

## หมวดงานระบบสุขาภิบาล



หมวดที่ 1  
ขอบเขตของงาน

1. การดำเนินงานในภาคนี้ รวมถึงการจัดหาและติดตั้งทดสอบเครื่องจักรวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการบริการดูแลการทำงานของเครื่องกลและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นในระหว่างการก่อสร้าง เพื่อให้งานก่อสร้างระบบสุขาภิบาลเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ดังที่แสดงและชี้บ่งในแบบแปลนหรือข้อกำหนดหรือแบบไดอะแกรม
2. งานที่ไม่อยู่ในขอบเขต งานต่อไปนี้ไม่รวมอยู่ในขอบเขตของงานระบบสุขาภิบาลภาคนี้
  - 2.1 แท่นสำหรับรองรับอ่างล้างมือในห้องส้วม
  - 2.2 กระจกเงาต่าง ๆ
  - 2.3 ห้องส้วมและประตู
  - 2.4 สาย Feeder จาก Main Switch Board ในห้องไฟฟ้าไปยัง Load Centers ของระบบสุขาภิบาล
3. เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาลที่จะต้องติดตามและให้ความร่วมมือกับผู้รับจ้างด้านสถาปัตยกรรม โยธา เครื่องกล ไฟฟ้าและระบบอื่น ๆ ในการก่อสร้างระบบสุขาภิบาล
4. ให้ผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาลยึดถือแบบแปลน (Drawings) รายละเอียดข้อกำหนด (Specifications) ข้อกำหนดเพิ่มเติม (Addendum) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษในการสร้างระบบสุขาภิบาล ในกรณีที่มีข้อแย้งใดๆ ในข้อกำหนดทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้ยึดถือคำตัดสินชี้ขาดของวิศวกรผู้ออกแบบ โดยการยอมรับของผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร





หมวดที่ 2

โค้ด มาตรฐาน และกฎเกณฑ์ ในการออกแบบ

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุและอุปกรณ์ การประกอบ และการติดตั้ง จะต้องเป็นไปตามโค้ด มาตรฐาน และกฎเกณฑ์ล่าสุดของสถาบันวิชาชีพและสมาคมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- MWA : Metropolitan Waterworks Authority
- EIT : The Engineering Institute of Thailand
- TISI : Thai Industrial Standard Institute
- ANSI : American National Standard Institute
- NEC : National Electrical Code
- ASPE : American Society of Plumbing Engineer
- UL : Underwriter's Laboratories Inc.
- NEMA : National Electrical Manufacturers Association
- NFPA : National Fire Protection Association
- ASTM : American Society of Testing Materials
- BS : British Standard
- FM : Factory Mutual
- ASHRAE : American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc.
- WPCF : Water Pollution Control Federation, U.S.A.
- ANPC : American National Plumbing Code
- TIS : Thai Industrial Standard.



หมวดที่ 3  
ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

1. การติดตั้งระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย จะต้องกระทำโดยความปราณีตและเป็นไปตามข้อกำหนดที่กล่าวถึง ในข้อ 2 วัสดุ เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้งงานนี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้มาตรฐานผลิตจากโรงงานที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับของวิศวกรผู้ออกแบบ และผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุดเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ชำรุดหรือเสียหายซึ่งผลเนื่องมาจากการติดตั้งหรือการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ให้สามารถอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบ
2. แบบแปลน (DRAWINGS) แบบแปลนต่าง ๆ ที่แสดงเป็นเพียงแนวทางช่วยในการก่อสร้างเท่านั้น โดยถือเป็นไดอะแกรม (Diagram) และโดยประมาณแบบแปลนและรายละเอียด ข้อกำหนดใช้เป็นเพียงแนวทางช่วยอธิบายและช่วยทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ การวางแนวทางกำหนดขนาดและการจัดระยะการใช้งานของเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างต่าง ๆ ผู้รับจ้างจะต้องร่วมมือกับผู้ผลิตให้เป็นไปตามแบบแปลนและจะไม่สามารถเปลี่ยนได้โดยปราศจากการอนุมัติจากวิศวกรที่ปรึกษาควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษรหรือที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน ถ้าผู้รับจ้างไม่สามารถทำตามจุดประสงค์ที่กำหนดได้ ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawings เพื่อแสดงระยะและขนาดที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเปลี่ยนไปตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงจากการขัดขวางการใช้งานอื่น ๆ
3. ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและส่งมอบ Shop Drawings ให้วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน เพื่อขออนุมัติในการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายใน 30 วัน หลังจากการประมวลได้รับการตัดสินใจแล้ว Shop Drawings ในระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย จะต้องระบุรายละเอียดและวิธีการติดตั้ง การรองรับและระยะทิศทางเทียบกับงานโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อแสดงตำแหน่งที่แนบของวัสดุเครื่องมือ อุปกรณ์และ Shop Drawings ทุกแผ่นจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบควบคุมงานก่อนที่จะทำการติดตั้ง งานแต่ละช่วงส่วนใดก็ตามที่ผู้รับจ้างกระทำก่อนได้รับการอนุมัติจากวิศวกรที่ปรึกษาควบคุมงานให้ถือเป็นการเสี่ยงของผู้รับจ้างเอง วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานมีสิทธิที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วนและเปลี่ยนแปลงส่วนที่ได้ติดตั้งไปแล้วให้สอดคล้องกับแบบแปลนที่ได้ทำสัญญากันไว้โดยค่าใช้จ่ายส่วนที่เพิ่มขึ้นไม่ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง แต่ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด การอนุมัติและเอกสารต่าง ๆ จากวิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานจะต้องไม่ถือว่าการตรวจที่เสร็จสมบูรณ์ เพียง แต่เป็นการแสดงกรรมวิธีการก่อสร้างและการติดตั้ง ซึ่งงานต่าง ๆ ที่ได้กระทำลงไปก็ยังคงถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น เมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แบบแล้ว Shop Drawings จะต้องได้รับการแก้ไขและเขียนใหม่เป็นแบบ "AS BUILT" โดยที่ต้นฉบับ และสำเนา 2 ชุด ของ "AS BUILT" จะส่งให้กับผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการเตรียม Shop Drawing สำหรับผลิตภัณฑ์จากโรงงานและการติดตั้ง รวมถึงบริการทั้งหมด ภายใต้ขอบเขตสัญญานี้หรือตามความต้องการของวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและแน่ใจต่อการติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ทุกชิ้น และถ้าเป็นไปได้ให้ทำการวัดในงานก่อสร้างหรือโดยเทียบกับแบบแปลนก่อสร้าง เพื่อที่จะได้สอดคล้องและร่วมมือกับงานสถาปัตยกรรมงานโยธาและงานระบบอื่น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำการส่ง Shop Drawings ให้วิศวกร





ที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน เพื่อขออนุมัติทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ใด ๆ จากโรงงานจนกว่าจะได้รับ การอนุมัติ Shop Drawings จากวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน เป็นลายลักษณ์อักษร Shop Drawings ทั้งหมด จะต้องส่งมอบให้เจ้าของงานในรูปสำเนา 4 ชุด วิศวกรไม่ใช่เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ตรวจแบบให้ผู้รับจ้าง การอนุมัติ Shop Drawings เป็นเพียงหลักการ เท่านั้น โดยไม่ทำให้ผู้รับจ้างพ้นจากสภาพการรับผิดชอบต่อการติดตั้งและการบริการต่าง ๆ เพื่อให้งานเสร็จตรงกับจุดประสงค์ของข้อกำหนดแบบแปลนจะไม่มี การอนุมัติให้ดำเนินงานต่อไปก่อน ที่จะมีการจัดเตรียมและจัดส่ง Shop Drawings มาให้ตรวจการจัดเตรียม Shop Drawings จะต้องกำหนดตารางเวลาเพื่อที่จะรอการอนุมัติและจะต้องเป็นไปตามตารางการก่อสร้างงาน สถาปัตยกรรมงานโยธาและระบบอื่น ๆ

4. ข้อกำหนดรายละเอียดหรือแบบที่เขียนไว้สำหรับงานนี้ไม่ได้แสดงรายละเอียดของเครื่องมืออุปกรณ์ทุก ชนิดหรือแสดงการติดตั้งทั้งหมด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องคำนึงถึงเครื่องมืออุปกรณ์วัสดุต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับงาน แต่ละชั้น เพื่อให้งานชั้นนั้น ๆ เสร็จสมบูรณ์ วัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์ใดก็ตามที่แสดง ไว้ในแบบแต่ไม่ได้กำหนด หรือชี้บ่งในรายละเอียด ถ้าจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบและ/หรือให้ระบบสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา มาให้โดยตลอด
5. การคลาดเคลื่อนการตกหล่นหรือความผิดพลาดอันเนื่องมาจากแบบแปลนหรือรายละเอียดข้อกำหนด ให้ผู้รับจ้างคาดหมายว่าพบการเคลื่อน การตกหล่น หรือความผิดพลาดในการทำงาน และเป็นความ ตั้งใจของผู้ว่าจ้างที่จะให้ผู้รับจ้างดำเนินงาน ทั้งหมดที่ได้กำหนดในแบบแปลนและรายละเอียด ข้อกำหนด และจะต้องดำเนินการก่อสร้างที่จำเป็นสำหรับระบบสุขาภิบาลแต่ไม่ได้กล่าวแน่ชัดใน สัญญาว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ใช้ความคลาดเคลื่อน การตกหล่น หรือข้อผิดพลาดในแบบแปลน หรือรายละเอียดข้อกำหนดเป็นข้ออ้าง ในการเรียกร้อง ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างจะต้องดำเนินการสำรวจอย่างละเอียดเกี่ยวกับงานที่จะทำการ ก่อสร้างและ/หรือติดตั้งทำการตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในสนาม ตรวจสอบโครงสร้างและสาธารณูปโภค ตรวจสอบแบบแปลนและรายการข้อกำหนดต้องหาข้อมูลโดยเฉพาะแบบแปลนของระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ระบบสุขาภิบาล



## หมวดที่ 4

### ตัวอย่าง

1. ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นมาตรฐานตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนที่ติดตั้งดังนี้ Valves, Escutcheons ท่อทุกชนิด ข้อต่อต่าง ๆ ตระแกรง ระบายน้ำ ช่องทำความสะอาด Traps ที่แขวน และที่รองรับท่อ ฐานรองรับวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และอื่น ๆ
2. รายการที่ระบุต่อไปนี้จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการติดตั้ง
  - 2.1 ท่อและอุปกรณ์ และส่วนประกอบในระบบท่อทุกชิ้น
  - 2.2 ตะแกรงระบายน้ำ รวมถึงตะแกรงระบายน้ำที่พื้น ตะแกรงระบายน้ำฝน ช่องทำความสะอาด แทรป ( Trap )
  - 2.3 Valves, Vacuum Breakers, Shock Absorbers และอื่น ๆ
  - 2.4 เครื่องสูบน้ำต่าง ๆ เครื่องจักรกล วัสดุ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนระบบควบคุมทั้งหมดที่ใช้ในระบบ สุขาภิบาล
3. รายการที่ต้องการประกาศนียบัตรและใบรับรองแนบมา คือ ท่อต่าง ๆ ข้อต่อต่าง ๆ Valves เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ จะต้องมีประกาศนียบัตรและใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต หรือสถาบันที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบ

3.1 ระบบประปา

- ระดับน้ำต่าง ๆ ในถังน้ำประปาชั้นใต้ดิน
- สถานะของเครื่องสูบน้ำทุกเครื่อง
- ระดับน้ำต่าง ๆ ในถังเก็บน้ำใต้ดิน

3.2 ระบบระบายน้ำทิ้ง

- ระดับน้ำในบ่อ
- สถานะของเครื่องสูบน้ำ

แผงควบคุมดังกล่าวจะต้องทำด้วยเหล็ก และมีส่วนแสดงสัญญาณ (Pilot Lamp) และแสดง  
ความหมายของสัญญาณ เป็นข้อความอธิบายและไฟกระพริบพร้อมกระดิ่งเตือน (Alarm Bell)  
ขนาดของแผงจะต้องมีขนาดรวมประมาณ 1 x 2 เมตรหรือขนาดที่เหมาะสมไฟสัญญาณต่าง ๆ  
จะต้องถอดเปลี่ยนได้สะดวก แผงควบคุมนี้มีทั้งประจำที่ (Local) และส่งสายสัญญาณไปห้องควบคุม  
ส่วนกลาง





หมวดที่ 5

ปลอกกรองท่อ การตัด การปะ การป้องกันรั่วซึม

1. ปลอกกรองท่อ (SLEEVES)

ท่อที่เดินผ่านฐานราก พื้นผนัง ฝ้ากั้น และเพดานนอกอาคาร จะต้องรองด้วยปลอกตามขนาดที่พอเหมาะกับท่อเสียก่อน หากท่อที่จะผ่านทะลุพื้นอาคารมีจำนวนหลายท่อด้วยกัน ให้เจาะพื้นอาคารเป็นช่องให้ท่อผ่านแทนการใช้ปลอกกรอง ช่องที่เจาะนี้จะต้องเสริมกำลังตามความจำเป็นและเหมาะสมในอาคารคอนกรีต หากประสงค์จะติดตั้งปลอกกรองท่อน้ำไว้ ณ จุดใดก็ให้ติดตั้งในขณะที่เทคอนกรีตเลยทีเดียว ในผนังอิฐให้ติดตั้งปลอกกรองท่อนี้ในขณะที่ก่ออิฐมาถึงที่จุดนั้น ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบรายละเอียดของแบบและติดตั้งปลอกกรองท่อไว้ตามที่จำเป็นถึงแม้จะไม่ได้แสดงไว้ในรายละเอียดของแบบก็ตาม การใช้ปลอกกรองท่ออาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้

1.1 ขนาดของปลอกกรองท่อ

ปลอกกรองท่อที่จะนำมาใช้ในการรองท่อ ต้องให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในโตกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อน้อยกว่า 1 ซม. เว้นไว้แต่เมื่อท่อนั้นจะต้องเดินทะลุผ่านฐานรากหรือผนังที่รับน้ำหนัก ในกรณีเช่นนี้จะต้องให้ปลอกโตกว่าท่อน้อยกว่า 1.5 ซม.

1.2 ชนิดของวัสดุ

ปลอกกรองท่อจะต้องเป็นชนิดที่ทำด้วยวัสดุดังต่อไปนี้

- สำหรับฐานรากให้ใช้ Cast Iron Pipe
- สำหรับผนังที่รับน้ำหนักหรือฝ้ากั้นให้ใช้ Cast Iron, Wrought Iron หรือ G.S.P SCH 40
- สำหรับคอนกรีตให้ใช้ปลอก Wrought Iron หรือ G.S.P SCH 40
- สำหรับพื้นที่อาคารธรรมดา ให้ใช้ปลอกเหล็กเหนียวหรือเหล็กกล้า

1.3 ปลอกกรองท่อที่พื้นอาคาร

1. จะต้องฝังให้ปากปลอกสูงจากระดับพื้นที่ยังไม่ได้ตบแต่ง 2.5 ซม. และหลังจากที่เดินท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้อัดช่องระหว่างท่อกับปลอกท่อ ด้วยวัสดุประเภทพลาสติกให้แน่นและเรียบร้อยจนแน่ใจว่าน้ำรั่วซึมผ่านไม่ได้
2. ท่อต่างๆ ที่ผ่านผนัง ฝ้า และพื้นที่กันน้ำซึมจะต้องติดตั้งให้ลอดผ่าน Sleeves ที่ใช้กันน้ำซึม
3. เมื่อมีท่อต่างๆ ที่ไหลหรือทะลุผ่านฝ้าผนังพื้น ฝ้ากั้นห้องจะต้องติดตั้งและครอบด้วย Escutcheons ที่ทำด้วยทองเหลืองขัดมันหรือทองเหลืองชุบโครเมียม โดยยึดด้วยสกรูทองเหลือง หรือทองเหลืองชุบโครเมียมให้แน่นหนา
4. Flashing สำหรับพื้นและหลังคากระบายน้ำฝน จะต้องใช้ Flashing Rings ที่ได้รับอนุมัติจาก วิศวกรก่อน
5. ผู้รับจ้างจะกระทำการตัด ปะ และ Flashing เพื่อติดตั้งท่อและตะแกรงกระบายน้ำให้เป็นไปตามแบบ Shop Drawings ที่ได้รับอนุมัติแล้วนั้นได้ แต่ห้ามทำการตัด ปะ และ Flashing โครงสร้างที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว นอกจากได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานแล้วเท่านั้น



6. หลังจากการติดตั้งท่อแนวตั้งทั้งหมดในช่องท่อ (Pipe Shafts) ตามแบบที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างทำการปิดพื้นในบริเวณช่องท่อที่ระดับพื้นทุกชั้นและทุกช่องท่อด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก รายละเอียดของงานโครงสร้างส่วนนี้จะต้องสัมพันธ์กับงานโครงสร้างที่อยู่ข้างเคียง เช่น คาน เป็นต้น และจะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรโครงสร้างผู้ออกแบบก่อนการติดตั้งท่อแนวตั้งที่ระดับพื้นจะต้องหุ้มด้วย Sleeves เช่นเดียวกับข้อ 1



หมวดที่ 6  
ข้อต่อ และการต่อท่อ

1. ข้อต่อระหว่างท่อต่าง ๆ และข้อต่อระหว่างงานท่อกับอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ จะต้องต่อโดยไม่ให้มีลมรั่ว หรือน้ำรั่วได้ ก่อนที่จะใช้งานให้มีการเผื่อสำหรับการยืดหยุ่นระหว่างท่อต่าง ๆ และระหว่างงานท่อ และเครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ
  - 1.1 ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe: GSP)
    - ขนาดเล็กกว่า dia. 4" จะต้องต่อโดยใช้ข้อต่อ แบบเกลียว ซึ่งมีเกลียวได้ตามมาตรฐานของ BS.21 : 1973
    - ขนาด dia. 4" และใหญ่กว่า จะต้องต่อโดยใช้ข้อต่อ แบบหน้าแปลนตาม BS 10 และ BS 4504 : 1967 ยก เว้น แต่จะระบุ เป็นอย่างอื่น
  - 1.2 ท่อเหล็กดำ ( Black Steel Pipe: BSP)  
วัสดุสำหรับท่อน้ำดับเพลิง ใช้ท่อเหล็กดำชุบสังกะสี (Hot Dippei Galvanized) ชนิดไร้ตะเข็บ Schedule 40 ตามมาตรฐาน ASTM-A53, GRADE A
  - 1.3 ท่อเหล็กหล่อ (Cast Iron Pipe: CI)
    - ท่อเหล็กหล่อที่ใช้กับท่อ Soil, Waste, Vent และ Kitchen ในแนวตั้ง (Stack Pipe) การต่อท่อจะต้องใช้ ข้อต่อแบบ Hub & Spigot โดยอัดให้แน่นแล้วเทด้วยตะกั่วไม่น้อยกว่า 1 1/2"
    - ท่อเหล็กหล่อที่ใช้กับท่อ Soil, Waste และ Kitchen ในแนวนอน ที่ขนาดท่อใหญ่กว่า Dia.4" ให้ต่อท่อโดย Cast Iron Flanged Type
    - ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อในแนวตั้งให้ใช้ Drainage Pattern Type และต่อแบบ Hub & Spigot Type
    - ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อในแนวนอนที่ขนาดที่ใหญ่กว่า Dia.4" ให้ใช้ Flanged Type ส่วนท่อเล็กกว่า Dia 4" ให้ใช้ Coupling for Spigot Type Pipe
  - 1.4 ท่อ PVC
    - ขนาดเล็กกว่า Dia. 6" จะต้องใช้ข้อต่อแบบ Socket แล้วต่อท่อกับข้อต่อด้วย Solvent Cement ทั้งข้อต่อและน้ำยาประสานต้องได้มาตรฐาน
    - ขนาด Dia. 6" และใหญ่กว่าใช้ข้อต่อแบบ Slip-On พร้อมแหวนยางมาตรฐาน ASTM และ ม.อ.ก. หรือ วิศวกรอนุมัติ
  - 1.5 ท่อ PE
    - การต่อให้ใช้ต่อแบบ Bud - Joint Welding หรือ Flange Unit ในส่วนที่จะต้องมีการดูแลรักษาบ่อย ๆ
2. การต่อท่อแบบเกลียว  
จะต้องต่อด้วยสารประกอบที่ได้รับอนุมัติหรือใช้เทปพันเกลียวผสมน้ำมันที่มีคุณภาพ โดยที่จะต้องทา ลงบนท่อไม่ใช่เกลียวของอุปกรณ์ ห้ามใช้เชือกปอในการต่อท่อแบบเกลียว เกลียวของท่อต้องเกลาให้ เรียบไม่มีรอยขรุขระเหล็กและได้ขนาดความยาวเกลียวที่แน่นอนเมื่อทำการต๊าฟและตัดเกลียว และ จะต้องขันเกลียวท่อให้แน่นเข้ากับอุปกรณ์ท่อโดยที่ไม่ทำให้หน้าตัดของท่อลดน้อยลงไป
3. การต่อท่อแบบหน้างานจะต้องต่อโดยใช้ประเก็นยางแบบเต็มหน้าที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรก่อน





