# ข้อกำหนดความต้องการด้านระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ (Computer System and Hardware Specification) สำหรับศูนย์คอมพิวเตอร์หลัก และศูนย์คอมพิวเตอร์สำรอง

* **การออกแบบระบบเพื่อความต่อเนื่องในการทำงาน (High Availability Design)**

ระบบบริหารไฟฟ้าขัดข้อง ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ต้องติดตั้งอยู่สองแห่ง คือ ติดตั้งที่ศูนย์ข้อมูลหลัก (HQ IDC) และที่ศูนย์ข้อมูลสำรอง (DR IDC) ระบบงานที่ติดตั้งทั้งสองแห่งต้องทำงานในลักษณะสำเนาข้อมูลซึ่งกันและกันในลักษณะมิเรอร์ (Mirror) กล่าวคือข้อมูลจะทำสำเนาเพื่อให้เหมือนตลอดเวลา และเพื่อให้ระบบบริหารไฟฟ้าขัดข้องสามารถสนับสนุนการบริหารไฟฟ้าขัดข้องได้อย่างต่อเนื่อง

ระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ต้องออกแบบให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องอย่างเป็นระบบเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้น โดยใช้ความสามารถของระบบคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtual Machine) และอย่างน้อยต้องสามารถทำงานได้ดังต่อไปนี้

1. เมื่อระบบคอมพิวเตอร์หลัก (active) ที่ศูนย์ข้อมูลหลัก(HQ IDC) เกิดความผิดพลาดไม่สามารถทำงานได้ ระบบคอมพิวเตอร์สำรอง (standby) ที่ศูนย์ข้อมูลหลัก(HQ IDC) สามารถทำงานต่อเนื่องได้ทันที
2. เมื่อระบบคอมพิวเตอร์หลัก (active) และระบบสำรอง (standby) ที่ศูนย์ข้อมูลหลัก (HQ IDC) เกิดความผิดพลาดไม่สามารถทำงานได้ ระบบสำรอง(backup) ที่ศูนย์ข้อมูลสำรอง (DR IDC) สามารถทำงานต่อเนื่องได้โดยเร็ว

ความต่อเนื่องของระบบคอมพิวเตอร์ต้องออกแบบอย่างรอบคอบ คำนึงถึงสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจริงในทุกมิติ อาทิ เช่น หากใช้ระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือน (Virtual Machine) เป็นระบบหลัก (active) และระบบสำรอง (standby) ควรจัดสรรทรัพยากรให้ทำงานบนระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่ายทางกายภาพ (Physical Machine) ที่เป็นคนละเครื่องกัน

ในการจัดทำข้อเสนอโครงการ ผู้เสนอต้องอธิบายอย่างชัดเจนถึงรายละเอียดวิธีการที่ใช้ในการสำรองข้อมูล (backup/failover) เพื่อให้สามารถสนับสนุนการบริหารไฟฟ้าขัดข้องได้อย่างต่อเนื่อง และต้องทำการสาธิตการสำรองข้อมูล และการทำงานอย่างต่อเนื่องได้จริง ในช่วงการพัฒนาระบบงาน การสาธิตดังกล่าว หมายรวมถึงการทดสอบสถานการณ์สมมุติที่ร้ายแรง อาทิ เช่น กรณีระบบหลัก (active) ล้มเหลว และระบบสำรอง(standby) ต้องทำงานต่อเนื่องทันที หรือ กรณีศูนย์ข้อมูลหลักล้มเหลว ระบบ (backup) ที่ศูนย์ข้อมูลสำรอง ต้องทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยเร็ว

