



เอกสารประกอบการประชุมระดมความคิดเห็นกลุ่มย่อย

ต่อ (ร่าง) ยุทธศาสตร์การพัฒนาศูนย์ข้อมูลภาครัฐ (Government Data Center Modernization)

และ (ร่าง) มาตรฐานบริการศูนย์ข้อมูลภาครัฐ

วันจันทร์ที่ 13 มีนาคม 2560 เวลา 08.30 – 16:30 น.

ณ ห้อง กมลพร โรงแรม เดอะ สู่โกศล กรุงเทพฯ

ส่วนที่ 2 : มาตรฐานศูนย์ข้อมูลในภาพรวม (Overview of Data Center Standards)

สารบัญ

เกี่ยวกับเอกสารนี้.....	3
ความต้องการมาตรฐาน (Need for the Standards).....	3
คำจำกัดความของ “มาตรฐาน” (Definition of “Standards”)	7
กรอบมาตรฐาน (Standards Framework).....	8
2 วิธีการของมาตรฐาน (Two Approaches to Standards).....	12
A. มาตรฐานที่กำหนดโดยองค์กรสากล (Standards by International Bodies)	12
B. มาตรฐานตามกรอบส่วนงาน (Standards by Framework Functional Areas).....	39
มาตรฐานศูนย์ข้อมูลในนานาประเทศ (Data Center Standards- Across the borders)	41
การประยุกต์ใช้มาตรฐานกับศูนย์ข้อมูลภาครัฐ (Application of Standards – Government Data Centers).....	83

เกี่ยวกับเอกสารนี้

เอกสารส่วนนี้ออกแบบมาเพื่อสะท้อนมุมมองอุตสาหกรรมต่อมาตรฐานต่างๆ และนำเสนอมุมมองของเราเกี่ยวกับมาตรฐานศูนย์ข้อมูล ซึ่งถือเป็นข้อมูลสำหรับระยะต่อไปของโครงการพัฒนาศูนย์ข้อมูล (Data Modernization Project) โดยเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งส่งมอบครั้งที่ 1 ของโครงการนี้ เอกสารส่วนนี้ครอบคลุมภาพรวมของมาตรฐานที่นำมาประยุกต์ใช้กันทั่วโลกตามมาตรฐานสากลหรือมาตรฐานเฉพาะประเทศ/หน่วยงานและเป็นแนวทางแนะนำหรือปฏิบัติในประเทศนั้นๆ โดยข้อมูลเชิงลึกในระดับประเทศนั้นเป็นการรวบรวมจากบางหน่วยงาน และอาจไม่สะท้อนการนำมาใช้ประยุกต์ใช้ในหน่วยงานภาครัฐทั้งหมด รายละเอียดต่างๆ/องค์ประกอบย่อยของมาตรฐานเหล่านี้มีการนำมาปฏิบัติตามอย่างเป็นแบบแผนเดียวกันในหลายภูมิภาคและหลายหน่วยงาน แต่มีการดำเนินงานที่หลากหลายรูปแบบ เนื่องด้วยความจำเป็นที่ต้องสร้างสมดุลระหว่างแนวปฏิบัติที่ดีกับความต้องการเฉพาะของหน่วยงาน

อย่างไรก็ตาม บางประเทศโดยเฉพาะกลุ่มประเทศตะวันตก เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา สหราชอาณาจักร และ ประเทศยุโรป ลงทุนลงแรงมากกว่าในด้านสีเขียว การประหยัดพลังงาน และ สถาปัตยกรรมการออกแบบ ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนที่สูงกว่า นำไปสู่ข้อได้เปรียบที่ยังคงเป็นที่ถกเถียงกัน เอกสารส่วนนี้ยังครอบคลุมข้อมูลเชิงลึกที่มีความแตกต่างเล็กน้อยในภูมิภาคต่างๆ เพื่อให้เห็นภาพแนวปฏิบัติที่สมดุลกันจากทั่วโลกในการระบุตัวแปรสำคัญเพื่อพิจารณา ในระหว่างที่ประเทศไทยยังอยู่ระหว่างการพัฒนาตามมาตรฐานดังกล่าวด้วยความเข้าใจที่มีต่อตลาด เอกสารนี้สรุปด้วยมุมมองเชิงลึกต่อมาตรฐานและระดับการพัฒนา จากจุดยืนของการนำมาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานภาครัฐ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับอภิปรายในการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group Discussion) และการปรับความเหมาะสมโครงสร้างมาตรฐานในระยะต่อไปของโครงการ

ความต้องการมาตรฐาน (Need for the Standards)

ปริมาณข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วผลักดันให้หน่วยงานภาครัฐและวิสาหกิจต่างๆ ต้องการพื้นที่จัดเก็บข้อมูลมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการขยายศูนย์ข้อมูลอย่างต่อเนื่อง จำนวนแอปพลิเคชันบนเว็บและโทรศัพท์มือถือที่กำลังมีการพัฒนาและใช้งานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดความต้องการพื้นที่เว็บมากขึ้น การถือกำเนิดของเทคโนโลยีใหม่ล่าสุด เช่น Data Analytics ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) เป็นต้น ล้วนแล้วแต่เป็นการเพิ่มปริมาณข้อมูลที่มีการรวบรวมและจัดเก็บด้วยความต้องการที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว ส่งเสริมอุตสาหกรรมศูนย์ข้อมูลในการขยายบริการให้ครอบคลุมทั่วโลก ศูนย์ข้อมูลมีความสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจยุคใหม่และพบเห็นได้เกือบทุกภาคส่วนของเศรษฐกิจสถาบันของรัฐ การบริการทางการเงิน มหาวิทยาลัย สื่อมวลชน โทรคมนาคมและการค้าปลีก



ปริมาณการใช้งานศูนย์ข้อมูลทั้งหมด คาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ระหว่างปี 2013 – 2019 และ ข้อมูลออนไลน์ราว 5 เอ็กซาไบต์ในปี 2002 ได้เพิ่มเป็น 750 เอ็กซาไบต์ในปี 2009 โดย คาดว่าจะก้าวผ่านระดับ 35 เซตตะไบต์ ภายในปี 2021 การขยายตัวของศูนย์ข้อมูลยังถูก ผลักดันจากพัฒนาการของการให้บริการบนคลาวด์และเมืองอัจฉริยะ (Smart city) ศูนย์ ข้อมูลในระบบคลาวด์จะมีปริมาณการประมวลผลเกินกว่า 78% และศูนย์ข้อมูลแบบดั้งเดิม จะมีปริมาณการประมวลผลเกือบ 22% ภายในปี 2018

องค์กรเทคโนโลยีชั้นนำของโลก (เช่น Microsoft, Google, IBM และ Cisco) ได้ดำเนินการพัฒนา เมืองอัจฉริยะหลายแห่ง (Smart city) ซึ่งศูนย์ข้อมูลจะเป็นโครงสร้างพื้นฐานของเมืองเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น ศูนย์ข้อมูลจะจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องตรวจจับ เพื่อค้นหามลพิษทางอากาศที่สูงกว่า เกณฑ์ การควบคุมระบบจราจรแบบบูรณาการ และระบบการศึกษา โดยรวมแล้ว คาดว่า จำนวนศูนย์ข้อมูลจะ เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาลในอนาคตอันใกล้ เมื่อพิจารณาการเติบโตที่จะเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมศูนย์ข้อมูล ความ สนใจที่จะลดการใช้พลังงานและทำให้ศูนย์ข้อมูลใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจึงเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

ศูนย์ข้อมูลทำงานตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ตลอด 7 วันของสัปดาห์ จึงทำให้อัตราการใช้พลังงานคิดเป็น 10 – 100 เท่าของอาคารพาณิชย์ทั่วไป ราคาพลังงานที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าใช้จ่ายการดำเนินงานของศูนย์ข้อมูล เพิ่มขึ้นและมีรายงานว่าอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของศูนย์ข้อมูลทั่วโลกจะเติบโต 7% ปีต่อปี ไปจนถึงปี 2020

มีการประมาณการว่าการประหยัดที่เป็นไปได้ในเชิงเทคโนโลยีเพียงครั้งหนึ่ง โดยประยุกต์ใช้แนว ปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practice) สามารถลดการใช้ไฟฟ้าในศูนย์ข้อมูลลงได้ 40% โดยการลดในเชิงเทคโนโลยี ครอบคลุมทุกมิติ ตั้งแต่แสงไฟไปจนถึงการออกแบบระบบทำความเย็นและมีหลักฐานพิสูจน์ประโยชน์ที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถช่วยบริษัทบางแห่งควบคุมแนวโน้มการใช้พลังงานของศูนย์ข้อมูล แต่เนื่องด้วยองค์กรส่วนใหญ่ยัง ขาดแนวทางการดำเนินการแบบองค์รวมในการลดการใช้พลังงานของศูนย์ข้อมูล ทั้งนี้ การตระหนักถึงความ จำเป็นของการประหยัดพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพเท่านั้นถือว่าไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องมีการวัดผล ประโยชน์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับแนวปฏิบัติการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและจัดลำดับการดำเนินงานเพื่อบรรลุ เป้าหมายเหล่านั้น สมาคมเช่น The Green Grid ได้พัฒนาดัชนีการวัดผล (Metric) เช่น Power Usage Effectiveness (PUE) หรือประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เพื่อช่วยเหลือนักธุรกิจต่างๆ ในการวัดผลการลด ค่าใช้จ่ายจากการปฏิบัติตามแนวปฏิบัติที่ดี ในอดีตเครื่องเมนเฟรมมีความต้องการด้านพื้นที่ในการติดตั้งที่แยก ออกมาโดยเฉพาะ รวมถึงห้องอำนวยความสะดวกต่างๆ (Utilities room) ทำให้จำกัดการเคลื่อนย้ายหลังการ ติดตั้ง อย่างไรก็ตาม สภาพแวดล้อมของศูนย์ข้อมูลในปัจจุบันสามารถปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงรูปแบบการ ติดตั้งได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงได้ตามความต้องการ เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมี ประสิทธิภาพ สามารถนำระบบไปใช้งานในศูนย์ข้อมูลของผู้ให้บริการ รวมถึงสามารถปรับปรุงเพื่อให้รองรับ เทคโนโลยีใหม่ๆ



มาตรฐานมีบทบาทในการแนะนำแนวปฏิบัติและความต้องการด้านประสิทธิภาพ จึงถือเป็นกรอบการทำงานสำหรับแนวปฏิบัติที่ดี เพื่อเอื้อการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพและการให้บริการในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

ศูนย์ข้อมูลในปัจจุบันล้วนดำเนินงานตามมาตรฐาน (Compliance standards) ที่เคร่งครัดกว่าที่ผ่านมา ความคาดหวังของลูกค้าต่อช่วงเวลาให้บริการ (uptime) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คุณภาพ การปฏิบัติงาน ความมั่นคงและความปลอดภัยล้วนสนับสนุนแนวปฏิบัติที่ดีจากผู้ให้บริการและผู้ประกอบธุรกิจให้เข้าพื้นที่วางเครื่องแม่ข่าย ใ้รับรองมาตรฐาน เช่น ISO, Uptime, LEED และ SSAE16 เป็นมาตรฐานบางส่วนที่สามารถแสดงให้เห็นถึงคุณภาพการดำเนินงานตามมาตรฐานของผู้ให้บริการศูนย์ข้อมูล

หน่วยงานภาครัฐต่างๆ ทั่วโลกเผชิญการเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์ด้านศูนย์ข้อมูลอย่างต่อเนื่อง หลายหน่วยงานกำลังปรับปรุงและพัฒนาศูนย์ข้อมูล หรืออยู่ในระยะการรวบรวมศูนย์ข้อมูล หรือ อยู่ในระยะขยายขยายศูนย์ข้อมูลของหน่วยงานต่างๆ กลยุทธ์เหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากมาตรฐานต่างๆ ที่พวกเขาจะใช้ในการวางกลยุทธ์ในภาพรวมให้บังเกิดผล ตลอดจนการลงทุนในอนาคต

ด้วยเหตุนี้ มาตรฐานที่ได้มีการดำเนินการแล้วได้รับผลเป็นอย่างดีจะมีการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป เนื่องจากปัจจัยดังนี้

- ✓ ประสบการณ์ของผู้เล่นและหน่วยงานอื่นๆ
- ✓ ความแตกต่างเล็กน้อยในเชิงภูมิศาสตร์ ความต้องการเทคโนโลยี พฤติกรรมของหน่วยงาน ประเภทของข้อมูลและสภาพอากาศ
- ✓ เทคโนโลยีที่ใช้งานและความทนทานที่ต้องการ
- ✓ งบประมาณ
- ✓ แนวปฏิบัติที่ดีในระดับโลก (Global best practices)

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา เมื่อศูนย์ข้อมูลเริ่มมีความโดดเด่นขึ้นมา ในอดีตศูนย์ข้อมูลเคยได้รับการออกแบบโดยไม่คำนึงถึงมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับหรือแนวปฏิบัติที่ดี ประเด็นนี้ทำให้ผู้ดูแลเครือข่ายหลายรายต้องเผชิญความท้าทายในการเลือกใช้เทคโนโลยีและตีความหมายวิธีการที่จะใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นในศูนย์ข้อมูลขนาดเล็ก เพื่อให้สามารถให้บริการแก่หน่วยงาน ทั้งในปัจจุบันและอนาคตอย่างมั่นคงปลอดภัย และน่าเชื่อถือ นอกเหนือจากองค์ประกอบทางเทคโนโลยี มิติด้านความมั่นคงปลอดภัย การออกแบบ และการก่อสร้าง ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญไม่ต่างจากการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์เพื่อการพาณิชย์

เมื่อเวลาผ่านไป มาตรฐานต่างๆ เริ่มมีความเป็นรูปเป็นร่าง มาตรฐานบางมาตรฐานได้รับการพัฒนาโดยหน่วยงานสากลในมิติที่เฉพาะเจาะจงในเรื่องศูนย์ข้อมูล ขณะที่บางแนวมาตรฐานเริ่มมีความโดดเด่น อันเป็นผลมาจากบทเรียนที่สั่งสมจากการดำเนินงานในหลากหลายกรณี

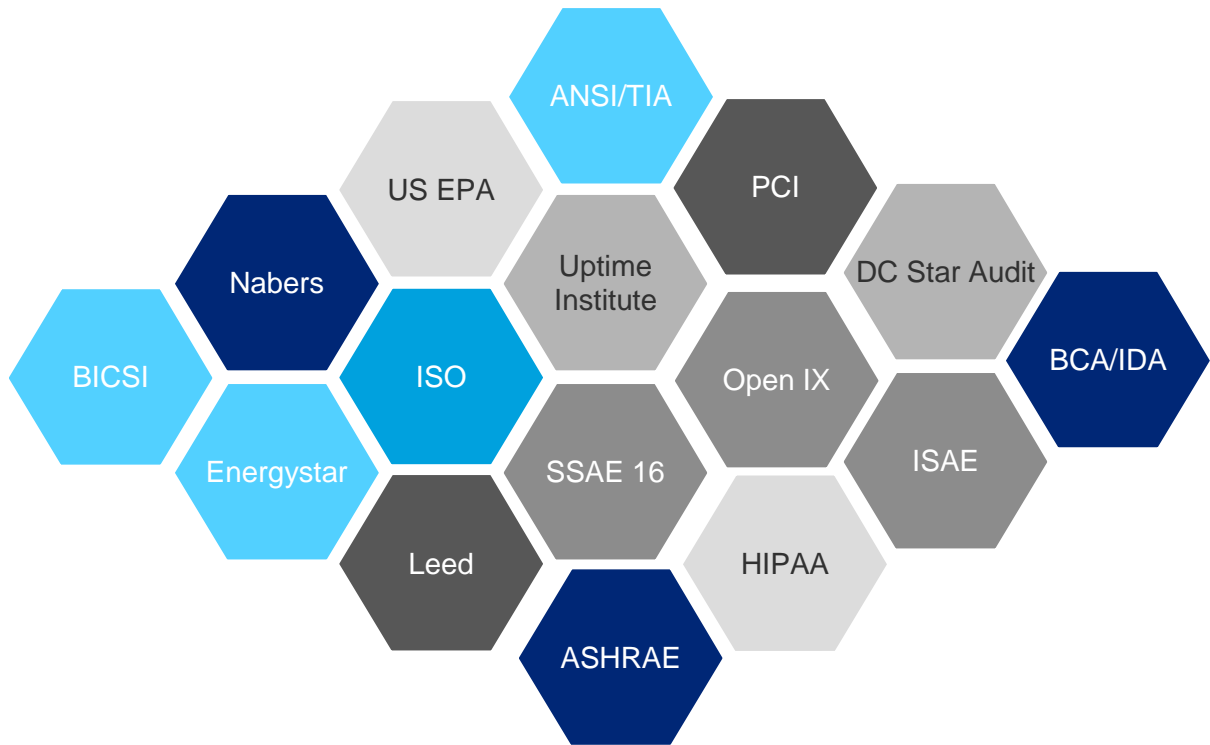


Figure 1 มาตรฐานสากลแบบต่างๆ

มาตรฐานเหล่านี้ได้รับการพัฒนาจากการวิจัยเป็นเวลานานหลายปีและประสบการณ์จากหลากหลายมิติ เช่น TIA มีมาตรฐาน TIA-942 Telecommunications Infrastructure Standards for Data Centers ซึ่งเป็นมาตรฐานแรกๆ ที่มุ่งเน้นโครงสร้างพื้นฐานของศูนย์ข้อมูลโดยเฉพาะ มาตรฐานดังกล่าวมุ่งให้ผู้ออกแบบศูนย์ข้อมูลใช้งานในช่วงต้นของกระบวนการพัฒนาสิ่งก่อสร้าง และ ครอบคลุมมิติต่างๆ ดังนี้

- > พื้นที่ใช้สอยและผัง (Site space and layout)
- > โครงสร้างการเดินสายสัญญาณ (Cabling infrastructure)
- > ความน่าเชื่อถือเป็นลำดับชั้น (Tiered reliability)
- > ข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental considerations)

มาตรฐานเหล่านี้ใช้แนวปฏิบัติที่ดีในระดับสากลและให้ผลลัพธ์ที่ดีในการปฏิบัติตามมาตรฐานและการออกใบรับรอง ซึ่งในหลายกรณี หน่วยงานและบริษัทต่างๆ ให้การยอมรับเป็นมาตรฐานที่มีความสำคัญลำดับต้นๆ



อย่างไรก็ตาม บริษัทและหน่วยงานต่างๆ ไม่ได้แนะนำการปฏิบัติตามมาตรฐานเหล่านั้น เพราะการตอบสนองแนวทางที่เข้มงวดมาพร้อมกับต้นทุนจำนวนไม่น้อย สำหรับหลายองค์กรจึงเป็นข้อเสนอที่ไม่คุ้มค่านัก บริษัทและผู้ให้บริการเทคโนโลยีหลายแห่งยังพัฒนาแนวปฏิบัติตามมาตรฐานเหล่านี้ ดังนั้น หากหน่วยงานปฏิบัติตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง จะมีนัยว่าพวกเขาถูกจำกัดการใช้บริการของบริษัทที่เลือกเพียงไม่กี่ราย ส่งผลให้ไม่สามารถตัดสินใจเลือกในบางประการ ด้วยเหตุนี้เอง หน่วยงานหลายแห่งจึงปฏิบัติตามมาตรฐานของตนเองและเผยแพร่แนวทางมาตรฐานของพวกเขาแก่ผู้ให้บริการ เพื่อเอื้อให้เกิดการเติบโตของระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงโดยสิ้นเชิง รวมถึงต้นทุนที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม หน่วยงานภาครัฐหลายแห่งดำเนินงานตามแนวปฏิบัติที่ดีและมาตรฐานเฉพาะในบางมิติเท่านั้น ขณะที่เผยแพร่แนวทางของตนเอง โดยอาศัยดุลยพินิจว่าแนวทางใดเหมาะสมสำหรับหน่วยงานของตน

คำจำกัดความของ “มาตรฐาน” (Definition of “Standards”)

โดยทั่วไป “มาตรฐาน” ในสำนวนทางธุรกิจ หมายถึง วิธีการที่ได้รับการยอมรับอย่างเป็นทางการอย่างกว้างขวาง มีการตกลงกัน หรือ เป็นที่ยอมรับในการกำหนดว่าสินค้า การบริการ สิ่งอำนวยความสะดวก หรือ แนวคิดควรต้องเป็นแบบใดหรือมีพฤติกรรมแบบใด

การจำแนกประเภทหลักๆ ของคำศัพท์นี้ ประกอบด้วย

- วัตถุหรือสสารซึ่งทราบคุณสมบัติในระดับที่มีความถูกต้องแม่นยำเพียงพอที่จะใช้อ้างอิงในเชิงกายภาพในการวัดหรือประเมินคุณสมบัติเดียวกันของวัตถุหรือสสารอีกอย่าง
- แนวคิด ปทัสถาน หรือหลักการที่จัดทำขึ้นผ่านข้อตกลง อำนาจ หรือ ประเพณี และใช้เป็นแบบอย่างหรือแบบจำลองโดยทั่วไปในการเปรียบเทียบหรือวัดคุณภาพหรือประสิทธิภาพของแนวปฏิบัติหรือกระบวนการ
- นิยาม ขอบเขต หรือ หลักเกณฑ์เป็นลายลักษณ์อักษร อันถือเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบที่ยอมรับได้ในขั้นต่ำ ที่หน่วยงานที่มีอำนาจ (หรือ หน่วยงานมืออาชีพ หรือเป็นที่ยอมรับ) ให้การอนุมัติและติดตามผลการปฏิบัติงาน

ศูนย์ข้อมูลจำเป็นต้องอ้างอิงมาตรฐานเพื่อพัฒนาพันธกรณีในการดำเนินงานสิ่งก่อสร้างที่ตอบสนองแนวทางที่เข้มงวดและความต้องการในการปฏิบัติตามกฎธุรกิจทั่วโลก บริษัทผู้พัฒนามาตรฐานอุตสาหกรรมทำงานร่วมกับองค์กรกำกับดูแลและมาตรฐานหลายแห่ง เพื่อทำให้เกิดการปฏิบัติตามกฎ ตั้งแต่การปฏิบัติงานของศูนย์ข้อมูล ไปจนถึงความยั่งยืนและกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อม มาตรฐานหรือแนวทางการออกแบบจัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นวิธีการออกแบบพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพสำหรับระบบศูนย์ข้อมูล ซึ่งอ้างอิงการประเมินเกณฑ์เปรียบเทียบของศูนย์ข้อมูลที่กำลังดำเนินงานและข้อมูลจากนักออกแบบและผู้ประกอบการที่ปฏิบัติตามกฎ ในหลายกรณี มาตรฐานสามารถบ่งชี้โอกาสลดต้นทุนในการดำเนินงานศูนย์ข้อมูล ไม่มีแนวทางการออกแบบใด แนะนำ “วิธีหนึ่งเดียวที่ถูกต้อง” ในการออกแบบศูนย์ข้อมูล แต่มาตรฐานนำเสนอข้อแนะนำในการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ด้านประสิทธิภาพในสถานการณ์ที่หลากหลายของการออกแบบศูนย์ข้อมูล ในบางกรณียังมีการบ่งชี้เทคโนโลยีที่มีศักยภาพ เพื่อพิจารณาการออกแบบศูนย์ข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตด้วย



ในบริบทของสำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (สรอ.) มาตรฐานศูนย์ข้อมูลคือแนวทางการออกแบบที่หน่วยงานที่กว้างขวางอย่าง สรอ. เป็นผู้กำหนด และจะทำหน้าที่ดูแลการเผยแพร่แนวทาง เพื่อชี้แนะหน่วยงานต่างๆ ในการปฏิบัติตามเกณฑ์เปรียบเทียบที่ยอมรับได้ เพื่อนำไปใช้ปฏิบัติงานในอนาคต

กรอบมาตรฐาน (Standards Framework)

กรอบมาตรฐานศูนย์ข้อมูลเป็นแนวทางที่ครอบคลุม 6 ส่วนงาน (functional area) ในระบบนิเวศทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล ส่วนงานเหล่านี้ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก และองค์ประกอบรองของศูนย์ข้อมูล โดยแนวคิด การติดตั้ง การสร้างความพร้อม (enablement) การดูแลรักษา และการปฏิบัติงานของศูนย์ข้อมูลเหล่านี้ มีการควบคุมดูแลอยู่

ส่วนงานแต่ละส่วนประกอบด้วยองค์ประกอบเชิงโครงสร้างที่ครอบคลุมขอบเขตของส่วนงานต่างๆ องค์ประกอบเชิงโครงสร้างเหล่านี้มีความต้องการในรายละเอียด มาตรฐาน รวมทั้งองค์ประกอบย่อยที่กำหนดโครงสร้างในภาพรวม

ส่วนงาน องค์ประกอบเชิงโครงสร้าง รวมทั้งองค์ประกอบย่อยเหล่านี้ ผสานกันเป็นโครงสร้างของ
กรอบมาตรฐานของศูนย์ข้อมูล

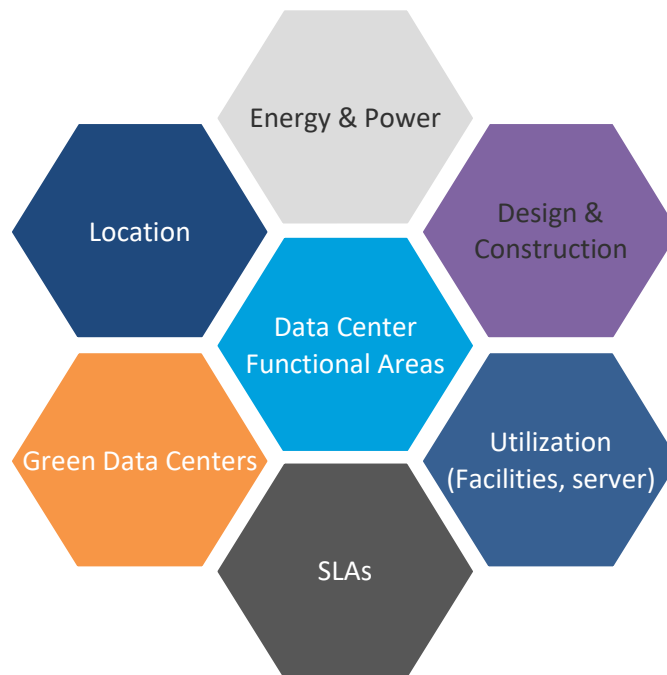


Figure 2 ส่วนงานต่างๆ ของศูนย์ข้อมูล

ส่วนงานของศูนย์ข้อมูล (Functional Areas)



พลังงานและไฟฟ้า (Energy & Power)

พลังงานเป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญที่สุดของกรอบมาตรฐานศูนย์ข้อมูล ศูนย์ข้อมูลถูกตั้งสมมติฐานว่าใช้พลังงานเป็น 10 – 100 เท่าของพื้นที่เพื่อการพาณิชย์ จากอัตราการใช้พลังงานมหาศาลนี้ ศูนย์ข้อมูลจึงเป็นเป้าหมายลำดับแรกของการออกแบบที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพด้านพลังงาน ซึ่งช่วยประหยัดเงินและลดอัตราการใช้ไฟฟ้า อันนำไปสู่งานออกแบบที่เป็นรูปแบบขยายของพื้นที่สำนักงานมาตรฐาน หรือใช้กลยุทธ์และข้อกำหนดที่เคยทำงาน “ดีพอ” ในอดีตซ้ำโดยไม่คำนึงประสิทธิภาพด้านพลังงาน ในมิติเหล่านี้ มาตรฐานถูกกำหนดขึ้น เพื่อเป็นทางเลือกแทนที่การออกแบบศูนย์ข้อมูลและแนวปฏิบัติการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งตอบโต้ภัยการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน Energy and Power ประกอบด้วย การจัดการทำความเย็น ระบบทำความเย็น ระบบความร้อน การระบายอากาศและปรับอากาศ (Heating, Ventilation and Air Conditioning หรือ HVAC) สิ่งแปลกปลอมจากภายนอก ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler system) ข้อกำหนดของระบบพลังงานที่ใช้ การควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น เป็นต้น



การออกแบบและการก่อสร้าง (Design & Construction)

ศูนย์ข้อมูลครอบครองพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ตั้งแต่ 1 ห้องภายในอาคาร พื้นที่อาคาร 1 ชั้นขึ้นไป ไปจนถึง อาคารทั้งหลัง นอกเหนือจากขนาดพื้นที่ ในตัวศูนย์ข้อมูลนั้นจัดเก็บข้อมูลที่ต้องการมาตรการความปลอดภัยที่เข้มงวดและความปลอดภัยของข้อมูล โดยขึ้นอยู่กับระดับความสำคัญของข้อมูล ทั้งนี้ ในพื้นที่ของศูนย์ข้อมูล อุปกรณ์ส่วนมากอยู่ในรูปแบบของเครื่องแม่ข่ายติดตั้งอยู่ในตู้แร็ค จัดวางเป็นแถวเดียวหลายแถว โดยมีพื้นที่ทางเดิน (corridor หรือ aisle) อยู่ตรงกลาง การจัดวางแบบนี้ทำให้ผู้คนสามารถเข้าถึงด้านหน้าและหลังของแต่ละตู้ได้อย่างสะดวก เครื่องแม่ข่ายมีขนาดที่แตกต่างหลากหลาย ตั้งแต่เครื่องแม่ข่ายขนาด 1U ไปจนถึงแท่งคอนกรีตจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ที่ตั้งอย่างอิสระ ซึ่งใช้พื้นที่อาคารหลายตารางฟุต อุปกรณ์บางประเภท เช่น คอมพิวเตอร์เมนเฟรมและอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลมักมีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับตู้แร็ค และมีการจัดวางไว้เคียงข้างกัน มิฉะนั้นครอบคลุมหลายองค์ประกอบของการออกแบบศูนย์ข้อมูล การก่อสร้าง โครงสร้างสายสัญญาณ การป้องกันการรั่วไหลและอัคคีภัย เป็นต้น โดยมุ่งเน้นส่วนประกอบของการออกแบบเชิงกายภาพที่ปรับเปลี่ยนไปตามการออกแบบและการก่อสร้างศูนย์ข้อมูล



การใช้ประโยชน์ศูนย์ข้อมูลและเครื่องแม่ข่าย (Utilization - Facilities, Servers)

ศูนย์ข้อมูล คือการผสมผสานองค์ประกอบต่างๆ ที่จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุด การใช้ประโยชน์สิ่งอำนวยความสะดวกของศูนย์ข้อมูลและเครื่องแม่ข่ายถือเป็นองค์ประกอบสำคัญเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบต้นทุน (cost component) และ ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on investment หรือ ROI) ทั้งนี้ สำหรับมาตรการลดจำนวนและปรับสภาพให้เหมาะสม ตัวแปรการใช้ประโยชน์ (utilization parameter) ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อให้เกิดการใช้งานสูงสุดและลดค่าใช้จ่ายโดยรวม ศูนย์ข้อมูลมีหน้าที่หลักในการจัดเก็บอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้แก่ เครื่องแม่ข่าย, storage subsystem, networking switch, router และ firewall รวมทั้งสายสัญญาณและตู้แร็คที่ใช้จัดระเบียบและเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน หากอุปกรณ์เหล่านี้ไม่มีการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม จะผ่านอายุการใช้งานไปแบบสูญเปล่า เพราะโดยพื้นฐานศูนย์ข้อมูลถูกสร้างขึ้นมา โดยคำนึงถึงความต้องการข้อมูลในอนาคต



