หน่วยพยาบาลเคลื่อนที่: ประดิษฐกรรมเพื่อการช่วยชีวิต

ทีฆะรัตน์ เลิศภูมิปัญญา

ในประเทศสหรัฐอเมริกา การช่วยชีวิตผู้ประสบภัยทางธรรมชาติและภัยสงคราม เป็นประเด็นศึกษาหลักที่หลายๆ องค์กรกำลังหาทางปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรทางทหาร เพื่อให้การช่วยเหลือทหารที่ได้รับบาดเจ็บ และช่วยลดอัตราการเสียชีวิตของผู้ที่ได้รับบาดเจ็บในขณะอยู่ในสมรภูมิรบ โรงพยาบาลที่มีอยู่ของรัฐบาลและเอกชนมักตั้งอยู่ในเมือง ในขณะที่ภัยทางธรรมชาติและภัยสงครามคุกคามอยู่นอกเมือง ผู้ประสบภัยจำนวนมากต้องเสียชีวิตลงในระหว่างการเดินทางเข้ามารับการรักษาในเมือง ด้วยเหตุนี้เองเพนตากอน (Pentagon) ของสหรัฐอเมริกา จึงได้จัดสรรเงินทุนจำนวน 90,000 เหรียญสหรัฐ ให้กับองค์กรวิจัยชื่อ Walter Reed Army Institute of Research เพื่อทำการศึกษาและออกแบบโรงพยาบาลเคลื่อนที่ สำหรับใช้ในกองทัพและในสถานที่ที่เกิดพิบัติภัยทางธรรมชาติ เช่น ภัยพิบัติจากแผ่นดินไหว พายุ และน้ำท่วม เป็นต้น โดยมีแนวคิดพื้นฐาน (Preliminary Concept Statements) ดังนี้

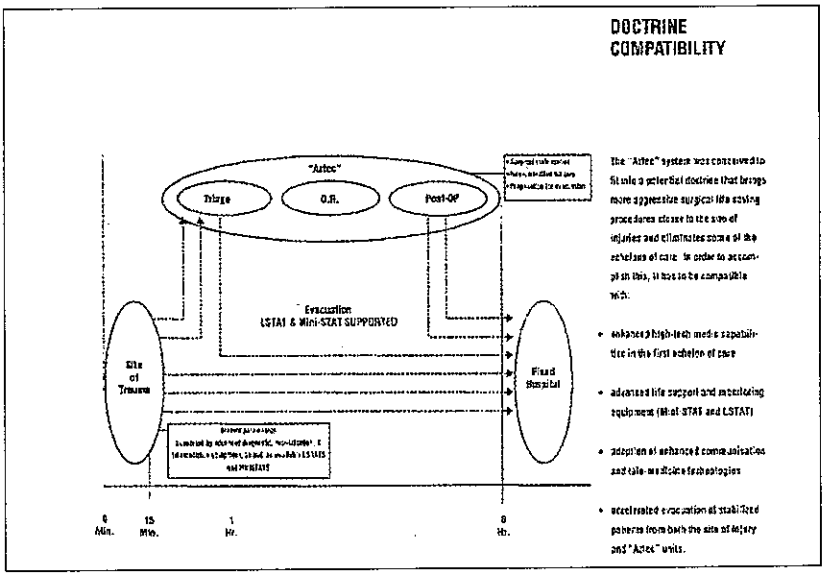
1. เป็นระบบที่มีขนาดเล็ก สำหรับทีมรักษาพยาบาล 3 ถึง 5 คน รวมทั้งนายแพทย์ ระบบของโรงพยาบาลสามารถเคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้โดยสะดวกรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นวิธีการขนย้ายด้วยตัวของมันเองหรือใช้พ่วงติดกับยานพาหนะประเภทอื่น

2. สามารถให้การปฐมพยาบาลเบื้องต้น รวมไปถึงการให้การรักษาผู้ป่วยในกรณีฉุกเฉินด้วยวิธีการผ่าตัดได้นานติดต่อกันถึง 24 ชั่วโมง โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมวัตถุดิบ (น้ำและไฟฟ้า รวมไปถึงอุปกรณ์ทางการแพทย์อื่นๆ) ในระหว่างการใช้งาน และสะดวกต่อการเปลี่ยนและเติมวัตถุดิบใหม่หากต้องการใช้งานนานกว่า 24 ชั่วโมง