**หมวดที่ 7**  
**การแขวนโยงท่อและยึดท่อ**

ท่อที่เดินภายในอาคารและไม่ได้ฝัง จะต้องแขวนโยงหรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคง แข็งแรง อย่าให้โยกคลอนแกว่งไกวได้ การแขวนโยงท่อที่เดินตามแนวราบให้ใช้เหล็กยึดท่อตามขนาดของท่อ รัดไว้แล้วแขวนยึดติดกับโครงอาคารอย่างแข็งแรง หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกันเป็นแพ จะใช้เสาแทรกแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กยึดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ ที่แขวนท่อและเสาแทรกดังกล่าวนั้นหาก ในแบบระบุไว้จะต้องมีชะเนาะ (Turnbuckle) ประกอบไปด้วยเสาริจ เพื่อจัดท่อให้ได้ระดับเดียวกันได้ ในกรณี ที่ไม่อาจใช้ชะเนาะเกลียวได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์อื่นที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน ห้ามแขวนท่อ ด้วยโซ่ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง

1. ท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวตั้ง
  - 1.1 ท่อเหล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 3 นิ้วขึ้นไป ทุก ๆ ระยะครึ่งหนึ่งของความยาวของท่อแต่ละท่อน จะต้องมียึดหรือแขวนหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
  - 1.2 ท่อเหล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 2 1/2 นิ้ว ลงมา ทุก ๆ ระยะไม่ต่ำกว่า 120 ซม. จะต้องมียึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
  - 1.3 ท่อ PVC ทุก ๆ ระยะ 100 ซม. และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมียึดหรือรองรับ หรือแขวนอย่างน้อย หนึ่งแห่ง
  - 1.4 ท่อเหล็กหล่อจะต้องมียึดหรือแขวนหรือรองรับท่อทุก ๆ ชั้นของอาคาร หรือไม่น้อยกว่าทุกช่วง ของความยาว ท่อแต่ละท่อนและตรงฐานล่าง
2. ท่อที่วางในแนวราบหรือแนวระดับ
  - 2.1 ท่อเหล็กทุก ๆ ระยะไม่เกิน 200 ซม. จะต้องมียึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
  - 2.2 ท่อ PVC ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 100 ซม. และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมียึดหรือแขวนหรือรองรับทุก ๆ ระยะข้อต่อ และทุก ๆ ระยะครึ่งท่อนของท่อน
3. ท่อทุกชนิดที่วางอยู่ในดินจะต้องวางอยู่บนพื้นที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวท่อ และเมื่อกลับดินแล้ว จะต้องอัดดินเป็นชั้น ๆ
4. ท่อที่เดินในแนวระดับ จะต้องรองรับด้วยที่แขวนหรือที่รองรับแบบชิงช้า เหล็กเส้นที่ใช้แขวนให้มีขนาด ดังนี้

**ขนาดของท่อ**

**ขนาดของเหล็กเส้น**

ท่อเล็กกว่า หรือเท่ากับ 1 1/2"

dia. 3/8"

ท่อ 2" - 3"

dia. 3/8"

ท่อ 4" - 5"

dia. 1/2"

ท่อ 6"

dia. 5/8"

ท่อ 8" และ 12"

dia. 3/4"

5. ห้ามแขวนท่อเข้ากับท่ออื่น ๆ หรืออุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลอื่นใดทั้งสิ้น



หมวดที่ 8

ช่องทำความสะอาด ตะแกรงระบายน้ำ และแรป

1. ช่องทำความสะอาด

ช่องทำความสะอาดสำหรับท่อเหล็กหล่อต้องเป็นชนิดมีเกลียวมาตรฐานอันเข้ากับท่อหรืออุปกรณ์ของท่อเหล็กหล่อ และสกรูเทเปอร์ทำด้วยทองเหลืองมีหัวน็อตชนิดหกเหลี่ยมตันช่องทำความสะอาดสำหรับท่อเหล็ก จะต้องมีหัวน็อตทองเหลืองอุดไว้ จะต้องติดตั้งช่องทำความสะอาดพร้อมจุกอุดตรงฐานของท่อระบายน้ำในแนวตั้งทุกท่อและต้องมีทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนทิศทางของท่อและทุก ๆ 50 ฟุต ช่องทำความสะอาดที่วิ่งผ่านกำแพงหรือหันเข้าหาพื้นต้องใช้ตัว "Y" ชนิดยาว หรือ "Y" + 1/8 Bend พร้อมจุกอุดและแผ่นฝาครอบตามรายการสถาปนิกในแต่ละห้องฝาครอบสำหรับพื้นจะต้องเป็นบรอนซ์หรือทองเหลืองขัดมันชนิดคุณภาพดี ให้ผู้รับจ้างติดตั้งช่องทำความสะอาดสำหรับท่อตั้งทุก 3 ชั้น โดยติดตั้งช่องทำความสะอาดชนิดที่เปิดออกทางด้านข้างให้มีช่องเปิดประมาณเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางท่อและยาว 15 ซม.

2. ช่องดักไขมัน

ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งช่องดักไขมันตามแนวท่อระบายน้ำที่ติดตั้งแสดงไว้ในแบบ และท่อน้ำทิ้งที่รับน้ำทิ้งจาก Sink ทุกตัวที่พื้น ช่องดักไขมันจะต้องทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กไร้สนิมสำหรับรับน้ำทิ้งและสามารถรับไขมันได้ตามขนาดที่ระบุในแบบชนิดสามารถตั้งบนพื้นได้ ประกอบด้วยท่อเข้าและออกพื้นแบบลดหล่นกันรางระบายของแข็งที่ระบายอากาศภายในแรปแบบผนังสองชั้นลึกลงและมองเห็นผนังกันและฝาเปิดพร้อมช่องความดันต่ำท่อระบายไขมันวาล์วระบายไขมัน และอุปกรณ์การไหล

3. แรป

แรปต้องทำด้วยทองเหลืองหล่อ เหล็กหล่อ และ/หรือเหล็กอาบสังกะสี ทำเป็นชิ้นเดียวกันตลอดและต้องมีซิลไม่น้อยกว่า 2 1/2" ต้องทำด้วยวัสดุและหุ้มด้วยวัสดุและ/หรือกรรมวิธีเช่นเดียวกับท่อที่ต่อเข้ากับมัน ทั้งนี้นอกจากแรปขนาด 2" I.P.S. หรือเล็กกว่า ซึ่งไม่ฝังดินจะต้องเป็นทองเหลืองหล่อเท่านั้น แรปสำหรับสุขภัณฑ์ทั้งหมดต้องทำด้วยทองเหลืองเป็นชิ้นเดียวแบบ "P" ชุบโครเมียมหรือนิกเกิล พร้อมช่องทำความสะอาด และจุกที่มีประเก็น ซึ่งทำด้วยเหล็กชุบโครเมียมหรือนิกเกิล

4. ช่องระบายน้ำ

ช่องระบายน้ำจะต้องทำด้วยโลหะขึ้นดี แข็งแรง และเหนียว การหล่อจะต้องได้เนื้อโลหะที่ดีไม่มีรูพรุนหรือแข็งเป็นจุดแตกร้าวหรือข้อบกพร่องอื่นใด จะต้องเรียบและสะอาดทั้งด้านใน และด้านนอก และผิวต้องไม่มีคม และส่วนที่ขรุขระต้องเกลาให้เรียบ เหล็กหล่อต้องไม่เป็นชนิดที่นำมาตกแต่งอุดรูพรุนเพื่อทำให้อยู่ในลักษณะดีขึ้นความหนาของเหล็กหล่อต้องไม่น้อยกว่า 1/4" ขนาดของท่อระบายน้ำให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ Flashing ทำด้วยทองแดงหรือตะกั่วขนาด 2 ฟุต สีเหลี่ยมที่ทะลุขึ้นไปบนหลังคาจะต้องรัดหรือเชื่อมเข้ากับตัวท่อระบายน้ำให้แน่นหนาเพื่อที่จะกันน้ำซึม หรือลมรั่ว





- 4.1 ตะแกรงระบายน้ำพื้น (Floor Drains)  
ตะแกรงระบายน้ำ พื้นจะต้องเป็นเหล็กหล่อทั้งตัวโดยที่ส่วนบนเป็นทองเหลืองขัดมันหรือชุบโครเมียม แล้วแต่สถาปนิกอนุมัติ Double Drainage Flange and Weepholes, ตะกร้าที่เก็บผงถอดได้ และตะแกรงกันเอียง เมื่อใช้ติดตั้งกับพื้นกันน้ำซึมจะต้องใช้ Flashing Clamp
- 4.2 ตะแกรงระบายน้ำพื้นจากฝักบัว  
ตะแกรงระบายน้ำจากฝักบัว จะต้องเป็นแบบกลมพร้อมทั้ง Flashing Ring และฝาตะแกรงมีรูแบบบรอนซ์ชุบโครเมียมปรับได้
- 4.3 ตะแกรงระบายน้ำฝน  
ตะแกรงระบายน้ำฝนจะต้องเป็นเหล็กหล่อพร้อมด้วย Locking Beehive ชนิดถอดออกได้ Clamp สำหรับ Flashing เป็นชิ้นเดียวกันกับที่กันกรวด
- 4.4 ตะแกรงระบายน้ำฝนแบบไม่ต่อตรง (Indirect Drain)  
ตะแกรงระบายน้ำ แบบไม่ต่อตรงทำด้วยเหล็กหล่อแบบเดียวกับตะแกรงระบายน้ำพื้นมี Double Drainage Flange & Weepholes ท่อออกเป็นเกลียวตัวเมียที่รองเป็นกรวยทองเหลืองปรับระดับได้
- 4.5 ช่องทำความสะอาด และตะแกรงระบายน้ำ  
ช่องทำความสะอาดและตะแกรงระบายน้ำทั้งหมด จะต้องทำเครื่องหมายเพื่อให้สังเกตเห็นชัดเจน

## 5. DRIP PANS

จัดหาและติดตั้ง Drip Pans ชนิดกันน้ำซึม ทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดเบอร์ 18 เสริมด้วยฉากทองเหลือง ติดตั้งไว้ใต้ท่อน้ำ หรือท่อระบายน้ำทุกชนิดที่วิ่งเหนือเครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ใช้ท่อระบายขนาด 1 1/4" สำหรับน้ำบน Drip Pans มาลงตะแกรงระบายน้ำพื้นที่ใกล้ที่สุด



หมวดที่ 9  
ระบบระบายน้ำ

1. งานภาคนี้รวมถึงท่อน้ำฝนในแนวตั้ง ตะแกรงระบายน้ำและอื่น ๆ ตลอดจนถึงการขุดดิน การถมดิน การกลบการปรับแต่งพื้นผิวดินให้กลับอยู่ในสภาพเดิม ฯลฯ
2. จะต้องเตรียม Plug แบบเหล็กอาบสังกะสีอุดปลายท่อน้ำที่ยังต่อไม่เสร็จสมบูรณ์ทุกจุด เพื่อกันผงบูน ฯลฯ เข้าไปอุดตันในเส้นท่อ จะทำการถอด Plug ต่อเมื่อต้องการต่อท่อเท่านั้น
3. ท่อระบายน้ำที่ทำด้วยคอนกรีตเป็นแบบ Socket Joint with Cement Lining. ท่อจะต้องทำจากคอนกรีตเสริมเหล็กให้ได้มาตรฐานล่าสุดของ มอก. 128 ชั้นคุณภาพ 3
4. บ่อพักสำหรับท่อระบายน้ำ จะต้องสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาปิด ชนิดคอนกรีตเสริมเหล็กหรือตะแกรงเหล็กตามที่แสดงในแบบ จะต้องทำการก่อสร้างบ่อพักตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ และตรงจุดที่มี การเปลี่ยนแปลงทิศทางหรือบรรจบของท่อ
5. รางระบายน้ำจะต้องสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาปิดตามที่แสดงในแบบ และจะต้องทำการก่อสร้างตาม ตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ
6. ให้ผู้รับจ้างทำการปรับ Slope ของกันรางระบายน้ำ ( ROC) หรือตัวท่อระบายน้ำในแนวนอนอย่างน้อย 1: 200 ยกเว้นจะกำหนดเจาะจงเป็นอย่างอื่น



หมวดที่ 10  
ระบบระบายน้ำเสีย

1. งานในขอบเขตนี้รวมถึงท่อระบายน้ำเสีย การต่อท่อ ทางไหลเข้าของน้ำ ท่อระบายน้ำจากอาคาร ท่อ ส้วม ท่อน้ำทิ้ง ท่ออากาศ ท่อแยก แทรป ซึ่งจะต้องติดตั้งและต่อเข้ากับเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหมด หรือต่อ เข้ากับท่อหรืออุปกรณ์อื่นๆ ตลอดจนการขุดกลบและปรับแต่งพื้นผิวให้อยู่ในสภาพเดิม
2. ท่อในแนวระดับขนาด dia.3" และเล็กกว่าจะต้องวางให้ได้ระดับลาดเอียงอย่างสม่ำเสมอ 1:50 และท่อ ขนาดใหญ่กว่า dia. 3" ให้วางให้ได้ระดับลาดเอียง 1:50 ถ้าเป็นไปได้จะต้องไม่ให้ลาดเอียงน้อยกว่า 1:100
3. ท่อส้วม ท่อน้ำทิ้ง และท่ออากาศ จะต้องมีความหนาและติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ
4. ท่อทุกท่อที่วิ่งทะลุหลังคา จะต้องใช้ข้อต่อผ่านแบบออบสังกะสี อุปกรณ์ระบายอากาศชั้นหลังคา จะต้องเป็นแบบเหล็กหล่อออบสังกะสีชนิดได้รับอนุมัติ ปลอกกันน้ำรั่วเป็นเหล็กหล่อพร้อมหน้าจาน และที่ยึดเมื่อเดินท่อใต้พื้นดินจะต้องทำการทาด้วย Flint Coat และให้ใช้ผ้าดิบอย่างหนาหุ้มท่อแล้ว ทาด้วย Flint Coat พร้อมทั้งที่รองรับท่อ และข้อต่อต่าง ๆ ที่ยังไม่เสร็จเรียบร้อยจะต้องอุดด้วย Plug สำหรับอุดท่อให้แน่นหนาเพื่อกันฝนปน ฯลฯ ลงไปอุดตันในเส้นท่อ จะถอด Plug ออกต่อเมื่อ ต้องการต่อท่อเท่านั้น



หมวดที่ 11

การทาสีป้องกัน ( PROTECTIVE PAINTING)

1. การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ ระหว่างการขนส่ง

จะต้องทำความสะอาดเครื่องมืออุปกรณ์ทั้งหมดก่อนทำการขนส่ง เพื่อขจัดฝุ่น สนิม คราบไขมันรอยขรุขระในการเชื่อมและเศษโลหะ ผิวเครื่องมือที่ทำจากโลหะจะต้องทำการทาสี การทาสีจะต้องสามารถป้องกันอากาศที่มีไอเกลือ และจะต้องลอกออกได้เมื่อมาถึงบริเวณ ผิวเหล็กทุกชนิดจะต้องทาสีด้วยสีกันสนิม 2 ชั้น จะต้องทาสีภายในถังทั้งหมด ด้วยสารประกอบที่ล้างได้ง่ายและป้องกันการกัดกร่อนได้ ท่อต่างๆ วาล์ว และชิ้นส่วนอื่นๆ ซึ่งได้ผ่านการใช้น้ำทดสอบ ซึ่งไม่สามารถทำให้แห้งได้สนิท จะต้องทาสีด้วยน้ำมันที่ดูน้ำได้ก่อนที่จะทาสี

2. การทาสีบริเวณก่อสร้าง (Site Painting)

2.1 การทำความสะอาดผิวโลหะ : ผิวของโลหะทุกชนิดที่จะต้องทำการทาสีจะต้องทำความสะอาดเพื่อกำจัดสนิมออกไซด์ ขลุ่ย รอยขรุขระในการเชื่อม ความไม่เรียบร้อยของผิว คราบไขมันและน้ำมันที่ปกคลุมผิวโลหะจะต้องล้างด้วยสารละลายหรือผงซักฟอก และเป่าให้สะอาดด้วยลม ถ้าไม่สามารถทำความสะอาดผิวของโลหะด้วยกรรมวิธีเครื่องกล อาจใช้กรรมวิธีเคมีโดยใช้น้ำยาหรือสารละลายที่ใช้สำหรับทำความสะอาดเพื่อทำความสะอาดผิวโลหะ ทาที่ตั้งโลหะให้ดีเพื่อทาจะต้องทาสีชั้นแรกให้เร็วที่สุดหลังจากการล้างครั้งสุดท้าย วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน จะต้องทำการตรวจผิวของโลหะก่อนจะให้ทาสีต่อไป

2.2 การใช้สี : สีต่าง ๆ ที่นำมาใช้จะต้องเป็นสีที่มีคุณภาพดีและได้รับอนุมัติก่อนจะนำมาทา กำหนดเวลาที่ เหมาะสมสำหรับการทาสีให้ได้ผลดีนั้นจะต้องปล่อยให้สีชั้นแรกแห้งสนิท และแห้งตัวก่อนจึงลงมือทาสี ชั้นที่สองอีกครั้งหนึ่ง การทาสีหลายชั้นจะต้องใช้สีคนละสีเพื่อง่ายต่อการตรวจและควบคุมฟิล์มของสีจะต้องยึดเกาะกับผิวที่ทา

3. กรรมวิธีการทาสี

สีทั้งหมดจะต้องเป็นสีที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของวิศวกรผู้ออกแบบ และผลิตโดยบริษัทที่มีชื่อเสียง กรรมวิธี การทาสี จำนวนชั้น และสีที่ทา และความหนาของชั้นสีที่ทาจะต้องเป็นดังนี้

รายการ	การรองพื้น	สีสำเร็จ
- ท่อต่างๆ ที่แขวนท่อ งานเหล็ก ฯลฯ ผิวภายนอกที่ไม่จุ่มน้ำ	รองพื้นหนึ่งชั้นด้วยสีรองพื้นแบบ Epoxy Red Lead	ทาด้วยสี Epoxy 2 ชั้น
- ผิวภายนอกฝังใต้ดิน	รองพื้นด้วยสีรองพื้นแบบ Epoxy Coal Tar 1 ชั้น	ทาสีด้วยสี Epoxy Coai 1 ชั้น แล้วหุ้มด้วยผ้าใบแล้วทาด้วยสี Epoxy Coal Tar อีก 1 ชั้น
- ท่อต่างๆ ที่แขวนท่อ งานเหล็ก ฯลฯ ที่จุ่มน้ำ	รองพื้น 1 ชั้น ด้วยสีรองพื้นแบบ Epoxy Red Lead	ทาด้วย Epoxy Coal Tar 2 ชั้น



4. ก่อทาสีสำเร็จ ( Finishes )

จะต้องนำเฉดสี และเบอร์สีมาให้วิศวกรผู้ออกแบบ และสถาปนิกอนุมัติก่อนทา การทาสีที่ต่าง ๆ จะต้องเป็นไปดังนี้

	ตัวหนังสือบอกชนิดของท้อ ( สีขาว )	สีของท้อ
ท้อประปา	CW	สีน้ำเงิน
ท่อน้ำทิ้ง	W	สีน้ำตาล
ท้อส้วม	S	สีดำ
ท้ออากาศ	V	สีเทา
ท้อป้องกันอัคคีภัย	F	สีแดง

5. การแสดงทิศทางไหลของๆ เหลวในท้อ และป้ายชื่อเครื่องจักร และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องทำเครื่องหมาย ลูกศรสีเดียวกับตัวหนังสือบอกชนิดของท้อ พร้อมทั้งตัวอักษรแสดงแสดงหน้าที่ ของท้อลงบนผิวที่ทาสีสำเร็จแล้ว โดยการพ่นหรือทาก็ได้ แต่จะต้องส่งแบบตัวอย่างที่ดำเนินการให้วิศวกร ที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งที่แผงที่ดำเนินการให้วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบ จะต้องมีย้ายชื่อบอกหน้าที่ของแต่ละหน่วย โดยป้ายจะต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกแข็ง ตัวอักษรที่ใช้จะต้องใช้วิธีแกะลงบนผิวของพลาสติก ห้ามใช้วิธีทาหรือพ่นสี

6. งานฉาบปูน

- งานฉาบปูนผิวภายนอกถึงคอนกรีตจะต้องฉาบอย่างน้อย 2 ชั้น ๆ ละเท่า ๆ กัน เมื่อฉาบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ความหนาของปูนฉาบจะต้องไม่น้อยกว่า 1/2" ผิวของถึงที่จะฉาบปูนต้องสะอาดในการฉาบปูนครั้งแรกปูนฉาบจะต้องประกอบด้วยซีเมนต์ และทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมด้วยน้ำยากันซึม และฉาบครั้งที่ 2 ภายใน 3 วัน หลังจากฉาบครั้งแรกเสร็จแล้ว เมื่องานฉาบปูนเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องรักษาความเปียกชื้นไว้ที่ผิวฉาบไว้อย่างน้อย 1 สัปดาห์
- ภายในถึงคอนกรีตทุกถึง จะต้องขัดมันเรียบ และถึงคอนกรีตจะต้องซึมไม่ได้





หมวดที่ 12  
การรับประกัน

1. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันโดยลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของงานว่างานต่าง ๆ ทั้งหมดที่ติดตั้งนั้นปราศจากข้อบกพร่อง ใด ๆ ทั้งสิ้น และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกชิ้นเป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุไว้ทุกประการ
2. ถ้าภายในระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันรับรองที่แล้วเสร็จสมบูรณ์ ถ้ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นเนื่องจากงานฝีมือหรือวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุด ผู้รับจ้างทำการซ่อมแซมแก้ไขตลอดจนการเปลี่ยนวัสดุให้เรียบร้อย โดยไม่คิดค่าใด ๆ ทั้งสิ้นจากเจ้าของงาน
3. หากพ้นเวลาที่กำหนดให้แล้วผู้รับจ้างยังไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ เจ้าของมีสิทธิ์ที่จะจ้างผู้อื่นมาดำเนินการโดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดแต่เพียงผู้เดียว



หมวดงานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



## หมวดที่ 1

### ติดตั้งและเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

#### 1. ขอบเขตของงาน

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ

1.1.1 จัดหาอุปกรณ์เครือข่ายสำหรับงานระบบเครือข่าย

1.1.2 จัดหาอุปกรณ์รองรับการเชื่อมต่อสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายใหม่

1.1.3 ติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่ายภายในอาคารและระหว่างอาคารทั้ง Fiber Optic

และ UTP

1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายและอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย

1.1.5 ติดตั้งอุปกรณ์และเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายของเดิมที่มีอยู่ภายในอาคารและอุปกรณ์เครือข่ายของใหม่ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1.2.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point) แบบติดตั้งภายในอาคาร จำนวน 18 ตัว

1.2.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ L2 SWITCH 48G-port POE (Switch L2 48 Port PoE with 4 Fiber Module) จำนวน 1 ตัว

1.2.3 ตู้ Rack 9U ลึก 60 พร้อมติดตั้งปลั๊กไฟ จำนวน 1 ตัว

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พื้นห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อ 3, 4, 5, 6 และ 7 พร้อมแนบแคตตาล็อกหรือแบบรูปรายละเอียดเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

#### 2. ข้อกำหนดการดำเนินงาน

2.1 ผู้รับจ้างจะต้องมีการรับประกันอุปกรณ์ ไม่น้อยกว่า 2 ปี

2.1.1 อุปกรณ์เครือข่าย แบบ 48 ช่อง (Switch L2 48 Port PoE with 4 Fiber Module)

2.1.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point) แบบติดตั้งภายในอาคาร

สำหรับอุปกรณ์เครือข่ายข้อ 2.1.1 จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถปรับแต่งค่า Configurations ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครือข่ายของเดิมที่มหาวิทยาลัยใช้งานอยู่ เพื่อให้ระบบสารสนเทศสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ โดยสอดคล้องกับการออกแบบระบบและการทำงานของระบบในปัจจุบันของทางมหาวิทยาลัยและต้องมีการรับรองเป็นสินค้าใหม่พร้อมการสนับสนุนและการดูแลตลอดอายุการใช้งานรับประกัน





2.2 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบและทำความเข้าใจการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อาคาร 19 พร้อมติดตั้ง โดยถึถ้วนแล้วหากปรากฏว่าการติดตั้งผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนไปจากหลักการทางวิศวกรรมหรือทางเทคนิค ผู้รับจ้างตกลงจะแก้ไขเพื่อให้อุปกรณ์ทุกชิ้นให้พร้อมใช้งานโดยจะคิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นจากผู้ว่าจ้างไม่ได้

2.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บสายสัญญาณ, เต้ารับ, หัวต่อสาย, ราง, สาย UTP ให้เหมาะสมสำหรับการติดตั้งใช้งานพร้อมทดสอบสายสัญญาณต่อคณะกรรมการตรวจรับ

#### 2.4 ข้อกำหนด

2.4.1 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งเดินสายสัญญาณ Fiber optic จำนวน 1 เส้นทาง เพื่อเชื่อมต่อการทำงานระหว่างต้นทาง ชั้น 4 อาคาร 57 ไปยัง ชั้น 1 อาคาร 19 พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงตามคุณสมบัติลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ที่ระบุ ให้ระบบสามารถทำงานได้และเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายหลักของมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.2 ติดตั้งเดินสายสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างชั้นทั้งหมดทุกชั้นให้ใช้งานระบบเครือข่ายมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.3 ติดตั้งตู้เก็บอุปกรณ์เครือข่าย (Rack) แบบ 19" ขนาด 9U พร้อมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้า ให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.4 ติดตั้งเดินสายสัญญาณ UTP CAT6 พร้อมเต้ารับ ตามที่กำหนดในแบบรูปโดยมีระยะการเดินสายไม่เกิน 100 เมตร/จุด

2.4.5 ทำ label เพื่อแสดงตำแหน่ง สายสัญญาณทั้ง Fiber optic และ UTP ภายในอาคารที่ติดตั้งใหม่ทั้งหมดทุกเส้น พร้อมรายงานผลการทดสอบ

2.4.6 ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point) พร้อมสายสัญญาณ UTP ตามที่กำหนดในแบบรูปรายการ มหาวิทยาลัยกำหนดโดยมีระยะการเดินสายไม่เกิน 100 เมตร/จุด

2.5 ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายที่นำเสนอทั้งหมดและอุปกรณ์ระบบเครือข่ายเดิมที่มีอยู่แล้วและของใหม่ของอาคาร 19 รวมถึงการปรับแต่งค่า Configurations ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ระบบสารสนเทศสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสอดคล้องกับการออกแบบระบบและการทำงานของระบบในปัจจุบันของทางมหาวิทยาลัย

2.6 การติดตั้งสายสัญญาณ UTP จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันสายสัญญาณระบบเครือข่ายตามรูปแบบของอาคารที่ติดตั้งให้เรียบร้อยสวยงามรวมถึง การจัดสาย (Patch Management) และการติดฉลากที่ครบถ้วนตามรูปแบบที่ทางมหาวิทยาลัยกำหนด (Label)

### 3. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ L2 SWITCH 48G-port POE (Switch L2 48 Port PoE with 4 Fiber Module) จำนวน 1ตัว ตัวละ 168,600 บาท รวมเป็นเงิน 168,600 บาท

3.1 มีขนาด Switching Bandwidth หรือ Switching Capacity รวมไม่น้อยกว่า 104 Gbps และ Forwarding Bandwidth ไม่น้อยกว่า 77 Gbps

3.2 มีพอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต และมีพอร์ต SFP หรือ SFP+ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

3.3 อุปกรณ์ต้องรองรับจำนวน Mac Address ได้อย่างน้อย 16,000 Mac Address

3.4 มีพอร์ต USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต สำหรับบริหารจัดการอุปกรณ์



3.5 สนับสนุนมาตรฐานได้แก่ IEEE802.1D, IEEE802.1w, IEEE802.1s, IEEE802.1p, IEEE802.1Q และ IEEE802.3ad

3.6 สนับสนุนการทำ VLAN ได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 64 VLANs และสร้าง VLAN Database ไม่น้อยกว่า 4094 VLANs

3.7 สนับสนุน Uni-Directional Link Detection (UDLD) สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของการเชื่อมต่อสายสัญญาณได้

3.8 รองรับ Routing แบบ EIGRP, HSRP, SI-SI, BSR, RIP, OSPF ได้เป็นอย่างดี

3.9 สนับสนุน IP Multicast Membership ได้แก่ IGMP v3 snooping, MLD v2 snooping, Multicast VLAN Registration (MVR) และ IGMP Filtering ได้เป็นอย่างดี

3.10 สนับสนุนการทำ Access Control List (ACL) Layer 2 โดยสามารถบังคับใช้งานในระดับพอร์ตได้เป็นอย่างดี

3.11 สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1,2 และ 3 ได้

3.12 รองรับมาตรฐาน IEEE802.3af และ IEEE802.3at และสามารถจ่ายไฟได้ไม่น้อยกว่า 370 วัตต์

3.13 สามารถติดตั้งบน Rack 19" ได้และต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

3.14 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย

3.15 มี SFP Module Transceiver เชื่อมต่ออุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 4. อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point) แบบติดตั้งภายในอาคาร จำนวน 18 ตัว วัตต์ละ 9,000 บาท รวมเป็นเงิน 162,000 บาท

4.1 เป็น Wireless Access Point แบบติดตั้งภายในอาคาร รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11a/b/g/n/ac หรือดีกว่า

4.2 สามารถกระจายสัญญาณได้ 2 ย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ความเร็วสูงสุด 450 Mbps (2.4 GHz) และ 867 Mbps (5 GHz) หรือดีกว่า

4.3 เสาอากาศแบบ Dual-Band Antenna, Tri-Polarity ขนาด 3 dBi สำหรับความถี่ 2.4 GHz Embedded Antenna 3x3 MIMO และ 3 dBi สำหรับความถี่ 5.0 GHz AC Embedded Antenna 2x2 MIMO หรือดีกว่า

4.4 ควบคุมการทำงานผ่าน Software UniFi Controller ช่วยให้การบำรุงรักษาอุปกรณ์ได้ ง่าย สะดวก รองรับ VLAN (802.1q) และ QOS หรือสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ Cisco Wireless Controller ได้

4.5 รองรับการทำระบบ Hotspot Authenticate (FW 2.xx) รัศมีการส่งสัญญาณได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า 600ft หรือ 183 เมตร

4.6 มีความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 867 Mbps ที่ย่านความถี่ 5 GHz และ 450 Mbps ที่ย่าน ความถี่ 2.4 GHz

4.7 รองรับ Multi-SSID function ได้ไม่น้อยกว่า 4 SSID

4.8 รองรับ Guest Traffic Isolation รองรับแขกที่เข้ามาเชื่อมต่อสัญญาณ Wireless แต่ไม่ต้องการให้เชื่อมต่อเข้ามายังเครือข่ายภายใน หรือเทียบเท่า

4.9 รองรับการทำระบบ Hotspot Authenticate (FW. 2.0) เทียบเท่าหรือดีกว่า

4.10 สามารถทำงานเป็น Access Point หรือ Wireless Uplink (WDS) ได้





- 4.11 มี Port RJ-45 Gigabit 10/100/1000 Mbps อย่างน้อย 1 ช่อง
- 4.12 รองรับ WEP, WPA-PSK, WPA-Enterprise, WPA/WPA2, TKIP/AES เป็นอย่างน้อย
- 4.13 อุปกรณ์ต้องรองรับการจ่ายไฟฟ้าผ่านสายแลน 802.3af Type A เทียบเท่าหรือดีกว่า และรองรับจ่ายไฟแบบ 24VDC Passive มาพร้อมด้วยอุปกรณ์ PoE Injector ที่ใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่เสนอได้ เป็นอย่างดี
- 4.14 อุปกรณ์รองรับมาตรฐาน IPv4 และ IPv6

5. อุปกรณ์ตู้ Rack 9U ลึก 60 ซม. แบบติดผนัง (Wall Rack) จำนวน 1 ตู้ ตู้ละ 5,600 บาท รวมเป็นเงิน 5,600 บาท

- 5.1 เป็นอุปกรณ์ขนาด 19 นิ้ว
- 5.2 มีขนาด 9U และมีความลึกไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร
- 5.3 มีช่องเสียบปลั๊กไฟ ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
- 5.4 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 5.5 ได้รับมาตรฐาน ANSI/EIA-310D-1992, DIN 41494 เป็นอย่างน้อย

6. สายสัญญาณ UTP CAT6

- 6.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Category 6 (Unshielded Twisted Pair) ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-C.2, ISO/IEC 11801 Class E เป็นอย่างน้อย
- 6.2 สามารถรองรับการใช้งาน 1000 BASE-T, 100 BASE-TX, 10 BASE-T, ATM, Analog, Digital Video, VoIP เป็นอย่างน้อย
- 6.3 สามารถรองรับการทดสอบได้ 250 และ 600 MHz โดยมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังนี้
  - 6.3.1 มีค่า ATT(max) ไม่เกิน 32.0 dB ที่ 250 MHz, ไม่เกิน 54.8dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า
  - 6.3.2 มีค่า NEXT(min) ไม่น้อยกว่า 42.9 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 36.5dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า
  - 6.3.3 มีค่า PSNEXT(min) ไม่น้อยกว่า 43.2 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 34.5dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า
  - 6.3.4 มีค่า ELFEXT(min) ไม่น้อยกว่า 21.2 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 13.0dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า
  - 6.3.5 มีค่า RL(min) ไม่น้อยกว่า 17.3 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 14.7 dB ที่ 600 MHz หรือดีกว่า
- 6.4 มีค่า Impedance เท่ากับ  $100 \pm 5$  Ohms, 1MHz ถึง 600 MHz หรือดีกว่า
- 6.5 มีค่า Mutual capacitance เท่ากับ 5.6 nF max./100 m. หรือดีกว่า
- 6.6 มีค่า DC Resistance เท่ากับ 66.58 Ohm Max./1000m. หรือดีกว่า
- 6.7 มีค่า Propagation delay เท่ากับ 536 ns/100 m. max. ที่ความถี่ 250 MHz หรือดีกว่า
- 6.8 มีค่า Delay Skew เท่ากับ 40 ns. Max และ NVP เท่ากับ 69% หรือดีกว่า
- 6.9 มีตัวนำเป็นทองแดง (Bare Copper) หรือดีกว่า
- 6.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับแผงกระจายสาย UTP CAT6



## 7. อุปกรณ์สำหรับติดตั้งสายใยแก้วนำแสง

### 7.1 สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic)

7.1.1 เป็นสายชนิด Single mode มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801:2002, ANSI/TIA/EIA-568-B.3, ANSI/TIA-568-C.3, EN 50173-1, TIS 2166-2548 และ RoHS Compliant เป็นอย่างน้อย

7.1.2 เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวนไม่น้อยกว่า 6 Core

7.1.3 มี Armor เพื่อป้องกันการกระแทกและกัดแทะของสัตว์

7.1.4 มีคุณสมบัติในการส่งข้อมูลดังนี้

- Max Attenuation ไม่เกิน 0.35 dB/km@1,310 nm หรือดีกว่า

- Max Attenuation ไม่เกิน 0.21 dB/km@1,550 nm หรือดีกว่า

- Cable Diameter ขนาดเท่ากับ 10 ความคาดเคลื่อนไม่เกิน 0.5 หรือดีกว่า

7.2 มีกล่องจัดเก็บสายใยแก้วนำแสง ต้นทางและปลายทาง

7.3 ชุดเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Adapter)

7.3.1 มีอุปกรณ์แปลงสายสัญญาณ (Adaptor) เพื่อให้สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่าย

7.3.2 Housing ของ ST Adapter ทำด้วย Nickel plate brass

7.3.3 Sleeve ทำด้วย Ceramic สำหรับ Single mode เพื่อความทนทานและแม่นยำในการเชื่อมต่อ

7.3.4 เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง

7.4 หัวต่อสายใยแก้วนำแสงแบบ Pigtail

7.4.1 เป็นหัวต่อแบบ Pigtail ชนิด Single mode มีหัวต่อชนิด ST

7.5 สายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord)

7.5.1 เป็นสายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงที่มีหัวต่อเป็นแบบ ST/SC หรือ ST/LC ตามการใช้งาน

7.5.2 เป็นสายประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานและผ่านการทดสอบ 100%

7.5.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง





## หมวดงานระบบปรับอากาศ



## หมวดที่ 1

### ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type System)

#### ชนิด INVERTER

#### 1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบปรับอากาศพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ โดยมีวัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบปรับอากาศ

1.2 ระบบปรับอากาศประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1.2.1 Round Flow Cassette Type

1.2.1.1 FCU/CDU-2-01 to FCU/CDU-2-10 Capacity 36,000 Btu จำนวน 10 ชุด

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พัดห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อที่ 3 พร้อมแนบแคตตาล็อกหรือแบบรูปรายละเอียดเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

#### 2. ข้อกำหนดทั่วไป

2.1 เครื่องปรับอากาศชุดหนึ่งๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (Condensing unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan coil unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น

2.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก.1155-2557 เปลือกนอกของเครื่องปรับอากาศ รวมทั้งกล่องติดตั้งส่วนประกอบทางไฟฟ้าให้มีความแข็งแรงและมั่นคงเพียงพอที่จะทนต่อการใช้งานตามปกติได้ โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายจากไฟไหม้หรืออุบัติเหตุ

2.3 รับประกันคอมเพรสเซอร์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี และแผงคอยล์ร้อน (Condenser coil) แผงคอยล์เย็น (Evaporator coil) ไม่ต่ำกว่า 3 ปี

2.4 เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็นที่อุณหภูมิ 27 °CDB, 19 °CWB และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนที่อุณหภูมิ 35 °CDB ,24 °CWB และใช้ระบบไฟฟ้า 380 V/3 PH/50 HZ หรือ 220 V/1 PH/50 HZ







3.2 เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิต และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับคอนเดนซึ่งยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

- คอยล์ส่งลมเย็น (Evaporator Coil) ของเครื่องปรับอากาศ ทำด้วยท่อทองแดงไร้ตะเข็บ แบบมีร่องเกลียวใน (Inner Grooved Tube) และมีครีบอลูมิเนียม (Aluminum Fin) อัดติดแน่นกับท่อทองแดงด้วยวิธีกล มีครีบบระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 16 ครีบบ ต่อระยะ 1 นิ้ว จะต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงาน

- พัดลมส่งลมเย็น (Evaporator Fan) ของเครื่องปรับอากาศ เป็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal) ใช้กับมอเตอร์แบบขับตรง (Direct Drive) สามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V/1Ph/50Hz

- ระบบควบคุมสามารถเลือกควบคุมการทำงานด้วย Wireless Digital Remote Controller หรือ Wired Digital Remote Controller

- เครื่องปรับอากาศมีฟังก์ชัน Auto restart กรณีระบบไฟฟ้าในอาคารเกิดความบกพร่อง เครื่องปรับอากาศหยุดทำงาน เมื่อระบบไฟฟ้าในอาคารกลับสู่สภาวะใช้งานปกติเครื่องปรับอากาศกลับมาทำงานใหม่อัตโนมัติและคอมเพรสเซอร์ทำงานภายในเวลา 3 นาที

- แผ่นกรองอากาศ (Filter) เป็นชนิด Resin net เคลือบสารยับยั้งแบคทีเรีย (Anti bacterial air filter)

- มีอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งชุดแฟนคอยล์สายต่อท่อระบายน้ำชนิดอ่อน ฉนวนหุ้มท่อ จุดต่อแฟร์ของท่อแก๊สท่อของเหลว แคมป์รัดสายและคู่มือการติดตั้งและอื่นๆ



**หมวดที่ 2**  
**เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ**  
**(VRV Air Conditioner System)**

**1. ความต้องการทั่วไป**

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบปรับอากาศพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ โดยมีวัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบปรับอากาศ

1.2 ระบบปรับอากาศประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1.2.1 เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (Variable Refrigerant Volume System)

1.2.1.1 FCU VRV-2-01 to 03 (CDU VRV-2-01) Capacity 12,300 Btu จำนวน 3 ชุด

1.2.1.2 CDU VRV-2-01 (Condensing VRV Capacity 41,300 Btu/hr) จำนวน 1 ชุด

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พื้นห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อที่ 3 พร้อมแนบแคตตาล็อกหรือแบบรูปรายละเอียดเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

**2 ข้อกำหนดทั่วไป**

2.1 ขอบเขตของงานผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบปรับอากาศรวมทั้งวัสดุและอุปกรณ์ประกอบที่แสดงหรือระบุในแบบและในข้อกำหนดประกอบแบบ เครื่องปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน พร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของระบบปรับอากาศให้ใช้งานได้สมบูรณ์ ถูกต้องตามความประสงค์ของแบบและโครงการ

2.1.1 การดำเนินงานผู้รับจ้างจะต้องใช้วิศวกรเครื่องกลที่มีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมของวิศวกร ซึ่งเป็นบุคลากรของบริษัทเอง มาทำการควบคุมการติดตั้งหรือว่าจ้างผู้ที่มีความชำนาญการติดตั้งมาควบคุมการติดตั้ง ตามแบบแปลนที่ได้รับการอนุมัติเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้งานทุกอย่างมาขออนุมัติการใช้งาน จากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนทำการติดตั้ง

2.1.2 การรับประกันและการบำรุงรักษา ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันระบบปรับอากาศทั้งระบบที่ทำการติดตั้งเป็นระยะเวลา **2 ปี** นับจากวันส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยระบบปรับอากาศจะต้องทำงานได้ถูกต้องทุกประการ

2.1.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งช่างเข้าบริการตรวจเช็คระบบและทำความสะอาดพร้อมปรับตั้งระบบทุก 2 เดือน หลังการส่งมอบงานและเปิดใช้งานพร้อมเอกสารการตรวจเช็ค ให้ผู้ว่าจ้างรับรองการเข้าบริการทุกครั้ง จนครบกำหนดการรับประกัน





2.1.4 รับประกันอุปกรณ์ Compressor ไม่น้อยกว่า 5 ปี ชิ้นส่วนอื่นๆรับประกัน ไม่น้อยกว่า 2 ปี

### 3 รายละเอียดเครื่องปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (Variable Refrigerant Volume System) จำนวน 1 ระบบ ประกอบด้วย

- CDU VRV-2-01 (Condensing VRV Capacity 41,300 Btu/hr) จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 55,051 บาท
- FCU VRV-2-01-01 to 03 (CDU VRV-2-01) Capacity 12,300 Btu จำนวน 3 ชุด ชุดละ 25,316 บาท รวมเป็นเงิน 75,948 บาท

เครื่องปรับอากาศเป็นระบบแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยอากาศซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิต (CONDENSING UNIT) 1 ชุดสามารถต่อกับเครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT) ได้หลายชุดใช้สารทำความเย็น R-410A และสามารถควบคุมได้จากระบบควบคุมกลาง (CENTRAL CONTROL UNIT) โดยคอนเดนซิ่งยูนิต (CONDENSING UNIT) และเครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน และต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันทุกอุปกรณ์ โรงงานของผู้ผลิตจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 14001, ISO 9001 หรือ ดีกว่า

ผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในโครงการจะต้องมีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบและมีรายละเอียดข้อกำหนดของตัวเครื่องปรับอากาศ ดังต่อไปนี้

3.1 คอนเดนซิ่งยูนิต (CONDENSING UNIT) ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2 ส่วนโครงภายนอก (CASING, CARBINET) ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบอบสี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรงไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน

3.3 คอนเดนซิ่งยูนิตแบบเป่าข้าง [HORIZONTAL FLOW] มีขนาดตั้งแต่ 41,300 BTU – 81,900 BTU สามารถทำงานเป็นโมดูลเดี่ยวในแต่ละโมดูลต้องมีชุด INVERTER เป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ โดยที่ชุด INVERTER เป็นแบบ IGBT (INSULATED GATE BIPOLAR TRANSISTER) และยี่ห้อของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการนี้ จะต้องเป็นยี่ห้อที่มีประสิทธิภาพในการใช้ชุด INVERTER เป็นตัวควบคุมการปรับเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็น ซึ่งถูกติดตั้งและใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย

- คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบสวิง, มอเตอร์หุ้มปิด (HERMETICALLY SEALED SWING TYPE) หรือแบบกันหอยมอเตอร์หุ้มปิด (HERMETICALLY SEALED SCROLL TYPE) และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์
- คอยล์ของคอนเดนเซอร์ (CONDENSER COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมที่เคลือบสาร PE ป้องกันการกัดกร่อนซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อย ยึดแน่นกับท่อทองแดงและผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต
- พัดลมของคอนเดนเซอร์ เป็นแบบใบพัดแฉก (PROPELLER) ได้รับการถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยแล้วจากโรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงโปร่งป้องกันอุบัติเหตุ
- มอเตอร์พัดลม เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรองสลับแบบตลับลูกปืนหรือแบบบล็อก ที่มีการหล่อลื่นระยะยาว





- มีตัวป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์ (HIGH PRESSURE CUT OUT) และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม
- ระบบไฟฟ้า 220V/1Ø / 50Hz ในรุ่นขนาดไม่เกิน 56,400 BTU และ 380V/3Ø / 50 Hz ในรุ่นขนาดมากกว่า 56,400 BTU ขึ้นไป

3.4 เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT) ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับคอนเดนซิ่งยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.5 ส่วนโครงภายนอก เป็นแบบที่ตกแต่งเสร็จ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง ภายในบริเวณที่จำเป็นให้บุด้วยฉนวนยาง หรือฟองน้ำ หรือวัสดุเทียบเท่า มีถาดน้ำทิ้งที่หุ้มด้วยฉนวนดังกล่าว ในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำ เกาะที่ภายนอกของตัวโครงและถ้าเป็นชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (FREE BLOW) ต้องมีหน้ากากจ่ายลม สามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้

3.6 พัดลมส่งลมเย็น เป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL, TURBO FAN) หรือแบบใบพัดยาว (CROSS FLOW FAN) ขับเคลื่อนโดยตรงหรือผ่านสายพานด้วยมอเตอร์ ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา

3.7 มอเตอร์ เป็นชนิด INDUCTION HOLD IC CONTROL หรือ SPLIT CAPACITOR ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์

3.8 คอยล์เย็น (EVAPORATOR COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต

3.9 อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์อิเล็กทรอนิกส์แบบชั้นวาล์ว (ELECTRONIC EXPANSION VALVE)

3.10 เครื่องส่งลมเย็นชนิดซ่อนในฝ้า CASSETTE TYPE เป็นชนิด Round Flow และมี Silver ions เพื่อลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในถาดน้ำทิ้ง สามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 4 อัตรา และมีระบบปรับความเร็วอัตโนมัติ

3.11 ระบบควบคุมมีสวิทช์ เปิด-ปิดเครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลม พร้อมทั้งสวิทช์เทอร์โมสแตตอยู่ที่เครื่อง หรือเป็นแบบตั้งแยก (REMOTE TYPE) ที่ต่อสายส่งสัญญาณควบคุมการทำงาน ระหว่างเครื่องส่งลมเย็นกับชุดควบคุมการทำงาน (CONTROLLER) เป็นแบบ NON POLARITY ด้วยสาย 2 แกน

3.12 แผงกรองอากาศเป็นแบบอลูมิเนียม, โยสังเคราะห์ หรือ RESIN NET ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

3.13 ระบบไฟฟ้า 220V / 1Ø / 50Hz



4. ท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์

4.1 ท่อสารทำความเย็น ให้ใช้ท่อทองแดงไม่น้อยกว่าขนาด ดังตารางต่อไปนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	ชนิดของท่อทองแดง
6.4 มม. หรือ ¼"	O1 or ½ H
9.5 มม. หรือ ⅜"	O1 or ½ H
12.7 มม. หรือ ½"	O1 or ½ H
15.9 มม. หรือ ⅝"	O2 or ½ H

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	ชนิดของท่อทองแดง
19.1 มม. หรือ ¾"	½ H
22.2 มม. หรือ ⅞"	½ H
25.4 มม. หรือ 1"	½ H
28.6 มม. หรือ 1 ⅛"	½ H
31.8 มม. หรือ 1 ¼"	½ H
34.9 มม. หรือ 1 ⅜"	½ H
38.1 มม. หรือ 1 ½"	½ H
41.3 มม. หรือ 1 ⅝"	½ H

หมายเหตุ

O1 = Soft Drawn (ท่อม้วน) ความหนาขั้นต่ำ 0.80 มิลลิเมตร

O2 = Soft Drawn (ท่อม้วน) ความหนาขั้นต่ำ 0.99 มิลลิเมตร

½ H = Hard Drawn (ท่อตรง) Type L

4.2 ข้อต่อทองแดงสามทางสำหรับแยกสารทำความเย็น ให้ใช้ Refnet Joint ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายตัว Y ซึ่งสามารถแบ่งจ่ายสารทำความเย็นได้อย่างสม่ำเสมอ ไม่อนุญาตให้ใช้ข้อต่อสามทางรูปตัว T ซึ่งการแบ่งจ่ายสารทำความเย็นอาจจะไม่สม่ำเสมอ

4.3 ท่อสารทำความเย็นท่อน้ำเย็นทั้งหมดตลอดจนข้อต่อ หน้าแปลน วาล์ว เครื่องปั้มน้ำเย็นและส่วนอื่นๆ ที่ต้องติดตั้งหรือหุ้มฉนวน เพื่อป้องกันหยดเหงื่อ (CONDENSATION) และการประหยัดพลังงาน ประเภท Closed cell EPDM elastomeric thermal insulation ชนิดที่ไม่เป็นเทอร์โมพลาสติกที่หลอมเหลวเมื่อถูกความร้อนและผลิตจากวัสดุไม่มีขั้ว NON-POLAR POLYMER โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

- อุณหภูมิการใช้งาน -57 °C ถึง 125 °C

- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.035 W/m.K ที่อุณหภูมิ 24 °C หรือ 0.24

BTU.in/ft<sup>2</sup>.hr. 75°F ที่ 24 °C ตามมาตรฐาน ASTM C 518

- มีความหนาแน่น 3 - 5lb/ft<sup>3</sup> หรือ 48 - 80 kg/m<sup>3</sup> ตามมาตรฐาน ASTM D1667

- มีค่าดูดซึมน้ำน้อยกว่า 5% โดยน้ำหนักตามมาตรฐาน ASTM D1056

- มีค่าแทรกซึมความชื้นน้อยกว่า 0.10 Perm-inch ตามมาตรฐาน ASTM E96





ขนาดความหนาของฉนวนที่ใช้หุ้มจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรและเพียงพอเพื่อป้องกันการเกิดหยดเหงื่อ (Condensation) บนผิวฉนวน เมื่อน้ำยาที่มีอุณหภูมิที่ผิวท่อ 6°C และสภาพอากาศมีความชื้นที่ไม่เกิน 85% RH ที่อุณหภูมิห้อง 35°C ฉนวนที่ใช้จะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ดังนี้

รายการ	ขนาดท่อ	ความหนาฉนวน
ท่อสารทำความเย็น ( REFRIGERANT PIPE )	-	1" (25 mm.)
ท่อน้ำทิ้ง ( CONDENSATE DRAIN PIPE )	ไม่เกิน 3"	1/2" (12.7 mm.)
	3" ขึ้นไป	3/4" (19 mm.)

## 5. การดำเนินการ

5.1 ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ Preformed Tube หรือแบบ Sheet โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ ซึ่งรอยต่อของฉนวนจะต้องไม่มีรอยพับรอยหักเกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบท่อ และรอยต่อจะต้องไม่เป็นรอยบากรูปตัววี ยกเว้น ท่อเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 มม. (3 นิ้ว)

5.2 ก่อนการหุ้มฉนวน จะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี ไม่มีคราบ สะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ ที่ทำให้ผิวท่อขรุขระรอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ

5.3 ใช้กาวตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวนติดให้สนิทไม่มีรอยปริรอยต่อ จะต้องได้แนวเรียบร้อยไม่เอียงหรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่างๆ จะทาที่ผิวฉนวนให้ติดสัมผัสกับผิวอุปกรณ์ ไม่ให้มีโพรงอากาศ และหุ้มทับให้เข้ารูปอย่างเรียบร้อยฉนวนที่หุ้มแล้วจะต้องมีความตึงพอดี ไม่หย่อนหรือตึงจนสังเกตได้ชัด ฉนวนแบบ Preformed Tube ที่ใช้ ห้ามไม่ให้มีขนาดใหญ่กว่าท่อที่จะหุ้ม และหากต้องทาสีที่ผิวฉนวนอย่างไร้สีที่ผู้ผลิตฉนวนแนะนำเท่านั้น

5.4 ท่อภายนอกอาคารที่โดนแสงแดด ให้ใช้ Protape Soft Jacketing ปิดผิวฉนวนยาง เพื่อป้องกันน้ำและความชื้นป้องกัน UV หรือหุ้มด้วย Aluminium Jacketing

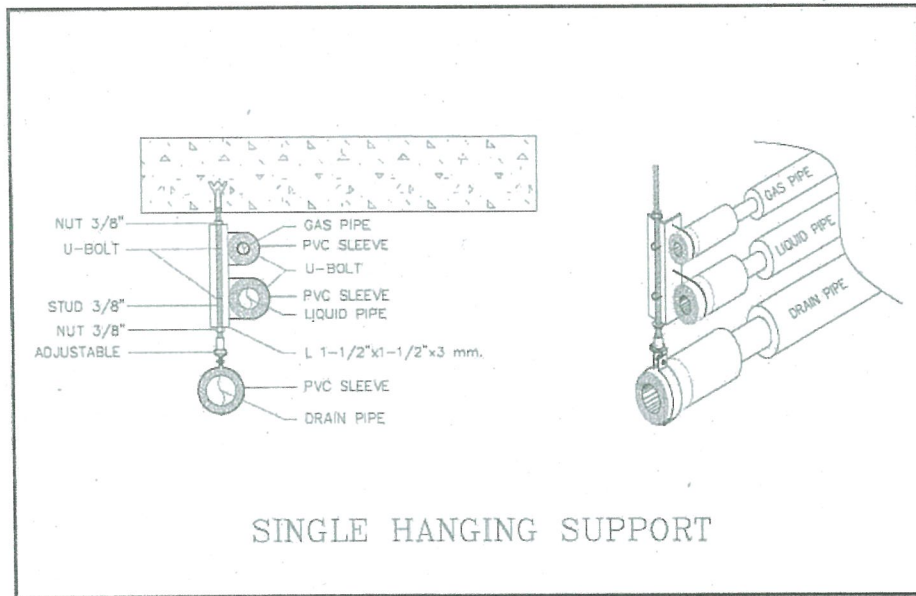
5.5 ท่อน้ำทิ้งขนาดไม่เล็กกว่า 20 มิลลิเมตร เป็นท่อพี.วี.ซี ชั้น 8.5 ตาม มอก.17-2532 ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับบรรยากาศให้หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell (Fire Retardant) หนาไม่น้อยกว่า 12.7 มิลลิเมตร

5.6 การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัวอาคาร หรือตามแนวในแบบในส่วนที่ผ่านคาน กำแพง หรือพื้น จะต้องมีการวางปลอก (SLEEVE) ถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคาร จะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นและปลอกด้วยวัสดุยาง หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย และท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคง ระบบการทำงานของคอนเดนติงยูนิตและเครื่องส่งลมเย็นจะต้องสามารถทำให้น้ำมันหล่อลื่นกลับไปคอมเพรสเซอร์ได้โดยไม่เกิดปัญหาต่อระบบ โดยไม่ต้องติดตั้ง OIL TRAP ที่ท่อสารทำความเย็น ท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดพอเหมาะคือ ให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิควบแน่นเปลี่ยนไปเกินกว่า 1-2 °C หรือมีขนาดตามที่กำหนดในแบบ ผู้ติดตั้งไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Sight Glass เพื่อตรวจสอบความชื้นและสารทำความเย็นในระบบ แต่ผู้ติดตั้งจำเป็นต้องทำการเชื่อม ทดสอบรั่ว และทำสุญญากาศในระบบท่ออย่างถูกต้อง ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในข้อ 10.3.8 , 10.3.9 , 10.3.10





5.7 ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER) ทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร โดยให้เรียงท่อ Gas และท่อ Liquid คนละระดับตามแนว เพราะเมื่อถึงจุดที่ติดตั้ง Refnet Joint ท่อที่แยกออกไปของท่อ Gas และท่อ Liquid จะอยู่คนละระดับ จึงไม่จำเป็นต้องยกท่อเส้นหนึ่งเพื่อหลบท่ออีกเส้นหนึ่ง ซึ่งปกติการยกท่อหลบนี้จะต้องใช้ข้องอ 4 ตัว และเชื่อม 8 รอย การจัดเรียงท่อตามแนวดังจะ ช่วยลดรอยเชื่อมได้ถึง 8 รอย ภาพต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการติดตั้งดังกล่าวโดยรวมท่อน้ำทิ้งไว้ด้วยโดยใช้ Hanger เพียงตัวเดียว เจาะรูยึดเข้ากับเพดานเพียงจุดเดียว โดยระดับของท่อน้ำทิ้งสามารถปรับได้เพื่อให้ความลาดเอียง



กรณีที่ระดับเนื้อที่บนฝ้ามีไม่เพียงพอ ให้แยกท่อน้ำทิ้งออกแล้วใช้ Hanger ต่างหาก ถ้าระดับเนื้อที่บนฝ้ายังคงไม่พอสำหรับการจัดเรียงท่อ Gas กับท่อ Liquid ให้อยู่คนละระดับ จึงให้จัดเรียงท่อทั้งหมดในระดับเดียวกันได้ การยึดท่อเข้ากับ Support หรือ Hanger แยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

- บริเวณที่แขวนที่รับที่ยึดและรองรับท่อ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำหนักกดทับฉนวนก่อให้เกิดปัญหาหยดเหงื่อ (Condensation) ให้ใช้ฉนวนโฟมแข็ง (Polymeric rigid foam) ซึ่งมีความแข็งแรงไม่ยุบตัว โดยลักษณะของฉนวนโฟมแข็งต้องขึ้นรูปเป็นวงแหวนรองรับด้านบนและด้านล่างซึ่งรัดรูปท่อได้พอดี ประกอบติดด้วยเทปกาวรองรับน้ำหนักท่อ ซึ่งอาจเป็นการรองรับด้านบน(แนวแขวน) หรือด้านล่าง (แบบแนวตั้ง) ฉนวนโฟมแข็งต้องใส่ชั้นงานให้เข้ารูปอุปกรณ์อย่างเรียบร้อย และไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน สามารถใช้งานที่อุณหภูมิ -200°C ถึง 125°C มีค่าการนำความร้อนที่ <math>< 0.050\text{W/M}^{\circ}\text{K}</math> ที่อุณหภูมิ 24°C ตามมาตรฐาน ASTM C518 มีค่าดูดซึมน้ำน้อยกว่า 5% โดยน้ำหนักตามมาตรฐาน ASTM D1056 และมีความหนาแน่นตามมาตรฐาน ASTM D1622 มีผลทดสอบการลามไฟตามมาตรฐาน ASTM D635, UL94 มีผลทดสอบค่าความต้านทานแรงกดตามมาตรฐาน ASTM D1621

- การต่อเชื่อมฉนวนโฟมแข็งกับฉนวนยาง CLOSED CELL EPDM ให้ใช้กาวยางคลอโรพรีนตามที่ผู้ผลิตแนะนำ ทากาวทั้งด้านฉนวนโฟมแข็งและฉนวนยางทั้งให้กาวแห้งหมาดแล้วประกบติดกันให้แน่น โดยไม่ดึงหรือยืดฉนวนยาง และทุกรอยต่อต้องปิดทับด้วยแผ่นเทปกาวที่มีคุณสมบัติและสีเดียวกับฉนวน

5.8 ในการติดตั้งท่อสารทำความเย็น ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังมิให้สิ่งสกปรกฝุ่นผงเข้าไปในท่อโดยใช้วัสดุที่เหมาะสมปิดปลายท่อไว้ ถ้าการปิดปลายท่อใช้วิธีหุ้มด้วยพลาสติกแล้วพันด้วยกระดาษขาว หรือเทปพันสายไฟ หรือวัสดุที่มีความเหนียว ให้พันในระยะที่ห่างจากปลายท่ออย่างน้อย 3” มิเช่นนั้นเวลาเชื่อมปลายท่อ



เชื่อมอาจจะไม่ตีอันเกิดจากคราบขาวที่ติดอยู่ที่ผิวท่อ ถ้าหากสิ่งสกปรกฝุ่นผงได้เข้าไปแล้วให้ทำความสะอาดภายในท่อโดยใช้ฟองน้ำชุบน้ำยา R141B เช็ดภายในท่อทองแดงหลายๆครั้ง โดยในแต่ละครั้งให้เปลี่ยนฟองน้ำโดยใช้ฟองน้ำที่สะอาด จนกว่าฟองน้ำที่เช็ดแล้วจะไม่มีคราบสกปรกติดออกมา

5.9 ในการเชื่อมท่อทองแดงให้ผ่านก๊าซไนโตรเจนภายในท่อตลอดเวลาขณะเชื่อมเพื่อป้องกันมิให้เกิดเขม่าออกไซด์ของทองแดงขึ้นภายในท่อซึ่งจะเป็นฝุ่นผงที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ภายในต่อไปในอนาคตได้

5.10 ภายหลังจากเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยการอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปภายในท่อใช้ Regulator ปรับให้มีความดันตามลำดับ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความดันไม่ต่ำกว่า 42 PSI หรือ 3 kgf/cm<sup>2</sup> เป็นเวลาอย่างน้อยกว่า 3 นาที

ขั้นที่ 2 ความดันไม่ต่ำกว่า 213 PSI หรือ 15 kgf/cm<sup>2</sup> เป็นเวลาอย่างน้อยกว่า 3 นาที

ขั้นที่ 3 ความดันไม่ต่ำกว่า 540 PSI หรือ 38 kgf/cm<sup>2</sup> เป็นเวลาอย่างน้อยกว่า 24 ชั่วโมง

ให้บันทึกอุณหภูมิบรรยากาศก่อนและหลังทดสอบไว้ด้วย เนื่องจากความดันภายในท่อจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิบรรยากาศที่เปลี่ยนไปในอัตราประมาณ 1 kgf/cm<sup>2</sup> ต่อ 0.1 °C

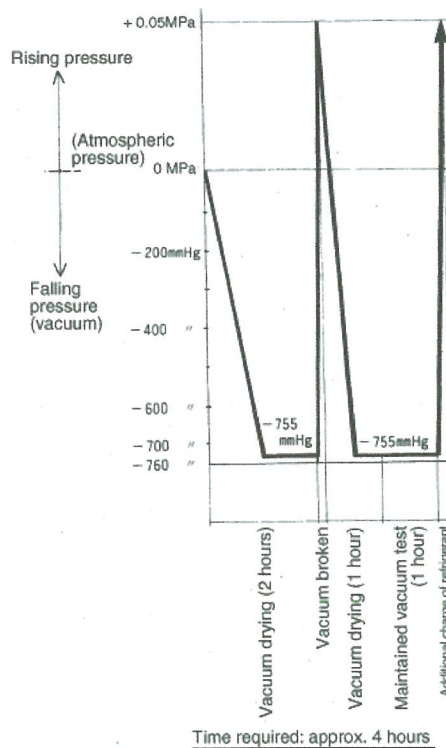
5.11 หลังจากทดสอบหารอยรั่วแล้วไม่พบว่ามีรอยรั่ว ให้ทำการดูดความชื้นออกจากภายในท่อโดยทำให้เป็นสุญญากาศด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ (VACUUM PUMP) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำสุญญากาศ จนมีความดัน -755 mmHg หรือ -1 kgf/cm<sup>2</sup> ทำต่อให้ครบ 2 ชั่วโมง

ขั้นที่ 2 อัดก๊าซไนโตรเจนจนมีความดัน 0.05 MPa หรือ 0.51 kgf/cm<sup>2</sup>

ขั้นที่ 3 ทำสุญญากาศอีกครั้ง จนมีความดัน -755 mmHg หรือ -1 kgf/cm<sup>2</sup> หลังจากนั้นรักษาความดันที่ระดับนี้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

ขั้นที่ 4 เติมสารทำความเย็นเข้าไปในระบบท่อ





**6. ระบบไฟฟ้าสำหรับปรับอากาศ**

6.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศตามแบบ และข้อกำหนดประกอบแบบ และอื่นๆ ที่จำเป็นที่มีอาจได้กำหนดไว้ โดยการติดตั้งทั้งหมดต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยหรือมาตรฐาน IEC