ข้อตกลงระดับการให้บริการ (Service level agreements หรือ SLAs)

ข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLAs) คือเอกสารทางกฎหมายที่ครอบคลุมมิติด้านประสิทธิภาพของการให้บริการศูนย์ข้อมูล โดยระบุประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ผู้ให้บริการศูนย์ข้อมูลได้ทำข้อตกลงไว้ ตลอดจนวิธีบ่งชี้และจัดการข้อพิพาท และมาตรการเยียวยาความล้มเหลวด้านประสิทธิภาพ การจัดทำ SLA ที่เหมาะสม

และ การกำหนดเส้นแบ่งขอบเขตให้ชัดเจนนับเป็นประเด็นสำคัญ เมื่อต้องเลือกผู้ให้บริการพื้นที่วางเครื่องแม่ข่ายที่เหมาะสม ในหลายๆ กรณี SLA จัดทำขึ้นตามความต้องการต่างๆ ขององค์กรและสิ่งที่ถูกจัดเก็บอยู่ภายในโครงสร้างของศูนย์ข้อมูล



ศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงาน (Green Data Centers)

ศูนย์ข้อมูลสีเขียว ปฏิบัติงานและหน้าที่ผ่านการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ครอบคลุมตั้งแต่ อุปกรณ์จักรกล แสงไฟ ไฟฟ้า และเทคโนโลยีสารสนเทศ (เครื่องแม่ข่าย อุปกรณ์จัดเก็บ เครือข่าย เป็นต้น) การมุ่งสู่ศูนย์ข้อมูลสีเขียวมีปัจจัยขับเคลื่อนมาจากความต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าจำนวนมากเกี่ยวกับการดำเนินงานศูนย์ข้อมูลลง แนวปฏิบัติสีเขียวจึงเป็นแนวทางที่เป็นที่ยอมรับในการลดค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงสร้างพื้นฐานด้านไอทีอย่างมีนัยสำคัญ

ปัจจัยที่ต้องพิจารณาเมื่อสร้างศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงาน

- รายการของระบบที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน อัตราการใช้พลังงานและสถานที่ (Inventory of the current systems, its power usage and locations)
- แผนธุรกิจและแผนการเติบโต เพื่อช่วยประเมินความต้องการในอนาคต (Business and growth plan to help forecast future needs)
- กฎข้อบังคับด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่รัฐบาลกำหนดในปัจจุบันหรือในอนาคตในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง (Current or planned governmental energy efficiency regulations in the area)
- ส่วนลดด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานหรือสิ่งจูงใจทางการเงินที่รัฐบาลหรือผู้ให้บริการด้านพลังงานนำเสนอ (Available energy efficiency rebates or economic incentives from government sources or energy provider)



สถานที่ (Location)

สถานที่ตั้งของศูนย์ข้อมูลจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ในแง่ความเหมาะสม ก่อนดำเนินการเช่าหรือก่อสร้างศูนย์ข้อมูลใหม่ การเลือกสถานที่ที่มีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณา เช่น สถานที่ตั้งของศูนย์ข้อมูลต้องตั้งอยู่ห่างจากบริเวณใดๆ ที่ภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินไหว พายุอาจเกิดขึ้นได้ สถานที่ใกล้ทางหลวงสายหลักและเส้นทางบินจำเป็นต้องหลีกเลี่ยง เพื่อบรรเทาความเสี่ยง สถานที่ตั้งจริงของศูนย์ข้อมูลควรตั้งอยู่บนพื้นที่สูงและได้รับการปกป้องจากสภาพแวดล้อมรอบด้าน ประเด็นอีกด้านที่ต้องพิจารณา คือสถานที่ตั้งมีการเชื่อมต่อสายสัญญาณใยแก้วนำแสงหลายเส้นทางและมีความหลากหลายเต็มรูปแบบกับผู้ให้บริการเครือข่ายรายต่างๆ รวมทั้งมีพลังงานเหลือเฟือเพื่อและเพียงพอกับความต้องการในระยะยาว

2 วิธีการของมาตรฐาน (Two Approaches to Standards)

มาตรฐานศูนย์ข้อมูลเป็นแนวทางในรายละเอียด อีกทั้งเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบที่ช่วยให้องค์กรหน่วยงาน และบริษัทศูนย์ข้อมูลต่างๆ สามารถกำหนดเกณฑ์ ให้สอดคล้องกับมาตรฐานในแง่คุณภาพและผลลัพธ์ที่คาดหวัง ทั้งนี้ ในอุตสาหกรรมที่กว้างใหญ่นี้ ไม่มีแนวทางตายตัวที่ทุกหน่วยงานหรือองค์กรจำเป็นต้องปฏิบัติตาม เนื่องจากแนวทางและมาตรฐานจะแตกต่างกันไปในบริบทที่แตกต่างกัน

ด้วยเหตุผลข้างต้น มาตรฐานในเอกสารนี้ จึงนำเสนอใน 2 วิธีการที่แตกต่างกัน วิธีการแรก คือ องค์กรและสมาคมสากลได้กำหนดแนวทาง การออกใบรับรองและข้อกำหนดต่างๆ สำหรับส่วนงาน (functional area) หรือองค์ประกอบเชิงโครงสร้างที่ใช้เป็นมาตรฐานระดับโลกในการดำเนินงาน

หลายองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนกำหนดวิธีการที่แตกต่างกันสำหรับข้อกำหนดของมาตรฐาน และอาจดำเนินงานตามมาตรฐานที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง แต่เหมาะสมกับความต้องการขององค์กร

วิธีการที่ 2 คือ มาตรฐานมักได้รับการพิจารณาตามส่วนงานที่หน่วยงานนั้นๆ ควบคุมดูแลอยู่ ซึ่งมีนัยคือ แต่ละหน่วยงานต่างพัฒนาและกำหนดแนวทางและข้อกำหนดที่เหมาะสมกับความต้องการของตนเอง หน่วยงานบางกลุ่มอย่างหน่วยงานภาครัฐ จะทำงานร่วมกัน เพื่อดำเนินการให้สอดคล้องกับข้อกำหนดมาตรฐานในทิศทางเดียวกันตามที่ภาคีอย่าง สำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (สรอ.) เป็นผู้กำหนด

A. มาตรฐานที่กำหนดโดยองค์กรสากล (Standards by International Bodies)

มาตรฐานการออกแบบและการก่อสร้าง (Design & Construction Standards)

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการก่อสร้าง ประกอบด้วย 3 มาตรฐานหลัก คือ

Uptime

มาตรฐานในภาพรวม

Uptime Institute เป็นผู้พัฒนามาตรฐานนี้ เพื่อประเมินโครงสร้างพื้นฐานของศูนย์ข้อมูลในแง่ความต้องการทางธุรกิจสำหรับความพร้อมใช้งานของระบบ ซึ่งเป็นวิธีเปรียบเทียบสิ่งก่อสร้างที่มีลักษณะเฉพาะตัวตามประสิทธิภาพเชิงโครงสร้างที่คาดหวัง หรือ ช่วงเวลาให้บริการ (uptime) ทั้งนี้ ระบบเปรียบเทียบศูนย์ข้อมูลดังกล่าวเป็นวิธีการที่อ้างอิงกรอบแนวคิดของมาตรฐาน มีใช้รายการตรวจสอบ (Checklist) แต่อย่างไร

คุณลักษณะสำคัญ

Uptime Institute Professional Services เป็นบริษัทรายเดียวที่มีใบอนุญาตประเมินและรับรองงานออกแบบ สิ่งก่อสร้าง และการปฏิบัติงานที่ดำเนินอยู่ เปรียบเทียบกับ Tier Classification System และเกณฑ์ Operational Sustainability ของ Uptime Institute

Uptime Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Topology เป็นเอกสารที่นิยามข้อกำหนดและผลประโยชน์ของการแบ่งระดับมาตรฐานโครงสร้างศูนย์ข้อมูลเป็น 4 Tier แต่ละ Tier สอดคล้องกับหน้าที่เฉพาะด้านในการดำเนินธุรกิจและกำหนดเกณฑ์การใช้พลังงาน การทำความเย็น การบำรุงรักษา และ ความสามารถในการต้านทานข้อผิดพลาดที่เหมาะสม Tier ทั้งหมดเป็นระบบก้าวหน้า ซึ่งแต่ละ Tier จะรวมข้อกำหนดของ Tier ในระดับต่ำกว่าเข้าไว้ด้วยกัน นอกจากนี้ ระบบ Tier เปิดกว้างต่อแนวทางที่หลากหลาย ทำให้มีความยืดหยุ่นที่จะตอบสนองทั้งเป้าหมายในเชิงประสิทธิภาพและการปฏิบัติตามกฎหมายระเบียบและข้อบังคับตามท้องถิ่น

Tier I และ Tier II เป็นแนวทางเชิงยุทธวิธี ซึ่งมักมีเหตุผลจากการให้ความสำคัญต่อต้นทุนเริ่มต้น (first cost) และ เวลาเข้าสู่ตลาด (time to market) เหนือ ต้นทุนตลอดอายุ (life cycle cost) และ ความต้องการในเชิงประสิทธิภาพ (uptime) โดยทั่วไป องค์กรที่เลือก Tier I และ Tier II มักไม่พึ่งพาการส่งมอบสินค้าหรือการให้บริการแบบ real-time สำหรับกระแสรายได้หลัก

Tier III และ Tier IV มักถูกเลือกใช้โดยองค์กรที่มีต้นทุนการเปลี่ยนแปลงสูง (cost of disruption) ในแง่เม็ดเงินจริง รวมทั้งผลกระทบต่อส่วนแบ่งตลาดและคำสั่งตามพันธกิจที่ต่อเนื่อง

ไม่นานมานี้ Uptime Institute ได้ปรับปรุงมาตรฐาน ด้วยการนำเสนอ Operational Sustainability Standards และการแบ่งระดับเพิ่มเติม 3 ระดับ คือ Gold, Silver และ Bronze ซึ่งใช้ผสมผสานกับการแบ่งระดับมาตรฐานแบบ Tier การแบ่งระดับแบบ Gold, Silver และ Bronze มุ่งเน้นแนวทางปฏิบัติงานที่นอกเหนือจากมาตรฐานการออกแบบที่ Tier I ถึง IV กำหนดไว้

มิติสำคัญ

มาตรฐานของ Uptime Institute ให้ความสำคัญต่อประเด็นการใช้พลังงานและการทำความเย็น (Critical systems infrastructure) เป็นลำดับแรก และมุ่งเน้นการปฏิบัติงานของศูนย์ข้อมูล (data center operations) เป็นลำดับรอง

ข้อมูลเชิงลึกในการนำมาตรฐานมาใช้

- ผู้ให้บริการศูนย์ข้อมูลแก่รัฐบาลมาเลเซียได้อ้างอิงถึงมาตรฐานของ Uptime
- Data Center Council ของญี่ปุ่น ประยุกต์ใช้มาตรฐาน Uptime และ TIA-942 ในการจัดทำแนวทางสำหรับ Data Center Facility Standards
- คณะกรรมการอิสระของสิงคโปร์ กำหนดให้ผู้รับจ้างทำการประเมินศูนย์ข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้ได้รับการรับรอง Accredited Tier Design (ATD)/Accredited Tier Specialist (ATS) จาก Uptime Institute หรือเทียบเท่า

ข้อดี

Uptime เป็นมาตรฐานด้านประสิทธิภาพที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมศูนย์ข้อมูลทั่วโลก โดยทั่วไป มาตรฐานข้อมูลภาครัฐมักนำเอาองค์ประกอบต่างๆ จากมาตรฐานของ Uptime Institute มาประยุกต์ใช้

ข้อเสีย

- องค์กรจะต้องมีแบบทบทวนแนวปฏิบัติโดยที่ปรึกษามืออาชีพ (professional consulting practice review) ของ Uptime Institute และได้รับการอนุมัติแผนศูนย์ข้อมูล หรือ มีที่ปรึกษาของ Uptime มาเยี่ยมชมสถานที่ เพื่อได้รับการจัดระดับ Tier ของ Uptime อย่างเป็นทางการ
- ข้อกำหนดของ Tier ไม่ได้ตอบสนองความต้องการด้านประสิทธิภาพพลังงานโดยตรง โดยระบุในทางอ้อมเป็นเพียงเป้าหมายพึงประสงค์ที่ดำเนินการต่อเนื่องสำหรับศูนย์ข้อมูลเท่านั้น
- มาตรฐานของ Uptime Institute ขาดการชี้แจงความแตกต่างระหว่างระดับ Tier ต่างๆ ที่ชัดเจนในทางตรงกันข้าม มาตรฐานอื่นๆ เช่น TIA-942 มีรายละเอียดเฉพาะเจาะจงในทุกๆระดับ Tier และครอบคลุมองค์ประกอบมากมาย รวมถึง โทรคมนาคม สถาปัตยกรรม ไฟฟ้า เครื่องกล การติดตามผล และการปฏิบัติงาน ยกตัวอย่าง เช่น เอกสาร Uptime ไม่ได้กำหนดแนวทางสำหรับทางเดินของผู้ให้บริการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (access provider entrance pathway) ขณะที่ TIA-942 กำหนดให้ศูนย์ข้อมูลระดับ Tier 2 ต้องมี 2 access provider entrance pathway อยู่ห่างกัน 20 เมตร (66 ฟุต) เป็นอย่างต่ำ

การจำแนกประเภทศูนย์ข้อมูล: โครงสร้าง Tier ของ Uptime (Data Center Classification- Uptime Tier Structure)

ความน่าเชื่อถือและความสามารถในการฟื้นฟูสภาพปกติของศูนย์ข้อมูล มักเรียกว่า ช่วงเวลาให้บริการ (uptime) และมีการแบ่งระดับด้วย Tier การแบ่งระดับ Tier ของศูนย์ข้อมูลมีต้นกำเนิดจาก Uptime Institute แหล่งรวมองค์ความรู้ด้านศูนย์ข้อมูลผู้เผยแพร่แนววิชาการเพื่อนิยามความคาดหวังในแง่ uptime และกำหนดแนวทางเพื่อบรรลุระดับประสิทธิภาพและความพร้อมใช้งาน ระดับความน่าเชื่อถือที่สูงกว่าเกี่ยวข้องโดยตรงกับต้นทุนการก่อสร้างที่สูงขึ้น ในบางครั้งระดับความพร้อมใช้งานที่พึงประสงค์ไม่สะท้อนความเป็นจริง เมื่อมีการใช้งบลงทุนทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ข้อกำหนด Tier ของ Uptime Institute มีประโยชน์มหาศาลต่อผู้ที่ทำหน้าที่วางแผน เพราะมาตรฐานนี้ได้กลายเป็นวิธีการที่เป็นแบบแผนเดียวในการประเมินข้อกำหนดต่างๆ กำหนดงบประมาณเบื้องต้นและสื่อสารความต้องการกับสถาปนิกและวิศวกร

แต่ละ Tier ยังมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับระบบย่อยด้วย เช่น ด้านความปลอดภัย ประกอบด้วย 4 จาก 17 ประเภทที่แยกกันภายในโครงสร้างข้อกำหนด Tier และแต่ละประเภทกำหนดขอบเขตที่สอดคล้องกับ Tier I, II, III หรือ IV ดังนั้น ผู้วางแผนและผู้รับจ้างสามารถสื่อสารกันโดยใช้นิยามและข้อกำหนดชุดเดียวกันในแต่ละส่วนของศูนย์ข้อมูล ระดับ Tier ในด้านความน่าเชื่อถือของศูนย์ข้อมูลเป็นการสื่อสารที่ใช้อย่างแพร่หลายที่สุดในการวัดความสามารถเพื่อรับมือสถานะวิกฤต (business critical) และ ความทนทานต่อข้อผิดพลาด (fault tolerant) ของศูนย์ข้อมูล ตารางด้านล่างจากเอกสารของ Uptime Institute เปรียบเทียบคุณลักษณะและคุณประโยชน์ของ Tier ต่างๆ ควบคู่กัน อัตราส่วนราคาต่อความพร้อมใช้งาน (price to availability ratio) กระโดดขึ้นไปมากที่สุดจาก Tier II ไปยัง Tier III โดยแม้ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นถึง 50% ด้วยเหตุนี้ ในปัจจุบัน จึงมีศูนย์ข้อมูลระดับ Tier IV น้อยมาก เพราะต้นทุนสูงเกินกว่าที่จะดำเนินการได้

	Tier I: Basic	Tier II: Redundant Components	Tier III: Concurrently Maintainable	Tier IV: Fault Tolerant
จำนวนวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้า (Number of delivery paths)	Only 1	Only 1	1 active	2 active
เครื่องสำรองต่อขนาน (Redundant components)	N	N + 1	1 passive N + 1	2 (N + 1) S + S
อัตราส่วนพื้นที่รองรับต่อพื้นยก (Support space to raised floor ratio)	20%	30%	80-90%	100%
กำลังไฟฟ้าเริ่มต้น (Initial watts/ft)	20-30	40-50	40-60	50-80
กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Ultimate watts/ft)	20-30	40-50	100-150	150+
ความสูงพื้นยก (Raised floor height)	12"	18"	30-36"	30-36"
การรับน้ำหนักของพื้น (Floor loading) pounds/ft	85	100	150	150+
แรงดันไฟฟ้า (Utility voltage)	208,480	208,480	12-15kV	12-15kV
จำนวนเดือนที่ใช้ดำเนินการ (Months to implement)	3	3 to 6	15-20	15-20
ปีที่เริ่มใช้ (Year first deployed)	1965	1970	1985	1995
ค่าใช้จ่ายก่อสร้างต่อพื้นยก 1 ฟุต (Construction \$/ft raised floor)	\$450	\$600	\$900	\$1,100 +
ช่วงเวลาหยุดทำงานต่อปี (Annual IT downtime due to site)	28.8 hours	22.0 hours	1.6 hours	0.4 hours
ความพร้อมใช้งาน (Site availability)	99.671%	99.749%	99.982%	99.995%

Figure 3 ความคล้ายคลึงและความแตกต่างของ Tier สำหรับตัวแปรการออกแบบศูนย์ข้อมูล
ที่มา: Uptime Institute

Tier I (Basic) (N*):
มีวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าและทำความเย็นชุดเดียว ไม่มีเครื่องสำรองต่อขนานในระบบ ความพร้อมใช้งาน 99.671% อ่อนไหวต่อการรบกวนระบบจากทั้งกิจกรรมที่อยู่ในและนอกเหนือแผน UPS หรือ generator เป็นระบบโมดูลเดียวที่มีจุดเดียวที่ทำให้ระบบล้มเหลว (single point of failure) อยู่หลายจุด การบำรุงรักษาและซ่อมแซมประจำปีส่งผลให้ต้องปิดระบบทั้งหมด
Tier II (Redundant Components) (N+1):
“ความต้องการบวก 1 (Need plus one)” มีวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าและทำความเย็นชุดเดียว มีเครื่องสำรองต่อขนานในระบบ อ่อนไหวต่อการรบกวนระบบต่ำกว่าเล็กน้อย ความพร้อมใช้งาน 99.749% ในการบำรุงรักษา วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าหลัก (critical power path) และส่วนอื่นๆ ของโครงสร้างศูนย์ข้อมูล ทำให้ต้องปิดระบบประมวลผล (processing shutdown)
Tier III (Concurrently Maintainable) (N+1):
มีวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าและทำความเย็น 2 ชุด แต่มีเพียงชุดเดียวที่พร้อมทำงาน (active) สามารถรองรับกิจกรรมใดๆ ของศูนย์ข้อมูลที่อยู่ในแผนโดยไม่หยุดการทำงานของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ มีเครื่องสำรองต่อขนานในระบบที่สามารถให้บริการได้ในขณะที่มีการซ่อมบำรุงหรือการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ในระบบ (concurrently maintainable) ด้วยความพร้อมใช้งาน 99.982% ศูนย์ข้อมูลระดับ Tier III มักถูกออกแบบเพื่อปรับระดับขึ้นเป็น Tier IV เมื่อค่าใช้จ่ายมีความเหมาะสม
Tier IV (Fault Tolerant) 2(N+1):
S+S* มีวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าและทำความเย็นที่พร้อมทำงาน (active) 2 ชุด มีเครื่องสำรองต่อขนานในระบบ ความพร้อมใช้งาน 99.995% โครงสร้างศูนย์ข้อมูลสามารถทนทานระบบหรือเหตุล้มเหลวที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายในกรณีเลวร้ายที่สุด 1 ครั้งเป็นอย่างต่ำ โดยไม่มีผลกระทบต่อ critical load นอกจากนี้ S+S=System+System คือ ระบบ UPS ที่ทำงานแยกกัน 2 ระบบ ซึ่งแต่ละระบบมีเครื่องสำรองต่อขนาน (N+1) ส่งผลให้ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ทั้งหมดต้องรองรับการจ่ายไฟ 2 แหล่งพร้อมกัน (dual power input) วิธีการนี้รองรับแนวคิดระบบไอทีที่ต้องการความพร้อมใช้งานสูง เช่น CPU clustering วิธีการจัดเก็บข้อมูลแบบ RAID และ DASD ตลอดจนระบบสื่อสารสำรอง เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือ ความพร้อมใช้งาน และความสามารถในการให้บริการในระดับสูง

หมายเหตุ: Uptime Institute นิยาม “N” คือ “ความต้องการ (Need)” และ “S” คือ “ระบบ (System)”

มาตรฐานในภาพรวม

Telecommunications Industry Association (TIA) ร่วมกับ American National Standards Institute (ANSI) จัดทำเอกสารอ้างอิงสำหรับคำศัพท์เฉพาะทางที่พบเห็นทั่วไปและแนวปฏิบัติในการออกแบบ โดยเป็นกรอบการทำงานเพื่อกำหนดรูปแบบสิ่งก่อสร้างที่แนะนำ และ การสำรองเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการในการปฏิบัติงาน บรรลุเป้าหมายด้านไอทีและเพื่อพัฒนางานออกแบบและแนวทางดำเนินงานที่เหมาะสมที่สุด

คุณลักษณะสำคัญ

- ระบุข้อกำหนดทางเทคนิคในการออกแบบหรือก่อสร้างศูนย์ข้อมูล
- มาตรฐาน TIA มุ่งเน้นเรื่องการเดินสายสัญญาณ และการวางแผนการใช้พื้นที่ศูนย์ข้อมูล เป็นลำดับแรก โดยให้ความสำคัญต่อโครงสร้างระบบศูนย์ข้อมูลที่สำคัญ สถาปัตยกรรม และการเลือกสถานที่ตั้งเป็นลำดับรองลงมา

มิติสำคัญ

นอกเหนือจากการเดินสายสัญญาณ รายละเอียดอื่นที่สำคัญในการแบ่งระดับมาตรฐานแบบ Tier ของ TIA มีการกำหนดขอบเขตอย่างเฉพาะเจาะจงมาก ครอบคลุมการก่อสร้างในเชิงกายภาพ พลังงานไฟฟ้า การทำความเย็น การติดตามการรักษาความปลอดภัย ระบบสำรอง การดูแลรักษา และการเริ่มดำเนินงาน

ข้อมูลเชิงลึกในการนำมาตรฐานมาใช้

- TIA-942 เป็นมาตรฐานระดับ American National Standard (ANS) สนับสนุนความต้องการด้านโครงสร้างของศูนย์ข้อมูลในสหรัฐอเมริกา มาตรฐาน TIA-942-A เป็นที่คุ้นเคยและมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั่วสหรัฐอเมริกาและแคนาดา
- ในภูมิภาคเอเชีย ประเทศอย่าง ญี่ปุ่น นำ TIA-942 มาใช้ในการอ้างอิงเช่นกัน Data Center Council ของญี่ปุ่น นำทั้งมาตรฐาน Uptime และ TIA-942 มาประยุกต์ใช้ในการจัดทำแนวทาง Data Center Facility Standards ของตนเอง

ข้อดี

- การแบ่งระดับ Tier และข้อกำหนดผู้ตรวจสอบสำหรับองค์ประกอบสำรองและความพร้อมใช้งานในแต่ละระดับมีความเฉพาะเจาะจงและลึกในรายละเอียด
- มาตรฐาน TIA-942 มีการออกใบรับรองโดยหน่วยงานอย่างเป็นทางการ คือ Telecommunications Industry Association (TIA) ซึ่งแตกต่างจากกรณีของ Uptime Institute

ข้อเสีย

- ข้อกำหนด Tier ไม่ได้ตอบสนองความต้องการด้านประสิทธิภาพพลังงานในศูนย์ข้อมูลโดยตรง โดยระบุในทางอ้อมเป็นเพียงเป้าหมายพึงประสงค์ที่ดำเนินการต่อเนื่องสำหรับศูนย์ข้อมูลเท่านั้น
- ครอบคลุมขอบเขตของมาตรฐานในกรอบที่แคบกว่า เมื่อเทียบกับ BICSI เช่น ขณะที่ BICSI พูดยถึงเครื่องกล ไฟฟ้า สถานที่ตั้งและความปลอดภัย แต่มาตรฐาน TIA ไม่ครอบคลุมมิติเหล่านี้เลย

BICSI

มาตรฐานในภาพรวม

Building Industry Consulting Service International standards (BICSI) กำหนดแนวปฏิบัติที่ดีเพื่อใช้ในการออกแบบและดำเนินงานศูนย์ข้อมูล โดยอาศัยมาตรฐานที่มีใช้อย่างแพร่หลายอยู่แล้วในองค์กรภายนอก เช่น มาตรฐานจาก American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) ทั้งนี้ BICSI ถือเป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับคำศัพท์เฉพาะทางที่พบเห็นได้ทั่วไปและแนวปฏิบัติสำหรับการออกแบบ อีกทั้งเป็นกรอบการทำงานเพื่อกำหนดรูปแบบสิ่งก่อสร้างที่แนะนำ และการสำรองเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการในการปฏิบัติงาน บรรลุเป้าหมายด้านไอทีและเพื่อพัฒนางานออกแบบและแนวทางดำเนินงานที่เหมาะสมที่สุด

คุณลักษณะสำคัญ

มาตรฐานนี้มีความเฉพาะเจาะจงในรายละเอียดกว่า Uptime และมีความคล้ายคลึงกับ TIA-942 ส่วนที่แตกต่างจากมาตรฐาน Uptime และ TIA คือ มาตรฐาน BICSI ไม่มีระบบแบ่งระดับมาตรฐานแบบ Tier แต่กำหนดความพร้อมใช้งานสำหรับระบบไฟฟ้าของศูนย์ข้อมูลเป็น 5 ระดับชั้น คือ F0 – F5 F0 คือศูนย์ข้อมูลที่มีวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าชุดเดียว โดยไม่มี UPS ทั้งนี้ F1 – F5 ลอกเลียนโครงสร้าง Tier ที่พบเห็นใน Uptime และ TIA

มิติสำคัญ

- แม้ TIA-942 จำกัดขอบเขตมาตรฐานอยู่ที่โครงสร้างการเดินสายสัญญาณ ความน่าเชื่อถือ การวางผัง และ ข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อม แต่ BICSI 002-2010 ขยายขอบเขตให้ครอบคลุม ระบบเครื่องกลไฟฟ้า และโทรคมนาคม ระบบความร้อน การวางผัง และความปลอดภัยในศูนย์ข้อมูลด้วย อีกทั้งเจาะลึกลงในรายละเอียดยิ่งกว่ามาตรฐาน TIA-942 และอาจถือเป็นกรอบการปฏิบัติในระดับต่อไป
- มิติอื่นๆ ที่มาตรฐานนี้ครอบคลุม ได้แก่ การวางแผนใช้พื้นที่ (space planning) การเลือกสถานที่ตั้ง สถาปัตยกรรม โครงสร้าง ระบบไฟฟ้า เครื่องกล เช่น การป้องกันอัคคีภัย ตลอดจน กระบวนการออกแบบเรื่องความน่าเชื่อถือและความพร้อมใช้งาน

ข้อมูลเชิงลึกในการนำมาตรฐานมาใช้

มาตรฐาน BICSI มีการนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก รวมถึงในกลุ่มประเทศอเมริกาใต้บางประเทศ เช่น ชิลี และ โคลอมเบีย เป็นต้น

ข้อดี

- ครอบคลุมขอบเขตมาตรฐานในวงกว้าง เมื่อเทียบกับ TIA-942 เช่น ขณะที่ BICSI ระบุข้อกำหนดด้านเครื่องกล ไฟฟ้า สถานที่และความปลอดภัย แต่มาตรฐาน TIA ไม่กล่าวถึงหัวข้อเหล่านี้
- ในจุดที่แตกต่างจากการแบ่งระดับ Tier ของ Uptime Institute, TIA-942 และ EN 50600 BICSI 002-2014 ฉบับปี 2014 ได้มีการปรับปรุงเพื่อตอบสนองประเด็นการทำความเย็นด้วยของเหลว (liquid cooling) ซึ่งอ้างอิงถึงคู่มือ ASHRAE Datacom Series 2 ฉบับนี้เปิดเผย คือ Thermal Guidelines for Data Processing Environments ตีพิมพ์ครั้งที่ 3 และ Design Considerations for Datacom Equipment Centers ตีพิมพ์ครั้งที่ 2

การเปรียบเทียบ 3 มาตรฐาน: Uptime Institute, TIA 942 และ BICSI

	Uptime institute: Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Topology	ANSI/TIA-942-A (2012) Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers	ANSI/BICSI 002-2011 Data Center Design and Implementation Best Practices
<i>เป้าประสงค์</i>	มาตรฐานบนพื้นฐานของ ผลลัพธ์	มาตรฐานอุตสาหกรรมแบบ เปิด	มาตรฐานอุตสาหกรรมแบบ เปิด
<i>ประเภท</i>	การแบ่งระดับมาตรฐาน ตามผลลัพธ์	มาตรฐาน	มาตรฐาน
<i>ความเป็นกลางของผู้ขาย</i>	มี	ไม่มี	มี
<i>มิติที่ครอบคลุม</i>	<p>ศักยภาพสำรอง – วงจร จ่ายกำลังไฟฟ้า – พลังงาน – การจัดเก็บ ข้อมูล – การบริหาร จัดการภาวะไฟฟ้าดับ (outage management) – การบำรุงรักษา โครงสร้าง – การทำความ เย็น – เครื่องสำรอง ไฟฟ้า/เครื่องกำเนิด ไฟฟ้า</p>	<p>บทปกติ TIA-942-A (กฎเกณฑ์) – ภาพรวมของ การออกแบบศูนย์ข้อมูล – โครงสร้างระบบสายสัญญาณ ศูนย์ข้อมูล – พื้นที่ โทรคมนาคมศูนย์ข้อมูลและ รูปแบบการเชื่อมต่อที่ เกี่ยวข้อง – ระบบ สายสัญญาณศูนย์ข้อมูล – การเดินทางสายสัญญาณศูนย์ ข้อมูล – ระบบสำรองศูนย์ ข้อมูล</p> <p>• ภาคผนวก TIA-942-A (สาระ) – ข้อพิจารณาเพื่อ ออกแบบการเดินทาง สายสัญญาณ – ข้อมูลสำหรับ ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต – การประสานงานแผนอุปกรณ์ กับวิศวกรอื่นๆ – การ พิจารณาพื้นที่ศูนย์ข้อมูล – การพิจารณาเลือกสถานที่ตั้ง ศูนย์ข้อมูลและการออกแบบ อาคาร – การแบ่งระดับ โครงสร้างศูนย์ข้อมูล – ตัวอย่างงานออกแบบศูนย์ ข้อมูล</p>	<p>บทปกติ BICSI 002 – การวางแผนการใช้พื้นที่ – การเลือกสถานที่ตั้ง – สถาปัตยกรรม – โครงสร้าง – ระบบไฟฟ้า – เครื่องกล – การป้องกันอัคคีภัย</p> <p>• ภาคผนวก BICSI 002 – กระบวนการออกแบบ – ความน่าเชื่อถือและความ พร้อมใช้งาน – ความ ปลอดภัย – ระบบอัตโนมัติ ภายในอาคาร – โทรคมนาคม – เทคโนโลยีสารสนเทศ – การเริ่มดำเนินงาน – การ บำรุงรักษาศูนย์ข้อมูล</p>