3. เป็นระบบโมดูลาร์ (Modular System) ทั้งหมดหรือบางส่วน ซึ่งแต่ละหน่วยย่อยเป็นอิสระต่อกันและใช้งานต่างหน้าที่กัน ในขณะเดียวกันก็สามารถที่จะนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นระบบใหญ่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของระบบการถอดประกอบควรแล้วเสร็จภายในเวลาอันรวดเร็ว คือถอดออกเก็บภายในเวลา 2 ชั่วโมง และต่อประกอบเพื่อใช้งานได้ภายในเวลา 4 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการขนย้าย)

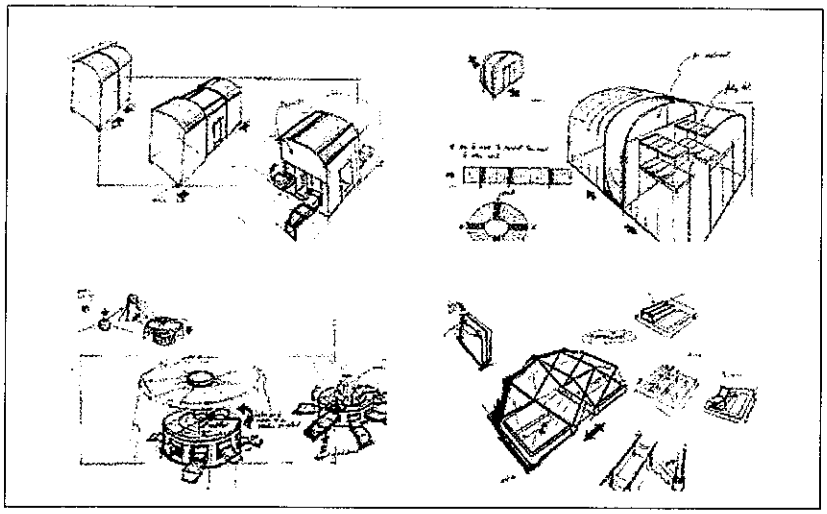
ในปี พ.ศ. 2539 ภาควิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของมหาวิทยาลัยซานโฮเซ (San Jose State University) ได้รับการติดต่อจาก Walter Reed Army Institute of Research ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐบาลสหรัฐฯ ให้เข้าร่วมในการดำเนินโครงการนี้ โดยให้เงินทุนสนับสนุนและจัดหาข้อมูลที่จำเป็นให้ เช่น ข้อมูลด้านวัสดุอุปกรณ์ โครงการนี้จึงได้ถูกบรรจุในวิชาการออกแบบชั้นสูง (Advanced Design) สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่สี่และปริญญาโท โดยมีอาจารย์โทมัส มิเกอร์สกิ (Prof. Tomasz Migurski) เป็นอาจารย์ประจำชั้น ทีมงานของนักศึกษาในชั้นที่ได้รับเลือกเข้าร่วมโครงการ ประกอบด้วย Tai Chung, Theekarat Lertphumpanya, Stefano Moris, Brian Perry และ David Windham การดำเนินงานการออกแบบถูกกำหนดขึ้นเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลแล้วแสดงผลเป็นไดอะแกรมข้อมูลเพื่อสะดวกต่อการอ้างอิง ข้อมูลที่จำเป็นต้องศึกษา เช่น ระบบโครงสร้างแบบต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมการเคลื่อนย้ายและการทำงาน วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นที่ต้องถูกบรรจุเข้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นนี้ รวมถึงระบบกลไกที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น



