการทำผังร่างไฟฟ้าให้ทางการไฟฟ้านครหลวงเพื่อเป็นแนวทางความต้องการของเจ้าของโครงการในการออกแบบหรือการจัดทำแบบ PRE DESIGN จะทำให้สามารถได้แบบเร็วขึ้น และในขั้นตอนการจัดทำแบบ PRE DESIGN หากมีโปรแกรมในการช่วยทำงานโดยอาศัยการรวบรวมข้อมูลที่ได้รวบรวมจากผู้ที่เกี่ยวข้องจะเป็นเครื่องมือในการทำงานนั้นได้อย่างดี และทำให้ลดระยะเวลาในการจัดทำแบบได้

จึงนำมาสู่กระบวนการพัฒนาโปรแกรมเสริมบนโปรแกรมเขียนแบบคือโปรแกรม NanoCAD Version 5.0 เนื่องจากโปรแกรม NanoCAD Version 5.0 สามารถสร้างโปรแกรมเสริมได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งเมื่อเทียบโปรแกรมที่ใช้ในปัจจุบันจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายลงมาก (โปรแกรม NanoCAD ตั้งแต่ Version 6.0 จะมีค่าใช้จ่ายรายปี)

โปรแกรมเสริมที่สร้างขึ้นนี้สามารถคำนวณหม้อแปลงได้ ภายใต้ข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง และมีกระบวนการช่วยในการกำหนดตำแหน่งหม้อแปลงไฟฟ้าและเสาไฟฟ้า รวมทั้งรวบรวมสัญลักษณ์มาตรฐานทำให้สะดวกในการทำงานและการจัดทำแบบเป็นมาตรฐานเดียวกัน

จากการทดสอบการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในการออกแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าของโครงการบ้านจัดสรรจำนวน 10 โครงการ ใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ยประมาณ 5-6 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำงานเดิมที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 คือใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง พบว่าการใช้โปรแกรมช่วยให้การออกแบบและจัดทำแบบลดลงเหลือเพียง 1 ใน 4 ของระยะเวลาการทำงานเดิม

2. อุปสรรคและข้อจำกัด

จากการทดสอบการทำงานอุปสรรคและข้อจำกัดของโปรแกรมคือ

2.1 ผังโครงการจัดสรรที่นำเข้าโปรแกรมจะต้องเป็นผังที่ทำ Layer ตามมาตรฐานเท่านั้น หากเป็นผังที่ไม่ได้ทำ Layer ตามมาตรฐานจะต้องทำการปรับแก้ Code โปรแกรมในกระบวนการ Set Standard ผัง ในส่วนการเปิด Layer ที่ใช้ให้ตรงกับ Layer ที่มีในผังที่ต้องการ

2.2 หากผังโครงการจัดสรร ที่มีลักษณะโค้งในแบบที่ไม่สามารถใช้การสั่งโปรแกรมวาง Block สัญลักษณ์เสาไฟฟ้าได้อัตโนมัติ ผู้ใช้จะต้องเป็นผู้กำหนดตำแหน่งเอง

3. ข้อเสนอแนะ

ผู้ใช้โปรแกรมควรจะเก็บข้อมูลในการใช้งานโปรแกรมโดยเก็บข้อมูลทุกๆ แบบของผังโครงการจัดสรรเพื่อนำมาพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมจากข้อมูลการใช้โปรแกรมจริง ในการพัฒนาต่อจากขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม ควรมีการเก็บฐานข้อมูล รูปร่างผังโครงการจัดสรรเปรียบเทียบกับผังไฟฟ้าที่เสร็จสมบูรณ์จากการไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบในการออกแบบผังโครงการจัดสรรได้ในอนาคต

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ปรีชา หลวงปลัด. **วิเคราะห์ระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2546.

การไฟฟ้านครหลวง. "คู่มือออกแบบประมาณการ." เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการออกแบบจ่ายไฟฟ้าของพื้นที่จัดสรร จัดโดย การไฟฟ้านครหลวง ณ ศูนย์ฝึกอบรมด้านช่างการไฟฟ้านครหลวงเขตนนทบุรี, 26 -28 มีนาคม 2557.

นพดล กันทาทิศ. "การออกแบบจ่ายไฟฟ้าในพื้นที่จัดสรร." เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการออกแบบจ่ายไฟฟ้าของพื้นที่จัดสรร จัดโดย การไฟฟ้านครหลวง ณ ศูนย์ฝึกอบรมด้านช่างการไฟฟ้านครหลวงเขตนนทบุรี, 26 -28 มีนาคม 2557.

เว็บไซต์

NanoCAD Key Features. **Why nano CAD**. เข้าถึงเมื่อ10 ธันวาคม 2558. เข้าถึงได้จาก http://nanocad.com/page/KeyFeatures

ภาคผนวก

ก

รายการ Layer มาตรฐานที่ใช้ในการออกผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าสำหรับโครงการบ้านจัดสรร

Layer มาตรฐานที่มีในแบบผังจัดสรร, ผังวางบ้าน

Data-th57-Num

Data-th57-Style, Road-9

Set_back

Site-inline

Site-outline

Siteline

Site-line

Layer มาตรฐานที่โปรแกรมสร้างขึ้น

เสาไฟฟ้า

Eepole

Eeloop

ภาคผนวก

ข

แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์การค้นคว้าอิสระ

เรื่อง

ปัจจัยที่มีผลกระทบทำให้ได้แบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าโครงการจัดสรรล่าช้า

ผู้สัมภาษณ์ น.ส.วิลาสินี บุญประคม

นักศึกษาปริญญาโท

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำชี้แจง : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงใน ( ) ตามความเป็นจริง

ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวิจัยและการศึกษา

โดยผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมในลักษณะข้อมูลเชิงรวม

ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์แต่อย่างใด

**ขอขอบคุณที่กรุณาให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่ง

แบบสัมภาษณ์เลขที่..........................

พนักงานผู้ให้ข้อมูล..ตำแหน่ง.......................................

หน่วยงาน...

ข้อมูลผู้ให้สัมภาษณ์

วันที่......../......./................ อายุ............................ปี

เพศ □ หญิง □ ชาย

□ พนักงานบริษัทอสังหาริมทรัพย์ □ พนักงานการไฟฟ้านครหลวง □ พนักงานการไฟฟ้าภูมิภาค

ท่านมีประสบการณ์ในการประกอบวิชาชีพเป็นเวลา

□ น้อยกว่า 5 ปี □ 5 – 10 ปี □ 10 – 20 ปี □ มากกว่า 20 ปี

ข้อมูลพื้นฐานของสำนักงาน (สำหรับพนักงานธุรกิจอสังหาริมทรัพย์)

1. ระยะเวลาการก่อตั้งบริษัทถึงปัจจุบัน ....ปี

2. จำนวนบุคลากรประมาณ..................................คน

3. ลักษณะงานของท่าน □ ออกแบบด้านสถาปัตยกรรม □ วิศวกรไฟฟ้า □ การตลาด

□ ฝ่ายธุรกิจเฉพาะ (ประสานงานติดต่อกับองค์กรภายนอก) □ อื่นๆ

(ระบุ)..................................

4. ขอบเขตงานที่ให้บริการ

□ ออกแบบ □ ควบคุมการก่อสร้างโครงการ □ ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานราชการ

□ เขียนแบบ □ การตลาด □ ประสานงานก่อสร้าง

□ อื่นๆ (ระบุ)..

5. ลักษณะงานของท่านที่เกี่ยวข้องกับแบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าโครงการจัดสรร

□ ให้ข้อมูลการออกแบบ □ พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของแบบ

□ ติดต่อประสานงาน □ ผู้ออกแบบ □ ผู้เขียนแบบ □อื่นๆ โปรดระบุ..........................

6. ในขั้นตอนการทำงานของท่านต้องส่งงานให้หน่วยงานใด

ระบุหน่วยงาน...

□ ไม่ต้องส่งงานให้หน่วยงานใด

7. ระยะเวลาในการทำงานของท่านใช้เวลาประมาณเท่าไร (ตั้งแต่ได้รับข้อมูลการทำงานจนถึงผู้รับงานได้รับงานของท่าน)

ระยะเวลา.............(วัน).............(ชั่วโมง)..............(นาที)

8. ลักษณะในการส่งงานของท่าน (หากไม่มีการส่งงานให้หน่วยงานใด ข้ามไปข้อถัดไป)

□ ส่งเป็นเอกสาร □ ส่งเป็นเอกสารและE-mail □ ส่ง E-mail

9. ระบุจำนวนในการทำงานของท่านที่มีต้องแก้ไขงานในงานเดิม (โครงการเดิม)

☐ ไม่มีการแก้ไข ☐ แก้ไข 1-2 ครั้ง ☐ แก้ไข 3-4 ครั้ง ☐ แก้ไข 5 ครั้งขึ้นไป

10. ระบุสาเหตุที่ท่านคิดว่ามีผลกระทบในการที่ทำให้ท่านต้องทำงานซ้ำมากที่สุด

☐ ไม่มีการทำซ้ำเลย ☐ การปรับผังโครงการจัดสรร

☐ แบบจากการไฟฟ้าไม่ตรงตามความต้องการกับแนวคิดการตลาด

☐ แบบจากการไฟฟ้าไม่ตรงตามความต้องการกับแนวคิดการก่อสร้าง

☐ ลูกค้าขอปรับแบบ

11. ท่านคิดว่าแนวทางใดจะสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานของท่านได้มากที่สุด (หากตอบเกิน 1 ข้อให้เขียนตัวเลขเพื่อเรียงลำดับข้อที่ต้องการ มากที่สุด =1, มาก =2, กลาง=3, น้อย = 4)

☐ ไม่มี

☐ ใช้โปรแกรมช่วยในการออกแบบเขียนแบบ

☐ มีการนัดประชุมแนวคิดและทำงานร่วมกัน

☐ การใช้การประชุมทางไกล (VDO CONFERENCE)

☐ มีการออกแบบ PRE DESIGN จากทางเจ้าของงาน

12. ท่านคิดว่าสาเหตุใดที่ทำให้ได้แบบผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้าโครงการจัดสรรล่าช้า

....

