งานที่ 1: รายงานวิเคราะห์ระบบย่อยก่อนรวม (Subsystem Analysis)

การรวมระบบโรงพยาบาล (Hospital Information System Consolidation v2)

ชื่อ-นามสกุล นักศึกษา:	นายอภิสิทธิ์ ศรีพัฒน์	รหัสนักศึกษา:	**6811011662010**
กลุ่มวิชาการ / ระบบ:	กลุ่มที่ 2 — Enterprise Hospital Database	ผู้รับผิดชอบระบบย่อย:	**H1: ระบบทะเบียนผู้ป่วย (Patient Registration System)**
ข้อมูลหลักในระบบ H1:	**ผู้ป่วย, ที่อยู่/ช่องทางติดต่อ, สิทธิการรักษา**	ระบบที่ต้องเชื่อมต่อ:	**ทุกระบบ (H2, H3, H4, H5, H6, H7)**

หัวข้อที่ 1 ขอบเขตและหน้าที่ของระบบ (Subsystem Scope & Functional Boundary)

ในโครงสร้างสถาปัตยกรรมการรวมระบบโรงพยาบาล **ระบบย่อย H1: ทะเบียนผู้ป่วย (Patient Registration System)** มีหน้าที่เป็น **"แกนกลางข้อมูลผู้ป่วย (Master Patient Index - MPI)"** ที่ **ทุกระบบย่อยในโรงพยาบาลต้องเชื่อมต่อเข้ามาเพื่ออ้างอิงอัตลักษณ์คนไข้** โดยมีข้อมูลหลัก 3 ด้านตามข้อกำหนดการรวมระบบ:

1. ข้อมูลผู้ป่วย (Patient Core Identity)

- ออกและควบคุมรหัสผู้ป่วยกลาง (`patient_id` / Hospital Number - HN) ประจำตัวผู้รับบริการแบบไม่ซ้ำซ้อน
- บันทึกอัตลักษณ์พื้นฐาน: คำนำหน้า, ชื่อจริง, นามสกุล, เพศสภาพ (`gender`), วันเกิด (`birth_date`)
- ข้อมูลสุขภาพแรกรับ: หมู่เลือด (`blood_group`), น้ำหนัก (`weight_kg`), ส่วนสูง (`height_cm`)
- ติดตามสถานะเวชระเบียน (`patient_status`): Active, Inactive, Transferred, Deceased

2. ข้อมูลที่อยู่และช่องทางติดต่อ (Address & Contacts - 3NF)

- จัดเก็บช่องทางติดต่อ (เบอร์โทรศัพท์, อีเมล) แยกเป็นตารางสัมพันธ์ `patient_contacts` ตามหลัก 3NF เพื่อรองรับหลายเบอร์และระบุเบอร์หลัก (`is_primary`)
- เชื่อมโยงข้อมูลจังหวัดกับตารางมาตรฐานกลาง `provinces` เพื่อตัดปัญหาคำสะกดชื่อจังหวัดผิดเพี้ยน
- บันทึกบุคคลติดต่อกรณีฉุกเฉินและญาติสนิท (`patient_emergency_contacts`) สำหรับติดต่อยามวิกฤต

3. ข้อมูลสิทธิการรักษาพยาบาล (Multi-Insurance - Change Card H02)

- รองรับผู้ป่วย 1 คนที่มีสิทธิการรักษาหรือประกันสุขภาพหลายใบพร้อมกัน (1:N Cardinality)
- แยกตาราง `patient_insurance_policies` และ `insurance_providers`
- รองรับการแบ่งจ่ายค่ารักษาพยาบาล (Split Billing) และกำหนดวงเงินคุ้มครอง (`coverage_limit`) และวันหมดอายุ (`expiry_date`)

4. ความปลอดภัยและการเข้าถึงฉุกเฉิน (Break-Glass - Change Card H06)

- บริหารบัญชีผู้ใช้งานระบบ (`users_security`) และแยกบทบาทสิทธิ์ (`roles`)
- จัดเก็บรหัสผ่านแบบแฮชความปลอดภัยสูง (Argon2 / bcrypt)
- ฟังก์ชันปลดล็อคเวชระเบียนฉุกเฉิน `request_emergency_access()` บังคับบันทึกประวัติผู้เข้าดูและเหตุผลลงใน `emergency_access_audit_log` ทุกครั้งตามเกณฑ์ PDPA

🔄 **บทบาทของ H1 ในกระบวนการกลางของโรงพยาบาล (Core Clinical Workflows):**

กระบวนการที่ 1: ผู้ป่วยนอก (OPD Workflow):