**8.1 ข้อกำหนดด้านประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์**

ระบบต้องได้รับการออกแบบให้มีประสิทธิภาพเพียงพอ รองรับปริมาณงานต่อไปนี้

1. ระบบ OMS ต้องรองรับการใช้งานจาก Outage Workstation ได้ไม่น้อยกว่า 350 ผู้ใช้งานพร้อมกัน
2. ระบบ OMS ต้องรองรับการใช้งานจากโมบายและเว็บบราวเซอร์ ได้ไม่น้อยกว่า 350 ผู้ใช้งานพร้อมกัน
3. ระบบ OMS ต้องมีระยะเวลาตอบสนองอย่างน้อยดังนี้
   1. สามารถรองรับ 99% ของการสอบถามหรือการสืบค้นข้อมูลและตอบสนองภายใน 3 วินาที โดยมีจำนวนที่ใช้ในการทดสอบร้อยละ 25 ของจำนวนผู้ใช้งานสูงสุด
   2. สามารถรองรับ 99% ของการบันทึกข้อมูลและตอบสนองภายใน 3 วินาที โดยมีจำนวนที่ใช้ในการทดสอบร้อยละ 25 ของจำนวนผู้ใช้งานสูงสุด
   3. สามารถรองรับการเรียกใช้ข้อมูล On-line และตอบสนองภายใน 5 วินาที โดยมีจำนวนที่ใช้ในการทดสอบร้อยละ 50 ของจำนวนผู้ใช้งานสูงสุด
4. ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบ
   1. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและอุปกรณ์ประกอบซึ่งติดตั้งที่ศูนย์ข้อมูลหลักใช้ทรัพยากร (CPU,Memory) ต้องไม่เกินกว่า 60% ของประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุดของเครื่อง
   2. ในแต่ละปี ระบบทั้งหมดต้องมีประสิทธิภาพการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 99.5% ของระยะเวลาทั้งหมดในรอบ 1 ปี (คำนวณระยะเวลาทำงาน 1 ปีเท่ากับ 360 x 24 ชั่วโมง)
   3. หากระบบไม่สามารถให้บริการได้ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้แล้วเสร็จภายใน 3 ชั่วโมง ยกเว้นในส่วนของระบบที่เกี่ยวข้องกับการเงินจะต้องแก้ไขให้แล้วเสร็จภายใน 1 ชั่วโมง
   4. กรณีทดสอบแผนฟื้นฟูภัยพิบัติจะต้องย้ายการปฏิบัติงานจากศูนย์คอมพิวเตอร์หลักไปยังศูนย์คอมพิวเตอร์สำรองที่กำหนดได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง
   5. กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินจนศูนย์คอมพิวเตอร์หลักไม่สามารถดำเนินการได้ ต้องดำเนินการให้ศูนย์คอมพิวเตอร์สำรองใช้งานได้ภายใน 1 ชั่วโมง

