มาตรฐานขั้นตอนปฏิบัติการอากาศยานไร้คนขับทางการแพทย์ (Medical Drone SOP)

1. วัตถุประสงค์

1. เพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติการทางการแพทย์ (Clinical Standards) ในการใช้อากาศยานไร้คนขับ (Medical Drone) ขนส่งยา เวชภัณฑ์ เลือด สิ่งส่งตรวจ และอุปกรณ์กู้ชีพ

2. เพื่อสร้างระบบค้ำประกันความปลอดภัยของตัวยาและเวชภัณฑ์ (Cold-Chain & Payload Integrity) ตลอดเส้นทางบิน

3. เพื่อปกป้องสิทธิและข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยตามกฎหมาย (PDPA & Patient Confidentiality)

4. เพื่อเป็นกรอบแนวทางปฏิบัติการร่วม (Interoperability) ให้ทุกจังหวัดนำไปปรับใช้ตามบริบทภูมิศาสตร์ได้อย่างปลอดภัย รัดกุม และถูกต้องตามกฎหมาย

2. กรอบขอบเขตภารกิจและโครงสร้างบริการการแพทย์ทางอากาศยานไร้คนขับ

การปฏิบัติการอากาศยานไร้คนขับทางการแพทย์ (Medical Drone Operations) มีเป้าหมายเพื่อทลายอุปสรรคเชิง GTAC Framework ได้แก่:

- ☐ **G (Geographic):** ข้อจำกัดทางภูมิศาสตร์ ระยะทางไกล และพื้นที่ห่างไกลทุรกันดาร
- ☐ **T (Topographic):** ความสูงชันของเทือกเขา แนวร่องลม และเส้นทางดินสไลด์
- ☐ **A (Atmosphere):** สภาพอากาศ หมอกควัน และอุปสรรคการควบคุมอุณหภูมิเวชภัณฑ์
- ☐ **C (Chronological):** กรอบเวลาทองคำ (Golden Hour/Window) ในการช่วยชีวิตและรักษาคุณภาพสิ่งส่งตรวจ

3. การจัดกลุ่มประชากรเป้าหมาย; จำแนกตามประเภทตามโครงสร้างแผนกบริการของโรงพยาบาล และ งานบริการปฐมภูมิโดรน (โดรนสำรวจ/สื่อสารน้ำหนักเบา vs โดรนขนส่งเวชภัณฑ์/อุปกรณ์) เพื่อทลายข้อจำกัดเชิง **GTAC** (Geographic, Topographic, Atmosphere, Chronological) มีรายละเอียดการประยุกต์ใช้ดังนี้:

แผนก / หน่วยงาน	กลุ่มประชากรเป้าหมาย	ภารกิจโดรนสำรวจ / สื่อสาร / น้ำหนักเบา (< 1.5 - 2 กก.)	ภารกิจโดรนขนส่งเวชภัณฑ์ / โลจิสติกส์การแพทย์	การก้าวข้ามอุปสรรค GTAC
อุบัติเหตุและฉุกเฉิน (ER / EMS)	ผู้ประสบอุบัติเหตุ, หัวใจหยุดเต้นเฉียบพลัน, ผู้ป่วยติดในพื้นที่ทุรกันดาร/ป่าเขา	บินค้นหาพิกัด, ถ่ายทอดภาพ/เสียงเพื่อ triage, บินหย่อนเครื่อง AED, อุปกรณ์สื่อสารฉุกเฉิน, ไฟฉาย/ชุดยังชีพเบื้องต้น	ขนส่งชุดบล็อกเลือดฉุกเฉิน (emergency blood pack), เซรุ่มแก้พิษงู, เครื่องดามกระดูก, ยาช่วยชีวิตขั้นสูง	G, T, C: ลดเวลาเข้าถึง (Golden Hour) ข้ามยอดดอย/เส้นทางตัดขาด

แผนก / หน่วยงาน	กลุ่มประชากรเป้าหมาย	ภารกิจโดรนสำรวจ / สื่อสาร / น้ำหนักเบา (< 1.5 - 2 กก.)	ภารกิจโดรนขนส่งเวชภัณฑ์ / โลจิสติกส์การแพทย์	การก้าวข้ามอุปสรรค GTAC
ผู้ป่วยนอก (OPD)	ผู้ป่วยโรคเรื้อรัง (NCDs), ผู้ป่วยนัดตรวจติดตามผลที่เดินทางลำบาก	สื่อสารนัดหมาย/แจ้งเตือนแบบกระจายเสียงในจุดอับสัญญาณ, ส่งเอกสารนัดตรวจ/คำแนะนำแพทย์	ขนส่งยาประจำตัวสำหรับผู้ป่วยเรื้อรังที่อาการคงที่ถึง รพ.สต. หรือศาลาประจำหมู่บ้าน	G, C: ลดการเดินทางไกลของผู้ป่วย ลดความแออัดใน รพ.
ผู้ป่วยใน (IPD)	ผู้ป่วยที่จำเป็นต้องรับการดูแลต่อเนื่องใน รพ.สต. หรือรอส่งตัวกลับบ้าน	สำรวจสภาพแวดล้อมบ้านผู้ป่วยก่อนจำหน่ายกลับชุมชน (Pre-discharge assessment)	ส่งยารักษาต่อเนื่องเฉพาะราย, อุปกรณ์ทางการแพทย์สิ้นเปลืองที่ รพ.สต. ขาดแคลน	C: ส่งต่อยาจำเป็นได้ทันทีโดยไม่ต้องรอรอบรถเวชภัณฑ์
ห้องคลอด (LR)	หญิงตั้งครรภ์ฉุกเฉิน, ภาวะคลอดก่อนกำหนด/ตกเลือดหลังคลอดในชุมชนห่างไกล	ประเมินจุดลงจอดกรณีจำเป็นต้องส่งทีมกู้ชีพ, ถ่ายทอดภาพสดเพื่อให้สูติแพทย์ coaching เจ้าหน้าที่ใน รพ.สต.	ขนส่งยายับยั้งการบีบตัวของมดลูก, ยากระตุ้นการหดรัดตัว, สายสวน, หรือชุดทำคลอดฉุกเฉิน	C, T: รับมือภาวะวิกฤตสูติกรรมที่เสี่ยงต่อชีวิตมารดาและทารก
ห้องผ่าตัด (OR)	ผู้ป่วยผ่าตัดฉุกเฉินที่ต้องการเลือดหรืออวัยวะเร่งด่วน	-	ขนส่งโลหิตข้ามโรงพยาบาล (เช่น จากแม่แจ่มไปจอมทอง หรือจากศูนย์เลือด), ส่งชิ้นเนื้อด่วน (Frozen section) ไปยัง รพ. ศูนย์	C, A: ขนส่งผ่านระบบควบคุมอุณหภูมิ หลบเลี่ยงดินสไลด์หรือหมอกควัน
ทันตกรรม (Dental)	นักเรียน/ชาวบ้านในถิ่นทุรกันดารที่มีปัญหาปวดฟัน ติดเชื้อเฉียบพลัน	สื่อสารและประเมินรอยโรคเบื้องต้นผ่านภาพถ่ายความละเอียดสูง	ขนส่งยาแก้ปวด ยาปฏิชีวนะเฉพาะจุด, ชุดตรวจและคัดกรองทันตกรรมเคลื่อนที่	G, T: ลดการเดินทางข้ามเขามาเพียงเพื่อรับยาบรรเทาอาการ

แผนก / หน่วยงาน	กลุ่มประชากรเป้าหมาย	ภารกิจโดรนสำรวจ / สื่อสาร / น้ำหนักเบา (< 1.5 - 2 กก.)	ภารกิจโดรนขนส่งเวชภัณฑ์ / โลจิสติกส์การแพทย์	การก้าวข้ามอุปสรรค GTAC
กายภาพบำบัด (PT)	ผู้ป่วยอัมพฤกษ์/อัมพาต, ผู้ป่วยหลังผ่าตัดกระดูกที่ติดบ้าน	บินประเมินสภาพบันไดทางเดิน หรืออุปสรรคทางกายภาพรอบบ้านผู้ป่วย	ขนส่งอุปกรณ์กายภาพขนาดเล็ก เช่น ยางยืดออกกำลังกาย, ชุดพยุงข้อ (Brace), เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าพกพา (TENS)	G, C: สนับสนุนการฟื้นฟูต่อเนื่องโดยญาติไม่ต้องเสียเวลาเดินทาง
การแพทย์แผนไทย (TTM)	ผู้ป่วยปวดเมื่อยเรื้อรัง, มารดาหลังคลอดที่ต้องการฟื้นฟู	บินสำรวจแหล่งสมุนไพรพื้นถิ่น, สื่อสารติดตามอาการปวดหลังการรักษา	ขนส่งลูกประคบแห้ง, ยาสมุนไพรตำรับเฉพาะ, น้ำมันนวดไพล ไปยังจุดบริการปฐมภูมิ	G: กระจายบริการทางเลือกเข้าสู่ชุมชนห่างไกล
รังสีวิทยา (X-ray)	ผู้ป่วยสงสัยกระดูกหัก, ผู้ป่วยวัณโรคในพื้นที่สูง	-	ขนส่งแผ่นรับภาพดิจิทัล (CR/DR plate) ขนาดพกพา, ส่ง Flash Drive / ฮาร์ดดิสก์ไฟล์ภาพความละเอียดสูงกรณีอินเทอร์เน็ตล่ม	A, C: ป้องกันปัญหาคอขวดเมื่อระบบโครงข่ายสื่อสารบนดอยขัดข้อง
ห้องปฏิบัติการ (Lab)	ประชากรกลุ่มเสี่ยง, ผู้ป่วยรอผลเลือด/เสมหะ/น้ำไขสันหลัง	-	รับสิ่งส่งตรวจ (เลือด, ปัสสาวะ, อุจจาระ, เสมหะตรวจ TB, ตัวอย่างน้ำ) จาก รพ.สต. กลับมาตรวจที่ห้องปฏิบัติการ รพ.	T, C: รักษาสภาพตัวอย่าง (Cold Chain) และออกผลตรวจได้ภายในวันเดียว
เวชระเบียน / นัดหมาย / ประกันสุขภาพ	ประชาชนกลุ่มตกหล่นทางสถานะ, ผู้ไม่มีสมาร์ทโฟน	ส่งเอกสารคำร้อง, ถ่ายภาพยืนยันตัวตนบุคคลเพื่อเปิดสิทธิการรักษาในพื้นที่ห่างไกล	ขนส่งบัตรนัด, สมุดประจำตัวผู้พิการ, บัตรทอง/เอกสารสิทธิที่ออกให้ใหม่	G, C: ลดการเสียเที่ยวจากการเดินทางมาทำเอกสารซ้ำซ้อน

