

ក្រុមរាជនាមីត្រសាខាអប់រំ

ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

នាគនជនិត្យវត្ថុនៃយោន់សុខ

មហាផ្ទៃរឹងរាល់យើង

ផ្ទើរ: កុព្យិមីរឹងរាល់

ជំនាញ: វិទ្យាសាស្ត្រកំព្យួច / អភិវឌ្ឍន៍កម្មវិធី - COM3MS2

មុខវិធាន: ប្រព័ន្ធបច្ចុប្បន្នដៃនៅលើ

# ការរចនា និងការអភិវឌ្ឍប្រព័ន្ធឌៃនាថ្វូនៃការងារជីវិស និងស្ថាពបញ្ជីន និងកំព្យួចរតាមប្រព័ន្ធបណ្តាល ដោយប្រើ ប្រព័ន្ធដែលបង្កើតឡើងនៅក្នុង MySQL

Design and Development of a Web-Based Expert System for  
Smartphone and Laptop Recommendations using Flask and MySQL

របៀបរៀបចំនិងចែងក្រោងដោយ:

១. សេង សុខអាង – អ្នកគ្រប់គ្រងគម្រោង – B20245713
២. លីម រតនា – អ្នកអភិវឌ្ឍន៍ផ្ទើរខាងក្រោម – B0.014350
៣. ជ័យ ចំណុះសុមុនី – អ្នកអភិវឌ្ឍន៍ខាងមុខ – B20236436

បញ្ជីនេះ និងជីវិសនៃការងារបានរក្សាទុក

សេង សុខអាង

- |   |  |
|---|--|
| • ឈ្មោះប្រធែសជាតិ៖  | ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា  |
| • ចាប់ចនាប្រធែស៖  | ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ   |
| • សាកលវិទ្យាល័យ៖  | សាកលវិទ្យាល័យនៃគុណ   |
| • មហាវិថី/ឯកមេសជនៈនាព្យេះ   | ដំឡើងកំពុងវិថី និងមហាវិថីប្រជាធិបតេយ្យ   |
| • មុខវិធី/ឯកមេសជនៈនាព្យេះ ការអភិវឌ្ឍប្រព័ន្ធខាងកម្លែង (Expert System Development) | “ការរចនា និងការអភិវឌ្ឍប្រព័ន្ធដំនាព្យេះការប្រើប្រាស់បច្ចុប្បន្ន និងកុំព្យូទ័រតាមប្រព័ន្ធបណ្តាញ ដោយប្រើប្រាស់ Flask និង MySQL”  |
| • ប្រភេទកម្មាធេជ្ជៈ   | Web Application / Expert System (AI)   |
| • ធនធានប្រព័ន្ធផែមទៀត (សមាជិកក្រុម)៖  | <ol style="list-style-type: none"><li>១. លេង សុខវាយ – អ្នកគ្រប់គ្រងកម្មាធេជ្ជៈ – B20245713</li><li>២. លីម វតនា – អ្នកអភិវឌ្ឍន៍ដំឡើងក្រោយ – B20236572</li><li>៣. ជួយ ច៉នសុខី – អ្នកអភិវឌ្ឍន៍ដំឡើងខាងមុខ – B20236436</li></ol> |
| • តម្លៃបញ្ជី/អ្នកណែនាំ៖   | សេវក សុជាតិ  |
| • តម្លៃសិក្សា/ថ្នាក់/ក្រុម៖   | តាមឱ្យ ធមាសទី១ ដែនពីក (COM3MS2)  |
| • កាលបរិច្ឆេទដោក់សំណើ៖  | ថ្ងៃទី២៤ ខែធ្នូ ឆ្នាំ២០២៤  |

## Contents

មូលសង្គម (Abstract).....	5
១. បរិបទ និងមុលហេតុ (Background & Rationale) .....	6
១.១ បរិបទខ្សោយទេស.....	6
១.២ បញ្ជាកំដែលជួយប្រចាំខែ.....	6
១.៣ មុលហេតុពីរឿងនឹងកម្រាធេជ្ជន៍.....	6
២. គោលបំណង (Objectives) .....	7
២.១ គោលបំណងខ្សោយទេស (General Objective) .....	7
២.២ គោលបំណងជាក់លាត់ (Specific Objectives) .....	7
៣. វិសាលភាពគ្រមាន (Project Scope).....	7
៣.១ ក្នុងវិសាលភាព (In-Scope) .....	7
៣.២ ក្រោមិសាលភាព (Out of Scope).....	8
៤. អ្នកប្រើប្រាស់ និងតម្លៃទិន្នន័យ (Users & Roles) .....	8
៥. តម្រូវការ (Requirements) .....	9
៥.១ តម្រូវការមុខងារ (Functional Requirements).....	9
៥.២ មិនមែនតម្រូវការមុខងារ (Non-Functional) .....	9
៦. វិធីសារ្យអភិវឌ្ឍន៍ (METHODOLOGY / SDLC).....	10
៦.១ ការធ្វើនឹងកម្រាធេជ្ជន៍ SDLC.....	10
៦.២ ហេតុផលសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ Agile .....	11
៦.៣ ដែនការអនុវត្តតាមវិធី (Sprint Planning).....	11
៧. បច្ចេកវិទ្យា និងឧបករណី (Technology Stack) .....	12
៨. រចនាសម្ព័ន្ធប្រព័ន្ធ (System Design) .....	13

៤. ១ Architecture Overview .....	14
៤. ២ Database Design (ERD) .....	15
៤. ៣ UI/UX Mockup .....	16
៥. ដែនការអនុវត្ត និងការលើការ (Work Plan & Timeline) .....	18
៦០. លម្អិតលំពើនឹងទួក (Expected Outputs/Deliverables) .....	21
៦១. ការធានាតុលាការ និងការពេញ (QA & Testing) .....	21
៦២. ហានិភ័យ និងយុទ្ធសាស្ត្រកាត់បន្ថែម (Risks & Mitigation) .....	22
៦៣. តួនាទីក្រុម (Team Roles & Responsibilities) .....	22
៦៤. ថ្វីក (Budget) (ប្រសិនបើត្រូវការ) .....	23
៦៥. សេចក្តីសន្លឹជាន (Conclusion) .....	23
ឯកសារយោង (References) .....	23
ឧបសម្ព័ន្ធ (Appendices) .....	27

ក្រសួងសំគាល់និងអប់រំ ប្រព័ន្ធគម្ពុជា បានចាប់ផ្តើមគាំទ្រពីការបង្កើតគម្រោងប្រើប្រាស់បច្ចុប្បន្ន និងកុំព្យូទ័រ ដែលបានរៀបចំឡើងដោយប្រើប្រាស់បច្ចុប្បន្ន Python និង MySQL ។

## និពន្ធនាយក និងសាប័នពាក់ព័ន (Authors and Affiliations)

Seng Sok Ang<sup>1</sup>

Lim Ratana<sup>2</sup>

Chey Chansomony<sup>3</sup>

សេរី សុជាតិ

[sengsokang93@gmail.com](mailto:sengsokang93@gmail.com) [lrafhana888@gmail.com](mailto:lrafhana888@gmail.com) [chevhansomony314@gmail.com](mailto:chevhansomony314@gmail.com) [socheat.sek@gmail.com](mailto:socheat.sek@gmail.com)

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Students of Expert System, DCS of the Faculty of Science, Norton University (Year 3, Semester 1, 2025 - 2026)

<sup>5</sup> Lecturer of Expert System Development, DCS of the Faculty of Science, Norton University.