มาตรฐานในภาพรวม

มาตรฐาน EN 50600 ทำการจำแนกประเภทของการออกแบบด้านการจ่ายกำลังไฟฟ้า การควบคุมสิ่งแวดล้อม และโครงสร้างสายสัญญาณโทรคมนาคม (cabling infrastructure)

มาตรฐาน EN 50600 ประกอบด้วย 7 ส่วน ซึ่งครอบคลุมทุกมิติของโครงสร้างศูนย์ข้อมูล

- EN 50600-1: แนวคิดทั่วไปสำหรับการออกแบบและข้อกำหนด (General concepts for design and specification)
- EN 50600-2-1: การก่อสร้างอาคาร (Building construction)
- EN 50600-2-2: การจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power distribution)
- EN 50600-2-3: การควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environmental control)
- EN 50600-2-4: โครงสร้างสายสัญญาณโทรคมนาคม (Telecommunications cabling infrastructure)
- EN 50600-2-5: ระบบรักษาความปลอดภัย (Security systems)
- EN 50600-3-1: ข้อมูลเพื่อบริหารจัดการและปฏิบัติงาน (Management and operational information)

คุณลักษณะสำคัญ

EN 50600 เป็นกฎเกณฑ์ที่ใช้อย่างเป็นแบบแผนเดียวกันภายในทวีปยุโรป และเอื้อให้ผู้วางแผนผู้ประกอบการและลูกค้าของศูนย์ข้อมูล ได้รับความแน่นอน ความชัดเจน และ โดยเฉพาะ ความสามารถในการเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นมิติที่สำคัญที่สุดจากทั้งหมด การสนับสนุนการวางแผนและทางเลือกของใบรับรองเคยมีให้เลือกใช้ได้ในอดีต แต่ประเด็นเหล่านี้มีความยากลำบากในการเปรียบเทียบ เนื่องจากส่วนใหญ่ใช้ได้กับบางมิติหรือระบบเท่านั้น

มิตีสําคัญ

EN 50600 ครอบคลุมส่วนประกอบและมิติที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล ตั้งแต่ตัวอาคารเอง แหล่งจ่ายไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ไปจนถึง การป้องกันอัคคีภัย และ ตั้งแต่การเดินสายเชื่อมต่ออุปกรณ์ไปจนถึงการควบคุมการเข้าถึง มิติที่กล่าวถึง ยังประกอบด้วย ความปลอดภัยทางกายภาพ ความพร้อมของตัวแปรพื้นฐาน (fundamental parameters availability) และความสามารถในการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพด้านพลังงาน อีกแง่มุมในมาตรฐานนี้ คือ การจัดทำแนวทางสำหรับกระบวนการบริหารจัดการรายวัน มาตรฐานนี้ในหลายๆ ส่วนมีการนิยามความพร้อมใช้งานออกเป็น 4 ประเภท รวมทั้งความปลอดภัย 4 ประเภท และ มีการจําแนกปริมาณการใช้พลังงานเป็นหลายระดับ ซึ่งจําเป็นต่อการสรุปผลประสิทธิภาพด้านพลังงาน เมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละมิติและระบบแสดงให้เห็นถึงระดับความยืดหยุ่นที่ดี ทำให้สามารถจําแนกประเภทได้อย่างโปร่งใสและเป็นประโยชน์ โดยขึ้นอยู่กับลักษณะความต้องการ สถานที่ตั้งและโมเดลธุรกิจของศูนย์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงลึกในการนำมาตรฐานมาใช้

ศูนย์ข้อมูลหลายแห่งในยุโรปได้รับการรับรองมาตรฐานนี้

ข้อดี

- ถือเป็นมาตรฐานการออกแบบศูนย์ข้อมูลมาตรฐานเดียวที่มีการสร้างความพร้อมด้านประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งเป็นเกณฑ์สำหรับตัวชี้วัดความสำเร็จด้านประสิทธิภาพพลังงานทั้งหมด
- กำหนดระบบจําแนกประเภทความพร้อมใช้งานและความปลอดภัยทางกายภาพที่เข้าใจง่าย
- นำเสนอหลักการในการออกแบบสำหรับผู้ออกแบบและเจ้าของศูนย์ข้อมูล
- เป็นแนวทางในกระบวนการคัดเลือกตัวแปรสำหรับการออกแบบศูนย์ข้อมูลในภาพรวมที่จําเป็น
- กำหนดเกณฑ์การออกใบรับรองที่มุ่งเน้นการไม่แสวงหาผลกำไร (non-profit oriented certification criteria)

ข้อเสีย

- ให้ความสำคัญกับยุโรปเป็นหลัก (EU centric)

มาตรฐานในภาพรวม

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) เป็นระบบรับรองอาคารสีเขียวอันเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในระดับสากล มีการพิสูจน์ยืนยันโดยหน่วยงานภายนอกว่าอาคารหรือชุมชนได้รับการออกแบบและก่อสร้างตามกลยุทธ์ที่มุ่งยกระดับประสิทธิภาพในทุกๆ ดัชนีวัดที่สำคัญ เช่น การประหยัดพลังงาน ประสิทธิภาพการใช้น้ำ การลดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร รวมทั้งการดูแลทรัพยากรและการตอบสนองต่อผลกระทบจากตัวอาคารอย่างรวดเร็ว

LEED ซึ่งพัฒนาโดย U.S. Green Building Council (USGBC) ของสหรัฐอเมริกา ทำให้เจ้าของอาคารและผู้ให้บริการมีกรอบของมาตรฐานที่กระชับ ในการบ่งชี้และดำเนินการออกแบบอาคารสีเขียวที่ใช้งานได้อย่างจริงจังและวัดผลได้ รวมทั้งเป็นแนวทางในการก่อสร้าง การปฏิบัติงานและบำรุงรักษา

คุณลักษณะสำคัญ

LEED เป็นระบบคะแนนที่ประเมินการออกแบบและก่อสร้างอาคารสีเขียว ระบบนี้แบ่งเป็น 5 มิติพื้นฐาน คือ Sustainable Sites, Water Efficiency, Energy and Atmosphere, Materials and Resources และ Indoor Environmental Quality อาคารต่างๆ จะได้รับคะแนนตามขอบเขตที่อาคารผ่านเกณฑ์ความยั่งยืนต่างๆ ยิ่งได้รับคะแนนมาก จะทำให้ได้รับการรับรองในระดับที่สูงขึ้น ตั้งแต่ Certified, Silver, Gold จนถึง Platinum

โครงการที่ดำเนินงานตามมาตรฐาน LEED มักได้รับคะแนนจากการปฏิบัติตามเกณฑ์บังคับ (prerequisite) และเครดิตใน 9 ด้านของการประเมินผลเพื่อสร้างความเป็นเลิศ ตั้งแต่กระบวนการบูรณาการไปจนถึง คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร เกณฑ์บังคับถือเป็นองค์ประกอบจำเป็น หรือกลยุทธ์อาคารสีเขียวที่จำเป็นต้องรวมอยู่ในโครงการใดๆ ที่ได้รับการรับรองจาก LEED เครดิตเป็นองค์ประกอบทางเลือก หรือกลยุทธ์ที่โครงการต่างๆ สามารถเก็บสะสมคะแนนเพื่อได้มาซึ่งใบรับรอง LEED

เครดิตได้รับการพัฒนาจากการรับฟังความเห็นของสาธารณชน บอร์ด USGBC สมาชิกสภาในวงกว้าง และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องหลายรอบ เมื่อตลาดมีความพร้อมมากขึ้นและเทคโนโลยีใหม่ๆ มีให้เลือกใช้อย่างแพร่หลาย เครดิตจึงปรับตัวตามเพื่อเพิ่มคุณค่าและความสมบูรณ์ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการก่อสร้างอาคาร

จากจำนวนเครดิตที่ได้รับ โครงการจะได้รับ 1 ใน 4 การจัดระดับ LEED คือ LEED Certified, LEED Silver, LEED Gold หรือ LEED Platinum ระบบแบ่งระดับ LEED ใช้ได้กับอาคารทั้งหมดในทุกระยะของการพัฒนาและมุ่งสร้างความท้าทายให้แก่ทีมดำเนินโครงการและกระตุ้นการคิดนอกกรอบ

มิติสำคัญ

LEED เป็นกรอบในการกำหนดและดำเนินการออกแบบอาคารสีเขียว ก่อสร้าง และบริหารจัดการ โดยให้ความสำคัญใน 7 มิติสำคัญ

- ความยั่งยืนของสถานที่ตั้ง (Sustainable sites)
- ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water efficiency)
- พลังงานและบรรยากาศ (Energy and atmosphere)
- วัสดุและทรัพยากร (Materials and resources)
- คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor environmental quality)
- นวัตกรรมและการออกแบบ (Innovation and design)
- ความเร่งด่วนส่วนภูมิภาค (Regional priority)

อาคารแต่ละแห่งจะได้รับคะแนนตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและผลประโยชน์ต่อมนุษย์

- Certified (40-49)
- Silver (50-59)
- Gold (60-79)
- Platinum (80+)

ข้อดี

- ใบรับรอง LEED สร้างความมั่นใจในการประหยัดค่าไฟฟ้า ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยมากขึ้นในสถานที่ต่างๆ ที่เราใช้ชีวิต ทำงาน เรียนรู้ เล่นสนุกและเคารพบูชา การยกระดับประเด็นความยั่งยืนในระดับโลกของ LEED ได้รับการออกแบบมาเพื่อบรรลุประสิทธิภาพสูงในมิติสำคัญที่เกี่ยวกับสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม สร้างผลกระทบต่อไตรกำไรสุทธิ (triple bottom line) โดยให้ความสำคัญกับผู้คน โลกและกำไรเหนือสิ่งอื่นใด
- ใบรับรอง LEED เป็นการรับประกันว่าทั้งอาคารสร้างใหม่และที่มีอยู่เดิมจะมีประสิทธิภาพสูงในมิติสำคัญเกี่ยวกับสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
- อาคารที่มีตรารับรอง LEED จะคอยกำหนดมูลค่าตลาดสำหรับอสังหาริมทรัพย์เพื่อการพาณิชย์อย่างสม่ำเสมอในตลาดที่มีการแข่งขันสูง แสดงให้เห็นว่าตอนนี้ มิติด้านความยั่งยืน ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินราคาตลาดของกลุ่มสินทรัพย์ด้านอสังหาริมทรัพย์
- โครงการที่ปฏิบัติตามมาตรฐาน LEED สามารถช่วยประหยัดพลังงานและทรัพยากร อีกทั้งเปลี่ยนเส้นทางปฏิภูลมากกว่า 80 ล้านตันให้พ้นไปจากพื้นที่ฝังกลบ อาคารที่ได้รับการรับรองระดับ LEED Gold ใช้พลังงานน้อยกว่าถึง 1 ใน 4 และผลิตก๊าซเรือนกระจกน้อยลง 34%

- LEED ช่วยสร้างพื้นที่ที่ดีต่อสุขภาพ จนสามารถเพิ่มอัตราการจ้างงาน อัตราการคงอยู่ (retention rate) และประสิทธิภาพการทำงานในหมู่พนักงาน โดยวิธีปล่อยอากาศบริสุทธิ์ให้เข้ามาในอาคารและทำให้ได้รับแสงแดด
- อาคารที่ผ่านการรับรอง LEED สามารถดึงดูดผู้เช่า โดยอัตราค่าเช่าอาคารที่มีตรารับรอง LEED อยู่ในช่วงตั้งแต่ราคาเฉลี่ย ไปจนถึงสูงกว่าราคาเฉลี่ย 20%
- การเปรียบเทียบในระดับเดียวกัน: อาคาร LEED มีการเปรียบเทียบกันทั่วโลก เช่น อาคารที่ได้รับการรับรอง LEED ในอินเดีย ถือว่าอยู่ในระดับเดียวกันและมีโครงสร้างคุณภาพสูงเหมือนอาคารที่ผ่านการรับรอง LEED ในสหรัฐอเมริกา จีน หรือประเทศอื่นๆ

ข้อเสีย

- LEED เป็นเครื่องมือประเมินอาคารสีเขียวในสหรัฐอเมริกา โดยมีการพัฒนาและปรับปรุงโดยเจ้าหน้าที่ในอุตสาหกรรมอาคารสีเขียวอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะใน 10 พื้นที่มหานครใหญ่ที่สุดในสหรัฐอเมริกา อย่างไรก็ตาม อาคารที่ผ่านการรับรอง LEED ยังไม่สามารถเจาะตลาดหลักในขนาดเล็กและกลางได้เท่าที่ควร นอกจากนี้ เสียงวิพากษ์วิจารณ์ระบุว่าระบบแบ่งระดับ LEED ไม่อ่อนไหวและไม่หลากหลายพอในแง่สภาพแวดล้อมตามท้องที่
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานและน้ำจากมหานครนิวยอร์ก พบว่า การรับรองมาตรฐาน LEED ไม่ช่วยให้อาคารใช้พลังงานหรือน้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นเสมอไป บ่อยครั้งที่พยายามทำให้ได้รับการรับรอง LEED ต้นทุนการออกแบบเบื้องต้นและการก่อสร้างมักสูงขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งยังไม่มีส่วนประกอบอาคารที่ตรงกับข้อกำหนดมาตรฐาน LEED ให้เลือกใช้เพียงพอ การขอการรับรอง LEED สำหรับโครงการใด ถือเป็นต้นทุนเพิ่มเติมในตัวเองเช่นกัน ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นนี้มาในรูปแบบของการติดต่อสื่อสารกับ USGBC การใช้บริการที่ปรึกษาช่วยเหลือด้านการออกแบบสำหรับมาตรฐาน LEED และการจ้างมืออาชีพด้านการออกแบบและก่อสร้างที่ผ่านการรับรอง Commissioning Authority (CxA) โดยทั้งหมดนี้ไม่จำเป็นต้องรวมอยู่ในโครงการที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ยกเว้นต้องการได้รับระดับมาตรฐาน LEED
- มาตรฐาน LEED เป็นเครื่องมือสำหรับการออกแบบ มิใช่เครื่องมือประเมินประสิทธิภาพ อีกทั้งยังไม่รองรับสภาพอากาศที่เฉพาะเจาะจง แม้ฉบับปรับปรุงล่าสุดพยายามแก้ไขจุดอ่อนนี้บางส่วนก็ตาม ด้วยเหตุนี้ ผู้ออกแบบอาจเลือกวัสดุหรืองานออกแบบที่จะทำให้ได้รับคะแนน LEED แม้ไม่ใช่ตัวเลือกที่เหมาะสมกับสถานที่ตั้งหรือสภาพอากาศที่สุด นอกจากนี้ LEED ไม่รองรับพลังงานที่เฉพาะเจาะจง ด้วยเหตุผลที่มาตรฐานนี้ประเมินประสิทธิภาพโดยรวมเท่านั้น ผู้ก่อสร้างจึงมีอิสระที่จะเลือกวิธีการที่จะทำให้ได้รับคะแนนตามประเภทต่างๆ

มาตรฐานในภาพรวม

Green Globes เป็นโปรแกรมสำหรับอาคารพาณิชย์ที่สามารถดำเนินการผ่านทางเว็บ ซึ่งครอบคลุมการประเมินอาคาร ณ สถานที่จริง (on-site building assessment) โดยผู้ประเมินภายนอกที่ได้รับอนุญาตจาก Green Building Initiative (GBI) โปรแกรมนี้ให้การรับรองอาคารหลากหลายขนาดและประเภท รวมถึงศูนย์ข้อมูล สำนักงาน พื้นที่เอนกประสงค์ สถาบันอุดมศึกษา สถาบันประถมและมัธยมศึกษา (K-12) สิ่งก่อสร้างของรัฐ และร้านอาหารของชำ รายชื่อบางส่วนของอาคารที่ผ่านการรับรองของ Green Globes สามารถค้นหาข้อมูลได้จากเว็บไซต์ GBI

คุณลักษณะสำคัญ

Green Globes NC เป็นนิยามที่ใช้กับสิ่งก่อสร้างใหม่ และ Green Globes CIEB ใช้สำหรับการปรับปรุงต่อเนืองของอาคารเดิม ทั้ง 2 โปรแกรมผสมผสานเกณฑ์การประเมินกับหน้าจอออนไลน์ที่เป็นมิตรกับผู้ใช้ และ กระบวนการออกใบรับรองโดยหน่วยงานภายนอกที่เข้มงวดที่สุดในอุตสาหกรรมนี้เข้าไว้ด้วยกัน

ลักษณะโปรแกรม Green Globes

- ซอฟต์แวร์ออนไลน์โต้ตอบที่สามารถใช้งานผ่านเว็บเพื่อประเมินความยั่งยืนของอาคาร
- เกณฑ์การประเมินสิ่งแวดล้อม รวมถึงตรา ENERGY STAR
- คู่มือ “แนวปฏิบัติที่ดี” สำหรับออกแบบ ก่อสร้างและปฏิบัติงาน
- โต้ตอบทันทีผ่านรายงานอัตโนมัติพร้อมแนวทางปรับปรุงอาคาร
- การตรวจสอบอาคารโดยผู้ประเมินอิสระที่ได้รับการฝึกอบรมโดย GBI เพื่อกำหนดระดับและการออกใบรับรอง
- การฝึกอบรมบุคลากรเพื่อการรับรองสำหรับเป็น Green Globes Professionals (GGPs) และ Green Globes Assessors (GGAs)

สเกลการแบ่งระดับ Green Globes

สเกลเดียวกันนี้ใช้เป็นเกณฑ์การแบ่งระดับสำหรับทั้ง Green Globes NC และ CIEB อาคารต่างๆ จำเป็นต้องมีคะแนน 35% เป็นอย่างน้อยต่ำ เพื่อได้รับการรับรอง โดยมีการแบ่งระดับดังนี้

- 85-100% = 4 Green Globes
- 70-84% = 3 Green Globes
- 55-69% = 2 Green Globes
- 35-54% = 1 Green Globe

มิตินำสำคัญ

กระบวนการประเมินและรับรองมีประโยชน์หลายประการดังนี้

- ความเห็นออนไลน์และจากผู้ประเมินบ่งชี้โอกาสในการลดต้นทุนการดำเนินงานเพิ่มเติม
- มูลค่าทางการตลาด/การประชาสัมพันธ์ของใบรับรอง สามารถส่งเสริมภาพลักษณ์ขององค์กร
- ตอบสนองความต้องการของภาครัฐ มีคุณสมบัติได้รับสิทธิประโยชน์ทางภาษี
- อาคารมีโอกาสขายได้มากขึ้น

ข้อมูลเชิงลึกในการนำมาตราฐานมาใช้

รัฐบาลกลางสหรัฐอเมริกา – รัฐบาลกลางยอมรับความสามารถของ GBI และ Green Globes ที่ช่วยให้ประเทศสามารถบรรลุเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม หน่วยงานส่วนกลางหลายแห่งดำเนินงานตาม Green Globes เช่น Department of Interior, Department of Health and Human Services, State Department, General Services Administration (GSA) และ Department of Veterans Affairs ในปี 2012 GSA ได้เผยแพร่ผลการประเมินที่จัดทำขึ้นทุก 5 ปี เพื่อจัดระดับการประเมินอาคารสีเขียวและระบบการรับรอง มาตรฐาน ANSI (ANSI/GBI 01-2010: Green Building Assessment Protocol for Commercial Buildings) ซึ่งเป็นรากฐานของ Green Globes ฉบับล่าสุด ได้รับการพิจารณาว่าสามารถตอบสนองความต้องการของภาครัฐในส่วนสิ่งก่อสร้างใหม่ มากกว่าแผนงานอื่นๆ แม้กระทั่ง LEED ขณะที่ Green Globes ได้รับการจัดอันดับเป็นที่ 2 สำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม

รัฐบาลของรัฐและรัฐบาลท้องถิ่น – เทศบาลและรัฐหลายแห่งกำหนดหรือส่งเสริมการรับรองอาคารสีเขียว เป็นแนวทางในการเพิ่มแนวปฏิบัติอาคารสีเขียว โดย ณ วันที่ 11 มิถุนายน 2011 23 รัฐและกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. ได้ผ่านกฎหมาย ข้อบังคับ หรือ คำสั่งฝ่ายบริหาร (executive order) ที่อ้างอิงหรือครอบคลุมถึง Green Globes เป็นการเฉพาะ

องค์กรนอกภาครัฐ (NGO) – องค์กรนอกภาครัฐถือเป็นหน่วยงานขับเคลื่อนอาคารสีเขียวและการเก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ เช่น Global Reporting Initiative จัดทำแนวทางให้หน่วยงานต่างๆ เพื่อสื่อสารประเด็นรอยเท้านิเวศน์ (ecological footprint) อีกทั้งกำลังทำงานเพื่อจัดทำรายงานดังกล่าวเผยแพร่เป็นประจำเหมือนรายงานทางการเงิน ขอบเขตของรายงานดังกล่าวครอบคลุมมากกว่าประเด็นของอาคารเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการประเมินพลังงานในการปฏิบัติงาน ประเด็นแหล่งพลังงาน และการขนส่ง ซึ่งทั้งหมดล้วนใช้มาตรฐาน Green Globes เป็นหลักในการพิจารณา

การใช้น้ำที่นำกลับมาใช้ใหม่ (reclaimed water) – ศูนย์ข้อมูลให้บริการวางเครื่องแม่ข่ายใน Santa Clara ของบริษัท Internap ถือเป็นศูนย์ข้อมูลพาณิชย์แห่งแรกในรัฐแคลิฟอร์เนียที่ใช้น้ำที่นำกลับมาใช้ใหม่แทนน้ำ

ดื่มได้ เพื่อทำความเย็นอาคาร ส่งผลให้ประหยัดน้ำได้ 76,300 แกลลอนต่อวัน และ 27,849,500 แกลลอนต่อปี เทียบเท่ากับการประหยัดน้ำดื่มในขนาดเท่ากับสระว่ายน้ำในการแข่งขันโอลิมปิก 46.5 สระต่อปี

การนำวัสดุก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่ – บริษัท Internap นำส่วนประกอบโครงสร้างภายนอกมาใช้ใหม่ในการปรับปรุงอาคารมากกว่า 99% ส่งผลให้กำจัดขยะที่จะต้องส่งไปฝังกลบได้เกือบทั้งหมด และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตัดกระบวนการผลิตและขนส่ง นอกจากนี้ Internap ยังสามารถเลี่ยงการส่งขยะจากการก่อสร้างทั้งหมดเกือบ 85% ไปฝังกลบ จึงลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมหาศาล

ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน - เครื่องมือ Energy Star Target Finder แสดงผลการใช้พลังงานลดลงเกือบ 50% ณ อาคารของ Internap เมื่อเทียบกับประเภทอาคารที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งถือเป็นผลลัพธ์ที่มีนัยสำคัญอย่างมาก เนื่องจากโดยปกติ ศูนย์ข้อมูลมีความต้องการใช้พลังงานสูง อาคารดังกล่าวใช้ประโยชน์จากแสงไฟและการควบคุมประสิทธิภาพสูง จึงช่วยลดการใช้พลังงานลงได้มาก เมื่อเทียบกับสิ่งก่อสร้างที่คล้ายคลึงกัน อีกทั้งลดกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานมากเกินไป Internap ยังมุ่งมั่นที่จะสนับสนุนพลังงานหมุนเวียนและไม่แนมนานี้ ได้ซื้อเครดิตพลังงานหมุนเวียนมากกว่า 400,000 กิโลวัตต์/ชั่วโมงสำหรับอาคารให้บริการวางเครื่องแม่ข่ายใน Santa Clara เทียบเท่ากับช่วยหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 487,585 ปอนด์

พลังงานสีเขียว – พื้นที่สำนักงานของอาคารจะใช้พลังงานสีเขียวในการเสริมโหนดกำลังไฟฟ้าของสำนักงานเป็นเวลา 2 ปี การใช้พลังงานสีเขียวที่จัดซื้อมาช่วยลดภาวะตึงตัวของบริษัทพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโรงงานไฟฟ้า

ข้อดี

- มาตรฐานนี้ใช้เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงานของ Energy Star สำหรับทั้งสิ่งก่อสร้างใหม่และอาคารเดิม ซึ่งหมายรวมถึงศูนย์ข้อมูล การปรับเกณฑ์ให้เป็นมาตรฐาน (normalization protocol) ใน Energy Star เอื้อให้ประเภทอาคารแบบต่างๆ ที่ใช้พลังงานแตกต่างกันโดยสิ้นเชิงได้รับการจัดระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่เหมาะสม
- ไม่มีเกณฑ์บังคับใดๆ เนื่องจากทุกอาคารเข้าร่วมในโครงการ แต่จะถูกตัดออกจากการออกใบรับรองหากไม่ได้รับคะแนน 35% เป็นอย่างต่ำ
- ตอบคำถามในแบบสำรวจได้ง่ายไม่ยุ่งยาก เนื่องจากมีกล่อง “Tool Tip” คอยช่วยเหลือ Tool Tip มีคำอธิบายของเกณฑ์ โดยอ้างอิงมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และ มักให้คำแนะนำในการจัดทำเอกสารตอบกลับ
- ให้คะแนนผลประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างแม่นยำ ซึ่งถือว่าสำคัญมากสำหรับศูนย์ข้อมูล เนื่องจากใช้เกณฑ์การให้น้ำหนัก (ใช้ระบบ 1,000 คะแนน ซึ่งให้น้ำหนักได้แม่นยำกว่า)

- คำถามบางข้อที่ไม่บันทึกโครงสร้างของอาคารอาจได้รับสถานะ “non-applicable” แนวทางนี้ช่วยให้คะแนนที่เป็นไปไม่ได้หรือไม่สมเหตุสมผลเกินกว่าที่อาคารสมควรได้รับถูกตัดออกจากคะแนนรวม ระบบนี้ช่วยกำจัด “การไล่ล่าสะสมคะแนน” (point chasing) และเปิดทางสำหรับแนวทางในระดับภูมิภาค โดยคำนึงถึงความแตกต่างของรหัสท้องถิ่นและมาตรฐาน ทั้งนี้ ผู้ประเมินของ GBI จะทบทวนทุกคำถามที่เลือกเป็น non-applicable เพื่อประเมินความสมเหตุสมผล
- การสนับสนุนและตอบคำถามของลูกค้าจะคอยให้ความช่วยเหลืออยู่ตลอดกระบวนการประเมิน ทั้งผ่านทางเครื่องมือออนไลน์ และเจ้าหน้าที่ของ GBI

Energy Star

มาตรฐานในภาพรวม

Energy Star เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในฐานะมาตรฐานสากลสำหรับสินค้าบริโภคที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยถือกำเนิดในสหรัฐอเมริกา หน่วยงาน Environmental Protection Agency (EPA) และ Department of Energy จัดทำมาตรฐานนี้ขึ้น ในปี 1992 นับตั้งแต่นั้นมา ออสเตรเลีย แคนาดา ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ ไต้หวัน และ สหภาพยุโรปต่างประยุกต์ใช้โปรแกรมนี้

คุณลักษณะสำคัญ

โปรแกรม Energy Star ของ EPA แห่งสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาระบบให้คะแนนประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารพาณิชย์ สถาบันหลายประเภทและโรงงานผลิต การให้คะแนนดังกล่าวซึ่งมีสเกล 1 – 100 เป็นเครื่องมือเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารเฉพาะกลุ่มและโรงงานอุตสาหกรรม โดยเทียบประสิทธิภาพพลังงานของสิ่งก่อสร้างใกล้เคียงกัน ผู้จัดการอาคารและผู้จัดการด้านพลังงานมักใช้คะแนนเหล่านี้เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคารและโรงงานอุตสาหกรรมเดิม EPA ยังใช้ระบบการให้คะแนนนี้เพื่อตัดสินว่าอาคารหรือโรงงานใดผ่านคุณสมบัติการยอมรับของ Energy Star หรือไม่

สำหรับอาคารพาณิชย์ประเภทต่างๆ ผู้ใช้สามารถกรอกข้อมูลพลังงานใส่ใน Portfolio Manager เครื่องมือออนไลน์ไม่เสียค่าใช้จ่ายของ EPA ที่จะคำนวณคะแนนของอาคารในสเกล 1 – 100 ออกมา อาคารที่ได้คะแนนเท่ากับหรือมากกว่า 75 อาจผ่านคุณสมบัติของ Energy Star ทั้งนี้ Portfolio Manager เป็นเครื่องมือบริหารจัดการพลังงานแบบตอบโต้ที่เอื้อให้ผู้ใช้สามารถติดตามและประเมินการใช้พลังงานและน้ำในจุดที่ต้องการทราบทั้งหมดของอาคาร ผ่านระบบออนไลน์ที่ปลอดภัย ไม่ว่าจะเป็นเจ้าของอาคาร ผู้บริหารจัดการอาคาร หรือ ถูกรองอสังหาริมทรัพย์เพื่อการลงทุน Portfolio Manager สามารถช่วยกำหนดลำดับความสำคัญในการลงทุน บ่งชี้อาคารที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ ยืนยันประสิทธิภาพที่ดีขึ้น และ ได้รับการยอมรับด้านประสิทธิภาพพลังงานดีเยี่ยมจาก EPA โดย Portfolio Manager ใช้เครื่องมือเปรียบเทียบแบบอัตโนมัติที่สามารถออกใบรับรอง Energy Star ให้แก่อาคารที่อัปเดตข้อมูลการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 12 เดือนและได้รับตั้งแต่ 75 คะแนนขึ้นไป

มิตินำสำคัญ

ระบบให้คะแนนของ Energy Star สามารถใช้กับอุปกรณ์ทุกประเภท เช่น สิ้นค้าคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัว อาคาร และผลิตภัณฑ์อื่นๆ สัญลักษณ์ Energy Star บ่งบอกถึงการประหยัดพลังงานทั่วไปน้อยกว่ามาตรฐานของรัฐ ในสหรัฐอเมริกา 20 – 30% ตรา Energy Star ยังแสดงบนฉลาก EnergyGuide ของสินค้าเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผ่านคุณสมบัติด้วย