....

....

....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

....

....

....

....

....

....

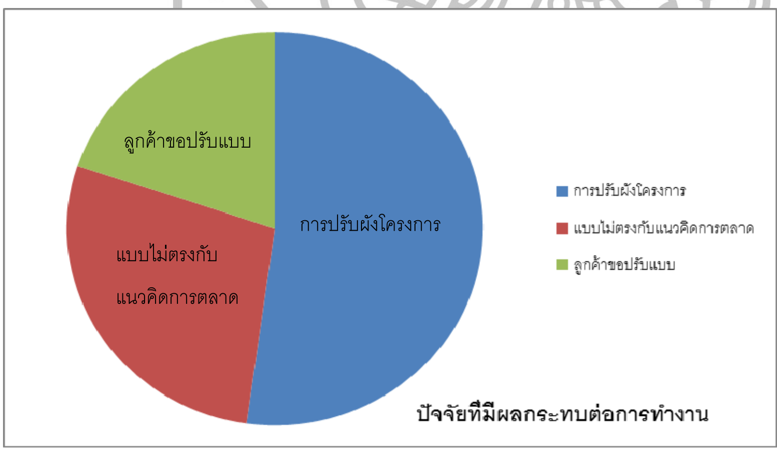
ผลสรุปผลแบบสอบถาม

ภาพที่ 38 แสดงแผนภูมิข้อมูลการทำงานผู้ตอบแบบสอบถาม

สรุปข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถาม หัวข้อ 1-9

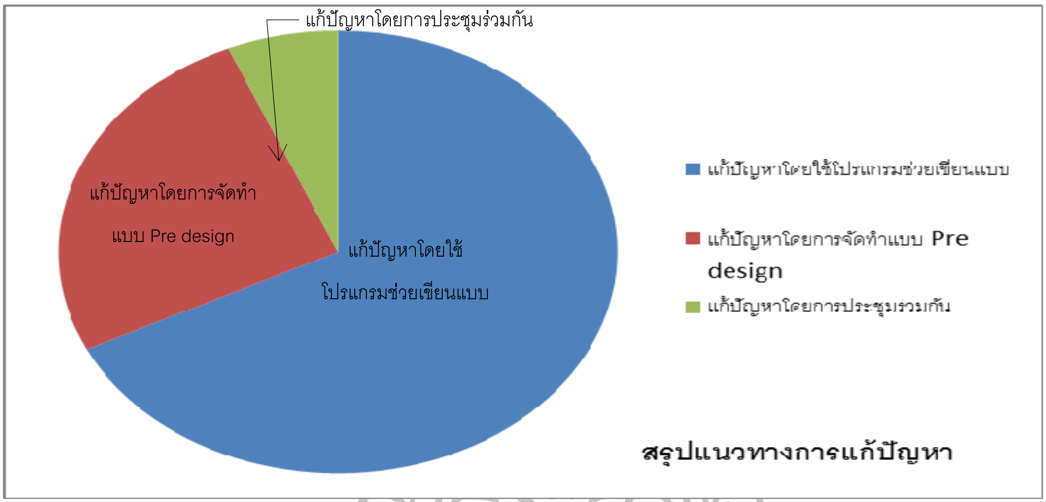
ประสบการณ์การทำงานเฉลี่ย	6.9	ปี
เวลาที่ใช้ในการทำงานเฉลี่ย	56	ชั่วโมง
จำนวนในการแก้ไขงานเฉลี่ย	2.8	ครั้ง

สรุปข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถาม หัวข้อ 10-11



ภาพที่ 39 แสดงผลจากการสำรวจปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงาน

จากแบบสอบถามผู้ปฏิบัติงานได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ผลสรุปดังนี้



