วารสารวิชาการนอร์ทเทิร์น ISSN 2651-1509

เทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมกรณีศึกษาอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา

Hazard Identification Techniques for Industry Case Study of Industry in Nakhon Ratchasima Province

จัดพล ภัยแคล้ว[1], ดร.สงวน วงษ์ชวลิตกุล[2] และ ดร.มารุต โคตรพันธ์[3]

Jadpol Paikhlaew[1], Dr.Sanguan Vongchavalitkul[2] and Dr.Marut Khodpun[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนและวิเคราะห์ความเหมาะสมของเทคนิคการชี้บ่งอันตรายกับอุตสาหกรรมการผลิตในจังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่ามีเทคนิคการชี้บ่งอันตรายทั้ง 40 เทคนิค สามารถนำเทคนิคไปใช้ให้เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนคราชสีมาทั้ง 13 กลุ่มธุรกิจ โดย 3 กลุ่มแรกที่มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุดคือกลุ่มอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารสัตว์เหมาะสม 14 เทคนิค กลุ่มอุตสาหกรรมอโลหะเหมาะสม 20 เทคนิค และกลุ่มขนส่งเหมาะสม 14 เทคนิค นอกจากนี้มี 7 เทคนิคชี้บ่งอันตรายที่เหมาะสมกับทุกกลุ่มอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมาคือ FTA, Checklist, What if analysis, ETA, JSA, Safety audit, Standards/ Codes of practice/ Literature review. หากผู้ประกอบการสามารถเลือกใช้เทคนิคชี้บ่งอันตรายให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและลักษณะของการดำเนินธุรกิจจะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : เทคนิคชี้บ่งอันตราย, อุบัติเหตุ, อุตสาหกรรม

[1] ดุษฎีบัณฑิตสาขาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล E-mail : jadpolastk@gmail.com 062-3397892

[2] รองศาสตราจารย์ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล E-mail : sanguan@vu.ac.th เบอร์โทร 081-4702654

[3] อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล E-mail : marut_kho@vu.ac.th เบอร์โทร 095-4361769

Abstract

This research aims to review and analyze the suitability of hazard identification techniques for the manufacturing industry in Nakhon Ratchasima province. The results showed that all 40 hazard identification techniques could be suitable to industrial plants in Nakhon Ratchasima province in 13 business groups. The first three groups had the highest number of factories. Agro-industry and animal feed suitable 14 Techniques Non-metallic industries suitable 20 Techniques and Transportation suitable 14 Techniques. In additions, there are 7 hazard identification techniques suitable for all industries in Nakhon Ratchasima province: FTA, Checklist, What if analysis, ETA, JSA, Safety audit, Standards/ Codes of practice/ Literature review. Identifying hazards to the manufacturing process and the nature of the business will reduce the risk of an accident more effectively.

Keywords: hazard identification technique, Accident, Industrials.

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีถูกนำมาใช้พัฒนากระบวนการผลิตให้เกิดความสะดวก มีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัย การปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วเพื่อพัฒนาการผลิตทำให้เทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่ใช้อยู่ถูกปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องและเหมาะสมกับความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว การเลือกเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตจะทำให้สามารถป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงอันตรายและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่นิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน เช่น HAZOP, Checklists, What if, Event Tree Analysis, FMEA, Failure Tree Analysis นอกจากนี้ยังมีเทคนิคอื่นๆ อีกจำนวนมากที่นักวิจัยทั่วโลกได้ทำการศึกษาและนำไปใช้กับอุตสาหกรรมต่างๆ มากมายจนประสบผลสำเร็จ

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีโรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย จากข้อมูลในเดือนกุมภาพันธ์ 2561 ของสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมามีโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมด 2,681 โรงงาน โดยแบ่งประเภทอุตสาหกรรมได้ทั้งหมด 22 ประเภท มีโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตรมากที่สุด รองลงมาเป็นโรงงานอุตสาหกรรมอโลหะ และอุตสาหกรรมขนส่งตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 1

ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาและทบทวนเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่มีอยู่ มาวิเคราะห์หาความเหมาะสมของอุตสาหกรรมที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับธุรกิจที่กำลังดำเนินการอยู่ให้ประสบผลสำเร็จสร้างความน่าเชื่อถือให้กับผู้บริโภค ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและลดค่าใช้จ่ายงบประมาณทั้งภาครัฐและเอกชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทบทวนและวิเคราะห์ความเหมาะสมของเทคนิคการชี้บ่งอันตรายกับอุตสาหกรรมการผลิตในจังหวัดนครราชสีมา

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ช่วงเวลาของโครงการ (Project Life Cycle)

การชี้บ่งอันตรายจะถูกนำมาใช้ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมของโครงการเพื่อให้กระบวนการมีความสมบูรณ์และปลอดภัย สามารถแบ่งช่วงเวลาของโครงการเป็น 3 ช่วงหลักคือช่วงศึกษาหลักการ (Concept phase) ช่วงออกแบบกระบวนการ (Engineering design phase) และช่วงดำเนินงาน (Operation phase) แต่ละช่วงเวลาของโครงการจะนำเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่เหมาะสมกับช่วงเวลานั้นๆ มาใช้เพื่อศึกษา

ทบทวนเทคนิคการชี้บ่งอันตราย

การทบทวนเทคนิคการชี้บ่งอันตราย โดยการค้นหาจากงานวิจัยต่างๆ ตำราและบทความวิชาการทั้งในและต่างประเทศรายละเอียดของแต่ละเทคนิคถูกนำมาอ้างอิงและวิเคราะห์เพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ศึกษาวิเคราะห์กระบวนการเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ผู้วิจัยได้รวบรวมเทคนิคการชี้บ่งอันตรายได้ทั้งหมด 40 เทคนิคจากงานวิจัย ตำราและบทความวิชาการ ดังแสดงในตารางที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่มีอยู่จากงานวิจัยต่างๆ ตำรา และบทความวิชาการ
2. ศึกษากระบวนการผลิตในแต่ละประเภทอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา
3. ศึกษาเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่เหมาะกับกระบวนการผลิตของแต่ละอุตสาหกรรม
4. วิเคราะห์ความเหมาะสมและอภิปราย

ผลการวิจัย

อุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา

ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภทในจังหวัดนครราชสีมาโดยแยกออกเป็นกลุ่มธุรกิจได้ 13 กลุ่ม

1) กลุ่มเกษตรและอาหารสัตว์ เป็นธุรกิจแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร
2) กลุ่มอโลหะเป็นธุรกิจกระเบื้อง กระจก ปูนซีเมนต์ และเครื่องปั้นดินเผา
3) กลุ่มขนส่งเป็นธุรกิจขนส่งสินค้าและบริการขนส่งสาธารณะ
4) กลุ่มอาหารและเครื่องดื่ม เป็นธุรกิจบรรจุและถนอมอาหาร
5) กลุ่มโลหะและเครื่องจักรกล เป็นธุรกิจผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และอุปกรณ์เครื่องจักรกล
6) กลุ่มพลาสติกและปิโตรเคมี เป็นธุรกิจผลิตภาชนะสำเร็จรูปและท่อพีวีซี
7) กลุ่มไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ เป็นธุรกิจโรงเลื่อยไม้
8) กลุ่มเคมีและยาง เป็นธุรกิจผลิตสารเคมีและยางที่ใช้กับชิ้นส่วนยานยนต์และอุปกรณ์เครื่องจักรกล
9) กลุ่มไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นธุรกิจผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
10) กลุ่มพลังงานไฟฟ้า เป็นธุรกิจผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวะมวลและพลังงานแสงอาทิตย์
11) กลุ่มเฟอร์นิเจอร์และเครื่องเรือน เป็นธุรกิจผลิตเฟอร์นิเจอร์และของใช้ภายในบ้าน
12) กลุ่มสิ่งทอและเครื่องแต่งกาย เป็นธุรกิจเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูปและเครื่องประดับ
13) กลุ่มกระดาษและสิ่งพิมพ์ เป็นธุรกิจโรงพิมพ์แต่ละกลุ่มธุรกิจจะมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันตลอดจนสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ต่างกัน