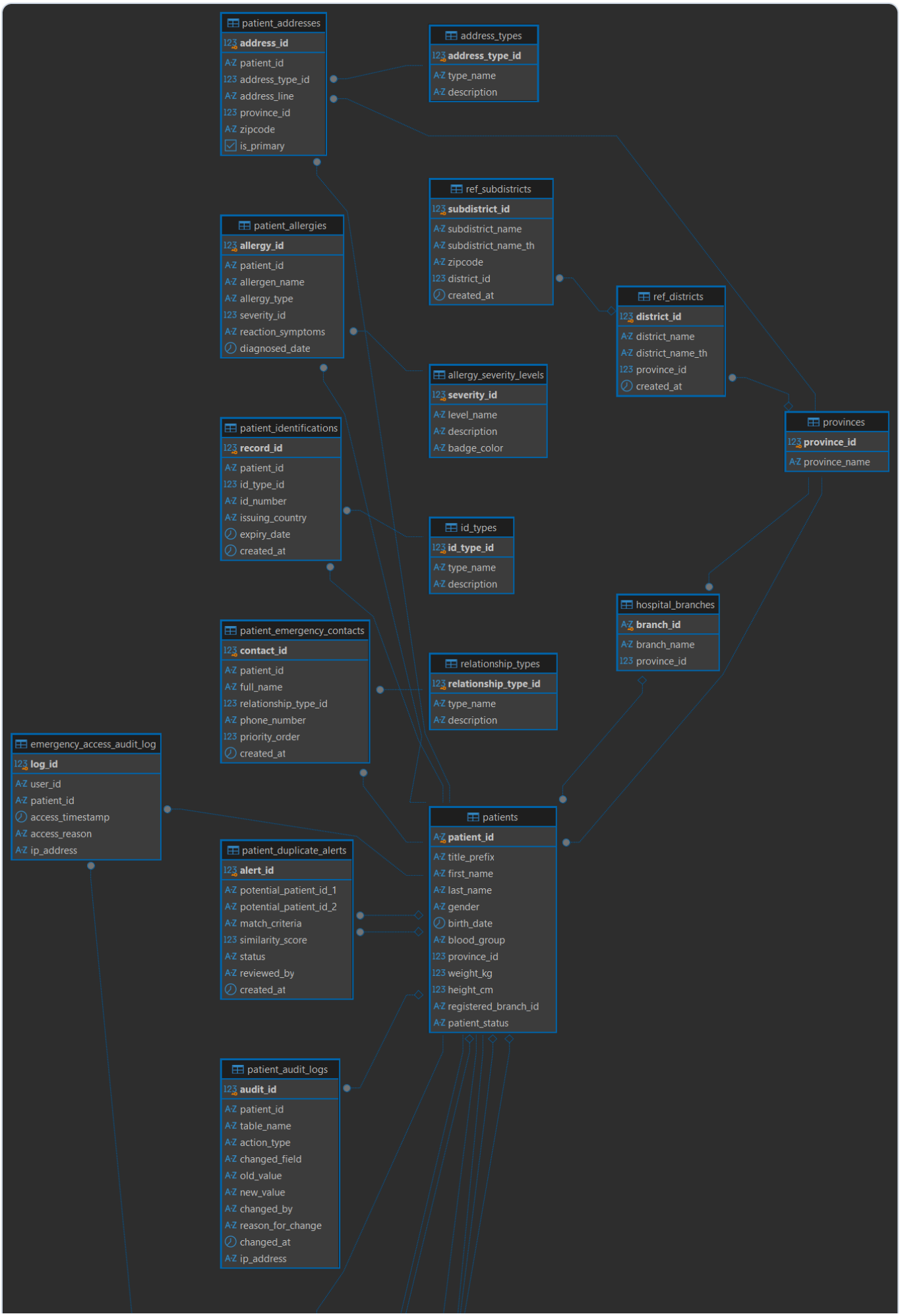
1. ผู้ป่วย (H1) ➔ 2. นัดหมาย (H2) ➔ 3. พบแพทย์ (H7) ➔ 4. สั่งตรวจแล็บ (H5) ➔ 5. สั่งยา (H4) ➔ 6. คิดค่าใช้จ่าย (H3) ➔ 7. ชำระเงิน (H3/H1 สิทธิ์)

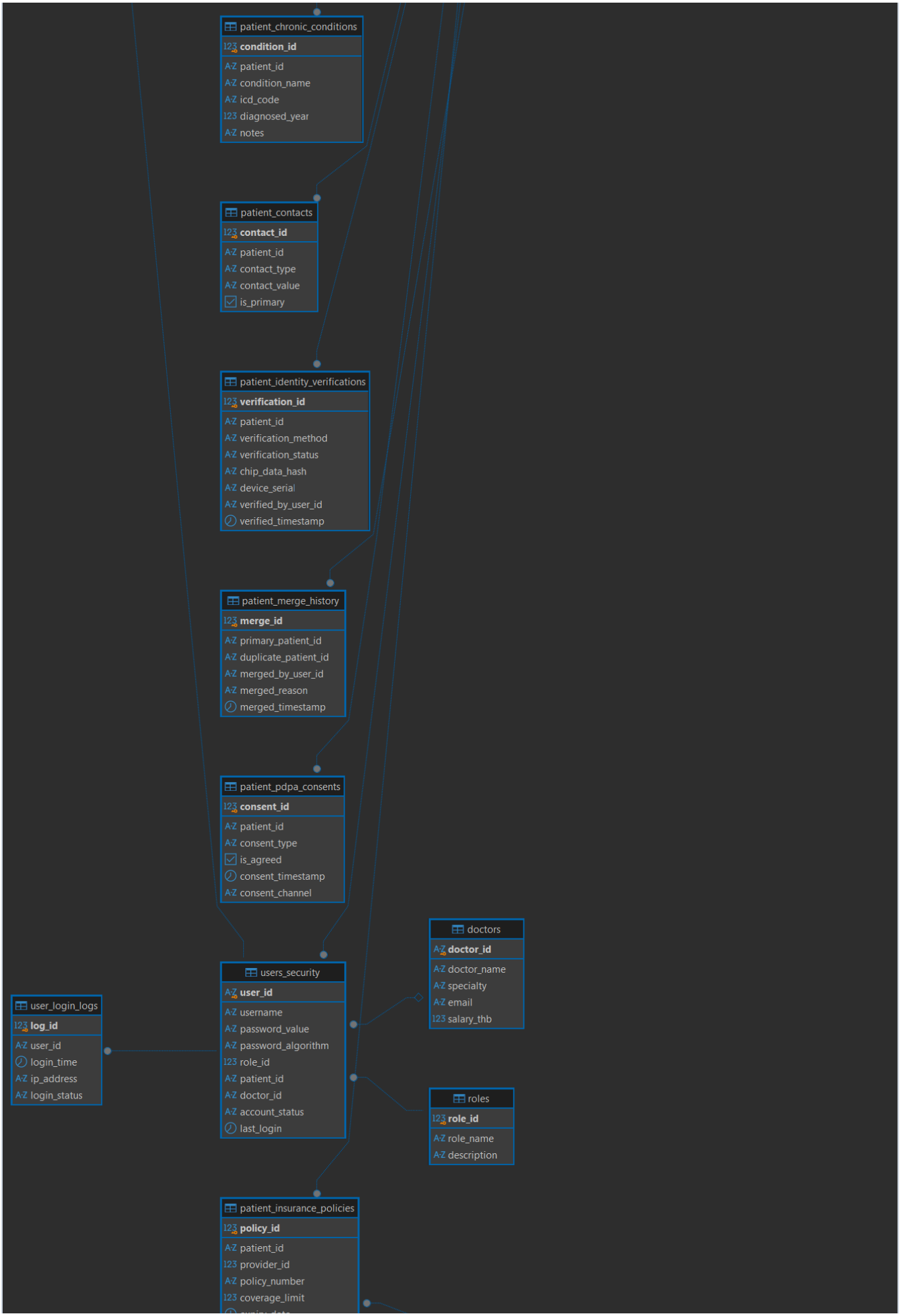
กระบวนการที่ 2: ผู้ป่วยใน (IPD Workflow):