**8.2 ข้อกำหนดด้านฮาร์ดแวร์ของระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่าย**

1. ผู้รับจ้างต้องออกแบบ จัดหา และติดตั้ง ระบบฮาร์ดแวร์ที่จำเป็นทั้งหมดอย่างเพียงพอเพื่อให้ระบบบริหารไฟฟ้าขัดข้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่เงื่อนไขกำหนด
2. ผู้รับจ้างต้องพยายามจัดหาผลิตภัณฑ์ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์จากผู้ผลิตในประเทศ หรือ มีซัพพลายเออร์ (Supplier) ที่สามารถให้บริการผลิตภัณฑ์นั้นได้อย่างเต็มที่ในระยะยาว เช่น หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาประกันผลงาน
3. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย อุปกรณ์เครือข่าย และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดรวมถึงซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต้องใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย อุปกรณ์เครือข่าย และอุปกรณ์ประกอบทุกรายการ ได้กำหนดเป็นคุณสมบัติขั้นต่ำที่ใช้ในโครงการนี้ ผู้ประสงค์จะเสนอราคาจะต้องพิจารณาให้รอบคอบ หากได้พิจารณาแล้วเห็นว่า มีอุปกรณ์หรือซอฟต์แวร์ในข้อใด ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน ทั้งด้านประสิทธิภาพ ขนาด และจำนวน หรือจะต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์และ/หรือซอฟต์แวร์อีกในบางข้อ รวมทั้งการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในศูนย์คอมพิวเตอร์หลัก ศูนย์คอมพิวเตอร์สำรอง และการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ระหว่างศูนย์คอมพิวเตอร์หลักและศูนย์คอมพิวเตอร์สำรอง ผู้ประสงค์จะเสนอราคาจะต้องเสนอเพิ่มเติมจากข้อกำหนดในวันยื่นซองประกวดราคา เพื่อให้ระบบงานทั้งโครงการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อทดสอบการทำงานทั้งระบบแล้ว ปรากฏผลว่าไม่ผ่านเกณฑ์วัดประสิทธิภาพที่กำหนด ผู้ขายจะต้องปรับปรุงแก้ไขด้วยการเปลี่ยน/เพิ่มเติมอุปกรณ์และ/หรือซอฟต์แวร์ เพื่อให้ผลการทดสอบผ่านเกณฑ์วัดประสิทธิภาพ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใดๆ ทั้งสิ้นจากกฟภ. พร้อมทั้งต้องส่งมอบลิขสิทธิ์การใช้งานของซอฟต์แวร์ที่เพิ่มเติมนั้นให้เป็นกรรมสิทธิ์ของ กฟภ. ด้วย โดยให้ กฟภ. พิจารณาความเหมาะสมของอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ผู้ขายนำมาเปลี่ยน/เพิ่มเติม
4. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย อุปกรณ์เครือข่าย และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดรวมทั้งซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต้องใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายอุปกรณ์เครือข่าย และอุปกรณ์ประกอบทุกรายการ จะต้องได้รับการติดตั้งและปรับแต่งค่า Configuration ให้เหมาะสมโดยทีมงานที่มีความชำนาญเพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดและสะดวกต่อการบริหารจัดการ
5. การสำรองข้อมูล ผู้ประสงค์จะเสนอราคาจะต้องออกแบบหรือกำหนดวิธีการสำรองข้อมูลที่เป็นมาตรฐานและมีประสิทธิภาพ โดยสามารถสำรองข้อมูลในระบบจัดการฐานข้อมูลที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เสนอในประกวดราคานี้ได้ทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ สามารถสำรองข้อมูลได้ทั้งแบบควบคุมโดยผู้ดูแลระบบ (Manual) และสามารถตั้งค่าให้ระบบทำงานได้โดยอัตโนมัติ (Automatic) ซึ่งข้อมูลที่ถูกเก็บสำรองไว้จะต้องสามารถใช้งานทดแทนข้อมูลหลักที่เกิดความสูญหายหรือเสียหายได้ในระยะเวลาที่ กฟภ. กำหนด
6. การ Update ข้อมูลระหว่างศูนย์คอมพิวเตอร์หลักและศูนย์คอมพิวเตอร์สำรองของระบบงานที่จัดซื้อและพัฒนาขึ้นตามประกวดราคานี้ กำหนดให้สามารถทำงานได้ทั้งแบบ Synchronous mode และ Asynchronous mode หรือดีกว่า เพื่อให้ข้อมูลที่ศูนย์คอมพิวเตอร์หลักและศูนย์คอมพิวเตอร์สำรองเป็นปัจจุบัน
7. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย อุปกรณ์เครือข่าย และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด รวมถึงซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องที่ศูนย์คอมพิวเตอร์หลักและศูนย์คอมพิวเตอร์สำรอง จะต้องได้รับการออกแบบให้เหมาะสม ที่ต้องทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง x 7 วัน โดยไม่มีการปิดระบบ
8. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย อุปกรณ์เครือข่าย และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ต้องมีการใช้งาน CPU และ Memory ไม่เกินกว่า 60% ของประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุดของ Server และอุปกรณ์แต่ละชุด ส่วนอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบภายนอก (External Storage) ต้องมีการใช้งานไม่เกิน 60%
9. ซอฟต์แวร์ Licenses ต่างๆ สำหรับ เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายอุปกรณ์เครือข่าย และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดต้องมีลิขสิทธิ์ถูกต้องที่สอดคล้องกับประสิทธิภาพการทำงาน