ข้อดี

- เป็นการรับรองประสิทธิภาพด้านพลังงานรายเดียวที่ยึดตามข้อมูลประสิทธิภาพจริงและได้รับการยืนยัน ทำให้ทุกผลิตภัณฑ์ที่มีตรา Energy Star มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น
- ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน: เมื่อเปิดทำการ อาคารที่ผ่านการรับรองของ Energy Star ใช้พลังงานน้อยลงโดยเฉลี่ย 35%
- มีส่วนช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศลง 35% จึงเอื้อต่อการต่อสู้กับภาวะโลกร้อน
- เพิ่มมูลค่าของอาคาร เนื่องจากการมีประสิทธิภาพด้านพลังงานที่น่าเชื่อถือมากขึ้น ทำให้มีแนวโน้มที่รายได้สุทธิจากการดำเนินงานสูงขึ้นจากการประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงาน จะเห็นผลลัพธ์จากการประเมินมูลค่าอาคารที่สูงขึ้นด้วย

ข้อเสีย

- ระบบอาคารที่ทำการติดตั้งหรือบูรณาการในขนาดที่ไม่เหมาะสม: แม้แต่เครื่องทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพที่สุดจะทำงานไม่ต่างจากเครื่องธรรมดา หากเครื่องมีขนาดใหญ่เกินไปและทำงานไม่มีประสิทธิภาพ เวลารองรับโหลดงานเพียงบางส่วน
- เจ้าหน้าที่ดูแลรักษาอาคารอาจไม่ได้รับการฝึกอบรมให้ใช้งานระบบต่างๆ อย่างเหมาะสมและอาจก่อให้เกิดความไม่มีประสิทธิภาพได้
- ไม่มีการสื่อสารเป้าหมายด้านพลังงานอย่างชัดเจนและติดตามผลตลอดกระบวนการออกแบบ ทั้งนี้กลยุทธ์การออกแบบและวิธีก่อสร้างไม่สามารถสร้างอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานได้
- ไม่มีการประมาณการการใช้พลังงานล่วงหน้า เนื่องจากไม่มีการวัดการใช้พลังงานจริง เจ้าของอาคารหรือสถาปนิกอาจไม่ประสงค์ประมาณการการใช้พลังงานของอาคารล่วงหน้า ระหว่างการออกแบบและก่อสร้าง และอาจลังเลที่จะวัดปริมาณการใช้พลังงานเมื่ออาคารเปิดทำการเช่นกัน

ISO (ISO 27031 & ISO 30134)

มาตรฐานในภาพรวม

ISO ย่อมาจาก International Organization for Standardization และเป็นองค์กรอิสระที่ไม่ใช่ภาครัฐ โดยมีสมาชิกเป็นองค์กรมาตรฐานจาก 163 ประเทศสมาชิก ISO ถือเป็นผู้พัฒนามาตรฐานสากลแบบสมัครใจรายใหญ่ที่สุดของโลก และ ส่งเสริมการค้าในระดับโลก ผ่านการนำเสนอมาตรฐานที่ใช้ร่วมกันระหว่างชาติต่างๆ

ISO ได้กำหนดมาตรฐานมากกว่า 20,000 มาตรฐานขึ้นมา ครอบคลุมทุกสิ่งอย่างตั้งแต่สินค้าและเทคโนโลยีที่ผ่านกระบวนการผลิต ไปจนถึง ความปลอดภัยด้านอาหาร การเกษตร และ สุขภาพ มาตรฐานในช่วง ISO 20000 เป็นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับใช้ภายในแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะ ISO 27031 และ 30134 ที่มีก้ออกการรับรองให้ศูนย์ข้อมูลที่เข้าเกณฑ์มาตรฐาน

ISO 27031

ISO 27031 มุ่งเน้นแนวคิดและหลักการการเตรียมการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เพื่อความต่อเนื่องในการให้บริการและรองรับกรอบวิธีการและกระบวนการในการบ่งชี้และระบุมิติทั้งหมด (เช่น เกณฑ์ประสิทธิภาพ การออกแบบ และการดำเนินงาน) ในการยกระดับความพร้อมด้าน ICT ขององค์กร เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องทางธุรกิจ มาตรฐานนี้ใช้ได้กับทุกองค์กร (เอกชน รัฐบาล องค์กรพัฒนาเอกชน (NGO) โดยไม่แบ่งแยกขนาด) ที่กำลังพัฒนา ICT Readiness for Business Continuity program (IRBC) และต้องการให้บริการ/โครงสร้าง ICT สามารถเข้าถึงเพื่อรองรับการปฏิบัติงานธุรกิจท่ามกลางเหตุการณ์และสถานการณ์ที่อุบัติขึ้นมา ตลอดจนการรบกวนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความต่อเนื่องในการดำเนินงาน (รวมทั้ง การรักษาความปลอดภัย) ของหน้าที่ทางธุรกิจที่สำคัญ ทั้งยังเอื้อให้องค์กรสามารถประเมินตัวแปรประสิทธิภาพที่สัมพันธ์กับ IRBC อย่างสม่ำเสมอและเป็นที่ยอมรับ

ISO 27031 เป็นแนวทางในส่วนแนวคิดและหลักการที่อยู่เบื้องหลังบทบาทของ ICT ในการทำให้เกิดความต่อเนื่องทางธุรกิจ โดยมาตรฐานนี้

- เสนอโครงสร้างหรือกรอบการทำงานให้แก่องค์กรทุกประเภททั้ง เอกชน ภาครัฐ และองค์กรพัฒนาเอกชน
- บ่งชี้และกำหนดมิติที่เกี่ยวข้องทั้งหมด รวมถึงเกณฑ์ประสิทธิภาพ การออกแบบ และรายละเอียดการดำเนินงาน เพื่อพัฒนาความพร้อมด้าน ICT เป็นส่วนหนึ่งของระบบบริหารจัดการความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูล (Information security management system หรือ ISMS) ขององค์กร เอื้อให้เกิดความต่อเนื่องทางธุรกิจ
- เอื้อให้องค์กรสามารถวัดความต่อเนื่อง การรักษาความปลอดภัย และ ความพร้อมด้าน ICT ที่สามารถรอดพ้นจากภัยพิบัติอย่างสม่ำเสมอและเป็นที่ยอมรับ

ISO 30134 กำหนดองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- โครงสร้างร่วม
- นิยาม คำศัพท์เฉพาะทาง เงื่อนไขแบบมีขอบเขตสำหรับตัวชี้วัดความสำเร็จ (KPI) ในด้านประสิทธิผลและประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของศูนย์ข้อมูล
- ความต้องการทั่วไปและเป้าประสงค์ของตัวชี้วัดความสำเร็จในด้านประสิทธิผลและประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของศูนย์ข้อมูล

คุณลักษณะสำคัญ

เป็นมาตรฐานที่รู้จักอย่างเป็นสากล ซึ่งบ่งบอกถึงการสร้างสรรค์สินค้าและบริการที่ปลอดภัย น่าเชื่อถือ และมีคุณภาพดี มาตรฐานนี้ช่วยธุรกิจเพิ่มผลิตผล อีกทั้งลดข้อผิดพลาดและขยะให้เหลือน้อยที่สุด ใบรับรองมาตรฐาน ISO เอื้อให้บริษัทต่างๆ สามารถเข้าสู่ตลาดใหม่และส่งเสริมการพัฒนาการการค้าระดับโลก อย่างเป็นธรรม โดยเอื้อให้สินค้าจากตลาดต่างๆ สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างตรงไปตรงมา มาตรฐานนี้ยังทำหน้าที่ปกป้องผู้บริโภคและผู้ใช้งานสินค้าและบริการ โดยทำให้เกิดความมั่นใจว่าสินค้าที่ผ่านการรับรองได้ ปฏิบัติตามมาตรฐานขั้นต่ำที่สากลกำหนดไว้

มิติสำคัญ

ISO27031

ขอบเขตของมาตรฐาน ISO/IEC 27031:2011 ครอบคลุมทุกเหตุการณ์และสถานการณ์ (รวมถึงที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความปลอดภัย) ที่อาจมีผลกระทบต่อโครงสร้างและระบบ ICT ซึ่งหมายรวมและขยายความแนวปฏิบัติการบริหารจัดการสถานการณ์ความปลอดภัยด้านข้อมูล (information security incident handling and management) และการวางแผนความพร้อมด้าน ICT และการบริการ

ISO 30134

มาตรฐานนี้ประกอบด้วย 5 มิติสำคัญ

ISO 30134-1 Information Technology – Data Centers – Key Performance Indicators – Part 1: Overview and general requirements

- ตีกรอบนิยามของศัพท์เฉพาะทางที่ใช้ใน KPI ของศูนย์ข้อมูล
- กำหนดความต้องการขอบเขตของ KPI ในเชิงประสิทธิภาพด้านการใช้ทรัพยากรในศูนย์ข้อมูล
- ระบุมิติต่างๆ ของ KPI และการนำไปประยุกต์ใช้
- กำหนดแนวทางและการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อกำหนด KPI ศูนย์ข้อมูล
- เสนอโครงสร้างเอกสารตามลำดับของ KPI
- อธิบายประสิทธิภาพด้านการใช้ทรัพยากรแบบองค์รวม

*ISO 30134-2 Information Technology – Data Centers – Key Performance Indicators – Part 2:
Power Usage Effectiveness (PUE)*

- นิยามประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (PUE) ของศูนย์ข้อมูล
- นำเสนอประเภทของการวัดค่า PUE
- อธิบายความสัมพันธ์ของ KPI นี้กับโครงสร้างศูนย์ข้อมูล อุปกรณ์ไอที และการปฏิบัติงานด้านไอที
- กำหนดการประเมิน การคำนวณ และการรายงาน KPI
- เป็นข้อมูลในการตีความ KPI อย่างถูกต้อง

*ISO 30134-3 Information Technology – Data Centers – Key Performance Indicators – Part 3:
IT Renewable Energy Factor (REF)*

- มาตรฐานนี้กำหนด Renewable Energy Factor (REF) เป็น KPI เพื่อวัดปริมาณการใช้พลังงานหมุนเวียนที่เจ้าของหรือผู้ให้บริการใช้ในการดำเนินงานศูนย์ข้อมูล พลังงานหมุนเวียนในนี้อยู่ในรูปของไฟฟ้า
- REF คืออัตราส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน ต่อ พลังงานทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล
- REF ไม่นับรวมการใช้ทรัพยากรอื่น และการประเมินรอยเท้าคาร์บอนของศูนย์ข้อมูล

*ISO 30134-4 Information Technology – Data Centers – Key Performance Indicators – Part 4:
IT Equipment Energy Efficiency for Servers (ITEE)*

มาตรฐานนี้กำหนดกระบวนการที่ได้มาซึ่งค่า IT Equipment Energy Efficiency for Servers (ITEE) เป็น KPI ซึ่งวัดความสามารถในด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (ความสามารถในการทำงานสูงสุดต่อหน่วยพลังงาน) ของเครื่องแม่ข่ายในศูนย์ข้อมูล และยังกำหนดกระบวนการที่คำนวณประสิทธิภาพของเครื่องแม่ข่ายต่อพลังงาน โดยใช้เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพที่มีอยู่แล้วหรือเกณฑ์เปรียบเทียบเฉพาะบริษัท

ISO 30134-5 Information Technology – Data Centers – Key Performance Indicators – Part 5: IT Equipment Utilization for Servers (ITEU_SV)

มาตรฐานสากลนี้

- อธิบายจุดประสงค์ของการใช้ประโยชน์อุปกรณ์ไอทีเพื่อเครื่องแม่ข่าย (IT Equipment Utilization for Servers หรือ ITEU_SV)
- นิยาม ITEU_SV ในลักษณะกรอบแนวคิด
- อธิบายวิธีใช้ ITEU_SV
- อธิบายการรายงานผล ITEU_SV
- นำเสนอตัวอย่างการใช้ ITEU_SV

ข้อมูลเชิงลึกในการนำมาตรฐานมาใช้

บริษัทส่วนใหญ่ประยุกต์ใช้มาตรฐาน ISO จำนวน 2-3 มาตรฐานพร้อมกัน เพื่อประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย แต่การทำเช่นนี้ส่งผลให้ความสนใจของบริษัทเบี่ยงเบนออกไปจากกระบวนการธุรกิจที่แท้จริง ศูนย์ข้อมูลผู้ต้องการได้รับการรับรองนี้มักให้ความสำคัญต่อ 1-2 มาตรฐาน ISO เท่านั้น ภายในช่วงมาตรฐาน 20000 หรือ 30000 จึงมีความแตกต่างจากบริษัทอื่นๆ

ข้อดี

- องค์กรที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO ถือเป็นบริษัทที่มีประสิทธิภาพสูงและอยู่ในระดับแถวหน้า
- มาตรฐานที่อยู่ในช่วง ISO 20000 คือแนวปฏิบัติที่ดี เพื่อให้ฝ่ายไอทีใช้ดำเนินงานภายใน แต่ขณะเดียวกันยังช่วยพัฒนาความสัมพันธ์กับบริษัทอื่นหรือรัฐบาลที่ต้องการทำธุรกิจกับบริษัทที่ผ่านการรับรอง ISO 20000 ด้วย

ข้อเสีย

- การขอใบรับรอง ISO ใช้เวลาและการลงทุนลงแรงมาก กล่าวคือ ทุกมาตรฐาน ISO เป็นเหมือนกัน
- การดำเนินงานตามโครงสร้างหรือความต้องการของ ISO มีต้นทุนสูง
- โดยปกติ มาตรฐาน ISO จะไม่มีรูปแบบที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย (ยกเว้นในกรณีมาตรฐานเดี่ยวๆ บางมาตรฐาน) แต่จะมีค่าธรรมเนียมในการซื้อ ซึ่งถูกมองว่าสูงเกินไปสำหรับโครงการ open source ขนาดเล็ก
- ใช้เวลานานและต้นทุนสูงในการผนวกรวมข้อกำหนดของมาตรฐานเข้ากับบริษัทใดๆ อีกทั้งยังมีความลำบากในการดำเนินงาน เนื่องจากการปรับปรุงแก้ไขที่จำเป็นมีสเกลขนาดใหญ่

มาตรฐานในภาพรวม

Amsterdam Internet Exchange (AMS-IX) ซึ่งก่อตั้งในช่วงต้นทศวรรษ 1990 เป็นผู้ให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ตแบบไม่แสวงหากำไร ความเป็นกลาง และเป็นอิสระเพียงรายเดียวในอัมสเตอร์ดัม เนเธอร์แลนด์ และถือเป็นผู้ให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ตรายใหญ่ที่สุดในโลก โดยมีปริมาณข้อมูลคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ตสูงสุด มากกว่า 4.5 เทราบิตต่อวินาที (Tb/s) ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเครือข่ายผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Provider หรือ IP) มากกว่า 750 ราย ณ AMS-IX AMS-IX ได้พัฒนาใบรับรองของตนเอง เพื่อเอื้อให้ภาคีต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศเกิดความเห็นที่ยุติธรรมเกี่ยวกับศูนย์ข้อมูลแบบต่างๆ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อถึงกันได้โดยตรงในเนเธอร์แลนด์ เนื่องด้วยปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความเฉพาะที่ใช้ได้กับศูนย์ข้อมูลในประเทศเนเธอร์แลนด์เท่านั้น มาตรฐานสากล เช่น การแบ่งระดับ Tier ของสหรัฐอเมริกาจึงไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ทั้งหมด ใบรับรองศูนย์ข้อมูลผ่านการรับรอง AMS-IX จะออกให้กับศูนย์ข้อมูลที่ปฏิบัติตามการประเมินในด้านข้อกำหนดและความต้องการทางเทคนิค มาตรฐานที่ระบุโดย AMS-IX ข้อกำหนดด้านการปฏิบัติงาน และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การออกแบบทางเทคนิค และการบริหารจัดการศูนย์ข้อมูล นอกจากนี้ยังมีการประเมินสถานที่และอาคาร อัคคีภัยและความปลอดภัย พลังงาน การทำความเย็น การติดตามผล และ การสอดส่องดูแลรักษาความปลอดภัยด้วย

คุณลักษณะสำคัญ

AMS-IX ให้บริการแลกเปลี่ยนปริมาณข้อมูลคอมพิวเตอร์เฉลี่ยอยู่ที่ 3Tb/s โดยมีความเร็วสูงสุดเกินกว่า 4.5Tb/s และ ความจุรวมทั้งหมดมากกว่า 18Tb/s และเป็นการเชื่อมต่อแบบ ultra-high speed ทั่วโลก พร้อมด้วยสถาปัตยกรรมที่ใช้ router และ switch ตามมาตรฐาน 100GbE

มิติสำคัญ

AMS-IX ให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบคุณภาพสูง เป็นมืออาชีพและไม่มีการบล็อกข้อมูลคอมพิวเตอร์ทุกประเภท (ตั้งแต่ regular IP data ไปจนถึง Voice over IP, mobile Internet traffic และ video) โดยมีการทดสอบและรักษาแพลตฟอร์มนี้อย่างสม่ำเสมอ พร้อมทั้งสร้างการเชื่อมต่อใหม่ไปพร้อมกัน ทำให้มีความต้องการ network analyzer ศักยภาพสูง นำเชื่อถือสูงและควบคุมได้จากระยะไกล

ข้อมูลเชิงลึกในการนำมาตรฐานมาใช้

ในปัจจุบัน แพลตฟอร์ม AMS-IX ในอัมสเตอร์ดัม กระจายไปยังศูนย์ข้อมูล 12 แห่ง เพื่อให้บริการเครือข่ายผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Provider หรือ IP) มากกว่า 600 ราย กลายเป็นผู้ให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลรายใหญ่ที่สุดในโลก นอกจากนี้ นับตั้งแต่ปี 2013 แพลตฟอร์มนี้ได้ให้บริการแลกเปลี่ยนและการเชื่อมต่อ IP คุณภาพสูงในสหรัฐอเมริกา (ในเขตนิวยอร์ก/นิวเจอร์ซีย์) ซึ่งเกิดขึ้นได้จากการสร้าง AMS-IX New York ตามโมเดลธุรกิจยุโรปที่ประสบความสำเร็จ ของ AMS-IX และขยายไปสู่หลายสถานที่ ทั้งนี้ AMS-IX New York ยังเป็นผู้ให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลแห่งแรกภายใต้ AMS-IX USA Inc. ด้วย

ข้อดี

- สนับสนุนแพลตฟอร์มกายภาพที่องค์กรต่างๆ สามารถพบปะ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ตอย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และคุ้มค่า
- สานต่อจากสูตรสำเร็จของ AMS-IX Amsterdam ซึ่งเป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่ใหญ่ที่สุดในโลก เชื่อมต่อมากกว่า 750 เครือข่าย และมีปริมาณข้อมูลคอมพิวเตอร์สูงสุดอยู่ที่มากกว่า 4 Tb/s
- ขยายขอบเขตมาตรฐานในด้านต่างๆ เช่น ความเปิดกว้าง (openness) ความเป็นกลาง (neutrality) ข้อเสนอการให้บริการ (service offering) มาตรฐานโครงสร้างพื้นฐานและการปฏิบัติงานในศูนย์ข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ต พร้อมทั้งให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลแก่ลูกค้าธุรกิจทั่วโลก
- มีประวัติยาวนานในการส่งสมปริมาณวิกฤต (critical mass) ของคู่เชื่อมต่อ (peering partner) เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ต เนื่องจากดำเนินการบนแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ตที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งของโลก (เชื่อมต่อเครือข่ายผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตมากกว่า 750 ราย)
- เป็นรายแรกที่รองรับจุดแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ตพกพา (mobile peering point) ทั่วโลก โดยอาศัย Global GPRS Roaming Exchange, Mobile Data Exchange (MDX) และการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายครั้งแรกของ IPX networks (Inter-IPX) ในครั้งนี้ AMS-IX ได้วาง 2 แพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนข้อมูลในต่างประเทศ คือ AMS-IX Hong Kong ในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก และ AMS-IX Caribbean ในคูราเคา ส่วน AMS-IX USA Inc. ในเครือ AMS-IX อาศัย AMS-IX Bay Area, AMS-IX Chicago และ AMS-IX New York เพื่อให้บริการในสหรัฐอเมริกา
- การบริการแลกเปลี่ยนข้อมูลนี้มีราคาค่อนข้างถูกกว่าการซื้อการต่อผ่านให้เครือข่ายอื่น (transit traffic) จากผู้ให้บริการโทรคมนาคม อีกทั้งมีความยืดหยุ่นและการเชื่อมต่อสำรองมากกว่าเวลาติดตั้งและควบคุมปริมาณข้อมูลอินเทอร์เน็ตภายในและระหว่างเครือข่าย

ข้อเสีย

- ต้นทุนการเชื่อมต่อสูงมาก
- ข้อกำหนดในการเชื่อมต่อกับ AMS-IX มีความเข้มงวด เนื่องจาก AMS-IX คัดกรองทุกมิติของผู้ที่จะมาคู่ค้า/ลูกค้า/สมาชิก รวมทั้งต้องได้รับการอนุมัติจากบอร์ดบริหารของ AMS-IX ด้วย

IT										
Telecommunications / Network	EN 50600	BICSI 002				SSAE 16	ISAE 3402		ANSI/TIA 942	ISO27031
Operate			EPI-DCOS	Uptime (M&O/Constructed)	TIMS	ISO 30134	National/Regional GBS			
Plan / Design			BICSI 002	SYSKA	Uptime (Design)	OSDA				
Physical Security / Environmental							TVRA		ANSI/TIA 942	

Figure 4 พื้นที่ดำเนินการของมาตรฐานโดยทั่วไป

B. มาตรฐานตามกรอบส่วนงาน (Standards by Framework Functional Areas)

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ธุรกิจจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ และแม้แต่หน่วยงานภาครัฐได้ย้ายแอปพลิเคชันบางส่วนไปสู่ระบบคลาวด์ พวกเขายังคงเดินทางรวมศูนย์แพลตฟอร์มการประมวลผลเข้าไว้ด้วยกัน หลังจากทำงานแบบกระจายศูนย์มาเป็นเวลาหลายปี ผลกระทบของโลกาภิวัตน์ก่อให้เกิดความต้องการที่จะเข้าถึงระบบ ข้อมูลและแอปพลิเคชันอยู่ตลอดเวลา ข้อกำหนดการฟื้นฟูจากภัยพิบัติ (Disaster recovery) และความต่อเนื่องทางธุรกิจ (business continuity) จำเป็นต้องอาศัยระบบสำรองและวิธีการล้มเหลวอย่างปลอดภัยอื่นๆ (fail-safe method) เพื่อยืนยันเสถียรภาพทางการเงิน หลายหน่วยงานและองค์กรเสาะหาแนวทางดำเนินการจากองค์กรอื่น หรือ ยื่นมือไปหาสมาชิกในชุมชนศูนย์ข้อมูลซึ่งส่งมอบประสบการณ์จากโครงการศูนย์ข้อมูลของตนเอง เพื่อหลีกเลี่ยงการลงทุนลงแรงโดยเปล่าประโยชน์ (re-invent the wheel)

หน่วยงานภาครัฐและบริษัทหลายแห่งได้พัฒนามาตรฐานของตนเองที่สอดคล้องกับแนวทางเชิงโครงสร้าง แนวปฏิบัติที่ดี และความต้องการขององค์กร โดยอาจหรืออาจไม่ยึดติดมาตรฐานที่มีการเผยแพร่ออกมา เราได้อธิบายกรอบการทำงานของเรานี้ใน 6 มิติที่ครอบคลุมภาพทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล ดังนี้

1. พลังงานและไฟฟ้า (Energy & Power)
2. การออกแบบและโครงสร้าง (Design & Structure)
3. เครื่องแม่ข่าย การจัดเก็บ และการใช้ประโยชน์ (Servers, Storage & Utilization)
4. สถานที่และพื้นที่ใช้สอย (Location & Site Space)
5. ข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA)
6. ศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงาน (Green Data Center)

ในบรรดาส่วนงานเหล่านี้ Energy & Power, Design & Structure, Server, Storage & Utilisation รวมทั้ง Location & Site Space ครอบคลุมองค์ประกอบที่หลากหลายของการออกแบบและการจัดตั้งศูนย์ข้อมูล ข้อตกลงระดับการให้บริการ (Service Level Agreement) คือ มิติต่างๆ ของการปฏิบัติตามและเกณฑ์ขั้นต่ำที่ต้องตอบสนองจากมุมมองของการปฏิบัติงาน ขณะที่ Green Data Center ครอบคลุมหลายองค์ประกอบในด้านพลังงาน ไฟฟ้า การจัดเก็บ สถานที่ตั้ง เป็นต้น เพื่อแนะนำแนวปฏิบัติที่ดีในการเป็นศูนย์ข้อมูลเขียว หรือ เกือบเขียว

เมื่ออ้างอิงส่วนงานเหล่านี้ 21 องค์ประกอบของศูนย์ข้อมูลได้มีการสรุปไว้ด้านล่างนี้ ซึ่งทั้งหมดรวมกันเป็นสถาปัตยกรรมของศูนย์ข้อมูลสมัยใหม่ (Modern Data Center Architecture)

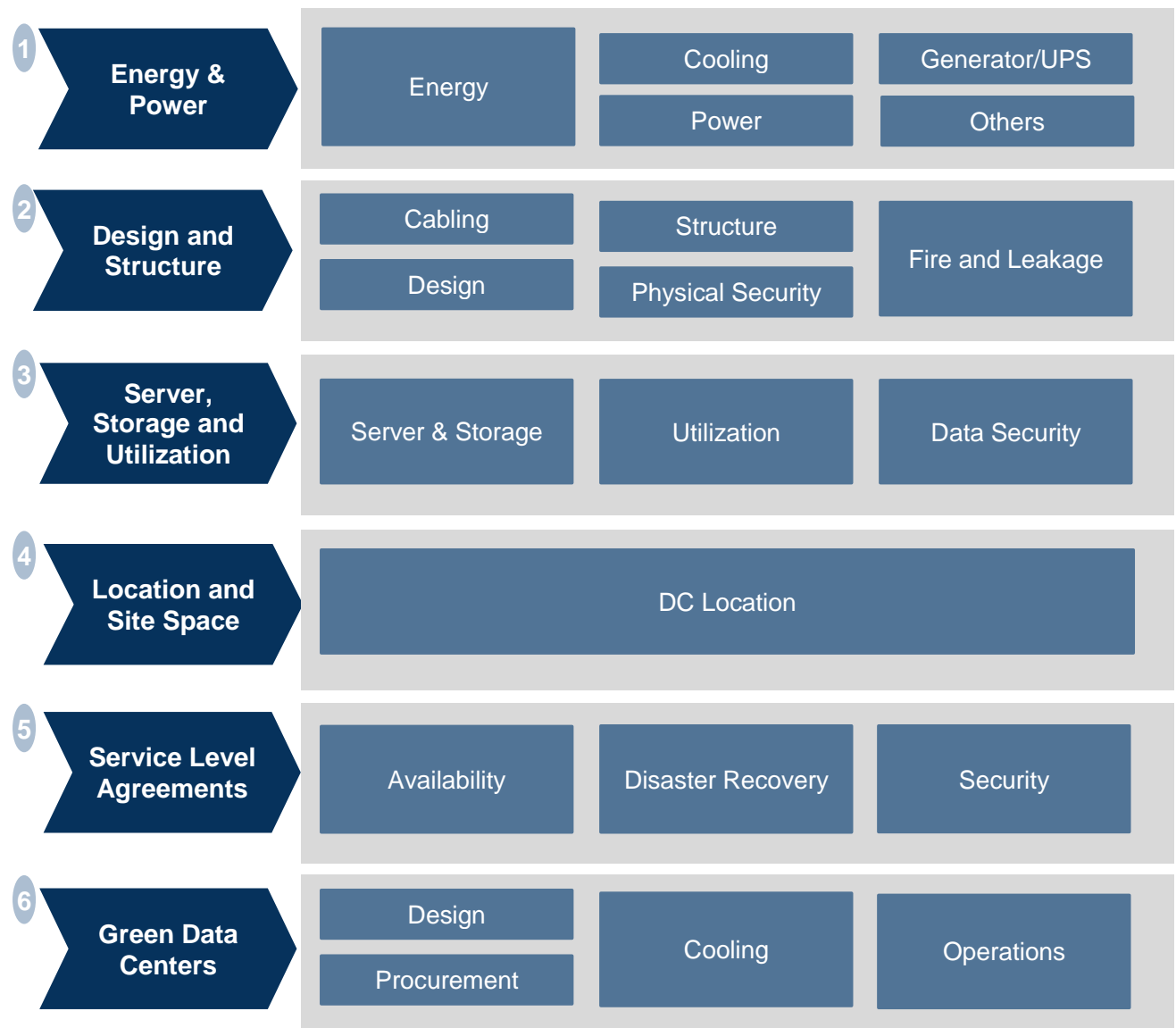


Figure 5 องค์ประกอบต่างๆ ในส่วนงานศูนย์ข้อมูล

มาตรฐานศูนย์ข้อมูลในนานาประเทศ (Data Center Standards- Across the borders)

นานาประเทศทั่วโลกกำลังก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในการบริหารจัดการศูนย์ข้อมูล กลุ่มประเทศตะวันตกกำลังเผชิญแรงกดดันด้านต้นทุนเนื่องจากพวกเขาลงทุนในศูนย์ข้อมูลไปสูงมากในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา และหวังที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น ได้แก่ การลดต้นทุน การเพิ่มประสิทธิภาพทรัพยากร การใช้คลาวด์ การลดความซ้ำซ้อน และ ใช้ประโยชน์ศูนย์ข้อมูลในอัตราที่สูง พวกเขากำลังอยู่ในยุคของการควมรวมที่สถานการณ์เกือบเป็นเรื่องเร่งด่วนที่พวกเขาจะต้อง “ควบคุมโครงสร้างพื้นฐาน” ในอีกด้านหนึ่ง กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาอย่าง อินเดีย จีน และ ประเทศยุโรปบางประเทศกำลังเผชิญระยะของการเติบโตหรือการพัฒนา (modernization) ที่ศูนย์ข้อมูลไม่ได้มีการใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพ จึงเป็นโอกาสอันสมควรที่ประเทศเหล่านี้ต้องการพลิกโฉมอุตสาหกรรมนี้

การวิเคราะห์ด้านล่างอภิปรายข้อกำหนดหลักๆ ในแต่ละองค์ประกอบของศูนย์ข้อมูลตามส่วนงานต่างๆ และบ่งชี้แนวปฏิบัติที่ดี หรือ ข้อเสนอแนะที่มีการดำเนินการจริงในประเทศต่างๆ ทั่วโลก



พลังงานและไฟฟ้า

พลังงาน


ศูนย์ข้อมูลเป็นประเภทอาคารที่ใช้พลังงานสูงสุดประเภทหนึ่ง ใช้พลังงานต่อพื้นที่ชั้นอาคารคิดเป็น 10-50 เท่าของอาคารสำนักงานพาณิชย์ทั่วไป โดยรวมแล้ว พื้นที่เหล่านี้คิดเป็นราว 2% ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด และยังการใช้ไอทีของประเทศเติบโต การใช้พลังงานของศูนย์ข้อมูลและเครื่องแม่ข่ายจึงเติบโตตามไปด้วย