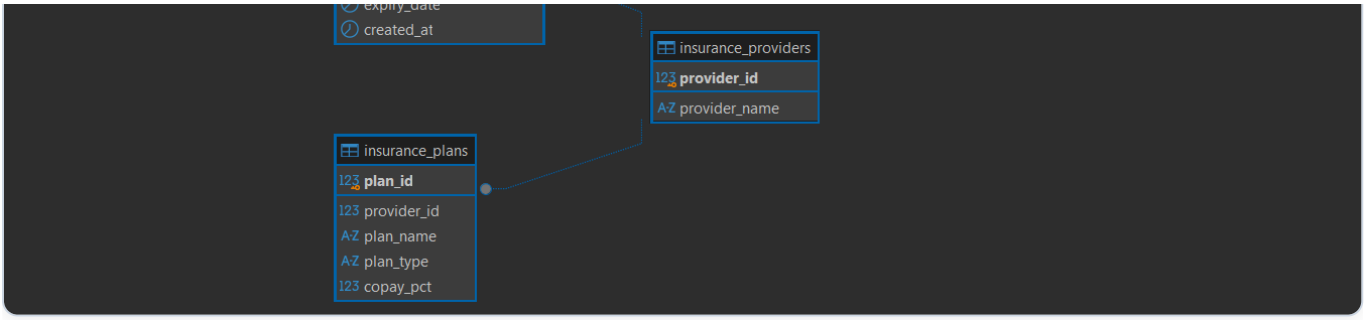
1. ผู้ป่วย (H1) ➔ 2. รับเข้า รพ. Admit (H6) ➔ 3. จัดวอร์ดและเตียง (H6) ➔ 4. ตรวจรักษา (H7) ➔ 5. สั่งยา/แล็บ (H4/H5) ➔ 6. จำหน่าย (H6) ➔ 7. สรุปค่าใช้จ่าย (H3/H1 สิทธิ์)

กระบวนการที่ 3: การตรวจสอบย้อนหลัง (Audit & Traceability):

ค้นหาผู้ป่วยหนึ่งคน (`patient_id` จาก H1) แล้วสามารถสืบค้นเชื่อมต่อไปยัง: ประวัติการรับบริการ (H2) ➔ แพทย์ผู้รักษา (H7) ➔ ผลตรวจแล็บ (H5) ➔ ประวัติการรับยา (H4) ➔ ประวัตินอน รพ. (H6) ➔ ค่าใช้จ่ายและสถานะชำระเงิน (H3) ได้ครบวงจร


patient_addresses
address_id
patient_id
address_type_id
address_line
province_id
zipcode
is_primary
address_types
address_type_id
type_name
description
ref_subdistricts
subdistrict_id
subdistrict_name
subdistrict_name_th
zipcode
district_id
created_at
patient_allergies
allergy_id
patient_id
allergen_name
allergy_type
severity_id
reaction_symptoms
diagnosed_date
ref_districts
district_id
district_name
district_name_th
province_id
created_at
allergy_severity_levels
severity_id
level_name
description
badge_color
provinces
province_id
province_name
patient_identifications
record_id
patient_id
id_type_id
id_number
issuing_country
expiry_date
created_at
id_types
id_type_id
type_name
description
hospital_branches
branch_id
branch_name
province_id
patient_emergency_contacts
contact_id
patient_id
full_name
relationship_type_id
phone_number
priority_order
created_at
relationship_types
relationship_type_id
type_name
description
emergency_access_audit_log
log_id
user_id
patient_id
access_timestamp
access_reason
ip_address
patients
patient_id
title_prefix
first_name
last_name
gender
birth_date
blood_group
province_id
weight_kg
height_cm
registered_branch_id
patient_status
patient_duplicate_alerts
alert_id
potential_patient_id_1
potential_patient_id_2
match_criteria
similarity_score
status
reviewed_by
created_at
patient_audit_logs
audit_id
patient_id
table_name
action_type
changed_field
old_value
new_value
changed_by
reason_for_change
changed_at
ip_address


patient_chronic_conditions
condition_id
patient_id
condition_name
icd_code
diagnosed_year
notes
patient_contacts
contact_id
patient_id
contact_type
contact_value
is_primary
patient_identity_verifications
verification_id
patient_id
verification_method
verification_status
chip_data_hash
device_serial
verified_by_user_id
verified_timestamp
patient_merge_history
merge_id
primary_patient_id
duplicate_patient_id
merged_by_user_id
merged_reason
merged_timestamp
patient_pdpa_consents
consent_id
patient_id
consent_type
is_agreed
consent_timestamp
consent_channel
doctors
doctor_id
doctor_name
specialty
email
salary_thb
users_security
user_id
username
password_value
password_algorithm
role_id
patient_id
doctor_id
account_status
last_login
user_login_logs
log_id
user_id
login_time
ip_address
login_status
roles
role_id
role_name
description
patient_insurance_policies
policy_id
patient_id
provider_id
policy_number
coverage_limit



รูปที่ 1.1: แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลโมดูลทะเบียนผู้ป่วย (Entity Relationship Diagram - Production Schema: patient_system)