แผนก / หน่วยงาน	กลุ่มประชากรเป้าหมาย	ภารกิจโดรนสำรวจ / สื่อสาร / น้ำหนักเบา (< 1.5 - 2 กก.)	ภารกิจโดรนขนส่งเวชภัณฑ์ / โลจิสติกส์การแพทย์	การก้าวข้ามอุปสรรค GTAC
การเงินและพัสดุ	เจ้าหน้าที่ รพ.สต. และหน่วยบริการลูกข่าย	ส่งเอกสารทางธุรการด่วน เช่น หนังสืออนุมัติงบฉุกเฉิน	ขนส่งเวชภัณฑ์สิ้นเปลือง (เข็ม, หลอดฉีดยา, สำลี, ถุงมือ) ในปริมาณเบิกเติมเร่งด่วน	G: ประหยัดค่าน้ำมันและเวลาการเดินรถของเจ้าหน้าที่สาธารณสุข
สุขภาพจิตและยาเสพติด	ผู้ป่วยจิตเวชขาดยา, ผู้มีภาวะซึมเศร้าเสี่ยงทำร้ายตนเอง, ผู้ติดสารเสพติด	ใช้ลำโพงขยายเสียงเจรจาระงับเหตุกรณีผู้ป่วยคลุ้มคลั่ง, บินประเมินความปลอดภัยของพื้นที่ก่อนทีมเข้าชาร์จ	ขนส่งยารักษาอาการทางจิตเวชที่ต้องควบคุมเข้มงวดให้ถึงมือ Caregiver ในชุมชน	G, C: ป้องกันการขาดยา (Relapse) และเพิ่มความปลอดภัยให้ทีมบุคลากร
งานอนามัยแม่และเด็ก (MCH)	หญิงตั้งครรภ์เสี่ยงสูง, เด็กแรกเกิดถึง 5 ปี	ประเมินสภาพความเป็นอยู่, สื่อสารแจ้งเตือนวันนัดฉีดวัคซีน	ขนส่งวัคซีนควบคุมอุณหภูมิ (Cold Chain), ยาบำรุงโลหิต, นมและอาหารเสริมเฉพาะทางสำหรับเด็กขาดสารอาหาร	T, A: ควบคุมอุณหภูมิวัคซีนได้เสถียร ไม่เสี่ยงต่อความร้อนระหว่างทาง
อนามัยโรงเรียน	เด็กนักเรียนในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน/พื้นที่ดอย	สำรวจสุขาภิบาลโรงเรียนและแหล่งน้ำจากมุมสูง	ขนส่งชุดตรวจคัดกรองสายตา, ยาถ่ายพยาธิ, ชุดตรวจสารปนเปื้อนในน้ำ, ยารักษาเหา	G, T: ช่วยให้การสนับสนุนด้านสุขภาพเข้าถึงโรงเรียนที่รถเข้าไม่ถึง
คัดกรองเบาหวาน-ความดันในผู้ใหญ่	กลุ่มเสี่ยง NCDs วัยแรงงานและผู้ใหญ่ในหมู่บ้านห่างไกล	ประชาสัมพันธ์เสียงตามสายแจ้งจุดรวมพลคัดกรอง	ส่งชุดตรวจ Strip น้ำตาลในเลือด, อุปกรณ์เจาะปลายนิ้ว, เครื่องวัดความดันโลหิตสำรอง	C: ข้อมูลผลการตรวจถูกส่งกลับเข้าระบบอย่างรวดเร็วเพื่อวางแผนคัดกรองซ้ำ

แผนก / หน่วยงาน	กลุ่มประชากรเป้าหมาย	ภารกิจโดรนสำรวจ / สื่อสาร / น้ำหนักเบา (< 1.5 - 2 กก.)	ภารกิจโดรนขนส่งเวชภัณฑ์ / โลจิสติกส์การแพทย์	การก้าวข้ามอุปสรรค GTAC
งานผู้สูงอายุและ Long Term Care (LTC)	ผู้สูงอายุติดบ้าน/ติดเตียง (ADL ต่ำ)	บินตรวจเยี่ยมผ่านกล้อง (Virtual Home Visit) ร่วมกับ อสม., ตรวจจับความเคลื่อนไหวกรณีอยู่ลำพัง	ขนส่งสายสวนปัสสาวะ, สายยางให้อาหาร, อุปกรณ์ทำแผลกดทับ, ผ้าอ้อมผู้ใหญ่	G, T: ลดภาระญาติและ Caregiver ไม่ต้องแบกหามลงดอยมารับของ
การดูแลระยะกลาง (IMC)	ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) หรือบาดเจ็บทางสมองระยะพักฟื้น	ติดตามและกระตุ้นการฝึกฟื้นฟูสภาพผ่านระบบสื่อสารสองทาง	ส่งยากันชัก, ยาละลายลิ่มเลือด, แบบประเมินทางคลินิก และอุปกรณ์ดามเฉพาะจุด	C: รักษาความต่อเนื่องในการฟื้นฟูช่วง Golden Period 6 เดือนแรก

สรุปขอบเขตภารกิจและบทบาทตามโครงสร้างบริการ

ระดับภารกิจหลัก (Operational Scope)	กลุ่มบริการ / แผนกที่รับผิดชอบ	ขอบเขตการดูแลและเป้าหมายทางคลินิก (Scope of Care)	รายการเวชภัณฑ์ / สิ่งส่งตรวจ / บริการสนับสนุน
1. **กลุ่มบริการอุบัติเหตุฉุกเฉินและวิกฤต**	อุบัติเหตุและฉุกเฉิน, ห้องผ่าตัด, ห้องคลอด *(ER / EMS / OR / Labor Room)*	• เข้าถึงจุดเกิดเหตุและหน่วยบริการลูกข่ายในภาวะวิกฤตคุกคามชีวิต • ชดเชยเวลาวิกฤต (Golden Window) ข้ามพื้นที่ตัดขาด • สนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกผ่านภาพมุมมองสด	• เครื่องกระตุกหัวใจอัตโนมัติ (AED) • เซรุ่มแก้พิษงู (Snake Antivenom) • เลือดสำรองฉุกเฉิน (PRC, O-Negative) • ยาสลายลิ่มเลือด (Fibrinolytic) • ยาระงับ/กระตุ้นการหดรัดตัวของมดลูก (เช่น Magnesium sulfate, Oxytocin) • การถ่ายทอดสัญญาณภาพสดให้แพทย์เฉพาะทาง Coaching หน้างาน

ระดับภารกิจหลัก (Operational Scope)	กลุ่มบริการ / แผนกที่รับผิดชอบ	ขอบเขตการดูแลและเป้าหมายทางคลินิก (Scope of Care)	รายการเวชภัณฑ์ / สิ่งส่งตรวจ / บริการสนับสนุน
2. **กลุ่มบริการห้องปฏิบัติการชันสูตรและโลหิต**	พยาธิวิทยาคลินิก, ธนาคารเลือด, ห้องผ่าตัด *(Clinical Pathology, Blood Bank & OR)*	• ขนส่งตัวอย่างตรวจชีวภาพย้อนกลับ (Specimen Reverse Logistics) จาก รพ.สต. สู่ห้องปฏิบัติการ รพ.แม่ข่าย/รพ.ศูนย์ • ลดรอบเวลาตรวจวิเคราะห์เพื่อการวินิจฉัยและวางแผนส่งต่ออย่างทันท่วงที	• สิ่งส่งตรวจวิกฤต (Troponin, Blood Gas) • น้ำไขสันหลัง (CSF) • สิ่งส่งตรวจระบาดวิทยาและเสมหะตรวจวัณโรค (TB Sputum) • ชิ้นเนื้อตรวจด่วน (Frozen section) • สิ่งส่งตรวจข้ามเขตเพื่อทำ Cross-matching รองรับการปลูกถ่ายอวัยวะ
3. **กลุ่มบริการปฐมภูมิ โรคเรื้อรัง และการบริบาลต่อเนื่อง**	ผู้ป่วยนอก, ผู้ป่วยใน, ปฐมภูมิ, สุขภาพแม่และเด็ก, ผู้สูงอายุและฟื้นฟู *(OPD / NCD / IPD / MCH / LTC / IMC)*	• นำส่งเวชภัณฑ์ตามแผนนัดหมายล่วงหน้า (Scheduled Delivery) สู่ รพ.สต. หรือศาลาหมู่บ้าน • กระจายต่อด้วย อสม. Health Rider ถึงเตียงผู้ป่วย • ลดภาระการเดินทางและลดความแออัดในโรงพยาบาล	• ยาโรคเรื้อรัง (NCDs) เช่น ยาเบาหวาน อินซูลิน ยาลดความดัน • น้ำยาฟอกไตทางหน้าท้อง (CAPD) • วัคซีนสร้างเสริมภูมิคุ้มกัน (EPI Cold Chain) • เวชภัณฑ์ผู้ป่วยติดเตียง (สายสวนปัสสาวะ, สายยางให้อาหาร, ชุดทำแผลกดทับ) • ยาจิตเวชที่ต้องควบคุม
4. **กลุ่มบริการสนับสนุนและสุขอนามัยชุมชน**	ทันตกรรม, แพทย์แผนไทย, สุขาภิบาล, งานสิทธิบัตร, ทีมตอบโต้ภัยพิบัติ	• นำส่งชุดตรวจคัดกรองยาทางเลือก และเอกสารสิทธิ • สนับสนุนเวชภัณฑ์และเสบียงยังชีพในพื้นที่ถูกตัดขาดทางบก 100% จากอุทกภัยหรือดินสไลด์	• ชุดตรวจคัดกรองสายตา / ทันตกรรมโรงเรียน • ลูกประคบและยาสมุนไพรตำรับเฉพาะ • ชุดตรวจทดสอบสารปนเปื้อนในน้ำ • เอกสารสิทธิบัตรและเวชระเบียนผู้ป่วย • ชุดยาปฐมพยาบาล ยาน้ำกัดเท้า และอาหารยังชีพฉุกเฉิน

5. โครงสร้างทีมและบทบาทหน้าที่สายการแพทย์

5.1 ผู้บัญชาการเหตุการณ์ / แพทย์ผู้อนุมัติการบิน (Flight Medical Director)

- ผู้บัญชาการเหตุการณ์ / แพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉิน หรือผู้ได้รับมอบหมาย
- มีอำนาจวินิจฉัยและอนุมัติการบินในมิติทางการแพทย์ (Clinical Clearance Go/No-Go)
- กำกับดูแลระบบ Tele-Medicine และ Tele-Consultation

5.2 เภสัชกรควบคุมเวชภัณฑ์ทางอากาศ (Flight Pharmacist)

- คัดกรองรายการยา ควบคุมความคงตัวของยา (Drug Stability) และระบบลูกโซ่ความเย็น (Cold-Chain Control)
- กำกับดูแลการบรรจุยา (Payload Packing) และระบบตรวจสอบความถูกต้อง (Double-Check Protocol)
- บริหารจัดการระบบ Tele-Pharmacy ก่อนปล่อยเครื่อง

5.3 พยาบาลประสานการส่งต่อและห้องฉุกเฉิน (Flight Emergency Nurse)

- ประสานงานข้อมูลผู้ป่วย สัญญาณชีพ และความเร่งด่วนกับหน่วยบริการปลายทาง
- เตรียมความพร้อมชุดเวชภัณฑ์ฉุกเฉิน (Emergency Jump Bag) และชุดทำแผล/กู้ชีพ

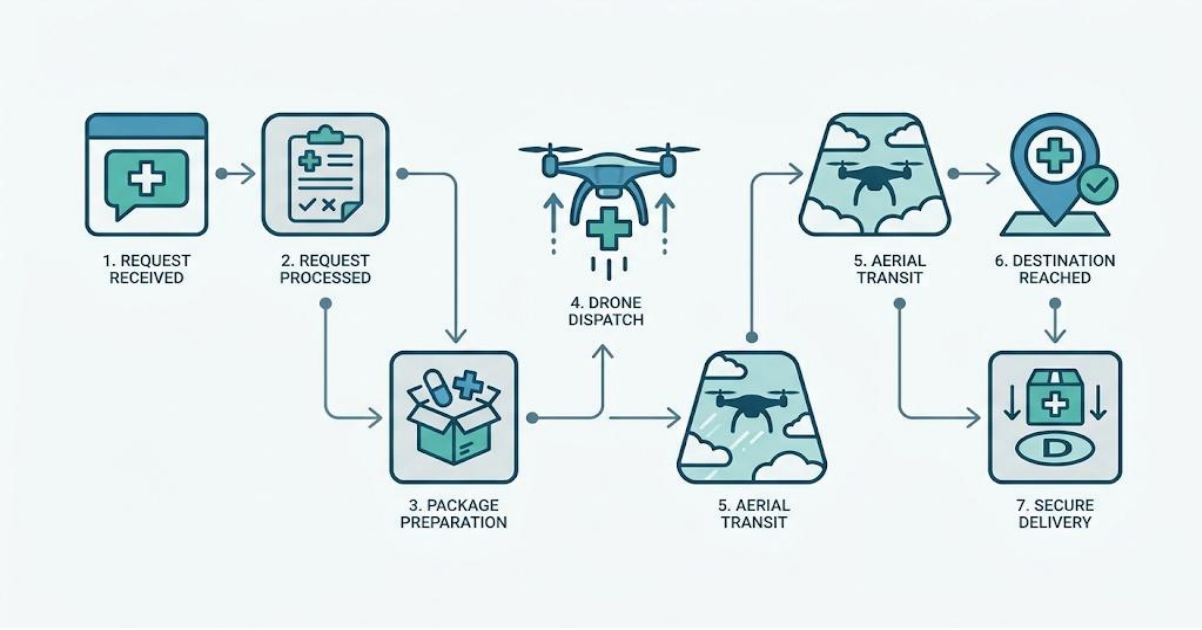
5.4 ทีมเทคนิคและผู้ควบคุมอากาศยานภาคพื้นดิน (Ground & Drone Operations Team)