## ପ୍ରକାଶନରେତ୍ତ (Abstract)

ប្រព័ន្ធនេះត្រូវបានអភិវឌ្ឍឡើងដោយប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាឌំនឹជីប និងស្រាល (Lightweight) រូមមាន Flask Framework (Python) សម្រាប់គ្រប់គ្រងពិភពលោក (Backend (Flask Docs, 2024)), MySQL សម្រាប់គ្រប់គ្រងប្រព័ន្ធ ទិន្នន័យទំនាក់ទំនង (RDBMS) (Oracle, 2023), និង CSS 3 សម្រាប់ការរចនាទំណុំប្រទាក់ដែលផ្តើមតបគ្រប់ខ្លួន (CSS 3, 2023)។

លច្ខផលវិនិកនៃគម្រោងនេះ គឺការបង្កើតបាននូវ Web Application មួយដែលអាចធ្វើត្រួចជានឹងយកបច្ចេកទេសផ្លូវតី (Intelligent Assistant) ដែលផ្តល់អនុប្បយោជនីស់ខាងក្រោមដូចខាងក្រោមនេះ។ ការកាត់បន្ថយណែនវេលាស្រាវជ្រាវ របស់អ្នកប្រើប្រាស់ ការផ្តល់អនុសាសនីដែលមានពាម្យភាព និងផ្តល់ការពិនិត្យសុខ្នួនភាព និងការជួយសិស្សនិស្សិតក្នុងការបង្កើតបច្ចេកទេសផ្លូវតី (Intelligent Assistant) ដូចខាងក្រោមនេះ។

## ១. បរិច្ឆេទ និងផ្ទាល់ខ្លួន (Background & Rationale)

### ៩.៣ បរិបទផ្សេងៗ

បច្ចុប្បន្ននេះ បង្កើតឡាយជាបន្ទីរកម្មបែលមិនអាចខ្សោះបានក្នុងដឹកជញ្ជូនប្រចាំឆ្នាំ ដាច់សេសស្របប្រើប្រាស់យកប៉ាវ និងការងារ។ របាយការណ៍នេះបង្ហាញថាព័ត៌មានមួយដែលស្ថាតហូន និងកំពុងរដែលជាកំលក់នៅលើទីផ្សារមានការកើតឡើងយ៉ាងខ្សោះដោយរៀងរាល់ត្រូវ (IDC, 2024)។ ភាពសម្បរបែបនេះ បើតែបានបង្ហាញថាបានបង្កើតជាបញ្ហាផ្លូវការប្រចាំឆ្នាំ និងការរាយការណ៍ និងប្រើប្រាស់បច្ចុប្បន្ន និងការងារ។

### ៣.២ បញ្ជាផែនជីថប្រចេះនៃ

- **បញ្ជាផី ១៖ ភាពស្តុកស្នាត្រោះជិត្រីស (Choice Overload):** អ្នកប្រើប្រាស់ជាប្រីជាប្រទេសនូវភាព "Decision Fatigue" បុរាណនឹងការសម្រេចចិត្ត ដោយសារមានជិត្រីសច្បូនពេក និងមិនយល់ពិពាក្យបច្ចេកទេសដូចជា CPU Cores, RAM Speed, ឬ GPU Architecture (Arxiv, 2021)។
  - **បញ្ជាផី ២៖ ការចំណាយពេលវេលាភ្លាហ៍រាយ៖** សិស្សនិស្សិត បុប្ផតិកកិរិយាល័យត្រូវចំណាយពេលវេលាប់ម៉ោងដើម្បីវានកវារ Review ប្រើប្រាស់បច្ចេកទេសមួយចិត្តមិញ។
  - **បញ្ជាផី ៣៖ ការណែនាំដែលមានភាពលំនៃំង់៖** ការសាកស្ដុរអ្នកលក់តាមហាង ជាប្រើប្រាស់ទូលបានចម្លើយដែលលំនៃំង់ទៅការដលិតផលដែលមានកំប្រឈានខ្ពស់ ជាដាច់ដលិតផលដែលសម្រេចបន្ទិនត្រូវការអ្នកទិញពិតិភាក្សា។

### ៩.៣ មូលហេតុផ្សេសនៃកម្មាធង់នេះ

## ៤. គោលចំណាម (Objectives)

#### ២. ៣ គោលបំណងទូទៅ (General Objective)

ឯកសារនេះគឺជាប្រព័ន្ធឌៃបញ្ជាញបច្ចេកទេស (Web-Based Expert System) ដូចមានសមត្ថភាពនិងការអនុវត្តន៍របស់វា និងផ្តល់ការណែនាំនៃការធ្វើសាស្ត្របញ្ហានៅក្នុងបណ្តុះបណ្តាល។

## ៤. ២ គោលបំណងជាក់លាក់ (Specific Objectives)



### ៣. គិតជាបន្ទាត់ក្រឡាយ (Project Scope)

### ៣. ៣ ក្នុងវិសាលភាព (In-Scope)

- **ប្រព័ន្ធជោនកាំ (Recommendation Engine):** មុខងារស្តូលដែលស្វែរអ្នកប្រើប្រាស់អំពី ថវិកា (Budget), គោលបំណង (Purpose), និង ម៉ាក (Brand Preference) ដើម្បីផ្តល់លទ្ធផល។
  - **ប្រព័ន្ធប្រចាំបាច់ (Comparison Module):** មុខងារនេះត្រូវបានរចនាទុកដាក់ដើម្បីសង្គមពីភាពជាល ២ ដើម្បី មិនបានបញ្ជាក់ថាសម្រាតប្រចាំបាច់គ្មាន។ នៅពេលប្រចាំបាច់ គឺជាប្រព័ន្ធដែលបានរាយការណ៍ពីភាពជាល ២ ដើម្បី មិនបានបញ្ជាក់ថាសម្រាតប្រចាំបាច់គ្មាន។
  - **ការគ្រប់គ្រងមិនឃើញ (Admin Dashboard):** មុខងារសម្រាប់ Admin ត្រួតពិនិត្យការបន្ថែម, លើប, ឲ្យកែប្រែ (CRUD) និងកែតាមរយៈគេហទ័រ (Database MySQL)។

## ៣. ២ ក្រសួងពាណិជ្ជកម្ម (Out of Scope)

- **មិនមានការដោកកើតប្រើប្រាស់ជាសាធារណៈ (No Public Hosting):** ប្រព័ន្ធនឹងដំណើរការត្រួមតែនៅលើម៉ាស៊ីនភ្លើងស្តុក (localhost/Flask Dev Server) ប៉ុណ្ណោះ មិនមានការបង្រៀនលើ Cloud Server ទេ។
  - **មិនមានមុខងារទូទាត់ប្រាក (No Payment Gateway):** ប្រព័ន្ធនេះគ្រាន់តែណែនាំប៉ុណ្ណោះ មិនមានការលក់ដូចជាលំនៅទេ។
  - **មិនគឺផ្ទាល់លក្ខណៈទូទាត់ (No Second-hand Market):** ទិន្នន័យផ្តាស់ពេលលើផលិតផលថ្មី និងព័ត៌ម្ភិជ្រាវផ្តុំការ។
  - **មិនមាន Mobile App (Native):** ប្រព័ន្ធនេះជាកម្មវិធី Web Application ដែលដំណើរការលើ Browser ប៉ុណ្ណោះ។

