

ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference: TOR)

โครงการจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับวิจัยและพัฒนาระบบงาน

ด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ ๑ ระบบ และอุปกรณ์ Network and Security จำนวน ๒ ชุด

๑. ความเป็นมา

วว.สว. มีความจำเป็นต้องจัดหาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับวิจัยและพัฒนาระบบงานด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ ๑ ระบบและอุปกรณ์ Network and Security จำนวน ๒ ชุด สำหรับวิจัยและพัฒนาระบบงานด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศเพื่อทดแทนอุปกรณ์ชุดเดิมที่หมดอายุการใช้งาน

๒. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดหาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แม่ข่ายพร้อมอุปกรณ์ Network and Security สำหรับวิจัยและพัฒนาระบบงานด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ ของ วว.สว. เพื่อทดแทนอุปกรณ์ชุดเดิมที่หมดอายุการใช้งาน

๓. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

- ๓.๑. ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีคุณสมบัติตามที่ระบุในแบบเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ของคณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ หรือคณะกรรมการวินิจฉัยปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนด
- ๓.๒. ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องเป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- ๓.๓. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องไม่มีกรรมการหรือพนักงาน บวท. เป็นผู้จัดการ หุ่นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของบุคคลธรรมดาหรือของนิติบุคคล เป็นหุ้นส่วนในห้างหุ้นส่วนสามัญหรือห้างหุ้นส่วนจำกัด เป็นผู้ถือหุ้นรายใหญ่ในบริษัทจำกัดหรือบริษัทจำกัดมหาชน หรือเป็นที่ปรึกษาของกิจการนั้น
- ๓.๔. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือสาขาของผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย หรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคาสำหรับรายการเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย
- ๓.๕. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีเจ้าหน้าที่ที่เป็นพนักงานประจำที่มีความรู้ความสามารถในด้าน Network, Security และ Virtualization ดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย
 - ๓.๕.๑. ใบรับรองในระดับ Certified Network Professional หรือเทียบเท่า หรือสูงกว่า สำหรับอุปกรณ์ Network จำนวนอย่างน้อย ๑ ท่าน
 - ๓.๕.๒. ใบรับรองในระดับ Certified Internetwork Experts Enterprise Infrastructure หรือเทียบเท่า หรือสูงกว่า สำหรับอุปกรณ์ Network จำนวนอย่างน้อย ๑ ท่าน
 - ๓.๕.๓. ใบรับรองในระดับ Certified Network Professional Security หรือ Certified Professional Secure Networking หรือ Certified Security Administrator หรือ

Certified Network Security Administrator หรือ CompTIA CySA+ หรือเทียบเท่า หรือสูงกว่า สำหรับอุปกรณ์ Firewall จำนวนอย่างน้อย ๑ ท่าน

๓.๕.๔. ใบรับรองในระดับ Certified Professional Data Center Virtualization หรือ Certified Virtualization Administrator หรือเทียบเท่า หรือสูงกว่า สำหรับ Virtualization Software จำนวนอย่างน้อย ๑ ท่าน

๓.๕.๕. หนังสือรับรองสถานภาพการเป็นพนักงานของเจ้าหน้าที่ในข้อ ๓.๕.๑-๓.๕.๔ เจ้าหน้าที่ที่มีใบรับรองในรายการที่ ๓.๕.๑-๓.๕.๔ สามารถเป็นบุคคลเดียวกันหรือไม่ก็ได้ โดยใบรับรองทั้งหมดต้องยังไม่หมดอายุ ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ และจะต้องแนบสำเนาใบรับรอง (Certificate) ดังกล่าวมาพร้อมหนังสือรับรองสถานภาพการเป็นพนักงานประจำของบริษัทผู้ยื่นข้อเสนอ

๔. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

อุปกรณ์ทุกรายการที่นำ เสนอจะต้องเป็นของแท้ ของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน ไม่เป็นของเก่าเก็บ อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ทันที โดยมีคุณลักษณะเฉพาะตามรายละเอียดที่ บวท. กำหนด

๕. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องส่งมอบและติดตั้งระบบ/อุปกรณ์ทั้งหมดในโครงการเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับวิจัยและพัฒนาาระบบงานด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ ๑ ระบบ และอุปกรณ์ Network and Security จำนวน ๒ ชุด รวมทั้งการติดตั้งและฝึกอบรมให้ถูกต้องครบถ้วนภายในระยะเวลา ๒๑๐ วัน (สองร้อยสิบวัน) นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญา

๖. กำหนดยื่นราคา

ผู้ยื่นข้อเสนอต้องยื่นราคาไม่น้อยกว่า ๙๐ วัน นับจากวันยื่นข้อเสนอ

๗. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

จัดซื้อโดยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ โดยพิจารณาข้อเสนอเกณฑ์ราคารวมต่ำสุด

๘. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

๒๒,๔๔๔,๕๐๐ บาท

๙. งานงวดงานและการจ่ายเงิน

งวดเดียว และจ่ายเงินเมื่อได้รับมอบของและคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้รับไว้ใช้

๑๐. อัตราค่าบริการ

คิดอัตราค่าบริการในอัตราร้อยละ ๐.๒ ต่อวันของวงเงินรวมทั้งสัญญา

๑๑. การกำหนดระยะเวลาและเงื่อนไขการรับประกันความชำรุดบกพร่องและบริการหลังการขาย

ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องมีการรับประกันความชำรุดบกพร่องและให้บริการหลังการขายดังต่อไปนี้

- ๑๑.๑. มีการรับประกันความชำรุด บกพร่อง หรือการขัดข้องของพัสดุทุกรายการตามสัญญาแบบ On-Site Service เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๓ ปี (สามปี)
- ๑๑.๒. การรับประกันต้องครอบคลุม ค่าอะไหล่ ค่าแรง และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ทั้งหมด นับถัดจากวันที่ บวท. ได้รับมอบสิ่งของ และคณะกรรมการตรวจรับฯ ได้ทำการตรวจรับเรียบร้อยแล้ว
- ๑๑.๓. ต้องจัดให้มีช่องทางสื่อสารเพื่อให้ บวท. สามารถแจ้งเหตุขัดข้อง หรือ ติดต่อเพื่อขอรับคำปรึกษาด้านเทคนิคได้ตลอดระยะเวลารับประกัน ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ ระหว่างเวลา ๐๘.๐๐-๑๗.๐๐ น. เว้นวันหยุดราชการ ผ่านทางโทรศัพท์ จำนวนอย่างน้อย ๒ หมายเลข หรือทาง E-Mail หรือช่องทางอื่น ๆ ตามที่ได้ตกลงกัน ทั้งนี้จะต้องดำเนินการแก้ไขภายใน ๑ วันทำการ หากไม่สามารถแก้ไขได้ต้องจัดหาอุปกรณ์ทดแทนหรือวิธีการใด ๆ ที่ทำให้ระบบใช้งานได้ชั่วคราวภายใน ๓ วันทำการ หลังจากนั้นต้องแก้ไขให้เสร็จเรียบร้อยภายใน ๓๐ วันทำการ โดยนับตั้งแต่วันที่รับแจ้งเหตุ
- ๑๑.๔. ในระยะเวลารับประกัน หากมีการ Update Software, Firmware และ บวท. พิจารณาแล้วเห็นควรที่จะ Update Software, Firmware นั้น ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องทำการ Update Software, Firmware โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมแต่อย่างใด
- ๑๑.๕. มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อตรวจสอบสุขภาพของระบบปีละ ๒ ครั้งตลอดระยะเวลารับประกัน ณ สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ พร้อมจัดทำรายงานสถานะสุขภาพของระบบ (System Health Check Report) ที่มีหัวข้อดังต่อไปนี้ โดยจะต้องจัดทำรายงานให้แล้วเสร็จภายใน ๕ วันทำการหลังจากวันที่ได้เข้ามาดำเนินการตรวจสอบสุขภาพของระบบ
 - ๑๑.๕.๑. Executive Summary
 - ๑๑.๕.๒. Server Health Check แสดงข้อมูล Health Check ที่สำคัญของ Server
 - ๑๑.๕.๓. Storage Health Check แสดงข้อมูล Health Check ที่สำคัญของอุปกรณ์ Unified Storage
 - ๑๑.๕.๔. Network Health Check แสดงข้อมูล Health Check ที่สำคัญของอุปกรณ์ Core Network Switch และ Top of Rack Switch
 - ๑๑.๕.๕. Firewall Health Check แสดงข้อมูล Health Check ที่สำคัญของอุปกรณ์ Next Generation Firewall
 - ๑๑.๕.๖. Trend Analysis แสดงข้อมูลที่สำคัญโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลในรายงานฉบับก่อนหน้า แสดงแนวโน้มการเติบโตของข้อมูลหรือปริมาณการใช้ทรัพยากรที่สำคัญต่างๆ