ความเหมาะสมของเทคนิคการชี้บ่งอันตราย

การเลือกใช้เทคนิคการชี้บ่งอันตรายให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและอุตสาหกรรมนั้นจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดและข้อจำกัดของแต่ละเทคนิคการชี้บ่งอันตราย ซึ่งมีการพัฒนาเทคนิคหลายอย่างเพื่อประเมินความปลอดภัยของระบบในอุตสาหกรรมและกระบวนการผลิต โดยทำการศึกษาลักษณะของกระบวนการผลิตในแต่ละอุตสาหกรรม แล้วศึกษาเนื้อหาของแต่ละเทคนิคในงานวิจัยต่างๆ แล้วนำไปประยุกต์ใช้ในการชี้บ่งอันตราย

เทคนิคการชี้บ่งอันตรายทั้ง 40 เทคนิค ในแต่ละเทคนิคเหมาะสมกับช่วงเวลาของโครงการคือ Concept phase, Design phase, Operation phase และ Any phase นอกจากนั้นยังสามารถนำเทคนิคไปใช้ให้เหมาะสมกับรูปแบบและกระบวนการของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนคราชสีมาทั้ง 13 กลุ่มธุรกิจ โดยกลุ่มอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารสัตว์เหมาะสม 14 เทคนิค กลุ่มอุตสาหกรรมอโลหะและกระเบื้องเหมาะสม 20 เทคนิค กลุ่ม

ขนส่งเหมาะสม 14 เทคนิค กลุ่มอาหารและเครื่องดื่มเหมาะสม 24 เทคนิค กลุ่มโลหะและเครื่องจักรกลเหมาะสม 33 เทคนิค กลุ่มพลาสติกและปิโตรเคมีเหมาะสม 30 เทคนิค กลุ่มไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้เหมาะสม 13 เทคนิค กลุ่มเคมีและยางเหมาะสม 31 เทคนิค กลุ่มไฟฟ้าลิเล็กทรอนิกส์เหมาะสม 35 เทคนิคกลุ่มพลังงานไฟฟ้าเหมาะสม 37 เทคนิค และกลุ่มเฟอร์นิเจอร์และเครื่องเรือน กลุ่มสิ่งทอและเครื่องแต่งกาย และ กลุ่มกระดาษและสิ่งพิมพ์เหมาะสมกลุ่มละ 11 เทคนิค ดังแสดงในตารางที่ 2

สรุปและอภิปรายผล

เทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนคราชสีมาทั้ง 13 กลุ่มธุรกิจ โดย 3 กลุ่มแรกที่มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุดคือกลุ่มอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารสัตว์เหมาะสม 14 เทคนิค รองลงมาเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมอโลหะเหมาะสม 20 เทคนิค และกลุ่มขนส่งเหมาะสม 14 เทคนิค นอกจากนั้นมี 7 เทคนิคชี้บ่งอันตรายที่เหมาะสมกับทุกกลุ่มอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมาคือ FTA, Checklist, What if analysis, ETA, JSA, Safety audit, Standards/ Codes of practice/ Literature review.

