

การวิเคราะห์ความเชื่อถือได้จากการขยายเขตระบบไฟฟ้า

Reliability Analysis of Power Distribution System Expansion

น.ส.ชิตชนก วงศ์สุปไทย 50054022

น.ส.ปพิชญา ประไพสุวรรณ 50055177

ผศ.ดร.ดุสิตพิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2942-8555 ต่อ 1543 โทรสาร 0-2942-8555 ต่อ 1550 E-mail: fengdur@ku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของการขยายเขตของระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่มีต่อความเชื่อถือได้ เนื่องจากในปัจจุบันการไฟฟ้าไม่ได้มีการนำปัจจัยเรื่องการขยายเขตมาเป็นปัจจัยในการพิจารณาค่าดัชนีด้านความเชื่อถือได้ที่จะเปลี่ยนไปในอนาคต โครงการนี้จึงทำการศึกษาเพื่อแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการขยายเขตในรูปแบบต่างๆ ที่มีต่อค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI โดยค่าดัชนีดังกล่าวจะคำนวณได้จากการสร้างและวิเคราะห์แบบจำลองของระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่ศึกษาในโปรแกรม PSS/ADEPT: Distribution Reliability Analysis (DRA) Module

Abstract

This project is to study the impacts of expansion of a power distribution system on reliability. Presently, electric utilities do not consider system expansion as a factor on a change in the reliability indices. This project is conducted to demonstrate the impacts of the various expansions on the SAIFI and the SAIDI indices. The indices will be calculated from an analysis of power distribution system models created in PSS/ADEPT: Distribution Reliability Analysis (DRA) Module.

1. บทนำ

1.1 รูปแบบการขยายเขตระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ภูมิภาค

มีการขยายเขต 5 รูปแบบดังนี้

- 1.การขยายเขตระบบไฟฟ้าแบบผู้ใช้ไฟเฉพาะราย
- 2.การขยายเขตระบบไฟฟ้าในบริเวณที่ดินจัดสรร
- 3.การขยายเขตระบบไฟฟ้าของอาคารชุด
- 4.การขยายเขตระบบไฟฟ้าสาธารณะ
- 5.การขยายเขตระบบไฟฟ้าให้บ้านเรือนราษฎรไม่มีไฟฟ้าใช้

ปัจจุบันมีดัชนีที่ใช้ในระบบจำหน่ายเพื่อแสดงสมรรถนะความเชื่อถือได้ในการจ่ายไฟฟ้าของระบบจำหน่าย คือ SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) และ SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังบ่งบอกถึงคุณภาพของการจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า และยังใช้เป็นเกณฑ์ในการวางแผนของระบบไฟฟ้าด้วย

1.2 ดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

SAIFI คือค่าดัชนีแสดงจำนวนครั้งไฟดับเฉลี่ยที่กระทบต่อผู้ใช้ไฟ 1 ราย ในช่วงระยะเวลาที่พิจารณา มีหน่วยเป็น ครั้ง/ราย/ระยะเวลา (เดือน หรือ ปี)

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{N_T}$$

เมื่อ λ_i อัตราความเสียหาย (ครั้งต่อปี)

N_i จำนวนผู้ใช้ไฟในจุดโหลดที่ i

N_T จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมด

SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

SAIDI คือค่าดัชนีแสดงระยะเวลาไฟดับเฉลี่ยที่กระทบต่อผู้ใช้ไฟ 1 ราย ในช่วงระยะเวลาที่พิจารณา มีหน่วยเป็น นาที/ราย/ระยะเวลา (เดือน หรือ ปี)

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{N_T}$$

เมื่อ U_i ช่วงเวลาที่ไฟดับตลอดปี (Annual Outage Time) ของผู้ใช้ไฟจุดโหลด i เป็นผลคูณของค่า λ และค่า r (ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ไฟดับ หน่วยเป็น ชั่วโมง) มีหน่วยเป็น ชั่วโมงต่อปี

N_i จำนวนผู้ใช้ไฟในจุดโหลดที่ i

N_T จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมด

2. ขั้นตอนการทำโครงการ

ทดลองโดยใช้โปรแกรม PSS/ADEPT Version 5.0 ในรูปแบบ Distribution Reliability Analysis (DRA) โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1.สร้างรูปแบบการจ่ายไฟฟ้าจริงของ Feeder4 สถานีไฟฟ้าชุมชนริ ใช้ค่าอัตราความเสียหายของสายหลังเบรกเกอร์ เป็น 0.21 ครั้ง/กิโลเมตร/ปี และสายหลังฟิวส์เป็น 2.01 ครั้ง/กิโลเมตร/ปี