๑๑.๕.๗. Recommendations and Action Items แสดงปัญหาหรือข้อเสนอแนะ/แนว
ทางแก้ไขโดยมีการจัดตามลำดับความสำคัญ หรือความรุนแรงของปัญหา/ผลกระทบ

๑๒. การฝึกอบรม (Training)

๑๒.๑. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องจัดฝึกอบรมโดยมีเนื้อหาและระยะเวลาไม่น้อยไปกว่า ๕ วันทำการ
สำหรับพนักงาน บวท. จำนวนไม่น้อยกว่า ๑๒ คน โดย บวท. จะจัดเตรียมสถานที่สำหรับการ
ฝึกอบรม และผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องจัดเตรียมเอกสารการประกอบการฝึกอบรมใน
แบบ Soft File รวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการอบรม และต้องทำการ
สอนโดยวิทยากรที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ หรือมีประสบการณ์การทำงานในหัวข้อต่อไปนี้เป็น
อย่างน้อย

- ๑๒.๑.๑. ภาพรวมสถาปัตยกรรมระบบและ System Configuration ที่สำคัญ
- ๑๒.๑.๒. การบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย Virtual Machine (Proxmox VE)
- ๑๒.๑.๓. การบริการจัดการ Container (Docker & Kubernetes)
- ๑๒.๑.๔. การบริหารจัดการ External Storage
- ๑๒.๑.๕. การบริหารจัดการ Backup Server (TrueNAS)
- ๑๒.๑.๖. การบริหารจัดการ VLAN/VXLAN และ Static/Dynamic Routing Protocol ผู้สอน
ต้องเป็นผู้มีใบรับรองในระดับ Certified Internetwork Experts Enterprise
Infrastructure หรือเทียบเท่า หรือสูงกว่า
- ๑๒.๑.๗. การบริหารจัดการอุปกรณ์ระบบเครือข่ายด้วยระบบปฏิบัติการ Broadcom SONiC
ผู้สอนต้องเป็นวิทยากรจากบริษัท Broadcom
- ๑๒.๑.๘. การบริหารจัดการอุปกรณ์ Next Generation Firewall ผู้สอนต้องเป็นผู้มีใบรับรอง
ในระดับ Certified Network Professional Security หรือ Certified Professional
Secure Networking หรือ Certified Security Administrator หรือ Certified
Network Security Administrator หรือ CompTIA CySA+ หรือเทียบเท่า หรือสูง
กว่า
- ๑๒.๑.๙. การใช้เครื่องมือ Infrastructure as Code (Ansible และ/หรือ Terraform)
- ๑๒.๑.๑๐. การตรวจสอบสถานะและสมรรถนะการทำงาน การดูแลและบำรุงรักษาระบบ/
อุปกรณ์เบื้องต้น
- ๑๒.๒. ผู้ชนะการประกวดราคา ต้องจัดทำกำหนดการฝึกอบรมตามหัวข้อที่กำหนดในข้อ ๑๒.๑ โดย
ต้องมีรายละเอียดหัวข้อย่อยของการอบรมในแต่ละหัวข้อ พร้อมรายชื่อวิทยากรและคุณสมบัติ/
คุณวุฒิ/ประสบการณ์ และต้องนำเสนอให้คณะกรรมการตรวจรับฯ พิจารณาให้ความเห็นชอบ
ก่อนดำเนินการฝึกอบรมเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๕ วันทำการ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับวิจัยและพัฒนา
ระบบงานด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ ๑ ระบบ และอุปกรณ์ Network and Security จำนวน ๒ ชุด

ก. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับวิจัยและพัฒนาระบบงานด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ ๑ ระบบ และอุปกรณ์ Network and Security จำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

๑. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับวิจัยและพัฒนาระบบงานด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ จำนวน ๑ ระบบ ประกอบด้วย

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| ๑.๑ เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย | จำนวน ๘ เครื่อง |
| ๑.๒ อุปกรณ์สำหรับจัดเก็บข้อมูลภายนอก (External Storage) | จำนวน ๑ เครื่อง |
| ๑.๓ อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Core Network Switch | จำนวน ๒ เครื่อง |
| ๑.๔ อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Top of Rack Switch | จำนวน ๕ เครื่อง |
| ๑.๕ อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Access Switch | จำนวน ๓ เครื่อง |
| ๑.๖ เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับสำรองข้อมูล (Backup Server) จำนวน ๑ เครื่อง | |
| ๑.๗ อุปกรณ์ประกอบการติดตั้งและอุปกรณ์อื่นๆ | |

๒. อุปกรณ์ Network and Security (Next Generation Firewall) จำนวน ๒ ชุด

ข. คุณสมบัติทางเทคนิคเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับวิจัยและพัฒนาระบบงานด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ ๑ ระบบ พร้อมอุปกรณ์ Network and Security จำนวน ๒ ชุด มีดังนี้

๑. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับวิจัยและพัฒนาระบบงานด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ 1 ระบบ ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

๑.๑. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจำนวนไม่น้อยกว่า 8 เครื่อง แต่ละเครื่องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

๑.๑.๑. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) AMD EPYC 9555P หรือ 9555 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย

๑.๑.๒. มีช่องสำหรับใส่หน่วยความจำ (DIMM Slot) ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง

๑.๑.๓. มีหน่วยความจำ RAM แบบ DDR5-5600 ECC Registered หรือดีกว่า มีขนาดหน่วยความจำรวมไม่น้อยกว่า 512 GB โดยแต่ละ DIMM มีขนาดไม่น้อยกว่า 64 GB

๑.๑.๔. มี Boot Disk แบบ M.2 NVMe PCIe Gen 4 หรือดีกว่าขนาดไม่น้อยกว่า 480GB ที่ใช้เทคโนโลยีหน่วยความจำแฟลชชนิด Triple-Level Cell (TLC) หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย และตั้งค่าการทำงานแบบ RAID 1 และมีคุณสมบัติต่อไปนี้

๑.๑.๔.๑. มีระบบ Power Loss Protection (PLP) หรือ Power-off Protection หรือ Power Failure Protection หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