หน่วยงานต่างๆ ที่วางแผนจะควบคุมต้นทุนของศูนย์ข้อมูลควรใช้ดัชนีการวัดที่มีความสม่ำเสมอ ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (PUE) เป็นตัวชี้วัดที่มีประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบโครงสร้างศูนย์ข้อมูลกับปริมาณงานไอทีที่มีอยู่ การเปรียบเทียบ PUE ในเบื้องต้น จะทำให้เห็นคะแนนประสิทธิภาพและกำหนดกรอบการทดสอบเพื่อใช้ซ้ำในโอกาสต่อไป การใช้พลังงานทั้งหมดของศูนย์ข้อมูลได้มาจากการรวมพลังงานที่จ่ายให้ศูนย์ข้อมูล (ไม่นับรวม สำนักงาน ห้องประชุมผ่านจอภาพ ห้องประชุมปกติ) ระบบบริหารจัดการพลังงาน HVAC (การทำความร้อน ระบายอากาศและปรับอากาศ) และ ความปลอดภัยทางกายภาพที่วัดในระดับ MSB/SSB/DB พลังงานที่ระบบไอทีทั้งหมดใช้ไปได้มาจากการรวมพลังงานสำหรับอุปกรณ์ประมวลผล อุปกรณ์เครือข่าย ระบบสนับสนุนไอที อุปกรณ์จัดเก็บ อุปกรณ์โทรคมนาคม และ อุปกรณ์อื่นๆ ที่วัดในระดับ PDU

คะแนน PUE เฉลี่ย (รายงานด้วยตัวเอง) สำหรับศูนย์ข้อมูล อยู่ที่ 1.8 – 1.89 จากการดำเนินการสำรวจมากกว่า 500 ศูนย์ข้อมูลทั่วโลกโดย Uptime Institute ครอบคลุม อเมริกาเหนือ (50%) ยุโรป (23%) เอเชีย (14%) อเมริกากลางและใต้ (7%)



	<p>ออสเตรเลีย</p>	<p>ในประเทศออสเตรเลีย ดัชนีวัด PUE มักใช้ในอุตสาหกรรมศูนย์ข้อมูลอย่างแพร่หลาย ระบบให้คะแนน National Australian Built Environment Rating System (NABERS) สำหรับศูนย์ข้อมูล เป็นระบบที่วัดปริมาณการปล่อยก๊าซกระจกในช่วงเวลาหนึ่งๆ NABERS ใช้วิธีเก็บข้อมูลพลังงานที่ระบบต่างๆ ของศูนย์ข้อมูลใช้ไป รวมทั้งการใช้งานอุปกรณ์ไอซีทีต่างๆ ในศูนย์ข้อมูล เช่น เครื่องแม่ข่าย อุปกรณ์จัดเก็บ และ เครือข่ายต่างๆ NABERS ใช้ดาวในการจำแนก คือ 3 ดาว = ปานกลาง, 4 ดาว = ดี, 5 ดาว = ยอดเยี่ยม และ 6 ดาว = ผู้นำในตลาด</p> <table border="1" data-bbox="646 1104 1374 1189"> <tr> <td>$PUE = \frac{\text{Total facility power}}{\text{IT equipment power}}$</td> <td>Good >1.9</td> <td>Better >1.7</td> <td>Best⁶ >1.5</td> </tr> </table> <p>นโยบาย APS Data Center Optimisation Target ระบุถึงการใช้ดัชนีวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Power Usage Effectiveness หรือ PUE) และกำหนดค่าเป้าหมายอยู่ในช่วง 1.7-1.9 อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไป ระบบ NABERS ควรจะนำมาใช้แทนที่ ดัชนี PUE ในศูนย์ข้อมูลภาครัฐของออสเตรเลีย</p>	$PUE = \frac{\text{Total facility power}}{\text{IT equipment power}}$	Good >1.9	Better >1.7	Best⁶ >1.5		
$PUE = \frac{\text{Total facility power}}{\text{IT equipment power}}$	Good >1.9	Better >1.7	Best⁶ >1.5					
	<p>มาเลเซีย</p>	<p>ในมาเลเซีย MAMPU กำลังอยู่ระหว่างออกแบบแนวปฏิบัติที่ดีและแนวทางใช้พลังงานและไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ แต่มีบางแนวปฏิบัติที่แนะนำให้ใช้ดัชนี PUE</p> <table border="1" data-bbox="638 1697 1377 1812"> <thead> <tr> <th>Minimum</th> <th>Good</th> <th>Excellent</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.9</td> <td>Less than 1.9 and more than 1.6</td> <td>Less than or equal 1.6</td> </tr> </tbody> </table>	Minimum	Good	Excellent	1.9	Less than 1.9 and more than 1.6	Less than or equal 1.6
Minimum	Good	Excellent						
1.9	Less than 1.9 and more than 1.6	Less than or equal 1.6						

	<p>สหรัฐอเมริกา</p>	<p>ศูนย์ข้อมูลในสหรัฐอเมริกามีค่า PUE เฉลี่ยอยู่ที่ 1.8 ซึ่งเป็นค่าวัดพลังงานมาตรฐาน เป้าหมายของโครงการ DCOI ในสหรัฐอเมริกา คือ ค่า PUE อยู่ที่ <math><1.5</math> สำหรับศูนย์ข้อมูลเก่า และ <math><1.4</math> สำหรับศูนย์ข้อมูลใหม่</p>
---	---------------------	---

ไฟฟ้าและพลังงาน

พลังงานที่ใช้ในศูนย์ข้อมูลสามารถจำแนกเป็นการทำงานที่มีประโยชน์ (productive) หรือ overhead (unproductive หรือ การใช้งานที่ไม่ก่อประโยชน์) อุปกรณ์ไอซีทีของศูนย์ข้อมูลจะใช้พลังงานที่มีประโยชน์ ส่วนระบบสนับสนุนจะใช้พลังงานในส่วน overhead เพื่อรักษาสภาพอุปกรณ์ไอซีที การจะมีแนวปฏิบัติด้านพลังงานของศูนย์ข้อมูลที่ดีขึ้น ต้องอาศัยการติดตามผล วิเคราะห์และรายงานผลทั้งอัตราการใช้พลังงานที่มีประโยชน์และ overhead อย่างสม่ำเสมอ การติดตามผลแบบอัตโนมัติสามารถบันทึกอัตราการใช้พลังงาน ค่าผูกผัน ภาวะล้มเหลวและประสิทธิภาพของระบบพลังงานย่อยทั้งหมด อุปกรณ์วัดค่าที่มีอยู่ในศูนย์ข้อมูลทุกแห่ง คือ มิเตอร์วัดการใช้งาน (usage meter) ซึ่งใช้คำนวณค่าไฟฟ้า อุปกรณ์นี้ติดตั้งอยู่ที่สายจ่ายกำลังไฟฟ้า ด้านหน้าสวิตช์บอร์ดหลัก มาตรวัดจะบันทึก 2 ค่า คือ ความต้องการ (demand) และ การใช้งาน (consumption) ซึ่งสะท้อนการใช้พลังงานของศูนย์ข้อมูลอย่างถูกต้องในระดับต่างๆ กัน



ค่าไฟฟ้าของศูนย์ข้อมูลโดยทั่วไป คือ ประมาณ 80% เป็นการใช้งาน 20% เป็นความต้องการ และมีค่าธรรมเนียมเล็กน้อยที่จ่ายให้หน่วยงานกำกับดูแลในการขับเคลื่อนตลาดพลังงาน

การลดพลังงานที่อุปกรณ์ไอซีทีต้องการ (การใช้พลังงานที่มีประโยชน์) มักเป็นแนวทางที่ได้ผลดีที่สุด ในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานให้เกิดสูงสุด การลดโหลดพลังงานของอุปกรณ์ไอซีที ส่งผลให้ค่าพลังงาน overhead ที่ต้องใช้ลดน้อยลง เช่น การผลิตความร้อนน้อยลง ทำให้ความต้องการการทำความเย็นลดลงด้วย

แนวทางลดพลังงานที่อุปกรณ์ไอซีที่ต้องการ ประกอบด้วย

- การจำลองสภาพแวดล้อมเสมือน (Virtualization) – การเคลื่อนย้ายปริมาณงานจากอุปกรณ์ไอซีที่เฉพาะด้าน (เช่น เครื่องแม่ข่าย อุปกรณ์จัดเก็บ และ เครือข่าย) ไปยังอุปกรณ์ไอซีที่ที่ใช้งานร่วมกัน สามารถลดปริมาณพลังงานที่ต้องการลงได้ 10 – 40%



- การเลิกใช้งานอุปกรณ์ (Decommissioning) – อุปกรณ์ไอซีที่ไม่ได้ใช้งานและถูกเปิดค้างไว้ ควรทำการเลิกใช้งานและถอดปลั๊กออก

- การเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ (Modernizing) – อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ไอซีที่รุ่นล่าสุดจะใช้พลังงานน้อยกว่ามากสำหรับการทำงานในประสิทธิภาพเทียบเท่ากัน Gartner ระบุว่าความต้องการพลังงานของเครื่องแม่ข่ายลดลงไปถึง 2 ใน 3 ในช่วง 2 รุ่นที่ผ่านมา

- การควบรวมการใช้อุปกรณ์ (Consolidation) – โครงการควบรวมอุปกรณ์ในเชิงกายภาพและเชิงตรรกะสามารถใช้เป็นเหตุผลในการตัดสินใจเลือกใช้งานอุปกรณ์ไอซีที่ต่างๆ ของศูนย์ข้อมูล

มิเตอร์วัดการใช้งานจะบันทึก 2 ค่า คือ *ความต้องการ* และ *การใช้งาน* ซึ่งสะท้อนการใช้พลังงานของศูนย์ข้อมูลอย่างถูกต้องเท่าๆ กัน ความต้องการ วัดเป็นหน่วย กิโลโวลต์ แอมแปร์ (kVA) คือปริมาณพลังงานที่ศูนย์ข้อมูลต้องการจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครือข่ายจ่ายกำลังไฟ การใช้งาน วัดเป็นหน่วย กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) คือปริมาณพลังงานที่อุปกรณ์ภายในศูนย์ข้อมูลใช้งาน

	<p>สหราชอาณาจักร</p>	<p>ในสหราชอาณาจักร เครื่องมิเตอร์สามารถวัดค่าพลังงานที่ศูนย์ข้อมูล ต้องใช้ทั้งหมด เช่น ระบบปรับอากาศ การจ่ายกำลังไฟฟ้า และ ทำความเย็น มิเตอร์จะไม่นับรวมปริมาณไฟฟ้าของอาคารที่ไม่ใช่ส่วนศูนย์ข้อมูล (non-data center building load) ตามที่การรายงานผล Code of Conduct (CoC) กำหนดเอาไว้ การรายงานในระดับเริ่มต้น (Entry level report) ประกอบด้วย รายงานเป็นลายลักษณ์อักษรตาม กำหนดเวลาเกี่ยวกับการใช้พลังงานและค่าสภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่ง รวมถึงการหาค่าเฉลี่ย Data Center infrastructure efficiency (DCiE) ในช่วงระยะเวลาที่รายงานผล</p>
	<p>อินเดีย</p>	<p>ในอินเดีย แผงพลังงานมีสมรรถภาพในการจ่ายกำลังไฟฟ้าด้วยแรงดัน 420V แบบระบบ 3 เฟส และ ที่ความถี่ 500 Hz เพื่อรองรับภาวะ แรงดันไฟฟ้าแปรเปลี่ยนในระดับ +5% โดยเครื่องตัดตอนไฟฟ้าหลัก (Main isolator) จะเลือกใช้ขนาดที่เหมาะสมกับความต้องการ พลังงานทั้งหมด</p>
	<p>มาเลเซีย</p>	<p>ในมาเลเซีย ยังไม่มีการกำหนดแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับศูนย์ข้อมูล แต่ หน่วยงานต่างๆ ถูกกำหนดให้ติดตั้งเครื่องมิเตอร์ที่สามารถวัดปริมาณ การใช้พลังงานทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล เช่น ระบบปรับอากาศ จ่าย กำลังไฟฟ้า และ ทำความเย็น ค่าพลังงานที่วัดได้ต้องแยกจากปริมาณ ไฟฟ้าของอาคารในส่วนที่ไม่ใช่ศูนย์ข้อมูล ทั้งนี้ ปริมาณการใช้พลังงาน และค่าสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิและความชื้น) รวมถึงการใช้พลังงาน ของอุปกรณ์ไอซีทีในศูนย์ข้อมูลภาครัฐ (GDC1, GDC2 และ GDC3) มี การรายงานเป็นประจำทุกปี</p>
	<p>ฮ่องกง</p>	<p>ในฮ่องกง ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า (distribution board) ติดตั้งไว้เพื่อ กระจายกำลังไฟฟ้าไปยังวงจรเฉพาะ หรือ จุดใช้พลังงานต่างๆ (consumer point) ในศูนย์ข้อมูล ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีการติดตั้ง Miniature circuit breaker (MCB) อย่างเพียงพอ และ สัดส่วน 30% เป็นอะไหล่สำหรับการใช้งานในอนาคต ตู้เร็คทั่วไปแต่ละตู้มีการติดตั้ง กำลังไฟ 3KVA เป็นอย่างต่ำและสามารถเพิ่มขึ้นเป็น 7KVA ในกรณีที่แต่ ละตู้เร็คต้องการการจ่ายกำลังไฟแบบคู่ (dual power feed)</p>




	<p>ออสเตรเลีย</p>	<p>ในออสเตรเลีย วิธีที่ได้ผลที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสุด คือ ลดพลังงานที่อุปกรณ์ไอซีที่ต้องการใช้งาน (การใช้งานที่เป็นประโยชน์)</p> <p>เครื่องมือที่วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคาร จะตั้งอยู่ที่จุดจ่ายกำลังไฟระหว่างสายจ่ายกำลังไฟ (local distribution line) และแผงตู้สวิตช์ไฟรวม (main switchboard) อุปกรณ์วัดที่มีอยู่ในศูนย์ข้อมูลทุกแห่ง คือ มิเตอร์วัดการใช้งาน (usage meter) ซึ่งใช้ในการคำนวณค่าไฟฟ้า การจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ออสเตรเลียจ่ายด้วยแรงดันที่สูงมาก อยู่ระหว่าง 11,000 – 15,000 โวลต์ (V) ไฟฟ้าจึงต้องถูกแปลงแรงดันให้ต่ำลงถึงประมาณ 240V เพื่อให้อุปกรณ์ไอซีที่ส่วนใหญ่ใช้งานได้ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไป ระบบทำความร้อน ระบายอากาศและปรับอากาศ (HVAC) รวมทั้งอุปกรณ์ไอซีที่ขนาดใหญ่ เช่น คอมพิวเตอร์เมนเฟรม ใช้ไฟฟ้าที่แรงดัน 415V โดยค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) ที่ถือว่าใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงในศูนย์ข้อมูล คือ ระหว่าง 0.95 – 0.99 ค่าดังกล่าวจำเป็นต้องมีการติดตามผลและปรับปรุงให้ดีขึ้น และในกรณีที่มีการใช้ระบบ 3 เฟสเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้า วงจรต่างๆ ต้องอยู่ในภาวะที่สมดุลกัน</p>
	<p>ฟิลิปปินส์</p>	<p>ในฟิลิปปินส์ ค่าไฟฟ้าคำนวณจากมิเตอร์ไฟฟ้าและบิลค่าไฟฟ้าประจำเดือนแยกกัน พวกเขาจำเป็นต้องมีพลังงานไฟฟ้าสำรองและความพร้อมใช้งานสูงจาก 2 วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าที่เดินวงจรแยกกัน</p>

การทำความเย็น

ระบบทำความเย็นของศูนย์ข้อมูลทำการปรับอากาศให้อุปกรณ์ไอซีที่โดยอาศัยปัจจัยอุณหภูมิ ความชื้นและแรงดันที่เหมาะสม ในศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่ ระบบทำความเย็นยังลดความร้อนอุปกรณ์สนับสนุน และพื้นที่สำนักงานทั่วไปด้วย เครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์เครือข่ายไอซีที่จำเป็นต้องอาศัยชิพคอมพิวเตอร์ ประสิทธิภาพสูง ฮาร์ดแวร์แต่ละชิ้นในศูนย์ข้อมูลต้องมีการป้องกันความเย็นอย่างเพียงพอ และกำจัดอากาศร้อนออกไป อุปกรณ์ต่างประเภทมีความต้องการที่แตกต่างกัน ชิพคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่สามารถผลิตความร้อนมากพอที่จะสร้างความเสียหายต่อตัวมันเองและส่วนประกอบใกล้เคียง ชิพได้รับการออกแบบให้ทำงานอย่างเสถียร ในอุณหภูมิระหว่าง 55 – 70 องศาเซลเซียส โดยมีพัดลมคอยเป่าลมเย็นไปทางชิพเพื่อขจัดความร้อน ผู้ผลิตได้ระบุช่วงอุณหภูมิในช่องอากาศเข้าที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อุปกรณ์อื่นๆ เช่น อุปกรณ์จัดเก็บแบบดิสก์ และ เทปไดรฟ์ ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า จึงทำให้เกิดความร้อนน้อยกว่า แม้อุปกรณ์ประเภทนี้มีชิพเช่นกัน แต่ได้รับการออกแบบให้ทำงานในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า

เทคนิคต่างๆ ไม่สิ้นเปลืองในการเพิ่มประสิทธิภาพระบบทำความเย็น 10 – 40% อย่างสม่ำเสมอ มีหลายวิธีดังนี้




- **Hot aisle / cold aisle:** จัดวางอุปกรณ์ในตู้แร็คให้อยู่ในแนวเดียวกันเพื่อให้ลมเย็นทั้งหมดถูกดึงเข้าไปจากด้านหนึ่งของตู้แร็ค และปล่อยออกไปอีกด้านหนึ่ง ตู้แร็คจึงถูกจัดวางเป็นแถว เพื่อให้ลมร้อนจาก 2 แถวเป่าเข้าหากัน ขณะที่แถวคั่นกลาง ลมเย็นจะถูกดึงเข้าไปใน 2 ตู้แร็ค หากปรับการจัดวางที่ไม่มีแบบแผนเป็นลักษณะนี้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายทำความเย็นลงได้ 15 – 25%
- **ระบบกักเก็บลมร้อน/เย็น (Hot/Cold aisle containment):** การปิดช่องลมร้อนหรือลมเย็นช่องใดช่องหนึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็น โดยป้องกันลมร้อนและเย็นไม่ให้ผสมกัน การกักเก็บลมเย็น/ร้อน ช่วยลดค่าทำความเย็นลงได้เพิ่มเติม 10% วิธีนี้คุ้มค่าเกือบทุกครั้งที่ศูนย์ข้อมูลที่ไม่ได้ใช้วิธี hot / cold aisle ขณะที่ผู้ใช้สามารถใช้แนวทางกักเก็บลมที่นำมาขึ้นเฉพาะได้เช่นกัน
- **เพิ่มอุณหภูมิ:** หน่วยงานหลายแห่งรายงานค่าใช้จ่ายทำความเย็นที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด จากการควบคุมอุณหภูมิศูนย์ข้อมูล อยู่ในช่วงกึ่งกลาง 20 องศา (ASHRAE TC 9.9 guideline) อย่างไรก็ตาม ASHRAE มีค่าเตือน 2 ข้อดังนี้
 - a. การเพิ่มอุณหภูมิมักลดอายุการทำงานของอุปกรณ์ลง อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์หลายชนิดจะมีอายุการใช้งานนานกว่าอายุทางเศรษฐกิจอย่างชัดเจน หน่วยงานต่างๆ ควรติดตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์ รวมถึงอัตราล้มเหลว
 - b. การเพิ่มอุณหภูมิลมที่เข้าไปในห้องข้อมูล (data hall) นั้นไม่เพียงพอ เพราะเมื่อผ่านอุณหภูมิ ณ จุดหนึ่ง ความเย็นที่กักเก็บไว้ในระบบทำความเย็นจะสูญหายไป เนื่องจากพัดลมในอุปกรณ์ต้องทำงานหนักและนานขึ้น

	<p>ออสเตรเลีย</p>	<p>ในออสเตรเลีย ระบบทำความเย็นเป็นแหล่งหลักของการใช้พลังงานแบบสิ้นเปลือง (overhead) เทคนิคทั่วไปที่ช่วยลดการใช้พลังงานคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การใช้อากาศภายนอกในเมืองต่างๆ ทำความเย็น ในอัตรา มากกว่า 50% ของเวลา และในเมืองแคนเบอร์ร่ามากกว่า 80% ของเวลา 2. ใช้ระบบกักเก็บลมร้อนหรือเย็น (Hot or cold aisle containment) 3. เพิ่มอุณหภูมิศูนย์ข้อมูลให้ทำงานอยู่ในสภาวะระหว่าง 23 - 28 องศาเซลเซียส แทน 18 - 21 องศาเซลเซียส การใช้มาตรฐาน The American Society of Heating Refrigeration and Air-conditioning Engineers (ASHRAE) ยังถูกกำหนดไว้ด้วย
	<p>อินเดีย</p>	<p>ในอินเดีย โชนศูนย์ข้อมูลที่มีความสำคัญมากจะติดตั้งระบบปรับอากาศเฉพาะส่วน เพื่อรักษาความต้องการเฉพาะของโชนนั้นๆ โชนที่ไม่สำคัญมากจะใช้ระบบปรับอากาศทั่วไป โชน เอ จะมีระบบปรับอากาศที่แม่นยำ ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อปฏิบัติตามมาตรฐานระดับ Tier 1 และมีการเตรียมการเพื่อขยับขึ้นไปสู่ระดับต่อไป อุปกรณ์ต่างๆ ถูกผลิตภายใต้มาตรฐานรับรองคุณภาพ ISO9001 และผ่านการทดสอบจากโรงงาน</p>
	<p>สหราชอาณาจักร</p>	<p>ในสหราชอาณาจักร การทำความเย็นของศูนย์ข้อมูลถือเป็นการสูญเสียพลังงานมากที่สุดในอาคารประเภทนี้และเป็นจุดสำคัญที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน หน่วยงานต่างๆ ใช้งานออกแบบมากมายในการทำความเย็น โดยโอเดียพื้นฐานคือการกักเก็บและแยกลมเย็นออกจากลมร้อนที่ไหลกลับมาบนพื้น เช่น การกักเก็บลมร้อน (hot-aisle containment) การกักเก็บลมเย็น (cold-aisle containment) ไปจนถึงแนวคิด contained rack supply, room return; room supply, contained rack return; contained rack supply, contained rack return ในช่วงที่มีการปรับปรุงศูนย์ข้อมูล</p>

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องสำรองไฟฟ้า



เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) เป็น 1 ในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความสำคัญที่สุดในศูนย์ข้อมูล สำหรับประเทศที่ไม่มีการจ่ายไฟอย่างสม่ำเสมอ ถูกตัดไฟและขาดแคลน จึงถือเป็นเรื่องบังคับที่ต้องเตรียมความพร้อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องสำรองไฟฟ้าเพื่อให้ศูนย์ข้อมูลทำงานได้อย่างเหมาะสม UPS System Efficiency (USE) เป็นดัชนีที่นำมาใช้วัดพลังงาน UPS อย่างแพร่หลาย และคิดจากอัตราส่วนไฟจ่ายออกจาก UPS ต่อไฟจ่ายเข้า UPS ประสิทธิภาพของ UPS มีหลายแบบขึ้นอยู่กับตัวประกอบโหลด (UPS Load Factor หรือ ULF) ดังนั้น เกณฑ์เปรียบเทียบที่ใช้ดัชนีนี้จึงอาศัยค่า ULF ของระบบ UPS

	<p>อินเดีย</p>	<p>ในอินเดีย ระบบ UPS เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อทดแทนในเวลาที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้เป็นเวลานาน ระบบ UPS 2 หน่วยจำเป็นต้องติดตั้งในพื้นที่สำคัญและ UPS ต่อสำรองคู่ขนาน จะใช้สำหรับศูนย์ปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operation Center หรือ NOC) และ ระบบ helpdesk UPS แบบต่อสำรองคู่ขนาน คอยดูแลคอมพิวเตอร์ภายในศูนย์ข้อมูล อุปกรณ์/สถานีงาน NOC ระบบไฟฉุกเฉิน และ ระบบควบคุมการเข้าออก/ระบบตรวจจับควันไฟ/ระบบสอดส่องและปราบปราม ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำเป็นต้องมีความพร้อมใช้งานสูง เนื่องจากระยะเวลาที่ไฟฟ้าดับอาจยืดเยื้อ และต้องการสมรรถภาพที่เพียงพอเพื่อรองรับภาระเต็มพิกัด ระบบป้องกันไฟกระชาก (Surge protection) ต้องติดตั้งที่แผงควบคุมสวิตช์รวมเพื่อป้องกันเหตุไฟกระชากและสัญญาณรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (EMI) ตามมาตรฐาน IEEE62.41 และ UL1283</p>
	<p>ฟิลิปปินส์</p>	<p>ในฟิลิปปินส์ ระบบ UPS ในศูนย์ข้อมูลภาครัฐ มีการต่อสำรองคู่ขนาน มีประสิทธิภาพที่จะจ่ายกำลังไฟฟ้าไปทั่วห้องคอมพิวเตอร์/เครื่องแม่ข่ายและสามารถสำรองข้อมูลในเวลา 30 นาที ที่โหลดไฟฟ้า 80% หรือสูงกว่า ระบบ UPS ต้องติดตั้ง harmonic filter เพื่อขจัดสภาพผิดปกติของไฟฟ้า ภาวะล้มเหลวของ UPS 1 หรือ 2 หน่วยควรมีการรองรับด้วยหน่วยสำรองไฟฟ้าอื่น โดยไม่กระทบโหลดไฟฟ้าสำคัญ ระบบ UPS มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลักที่มีการต่อวงจรสำรองคู่ขนานเต็มรูปแบบ (ต่อแบบ N+1 หรือดีกว่า) และมีเวลาเปิดทำงานสูงสุด 5 นาที (activation lead time) หลังจากไฟฟ้าดับ อีกทั้งต้องสามารถดำเนินงานต่อเนื่อง 5 วันเป็นอย่างต่ำ เวลาไม่มีกระแสไฟฟ้า</p>

	<p>สหราชอาณาจักร</p>	<p>ในสหราชอาณาจักร อุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้ามีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของศูนย์ข้อมูลเป็นอย่างมาก หน่วยงานต่างๆ ซึ่งระบบ UPS แบบ modular (ขยายขยายได้) ซึ่งมีความสามารถในการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่หลากหลาย โดยมีการติดตั้งทางกายภาพ หม้อแปลงไฟฟ้า และการเดินสายที่เตรียมไว้รองรับโหลดไฟฟ้าของอาคาร แต่แหล่งของความไร้ประสิทธิภาพ (เช่น สวิตช์และแบตเตอรี่) ได้ถูกติดตั้งแบบ modular ตามข้อกำหนด อุปกรณ์เหล่านี้ใช้ระบบ UPS ประสิทธิภาพสูง รวมถึงแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือแบบสับเปลี่ยนหมุนเวียน (rotary) เพื่อตอบสนองความต้องการของศูนย์ข้อมูล</p>
	<p>ฮ่องกง</p>	<p>สำหรับหน่วยงานท่าอากาศยานในฮ่องกง ศูนย์ข้อมูลถูกกำหนดให้ต้องผ่านการรับรองระดับ Tier 2 หรือสูงกว่าตามมาตรฐาน TIA-942 โดยมี UPS/ระบบกำเนิดไฟฟ้ารองรับการทำงานสูงสุด 5 ชั่วโมง และให้บริการฝากเครื่องแม่ข่ายไม่น้อยกว่า 40 ตู้เครื่องแม่ข่าย และมีพื้นที่ตู้แร็คไม่น้อยกว่า 42U พลังงานของศูนย์ข้อมูลจะต้องมีการสำรองด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่พร้อมใช้งานภายใน 5 นาทีที่ไฟดับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องติดตั้งระบบเก็บเสียงที่ใช้ในอุตสาหกรรม (industry silencer) เพื่อลดระดับเสียงรบกวน พร้อมด้วยเครื่องจักรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความจุถึงพื้นฐานน้อยกว่า 500 ลิตร ซึ่งเหมาะสำหรับการทำงาน 5 ชั่วโมง จากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 โดยมีความจุไฟฟ้า 600KVA และกำลังไฟออกสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 900A TPN</p>
	<p>ออสเตรเลีย</p>	<p>ออสเตรเลีย นิยมใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบดีเซลมากที่สุดในการสำรองไฟฟ้า แม้มีทางเลือกอื่นให้ใช้ก็ตาม</p>

อื่นๆ (HVAC – การทำความร้อน ระบายอากาศและปรับอากาศ, Contaminants - สิ่งปนเปื้อน, Sprinklers - หัวฉีดน้ำดับเพลิง, Air Filtration - การกรองอากาศ)

ระบบทำความร้อน ระบายอากาศและปรับอากาศ (heating, ventilation and air conditioning หรือ HVAC) เพิ่มความเย็นและความชื้นให้ศูนย์ข้อมูล ระบบ HVAC เป็นค่าใช้จ่าย overhead มากที่สุดในศูนย์ข้อมูล ระบบ Data Center Infrastructure Management (DCIM) ช่วยสั่งการและควบคุมการทำงานระบบเหล่านี้ ระบบรักษาความปลอดภัยช่วยป้องกันทางกายภาพ อาจรวมถึงกล้องถ่ายวิดีโอ ประตูนิรภัย หรือ การควบคุมการเข้าถึงด้วยข้อมูลชีวภาพ พลังงานที่ใช้ในศูนย์ข้อมูลต้องจำแนกเป็นการใช้งานที่มีประโยชน์ (productive) หรือ overhead (unproductive หรือ ไม่ก่อประโยชน์) อุปกรณ์ไอซีทีในศูนย์ข้อมูลจะใช้พลังงานที่มีประโยชน์ ส่วนระบบสนับสนุนจะใช้พลังงานในส่วน overhead เพื่อรักษาสภาพอุปกรณ์ไอซีที

	<p>อินเดีย</p>	<p>ในอินเดีย การกรองอากาศปฏิบัติตามมาตรฐาน EU3 โดยมีแผ่นกรองหนา 50mm ติดไว้ที่ช่องลมกลับของคอยล์เย็น และมีประสิทธิภาพสูงสุด 30% เครื่องทำความชื้นสามารถควบคุมความจุตั้งแต่ 40% - 100% พร้อมระบบจ่ายและฉีดน้ำอัตโนมัติ เครื่องทำความชื้นต้องมีการควบคุมความจุที่ปรับได้ระหว่าง 40% - 100%</p>
	<p>สหราชอาณาจักร</p>	<p>ในสหราชอาณาจักร ระบบ HVAC จะถูกลดระดับหรือปิดการทำงานในพื้นที่ที่ไม่ใช่ศูนย์ข้อมูลและไม่มีการใช้งาน อีกทั้งนำระบบแสงไฟประหยัดพลังงานมาใช้ในศูนย์ข้อมูล แสงไฟจะถูกปิดอัตโนมัติเป็นหลัก เวลาใดก็ตามที่พื้นที่ส่วนต่างๆ ของอาคารไม่มีการใช้งาน การรายงานระดับพลังงาน อุณหภูมิ และความชื้นกระทำโดยการอ่านค่ามิเตอร์การใช้งาน เครื่องวัดอุณหภูมิและเครื่องวัดความชื้นอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในช่วงที่มีโหลดเต็มพิกัด</p>