6.2 มอเตอร์ขนาดใหญ่กว่า 746 วัตต์ ต้องเป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED ส่วนมอเตอร์ในคอนเดินซึ่งยูนิตต้องเป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED เท่านั้น

6.3 การเดินสายไฟฟ้าเข้ากับมอเตอร์ของแฟนคอยล์ยูนิต หรือคอนเดินซึ่งยูนิต ให้เดินร้อยสายใน LIQUIDTIGHT FLEXIBLE METAL CONDUIT

**7. การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศรายปี**

7.1 ผู้รับจ้างต้องเสนอการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศรายปีให้แก่ผู้ว่าจ้าง โดยต้องเข้าไปบริการ 6 ครั้งต่อปี แบ่งเป็นการบริการย่อย 4 ครั้งและการบริการใหญ่ 2 ครั้งต่อปี และมีกำหนดระยะ 2 ปี

7.1.2 CHECK & CLEANING AIR FILTER / การบริการย่อย

รายการ/ITEMS	การดำเนินการ/PROCESSING
FAN COIL UNIT (FCU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบการทำงานของรีโมท</li> <li>- ล้างทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ (FILTER)</li> <li>- วัดอุณหภูมิลมส่ง (SUPPLY AIR) และ ลมกลับ (RETURN AIR)</li> <li>- ตรวจสอบเช็คสภาพท่อน้ำทิ้งเบื้องต้น</li> </ul>
CONDENSING UNIT (CDU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบเช็คการทำงานของมอเตอร์พัดลม (FAN MOTOR), คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR), แมกเนติก (MAGNETIC CONTRACTOR), คาปาซิเตอร์พัดลม (CAPACITOR FOR FAN MOTOR)</li> <li>- ตรวจสอบเช็คสภาพสายไฟและขั้วต่อไฟ (WIRING TERMINAL), วัดแรงดัน (VOLTAGE และกระแส (AMPERE)</li> </ul>

7.1.2 CHECK & CLEANING HEAT EXCHANGER / การบริการใหญ่

รายการ/ITEMS	การดำเนินการ/PROCESSING
FAN COIL UNIT (FCU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบการทำงานของรีโมท</li> <li>- ล้างทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ (FILTER)</li> <li>- ล้างแผงคอยล์เย็น (EVAPORATOR COIL) ด้วยปั้มน้ำแรงดันสูง (HIGH PRESSURE PUMP)</li> <li>- เช็ดทำความสะอาดตัวเครื่อง</li> <li>- วัดอุณหภูมิลมส่ง (SUPPLY AIR) และ ลมกลับ (RETURN AIR)</li> </ul>

11 พ.ย. 2564



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วัดอุณหภูมิห้อง (ROOM TEMP)</li> <li>- ตรวจสอบเช็คสภาพท่อน้ำทิ้งเบื้องต้น</li> </ul>
CONDENSING UNIT (CDU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ล้างทำความสะอาดตัวเครื่องและแผงคอยล์ร้อน (CONDENSER COIL) ด้วยปั๊มน้ำแรงดันสูง (HIGH PRESSURE PUMP)</li> <li>- ตรวจสอบเช็คการทำงานของมอเตอร์พัดลม (FAN MOTOR), คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR), แมกเนติก (MAGNETIC CONTRACTOR), คาปาซิเตอร์พัดลม (CAPACITOR FOR FAN MOTOR)</li> <li>- ตรวจสอบเช็คสภาพสายไฟและขั้วต่อไฟ (WIRING TERMINAL), วัดแรงดัน (VOLTAGE) และกระแส (AMPERE)</li> <li>- ตรวจสอบเช็คเสียงดังผิดปกติ</li> </ul>
REFRIGERANT SYSTEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วัดแรงดันน้ำยาต้านส่ง (DISCHARGE PRESSURE) และ ด้านกลับ (SUCTION PRESSURE) ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน</li> <li>- ตรวจสอบเช็คสภาพท่อน้ำยาและสภาพฉนวนเบื้องต้น (PIPING &amp; INSULATOR)</li> </ul>

### 7.2 การส่งมอบ

ผู้รับจ้างต้องแนบรายการและรายละเอียดของการทดสอบ พร้อมทั้งแสดงการติดตั้งจริง (ASBUILT DRAWING) ทั้งระบบพร้อมทั้งคู่มือการใช้งาน หากระบบคอนโทรลเป็นระบบพิเศษ หรือมีขนาดใหญ่กว่า 15 ตันความเย็นจะต้องทำ DIAGRAM แสดงวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เคลือบด้วยพลาสติกใสติดไว้ที่ตู้ควบคุมและนำส่งมาพร้อมกับหนังสือส่งมอบงานอีก



## หมวดงานระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK



## หมวดที่ 1

### ระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK CAMERA

#### 1. รายการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK CAMERA พร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ

1.2 ระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK CAMERA ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1.2.1 เครื่องบันทึกภาพ CCTV NVR ขนาดไม่น้อยกว่า 16 ช่อง จำนวน 1 เครื่อง

1.2.2 กล้องวงจรปิดชนิด (Fixed BOX IP Camera) 2 ล้านพิกเซล จำนวน 6 ชุด

1.2.3 กล้องวงจรปิดชนิด (Fixed DOME IP Camera) 5 ล้านพิกเซล จำนวน 1 ชุด

1.2.4 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ 24 ช่อง POE 10/100/1000Mbps (PoE L3 Switch) 4 SFP จำนวน 1 เครื่อง

1.2.5 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ 8 ช่อง POE 10/100/1000Mbps (PoE L2 Switch) 2 SFP จำนวน 1 เครื่อง

1.2.6 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 1,000 VA (900 Watts) จำนวน 1 เครื่อง

1.2.7 โทรทัศน์ แอล อี ดี (LED TV) ขนาดไม่น้อยกว่า 50 นิ้ว (สำหรับห้องควบคุมอาคาร 4) จำนวน 1 จอ

1.2.8 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์บันทึกภาพ ขนาด 9U แบบติดผนัง จำนวน 1 ตู้

1.2.9 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์บันทึกภาพ INDOOR RACK 27U (ห้องควบคุมอาคาร 4) จำนวน 1 ตู้

1.2.10 ตู้เหล็กสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ OUTDOOR RACK จำนวน 1 ตู้

1.2.11 สายนำสัญญาณ Fiber Optic 12 Core Single-mode Outdoor

1.2.12 สายสัญญาณ CAT 6 OUTDOOR

1.2.13 สายใยแก้วนำแสง เชื่อมต่อแบบ (Pigtail) ชนิด Single mode

1.2.14 สายใยแก้วนำแสงสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Optical Fiber Patch Cord)

1.2.15 กล่องเก็บปลายสายใยแก้วนำแสง (Rack Mount Enclosure)

1.2.16 เสาตั้งกล้องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3" สูง 3 เมตร

1.2.17 ท่อ IMC Ø 1"

1.2.18 ท่อ HDPE Ø 32 mm.

1.2.19 งานเข้าระบบ สาย FIBER OPTIC

1.2.20 อุปกรณ์ประกอบงานเดินสายสัญญาณ

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องวงจรปิดทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น ผนังห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น





1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อที่ 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14 และ 2.15 พร้อมแนบแคตตาล็อกหรือแบบรูปรายละเอียดเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

1.7 อุปกรณ์ระบบกล้องวงจรปิดอาคาร 19 ต้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบกล้องวงจรปิดระบบเดิมที่มหาวิทยาลัยมีอยู่ โดยเชื่อมต่อผ่านสาย FIBER OPTIC เดิม ไปควบคุมการบันทึกภาพและสามารถบริหารจัดการได้ ที่ห้องควบคุมระบบกล้องวงจรปิด ชั้น 1 อาคาร 4 (อาคารเรียนและอำนวยการ)

## 2.รายละเอียดคุณลักษณะระบบกล้องวงจรปิด CCTV IP NETWORK CAMERA

2.1.กล้องวงจรปิดชนิด (Fixed BOX IP Camera) 2 ล้านพิกเซล จำนวน 6 ชุด ชุดละ 24,000 บาท รวมเป็นเงิน 144,000 บาท

- 2.1.1 เป็นกล้องวงจรปิด แบบ Bullet Network Camera เบ็ดเสร็จในตัว
- 2.1.2 มีตัวรับภาพชนิด Progressive Scan Sony CMOS ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2.8"
- 2.1.3 ความละเอียดไม่น้อยกว่า 2 Megapixel หรือดีกว่า
- 2.1.4 สามารถส่งสัญญาณภาพด้วยความเร็ว 60 FPS ที่ขนาดภาพ 1,920x1,080 ได้หรือดีกว่า
- 2.1.5 มีระบบการทำงานแบบ ICR Day Night สามารถแสดงภาพได้ดีทั้งกลางวันและกลางคืน โดยมีการควบคุมระบบการเคลื่อนที่ของ IR-Cut Filter ในตัวกล้องโดยอัตโนมัติเมื่อเปลี่ยนโหมด
- 2.1.6 มีเลนส์เป็นแบบ P-iris Motorized lens ขนาด 2.7-15 mm F1.6 หรือดีกว่า
- 2.1.7 มีความไวแสงต่ำสุดไม่มากกว่า 0.006 lux สำหรับการแสดงภาพสี (Day Mode) และ 0.0009 lux ภาพขาวดำ (Night Mode) และ 0 lux สำหรับ infrared ทำงานหรือดีกว่า
- 2.1.8 มีระยะทำการ Infrared ไม่น้อยกว่า 55 เมตรหรือดีกว่า
- 2.1.9 มีฟังก์ชัน Smart IR และ Adaptive IR Technologies สำหรับปรับการทำงานของ Infrared ได้
- 2.1.10 รองรับเทคโนโลยีการบีบอัดภาพ H.265 และ H.264 และ MJPEG และรองรับการส่งสัญญาณภาพแบบ Multi Stream สามารถส่งสัญญาณภาพได้พร้อมกันอย่างน้อย 3 streams หรือดีกว่า
- 2.1.11 สามารถเลือกขนาดภาพเป็น 1,920x1,080, 1,280x720, 720x576, 720x480, 640x480, 640x360 และ 320x240 ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.1.12 สามารถปรับ Shutter Speed ได้ตั้งแต่ 1/7-1/20,000 หรือดีกว่า
- 2.1.13 มีฟังก์ชัน WDR (Wide Dynamic Range) ช่วยให้สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีแสงแตกต่างกันมากได้โดยมีค่า Dynamic Range อย่างน้อย 140 dB หรือดีกว่า
- 2.1.14 มีฟังก์ชันในการตรวจจับเมื่อมีความเคลื่อนไหว (Motion Detection) สามารถกำหนดพื้นที่ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ 5 พื้นที่ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.1.15 มีฟังก์ชันในการตรวจจับเมื่อมีการปิดบังหน้ากล้อง (Tampering Alarm) หรือดีกว่า
- 2.1.16 มีฟังก์ชัน Video analytics ที่ช่วยในการตรวจจับต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย
- 2.1.17 มีฟังก์ชันในการตรวจจับวัตถุที่เข้ามาในพื้นที่และสามารถเลือกระบุได้ว่าตรวจจับเฉพาะคนหรือรถได้ (Intrusion Detection (Line/Zone; by People/ by Vehicle/ all Object) ได้เป็นอย่างน้อย



- 2.1.18 มีฟังก์ชันในการนับวัตถุ โดยสามารถระบุวัตถุได้ว่าจะเลือกนับเฉพาะคนหรือรถ (Object Counting (Line/Zone; by People/ by Vehicle/ all Object) ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.19 มีฟังก์ชันในการตรวจจับวัตถุที่ข้ามผ่านเส้นที่กำหนด โดยสามารถระบุทิศทาง ซ้าย-ขวา และระบุเฉพาะได้ว่า คนหรือรถ (Line Crossing (by People/ by Vehicle/ all Object; Direction Setting: Left/ Right) ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.20 มีฟังก์ชันตรวจจับบุคคลเข้ามาในพื้นที่นานกว่าที่กำหนด (Loitering Detection (by Second) ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.21 มีฟังก์ชันในการตรวจจับวัตถุหายหรือถูกเคลื่อนย้าย (Object Left/Object Removed) ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.22 มีฟังก์ชันปิดบังพื้นที่หวงห้าม (Privacy Mask) โดยสามารถเลือกพื้นที่ปิดบังได้อย่างน้อย 5 พื้นที่ หรือมากกว่า
- 2.1.23 มีฟังก์ชันปรับ frame rate อัตโนมัติตามความเคลื่อนไหว (smart Frame rate) และปรับความคมชัดของภาพตามความเคลื่อนไหว (Smart ROI) เพื่อช่วยประหยัด storage ในการบันทึกภาพได้
- 2.1.24 สามารถจัดเก็บการตั้งค่าภาพที่แตกต่างกันในโหมดกลางวันและกลางคืนได้และทำงานโดยอัตโนมัติ
- 2.1.25 สนับสนุน Network Protocol ได้แก่ IEEE802.1x, DDNS, DHCP, Firewall, FTP, GB28181, HTTP, HTTPS, IPv4, IPv6, LDAP, NTP, RTP, RTSP ,RTMP, SSL,SSH, SNMP, SMTP,TCP/IP, UDP, UPnP, Zero Configure ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.26 สามารถกำหนดค่า Bit rate ได้ตั้งแต่ 64k – 8,000 kbps หรือดีกว่า
- 2.1.27 มีระบบการปรับภาพแบบ Backlight Compensation, Auto White Balance และสามารถปรับแต่งคุณสมบัติของภาพ Brightness, Contrast, Saturation,Sharpness และ Hue ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.28 มีช่องในการเชื่อมต่อเครือข่ายชนิด RJ-45 ตามมาตรฐาน 10/100 Mbps Ethernet
- 2.1.29 สามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.3af (PoE) ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.30 ได้รับมาตรฐานการป้องกัน IP66 และ IK10 ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.31 สามารถรองรับมาตรฐาน ONVIF Profile S,G,Q และ T ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.32 สามารถรองรับ SDHC Card ที่ขนาดความจุ 32 GB และ SDXC Card ที่ขนาดความจุ 2TB ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.33 มีช่องในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก 1 alarm input และ 1 alarm output และรองรับการส่งสัญญาณเสียง 1 audio input และ 1 audio output ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.34 ตัวกล้องวงจรปิดได้รับมาตรฐานรับรองคุณภาพ CE และ FCC เป็นอย่างดีโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน
- 2.1.35 สามารถดูภาพและปรับแต่งกล้องได้โดยใช้ Internet Explorer, Google Chrome และ Mozilla Firefox ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2.1.36 มีช่วงอุณหภูมิในการทำงาน -20 องศาเซลเซียส ถึง 55 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 2.1.37 ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง





- 2.1.38 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องมีเอกสารรับรองที่แสดงว่าเป็นรุ่นที่อยู่ในสายการผลิตและเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน ไม่ใช้สินค้าเก่าเก็บ โดยมีเอกสารแสดงการรับรอง
- 2.1.39 ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน
- 2.1.40 ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน
- 2.1.41 ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ ISO โดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน
- 2.1.42 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าที่ห่อเดียวกันกับเครื่องบันทึกภาพ

**2.2 กล้องวงจรปิดชนิด (Fixed Dome IP Camera) 5 ล้านพิกเซล จำนวน 1 ชุด ชุดละ 50,000 บาท รวมเป็นเงิน 50,000 บาท**

- 2.2.1 เป็นกล้องวงจรปิด แบบ Dome Network Camera เบ็ดเสร็จในตัว
- 2.2.2 มีตัวรับภาพชนิด Progressive Scan Sony CMOS ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2.8" ความละเอียดไม่น้อยกว่า 5 Megapixel หรือดีกว่า
- 2.2.3 สามารถส่งสัญญาณภาพด้วยความเร็ว 30 FPS ที่ขนาดภาพ 2,592 x 1,944 ได้หรือดีกว่า
- 2.2.4 มีระบบการทำงานแบบ ICR Day Night สามารถแสดงภาพได้ดีทั้งกลางวันและกลางคืน โดยมีการควบคุมการเคลื่อนที่ของ IR-Cut Filter ในตัวกล้องโดยอัตโนมัติเมื่อเปลี่ยนโหมด หรือดีกว่า
- 2.2.5 มีเลนส์เป็นแบบ P-iris Motorized lens ขนาด 2.7-15 mm F1.6 หรือดีกว่า
- 2.2.6 มีความไวแสงต่ำสุดไม่มากกว่า 0.006 lux สำหรับการแสดงภาพสี (Day Mode) และ 0.0009 lux ภาพขาวดำ (Night Mode) และ 0 lux สำหรับ infrared ทำงานหรือดีกว่า
- 2.2.7 มีระยะทำการ Infrared ไม่น้อยกว่า 55 เมตร และมีฟังก์ชัน Smart IR หรือดีกว่า
- 2.2.8 รองรับเทคโนโลยีการบีบอัดภาพ H.265 และ H.264 และ MJPEG และรองรับการส่งสัญญาณภาพแบบ Multi Stream สามารถส่งสัญญาณภาพได้พร้อมกันอย่างน้อย 3 streams หรือดีกว่า
- 2.2.9 สามารถเลือกขนาดภาพเป็น 2,592x1,944/2,048x1,536/1,920x1,080/1,280x720/720x576/720x480/640x480/640x360 และ 320x240 ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.2.10 สามารถปรับ Shutter Speed ได้ตั้งแต่ 1/7-1/20,000s หรือดีกว่า
- 2.2.11 มีฟังก์ชัน WDR (Wide Dynamic Range) ช่วยให้สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีแสงแตกต่างกันมากได้โดยมีค่า Dynamic Range อย่างน้อย 140 dB หรือดีกว่า
- 2.2.12 มีฟังก์ชันในการตรวจจับเมื่อมีความเคลื่อนไหว (Motion Detection) สามารถกำหนดพื้นที่ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ 5 พื้นที่ หรือดีกว่า
- 2.2.13 มีฟังก์ชันในการตรวจจับเมื่อมีการปิดบังหน้ากล้อง (Tampering Alarm) หรือดีกว่า
- 2.2.14 มีฟังก์ชัน Video analytics ที่ช่วยในการตรวจจับต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย
- 2.2.15 มีฟังก์ชันในการตรวจจับวัตถุที่เข้ามาในพื้นที่และสามารถเลือกระบุได้ว่าตรวจจับเฉพาะคนหรือรถได้ (Intrusion Detection (Line/Zone; by People/ by Vehicle/ all Object) หรือดีกว่า
- 2.2.16 มีฟังก์ชันในการนับวัตถุ โดยสามารถระบุวัตถุได้ว่าจะเลือกนับเฉพาะคนหรือรถ (Object Counting (Line/Zone; by People/ by Vehicle/ all Object) หรือดีกว่า



2.2.17 มีฟังก์ชันในการตรวจจับวัตถุที่ข้ามผ่านเส้นที่กำหนด โดยสามารถระบุทิศทางซ้าย-ขวา และระบุเฉพาะได้ว่า คนหรือรถ (Line Crossing (by People/ by Vehicle/ all Object; Direction Setting: Left/ Right) หรือดีกว่า

2.2.18 มีฟังก์ชันตรวจจับบุคคลเข้ามาในพื้นที่นานกว่าที่กำหนด (Loitering Detection (by Second) หรือดีกว่า

2.2.19 มีฟังก์ชันในการตรวจจับวัตถุหายหรือถูกเคลื่อนย้าย (Object Left/Object Removed) หรือดีกว่า

2.2.20 มีฟังก์ชันปิดบังพื้นที่หวงห้าม (Privacy Mask) โดยสามารถเลือกพื้นที่ปิดบังได้อย่างน้อย 5 พื้นที่ หรือดีกว่า

2.2.21 มีฟังก์ชันปรับ frame rate อัตโนมัติตามความเคลื่อนไหว (smart Frame rate) และปรับความคมชัดของภาพตามความเคลื่อนไหว (Smart ROI) เพื่อช่วยประหยัด storage ในการบันทึกภาพได้

2.2.22 สามารถจัดเก็บการตั้งค่าภาพที่แตกต่างกันในโหมดกลางวันและกลางคืนได้และทำงานโดยอัตโนมัติ

2.2.23 สนับสนุน Network Protocol ได้แก่ IEEE802.1x, DDNS, DHCP, Firewall, FTP, GB28181, HTTP, HTTPS, IPv4, IPv6, LDAP, NTP, RTP, RTSP ,RTMP, SSL,SSH, SNMP, SMTP,TCP/IP, UDP, UPnP, Zero Configure หรือดีกว่า

2.2.24 สามารถกำหนดค่า Bit rate ได้ตั้งแต่ 64k – 8,000 kbps หรือดีกว่า

2.2.25 มีระบบการปรับภาพแบบ Backlight Compensation, Auto White Balance และสามารถปรับแต่คุณสมบัติของภาพ Brightness, Contrast, Saturation,Sharpness และ Hue ได้ หรือดีกว่า

2.2.26 มีช่องในการเชื่อมต่อเครือข่ายชนิด RJ-45 ตามมาตรฐาน 10/100 Mbps Ethernet

2.2.27 สามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.3af (PoE) หรือดีกว่า

2.2.28 ได้รับมาตรฐานการป้องกัน IP66 และ IK10 หรือดีกว่า

2.2.29 สามารถรองรับมาตรฐาน ONVIF Profile S,G,Q และ T หรือดีกว่า

2.2.30 สามารถรองรับ SDHC Card ที่ขนาดความจุ 32 GB และ SDXC Card ที่ขนาดความจุ 2TB หรือดีกว่า