- พนักงานขับรถ (พขร.) และบุคลากรที่ผ่านการอบรมใบอนุญาตนักบินอากาศยานไร้คนขับ
- ตรวจสอบสภาพอากาศ น่านฟ้า พิกัดความปลอดภัย และติดตั้งตัวกล่องสัมภาระ (Payload Latch)

5.5 หน่วยบริการปฐมภูมิและแกนนำชุมชนปลายทาง (Primary Care & VHV Health Rider)

- เจ้าหน้าที่ รพ.สต. และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.)
- ทำหน้าที่ควบคุมความปลอดภัยลานลงจอด (Landing Zone Safety Officer), ปลดล็อกกล่องยา, และนำส่งตรงถึงบ้านผู้ป่วย (Last-Mile Health Rider)

แผนภาพแสดงขั้นตอนในการดูแลผู้ป่วยด้วยอากาศยานไร้คนขับ



ขั้นตอนที่ 1: การรับคำขอและข้อมูลนำเข้า (1. Request Received)

- ☐ **การรับคำสั่งบริการทางการแพทย์ (Prescription & Requisition Intake):** รับคำสั่งใช้ยา เวชภัณฑ์ หรือคำขอรับส่งสิ่งส่งตรวจผ่านระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (HIS/EMR) หรือระบบสื่อสารฉุกเฉิน
- ☐ **การประเมินทางคลินิกเบื้องต้นผ่านระบบแพทย์ทางไกล (Tele-Health Integration):**
  - แพทย์ทำการประเมินอาการและวินิจฉัยผ่านระบบ Tele-Medicine
  - พยาบาลตรวจสอบอาการและวางแผนสำรองเตียงผ่านระบบ Tele-BEDC
  - คัดกรองกลุ่มเป้าหมายตามเกณฑ์ข้อบ่งชี้ (เช่น ผู้ป่วย NCDs ติดบ้านติดเตียง, ผู้ป่วยล้างไตทางหน้าท้อง CAPD, เคสฉุกเฉินวิกฤต หรือเคสสิ่งส่งตรวจชันสูตรเร่งด่วน)

- **การพิทักษ์ข้อมูลผู้ป่วยและจริยธรรม (PDPA & Consent)**:
  - การเข้ารหัสระบุตัวตน (Pseudonymization / QR Tracking) และตัดความเชื่อมโยงข้อมูลคลินิกออกจากข้อมูลการบิน (Data Decoupling)
  - การใช้เกณฑ์ยกเว้นการขอความยินยอมในภาวะวิกฤตฉุกเฉิน (Emergency Consent Waiver / Vital Interest)
  - **สถาปัตยกรรมแยกส่วนข้อมูล (Data Decoupling):**
    - ☐ ห้ามระบุชื่อ-นามสกุล ประวัติโรค หรือเลขบัตรประชาชน 13 หลัก บนตัวกล่องภายนอกหรือระบบตรวจจับการบิน
    - ☐ ใช้รหัสอ้างอิงเฉพาะ (Unique Payload ID / pod_id) และคิวอาร์โค้ดเข้ารหัสเท่านั้น
    - ☐ ผู้ป่วยหรือผู้แทนลงนามให้ความยินยอมรับการบริการจัดส่งเวชภัณฑ์ทางอากาศ (Informed Consent)

ขั้นตอนที่ 2: การประมวลผลคำขอและตัดสินใจอนุมัติ (2. Request Processed)

- ☐ **การคัดกรองทางเภสัชกรรม (Tele-Pharmacy Screening & Clinical Validation):** เภสัชกรตรวจสอบความถูกต้องของใบสั่งยา ขนาดยา รูปแบบยาที่ทนต่อแรงสั่นสะเทือนทางอากาศ และการให้คำปรึกษาทางไกล (Tele-consultation)
- ☐ **การตัดเกรดความเร่งด่วนด้วยคะแนน MD-DSS (Clinical Prioritization Scoring):**
  - คำนวณคะแนนตัดสินใจจัดลำดับความเร่งด่วน (MD-DSS) เต็ม 20 คะแนน จาก 3 มิติ: ความเร่งด่วนทางคลินิก (0–8 คะแนน) + อุปสรรคทางบก/GTAC (0–6 คะแนน) + คุณสมบัติสัมภาระ (0–6 คะแนน)
  - ประเมินตามเกณฑ์การให้คะแนนตัดสินใจจัดลำดับความเร่งด่วน (Clinical Prioritization & Triage Scoring) เพื่อป้องกันการเรียกใช้โดรนซ้ำซ้อนหรือใช้ในภารกิจที่ไม่คุ้มค่าความเสี่ยง ใช้เกณฑ์ตัดสินใจปล่อยบิน MD-DSS (Medical Drone Deployment Scoring System) รวม 20 คะแนน:

* MD-DSS Score = ความเร่งด่วนทางคลินิก (0–8) + อุปสรรคการขนส่งทางบก (0–6) + ความเหมาะสมของสิ่งของ (0–6)

ตารางเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)

มิติการประเมิน	0 คะแนน	2 คะแนน	4-5 คะแนน	6-8 คะแนน
1. Clinical Urgency (ความเร่งด่วนทางคลินิก)	สิ่งของทั่วไป/เวชภัณฑ์สำรองคลัง ไม่กระทบอาการผู้ป่วย	Code Green: ยาโรคเรื้อรัง (NCDs), น้ำยาฟอกไตประจำรอบ, วัคซีนเด็ก	Code Yellow (5 คะแนน): ผู้ป่วยไม่คงที่, สงสัยภาวะติดเชื้อรุนแรง, สิ่งส่งตรวจด่วน (Troponin, CSF)	Code Red (8 คะแนน): วิกฤตชี้ขาดชีวิต (< 15 นาที) เช่น OHCA (AED), PPH ตกเลือดวิกฤต, เสียเลือดช็อก, เซรุ่มงูพิษ
2. Terrestrial Impedance (อุปสรรคทางบก/GTAC)	ถนนปกติ รถเข้าถึงได้สะดวก (< 20 นาที)	เส้นทางปกติแต่ระยะทางไกล (ใช้เวลารถยนต์ 30–60 นาที)	เส้นทางทุรกันดารมาก (ถนนโคลน/ลูกรังชัน ใช้เวลารถยนต์ > 1.5 ชม.) หรือจราจรติดขัดรุนแรง	ทางบกตัดขาด 100% (ดินสไลด์, สะพานขาด, น้ำท่วมหลาก) หรือเกาะที่เรือไม่สามารถแล่นได้
3. Payload Viability (คุณสมบัติเวชภัณฑ์/ตัวอย่าง)	น้ำหนักเกินพิกัดบรรทุก (> 20–40kg) หรือเป็นวัตถุอันตรายห้ามบิน	สัมภาระหนัก/เทอะทะ ชิดเพดานบินสูงสุด	น้ำหนักปกติ (< 5kg) บรรจุภัณฑ์แข็งแรง ไม่ไวต่อสภาวะแวดล้อม	น้ำหนักเบา (< 2.5 kg) ไวต่ออุณหภูมิ/เวลาสูงมาก (เลือด, เซรุ่ม, หลอด Lab)

เกณฑ์การสั่งการ (Action Threshold)

☐ **15 – 20 คะแนน (Code Red - ฉุกเฉินวิกฤต):** อนุมัติปล่อยบินทันที (Immediate Launch ภายใน 10 –15 นาที) จัดลำดับน่านฟ้าสูงสุด

☐ **10 – 14 คะแนน (Code Yellow - เร่งด่วน):** อนุมัติปล่อยบินภายใน 30–45 นาที รอรวมรอบหรือเตรียมเส้นทางล่วงหน้า

☐ **ต่ำกว่า 10 คะแนน (Code Green - ตามรอบนัดหมาย):** บินตามตารางเวลาประจำสัปดาห์ (Scheduled Batch Flights) หรือแนะนำให้ใช้การขนส่งทางบกหากเส้นทางปกติ

การตัดสินใจใช้อากาศยานไร้คนขับ (Medical Drone) ขนส่งเวชภัณฑ์และสิ่งส่งตรวจในระดับโรงพยาบาลชุมชน (รพช.) และเครือข่าย รพ.สต. ต้องชั่งน้ำหนักระหว่าง **ความเร่งด่วนทางการแพทย์ (Clinical Urgency)** กับ **ข้อจำกัดด้านความปลอดภัยการบินและสิ่งแวดล้อม (Flight Feasibility)** เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและไม่กระทบความปลอดภัยของผู้ป่วย โดยจัดระดับความเร่งด่วนออกเป็น 3 ระดับ: **Code Red** (ฉุกเฉินวิกฤต ปล่อยบิน <10–15 นาที), **Code Yellow** (เร่งด่วน ปล่อยบิน < 30–45 นาที) หรือ **Code Green** (ตามรอบนัดหมายประจำสัปดาห์)

☐ **การประเมินร่วมเพื่ออนุมัติการบิน (Joint Go/No-Go Decision Gate):** แพทย์ผู้อนุมัติการบิน (Flight Medical Director) ร่วมกับเภสัชกรและนักบิน (RPIC) ตรวจสอบความพร้อมของสภาพอากาศ (Weather Matrix), ตัวลำ/แบตเตอรี่, การขออนุญาตน่านฟ้า (Medical Air Corridor) และสถานะความปลอดภัยของลานจอดปลายทาง (LZ Clear) หากติดเกณฑ์ No-Go แม้แต่ข้อเดียวให้สั่งระงับการบินทันที

การบริหารจัดการคำสั่งยาและการคัดกรองทางคลินิก (Telepharmacy Screening & Clinical Validation)
กระบวนการตรวจสอบความถูกต้องทางเภสัชกรรมก่อนบรรจุส่ง เพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วย:

1. **การรับคำสั่งยาและยืนยันตัวตน (Prescription Intake):** รับคำสั่งยาผ่านระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (HIS/EMR) หรือระบบ Telemedicine ยืนยันข้อมูลผู้ป่วย ชนิดยา ขนาดยา และวิธีใช้
2. **การคัดกรองทางคลินิกและความเหมาะสมในการส่งทางโดรน (Drone-Delivery Screening):**
   - **รูปแบบยา (Dosage Forms):** ยาเม็ด ยาแคปซูล วัคซีน เซรุ่ม ยาฉีดอินซูลิน ต้องได้รับการตรวจสอบความทนทานต่อแรงสั่นสะเทือน (G-Force/Vibration Profile)
   - **กลุ่มยาควบคุมพิเศษ:** ยาเสพติดให้โทษหรือวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท ต้องมีระบบบันทึกการส่งมอบและการปลดล็อกกล่องด้วยรหัสความปลอดภัย (Secure OTP)
   - **น้ำหนักและปริมาตรสุทธิ:**ตรวจสอบน้ำหนักรวมไม่ให้เกินพิกัดบรรทุกสูงสุด(Payload Capacity)ของโดรน
3. **การให้คำปรึกษาทางเภสัชกรรม (Tele-consultation):** เภสัชกรสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ปลายทางหรือผู้ป่วยผ่านระบบวิดีโอคอล เพื่อชี้แจงการรับประทานยา การเก็บรักษา และข้อควรระวังล่วงหน้า

ขั้นตอนที่ 3: การจัดเตรียมและบรรจุเวชภัณฑ์ (3. Package Preparation)
มาตรฐานการจัดเตรียมและบรรจุเวชภัณฑ์ (Medical Payload Packaging & Integrity)

- **การควบคุมอุณหภูมิ (Cold-Chain Packaging):**
  - กล่องบรรจุภัณฑ์มาตรฐานทางการแพทย์ มีฉนวนกันความร้อนและอุปกรณ์ดูดซับแรงกระแทก
  - ติดตั้งตัวตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบเรียลไทม์ (IoT Data Logger) ส่งค่าผ่าน 5G
  - ยาชีววัตถุ/เลือด: คุมอุณหภูมิ 2–8°C | น้ำยาฟอกไต/ยาเม็ดทั่วไป: คุมอุณหภูมิห้องตามมาตรฐาน (< 30°C)
- **ข้อกำหนดด้านน้ำหนักและสมดุล (Weight & Balance Clearance):**
  - ชั่งน้ำหนักสุทธิ (Gross Weight) ไม่เกินพิกัดปลอดภัยของอากาศยานรุ่นนั้นๆ
  - ทดสอบล็อกตัวยึด ป้องกันการแกว่งตัวหรือการหลุดร่วงระหว่างทำการบิน
- **ระบบความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety):**
  - บรรจุภัณฑ์ Triple Packaging System ตามมาตรฐาน IATA/WHO สำหรับการขนส่งตัวอย่างชีวภาพ ป้องกันการแตกรั่ว 100% แม้เกิดการกระแทก