- ๑.๑.๔.๒. มีค่า MTBF (Mean Time Between Failure) หรือ MTTF (Mean Time To Failure) อย่างน้อย 2 million device hours
- ๑.๑.๕. มีพอร์ตเชื่อมต่อไม่น้อยกว่า 7 พอร์ต โดยมีรายละเอียดดังนี้
- ๑.๑.๕.๑. มีพอร์ต LAN แบบ RJ45 เชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 10GBASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- ๑.๑.๕.๒. มีพอร์ต RJ45 สำหรับจัดการอุปกรณ์ สามารถเชื่อมต่อด้วย IPMI 2.0 ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- ๑.๑.๕.๓. มีพอร์ตเชื่อมต่อความเร็วแบบ QSFP28 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต ที่สนับสนุนโปรโตคอล RDMA over Converged Ethernet: RoCE v2 หรือ NVMe/RDMA หรือดีกว่า ได้เป็นอย่างน้อย และสนับสนุน Data Center Bridging (DCB) ตามมาตรฐานต่อไปนี้ เป็นอย่างน้อย
- ๑.๑.๕.๓.๑. IEEE 802.1Qbb
- ๑.๑.๕.๓.๒. IEEE 802.1Qau
- ๑.๑.๕.๓.๓. IEEE 802.1Qaz
- ๑.๑.๕.๓.๔. ทุกพอร์ตจะต้องเชื่อมต่อไปหา Core Network Switch ในข้อ ๑.๓ ได้ โดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้ และต้องระบุวิธีให้ชัดเจน
- วิธีที่ 1: มี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ MPO หรือ MTP ที่สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100GBASE-SR4 หรือดีกว่า ครอบคลุมจำนวนพอร์ต
- วิธีที่ 2: ใช้ Direct Attach Copper (DAC) Cable ที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100GBASE-CR4 หรือดีกว่า ครอบคลุมจำนวนพอร์ต
- ๑.๑.๖. มีช่องต่อขยายแบบ PCI-E 5.0 x16 แบบ FHHL หรือ OCP 3.0 Compatible หรือดีกว่า จำนวนรวมกันไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- ๑.๑.๗. สามารถติดตั้งบนตู้ Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้วได้ ตัวเครื่องมีขนาด 1U หรือ 2U หากรุ่นที่เสนอมีตัวเครื่องขนาด 2U ต้องสามารถรองรับการเพิ่ม CPU ในอนาคตได้อีกไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
- ๑.๑.๘. มี Power Supply แบบ Redundant ขนาดไม่น้อยกว่า 850W จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด และได้รับมาตรฐาน 80 Plus Platinum Level หรือดีกว่า ซึ่งใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทยได้

- ๑.๑.๙. มีพัดลมระบายความร้อนติดตั้งเต็มจำนวนความจุสูงสุดของเครื่อง
- ๑.๑.๑๐. อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องรองรับการติดตั้ง VMware vSphere, Ubuntu เป็นอย่างน้อยโดยมีเอกสารรองรับจากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือเอกสารข้อมูลผลิตภัณฑ์ (Data sheet) ยืนยัน
- ๑.๑.๑๑. มีซอฟต์แวร์สำหรับบริหารจัดการ Server ที่สามารถแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และสามารถแสดงสถานะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) หรือก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ (Carbon Emission) หรือสามารถแสดงค่าการใช้พลังงานเพื่อนำไปคำนวณหา Carbon Emission ได้
- ๑.๒. อุปกรณ์สำหรับจัดเก็บข้อมูลภายนอก (External Storage) จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
 - ๑.๒.๑. เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลแบบ Unified Storage ซึ่งสามารถทำงานในแบบ SAN (Storage Area Network) และ NAS (Network Attached Storage) ได้ และเป็นชนิด NVMe All-Flash Storage
 - ๑.๒.๒. มี Controller จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุดและทำงานแบบทดแทนกันได้
 - ๑.๒.๓. มีหน่วยความจำ Cache ขนาดไม่น้อยกว่า 192GB ต่อ Controller
 - ๑.๒.๔. สามารถตั้งค่า RAID ชนิด RAID 0, 1, 5, 6, 10 ได้เป็นอย่างน้อย
 - ๑.๒.๕. มี Solid State Drive แบบ NVMe ที่ใช้เทคโนโลยีหน่วยความจำแฟลชชนิด Triple-Level Cell (TLC) หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 15.36 TB จำนวนไม่น้อยกว่า 28 หน่วย สามารถถอดเปลี่ยนแบบ Hot Swap ได้ และต้องมีช่องเสียบวางที่สามารถเพิ่มขยาย Drive ได้อีกไม่น้อยกว่า 8 หน่วย และมีคุณสมบัติต่อไปนี้
 - ๑.๒.๕.๑. มีระบบ Power Loss Protection (PLP) หรือ Power-off Protection หรือ Power Failure Protection หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
 - ๑.๒.๕.๒. มีค่า Endurance อย่างน้อย 1 DWPD (Drive Writes Per Day) เป็นเวลาอย่างน้อย 5 ปี
 - ๑.๒.๕.๓. มีค่า MTBF (Mean Time Between Failure) หรือ MTTF (Mean Time To Failure) อย่างน้อย 2 million device hours
 - ๑.๒.๖. สามารถรองรับการเพิ่มความจุแบบ Scale up โดยสามารถติดตั้ง Solid State Drive แบบ NVMe เพิ่มเติมได้ไม่น้อยกว่า 100 Drives โดยอาศัยการเพิ่ม Disk Enclosure และอุปกรณ์ต่อพ่วงเพิ่มเติม ภายใต้อุปกรณ์ Controller เดียวกัน
 - ๑.๒.๗. สามารถรองรับการเพิ่มความจุแบบ Scale out โดยสามารถเพิ่มชุด Controller และ Drive ได้อีกไม่น้อยกว่า 1 ชุด Controller

๑.๒.๘. มีพอร์ตเชื่อมต่อความเร็วแบบ QSFP28 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต ต่อ Controller รวมจำนวนพอร์ต QSFP28 ทั้งหมดไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต และทุกพอร์ตจะต้องเชื่อมต่อไปหา Core Network Switch ในข้อ ๑.๓ ได้ โดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้ และต้องระบุวิธีให้ชัดเจน

วิธีที่ 1: มี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ MPO หรือ MTP ที่สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100GBASE-SR4 หรือดีกว่า ครบตามจำนวนพอร์ต

วิธีที่ 2: ใช้ Direct Attach Copper (DAC) Cable ที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100GBASE-CR4 หรือดีกว่า ครบตามจำนวนพอร์ต

๑.๒.๙. สามารถใช้งาน NVMe over Fabrics (NVMe-oF) ที่ใช้ Transport Layer Protocol NVMe/RoCE v2 หรือ NVMe/RDMA เป็นอย่างน้อย

๑.๒.๑๐. มี Block Storage Protocol: iSCSI เป็นอย่างน้อย

๑.๒.๑๑. มี File Storage Protocol: NFS, SMB เป็นอย่างน้อย

๑.๒.๑๒. มี Object Storage Protocol: S3 หรือ REST API หรือ RESTful API หรือ Swift เป็นอย่างน้อย

๑.๒.๑๓. สามารถกำหนด QoS (Quality of Service) ได้

๑.๒.๑๔. สามารถทำ Data Deduplication ได้

๑.๒.๑๕. สามารถทำ Data Compression ได้

๑.๒.๑๖. มีคุณสมบัติในการทำ Multipath I/O ได้

๑.๒.๑๗. สามารถทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows Server, Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux ได้เป็นอย่างน้อย

๑.๒.๑๘. สามารถทำงานร่วมกับ VMware ได้

๑.๒.๑๙. สามารถใช้งาน Snapshot ได้ไม่น้อยกว่า 128 Snapshot ต่อ System

๑.๒.๒๐. สามารถทำ Volume Copy หรือ Clone ได้

๑.๒.๒๑. รองรับการทำให้ Volume Mirror หรือ Replication ได้

๑.๒.๒๒. สามารถทำ Thin Provisioning ได้

๑.๒.๒๓. มี IOPS ไม่น้อยกว่า 300,000 IOPS โดยอ้างอิงจาก Data Sheet หรือข้อมูลจากผลของ Simulator Software ของผู้ผลิต Storage พร้อมทั้งต้องแสดงจำนวน Controller, ขนาดของ Cache, จำนวน Disk ที่ใช้ในผล Simulation ด้วย ทั้งนี้หากจำนวน Controller, ขนาดของ Cache และ จำนวน Disk ที่ได้จากการ Simulation เกินจากที่ระบุเป็นคุณสมบัติขั้นต่ำในข้อ ๑.๒.๒, ๑.๒.๓ และ ๑.๒.๕ ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องเสนอให้ตรงตาม

Configuration ที่ให้ผลลัพธ์ของค่า IOPS ที่สอดคล้องกับผล Simulation และในช่วงการตรวจรับระบบต้องสามารถทดสอบและแสดงค่า IOPS จากโปรแกรม iometer หรือ fio หรือเทียบเท่า ภายใต้เงื่อนไขและสภาพแวดล้อมการทดสอบดังนี้

๑.๒.๒๓.๑. Block Size: 8 KB (Random I/O Pattern)

๑.๒.๒๓.๒. Read/Write Ratio: 70% Read, 30% Write

๑.๒.๒๓.๓. Access Pattern: 100% Random

๑.๒.๒๓.๔. Storage Volume Size: ไม่น้อยกว่า 5 TB per LUN

๑.๒.๒๓.๕. Storage RAID: RAID-6 หรือเทียบเท่า

๑.๒.๒๓.๖. จำนวน Server ที่ใช้ในการทดสอบ: 1,2,4,8 Server ตามลำดับ

๑.๒.๒๓.๗. IOPS ในการทดสอบขั้นต่ำที่ Generate จากแต่ละ Server: 37,500 IOPS

๑.๒.๒๓.๘. ระยะเวลาการทดสอบไม่น้อยกว่า 1 ชม.