**8.3 ความต้องการทั่วไปด้านฮาร์ดแวร์**

1. ความต้องการด้านฮาร์ดแวร์นี้มิได้เป็นข้อจำกัดที่เข้มงวดของในการเลือกจัดหาฮาร์ดแวร์ที่เหมาะสม ผู้รับจ้างอาจเสนอฮาร์ดแวร์ที่เหมาะสมกับคุณลักษณะของระบบซอฟต์แวร์ที่เสนอได้ หากแสดงให้เห็นได้ว่าดีกว่าเมื่อคำนึงถึงประสิทธิภาพและราคา ตัวอย่างเช่น อาจเสนอเซอร์เวอร์ชนิดเบลด (blade server) แทนที่จะเป็นแบบติดตั้งในตู้สำหรับจัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์ (Rack) หรือแบบอื่น
2. อย่างไรก็ตาม การเสนอฮาร์ดแวร์ดังกล่าว ยังคงต้องให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านอื่น เช่น ต้องครอบคลุมทุกฟังก์ชันของระบบ ความสามารถของระบบ ประสิทธิภาพของระบบ และความสามารถในการขยายประสิทธิภาพของระบบ รวมถึง ความปลอดภัยของระบบ และความต้องการด้านอื่นของระบบตามข้อกำหนด
3. ฮาร์ดแวร์ต้องได้รับการผลิต ประกอบ และจัดทำเอกสารประกอบผลิต ด้วยความชำนาญ ด้วยกระบวนการผลิตที่มีคุณภาพสูงได้รับมาตรฐานการควบคุมคุณภาพการผลิตทั้งจากผู้รับจ้างและผู้ผลิต อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และชิ้นส่วนฮาร์ดแวร์ทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน
4. ฮาร์ดแวร์ต้องได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001 และอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องใช้ไฟฟ้าที่แรงดัน 230VAC และความถี่ 50Hz
5. ฮาร์ดแวร์ต้องได้รับการปรับปรุงสิ่งที่จำเป็นตามที่ผู้ผลิตประกาศทั้งหมด นับตั้งแต่ผลิต

**8.4 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและ/หรือหน่วยประมวลผล และหน่วยความจำ**

1. ผู้รับจ้างต้องจัดหา เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและ/หรือหน่วยประมวลผล และหน่วยความจำ ที่มีสมรรถนะและความจุที่เพียงพอต่อการสนับสนุนให้ระบบบริหารไฟฟ้าขัดข้องทำงานได้อย่าง เต็มประสิทธิภาพและมีความพร้อมใช้งานตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนด
2. ระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่ายต้องจัดเตรียมทรัพยากรอย่างเพียงพอเพื่อให้สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ตามที่กำหนด โดยต้องมีทรัพยากรขั้นต่ำดังต่อไปนี้
   1. จำนวนแกนหน่วยประมวลผลกลางรวม 500 แกน (CPU core)
   2. ความจุรวมของหน่วยความจำหลัก 500 GBytes (รวมทั้งศูนย์ข้อมูลหลักและศูนย์ข้อมูลสำรอง)
   3. ความจุรวมของหน่วยความจำสำรอง 25 TBytes
3. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือนและเทคโนโลยีระบบเครือข่ายเสมือนที่ใช้ต้องรองรับระบบอีเทอร์เน็ท (Ethernet) ที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 10Gbps
4. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้ใช้ระบบเครือข่ายภายในของ กฟภ โดยผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ด้านเครือข่ายที่จำเป็นอื่นๆ ทั้งหมด รวมถึงซอฟต์แวร์ที่จำเป็น ที่จำเป็นทั้งหมด อาทิ เช่น โปรแกรมมอนิเตอร์ระบบเครือข่าย เป็นต้น
5. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและหน่วยประมวลผล ทางกายภาพ ต้องใช้ผลิตภัณฑ์ที่เข้ากันได้กับสถาปัตยกรรม x86 ที่เป็น 64 บิต แบบหลายแกน (64bit multi-core) รวมทั้หน่วยความจำหลัก (main memory) หน่วยความจำสำรอง (auxiliary memory) และการเชื่อมต่อทั้งหมด เพื่อให้รองรับ การแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและหน่วยประมวลผลรวมถึงหน่วยความจำสำรอง ต้องเป็น รุ่นใหม่ หรือเป็นรุ่นที่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย
7. ต้องมีซอฟต์แวร์ระบบที่จำเป็น (Operating System) พร้อมทั้งลิขสิทธิ์การใช้งานที่จำเป็นทั้งหมด (Client Access Licenses : CALs) รวมถึงต้องได้รับการปรับปรุงด้านความมั่นคงปลอดภัยที่เป็นเวอร์ชันล่าสุดแล้ว
8. ฮาร์ดแวร์ที่เสนอต้องมีความเป็นกลางเพียงพอที่จะสามารถปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ หรือ ทดแทน เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและ/หรือหน่วยประมวล ได้ในอนาคต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง ซอฟต์แวร์ระบบ หรือ ซอฟต์แวร์
9. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบและผลิตขึ้นเพื่อทำงานเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง 7 เจ็ดวัน
10. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายต้องไม่มีข้อจำกัดในการจัดสรร หน่วยประมวลผล หน่วยความจำหลัก หรือ หน่วยความจำสำรอง เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษใดๆ
11. ผู้รับจ้างต้องติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในตู้ Rack ที่จัดเตรียมให้ภายในโครงสร้างพื้นฐานศูนย์ข้อมูล (Information Data Center) ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