☐ **การเลือกประเภทกล่องตามคะแนน PPSS (Payload Packaging Selection):** ประเมินคะแนน PPSS เต็ม 12 คะแนน (ความเสี่ยงชีวภาพ, อุณหภูมิ, แรงสะเทือน, ความปลอดภัย) เพื่อเลือกประเภทบรรจุภัณฑ์:

* PPSS Score = ความเสี่ยงชีวภาพ (0–3) + ความไวต่ออุณหภูมิ (0–3) + ความเปราะบางต่อแรงสะเทือน (0–3) + ความมั่นคงปลอดภัย (0–3)

***ข้อกำหนดพิเศษ (Safety Override):* หาก **ความเสี่ยงชีวภาพ = 3** หรือ **ความเปราะบางต่อแรงสะเทือน = 3** ให้บังคับใช้ **Class 4** ทันที

คะแนน PPSS	ระดับกล่อง	ประเภทสิ่งของ / สิ่งส่งตรวจ	มาตรฐานเชิงวิศวกรรมการแพทย์
0 – 1	Class 0 (ซองเอกสาร)	เอกสารส่งต่อ, ใบสั่งยา, เวชระเบียน, เอกสารสิทธิ์	ซองพลาสติกกันน้ำ 2 ชั้น (Waterproof Zip-pouch) ยึดตรึงกับโครงสร้างอากาศยาน
2 – 4	Class 1 (กล่องยาแห้ง)	ยาเม็ด NCDs, ยาปฏิชีวนะ, วัสดุทำแผล, แผ่นตรวจ Strip	กล่องพลาสติกแข็ง (Rigid Box) ซีลยางกันน้ำฝน IP54 มีสายรัดคงตำแหน่ง
5 – 7	Class 2 (กล่องของเหลวหนัก)	ถุงน้ำยาฟอกไตทางหน้าท้อง (CAPD ปริมาตรมาก), น้ำเกลือ IV	กล่อง Hardcase เสริมโครงสร้างรับน้ำหนัก Balance CG รองรับสลักสลิงกว้าน (Winch)
8 – 9	Class 3 (ควบคุมความเย็น)	ถุงเลือดฉุกเฉิน (PRC), เซรุ่มแก้พิษงู, วัคซีน EPI, อินซูลิน	ฉนวนกันความร้อน PU/VIP + เจล PCM รักษาความเย็น 2–8 C พร้อม IoT Sensor วัดอุณหภูมิสดผ่าน 5G
10 – 12 *(หรือเงื่อนไขพิเศษ)*	Class 4 (ชีวนิรภัย UN3373)	สิ่งส่งตรวจเลือด (CBC, Chemistry), CSF, เสมหะ TB, ตัวอย่างตรวจชิ้นเนื้อ	Triple Packaging System (UN 3373): 1. ภาชนะปฐมภูมิทนแรงดัน 95 kPa 2. บรรจุภัณฑ์ทุติยภูมิกันน้ำ + สารดูดซับ 3. กล่องนอกแข็ง บุ Anti-Vibration Viscoelastic Foam เจาะช่องพอดีหลอดเลือด ป้องกัน Hemolysis + ล็อกด้วยรหัส Dynamic OTP

☐ **การติดตั้งระบบควบคุมและรักษาความปลอดภัยของกล่อง:**

- ติดตั้งตัวตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบเรียลไทม์ (IoT Data Logger 5G)
- ล็อกกล่องด้วยระบบสลักแม่เหล็กไฟฟ้า (Solenoid Smart Lock)
- ใช้รหัสอ้างอิงและคิวอาร์โค้ดเข้ารหัสเฉพาะกล่อง (pod_id) โดยไม่ระบุชื่อคนไข้หรือเลขบัตรประชาชนบนตัวกล่อง (Data Decoupling ตามเกณฑ์ PDPA)
- ชั่งน้ำหนักสุทธิและตรวจสอบจุดศูนย์ถ่วง (Weight & Balance Clearance) ก่อนส่งมอบให้ทีมบิน

ขั้นตอนที่ 4: การปล่อยอากาศยานขึ้นบิน (4. Drone Dispatch)

การตัดสินใจอนุมัติการบินร่วม (Joint Go/No-Go Decision)

- ประเมินร่วมกันระหว่าง **แพทย์ผู้อนุมัติ + เภสัชกร + หัวหน้านักบิน**
- ตรวจสอบสภาพอากาศ (ทิศทางลม/ฝน), ความพร้อมของลานปลายทาง, และความพร้อมของแบตเตอรี่

สภาพแวดล้อม ความปลอดภัยการบิน

การประเมินเกณฑ์ตัดสินใจ GO / NO-GO

เกณฑ์ตรวจประเมิน 3 มิติ (Weather, Aircraft, Airspace):

1.สภาพอากาศ (Weather Matrix):

Go: ทัศนวิสัย < 3–5 กม., ลมผิวพื้น/ลมกระโชกไม่เกิน 10–12 ม./วินาที (หรือ 20–25 นอต), ฝนไม่ตกหรือตกปรอยระดับเบามาก (กรณีโดรนมาตรฐาน IP45 ขึ้นไป), ไม่มีแนวพายุฝนฟ้าคะนอง (Cb)

No-Go: พายุฝนฟ้าคะนอง, ลมเฉือน (Wind Shear) บริเวณร่องเขา, หมอกหนาจัดจนระบบเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางทำงานผิดพลาด

2. ระบบการบินและตัวลำ: โครงสร้าง มอเตอร์ ใบพัด แบตเตอรี่ > 98–100% (Cell Delta < 0.03 V) และจำนวนดาวเทียม GNSS > 12–16 ดวง

3. น่านฟ้าและกฎหมาย: ตรวจสอบ NOTAM, การปลดล็อก Geofencing และการเคลียร์ Medical Air Corridor กับ CAAT

จุดลงจอดและสถานะปลายทาง (Drop Zone / Landing Zone - LZ):

☐ มีลานขนาดอย่างน้อย 3x3 เมตร ปลอดสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ (สายไฟ กิ่งไม้)

☐ เจ้าหน้าที่ปลายทาง (เช่น พยาบาล รพ.สต. หรือ จนท. ชุมชนที่ผ่านการอบรม) ยืนยันสถานะ "LZ Clear" ผ่านวิทยุสื่อสาร/โทรศัพท์/แอปพลิเคชัน

สถานะพลังงานและรัศมีการบิน:

☐ พลังงานแบตเตอรี่ไป-กลับ ต้องเหลือสำรอง (Reserve Margin) อย่างน้อย 25-30% หลังคำนวณแรงต้านลมตามเส้นทาง

แบบฟอร์มที่ต้องใช้: แบบตรวจสอบความปลอดภัยก่อนทำการบินและประเมินผล GO / NO-GO (Pre-Flight Safety Checklist & Decision Matrix)

☐ **การจัดเตรียมลานบินต้นทาง (Take-off Pad Management):** เคลียร์พื้นที่ลานหน้าอาคารพักแพทย์หรือศูนย์ยานพาหนะโรงพยาบาล กั้นอาณาเขตความปลอดภัย 5–10 เมตร

☐ **การติดตั้งกล่องสัมภาระเข้ากับอากาศยาน (Payload Latching):** ติดตั้งกล่องเข้ากับโครงยึดของอากาศยานหรือเชื่อมต่อเข้ากับระบบรอกสลิงกว้าน (Winch Mechanism) ตรวจสอบความแน่นหนาของจุดล็อก

☐ **การเลือกรูปแบบยุทธวิธีนำส่ง:**

- *Direct Flight:* ปล่อยบินตรงจากโรงพยาบาลแม่ข่ายมุ่งหน้าสู่พิกัดเป้าหมาย
- *Hybrid Transfer (Micro-staging):* ขนส่งอากาศยานและกล่องยาขึ้นรถศูนย์บัญชาการเคลื่อนที่ไปยังฐานปฏิบัติการส่วนหน้าใกล้เป้าหมายก่อนปล่อยบิน เพื่อร่นระยะทางในหุบเขา

☐ **คำสั่งปล่อยบิน (Dispatch Execution):** นักบินรับคำสั่งอนุมัติสุดท้ายจากแพทย์และศูนย์บัญชาการเพื่อสั่งเดินเครื่องขึ้นสู่น่านฟ้า

ขั้นตอนที่ 5: การบินและควบคุมติดตามกลางอากาศ (5. Aerial Transit)

การมอนิเตอร์สภาพแวดล้อมเวชภัณฑ์แบบเรียลไทม์ (Live Environmental Telemetry)

- ศูนย์ปฏิบัติการร่วม (Joint Command Center: JCC) ติดตามสถานะผ่านหน้าจอแดชบอร์ด 5G:
  - กราฟอุณหภูมิและความชื้นภายในกล่องบรรจุภัณฑ์
  - ความเร็วรอบ พิกัดความสูง และระดับการสั่นสะเทือน (Vibration Index)
- หากอุณหภูมิผิดปกติเกินค่าวิกฤต (> 30 นาที) ระบบจะแจ้งเตือนเพื่อเตรียมแผนสำรองยาชุดใหม่
- ระบบสื่อสารและส่งต่อภาพสด (Medical Video & Sensor Feed)
  - เปิดระบบถ่ายทอดสดภาพมุมมองจากโดรน (Live Stream) เพื่อตรวจสอบสภาพเส้นทางและสิ่งกีดขวาง
  - กรณีภารกิจกู้ภัย: กล้องตรวจจับความร้อน (Thermal Imaging) เชื่อมสัญญาณตรงสู่ห้อง EOC ของโรงพยาบาล

ระบบความปลอดภัยและแผนเผชิญเหตุฉุกเฉินกลางเวหา (Failsafe & Contingency Protocols):

- หากสภาพอากาศแปรปรวนหรือแบตเตอรี่ไม่เพียงพอ: สั่งเปลี่ยนเส้นทางเข้าจุดลงจอดสำรอง (Alternative LZ) หรือสั่งบินกลับฐานอัตโนมัติ (Smart RTH)
- หากระบบขับเคลื่อนขัดข้อง: ระบบร่มชูชีพฉุกเฉิน (Ballistic Parachute) กางออกอัตโนมัติ
- หากสายสลิงติดขัด: ใช้ระบบขดลวดความร้อนตัดสายสลิงทันที (Thermal Cable Cut-off) เพื่อรักษาโครงเครื่องหลัก
- หากตกในแหล่งน้ำ: ตัวกล่องมีแรงลอยตัวเป็นบวก (Positive Buoyancy) ส่งสัญญาณ Beacon ให้ทีมเคลื่อนที่เร็วเข้าเก็บกู้ภายใน 30 นาที

การเผชิญเหตุฉุกเฉินกลางอากาศ (Crisis Contingency Protocols)

- ☐ **เกณฑ์การสั่งระงับภารกิจกลางคัน (In-Flight Abort):** อากาศแปรปรวนวิกฤต ลมกระโชกเกินพิกัด สัญญาณรบกวน (RF Jamming) หรือระบบขับเคลื่อนผิดปกติ
- ☐ **แผนฉุกเฉินอัตโนมัติ (Automated Failsafe):** การตัดเข้าสู่ระบบสื่อสารสำรองผ่านดาวเทียม (SATCOM Failover), การบินกลับฐานอัตโนมัติ (Smart RTH), การเปิดใช้ร่มชูชีพฉุกเฉิน (Ballistic Recovery Parachute), การใช้ขดลวดความร้อนตัดสายสลิงกรณีติดขัด (Thermal Cable Cut-off) และการค้นหากล่องเวชภัณฑ์ด้วยสัญญาณ Beacon / Buoyancy ลอยน้ำ