๑.๒.๒๔. มี Redundant Power Supply แบบ Hot Swap จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด ซึ่งผ่านมาตรฐาน 80PLUS Platinum หรือดีกว่า และใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทยได้

๑.๒.๒๕. สามารถบริหารจัดการผ่าน Web ได้เป็นอย่างน้อย

๑.๒.๒๖. สามารถแจ้งเตือนผ่านทาง Email และ SNMP traps ได้เป็นอย่างน้อย

๑.๒.๒๗. มีซอฟต์แวร์สำหรับบริหารจัดการ Storage และมีฟังก์ชันในการแสดงค่า IOPS, Throughput ได้

๑.๓. อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Core Network Switch จำนวนอย่างน้อย 2 เครื่อง แต่ละเครื่องมีคุณสมบัติขั้นต่ำ ดังนี้

๑.๓.๑. เป็นอุปกรณ์ Open Networking Switch ที่รองรับการติดตั้งระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating System) ต่อไปนี้ Broadcom SONiC, Pica8, OcNOS ได้เป็นอย่างน้อย

๑.๓.๒. มี Network Operating System ยี่ห้อ Broadcom SONiC พร้อมการบริการสนับสนุนแบบ Enterprise Support เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

๑.๓.๓. ทำงานเป็น Layer 3 Switch ได้เป็นอย่างน้อย และสนับสนุน IPv4 และ IPv6

๑.๓.๔. มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 16 GB

๑.๓.๕. มี Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 64 GB หรือสูงกว่า

๑.๓.๖. มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ QSFP28 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 32 พอร์ต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- ๑.๓.๖.๑. มี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ LC Duplex รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน 100GBASE-CWDM4 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 10 Module
- ๑.๓.๖.๒. มีการเชื่อมต่อวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้ และต้องระบุวิธีให้ชัดเจน
- วิธีที่ 1: มี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ MPO หรือ MTP ที่สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100GBASE-SR4 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 16 Module
- วิธีที่ 2: มี Direct Attach Copper (DAC) Cable ที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100GBASE-CR4 จำนวนไม่น้อยกว่า 16 เส้น
- ๑.๓.๖.๓. มี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ LC Duplex รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน 10GBASE-LR หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 6 Module
- ๑.๓.๗. Switching Capacity หรือ Bandwidth Capacity ไม่น้อยกว่า 3 Tbps
- ๑.๓.๘. Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 2000 Mpps
- ๑.๓.๙. สามารถทำ Routing Protocol แบบ Static Route, OSPF, BGP ได้เป็นอย่างดี
- ๑.๓.๑๐. รองรับการสร้าง VLAN ได้อย่างน้อย 4,000 VLANs
- ๑.๓.๑๑. รองรับ MAC Address สูงสุดไม่น้อยกว่า 250,000 รายการ
- ๑.๓.๑๒. รองรับ Jumbo Frames สูงสุดไม่น้อยกว่า 9,000 Bytes
- ๑.๓.๑๓. รองรับการทำให้ Programmability โดยใช้ Tools ได้แก่ Terraform หรือ Ansible เป็นอย่างน้อย และรองรับ REST API สำหรับการทำให้ Network Automation เป็นอย่างน้อย
- ๑.๓.๑๔. รองรับ L3 Multipath แบบ 64-way Equal-Cost Multipath (ECMP) หรือดีกว่า
- ๑.๓.๑๕. รองรับโปรโตคอลสำหรับการทำ Network Virtualization และ Network Overlay คือ VXLAN, BGP-EVPN ได้เป็นอย่างดี
- ๑.๓.๑๖. มีคุณสมบัติ Data Center Bridging (DCB) ตามมาตรฐานต่อไปนี้
- ๑.๓.๑๖.๑. IEEE 802.1Qbb หรือ Priority Flow Control (PFC)
- ๑.๓.๑๖.๒. IEEE 802.1Qau หรือ Explicit Congestion Notification (ECN)
- ๑.๓.๑๖.๓. IEEE 802.1Qaz หรือ Enhanced Transmission Selection (ETS), DCB Exchange (DCBX)
- ๑.๓.๑๗. รองรับการทำให้ High Availability แบบ Multichassis Link Aggregation Group (M-LAG) และ Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) ได้เป็นอย่างดี

- ๑.๓.๑๘. มีชุดจ่ายไฟสำรอง (Redundant Power Supply) ไม่น้อยกว่า 2 ชุด โดยสามารถถอดเปลี่ยนชุดจ่ายไฟ โดยไม่จำเป็นต้องปิดอุปกรณ์ (Hot-swappable) และใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทยได้
- ๑.๓.๑๙. มีพัดลมระบายความร้อนติดตั้งเต็มจำนวนความจุสูงสุดของเครื่อง และถอดเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องปิดอุปกรณ์ (Hot-swappable)
- ๑.๓.๒๐. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่าน Port Management แบบ RJ45 ได้
- ๑.๓.๒๑. รองรับการทำให้ Traffic Analysis แบบ NetStream หรือ sFlow หรือ NetFlow หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- ๑.๓.๒๒. รองรับ Network Security Features เช่น ACLs (IPv4 และ IPv6), IEEE 802.1X, RADIUS และ TACACS+ ได้เป็นอย่างน้อย
- ๑.๓.๒๓. รองรับ Quality of Service (QoS) แบบ DiffServ, Traffic Classification และ Traffic Shaping ได้เป็นอย่างน้อย
- ๑.๓.๒๔. รองรับ Link Layer Discovery Protocol (LLDP)
- ๑.๓.๒๕. มีคุณสมบัติในการทำ Streaming Telemetry หรือเทียบเท่า สำหรับการมอนิเตอร์เครือข่ายแบบ Real-time
- ๑.๓.๒๖. รองรับ Network Time Protocol (NTP) หรือ Precision Time Protocol (PTP)
- ๑.๓.๒๗. มีความสามารถในการจัดการผ่าน CLI, SSH
- ๑.๓.๒๘. รองรับการจัดการผ่านโปรโตคอล SNMP, gNMI, Syslog ได้เป็นอย่างน้อย
- ๑.๓.๒๙. อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC, CB, UL, CE, RoHS-2.0 เป็นอย่างน้อย
- ๑.๔. อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Top of Rack Switch จำนวนอย่างน้อย 5 เครื่อง แต่ละเครื่องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
 - ๑.๔.๑. เป็นอุปกรณ์ Open Networking Switch ที่รองรับการติดตั้งระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating System) ต่อไปนี้ Broadcom SONiC, Pica8 ได้เป็นอย่างน้อย
 - ๑.๔.๒. มี Network Operating System ยี่ห้อ Broadcom SONiC พร้อมการบริการสนับสนุนแบบ Enterprise Support เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี
 - ๑.๔.๓. ทำงานเป็น Layer 3 Switch ได้เป็นอย่างน้อย และสนับสนุน IPv4 และ IPv6
 - ๑.๔.๔. มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ RJ45 สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 36 พอร์ต
 - ๑.๔.๕. มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ RJ45 สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 12 พอร์ต