สถานที่ตั้ง

สถานที่ตั้งศูนย์ข้อมูลมีผลต่อประสิทธิภาพการทำความเย็น การรักษาความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ ค่าใช้จ่ายด้านโทรคมนาคมในระดับสูง ปัจจัยเหล่านี้จะปรับเปลี่ยนต้นทุนการดำเนินงานอย่างมาก เช่น การทำความเย็นโดยใช้อากาศภายนอกแทนการปรับอากาศ เพื่อขจัดความร้อนจากศูนย์ข้อมูล ส่งผลให้ลดค่าดำเนินงานลงได้มากกว่า 40%

ความใกล้เคียงของศูนย์ข้อมูลกับสถานีไฟฟ้าและวงจรถ่ายกำลังไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้าแห่งชาติมีผลต่อราคาและความน่าเชื่อถือของการจ่ายไฟฟ้า การตรวจสอบให้แน่ใจว่าสายจ่ายไฟฟ้าไปยังพื้นที่สำคัญมีการเชื่อมต่อกับวงจรถ่ายกำลังไฟฟ้ามากกว่า 2 เส้น สามารถช่วยลดความเสี่ยงจากไฟฟ้าดับได้อย่างมาก สถานที่ตั้งใกล้เครือข่ายโทรคมนาคมหลักจะช่วยลดค่าเครือข่ายและการเชื่อมต่อกับหลายเครือข่ายช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือ ค่าแรงจะควบคุมได้ง่ายกว่าในสถานที่ที่ใกล้ประชากรกลุ่มใหญ่ ค่าบริการและเวลาจะดีขึ้น หากตั้งอยู่ใกล้ศูนย์รวมประชากรที่สำคัญ ปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่มีการบ่งชี้และประเมิน ได้แก่ แผ่นดินไหว น้ำท่วม และอุบัติเหตุจากการเดินทาง นอกจากความเสี่ยงเหล่านี้ ยังจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อใกล้เคียงล้อมรอบที่ตั้ง ไม่ใช่ตัวอาคารเท่านั้น

บริเวณล้อมรอบตัวอาคารมีคุณลักษณะที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนการดำเนินงาน การประเมินสภาพแวดล้อมจึงควรพิจารณาความสะดวกในการเคลื่อนย้ายคนและสินค้า และวิธีที่อาณาเขตโดยรอบจะมีผลต่อการรักษาความปลอดภัยของสถานที่ในภาพรวม

	<p>อินเดีย</p>	<p>ในอินเดีย: ศูนย์ข้อมูลถูกกำหนดให้สร้างตรงกลางภายในอาคาร ศูนย์ข้อมูล 1 แห่งต้องใช้พื้นที่ประมาณ 4,000 ตารางฟุต ชั้น 1 ของอาคารคือสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับศูนย์ข้อมูล และ ไม่แนะนำให้สร้างที่ชั้นใต้ดินหรือชั้นบนสุด ในสถานะที่ไม่เหมาะสม</p>
	<p>ฟิลิปปินส์</p>	<p>ในฟิลิปปินส์ แนวปฏิบัติของศูนย์ข้อมูลภาครัฐ คือ ตั้งอยู่ภายในระยะ 2 กิโลเมตรจากจุดเชื่อมต่อ (splicing point) โครงข่ายใยแก้วของ iGovPhil</p>






การออกแบบ การก่อสร้างและโครงสร้าง

ศูนย์ข้อมูล มีความแตกต่างจากพื้นที่อสังหาริมทรัพย์เพื่อการพาณิชย์แบบอื่น เนื่องจากมีโครงสร้างเฉพาะตัว ตลอดจนมีความต้องการแตกต่างกันมากตามการใช้งานและการใช้ประโยชน์ศูนย์ข้อมูล ด้านนอกของศูนย์ข้อมูล ในแง่ความใกล้เคียงกับจุดอื่น ๆ การวางตำแหน่งและขนาดประตู จุดทางเข้าและทางออก ผังการใช้พื้นที่ สถาปัตยกรรม การวางแผนสถานที่ ล้วนแล้วแต่เป็นมิติที่สำคัญเท่ากันทั้งหมด ความสามารถของพื้นที่อาคารศูนย์ข้อมูลในการรับน้ำหนักมักเป็นขีดจำกัดตายตัวที่ไม่ควรเกินเกณฑ์จ่ายตายและเกินได้เพียงชั่วคราวเท่านั้น ความสามารถในการรับน้ำหนักของพื้นอาคารมักเกินเกณฑ์ค่อนข้างง่ายในอาคารสำนักงานและศูนย์ข้อมูลเก่า โดยปกติพื้นเหล่านี้สามารถรับน้ำหนักราว 750 – 1,000 กิโลกรัม/ตารางเมตร เครื่อง blade server, data warehouses และ storage area networks รุ่นที่นิยมใช้กันมีน้ำหนักเกินกว่า 1,500 กิโลกรัม/ตารางเมตร โดยแม้เป็นไปได้ที่จะติดตั้งตัวช่วยเพื่อกระจายน้ำหนักให้เท่ากันมากขึ้น แต่วิธีการนี้ถือเป็นมาตรการชั่วคราวเท่านั้น ศูนย์ข้อมูลสามารถทำการเปลี่ยนพื้นยกเพื่อให้น้ำหนักมากขึ้นได้ และอาจให้ผลลัพธ์ที่ดีในระยะยาว ความสามารถในการรับน้ำหนักของพื้นยกเพิ่มขึ้นจาก 300 กิโลกรัม/ตารางเมตร ในปี 1965 เป็นประมาณ 3,000 กิโลกรัม/ตารางเมตร โครงการประเภทนี้ต้องอาศัยการวางแผนอย่างละเอียด เพราะมีมูลค่าสูงและก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการปฏิบัติงานของหน่วยงาน นอกจากนี้ ความต้องการที่ต่างกันในแต่ละพื้นที่ภูมิศาสตร์ เช่น ประเทศที่มีแผ่นดินไหวบ่อยครั้ง อย่าง ญี่ปุ่น หรือ สภาพภูมิอากาศฝนเขตร้อนในมาเลเซีย จึงสำคัญยิ่งที่จะต้องวางแผนด้านสถาปัตยกรรม วัสดุ และสิ่งแวดล้อม ในการออกแบบศูนย์ข้อมูลให้ดำเนินงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

การออกแบบศูนย์ข้อมูล


โดยทั่วไป ศูนย์ข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะมีอายุการทำงาน 15 - 25 ปี และมีองค์ประกอบทั้งแบบถาวรและกึ่งถาวร องค์ประกอบถาวรออกแบบมาเพื่อใช้งานตลอดอายุการทำงาน ได้แก่ กำแพง พื้น เพดาน ทางเดินและอื่น องค์ประกอบกึ่งถาวร ได้แก่ พื้นที่รองรับอุปกรณ์ไอซีที ถาดสายไฟ ท่ออากาศและสายต่างๆ และท่อสำหรับของเหลว องค์ประกอบเหล่านี้ ซึ่งใช้ชื่อ fit out ในเอกสารนี้ ออกแบบมาเพื่ออัปเดต กำจัด และขยาย เนื่องจากความต้องการในการปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงตลอดอายุการทำงานของศูนย์ข้อมูล




ศูนย์ข้อมูลที่ดัดแปลงใช้พื้นที่สำนักงานแทนมักมีอายุการใช้งานสั้นกว่าศูนย์ข้อมูลที่สร้างขึ้นมา โดยเฉพาะ เหตุผลบางส่วนคือความต้องการที่ไม่สอดคล้องกันของอาคารที่คนใช้งานและอาคารที่ใช้งานด้านไอซีที โดยปกติ อาคารไอซีทีมีน้ำหนักกว่ามากและต้องการพลังงานและการทำความเย็นกว่าอาคารสำหรับมนุษย์ ปัจจัยร่วมอีกประการที่ส่งผลให้อายุการใช้งานสั้นลง คือ ศูนย์ข้อมูลในพื้นที่สำนักงานดัดแปลงมักได้รับการจัดสรรเงินลงทุนเพียงเล็กน้อย จึงนำไปสู่โอกาสล้มเหลวมากขึ้น ประเด็นปัญหาต่างๆ และยังคงอาศัยการบริหารจัดการมากขึ้น ความท้าทายที่ผู้จัดการศูนย์ข้อมูลต้องเผชิญอย่างต่อเนื่อง คือ โครงสร้างศูนย์ข้อมูลมีความคงทนกว่าอุปกรณ์ที่จัดเก็บอยู่มาก การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์อย่างต่อเนื่องส่งผลให้ข้อกำหนดและความคาดหวังเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ เช่นกัน หน่วยงานต่างๆ ควรวางแผนเพื่อทำการประเมินโครงสร้างเป็นประจำ

	<p>ออสเตรเลีย</p>	<p>ในออสเตรเลีย หากศูนย์ข้อมูลถือครองทรัพย์สินไอซีทีของหน่วยงาน พวกเขาต้องมั่นใจว่าโครงสร้างปฏิบัติตามมาตรฐานการก่อสร้างอาคารของออสเตรเลีย</p>
	<p>ฮ่องกง</p>	<p>ในฮ่องกง ศูนย์ข้อมูลถูกกำหนดให้เป็นงานออกแบบและอาคารแบบ modular (ส่วนประกอบที่มารวมกันได้) ในระยะต่างๆ ของการพัฒนา เพื่อรองรับความต้องการในอนาคต อีกทั้งต้องคำนึงถึงการขยายศูนย์ข้อมูล ระบบพื้นยกถูกติดตั้งในศูนย์ข้อมูล โดยมีการต่อสายดินอย่างถูกต้องตามมาตรฐาน TIA-942</p>
	<p>สหราชอาณาจักร</p>	<p>ในสหราชอาณาจักร การออกแบบพื้นที่ทั้งหมดของศูนย์ข้อมูลถูกกำหนดให้ต้องเกิดประสิทธิภาพสูงสุดของสิ่งก่อสร้างภายใต้โหลดไฟฟ้าไอทีบางส่วนและโหลดแปรผัน โดยนอกเหนือจากการเตรียมการก่อสร้างแบบ modular ในครั้งแรกและพิจารณาการตอบสนองของโครงสร้างต่อโหลดที่แปรผัน ทั้งนี้ การวางแผนสร้างศูนย์ข้อมูลเพื่อการขยายแบบ modular (ขยายได้) และจากนั้นสร้างศักยภาพนี้ในแผนงานต่อเนื่อง ถือเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพมากกว่า</p>

ข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง (รวมถึงระบบชั้นวาง)

โครงสร้างของอาคารรองรับการกระจายสายไฟ อากาศ และ น้ำไปทั่วอาคาร โดยทั่วไป การใช้การติดตั้งแบบกึ่งถาวรถือว่าคุ้มค่าเงินในศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นมาโดยเฉพาะ อุปกรณ์ติดตั้งกึ่งถาวร เช่น ท่อหุ้มสายไฟ ท่อสายเคเบิล และถาดสายไฟ มีไว้เพื่อจัดระเบียบสายต่างๆ และก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายและปรับเปลี่ยน ตลอดจนช่วยลดต้นทุนการดำเนินงาน การเดินสายไฟไม่เป็นระเบียบทำให้ปิดประตูไม่ได้ ลมเย็นถูกปิดกั้น หรือต้องใช้สายไฟสำรองโดยไม่จำเป็นแทน ทั้งที่มีสายไฟให้ใช้งานอยู่แล้ว ผลที่ตามมาอื่นๆ ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้แก้ไขปัญหาการเชื่อมต่อยาวนานขึ้น หรือเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ได้ช้าลง ทั้งที่ทำงานที่ทำเป็นประจำ เช่น การโยกย้ายสถานที่จัดวาง (relocation)

	<p>ห้องกง</p>	<p>ในห้องกง การออกแบบผังอาคารต้องรองรับการใช้งานภายใน เช่นเดียวกับการให้บริการรับฝากเครื่องแม่ข่าย และมีห้องเครื่องแม่ข่ายเพื่อวางตู้แร็ค ห้องเครื่องข่ายสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายและสื่อสาร ศูนย์ปฏิบัติการเครือข่าย (NOC) ห้อง FM200 ห้องประชุม ห้องประกอบอุปกรณ์ (Staging room) ห้องอำนวยความสะดวกเพื่อจัดเก็บระบบ UPS และแบตเตอรี่ ขณะที่ห้องสำหรับการใช้งานอื่นๆ จะต้องคำนึงถึงการให้บริการวางเครื่องแม่ข่าย หนึ่งในข้อพิจารณาสำคัญก่อนการออกแบบที่กระทบเกือบทุกมิติความสำเร็จภายในศูนย์ข้อมูล คือ พื้นยก (access floor หรือ raised floor) โครงสร้างนี้มีความสำคัญต่อระบบทำความเย็น อุปกรณ์สนับสนุน การต่อสายดิน และการเชื่อมต่อสายไฟและการสื่อสาร ในทุกประการไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าโครงสร้างอาคารที่รองรับพื้นที่ส่วนนี้</p>
---	---------------	---


	<p>ฟิลิปปินส์</p>	<p>ในฟิลิปปินส์ โครงสร้างอาคารศูนย์ข้อมูลของหน่วยงานกำหนดให้ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด Seismic Zone 4 (พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหวสูงสุด) ต้องปราศจากเหตุอุทกภัยและน้ำรั่วไหล มีระบบโทรคมนาคมโดยเฉพาะระดับมาตรฐานอุตสาหกรรม การต่อสายไฟใต้ดิน และระบบเคลือบพื้นป้องกันไฟฟ้าสถิต (anti-static flooring system) เพื่อป้องกันอุปกรณ์จากการถ่ายเทประจุไฟฟ้า ตู้อุปกรณ์และตู้แร็คที่เก็บอุปกรณ์ประมวลผลทั้งหมดต้องสามารถทนทานต่อพื้นดินสั่นสะเทือน เพื่อให้เกิดความมั่นคงและป้องกันความเสียหายกับอุปกรณ์ ประตุและแผงต่างๆ เช่น ประตุหน้าบานเดี่ยว เจาะรูระบายอากาศ 75% และมีลิ้อค ประตุหลังที่เปิดแยกจากกัน เจาะรูระบายอากาศ 75% และมีลิ้อค อีกทั้งแผงด้านข้างที่เปิดแยกจากกันแบบมีลิ้อค ตู้แร็คต้องมีช่องให้สายสัญญาณเข้าทางเพดานเพื่อรองรับสาย CAT5 มากกว่า 2,500 เส้น ตู้แร็คต้องมีการรับรองด้านการใช้สารต้องห้าม Restriction of Hazardous Substances (RoHS) และปฏิบัติตามกฎการควบคุมเคมีของสหภาพยุโรป Registration Evaluation and Authorization of Chemicals (REACH)</p>
	<p>ออสเตรเลีย</p>	<p>ในออสเตรเลีย อุปกรณ์ใหม่ทั้งหมดต้องสามารถติดตั้งในตู้แร็คได้และจะต้องติดตั้งในตู้แร็คมาตรฐานที่ใช้งานภายในศูนย์ข้อมูล Australian National University (ANU) ตู้แร็คทุกตู้มีความสูง 42RU กว้าง 600mm หรือ 700mm และลึก 1,070mm หรือ 1,200mm ขึ้นอยู่กับแต่ละศูนย์ข้อมูล ตู้แร็คเหล่านี้จะต้องมีอุปกรณ์จ่ายกระแสไฟฟ้า (power distribution unit หรือ PDU) ท่อจัดระเบียบสายสัญญาณ แผงกระจายสายสัญญาณ (UTP patch panel) ถาดแยกสายสัญญาณใยแก้ว (Fiber optic break out trays หรือ FOBOTS) และสวิตช์บริหารเครือข่าย ตามที่กำหนดไว้ ผังของโครงสร้างนี้จะแตกต่างกันไปตามแต่ละตู้แร็ค และจะติดตั้งตามความต้องการเฉพาะของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในตู้แร็คนั้นๆ เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการจะเป็นผู้เลือกสถานที่ตั้งที่แน่นอนของอุปกรณ์ใหม่ ผ่านกระบวนการปรึกษาหารือกับผู้ใช้งานศูนย์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง</p>
	<p>อินเดีย</p>	<p>ในอินเดีย ตู้แร็คออกแบบโดยคำนึงถึงปริมาณการทำความเย็นสูงสุด</p>



การรักษาความปลอดภัย การสอดส่องดูแล และการควบคุมการเข้าถึง


ศูนย์ข้อมูลแบบองค์กรและอินเทอร์เน็ตจำเป็นต้องมีมาตรการขั้นเด็ดขาดในการจำกัดการเข้าถึง เฉพาะบุคลากรที่ได้รับอนุญาตเท่านั้นและตรวจตราการใช้ระบบป้องกันอัคคีภัยและระบบป้องกันชีวิตให้มี ประสิทธิภาพ พร้อมลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ให้เหลือน้อยที่สุด ระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) หรือการควบคุมการเข้าออกด้วย Biometric หรือ บัตรแม่เหล็กเพียงพอสำหรับศูนย์ข้อมูลองค์กร แต่สำหรับศูนย์ ข้อมูลอินเทอร์เน็ต หลายครั้งบุคลากรมักมาจากหลากหลายบริษัท (บางครั้งเป็นคู่แข่งกัน) จึงจำเป็นต้องเพิ่ม ระดับการรักษาความปลอดภัย นอกจากความปลอดภัยบริเวณอาณาเขตโดยรอบ การรักษาความปลอดภัย เฉพาะส่วนเป็นสิ่งที่ควรกระทำโดยใช้ตู้ที่มีลิ้นชัก หรือ ติดตั้งกรงสำหรับการให้บริการวางเครื่องแม่ข่าย ช่องเดิน สายสัญญาณ (cable raceway) และการเข้าถึงพื้นยก กลายเป็นองค์ประกอบจำเป็นเพื่อสร้างความมั่นใจใน ระดับต่างๆ ให้แก่ลูกค้า นอกจากนี้ ศูนย์ข้อมูลอาจใช้บุคลากรประจำการแบบ real-time และระบบติดตาม ทรัพย์สิน (asset tracking) ด้วย

มาตรการรักษาความปลอดภัยสามารถแบ่งได้ออกเป็น 4 ชั้น

- การรักษาความปลอดภัยอาณาเขตโดยรวม (Perimeter security)
- การควบคุมสถานที่ (Facility controls)
- การควบคุมห้องคอมพิวเตอร์ (Computer room controls)
- การควบคุมตู้อุปกรณ์ (Cabinet controls)

	<p>อินเดีย</p>	<p>ในอินเดีย ระบบวีดีโอสอดส่องและกล้องวงจรปิด (CCTV) จะต้อง ติดตั้งตามข้อบังคับเพื่อสอดส่องทุกพื้นที่ของศูนย์ข้อมูลและสิ่งก่อสร้าง กล้องต่างๆ ต้องมีเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวและบันทึกข้อมูลใน รูปแบบดิจิทัล ห้องระบบสอดส่องกลางจะต้องติดตามความเคลื่อนไหว โดยเป็น 1 ในข้อบังคับ เครื่องอ่านบัตร (proximity card reader) และระบบควบคุมการเข้าถึงกำหนดให้ต้องติดตั้งด้วยซอฟต์แวร์ที่ ติดตามการเข้าออกศูนย์ข้อมูลเป็นรายบุคคล ระบบอนุญาตด้วย Biometric กำหนดให้ใช้งานตรงประตูหลักทางเข้าห้องเครื่องแม่ข่าย รวมทั้งรองรับการสแกนลายนิ้วมือและการป้อนรหัสตัวเลข ระบบ ติดตามอุปกรณ์ที่ได้ติดตั้งไว้จะต้องติดตั้งในแผงส่วนกลาง 1 แผงใน ห้องศูนย์ปฏิบัติการเครือข่าย (NOC) ซึ่งคอยติดตามการตรวจจับน้ำ รั่วไหล ระบบเปิด-ปิดการปรับอากาศ สัญญาณเตือนภัย และ การ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น</p>
---	----------------	---

 <p>ฟิลิปปินส์</p>	<p>ฟิลิปปินส์</p>	<p>ในฟิลิปปินส์ หน่วยงานต่างๆ ต้องได้รับการอนุญาตผ่านประตูด้วยลายพิมพ์นิ้วมือ Biometric และ การป้อน PIN เจ้าหน้าที่ที่ได้รับอนุญาตของ Information and Communications Technology Office (ICTO) และ Department of Science and Technology-Advanced Science and Technology Institute (DOST-ASTI) เป็นผู้ควบคุมการผ่านประตูไปยังพื้นที่ห้องให้บริการวางเครื่องแม่ข่าย หน่วยงานต่างๆ จำเป็นต้องมีระบบกล้องวงจรปิด ซึ่งบันทึกภาพเก็บไว้อย่างน้อย 30 วัน และสามารถเปิดภาพ CCTV แบบ real-time เฉพาะการรับชมผ่านทางเว็บ ICTO และใช้ Traceroute บันทึกภาพ CCTV จากเว็บไปยังเครือข่าย GovNet (และสามารถทำในลักษณะตรงข้าม) ศูนย์ข้อมูลต้องมีกลไกควบคุมการเข้าออกทางกายภาพและมีการใช้ Proximity Card Reader อีกทั้งต้องมีกำลังรักษาความปลอดภัยตลอด 24 ชั่วโมง (แบบประจำการและลาดตระเวน) ในสิ่งก่อสร้างทั้งหมด และมีระบบเข้าถึงที่มีการควบคุมดูแล ในการติดตั้งทดสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ให้บริการพื้นที่วางเครื่องแม่ข่ายตลอด 24 ชั่วโมง 7 วันต่อสัปดาห์</p>
 <p>ออสเตรเลีย</p>	<p>ออสเตรเลีย</p>	<p>ในออสเตรเลีย การรักษาความปลอดภัยด้านกายภาพมีความสำคัญสูงสุดในศูนย์ข้อมูลภาครัฐ เครื่องอ่านลายนิ้วมือ Biometric และ เครื่องอ่านบัตร Proximity reader ติดตั้งไว้ที่ประตูทางเข้าเพื่อควบคุมการเข้าออกศูนย์ข้อมูล เครื่องอ่านเหล่านี้มีความสามารถในการตรวจสอบและติดตามดูแลโดยเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการและในระดับหน่วยงาน กล้องวงจรปิด CCTV ยังนำมาใช้ประโยชน์ภายในศูนย์ข้อมูลทั้งหมด เพื่อคอยสอดส่องประตูทางเข้าและออกของศูนย์ข้อมูลรวมทั้งพื้นที่สำคัญอื่นๆ ภายในศูนย์ข้อมูล ป้ายถูกติดตั้งไว้เพื่อแจ้งทุกคนที่เข้ามาในพื้นที่ให้ทราบถึงกล้องที่กำลังสอดส่องอยู่</p>

	<p>ฮ่องกง</p>	<p>ในฮ่องกง ประตูทางเข้าศูนย์ข้อมูลของหน่วยงานจะมีระบบถือรักษาความปลอดภัยพร้อมระบบควบคุมการเข้าถึง เพื่อบันทึกและควบคุมการเข้าออกประตู การเข้าออกและการเข้าถึงศูนย์ข้อมูลทั้งหมดจะมีการบันทึกไว้ ขณะที่บัตรและลายนิ้วมือจะใช้สำหรับการเข้าห้องเครื่องแม่ข่าย โดยที่ประตูส่วนใหญ่ใช้บัตรและกุญแจ การรักษาความปลอดภัยตลอด 24 ชั่วโมง ระบบกล้องวงจรปิด CCTV และการบันทึกการเข้าใช้งานบริเวณทั่วไปและทางเข้า เป็นแนวปฏิบัติที่แนะนำ (ระบบกล้องวงจรปิดจะต้องเก็บข้อมูลภาพที่บันทึกไว้ตลอด 24 ชั่วโมง 7 วันต่อสัปดาห์ ได้เป็นเวลานาน 1 เดือน)</p>
---	---------------	---


ความปลอดภัย น้ำรั่วไหล การตรวจจับเปลวไฟ การกักเก็บลมเย็น และ เครื่องดับเพลิง



ปัจจัยหลายอย่าง เช่น อัคคีภัย การทำลายทรัพย์สินของรัฐ และแม้แต่การก่อการร้าย บันทึบความพร้อมใช้งานและความยืดหยุ่นของศูนย์ข้อมูล มาตรฐาน ANSI/TIA-942 ให้ข้อมูลกับผู้มีหน้าที่วางแผนเกี่ยวกับการปกป้องทรัพย์สินของศูนย์ข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการรักษาความปลอดภัยทางกายภาพ หรือ การป้องกันอัคคีภัย มาตรฐานดังกล่าวยังเล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการระบบควบคุมการเข้าออกพื้นที่ภายในศูนย์ข้อมูลและติดตามดูว่ามีใครอยู่และใครกำลังทำอะไรอยู่ การปรับปรุงแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟอุปกรณ์ และวัสดุก่อสร้างไม่เพียงช่วยชีวิตมนุษย์ แต่ยังปกป้องทรัพย์สินได้ด้วย ค่าความเสียหายของช่วงเวลาที่ไม่สามารถให้บริการ (downtime) และการสูญเสียอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ถือเป็นข้อกังวลในอันดับต้นๆ ศูนย์ข้อมูลส่วนใหญ่ได้รับการปกป้องจากระบบตรวจจับควันจากตัวอย่างอากาศและตรวจจับเปลวไฟ ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติแบบท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (pre-action, dry-pipe sprinkler system) และระบบก๊าซเฉื่อยสารสะอาดดับเพลิง (clean agent inert gas system) ที่มีความซับซ้อน อนุภาคควันขนาดเล็กสามารถสร้างความเสียหายอย่างมากให้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และระบบจัดเก็บข้อมูล การป้องกันอัคคีภัยและควันไฟ จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบศูนย์ข้อมูล

	<p>อินเดีย</p>	<p>ในอินเดีย สายตรวจจับน้ำรั่วซึม (sensing cable) กำหนดให้ติดตั้งตามเส้นรอบวงของห้อง รวมทั้งหน้าต่างกระจก บริเวณกำแพง พื้นที่ใกล้ห้องน้ำและใต้เครื่องปรับอากาศ เพื่อตรวจจับน้ำรั่วไหล อุปกรณ์ตรวจจับควันมาตรฐานแบบ ionization และ photoelectric กำหนดให้ติดตั้งทั่วพื้นที่ของศูนย์ข้อมูล แผงเตือนเหตุไฟไหม้ กำหนดให้ติดตั้งในพื้นที่ศูนย์ข้อมูลที่ควรส่งสัญญาณเตือนไปยังแผงเตือนเหตุไฟไหม้หลักที่ตรวจตราสิ่งก่อสร้างทั้งหมด ระบบตรวจจับควันตั้งแต่เริ่มเกิดเหตุ (Very Early Smoke Detection System) กำหนดให้ติดตั้งเฉพาะในห้องเครื่องแม่ข่ายเท่านั้น สำหรับการระงับเพลิงไหม้ ศูนย์ข้อมูลจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่วิกฤต (Critical) และพื้นที่ไม่วิกฤต (Non Critical) ระบบดับเพลิงตามมาตรฐาน NFPA 2001 ถูกกำหนดให้ติดตั้งในพื้นที่ Critical</p>
	<p>ฮ่องกง</p>	<p>ในฮ่องกง ศูนย์ข้อมูลได้รับคำแนะนำให้วางแผนทำระบบกักเก็บที่ช่วยป้องกันลมเย็นและลมร้อนไม่ให้ผสมกันในจุดที่อุปกรณ์ในตู้แร็คดูดซับลมเย็นโดยตรง เอื้อให้ประสิทธิภาพทำความเย็นเพิ่มขึ้นจาก 15% เป็น 30% และประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้นจาก 15% เป็น 30% เพื่อรักษาการถ่ายเทอากาศในศูนย์ข้อมูลให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล</p>
	<p>ฟิลิปปินส์</p>	<p>ในฟิลิปปินส์ ระบบ Facility Management System (FMS) จะคอยติดตามดูแลสิ่งก่อสร้างอาคารทั้งหมดจากส่วนกลางโดยอัตโนมัติ และมีการแจ้งเตือนอัตโนมัติไปยังบุคลากร เมื่อเกิดเหตุอุปกรณ์อาคารขัดข้อง และมีการเดินตรวจตราสิ่งก่อสร้างตลอด 24 ชั่วโมง 7 วันต่อสัปดาห์ ระบบดับเพลิงต้องเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์ต่างๆ อีกทั้งมีระบบตรวจจับเปลวไฟและระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ หัวฉีดสารดับเพลิง หัวฉีดสารด้วยมือ อุปกรณ์ตรวจจับควัน แตร กระดิ่ง และอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยแสง (Strobe light) ทั่วทั้งอาคาร ทั้งนี้ ศูนย์ข้อมูลจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 27001</p>

การติดตั้งท่อและเดินสายไฟ (Fit out and Cabling)

การติดตั้งท่อภายในอาคารรองรับการกระจายสายไฟ อากาศ และน้ำไปตลอดทั่วทั้งตึก โดยทั่วโลก การติดตั้งแบบกึ่งถาวรถือว่าคุ้มค่าเงินในศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะ ข้อดีของการใช้รางน้ำ และท่อลมจะเห็นได้ยากขึ้น เวลาศูนย์ข้อมูลมีขนาดเล็กมากหรือเป็นแบบชั่วคราว การติดตั้งแบบกึ่งถาวร เช่น รางน้ำ ท่อลมและภาคสายสัญญาณช่วยจัดระเบียบสายต่างๆ และก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้าย และปรับเปลี่ยน ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การจัดการสายไฟที่หละหลวม ทำให้ประตูปิดไม่สนิท ลมเย็นถูกปิดกั้น และต้องใช้งานสายไฟสำรองโดยไม่จำเป็น ทั้งที่มีสายมากมายให้ใช้งาน ผลกระทบอื่นๆ ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการเชื่อมต่อยาวนานขึ้น หรือ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ข้างลง เมื่อทำกิจกรรม ประจำ เช่น การโยกย้ายตำแหน่งที่ตั้ง ท่อลมอาจช่วยหรือลดประสิทธิภาพของระบบทำความเย็น หากปราศจากท่อลม อากาศเย็นจะถูกปล่อยเข้าสู่พื้นที่ทั่วไปอย่างไร้จุดหมาย