ขั้นตอนที่ 6: การเข้าสู่จุดหมายปลายทางและลงจอด (6. Destination Reached)

6.1 การเตรียมความพร้อมและความปลอดภัยลานลงจอด (Landing Zone: LZ Setup)

- **พื้นที่ลานจอด:** พื้นที่โล่ง ปราศจากสายไฟและกิ่งไม้ ขนาดอย่างน้อย 3 x 3 เมตร (แนะนำ 5 x 5 เมตร)
- **การควบคุมฝูงชน (Crowd Control):**
  - เจ้าหน้าที่ รพ.สต. หรือ อสม. กั้นอาณาเขตความปลอดภัย รัศมี 10–15 เมตร
  - ห้ามบุคคลภายนอก เด็ก และสัตว์เลี้ยง เข้าใกล้จนกว่าใบพัดจะหยุดหมุนสนิท 100%
- **กรณีใช้ระบบหย่อนสลิง (Touch-Free Winch Delivery):**
  - โดรนลอยตัวนิ่งที่ระดับความสูง 15–20 เมตร
  - หย่อนกล่องยาลงสู่จุดเป้าหมายอย่างนุ่มนวล โดยตัวเครื่องไม่แตะพื้นดิน

6.2 การตรวจสอบสิทธิ์และการปลดล็อกกล่องยา (Authentication & Smart Custody)

- กล่องยาถูกล็อกด้วยระบบสลักแม่เหล็กไฟฟ้า (Solenoid Smart Lock)
- เจ้าหน้าที่ปลายทางยืนยันตัวตนผ่านแท็บเล็ต/สมาร์ตโฟนด้วยการสแกนพิกัด GPS ณ จุดรับ
- ระบบ JCC ตรวจสอบความถูกต้องและส่งรหัสปลดล็อกชั่วคราว (Dynamic OTP Token) ให้เปิดฝา กล่อง ภายใน 2 นาที

วิธีการส่งมอบสัมภาระภาคสนาม (Delivery & Release Mechanisms)

- **กลไกการปล่อยพัสดุ**:
  - *ระบบรอกสลิงนิรภัย (Automated Tether / Winch Drop System):* บินโฮเวอร์นิ่งที่ระดับความสูง 15–20 ม. เหนือ Drop Zone คลายสายสลิงควบคุมความเร็ว และปลดล็อกอัตโนมัติเมื่อกล่องแตะพื้นราบ
  - *ระบบลงจอดเต็มรูปแบบ (Full Landing):* ลงจอดบน Landing Pad ดับใบพัดสนิทก่อนอนุญาตให้เข้าประชิด
  - *ระบบร่มชูชีพพัสดุ (Precision Cargo Parachute):* ปล่อยสัมภาระลงในพิกัดเปิดโล่งกรณีฉุกเฉินทางภูมิประเทศ
- **ระเบียบการเข้าประชิดและปลดล็อกสัมภาระ (Handoff & Access Control)**:
  - เจ้าหน้าที่ปลายทางแสดงสัญญาณมือมาตรฐาน (Marshalling Hand Signals)
  - การเข้าประชิดตัวกล่องทางด้านข้างตามหลัก Hot Hand-off Protocol หลังยืนยันความปลอดภัย
  - ระบบปลดล็อกกล่องสองชั้น (Dual-Authorization): ปลดล็อกด้วยคำสั่งแพทย์ทางไกลร่วมกับการสแกนรหัสผ่านพลวัต (Dynamic OTP) หรือ RFID ของ อสม./พยาบาลปลายทาง

6.3 การตรวจรับรองคุณภาพเวชภัณฑ์ปลายทาง (Clinical Verification at Arrival)

- ตรวจสอบสภาพภายนอก: ซีลปิดผนึกอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีการรั่วซึม แตกหัก
- ตรวจสอบอุณหภูมิ: ตรวจเช็กตัวชี้วัดความเย็นว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้
- หากพบความเสียหายหรือยาเปลี่ยนสภาพ ให้ระงับการใช้ทันทีและรายงานศูนย์ JCC เพื่อส่งชุดใหม่ทดแทน

6.4 การกระจายยาสู่เส้นเลือดฝอย (Last-Mile Distribution: VHV Health Rider)

- เจ้าหน้าที่ รพ.สต. คัดแยกยากลุ่มรวม
- อสม. ประจำคุ้มบ้าน (Health Rider) รับมอบยาและนำส่งมอบตรงถึงมือผู้ป่วย/ญาติที่บ้าน
- บันทึกภาพถ่ายการส่งมอบยา และให้คำแนะนำการใช้ยาเบื้องต้นผ่านระบบ Tele-Consult

6.5 สรุปแนวปฏิบัติการเก็บและส่งต่อสิ่งส่งตรวจย้อนกลับ (Specimen Collection & Reverse Flow)

1. **จุดต้นทาง (รพ.สต. / ชุมชน):**
    - เจ้าหน้าที่เจาะเก็บตัวอย่างตามมาตรฐาน ปิดฝาหลอดเลือดให้สนิท
    - บรรจุลงในกระบอกชั้นที่สองพร้อมแผ่นดูดซับของเหลว
    - สวมลงในช่องโฟมลดแรงสั่นสะเทือนของกล่อง Class 4 ตรวจสอบอุณหภูมิแผ่นควบคุมความเย็น
2. **การโหลดขึ้นอากาศยาน:**
    - ปิดสลักกล่อง Solenoid Lock รหัส OTP จะถูกส่งเข้าสู่ระบบส่วนกลาง
    - นักบินตรวจสอบจุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity: CG) และน้ำหนักรวมก่อนปล่อยเครื่องบินกลับฐาน รพ.
3. **จุดรับปลายทาง (ห้องชันสูตร รพ.):**
    - เจ้าหน้าที่ห้องแล็บปลดล็อกกล่อง ตรวจเช็กตัวบันทึกอุณหภูมิ (Data Logger) และตรวจสภาพหลอดเลือดว่าไม่มีการรั่วซึมหรือการแตกตัวของเม็ดเลือดก่อนนำเข้าเครื่องวิเคราะห์

ขั้นตอนหลังการขนส่งและส่งมอบถึงผู้ป่วย (Post-Flight, Last-Mile & Governance)

1. การส่งมอบยาถึงมือผู้ป่วยและการดูแลหลังรับบริการ (Last-Mile Delivery & Patient Care)

- ☐ **การกระจายยาภาคพื้น (Last-Mile Home Delivery)**: อสม. หรือ เฮลท์ไรเดอร์ นำกล่องยาเดินเท้าหรือใช้จักรยานยนต์ลุยเข้าถึงหน้าเตียงผู้ป่วยติดเตียง/ติดบ้าน
- ☐ **การกำกับและแนะนำการใช้ยา (Safe Drug Administration)**: อธิบายการรับประทานยาอย่างถูกต้อง แนะนำการจัดเก็บยา และประสานงานแพทย์/พยาบาลผ่านระบบ Telemedicine เพื่อตรวจติดตามอาการและประเมินสัญญาณอันตราย (Red Flags)

2. การประกันคุณภาพเวชภัณฑ์และข้อมูล (Cold Chain & Chain of Custody Verification)

- ☐ **การตรวจรับคุณภาพเวชภัณฑ์ (Cold-Chain Acceptance)**: เภสัชกร/พยาบาล อ่านข้อมูลจาก Data Logger หากอุณหภูมิหลุดเกณฑ์ (Excursion) ให้ปฏิเสธการรับและแยกกักกัน (Quarantine) ทันที
- ☐ **การคุ้มครองข้อมูลและสุขอนามัยครุภัณฑ์**:
    - การล้างหน่วยความจำตัวกล่องและโดรนหลังจบภารกิจ (Automated Zero-Trace Data Purging) ตามเกณฑ์ PDPA
    - การทำความสะอาดและทำลายเชื้อกล่องเก็บเวชภัณฑ์ (Cleaning & Decontamination SOP)

6. หมวดที่ 4: มาตรฐานขั้นตอนหลังเสร็จสิ้นภารกิจและการบันทึกข้อมูล (Post-Mission Protocol)

6.1 การบันทึกเวชระเบียนและระบบข้อมูลสุขภาพดิจิทัล (EMR / HIS Documentation)

- บันทึกการส่งมอบยาลงในระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ของโรงพยาบาลและ รพ.สต. (ระบุวิธีการจัดส่ง: Drone Medical Logistics)
- บันทึก Lot Number, อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างขนส่ง, และเวลาที่ผู้ป่วยได้รับมอบจริง

6.2 บันทึกข้อมูลการบินและหลักฐานการเงินราชการ (Flight Log & Fiscal Accountability)

- จัดทำบันทึกประวัติการบิน (Flight Log Summary): ระยะทาง เวลา ความเร็ว และปริมาณพลังงานที่ใช้
- รวบรวมเอกสารต้นทุนทางตรงตามระเบียบราชการ (แบบ 8708): ค่าน้ำมันพาหนะ, เบี้ยเลี้ยงเจ้าหน้าที่, ค่าชาร์จและค่าเสื่อม
- เตรียมข้อมูลเพื่อส่งเบิกชดเชยค่าบริการตามหลักเกณฑ์กองทุน สปสช. (บริการแพทย์ทางไกลและการส่งยา) หรือหลักเกณฑ์พื้นที่พิเศษของ สพฉ.

6.3 การทำความสะอาด บำรุงรักษา และชีวอนามัย (Sanitization & Equipment Turnaround)

- เช็ดทำความสะอาดและฆ่าเชื้อกล่องบรรจุเวชภัณฑ์ (Disinfection) ตามมาตรฐานการป้องกันการติดเชื้อ
- ตรวจเช็กความสมบูรณ์ของแบตเตอรี่ ตัวเซนเซอร์ และระบบกลไกยึดเกี่ยว เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับเที่ยวบินถัดไป

6.4 การทบทวนหลังปฏิบัติการ (After-Action Review: AAR)

- จัดประชุมสั้นทบทวนปัญหา อุปสรรค และข้อร้องเรียนจากชุมชน (ถ้ามี)
- นำผลลัพธ์มาปรับปรุงจุดลงจอด (LZ) และแนวทางบินให้มีประสิทธิภาพสูงสุดอย่างต่อเนื่อง

การบริหารจัดการ การทบทวนหลังปฏิบัติงาน และการเงินการคลัง (Governance & Finance)

- ☐ **การทบทวนหลังปฏิบัติการ (After Action Review: AAR)**: ประชุมวิเคราะห์ข้อแตกต่างระหว่างแผนกับการบินจริงภายใน 24 ชั่วโมง ตรวจสอบ Flight Data Log และค่าแรงกระแทก 3 แกน (Spike G-Force)
- ☐ **การประเมินตัวชี้วัดความคุ้มค่า**: ประเมินประสิทธิภาพเชิงระบบ (MOP) เช่น Turnaround Time, อัตราคงตัวความเย็น และประสิทธิผลเชิงคลินิก (MOE) เช่น เวลาที่ลดลงได้เทียบกับทางถนน (Time Saved), อัตราการรอดชีวิต
- ☐ **ระเบียบการเงินและชดเชยค่าบริการ**: การเชื่อมโยงผลการส่งมอบเข้าสู่เวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (EMR) เพื่อตั้งเบิก e-Claim, การคิดต้นทุนต่อเที่ยวบินตามแบบใบเบิกเงินราชการ (แบบ 8708), และการส่งเอกสารขอชดเชยค่าบริการการแพทย์ฉุกเฉินทางอากาศจาก สพฉ.