หัวข้อที่ 2 Entity และ Attribute อย่างละเอียด (Entities, Attributes & Data Types)

โครงสร้างตารางของระบบ H1 สคีมา `patient_system` ได้รับการออกแบบตามมาตรฐาน **3NF** และปฏิบัติตาม **ข้อตกลงมาตรฐานกลางของระบบโรงพยาบาล** (Primary Key ใช้รูปแบบ `patient_id`, วันที่ใช้ `DATE` หรือ `TIMESTAMP`, จำนวนเงินใช้ `NUMERIC(12,2)`, และไม่เก็บข้อมูลซ้ำซ้อนโดยไม่จำเป็น) ดังนี้:

1. Entity: `patients` (ทะเบียนประวัติผู้ป่วยหลัก - Master Patient Entity)

Attribute Name	Data Type	Constraint / Key	หน้าที่และคำอธิบายทางธุรกิจ
patient_id	VARCHAR(50)	PK NOT NULL	รหัสประจำตัวผู้ป่วยกลาง (ตามข้อตกลงรูปแบบมาตรฐาน เช่น 'P000001')
title_prefix	VARCHAR(50)	NULL	คำนำหน้านาม (เช่น นาย, นาง, นางสาว, ด.ช., ด.ญ., Mr., Ms., Dr.)
first_name	VARCHAR(100)	NOT NULL	ชื่อจริงของผู้ป่วย (ข้อมูลส่วนบุคคล PII ตาม PDPA)
last_name	VARCHAR(100)	NOT NULL	นามสกุลของผู้ป่วย (ข้อมูลส่วนบุคคล PII ตาม PDPA)
gender	VARCHAR(10)	CHECK ('M','F','Other')	เพศสภาพ ('M'=ชาย, 'F'=หญิง, 'Other'=อื่นๆ)
birth_date	DATE	CHECK (<= TODAY)	วันเดือนปีเกิด ตามข้อตกลงมาตรฐานประเภทข้อมูล DATE (ต้องไม่ใช่วันในอนาคต)
blood_group	VARCHAR(10)	CHECK (ABO/Rh)	หมู่โลหิตทางการแพทย์ (A, B, AB, O, A+, A-, B+, B-, AB+, AB-, O+, O-)
province_id	INT	FK NOT NULL	รหัสจังหวัดที่พักอาศัย เชื่อมโยงกับตาราง `provinces` (3NF)
weight_kg	NUMERIC(5,2)	CHECK (0 < w < 300)	น้ำหนักตัวแรกรับ (กก.) ตรวจสอบขีดจำกัดสรีรวิทยาที่เป็นไปได้
height_cm	NUMERIC(5,2)	CHECK (0 < h < 250)	ส่วนสูงแรกรับ (ซม.) ตรวจสอบขีดจำกัดสรีรวิทยาที่เป็นไปได้
registered_branch_id	VARCHAR(50)	FK NULL	รหัสสาขาโรงพยาบาลที่ลงทะเบียนครั้งแรก เชื่อมโยง `hospital_branches`
patient_status	VARCHAR(20)	CHECK (Status)	สถานะเวชระเบียน ('Active', 'Inactive', 'Transferred', 'Deceased')

2. Entity: `patient_contacts` (ช่องทางการติดต่อผู้ป่วย - 3NF Contact Separation)

Attribute Name	Data Type	Constraint / Key	หน้าที่และคำอธิบายทางธุรกิจ
contact_id	SERIAL (INT)	PK NOT NULL	รหัสอ้างอิงรายการช่องทางติดต่อแบบอัตโนมัติ (Surrogate Key)
patient_id	VARCHAR(50)	FK NOT NULL	รหัสผู้ป่วยเจ้าของข้อมูล เชื่อมโยงกับ `patients.patient_id` (CASCADE)
contact_type	VARCHAR(20)	CHECK ('Phone','Email')	ประเภทช่องทางการติดต่อ (เบอร์โทรศัพท์ หรือ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์)
contact_value	VARCHAR(150)	NOT NULL	หมายเลขโทรศัพท์ หรือ อีเมลแอดเดรสของผู้ป่วย (จัดเป็น PII)

Attribute Name	Data Type	Constraint / Key	หน้าที่และคำอธิบายทางธุรกิจ
is_primary	BOOLEAN	DEFAULT TRUE	เครื่องหมายระบุว่าเป็นช่องทางติดต่อหลักที่ยินยอมให้ใช้รับ SMS/แจ้งเตือน

3. Entity: `provinces` (รายชื่อจังหวัด)

Attribute	Type	Constraint / Key
province_id	SERIAL	PK NOT NULL
province_name	VARCHAR(100)	UNIQUE NOT NULL

* ตารางกลางอ้างอิงจังหวัดตามมาตรฐาน 3NF ป้องกันการสะกดผิด

4. Entity: `hospital_branches` (สาขาโรงพยาบาล)

Attribute	Type	Constraint / Key
branch_id	VARCHAR(50)	PK NOT NULL
branch_name	VARCHAR(100)	NOT NULL
province_id	INT	FK `provinces`