## ៤. អ្នកប្រើប្រាស់ និងតម្លៃ (Users & Roles)

លេខាជនទិន្នន័យ (Role)	សិទ្ធិ/ការងារ (Permissions)
Admin (អ្នក គ្រប់គ្រង)	មានសិទ្ធិពេញលេញប្រព័ន្ធ (Full Access) រួមទាំងការគ្រប់គ្រងគណនីអ្នកប្រើប្រាស់ (User Management), ការកំណត់រចនាលម្អិតប្រព័ន្ធ, និងការមិនបាយការណ៍សរុប។
Staff (អ្នក បញ្ជាក់ទិន្នន័យ)	មានសិទ្ធិអនុវត្តមុខងារ CRUD (Create, Read, Update, Delete) ទៅលើមូលដ្ឋានចំណោះដឹង (Knowledge Base) ដូចជាការបន្ថែមមួយដែលមួយសំឡើង ឬកែប្រតេផ្តិច្បារ ឬផ្តល់មិនអាចលើបគណនី Admin បានទេ។
End User (អ្នក ប្រើប្រាស់)	មានតម្លៃវិញ Login សម្រាប់ការប្រើប្រាស់មុខងារវិនិច្ឆ័យ (Diagnosis/Recommendation) ទេ។ ពួកគេអាចធ្វើឱ្យសំណួរ, មិនបានចូលរួមនៅក្នុងការប្រើប្រាស់មុខងារប្រចាំថ្ងៃដែលបាន។

## ៤. តម្រូវការ (Requirements)

### ៤. ១ តម្រូវការមុខងារ (Functional Requirements)

យោងតាមស្ថាដំណោះ IEEE 29148 សម្រាប់ការសរស់ព័ត៌មាន (IEEE, 2018), ប្រព័ន្ធគ្រើមានមុខងារស្តីពីខាងក្រោម៖

- ៤. ក. ១ (FR1) - ការប្រមូលពិមាន (Input Processing): ប្រព័ន្ធគ្រើដូលស្នើរចំណុចប្រចាំថ្ងៃ (Form) ដើម្បីទិញអ្នកប្រើប្រាស់ដើម្បីសរស់ពេលក្នុងក្នុងការប្រើប្រាស់ (Budget Range), ប្រភេទការប្រើប្រាស់ (Gaming, Camera, Study), និងប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការដែលចូលចិត្ត (iOS/Android/Windows)។
- ៤. ក. ២ (FR2) - ម៉ាស៊ីនិវិធី (Inference Engine): ប្រព័ន្ធគ្រើប្រើប្រាស់ក្នុងដោះស្រាយ Forward Chaining ដើម្បីផ្តល់ឱ្យឯកសារ (Inputs) ជាមួយច្បាប់ (Rules) តួនាទី Database និងបង្កើតជាលទ្ធផលដោយការប្រើប្រាស់បច្ចុប្បន្ន។
- ៤. ក. ៣ (FR3) - ការបង្ហាញលទ្ធផល (Result Visualization): ប្រព័ន្ធគ្រើបង្ហាញពិមានលម្អិតនៃផែនដែលដោយបង្កើតជាលទ្ធផលដោយការប្រើប្រាស់របៀបការណ៍ (Explanatory Facility)។
- ៤. ក. ៤ (FR4) - ការគ្រប់គ្រងចំណោះដឹង (Knowledge Management): Admin គ្រើពេនវាថបន្ថែម ឬកែវប្រចាំថ្ងៃ (Rules) តាមរយៈចំណុចប្រចាំថ្ងៃដែលបានការពារ (Hard-coding)។

### ៤. ២ មិនមែនតម្រូវការមុខងារ (Non-Functional)

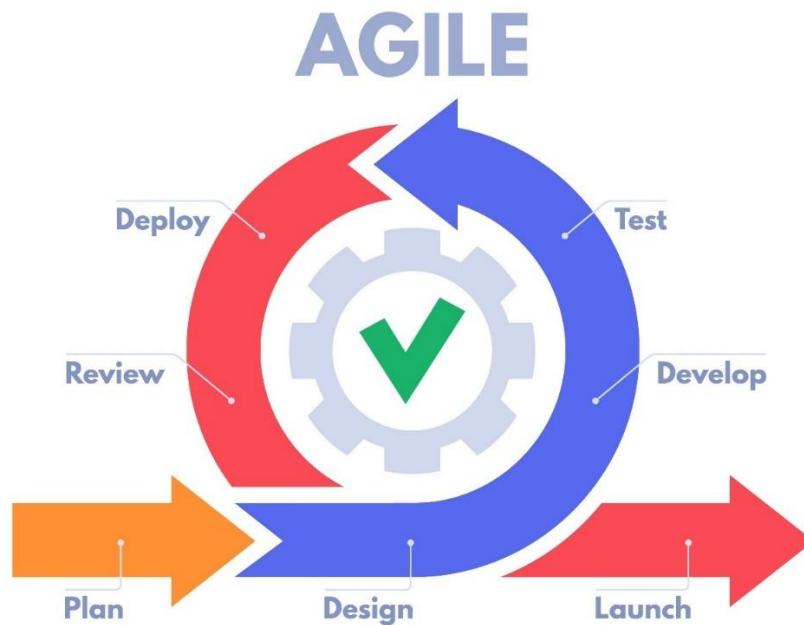
- ៤. ន. ក. ១ (NFR1) - សុវត្ថិភាព (Security): ប្រព័ន្ធគ្រើការពារប្រាស់និងការវាយប្រហារប្រភេទ SQL Injection និង XSS ដោយប្រើប្រាស់មុខងារការពារដែលមានស្នាប់នៅក្នុង Flask និង SQLAlchemy, ន្រួចបានស្ថាដំណោះ OWASP Top 10 (OWASP, 2021)។
- ៤. ន. ក. ២ (NFR2) - ប្រសិទ្ធភាព (Performance): ប្រព័ន្ធគ្រើមានរយៈពេលឆ្វេងតប (Response Time) តិចជាង ២ វិនាទី សម្រាប់ការដោរការ Inference Engine លើមិនូវការបង្កើតឡើង ៥០ ម៉ោង (ISO 25010)។

- **ម.៣.ក.៣ (NFR3) - ភាពអាយត្ថ្តុលប្រើ (Usability/Responsiveness):** ចំណុចប្រទាក់អ្នកប្រើប្រាស់ (UI) ត្រូវតែងប្រពាមថា ការប្រើប្រាស់របស់ពួកគេ និងកំពូច់ (Responsive Design) ដោយស្វ័យប្រវត្តិ ដោយប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យា Tailwind។
  - **ម.៣.ក.៤ (NFR4) - ភាពអាចុកចិត្តបាន (Reliability):** ប្រព័ន្ធដ្ឋានបានយកការ Validation ដើម្បីធានាថា ទិន្នន័យដែល Admin បញ្ជូន (ផ្ទុចជាតិផ្លូវ ឬលើកដែលបានបញ្ជូន) គឺត្រឹមត្រូវ និងមិនមានការចែងចាយនៃការក្រឡុកក្នុង Database ។

