SMART & GREEN BOTANICAL GARDEN | QSBG INNOVATION

Smart Electric Tour Bus Management System Design

ยกระดับการท่องเที่ยวสีเขียวสู่อัจฉริยะ เพื่อสวนพฤกษศาสตร์ระดับโลก

การผสานสองหัวใจสำคัญ: ยานยนต์ไฟฟ้า (EV 100%) พลังงานสะอาด ไร้ควัน ไร้เสียง ควบคู่กับ Smart Tourism Platform (e-Ticket, Live GPS Tracking, Smart Queue Balancing และ Real-time Analytics) สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่

แผนพัฒนา 3 ระยะ (9 เดือน) | Zero Emission 100% | พื้นที่ 6,500 ไร่

ยานพาหนะจริงประจำโครงการ:
รถนำเที่ยวไฟฟ้า 3 คัน ให้บริการวนรอบ 6 สถานีหลัก ในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์ฯ 6,500 ไร่

CONTEXT & CHALLENGES

ที่มา ปัญหา และความจำเป็นของโครงการ

ความท้าทายในการบริหารจัดการและการให้บริการนักท่องเที่ยวในปัจจุบัน

01

พื้นที่กว้างใหญ่ & รถจำกัด

PHYSICAL & CAPACITY BOTTLENECK

- พื้นที่สวนกว้างขวางถึง 6,500 ไร่ มีความลาดชันสูง
- จุดท่องเที่ยวสำคัญกระจายตัว: Canopy Walkway, กลุ่มเรือนกระจก, พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา
- เดิมใช้รถเครื่องยนต์สันดาปเพียง 2 คัน ไม่เพียงพอต่อปริมาณนักท่องเที่ยวในฤดูกาลท่องเที่ยว
- มีเสียงดังและปล่อยควันไอเสียรบกวนบรรยากาศธรรมชาติ

02

ไร้ระบบติดตามและคิวสะสม

LACK OF REAL-TIME VISIBILITY

- นักท่องเที่ยวไม่ทราบเวลาที่รถจะมาถึงสถานี (No ETA)
- เกิดการรอคอยอย่างไร้จุดหมาย และความแออัดสะสมหนาแน่นในบางสถานี
- คนขับและเจ้าหน้าที่ไม่ทราบจำนวนผู้โดยสารที่รอในสถานีถัดไป
- การจัดคิวขึ้นรถยังเป็นแบบดั้งเดิม ขาดความเป็นระเบียบและโปร่งใส

03

ขาดข้อมูลสถิติเพื่อวางแผน

NO DATA-DRIVEN ANALYTICS

- ขาดระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการแบบดิจิทัล
- ไม่มีข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ว่าจุดใดมีความหนาแน่นสูงสุดในแต่ละช่วงเวลา
- ผู้บริหารไม่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อจัดสรรทรัพยากรได้อย่างตรงจุด
- ระบบตั๋วและการตรวจสอบยังไม่เชื่อมโยงกับระบบหลังบ้าน

STRATEGY & VISION

วิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์โครงการ

มุ่งสู่สวนพฤกษศาสตร์อัจฉริยะ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และยั่งยืน

วัตถุประสงค์หลัก (Core Objectives)

1. ศึกษาวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ

วิเคราะห์ ออกแบบระบบฐานข้อมูล และสถาปัตยกรรมสารสนเทศรถนำเที่ยวไฟฟ้าเพื่อการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

2. พัฒนาแอปพลิเคชันจัดการรถนำเที่ยวครบวงจร

ครอบคลุมทั้งนักท่องเที่ยว (Web/Mobile App), คนขับรถ (Driver App), จุดบริการ (Kiosk) และผู้บริหาร (Dashboard)

3. บูรณาการข้อมูลการท่องเที่ยวเชิงพื้นที่

เชื่อมโยงเส้นทาง จุดท่องเที่ยว แนะนำพรรณไม้แบบ Geofences และจัดทำรายงานวิเคราะห์แบบเรียลไทม์

รถนำเที่ยวไฟฟ้าจริง

ขับเคลื่อนด้วยพลังงานสะอาด 100% ไร้เสียง ไร้ควัน เป็นมิตรต่อพรรณไม้ พร้อมเชื่อมต่อแท็บเล็ตดิจิทัล

เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์และความยั่งยืน

1. Green EV Transition (Zero Emission): ปรับเปลี่ยนสู่รถพลังงานไฟฟ้า 100% รักษาระบบนิเวศพฤกษศาสตร์
2. Smart Digital Tourism Experience: นักท่องเที่ยวเข้าถึงข้อมูลสะดวกรวดเร็วผ่าน e-Ticket, Live Tracking
3. Data-Driven Spatial Management: ผู้บริหารมี Real-time Dashboard วางแผนพัฒนาเชิงพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ

ARCHITECTURE

สถาปัตยกรรมระบบโดยรวม (4-Tier Architecture)

โครงสร้างระบบเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้ ระบบประมวลผล IoT และฐานข้อมูลอย่างมีเสถียรภาพ

LAYER 1: Frontend Channels (Omnichannel)

Web App (จองตั๋วออนไลน์ล่วงหน้า) • Mobile App (iOS / Android สำหรับนักท่องเที่ยว) • Kiosk Touchscreen (ตู้ซื้อตั๋วหน้าสถานี) • Driver App (แอปคนขับบน Tablet ประจำรถ)

LAYER 2: API Gateway & Backend Services (Core Logic)

API Gateway: Authentication, Request Routing, Rate Limiting • Ticket Service (ระบบจำหน่ายตั๋วและ e-Ticket) • Bus Tracking Service (คำนวณตำแหน่งและ Dynamic ETA) • Station Service (จัดการ 6 สถานี) | Payment Service (เชื่อมต่อ Gateway)

LAYER 3: Realtime & IoT Layer (Live Streaming)

GPS Units บนรถ 3 คัน: สตรีมพิกัดตำแหน่ง Real-time ทุกๆ 5 วินาที ผ่าน 4G • QR / RFID Scanner: สแกนตรวจตั๋ว Check-in ขึ้นรถทันทีภายใน 1 วินาที • WebSocket Server: กระจายพิกัดและสถานะคิวแบบ Two-way Streaming สดๆ

LAYER 4: Database & Storage (High Reliability)

PostgreSQL: ฐานข้อมูลหลัก จัดเก็บข้อมูลผู้ใช้, สิทธิ์ตั๋ว, รายได้ และธุรกรรม • Redis: In-memory Cache สำหรับแคชคิวรถและสถานะตั๋วความเร็วสูง • TimescaleDB: Time-series DB บันทึกพิกัด GPS นับล้านเรคคอร์ดโดยไม่หน่วง • Cloud File Storage: จัดเก็บภาพนิ่ง เอกสาร และไฟล์สำรองระบบ

E-TICKET FLOW

e-Ticket Flow — กระบวนการตั้งแต่เลือกซื้อจนขึ้นรถ

กระบวนการจำหน่ายตั๋ว ออกตั๋ว และการตรวจตั๋วขึ้นรถ 5 ขั้นตอนแบบไร้รอยต่อ

STEP 01

เลือกซื้อตั๋ว

OMNICHANNEL SELECTION

ซื้อผ่าน Mobile App, เว็บไซต์ล่วงหน้า หรือตู้ Kiosk หน้าสถานี

STEP 02

ชำระเงิน

CONTACTLESS PAYMENT

สแกน PromptPay QR EMVCo ทุกธนาคาร, บัตร หรือเงินสดที่ Kiosk

STEP 03

สร้าง e-Ticket

DYNAMIC QR GENERATOR

สร้าง Dynamic One-Time QR พร้อมบันทึกลง Database ทันที

STEP 04

แสดงตั๋ว

PASSENGER DISPLAY

แสดง QR บนมือถือ, Wallet หรือพิมพ์สลิปจากตู้ Kiosk

STEP 05

สแกน Check-in

DRIVER TABLET SCAN

คนขับสแกนตรวจตั๋ว ตัดสิทธิ์ทันที ป้องกันใช้ซ้ำ อัปเดตคิว Real-time

กฎการใช้งาน One-Time QR Code และการรักษาความปลอดภัย:

- ตั๋ว 1 ใบ = สิทธิ์เดินทาง 1 ครั้ง เมื่อสแกนแล้วสถานะจะปรับเป็น 'USED' ในฐานข้อมูลทันที ป้องกันการถ่ายภาพส่งต่อหรือนำกลับมาใช้ซ้ำ 100%
- อัปเดตข้อมูลผู้โดยสารขึ้นรถแบบสดๆ เข้าสู่ Smart Queue Balancing เพื่อตัดโควตาที่นั่งว่างของรถคันนั้นแบบ Real-time

PAYMENT ARCHITECTURE

Payment Gateway Integration Flow — สถาปัตยกรรมระบบชำระเงิน

การเชื่อมต่อระบบการเงิน ตรวจสอบความถูกต้องผ่าน Webhook Callback และความปลอดภัย

STEP 1
สั่งซื้อตั๋ว
MOBILE / KIOSK

ผู้ใช้เลือกตั๋ว -> ส่งคำขอผ่าน API Gateway เข้าสู่ Payment Service

STEP 2
สร้าง QR Code
GATEWAY API

เชื่อมต่อ Omise / 2C2P เพื่อสร้าง QR PromptPay ตามมาตรฐาน EMVCo

STEP 3
ชำระเงิน
MOBILE BANKING

นักท่องเที่ยวสแกนจ่าย -> ธนาคารตัดยอดและยืนยันสถานะการโอนเงินสำเร็จ

STEP 4
Webhook
SIGNATURE VERIFY

Gateway ส่งผลกลับมา -> ตรวจสอบ Digital Signature ป้องกัน Fake Order

STEP 5
ออกตั๋วทันที
DATABASE & NOTIFY

บันทึกสถานะ PAID ออก Dynamic One-Time QR และส่ง Push Notification

นโยบายการยกเลิกอัตโนมัติ (10-Minute Auto-Expiry Rule):

- หากไม่มีการชำระเงินภายใน 10 นาที นับตั้งแต่สร้างรายการ ระบบจะทำการ Auto-Expire ยกเลิกคำสั่งซื้อและ QR Code ทันที
- ปลดล็อกและคืนโควตาที่นั่งกลับเข้าสู่ระบบส่วนกลาง เพื่อป้องกันการกักตั๋ว และเปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวท่านอื่นสามารถจองได้

FLEET TRACKING & OPERATIONS

ระบบติดตามรถและสถานีวนลูป (Loop 6 สถานี)

การติดตามพิกัด GPS อัตโนมัติ พร้อมการคำนวณเวลาถึงสถานีแบบ Dynamic ETA

กลไกการทำงานของระบบติดตาม

- **Tablet ประจำรถ 3 คัน:**
  ส่งพิกัด GPS แม่นยำทุกๆ 5 วินาที ผ่านเครือข่าย 4G/Cellular เข้าสู่เซิร์ฟเวอร์
- **Geofencing Engine:**
  ตรวจจับการเข้า-ออกจากแต่ละสถานีอัตโนมัติด้วยรั้วพิกัดเสมือน
- **Dynamic ETA Calculator:**
  คำนวณความเร็วและระยะทาง ประเมินเวลารถจะมาถึงแต่ละสถานีแบบเรียลไทม์
- **Driver App:**
  คนขับดูจำนวนผู้โดยสารและคิวรอในสถานีถัดไปได้ทันทีผ่านหน้าจอแท็บเล็ต

การเดินรถวนลูป 6 สถานี

สถานี 1: จุดบริการต้อนรับ
-> กำหนดเวลาโดยประมาณ: ETA 3 นาที

สถานี 2: พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา
-> กำหนดเวลาโดยประมาณ: ETA 8 นาที