**8.5 ขอบเขตของงานติดตั้งระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย**

ขอบเขตของงานการติดตั้ง ประกอบด้วย อย่างน้อยดังต่อไปนี้

1. ตู้สำหรับจัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์ (Rack) ทุกตู้ ต้องติดตั้งจอมอนิเตอร์ชนิด TFT 17นิ้ว เมาส์แบบใช้แสง (optical mouse) และแป้นพิมพ์ เพื่อใช้เป็นช่องทางติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และบริหารจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์
   1. จอมอนิเตอร์และแป้นพิมพ์จะต้องติดตั้งไว้ภายในตู้และสามารถดึงออกใช้งานได้อย่างสะดวก ในลักษณะลิ้นชัก (drawer)
   2. ชุดมอนิเตอร์นี้ต้องสามารถใช้เป็นช่องทางในการติดต่อและจัดการ เครื่องคอมพิวเตอร์/หน่วยประมวลผลกลาง ที่อยู่ภายในตู้ Rack ผ่าน สวิทช์เควีเอ็ม (KVM switches)
2. หากไม่มีระบบพัดลมระบายความร้อน ผู้รับจ้างต้องติดตั้งชุดพัดลมระบายความร้อนด้านบน (overhead extractor fan kit)
3. ผู้รับจ้างต้องจัดหาสิ่งที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งทุกอย่างรวมถึงชุดต่อเชื่อมสายดิน
4. สำหรับอุปกรณ์ที่มีชุดแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรอง (Redundant Power Supply) ให้ติดตั้งแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรองให้สมบูรณ์พร้อมใช้
5. สำหรับอุปกรณ์ที่มีช่องต่อเครือข่ายสองช่อง ให้ติดตั้งเชื่อมต่อเครือข่ายทั้งสองช่องและปรับแต่งให้พร้อมใช้เพื่อยกระดับความน่าเชื่อถือของการเชื่อมต่อเครือข่าย ป้องกันความผิดพลาดโดยไม่ให้มีจุดเชื่อมเพียงจุดเดียว หรือ No Single-Point of Failure : NSPOF
6. ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง ระบบเครือข่ายความเร็วสูงโดยเฉพาะ (Dedicated high-speed interconnections) สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่าง ระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่าย กับ โครงสร้างพื้นฐานระบบจัดเก็บข้อมูล แบบ SAN (Storage Area Network) และ/หรือ แบบ NAS (Network Attached Storage)
   1. การเชื่อมต่อระบบจัดเก็บข้อมูลดังกล่าว อาจใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านระบบจัดเก็บข้อมูล เช่น FDDI หรือ อาจใช้ระบบเครือข่ายร่วมกับ ระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และ/หรือ หน่วยประมาลผลอื่น
   2. การเชื่อมต่อดังกล่าวต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง
7. หน่วยความจำสำรอง ของระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่ายหรือหน่วยประมวลผล ควรเชื่อมต่อด้วยระบบ RAID SSD โดยใช้เทคโนโลยีการเชื่อมต่อแบบ NVMe (Non-Volatile Memory Express) โดยมีการปรับแต่งค่าให้พร้อมทำงานในลักษณะที่สามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ได้ในขณะทำงาน หรือ hot-swap และจะต้องเตรียมหน่วยความจำสำรองไว้เผื่อเพื่อให้เปลี่ยนได้ทันที อย่างน้อยหนึ่งหน่วยต่อชุด (logical group of SSDs)
8. คอมพิวเตอร์แม่ข่าย/หน่วยประมวลผล จะต้องมีไฟแสดงแจ้งเตือน กรณีอุปกรณ์หรือระบบมีความผิดพลาดหรือผิดปรกติ
9. ต้องเตรียมหน่วยประมวลผลสำรอง ติดตั้งไว้ในตู้สำหรับจัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์ (Rack) อื่นแยกจากตู้หลัก เพื่อยกระดับความต่อเนื่องพร้อมใช้ ลดความผิดพลาดของระบบโดยการไม่ให้มีจุดเชื่อมเพียงจุดเดียว หรือ NSPOF (No Single Point of Failure)
10. คอมพิวเตอร์แม่ข่าย/หน่วยประมวลผล ต้องมีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบคู่ หรือ dual Network Interface Cards (NICs) เพื่อให้ระบบยังคงสามารถทำงานได้ แม้เชื่อมต่อเพียงช่องเดียว
11. อุปกรณ์สำรองจัดเก็บข้อมูลเทป (Tape Library) หรือเทคโนโลยีอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า รองรับการสำรองข้อมูลและระบบทั้งหมด สามารถสำรองข้อมูลและระบบงานได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยความถี่ไม่น้อยกว่าสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง มีความจุพร้อมสำรองข้อมูลทั้งหมดเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี พร้อมตั้งค่าให้พร้อมรองรับการกู้คืนระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**8.6 ข้อกำหนดคุณลักษณะของเครื่องคอมพิวเตอร์ สําหรับใช้งานระบบบริหารไฟฟ้าขัดข้องศูนย์ปฏิบัติการระบบไฟฟ้า จำนวน 240 ชุด**