#### ៦. តិចិនាយណ្ឌនភីទម្រូវ (METHODOLOGY / SDLC)

### ៩. ៣ ការធ្វើសម្រេចក្នុង SDLC

ដើម្បីដោះស្រាយលក្ខណៈទិសេសនៃគម្រោងប្រព័ន្ធដំនាំងដែលទាមទារ ការប្រមូលចំណោះដឹង (Knowledge Acquisition) ទិន្នន័យរបច្ឆេកវិញរាជធានីប្រចាំឆ្នាំលរបៀស និង ការកែតម្រូវថ្មាប់ (Rule Refinement) តាមយប់លយោ ក្នុងការងារបានជើសវិសេសប្រចាំឆ្នាំអភិវឌ្ឍន៍អេក្រង់ (Agile - Iterative Model)។



## ៦. ២ ហេតុផលសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ Agile

ភាពចាំបាច់របស់ គម្រោង	អន្តោយប្រាក់របស់ Agile
សម្រាប់ការប្រើប្រាស់ (High Flexibility)	ទីផ្សារស្ថាតប្រឈម និងកំពុងរមានការធ្វើសំបុរាណដោយ និងមួយដែលត្រួតពិនិត្យ។ Agile អនុញ្ញាតឱ្យ យើងធ្វើបច្ចុប្បន្នភាព Rule Set និងទិន្នន័យដិតផលបានភ្លាម។ ទៅបីជាសិតក្នុងដឹងការ កាលសរស់រក្សាទីដោយ។
ការផ្តល់ឱ្យជាត់ចំណោះដឹង (Validation)	យើងអាចទទួលបានមធ្យាក់ប្រើប្រាស់សាកល្បង (Test Users) នៅចុងបញ្ហាប់នៃ Sprint និមួយៗ ដើម្បីវិភាគពេលដោយ។ តើការណែនាំបស់ប្រព័ន្ធឌីតាសមបោតុផលនិងតម្រវេការដាក់ស្ថិតដែរប្រចាំ (Scrum Guide, 2020)។
ការបញ្ចប់រាយហានិភ័យ (Risk Reduction)	ការធ្វើពេលដែលប្រឈម (Early Testing) ជួយឱ្យយើងរកដើរការណែនាំប្រព័ន្ធឌីតាសមបោតុផលនិងតម្រវេការដាក់ស្ថិតដែរប្រចាំ។

## ៦. ៣ ដំណឹងការអនុវត្តតាមវគ្គ (Sprint Planning)

ជាមីនុយការអនុវត្តន៍នឹងត្រូវបានបង់ចេកជាផ្លូវការ ៤ វគ្គ (Sprints) សំខាន់ៗ ដែលវគ្គនិមួយៗមានរយៈពេលពី ២ ថ្ងៃ ៣ សប្តាហី៖

វគ្គ (Sprint)	រយៈពេល	សកម្មភាពសំខាន់ៗ	លម្អិត (Deliverables)
Sprint 0: Planning & Design	សប្តាហី ១	សិក្សាព្រម្ពរករារ, រចនា ERD, និងរូបរាងក្នុង Tailwind CSS, Flask 2.3	SRS Doc, Database Schema
Sprint 1: Core Backend	សប្តាហី ២-៤	ដំឡើង Flask Env, ពាក្យប់ MySQL ជាមួយ SQLAlchemy, និងបង្កើត Login/Session	Functional Backend, User Auth
Sprint 2: Data & Rules	សប្តាហី ៥-៧	បង្កើតមេរបច្ចេកទេនទិន្នន័យ (WTForms) និងសរស់រក្សាទី Inference Engine (Python Logic)	Product CRUD, Basic Rec. Engine

Sprint 3: UI & Integration	សប្តាហ៍ទី ៤-១០	រចនា UI ជាមួយ Tailwind CSS និង Jinja2, តាមរបៀប Frontend ទៅ Backend ។	Complete UI, Responsive Pages
Sprint 4: Testing & Manual	សប្តាហ៍ទី ១១-១២	សរសេរគេងដោយប្រើ Pytest, សរសេរ ឯកសារ Manual Docs, និងកែសម្រួលកំបុស។	Final System, User Manual

## ៣. បច្ចេកវិទ្យា និងឧបករណ៍ (Technology Stack)

ខាងក្រោមនេះជាតារាងលម្អិតនៃបច្ចេកវិទ្យា និងឧបករណ៍ដែលបានធ្វើឱសសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍប្រព័ន្ធដែលត្រូវការកំណត់ចំណាំ នៃការអភិវឌ្ឍប្រព័ន្ធ ដោយបញ្ជាក់ថាមួយលក្ខណៈបច្ចេកទេសច្បាស់លាស់<sup>3</sup> ។

ផ្នែក (Component)	ជម្រើស/Technology	មូលហេតុឱសរើស (Rationale)
Frontend	HTML5 / Jinja2 Templates	ប្រើប្រាស់ Jinja2 ដើម្បីបង្ហាញទិន្នន័យ (Server-side Rendering) ពី Flask មកកាន់ HTML ដោយធ្វាត់ និងមានស្ថាផ្ទ័រភាព។
	Tailwind CSS 3	យើងប្រើប្រាស់ Tailwind CSS ជាកិច្ចការ Utility-First Framework ដែលអនុញ្ញាតឱ្យរចនា UI បានលើក និងមានភាពបំបនខ្ពស់ (Custom Design)។
	Vanilla JS	ប្រើប្រាស់ JavaScript ធម្មតា (ត្រាន Framework ផ្លូវ) សម្រាប់ការធ្វើ Interactivity លើថែរសំណាយ ដើម្បីក្រុម្ភៈប្រព័ន្ធឌីជីថី។
Backend / Logic	Python 3.12	ភាសាស្ថិតិសម្រាប់ការសរស់ Inference Engine និងការកិច្ចការ។
	Flask 2.3	Framework ស្ថិតិសម្រាប់បង្កើត Web Application ដែលមានលក្ខណៈស្ថាបន និងការកំណត់រute។
	WTForms 3.1.2	បណ្តាល់យសម្រាប់បង្កើត និងក្រប់គ្រង Forms ត្រួមទាំងធ្វើ Validation ទិន្នន័យពីផ្នែកប្រើប្រាស់បានយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាព។