ภาพที่ 40 แสดงผลจากการสำรวจสรุปแนวทางการแก้ปัญหา

ภาคผนวก

ค

ผลการทดสอบโปรแกรม 10 โครงการ

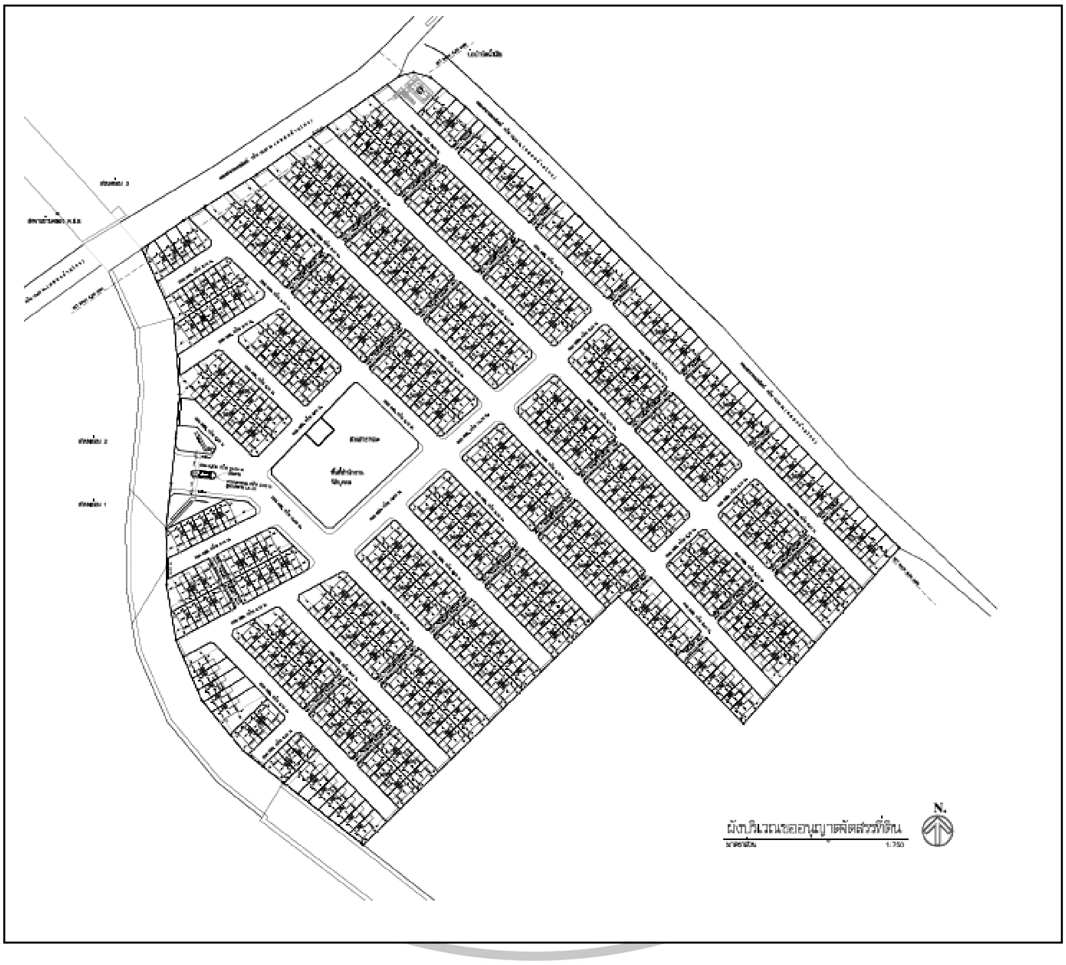
โครงการที่ 1

ชื่อโครงการ PK74/3

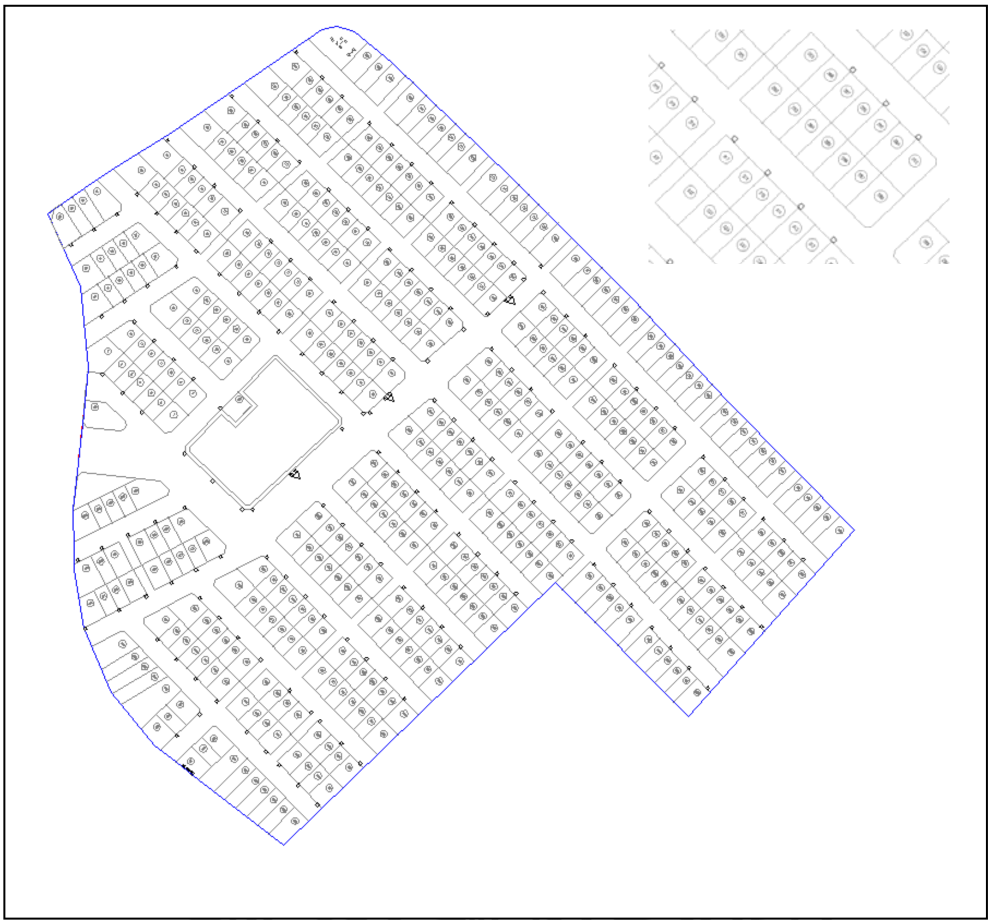
พื้นที่ทั้งหมด 40-2-57.4 ไร่

บ้านทาวน์เฮาส์ 5.70 เมตร 490 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 3 ชั่วโมง 15 นาที



ภาพที่ 41 แสดงผังโครงการ PK74/3



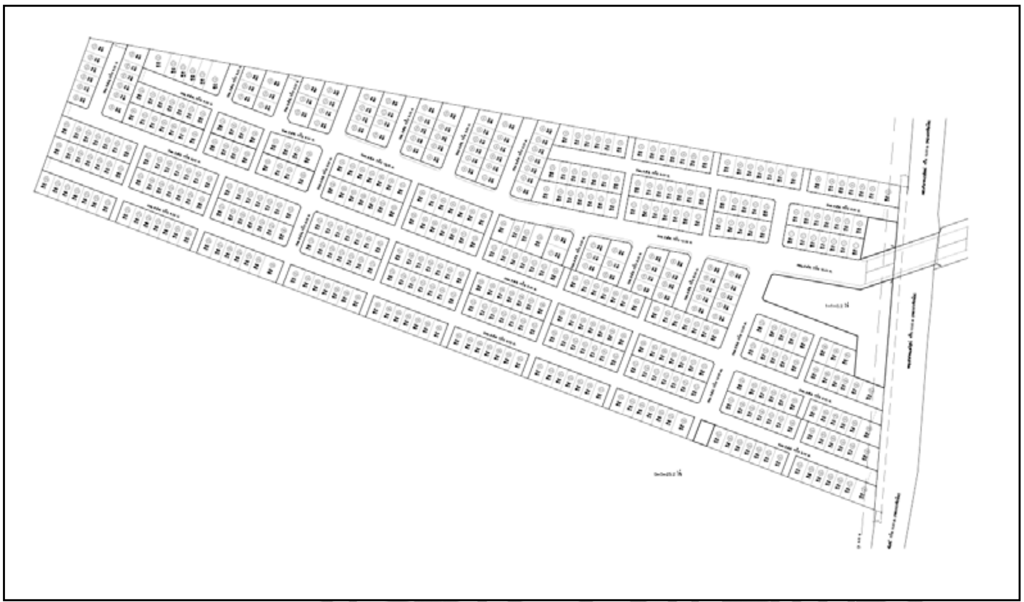
ภาพที่ 42 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PK74/3 จากโปรแกรม

โครงการที่ 2

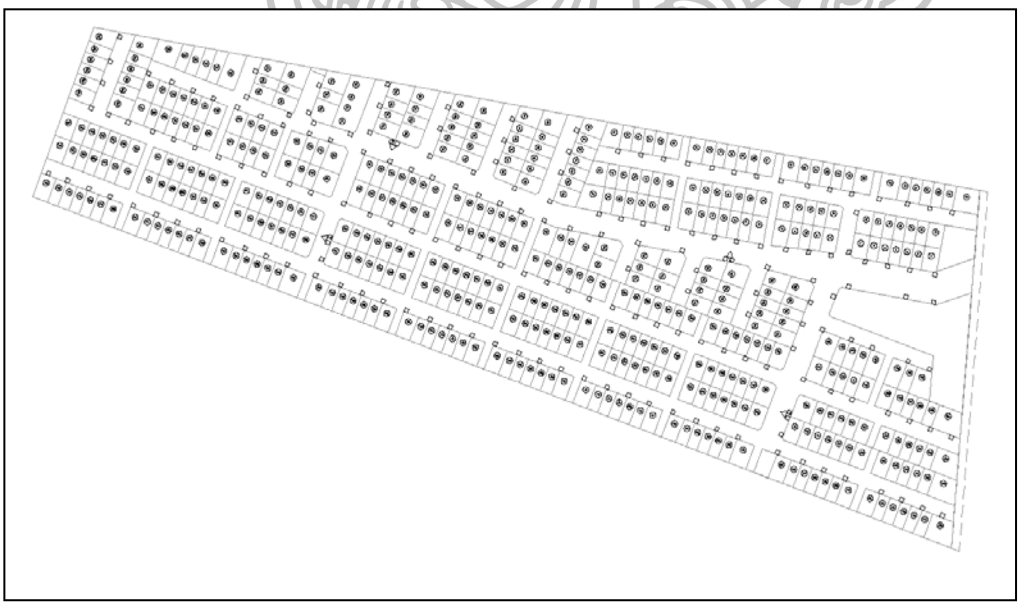
ชื่อโครงการ PK82

พื้นที่ทั้งหมด	40-2-45.8 ไร่
บ้านทาวน์เฮาส์ 5.70 เมตร	482 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 3 ชั่วโมง



ภาพที่ 43 แสดงผังโครงการ PK82



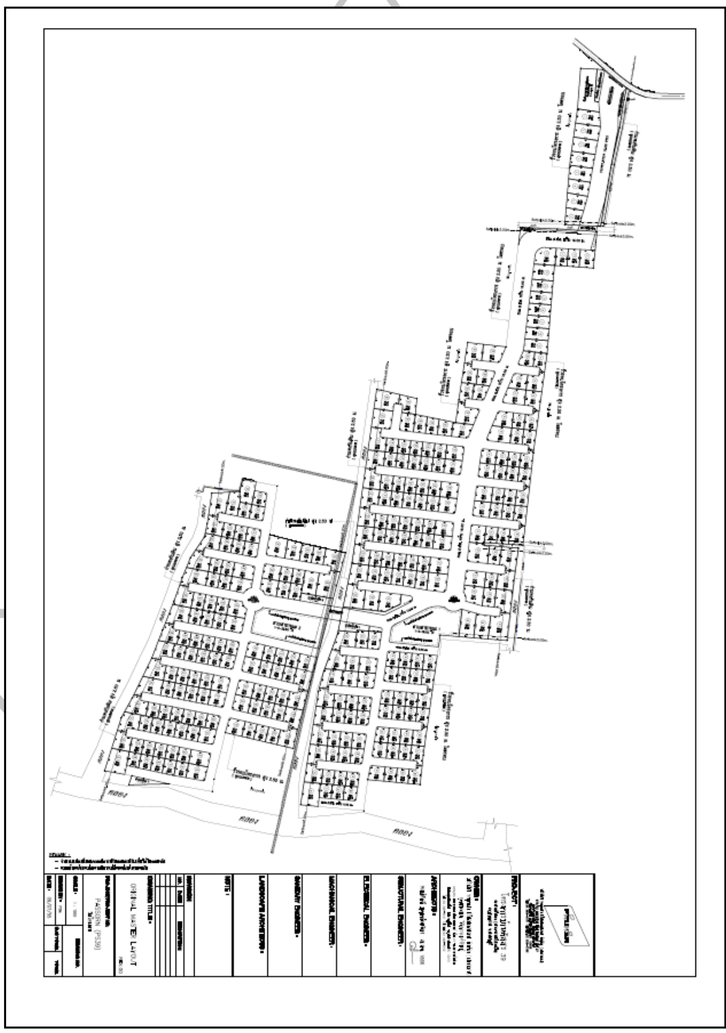
ภาพที่ 44 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PK82 จากโปรแกรม