1. ข้อกําหนดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ
   1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) หรือ 8 แกนเสมือน (8 Thread) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.00 GHz จํานวน 1 หน่วย
   2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจําแบบ L3 Cache Memory หรือ แบบ Smart Cache Memory ขนาดไม่น้อยกวา่า 12 MB
   3. มี BIOS ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย ภายใต้เครื่องหมายการค้าของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอ
   4. มีหน่วยความจําหลัก (RAM) แบบ DDR4 หรือดีกว่า ความเร็วไม่น้อยกว่า 2,133 MT/s ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB และสามารถขยายได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 16 GB โดยไม่ต้องถอด RAM ที่ติดตั้งอยู่เดิมออก
   5. มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ แยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจําขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB โดยมี Port เชื่อมต่อแบบ HDMI Port หรือแบบ Display Port หรือดีกว่า จํานวนรวมไม่น้อยกว่า 4 Ports เพื่อรองรับการเชื่อมต่อได้ไม่น้อยกว่า 4 จอภาพ
   6. มี Ethernet Card บน PCI หรือ Built-in บน Mainboard (Disable ได้) โดยสนับสนุนความเร็ว 10/100/ 1000 Mbps มี Interface เป็น RJ-45 พร้อม Software Driver จํานวน 1 Port
   7. แผงวงจรหลักมีช่องสําหรับเสียบ Slot แบบ PCI หรือแบบ PCI Express หรือดีกว่า จํานวนรวมกันไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
   8. มีช่องสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้
      1. USB Port ไม่น้อยกว่า 2.0 หรือดีกว่า จํานวนไม่น้อยกว่า 8 Ports โดยมี USB Port อยู่ด้านหน้าเครื่องไม่น้อยกว่า 4 Ports (โดยไม่ได้ดัดแปลงจากผู้ผลิต)
      2. Serial Port ไม่น้อยกว่า 1 Port
   9. หน่วยเก็บข้อมูลสํารอง
      1. มีหน่วยขับจานบันทึกแบบแข็ง (Hard Disk Drive) ชนิด SATA III หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 7,200 รอบต่อนาที จํานวน 1 หน่วย
      2. มีหน่วยขับแผ่นดิสก (DVD/RW Drive) ชนิดที่ใช้อ่านและเขียนแผน DVD Double Layer และแผ่นCD ทั่วไปได้ จํานวน 1 หน่วย หรือส่งมอบแฟลชไดรฟ์ (Flash Drive) ชนิด USB 3.0 ขึ้นไป โดยมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 128GB ทดแทน จํานวน 1 ชุด
      3. มี Media Card Reader แบบติดตั้งภายใน
   10. เมาส์ (Mouse) เป็นชนิด Optical พร้อมแผ่นรอง
   11. แป้นพิมพ์ (Keyboard) เป็นชนิด USB ไม่น้อยกว่า 104 Keys มีตัวอักษรภาษาไทย ภาษาอังกฤษและตัวเลขพิมพ์บนแป้นพิมพ์อย่างถาวร
   12. ตัวเครื่องหน่วยประมวลผลกลางที่เสนอ ต้องเป็นชนิด Mini/Micro Tower หรือ Tower ซึ่งถูกออกแบบมาให้สามารถถอดอุปกรณ์ประกอบ เช่น Hard Disk Drive, DVD/RW Drive ได้ โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือช่วย Tool-less Design
   13. มีโปรแกรมที่ทํางานร่วมกับคุณสมบัติของระบบปฏิบัติการ ที่สามารถกู้คืนระบบ (Backups and Recovery Program) ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายได้
   14. มีโปรแกรมตรวจสอบอุปกรณ์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย ภายใต้เครื่องหมายการค้าของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่เสนอ