2.กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับระบบ

- ความยาวสาย

- ค่าอัตราความเสียหายของอุปกรณ์ และค่าเฉลี่ยของเวลา

ซ่อมของอุปกรณ์

- จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้า

- โหลดในแต่ละจุด

3.เมื่อทำการตั้งค่าเรียบร้อยแล้วจึงทำการคำนวณค่าดัชนีความเชื่อถือได้(SAIFI&SAIDI) ของระบบพื้นฐานและของระบบที่ทำการขยายเขตทั้ง 5 รูปแบบที่ โหลดเมน และไลน์แยก

5.เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ

3. ผลการทดลองและการวิเคราะห์

3.1การขยายเขตจากไลน์เมน

ได้ค่าดัชนีความเชื่อถือได้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.จำนวนผู้ใช้ไฟส่วนที่ต่อเพิ่มมีค่าน้อยมากๆ (เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้ไฟที่เดิม)ส่งผลให้ ค่าดัชนีค่าใหม่ มากกว่า ค่าดัชนีค่าเดิม ดังเช่นการขยายเขต 3 รูปแบบคือ

กรณีที่ 1 การขยายเขตระบบไฟฟ้าแบบผู้ใช้ไฟเฉพาะราย

(เพิ่มผู้ใช้ไฟ 1 ราย)

ตารางที่ 3.1 ค่าดัชนีหลังการขยายเขตแบบผู้ใช้ไฟเฉพาะรายจากไลน์เมน

	วงจรพื้นฐาน	ระยะทางที่ทำการขยายเขต		
		20 เมตร	100 เมตร	200 เมตร
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	10.17 (ลดลง 0.1%)	10.19 (เพิ่มขึ้น 0.1%)	10.21 (เพิ่มขึ้น 0.29%)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	9.41 (ลดลง 0.11%)	9.42 (เปลี่ยนเล็กน้อย)	9.44 (เพิ่มขึ้น 0.21%)

กรณีที่ 2 การขยายเขตระบบไฟฟ้าสาธารณะ (เพิ่มผู้ใช้ไฟ 1 ราย)

ตารางที่ 3.2 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตระบบไฟฟ้าสาธารณะต่อจากไลน์เมน

	วงจรพื้นฐาน	ระยะทางที่ทำการขยายเขต	
		500 เมตร	1000 เมตร
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	10.28 (เพิ่มขึ้น 0.98%)	10.38 (เพิ่มขึ้น 1.96%)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	9.48 (เพิ่มขึ้น 0.64%)	9.56 (เพิ่มขึ้น 1.49%)

กรณีที่ 3 การขยายเขตระบบไฟฟ้าให้บ้านเรือนราษฎรที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ (เพิ่มผู้ใช้ไฟ 10 ราย)

ตารางที่ 3.3 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตบ้านเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ต่อจากไลน์เมน

	วงจรพื้นฐาน	ระยะทางที่ทำการขยายเขต	
		500 เมตร	1000 เมตร
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	10.18 (เปลี่ยนเล็กน้อย)	10.28 (เพิ่มขึ้น 0.98 %)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	9.39 (ลดลง 0.32 %)	9.47 (เพิ่มขึ้น 0.53 %)

2.จำนวนผู้ใช้ไฟที่ต่อเพิ่ม มีค่ามาก (เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้ไฟที่มีอยู่เดิม) และค่าอัตราความเสียหายของส่วนที่ขยายเพิ่มมีค่าต่ำ ส่งผลให้ค่าดัชนีค่าใหม่ มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีค่าเดิมดังเช่นการขยายเขต 2 รูปแบบคือ

กรณีที่ 1 การขยายเขตระบบไฟฟ้าในบริเวณที่ดินจัดสรร

ขยายเพิ่ม 500 เมตร

ตารางที่ 3.4 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตที่ดินจัดสรร ระยะ500 เมตร จากไลน์เมน

	วงจรพื้นฐาน	จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น		
		100 ราย	300 ราย	500 ราย
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	9.34 (ลดลง 8.25 %)	8.03 (ลดลง 21.12 %)	7.19 (ลดลง 29.37 %)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	8.54 (ลดลง 9.34 %)	7.24 (ลดลง 23.14 %)	6.39 (ลดลง 32.17 %)

