Software Requirements Specification

SRS

ระบบบริหารจัดการการยืม-คืนอุปกรณ์มหาวิทยาลัย

University Equipment Lending Management System (ULMs)

Version 1.0

ตุลาคม 2569

ทีม: "miro ปั่น 14 บาท"
รหัสวิชา 01204341 Software Engineering
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

1. Introduction.....4
1.1 Purpose.....4
1.2 Scopes.....4
1.3 Definitions, Acronyms, and Abbreviations.....4
1.4 Reference.....5
1.5 Overview.....5
2. Overall Description.....5
2.1 Product perspective.....5
2.1.1 System interfaces.....6
2.1.2 User interfaces.....6
2.1.3 Hardware interface.....6
2.1.4 Software Interface.....6
2.1.5 Communication interfaces.....7
2.1.6 Memory.....7
2.1.7 Operations.....7
2.1.8 Site adaptation requirements.....8
2.2 Product functions.....8
2.3 User characteristics.....9
2.4 Constraints.....9
2.5 Assumptions and dependencies.....9
2.6 Apportioning of requirements.....10
3. Specific requirements.....10
3.1 Functional Requirements.....10
3.1.1 การยืนยันตัวตนและจัดการสิทธิ์ (Authentication and Authorization) 10
3.1.2 การจัดการอุปกรณ์ (Equipment Management).....11
3.1.3 การค้นหาและดูข้อมูลอุปกรณ์ (Search and Browse).....11
3.1.4 การส่งคำขอยืม (Loan Request).....12
3.1.5 การอนุมัติคำขอ (Approval).....12
3.1.6 การรับอุปกรณ์ (Pickup).....13
3.1.7 การต่ออายุการยืม (Renewal).....13
3.1.8 การคืนและตรวจสภาพ (Return and Inspection).....13

3.1.9 การอุทธรณ์ (Appeal).....14
3.1.10 การจัดการเครดิต (Credit Management).....14
3.1.11 การจอง (Reservation).....15
3.1.12 การแจ้งเตือน (Notification).....15
3.1.13 การจัดการผู้ใช้ (Admin).....16
3.2 Performance Requirements.....16
3.3 Design Constraints.....16
3.3.1 Standards compliance.....17
3.4 Software system attributes.....17
3.4.1 Reliability.....17
3.4.2 Availability.....18
3.4.3 Security.....18
3.4.4 Maintainability.....18
3.4.5 Portability.....18
3.4.6 Usability.....19
3.5 Additional comments.....19
3.6 Change Management Process.....19
ภาคผนวก A: Error Code Dictionary.....20
ภาคผนวก B: Polling Configuration.....21

1. Introduction

1.1 Purpose

เอกสารข้อกำหนดความต้องการซอฟต์แวร์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่ออธิบายความต้องการเชิงหน้าที่ (Functional Requirements) และเชิงประสิทธิภาพ (Non-functional Requirements) ของระบบ ULMs สำหรับใช้เป็นข้อตกลงระหว่างทีมพัฒนา ผู้ใช้ปลายทาง และผู้ควบคุมโครงการ พร้อมเป็นเอกสารอ้างอิงในกระบวนการออกแบบ พัฒนา และทดสอบระบบ

1.2 Scopes

เป็นระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับบริหารจัดการการยืม-คืนอุปกรณ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รองรับผู้ใช้ 4 บทบาท ครอบคลุมกระบวนการตั้งแต่ค้นหาอุปกรณ์ ส่งคำขอยืม อนุมัติ รับ-คืน ประเมินความเสียหาย จนถึงการจัดการเครดิตของผู้ยืม

ระบบไม่รวม: การจัดซื้ออุปกรณ์ใหม่ การเบิกจ่ายงบประมาณ ระบบบัญชีการเงิน และการเชื่อมต่อกับระบบทะเบียนนักศึกษาโดยตรง

1.3 Definitions, Acronyms, and Abbreviations

คำ	ความหมาย
ULMs	University Equipment Lending Management System
KU	Kasetsart University
RBAC	Role-Based Access Control
Tier	ระดับของอุปกรณ์ตามมูลค่า (T0-T3)
Credit Band	ระดับความน่าเชื่อถือของผู้ยืม (D0-D3)
Discredit	จำนวนคะแนนที่ถูกหักจากการทำอุปกรณ์เสียหายหรือคืนช้า
Serial Number	หมายเลขประจำอุปกรณ์ที่ติดบน T1-T2
Allocation	การจัดสรรอุปกรณ์เฉพาะชิ้นให้ผู้ยืมหลังอนุมัติ
B0-B3	ระดับความเสียหาย 4 ระดับ (ปกติ ถึง รุนแรง)
G1	เคสจองต่อเมื่อของถูกใช้อยู่
G2	เคสยืมคร่อมช่วงที่มีการจองไว้แล้ว

1.4 Reference

เอกสาร	ใช้อ้างอิงเรื่อง
ข้อเสนอโครงการ ULMs	ขอบเขตโครงการ กฎการยืม และผังกระบวนการต้นทาง
DatabaseDesign4.pdf	โครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้ออกแบบระบบ
Flow การยืม.xlsx	กฎการยืมรายระดับและระบบเครดิต
ULMs SDS v1.0	เอกสารการออกแบบที่ตอบความต้องการในเอกสารฉบับนี้
IEEE 830-1998	กรอบโครงสร้างของเอกสารฉบับนี้
Week 05 - Requirements Gathering	ข้อกำหนดการจัดทำเอกสารของรายวิชา