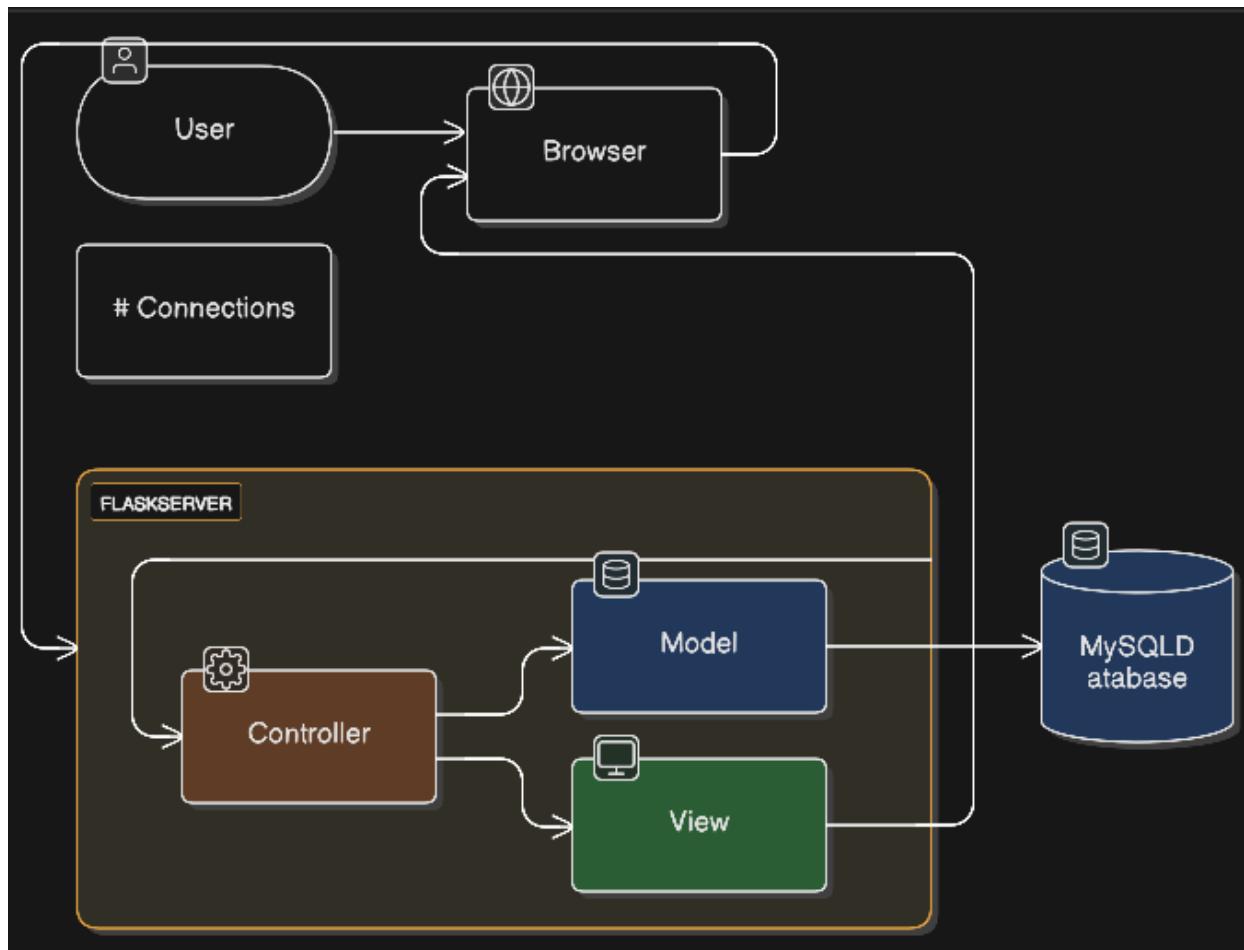
	<b>SQLAlchemy</b> 2.0.45	(Version as requested) ORM សម្រាប់គ្រប់គ្រងការតាម្យាប់ និងប្រពិបត្តិការជាមួយ MySQL Database ដោយមិនបានសរស់ Raw SQL ឡើង។
	<b>Sessions</b>	ប្រពិប្រាស់ Flask Sessions (Server-side) ដើម្បីរក្សាទុកស្ថានភាពរបស់អ្នកប្រើប្រាស់ (State Management) អំឡុងពេលធ្វើឱ្យសំណូរ។
<b>Database</b>	<b>MySQL 8.0</b>	ប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងទិន្នន័យទំនាក់ទំនង (RDBMS) សម្រាប់រក្សាទុកព័ត៌មានដឹកជញ្ជូន និងច្បាប់ (Rules)។
<b>Server / Tools</b>	<b>Flask Dev Server</b>	ប្រពិប្រាស់ Server របស់ Flask ធ្វើឱ្យសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍ និងបង្ហាញលម្អិតជាល (Local Environment) ដោយមិនចាំបាច់ប្រើ Gunicorn។
	<b>Pytest</b>	ឧបករណ៍សម្រាប់ធ្វើពេលស្ថី (Unit Testing) ដើម្បីធានាថា Logic នៃការណែនាំដែលការត្រួមត្រូវ។
	<b>Microsoft Word</b>	ការរំបែកសារបច្ចេកទេស និងស្រួលរក្សាទុកដោយធ្វើឱ្យសំណើយធ្វើឱ្យ (Manual)។
<b>Database</b>	<b>MySQL 8.0</b>	ជាប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងទិន្នន័យទំនាក់ទំនង (RDBMS) ដែលអនុញ្ញាតឱ្យប្រើប្រាស់ Foreign Keys ដើម្បីរក្សាប់ទំនាក់ទំនងរវាងតារាង Products និងBrands បានយ៉ាងអំពី (MySQL Manual, 2023)។
<b>Tools &amp; Standards</b>	<b>Git &amp; GitHub</b>	ឧបករណ៍សម្រាប់គ្រប់គ្រងកំណែក្នុង (Version Control) ដែលអនុញ្ញាតឱ្យសមាជិកក្រួមធ្វើការរួមគ្នាដោយគ្នានៃការបាត់បង់ទិន្នន័យ (Pro Git, 2020)។
	<b>VS Code</b>	កម្មវិធីសរស់រក្សី (IDE) ដែលមាន Extensions ជីឡូយបានគ្រប់គ្រងសម្រាប់ Python និង Web Development។
	<b>Zotero</b>	សម្រាប់គ្រប់គ្រងការសរស់រក្សី Reference តាមច្រង់ IEEE យ៉ាងត្រួមត្រូវ។