	<p>ฮ้างกง</p>	<p>ในฮ้างกง อ้างอิงตามมาตรฐาน TIA-942 สายสัญญาณทั้งหมด (ทั้ง ไฟฟ้าและข้อมูล) เดินสายอยู่ใต้บริเวณพื้นยกในเส้นทางแยกจากกัน สายไฟเดินอยู่ใต้ทางเดินลมเย็น และสายข้อมูลจะเดินขยายออกไปตามเส้นทางใต้ทางเดินลมร้อน มาตรฐาน ANSI/TIA-942 แนะนำให้ใช้ ANSI-TIA Category 6/ISO Class E สำหรับสายทองแดงเปลือย ส่วน Category 5 และ Category 5e/ISO Class D ไม่แนะนำให้ใช้งานในศูนย์ข้อมูล เพราะทั้ง 2 แบบไม่สามารถรองรับ 10 Gigabit Ethernet ได้ โครงสร้างใยแก้วนำแสงที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือ ลักษณะที่องค์ประกอบทุกอย่างเตรียมการเสร็จตั้งแต่ในโรงงาน Connector ได้รับการติดตั้ง ทดสอบและบรรจุในโรงงาน Installer จะจัดองค์ประกอบต่างๆ ให้เป็นส่วน ดึงสายที่ต่อรวมไว้ล่วงหน้าให้เข้าที่ ต่อ connector ให้เข้าล็อกและติดตั้งสายที่เข้าหัวมาแล้ว กับ อุปกรณ์ปลายทาง แนวทางนี้เป็นวิธีติดตั้งที่รวดเร็วและดีที่สุดในการเปิดใช้งานเครื่องแม่ข่ายอย่างรวดเร็วและลดความเสี่ยงที่ไม่สามารถตอบสนองความคาดหวังด้านความพร้อมใช้งานของลูกค้าได้</p>
---	---------------	--

	ฟิลิปปินส์	ในฟิลิปปินส์ หน่วยงานต่างๆ แนะนำให้ใช้เส้นทางแยกกันสำหรับสายไฟฟ้าและสายสัญญาณเครือข่ายที่เดินห่างกัน 2 เมตรเป็นอย่างน้อย
	สหรัฐอเมริกา	ในสหรัฐอเมริกา TIA เป็นองค์กรด้านมาตรฐานในอเมริกาเหนือ ที่มักทำงานร่วมกับ Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) และ International Organization for Standardization (ISO) ในการกำหนดมาตรฐานเครือข่ายและมาตรฐานการเดินสายสัญญาณใหม่ๆ



เครื่องแม่ข่าย อุปกรณ์จัดเก็บ สภาพแวดล้อม และการใช้ประโยชน์

ภายในศูนย์ข้อมูลทั่วไปที่มีระบบทำความเย็นประสิทธิภาพสูง โหลดของอุปกรณ์ไอทีคิดเป็นเกินกว่าครึ่งของการใช้พลังงานทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล การใช้อุปกรณ์ไอทีที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดโหลดเหล่านี้ลงได้อย่างมีนัยสำคัญภายในศูนย์ข้อมูล นำไปสู่อุปกรณ์ทำความเย็นที่มีขนาดเล็กลง วิธีที่มีประโยชน์ที่สุดในการลดโหลดของอุปกรณ์ไอทีภายในศูนย์ข้อมูล ได้แก่ การซื้อเครื่องแม่ข่ายที่มาพร้อมระบบประมวลผล พัดลม และอุปกรณ์จ่ายไฟที่ประหยัดพลังงาน รวมถึงการซื้ออุปกรณ์เครือข่ายประสิทธิภาพสูง การรวบรวมอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล การรวบรวมอุปกรณ์จ่ายไฟ และการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนในเครื่องแม่ข่าย (virtualization)

โครงสร้างศูนย์ข้อมูลที่จะทำให้เกิดต้นทุนการเป็นเจ้าของน้อยที่สุด (cost of ownership) นั้น ต้องอาศัยการวางแผนที่ดีและรักษาระเบียบวินัยในการใช้ทรัพยากรสำคัญ จุดสำคัญของการวางแผนชีวิตที่ดีคือเข้าใจขีดจำกัดของโครงสร้างและมีแผนในการการบริหารจัดการ เมื่อการปรับเปลี่ยนฝาผนังขีดจำกัดเหล่านั้น

เครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์จัดเก็บ

อัตราการใช้งานเครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์จัดเก็บ เป็นตัวแปรสำคัญตัวแปรหนึ่งสำหรับศูนย์ข้อมูล เนื่องจากสามารถเพิ่มพูนประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่ายและความต้องการพื้นที่ศูนย์ข้อมูลได้อย่างมีนัยสำคัญ

เครื่องแม่ข่าย

เครื่องแม่ข่ายมีโอกาสสำคัญในการเพิ่มอัตราการใช้งาน เนื่องจากสัดส่วนการใช้งานเฉลี่ยที่ต่ำในปัจจุบันในหลายหน่วยงานภาครัฐเป็นตัวชี้วัดว่าฮาร์ดแวร์ส่วนใหญ่ไม่มีการใช้งานเป็นเวลานาน ก่อให้เกิดความไม่มีประสิทธิภาพ เครื่องแม่ข่ายในตู้แร็คมักเป็นต้นเหตุหลักที่ใช้พลังงานสิ้นเปลืองและใช้พลังงานเป็นสัดส่วนสูงที่สุดในศูนย์ข้อมูลทั่วไป เครื่องแม่ข่ายกินพื้นที่ส่วนใหญ่ในการจัดวางและขับเคลื่อนการปฏิบัติงานทั้งหมด



เครื่องแม่ข่ายส่วนใหญ่มักมีอัตราการใช้งานอยู่ที่ระดับ 20% หรือต่ำกว่าในเวลาส่วนมาก แต่
ยังใช้พลังงานเต็มที่ในกระบวนการทำงาน

อัตราการใช้งานเฉลี่ย (Average utilization): คือ อัตราการใช้งานระบบประมวลผลย่อยทางกายภาพเฉลี่ย ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และอ่านค่าได้จาก default utilization tool ของระบบปฏิบัติการ โดยคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือน

อัตราการใช้งานสูงสุด (Peak utilization): คือ อัตราการใช้งานการประมวลผลสูงสุดใน 1 เดือน ซึ่งอ่านค่าได้จากซอฟต์แวร์ Hypervisor อัตราการใช้งานนี้จะไม่คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือน



อุปกรณ์จัดเก็บ

ความต้องการ disk storage ในหน่วยงานภาครัฐ เติบโตสะสมเฉลี่ยในอัตรา 50% ต่อปี ระบบจัดเก็บข้อมูลมีสัดส่วนใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงในศูนย์ข้อมูล อัตราการเติบโตนี้จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการอย่างใกล้ชิด เพื่อลดแนวโน้มเติบโตดังกล่าว การวัดการจัดเก็บที่สูญเปล่า (wasted storage) กล่าวคือการวางไว้เฉยๆ ไม่ได้ได้รับการจัดสรร และ ไม่มีการบันทึกข้อมูลลงไป บ่งบอกถึงประสิทธิภาพการจัดเก็บข้อมูล (Storage efficiency) การวัดในมิตินี้มีความหมายและสม่ำเสมอทำได้ยากและไม่น่าเชื่อถือ การใช้พลังงานแทบจะเติบโตเป็นเส้นตรงตามจำนวนโมดูลจัดเก็บที่ใช้ งาน การสำรองการจัดเก็บ (storage redundancy) ต้องมีความสมเหตุสมผลและอยู่ในขนาดที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงการเพิ่มขนาดและการใช้พลังงานอย่างรวดเร็ว การรวบรวมไดรฟ์จัดเก็บไปเป็น Network Attached Storage (NAS) หรือ Storage Area Network (SAN) เป็น 2 ทางเลือกที่ใช้กับข้อมูลที่ไม่มีความจำเป็นต้องเข้าถึงทันทีและย้ายไปยังพื้นที่จัดเก็บออฟไลน์ เมื่อเวลาผ่านไปการจัดเก็บข้อมูลสำหรับศูนย์ข้อมูลองค์กรและอินเทอร์เน็ตอาจย้ายไปใช้ SAN เมื่อปริมาณข้อมูลที่จัดเก็บเพิ่มมากขึ้นและการบริหารจัดการเนื้อหามีความท้าทายมากขึ้น ในการออกแบบศูนย์ข้อมูลควรระบุถึงประเด็นการเชื่อมต่อเพิ่มเติมหรือเชื่อมต่อเสริม เพื่อรองรับความยืดหยุ่นและการใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่สุด



การใช้เทคโนโลยี Fiber Channel และ สายสัญญาณใยแก้วนำแสงแบบ multimode ขนาด 50 ไมครอน อาจทำให้ต้องประเมินการออกแบบการกระจายสัญญาณในภาพรวมเสียใหม่

เมื่อวิธีการเคลื่อนย้ายข้อมูลในระดับ data link แบบอื่นๆ (เช่น 10 Gigabit Ethernet) ได้รับการประเมินและทำให้เป็นมาตรฐานเพื่อใช้งานใน SAN การใช้สายใยแก้วนำแสงประเภทเดียวกันอาจเป็นประโยชน์ในการเชื่อมโยงเครือข่ายระบบจัดเก็บและเครื่องแม่ข่ายทั่วทั้งศูนย์ข้อมูลเข้าด้วยกัน

	<p>ออสเตรเลีย</p>	<p>ในออสเตรเลีย Data Center Optimization Targets Plan ระบุวิธีที่หน่วยงานจะดำเนินงานด้านสถาปัตยกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บข้อมูลและลดการใช้พลังงาน</p>
	<p>สหรัฐอเมริกา</p>	<p>ในสหรัฐอเมริกา หน่วยงานต่างๆ ได้รับการแนะนำให้ใช้งานเครื่องแม่ข่ายที่มีสัญลักษณ์ Energy Star โดยแผนงานนี้ช่วยเหลือผู้บริโภครด้วยการยอมรับเครื่องแม่ข่ายประสิทธิภาพสูง เครื่องแม่ข่ายที่ผ่านข้อกำหนดด้านประสิทธิภาพของ Energy Star จะมีประสิทธิภาพมากกว่าเครื่องแม่ข่ายธรรมดาทั่วไปเฉลี่ย 30%</p>

การใช้ประโยชน์

ในยุคสมัยนี้ที่ต้นทุนฮาร์ดแวร์และโครงสร้างด้านไอทีกำลังเติบโตไปพร้อมกับความต้องการความจุที่ขยายตัวมากขึ้นเรื่อยๆ สถานการณ์ที่สร้างความเสียหายที่สุด คือ เมื่อโครงสร้างนี้มีอัตราการใช้งานต่ำจนน่าตกใจ เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเพราะศูนย์ข้อมูลได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงความต้องการข้อมูลในอนาคต ซึ่งเมื่อไม่ได้รับการตอบสนอง จะไม่มีการใช้งานเป็นเวลานานที่สุดในอายุการทำงาน ในทำนองเดียวกัน ความพร้อมใช้งานของระบบถือเป็นความต้องการสำคัญเพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานในระดับที่เหมาะสมที่สุด ความพร้อมใช้งาน แสดงเป็นอัตราส่วนของค่าคาดหวัง (expected value) ของช่วงเวลาให้บริการ (uptime) ของระบบ ต่อ ผลรวมค่าคาดหวังของ uptime และ downtime เข้าด้วยกัน ในขั้นตอนการออกแบบและดำเนินการสร้างศูนย์ข้อมูลภาครัฐ หน่วยงานต่างๆ จำเป็นต้องคำนึงถึงตัวแปรนี้ในแง่ ความพร้อมใช้งานสูงของเครื่องแม่ข่าย อุปกรณ์จัดเก็บ เครือข่ายและแอปพลิเคชัน โดยหลักการแล้ว แอปพลิเคชันต่างๆ ต้องพร้อมให้บริการประชาชนตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน 365 วันต่อปี ความพร้อมใช้งานระดับนี้จะเกิดขึ้นได้ ต่อเมื่อการออกแบบผนวกระบบที่น่าเชื่อถือในสภาพแวดล้อมคลัสเตอร์ที่พร้อมใช้งานสูง (High Availability Clustered environment) ดังนั้นภาวะล้มเหลวขององค์ประกอบใดๆ ใน 1 ระบบ จะไม่ส่งผลกระทบต่อให้บริการประชาชน หน่วยงานภาครัฐควรยืนยันความพร้อมใช้งานที่สูงของระบบต่างๆ ด้วยการสำรองทุกองค์ประกอบในระบบ ไม่ว่าจะเป็น CPU, Memory, Disk Subsystem, Network card, Interconnect หรือ แม้แต่ System Clock ทั้งนี้ ในตลาดมีระบบต่างๆ ที่มีลักษณะการทำงานแบบแมนเฟรมให้เลือกใช้งาน ซึ่งติดตั้งในโครงสร้างที่มีความพร้อมทำงานสูง การออกแบบลักษณะนี้ควรทำให้เกิดภาวะล้มเหลวที่พร้อมใช้งานสูงเหนือกว่าเตอร์ในระดับของระบบ ดังนั้นภาวะล้มเหลวใน 1 ระบบจะไม่ก่อให้เกิดความล้มเหลวในการให้บริการ โดยวิธีนี้ต้องทำควบคู่กับการใช้ cluster software เช่น Sun high availability cluster, Veritas cluster เป็นต้น สำหรับสถาปัตยกรรมแอปพลิเคชันแบบ load share และ load balance ความพร้อมใช้งานของระบบที่มีความ


พร้อมทำงานสูงจะคำนวณจาก uptime และ downtime ของระบบหรือการบริการ ยิ่งการให้บริการต่างๆ ต้องพร้อมให้บริการประชาชนอยู่ตลอดเวลา ความพร้อมใช้งานจึงต้องคำนวณจากปริมาณการให้บริการ



ค่าปกติสำหรับ ระบบที่มีความพร้อมใช้งานสูง คือ


- 99.9% \equiv 43.8 นาที/เดือน หรือ 8.76 ชม/ปี
- 99.99% \equiv 4.38 นาที/เดือน หรือ 52.6 นาที/ปี
- 99.999% \equiv 0.44 นาที/เดือน หรือ 5.26 นาที/ปี

ความสามารถในการขยาย (Scalability) เป็นหนึ่งในตัวแปรสำคัญของการออกแบบศูนย์ข้อมูลภาครัฐ โดยปกติแล้ว เวลาศูนย์ข้อมูลอยู่ในช่วงเริ่มแรกของการเตรียมความพร้อมด้านไอที ความต้องการในแง่โครงสร้างพื้นฐานและทรัพยากรยังไม่สามารถประเมินได้ สภาวะใดสภาวะหนึ่งอาจต้องรองรับโหลดเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของปัจจุบัน เมื่อผ่านไป 2 ปี และอาจมีอีกสภาวะหนึ่งที่รองรับโหลดครึ่งหนึ่งของโครงสร้างที่เสนอไป เนื่องด้วยเหตุผลทางสังคม การเมืองและอื่นๆ ทั้งนี้ เนื่องจากไม่มีตัวแปรการเติบโตที่ตายตัว ในปัจจุบัน จึงไม่มีตัวแปร scalability ที่ตายตัวเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ ระบบที่เลือกใช้งานในปัจจุบันจึงต้องมีความสามารถในการขยายและยืดหยุ่นสูง ในการออกแบบและดำเนินงานศูนย์ข้อมูลภาครัฐ

	<p>อินเดีย</p>	<p>ในอินเดีย หน่วยงานภาครัฐถูกกำหนดให้ใช้ระบบปฏิบัติการคล้ายคลึงกันทั้งระบบ Back-end และ Front-end ซึ่ง Open Source Solaris Operating System เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดเพื่อให้เกิด Scalability สูงสุดแก่ระบบ Back-end และการขยายในแนวระนาบอย่างไร้รอยต่อทั่วทั้งระบบ Front-end นอกจากนี้ ในอินเดีย ศูนย์ข้อมูลส่วนกลางและศูนย์ข้อมูลประจำรัฐกำลังได้รับการออกแบบเพื่อให้เกิดความสามารถพร้อมให้บริการ 99.99% เป็นอย่างต่ำ</p>
---	----------------	--

การรักษาความปลอดภัยเชิงระบบ

การรักษาความปลอดภัยศูนย์ข้อมูล ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในยุคสมัยใหม่นี้ โดยเฉพาะการให้บริการของภาครัฐ และ ข้อมูลภาครัฐ เนื่องจากข้อมูลสำคัญและข้อมูลความลับจำนวนมากถูกเก็บและรักษาไว้อย่างถาวร ความต้องการเร่งด่วนของศูนย์ข้อมูลในปัจจุบัน คือ การแปรสภาพศูนย์ข้อมูลด้วยแนวทางรักษาความปลอดภัยที่ขยายการคุ้มครองให้ครอบคลุม สภาพแวดล้อมทางกายภาพ สภาพแวดล้อมเสมือน ระบบคลาวด์ และสภาพแวดล้อม Software Defined Data Center (SDDC) เพื่อให้เกิดการคุ้มครองแบบครบวงจรเป็นลำดับขั้น

	<p>สหรัฐอเมริกา</p>	<p>ในสหรัฐอเมริกา หน่วยงานต่างๆ จำเป็นต้องดำเนินงานตามมาตรฐานมากมายในการรักษาความปลอดภัย ผู้ให้บริการโฮสติ้งต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน HIPAA เพื่อปกป้องข้อมูลสำคัญของคนไข้ให้ใช้ได้เฉพาะหน่วยงานทางการแพทย์เท่านั้น ผู้ตรวจสอบอิสระ จะเป็นผู้ทำการตรวจสอบมาตรฐาน HIPAA โดยเปรียบเทียบกับ OCR HIPAA Audit Protocol และทำเป็นเอกสารรายงานเพื่อพิสูจน์ว่าผู้ให้บริการศูนย์ข้อมูลมีนโยบายและกระบวนการที่เหมาะสมในการให้บริการโฮสติ้ง HIPAA ขณะ ที่ Payment Card Industry Data Security Standard นำมาใช้กับหน่วยงานที่ยอมรับ จัดเก็บ ประมวลผล และรับส่งข้อมูลของผู้ถือบัตรเครดิต ศูนย์ข้อมูลต้องพิสูจน์ว่ามีสภาพแวดล้อมตามมาตรฐาน PCI กับผู้ตรวจสอบอิสระ พวกเขาต้องทราบด้วยการบริการประเภทใดบ้างที่ช่วยให้องค์กรตอบสนอง 12 ข้อกำหนด PCI</p>
---	---------------------	--



ศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงาน (Green Data Centers)

แนวปฏิบัติประหยัดพลังงานและยั่งยืนได้กลายเป็นค่านิยมในปัจจุบัน เนื่องจากรัฐบาลทั่วโลกมุ่งหวังที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานของศูนย์ข้อมูล ความสำคัญที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ของแนวคิดยั่งยืนสีเขียว เห็นตัวอย่างได้จากการถือกำเนิดมาตรฐานศูนย์ข้อมูลและแนวปฏิบัติประหยัดพลังงานมากมายในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ยกตัวอย่าง เช่น ในปี 2015 Ministry of Industry and Information Technology (MIIT) ของจีน ได้เปิดตัวแผนงาน National Green Data Center Pilot Program โดยมีจุดหมายสร้างศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงานต้นแบบ 100 แห่ง เพื่อส่งเสริมการปล่อยอัตราก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำ รวมทั้งพัฒนามาตรฐานแห่งชาติ และ ส่งเสริมแนวปฏิบัติที่ดีในด้านศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงาน หน่วยงานภาครัฐหลายแห่งได้นำแนวปฏิบัติศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงานมาประยุกต์ใช้ เช่น ในประเทศเศรษฐกิจพัฒนาแล้ว อย่าง สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย ฮองกง และ สิงคโปร์ รวมทั้งในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา เช่น มาเลเซีย และ อินเดีย ในอนาคตอันใกล้ Frost & Sullivan คาดการณ์ว่า ศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงานจะมีความสำคัญมากขึ้นในกลยุทธ์ศูนย์ข้อมูลภาครัฐ ส่งผลให้ศูนย์ข้อมูลเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรอายุการใช้งาน ตั้งแต่การออกแบบ การก่อสร้างและการปฏิบัติงาน



แนวปฏิบัติศูนย์ข้อมูลสีเขียวที่รัฐบาลทั่วโลกนำมาประยุกต์ใช้ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักในวงจรบริหารจัดการศูนย์ข้อมูล คือ Green Design, Green Procurement และ Green Operations


การออกแบบเพื่อประหยัดพลังงาน (Green Design)

การจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนสำหรับเครื่องแม่ข่าย (Server virtualization)

Virtualization คือวิธีการรันระบบปฏิบัติการเสมือนที่เป็นอิสระต่อกันหลายระบบในเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง แนวทางนี้เอื้อให้ปริมาณการประมวลผลที่เท่ากันเกิดขึ้นบนเครื่องแม่ข่ายในจำนวนที่น้อยลง ทำให้สามารถลดจำนวนเครื่องแม่ข่ายในศูนย์ข้อมูลลงได้อย่างมาก นอกจากนี้ พลังงานที่เครื่องแม่ข่ายต้องการ รวมถึงขนาดของอุปกรณ์ทำความเย็นจะลดลงตามไปด้วยเช่นกัน



วิธีวัดผลโดยทั่วไป คิดเป็นอัตราส่วนพลังงานอุปกรณ์ไอซีทีหรือเครื่องแม่ข่ายเฉลี่ย ต่อ พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ ดัชนีนี้เป็นการวัดปริมาณพลังงานที่เครื่องแม่ข่ายใช้ในการทำงาน


	สิงคโปร์	ในสิงคโปร์ หน่วยงานภาครัฐกำหนดให้ผู้รับจ้างทำการประเมินอัตราส่วนการใช้งานเครื่องแม่ข่าย ในกระบวนการทบทวนศูนย์ข้อมูลภาครัฐ
	ฮ่องกง	หน่วยงาน Hong Kong Office of the Government Chief Information Officer (OGCIO) ระบุในกรอบแนวปฏิบัติศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงานว่าต้องคำนึงถึงการทำให้ Server Virtualization ในการติดตั้งระบบไอทีใหม่หรือแทนที่ของเดิม

	<p>ออสเตรเลีย</p>	<p>แผนกลยุทธ์ Australia Government Data Center Strategy 2010-2025 ก้าวล้ำหน้ากว่าประเทศอื่นๆ โดยกำหนดให้หน่วยงานภาครัฐใช้งานเครื่องแม่ข่ายตามเป้าหมาย (server utilization target) ดังต่อไปนี้</p>	
		ประเภทเครื่องแม่ข่าย	เป้าหมาย
		Wintel	30% เฉลี่ยต่อเดือน*
		UNIX	30% เฉลี่ยต่อเดือน*
		Mainframe	75% เฉลี่ยต่อเดือน*
Hypervisor	70% สูงสุดต่อเดือน**		
		<p>หมายเหตุ:</p> <p>*อัตราการใช้งานเฉลี่ย (Average utilization): อัตราการใช้งานระบบประมวลผลย่อยทางกายภาพเฉลี่ย ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และอ่านค่าได้จาก default utilization tool ของระบบปฏิบัติการ โดยคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือน</p> <p>**อัตราการใช้งานสูงสุด (Peak utilization): อัตราการใช้งานการประมวลผลสูงสุดใน 1 เดือน ซึ่งอ่านค่าได้จากซอฟต์แวร์ Hypervisor อัตราการใช้งานนี้จะไม่คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยต่อเดือน</p>	

การออกแบบระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพ

การออกแบบศูนย์ข้อมูลภาครัฐประหยัดพลังงานควรมุ่งถึงการออกแบบระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ได้แก่ การใช้แนวทางการทำความเย็นนวัตกรรม เช่น การใช้อากาศภายนอก หรือ การใช้อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็น (cooling economizer) กลยุทธ์ต่างๆ ที่รัฐบาลหลายประเทศนำมาประยุกต์ใช้สามารถสรุปได้ดังนี้



	<p>สหรัฐอเมริกา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในเอกสาร <i>Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design</i> Department of Energy ของสหรัฐอเมริกา สนับสนุนการใช้อากาศภายนอกทำความเย็น (free cooling) ในการออกแบบศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงาน ซึ่งครอบคลุมไปถึงการใช้อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพอากาศ (air-side economizer) และ อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพน้ำ (water-side economizer) ● การใช้ Air-side economizer ในการประหยัดพลังงานสามารถทำได้โดยใช้อัลกอริธึมควบคุม เพื่อดึงอากาศภายนอกเข้ามา เวลาที่อากาศมีความเย็นกว่าลมกลับ และสภาพความชื้นกำลังพอเหมาะ ● อุปกรณ์ water-side economizer ใช้วิธีทำความเย็นแบบระเหย (evaporative cooling capacity) ของหอคอยทำความเย็น เพื่อลดอุณหภูมิภายในศูนย์ข้อมูล ในช่วงที่สภาพอากาศภายนอกไม่รุนแรง <p>หน่วยงานรัฐบาลบางแห่งของประเทศได้บังคับให้ใช้วิธี free cooling เช่น Department of Planning and Development ใน ซีแอตเทิล ออกคำสั่งให้ใช้ economizer ในศูนย์ข้อมูลต่างๆ</p>
	<p>สหภาพยุโรป</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในเอกสาร <i>EU Code of Conduct on Data Centers</i> สหภาพยุโรปแนะนำว่าการออกแบบระบบทำความเย็นควรใช้ free cooling ให้มากที่สุดเท่าที่ข้อจำกัดด้านสถานที่ สภาพอากาศท้องถิ่น หรือ กฎข้อบังคับจะเอื้ออำนวย <p>ศูนย์ข้อมูลภาครัฐควรเลือกระบบที่เอื้ออำนวยความสะดวกในการใช้ cooling economizer</p>

	<p>สิงคโปร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>BCA-IMDA Green Mark</i> แนะนำแนวทางการออกแบบประหยัดพลังงานดังต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ระบบหรือพีเจเออร์ทำความเย็นนวัตกรรม (เช่น free air cooling, direct liquid cooling และ two-phase system เป็นต้น) - อุปกรณ์จ่ายกำลังไฟ อุปกรณ์สำรองไฟ หรือ ระบบ UPS นวัตกรรม <p>นอกจากนี้ สิงคโปร์ยังส่งเสริมการประยุกต์ใช้แหล่งพลังงานทดแทนในศูนย์ข้อมูลด้วย</p>
---	-----------------	--

การจัดซื้อเทคโนโลยีประหยัดพลังงาน (Green Procurement)

การจัดซื้อเครื่องทำความเย็น (Procurement of chillers)

อ้างอิงตามข้อมูล Data Center Industry Alliance ของจีน การทำความเย็น (Cooling) คิดเป็น 30-40 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานทั้งหมดภายในศูนย์ข้อมูล ส่งผลให้เครื่องทำความเย็น (Chiller) ในระบบทำความเย็น (Cooling Systems) ต้องใช้พลังงานปริมาณมาก ดังนั้นรัฐบาลในหลายๆ ประเทศจึงแนะนำการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของการปฏิบัติงาน (CoP) ขั้นต่ำเพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นที่จัดซื้อ และเพื่อเลือกใช้เครื่องทำความเย็นที่ประหยัดพลังงานที่สุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การปฏิบัติงานนั้น คือ อัตราส่วนของอัตราการระบายความร้อนออกกับอัตราพลังงานที่ถูกใช้ในเครื่องทำความเย็นของศูนย์ข้อมูล ยิ่งค่า CoP สูงขึ้น ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศยิ่งมีมากเท่านั้น ถึงแม้ช่วงค่า CoP ยังไม่ได้ถูกกำหนดตายตัว รัฐบาลในหลายๆ ประเทศได้กำหนดนโยบายเพื่อแนะนำการใช้ CoP ขั้นต่ำในการจัดซื้อเครื่องทำความเย็นสำหรับศูนย์ข้อมูลภาครัฐ

	<p>สหภาพยุโรป</p>	<p>ค่า CoP ของระบบทำความเย็น ต้องเป็นปัจจัยการตัดสินใจในอันดับแรกๆ ระหว่างการจัดซื้อสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่ของศูนย์ข้อมูลภาครัฐ เวลาที่มีการติดตั้งเครื่องทำความเย็น</p>
	<p>ฮ่องกง</p>	<p>ต้องมีการกำหนดค่า CoP ขั้นต่ำที่สอดคล้องกับ Code of Practice for Energy Efficiency of Building Services Installation เวลาจัดซื้อเครื่องทำความเย็น</p>

การจัดซื้อทรัพย์สินอื่น (Procurement of other assets)

แนวปฏิบัติการจัดซื้อสีเขียวอื่นๆ ที่พบเห็นทั่วไป ครอบคลุมการจัดซื้อทรัพย์สินที่เป็นไปตามมาตรฐานด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงาน อย่างเช่น

- การจัดซื้อทรัพย์สินที่สอดคล้องกับการลดสารอันตรายและสามารถนำมาใช้ใหม่ได้ แนวปฏิบัตินี้เรียกว่า Restriction of Hazardous Substance (RoHS)
- การจัดซื้ออุปกรณ์ประหยัดพลังงานที่เป็นไปตามมาตรฐานพลังงานสีเขียว เช่น Energy Star เป็นต้น
- โมเดลต้นทุนการเป็นเจ้าของ (Total Cost of Ownership หรือ TCO) หมายถึงรวมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ในระดับการใช้งานที่คาดหวัง/เกิดขึ้นจริง
- การใช้งานอุปกรณ์ติดตามและประเมินผล (M&E) และอุปกรณ์ไอทีทั้งหมดแบบครบวงจร ตั้งแต่ผลิตไปจนถึงขั้นตอนการทิ้ง (cradle to cradle lifecycle)



การปฏิบัติงานแบบประหยัดพลังงาน (Green Operations)

การติดตามและการควบคุม (Monitoring and control)

มาตรฐานภาครัฐในหลายๆประเทศมีการบังคับหรือแนะนำให้ติดตามระดับการใช้พลังงานเพื่อวัดการใช้พลังงานของศูนย์ข้อมูลภาครัฐแบบ baseline และที่กำลังใช้งานอยู่ เกณฑ์การเปรียบเทียบที่รัฐบาลทั่วโลกนิยมใช้กันมีดังนี้

- Power Usage Effectiveness (PUE): วัดปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล ต่อ ปริมาณพลังงานไอซีทีทั้งหมด
- Carbon footprint: พลังงานไฟฟ้า (kWh) \times 0.7 (kg/kWh) \div 1000 (kg/ tonne)