1.5 Overview

เอกสารฉบับนี้เรียงตามกรอบ IEEE 830-1998 แบ่งเป็นสามส่วนหลัก ส่วนที่ 1 อธิบายวัตถุประสงค์ ขอบเขต และคำนิยามที่ใช้ตลอดเอกสาร ส่วนที่ 2 อธิบายภาพรวมของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ มุมมองผลิตภัณฑ์และส่วนเชื่อมต่อทุกชนิด หน้าที่หลัก ประเภทผู้ใช้ ข้อจำกัด ข้อสมมติ และการแบ่งงานออกเป็นรอบส่งมอบ ส่วนที่ 3 คือรายการความต้องการทั้งหมดที่ตรวจสอบได้ทีละข้อ ทั้งเชิงหน้าที่และนอกเหนือจากหน้าที่ ปิดท้ายด้วยภาคผนวกสองชุด

ความต้องการทุกข้อมีรหัสประจำตัวที่ไม่เปลี่ยน เช่น FR-REQ-01 หรือ NFR-SEC-02 รหัสเหล่านี้ถูกอ้างถึงโดยตรงในเอกสารการออกแบบ (SDS) และในกรณีทดสอบ การแก้เลขหัวข้อจึงไม่กระทบการอ้างอิงใด ๆ

2. Overall Description

2.1 Product perspective

ULMs เป็นระบบใหม่ที่มาแทนที่กระบวนการยืม-คืนแบบเดิมที่ใช้กระดาษหรือ spreadsheet ระบบทำงานเป็น web application ที่เข้าถึงได้ผ่าน browser บน desktop และ mobile รองรับผู้ใช้พร้อมกันหลายคน และประสานงานระหว่างบทบาทต่างๆ ในกระบวนการอนุมัติ

สถาปัตยกรรมประกอบด้วย 4 ส่วน ตามข้อกำหนดของโครงการ ได้แก่ Client, API Server, Application Server, และ Database Server

2.1.1 System interfaces

ULMs เป็นระบบเอกเทศที่ไม่ได้ต่อเข้ากับระบบสารสนเทศเดิมของมหาวิทยาลัยโดยตรง ข้อมูลอุปกรณ์ ผู้ใช้ และประวัติการยืมทั้งหมดอยู่ในฐานข้อมูลของระบบเอง สถาปัตยกรรมแบ่งเป็น 4 ส่วนตามข้อกำหนดของโครงการ

ส่วน	หน้าที่
Client	หน้าเว็บที่ผู้ใช้เปิดผ่านเบราว์เซอร์ บนเดสก์ท็อปและมือถือ
API Server	รับคำขอ ตรวจสิทธิ์ และตรวจรูปร่างข้อมูลก่อนส่งต่อ
Application Server	ตรรกะทางธุรกิจ กฎการยืม การคำนวณเครดิต
Database Server	เก็บข้อมูลถาวรและบังคับความถูกต้องระดับข้อมูล

2.1.2 User interfaces

รายการ	รายละเอียด
Platform	Web application
Desktop breakpoint	min-width 1280px
Mobile breakpoint	min-width 375px
Primary color	0e7a46 (KU green)
Font	Sarabun
Border radius	12-22px ตาม design tokens

2.1.3 Hardware interface

ไม่มี hardware interface โดยตรง ใช้ browser บนอุปกรณ์ผู้ใช้ · รองรับกล้องบนมือถือสำหรับถ่ายรูปหลักฐาน

2.1.4 Software Interface

ระบบภายนอก	หน้าที่
Google OAuth 2.0	Authentication บัญชี KU
Email Service (SMTP/SendGrid/SES)	ส่งการแจ้งเตือน
Cloud Storage (S3-compatible)	เก็บรูปภาพหลักฐานผ่าน pre-signed URL

2.1.5 Communication interfaces

รายการ	ค่า
Protocol	HTTPS เท่านั้น
API Format	tRPC over HTTP/JSON
Real-time Updates	Polling ผ่าน TanStack Query (15-60 วินาที)

2.1.6 Memory

ปริมาณข้อมูลที่ระบบต้องรองรับ และประมาณการพื้นที่จัดเก็บที่ตามมา

รายการ	ปริมาณ	หมายเหตุ
ข้อมูลอุปกรณ์และสถานที่	อย่างน้อย 10,000 ชิ้น	ตาม NFR-PRF-05
ประวัติการยืม	อย่างน้อย 100,000 รายการ	ตาม NFR-PRF-05
ผู้ใช้พร้อมกัน	อย่างน้อย 200 คน	ตาม NFR-PRF-03
รูปหลักฐานต่อการยืมหนึ่งครั้ง	2-4 รูป รูปละไม่เกิน 5 MB	รูปตอนรับ ตอนคืน และตอนตรวจสภาพ
พื้นที่จัดเก็บรูป (ประมาณการ)	ประมาณ 200 GB ต่อ 100,000 รายการ	คิดที่เฉลี่ย 2 MB ต่อรูป 1 รายการมี 1 คู่ก่อน-หลัง
พื้นที่ฐานข้อมูล (ประมาณการ)	ไม่เกิน 5 GB	ข้อมูลเป็นข้อความและตัวเลขทั้งหมด รูปไม่ได้เก็บในฐานข้อมูล

2.1.7 Operations

โหมดการทำงาน	ช่วงเวลา	รายละเอียด
ใช้งานปกติ	08:00-17:00 ของวันทำการ	ช่วงที่รับประกันความพร้อมใช้งานตาม NFR-REL-01
ใช้งานนอกเวลา	นอกเวลาทำการ	ผู้ยืมยังส่งคำขอและดูข้อมูลได้ แต่การรับ-คืนของทำได้เฉพาะเวลาทำการ
สำรองข้อมูลอัตโนมัติ	ทุกวัน 03:00	ตาม NFR-REL-03 · อยู่นอกช่วงเวลาทำการโดยตั้งใจ
งานตามเวลา	ทุกวัน	ยกเลิกการจัดสรรที่เลยกำหนดมารับ · หมดอายุบทลงโทษ · แจ้งเตือนล่วงหน้าก่อนครบกำหนดคืน