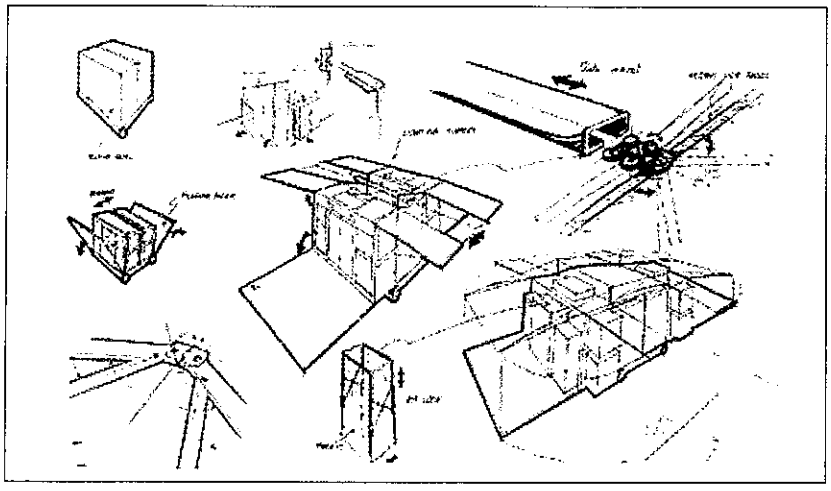
ภาพที่ 1 ตัวอย่างของไดอะแกรมข้อมูล

2. ขั้นตอนการออกแบบ เป็นการนำข้อมูลจากขั้นตอนแรกมาสร้างเป็นข้อจำกัด แนวความคิดพื้นฐานในการออกแบบและแสดงผล เป็นแบบร่าง ภาพสเก็ตช์แบบคร่าวๆ ในหลายแนวทาง เท่าที่จะเป็นไปได้



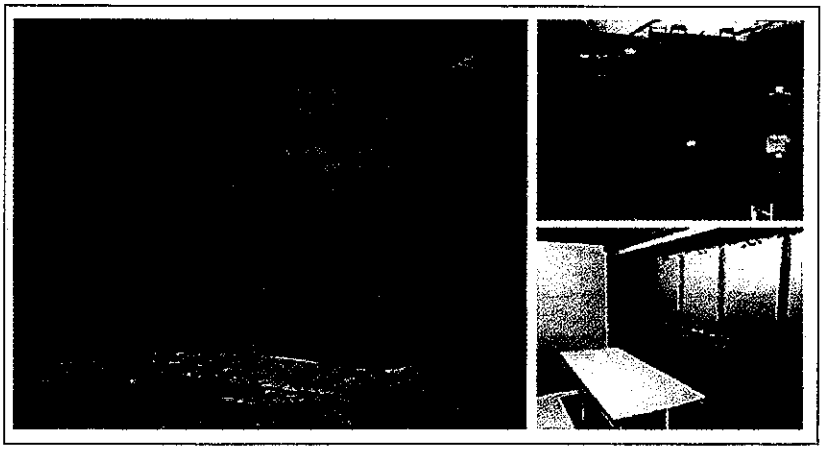
ภาพที่ 2 ตัวอย่างภาพสเก็ตช์

3. ขั้นตอนการพัฒนาแบบ แบบร่างที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์และตั้งคำถามเพื่อหาข้อสรุปของแนวทางและเลือกไว้อย่างน้อย 2 แนวทาง แล้วนำมาพัฒนาจนได้รูปแบบที่ชัดเจนยิ่งขึ้นและมีความเป็นไปได้มากที่สุด ในขั้นนี้ การแสดงผลเป็นภาพวาดพร้อมรายละเอียด ประกอบด้วยการทำหุ่นจำลองแบบง่าย



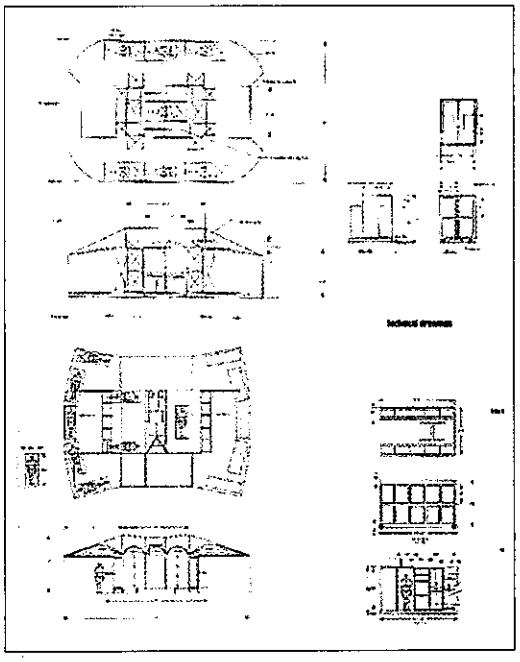
ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างภาพวาดพร้อมรายละเอียดในขั้นตอนการพัฒนาแบบ