* สาขาโรงพยาบาลในเครือข่าย HIS Enterprise

5. Entity: `insurance_providers` & `patient_insurance_policies` (สิทธิการรักษา - Change Card H02)

Table.Attribute	Data Type	Constraint / Key	หน้าที่และคำอธิบายทางธุรกิจ (Change Card H02 Implementation)
insurance_providers.provider_id	SERIAL (INT)	PK NOT NULL	รหัสบริษัทประกันภัย / กองทุนสิทธิ์การรักษา (เช่น บัตรทอง, ประกันสังคม, AIA, Allianz)
insurance_providers.provider_name	VARCHAR(100)	UNIQUE NOT NULL	ชื่อบริษัทประกันภัยหรือหน่วยงานคู่สัญญา
patient_insurance_policies.policy_id	SERIAL (INT)	PK NOT NULL	รหัสรายการผูกกรมธรรม์ของผู้ป่วย (Surrogate Key)
patient_insurance_policies.patient_id	VARCHAR(50)	FK NOT NULL	รหัสผู้ป่วยเจ้าของกรมธรรม์ อ้างอิง `patients.patient_id` (ON DELETE CASCADE)
patient_insurance_policies.provider_id	INT	FK NOT NULL	รหัสบริษัทประกัน อ้างอิง `insurance_providers.provider_id`
patient_insurance_policies.policy_number	VARCHAR(100)	UNIQUE NOT NULL	เลขที่กรมธรรม์ / เลขบัตรรับรองสิทธิ์ (ห้ามซ้ำกันในระบบ)
patient_insurance_policies.coverage_limit	NUMERIC(12,2)	CHECK (>= 0.0)	วงเงินความคุ้มครองสูงสุดตามสัญญา ตามข้อตกลงมาตรฐานจำนวนเงิน NUMERIC(12,2)
patient_insurance_policies.expiry_date	DATE	NOT NULL	วันหมดอายุความคุ้มครองของกรมธรรม์ (ประเภท DATE ตามมาตรฐานกลาง)

6. Entity: `users_security`, `roles` & `emergency_access_audit_log` (ความปลอดภัยและ Break-Glass - H06)

Table.Attribute	Data Type	Constraint / Key	หน้าที่และคำอธิบายทางธุรกิจ (Security & Change Card H06)
roles.role_id / role_name	SERIAL / VARCHAR	PK / UNIQUE	บทบาทสิทธิ์ในระบบ เช่น 'patient', 'doctor', 'nurse', 'admin', 'billing_staff'
users_security.user_id	VARCHAR(50)	PK NOT NULL	รหัสบัญชีผู้ใช้งานระบบความปลอดภัย (เช่น 'U000001')

Table.Attribute	Data Type	Constraint / Key	หน้าที่และคำอธิบายทางธุรกิจ (Security & Change Card H06)
users_security.username	VARCHAR(50)	UNIQUE NOT NULL	ชื่อล็อกอินเข้าสู่ระบบเวชระเบียน (ห้ามซ้ำ)
users_security.password_value	VARCHAR(255)	CREDENTIAL	รหัสผ่านที่ผ่านการแฮชด้วยอัลกอริทึมความปลอดภัย (เช่น bcrypt / Argon2)
users_security.role_id	INT	FK NOT NULL	สิทธิ์การเข้าถึง อ้างอิงตาราง `roles.role_id` (RESTRICT)
users_security.patient_id	VARCHAR(50)	FK NULL	เชื่อมโยงกรณีบัญชีเป็นของผู้ป่วย (สำหรับเข้า Patient Portal)
users_security.doctor_id	VARCHAR(50)	FK NULL	เชื่อมโยงกรณีบัญชีเป็นของแพทย์ (เชื่อมไปยังโมดูล H7: บุคลากร)
emergency_access_audit_log.log_id	SERIAL (INT)	PK NOT NULL	รหัสบันทึกประวัติการปลดล็อคเข้าถึงฉุกเฉิน (Break-Glass Audit Trail)
emergency_access_audit_log.user_id	VARCHAR(50)	FK NOT NULL	รหัสบุคลากรการแพทย์ผู้ขอดึงข้อมูลฉุกเฉิน อ้างอิง `users_security.user_id`
emergency_access_audit_log.patient_id	VARCHAR(50)	FK NOT NULL	รหัสผู้ป่วยที่ถูกเปิดดูประวัติ อ้างอิง `patients.patient_id`
emergency_access_audit_log.access_reason	TEXT	NOT NULL	เหตุผลความจำเป็นเร่งด่วนทางการแพทย์ (บังคับกรอกตามมาตรฐาน PDPA)
emergency_access_audit_log.access_timestamp	TIMESTAMP	DEFAULT NOW()	วันเวลาที่เกิดเหตุการณ์ปลดล็อคฉุกเฉิน (ประเภท TIMESTAMP ตามมาตรฐานกลาง)

หัวข้อที่ 3 Primary Key, Foreign Key และ Cardinality (Keys & Relationships)

ความสัมพันธ์ระหว่าง Entity ในสคีมา `patient_system` ได้รับการกำหนดอย่างเคร่งครัดตามทฤษฎีฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โดยมีตารางสรุปคีย์หลัก คีย์นอก และกฎการคงสภาพของการอ้างอิง (Referential Actions) ดังนี้:

From Table (Source)	FK Column	To Table (Target PK)	Cardinality	On Delete Action & Business Rationale
patient_contacts	patient_id	**patients(patient_id)**	1:N (Mandatory)	`CASCADE` — เมื่อลบประวัติผู้ป่วย ให้ลบช่องทางติดต่อทั้งหมดออกโดยอัตโนมัติ ไม่ให้เกิด Orphan Data
patients	province_id	**provinces(province_id)**	1:N (Mandatory)	`RESTRICT` — ห้ามลบจังหวัดที่มีประวัติผู้ป่วยอาศัยอยู่ เพื่อป้องกันข้อมูลอ้างอิงสูญหาย
patients	registered_branch_id	**hospital_branches(branch_id)**	1:N (Optional)	`SET NULL` — หากสาขาถูกปิดหรือยุบ ให้คงประวัติผู้ป่วยไว้โดยปรับสาขาแรกรับเป็นว่าง
hospital_branches	province_id	**provinces(province_id)**	1:N (Mandatory)	`RESTRICT` — ห้ามลบจังหวัดที่มีที่ตั้งสาขาโรงพยาบาลดำเนินงานอยู่
patient_insurance_policies	patient_id	**patients(patient_id)**	1:N (Mandatory)	`CASCADE` — เมื่อลบประวัติผู้ป่วย ให้ลบกรมธรรม์ที่ผูกพันไว้ทั้งหมดออกไปพร้อมกัน
patient_insurance_policies	provider_id	**insurance_providers(provider_id)**	1:N (Mandatory)	`RESTRICT` — ห้ามลบบริษัทประกันที่มีกรมธรรม์ผู้ป่วยอ้างอิงใช้งานอยู่
users_security	role_id	**roles(role_id)**	1:N (Mandatory)	`RESTRICT` — ห้ามลบประเภทบทบาทสิทธิ์หากยังมีบัญชีผู้ใช้งานผูกอยู่กับสิทธิ์นั้น