โครงการที่ 3

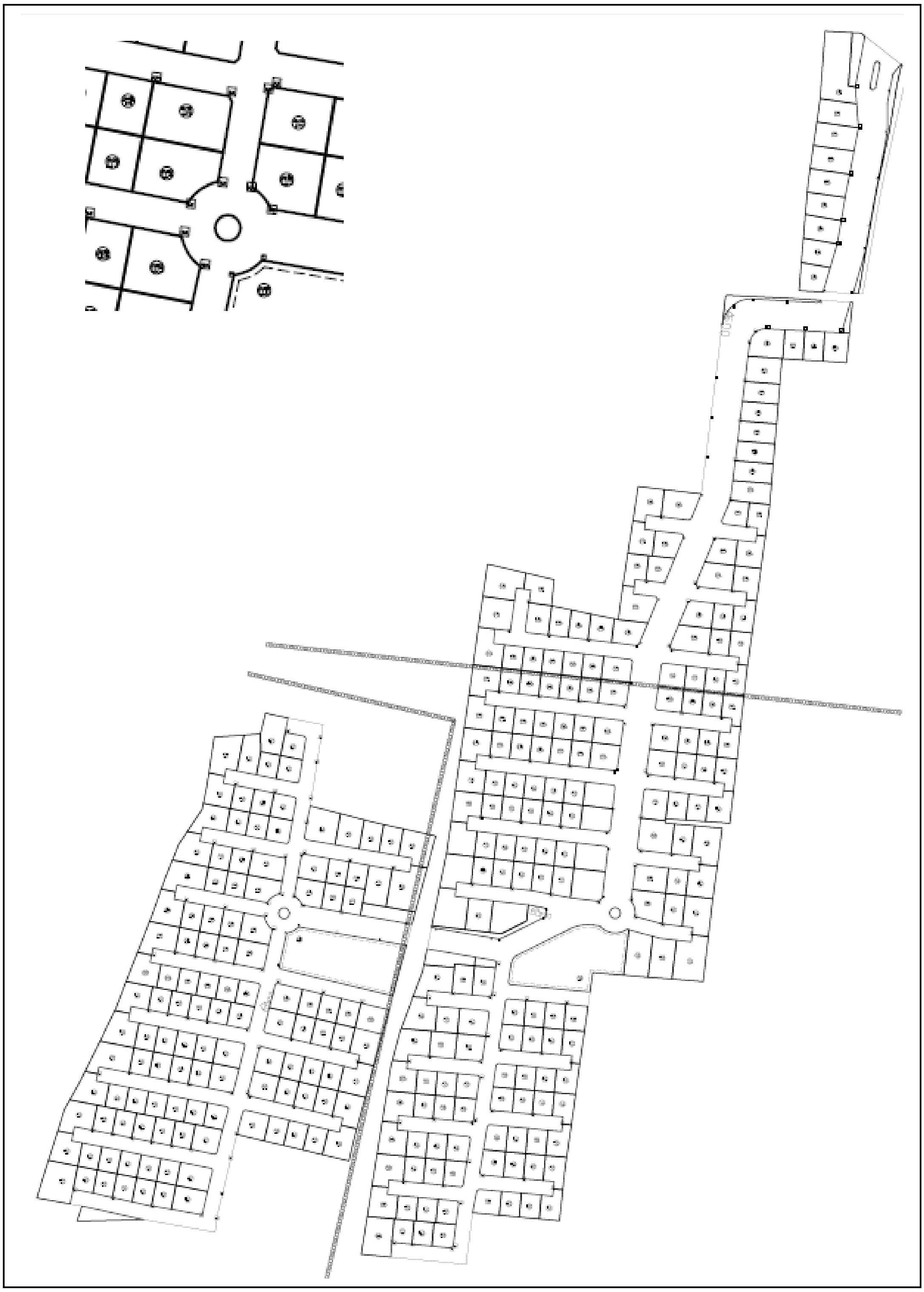
ชื่อโครงการ PS39

พื้นที่ทั้งหมด	64-2-43.70 ไร่
บ้านเดี่ยว	70 แปลง
บ้านแฝด	250 แปลง
รวมทั้งหมด	320 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 3 ชั่วโมง



ภาพที่ 45 แสดงผังโครงการ PS39



ภาพที่ 46 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PS39 จากโปรแกรม

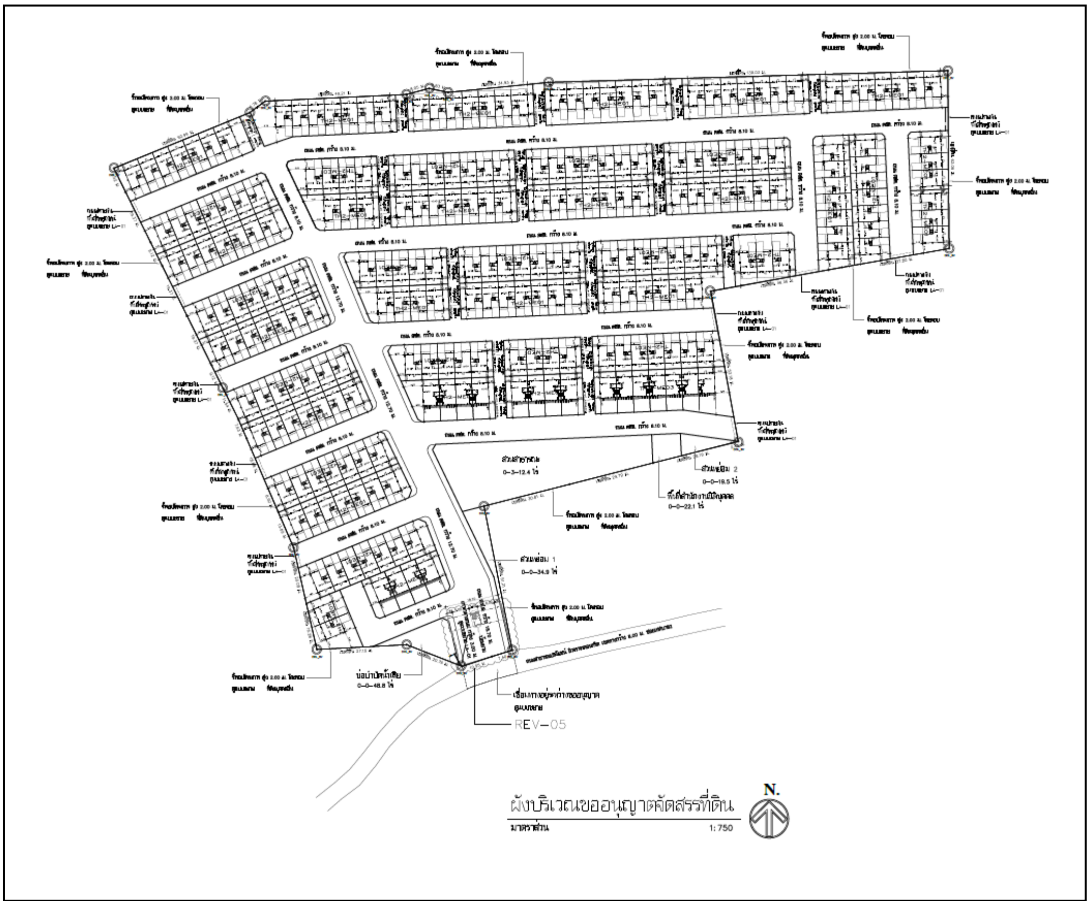
โครงการที่ 4

ชื่อโครงการ PK100

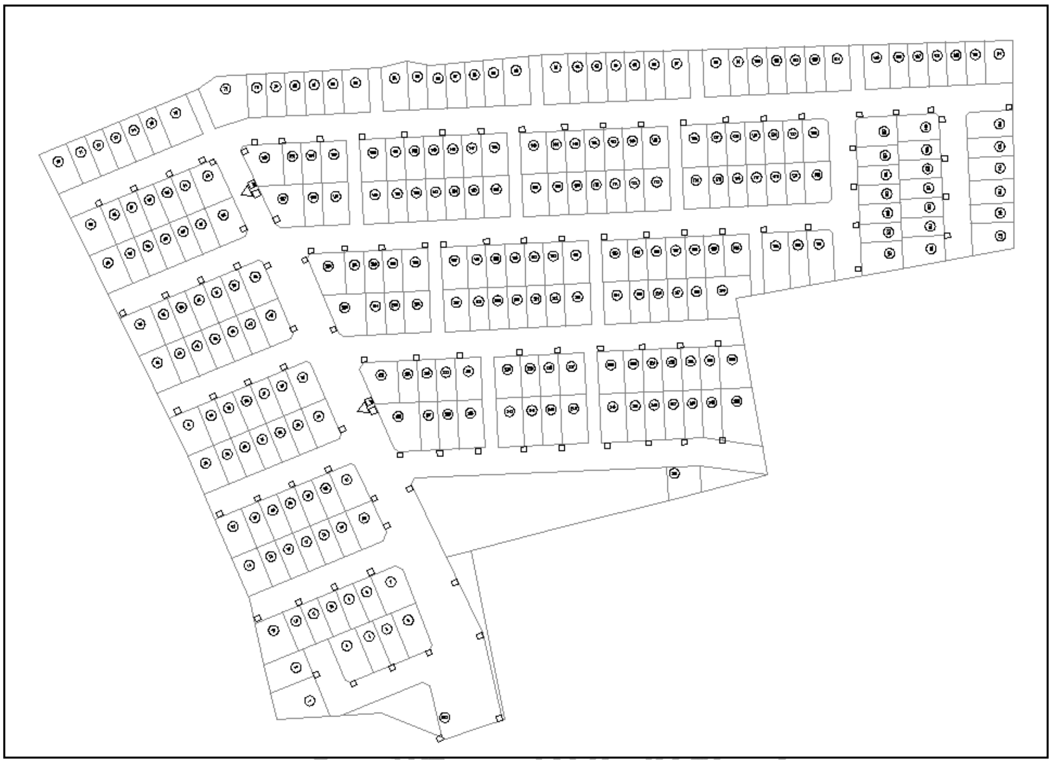
พื้นที่ทั้งหมด 21-2-42.1 ไร่

ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น 250 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 1 ชั่วโมง 35 นาที