4. ขั้นตอนการแสดงผลงาน ประกอบด้วยแผ่นแสดงผลงานในรูปแบบของหนังสือ อธิบายถึงแนวความคิดและหลักการการทำงานของผลิตภัณฑ์ พร้อมด้วยภาพยนตร์แสดงภาพวาดด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม 3 มิติ ชื่อว่า "เอเลียส" (Alias) บนเครื่องซิลิกอนกราฟฟิค (SGI) ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวและภาพ 3 มิติ ส่วนภาพแสดงขนาดสัดส่วนต่างๆ หรือภาพ 2 มิติ วาดโดยใช้โปรแกรมเวลลัม (Vellum) บนเครื่องแมคอินทอช (Macintosh) นอกจากนี้ ยังใช้โปรแกรม PhotoShop ในการตกแต่งภาพและ Quark X' press ในการจัดทำรูปเล่มหนังสือ



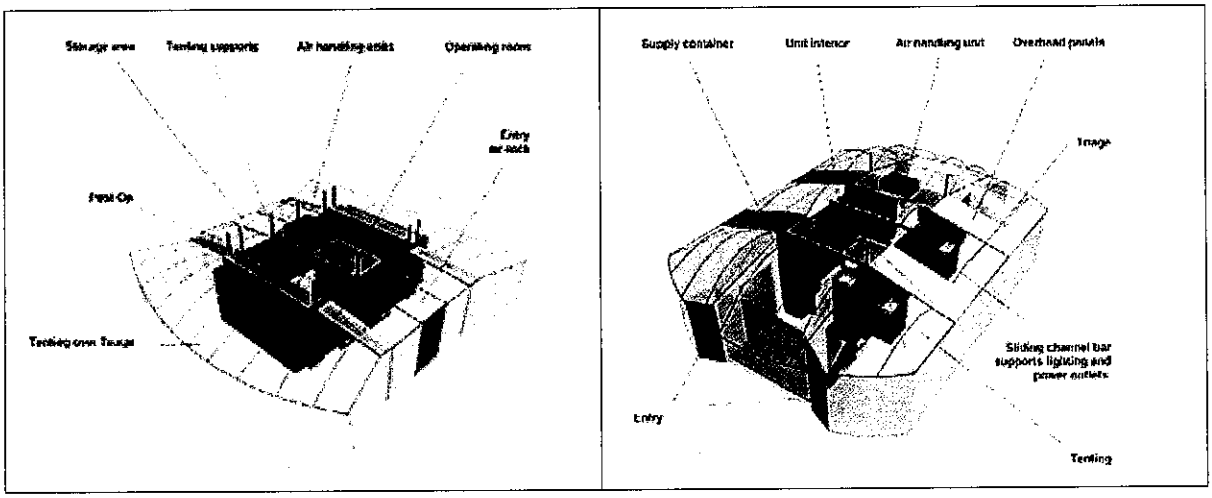
ภาพที่ 4 แสดงส่วนหนึ่งของภาพวาด 3 มิติ โดยใช้โปรแกรมเอเลียส

การทำงานทั้งสี่ขั้นตอนที่กล่าวมาในขั้นต้นใช้เวลาทั้งสิ้น 1 เทอมการศึกษา ในระหว่างวันที่ 20 มกราคม ถึง 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2539 โครงการออกแบบโรงพยาบาลเคลื่อนที่ในขั้นสุดท้าย (Final Design) แบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบสามารถติดตั้งและพร้อมใช้งานได้ภายในเวลาน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ด้วยคนเพียง 4 คน เราใช้ชื่อว่า Aztec 1 และ Aztec 2 จากแนวความคิดของกล่องสี่เหลี่ยมที่บรรทุกอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมที่จะเปิดออกเป็นพื้นที่ใช้สอยในรูปแบบจำลองของห้องผ่าตัด (Operating Room) และพื้นที่ปฐมพยาบาลเบื้องต้น (Triage area) อย่างในโรงพยาบาลได้ทันที