การตัดสินใจเลือกใช้เทคนิคการชี้บ่งอันตราย เพื่อค้นหาปัจจัยเสี่ยงของกระบวนการผลิตนั้นจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดและข้อจำกัดของแต่ละเทคนิคให้เข้าใจ หากผู้ประกอบการสามารถเลือกใช้เทคนิคชี้บ่งอันตรายให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและลักษณะของการดำเนินธุรกิจจะช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา. (2561). **รายงานความเคลื่อนไหวการลงทุนด้านอุตสาหกรรม**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.industry.go.th/ nakhonratchasima/index.php (วันที่ค้นข้อมูล : 2 มีนาคม 2561).

Alison Couley. (2017). **Concept Safety Review**. North Yorkshire : Eggborough Power Station site.

Appil Ora. (2017). **Hazard Identification of Chemical Mixing Plant through Hazop Study.** International Journal of Advance Research and Development. 2(3), 79-84.

Bernhard. (2011). **Identifying Software Hazards with a Modified CHAZOP**. The First International Conference on Performance, Safety and Robustness in Complex Systems and Applications. 7-12.

Commonwealth of Australia (2018). **HUMAN RELIABILITY ANALYSIS**. [Online]. Accessible from : https:// www.nopsema.gov.au/resources/ human-factors/human-reliability-analysis/(Date of Search : 4 March 2018).

Ehsan Saghatforoush. (2014). **EXTENSION OF CONSTRUCTABILITY TO INCLUDE OPERATION AND MAINTENANCE FOR INFRASTRUCTURE PROJECTS**.Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. Science and Engineering Faculty Queensland University of Technology.

Elda Paja. (2015). **The importance of teaching goal-oriented analysis techniques: an experience report**. 1st International iStar Teaching Workshop. 2015(1), 37-42.

Gretchen A. (2011). **Analysis of Safety Decision-Making Data Using Event Tree Analysis**. [Online]. Accessible from : http://lib.dr.iastate.edu/abe_eng_conf /356 (Date of Search : 4 February 2018).

Gurujeet. (2016). **Hazard and operability study (HAZOP)**. [Online]. Accessible from : https://www.linkedin.com/pulse/hazard-operability-study-hazop-gurujeet-mohapatra (Date of Search : 24 February 2018).

Howard Lee. (2017). **Failure mode and effects analysis drastically reduced potential risks in clinical trial conduct**. Drug Design, Development and Therapy. 2017(11), 3035- 3043.

IYAN EKA MULIA. (2016). **TSUNAMI SOURCE ESTIMATION AND WAVEFORM FORECAST USING COMPUTATIONAL INTELLIGENCE**. Thesis for the degree of Doctor of Engineering. The Faculty of the Graduate School of Science and Engineering Kagoshima University.

John R. Taylor. (2013). **Incorporating Human Error Analysis into Process Plant Safety Analysis**. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. 2013(31), 301-306.

Jose Condor. (2011). **A Comparative Analysis of Risk Assessment Methodologies for the Geologic Storage of Carbon Dioxide**. 2011(4), 4036–4043.

Kouroush. (2015). **Cause-Consequence Analysis for NASA's Space Transportation System (STS)-Solid Rocket Booster (SRB)**. International Journal of Business and Management. 10(8), 23-28.

Miguel A. Trigos. (2016). **Unmanned Helicopter Faults Diagnosis based on Petri Nets**. I+D Revista de Investigaciones. 8(2), 91–103.

Muchamad. (2017). **Hazard Identification and Risk Assessment of Health and Safety Approach JSA (Job Safety Analysis) in Plantation Company**. IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering. 2017(215), 1-10.

National Offshore Petroleum Safety and Environmental Management Authority. (2017). **Critical task analysis**. [Online]. Accessible from : https://www. nopsema.gov.au/assets/Information-papers/A500978.pdf (Date of Search : 4 February 2018).

Patrick J. Redmond. (2007). **A SYSTEM OF SYSTEMS INTERFACE HAZARD ANALYSIS TECHNIQUE**. Master's Thesis, SCIENCE IN SOFTWARE ENGINEERING and SCIENCE IN SYSTEMS ENGINEERING NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL.