โหมดการทำงาน	ช่วงเวลา	รายละเอียด
งานของผู้ดูแลระบบ	ตามความจำเป็น	จัดการผู้ใช้ ปรับค่าตั้งระบบ ตรวจสอบ Audit Log

2.1.8 Site adaptation requirements

สิ่งที่ต้องพร้อมที่ปลายทางก่อนติดตั้งระบบ

สิ่งที่ต้องเตรียม	รายละเอียด
ฐานข้อมูล PostgreSQL	รุ่น 16 ขึ้นไป พร้อมบัญชีที่สร้างตารางได้
ชื่อโดเมนและใบรับรอง HTTPS	จำเป็นเพราะระบบใช้คุกกี้เป็นตัวยืนยันตัวตน (NFR-SEC-01)
พื้นที่จัดเก็บไฟล์รูป	แยกจากฐานข้อมูล และต้องอยู่ในแผนสำรองข้อมูลด้วย
สิทธิ์เข้าถึง KU Google Workspace	สำหรับการยืนยันตัวตนตาม C-02
ข้อมูลตั้งต้น	รายการอุปกรณ์ หมายเลขประจำอุปกรณ์ บัญชีผู้ใช้ และการกำหนดบทบาทเริ่มต้น
ผู้ดูแลระบบอย่างน้อย 1 บัญชี	ต้องมีก่อนเปิดใช้งาน เพื่อกำหนดบทบาทให้ผู้ใช้รายอื่น

2.2 Product functions

ลำดับ	หน้าที่หลัก
1	การยืนยันตัวตนและจัดการสิทธิ์การใช้งานตามบทบาท
2	การจัดการบัญชีรายการอุปกรณ์และหมายเลขประจำอุปกรณ์
3	การส่งและจัดการคำขอยืม (รวมหลายรายการในคำขอเดียว)
4	การอนุมัติหรือปฏิเสธคำขอตามระดับอุปกรณ์และเครดิต
5	การรับ-คืนอุปกรณ์พร้อมหลักฐานภาพถ่าย
6	การประเมินและรายงานความเสียหาย
7	การอุทธรณ์ผลการประเมิน
8	การจัดการระบบเครดิตและบทลงโทษ
9	การแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านอีเมลและในแอป
10	การรายงานและสถิติสำหรับผู้ดูแลระบบ

2.3 User characteristics

บทบาท	ระดับความรู้	ความถี่ใช้งาน	อุปกรณ์	ความคาดหวัง
Borrower	ผู้ใช้ทั่วไป	1-3 ครั้ง/สัปดาห์	มือถือหลัก	กระบวนการยืมเร็ว และเข้าใจง่าย
Staff	ผ่านการอบรมเบื้องต้น	ทุกวันทำการ	Desktop หลัก	เห็นคิวงานชัด จัดการหลายคำขอพร้อมกันได้
Supervisor	ผู้ใช้ทั่วไป	ตามความจำเป็น	Desktop + มือถือ	แจ้งเตือนเมื่อมีเรื่องรอตัดสิน
Admin	มีความรู้ด้าน IT	รายสัปดาห์	Desktop	ตั้งค่าระบบและดูรายงานเชิงลึกได้

2.4 Constraints

ลำดับ	ข้อจำกัด
C-01	ผู้ใช้ต้องมีบัญชี KU e-mail (โดเมน @ku.th) เท่านั้น
C-02	ระบบเชื่อมต่อกับ KU Google Workspace เพื่อยืนยันตัวตน
C-03	รองรับเฉพาะภาษาไทยและอังกฤษ (interface หลักเป็นภาษาไทย)
C-04	รองรับ browser รุ่นใหม่ (Chrome, Firefox, Safari, Edge เวอร์ชัน 2 ปีย้อนหลัง)
C-05	งบประมาณโครงการ 5,000 บาท ครอบคลุมค่า cloud/domain/hosting
C-06	ระยะเวลาพัฒนา 16 สัปดาห์
C-07	ทีมพัฒนา 14 คน แบ่งเป็น Frontend 7 คน Backend 4 คน และ QA 3 คน

2.5 Assumptions and dependencies

ลำดับ	ข้อสมมติ
A-01	Google OAuth ของ KU Workspace ยังเปิดให้บริการตลอดโครงการ
A-02	Cloud service มี uptime อย่างน้อย 99% ในช่วงพัฒนาและ demo
A-03	ทีมได้รับข้อมูลอุปกรณ์ตัวอย่างและ Serial Number จากภาควิชาก่อนเริ่มพัฒนา R01
A-04	ข้อกำหนดที่ยังขัดกับ proposal จะได้รับการเคลียร์ก่อน Sprint แรก

2.6 Apportioning of requirements

ความต้องการเชิงหน้าที่ทุกข้อถูกจัดลำดับความสำคัญไว้ในคอลัมน์ Priority ของหัวข้อ 3.1 ซึ่งเป็นตัวกำหนดว่าข้อนั้นต้องเสร็จในรอบส่งมอบใด

ลำดับความสำคัญ	รอบส่งมอบ	ความหมาย
สูง	R01	ต้องมีใน R01 · ถ้าข้อใดไม่เสร็จ ถือว่าระบบยังใช้งานจริงไม่ได้
กลาง	R01 ถ้าทำทัน มิฉะนั้น R02	ควรมีใน R01 แต่เลื่อนไป R02 ได้โดยระบบยังทำงานครบวงจร