From Table (Source)	FK Column	To Table (Target PK)	Cardinality	On Delete Action & Business Rationale
users_security	patient_id	**patients(patient_id)**	0..1:1 (Optional)	`SET NULL` — หากลบประวัติผู้ป่วย ให้ปรับค่าอ้างอิงในบัญชีเป็น NULL เพื่อเก็บรักษาสถิติการตรวจสอบ
users_security	doctor_id	**doctors(doctor_id)**	0..1:1 (Optional)	`SET NULL` — หากลบข้อมูลแพทย์ ให้คงบัญชีไว้เพื่อตรวจสอบประวัติย้อนหลัง
emergency_access_audit_log	user_id	**users_security(user_id)**	1:N (Mandatory)	`RESTRICT` — ห้ามลบบัญชีผู้ใช้ที่มีประวัติเคยขอปลดล็อคเวชระเบียนฉุกเฉิน (Audit Integrity)
emergency_access_audit_log	patient_id	**patients(patient_id)**	1:N (Mandatory)	`CASCADE` — ลบ Log ตามประวัติเวชระเบียนผู้ป่วยเมื่อมีการลบอย่างเป็นทางการ

หัวข้อที่ 4 ตารางที่ต้องเชื่อมกับระบบอื่นในการรวมระบบ (Inter-System Integration & Mapping)

ตามโครงสร้างการรวมระบบโรงพยาบาล **ระบบย่อย H1: ทะเบียนผู้ป่วย** มีหน้าที่เชื่อมต่อกับ **"ทุกระบบ (H2, H3, H4, H5, H6, H7)"** โดยทำหน้าที่เป็นตารางแม่ (Parent Master Entity) ให้กับระบบย่อยของเพื่อนร่วมกลุ่ม ดังนี้:

ระบบย่อย	ชื่อระบบย่อย	ข้อมูลหลักของระบบนั้น	Foreign Key จุดเชื่อมต่อกับ H1	หน้าที่ในการบูรณาการกระบวนการโรงพยาบาล
H2	นัดหมาย/OPD	นัดหมาย, การเข้ารับบริการ, การตรวจรักษา	`appointments.patient_id` ➔ `patients.patient_id`	บันทึกใบนัดตรวจผู้ป่วยนอก โดยดึงประวัติผู้ป่วยและเบอร์ติดต่อจาก H1 มาใช้แจ้งเตือน
H3	การเงิน	ใบแจ้งหนี้, รายการค่าใช้จ่าย, การชำระเงิน	`billing.patient_id` ➔ `patients.patient_id` `billing.policy_id` ➔ `patient_insurance_policies`	ออกใบเสร็จรับเงิน และตัดยอดเบิกจ่ายตรงประกันสุขภาพตามสิทธิ์ที่ผู้ป่วยถือครอง (Change Card H02 Split Billing)
H4	เภสัชกรรม	ยา, ใบสั่งยา, การจ่ายยา, คลังยา	`prescriptions.patient_id` ➔ `patients.patient_id`	ตรวจสอบประวัติผู้ป่วย หมู่เลือด น้ำหนัก ส่วนสูง และประวัติการแพ้ยา ก่อนจัดและจ่ายยา
H5	ห้องแล็บ	คำสั่งตรวจ, ตัวอย่าง, ผลตรวจ	`lab_requests.patient_id` ➔ `patients.patient_id`	ผูกสิ่งส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเข้ากับรหัสประจำตัวผู้ป่วยเพื่อความแม่นยำ 100%
H6	ผู้ป่วยใน/วอร์ด	Admit, เตียง, วอร์ด, การย้าย, การจำหน่าย	`admissions.patient_id` ➔ `patients.patient_id`	รับผู้ป่วยเข้านอนพักรักษาในหอผู้ป่วยใน (Admit) และดึงข้อมูลติดต่อฉุกเฉิน/ญาติสนิทจาก H1
H7	บุคลากร	แพทย์, พยาบาล, เภสัชกร, เจ้าหน้าที่	`users_security.doctor_id` ➔ `staff.doctor_id`	เชื่อมโยงบัญชีล็อกอินของบุคลากรเข้ากับรหัสเจ้าหน้าที่ และตรวจสอบสิทธิ์ผู้ตรวจรักษาย้อนหลัง

📌 **ความสำคัญของ H1 ในฐานะศูนย์กลางข้อมูล (Central Anchor):**
การที่ข้อกำหนดของอาจารย์ระบุว่า **"H1 ต้องเชื่อมต่อกับทุกระบบ"** เพราะในโรงพยาบาลจริง กิจกรรมทางการแพทย์ทุกอย่าง (การนัด, การตรวจ, การสั่งยา, การนอน รพ., การคิดเงิน) ไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากไม่มีรหัสผู้ป่วย (`patient_id`) การออกแบบให้ H1 เป็น Single Source of Truth จึงเป็นหัวใจสำคัญของการรวมระบบ

หัวข้อที่ 5 ข้อมูลที่อาจซ้ำซ้อนกับระบบของเพื่อนและแนวทางป้องกัน (Data Redundancy & SSOT)

ตามข้อตกลงมาตรฐานร่วมกัน **"ไม่เก็บข้อมูลเดียวกันซ้ำหลายตารางโดยไม่จำเป็น"** จากการวิเคราะห์จุดเชื่อมต่อกับเพื่อน H2-H7 พบจุดเสี่ยงที่จะเกิดความซ้ำซ้อนและแนวทางแก้ไขดังนี้:

ข้อมูลที่เสี่ยงต่อการซ้ำซ้อน	ระบบของเพื่อนที่อาจเก็บซ้ำ	ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น (Risk)	แนวทางแก้ไขตามข้อตกลงร่วมกัน (SSOT Agreement)
ชื่อ-นามสกุล และคำนำหน้า	H2 (นัดหมาย), H3 (การเงิน), H6 (ผู้ป่วยใน)	หากคนไข้เปลี่ยนชื่อ แต่ระบบอื่นไม่อัปเดต จะเกิดชื่อไม่ตรงกันบนใบเสร็จและใบนัดหมาย	**ให้ H1 เป็นเจ้าของข้อมูลเพียงผู้เดียว:** ห้ามตาราง H2, H3, H6 มีคอลัมน์ชื่อผู้ป่วย ให้เก็บเพียง `patient_id` แล้วดึงผ่าน `JOIN`
เบอร์โทรศัพท์และข้อมูลติดต่อ	H2 (นัดหมายโทรเตือน), H6 (บันทึกเบอร์ญาติตอน Admit)	เบอร์โทรเปลี่ยน แต่ข้อมูลไม่ซิงค์กัน ทำให้โทรติดต่อญาติหรือคนไข้ผิดเบอร์ยามฉุกเฉิน	เก็บเบอร์โทรศัพท์และญาติไว้ที่ `patient_contacts` และ `patient_emergency_contacts` ใน H1 เท่านั้น
สิทธิการรักษาและประกันสุขภาพ	H3 (การเงิน - พิมพ์ชื่อบริษัทประกันลงใบเสร็จ)	ขัดต่อกฎ 3NF และไม่รองรับผู้ป่วยที่มีหลายสิทธิ์พร้อมกัน (H02) รวมถึงสะกดชื่อบริษัทประกันไม่ตรงกัน	ระบบการเงิน H3 ต้องอ้างอิงผ่าน `policy_id` ของตาราง `patient_insurance_policies` ใน H1 เท่านั้น
ประวัติการแพ้ยาและโรคประจำตัว	H2 (OPD บันทึกอาการ), H4 (เภสัชกรรม), H6 (วอร์ด)	แพทย์แต่ละแผนกพิมพ์ชื่อยาแก้แพ้ด้วยตัวสะกดต่างกัน ทำให้ระบบเตือนการแพ้ยา (Allergy Alert) ทำงานล้มเหลว	ใช้ตารางกลาง `patient_allergies` ใน H1 ผูกกับรหัสยามาตรฐาน เพื่อให้ H2, H4, H6 ใช้ตรวจสอบร่วมกัน
ข้อมูลจังหวัดและที่อยู่	H7 (ที่อยู่บุคลากร), สาขาโรงพยาบาล	พิมพ์ชื่อจังหวัดเป็นข้อความ Free-text สะกดต่างกัน (กทม. vs กรุงเทพมหานคร) ทำให้สรุปรายงานสถิติเพี้ยน	ใช้ตารางมาตรฐานกลาง `provinces` ที่มี `province_id` เป็น Primary Key ร่วมกันทั้งองค์กร

หัวข้อที่ 6 กฎทางธุรกิจที่สำคัญและข้อตกลงมาตรฐานร่วมกัน (Business Rules & Standard Agreement)

โมดูล H1 ได้นำ **ข้อตกลงมาตรฐานร่วมกัน 4 ประการ** ของอาจารย์มาบังคับใช้ร่วมกับกฎทางธุรกิจเชิงคลินิก ดังนี้:

⚖️ **การปฏิบัติตามข้อตกลงมาตรฐานร่วมกันของระบบโรงพยาบาล (Standard Architectural Agreement):**

- **ข้อตกลงที่ 1 (Primary Key Naming Standard):** กำหนดให้ Primary Key ใช้รูปแบบ `patient_id` สำหรับผู้ป่วย, `branch_id` สำหรับสาขา, `user_id` สำหรับบัญชีความปลอดภัย เพื่อให้สื่อความหมายชัดเจนและเป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งระบบโรงพยาบาล
- **ข้อตกลงที่ 2 (Date & Timestamp Standard):** วันที่ใช้ประเภท `DATE` (เช่น `birth_date`, `expiry_date`) และเวลาที่ต้องบันทึกความละเอียดถึงระดับวินาทีใช้ประเภท `TIMESTAMP` (เช่น `access_timestamp`, `last_login`)
- **ข้อตกลงที่ 3 (Financial Numeric Standard):** จำนวนเงินและวงเงินความคุ้มครองต้องใช้ประเภท `NUMERIC(12,2)` เช่น `coverage_limit` ในตารางประกัน เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของจุดทศนิยมทางการเงิน
- **ข้อตกลงที่ 4 (No Unnecessary Redundancy):** ไม่เก็บข้อมูลเดียวกันซ้ำหลายตาราง โดยกำหนดให้ H1 เป็น Single Source of Truth ของข้อมูลผู้ป่วย

📋 **กฎทางธุรกิจและ Constraints เฉพาะของระบบทะเบียนผู้ป่วย (H1 Domain Constraints):**