Phayong. (2017). **Job safety analysis and hazard identification for work accident prevention in para rubber wood sawmills in southern Thailand**. Journal of Occupational Health. 2017(59), 542-551.

Philip McAleenan. (2015). **CALCULATION OF THE NUMBER OF SYNERGISTIC HAZARDS AND RISKS ON CONSTRUCTION SITES THAT LIMITS THE EFFICACY OF RISK ASSESSMENT MATRICES**. Proceedings of CIB W099 Benefitting Workers and Society through Inherently Safe(r) Construction Belfast, Northern Ireland, 10-11 September. 390-397.

Rossella. (2015). **Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA) for medical devices: Does standardization foster improvements in the practice?**. Procedia Manufacturing 3 (2015), 43–50.

SAS Institute Inc. (2015). **Reliability and Survival Methods**. Cary, NC : SAS Institute Inc.

Seyedeh. (2016). **FRAGILITY ASSESSMENT AND RELIABILITY ANALYSIS OF TRANSMISSION LINES SUBJECTED TO CLIMATIC HAZARDS**. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, Department of Civil Engineering and Applied Mechanics McGill University.

Stuart Burge. (2010). **The Systems Engineering Tool Box**. Warwickshire : Burge Hughes Walsh.

T. G. Jun. (2010). **THINKING WITH SIMPLE DIAGRAMS IN HEALTHCARE SYSTEMS DESIGN**. INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE - DESIGN 2010 Dubrovnik - Croatia, May 17-20, 1787-1794.

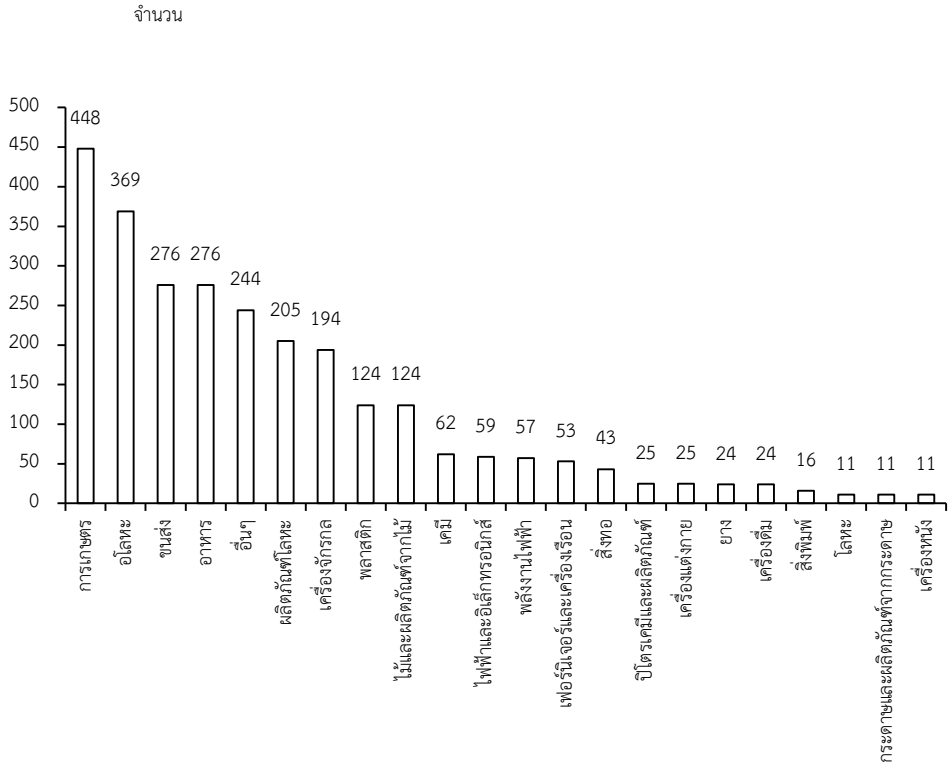
Vinay Dubey. (2016). **Hazard Identification of cranes and their control measures**. International Journal of Engineering Development and Research. 4(1), 504-509.