การแบ่งรอบยึดหลักว่า R01 ต้องปิดวงจรยืม-คืนให้ครบก่อน ความสามารถที่ทำให้ระบบสะดวกขึ้นแต่ไม่ได้ทำให้วงจรขาด เช่น การจองล่วงหน้าและรายงานเชิงลึก ถูกจัดไว้ที่ลำดับกลางทั้งหมด

3. Specific requirements

3.1 Functional Requirements

คอลัมน์ Priority: สูง = ต้องมีใน R01, กลาง = ควรมีใน R01 แต่เลื่อนไป R02 ได้

3.1.1 การยืนยันตัวตนและจัดการสิทธิ์ (Authentication and Authorization)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-AUTH-01	ระบบต้องรองรับการเข้าสู่ระบบด้วย Google OAuth ของบัญชี KU (@ku.th) เท่านั้น	สูง
FR-AUTH-02	ระบบต้องปฏิเสธการเข้าสู่ระบบด้วยอีเมลจากโดเมนอื่น และแสดงข้อความแจ้งเตือนภาษาไทย	สูง
FR-AUTH-03	ระบบต้องกำหนดสิทธิ์การใช้งานตามบทบาท (RBAC) 4 บทบาท: Borrower, Staff, Supervisor, Admin	สูง
FR-AUTH-04	Staff และ Supervisor ต้องสามารถทำหน้าที่ของ Borrower ได้ทั้งหมด	กลาง
FR-AUTH-05	Staff และ Supervisor ต้องอนุมัติได้เฉพาะอุปกรณ์ของหน่วยงานตนเอง (ภาควิชา/ชมรม/คณะ)	สูง
FR-AUTH-06	ระบบต้อง log out ผู้ใช้อัตโนมัติเมื่อ session หมดอายุ และ redirect ไปหน้า login	กลาง
FR-AUTH-07	ระบบต้องบันทึก Audit Log ของการเข้าสู่ระบบทุกครั้ง	กลาง

3.1.2 การจัดการอุปกรณ์ (Equipment Management)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-EQP-01	Staff ต้องสามารถลงทะเบียนประเภทอุปกรณ์ใหม่ พร้อมระบุชื่อ ราคา tier prep_days สิทธิ์การเข้าใช้	สูง
FR-EQP-02	Staff ต้องสามารถลงทะเบียน Serial Number รายชิ้นสำหรับอุปกรณ์ T2	สูง
FR-EQP-03	สำหรับอุปกรณ์ T1 ระบบต้องรองรับการนับเป็นจำนวน (quantity) และผูก Serial Number ตอน allocation	สูง
FR-EQP-04	Staff ต้องสามารถลงทะเบียนสถานที่ (T3) พร้อมกำหนดจำนวนที่นั่ง ความยาวสล็อต และช่วงเวลาเปิดใช้	สูง
FR-EQP-05	Staff ต้องสามารถแก้ไข ลบ และเปลี่ยนสถานะอุปกรณ์เป็นไม่พร้อมใช้งานชั่วคราว	กลาง
FR-EQP-06	ระบบต้องแสดงประวัติการยืม อายุการใช้งาน และประวัติความเสียหายรายชิ้นสำหรับ T1-T2	กลาง
FR-EQP-07	ระบบต้องคำนวณและแสดงวันที่พร้อมให้ยืมของอุปกรณ์แต่ละประเภท/ชิ้นแบบเรียลไทม์	สูง
FR-EQP-08	Supervisor ต้องสามารถอนุมัติการปลดระวางอุปกรณ์เมื่อ Staff ร้องขอ พร้อมบันทึกใน Audit Log	กลาง

3.1.3 การค้นหาและดูข้อมูลอุปกรณ์ (Search and Browse)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-BRW-01	Borrower ต้องสามารถค้นหาอุปกรณ์ด้วยชื่อ และกรองตามประเภท tier และสถานะคงเหลือ	สูง
FR-BRW-02	ระบบต้องแสดงรายการอุปกรณ์แบบ pagination โดยใช้ cursor-based pagination	กลาง
FR-BRW-03	ระบบต้องแสดงรายละเอียดอุปกรณ์: ชื่อ tier รูปภาพ จำนวนคงเหลือ วันที่พร้อมให้ยืม และเงื่อนไข	สูง
FR-BRW-04	สำหรับ T2 ระบบต้องแสดงรายการ Serial Number พร้อมสถานะและวันที่พร้อมให้ยืมของแต่ละชิ้น	สูง
FR-BRW-05	สำหรับ T3 ระบบต้องแสดงตารางสล็อตเวลาว่างในรูปแบบปฏิทิน	สูง

3.1.4 การส่งคำขอยืม (Loan Request)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-REQ-01	Borrower ต้องสามารถเพิ่มอุปกรณ์หลายชิ้นเข้าตะกร้าและส่งคำขออนุมัติในคำขอเดียว	สูง
FR-REQ-02	ระบบต้องบังคับให้ระบุวันที่รับและวันที่คืน โดยระยะเวลาต้องอยู่ระหว่าง 1-14 วัน	สูง
FR-REQ-03	ระบบต้องตรวจสอบสิทธิ์การยืม เครดิต และของคงเหลือก่อนรับคำขอ	สูง
FR-REQ-04	ระบบต้องอนุมัติคำขอ T0 อัตโนมัติทันทีที่ผ่านการตรวจสอบสิทธิ์	สูง
FR-REQ-05	ระบบต้องอนุมัติคำขอ T1 อัตโนมัติสำหรับ D0-D1 และส่งให้อาจารย์อนุมัติสำหรับ D2-D3	สูง
FR-REQ-06	ระบบต้องส่งคำขอ T2 ให้อาจารย์อนุมัติเสมอ ไม่ว่าเครดิตของผู้ยืมจะอยู่ระดับใด	สูง
FR-REQ-07	สำหรับคำขอ T2 Borrower ต้องเลือก Serial Number เฉพาะชิ้นที่ต้องการยืม	สูง
FR-REQ-08	สำหรับคำขอ T3 Borrower ต้องเลือกสล็อตเวลาเป็นรายชั่วโมง จองพร้อมกันได้สูงสุด 2 สล็อต	สูง
FR-REQ-09	ระบบต้องรองรับ atomic transaction หากมีคำขอขัดแย้ง ระบบต้อง roll back คำขอที่ส่งช้ากว่า	สูง
FR-REQ-10	ระบบต้องอนุญาตให้ Borrower ยกเลิกคำขอของตนเองที่ยังไม่ถูกอนุมัติได้	กลาง