## ៤. ខែវាល់ខ្លែនប្រព័ន្ធ (System Design)

## ៤. ១ Architecture Overview

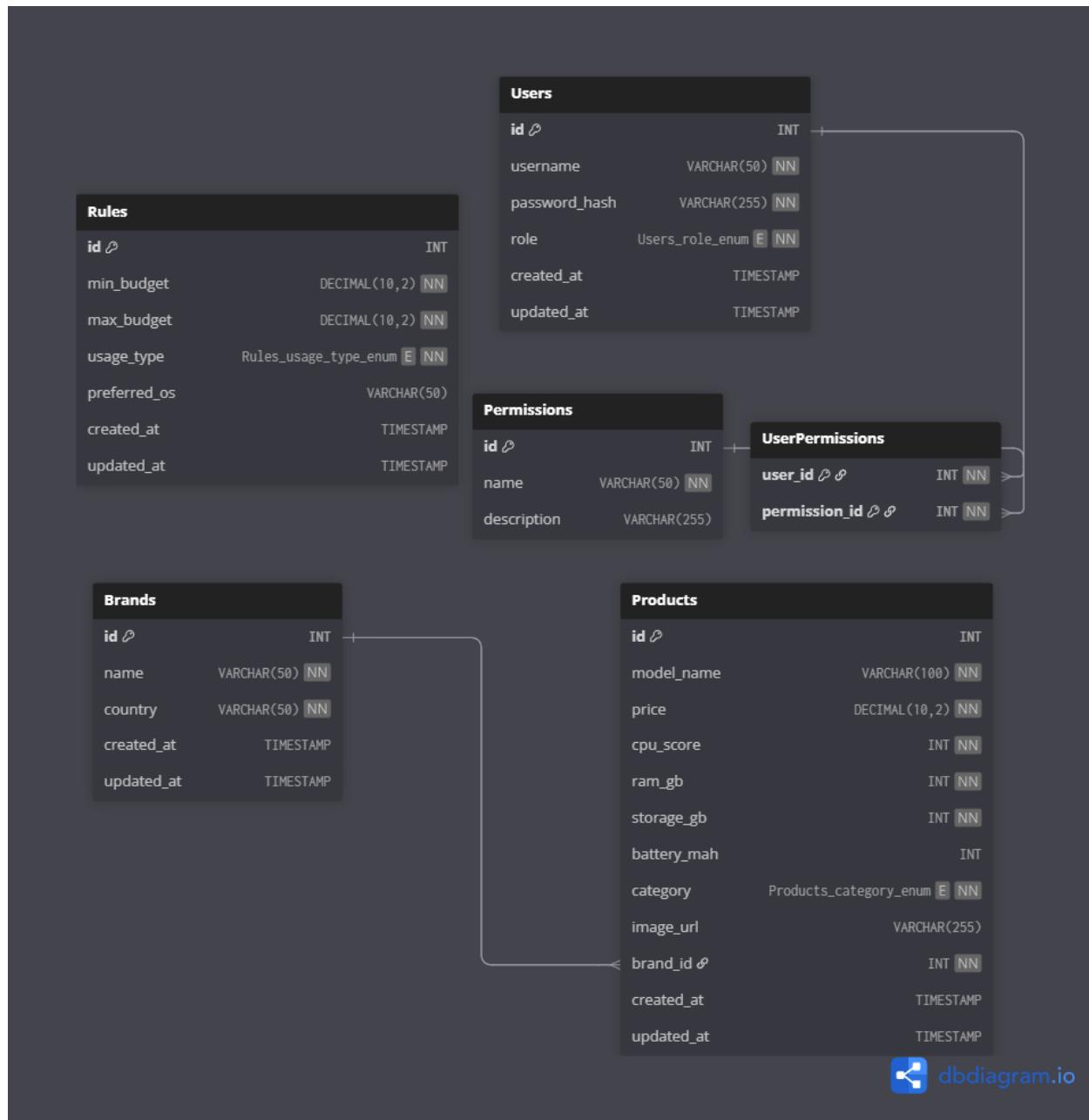
ប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងការងារដោយប្រើប្រាស់សាបត្រកម្ម Model-View-Controller (MVC) ជាអមេងគំនិត (MVC-inspired Architecture) ដែលប្រពេញនូវតួយ៉ាងច្បាស់ល្អុយនៅក្នុងការអភិវឌ្ឍន៍ Web Application ដោយប្រើ Flask Framework (Flask Docs, 2024)។ នៅក្នុងនេះ ការងារត្រូវបានបង្កើតឡើងជាអាជីវកម្ម MVC ដោយការងារធ្វើឱ្យការងារកំណត់តាមការងារ។ ការបង្កើតនេះ ត្រូវបានបង្កើតឡើងជាអាជីវកម្ម Model, View និង Controller ដូចមួយ។ ការងារនេះ ត្រូវបានបង្កើតឡើងជាអាជីវកម្ម Model (Database Layer): ប្រើប្រាស់ SQLAlchemy ដើម្បីកំណត់រចនាសម្ព័ន្ធទិន្នន័យ (Table Schema) និងគ្រប់គ្រងការពារណាប់ខ្លួន MySQL Database។

- View (Presentation Layer):** ប្រើប្រាស់ Jinja2 Templates រួមជាមួយ Tailwind CSS 3 ដើម្បីបង្កើតចំណាំប្រព័ន្ធខ្លួន (User Interface) ដែលបង្ហាញ Form សំណួរ និងលទ្ធផលណែនាំ។
- Controller (Business Logic Layer):** ប្រើប្រាស់ Python Functions នៅក្នុង Flask Routes ដើម្បីដំឡើងការ Inference Engine (Forward Chaining Logic) ត្រូវការផ្តល់នូវផែនការ (Input) ដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងជាអាជីវកម្ម។



## ផ. ៤ Database Design (ERD)

យោងតាមគោលការណី Relational Database (MySQL Manual, 2023), មួលដ្ឋានទិន្នន័យត្រូវបានរចនាទៅដើម្បី  
ដោយមានពាណិជ្ជកម្ម (Entities) និងទំនាក់ទំនង (Relations) សំខាន់ៗដូចខាងក្រោម៖



### ផ.៣ UI/UX Mockup

ចំណាំប្រព័ន្ធគ្មានអ្នកប្រើប្រាស់ដោយធ្វើតម្លៃភាពពេលប្រើប្រាស់ (Usability) និងការបង្ហាញលម្អិតលម្អិត។  
ច្បាស់លាស់ (NNGroup, 2021)៖



Tell us your needs. We'll find your perfect teach.

\$300-\$2000

Usage Purpose



Gaming



Study



Office

Brand Preference (Optional)

Select a brand

Find My Device

- Home/Diagnosis Screen: ជារូមចំណាំ Form ដែលមានជាប្រើប្រាស់ (Dropdown/Slider) សម្រាប់ធ្វើសរើស ថ្មីការ និង ការប្រើប្រាស់។

Recommendations

**Best Match**

**MSI KATANA 17**  
\$1.999

Processor: i11200 | RAM: 16GB | Battery: 14 hrs

Explanation: Why this fits: This device delivers the best CPU performance for your gaming needs, \$1500 budget.

**View Details**  Compare

**AlienWare**  
\$1.799

Processor: 8500 | RAM: 16GB | Battery: 18 hrs

**View Details**  Compare

**MSI THIN 15**  
\$999

Processor: 8500 | RAM: 16GB | Battery: 18 hrs

**View Details**  Compare

- Result Screen: បង្ហាញការធនិតជាល (Product Cards) ចំនួន ៣ ដែលអ្នបំផុត ដោយមានបីតុង "Compare"។

The screenshot shows the 'Tech Advisor' Product Management application. On the left sidebar, there are navigation links: Dashboard, Manage Products (selected), Manage Rules, and User Management. The main area is titled 'Product Management' and displays a summary card with 'Total Products' (123) and a button to '+ Add New Product'. Below this is a table listing four laptops:

ID	Model	Brand	Price	Stock Status	Action
1	MSI	MSI	\$999	In Stock	
2	Dell	Dell	\$599	In Stock	
3	Asus	Asus	\$799	Out Of Stock	
4	AlienWare	AlienWare	\$1299	In Stock	

Pagination controls at the bottom show pages 1, 2, 3, and >.

- Admin Dashboard: ពារឃាត CRUD សម្រាប់គ្រប់គ្រងធនិតជាល និងមែនស្ថិតិអ្នកចូលនូវនាយក។

### ៤. ដំណោះស្រាយនូវការងារ (Work Plan & Timeline)

ខាងក្រោមនេះជាពារឃាតរបស់ក្រុមហ៊ុន ១២ សប្តាហ៍ ដោយចំណាំការប្រើប្រាស់ Agile Sprints:

សប្តាហ៍ (Week)	ជីវាកំកាល (Phase)	សកម្មភាពលម្អិត (Detailed Activities)	លម្អិតជាល (Deliverables)
Week 1	Planning & Setup	- ស្នើសុំការប្រើប្រាស់ការប្រព័ន្ធ (Requirements) - តម្លៃង Python, Flask, MySQL, និង Git - បង្កើតគម្រោង Hello World ក្នុង Flask Environment	Project Environment Ready