Yan Du. (2015). **The role of hazard vulnerability assessments in disaster preparedness and prevention in China**. Military Medical Research. 2015(2), 27.

Yi-nan Hu. (2016). **Research on the Application of Fault Tree Analysis for Building Fire Safety of Hotels**. Procedia Engineering 135 (2016), 524–530.

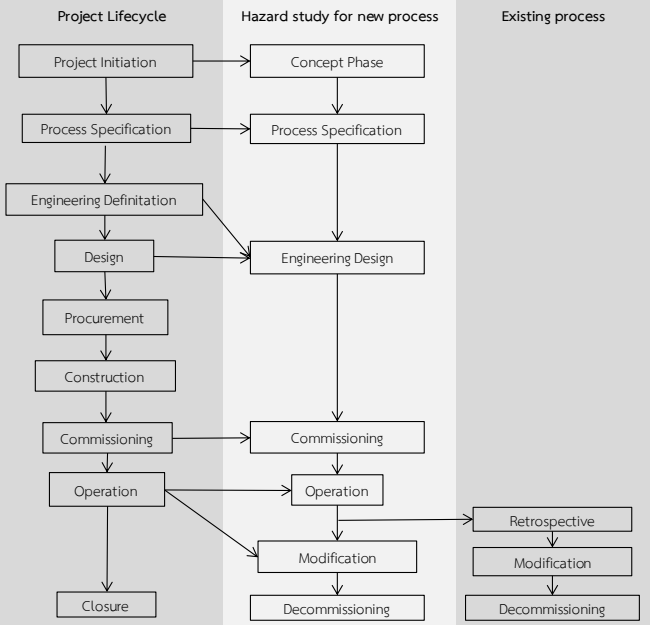
ภาพประกอบและตาราง

แผนภาพแสดงจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม 2,681 แห่งในจังหวัดนครราชสีมา แยกตามกลุ่มธุรกิจเรียงจากกลุ่มธุรกิจที่มีจำนวนโรงงานมากที่สุดรวม 22 กลุ่มธุรกิจ



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา
(สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา, 2561)

ภาพที่ 2 แสดงช่วงเวลาของโครงการตั้งแต่เริ่มต้นโครงการไปจนสิ้นสุดโครงการ ซึ่งแสดงแต่ละช่วงเวลาในกระบวนการที่ต้องศึกษาการชี้บ่งอันตราย



ภาพที่ 2 แสดงการชี้บ่งอันตรายในช่วงเวลาของโครงการ (John Gould, 2000)

ตารางที่ 1 แสดงเทคนิคการชี้บ่งอันตรายทั้ง 40 เทคนิค โดยมีนักวิจัยที่นำเทคนิคต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ในการชี้บ่งอันตรายในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ

ตารางที่ 1 ทบทวนงานวิจัยที่ศึกษาการชี้บ่งอันตราย

No.	Hazard Identification Technical	Researchers
1	FTA (Fault tree analysis)	Yi-nan Hu, 2016
2	Checklist	Vinay, 2016
3	What if analysis	American Chemical Society, 2015
4	Hazard operability study (HAZOP)	Appil Ora, 2017
5	Failure Mode and Effective analysis (FMEA)	Howard Lee, 2017
6	Event Tree Analysis	Gretchen A, 2011
7	Job Safety Analysis (JSA)	Phayong, 2017/ Muchamad, 2017
8	Concept Hazard Analysis (CHA)	Patrick, 2007
9	Concept Safety Review (CSR)	Alison Couley, 2017
10	Preliminary Hazard Analysis (PHA)	Matthew, 2014
11	Cause-Consequence analysis (CCA)	Kouroush, 2015
12	Pre-hazard and Operability study (Pre-HAZOP)	Gurujeet, 2016
13	Functional integrated hazard identification (FIHI)	John Gould, 2000
14	Critical examination of safety systems (CEX)	Gregson, J. A., 1996
15	Method organized systematic analysis of risk (MOSAR)	Jose Condor, 2011
16	Goal oriented failure analysis (GOFA)	Elda Paja, 2015/ John Gould, 2000
17	Inherent hazard analysis	David A, 2003