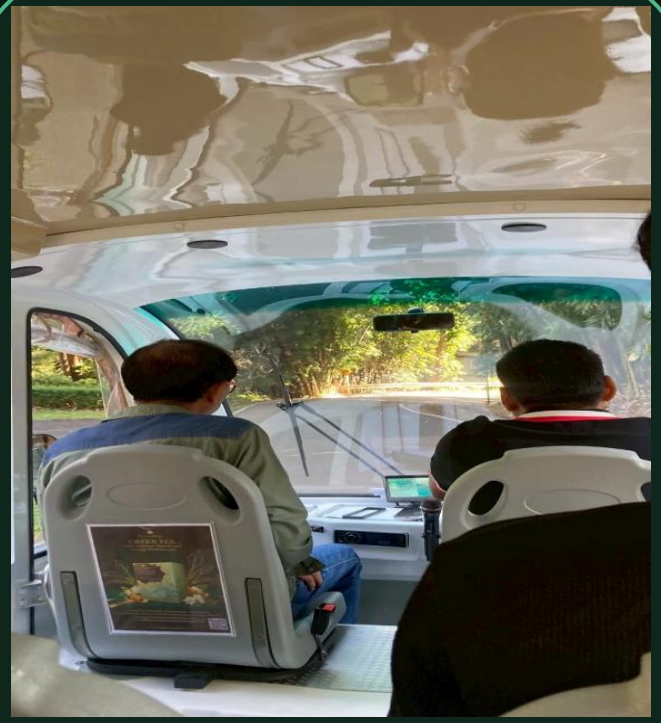
สถานี 3: ทางเดินเรือนยอดไม้ (Canopy)
-> กำหนดเวลาโดยประมาณ: ETA 14 นาที

สถานี 4: กลุ่มเรือนกระจกเฉลิมพระเกียรติ
-> กำหนดเวลาโดยประมาณ: ETA 19 นาที

สถานี 5: สวนกล้วยไม้และพืชเขตร้อน
-> กำหนดเวลาโดยประมาณ: ETA 24 นาที

สถานี 6: จุดชมวิวธรรมชาติ ดอยแม่ริม
-> กำหนดเวลาโดยประมาณ: ETA 30 นาที

รถวิ่งวนลูปต่อเนื่อง ปรับความถี่อัตโนมัติตามปริมาณคิวรอ



ภาพจริง: แท็บเล็ตประจำรถ EV
ติดตั้งในห้องโดยสารคนขับ ส่งพิกัด GPS ทุก 5 วิ และใช้สแกนตรวจตั๋ว Check-in

QUEUE & NOTIFICATIONS

การบริหารคิวอัจฉริยะและการแจ้งเตือน

Smart Queue Balancing ลดความแออัด พร้อมระบบแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์

Smart Queue Balancing

การกระจายผู้โดยสารอัจฉริยะ

- คำนวณความจุที่นั่งว่างจริง (Seat Capacity) บนรถเทียบกับคิวรอแต่ละสถานี
- หากสถานีใดมีผู้โดยสารสะสมหนาแน่น ระบบจะแจ้งเตือนให้จัดรถเสริมไปรับทันที
- ลดปัญหาคอขวดที่สถานียอดนิยม เช่น Canopy Walkway หรือกลุ่มเรือนกระจก
- กระจายโหลดการเดินรถให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

Omnichannel Display

การแสดงผลสดรอบด้าน

- Live Map: เห็นตำแหน่งรถเคลื่อนที่สดๆ บนแผนที่ในแอปพลิเคชัน
- Station Display: หน้าจอมอนิเตอร์ประจำสถานีบอกเวลารถมาถึงและจำนวนคิวรอ
- Kiosk: ตรวจสอบคิวและสิทธิ์ตั๋วได้ตลอดเวลา
- ข้อมูลโปร่งใส เข้าถึงง่ายสำหรับนักท่องเที่ยวทุกคน

Proactive Push Notification

การแจ้งเตือนล่วงหน้า

- ส่ง Push Notification ผ่าน Mobile App หรือ LINE เมื่อรถใกล้ถึงในระยะ 3 นาที หรือ 500 เมตร
- นักท่องเที่ยวไม่ต้องยืนตากแดดรอที่สถานี สามารถเดินถ่ายรูปหรือจิบกาแฟได้อย่างสบายใจ
- แจ้งเตือนเปลี่ยนสถานะคิวเมื่อถึงคิวขึ้นรถ
- ระบบแจ้งเตือนฉุกเฉินกรณีสภาพอากาศหรือการปรับรอบรถ