ขั้นตอนที่ 7: การปลดล็อก ส่งมอบ และปิดภารกิจ (7. Secure Delivery)

- ☐ **การยืนยันตัวตนและการปลดล็อกกล่อง (Smart Custody & Authentication):**
  - เจ้าหน้าที่ปลายทางสแกนพิกัด GPS ผ่านสมาร์ตโฟน/แท็บเล็ต ระบบ JCC ส่วนกลางตรวจสอบสิทธิ์และส่งรหัสผ่านพลวัต (Dynamic OTP) มาปลดล็อกสลักแม่เหล็กไฟฟ้าเปิดฝากล่อง
  - ตรวจรับรองคุณภาพเวชภัณฑ์ (Cold-Chain Acceptance): ตรวจสอบสภาพกล่อง ตรวจเช็กตัวบันทึก Data Logger ว่าอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ หากอุณหภูมิหลุดเกณฑ์ให้แยกกักกัน (Quarantine) ทันที
- ☐ **การกระจายยาถึงหน้าบ้าน (Last-Mile Health Rider Delivery):**
  - อสม. Health Rider นำยาใส่กระเป๋าสะพาย ขี่จักรยานยนต์นำส่งตรงถึงเตียงผู้ป่วย
  - ตรวจสอบบัตรประชาชนผู้ป่วยเพื่อยืนยันตัวตน แนะนำการใช้ยา และประสานวิดีโอคอลกับเภสัชกร (Tele-Pharmacy) หากมีข้อสงสัย
  - ผู้ป่วยลงนามรับมอบแบบดิจิทัล และบันทึกภาพถ่ายการส่งมอบ
- ☐ **กรณีภารกิจสิ่งส่งตรวจย้อนกลับ (Specimen Reverse Flow):** เจ้าหน้าที่ รพ.สต. นำหลอดเลือด/เสมหะบรรจุลงกล่อง Class 4 ปิดล็อกด้วย OTP และติดตั้งขึ้นโดรนเพื่อบินส่งกลับห้องปฏิบัติการ รพ. แม่ข่าย
- ☐ **การปิดภารกิจ ธรรมาภิบาล และการเงิน (Post-Mission Governance):**
  - บันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (HIS/EMR)
  - ล้างหน่วยความจำบนตัวโดรนและกล่องเพื่อป้องกันข้อมูลรั่วไหล (Zero-Trace Purging ตาม PDPA)
  - ทำความสะอาดฆ่าเชื้อกล่องบรรจุภัณฑ์ (Disinfection)
  - สรุป Flight Data Log จัดทำเอกสารใบเบิกเงินราชการ (แบบ 8708) ส่งขอเบิกชดเชยค่าบริการฉุกเฉิน (e-Claim สพฉ./สปสช.)
  - จัดประชุมทบทวนหลังการปฏิบัติงาน (After-Action Review: AAR) ภายใน 24 ชั่วโมง เพื่อพัฒนาเส้นทางบินต่อไป

ชุดแบบฟอร์มภาคปฏิบัติการอากาศยานไร้คนขับทางการแพทย์

(Medical Drone Operations Toolkit)

แบบฟอร์มที่ 1: แบบประเมินความเร่งด่วนทางคลินิกและคัดกรองคำขอ (MD-DSS Triage Form)

เอกสารอ้างอิง SOP หมวดที่ 1

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

☐ **เลขที่คำขอ:** ..... **วันที่/เวลา:** .....

☐ **แผนกผู้ส่งคำขอ:** [ ] ER [ ] LR [ ] IPD [ ] OPD [ ] ชันสูตร [ ] อื่นๆ .....

☐ **รหัสพัสดุ (pod_id):** ..... **รหัสผู้ป่วย (HN):** ..... *(ห้ามระบุชื่อบนกล่อง)*

☐ **จุดปล่อยบิน:** รพ.เทพรัตนเวชชานุกูลฯ **จุดลงจอดเป้าหมาย:** .....

ส่วนที่ 2: การประเมินคะแนนตัดสินใจ MD-DSS (เต็ม 20 คะแนน)

☐ **มิติที่ 1: ความเร่งด่วนทางคลินิก**

[ ] 8 คะแนน: วิกฤตชี้ขาดชีวิต < 15 นาที (เช่น OHCA, เสียเลือดช็อก, เซรุ่มแก้พิษงู)

[ ] 5 คะแนน: ฉุกเฉินเร่งด่วน (เช่น ผู้ป่วยไม่คงที่, สิ่งส่งตรวจด่วน Troponin/CSF)

[ ] 2 คะแนน: กึ่งเร่งด่วน/โรคเรื้อรัง (เช่น NCDs, น้ำยา CAPD, วัคซีนเด็ก)

[ ] 0 คะแนน: ของทั่วไป / เวชภัณฑ์สำรองคลัง

☐ **มิติที่ 2: อุปสรรคทางบก (GTAC)**

[ ] 6 คะแนน: ทางตัดขาด 100% (ดินสไลด์, สะพานขาด)

[ ] 4 คะแนน: ทุรกันดารวิกฤต (ทางโคลน/ชัน ใช้เวลา > 1.5 ชม.)

[ ] 2 คะแนน: ระยะทางไกล (ทางปกติแต่ใช้เวลา 30-60 นาที)

[ ] 0 คะแนน: ทางปกติ เข้าถึงสะดวก < 20 นาที

☐ **มิติที่ 3: คุณสมบัติสัมภาระ**

[ ] 6 คะแนน: เบาและไวต่ออุณหภูมิ (< 2.5 กก., เลือด, เซรุ่ม)

[ ] 4 คะแนน: ขนาดปกติ แข็งแรง (< 5 กก.)

[ ] 1 คะแนน: น้ำหนักมากชิดเพดานบิน (เช่น น้ำยา CAPD)

[ ] 0 คะแนน: น้ำหนักเกิน หรือวัตถุอันตรายห้ามบิน

ส่วนที่ 3: สรุปผลการสั่งการ

คะแนนรวม = ... คะแนน

☐ [ ] **15-20 คะแนน (CODE RED):** อนุมัติปล่อยบินฉุกเฉินทันที (< 10-15 นาที)

☐ [ ] **10-14 คะแนน (CODE YELLOW):** อนุมัติปล่อยบินเร่งด่วน (< 30-45 นาที)

☐ [ ] **< 10 คะแนน (CODE GREEN):** บินตามรอบนัดหมาย หรือใช้รถยนต์

ส่วนที่ 4: การลงนามอนุมัติ

1. ผู้สั่งการทางคลินิก: ..... (เวลา ..... น.)
2. เภสัชกร (คัดกรอง 5 Rights & รูปแบบยา): ..... (เวลา ..... น.)
3. แพทย์ผู้อนุมัติการบิน (FMD): [ ] อนุมัติ [ ] ไม่อนุมัติ ..... (เวลา ..... น.)

แบบฟอร์มที่ 2: แบบตรวจสอบความปลอดภัยก่อนทำการบิน (Daily Go/No-Go Checklist)

เอกสารอ้างอิง SOP หมวดที่ 1 และ 2

☐ **เที่ยวบินที่ (Flight ID):** ..... **นักบิน (RPIC):** .....

หมวดการประเมิน (Hard Stop Rule: หากมี No-Go แม้แต่ 1 ข้อ ให้ระงับการบินทันที)

A. สภาพอากาศและน่านฟ้า (Weather & Airspace)

☐ [ ] Go [ ] No-Go : ทัศนวิสัยมองเห็นชัดเจน > 3-5 กิโลเมตร

☐ [ ] Go [ ] No-Go : ไม่มีกลุ่มฝนฟ้าคะนองในเส้นทางบิน

☐ [ ] Go [ ] No-Go : ความเร็วลมคงที่ < 20 นอต / ลมกระโชกไม่เกินเกณฑ์ (ค่าที่วัดได้: ..... นอต)

☐ [ ] Go [ ] No-Go : ค่า Kp Index < 4 (ไม่มีพายุแม่เหล็กโลกรบกวน)

☐ [ ] Go [ ] No-Go : เคลียร์น่านฟ้า CAAT และระบบปลดล็อก Geofencing สมบูรณ์

B. ระบบอากาศยานและบรรจุภัณฑ์ (Aircraft & Payload)

☐ [ ] Go [ ] No-Go : แบตเตอรี่ 100% (Voltage ปกติ) และรับสัญญาณ GNSS > 12 ดวง (รับได้: ..... ดวง)

☐ [ ] Go [ ] No-Go : ตั้งค่า Return to Home (RTH) พ้นสิ่งกีดขวาง (ระดับ RTH: ..... ม.)

☐ [ ] Go [ ] No-Go : กล่องยาแพ็กตามมาตรฐาน (Class: ....) อุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ (วัดได้: ..... °C)

☐ [ ] Go [ ] No-Go : น้ำหนักรวมไม่เกิน MTOW (น้ำหนักรวม: ..... กก.)

C. ความพร้อมลานจอดปลายทาง (Landing Zone Readiness)

☐ [ ] Go [ ] No-Go : เจ้าหน้าที่ปลายทางยืนยันสถานะ "LZ Clear" ผ่านวิทยุ/แอปพลิเคชันแล้ว

ผลการประเมิน: [ ] **GO (อนุมัติบิน)** [ ] **NO-GO (ระงับการบิน)**

☐ **นักบิน (RPIC):** ..... (เวลา ..... น.)

☐ **เภสัชกร/ผู้ส่งมอบ:** ..... (เวลา ..... น.)

☐ **แพทย์ผู้อนุมัติการบิน (FMD):** ..... (เวลา ..... น.)

แบบฟอร์มที่ 3: แผนปฏิบัติการลานลงจอดและการส่งมอบ (LZ Safety & Handover Checklist)

เอกสารอ้างอิง SOP หมวดที่ 3

(สำหรับเจ้าหน้าที่ รพ.สต. / ชรบ. / อสม. Health Rider)

ส่วนที่ 1: การรักษาความปลอดภัยก่อนเครื่องลง (Pre-landing Safety - ก่อนเวลาบินถึง 15 นาที)

☐ [ ] เคลียร์พื้นที่ขนาด 3×3 หรือ 5×5 เมตร ไม่มีกิ่งไม้/สายไฟในแนวดิ่งมุม 45 องศา

☐ [ ] เจ้าหน้าที่สวมเสื้อกั๊กสะท้อนแสง หมวกนิรภัย และแว่นตากันลม

☐ [ ] กั้นอาณาเขตความปลอดภัย 10-15 เมตร ห้ามเด็ก/สัตว์เลี้ยงเข้าเด็ดขาด

☐ [ ] แจ้งศูนย์ JCC ยืนยันสถานะ "ลานปลอดภัย (LZ Clear)"

ส่วนที่ 2: การเข้าประชิดและรับมอบ (Approach & Handoff)

- ☐ [ ] รอให้โดรนแตะพื้นและ **ใบพัดหยุดหมุนสนิท 100%** ก่อนเดินเข้าหา
- ☐ [ ] เดินเข้าประชิดตัวกล่องใน **มุมทแยงด้านข้าง 45 องศา** (Hot Hand-off Protocol)
- ☐ [ ] สแกน GPS ขอรหัสผ่านปลดล็อก (Dynamic OTP Token) รหัสที่ใช้: .....
- ☐ [ ] ตรวจสอบสภาพกล่อง (ไม่มีรอยแตก/รั่วซึม) และตรวจสอบอุณหภูมิจาก Data Logger *(หากของเสียหายหรืออุณหภูมิหลุดเกณฑ์ ให้กักกันยาทันทีและแจ้งศูนย์)*

ส่วนที่ 3: การกระจายยาระยะสุดท้าย (Last-Mile Delivery & Tele-consult)

- ☐ [ ] อสม. (Health Rider) นำยาส่งถึงเตียงผู้ป่วยที่บ้าน
- ☐ [ ] ตรวจสอบยืนยันตัวบุคคล (ดูบัตรประชาชน) ถูกต้องตรงตามหน้าซองยา
- ☐ [ ] วิดีโอคอล (Tele-medicine) ให้เภสัชกร/พยาบาล แนะนำการใช้ยากับผู้ป่วย
- ☐ [ ] ถ่ายภาพการส่งมอบ และให้ผู้ป่วยลงนามรับมอบดิจิทัล

เจ้าหน้าที่ รพ.สต. ผู้ควบคุมลาน (LZSO): ..... (เวลา ..... น.)

อสม. ผู้ส่งมอบยา (Health Rider): ..... (เวลา ..... น.)

แบบฟอร์มที่ 3: แบบประเมินความปลอดภัยก่อนทำการบินประจำวัน (Daily Go/No-Go Safety Checklist)
การปฏิบัติการอากาศยานไร้คนขับเพื่อการขนส่งเวชภัณฑ์และสนับสนุนภารกิจสาธารณสุข
(Medical Drone Operations) โรงพยาบาลเทพรัตนเวชชานุกูล เฉลิมพระเกียรติ ๖๐ พรรษา
ร่วมกับเครือข่ายบริการสุขภาพอำเภอแม่แจ่ม

ส่วนที่ 1: ข้อมูลเที่ยวบินและภารกิจ (Flight & Mission Information)

☐ **วันที่ปฏิบัติการ:** ..... **เวลาประเมิน:** ..... น.