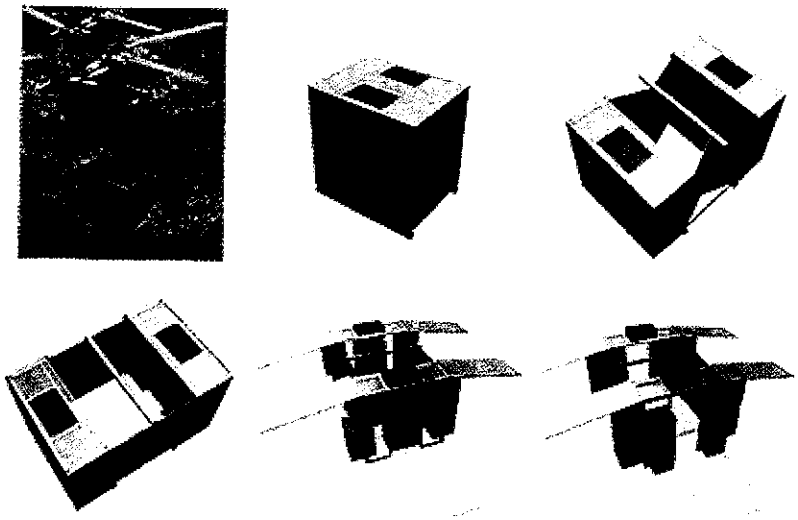


ภาพที่ 5 แสดงภาพ Drawing สร้างโดยใช้โปรแกรม Vellum

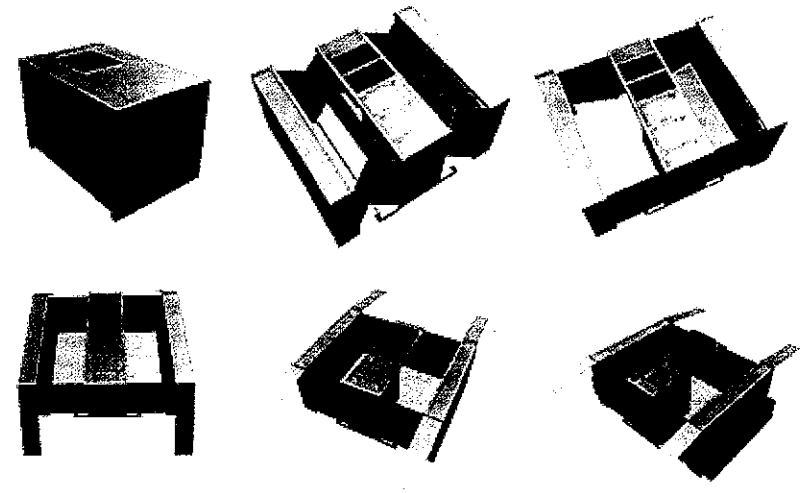
ด้วยแนวความคิดที่จะใช้รูปแบบขนาดประหยัด (Economy of Size) Aztec 1 ถูกออกแบบให้มีรูปแบบของหน่วยพยาบาลขนาดเล็กที่เคลื่อนย้ายได้โดยเฮลิคอปเตอร์ เพื่อนำไปหย่อนลง ตามจุดที่ประสบภัยต่างๆ เช่น แผ่นดินไหว น้ำท่วม รวมไปถึงในสมรภูมิรบ Aztec 1 ประกอบด้วย 6 ยูนิตเล็กๆ ดังนี้คือ จำนวน 2 ยูนิตใช้เป็นห้องผ่าตัด อีก 2 ยูนิตใช้เป็นห้องพักสำหรับผู้ป่วยทั่วไป และ 2 ยูนิตสุดท้ายบรรจุวัตถุดิบที่จำเป็น เช่น น้ำและเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า ในขณะที่ Aztec 2 เป็นแนวความคิดเต็มรูปแบบ (Full Version) และสามารถเคลื่อนย้ายได้โดยเครื่องบินขนส่งทหาร (Cargo-130) Aztec 2 ประกอบด้วย 4 ยูนิตใหญ่ดังนี้คือ จำนวน 2 ยูนิตมีบทบาทใช้เป็นห้องผ่าตัด และห้องพักสำหรับผู้ป่วยทั่วไปภายในชุดเดียวกัน และ 2 ยูนิตที่เหลือบรรจุวัตถุดิบที่จำเป็น (น้ำและเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า) ทั้ง Aztec 1 และ 2 เมื่อนำแต่ละยูนิตมาต่อเข้าด้วยกัน เราก็จะได้โรงพยาบาลเคลื่อนที่สาขาย่อยที่มีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 6 แสดงส่วนประกอบภายในของ Aztec 2 และ Aztec 1 ในแต่ละยูนิต