- ๑.๔.๖. มีพอร์ตเชื่อมต่อ Uplink หรือ Trunking แบบ QSFP28 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต โดยทุกพอร์ตจะต้องมี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ LC Duplex สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100GBASE-CWDM4 หรือดีกว่า ครอบคลุมจำนวนพอร์ต
- ๑.๔.๗. มีหน่วยความจำ ไม่น้อยกว่า 8 GB
- ๑.๔.๘. มี Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 32 GB หรือสูงกว่า
- ๑.๔.๙. มี Switching Capacity หรือ Bandwidth Capacity ไม่น้อยกว่า 500 Gbps และมี Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 800 Mpps
- ๑.๔.๑๐. รองรับการสร้าง VLAN ได้อย่างน้อย 4,000 VLAN
- ๑.๔.๑๑. รองรับ MAC Address สูงสุดไม่น้อยกว่า 15,000 รายการ
- ๑.๔.๑๒. รองรับ Jumbo Frames สูงสุดไม่น้อยกว่า 9000 Byte
- ๑.๔.๑๓. สามารถทำ Routing แบบ IPv4/IPv6 Static Routing หรือดีกว่า
- ๑.๔.๑๔. มีความสามารถในการทำ Authentication แบบ RADIUS และ TACACS+ ได้เป็นอย่างดี
- ๑.๔.๑๕. มีชุดจ่ายไฟที่ทำงานทดแทนกันได้ (Redundant Power Supply) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด มีพัดลมระบายความร้อนจำนวนเต็มความจุสูงสุดของเครื่อง และสามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทยได้
- ๑.๔.๑๖. สามารถติดตั้งบน Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้วได้
- ๑.๔.๑๗. อุปกรณ์ต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE, CB, UL เป็นอย่างน้อย
- ๑.๔.๑๘. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, SNMP ได้
- ๑.๔.๑๙. ต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ Core Network Switch ในข้อ ๑.๓
- ๑.๕. อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Access Switch จำนวนอย่างน้อย 3 เครื่อง แต่ละเครื่องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
 - ๑.๕.๑. ทำงานเป็น Layer 2 Switch ได้เป็นอย่างน้อย และสนับสนุน IPv4 และ IPv6
 - ๑.๕.๒. มีพอร์ตเชื่อมต่อที่มีหัวต่อแบบ RJ45 สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100/1000BASE-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
 - ๑.๕.๓. มีพอร์ตเชื่อมต่อ uplink แบบ SFP+ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต โดยมี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ LC Duplex สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 10GBASE-LR หรือดีกว่า ครอบคลุมจำนวนพอร์ต
 - ๑.๕.๔. มีหน่วยความจำชนิด DRAM ขนาดไม่น้อยกว่า 512 MB และมีหน่วยความจำชนิด Flash Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 1GB

- ๑.๕.๕. มี Switching Capacity หรือ Bandwidth Capacity ไม่น้อยกว่า 100 Gbps หรือดีกว่า และมี Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 80 Mpps หรือดีกว่า
- ๑.๕.๖. รองรับการสร้าง VLAN ได้อย่างน้อย 4,000 VLANs
- ๑.๕.๗. รองรับ MAC Address สูงสุดไม่น้อยกว่า 15,000 รายการ
- ๑.๕.๘. รองรับ Jumbo Frames สูงสุดไม่น้อยกว่า 9,000 Byte
- ๑.๕.๙. สามารถทำ Routing แบบ IPv4, IPv6 Static Routing หรือดีกว่า ได้
- ๑.๕.๑๐. มีความสามารถในการทำ Authentication, Authorization แบบ RADIUS และ TACACS+ ได้เป็นอย่างน้อย
- ๑.๕.๑๑. รองรับการทำให้ Link/Port Aggregation Group ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 16 Group โดย รองรับการทำให้ Link/Port Aggregation ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 4 Link/Port per group
- ๑.๕.๑๒. อุปกรณ์สามารถใช้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยได้
- ๑.๕.๑๓. สามารถติดตั้งบน Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้วได้
- ๑.๕.๑๔. อุปกรณ์ต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE, CB, UL เป็นอย่างน้อย
- ๑.๕.๑๕. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, SNMP และ Web Management ได้
- ๑.๕.๑๖. ต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ Core Network Switch ในข้อ ๑.๓
- ๑.๖. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับสำรองข้อมูล (Backup Server) จำนวนอย่างน้อย 1 เครื่อง แต่ละเครื่องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
 - ๑.๖.๑. เครื่องอุปกรณ์แม่ข่าย (Server) สามารถติดตั้งบนตู้ Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้วได้
 - ๑.๖.๒. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 5th Gen Intel Xeon หรือ 4th Gen AMD EPYC หรือดีกว่า มีแกนประมวลผล (Core) ไม่น้อยกว่า 16 แกน (Core) มีความถี่ไม่น้อยกว่า 2.0 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - ๑.๖.๓. มีช่องสำหรับใส่หน่วยความจำ (DIMM Slot) ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
 - ๑.๖.๔. มีหน่วยความจำหลักแบบ DDR5 ECC Registered ขนาดรวมไม่น้อยกว่า 128 GB แต่ละ DIMM มีขนาดไม่น้อยกว่า 64 GB
 - ๑.๖.๕. รองรับการติดตั้ง Hard disk ชนิด SATA หรือ SAS ขนาด 3.5 นิ้ว ที่สามารถถอดเปลี่ยนได้แบบ Hot-swap ไม่น้อยกว่า 12 หน่วย
 - ๑.๖.๖. มี Boot Disk แบบ M.2 NVMe PCIe Gen 4 ที่ใช้เทคโนโลยีหน่วยความจำแฟลชชนิด Triple-Level Cell (TLC) หรือดีกว่าขนาดไม่น้อยกว่า 480GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย และตั้งค่าการทำงานแบบ RAID 1 และมีคุณสมบัติต่อไปนี้

- ๑.๖.๖.๑. มีระบบ Power Loss Protection (PLP) หรือ Power-off Protection หรือ Power Failure Protection หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- ๑.๖.๖.๒. มีค่า MTBF (Mean Time Between Failure) หรือ MTTF (Mean Time To Failure) อย่างน้อย 2 million device hours
- ๑.๖.๗. มี Hard Drive แบบ SATA หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 20 TB จำนวนไม่น้อยกว่า 9 หน่วย
- ๑.๖.๘. มี RAID Controller Card ที่รองรับการทำ RAID 0, 1, 5, 6, 10 พร้อม Cache ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- ๑.๖.๙. มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบใดแบบหนึ่งดังต่อไปนี้
- แบบที่ 1: QSFP28 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต โดยทุกพอร์ตจะต้องมี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ MPO หรือ MTP ที่สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 100GBASE-SR4 หรือดีกว่า ครอบคลุมจำนวนพอร์ต สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Core Network Switch ในข้อ ๑.๓
- แบบที่ 2: SFP28 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต โดยทุกพอร์ตจะต้องมี Transceiver Module ที่สามารถเชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 25GBASE-SR หรือดีกว่า ครอบคลุมจำนวนพอร์ต พร้อมทั้งมีการ Aggregate และมีอุปกรณ์แปลงสัญญาณให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Core Network Switch ในข้อ ๑.๓ ได้ตามมาตรฐาน 100GBASE-SR4 หรือดีกว่า
- ๑.๖.๑๐. มีพอร์ตแบบ RJ45 เชื่อมต่อได้ตามมาตรฐาน 10GBASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- ๑.๖.๑๑. มีพอร์ตแบบ RJ45 เพื่อรองรับการทำงานของ IPMI 2.0 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- ๑.๖.๑๒. มี Interface PCI-E 5.0 จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ช่อง โดยต้องมีชนิด x16 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- ๑.๖.๑๓. มี Power Supply แบบ Redundant ขนาดไม่น้อยกว่า 1200W และได้รับมาตรฐาน 80 Plus Platinum Level หรือดีกว่า ซึ่งใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทยได้
- ๑.๖.๑๔. อุปกรณ์ต้องมีห้อยเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในข้อ ๑.๑
- ๑.๗. อุปกรณ์ประกอบการติดตั้งและอุปกรณ์อื่นๆ
- ๑.๗.๑. ตู้ Rack สำหรับห้อง Server จำนวนอย่างน้อย 2 ตู้ แต่ละตู้มีคุณสมบัติดังนี้
- ๑.๗.๑.๑. เป็นตู้ Rack 19 นิ้ว ตามมาตรฐาน EIA-310 หรือเทียบเท่า ขนาด 42U เป็นอย่างน้อย สีดำ มีความกว้างไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 120 เซนติเมตร มีประตูเป็นแบบบานพับ บานประตูแบบที่มีช่องรูพรุนระบายอากาศ ด้านหน้า 1 บานและด้านหลัง 2 บาน