Week 2	Database Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>- រចនា ERD ដូចជាអ្សាយសម្រាប់ Users, Brands, Products, Rules</li> <li>- សរសេរ SQL Script (DDL) ដើម្បីបង្កើតពាណិជ្ជកម្ម MySQL 8.0</li> <li>- ពេលវេលាដែលបានបង្កើតឡើងនៅក្នុង SQLAlchemy</li> </ul>	Final ERD & Database Created
Week 3	Backend Foundation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- បង្កើត Flask Routes សម្រាប់ផ្លូវដើម និងទីផ្សារ Admin</li> <li>- បង្កើត WTForms សម្រាប់ Login និងការបញ្ចូលដំឡើតផល</li> <li>- អនឡុវត្សមុខងារ flask_login សម្រាប់សុវត្ថិភាព Admin</li> </ul>	Admin Login Functional
Week 4	CRUD Implementation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- សរសេរមុខងារបញ្ចូលទិន្នន័យ (Create Product)</li> <li>- សរសេរមុខងារបង្ហាញបញ្ជីដំឡើតផល (Read Product List)</li> <li>- បញ្ចូលទិន្នន័យដំឡើតផលពិតចំនួន ១០ សម្រាប់ពេលវេលា</li> </ul>	CRUD System Working
Week 5	Frontend Layout	<ul style="list-style-type: none"> <li>- តម្លៃង Tailwind CSS 3 តាមរយៈ CDN ឬ NPM</li> <li>- បង្កើត Layout ឯម (Base Template) ដោយប្រើ Jinja2</li> </ul>	Basic UI with Tailwind

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- រចនាអមេរិក Form ឱ្យអ្នកស្រាប់ចិត្តរស្វើដែរ (Search Page)។</li> </ul>	
Week 6	Inference Logic (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- បង្កើតនូវ Python Function សម្រាប់ Expert System Logic</li> <li>- កំណត់ពិន្ទុ (Scoring System) សម្រាប់ CPU/RAM ឱ្យត្រួតពិនិត្យការប្រើប្រាស់ (Gaming vs Office)។</li> </ul>	Scoring Algorithm Draft
Week 7	Inference Logic (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ភ្លាប់ Form ពី Frontend មកការណា Logic នៅ Backend</li> <li>- សរសោរ Query ដើម្បីទាញយកដឹតផល ដែលត្រួតពិន្ទុ (Match Making)</li> <li>- ប្រើប្រាស់ Flask Sessions ដើម្បីក្រឡើង ចម្លើយអ្នកប្រើ។</li> </ul>	Recommendation Engine Beta
Week 8	UI & Integration	<ul style="list-style-type: none"> <li>- បង្ហាញលទ្ធផលណ៍ (Result Page) ជាការណ៍ដឹតផលសាត់</li> <li>- សរសោរ Vanilla JS ពិចត្តមសម្រាប់ការធ្វើអន្តរកម្ម (Interactions) លើមិនពីរ។</li> </ul>	Integrated UI Flow
Week 9	System Integration	ភ្លាប់ប្រើប្រាស់ Module (Auth, CRUD, Logic, UI), Optimize Query និង Code Structure	Full System (Alpha)
Week 10	Testing	Unit Testing ដោយ Pytest, Manual Testing តាម User Scenarios, Bug Fixing	Stable System

Week 11	Documentation	សរសើរ User Manual, Technical Documentation, Installation Guide	Complete Documentation
Week 12	Finalization	Code Cleanup, Final Review, ឯកចាប់ Final Report និង Presentation Slides	Final System & Presentation

(សម្រាប់ ស្ថាមួយ Gantt Chart នៅក្នុង Appendix D)

## ១០. លទ្ធផល (Expected Outputs/Deliverables)

- ល.រ.ន.១: ឯកសារបញ្ជាក់តម្រូវការប្រព័ន្ធ (SRS Document) ដែលមានលម្អិតពី Use Case និងតម្លៃដូចខាងក្រោម
- ល.រ.ន.២: មូលដ្ឋានទិន្នន័យចំណែក (Knowledge Base) ពាណិជ្ជកម្ម MySQL (Products & Rules Data)។
- ល.រ.ន.៣: Source Code ដែលបានរចនាបាននៅក្នុង Git Repository។
- ល.រ.ន.៤: របាយការណ៍ពេលវេលា (Test Report) ដែលបង្ហាញពីលទ្ធផលនៃការធ្វើពេលវេលាឌីម្បាសនៃការណែនាំ។
- ល.រ.ន.៥: សិក្សាត្រូវការណ៍អ្នកប្រើប្រាស់ (User Manual) សម្រាប់ Admin (របៀបបញ្ចប់ទិន្នន័យ) និង User។

## ១១. ការបង្កើតនិងប្រព័ន្ធសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ (QA & Testing)

ដើម្បីធានាថ្មីប្រព័ន្ធដែលរួមចំណែកការបង្កើតនិងប្រព័ន្ធឌីម្បាស និងមានសុវត្ថិភាព ការពេលវេលាឌីម្បាសនៃការងារ ISO 25010 (ISO, 2011)។

- Unit Testing: ប្រើប្រាស់ unittest library របស់ Python ដើម្បីពេលវេលាឌីម្បាសនៃការងារ (ឧទាហរណ៍: តម្លៃមុខងារ calculate\_score())។
- Integration Testing: ពេលវេលាឌីម្បាសនៃការងារ និង MySQL Database ចាប់ពីការបង្កើតនិងប្រព័ន្ធនៅរដ្ឋមន្ត្រី។
- UAT (User Acceptance Test): ប្រើប្រាស់សាកល្បងចំនួន ៥ នាក់ ធ្វើការស្លែងរក្សាស័ព្ទ និងរាយការណ៍ ចំណែកការងារ និងរបៀបបង្កើតនិងប្រព័ន្ធឌីម្បាស។

• Acceptance Criteria (AC):

- AC1: ប្រព័ន្ធឌ្ឋានការណែនាំយោងបានបាត់ ១ ដល់ពីរដល់ ហើយនៅពេលដែលមិនអាចប្រើបាយ (Fallback Logic)។
- AC2: ពាល់រៀលដែលត្រូវតាមចាប់អាសយដ្ឋាន ២ វិនាទី។

## ១៧. ហានិត័យ និងការស្វែងរកជាបន្ទូល (Risks & Mitigation)

ហានិត័យ (Risk)	ផលបែនពេល	កម្រិត	ការការតែបន្ទូល (Mitigation Strategy)
Outdated Data (ពេលខ្លួនស្ថាប្រព័ន្ធ)	មធ្យម (Medium)	Medium	បង្កើតមុខងារ Admin Panel ដើម្បីផ្តល់នាយកស្រួលកែត្រួតពេលបានរបៀប (Real-time Update)។
Logic Errors (ការណែនាំខុស)	ខ្ពស់ (High)	High	ធ្វើ Manual Validation និង Rules ជាមួយនឹងកិច្ចការណែនាំ IT មុនពេលបញ្ចូនកុំងករ។
Data Loss	ខ្ពស់ (High)	High	ធ្វើការ Backup Database ជាប្រចាំសប្តាហី (Weekly SQL Dump) និងប្រើប្រាស់ Git ។

## ១៨. តួនាទីក្រោម (Team Roles & Responsibilities)

សមាជិក	តួនាទី	ការរិះសំខាន់
លោង សុខអាមេរិក	Project Manager (PM)/QA/Tester	ដឹកនាំការងារ, សរស់របាយការណ៍, និងសម្របសម្រួលក្រុម។ បង្កើត Test Cases, រកកំហុស (Bugs), និងសរស់របាយការណ៍។
លីម វតនា	Backend Developer	អភិវឌ្ឍន៍ Inference Engine (Python/Flask) និង Database (MySQL)។
ជីវិត ថាមុន	Frontend Developer	រចនា UI (Tailwind/Jinja2) និងធានាថារី Responsive។