ภาพที่ 47 แสดงผังโครงการ PK100



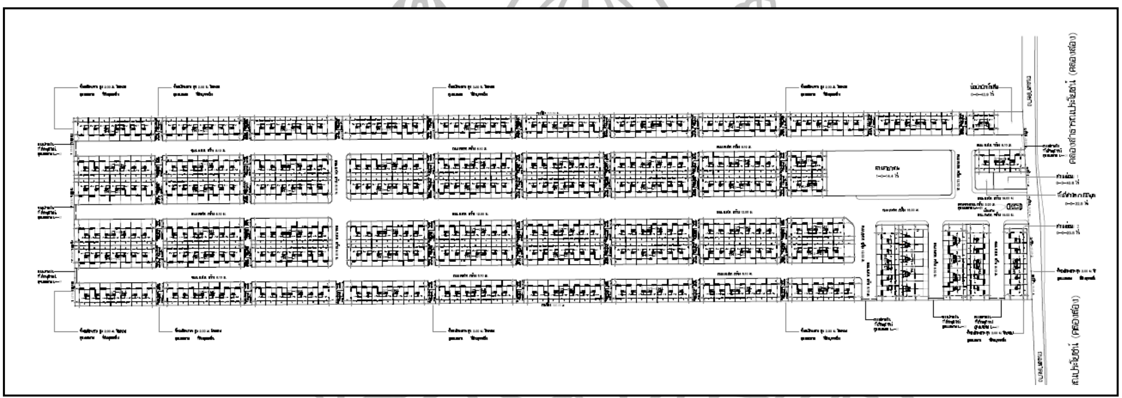
ภาพที่ 48 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PK100 จากโปรแกรม

โครงการที่ 5

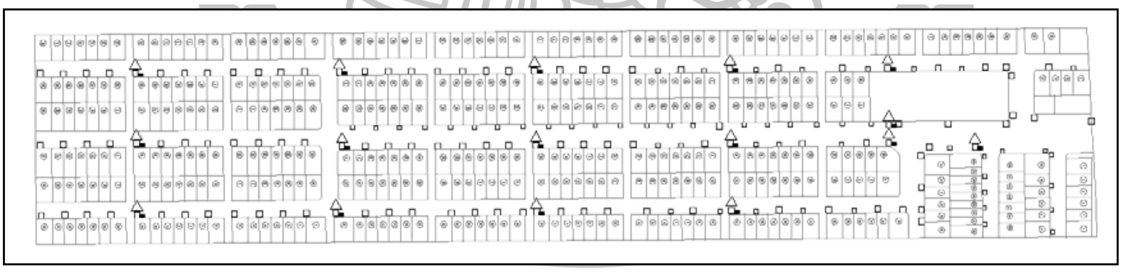
ชื่อโครงการ PK96/1

พื้นที่ทั้งหมด	33-0-14.4 ไร่
ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น 5.7 เมตร	396 แปลง
ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น 5.0 เมตร	7 แปลง
ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น 4.0 เมตร	9 แปลง
รวมทั้งหมด	412 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 2 ชั่วโมง 30 นาที



ภาพที่ 49 แสดงผังโครงการ PK96/1



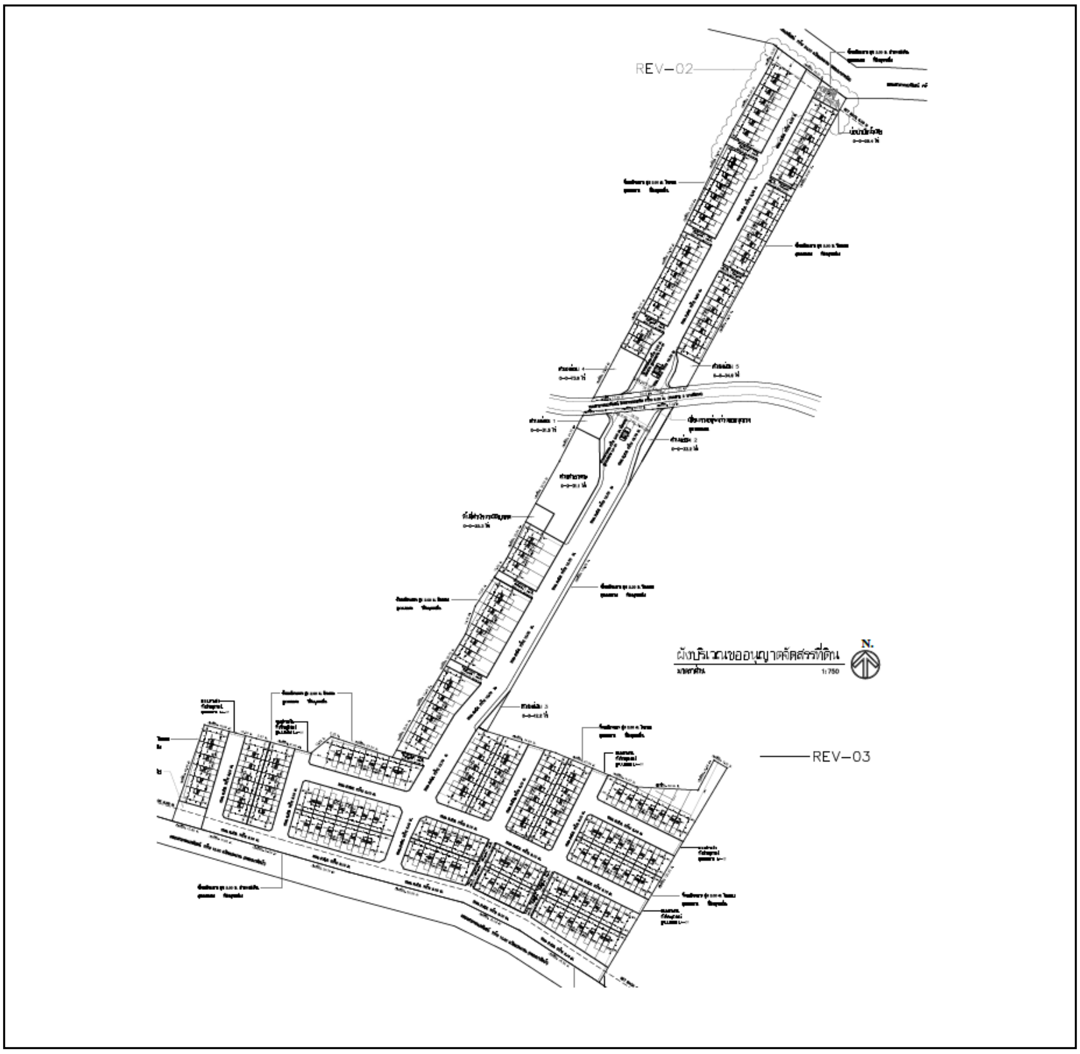
ภาพที่ 50 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PK96/1 จากโปรแกรม