ขยายเพิ่มไป 1000 เมตร

ตารางที่ 3.5 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตที่ดินจัดสรร ระยะ1000 เมตรจากไลน์เมน

	วงจรพื้นฐาน	จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น		
		100 ราย	300 ราย	500 ราย
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	9.44 (ลดลง 7.27 %)	8.14 (ลดลง 20.04 %)	7.29 (ลดลง 28.39 %)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	8.62 (ลดลง 8.49 %)	7.32 (ลดลง 22.29 %)	6.47 (ลดลง 31.32 %)

กรณีที่ 2 การขยายเขตระบบไฟฟ้าของอาคารชุด

(เพิ่มระยะทาง 100 เมตร)

ตารางที่ 3.6 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตของอาคารชุดต่อจากไลน์เมน

	วงจรพื้นฐาน	จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น	
		100 ราย	300 ราย
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	9.25 (ลดลง 9.14%)	7.95 (ลดลง 21.9%)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	8.48 (ลดลง 9.98%)	7.18 (ลดลง 23.8%)

3.2การขยายเขตจากไลน์แยก

ได้ค่าดัชนีความเชื่อถือได้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.จำนวนผู้ใช้ไฟส่วนที่ต่อเพิ่มมีค่าน้อยมากๆ (เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้ไฟที่มีอยู่เดิม) ส่งผลให้ ค่าดัชนีค่าใหม่ มากกว่า ค่าดัชนีค่าเดิมดังเช่นการขยายเขต 3 รูปแบบคือ

กรณีที่ 1 การขยายเขตระบบไฟฟ้าแบบผู้ใช้ไฟเฉพาะราย

(เพิ่มผู้ใช้ไฟ 1 ราย)

ตารางที่ 3.7 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตแบบผู้ใช้ไฟเฉพาะรายต่อจากไลน์แยก

	วงจรพื้นฐาน	ระยะทางที่ทำการขยายเขต		
		20 เมตร	100 เมตร	200 เมตร
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	10.18 (เปลี่ยนเล็กน้อย)	10.20 (เพิ่มขึ้น 0.2%)	10.24 (เพิ่มขึ้น 0.59%)

	วงจรพื้นฐาน	ระยะทางที่ทำการขยายเขต		
		20 เมตร	100 เมตร	200 เมตร
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	9.41 (ลดลง 0.11%)	9.44 (เพิ่มขึ้น 0.21%)	9.47 (เพิ่มขึ้น 0.53%)

กรณีที่ 2 การขยายเขตระบบไฟฟ้าสาธารณะ (เพิ่มผู้ใช้ไฟ 1 ราย)

ตารางที่ 3.8 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตระบบไฟฟ้าสาธารณะต่อจากไลน์แยก

	วงจรพื้นฐาน	ระยะทางที่ทำการขยายเขต	
		500 เมตร	1000 เมตร
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	10.33 (เพิ่มขึ้น 1.47%)	10.49 (เพิ่มขึ้น 3.05%)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	9.57 (เพิ่มขึ้น 1.59%)	9.73 (เพิ่มขึ้น 3.29%)

กรณีที่ 3 การขยายเขตระบบไฟฟ้าให้บ้านเรือนราษฎรที่ไม่มีไฟฟ้าใช้

(เพิ่มผู้ใช้ไฟ 10 ราย)

ตารางที่ 3.9 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตบ้านเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ต่อจากไลน์แยก

	วงจรพื้นฐาน	ระยะทางที่ทำการขยายเขต	
		500 เมตร	1000 เมตร
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	10.25 (เพิ่มขึ้น 0.69 %)	10.42 (เพิ่มขึ้น 2.36 %)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	9.48 (เพิ่มขึ้น 0.64 %)	9.66 (เพิ่มขึ้น 2.55 %)

2.จำนวนผู้ใช้ไฟที่ต่อเพิ่ม มีค่ามาก (เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้ไฟที่มีอยู่เดิม)และค่าอัตราความเสียหายของส่วนที่ขยายเพิ่มมีค่าต่ำส่งผลให้ค่าดัชนีค่าใหม่ มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีค่าเดิมดังเช่นการขยายเขต 2 รูปแบบคือ