2.2.31 มีช่องในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก 1 alarm input และ 1 alarm output และรองรับการส่งสัญญาณเสียง 1 audio input และ 1 audio output หรือดีกว่า

2.2.32 ตัวกล่องวงจรปิดได้รับมาตรฐานรับรองคุณภาพ CE และ FCC เป็นอย่างน้อยโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.2.33 สามารถดูภาพและปรับแต่งกล้องได้โดยใช้ Internet Explorer, Google Chrome และ Mozilla Firefox ได้หรือดีกว่า

2.2.34 มีช่วงอุณหภูมิในการทำงาน -20 องศาเซลเซียส ถึง 55 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

2.2.35 ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

2.2.36 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องมีเอกสารรับรองที่แสดงว่าเป็นรุ่นที่อยู่ในสายการผลิตและเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน ไม่ใช้สินค้าเก่าเก็บ โดยมีเอกสารแสดงการรับรองจากผู้ผลิตสินค้า

2.2.37 ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

11





2.2.38 ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.2.39 ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ ISO โดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.2.40 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าที่ห่อเดียวกันกับเครื่องบันทึกภาพ

2.3 เครื่องบันทึกภาพ CCTV NVR ขนาดไม่น้อยกว่า 16 ช่อง จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 58,000 บาท รวมเป็นเงิน 58,000 บาท

2.3.1 เป็นเครื่องบันทึกภาพกล้องวงจรปิดแบบดิจิทัลที่ใช้ระบบปฏิบัติการแบบ Linux

2.3.2 รองรับกล้องชนิด IP camera จำนวนไม่น้อยกว่า 16 กล้อง

2.3.3 รองรับฮาร์ดดิสก์ภายในตัวเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 4 ลูกและในแต่ละลูกสามารถรองรับความจุได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 12TB รวม 48TB หรือดีกว่า

2.3.4 รองรับการบันทึกภาพสูงสุดที่ความละเอียด 8 Megapixel หรือดีกว่า

2.3.5 รองรับการแสดงผลภาพกล้อง IP camera ที่ความละเอียด 4k (3,840x2,160) @30FPS ได้อย่างน้อยจำนวน 4 กล้องหรือที่ความละเอียด Full HD (1,920x1,080)@30FPS พร้อมกันได้ทั้ง 16 กล้อง

2.3.6 สามารถแสดงผลภาพสดและภาพย้อนหลังได้ที่ความเร็ว 30 ภาพต่อวินาทีได้พร้อมกัน ทั้ง 16 กล้อง

2.3.7 มีระบบการบีบอัดสัญญาณภาพแบบ H.265 หรือดีกว่า

2.3.8 มีระบบบันทึกภาพแบบ dual Stream Recording โดยบันทึกภาพ Main Stream และ Sub Stream พร้อมกัน

2.3.9 รองรับการบันทึกเสียงได้โดยมีช่องสัญญาณเสียงเข้า (Audio Input) ไม่น้อยกว่า 1 ช่องและช่องสัญญาณเสียงออก (Audio Output) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง ขั้วต่อแบบ RCA หรือดีกว่า

2.3.10 มีช่องสัญญาณภาพออก (Video Output) แบบ HDMI 4k (3,840x2,160 ,30Hz) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และแบบ VGA (up to 1,920x1,080 ,60Hz) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.3.11 มีฟังก์ชันในการค้นหาและเชื่อมต่อกับกล้องได้โดยอัตโนมัติ (One Click Installation) หรือดีกว่า

2.3.12 มีรูปแบบการบันทึกอย่างน้อยดังนี้

- บันทึกแบบการตรวจจับความเคลื่อนไหวของวัตถุ (Motion Recording)
- บันทึกต่อเนื่องตลอดเวลา (Continuous Recording)
- บันทึกเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆ (Event Recording)
- บันทึกตามวันเวลาที่กำหนด (Scheduled Recording)

2.3.13 มีระบบการค้นหาภาพที่รองรับค้นหาภาพย้อนหลังโดยค้นหาจากจากวัน,เวลา (Date/time) ค้นหาจากเหตุการณ์ (Event)และค้นหาโดยเลือกกล้อง (Channel) หรือดีกว่า

2.3.14 รองรับการบันทึกภาพล่วงหน้าก่อนเกิดเหตุการณ์ (Pre Recording) 5 วินาทีและหลังเกิดเหตุการณ์ (Post Recording) 255 วินาทีหรือดีกว่า

2.3.15 สามารถแสดงภาพได้ทั้งแบบกล้องเดียวเต็มหน้าจอ (Full screen), PIP, 2x2, 4x3 และ 4x4 ได้เป็นอย่างน้อย



2.3.16 รองรับการควบคุมเมื่อดูภาพย้อนหลังได้ดังนี้ play, pause, stop, forward, rewind, fast forward, fast rewind ได้เป็นอย่างดี

2.3.17 สามารถ export video ได้ผ่านทาง USB ที่ตัวเครื่อง, หน้า Web browser และ โปรแกรมศูนย์กลางการจัดการ (CMS) หรือดีกว่า

2.3.18 สนับสนุน Network Protocol ได้แก่ TCP/IP, SMTP, DHCP, HTTP, SNMP, STARTTLS, DDNS, DNS, PPPoE, UDP, UPnP, SSL, RTP, RTSP, NTP, IPv4/IPv6 ได้เป็นอย่างดี

2.3.19 มีช่องในการเชื่อมต่อเครือข่ายชนิด RJ-45 ตามมาตรฐาน 10/100/1000 Mbps Giga Ethernet (LAN) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่องและ 10/100/1000 Mbps Giga Ethernet (WAN) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.3.20 รองรับการใช้งานได้หลายผู้ใช้งานและสามารถตั้งค่าและกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้งานได้ อย่างน้อย 3 ระดับหรือดีกว่า

2.3.21 มีระบบ Watermark เพื่อตรวจสอบการตัดต่อภาพหรือดีกว่า

2.3.22 รองรับสัญญาณแจ้งเตือนเข้า (Alarm Input) 16 ช่อง และสัญญาณแจ้งเตือนออก (Alarm Output) ได้ 4 ช่อง หรือดีกว่า

2.3.23 รองรับ Event Trigger ต่างๆ ได้แก่ Alarm Detection, Motion Detection, Tampering Alarm, Object Detection, Intrusion Detection, Video Loss Detection ,Alarm Detection ได้เป็นอย่างดี

2.3.24 สามารถแจ้งเตือนการทำงานที่ผิดปกติของระบบ ได้แก่ Disk Full, Disk Error, No Disk, Network Disconnect, Illegal Login, Disk Over Temperature, Fan Fall, Power Loss, IP Conflict ได้เป็นอย่างดี

2.3.25 สามารถแจ้งเตือนการทำงานที่ผิดปกติของระบบ ได้แก่ Disk Full, Disk Error, No Disk, Network Disconnect, Illegal Login, Disk Over Temperature, Fan Fall, Power Loss, IP Conflict ได้เป็นอย่างดี

2.3.26 Bandwidth ของตัวเครื่อง Input ไม่น้อยกว่า 256 Mbps และ Output ไม่น้อยกว่า 160Mbps หรือดีกว่า

2.3.27 มีช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 3 ช่องและ RS485 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.3.28 สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมศูนย์กลางการจัดการ (CMS) ได้ โดยโปรแกรม CMS นั้น

2.3.29 รองรับเครื่องบันทึกได้ไม่น้อยกว่า 16 เครื่องหรือดีกว่า

2.3.30 รองรับเมนูการใช้งานได้หลายภาษาและมีเมนูภาษาไทย

2.3.31 รองรับการเรียกดูภาพผ่านทาง iPhone, iPad , Android Phones, Android tablets, IE explorer, CMS ได้เป็นอย่างดี

2.3.32 รองรับระบบ P2P และ Free DDNS service ได้เป็นอย่างดี

2.3.33 มีช่วงอุณหภูมิในการทำงาน 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

2.3.34 สามารถแสดงภาพที่บันทึกจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดผ่านระบบเครือข่ายได้

2.3.35 ได้รับมาตรฐานรับรองคุณภาพ CE และ FCC เป็นอย่างน้อยโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.3.36 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องมีเอกสารรับรองที่แสดงว่าเป็นรุ่นที่อยู่ในสายการผลิตและสินค้าของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนไม่ใช้สินค้าเก่าเก็บโดยมีเอกสารแสดงการรับรองจากผู้ผลิตสินค้า





2.3.37 ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ในรูปแบบแผ่น CD หรือ DVD ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องหรือสามารถ Download จากเว็บไซต์ผู้ผลิตได้

2.3.38 ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)

2.3.39 ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ ISO โดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

2.3.40 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าที่ห่อเดียวกันกับตัวกล่องวงจรปิด

**2.4 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ 24 ช่อง 10/100/1000Mbps (PoE L3 Switch) 4 SFP จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 60,000 บาท รวมเป็นเงิน 60,000 บาท**

2.4.1 ช่องต่อสัญญาณเครือข่ายแบบ 10/100/1000 Basr-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง และแบบ 1000 Base-X (SFP) GbE uplink ports ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า

2.4.2 มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 3 แบบ (IGMP v1/v2/v3), ProtocolIndependent Multicast (PIM), IEEE 802.1 Q-in-Q, Bidirectional Forwarding Detection (BFD), Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) หรือดีกว่า

2.4.3 มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง

2.4.4 สามารถทำงานตามมาตรฐานการรับส่งสัญญาณทุกแบบอย่างน้อยดังนี้ IEEE 802.1ak, IEEE802.1ab ,IEEE 802.1D ,IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1Q-in-Q ,IEEE 802.3af: PoE , IEEE 802.3at: PoE+ ได้เป็นอย่างน้อย

2.4.5 รองรับ MAC address ไม่น้อยกว่า16,000 แบบ Ethertype, 802.1p, VLAN, IP address, หรือดีกว่า

2.4.6 สามารถจ่ายกระแสไฟรวมไม่น้อยกว่า maximum system budget of 405 W หรือดีกว่า

2.4.7 รองรับการบริหารจัดการเครือข่ายผ่าน Web หรือ SNMP หรือดีกว่า

2.4.8 สามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์การเก็บข้อมูล Hardware DRAM ได้ไม่น้อยกว่า 512 M หรือดีกว่า

2.4.9 ตัวแปลงสัญญาณ media converter ชนิด Mini GBIC transceiver 1000Base-LX โดยสามารถใช้งานได้ระยะไม่น้อยกว่า 10 กิโลเมตรหรือดีกว่า จำนวน 2 หน่วย หรือดีกว่า

**2.5 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ 8 ช่อง 10/100/1000Mbps (PoE L2 Switch) 2SFP ชนิดใช้งานภายนอกอาคาร จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 32,000 บาท รวมเป็นเงิน 32,000 บาท**

2.5.1 มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model Industrial swtich

2.5.2 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T (Gigabit) จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง หรือดีกว่า

2.5.3 สามารถรองรับการทำงานแบบ PoE (Power over Ethernet) ได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at ได้ในช่องเดียวกัน จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง หรือดีกว่า

2.5.4 มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานทุกช่องการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย



2.5.5 อุปกรณ์การกระจายสัญญาณจะต้องรองรับการทำงานแบบ IEEE 802.1Q VLAN, Mirroring, port isolation, IGMP Snooping, DHCP Snooping LLDP, PoE Management, IP Source Guard, ARP inspection หรือดีกว่า

2.5.6 รองรับการทำงานแบบ spanning tree STP(802.1D) และ RSTP(802.1W) หรือดีกว่า

2.5.7 รองรับการทำงานแบบ Jumbo frame ไม่น้อยกว่า 9 K และ Mac table up to 8K หรือดีกว่า

2.5.8 รองรับ Buffer Memory ได้ไม่น้อยกว่า 4M หรือดีกว่า

2.5.9 รองรับ Switching Capacity bandwidth ได้ไม่น้อยกว่า 52GB หรือดีกว่า

2.5.10 สามารถรองรับการทำงานแบบ โปรแกรมควบคุมได้ (Managed) ผ่าน WEB, CLI, TELNET, SSH, SNMP ได้หรือดีกว่า

2.5.11 รองรับการทำงานแบบ G.8032 และรองรับ <50ms Industrial quick ring protection ได้ หรือดีกว่า

2.5.12 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -40 องศาเซลเซียส ถึง 75 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

2.5.13 ตัวอุปกรณ์ผลิตตรงตามมาตรฐานความปลอดภัย อย่างน้อย CE, FCC เป็นอย่างน้อย

2.5.14. มี POWER SUPPLY ขนาด ไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ DC VOLTAGE ไม่น้อยกว่า 48 Volt ,2.5A 4.18. POWER SUPPLY มีความถี่ FREQUENCY RANGE อยู่ในช่วง 47~63Hz หรือดีกว่า

2.6 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 1,000 VA (900 Watts) จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 25,000 บาท รวมเป็นเงิน 25,000 บาท

2.6.1 เป็นเครื่องสำรองไฟ UPS ขนาดไม่น้อยกว่า 1KVA ,900 วัตต์

2.6.2 เป็นแบบชนิดติด RACK ขนาดไม่น้อยกว่า 2U

2.6.3 ค่าความถี่ 50/60 Hz  $\pm$  10% (selectable)

2.6.4 ค่า Current THDI น้อยกว่า 5%

2.6.5 มี Current Crest Ratio เพื่อรองรับกระแสในช่วง peak ที่ไม่น้อยกว่า 3:1

2.6.6 สามารถจ่ายกำลังวัตต์เพียงพอต่อการใช้งานของอุปกรณ์ที่ต่อพ่วง

2.6.7 ชนิด Battery type แบบ Sealed Leas Acid หรือดีกว่า

2.6.8 ได้รับมาตรฐาน Safety (IEC/EN62040-1-1), ESD (IEC/EN61000-4-2 L4),RS (IEC/EN61000 -4-3 L3),EFT (IEC/EN61000-4-4 L4),UL 1449, Surge (IEC/EN61000-4-5 L4), Conduction (IEC/EN62040-2 C3), Radiation (IEC/EN62040-2 C3) ,Transportation (ETS300019-2-2 Class 2.3), Protection (IP20 static) เป็นอย่างน้อย

2.7 โทรทัศน์ แอล อี ดี (LED TV) ขนาด 50 นิ้ว (สำหรับห้องควบคุมอาคาร 4) จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 24,000 บาท รวมเป็นเงิน 24,000 บาท

2.7.1 ระดับความละเอียด เป็นความละเอียดของจอภาพ (Resolution) 1,080p แบบ FULL HD

2.7.2 ขนาดที่กำหนดเป็นขนาดจอภาพขั้นต่ำไม่น้อยกว่า 50 นิ้ว หรือดีกว่า

2.7.3 แสดงภาพด้วยหลอดภาพ แบบ LED

2.7.4 มีช่องต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ เพื่อการเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง





2.7.5 มีช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ

2.7.6 มีตัวรับสัญญาณ Digital ในตัว

2.7.7 ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพหรือ มอก.

เป็นอย่างน้อยพร้อมแนบเอกสารแสดง

2.8 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์บันทึกภาพ ขนาด 9U ติดผนัง จำนวน 1 ตู้ ตู้ละ 6,000 บาท รวมเป็นเงิน 6,000 บาท

2.8.1 เป็นตู้แบบ Wall Mount Rack 19" ขนาดไม่น้อยกว่า 9U

2.8.2 มีมาตรฐานการผลิตแบบ ANIS/EIA ,IEC, DIN

2.8.3 มีขนาดความลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร

2.9 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์บันทึกภาพ INDOOR RACK 27U จำนวน 1 ตู้ ตู้ละ 18,000 บาท รวมเป็นเงิน 18,000 บาท

2.9.1 เป็นตู้เก็บอุปกรณ์มาตรฐาน ขนาด 19"สูงไม่น้อยกว่า 27U

2.9.2 มีขนาดเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

2.9.3 ทำด้วยวัสดุที่เป็นเหล็กอบสีอย่างดี ไม่เป็นสนิม แข็งแรง ทนทาน

2.9.4 มีประตูและสามารถล็อกได้และพัดลมระบายความร้อน

2.9.5 มีระบบไฟฟ้าที่เพียงพอกับการใช้งานอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

2.10 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์ OUTDOOR RACK จำนวน 1 ตู้ ตู้ละ 8,500 บาท รวมเป็นเงิน 8,500 บาท

2.10.1 เป็นกล่องพักสายใยแก้วนำแสง ชนิดใช้งานภายนอกอาคารได้

2.10.2 มีข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงได้ไม่ต่ำกว่า 12 หัวต่อ แบบ Snap-in Plate ทั้ง แบบ FC,SC,ST,LC (Adaptor) และต้องสามารถขยายได้ สูงสุดไม่น้อยกว่า 96 หัวต่อ

2.10.3 สามารถใช้งานร่วมกับหัวต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด Multimode และ Single mode ได้ในแผงพักเดียวกันและด้านในจะต้องมีพื้นที่สำหรับวางSplice Tray แบบ 12 หรือ 24 ช่อง ได้โดยใช้น็อตยึดตรงกลางเพื่อความ แข็งแรงในการใช้งาน

2.10.4 มีขนาดของกล่องพักสาย ไม่น้อยกว่า 600x440x245 มม.(สูงxกว้างxลึก)

2.10.5 ผลิตจากวัสดุเหล็กอย่างดีโดยเหล็กเป็นชนิด EG (Electro Galvanize) เป็นเหล็กแผ่นที่เคลือบซิงค์ (Zinc) ด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้า ทนต่อการใช้งานภายนอกโดยเฉพาะ

2.10.6 สามารถใส่พัดลมระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่า 2 ตัว และมีขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว อยู่ด้านล่างตู้ เพื่อดูระบาย ความร้อนออกนอกตู้ เพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

2.10.7 ภายในตู้มีทางเข้าสาย อยู่ด้านล่างไม่น้อยกว่า 8 รู และสามารถใส่ cable gland เบอร์ EG/PG-29 สีดำ ได้ไม่น้อย กว่า 2 รู เพื่อยึดจับสายที่มั่งคั่งแข็งแรง

2.10.8 ขอบผาด้านหน้าของตัวตู้จะต้องมีขอบชนิดกันฝุ่นกันความชื้นที่ผลิตขึ้นจากวัสดุ CNC โฟมชนิดพิเศษ (CNC Foam Gaskets) ที่มีความยืดหยุ่นสูง และ ป้องกันความชื้นได้ดี อายุการใช้งานยาวนานกว่าขอบยางสีดำธรรมดาทั่วไป



2.10.9 ด้านล่างของตัวตู้จะต้องมีคานเหล็ก ไม่น้อยกว่า 2 ชั้น เพื่อรองรับเครื่องสำรองไฟ (UPS) ไม่ให้ไปปิดกั้นพัดลมระบายอากาศด้านล่างของตู้ได้

2.10.10 บริเวณด้านหน้าของตัวตู้จะต้องพับขอบคิ้ว โดยรอบเพื่อป้องกันน้ำหรือความชื้นเข้าตัวตู้ขณะเปิดฝาทู้้ออก

2.10.11 ด้านหลังของตู้พักสายใยแก้วนำแสง จะต้องมึรูสำหรับยึดติดผนัง ทั้ง 4 มุมของตู้ และจะต้องมีขายึดจับเสไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์เสริมครบชุด เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน

2.10.12 โรงงานผลิตตู้สำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ภายนอก จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO:9001 เป็นอย่างน้อยโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน

## 2.11 สายนำสัญญาณ Fiber Optic 12 Core Single-mode Outdoor

2.11.1 มีขนาดของ Core/Cladding และสายใยแก้วนำแสง ชนิด Single-mode ผลิตตามมาตรฐาน ITU Recommendation G.652.D หรือดีกว่า

2.11.2 มีขนาดของแกนสายใยแก้วนำแสงขนาดไม่น้อยกว่า 12 แกน (12 Core) ชนิด Single Mode 9/125 um หรือดีกว่า

2.11.3 เป็นสายสำหรับเดินบนเสาไฟฟ้าโดยเฉพาะ สายเป็นแบบ Drop wire fiber optic ที่มี Messenger wire แบบเส้นลวด (Steel Wire) 1 เส้น ยึดติดอยู่กับตัวเปลือก (Jacket) ด้านนอกสายเพื่อรองรับแรงดึงในการติดตั้งและมีขนาดของเส้นลวดไม่น้อยกว่า 1.6 มม.