☐ **เที่ยวบินที่ (Flight ID):** ..... **รหัสอ้างอิงพัสดุ (pod_id):** .....

☐ **ระดับความเร่งด่วนภารกิจ:** [ ] Code Red (วิกฤต) [ ] Code Yellow (เร่งด่วน) [ ] Code Green (รอบนัด)

☐ **เส้นทางการบิน:** จุดปล่อยต้นทาง (รพ.เทพรัตนเวชชานุกูลฯ) ☐ จุดลงจอดปลายทาง (รพ.สต./ชุมชน)
.....

☐ **นักบินผู้ควบคุมอากาศยาน (RPIC):** .....

☐ **ผู้ช่วยนักบิน / ผู้สังเกตการณ์ (VO):** .....

☐ **เภสัชกร / เจ้าหน้าที่เวชภัณฑ์ผู้ส่งมอบ:** .....

☐ **แพทย์ผู้อนุมัติการบิน (Flight Medical Director: FMD):** .....

ส่วนที่ 2: รายการตรวจสอบความปลอดภัยก่อนขึ้นบิน (Pre-Flight Safety Checklist)
กฎเหล็กด้านความปลอดภัย (Hard Stop Rule): หากมีรายการใดตกอยู่ในเกณฑ์ **"No-Go"** แม้แต่ข้อเดียว ให้ระงับการปล่อยบินทันทีจนกว่าจะแก้ไขความเสี่ยงได้สมบูรณ์

ลำดับ	รายการตรวจเช็ก	เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย (Go)	ผลการตรวจ	หมายเหตุ / ค่าที่วัดได้จริง
หมวด A	**ด้านกฎหมายและน่านฟ้า (Airspace & Regulations)**			
A1	แผนการบินและการแจ้งเตือน	แจ้งศูนย์ควบคุมน่านฟ้า, CAAT, และหน่วยงานปลายทางเรียบร้อย	[ ] Go [ ] No-Go	แผนการบินอนุมัติแล้ว
A2	เขตห้ามบินและ Geofencing	ปลอดจาก NOTAM ชั่วคราว และปลดล็อก Geofencing ในระบบแล้ว	[ ] Go [ ] No-Go	ตรวจสอบผ่านระบบ CAAT
A3	ช่องทางบินการแพทย์ (Medical Corridor)	ประสานการบินร่วมกับฝ่ายความมั่นคง/ทหาร ในพื้นที่ภูเขา	[ ] Go [ ] No-Go	น่านฟ้าเปิดโล่ง

ลำดับ	รายการตรวจเช็ก	เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย (Go)	ผลการตรวจ	หมายเหตุ / ค่าที่วัดได้จริง
หมวด B	**สภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม (Weather & Environment)**			
B1	ทัศนวิสัย (Visibility)	มองเห็นชัดเจนมากกว่า 3–5 กิโลเมตร ตลอดแนวเส้นทาง	[ ] Go [ ] No-Go	วัดได้: ..... กม.
B2	ปริมาณฝนและหยาดน้ำฟ้า	ไม่มีฝนตกหนักหรือแนวพายุฝนฟ้าคะนอง (Cb) ในแนวร่องเขา	[ ] Go [ ] No-Go	เรดาร์ตรวจอากาศปกติ
B3	ความเร็วลม (Wind Speed / Gust)	ลมคงที่ ≤ 20 นอต (10–12 ม./วิ) ลมกระโชกไม่เกินเกณฑ์ตัวลำ	[ ] Go [ ] No-Go	ลมผิวพื้น: ..... kt
B4	พายุแม่เหล็กโลก (Kp Index)	ค่า Kp Index ≤ 4 (ไม่มีสัญญาณรบกวนคลื่นแม่เหล็กระดับวิกฤต)	[ ] Go [ ] No-Go	ค่า Kp: .....
หมวด C	**สภาพอากาศยานและสถานีภาคพื้น (Aircraft & System)**			
C1	โครงสร้าง ลำตัว และใบพัด	โครงสร้างสมบูรณ์ ไม่มีรอยร้าว มอเตอร์แน่น ใบพัดไม่บิ่น	[ ] Go [ ] No-Go	ตรวจสอบทางกายภาพ 100%
C2	แบตเตอรี่อากาศยาน	ชาร์จเต็ม 98–100%, Cell Delta <0.03 V, อุณหภูมิ 20–45□C	[ ] Go [ ] No-Go	แรงดัน: ..... V (....%)
C3	สัญญาณดาวเทียม (GNSS / RTK)	จับสัญญาณดาวเทียมคงที่ ≥ 12–16 ดวง, ค่า HDOP/PDOP ต่ำ	[ ] Go [ ] No-Go	จำนวนดาวเทียม: ..... ดวง
C4	ลิงก์ควบคุมและระบบสื่อสาร 5G	C2 Link และกล้อง FPV เสถียร ค่า Latency ปกติ ไม่มีคลื่นแทรก	[ ] Go [ ] No-Go	สัญญาณ 5G ครอบคลุม
C5	ระบบความปลอดภัยฉุกเฉิน (Failsafe)	ตั้งค่า Smart RTH สูงพ้นแนวยอดดอย/ต้นไม้, ระบบร่มชูชีพพร้อม	[ ] Go [ ] No-Go	ระดับความสูง RTH: ..... ม.
C6	ปริมาณพลังงานสำรอง (Reserve Margin)	แบตเตอรี่ไป-กลับ เหลือสำรอง ≥ 25 – 30% หลังคำนวณแรงต้านลม	[ ] Go [ ] No-Go	พลังงานสำรอง: ..... %

ลำดับ	รายการตรวจเช็ก	เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย (Go)	ผลการตรวจ	หมายเหตุ / ค่าที่วัดได้จริง
หมวด D	**ลานขึ้น-ลงจอด และความปลอดภัยภาคพื้น (Takeoff & LZ)**			
D1	ลานปล่อยต้นทาง (Origin Pad)	ลานหน้าอาคารโล่ง ปราศจากสิ่งกีดขวาง กั้นแนวปลอดภัย 5–10 เมตร	[ ] Go [ ] No-Go	พื้นที่เคลียร์ 100%
D2	ลานลงจอดปลายทาง (Landing Zone: LZ)	ขนาด ≥3×3 หรือ 5×5 ม. ปลอดสิ่งกีดขวางมุม 45 องศา	[ ] Go [ ] No-Go	ปูแผ่น Landing Pad แล้ว
D3	การยืนยันสถานะลานจอด (LZ Ready)	เจ้าหน้าที่ รพ.สต./อสม. ยืนยันสถานะ **"LZ Clear"** ผ่านวิทยุ/แอป	[ ] Go [ ] No-Go	รหัสผู้ยืนยัน: .....
D4	การควบคุมฝูงชน (Crowd Control)	กั้นอาณาเขตรัศมี 10–15 เมตร ปลอดบุคคลภายนอก เด็ก และสัตว์เลี้ยง	[ ] Go [ ] No-Go	ทีม ชรบ./อสม. ประจำจุด
หมวด E	**สัมภาระและการควบคุมคุณภาพยา (Payload & Integrity)**			
E1	พิกัดน้ำหนักบรรทุก (Payload Weight)	น้ำหนักรวมกล่องไม่เกิน MTOW ปลอดภัยของอากาศยาน	[ ] Go [ ] No-Go	นน. สุทธิ: ..... กก.
E2	การยึดล็อกและจุดศูนย์ถ่วง (CG Balance)	สลักแม่เหล็ก/แท่นยึดล็อกแน่นหนา จุด CG สมดุลตามแกนลำตัว	[ ] Go [ ] No-Go	สลักล็อกแน่น 100%
E3	มาตรฐานกล่องบรรจุภัณฑ์ (PPSS Class)	บรรจุภัณฑ์ถูกต้องตามระดับ (Class 0 / 1 / 2 / 3 / 4 UN3373)	[ ] Go [ ] No-Go	ระบุ Class: .....
E4	ระบบลูกโซ่ความเย็น (Cold-Chain System)	ติดตั้ง IoT Data Logger อุณหภูมิเริ่มต้นอยู่ในช่วงมาตรฐาน (2–8°C)	[ ] Go [ ] No-Go	อุณหภูมิเริ่ม: ..... °C
E5	ธรรมาภิบาลข้อมูล (Data Decoupling)	ฉลากหน้ากล่องใช้รหัส pod_id ไม่ปรากฏชื่อ-นามสกุล/เลขบัตร ปชช.	[ ] Go [ ] No-Go	ตรงตามเกณฑ์ PDPA

ส่วนที่ 3: ผลการตัดสินใจขั้นสุดท้าย (Final Operational Decision)

[ ] **GO — อนุมัติการปล่อยบิน (Flight Cleared):** ผ่านเกณฑ์ Go ครบทุกข้อ สภาพแวดล้อม ตัวเครื่อง น่านฟ้า และทีมภาคพื้นพร้อม 100%

[ ] **NO-GO — ไม่อนุมัติ / ระงับการบิน (Flight Aborted):** พบรายการไม่ผ่านเกณฑ์ หรือมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น ให้เปลี่ยนไปใช้แผนสำรองทางบก

เหตุผลกรณี No-Go หรือข้อสังเกตเพิ่มเติมด้านความปลอดภัย:

.....

.....

.....

ส่วนที่ 4: การลงนามรับรองร่วม 3 ฝ่าย (Joint Tripartite Clearance)

1. ด้านความปลอดภัยการบินและเทคนิค (Aviation Safety Clearance):

ลงชื่อ ..... นักบินผู้ควบคุมอากาศยาน (RPIC)

(.....) เวลาที่อนุมัติ: ..... น.

2. ด้านมาตรฐานเวชภัณฑ์และห่วงโซ่ความเย็น (Pharmaceutical Clearance):

ลงชื่อ ..... เภสัชกร / เจ้าหน้าที่ผู้ส่งมอบเวชภัณฑ์

(.....) เวลาที่ส่งมอบ: ..... น.

3. ด้านการตัดสินใจและภารกิจทางการแพทย์ (Clinical & Command Clearance):

ลงชื่อ ..... แพทย์ผู้อนุมัติการบิน (Flight Medical Director: FMD)

(.....) ผู้อำนวยการโรงพยาบาลเทพรัตนเวชชานุกูลฯ/ ผู้บัญชาการเหตุการณ์

เวลาที่อนุมัติ: ..... น.

แบบฟอร์มที่ 4 : แผ่นงานภาคสนาม LZ Safety & Last-Mile Handover Checklist

(สำหรับเจ้าหน้าที่ รพ.สต., กำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน และ อสม. Health Rider)
เครือข่ายบริการสุขภาพปฐมภูมิ: .....
จุดลงจอด (Landing Zone - LZ): .....
พิกัด GPS: ละติจูด ..... ลองจิจูด .....
เที่ยวบินที่ (Flight ID): ..... วันที่/เวลาปฏิบัติการ: .....
เจ้าพนักงานความปลอดภัยลานบิน (LZSO): .....
อสม. ผู้รับมอบและส่งต่อยา (Health Rider): .....