3.1.5 การอนุมัติคำขอ (Approval)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-APV-01	Supervisor ต้องเห็นคิวรออนุมัติแบบเรียลไทม์ พร้อมข้อมูลเครดิต ประวัติการยืม และประวัติความเสียหาย	สูง
FR-APV-02	Supervisor ต้องสามารถอนุมัติหรือปฏิเสธคำขอเป็นรายชิ้นภายในคำขอเดียว (partial approval)	สูง
FR-APV-03	เมื่อ Supervisor ปฏิเสธ ต้องระบุเหตุผลประกอบ	กลาง
FR-APV-04	ผู้อนุมัติต้องไม่ใช่ผู้ขอ (ป้องกันการอนุมัติตัวเอง)	สูง
FR-APV-05	เมื่อคำขอได้รับการอนุมัติ ระบบต้องสร้าง Allocation พร้อมกำหนด pickup_deadline เป็น 24 ชั่วโมง	สูง
FR-APV-06	ระบบต้องส่งการแจ้งเตือนถึงผู้ยืมเมื่อสถานะคำขอเปลี่ยน	สูง

3.1.6 การรับอุปกรณ์ (Pickup)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-PKP-01	Staff ต้องสามารถเลือก Serial Number ของอุปกรณ์ T1 ตอนจัดเตรียม และบันทึกลงในระบบ	สูง
FR-PKP-02	Borrower ต้องยืนยันการรับอุปกรณ์และตรวจสอบ Serial Number ก่อนกดยืนยัน	สูง
FR-PKP-03	ระบบต้องบังคับให้ Borrower อัปโหลดรูปถ่ายอุปกรณ์ตอนรับก่อนกดยืนยัน	สูง
FR-PKP-04	สำหรับ T1 Borrower ต้องสามารถขอเปลี่ยนอุปกรณ์ตอนรับได้หากพบปัญหา	กลาง
FR-PKP-05	หากไม่มารับใน pickup_deadline ระบบต้องยกเลิก Allocation และปล่อยของกลับ pool อัตโนมัติ	สูง

3.1.7 การต่ออายุการยืม (Renewal)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-RNW-01	Borrower ต้องสามารถขอต่ออายุการยืมผ่านระบบได้ตามเงื่อนไข tier และเครดิต	สูง
FR-RNW-02	สำหรับ T1 ต่ออายุผ่านระบบทำได้ครั้งละ 1 ครั้ง หลังจากนั้นต้องนำอุปกรณ์มาให้ Staff ตรวจสภาพ	สูง
FR-RNW-03	สำหรับ T2 การต่ออายุทุกครั้งต้องได้รับการอนุมัติจาก Supervisor	สูง
FR-RNW-04	สำหรับ T3 Borrower ต่อสล็อตเวลาผ่านระบบได้ทันทีหากสล็อตต่อไปว่าง	กลาง
FR-RNW-05	ระบบต้องแสดง preview วันครบกำหนดใหม่และประเภทการต่อก่อน Borrower ยืนยัน	สูง
FR-RNW-06	สำหรับ D2-D3 การต่ออายุทุก tier (ยกเว้น T3) ต้องผ่านการอนุมัติจาก Supervisor	สูง

3.1.8 การคืนและตรวจสภาพ (Return and Inspection)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-RTN-01	Borrower ต้องสามารถแจ้งคืนผ่านระบบพร้อมอัปโหลดรูปถ่ายตอนคืน	สูง
FR-RTN-02	Staff ต้องสามารถเปรียบเทียบรูปตอนรับกับตอนคืนควบคู่กันได้	สูง

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-RTN-03	Staff ต้องบันทึกผลตรวจสภาพเป็น 4 ระดับ (B0-B3) พร้อมหมายเหตุ	สูง
FR-RTN-04	สำหรับ T2 ผู้ประเมินความเสียหายต้องไม่ใช่คนเดียวกับผู้จัดเตรียมอุปกรณ์ (Staff A ไม่ใช่ Staff B)	สูง
FR-RTN-05	เมื่อพบความเสียหายระดับ B1 ขึ้นไป ระบบต้องคำนวณ discredit และสร้าง Demerit Event อัตโนมัติ	สูง
FR-RTN-06	สำหรับ T3 Staff ต้องตรวจสภาพสถานที่วันละครั้งและบันทึกผล	กลาง
FR-RTN-07	หากคืนของหลังเวลา 17:00 ของวันครบกำหนด ระบบต้องนับเป็นคืนช้า 1 วัน	สูง