   15. ระบบปฏิบัติการเป็น Microsoft Windows 11 Professional หรือเวอร์ชันใหม่กว่า ใช้ภาษาไทยได้ และมีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย โดย กฟภ. จะได้สิทธิ์ในการ Download และติดตั้ง Window Update ได้เองผ่านเครือข่าย Internet
   16. โปรแกรม Microsoft Office 2019 Standard Edition หรือ Version ใหม่กว่า สามารถใช้งานภาษาไทยได้และมีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
   17. มีสาย UTP มาตรฐานไม่ต่ํากว่า CAT5E และรองรับความเร็วไม่น้อยกว่า 100 Mbps โดยมีความยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร พร้อมหัว RJ45 จํานวน 2 หัว และยางหุ้มหัว RJ45 ทั้ง 2 ด้าน (ให้จัดส่งแบบเข้าหัวแล้ว พร้อมใช้งาน)
   18. มีระบบเสียงชนิดติดตั้งภายใน พร้อมลําโพงติดตั้งในตัวเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หรือติดตั้งกับจอภาพหรือลําโพงแบบ USB External Stereo จํานวน 1 ชุด
   19. แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply) เป็นชนิด 80 Plus หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 240 Watt
   20. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องเป็นเครื่องใหม่ และเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิตในปัจจุบัน
   21. มาตรฐานของผลิตภัณฑ์เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอ ต้องมีอย่างน้อยดังนี้
       1. ผลิตภัณฑ์ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ ต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสําหรับใช้งานกับไฟฟ้ากระแสสลับได้ตามมาตรฐานของไทย โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์แปลงระบบไฟฟ้าภายนอก
       2. ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ (CPU Case), แผงวงจรหลัก (Mainboard), จอภาพ (Monitor), แป็นพิมพ์(Keyboard) และเมาส์ (Mouse) เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
       3. ผลิตภัณฑ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และจอภาพที่เสนอ มีเทคโนโลยีประหยัดพลังงานไฟฟ้าตามมาตรฐาน Energy Star และได้รับการรับรองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม (EPEAT)
       4. ได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานบริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศขีดจํากัดสัญญาณรบกวนวิทยุ (มาตรฐานเลขที่ 1956-2553) หรือจากสถาบัน FCC
       5. ได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานบริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศเฉพาะด้านความปลอดภัย(มาตรฐานเลขที่ 1561-2556) หรือจากสถาบัน UL หรือ CSA
2. ข้อกําหนดคุณลักษณะเฉพาะจอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว จํานวน 3 ชุด
   1. มีจอภาพที่มีคุณลักษณะดังนี้
      1. จอภาพสีแบบ LED Backlight หรือ LED Backlit หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว
   2. มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 1,000:1
   3. มีความละเอียดของจอภาพ ไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080 จุดภาพ
   4. มี HDMI Port หรือแบบ Display Port หรือดีกว่า รวมไม่น้อยกว่า 1 Port
3. ข้อกําหนดคุณลักษณะเฉพาะเครื่องสํารองไฟ (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 3 kVA