โครงการที่ 6

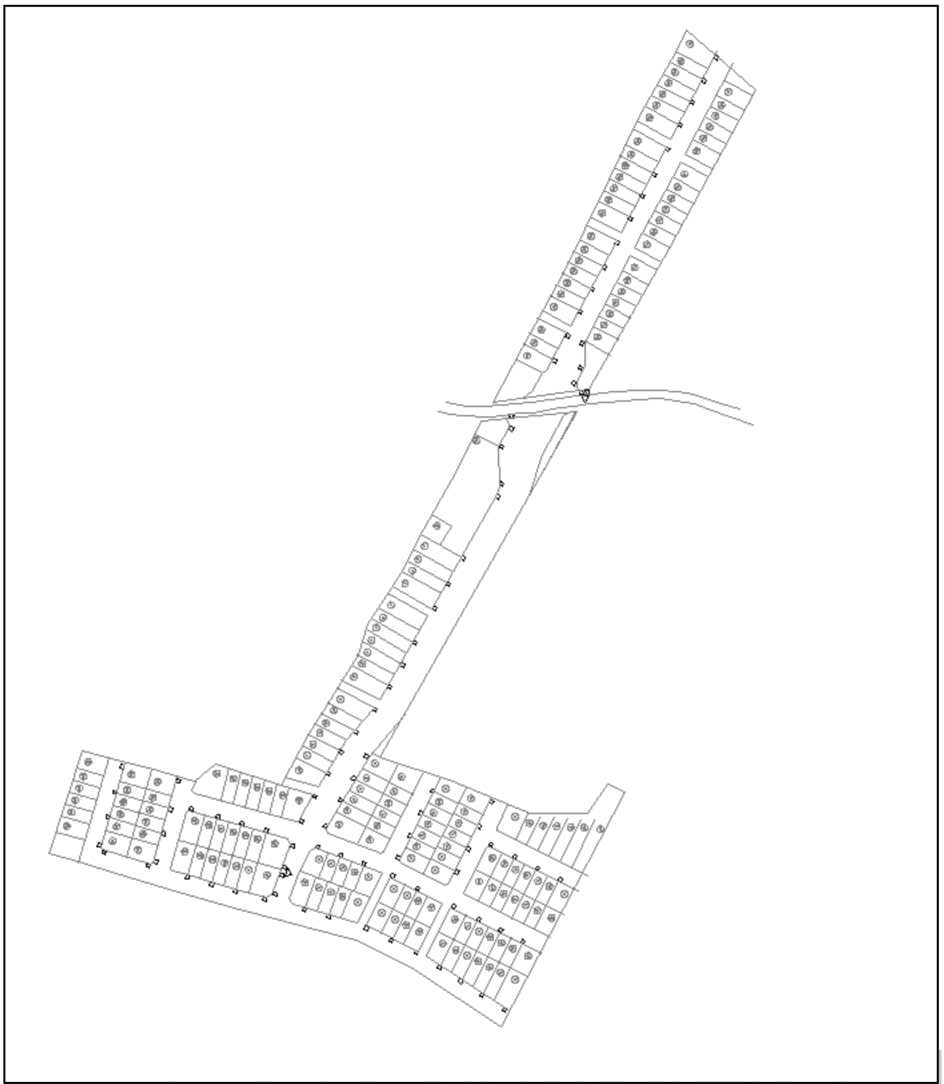
ชื่อโครงการ PK98

พื้นที่ทั้งหมด	18-1-77.4 ไร่
ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น 5.7 เมตร	180 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 1 ชั่วโมง 10 นาที



ภาพที่ 51 แสดงผังโครงการ PK98



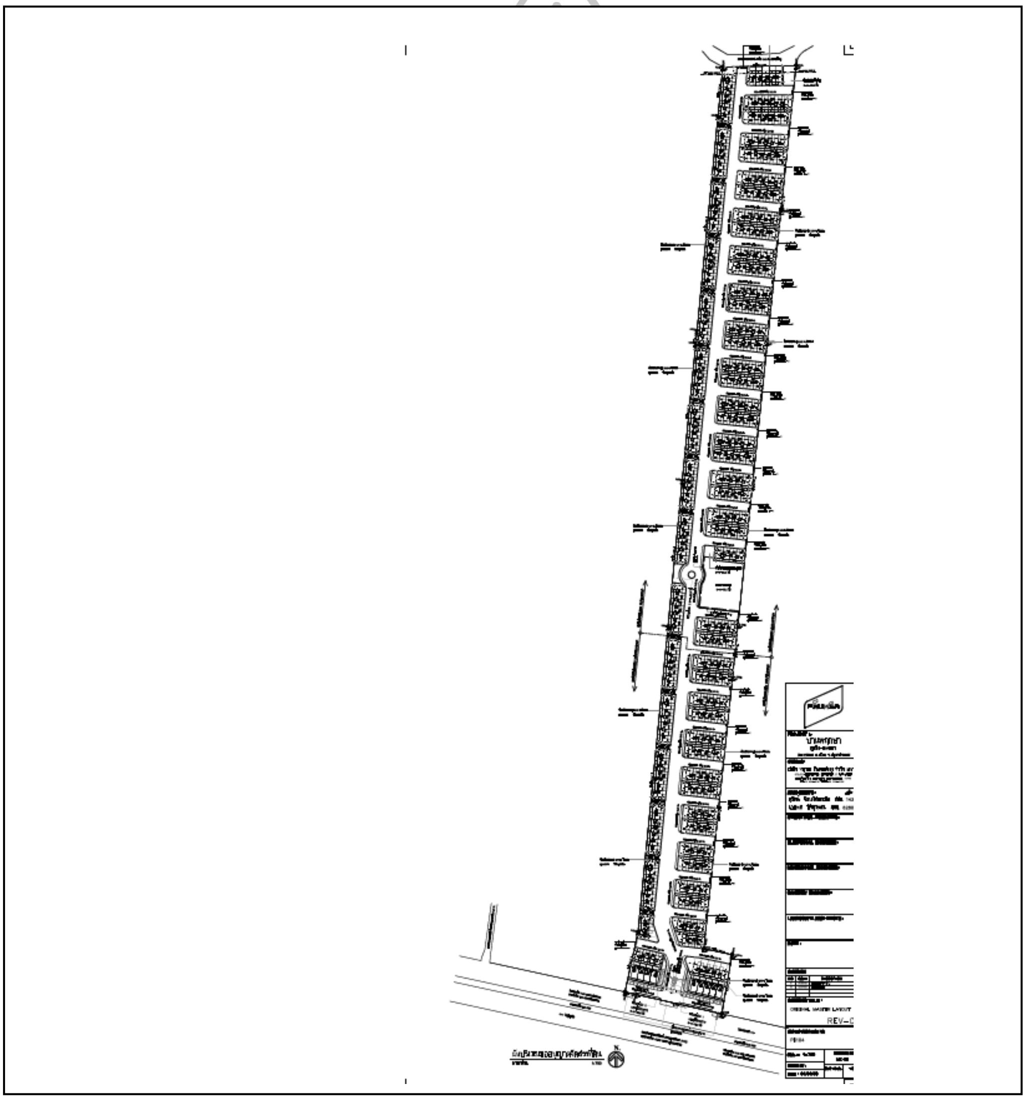
ภาพที่ 52 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PK98 จากโปรแกรม

โครงการที่ 7

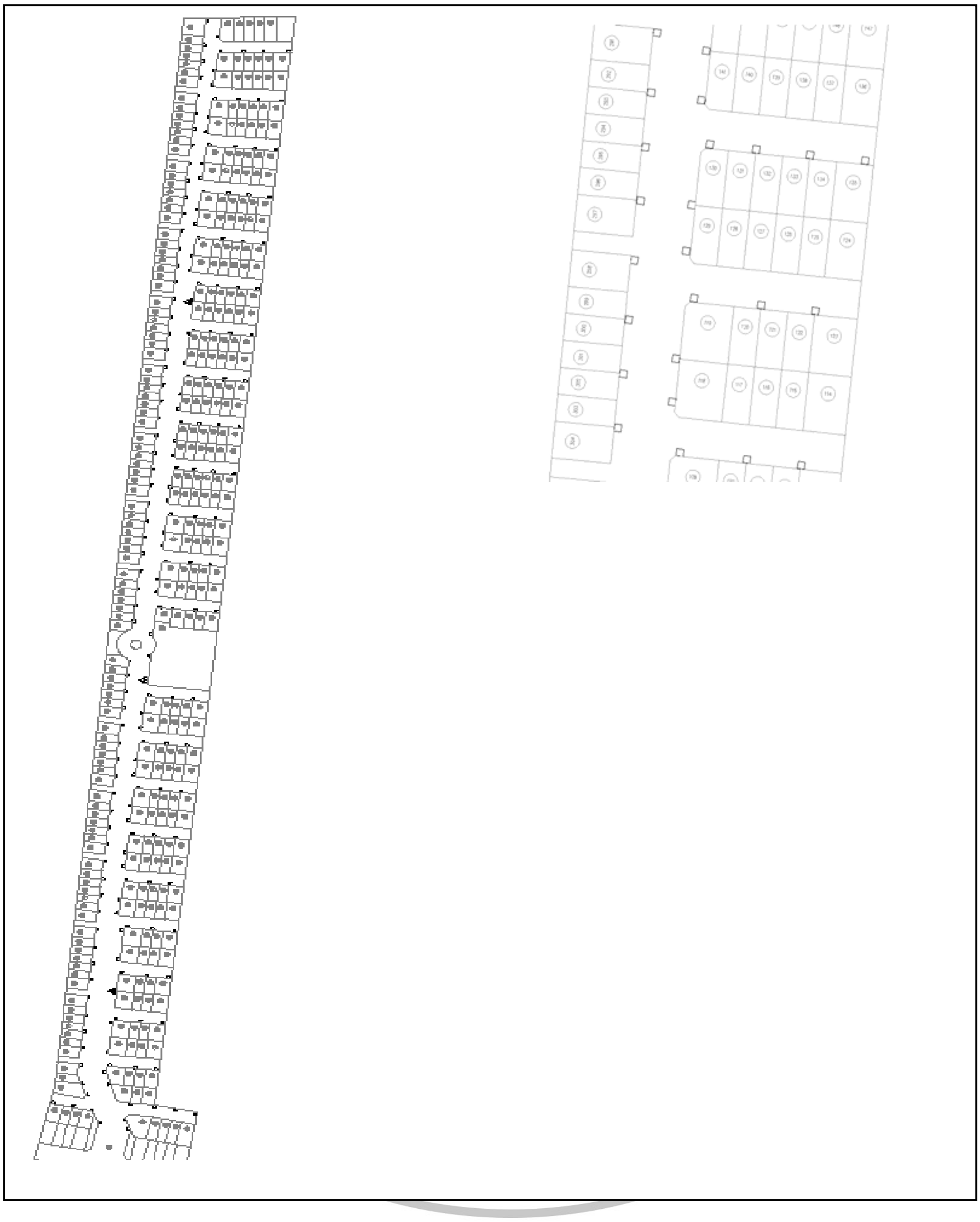
ชื่อโครงการ PK104

พื้นที่ทั้งหมด	31-2-34.1 ไร่
อาคารพาณิชย์	9 แปลง
ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น 5.7 เมตร	347 แปลง
รวมทั้งหมด	356 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 1 ชั่วโมง 50 นาที