3.1.9 การอุทธรณ์ (Appeal)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-APL-01	Borrower ต้องสามารถอุทธรณ์ผลการประเมินความเสียหายภายใน 7 วันหลัง Staff รายงาน	กลาง
FR-APL-02	Borrower ต้องระบุเหตุผลและสามารถแนบรูปหลักฐานเพิ่มเติมได้	กลาง
FR-APL-03	Supervisor ต้องเห็นรูปก่อน-หลัง รายงานของ Staff และหลักฐานของผู้ยืมจากหน้าจอเดียว	กลาง
FR-APL-04	ผู้ตัดสินอุทธรณ์ต้องไม่ใช่ผู้ประเมินความเสียหายเดิม	สูง
FR-APL-05	เมื่ออุทธรณ์ผ่าน ระบบต้อง revoke Demerit Event ที่เกี่ยวข้องและ recompute credit_score	สูง
FR-APL-06	Supervisor ต้องสามารถแก้ไขระดับความเสียหายและปรับปรุงคะแนนเครดิตคืนได้บางส่วน	กลาง

3.1.10 การจัดการเครดิต (Credit Management)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-CRD-01	ผู้ใช้ทุกคนเริ่มต้นด้วยคะแนนเครดิต 100	สูง
FR-CRD-02	ระบบต้องคำนวณ discredit จากความเสียหาย = มูลค่าเครดิตอุปกรณ์ x มูลค่าเครดิตความเสียหาย	สูง
FR-CRD-03	ระบบต้องคำนวณ discredit จากการคืนช้า = (มูลค่าเครดิตอุปกรณ์ / 7) x จำนวนวันที่เกิน	สูง
FR-CRD-04	อายุของบทลงโทษต้องคำนวณตามสูตร: discredit x 2 วัน	สูง

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-CRD-05	ระบบต้องพิจารณาของหายเมื่อ Borrower ไม่คืนภายใน 2 สัปดาห์หลังกำหนดคืน	สูง
FR-CRD-06	credit_score ต้องคำนวณจากผลรวมของ Demerit Event ที่ยัง active เท่านั้น ไม่แก้ไขโดยตรง	สูง
FR-CRD-07	ระบบต้องอัปเดต credit_band อัตโนมัติเมื่อ credit_score เปลี่ยนแปลง	สูง
FR-CRD-08	ระบบต้องปรับสิทธิ์การยืมตาม credit_band (D0-D3) ตามตาราง Business Rules	สูง

3.1.11 การจอง (Reservation)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-RSV-01	Borrower ต้องสามารถจอง T1-T2 ล่วงหน้าได้ไม่เกินสิ้นภาคเรียนปัจจุบัน	กลาง
FR-RSV-02	Borrower ต้องสามารถจอง T3 ล่วงหน้าได้เฉพาะภายในวันเดียวกัน	กลาง
FR-RSV-03	ระบบไม่รองรับการจอง T0 (ยืมได้ทันทีตามของคงเหลือ)	กลาง
FR-RSV-04	เคส G1 สำหรับ T1: ระบบต้องเสนอชิ้นที่ว่างเร็วที่สุดในประเภทเดียวกันโดยอัตโนมัติ	กลาง
FR-RSV-05	เคส G1 สำหรับ T2: ระบบต้องแจ้ง Borrower ให้เลือก Serial Number ใหม่และส่งคำขอใหม่	กลาง
FR-RSV-06	เคส G2: ระบบต้องย่อระยะเวลาการยืมให้จบก่อน (วันจอง - prep_days) และแจ้งก่อนตัดสินใจ	กลาง

3.1.12 การแจ้งเตือน (Notification)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-NTF-01	ระบบต้องส่งการแจ้งเตือน in-app เมื่อสถานะคำขอเปลี่ยน	สูง
FR-NTF-02	ระบบต้องส่ง email แจ้งเตือนล่วงหน้า 1-2 วันก่อนครบกำหนดคืน	สูง
FR-NTF-03	ระบบต้องแจ้งเตือน Staff เมื่อมีคำขอรอจัดเตรียม รอรับคืน หรือ T3 รอตรวจสภาพ	สูง
FR-NTF-04	ระบบต้องแจ้งเตือน Supervisor เมื่อมีคำขอ T2 คำขอเครดิตต่ำ หรืออุทธรณ์รอตัดสิน	สูง

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-NTF-05	Borrower ต้องสามารถ mark notification เป็นอ่านแล้วได้	กลาง
FR-NTF-06	ระบบต้องไม่ส่งการแจ้งเตือนซ้ำสำหรับ event เดียวกัน	กลาง

3.1.13 การจัดการผู้ใช้ (Admin)

ID	ข้อกำหนด	Priority
FR-ADM-01	Admin ต้องสามารถค้นหาผู้ใช้ ดูประวัติการใช้งาน และแก้ไขข้อมูลได้	กลาง
FR-ADM-02	Admin ต้องสามารถกำหนดหรือเปลี่ยนบทบาทของผู้ใช้ได้	สูง
FR-ADM-03	Admin ต้องสามารถระงับบัญชีผู้ใช้และคืนบัญชีได้	กลาง
FR-ADM-04	Admin ต้องสามารถตั้งค่าพารามิเตอร์ระบบ เช่น สูตรเครดิต ระยะเวลายืม work_time และ prep_days	สูง
FR-ADM-05	Admin ต้องเห็น Audit Log ของการใช้งานระบบทั้งหมดและกรองตาม user/action/ช่วงเวลาได้	กลาง
FR-ADM-06	Admin ต้องเห็น Dashboard สรุปสถิติการยืม-คืน สถิติอุปกรณ์เสียหาย และอัตราการใช้สถานที่	กลาง

3.2 Performance Requirements

ID	ข้อกำหนด
NFR-PRF-01	หน้า catalog ต้องโหลดเสร็จภายใน 2 วินาทีสำหรับข้อมูล 100 รายการแรก
NFR-PRF-02	การส่งคำขอยืมต้องได้รับ response ภายใน 3 วินาที
NFR-PRF-03	ระบบต้องรองรับผู้ใช้พร้อมกัน (concurrent users) อย่างน้อย 200 คน
NFR-PRF-04	Polling endpoint สำหรับ availability ต้องมี response time ไม่เกิน 500 ms
NFR-PRF-05	ระบบต้องรองรับข้อมูลอุปกรณ์อย่างน้อย 10,000 ชิ้น และ loan history 100,000 รายการ