- ๑.๗.๑.๒. มีโครงสร้างเหล็กกล้าแข็งแรงรองรับน้ำหนักไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลกรัม ผิวเคลือบกันสนิมด้วยระบบ Powder Coating หรือการเคลือบผิวโลหะด้วยผงสีแห้ง หรือดีกว่า
- ๑.๗.๑.๓. มี Power Distribution Unit จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด แต่ละชุดรองรับกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 32A พร้อม Circuit Breaker, Overload Protection, Short Circuit Protection และ Surge Protection
- ๑.๗.๑.๔. ผ่านการรับรองมาตรฐาน IEC60297 เป็นอย่างน้อย
- ๑.๗.๒. ตู้ Rack สำหรับห้องสำนักงาน จำนวนอย่างน้อย 4 ตู้ แต่ละตู้มีคุณสมบัติดังนี้
 - ๑.๗.๒.๑. เป็นตู้ Rack 19 นิ้ว มาตรฐาน EIA-310 ขนาดไม่น้อยกว่า 15U มีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร
 - ๑.๗.๒.๒. มีโครงสร้างเหล็กกล้าแข็งแรงรองรับน้ำหนักไม่น้อยกว่า 150 กิโลกรัม ผิวเคลือบกันสนิมด้วยระบบ Powder Coating หรือการเคลือบผิวโลหะด้วยผงสีแห้ง หรือดีกว่า มีประตูหน้าแบบใส่ทำด้วยกระจกนิรภัยหรือพลาสติกใสคุณภาพสูงพร้อมระบบล็อก
 - ๑.๗.๒.๓. มีพัดลมระบายความร้อนแบบเสียงรบกวนต่ำ (Low Noise)
 - ๑.๗.๒.๔. มี Power Distribution Unit จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด แต่ละชุดรองรับกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 15A พร้อม Circuit Breaker, Overload Protection, Short Circuit Protection, Surge Protection
 - ๑.๗.๒.๕. มี Fiber Optic Patch Panel รองรับการเชื่อมต่อสาย Fiber Optic ไม่น้อยกว่า 12 Core ขนาดไม่น้อยกว่า 1U มีหัวต่อชนิด Ferrule Connector (FC) ครบตามจำนวน Core และมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย
 - ๑.๗.๒.๕.๑. Ferrule และ Alignment Sleeve ทำด้วยวัสดุ Zirconia Ceramic
 - ๑.๗.๒.๕.๒. Connector Body ทำด้วยโลหะที่มีความแข็งแรงทนทาน ไม่เป็นสนิม
 - ๑.๗.๒.๕.๓. Polish Type แบบ Ultra Physical Contact (UPC)
 - ๑.๗.๒.๖. มีขาตั้งปรับระดับได้
 - ๑.๗.๒.๗. ผ่านการรับรองมาตรฐาน IEC60297 เป็นอย่างน้อย
- ๑.๗.๓. Fiber Optic Patch Panel จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด รองรับการเชื่อมต่อสาย Fiber Optic ไม่น้อยกว่า 48 Core ขนาดไม่น้อยกว่า 1U มีหัวต่อชนิด Ferrule Connector (FC) ครบตามจำนวน Core และมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

- ๑.๗.๓.๑. Ferrule และ Alignment Sleeve ทำด้วยวัสดุ Zirconia Ceramic
- ๑.๗.๓.๒. Connector Body ทำด้วยโลหะที่มีความแข็งแรงทนทาน ไม่เป็นสนิม
- ๑.๗.๓.๓. Polish Type แบบ Ultra Physical Contact (UPC)
- ๑.๗.๔. อุปกรณ์ 10G Ethernet Adapter/Converter จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด แต่ละชุดมีคุณสมบัติดังนี้
 - ๑.๗.๔.๑. มีพอร์ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Computer PC/Notebook ด้วยพอร์ตชนิด Thunderbolt 3 หรือดีกว่า หรือ USB Type C หรือดีกว่า
 - ๑.๗.๔.๒. มีพอร์ตเชื่อมต่อ Ethernet LAN ที่มีหัวต่อแบบ RJ45 รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน 10GBASE-T ได้เป็นอย่างน้อย และมีไฟสัญญาณแสดงสถานะการเชื่อมต่อ LAN
 - ๑.๗.๔.๓. รองรับการใช้งานกับระบบปฏิบัติการ Windows 11 และ macOS โดยสามารถใช้งานแบบ Plug-and-play หรือมี driver สนับสนุนโดยครบถ้วน
 - ๑.๗.๔.๔. อุปกรณ์ต้องสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการเสียบต่อไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพิ่มเติมภายนอกตัวเครื่อง Adaptor/Converter
 - ๑.๗.๔.๕. ตัวเครื่องต้องเป็นโลหะ
- ๒. อุปกรณ์ Network and Security (Next Generation Firewall) จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีคุณสมบัติดังนี้
 - ๒.๑. เป็นอุปกรณ์ Appliance ที่ออกแบบขึ้นมาเฉพาะทาง เพื่อทำหน้าที่เป็น Next Generation Firewall
 - ๒.๒. มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ RJ45 รองรับการเชื่อมต่อความเร็ว 1 Gbps หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 16 พอร์ต
 - ๒.๓. มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ SFP รองรับการเชื่อมต่อที่ความเร็ว 1 Gbps หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 3 พอร์ต โดยจะต้องมี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ LC Duplex รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน 1000BASE-LX ครอบคลุมจำนวนพอร์ตทั้งหมดของเครื่อง
 - ๒.๔. มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ SFP+ รองรับการเชื่อมต่อที่ความเร็ว 10 Gbps หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 5 พอร์ต โดยจะต้องมี Transceiver Module ที่มีหัวต่อแบบ LC Duplex รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน 10GBASE-LR ครอบคลุมจำนวนพอร์ตทั้งหมดของเครื่อง
 - ๒.๕. มีพอร์ต Console แบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
 - ๒.๖. สามารถทำ Dynamic routing แบบ OSPF, BGP, RIP ได้เป็นอย่างน้อย
 - ๒.๗. รองรับการทำ Network Address Translation (NAT) และ Port Address Translation (PAT) ได้
 - ๒.๘. รองรับ IPv4 และ IPv6