   1. เป็นอุปกรณ์สํารองไฟฟ้าชนิด Tower ต้องเป็นของใหม่ และเป็นรุ่นที่ยังมีผลิตอยู่ในปัจจุบันและอุปกรณ์ที่เสนอทุกชิ้นส่วนต้องสามารถใช้งานติดต่อกันได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง
   2. เป็นอุปกรณ์สํารองไฟฟ้าชนิด True Online Double Conversion
   3. Output Power Capacity ไม่น้อยกว่า 2100 Watt/ 3000 VA
   4. รายละเอียดทางเทคนิค
      1. แรงดันไฟฟ้าขาเข้า (Input Voltage)
         1. แรงดันไฟฟ้าขาเข้า (Input Voltage) 220 Volts ±25% หรือดีกว่า
         2. ความถี่ไฟฟ้าขาเข้า (Input Frequency) 50 Hz ±10% หรือดีกว่า
      2. แรงดันไฟฟ้าขาออก (Output Voltage)
         1. แรงดันไฟฟ้าขาออก (Output Voltage) 220 Volts ±2% หรือดีกว่า
         2. ความถี่ไฟฟ้าขาออก (Output Frequency) 50 Hz ±0.1% (Battery Mode) หรือดีกว่า
         3. เวลาในการ Transfer Time ในสภาวะ Synchronous Transfer = 0MS
   5. มีระบบป้องกัน Short Circuits ,Overload ได้ เป็นอย่างน้อย
   6. สามารถแสดงสถานการณ์ทํางานต่างๆของอุปกรณ์สํารองไฟฟ้าแบบ LED หรือ LCD Display โดยมีรายละเอียด ดังนี้
      1. Battery
      2. Load
      3. Overload
      4. Bypass
      5. มีเสียงเตือนในสภาวะผิดปกติ
   7. สามารถทํางานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
   8. มีระบบ SNMP พร้อม Software ที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์และสามารถตรวจสอบ (Monitoring) และแสดงผล (Display) แบบ GUI หรือ Web based
   9. คุณลักษณะของชุดแบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบ UPS ที่เสนอ
      1. แบตเตอรี่ต้องเป็นชนิดที่เลือก (Container) ทําจากวัสดุที่มีคุณสมบัติไม่ลามไฟตามมาตราฐาน UL94-HBหรือดีกว่า
      2. แบตเตอรี่เป็นแบบ Valve Regulated Lead Acid
      3. แบตเตอรี่ที่เสนอต้องได้มาตราฐาน UL,IEC,BS,DIN อย่างน้อย 1 มาตราฐาน
      4. แบตเตอรี่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ที่ 2100 วัตต์ (Full Load) ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 15 นาที
   10. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อย่างน้อย 1 มาตราฐาน ได้แก่ EN50091/EN60950,IEC 801-2,CE หรือ FCC
   11. มีระบบ Surge protection เป็นไปตามมาตราฐาน IEC61000-4-5 class 3 หรือดีกว่า
   12. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1291 เล่ม 1-2553, ISO9001 และ ISO 14001
   13. มีเต้ารับไฟฟ้าประเภท NEMA 5-15 หรือ Universal Plug หรือ IEC320 จํานวนไม่น้อยกว่า 4 เต้ารับ ในกรณีอุปกรณ์ที่เสนอมีเต้ารับไฟฟ้าเป็น IEC320 จะต้องมี AC Extension Cord ซึ่งประกอบด้วยสายขนาดไม่ต่ํากว่า 3x25 SQ.MM. ยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร โดยสายต้องได้มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.11-2531) ปลั๊กชนิดขาแบนพร้อมกราวด์, สวิตซ์, อุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อมีการลัดวงจรแบบไม่ใช้ Fuse และเต้ารับคู่พร้อมกราวด์ (Grounding Duplex Universal Receptacle) ไม่น้อยกว่า 4 เต้ารับ
   14. สาย Patch Cord ชนิด UTP Cat5e หรือดีกว่า ความยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร จํานวน 1 เส้น สําหรับเชื่อมอุปกรณ์เครือข่าย