- **BR-01 (Identity Integrity):** ผู้ป่วยทุกคนต้องมีรหัส `patient_id` ไม่ซ้ำกัน และต้องระบุชื่อจริงและนามสกุล (`NOT NULL`)
- **BR-02 (Date of Birth Consistency):** วันเกิดต้องไม่ใช่วันในอนาคต `CHECK (birth_date ⩽ CURRENT_DATE)` หากพบค่าขยะในข้อมูลเดิม (เช่น '31/02/1980') ได้ทำ Data Cleaning ปรับเป็น '1900-01-01'
- **BR-03 (Gender Standardization):** บังคับใช้มาตรฐานสากล `CHECK (gender IN ('M', 'F', 'Other'))`
- **BR-04 (Blood Group Clinical Safety):** บังคับระบบ ABO และ Rh `CHECK (blood_group IN ('A','B','AB','O','A+','A-','B+','B-','AB+','AB-','O+','O-'))` หากพบค่าแปลกปลอม เช่น 'X' จะถูกปรับเป็น `NULL`
- **BR-05 (Physiological Bounds):** ค่าน้ำหนักและส่วนสูงแรกรับต้องอยู่ในขีดจำกัดสรีรวิทยาที่เป็นไปได้ทางคลินิก:
  - น้ำหนัก: `CHECK (weight_kg > 0.0 AND weight_kg < 300.0)`
  - ส่วนสูง: `CHECK (height_cm > 0.0 AND height_cm < 250.0)` (ตัดค่าน้ำหนัก 650 กก. หรือสูง 350 ซม. ออกเป็น NULL)
- **BR-06 (Multi-Insurance Policy - Change Card H02):** ผู้ป่วยสามารถมีประกันได้หลายใบ โดย `policy_number` ต้องไม่ซ้ำกัน และวงเงินคุ้มครองต้อง `⩾ 0.0`
- **BR-07 (Break-Glass Protocol - Change Card H06):** การเข้าถึงข้อมูลเวชระเบียนฉุกเฉินต้องเรียกผ่านฟังก์ชัน `request_emergency_access()` ซึ่งจะบังคับบันทึกประวัติและเหตุผลลงใน `emergency_access_audit_log` เสมอก่อนส่งคืนข้อมูล

หัวข้อที่ 7 ข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลอ่อนไหวตามกฎหมาย (PII & Sensitive Data Classification)

ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 (PDPA) และมาตรฐานข้อมูลสุขภาพสากล (HIPAA), ข้อมูลในโมดูล H1 ได้รับการจัดหมวดหมู่ความปลอดภัยและการกำกับดูแลอย่างเคร่งครัด:

ประเภทการจัดหมวดหมู่	คอลัมน์ที่เกี่ยวข้องในระบบ H1	ระดับความลับ (Data Classification)	มาตรการควบคุมความปลอดภัยและการปฏิบัติตามกฎหมาย (PDPA Controls)

ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป (General PII)	`patients.first_name`
	`patients.last_name`
	`patient_contacts.contact_value`
	`patients.birth_date`
		CONFIDENTIAL	• กำหนดสิทธิ์เข้าถึงตามบทบาทหน้าที่ (RBAC) ให้เฉพาะเจ้าหน้าที่เวชระเบียนและแพทย์
			• มีการ Masking ข้อมูลบางส่วนบนหน้าจอแสดงผลทั่วไป (เช่น 081-xxx-1234)
			• มีระบบจัดเก็บความยินยอมของผู้ป่วย (Consent Management)

ข้อมูลสุขภาพอ่อนไหวสูง (Sensitive Health Data)	`patients.blood_group`
	`patients.weight_kg`
	`patients.height_cm`
	`patient_allergies.allergen_name`
		SENSITIVE (ม.26 PDPA)	• ถือเป็นข้อมูลอ่อนไหวตามมาตรา 26 แห่ง พ.ร.บ. คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 ห้ามเปิดเผยโดยไม่ได้รับความยินยอมโดยชัดแจ้ง
			• หากมีเหตุฉุกเฉินทางการแพทย์ ต้องสืบค้นผ่านฟังก์ชัน Break-Glass Audit Trail (`request_emergency_access`) เท่านั้น

ข้อมูลความปลอดภัยและการระบุตัวตน (Credentials)	`users_security.password_value` `users_security.password_algorithm`	HIGHLY RESTRICTED	• จัดเก็บในรูปแบบ Salted Hash (Argon2 / bcrypt) ห้ามจัดเก็บ Plain Text โดยเด็ดขาด • มีระบบตรวจสอบการพยายามเข้าสู่ระบบผิดพลาดและล็อกบัญชีอัตโนมัติ
ข้อมูลทางการเงินและสิทธิการรักษา (Financial Data)	`patient_insurance_policies.policy_number` `patient_insurance_policies.coverage_limit`	CONFIDENTIAL	• จำกัดสิทธิ์ให้เฉพาะแผนกการเงิน (H3) และตัวแทนประกันที่ได้รับมอบหมาย • บันทึก Audit Log การเบิกจ่ายเคลมทุกครั้งเพื่อป้องกันการทุจริต

ตัวอย่างคำสั่ง Security Annotations ที่ฝังอยู่ใน PostgreSQL Database:

```
COMMENT ON COLUMN patients.first_name IS 'Security Classification: PII (Confidential)';
COMMENT ON COLUMN patients.last_name IS 'Security Classification: PII (Confidential)';
COMMENT ON COLUMN patient_contacts.contact_value IS 'Security Classification: PII (Confidential)';
COMMENT ON COLUMN patients.blood_group IS 'Security Classification: Health Data (Sensitive - PDPA
Sec.26)';
COMMENT ON COLUMN patients.weight_kg IS 'Security Classification: Health Data (Restricted)';
COMMENT ON COLUMN patients.height_cm IS 'Security Classification: Health Data (Restricted)';
COMMENT ON COLUMN users_security.password_value IS 'Security Classification: Credential (Highly
Restricted)';
COMMENT ON COLUMN patient_insurance_policies.policy_number IS 'Security Classification: Financial/PII
(Confidential)';
```

📋 **สรุปผลการดำเนินงานและสถิติข้อมูลจริงของระบบย่อย H1 (Production Evidence):**

- **ผู้ป่วยหลัก (`patients`):** 50,000 รายการ (ลบข้อมูลซ้ำ 3 รายการจากเดิม 50,003 รายการ)
- **ช่องทางติดต่อ (`patient_contacts`):** 99,985 รายการ (แยกเก็บเบอร์โทรและอีเมลตามมาตรฐาน 3NF)
- **จังหวัด (`provinces`):** 12 จังหวัดมาตรฐาน ไม่มีการสะกดผิดเพี้ยน
- **สาขาโรงพยาบาล (`hospital_branches`):** 5 สาขาเครือข่ายหลัก
- **บัญชีผู้ใช้งานระบบ (`users_security`):** 1,000 บัญชีผู้ใช้งาน พร้อมผูกสิทธิ์ Role ชัดเจน