No.	Hazard Identification Technical	Researchers
18	Functional Failure mode and effect analysis (Func. FMEA)	Stuart, 2010
19	Failure modes, effect, and criticality analysis (FMECA)	Rossella, 2015
20	Maintenance and operability study (Mop)	Ehsan, 2014
21	Reliability block diagram (Block diagram)	SAS Institute Inc., 2015
22	Structural reliability analysis (Structural)	Seyedeh, 2016
23	Vulnerability assessment	Yan Du, 2015
24	Computer hazard and operability study (CHAZOP)	Bernhard, 2011
25	Structured method	Tim Kelly, 2004/ Ben Gouldby, 2005
26	State-transition diagrams	T. G. Jun, 2010
27	Graphe de commande etat-transition (GRAFCET)	John Gould, 2000
28	Hierarchical task analysis (HTA)	Edward Smith, 2011 National Offshore Petroleum Safety and Environmental Management Authority, 2017
29	Action error analysis (AEA)	John R, 2013
30	Human reliability analysis (HRA)	Commonwealth of Australia , 2018
31	Pattern search method	IYAN EKA MULIA, 2016
32	Predictive human error analysis (PHEA)	M. Jahangiri, 2014
33	Matrices	Philip McAleenan, 2015
34	Maintenance Analysis	Min An, 2013
35	Sneak Analysis	Martin, 2009
36	DEFI method	John Gould, 2000

No.	Hazard Identification Technical	Researchers
37	Petri-nets	Miguel A. Trigos, 2016
38	Task Analysis	Frank P. Lees, 1996
39	Safety audit	Henry C. Ramsey, 2000
40	Standards/Codes of practice/Literature review	John Gould, 2000

ตารางที่ 2 แสดงเทคนิคการชี้บ่งอันตรายทั้ง 40 เทคนิคและวิเคราะห์ความเหมาะสมกับช่วงเวลาของโครงการและอุตสาหกรรมทั้ง 13 กลุ่มธุรกิจในจังหวัดนครราชสีมา

ตารางที่ 2 ความเหมาะสมของการนำเทคนิคการชี้บ่งอันตรายไปใช้ศึกษาโรงงานอุตสาหกรรม

No.	Hazard identification technical	Process life cycle phase	เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรม												
			การเกษตรและอาหาร	อโลหะและกระเบื้องฯ	ขนส่ง	อาหารและเครื่องดื่ม	โลหะและเครื่องจักรกล	พลาสติกและปิโตรเคมี	ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	เคมีและยาง	ไฟฟ้าและ	พลังงานไฟฟ้า	ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	สิ่งทอและเครื่องแต่ง	กระดาษและสิ่งพิมพ์
1	FTA (Fault tree analysis)	Design/Operation	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2	Checklist	Concept/Design	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
3	What if analysis	Any phase	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4	Hazard operability study (HAZOP)	Any phase		√		√	√	√		√	√	√			
5	Failure Mode and Effective analysis (FMEA)	Design/Operation		√		√	√	√	√	√	√	√			
6	Event Tree Analysis	Design/Operation	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
7	Job Safety Analysis (JSA)	Design/Operation	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
8	Concept Hazard Analysis (CHA)	Concept		√			√	√		√	√	√			