2.11.4 เปลือกหุ้มฉนวนภายนอก (Jacket Sheath) เป็นชนิด LSZH หรือดีกว่า และ มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

2.11.5 ภายในโครงสร้างของสายมี Loose Tube ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร และผลิตจากวัสดุที่เป็น PBT โดยใน Loose tube จะต้องมึ Thyrotrophic jelly compound ที่ป้องกันความร้อนอยู่ภายใน เพื่อยืดอายุการใช้งานของเคเบิลใยแก้วนำแสง

2.11.6 ภายในโครงสร้างของสายจะต้องมี Aramid Yarn และ E-Glass yarn เพื่อช่วยรองรับแรงดึงไม่มีผลกระทบต่อเส้นใยแก้วนำแสง ภายในสายเคเบิล

2.11.7 มีอุณหภูมิ Operating อยู่ระหว่าง -10 ถึง +70 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

2.11.8 มีขนาดรอบนอกของสาย(Cable Diameter) ไม่น้อยกว่า 6.8 มิลลิเมตร ไม่รวมเส้นลวดเพื่อความแข็งแรงในการติดตั้ง

### Optical Characteristics

2.11.9 Attenuation @1,310 nm น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.36 dB/Km

2.11.10 Attenuation @ 1,550 nm น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.22 dB/Km

2.11.11 Attenuation @ 1,625 nm น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.23 dB/Km

2.11.12 มีค่า Dispersion coefficient@ 1285 -1340 nm = -3.5 -3.5 ps/(nm•km)@ 1550 nm = ≤ 18 ps/(nm•km)

2.11.13 Polarization mode dispersion coefficient (PMD) ≤ 0.2 ps/√ km

2.11.14 Cut-off wavelength  $\lambda_{1,260}$

2.11.15 สายเคเบิล fiber optic จะต้องผ่านมาตรฐาน มอก.2166 – 2548เป็นอย่างน้อยโดยมีเอกสารแสดงการได้รับมาตรฐาน





## 2.12 สายสัญญาณ CAT6 OUTDOOR

2.12.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Category 6 (Unshielded Twisted Pair) ที่มีคุณสมบัติตาม มาตรฐาน ANSI/TIA-568-C.2, ISO/IEC 11801:2002 ,EN-50173-1, ASTM D4566-98, ICEA S-102-700 Category 6 NEMA WC 66 เป็นอย่างน้อย

2.12.2 มีค่า Impedance เท่ากับ  $100 \pm 15$  Ohms, 1MHz ถึง 600 MHz หรือดีกว่า

2.12.3 มีค่า Mutual capacitance เท่ากับ 5.6 nF max./100 m.หรือดีกว่า

2.12.4 มีค่า DC Resistance เท่ากับ 6.65 Ohms Max./100m.หรือดีกว่า

2.12.5 มีค่า DC Resistance, Unbalance เท่ากับ 5% Max.หรือดีกว่า

2.12.6 มีค่า Dielectric Strength เท่ากับ 1kV/min หรือดีกว่า

2.12.7 มีค่า Propagation delay เท่ากับ 536 ns/100 m. max. ที่ความถี่ 600 MHz หรือดีกว่า

2.12.8 มีค่า Delay Skew เท่ากับ 30 ns. Max และ NVP เท่ากับ 69% หรือดีกว่า

2.12.9 สามารถโค้งงอได้ 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางสายและรับแรงดึง 110 N (25lbf) หรือดีกว่า

2.12.10 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +60 องศาเซลเซียสและสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +80 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า

## 2.13 การเชื่อมสายใยแก้วนำแสง เชื่อมต่อแบบ (Pigtail) ชนิด Single mode

2.13.1 สายเชื่อมต่อเป็นหัวต่อชนิด LC/PC-Styleหรือตามลักษณะการใช้งานจริง

2.13.2 ชนิดของ Ferrule เป็นแบบ Zirconia /Ceramic

2.13.3 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single mode 9/125um มีความยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร

2.13.4 มีเปลือกนอก (Jacket) ผลิตจาก PVC สีเหลือง และมีขนาดของสายไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร

2.13.5 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสงเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน

## 2.14. สายใยแก้วนำแสงสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Optical Fiber Patch Cord)

2.14.1 สายใยแก้วนำแสง 1 เส้นจะต้องมี 2 Core ชนิด Single mode ขนาด 9/125 Micron หรือดีกว่า

2.14.2 ชนิดของ Ferrule เป็นแบบ Zirconia/Ceramicหรือดีกว่า

2.14.3 มีเปลือกนอก (Jacket) ผลิตจาก PVC สีเหลือง และมีขนาดของสายไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร

2.14.4 ปลายสายเป็นหัวต่อแบบ SC/PC-Style และ LC/PC-Style หรือตามลักษณะการใช้งานจริง

2.14.5 ต้องเป็นสายสำเร็จรูป จากโรงงานผู้ผลิต ความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร

2.14.6 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน



## 2.15 กล่องเก็บปลายสายใยแก้วนำแสง (Rack Mount Enclosure)

2.15.1 เป็นแผงพักสายที่ใช้ได้กับตู้เก็บอุปกรณ์มาตรฐานขนาด 19 นิ้วความสูง 1U (4.45 ซม.)

2.15.2 แผงพักสายใยแก้วนำแสง ผลิตจากวัสดุที่เป็นเหล็กอย่างดีและ สามารถ เลื่อนเข้าออก ได้ โดยขยับติดของรางเลื่อนจะต้องเป็นแบบลูกปืนเท่านั้น เพื่อความคงทนและความสะดวกต่อการใช้งาน.

2.15.3.3 มีข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงได้ไม่ต่ำกว่า 6 หัวต่อ ทั้ง แบบ ST,SC,FC,LC (Connector) โดยการเปลี่ยน Snap Plate และต้องสามารถขยายได้ สูงสุดไม่น้อยกว่า 36 หัวต่อ

2.15.4 สามารถใช้งานร่วมกับหัวต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด Multimode และ Single mode ได้ในแผงพักเดียวกัน 1 U (4.45 ซม.) และด้านในจะต้องมีพื้นที่สำหรับวาง Splice Tray แบบ 12 port โดยใช้ นี้อัตยัตตรงกลาง splice tray เพื่อความแข็งแรงในการใช้งาน

2.15.5 ด้านหน้าของแผงพักสายใยแก้วนำแสง จะต้องมีส่วนที่ว่างด้านหน้าเพื่อพักสาย และติดป้ายชื่อ (Label) และมีฝาปิดด้านหน้าทำจากเหล็กอย่างดี เพื่อป้องกันสายหัก โดยมีน็อตทำจาก เหล็กสกรู เพื่อยึดติดฝาด้านหน้าทั้งสองข้าง (น็อต PEM)

2.15.6 กล่องเก็บปลายสาย จะต้องมึรูทางสายเข้า ด้านหลัง อย่างน้อย 4 รู และสามารถ ถอดหรือยกสายใยแก้วนำแสง ออกจากกล่องได้ ทั้งที่เชื่อมสาย(fusion Splice) ไปแล้ว กรณี แก้ว หรือ ย้ายตู้ cabinet rack ใหม่ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและสะดวกต่อการใช้งาน

2.15.7.เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสงเพื่อให้เกิด ประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน





## หมวดงานระบบภาพและเสียง



หมวดที่ 1  
ระบบภาพและเสียง

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบภาพและเสียงพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ  
1.2 ระบบภาพและเสียงประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

ระบบเสียง

- 1.2.1 ไมโครโฟนแบบไร้สาย Wireless Handheld Microphone จำนวน 2 ชุด  
1.2.2 ไมโครโฟนแบบมีสาย ชนิด DYNAMIC จำนวน 2 ชุด  
1.2.3 เครื่องผสมสัญญาณเสียงขนาดไม่น้อยกว่า 16 ช่อง จำนวน 1 เครื่อง  
1.2.4 เครื่องควบคุมการปรับเสียงแบบ DIGITAL 2:6 จำนวน 2 เครื่อง  
1.2.5 ลำโพงแบบหลัก 2 ทาง LINE Array 700 วัตต์ จำนวน 6 คู่  
1.2.6 ลำโพงซับวูฟเฟอร์ SUBWOOFER 1,200 วัตต์ ขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว จำนวน 2 คู่  
1.2.7 ลำโพงเวทีขนาดกำลังขับไม่น้อยกว่า 250 วัตต์ จำนวน 2 คู่  
1.2.8 เครื่องขยายเสียง ขนาดกำลังขับไม่น้อยกว่า (2200+2200) วัตต์ จำนวน 5 เครื่อง  
1.2.9 ตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ระบบเสียง ชนิด 19 นิ้ว ขนาด 32U จำนวน 1 ตู้  
1.2.10 ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 2 ชุด  
1.2.11 ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งพื้น จำนวน 2 ชุด

ระบบภาพ

- 1.2.12 เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ LCD ขนาดความสว่างไม่น้อยกว่า 6,000 ANSI LUMENS จำนวน 1 เครื่อง  
1.2.13 จอรับภาพชนิดมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 200 นิ้ว 4:3 จำนวน 1 จอ  
1.2.14 เครื่องสลับสัญญาณ HDMI และสัญญาณคอมพิวเตอร์ HDMI , VGA จำนวน 1 เครื่อง  
1.2.15 เครื่องแปลงสัญญาณ VGA เป็น HDMI จำนวน 1 เครื่อง  
1.2.16 เครื่องแปลงสัญญาณ LAN เป็น HDMI จำนวน 2 เครื่อง  
1.2.17 เครื่องแปลงสัญญาณ HDMI เป็น LAN จำนวน 2 เครื่อง  
1.2.18 เครื่องเล่น DVD จำนวน 1 เครื่อง

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบภาพและเสียงทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พื้นห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อที่ 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17 และ 2.18 พร้อมแนบแคตตาล็อกหรือแบบรูปรายละเอียดเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา





## 2. รายละเอียดคุณลักษณะระบบภาพและเสียง

### ระบบเสียง

2.1 ไมโครโฟนแบบไร้สาย Wireless Handheld Microphone จำนวน 2 ชุด ชุดละ 22,225 บาท รวมเป็นเงิน 44,450 บาท

#### เครื่องรับสัญญาณ Receiver

- 2.1.1 เป็นเครื่องรับ (Receiver) ไมโครโฟนแบบไร้สายย่านความถี่ UHF หรือดีกว่า
- 2.1.2 มีจอ LED แสดงตัวเลขบอกช่องใช้งานหรือดีกว่า
- 2.1.3 เป็นไมโครโฟนไร้สายแบบเลือกความถี่ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 7 ความถี่ หรือดีกว่า
- 2.1.4 มี LED แสดงสถานะการรับสัญญาณของเครื่องรับ (RF) หรือดีกว่า
- 2.1.5 มี LED บอกรหัสของสัญญาณเสียง (AF CLIP) ที่มากเกินไประดับใช้งานหรือดีกว่า
- 2.1.6 ย่านความถี่วิทยุที่ใช้งาน (Frequency Ranges) ตั้งแต่ 798 ถึง 800 MHz หรือกว้างกว่า
- 2.1.7 มีการ Modulation แบบเอฟเอ็ม (FM) หรือดีกว่า
- 2.1.8 มีความกว้างของความถี่เสียง (Audio Bandwidth) ตั้งแต่ 50 Hz ถึง 15 kHz หรือกว้างกว่า
- 2.1.9 มีความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิก (THD) มีค่าอยู่ที่น้อยกว่า 0.8 หรือ 1 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า
- 2.1.10 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (S/N Ratio) อยู่ที่ 105 dB หรือดีกว่า
- 2.1.11 ช่องสัญญาณเสียงขาออก (Audio Output) แบบ Balanced XLR หรือดีกว่า
- 2.1.12 มีเอกสารการได้รับการอนุญาตให้อุปกรณ์ใช้งานความถี่วิทยุถูกกฎหมายจากคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช)

#### เครื่องส่งสัญญาณ (ไมโครโฟน) Transmitter

- 2.1.13 เป็นเครื่องส่งสัญญาณไมโครโฟนชนิดมือถือ แบบเลือกความถี่ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 7 ความถี่ หรือดีกว่า
- 2.1.14 มีปุ่มเปิด-ปิด (on/off) และ Mute ที่ตัวเครื่อง (On-Mute-Off) หรือดีกว่า
- 2.1.15 มีหลอด LED แสดงผลระดับแบตเตอรี่ที่ใช้งาน
- 2.1.16 ย่านความถี่วิทยุที่ใช้งาน (Frequency Ranges) ตั้งแต่ 798 ถึง 800 MHz หรือกว้างกว่า
- 2.1.17 มีการ Modulation แบบเอฟเอ็ม (FM) หรืออื่นๆ
- 2.1.18 มีความกว้างสัญญาณเสียง (Audio Bandwidth) ตั้งแต่ 70 Hz ถึง 15 kHz หรือกว้างกว่า
- 2.1.19 มีความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิก (THD) อยู่ที่น้อยกว่า 0.8 เปอร์เซ็นต์ ที่ 1 kHz หรือดีกว่า
- 2.1.20 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (S/N Ratio) อยู่ที่ 105 dB (A) หรือดีกว่า
- 2.1.21 มีระดับสัญญาณวิทยุของเครื่องส่ง (RF Output) อยู่ที่ 10 mw หรือดีกว่า
- 2.1.22 มีการใช้งานแบตเตอรี่ กำลังไฟ 1x 1.5 V, AA ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง หรือมากกว่า
- 2.1.23 มีปุ่มหรือสวิตช์สามารถเลือกช่องความถี่ใช้งานที่เครื่องส่งได้
- 2.1.24 มีเอกสารการได้รับการอนุญาตให้อุปกรณ์ใช้งานความถี่วิทยุถูกกฎหมายจากคณะกรรมการกิจการกระจายเสียงกิจการ โทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช)



2.2 ไมโครโฟนแบบมีสาย ชนิด DYNAMIC จำนวน 2 ชุด ชุดละ 8,418 บาท รวมเป็นเงิน 16,836 บาท

- 2.2.1 เป็นไมโครโฟนแบบมือถือชนิด Dynamic microphone
- 2.2.2 รูปแบบการรับสัญญาณแบบ Cardioid หรือ Supercardioid หรือดีกว่า
- 2.2.3 ด้ามจับทำด้วย โลหะเหล็กแบบ Die-cast หรือแบบ Solid Zinc Die แข็งแรง ทนทาน หรือดีกว่า
- 2.2.4 มีสวิตช์ เปิด/ปิดไมโครโฟน
- 2.2.5 ค่าความไวในการรับสัญญาณ (Sensitivity) ไม่น้อยกว่า 1.85 mV/pa หรือ 2.2 mV/pa หรือดีกว่า
- 2.2.6 ความต้านทาน 300 หรือ 500 โอห์ม หรือดีกว่า
- 2.2.7 มีค่า MAX SPL อยู่ที่ 92 dB หรือ 144 dB หรือดีกว่า
- 2.2.8 ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 80 Hz –12,000 Hz หรือกว้างกว่า
- 2.2.9 สายไมโครโฟนยาวไม่น้อยกว่า 10 เมตร
- 2.2.10 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งพร้อมเดินสายไมโครโฟนโดยมี OUT LET MIC (XLR) จำนวน 2 จุด ที่หน้าเวทีหรือตำแหน่งอื่นๆตามความเหมาะสม

2.3 เครื่องผสมสัญญาณเสียงขนาดไม่น้อยกว่า 16 ช่อง จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 50,507 บาท รวมเป็นเงิน 50,507 บาท

- 2.3.1 มีช่องต่อสัญญาณเข้า จำนวน 16 ช่องสัญญาณ (8 โมโน+4 สเตอริโอ)
- 2.3.2 มีดิจิตอลเอฟเฟ็ค SPX ในตัวไม่น้อยกว่า 24 โปรแกรม พร้อมสามารถปรับแต่งค่า Parameter ได้
- 2.3.3 มีช่องต่อแบบ USB สำหรับเชื่อมสัญญาณเข้าและออกกับคอมพิวเตอร์
- 2.3.4 มีวงจรภาคปริแอมป์แบบ D-PRE (Invert Darlington Circuit)
- 2.3.5 ช่องสัญญาณโมโน Ch 1-Ch 8 มีปุ่มปรับคอมเพรสเซอร์แบบ One-Knob Compressor (Comp)
- 2.3.6 ภาคจ่ายไฟเป็นแบบ Universal Power Supply
- 2.3.7 ตัวถังแทนเครื่องทำมาจากโลหะ ทั้งด้านบน และด้านล่าง
- 2.3.8 การตอบสนองความถี่ : +0.5 dB/-1.5 dB (20Hz to 48 kHz)
- 2.3.9 มีค่าความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิก (THD) : 0.03 % @ +14 dBu (20 Hz to 20 kHz)
- 2.3.10 มีช่องต่อสัญญาณออก : ST (L/R), Group (4),AUX Send (4), Monitor Out (L/R)
- 2.3.11 มีช่องต่อสัญญาณเข้า : ขั้วต่อแบบ XLR / Phone Jack มีสัญญาณเข้า ที่ 1 ถึง 8 ช่อง
- 2.3.12 มีช่องเชื่อมต่อ USB : USB Audio Class 2.0 compliant หรือดีกว่า
- 2.3.13 มี Phantom Power (พร้อมสวิตช์) : +48 Vdc
- 2.3.14 มีช่วงความถี่ของแบนเนลลิตี้ : ไม่น้อยกว่า 3 ช่วง (LOW/MID/HIGH)





- 2.3.15 มีการรบกวนระหว่างช่องสัญญาณ : ไม่เกิน -78 dB (ที่ 1 kHz)  
 2.3.16 ใช้งานกับแรงดันไฟฟ้า : AC 100-240 V, 50 Hz / 60 Hz  
 2.3.17 มีการสิ้นเปลืองพลังงาน : ไม่เกิน 30 W

**2.4 เครื่องควบคุมการปรับเสียงแบบ DIGITAL : 2:6 จำนวน 2 เครื่อง เครื่องละ 106,615 บาท รวมเป็นเงิน 213,230 บาท**

- 2.4.1 เป็นเครื่องจัดการระบบเสียงลำโพงแบบดิจิทัลและเป็นอุปกรณ์ที่รวบรวมอุปกรณ์ และระบบการจัดการต่างๆ ไว้ในเครื่องเดียวและสามารถควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ได้
- 2.4.2 มี Digital Signal Processor 2 INPUT และ 6 OUTPUT หรือดีกว่า
- 2.4.3 มีคุณสมบัติที่ใช้งานได้ทั้งที่ต้องการคุณภาพเสียงที่มีคุณภาพสูงโดยมี Hi-end แบบ 24bit A/D เป็นตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลและมี Hi-end 24bit D/A เป็นตัวแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อก และมีการประมวลผลสัญญาณด้วยตัวแปลง 24 bit หรือดีกว่า
- 2.4.4 มีค่า Dynamic range น้อยกว่า 110 dB หรือดีกว่า
- 2.4.5 สามารถทำงานได้ทั้ง Standard Mode และ DCL Mode หรือดีกว่า
- 2.4.6 มีค่า Crossover 2x2 way + SUB, 2x3 way หรือ 6 way หรือดีกว่า
- 2.4.7 มีค่า INPUT แบบ L, R หรือ L+R เป็นแบบอิสระหรือดีกว่า
- 2.4.8 สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยคอมพิวเตอร์ PC ด้วยการเชื่อมต่อทาง via RS485 หรือ USB หรือดีกว่า
- 2.4.9 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้มากถึง 32 เครื่อง และสามารถควบคุมทุกฟังก์ชันการทำงานของเครื่องได้หรือดีกว่า
- 2.4.10 สามารถต่อเข้า INPUT หรือต่อออก OUTPUT ได้ด้วยหัวต่อ XLR Balanced +20dBu max level หรือดีกว่า
- 2.4.11 มีหน่วยความจำ 64 โปรแกรม หรือดีกว่า
- 2.4.12 มีค่าความเพี้ยนโดยรวมของสัญญาณอยู่ที่ 0.001% ที่ 1kHz 0dbu หรือดีกว่า
- 2.4.13 มีค่าอัตราส่วนระหว่างสัญญาณกับสัญญาณรบกวนน้อยกว่า 110dB หรือดีกว่า
- 2.4.14 สามารถตอบสนองความถี่ได้ในช่วง 20HZ ถึง 20kHz ที่ - 0.5dB หรือดีกว่า
- 2.4.15 มีค่าความละเอียดของการแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ที่ 24 bits และ 96 bits ตามลำดับได้หรือดีกว่า
- 2.4.16 มีอัตราขยายการกรองความถี่ที่ -15dBu ถึง +15dBu โดยมีค่า 0.5 dBu สามารถเพิ่มหรือลดได้หรือดีกว่า
- 2.4.17 ค่าสัญญาณ Compressors การบีบอัดสัญญาณ โดยจะอยู่ในช่วง -10dBu ถึง +20dBu หรือดีกว่า
- 2.4.18 มีค่าอัตราส่วนในการบีบอัดอยู่ที่ 1:1 ถึง 32:1 หรือดีกว่า
- 2.4.19 สามารถปรับเสียงขึ้น – ลง ได้ จาก 0 ถึง 100 ระดับ หรือดีกว่า
- 2.4.20 ได้รับมาตรฐานและมีใบรับรองมาตรฐาน CE หรือ UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย



2.5 ลำโพงแบบหลัก 2 ทาง LINE Array 700 วัตต์ จำนวน 6 ตู้ ตู้ละ 44,647 บาท รวมเป็นเงิน 267,882 บาท

2.5.1 เป็นลำโพงมอนิเตอร์ 2 ทาง ชนิด Coaxial Hornloaded Line Array loud speaker หรือดีกว่า

2.5.2 กำลังขับแบบต่อเนื่อง (power Handling ) ได้ไม่น้อยกว่า 700W RMS

2.5.3 กำลังได้สูงสุด (Short-term power) ได้ไม่น้อยกว่า 1,500W (IEC 268-5)

2.5.4 มีค่าความต้านทานปกติ (impedance) 8 Ohm

2.5.5 มีย่านการตอบสนองความถี่ 60Hz - 18kHz ที่ -6dB หรือดีกว่า

2.5.6 มีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาด 1x12 นิ้ว MLF /MHF หรือดีกว่า

2.5.7 มีดอกลำโพงเสียงสูง 2x 3 นิ้ว HF (Neodymium Titanium diaphragm) หรือดีกว่า

2.5.8 มีความไวไม่น้อยกว่า 132 dB ที่ 1W/1m (one Cabinet ) peak หรือดีกว่า

2.5.9 มีความดังเสียงสูงสุด Maximum SPL 125dB (continuous)/129 dB (peak)