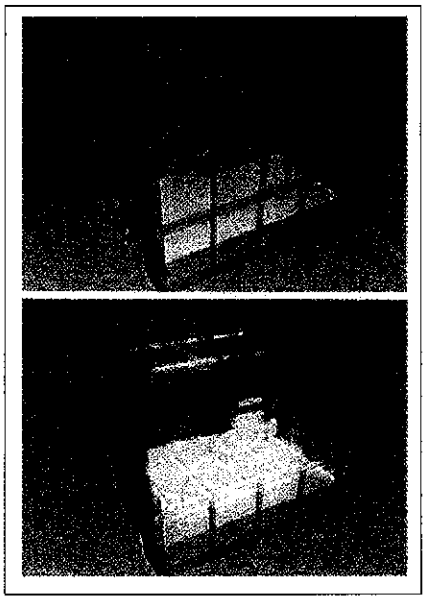


ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนการเปิดออกเพื่อใช้งานของ Aztec 1



ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการเปิดออกเพื่อใช้งานของ Aztec 2

ดำเนินการผ่าตัดได้ 20 คน ภายในเวลา 24 ชั่วโมง รวมไปถึงให้การปฐมพยาบาลแก่ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บ ก่อนลำเลียงไปรับการรักษาขั้นต่อไปในโรงพยาบาลของชุมชน ขั้นตอนการประกอบของแต่ละยูนิตไม่ยุ่งยากและซับซ้อนเลย หลังจากที่ยูนิตแต่ละยูนิตถูกลำเลียงไปยังพื้นที่ที่ต้องการแล้ว เราก็จะปรับฐานที่ขาด้านล่างทั้ง 4 มุมของฐานยูนิตซึ่งสามารถเลื่อนสูงต่ำได้เพื่อปรับให้ได้ระนาบที่ต้องการ ตัวฐานของยูนิตรวมไปถึงผนังด้านข้างภายในถูกฉีดด้วยโฟมและเคลือบด้วยสารโพลียูรีเทน (Polyurethane) เพื่อเสริมความแข็งแรงและควบคุมอุณหภูมิภายในของกล่อง ตรงแนวกลางของฐานถูกเสริมด้วยคานแบบเลื่อนซ้อนเก็บได้ (Telescoping Beams) ต่อเข้ากับส่วนซ้ายและขวาของกล่องด้วยบานพับตลอดแนวด้านข้าง พร้อมด้วยผนังที่พับซ่อนอยู่ ทำให้กล่องถูกยืดออกทั้งสองด้าน โดยมีผนังกั้นเกิดพื้นที่ว่างตรงกลางซึ่งใช้เป็นพื้นที่ของห้องผ่าตัด จากนั้นฝากล่องทางด้านข้างจะถูกเปิดขึ้นเป็นที่รองรับและเป็นเพดานยึดให้กับเต็นท์ผ้าใบ เพื่อป้องกันแสงแดดและฝน สุดท้ายตู้เก็บเครื่องมือและเครื่องใช้ทางการแพทย์ที่บรรจุไว้ในกล่องจะถูกเคลื่อนย้ายออกเพื่อนำไปติดตั้งในตำแหน่งที่ต้องการ ประตูทางเข้าและออกมีระบบ Air lock ซึ่งเป็นระบบควบคุมอากาศภายในและภายนอกห้องผ่าตัดเพื่อป้องกันการติดเชื้อของผู้ป่วย ภายในโครงสร้างของกล่องที่สร้างขึ้นจากวัสดุอะลูมิเนียมมีการเดินสายไฟและวางท่อนำของเหลว เพื่อต่อไปยังแท็งก์น้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Supply Unit) ซึ่งพร้อมที่จะทำงานได้ในทันที



ภาพที่ 9 แสดงโครงสร้างของ Aztec 2 และตำแหน่งการวางสายไฟรวมทั้งท่อนำของเหลว

โครงการนี้ได้รับการจดลิขสิทธิ์ในประเทศสหรัฐอเมริกา (US Patent) ไปแล้วเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2540 ในนามของมหาวิทยาลัยซานโฮเซ และกำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาหาข้อมูลทางวิศวกรรมด้านการผลิตโดยเพนตากอน เพื่อดำเนินการผลิตออกใช้งานจริงในอนาคตอันใกล้นี้