ภาพที่ 53 แสดงผังโครงการ PK104



ภาพที่ 54 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PK104 จากโปรแกรม

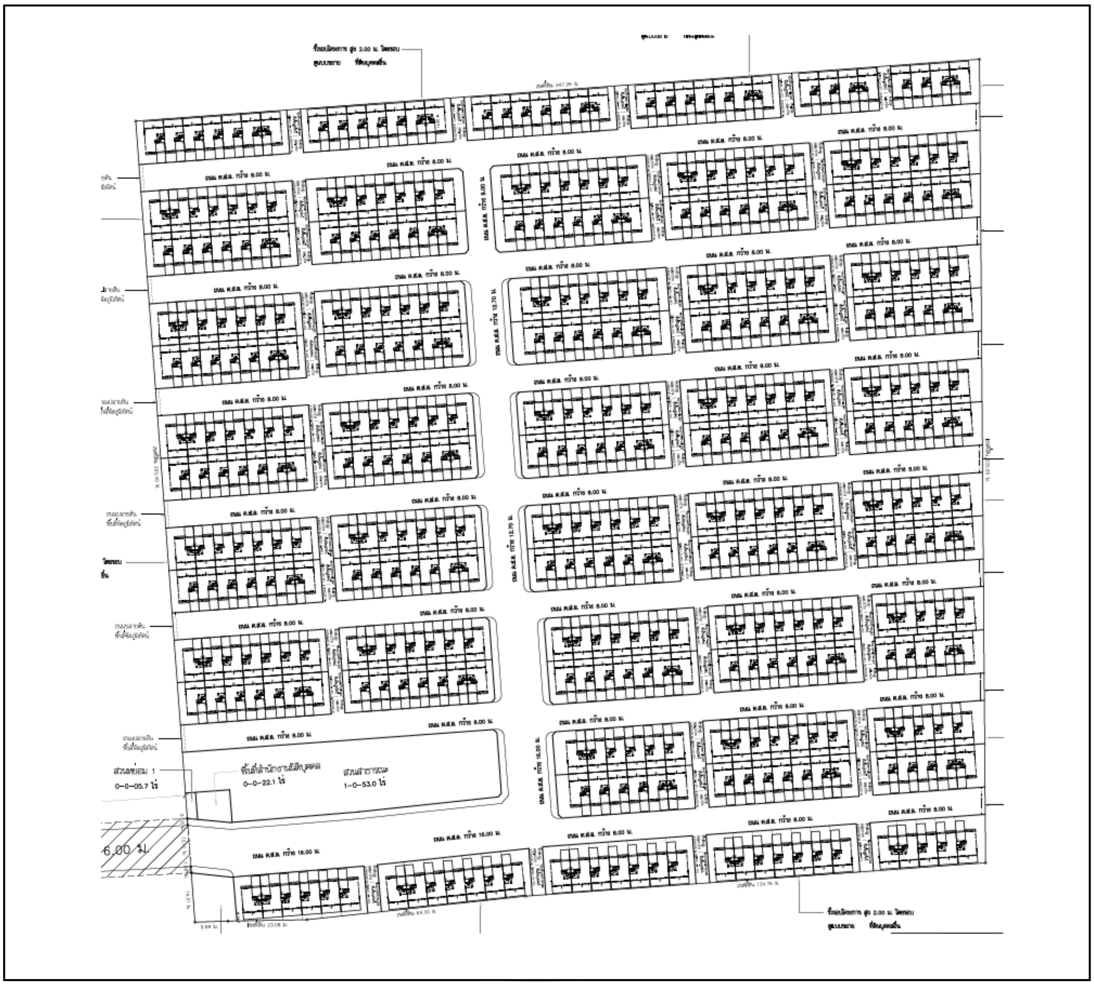
โครงการที่ 8

ชื่อโครงการ PK 38/3

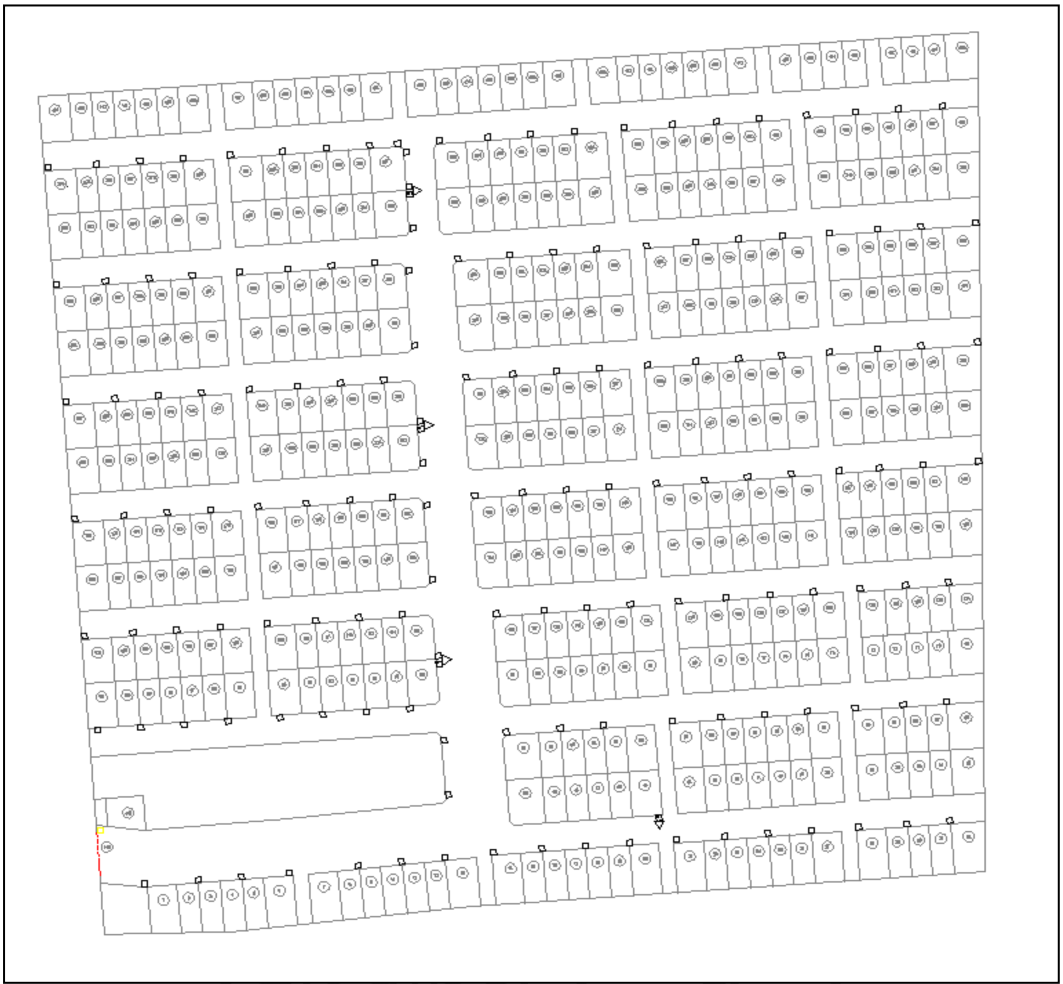
พื้นที่ทั้งหมด 35-1-18.4 ไร่

ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น 5.7 เมตร 444 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 3 ชั่วโมง