กรณีที่ 1 การขยายเขตระบบไฟฟ้าในบริเวณที่ดินจัดสรร

ขยายเพิ่ม 500 เมตร

ตารางที่ 3.10 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตที่ดินจัดสรร ระยะ500 เมตรจากไลน์แยก

	วงจรพื้นฐาน	จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น		
		100 ราย	300 ราย	500 ราย
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	9.53 (ลดลง 6.39 %)	8.42 (ลดลง 17.29 %)	7.70 (ลดลง 24.36 %)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	8.76 (ลดลง 7.00 %)	7.65 (ลดลง 18.79 %)	6.93 (ลดลง 26.43 %)

ขยายเพิ่มไป 1000 เมตร

ตารางที่ 3.11 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตที่ดินจัดสรร ระยะ 1000 เมตรจากไลน์แยก

	วงจรพื้นฐาน	จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น		
		100 ราย	300 ราย	500 ราย
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	9.80 (ลดลง 3.73 %)	8.85 (ลดลง 13.06 %)	8.22 (ลดลง 19.25 %)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	9.04 (ลดลง 4.03 %)	8.08 (ลดลง 14.23 %)	7.46 (ลดลง 20.81 %)

กรณีที่ 2 การขยายเขตระบบไฟฟ้าของอาคารชุด

(เพิ่มระยะทาง 100 เมตร)

ตารางที่ 4.12 ผลของค่าดัชนีหลังการขยายเขตของอาคารชุดจากไลน์แยก

	วงจรพื้นฐาน	จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น	
		100 ราย	300 ราย
SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	10.18	9.31 (ลดลง 8.55%)	8.08 (ลดลง 20.6%)
SAIDI (ชั่วโมง/ราย/ปี)	9.42	8.55 (ลดลง 9.24%)	7.31 (ลดลง 22.4%)

4.สรุปผล

จากการทดลองสรุปได้ว่าการขยายเขตระบบไฟฟ้ามีผลทำให้ค่าดัชนีความเชื่อถือได้เปลี่ยนแปลง โดยเกิดจาก 2 ปัจจัยหลักคืออัตราความเสียหายและ จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น

1. อัตราความเสียหายประกอบด้วยสาเหตุต่างๆ ดังนี้คือ

- ระยะทางที่ทำการขยายเพิ่ม
- ข้อบกพร่องของอุปกรณ์
- ดิน ไม้ กิ่งไม้

- บุคคลภายนอก , สัตว์

- สภาพแวดล้อม สภาพอากาศ

2. จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าดัชนีเปลี่ยนแปลง

แบ่งเป็น 2 กรณี

2.1 จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้ไฟที่มีอยู่เดิม ส่งผลให้ค่าดัชนีความเชื่อถือได้มีค่ามากขึ้น

2.2 จำนวนผู้ใช้ไฟที่เพิ่มขึ้น มีค่ามากเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้ไฟที่มีอยู่เดิมและ

- อัตราความเสียหายของสายที่ขยายเพิ่มจากไลน์เมน มีค่าน้อย ค่าดัชนีหลังการขยายเขตจะมีค่าลดลง

- อัตราความเสียหายของสายไลน์แยกเดิมที่เอาไหลดไปต่อเพิ่มมีค่าน้อย ค่าดัชนีหลังการขยายเขตจะมีค่าลดลง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.คุณชัยวิชญ์ ฤกษ์ปรีดาพงศ์ ซึ่งคอยช่วยเหลือให้คำปรึกษา และคำแนะนำ ตลอดจนการทำให้โครงการทั้งหมดเสร็จสมบูรณ์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ได้มอบเงินสนับสนุนในการทำโครงการนี้

ขอขอบพระคุณ บิคา มารดา ซึ่งคอยสนับสนุนและให้โอกาสทางการศึกษา รวมทั้งเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

- [1] รศ.ดร.ชำนาญ ห่อเกียรติ (2553). ความเชื่อถือได้และการบำรุงรักษาระบบจำหน่ายไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาความชำนาญด้านไฟฟ้ากำลัง.
- [2] สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. (2549). ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า (ปัญหาไฟฟ้าตก ไฟฟ้าดับ). วารสารนโยบายพลังงาน ฉบับที่ 49 กรกฎาคม-กันยายน 2543
- [3] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. ความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://library.dip.go.th/multim6/edoc/16613.pdf>. (สิงหา 2553)
- [4] Shaw Power Technologies, Inc. (2004). PSS/ADET USERS MANUAL. New York