No.	Hazard identification technical	Process life cycle phase	เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรม												
			การเกษตรและอาหาร	อโลหะและกระเบื้อง	ขนส่ง	อลูมิเนียมและเครื่องดื่ม	โลหะและเครื่องจักรกล	พลาสติกและปิโตรเคมี	ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	เคมีภัณฑ์	ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	พลังงานไฟฟ้า	เฟอร์นิเจอร์และเครื่องใช้	สิ่งทอและเครื่องแต่งกาย	กระดาษและสิ่งพิมพ์
9	Concept Safety Review (CSR)	Concept		√			√	√		√	√	√			
10	Preliminary Hazard Analysis (PHA)	Design/Operation	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√
11	Cause-Consequence analysis (CCA)	Design/Operation			√	√	√	√		√	√	√			
12	Pre-hazard and Operability study (Pre-HAZOP)	Design		√			√	√		√	√	√			
13	Functional integrated hazard identification (FIHI)	Design/Operation		√		√	√	√		√	√	√			
14	Critical examination of safety systems (CEX)	Design/Operation		√	√	√	√	√		√	√	√			√
15	Method organized systematic analysis of risk (MOSAR)	Operation					√	√		√	√	√			
16	Goal oriented failure analysis (GOFA)	Design/Operation				√	√	√		√	√	√			
17	Inherent hazard analysis	Design				√	√	√		√	√	√			
18	Functional Failure mode and effect analysis (Func. FMEA)	Design/Operation				√	√	√		√	√	√			
19	Failure modes, effect, and criticality analysis (FMECA)	Design/Operation				√	√	√		√	√	√			

No.	Hazard identification technical	Process life cycle phase	เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรม												
			การเกษตรและอาหาร	อโลหะและกระเบื้อง	ขนส่ง	อลูมิเนียมและเครื่องเติม	โลหะและเครื่องจักรกล	พลาสติกและปิโตรเคมี	ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	เคมีภัณฑ์	ไฟฟ้าและ	พลังงานไฟฟ้า	เฟอร์นิเจอร์และเครื่องใช้	สิ่งทอและเครื่องแต่ง	กระดาษและสิ่งพิมพ์
20	Maintenance and operability study (Mop)	Design/Operation	√	√	√	√	√	√		√	√	√			
21	Reliability block diagram (Block diagram)	Design		√		√	√	√		√	√	√			
22	Structural reliability analysis (Structural)	Design/Construction		√		√	√	√		√	√	√			
23	Vulnerability assessment	Design									√	√			
24	Computer hazard and operability study (CHAZOP)	Design									√	√			
25	Structured method	Design									√	√			
26	State-transition diagrams	Design									√	√			
27	Graphe de commande etat-transition (GRAFCET)	Design									√	√			
28	Hierarchical task analysis (HTA)	Operation					√				√	√			
29	Action error analysis (AEA)	Operation	√		√	√	√		√	√	√		√	√	
30	Human reliability analysis (HRA)	Operation	√	√	√		√		√				√	√	√
31	Pattern search method	Operation				√	√	√		√	√	√			
32	Predictive human error analysis (PHEA)	Design/Operation	√		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
33	Matrices	Design					√	√		√	√	√			
34	Maintenance Analysis	Operation	√		√	√	√	√		√		√			

No.	Hazard identification technical	Process life cycle phase	เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรม												
			การเกษตรและอาหาร	อโลหะและกระเบื้อง	ขนส่ง	อาหารและเครื่องดื่ม	โลหะและเครื่องจักรกล	พลาสติกและปิโตรเคมี	ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	เคมีและยา	ไฟฟ้าและ	พลังงานไฟฟ้า	เฟอร์นิเจอร์และเครื่อง	สิ่งทอและเครื่องแต่ง	กระดาษและสิ่งพิมพ์
35	Sneak Analysis	Design/Operation				√	√	√		√		√			
36	DEFI method	Design										√			
37	Petri-nets	Design										√			
38	Task Analysis	Design/Operation	√	√		√	√	√	√	√	√				
39	Safety audit	Any Phase	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
40	Standards/ Codes of practice/ Literature review	Concept/Design	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
จำนวนเทคนิคชี้บ่งอันตรายที่เหมาะสม			14	20	14	24	33	30	13	31	35	37	11	11	11