ภาพที่ 55 แสดงผังโครงการ PK38/3



ภาพที่ 56 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PK38/3 จากโปรแกรม

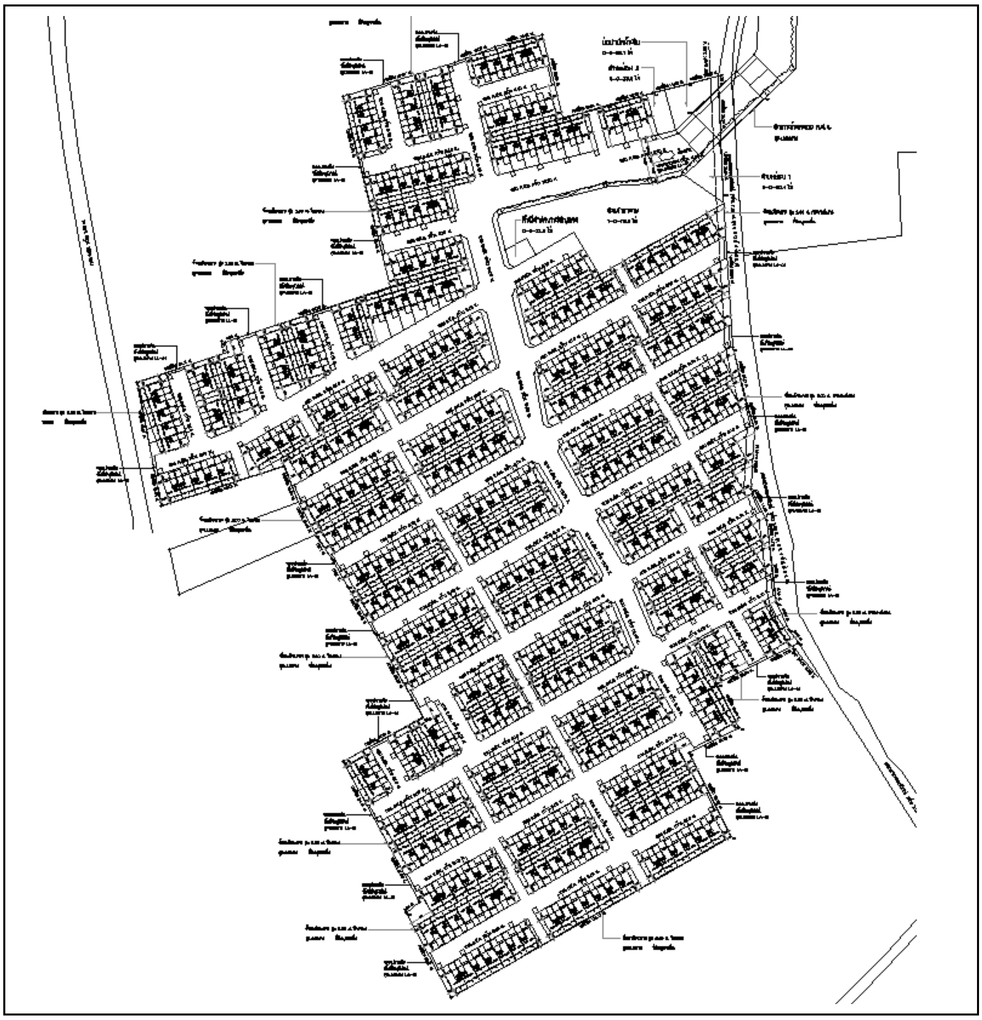
โครงการที่ 9

ชื่อโครงการ PK 95/2

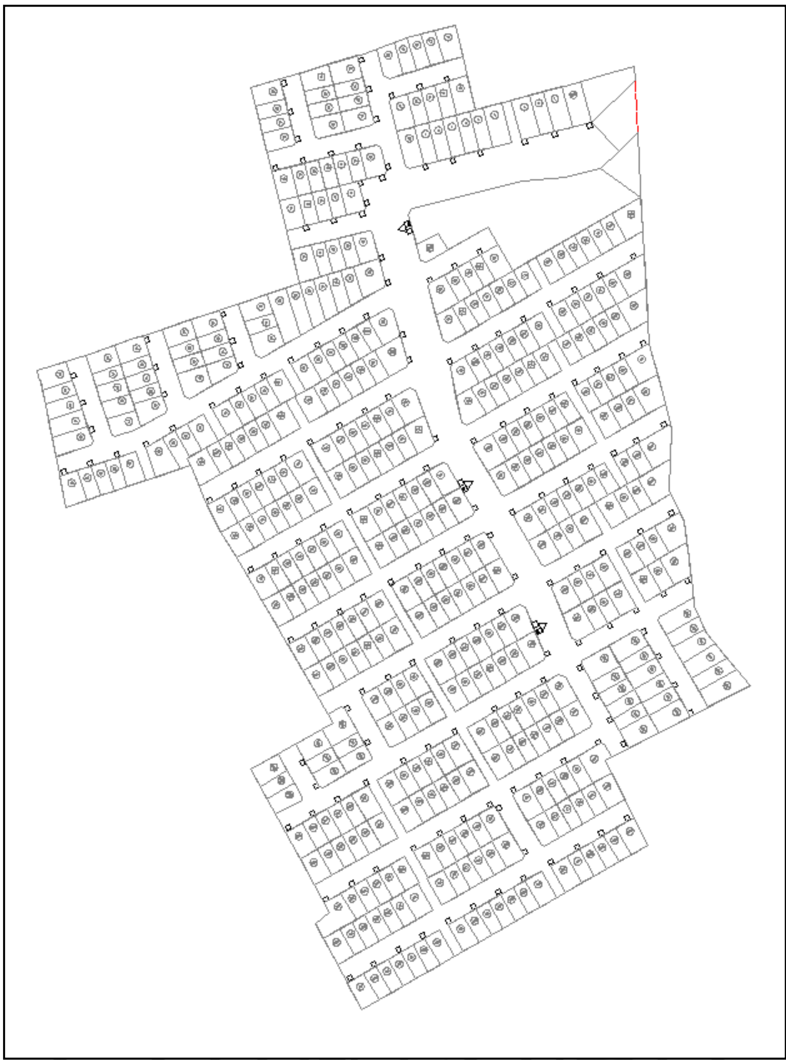
พื้นที่ทั้งหมด 36-2-55.1 ไร่

ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น 5.7 เมตร 438 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 3 ชั่วโมง 45 นาที



ภาพที่ 57 แสดงผังโครงการ PK95/2



ภาพที่ 58 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PK95/2 จากโปรแกรม

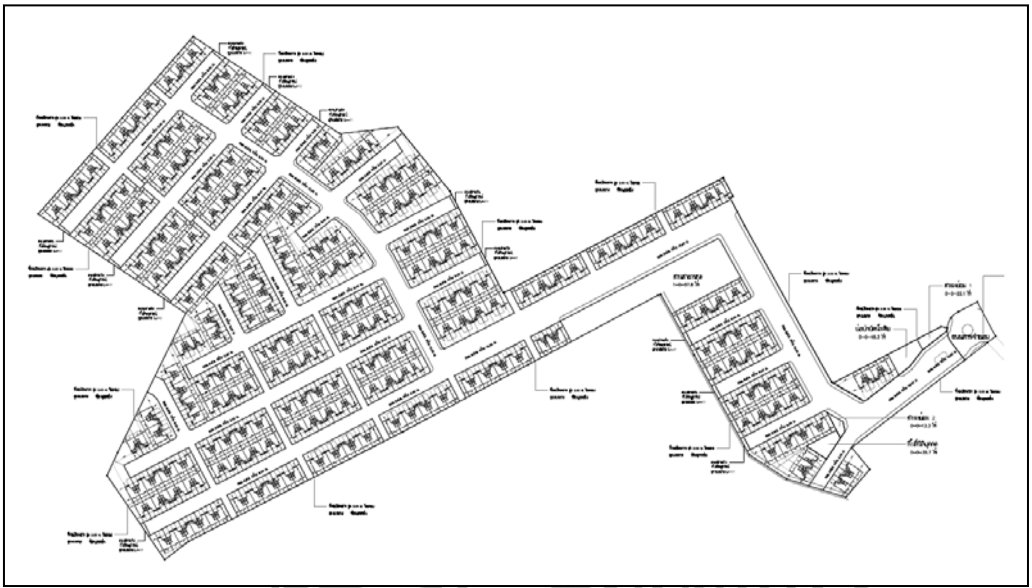
โครงการที่ 10

ชื่อโครงการ PK 77/1

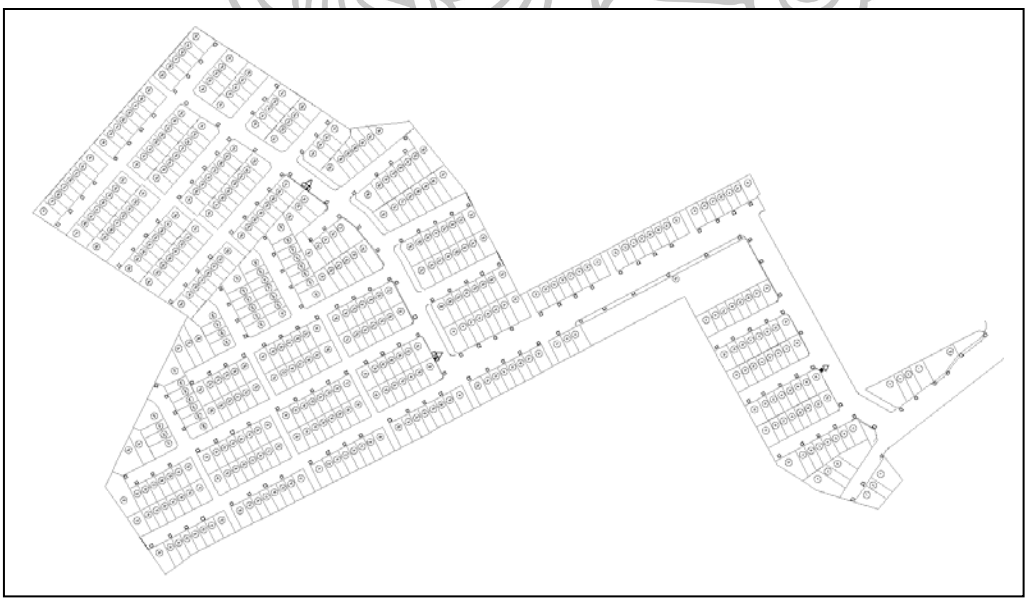
พื้นที่ทั้งหมด 36-2-98.3 ไร่

ทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น 5.0 เมตร 462 แปลง

ใช้เวลาในการทำแบบ 2 ชั่วโมง 50 นาที



ภาพที่ 59 แสดงผังโครงการ PK77/1



ภาพที่ 60 แสดงผังปักเสา-พาดสายไฟฟ้า โครงการ PK77/1 จากโปรแกรม