2.5.10 มีมุมการกระจายเสียง 90°x 90° (HxV)

2.5.11 มีระบบ Crossover frequency ที่ 6kHz หรือดีกว่า

2.5.12 จุดเชื่อมต่อสัญญาณขาเข้าเป็นแบบ 2xNL4MP

2.5.13 ได้รับมาตรฐานและมีใบรับรองมาตรฐาน CE หรือ UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย

2.6 ลำโพงซับวูฟเฟอร์ SUBWOOFER 1,200 วัตต์ ขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว จำนวน 2 ตู้ ตู้ละ 51,576 บาท รวมเป็นเงิน 103,152 บาท

2.6.1 เป็นลำโพงชนิด SUB Line Array ขนาด 18 นิ้ว หรือดีกว่า

2.6.2 เป็นลำโพงเสียงต่ำ (sub woofer) แบบ Deep Impact Design (DID) หรือดีกว่า

2.6.3 มีการตอบสนองความถี่อยู่ในช่วง 30 Hz - 120Hz หรือดีกว่า

2.6.4 ค่าความไวต่อการตอบสนองของลำโพงไม่น้อยกว่า 97 dBหรือดีกว่า

2.6.5 มีค่าความดังของเสียง SPL สูงสุด ไม่น้อยกว่า 134Db หรือมากกว่า

2.6.6 ค่าความถี่ของวงจรรองความถี่สูง 30 Hz หรือดีกว่า

2.6.7 กำลังขับของลำโพงไม่น้อยกว่า 1,200 วัตต์

2.6.8 ขนาดของ Transducer ความถี่ต่ำไม่น้อยกว่า 18 นิ้วx4 นิ้ว (VC)

2.6.9 ค่าความถี่ Crossover ไม่น้อยกว่า 90 Hz

2.6.10 ค่าความต้านทานปกติของลำโพงเท่ากับ 8Ω หรือดีกว่า

2.6.11 ช่องต่อสัญญาณเสียงเข้า เป็นหัวต่อชนิด 2x NL4 หรือดีกว่า

2.6.12 ตู้ลำโพงทำมาจากไม้อัดขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 18 mm. Plywood หรือดีกว่า

2.6.13 ตะแกรงลำโพงทำมาจากเหล็กหรือ Micro Fabric หรือดีกว่า

2.6.14 ได้รับมาตรฐานและมีใบรับรองมาตรฐาน CE หรือ UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย





2.7 ลำโพงเวทีขนาดกำลังขับไม่น้อยกว่า 250 วัตต์ จำนวน 2 คู่ ตู้อะละ 39,907 บาท รวมเป็นเงิน 79,814 บาท

- 2.7.1 เป็นลำโพงมอนิเตอร์ 2 ทาง ชนิด Passive หรือดีกว่า
- 2.7.2 กำลังขับแบบต่อเนื่อง (Long-term power) ได้ไม่น้อยกว่า 250W
- 2.7.3 กำลังได้สูงสุด (Short-term power) ได้ไม่น้อยกว่า 500W (IEC 268-5)
- 2.7.4 มีค่าความต้านทานปกติ (impedance) 8 Ohm
- 2.7.5 มีย่านการตอบสนองความถี่ 60Hz - 18kHz ที่ -6dB หรือดีกว่า
- 2.7.6 มีดอกกล้ำโพงเสียงต่ำขนาด 10 นิ้ว และมีดอกกล้ำโพงเสียงสูง 1 นิ้ว หรือดีกว่า
- 2.7.7 มีความไว 98 dB ที่ 1W/1m หรือดีกว่า
- 2.7.8 มีความดังเสียงสูงสุด Maximum SPL 125dB(continuous)/129 dB(peak) หรือดีกว่า
- 2.7.9 มีมุมการกระจายเสียง 90°x 90° (HxV) หรือดีกว่า
- 2.7.10 มีระบบ Crossover frequency ที่ 2kHz หรือดีกว่า
- 2.7.11 จุดเชื่อมต่อสัญญาณขาเข้าเป็นแบบ 2xspeakon NL-4
- 2.7.12 ได้รับมาตรฐานและมีใบรับรองมาตรฐาน CE หรือ UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย

ดีกว่า

2.8 เครื่องขยายเสียง ขนาดกำลังขับไม่น้อยกว่า (2,200+2,200) วัตต์ จำนวน 5 เครื่อง เครื่องละ 65,009 บาท รวมเป็นเงิน 325,045 บาท

2.8.1 เป็นเครื่องขยายเสียงแบบสเตอริโอ สำหรับลำโพง Line Array กำลังงานภาคขยายเสียง Output มีดังนี้

- : ที่ความต้านทาน 8Ω แบบ Stereo Power มีค่า 4x1,300 W
- : ที่ความต้านทาน 4Ω แบบ Stereo Power มีค่า 4x2,200 W
- : ที่ความต้านทาน 2Ω แบบ Stereo Power มีค่า 4x2,500 W
- : ที่ความต้านทาน 8Ω แบบ Bridged Monon Power มีค่า 2x4,400 W
- : ที่ความต้านทาน 4Ω แบบ Bridged Monon Power มีค่า 2x5,000 W

2.8.2 อัตราขยายมีค่าเท่ากับ 35 dB และค่า VCL เท่ากับ 150 V หรือดีกว่า

2.8.3 ตอบสนองความถี่ในช่วง 20 Hz - 25 kHz ± 0.5 dB หรือดีกว่า

2.8.4 ค่าความเพี้ยนของสัญญาณรวม (THD+N) มีค่าเท่ากับ 0.1% ที่ Rated Power 8W/kHz หรือดีกว่า

2.8.5 ค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 110 dB

2.8.6 มีการแยกช่องสัญญาณ (Crosstalk) ที่ 1 kHz มีค่ามากกว่า 70 dB หรือดีกว่า

2.8.7 มีช่วงตอบสนองความถี่ระหว่าง 6.8 Hz - 34 kHz หรือดีกว่า

2.8.8 ค่าความต้านทานขาเข้า 20 kΩ แบบ Balanced และ 10 kΩ แบบ Unbalanced หรือดีกว่า

2.8.9 มีค่า Input Common Mode Rejection (CMR) ไม่น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 45 dB

2.8.10 ค่าความต้านทานขาออก ที่ 100 Hz มีค่าเท่ากับ 56 mΩ หรือดีกว่า

2.8.11 ค่าอัตราการแกว่งที่ขาออก (Slew Rate) ที่ 8 Ω เท่ากับ 20 V/ms หรือดีกว่า



- 2.8.12 ค่า VCL ต่อช่องสัญญาณสามารถเลือกได้ดังนี้ 150,121,101,83,70,56,47,38 V หรือดีกว่า
- 2.8.13 ค่า VCL เมื่อใช้แบบ Bridged สามารถเลือกได้ดังนี้ 300, 242, 202, 166, 140, 112, 94,76 V หรือดีกว่า
- 2.8.14 ค่าอัตราขยายของแต่ละช่องสัญญาณ สามารถเลือกได้ดังนี้ 23, 26, 29, 32, 35, 38, 41, 44 dB หรือดีกว่า
- 2.8.15 ช่องต่อภาคขาเข้าเป็นแบบ Combo XLR type, 3 pin หรือดีกว่า
- 2.8.16 ช่องต่อภาคขาออกเป็นแบบ Speakon และ Output Binding posts หรือดีกว่า
- 2.8.17 ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดัน 200-240 V ที่ 50-60 Hz หรือดีกว่า

**2.9 ตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์เครื่องเสียง ชนิด 19 นิ้ว ขนาด 32U จำนวน 1 ตู้ ตู้ละ 31,925 บาท รวมเป็นเงิน 31,925 บาท**

- 2.9.1 เป็นตู้เก็บอุปกรณ์มาตรฐานขนาด 19" สูงไม่น้อยกว่า 32U
- 2.9.2 มีขนาดเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ
- 2.9.3 ทำด้วยวัสดุที่เป็นเหล็กอบสีอย่างดี ไม่เป็นสนิม แข็งแรง ทนทาน
- 2.9.4 มีประตูและสามารถล็อกได้และมีพัดลมระบายความร้อน
- 2.9.5 มีระบบไฟฟ้าที่เพียงพอกับการใช้งานอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

**2.10.ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 2,016 บาท รวมเป็นเงิน 4,032 บาท**

- 2.10.1 เป็นขาตั้งไมโครโฟนชนิดขาตั้งเป็นฐานกลม
- 2.10.2 ทำด้วยวัสดุที่แข็งแรงทนทาน
- 2.10.3 แขนของขาตั้งไมโครโฟนสามารถปรับได้

**2.11.ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งพื้น จำนวน 2 ชุด ชุดละ 2,800 บาท รวมเป็นเงิน 5,600 บาท**

- 2.11.1 เป็นขาตั้งไมโครโฟนชนิดขาตั้ง 3 ขา สามารถพับเก็บได้หรือดีกว่า
- 2.11.2 ทำด้วยวัสดุที่แข็งแรงทนทาน
- 2.11.3 สามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 150 ซม.

**ระบบภาพ**

**2.12. เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ LCD ขนาดความสว่างไม่น้อยกว่า 6,000 ANSI LUMENS จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 206,726 บาท รวมเป็นเงิน 206,726 บาท**

- 2.12.1 เป็นเครื่องฉายภาพชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 0.63 นิ้ว LCDx3 with MLA
- 2.12.2 สามารถรับสัญญาณคอมพิวเตอร์ TRUE XGA (1024x768) รองรับสัญญาณ VGA, SVGA, XGA, WXGA, WXGA+, SXGA, SXGA+, WUXGA ได้ หรือดีกว่า
- 2.12.3 ให้ความสว่างในการฉายภาพไม่น้อยกว่า 6,000 Lumens
- 2.12.4 สามารถต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ 3 Input แบ่งเป็น D-Sub Mini 15pin จำนวน 1, Input HDMI จำนวน 2 Input , LAN RJ-45 จำนวน 1 Input เป็นอย่างน้อยและมีช่องสัญญาณออกแบบ D-Sub 15pin จำนวน 1 ช่องสัญญาณ





2.12.5 สามารถปรับเลนส์ขึ้นบน , ลงล่าง , ซ้ายและขวาได้ ด้วย Lens Shift เพื่อความสะดวกในการติดตั้งหรือดีกว่า

2.12.6 สามารถถ่ายภาพได้ตั้งแต่ขนาด 30 – 300 นิ้ว Zoom Ratio ไม่น้อยกว่า 1 : 1.6X

2.12.7 หลอดไฟขนาด มีอายุ 4,000 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย

2.12.8 อัตราความคมชัดของภาพ (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า 20,000:1

2.12.9 สามารถแก้รูปสี่เหลี่ยมคางหมู KEYSTONE ADJUSTMENT Keystone) ในแนวตั้งและแนวนอน ไม่น้อยกว่า  $\pm 20$  องศา

2.12.10 รับประกันตัวเครื่อง 2 ปี (หลอดภาพรับประกัน 1 ปี หรือ 1,000 ชั่วโมง) อย่างไม่อย่างหนึ่งถึงก่อน

2.12.11 มีใบรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 เพื่อรับประกันคุณภาพมาตรฐานการผลิตจากผู้ผลิตและมีหนังสือรับรองผลิตภัณฑ์สินค้าระบุหมายเลขเครื่องและรุ่นของเครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์

**2.13 จอรับภาพแบบมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 200 นิ้ว 4:3 จำนวน 1 จอ จอละ 115,918 บาท รวมเป็นเงิน 115,918 บาท**

2.13.1 เป็นจอรับภาพแบบชนิดควบคุมการขึ้นลงของจอภาพและม้วนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

2.13.2 มีขนาดเส้นทแยงมุมไม่น้อยกว่า 200 นิ้ว ขนาด 4:3 เนื้อผ้า MATT WHITE หรือดีกว่า

2.13.3 เนื้อจอสีขาวทำจากวัสดุ FIBER GLASS ด้านหลังเคลือบสีดำ ทนต่อการฉีกขาดป้องกันการติดไฟและสามารถทำความสะอาดได้

2.13.4 มีสวิทช์เพื่อควบคุมการขึ้นลงและหยุดของจอภาพได้ทุกตำแหน่ง

2.13.5 กระจกจอออกแบบให้สามารถติดตั้งกับผนังหรือเพดานได้

**2.14 เครื่องสลับสัญญาณ HDMI และสัญญาณคอมพิวเตอร์ HDMI , VGA จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 48,123 บาท รวมเป็นเงิน 48,123 บาท**

2.14.1 มีช่องสัญญาณ HDMI ขาเข้า จำนวน 4 ช่อง หรือดีกว่า

2.14.2 มีช่องสัญญาณ HDMI ขาออก จำนวน 1 ช่อง หรือดีกว่า

2.14.3 รองรับ HDMI 2.0

2.14.4 สนับสนุนความละเอียดภาพสูงสุด 4K@60Hz YUV4:4:4 หรือดีกว่า

2.14.5 มี Bandwidth สูงสุดถึง 18Gbps หรือดีกว่า

2.14.6 รองรับมาตรฐาน HDCP2.2, CEC, HDR10 และ ARC

2.14.7 สลับภาพได้จาก IR remote control และปุ่มกดหน้าเครื่อง

2.14.8 มี LED แสดงสถานะไฟเลี้ยงตัวเครื่องและไฟแสดงสถานะการเลือกช่องสัญญาณขาเข้า

2.14.9 มีช่องสัญญาณแยกเสียงขาออกจาก HDMI ทั้งแบบ RCA 2.0 CH และ SPDIF 5.1 CH หรือดีกว่า

2.14.10 มีช่องสัญญาณเสียงขาเข้า Aux 2.0 แบบ mini jack และ SPDIF 5.1 หรือดีกว่า

2.14.11 รองรับระบบเสียง Dolby True HD และ DTS-HD master audio หรือดีกว่า

**2.15 เครื่องแปลงสัญญาณ VGA เป็น HDMI จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 29,763 บาท รวมเป็นเงิน 29,763 บาท**

- 2.15.1 เป็นเครื่องแปลงสัญญาณอนาล็อกจาก VGA ให้เป็น HDMI output หรือดีกว่า
- 2.15.2 มีช่องต่อเสียงอนาล็อก Stereo Audio input แบบ mini jack หรือดีกว่า
- 2.15.3 รองรับความละเอียดสูงสุด ถึง 1080P, WUXGA หรือดีกว่า
- 2.15.4 มีปุ่ม Screen position button สำหรับตั้งค่าตำแหน่งภาพบนหน้าจอหรือดีกว่า
- 2.15.5 รองรับ Windows และ Mac OS หรือดีกว่า
- 2.15.6 รองรับการใช้ไฟเลี้ยงจาก VGA port และ adapter พร้อมกัน
- 2.15.7 มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงาน
- 2.15.8 สามารถตรวจเช็คสัญญาณวิดีโอขาเข้าอัตโนมัติได้

**2.16 เครื่องแปลงสัญญาณ LAN เป็น HDMI จำนวน 2 เครื่อง เครื่องละ 10,909 บาท รวมเป็นเงิน 21,818 บาท**

- 2.16.1 เป็นเครื่องแปลงสัญญาณหรือส่งสัญญาณแบบ TWISTED PAIR (UTP RJ-45) LAN จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า
- 2.16.2 สามารถแปลงสัญญาณหรือรับสัญญาณแบบ เป็น HDMI จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า
- 2.16.3 สามารถส่งความเร็วข้อมูล DATA Rate MAX Date ได้ไม่น้อยกว่า 4.55 bps หรือมากกว่า
- 2.16.4 สามารถส่งหรือขยายสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า 45 เมตรขึ้นไปที่มีความละเอียด 1080p หรือดีกว่า
- 2.16.5 มีฟังก์ชัน display 3D รองรับระบบในการคัดลอกค่า EDID ได้
- 2.16.6 สามารถรองรับสัญญาณ HDCP หรือแบบ DTH-HA ได้
- 2.16.7 มีไฟแสดงสถานะของเครื่องแบบ LED ใช้กับไฟ DC 5 volt หรือ 12 โวลต์ DC ได้ผ่าน Adapter

**2.17 เครื่องแปลงสัญญาณ HDMI เป็น LAN จำนวน 2 เครื่อง เครื่องละ 10,902 บาท รวมเป็นเงิน 21,804 บาท**

- 2.17.1 เป็นเครื่องแปลงสัญญาณหรือส่งสัญญาณแบบ HDMI จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า
- 2.17.2 สามารถแปลงสัญญาณหรือรับสัญญาณแบบ เป็น TWISTED PAIR (UTP RJ-45) CAT 5e หรือ CAT6 หรือ CAT7 ได้จำนวน 1 ช่องสัญญาณ
- 2.17.3 สามารถส่งความเร็วข้อมูล DATA Rate MAX Date ได้ไม่น้อยกว่า 4.55 bps หรือมากกว่า
- 2.17.4 สามารถส่งหรือขยายสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า 45 เมตรขึ้นไปที่มีความละเอียด 1080p หรือดีกว่า
- 2.17.5 มีฟังก์ชัน display 3D รองรับระบบในการคัดลอกค่า EDID ได้
- 2.17.6 สามารถรองรับสัญญาณ HDCP หรือแบบ DTH-HA ได้
- 2.17.7 มีไฟแสดงสถานะของเครื่องแบบ LED ใช้กับไฟ DC 5 volt หรือ 12 โวลต์ DC ได้ผ่าน Adapter



Handwritten mark or signature.

11 Th.S. 2564



2.18. เครื่องเล่น DVD จำนวน 1 เครื่อง เครื่องละ 4,237 บาท รวมเป็นเงิน 4,237 บาท

2.18.1 เป็นเครื่องเล่นแบบดีวีดี

2.18.2 สามารถเล่นไฟล์ DVD-RW และ ระบบ Video 10bit/108 MHz หรือดีกว่า

2.18.3 มีระบบเสียง Audio 19 kHz/24 bit หรือดีกว่า

2.18.4 มีช่องส่งสัญญาณออกแบบ HDMI เป็นอย่างน้อย

2.18.5 มีรีโมทควบคุมการทำงานแบบไร้สาย



## หมวดงานระบบขนส่งรถอัตโนมัติ





หมวดที่ 1  
ระบบแขนกันรถอัตโนมัติ (เข้า-ออก ทางเดียวกัน)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบแขนกันรถยนต์อัตโนมัติพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ

1.2 ระบบแขนกันรถยนต์อัตโนมัติ (เข้า-ออก ทางเดียว) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบแขนกันรถยนต์อัตโนมัติ ทั้งหมดให้ติดตั้งให้เรียบร้อย สวยงามและสามารถพร้อมใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.4 ถ้าเกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น พื้นห้อง ผนัง ฝ้าเพดานหรือส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารรวมถึงการรักษาความสะอาด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยเหมือนเดิม

1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคลากรหรือวิธีป้องกัน เพื่อดูแลรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งภายในอาคาร หากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดสูญหายหรือเสียหายผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

1.6 ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะกับที่มหาวิทยาลัยกำหนดและจะต้องระบุคุณลักษณะของแต่ละข้อที่ยื่นตามข้อที่ 2 พร้อมแนบแคตตาล็อกหรือแบบรูปรายละเอียดเพื่อประกอบการพิจารณา โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

2. รายละเอียดคุณลักษณะ ระบบแขนกันรถอัตโนมัติ (เข้า-ออก ทางเดียวกัน) จำนวน 1 ระบบ ระบบละ 40,000 บาท รวมเป็นเงิน 40,000 บาท

2.1 ชุดตู้ควบคุมไม้กั้นทาง จำนวน 1 ชุด

2.2 แขนกั้นทางยาว 3 ถึง 6 เมตร จำนวน 1 ชุด

2.3 เสาแขนรับไม้กั้นทาง จำนวน 1 ชุด

2.4 สวิตช์ ปิด/เปิด ไม้กั้นทาง จำนวน 1 ชุด

2.5 รีโมทคอนโทรลไม้กั้นทาง จำนวน 2 ชุด

2.6 บัตรทาบ ระยะ 70 – 80 เซนติเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ใบ

2.7 ตัวรับสัญญาณระยะทาบบัตรที่ระยะ 1 เมตร พร้อมตั้งตัวรับสัญญาณ จำนวน 2 ชุด

2.8 ชุดควบคุมมอเตอร์ประตูรีโมทแบบอัตโนมัติและระบบการหน่วงเวลา จำนวน 1 ชุด

2.9 ใช้งานสำหรับควบคุมการเข้า-ออก ของรถที่เข้าอาคาร สำนักงาน,ลานจอดรถ

2.10 แขนกันรถอัตโนมัติความยาวไม่น้อยกว่า 3 ถึง 6 เมตร

2.11 วัสดุแขนกันทำจากอลูมิเนียม อุตสาหกรรมและเคลือบกันสนิม

2.12 การทำงานของแขนกันทำงานด้วยระบบมอเตอร์เกียร์แบบ DC Brushless 24v/140w หรือดีกว่า

2.13 รองรับบัตรและเครื่องอ่านระยะทาบได้และอ่านบัตรไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตรหรือดีกว่า

2.14 มีระบบหน่วงเวลาปิดแบบอัตโนมัติ

2.15 มีระบบชะลอการ เปิดสุดและปิดสุด

2.16 ตัวแขนกันทางสามารถพับ

2.17 มีระบบแขนกันทางติดกลับอัตโนมัติกรณีมีวัตถุขวาง

2.18 แขนกันรถสามารถทำงานต่อเนื่องได้ตลอด 24 ชั่วโมง

2.19 ความเร็วในการขึ้นและลง ไม่น้อยกว่า 5 วินาที