SMART GUIDE

ระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยวตามพิกัดภูมิศาสตร์

ยกระดับการท่องเที่ยวเชิงเรียนรู้ด้วย Geofence Virtual Beacon Technology

เทคโนโลยี Geofences ในพื้นที่ 6,500 ไร่

- **รั้วพิกัดเสมือน (Virtual Geofence Zones):**
  กำหนดพื้นที่จำลองรอบจุดแลนด์มาร์ก ตรวจจับเมื่อรถหรือนักท่องเที่ยวเข้าสู่พื้นที่โดยอัตโนมัติ
- **Context-Aware Multimedia Guide:**
  เด้งข้อมูลความรู้ แนะนำพันธุ์ไม้เด่น ประวัติความเป็นมา และคลิปวิดีโอสั้นบนจอมือถือตามจุดที่ยืนอยู่
- **Immersive Audio Guide:**
  เปิดเสียงบรรยายแนะนำให้นักท่องเที่ยวรับฟังอย่างกลมกลืนกับธรรมชาติรอบตัว เสมือนมีมัคคุเทศก์ส่วนตัว
- **Smart Route Suggestions:**
  แนะนำเส้นทางตามเวลา เช่น ทริปสั้น 1 ชม. หรือทริปเจาะลึก 3 ชม. สำหรับผู้รักธรรมชาติ

ไฮไลต์แลนด์มาร์กสำคัญที่เชื่อมต่อในระบบ

1. Canopy Walkway (ทางเดินเรือนยอดไม้):
ทางเดินลอยฟ้าเหนือเรือนยอดไม้ที่ยาวที่สุดในประเทศไทย แนะนำพันธุ์ไม้เรือนยอด พืชอิงอาศัย และทิวทัศน์ยอดดอย

2. กลุ่มเรือนกระจกเฉลิมพระเกียรติ (Glasshouses):
รวบรวมพืชทนแล้ง พืชป่าดงดิบ พืชกินแมลง และบัวนานาพันธุ์ จัดแสดงพืชหายากระดับโลก

3. พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา (Natural History):
นิทรรศการถาวรความหลากหลายทางชีวภาพ ธรณีวิทยา และการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

4. สวนกล้วยไม้และลานธรรมชาติ:
ศูนย์อนุรักษ์กล้วยไม้ไทยและสายพันธุ์ผสม สัมผัสอากาศบริสุทธิ์ของดอยแม่ริม

TECHNOLOGY

เทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐาน (Technology Stack)

คัดเลือกเทคโนโลยีระดับ Enterprise เพื่อความรวดเร็ว เสถียร และรองรับการขยายตัว

Frontend & Mobile

- Next.js: เว็บแอปและ Admin Dashboard โหลดเร็ว รองรับ SEO และจัดการง่าย
- React Native: Mobile App (iOS / Android) และ Driver App ประสิทธิภาพสูง
- Tailwind CSS: UI โมเดิร์น Responsive รองรับทุกขนาดหน้าจออย่างสวยงาม

Backend & Streaming

- Node.js + Fastify: API Server ประสิทธิภาพสูง Throughput ระดับสูง กินทรัพยากรต่ำ
- Socket.io Server: Real-time Two-way Streaming สำหรับพิกัด GPS และคิวรถ
- Bull Queue & JWT: จัดการคิวงานเบื้องหลังและการยืนยันสิทธิ์ความปลอดภัยสูงสุด

Database & Time-series

- PostgreSQL: ฐานข้อมูลหลัก จัดเก็บข้อมูลผู้ใช้, สิทธิ์ตั๋ว และธุรกรรมทางการเงิน
- TimescaleDB: Time-series Extension จัดเก็บ Big Data พิกัด GPS ได้นับล้านเรคคอร์ด
- Redis: In-memory Cache และจัดการ Session ความเร็วระดับมิลลิวินาที

Infrastructure & DevOps

- Docker & Kubernetes: Containerize ปรับสเกลรองรับนักท่องเที่ยวช่วงเทศกาล
- AWS / GCP Cloud: การันตี Uptime สูง 99.9% ปลอดภัยตามมาตรฐานสากล
- GitHub Actions: CI/CD Pipeline ทดสอบและอัปเดตระบบอัตโนมัติอย่างราบรื่น

ROADMAP

แผนการดำเนินงานโครงการ (Roadmap 9 เดือน)

แบ่งการพัฒนาเป็น 3 ระยะอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งมอบผลงานที่สมบูรณ์ตรงเวลา