ส่วนที่ 1: การเตรียมความพร้อมและความปลอดภัยลานลงจอด (Pre-Landing: T-15 ถึง T-0 นาที)

- ☐ **กายภาพลานจอด:** เคลียร์พื้นที่ราบเรียบอย่างน้อย 3x3 เมตร (หรือ 5x5 เมตร) ปูแผ่นรองจอดและตอกหมุดยึดแน่นหนา
- ☐ **สิ่งกีดขวางทางอากาศ:** ปราศจากสายไฟฟ้า เสาอากาศ กิ่งไม้ ชายคา ในแนวดิ่งมุมเปิดโล่ง 45 องศา
- ☐ **อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย (PPE):** ทีมภาคพื้นดินทุกคนสวมเสื้อกั๊กสะท้อนแสง หมวกนิรภัย และแว่นตานิรภัยครบถ้วน
- ☐ **แนวเขตปลอดภัยและการควบคุมฝูงชน:** กั้นเชือกหรือวางกรวยจราจรรัศมี 10–15 เมตร ควบคุมชาวบ้าน เด็ก และสัตว์เลี้ยงให้อยู่นอกแนวเด็ดขาด
- ☐ **การยืนยันความพร้อม:** ส่งสัญญาณแจ้งศูนย์ JCC หรือนักบิน เพื่อยืนยันสถานะ "LZ Clear (ลานปลอดภัย)"

ส่วนที่ 2: การเข้าประชิดและปลดล็อกสัมภาระ (Approach & Release Protocol)

- ☐ **กฎใบพัดหยุดนิ่ง (Zero-RPM Rule):** รอจนกระทั่งเครื่องแตะพื้น นักบิน Disarm ดับมอเตอร์ และใบพัดหยุดนิ่งสนิท 100% เท่านั้น
- ☐ **มุมเข้าประชิด:** เดินเข้าหาตัวเครื่องจากมุมเฉียงด้านข้าง 45 องศา (ห้ามเข้าทางด้านหน้ากล้องหรือด้านหลังมอเตอร์)
- ☐ **การปลดล็อกดิจิทัล (Smart Authentication):** สแกน GPS พิกัดลานจอดเพื่อรับรหัส Dynamic OTP
  รหัส OTP ที่ใช้ปลดล็อก: [_ _ _ _ _ _] เวลาที่ปลดล็อกสำเร็จ: ..... น.
- ☐ **ตรวจสภาพภายนอกกล่อง:** โครงสร้างสมบูรณ์ ไม่แตกหัก ซีลยางปิดสนิท ไม่พบของเหลวรั่วซึม
- ☐ **ตรวจสอบอุณหภูมิ (Cold Chain Acceptance):** ค่าอุณหภูมิบนหน้าจอ Data Logger แสดงผล:..... °C
  [ ] ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (2–8°C หรือ อุณหภูมิห้องตามประเภท)
  [ ] หลุดเกณฑ์ (Excursion) ให้ดำเนินการแยกกักกัน (Quarantine) ทันที และรายงานศูนย์ JCC

ส่วนที่ 3: การกระจายยาสู่บ้านผู้ป่วยและการให้คำแนะนำ (Last-Mile Delivery & Counseling)

- ☐ **การเคลื่อนย้าย:** นำชุดยาบรรจุลงกระเป๋าสะพายหลัง Health Rider ที่มีฉนวนกันกระแทกอย่างมิดชิด
- ☐ **การยืนยันตัวตน ณ บ้านผู้ป่วย:** ตรวจสอบบัตรประชาชนผู้ป่วยหรือผู้ดูแล ให้ตรงตามรหัส pod_id และหน้าซองยา
- ☐ **การให้คำปรึกษาทางเภสัชกรรม (Tele-pharmacy):** เชื่อมต่อระบบวิดีโอคอลกับเภสัชกรหรือพยาบาล รพ. เพื่ออธิบายวิธีใช้ยา
- ☐ **การปิดภารกิจภาคสนาม:** บันทึกภาพถ่ายการส่งมอบยา และให้ผู้ป่วยหรือญาติลงนามรับมอบในระบบดิจิทัล

ลงชื่อ ..... (LZ Safety Officer - เจ้าหน้าที่ รพ.สต.)

ลงชื่อ ..... (Health Rider - อสม. ประจำหมู่บ้าน)

เวลาที่ส่งมอบถึงมือผู้ป่วยสำเร็จ: ..... น.

แบบฟอร์มที่ 5: ใบกำกับสิ่งส่งตรวจชีวภาพ (Specimen Reverse Logistics Manifest)

ตามมาตรฐานความปลอดภัยทางชีวภาพ UN 3373 / IATA PI 650

เลขที่ใบกำกับ (Manifest ID): ..... วันที่: .....

หน่วยส่งตรวจต้นทาง (รพ.สต./ชุมชน): .....

หน่วยตรวจรับปลายทาง (ห้องชันสูตร รพ.): .....

รหัสกล่องชีวนิรภัย (Class 4 Container ID): .....

หมายเลข IoT Data Logger: .....

ส่วนที่ 1: รายการสิ่งส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ (Specimen Manifest Table)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง (Lab ID)	ชนิดสิ่งส่งตรวจ	วัตถุประสงค์การตรวจ	เวลาที่เจาะ/เก็บ	อุณหภูมิเก็บรักษา
1	.....	[ ] เลือด [ ] ปัสสาวะ [ ] เสมหะ	.....	.....:..... น.	[ ] 2-8°C [ ] อุณหภูมิห้อง
2	.....	[ ] เลือด [ ] ปัสสาวะ [ ] เสมหะ	.....	.....:..... น.	[ ] 2-8°C [ ] อุณหภูมิห้อง
3	.....	[ ] เลือด [ ] ปัสสาวะ [ ] เสมหะ	.....	.....:..... น.	[ ] 2-8°C [ ] อุณหภูมิห้อง
4	.....	[ ] เลือด [ ] ปัสสาวะ [ ] เสมหะ	.....	.....:..... น.	[ ] 2-8°C [ ] อุณหภูมิห้อง

ส่วนที่ 2: บันทึกการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ 3 ชั้น (Triple Packaging UN 3373 Checklist)

ชั้นที่ 1 (Primary Receptacle): หลอดเก็บตัวอย่างปิดฝาสนิท ทนแรงดันภายใน 95 kPa ไม่รั่วซึม

ชั้นที่ 2 (Secondary Packaging): บรรจุในถุงหรือกระบอกกันน้ำ พร้อมแผ่นวัสดุดูดซับของเหลวปริมาณเพียงพอ

ชั้นที่ 3 (Outer Packaging): กล่องแข็ง Class 4 บุโฟมเจาะช่อง Anti-Vibration Foam ล็อกหลอดแน่นหนา

สภาพสารทำความเย็น: บรรจุเจล PCM รักษาความเย็น 2–8°C สภาพพร้อมใช้งาน

น้ำหนักรวมกล่องส่งตรวจ (Gross Weight): ..... กก. (ต้องไม่เกิน 2.5 กก. ตามพิกัดปลอดภัย)

ลงชื่อ ..... ผู้จัดเตรียมและส่งมอบสิ่งส่งตรวจ (เจ้าหน้าที่ รพ.สต.)

เวลาส่งมอบขึ้นโดรน: ..... น.

ส่วนที่ 3: การตรวจรับรองคุณภาพ ณ ห้องปฏิบัติการชันสูตร รพ. (Lab Receiving & Integrity)

☐ เวลาที่กล่องมาถึงห้องแล็บ: ..... น.

☐ อุณหภูมิเมื่อเปิดกล่อง (จาก Data Logger): ..... °C ([ ] อยู่ในเกณฑ์ 2–8°C [ ] หลุดเกณฑ์)

☐ **ผลการตรวจสภาพตัวอย่างทางกายภาพ:**

- สภาพหลอดตัวอย่างสมบูรณ์ ไม่แตกร้าว ไม่รั่วซึม
- หลอดเลือดตรวจวิเคราะห์: [ ] เม็ดเลือดปกติ ไม่แตกตัว (No Hemolysis)
  [ ] พบการแตกตัวของเม็ดเลือด
- คำสั่งตรวจและรหัสหลอดตัวอย่างตรงกับระบบ EMR/HIS ถูกต้องครบถ้วน

ผลการตรวจรับ: [ ] ยอมรับสิ่งส่งตรวจเข้าสู่เครื่องวิเคราะห์
[ ] ปฏิเสธสิ่งส่งตรวจ (ระบุเหตุผล.....)

ลงชื่อ ..... นักเทคนิคการแพทย์/เจ้าหน้าที่ชันสูตรผู้ตรวจรับ

แบบฟอร์มที่ 6: แบบฟอร์มสรุป AAR & Flight Costing Sheet

(บันทึกการทบทวนหลังปฏิบัติการ และใบคำนวณต้นทุน/เบิกชดเชย สปสช. - สพฉ. - แบบ 8708)

รหัสภารกิจ (Mission ID): ..... วันที่ปฏิบัติการ: .....

ประเภทภารกิจ: [ ] ฉุกเฉินวิกฤต (Code Red) [ ] เร่งด่วน (Code Yellow) [ ] ตามรอบนัดหมาย (Code Green)

เส้นทางการบิน: ต้นทาง ..... ปลายทาง ..... ระยะทางบินไป-กลับ: ..... กิโลเมตร | เวลาบินรวม (Flight Time): ..... นาที

ตอนที่ 1: บันทึกการทบทวนหลังการปฏิบัติงาน (After-Action Review: AAR Log)

☐ **การประเมินประสิทธิภาพเชิงเวลาและระบบ (Operational Metrics):**

- เวลาที่วางแผนไว้: ..... นาที | เวลาที่ใช้ปฏิบัติการจริง: ..... นาที
- เวลาที่ประหยัดได้เมื่อเทียบกับการเดินทางทางบก (Time Saved): ..... นาที/ชั่วโมง
- ความเสถียรของอุณหภูมิเวชภัณฑ์ (Cold-Chain Excursion)
  : [ ] คงที่ 100% [ ] มีอุณหภูมิหลุดเกณฑ์
- ค่าแรงกระแทก/การสั่นสะเทือนสูงสุด (Peak G-Force): ..... G (เกณฑ์ปลอดภัย < 2.0 G)

☐ **ปัญหา อุปสรรค และข้อขัดข้องที่พบหน้างาน (Issues & Bottlenecks):**

- ด้านสภาพอากาศ/สิ่งแวดล้อม (ลม, หมอก, สัญญาณ 5G/GPS): .....
- ด้านลานจอดและการควบคุมฝูงชน (LZ Safety): .....
- ด้านอุปกรณ์/อากาศยาน/แบตเตอรี่: .....

☐ **ข้อเสนอแนะเชิงการปรับปรุงในเที่ยวบินถัดไป (Action Items for Improvement):**

.....

.....

ตอนที่ 2: ใบสรุปต้นทุนเที่ยวบินและการขอรับเงินชดเชย (Flight Costing & Claim Sheet)

(อ้างอิงระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยค่าใช้จ่ายในการบริหารงาน พ.ศ. 2553 และแบบใบเบิก 8708)

หมวดที่ 1: ค่าใช้จ่ายทางตรงด้านบุคลากรและยานพาหนะภาคพื้น (แบบ 8708)

☐ ค่าเบี้ยเลี้ยงปฏิบัติงานนอกที่ตั้ง (เจ้าหน้าที่/พขร./นักบิน) ..... คน x ..... บาท = ... บาท

☐ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะขนส่ง/ควบคุมภาคพื้นดิน (กม. ละ ..... บาท) = ... บาท

☐ ค่าตอบแทน อสม. Health Rider ในการกระจายยาระยะสุดท้าย = ... บาท

หมวดที่ 2: ค่าใช้จ่ายดำเนินงานและค่าเสื่อมเทคโนโลยีการบิน

☐ ค่ากระแสไฟฟ้าชาร์จแบตเตอรี่โดรนและสถานีควบคุมภาคพื้นดิน = ... บาท

☐ ค่าเสื่อมสภาพแบตเตอรี่และชิ้นส่วนอากาศยาน (คิดเฉลี่ยต่อเที่ยวบิน) = ... บาท

☐ ค่าบริการระบบโครงข่ายสัญญาณสื่อสารควบคุม 5G / IoT Telemetry = ... บาท

☐ **รวมต้นทุนปฏิบัติการทั้งสิ้น: = ... บาท**

หมวดที่ 3: การยื่นขอรับเงินสนับสนุน/ชดเชยค่าบริการทางการแพทย์ (Reimbursement Claim)

[ ] กองทุนหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.): บริการ Tele-Medicine และส่งยาถึงบ้าน (e-Claim)

[ ] สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (สพฉ.): กองทุนการแพทย์ฉุกเฉินทางอากาศยาน

จำนวนเงินที่ยื่นขอชดเชย: ..... บาท

รับรองความถูกต้องของข้อมูลตามระเบียบราชการ:

ลงชื่อ ..... (ผู้บันทึกข้อมูล/หัวหน้าทีมการบิน)

ลงชื่อ ..... (หัวหน้ากลุ่มงานยุทธศาสตร์/การเงิน รพ.)

ลงชื่อ ..... (ผู้อำนวยการโรงพยาบาล / ผู้มีอำนาจอนุมัติ)