## ១៤. ចំណាំ (Budget) (ប្រធានិតថ្វីត្រួវការ)

**មិនព្រមទាំង (Not Applicable):** ដោយសារតម្រាងនេះជំណើរការលើម៉ាស៊ីនផ្ទាល់ (localhost) និងប្រព័ន្ធឌ្ឋានសំខាន់សំខាន់។ ក្នុងការបង្កើតគម្រោង ឯកសារនេះ អ្នកអាចប្រើប្រាស់បច្ចុប្បន្នទូទៅដូចជា Open Source ធម្មជាតិ ដូចជា Flask, MySQL, និង Tailwind CSS ហើយ នៃព័ត៌មានពីការបង្កើតគម្រោង ឯកសារនេះ មិនមែនព្រមទាំងបានបញ្ជាក់ថាអ្នកអាចបង្កើតគម្រោង ឯកសារនេះ ដោយប្រើប្រាស់បច្ចុប្បន្នទូទៅដូចជា Hosting ឬ Domain Name ទេ។

## ១៥. សេចក្តីសន្លឹជាន (Conclusion)

សរុបសេចក្តីមក គម្រោង "ប្រព័ន្ធឌីឡាទ្វាកំការធ្វើសវិសស្នាតហ្មន និងកំព្យូទ័រ" នេះនឹងដើរត្រនាគិយាងសំខាន់ភ្លាមការដោះស្រាយបញ្ហា "រាជធ្លើអនុវត្តន៍ដៃល្អីស" សម្រាប់អ្នកប្រើប្រាស់ទូទៅ។ ដោយប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យា Flask និង Expert System Logic, យើងរួចរាល់នឹងបង្កើតបាននូវដីណោះស្រាយដែលមានប្រសិទ្ធភាព ចំណាយពិច និងងាយស្រួលប្រើ។ ដោតជីថយនៃគម្រោងនេះមិនត្រួមតែផ្តល់ការសម្រេចចិត្តឱ្យប្រើប្រាស់ទៅក្នុងការបង្កើតប្រព័ន្ធ ប៉ុន្តែមិនត្រូវជាផ្លូវការដែលមិនមែនប្រព័ន្ធឌីឡាទ្វាកំការធ្វើសវិសស្នាតហ្មន និងកំព្យូទ័រ។

## វិត្យសារយោង (References)

No.	Site / Link (Download Source)	Translate (KH)	Content (Micro-Detail / Main Idea)	Page No	Note (For Proposal Section)
1	[PDF] Rule-Based Expert System for Electronic Product Recommendation(2021)	ប្រព័ន្ធអង់គ្លេស ជំនាញរៀបចំផ្តើម លើថ្មាប់ សម្រាប់ការ ណែនាំ ផលិតផល អេឡិចត្រូនុ និក	Expert System / Recommendation: Methodology for using rule-based logic to suggest electronic products.	Page 1	Expert System & Recommendation Engine
2	[PDF] Optimizing Smartphone	ការបង្កើន ប្រសិទ្ធភាព	Smartphone Recommendation:	Page 1	Problem Domain & Solution

	Recommendation System through Adaptation of Genetic Algorithm (2021)	ប្រព័ន្ធ ណែនាំ ទូរសព្ទអ្នកត្រួត ដី	Applying genetic algorithms to Progressive Web Applications.		
3	[PDF] Expert System Design for Laptop Recommendation Using Forward Chaining (2021)	ការរចនា ប្រព័ន្ធអ្នក ជំនាញ សម្រាប់ ណែនាំកំពូល ទៅយករដ់ដោយប្រើ Forward Chaining	Forward Chaining: Design and implementation of an inference engine for laptop selection.	Page 1	Inference Engine
4	[PDF] Rule-Based Recommendation Systems: A Systematic Review (2021)	ប្រព័ន្ធ ណែនាំផ្តើក លើច្បាប់ ការពិនិត្យ ឡើងវិញជាប្រព័ន្ធ	Rule-Based Filtering: Comprehensive review of current filtering techniques and architectures.	Page 1	Literature Review
5	[PDF] Knowledge-Based Recommendation Systems: State of the Art (2022)	ប្រព័ន្ធ ណែនាំផ្តើក លើចំណោះ ដី	Expert Systems: Overview of modern knowledge-based recommendation technologies.	Page 26 Page 30 Page 54	Related Works

6	[Book] Mastering Flask Web and API Development (2024)	ការ គ្រប់គ្រង ការអភិវឌ្ឍន៍ Flask Web និង API	Flask Backend: Detailed technical guide on building web backends and APIs using Flask.	Page 3 Page 26 Page 35	Backend Implementation
7	[PDF] MySQL 8 Reference Manual (2023)	ស្រួលរក្សា ណែនាំ MySQL 8	Database Server: Official technical specifications and management for MySQL 8 databases.	Page 10	Database Design
8	[PDF] Foundations of Computational Agents (Python AI) (2021)	មួលដ្ឋានគ្រឹះ នៃភ្លាក់ងារ គណនា	Expert System Theory: Theoretical framework for AI agents and expert systems using Python.	Page 109 Page 381	Expert System Theory
9	[PDF] The Scrum Guide (2020)	មត្តិលក្ខណៈ Scrum	Agile / Scrum: The official standard for project management and team collaboration.	Page 3 Page 5-6	Methodology

10	[Book] Learning Path Learn Web Development with Python (2020)	មាតិរោន អភិវឌ្ឍន៍រឹប ជាមួយ Python	Python Web Development: Educational path for building web applications with Python.	Page 10 Page 16 Page 17	Backend
11	[Book] #1 Book for Python Programming to AI and Automation (2025)	ស្រីរក្រោត Python សម្រាប់ការ សរស់រក្សា និង AI និង ស្វ័យប្រវត្តិ កម្ម	Python & AI: Comprehensive guide from basic programming to advanced AI automation.	Page 2 Page 3	Programming & AI
12	[PDF] AI Rule-Based Expert System: Diagnosis of Bean Diseases (2025)	ប្រព័ន្ធអេក្រង់ ដំឡាសោ AI និង ការវិនិច្ឆ័យ ដើមីសំណូក	AI Rule-Based Expert System: Practical application of rules for diagnosis and treatment.	Page 1 Page 2	AI Implementation
13	[PDF] Architecting an AI-Driven Decision Support System (2025)	ការចែន ប្រព័ន្ធកំពេង ការសម្រេច ចិត្តផែល ដឹកនាំជោយ AI	Decision Support System: Technical review of online learning and assessment architectures.	Page 1 Page 3	System Architecture

14	[PDF] Explainability-Driven Quality Assessment for Rule-Based Systems (2025)	ការវិភាគ តម្លៃគុណ ភាពសម្រាប់ ប្រព័ន្ធដែងក ធើឲ្យបំ	Quality Assessment: Framework for assessing the reliability and explainability of rules.	Page 1	QA / Testing
----	--	---	--	--------	--------------

### ឧបសម្រួល (Appendices)

- Appendix A: Use Case Diagram (Admin vs User)
- Appendix B: ERD (Entity Relationship Diagram)
- Appendix C: UI Mockups (Login, Search, Result Pages)
- Appendix D: Gantt Chart (Project Timeline)
- Appendix E: Sample Test Cases