	<p>ออสเตรเลีย</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● หน่วยงานภาครัฐจำเป็นต้องบรรลุเป้าหมายประสิทธิภาพการใช้พลังงานในศูนย์ข้อมูล และห้องเครื่องแม่ข่าย (Server Room) ที่ค่า 1.9 PUE หรือต่ำกว่า ภายในเดือนกรกฎาคม 2015 ● การประเมินการใช้พลังงานของศูนย์ข้อมูลภาครัฐสามารถวัดโดยใช้ระบบคะแนน National Australian Built Environment Rating System (NABERS) คะแนน 3 ถึง 3.5 (จากทั้งหมด 5) ดาว มีค่าเทียบเท่ากับเป้าหมายบังคับของหน่วยงานต่างๆ ที่ 1.9 PUE <p>หมายเหตุ:</p> <p>ข้อแตกต่างสำคัญระหว่าง NABERS กับ PUE คือความสามารถในการเปรียบเทียบศูนย์ข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน NABERS ออกแบบมาเพื่อเปรียบเทียบศูนย์ข้อมูลในลักษณะต่างๆ โดยเฉพาะ ในขณะที่ PUE ถูกออกแบบเป็นดัชนีในการพัฒนาประสิทธิภาพของศูนย์ข้อมูลแต่ละแห่ง มิใช่จุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบศูนย์ข้อมูลต่างๆ</p>
	<p>สิงคโปร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ศูนย์ข้อมูลเดิมจะต้องมีค่า Operating PUE ณ ปัจจุบันไม่เกิน 2.2 ในสภาพอากาศของสิงคโปร์ ● สำหรับมาตรฐาน BCA-IMDA Green Mark ศูนย์ข้อมูลจะได้รับคะแนนสูงขึ้น หากได้รับ 1.5 PUE หรือต่ำกว่า
	<p>สหภาพยุโรป</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● สหภาพยุโรป แนะนำให้มีการวัดปริมาณ Carbon Footprint ที่เกิดจากการใช้ศูนย์ข้อมูลภาครัฐ การวัดอื่นๆ ประกอบด้วย อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO2) และค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงาน <p>ในหลายประเทศภายในสหภาพยุโรป เช่น สหราชอาณาจักร ค่า PUE ของแต่ละศูนย์ข้อมูลที่ภาครัฐใช้งาน จะมีการบันทึกเก็บไว้เช่นกัน</p>


	<p>จีน</p>	<ul style="list-style-type: none"> อ้างอิงตามเอกสาร “Guiding Opinion on Construction and Distribution of Data Centers” ของ Ministry of Industry and Information Technology (MIIT) ของจีน ศูนย์ข้อมูลต่างๆ ได้รับการสนับสนุนให้ควบคุมค่า PUE ให้อยู่ในช่วงดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> – ศูนย์ข้อมูลใหม่: PUE ≤ 1.5 – ศูนย์ข้อมูลเดิม: PUE ≤ 2.0 อย่างไรก็ตาม แนวทางดังกล่าวแตกต่างกันไปในแต่ละรัฐ เช่น ในปักกิ่ง รัฐบาลจังหวัดได้กำหนดแนวทางจัดระดับประสิทธิภาพด้านพลังงานของศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ตในเมืองออกเป็นหลายระดับ <table border="1" data-bbox="738 855 1402 1137"> <thead> <tr> <th>ระดับของศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต</th> <th>PUE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>1 – 1.5</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>1.5 – 2.0</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>2.0 – 2.5</td> </tr> </tbody> </table>	ระดับของศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต	PUE	I	1 – 1.5	II	1.5 – 2.0	III	2.0 – 2.5
ระดับของศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต	PUE									
I	1 – 1.5									
II	1.5 – 2.0									
III	2.0 – 2.5									
	<p>มาเลเซีย</p>	<p>อ้างอิงตามเอกสาร <i>Technical Code: Requirements for green data centers</i> พัฒนาโดย หน่วยงาน Malaysian Communications and Multimedia Commission (MCMC) ค่า PUE ขั้นต่ำสำหรับศูนย์ข้อมูลภาครัฐทั้งหมด อยู่ที่ 1.9 เอกสารดังกล่าวกำหนดช่วงค่า PUE เพื่อวัดประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานดังนี้</p> <table border="1" data-bbox="639 1498 1402 1722"> <thead> <tr> <th>การจำแนกการวัดค่า PUE</th> <th>PUE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ขั้นต่ำ (Minimum)</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>ดี (Good)</td> <td>น้อยกว่า 1.9 และมากกว่า 1.6</td> </tr> <tr> <td>ดีมาก (Excellent)</td> <td>น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.6</td> </tr> </tbody> </table>	การจำแนกการวัดค่า PUE	PUE	ขั้นต่ำ (Minimum)	1.9	ดี (Good)	น้อยกว่า 1.9 และมากกว่า 1.6	ดีมาก (Excellent)	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.6
การจำแนกการวัดค่า PUE	PUE									
ขั้นต่ำ (Minimum)	1.9									
ดี (Good)	น้อยกว่า 1.9 และมากกว่า 1.6									
ดีมาก (Excellent)	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.6									

การจัดการการระบายอากาศ (Airflow Management)

การจัดการการระบายอากาศ เอื้อให้ระบบทำความเย็นศูนย์ข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยช่วยให้อากาศไหลเวียนไปที่ตู้ศูนย์ข้อมูลจากทางลมเข้าไปจนถึงทางลมกลับ โดยใช้วิธีกักเก็บลมเย็นและลมร้อน เพื่อป้องกันไม่ให้ลมเย็นและลมร้อนมารวมกัน วิธีอื่นที่ช่วยในการไหลเวียนของอากาศ คือการใช้ตู้แร็ค และติดตั้งพื้นยกยกระดับ (Raised Floor)

หน่วยที่ใช้วัดประสิทธิภาพการระบายอากาศ คือ วัดประสิทธิภาพการไหลเวียนของอากาศทั้งหมด ในแง่พลังงานทั้งหมดที่พัดลมใช้ ต่อ 1 หน่วยการถ่ายเทอากาศ โดยใช้สูตร Total Fan Power (W)/Total Fan Airflow (cfm)

	<p>สหภาพยุโรป</p>	<p>เอกสาร <i>EU Code of Conduct on Data Centers</i> แนะนำให้ศูนย์ข้อมูลภาครัฐใช้แนวทางเหล่านี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศ</p> <ul style="list-style-type: none"> • ระบบกักเก็บลมร้อนและเย็น ประยุกต์ใช้การออกแบบของทางเดินลมร้อนและเย็น สำหรับผังช่องทางเดินลมร้อน ตู้อุปกรณ์จะต้องวางหันหลังชนกัน ขณะที่ในผังช่องทางเดินลมเย็น ตู้อุปกรณ์จะต้องวางหันหน้าเข้าหากัน • การจัดการระบายอากาศของตู้แร็คโดยใช้ Blanking Plates การติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวในจุดที่ไม่มีอุปกรณ์จะช่วยลดลมร้อนไหลย้อนกลับมาทางช่องว่างของตู้แร็คได้ • การจัดการระบายอากาศโดยการยกยกระดับพื้น (Raised Floor Airflow Management) อุดช่องว่างที่ไม่ใช้งานทั้งหมดในพื้นที่ ยก ตรวจสอบการจัดวางและช่องว่างในแผ่นกระเบื้องเพื่อลดช่องลมเฉียง (bypass) และควรวางตู้เป็นแถวต่อเนื่องไม่แตกจากกัน เพื่อป้องกันลมไหลเวียนกลับ 								
	<p>สหรัฐอเมริกา</p>	<p>Department of Energy ของสหรัฐอเมริกา กำหนดดัชนีวัดประสิทธิภาพของการระบายอากาศ สำหรับศูนย์ข้อมูลภาครัฐดังนี้</p> <table border="1" data-bbox="716 1655 1402 1986"> <thead> <tr> <th>การวัด (Measurement)</th> <th>ค่าวัด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มาตรฐาน (Standard)</td> <td>1.25W/cfm</td> </tr> <tr> <td>ดี (Good)</td> <td>0.75 W/cfm</td> </tr> <tr> <td>ดีกว่า (Better)</td> <td>0.5 kW/cfm</td> </tr> </tbody> </table>	การวัด (Measurement)	ค่าวัด	มาตรฐาน (Standard)	1.25W/cfm	ดี (Good)	0.75 W/cfm	ดีกว่า (Better)	0.5 kW/cfm
การวัด (Measurement)	ค่าวัด									
มาตรฐาน (Standard)	1.25W/cfm									
ดี (Good)	0.75 W/cfm									
ดีกว่า (Better)	0.5 kW/cfm									

	<p>มาเลเซีย</p>	<p>เอกสาร <i>Technical Code: Requirements for green data centers</i> แนะนำโครงสร้างเหล่านี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศในศูนย์ข้อมูลภาครัฐ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการตามทางเดินลมเย็นและลมร้อน - ใช้ระบบกักเก็บหรือปิดล้อม - ติดตั้ง blanking panel - ใช้ diffusers - วางสายอย่างมีระบบ (Structured cabling)
---	-----------------	--

การจัดการการทำความเย็น (Cooling Management)

การวัดประสิทธิภาพการทำความเย็นโดยทั่วไป คือ ความหนาแน่นของการทำความเย็น หรือ Cooling Density (watts/sq ft) อุณหภูมิของลมที่ไหลเข้าและออก รวมทั้งความชื้น

การตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้น (Temperature and humidity settings): รัฐบาลส่วนใหญ่ได้นำมาตรฐานการปฏิบัติงานที่กำหนดขึ้นโดย American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditionings Engineers (ASHRAE) มาใช้ในการตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้น โดยอ้างอิงตาม *ASHRAE Class A2 allowable range for Data Centers* กำหนดให้ศูนย์ข้อมูลออกแบบมาเพื่อให้ทำงานในระดับประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อส่งต่อลมเข้า (Intake Air) ไปให้อุปกรณ์ภายในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 10 - 35°C

นอกเหนือจากนี้ ศูนย์ข้อมูลมักมีอุณหภูมิที่เย็นมากไปเนื่องจากอุณหภูมิอากาศและเย็นเกินจำเป็น จนทำให้เสียค่าปรับ ดังนั้นการขยายช่วงค่าความชื้น (Humidity Range) สามารถลดโหลดเครื่องทำความชื้น (humidifier) และเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานมากขึ้น ASHRAE Class A2 กำหนดให้มีการทบทวนเพื่อขยายค่าความชื้นของระบบทำความเย็นให้อยู่ระหว่าง 20% ถึง 80%



ข้อตกลงระดับการให้บริการ (Service Level Agreements)

ข้อตกลงระดับการให้บริการ (Service Level Agreement หรือ SLA) คือเอกสารทางกฎหมายที่ครอบคลุมมิติด้านประสิทธิภาพของการให้บริการ ระบุถึงประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ผู้ให้บริการศูนย์ข้อมูลได้ให้คำมั่นสัญญาไว้ รวมถึงแนวทางในการระบุและจัดการข้อพิพาทและการรักษาเยียวยาสำหรับประสิทธิภาพที่ล้มเหลว MITRE Corporation ในสหรัฐอเมริกา บริษัทไม่แสวงหากำไรผู้เปิดศูนย์วิจัยและพัฒนาหลายแห่งจากทุนของรัฐที่มีความเกี่ยวข้องกับ Massachusetts Institute of Technology แนะนำว่ารัฐบาลกลางสหรัฐฯ ควรพิจารณาประเภท SLA ดังต่อไปนี้ ในการทำข้อตกลงจัดจ้างหน่วยงานภายนอกกับผู้ให้บริการศูนย์ข้อมูล แนวทางดังกล่าวเริ่มแรกมีความเหมาะสมกับการให้บริการคลาวด์เท่านั้น แต่มีองค์ประกอบต่างๆ ที่สามารถนำไปขยายปรับใช้กับการให้บริการศูนย์ข้อมูลภาครัฐได้ด้วย

ประเภทของ ประสิทธิภาพ	ดัชนีการวัด/คำอธิบาย
ความพร้อมใช้งาน (Availability)	<ul style="list-style-type: none"> ● ช่วงเวลาที่สามารถให้บริการ/ช่วงเวลาที่หยุดให้บริการ (Uptime/downtime) ● ปริมาณงาน (Throughput) ● ระยะเวลาตอบสนอง (Response time)
ประสิทธิภาพของระดับ การให้บริการ (Service Level Effectiveness)	<ul style="list-style-type: none"> ● ประสิทธิภาพของระดับการให้บริการ <ul style="list-style-type: none"> – อัตราการละเมิดระดับการให้บริการ (Service-level violation rate) – ความถี่ ความแม่นยำ ความตรงต่อเวลา ความน่าเชื่อถือและการเข้าถึงได้ง่ายของรายงานประสิทธิภาพการให้บริการ – ช่วงเวลาหยุดทำงานตามแผนงาน (Scheduled downtime)
การจัดการระบบรักษา ความปลอดภัย (Security Management)	<ul style="list-style-type: none"> ● Federal Risk and Authorization Management Program (FedRAMP) ● ประเด็นและกระบวนการรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cyber security) ● มาตรการเสี่ยงภาวะเสี่ยงเชิงรุกและเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาความปลอดภัย
Disaster Recovery (DR)	<ul style="list-style-type: none"> ● Recovery Time Objective (RTO) and Recovery Point Objective (RPO) สำหรับสถานการณ์ฟื้นฟูจากภัยพิบัติ (Disaster Recovery) ● การทดสอบ DR ชนิดต่างๆ รวมถึงความถี่และกระบวนการ

ความพร้อมใช้งาน (Availability)

มาตรฐานที่มีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายที่สุดคือ TIA-942 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers ถือเป็นหนึ่งใน American National Standard (ANS) ที่กำหนดระดับชั้นความพร้อมใช้งาน (Availability Tier) ของศูนย์ข้อมูล Availability Tier เหล่านี้อ้างอิงข้อมูลจาก Uptime Institute โดยแต่ละ Tier มีการกำหนดระดับความพร้อมใช้งาน เครื่องสำรองต่อขนาน และเวลาหยุดทำงานต่อปี ดังต่อไปนี้

ระดับของ Tier	ความพร้อมใช้งาน (Availability)	เครื่องสำรองต่อขนาน (Redundancies)	เวลาหยุดทำงานต่อปี (Annual downtime)
Tier 1	99.671%	ไม่มี	28.8 ชั่วโมง
Tier 2	99.741%	มีวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าและทำความเย็นชุดเดียว รวมถึงมีเครื่องสำรองต่อขนานในระบบ (N+1)	22.0 ชั่วโมง
Tier 3	99.982%	มีวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าและทำความเย็นหลายชุด แต่มีเพียงวงจรเดียวที่พร้อมทำงาน รวมถึงมีเครื่องสำรองต่อขนานในระบบ (N+2)	1.6 ชั่วโมง
Tier 4	99.995%	มีวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าและทำความเย็นที่พร้อมทำงานหลายชุด รวมถึงมีเครื่องสำรองต่อขนานในระบบ (2 (N+1)) เช่น มี UPS 2 หน่วยสำหรับแต่ละเครื่องสำรองต่อขนาน N+1	0.4 ชั่วโมง

ตัวชี้วัดอื่นๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของ Uptime และ เปอร์เซ็นต์ของการบรรลุระดับการให้บริการ ตัวอย่างเช่น ศูนย์ข้อมูลภาครัฐของ Terremark ทำการสำรองการให้บริการโดยมี SLA ช่วงเวลาให้บริการ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งยังมีศูนย์ปฏิบัติการรักษาความปลอดภัยตลอดเวลา พร้อมความสามารถในการป้องกันและตรวจจับการรุกรานที่พัฒนาขึ้นเอง

การจัดการระบบรักษาความปลอดภัย (Security Management)

โดยทั่วไป มาตรฐานภาครัฐกำหนดให้ศูนย์ข้อมูลมีระบบรักษาความปลอดภัยทางกายภาพ (Physical security) ระบบควบคุมการเข้าถึง (Access Controls) และการควบคุมความปลอดภัยเครือข่าย (Network Security Control) ตัวอย่างของแนวปฏิบัติที่ดีบางส่วนที่คัดเลือกมา สำหรับ Security Controls ที่ครอบคลุมในหลายประเทศ มีดังต่อไปนี้

การควบคุมความปลอดภัยทางกายภาพ (Physical Security Controls)

- ตู้เก็บรักษาความปลอดภัย (Security containers)
- รั้วกั้นรอบบริเวณ (Perimeter fences)
- แผงกั้นรถยนต์ (Vehicle barriers)
- พื้นที่และพนักงานต้อนรับ
- เคาน์เตอร์ด้านหน้า ห้องสัมภาษณ์ หรือ ห้องประชุม
- ระบบเตือนภัย
- กล้องวงจรปิด CCTV



การควบคุมการจัดการเข้าระบบ (Access Management Controls)

- การบ่งชี้ การรายงาน และการแก้ไขการเข้าสู่ระบบโดยไม่ได้รับอนุญาต
- การเข้ารหัสข้อมูล (Data encryption)
- การจัดการโครงสร้าง (Configuration management)
- การเปลี่ยนทัศนวิสัยไปสู่การพึ่งพาอาศัยกัน (Visibility into interdependence)
- ระบบที่รัฐบาลสามารถเข้าถึงได้ vs. ผู้ให้บริการ

การควบคุมความปลอดภัยเครือข่าย (Network Security Controls)

- ตัวกรองปริมาณการใช้เครือข่าย (Network traffic filters)
- Firewall เพื่ออนุมัติเฉพาะการเข้าระบบที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น
- การใช้เครื่องมือตรวจจับการรุกร้าบนเครือข่าย
- นโยบายความปลอดภัยในการเข้าถึงเครือข่ายเป็นลายลักษณ์อักษรที่พร้อมใช้เสมอ ยกตัวอย่างเช่น นโยบายการใช้รหัสผ่าน (เช่น ไม่เผยแพร่ ความยาว การบังคับใช้ต่อ การต่ออายุ)
- โครงสร้างการรักษาความปลอดภัยเครือข่าย เช่น การปกป้องบริเวณโดยรอบ การตรวจจับการรุกร้า การยืนยันตัวตนและการอนุมัติ (passwords, RADIUS/TACACS, Secure IDs)

การฟื้นคืนสภาพจากภัยพิบัติ/ความต่อเนื่องทางธุรกิจ (Disaster Recovery/Business Continuity)

	<p>สหรัฐอเมริกา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าต่อเนื่อง พร้อมระบบสำรองไฟฟ้า (UPS) เช่น <ul style="list-style-type: none"> - ความจุ UPS ที่เพียงพอ ครอบคลุม ทั้งเครื่องปรับอากาศ และ แสงไฟ - ทดสอบระบบ UPS ในโหมดเต็มพิกัดตามตารางทุกเดือน - เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า UPS (ปริมาณเพียงพอสำหรับ 48 ชั่วโมง) เก็บไว้ในบริเวณอาคาร ● การวางแผนความต่อเนื่องทางธุรกิจ: <ul style="list-style-type: none"> - การสำรองข้อมูลเป็นรายวัน - ศูนย์ภัยเก็บเทป หรือ สถานที่จัดเก็บข้อมูลอย่างปลอดภัยอื่นๆ ในบริเวณศูนย์ข้อมูล กรณีเกิดภัยพิบัติธรรมชาติ - มีการจัดเก็บทั้งในและนอกสถานที่ศูนย์ข้อมูล
	<p>อินเดีย</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● นโยบายบังคับ DR/BCP: Ministry of Electronics & Information Technology (MeitY) ของอินเดียออกกฎบังคับให้ ศูนย์ข้อมูลประจำรัฐ (state data centers หรือ “SDC”) มีแนวทางการฟื้นฟูจากภัยพิบัติ (Disaster Recovery) และ การวางแผนต่อเนื่องทางธุรกิจ (Business Continuity Plan) (DR/BCP) ที่เหมาะสม ควบคู่ไปกับการสำรองข้อมูล และ โครงสร้างพื้นฐานในการฟื้นฟู ● การจัดตั้งศูนย์ข้อมูลประเทศ เพื่อรองรับการฟื้นฟูจากภัยพิบัติในระดับรัฐ: National Informatics Center ของอินเดีย ได้จัดตั้ง National Data Center ในรัฐ Hyderabad, Pune และ Delhi ซึ่งเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายความเร็วสูง เพื่อรองรับการสำรองข้อมูล/แอปพลิเคชัน แม้เดิมที่ศูนย์ข้อมูลเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อรองรับการเก็บข้อมูลของรัฐบาลกลาง แต่สิ่งก่อสร้างเหล่านี้จะใช้เพื่อจุดประสงค์ในการฟื้นฟูศูนย์ข้อมูลประจำรัฐส่วนภูมิภาคจากภัยพิบัติด้วย





ออสเตรเลีย

รัฐบาลออสเตรเลีย ระบุข้อกำหนด SLA ด้านความปลอดภัยทางกายภาพและเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานข้อมูลภาครัฐดังนี้

- **Protective Security Policy Framework (PSPF):** ซึ่งแจ้งรายละเอียดข้อกำหนดการรักษาความปลอดภัยทางกายภาพและทางเทคนิคในเชิงกระบวนการ เพื่อป้องกันข้อมูลความลับในศูนย์ข้อมูลภาครัฐ โดยมีการจัดแบ่งโซนตั้งแต่ 1 ถึง 5 หน่วยงานต่างๆ ถูกกำหนดให้ปฏิบัติตามข้อกำหนด SLA ด้านความปลอดภัยตั้งแต่โซน 3 ขึ้นไป ขณะที่ข้อมูลข่าวกรองแห่งชาติ (National Intelligence หรือ รู้จักกันทั่วไปว่า Codeword information) ต้องมีการรับรองเพิ่มเติมจาก Australian Security Intelligence Organization (ASIO-T4)

โซนความปลอดภัยทางกายภาพ	ระดับความปลอดภัย	การควบคุมการเข้าถึง	ตัวอย่าง
โซน 1	ไม่ปลอดภัย/จำกัด	กำหนดโดยประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัย	พื้นที่รอบอาคารหรือพื้นที่ในฐานทัพกลาโหมที่สาธารณชนเข้าถึงได้
โซน 2	ต่ำ	ไม่จำกัดการเข้าถึงสำหรับบุคลากรกลาโหมหรือจำกัดการเข้าถึงสำหรับสาธารณชน	ฐานทัพกลาโหมใช้ในการปกป้องทรัพย์สินไม่มีความลับมีความเสี่ยงสูงที่ไม่สามารถดูแลหรือเก็บไว้ภายในอาคารได้
โซน 3	พื้นที่รักษาความปลอดภัยที่มีการควบคุมความปลอดภัยขั้นสูง	จำกัดการเข้าถึงสำหรับบุคลากรกลาโหมและผู้รับเหมา โดยผู้เข้าเยี่ยมชมต้องได้รับการคุ้มกันเท่านั้น	ผสมผสานการรักษาความปลอดภัยที่ใช้ในการปกป้องทรัพย์สินความลับที่มีความเสี่ยงสูงที่ไม่

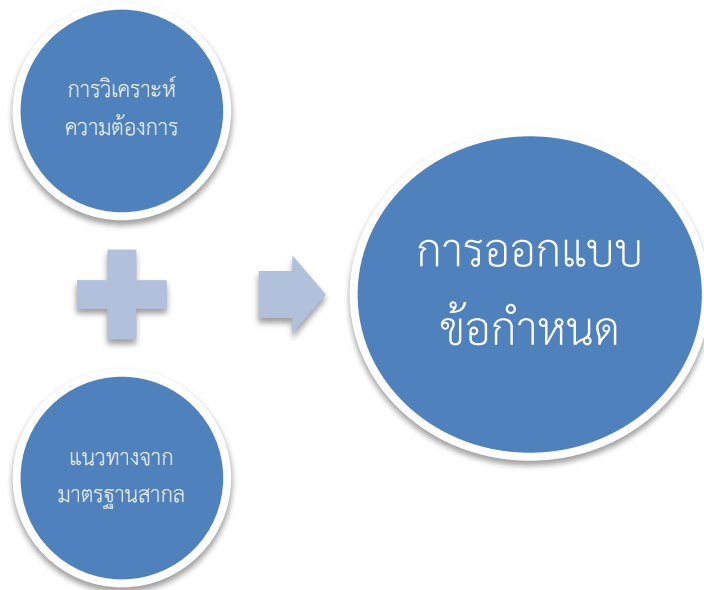
				สามารถดูแลและเก็บไว้ภายในอาคารได้	
		โซน 4	พื้นที่รักษาความปลอดภัยที่มีระดับการควบคุมความปลอดภัยสูงขึ้น	ควบคุมการเข้าถึงอย่างเข้มงวดสำหรับบุคลากร กลาโหมและ ผู้รับเหมา โดยผู้เข้าเยี่ยมชมต้องได้รับการคุ้มกันเท่านั้น ผู้เข้าเยี่ยมชมจะถูกคัดออก ยกเว้นจะมีการยืนยันตัวตน	โปรดดูโซน 3 โดยปกติใช้ในการเก็บรักษาข้อมูล ซึ่งการสูญเสียจะส่งผลกระทบต่อทางธุรกิจถึงขั้นสูงสุด
		โซน 5	พื้นที่รักษาความปลอดภัยที่มีระดับการควบคุมความปลอดภัยสูงสุด	ลักษณะเดียวกับโซน 4 โดยมีการรับรองเพิ่มเติมจาก ASIO-T4	โดยปกติใช้เพื่อเก็บรักษาข้อมูล ซึ่งการสูญเสียจะส่งผลกระทบต่อทางธุรกิจถึงขั้นหายนะ เช่น ข้อมูลที่เก็บภายในอาคารของ Australian Intelligence Community
	สหรัฐอเมริกา	<p>ศูนย์ข้อมูลต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของ Federal Risk and Authorization Management Program (FedRAMP) และ Federal Information Security Management Act (FISMA)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ติดตามดูแลเครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์เครือข่ายเฉพาะด้าน ตลอด 24 ชั่วโมง 7 วันต่อสัปดาห์ ● ติดตามดูแลการให้บริการ firewall ตลอดเวลา ● บุคลากรสนับสนุนระดับ 2 ควรอยู่ในบริเวณใกล้เคียง 			

	<p>ฮ่องกง</p>	<p>เป็นมาตรฐานบังคับสำหรับศูนย์ข้อมูล หรือ ห้องคอมพิวเตอร์ที่ต้องปฏิบัติการรักษาความปลอดภัย Level III ในกรณีอุปกรณ์ไอทีดูแลข้อมูลลับสุดยอด/ข้อมูลลับ (TOP SECRET/SECRET) และปฏิบัติการรักษาความปลอดภัย Level II ในกรณีอุปกรณ์ไอทีดูแลข้อมูลความลับ (CONFIDENTIAL) โปรดดูคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับ Tier ต่างๆ (Tier I/II/III) จ ๑ ก “Guidelines for Security Provisions in Government Office Buildings” ที่เผยแพร่โดย Security Bureau</p>
---	---------------	--

การประยุกต์ใช้มาตรฐานกับศูนย์ข้อมูลภาครัฐ (Application of Standards – Government Data Centers)








หน่วยงานภาครัฐโดยทั่วไป นิยามข้อกำหนดของศูนย์ข้อมูล ตามความต้องการที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งระบุตามคุณลักษณะต่างๆ เช่น ความพร้อมใช้งานและการรักษาความปลอดภัยของแอปพลิเคชัน หรือ ระบบต่างๆ มาตรฐานสากลอื่นเป็นที่ยอมรับมักใช้เป็นแนวทางในการนิยามข้อกำหนดของศูนย์ข้อมูล อย่างไรก็ตาม

มาตรฐานเหล่านี้ไม่ถือเป็นคำสั่งบังคับใช้กับหน่วยงานภาครัฐในทางตรงกันข้าม บริษัทต่างๆ ใช้มาตรฐานสากลในการนิยามข้อกำหนดและผลลัพธ์ของมาตรฐานกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในกรณีบริหารจัดการศูนย์ข้อมูลเอง และ จัด



จ้างหน่วยงานภายนอกสำหรับการให้บริการศูนย์ข้อมูล ซึ่งแตกต่างจากหน่วยงานภาครัฐที่พึ่งพามาตรฐานเป็นข้อมูลในการนิยามข้อกำหนดเท่านั้น ทั้งนี้ แม้มีความพยายามลงทุนลงแรงใช้กรอบมาตรฐานร่วมกันในการรวมศูนย์การบริหารศูนย์ข้อมูลของหน่วยงานภาครัฐเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความสำเร็จกลับเกิดขึ้นน้อยเนื่องด้วยเหตุผลหลักจากความแตกต่างที่มีนัยสำคัญของลักษณะข้อมูลที่หน่วยงานต่างๆ ถือครองไว้

มาตรฐานศูนย์ข้อมูลบางมาตรฐานให้ความสำคัญต่อผลลัพธ์ เช่น Uptime ขณะที่มาตรฐานอื่น เช่น TIA ใส่ใจในรายละเอียดข้อกำหนดของผู้ให้บริการมากกว่า ด้วยเหตุที่หน่วยงานภาครัฐไม่ประสงค์ที่จะถูกข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับผู้ให้บริการรายหนึ่งรายใดปิดกั้นทางเลือกในการออกแบบศูนย์ข้อมูล ส่งผลให้เกิดแนวโน้มที่พินิจมาตรฐานแบบเปิด (Open Standards) และมาตรฐานที่เน้นผลลัพธ์ เช่น Uptime เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน นอกจากนี้ มีตัวอย่าง “ศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงาน” (Green Data Centers) ซึ่งกำลังมีความสำคัญมากขึ้น นำไปสู่การมุ่งเน้นมาตรฐานอย่าง “ใบรับรอง LEED” (LEED certification)

Standard	Leverage by government agencies	Comments
Uptime Institute		Outcome oriented standards with Tier structure used as guidelines
TIA-942		Detailed specifications of TIA 92 limit the direct application of standards
BICSI		Uptime and TIA guidelines more prevalent than BICSI with respect to government Datacenter design specifications
EN 50600		Limited awareness and application in Asia Pacific region
LEED		Increasing application of standards – given the focus on Green Datacenters.
Green Globes & Energy Star		LEED is the primary standard being used by government agency viz a viz other Green standards. Standards such as SS564 applied in Singapore also encompass elements of LEED
ISO (ISO 27031 & ISO 30134)		Leveraged for process guidelines – but not a mandated requirement for vendor / service providers

มาตรฐาน	การใช้ประโยชน์โดยหน่วยงาน ภาครัฐ	ความคิดเห็น
Uptime Institute	75%	มาตรฐานที่มุ่งเน้นผลลัพธ์ โดยใช้โครงสร้าง Tier เป็นแนวทาง
TIA-942	50%	ข้อกำหนดที่ละเอียดของ TIA-942 จำกัดการนำมาตรฐานไปประยุกต์ใช้อย่างตรงไปตรง
BICSI	25%	แนวทางของ Uptime และ TIA มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายมากกว่า BICSI ในด้านข้อกำหนดของการออกแบบศูนย์ข้อมูลภาครัฐ
EN 50600	25%	มีการรับทราบและการประยุกต์ใช้อย่างจำกัดในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก
LEED	75%	เป็นมาตรฐานที่มีการนำไปประยุกต์ใช้มากขึ้น โดยมุ่งเน้นเรื่องศูนย์ข้อมูลสีเขียว
Green Globes & Energy Star	25%	LEED เป็นมาตรฐานอันดับแรกที่หน่วยงานภาครัฐใช้ เมื่อเทียบกับมาตรฐานสีเขียวอื่นๆ มาตรฐานอย่าง SS564 ที่ใช้ในสิงคโปร์ เป็นการนำองค์ประกอบต่างๆ ของ LEED มาประยุกต์ใช้นั่นเอง
ISO (ISO 27031 & ISO 30134)	50%	นำมาใช้เป็นแนวทางในเชิงกระบวนการ แต่มิใช่ข้อกำหนดบังคับสำหรับผู้จัดจำหน่าย/ผู้ให้บริการ