3.3 Design Constraints

ข้อจำกัดที่ผูกมัดการออกแบบและการเลือกเทคโนโลยี นอกเหนือจากข้อจำกัดเชิงโครงการในหัวข้อ 2.4

ID	ข้อกำหนด
DC-01	ระบบต้องเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้งานผ่านเบราว์เซอร์ ไม่มีโปรแกรมที่ต้องติดตั้งบนเครื่องผู้ใช้
DC-02	สถาปัตยกรรมต้องแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ Client, API Server, Application Server และ Database Server
DC-03	ฐานข้อมูลต้องเป็นระบบเชิงสัมพันธ์ที่รองรับ transaction เพื่อกันการยืมชนกัน
DC-04	การเข้าถึงฐานข้อมูลต้องผ่าน ORM ที่ใช้ prepared statement ห้ามต่อสตริงคำสั่ง SQL เอง
DC-05	ชนิดข้อมูลของ API ต้องใช้ร่วมกันได้ระหว่างหน้าเว็บกับเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ความไม่ตรงกันถูกจับได้ตอนคอมไพล์
DC-06	ข้อความที่ผู้ใช้เห็นทั้งหมดต้องเป็นภาษาไทย ส่วนโค้ดและรหัสข้อผิดพลาดเป็นภาษาอังกฤษ
DC-07	ระบบต้องทำงานได้บนงบประมาณโครงการ 5,000 บาท จึงต้องเลือกบริการที่มีระดับใช้งานฟรีหรือค่าใช้จ่ายต่ำ

3.3.1 Standards compliance

มาตรฐาน	ใช้กับอะไร
IEEE 830-1998	โครงสร้างของเอกสารข้อกำหนดความต้องการฉบับนี้
HTTPS / TLS	การรับส่งข้อมูลทุกเส้นทาง (NFR-SEC-01)
OAuth 2.0	การยืนยันตัวตนกับบัญชีของมหาวิทยาลัย (C-02)
ISO 8601	รูปแบบวันที่และเวลาที่รับส่งผ่าน API
UTF-8	การเข้ารหัสอักขระทั้งระบบ เพื่อรองรับภาษาไทย
ESLint และ Prettier	รูปแบบการเขียนโค้ดที่ใช้ร่วมกันทั้งทีม (NFR-MNT-03)

3.4 Software system attributes

3.4.1 Reliability

ID	ข้อกำหนด
NFR-REL-02	ระบบต้องรองรับ atomic transaction เพื่อป้องกันปัญหาการยืมชนกัน
NFR-REL-03	ระบบต้อง backup ฐานข้อมูลทุกวันเวลา 03:00
NFR-REL-04	ระบบต้องมี audit log ที่แก้ไขไม่ได้ เพื่อ trace เหตุการณ์ย้อนหลัง

3.4.2 Availability

ID	ข้อกำหนด
NFR-REL-01	ระบบต้องมี uptime อย่างน้อย 99% ในช่วงเวลาทำการ (08:00-17:00)

3.4.3 Security

ID	ข้อกำหนด
NFR-SEC-01	ระบบต้องใช้ HTTPS ทุก endpoint
NFR-SEC-02	ระบบต้องเก็บ session token ใน httpOnly cookie เท่านั้น
NFR-SEC-03	ระบบต้อง validate input ทุก endpoint ด้วย schema-based validation
NFR-SEC-04	ระบบต้องป้องกัน SQL injection ผ่าน ORM ที่ใช้ prepared statement
NFR-SEC-05	ระบบต้องมี rate limiting สำหรับ endpoint สาธารณะ
NFR-SEC-06	ระบบต้องเก็บรูปภาพหลักฐานผ่าน pre-signed URL ที่มีอายุจำกัด

3.4.4 Maintainability

ID	ข้อกำหนด
NFR-MNT-01	โค้ดต้องเขียนด้วย TypeScript พร้อม strict mode เปิด
NFR-MNT-02	ระบบต้องมี test coverage ของ business logic อย่างน้อย 60%
NFR-MNT-03	โค้ดต้องมี ESLint และ Prettier config ที่ใช้ร่วมกันทั้งทีม
NFR-MNT-04	ทุก API endpoint ต้องมี schema ที่แชร์กับ frontend เพื่อ type safety
NFR-MNT-05	ระบบต้องแยกเป็น modules ตาม domain

3.4.5 Portability

ID	ข้อกำหนด
NFR-PRT-01	ระบบต้องทำงานได้บน browser: Chrome, Firefox, Safari, Edge (2 ปีย้อนหลัง)
NFR-PRT-02	ระบบต้องรองรับ deployment บน cloud provider ได้อย่างน้อย 2 ราย

3.4.6 Usability

ID	ข้อกำหนด
NFR-USB-01	ระบบต้องรองรับภาษาไทยเป็นหลัก โดยใช้ font ที่รองรับภาษาไทย
NFR-USB-02	ระบบต้องรองรับการใช้งานบนหน้าจอ mobile (min-width 375px)
NFR-USB-03	ข้อความ error ต้องเป็นภาษาไทยตาม error dictionary ที่กำหนด ไม่แสดง error code ดิบ
NFR-USB-04	ระบบต้องรองรับ keyboard navigation ในหน้าฟอร์มหลัก

3.5 Additional comments

ข้อสังเกตที่พบระหว่างนำความต้องการไปออกแบบระบบจริง และยังต้องได้ข้อสรุปจากทีม ทั้งสามข้อไม่กระทบรหัสความต้องการที่ประกาศไว้ แต่กระทบการตีความตอนลงมือสร้าง