- ๒.๙. Firewall Throughput ไม่น้อยกว่า 35 Gbps
- ๒.๑๐. Threat Protection Throughput ไม่น้อยกว่า 5 Gbps
- ๒.๑๑. สามารถรองรับการเชื่อมต่อพร้อมกัน (Concurrent Sessions) ได้ไม่น้อยกว่า 10,000,000 Sessions และสามารถรับการเชื่อมต่อใหม่ (New Sessions) ได้ไม่น้อยกว่า 350,000 Sessions/Second
- ๒.๑๒. รองรับการทำ IPsec VPN, SSL VPN ได้เป็นอย่างดี
- ๒.๑๓. รองรับการเชื่อมต่อผ่าน VPN แบบ Site-to-Site และ Client-to-Site
- ๒.๑๔. IPsec VPN Throughput ไม่น้อยกว่า 36 Gbps
- ๒.๑๕. รองรับโปรโตคอลสำหรับการทำ Network Virtualization และ Network Overlay คือ VXLAN, BGP-EVPN ได้เป็นอย่างดี
- ๒.๑๖. รองรับ SD-WAN สำหรับการจัดการเส้นทางการเชื่อมต่อที่หลากหลาย
- ๒.๑๗. รองรับการดำเนินงานลักษณะ Virtual Domains/Systems ได้อย่างน้อย 10 Virtual Domains/Systems
- ๒.๑๘. รองรับการทำ High Availability (HA) แบบ Active-Active หรือเทียบเท่า และ Active-Passive หรือเทียบเท่า ได้เป็นอย่างดี
- ๒.๑๙. มีชุดจ่ายไฟที่ทำงานทดแทนกันได้ (Redundant Power Supply) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- ๒.๒๐. อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC, VCCI, CE, CB, UL เป็นอย่างน้อย
- ๒.๒๑. สามารถทำ Content Routing ไประบบภายนอกด้วยโปรโตคอล ICAP หรือโปรโตคอลอื่นๆ ที่มีความสามารถเทียบเท่าหรือดีกว่า ได้เป็นอย่างดี
- ๒.๒๒. สามารถเชื่อมต่อกับระบบตรวจสอบภัยคุกคามภายนอก หรือ Cloud Service เพื่อวิเคราะห์ไฟล์และความเสี่ยงเพิ่มเติมได้
- ๒.๒๓. มีระบบตรวจสอบและแปลงไฟล์เพื่อกำจัดโค้ดที่เป็นอันตราย
- ๒.๒๔. มีความสามารถในการตรวจจับและป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัสและภัยคุกคามใหม่ๆ แบบ Real time
- ๒.๒๕. สามารถรับข้อมูลภัยคุกคาม (Threat Feed) จากภายนอกในรูปแบบ STIX ผ่านโปรโตคอล TAXII ได้เป็นอย่างดี โดยเลือก IP, Domain Name และ Malware Hash ได้เป็นอย่างดี
- ๒.๒๖. สามารถทำ Application Control and Visibility ครอบคลุมแอปพลิเคชันที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน
- ๒.๒๗. รองรับการตรวจสอบผู้ใช้งาน (User Authenticator) กับ ฐานข้อมูลผู้ใช้งานภายในอุปกรณ์ (Local User) , Active Directory (AD) และ RADIUS รวมถึงสามารถทำงานแบบ Single Sign-on ได้

- ๒.๒๘. สามารถทำ Multi-Factor Authentication ในรูปแบบต่างๆ เช่น Token-based, Mobile Application หรือเทียบเท่า หากอุปกรณ์ที่เสนอไม่มีคุณสมบัตินี้สามารถเสนอ Third Party Software อื่นๆ เพื่อเสริมให้มีความสามารถนี้ได้
- ๒.๒๙. สามารถส่ง Log แบบ Syslog ไปยัง Server ภายนอกได้
- ๒.๓๐. สามารถบริหารจัดการนโยบาย (policy) และการตั้งค่า Firewall และ SD-WAN ได้ผ่าน Web Browser ได้โดยตรง
- ๒.๓๑. มี Dashboard แสดงผลการใช้งานบนตัวอุปกรณ์เอง เพื่อแสดงข้อมูลแอปพลิเคชัน ทั้ง Inbound และ Outbound ในรูปแบบกราฟ หรือชาร์ต พร้อมแสดง Top applications ได้แบบ Real time และสถานะการใช้งาน CPU, Memory และ Session ได้เป็นอย่างดี โดยแสดงในรูปแบบกราฟได้

ค. การติดตั้งและการทดสอบระบบ

- ๑. บวท. ได้กำหนดร่างแผนภาพ Diagram (เอกสารแนบ 1) แสดงความต้องการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งร่างแผนผังสถานที่ติดตั้ง ณ บริเวณชั้น 1 อาคารปฏิบัติการ (เอกสารแนบ 2) โดยผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องเข้ามาสำรวจหน้างาน แล้วจึงจัดทำและนำเสนอแบบแสดงแผนภาพ Diagram ที่แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ แผนผังแนวเดินสายสัญญาณและสายไฟฟ้า รวมถึงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ในแต่ละ Rack โดยละเอียดให้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนและพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง/เดินสายเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 วันทำการ หลังจากที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นชอบแล้ว ให้ดำเนินการติดตั้ง/เดินสาย สำหรับอุปกรณ์ทั้งหมดและอุปกรณ์ประกอบตามแผนภาพที่ได้รับการอนุมัติแล้ว และต้องปรับปรุงรายละเอียดเพิ่มเติมให้เป็นปัจจุบันเพื่อนำส่งในวันส่งมอบอุปกรณ์และงานติดตั้งทั้งหมดให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ
- ๒. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องทำการติดตั้งระบบ/อุปกรณ์ต่างๆ ในโครงการ รวมถึงซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ณ บริเวณพื้นที่ชั้น 1 อาคารปฏิบัติการ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด (บวท.) สำนักงานใหญ่ ตามร่างแผนผังการติดตั้งอุปกรณ์ ที่ บวท. เป็นผู้กำหนดให้ โดยไม่ทำให้ระบบเดิมเสียหาย ทั้งนี้หากมีความเสียหายเกิดขึ้นจากการติดตั้งระบบ ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด และต้องดำเนินการแก้ไขให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยไม่เรียกหรือค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
- ๓. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องจัดหาและเดินสาย LAN แบบ CAT6A หรือดีกว่า ในห้องทำงาน 113 และห้องผู้อำนวยการกอง วว.สว. 114 จาก โต๊ะทำงานทุกตำแหน่ง และโต๊ะ Printer ตำแหน่งละ 2 เส้น ไปยัง Top of Rack Switch ในข้อ ข. ๑.๔
- ๔. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องจัดหาและเดินสาย LAN แบบ CAT6A หรือดีกว่า จาก Management Port ของอุปกรณ์ทุกตัว และตั้งค่าให้อยู่ Management VLAN เดียวกันเพื่อบริหารจัดการอุปกรณ์
- ๕. สาย LAN แบบ CAT6A ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ๕.๑. ใช้สาย UTP CAT6A ตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801:2017 Class EA หรือ ANSI/TIA-568.2-D Category 6A และมีวัสดุหุ้มสายแบบ Low Smoke Zero Halogen (LSZH)
- ๕.๒. ใช้หัวต่อ RJ45 CAT6A ที่มีหน้าสัมผัสชุบหรือเคลือบทองคำแท้ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.27 micrometer (μm) หรือ 50 microinch (μin) เข้าหัวสายตามมาตรฐาน T568B พร้อม Boot ป้องกันการหักงอที่มีคุณภาพสูง
- ๕.๓. ต้องมีรายงานผลการทดสอบประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลสำหรับสาย LAN CAT6A ทุกเส้น
๖. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องจัดหาและเดินสาย Fiber Optic ชนิด Single Mode และ Multi Mode สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามแผนภาพ/แผนผังที่ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุตามข้อ ค. ๑. และสำหรับกรณีที่มีการเดินสาย Fiber Optic ข้ามระหว่างห้อง จะต้องเดินสายผ่าน Fiber Optic Patch Panel ที่มีหัวต่อชนิด FC
๗. สาย Fiber Optic ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- ๗.๑. ใช้สาย Single Mode ชนิด OS2 หรือดีกว่า และเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60793
- ๗.๒. ใช้สาย Multi Mode ชนิด OM4 หรือดีกว่า และเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60793
- ๗.๓. ต้องมีรายงานผลการทดสอบ Optical Loss Test Set (OLTS) และมีผลการทดสอบประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลสำหรับสาย Fiber Optic ทุกเส้นที่มีการติดต่อเชื่อมสายผ่าน Fiber Optic Patch Panel
๘. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องตั้งค่า Configuration สำหรับอุปกรณ์ในโครงการ ตามที่ บวท. กำหนดให้
๙. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องติดตั้งตู้ Rack สำหรับห้องระบบอุปกรณ์ ณ ห้องระบบอุปกรณ์ 104 อาคารปฏิบัติการ จำนวนอย่างน้อย 2 ตู้ โดยมีคุณสมบัติและอุปกรณ์ประกอบตามข้อ ข. ๑.๗.๑ พร้อมทั้งติดตั้ง Breaker และเดินสายไฟฟ้า AC จากจุดที่ บวท. กำหนด
๑๐. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องติดตั้งตู้ Rack สำหรับห้องสำนักงาน ณ ห้องปฏิบัติงาน 113 จำนวนอย่างน้อย 3 ตู้ และสำหรับห้องประชุม 108 จำนวนอย่างน้อย 1 ตู้ โดยมีคุณสมบัติและอุปกรณ์ประกอบตามข้อ ข. ๑.๗.๒ และเดินสายไฟฟ้า AC จากจุดที่ บวท. กำหนด
๑๑. การเดินสายทุกเส้นทั้งสายสัญญาณ และสายไฟฟ้า ผู้ชนะการประกวดราคาต้องมีการจัดทำหมายเลข id ตามรูปแบบที่ บวท. กำหนด และทำ Label ที่ปลายสาย และตรงกลางสาย ทุกๆ ระยะ 5 เมตร ในกรณีที่เป็นเดินสาย Fiber Optic ข้ามระหว่างห้องปฏิบัติงานจะต้องมีท่อ Flex สำหรับห่อหุ้มสาย
๑๒. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งซอฟต์แวร์ดังต่อไปนี้
- ๑๒.๑. จัดหาและติดตั้งซอฟต์แวร์ Proxmox VE Version 9.1 หรือสูงกว่า พร้อม Subscription License ระดับ Basic ระยะเวลา 3 ปี โดยมี Subscription สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ในข้อ ข. ๑.๑ จำนวนไม่น้อยกว่า 8 เครื่อง และทำการติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ บวท. กำหนด
- ๑๒.๒. จัดหาและติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu 24.04 LTS หรือสูงกว่า บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย หรือ Virtual Machine ที่ บวท. กำหนด
- ๑๒.๓. จัดหาและติดตั้งซอฟต์แวร์ TrueNAS Community Edition บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับสำรองข้อมูล (Backup Server) ในข้อ ข. ๑.๖