PHASE 1 (เดือน 1-3)
Core Foundation

รากฐานระบบ & การเงิน

- ออกแบบ DB Schema & สถาปัตยกรรมระบบ
- พัฒนา Backend API (Ticket, Station, Auth)
- พัฒนา Admin Dashboard จัดการสถานีและรถ
- พัฒนา Kiosk UI สำหรับซื้อตั๋วหน้าสถานี
- เชื่อมต่อ Payment Gateway (PromptPay QR/บัตร)
- พัฒนา Driver App (Tablet GPS) เบื้องต้น

PHASE 2 (เดือน 4-6)
Realtime & Mobile

ระบบเรียลไทม์ & แอปพลิเคชัน

- ติดตั้ง WebSocket Server สำหรับ Live Tracking
- พัฒนา Mobile App (iOS + Android) เต็มรูปแบบ
- พัฒนาระบบ Queue Management & Balancing
- เชื่อมต่อ Geofence ทดสอบ Loop 6 สถานี
- ทดสอบสแกน QR Check-in บนรถนำเที่ยวจริง
- ทดสอบความเสถียรของสัญญาณในสวน 6,500 ไร่

PHASE 3 (เดือน 7-9)
Advanced & Rollout

ฟังก์ชันขั้นสูง & ส่งมอบงาน

- เปิดระบบ Push Notification (LINE / Push / SMS)
- พัฒนาระบบ Real-time Analytics Dashboard
- เปิดระบบจองออนไลน์ล่วงหน้า (Online Booking)
- จัดทำคู่มือการใช้งานระบบทุกกลุ่มผู้ใช้
- ฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ประจำสถานีและคนขับรถ
- ทดสอบระบบสมบูรณ์ และส่งมอบงานโครงการ

IMPACT & VALUE

คุณค่าและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การสร้างผลกระทบเชิงบวกอย่างครอบคลุมต่อทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

นักท่องเที่ยว (Tourists)

- ซื้อตั๋วสะดวกทุกช่องทาง ไม่ต้องต่อแถวยาว
- ทราบเวลารถมาถึงล่วงหน้า ลดความเครียดในการรอคอย
- ได้รับความรู้พันธุ์ไม้ตลอดเส้นทางผ่านระบบ Geofences
- สัมผัสธรรมชาติที่เงียบสงบ ปราศจากควันพิษ

เจ้าหน้าที่ & คนขับรถ (Staff & Drivers)

- ตรวจสอบตั๋วด้วย Tablet ภายใน 1 วินาที ป้องกันตั๋วซ้ำ
- ทราบจำนวนผู้โดยสารในสถานีถัดไปล่วงหน้า จัดการรถได้ง่าย
- ลดความแออัดและลดความขัดแย้งในการจัดคิวหน้างาน
- มีเครื่องมือดิจิทัลที่ทันสมัยช่วยให้การทำงานคล่องตัว

ผู้บริหารและองค์กร (Management)

- Real-time Dashboard ติดตามสถานะการเดินรถและรายได้ทันที
- มีข้อมูลสถิติเชิงพื้นที่นำไปวางแผนพัฒนาสวนฯ ได้อย่างแม่นยำ
- ตรวจสอบยอดจำหน่ายตั๋วได้อย่างโปร่งใส 100%
- ยกระดับภาพลักษณ์สู่ Smart Botanical Garden สากล

สิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน (Environment)

- ลดการปล่อยคาร์บอนด้วยรถ EV 100% ไร้เสียง ไร้ควัน
- ปกป้องระบบนิเวศพฤกษศาสตร์ในพื้นที่ 6,500 ไร่
- จุดชาร์จพลังงานสะอาด EV Tram Charger ในพื้นที่
- ยกระดับสู่มาตรฐานการท่องเที่ยวสีเขียวระดับสากล

SMART & GREEN BOTANICAL GARDEN | FUTURE OF QSBG

การผสานรวมรถนำเที่ยวไฟฟ้า (EV) และ Smart Tourism Platform เพื่ออนาคตสีเขียวที่ยั่งยืน

โครงการพัฒนาระบบจัดการรถนำเที่ยวไฟฟ้า สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พร้อมเดินหน้าตามแผนงาน Phase 1 ทันที เพื่อส่งมอบระบบที่สมบูรณ์แบบ ทั้งการบริการ การบริหารจัดการ และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน | ช่วงถาม - ตอบ (Q & A)