เรื่อง	ข้อสังเกต
ระดับความเสียหาย	เอกสารฉบับนี้ระบุ 4 ระดับ (B0-B3) แต่โครงสร้างข้อมูลที่ออกแบบไว้มี 5 ค่า ต้องเลือกให้ตรงกันก่อนเริ่มเขียนส่วนตรวจสภาพ
การจัดระดับอุปกรณ์	ระดับ T0-T3 ยังมีสองวิธีคำนวณคู่กันในระบบ ต้องเหลือวิธีเดียว
work_time ใน FR-ADM-04	ยังไม่ได้นิยามหน่วยและขอบเขตของค่านี้ให้ชัด จึงยังไม่มีที่เก็บในระบบ
ที่เก็บรูปหลักฐาน	NFR-SEC-06 ระบุการใช้ pre-signed URL บน cloud storage · ถ้าเลือกเก็บบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์แทน ต้องแก้ข้อกำหนดข้อนี้ให้ตรงกับของจริง

3.6 Change Management Process

ความต้องการที่ประกาศในเอกสารฉบับนี้ถือเป็นข้อตกลงร่วมของทีม การเปลี่ยนแปลงจึงต้องผ่านขั้นตอนเดียวกันทุกครั้ง

ขั้น	ผู้รับผิดชอบ	สิ่งที่ต้องทำ
1 · เสนอ	สมาชิกทีมคนใดก็ได้	ระบุรหัสข้อที่จะแก้ เหตุผล และผลกระทบต่อรอบส่งมอบ
2 · ประเมิน	สถาปนิกระบบและหัวหน้าทีมแต่ละฝั่ง	ประเมินผลกระทบต่อการออกแบบ ฐานข้อมูล และกรณีทดสอบ

ขั้น	ผู้รับผิดชอบ	สิ่งที่ต้องทำ
3 · ตัดสิน	ผู้จัดการโครงการ	รับ เลื่อนไปรอบถัดไป หรือปฏิเสธ พร้อมบันทึกเหตุผล
4 · ปรับเอกสาร	ผู้เสนอ	แก้เอกสารฉบับนี้ · ยกเลขรุ่นย่อย · ปรับตารางสอบทานใน SDS ให้ตรงกัน
5 · แจ้งทีม	ผู้จัดการโครงการ	แจ้งการเปลี่ยนแปลงและรอบส่งมอบที่ได้รับผลกระทบให้ทีมทราบ

การเพิ่มความต้องการใหม่ระหว่างรอบส่งมอบให้ตั้งเป็นลำดับกลางเสมอ เพื่อไม่ให้ไปเบียดข้อที่จำเป็นต่อการปิดวงจรยืม-คืนใน R01

ภาคผนวก A: Error Code Dictionary

รายการ error code ที่ backend ใช้ mapping เป็นข้อความภาษาไทยให้ผู้ใช้

Code	ข้อความภาษาไทย
UNAUTHORIZED	กรุณาเข้าสู่ระบบใหม่
FORBIDDEN	คุณไม่มีสิทธิ์เข้าถึงส่วนนี้
INVALID_DOMAIN	รองรับเฉพาะอีเมล @ku.th เท่านั้น
CONFLICT_UNIT_TAKEN	อุปกรณ์ชิ้นนี้ถูกยืมไปแล้ว กรุณาเลือกใหม่
INSUFFICIENT_CREDIT	เครดิตของคุณไม่เพียงพอสำหรับการยืมนี้
ELIGIBILITY_NOT_MET	คุณไม่ตรงเงื่อนไขการยืมอุปกรณ์นี้
MAX_CONCURRENT_EXCEEDED	คุณมีของค้างอยู่เกินจำนวนที่กำหนด
SLOT_UNAVAILABLE	ช่วงเวลานี้ไม่ว่างแล้ว
RESERVATION_TOO_FAR	จองล่วงหน้าได้ไม่เกินสิ้นภาคเรียน
RENEWAL_LIMIT_REACHED	คุณต่ออายุออนไลน์ครบแล้ว ต้องนำอุปกรณ์มาให้เจ้าหน้าที่ตรวจ
RENEWAL_REQUIRES_SUPERVISOR	การต่ออายุนี้ต้องได้รับอนุมัติจากอาจารย์
PICKUP_EXPIRED	หมดเวลารับของแล้ว คำขอถูกยกเลิก
ALREADY_RETURNED	อุปกรณ์นี้ถูกคืนไปแล้ว
FILE_TOO_LARGE	ไฟล์ใหญ่เกินไป (สูงสุด 5 MB)
INVALID_FILE_TYPE	ไฟล์ต้องเป็นรูปภาพเท่านั้น (JPG, PNG)
VALIDATION_ERROR	ข้อมูลที่กรอกไม่ถูกต้อง
NOT_FOUND	ไม่พบข้อมูลที่ต้องการ
RATE_LIMIT	คุณส่งคำขอถี่เกินไป กรุณารอสักครู่

Code	ข้อความภาษาไทย
SERVER_ERROR	เกิดข้อผิดพลาดจากระบบ กรุณาลองใหม่

ภาคผนวก B: Polling Configuration

ค่า refetch interval สำหรับ endpoint ที่ frontend polling

Endpoint / Data	Interval	หน้าที่ใช้
Equipment availability	15 วินาที	หน้าละเอียดอุปกรณ์
Facility slots (T3)	15 วินาที	หน้าจองสถานที่
Request status (pending)	30 วินาที	หน้าติดตามคำขอ
Notifications (in-app)	60 วินาที	ทุกหน้า
Staff queue	30 วินาที	Staff dashboard
Supervisor queue	60 วินาที	Supervisor dashboard