- ๑๒.๔. จัดหาและติดตั้งซอฟต์แวร์ Ansible และ/หรือ Terraform บน Virtual Machine จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เครื่องตามที่ บวท. กำหนด
- ๑๒.๕. จัดหาและติดตั้งซอฟต์แวร์ MicroK8s เพื่อสร้าง Kubernetes Cluster ตาม Configuration ที่ บวท. กำหนด
- ๑๒.๖. จัดหาและติดตั้งซอฟต์แวร์ Docker บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย หรือ Virtual Machine ที่ บวท. กำหนด
๑๓. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องประเมินและแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ทุกรายการที่ติดตั้งในแต่ละ Rack โดยแสดงเป็นค่าในหน่วย VA หรือ Watt
๑๔. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องจัดทำและนำเสนอแผนดำเนินการซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง และดำเนินการจัดประชุม Kick off Meeting และแสดงข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในโครงการตามข้อ ค. ๑๓ ให้คณะกรรมการตรวจรับและทีมงานของ บวท. ทราบ ภายใน 2 สัปดาห์หลังจากลงนามสัญญา
๑๕. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องดำเนินการบริหารโครงการให้แล้วเสร็จตามกำหนดการส่งมอบ โดยจะต้องมีการจัดการประชุมติดตามความคืบหน้าการดำเนินโครงการให้คณะกรรมการตรวจรับและทีมงานของ บวท. ทราบความคืบหน้าเป็นประจำอย่างน้อย 2 สัปดาห์ต่อหนึ่งครั้ง

ง. การส่งมอบ

๑. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องจัดทำและส่งมอบแผนภาพ/แผนผังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย โดยต้องจัดทำแบบ Soft File ด้วยโปรแกรม draw.io ที่ บวท. สามารถแก้ไขเพิ่มเติมในภายหลังได้ พร้อมทั้งไฟล์ที่แปลงเป็นรูปแบบ PDF
- ๑.๑. แผนภาพ Wiring Diagram แสดงภาพรวมและรายละเอียดการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ
- ๑.๒. แผนภาพ Network Diagram ที่แสดงรายละเอียดของ VLAN/VXLAN และ Routing
- ๑.๓. แผนผังแสดงจุดติดตั้ง Rack อุปกรณ์ทั้งหมดแสดงตามแผนผังอาคาร และแผนผังแนวเดินสายสัญญาณและสายไฟฟ้าในแต่ละห้องที่มีการติดตั้งอุปกรณ์
๒. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องจัดทำและส่งมอบเอกสารรายละเอียดการติดตั้งและการกำหนดค่า Configuration สำหรับส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ Server, Storage, Virtualization, Container, Network Switch, Firewall, Backup Server เป็นอย่างน้อย และสคริปต์ Ansible หรือ Terraform ที่ใช้ในการติดตั้งและกำหนดค่าระบบ รวมถึง Username/Password สำหรับ User และ Admin ของทุกระบบ/อุปกรณ์ โดยเป็นเอกสารแบบ Soft File ที่จัดทำด้วยโปรแกรม Microsoft Word หรือในรูปแบบ mark down ที่ บวท. สามารถแก้ไขเพิ่มเติมในภายหลังได้ พร้อมทั้งไฟล์ที่แปลงเป็นรูปแบบ PDF
๓. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องส่งมอบซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่ใช้ติดตั้งในโครงการนี้ โดยจะต้องเป็น Executable File ที่สามารถนำไปติดตั้งได้ หรือในไฟล์รูปแบบ ISO image โดยต้องจัดทำข้อมูลสรุปว่าซอฟต์แวร์แต่ละรายการใช้ Version/Release อะไร โดยรวบรวมไฟล์ติดตั้งทั้งหมดบรรจุใน USB Drive และแยก Folder สำหรับแต่ละรายการให้ชัดเจน และสำหรับซอฟต์แวร์ Proxmox และ Ubuntu จะต้อง

นำไฟล์ติดตั้ง หรือไฟล์ ISO image ไปเขียนลงบน USB Drive แยกต่างหาก เพื่อให้สามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้ในรูปแบบ Install from USB Drive หรือ Boot from USB Drive ได้

๔. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องส่งมอบเอกสารรับรองและการรับประกัน ที่ระบุรายละเอียดการสนับสนุนและบริการหลังการขาย
๕. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องส่งมอบเอกสารคู่มือจากผู้ผลิต เช่น User Manual, Installation Manual, Technical Manual และอื่นๆ รวมทั้ง เอกสารข้อมูลผลิตภัณฑ์ (Product Data Sheet) ของอุปกรณ์ต่างๆ ในโครงการในรูปแบบ PDF และแสดงรายการเว็บไซต์ที่รวบรวมเอกสารข้อมูลคู่มือต่างๆ และเว็บไซต์สำหรับการสนับสนุนทางเทคนิคทั้งหมด โดยรวบรวมไฟล์ทั้งหมดบรรจุใน USB Drive และแยก Folder สำหรับแต่ละรายการให้ชัดเจน
๖. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องจัดทำรายงานสถานะสุขภาพของระบบ (System Health Check Report) ฉบับ Baseline ตามรายละเอียดในข้อต่อไปนี โดยต้องจัดทำและนำเสนอในรูปแบบ Soft File ด้วยโปรแกรม Microsoft Word หรือ Microsoft Powerpoint หรือ CANVA ที่ บวท. สามารถแก้ไขเพิ่มเติมในภายหลังได้ พร้อมทั้งไฟล์ที่แปลงเป็นรูปแบบ PDF
 - ๖.๑. Executive Summary
 - ๖.๒. Server Health Check แสดงข้อมูล Health Check ที่สำคัญของ Server
 - ๖.๓. Storage Health Check แสดงข้อมูล Health Check ที่สำคัญของอุปกรณ์ Unified Storage
 - ๖.๔. Network Health Check แสดงข้อมูล Health Check ที่สำคัญของอุปกรณ์ Core Network Switch และ Top of Rack Switch
 - ๖.๕. Firewall Health Check แสดงข้อมูล Health Check ที่สำคัญของอุปกรณ์ Next Generation Firewall
๗. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องจัดหาและส่งมอบสิทธิ์การใช้งานซอฟต์แวร์ Microsoft Visual Studio ประเภท Professional Standard จำนวน 1 License เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี