



การออกแบบโปรแกรม

ในการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูปสำหรับการคำนวณเพื่อออกแบบ เกราะกำบังรังสีแกมมา ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้กำหนดไว้ว่าจะจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า 'NUGS1' ที่เขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน ๔ ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ไอบีเอ็ม ๓๗๐/๑๓๘ ที่มีขนาดความจำ ๔๑๒ กิโลไบต์ (kilo-byte) โดยที่โปรแกรม 'NUGS1' นี้จะสามารถคำนวณปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบเกราะกำบังรังสีแกมมาจากต้นกำเนิดรังสีแกมมาที่มีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ กัน เมื่อผ่านชั้นวัสดุชนิดต่าง ๆ โดยที่ในการคำนวณมีเงื่อนไขที่ดึงนำมาพิจารณาหลายอย่างด้วยกัน จึงมีลำดับขั้นตอนในการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ดังนี้คือ

๔.๑ หลักการในการกำหนดเงื่อนไขของโปรแกรม

ในการออกแบบโปรแกรมนี้ สิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรกคือการกำหนดเงื่อนไขของโปรแกรม ซึ่งในการจัดทำโปรแกรมสำเร็จรูปนี้ได้พิจารณาพิจารณาต่าง ๆ ดังนี้คือ

๔.๑.๑ รูปแบบของปัญหา เนื่องจากในการคำนวณค่าฟลักซ์ของรังสีแกมมาเมื่อผ่านชั้นวัสดุแล้วสามารถแยกรูปแบบของปัญหา ออกได้ ๒ แบบใหญ่ ๆ คือ

(๑) กรณีต้องการทราบค่าฟลักซ์ หรือโดส เรทของรังสีแกมมาจากต้นกำเนิดรังสีแกมมารูปร่างลักษณะต่างกัน เมื่อผ่านวัสดุที่ขวางกันมีความหนาที่แน่นอน

(๒) กรณีต้องการทราบความหนาของวัสดุที่ขวางกันต้นกำเนิดรังสีแกมมาที่รูปร่างลักษณะต่างกัน เพื่อให้ได้ค่าฟลักซ์หรือโดส เรทของรังสีแกมมาตามที่กำหนด

๔.๑.๒ ต้นกำเนิดรังสีแกมมา ในโปรแกรมนี้ เราจะพิจารณาเฉพาะต้นกำเนิดรังสีที่ให้รังสีแกมมาอย่างเดี่ยวเท่านั้น โดยที่รูปร่างลักษณะของต้นกำเนิดรังสีจะแยกออกได้ดังนี้คือ

- (๑) ดันกำ เน็ดรังสีชนิดแผ่นชนิดที่แผ่รังสีออกมาในทิศทางเดียว
- (๒) ดันกำ เน็ดรังสีชนิดจุด
- (๓) ดันกำ เน็ดรังสีชนิดเส้น
- (๔) ดันกำ เน็ดรังสีชนิดแผ่นกลม
- (๕) ดันกำ เน็ดรังสีชนิดทรงกลมตามผิว
- (๖) ดันกำ เน็ดรังสีชนิดทรงกระบอกตามผิว
- (๗) ดันกำ เน็ดรังสีชนิดแผ่นขนาดใหญ่
- (๘) ดันกำ เน็ดรังสีชนิดทรงกลมตามปริมาตร

๔.๑.๓ วัสดุที่ใช้วัสดุที่กำหนดให้ใช้ในโปรแกรมฯ นี้ เป็นวัสดุชนิดที่นิยมใช้แพร่หลายในการทำเกราะกำบังรังสีแกมมา เพราะเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม และบางชนิดก็หาได้ง่าย ราคาไม่แพงนัก อีกทั้งคุณสมบัติ และข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุเหล่านี้ได้มีผู้ทำการศึกษาและวิเคราะห์กันอย่างมากมาย เป็นที่เชื่อถือได้ วัสดุที่กล่าวมาจนถึงนี้มี ๘ ชนิดคือ

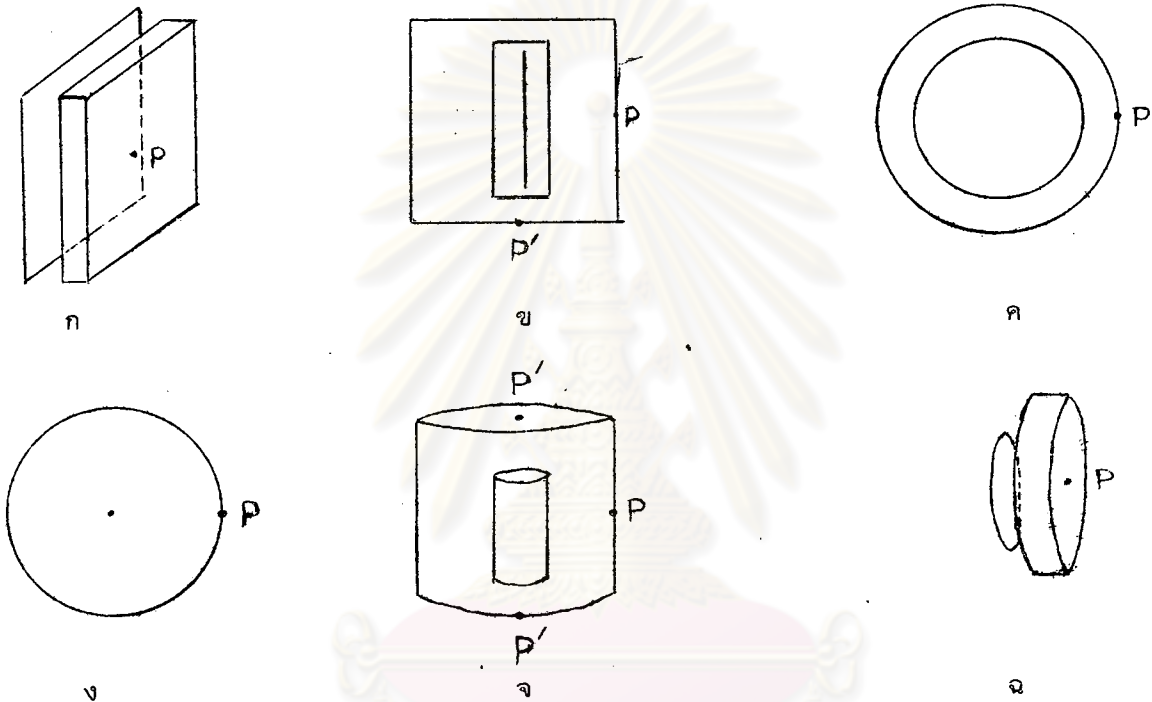
- (๑) อะลูมิเนียม
- (๒) น้ำ
- (๓) ตะกั่ว
- (๔) เหล็ก
- (๕) ดินบุก
- (๖) คอนกรีต
- (๗) ทังสเตน
- (๘) ยูเรเนียม

สำหรับวัสดุอื่นที่ไม่ใช่วัสดุทั้ง ๘ ชนิด เราจะพิจารณาใช้วัสดุทั้ง ๘ ชนิดนี้แทนวัสดุอื่นที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ผลการคำนวณเป็นเพียงค่าโดยประมาณเท่านั้น ส่วนกรณีที่จะใช้วัสดุใดแทนวัสดุใดนั้นดูได้จากเอกสารอ้างอิงหมายเลข ๑๒

๔.๑.๔ รูปร่างของเกราะกำบังรังสีที่ใช้ในการคำนวณ รูปร่างของเกราะกำบังรังสีที่ใช้ในการคำนวณจะพิจารณาจากทิศทางการแผ่รังสีแกมมา, รูปร่างลักษณะของดันกำ เน็ดรังสีแกมมา

และ ตำแหน่งของจุดที่คำนวณค่าฟลักซ์ทางด้านหลังของชั้นวัสดุที่อาจจะมีชั้นเดียวหรือ หลายชั้นก็ได้ ซึ่งจะเป็นจุดที่มีค่าฟลักซ์สูงสุด เช่น จุด P หรือ P' ดังแสดงในรูปที่ ๔

ในการออกแบบเกราะกำบังรังสีจริง ๆ นั้น เกราะกำบังรังสีอาจมีรูปร่างแตกต่างจากรูปร่างที่แสดงในรูปที่ ๔ ก็ได้ แต่ผลที่ได้จากการคำนวณ เช่นความหนาของชั้นวัสดุ ที่ได้จะใช้เป็นค่าต่ำสุดในการพิจารณาออกแบบเกราะกำบังรังสีดังกล่าว



รูปที่ ๔ แสดงรูปร่างของเกราะกำบังรังสีตามรูปร่างลักษณะของต้นกำเนิดรังสี

ก. แผ่นขนาดใหญ่, แผ่นชนิดที่แผ่รังสีออกทิศทางเดียว

ข. เส้น

ค. ทรงกลมผิว, ทรงกลมปริมาตร

ง. จุด

จ. ทรงกระบอกผิวทั้ง ๒ ตำแหน่ง

ฉ. แผ่นกลม

๔.๑.๕ ข้อมูลที่ใช้ต้องกำหนด จากรูปแบบของปัญหา ๒ ประการที่กล่าวมาแล้วนั้น เราได้พิจารณาว่าโปรแกรมนี้ควรจะให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ โดยที่ผู้ใช้อาจไม่ต้องคำนึงถึงปัญหาอื่นใดนอกเหนือไปจาก ข้อมูลชั้นพื้นฐานของปัญหา อันได้แก่

- (๑) รูปร่างลักษณะของต้นกำเนิดรังสี
- (๒) ความเข้มของต้นกำเนิดรังสี
- (๓) พลังงานของรังสี
- (๔) โดสเรท หรือ
- (๕) ชนิดของวัสดุพร้อมความหนา

สำหรับข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณ จะได้พิจารณาบรรจุไว้ในโปรแกรม โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกำหนดให้ แต่ผู้ใช้ก็มีโอกาสที่จะเลือกใช้ข้อมูลบางอย่างได้เช่น กรณีค่าความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ, จำนวนครั้งของการทำอิตเตอร์เรชัน (iteration) เป็นต้น ซึ่งหากผู้ใช้ไม่กำหนด โปรแกรมก็จะกำหนดให้เอง

๔.๑.๖ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ โปรแกรมนี้จะแสดงผลการคำนวณออกมาในรูปแบบของค่าปริมาณฟลักซ์ที่ไม่ได้ชนกับวัสดุ ϕ_u , ค่าปริมาณฟลักซ์ที่ผ่านชั้นวัสดุแล้ว ϕ_b , ค่าโดสเรทหรือความหนาของชั้นวัสดุ และโดยที่ปัญหาที่เรากำหนดขึ้นนั้นมีอยู่ ๒ รูปแบบด้วยกัน ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ จึงแยกเป็น ๒ กรณี ตามลักษณะของปัญหาดังนี้คือ

- (๑) ปัญหาที่ต้องการทราบอันตรกิริยาของรังสีแกมมา เมื่อผ่านวัสดุ จะได้ค่า ϕ_u , ϕ_b และ ค่าโดสเรท โดยรูปแบบของผลลัพธ์ที่ออกมาจากโปรแกรมจะแสดงไว้ในรูปที่ ๙
- (๒) ปัญหาที่ต้องการทราบความหนาของวัสดุ จะได้ค่า ϕ_u , ϕ_b โดสเรท, ค่าความคลาดเคลื่อน, จำนวนครั้งในการทำอิตเตอร์เรชัน และความหนาของวัสดุ โดยรูปแบบของผลลัพธ์ที่ออกมาจากโปรแกรม จะแสดงไว้ในรูปที่ ๑๐

OUTPUT REPORT FOR CASE NO 1.

This package will solve the problem case _____.

Details of input

code of source's geometry = _____, will emit gamma-ray with activity = _____ dps.
size of source diameter = _____ CM, with length = _____ CM, code of source material = _____
source will emit gamma-ray with number of energy groups = _____ groups.
no. _____ energy = _____ MeV., will emit gamma-ray with = _____ %
no. _____ energy = _____ MeV., will emit gamma-ray with = _____ %
number of shielding layers = _____ layers.
no. _____ Shielding material's code = _____, with thickness = _____ CM.
no. _____ shielding material's code = _____, with thickness = _____ CM.

:

Details of output

the uncollided flux after the shielding = _____ photon/sec
the build-up flux after the shielding = _____ photon/sec
the dose-rate after the shielding = _____ mrem/hr

รูปที่ ๔ แสดงผลลัพธ์จากโปรแกรมสำหรับปัญหาที่ต้องการหาโดสเรท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OUTPUT REPORT FOR CASE NO 2

This package will solve the problem case _____.

Details of input

code of source's geometry = _____, will emit gamma-ray with activity = _____ dps.
size of source diameter = _____ CM, with length = _____ CM, code of source material = _____
source will emit gamma-ray with the number of energy group = _____ groups.
no. _____ energy = _____ MeV., will emit gamma-ray with = _____ %
no. _____ energy = _____ MeV., will emit gamma-ray with = _____ %
the dose rate after the shielding = _____ mrem/hr. (given value).

Details of output

this calculation has error about _____ after _____ times of halving interval
the uncollided flux after the shielding = _____ photons/sec.
the build-up flux after the shielding = _____ photons/sec.
the dose-rate after the shielding = _____ mrem/hr.
number of shielding layer = _____ layers.
no. _____ shielding material's code = _____, with thickness = _____ CM.

รูปที่ ๑๐ แสดงผลลัพธ์จากโปรแกรมสำหรับปัญหาที่ต้องการทราบความหนาของวัสดุ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๔.๑.๗ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ การพิจารณาเลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณพลังค์ของรังสีแกมมาหลังชั้นวัสดุ เราจะใช้วิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลข เนื่องจากเป็นวิธีที่เข้าใจง่ายและสามารถประหยัดเวลาในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการคำนวณแบบนี้จะอาศัยการใช้ค่าบิลล์แพคเตอร์ BUF ซึ่งได้มีผู้ทดลองหาไว้ตามค่าของพลังงานค่าใดค่าหนึ่ง และการหาค่าความหนาของชั้นวัสดุที่ใช้วิธี interval halving ซึ่งรายละเอียดและวิธีการของซอฟต์แวร์กรณีนี้ได้กล่าวไว้ในบทที่ ๓

๔.๒ การออกแบบโปรแกรม

เนื่องจากเงื่อนไขที่ต้องนำมาพิจารณาในการคำนวณนั้นมีหลายกรณีด้วยกัน เราจึงกำหนดเงื่อนไขเหล่านั้นเป็นรหัส (code) ทั้งหมด ซึ่งได้แก่

- (๑) รหัสของต้นกำเนิดรังสีโดยใช้ตัวแปร N GEO
- (๒) รหัสของวัสดุที่ใช้ทำเกราะกำบังโดยใช้ตัวแปร N MAT
- (๓) รหัสของวัสดุที่เป็นต้นกำเนิดรังสีโดยใช้ตัวแปร M SOUR ซึ่งความหมายของรหัส

นี้จะเหมือนกับความหมายของ N MAT

- (๔) รหัสของรูปแบบของปัญหาใดๆใช้ตัวแปร N CASE
- (๕) รหัสของตำแหน่งในการคำนวณโดยใช้ตัวแปร N AREA

รายละเอียดที่เกี่ยวกับความหมายของรหัสต่าง ๆ ที่ได้สรุปไว้ในตารางที่ ๑๑-๑๔ ดังนี้คือ

ตารางที่ ๑๑ แสดงความหมายของรหัสรูปร่างลักษณะของต้นกำเนิดรังสี

รหัส N GEO	ความหมาย
๑	ต้นกำเนิดรังสีชนิดแผ่นชนิดที่แผ่รังสีออกทิศทางเดียว
๒	ต้นกำเนิดรังสีชนิดจุด
๓	ต้นกำเนิดรังสีขนาดเส้น
๔	ต้นกำเนิดรังสีชนิดแผ่นกลม
๕	ต้นกำเนิดรังสีชนิดทรงกลมผิว
๖	ต้นกำเนิดรังสีชนิดทรงกระบอกผิว
๗	ต้นกำเนิดรังสีชนิดแผ่นขนาดใหญ่
๘	ต้นกำเนิดรังสีชนิดทรงกลมปริมาตร

ตารางที่ ๑๒ แสดงความหมายของรหัสชนิดวัสดุ

รหัส NMAT, MSOUR	ความหมาย
๑	อะลูมิเนียม
๒	น้ำ
๓	ตะกั่ว
๔	เหล็ก
๕	ดีบุก
๖	คอนกรีต
๗	ทังสแตน
๘	ยูเรเนียม

ตารางที่ ๑๓ แสดงความหมายของรหัสรูปแบบของปัญหา

รหัส NCASE	ความหมาย
๑	ทำการคำนวณปัญหาที่ต้องการทราบอันตรกิริยาของรังสีแกมมา
๒	ทำการคำนวณปัญหาที่ต้องการทราบความหนาของวัสดุ

ตารางที่ ๑๔ แสดงความหมายของรหัสตำแหน่งของการคำนวณ

รหัส NAREA	ความหมาย
๑	ทำการคำนวณเฉพาะตำแหน่งด้านข้างของต้นกำเนิดรังสี
๒	ทำการคำนวณด้านข้างและด้านปลายของต้นกำเนิดรังสี

ในการออกแบบโปรแกรมนี้เราได้พิจารณาแยกออกเป็น ๒ ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่เก็บข้อมูล ที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณตามกรณีต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้เราเรียกส่วนนี้ว่า แฟ้มข้อมูล (data file) ซึ่งค่าเหล่านี้ เราได้เก็บไว้ในลักษณะที่จะเรียกใช้ได้ตามรหัสของวัสดุ, ค่าพลังงาน และค่า MFP และอีกส่วนหนึ่งคือตัวโปรแกรมที่จะทำการคำนวณตามเงื่อนไขที่ได้พิจารณามาแล้วข้างต้น ซึ่งสำหรับโปรแกรมนี้ เราได้จัดทำโปรแกรมหลัก (main program) ที่แบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายส่วนในลักษณะของโปรแกรมย่อย (sub program) เพื่อให้สามารถขจัดจุดซับซ้อนที่ทำการคำนวณในลักษณะเดียวกันให้รวมเป็นจุดเดียว ซึ่งในลักษณะนี้ หากมีการเพิ่มเติมเงื่อนไขในการคำนวณก็สามารถทำได้โดยง่าย โดยที่จะไม่ต้องแก้ไขส่วนอื่นตามไปด้วยหรือหากมีการแก้ไขเฉพาะส่วนของแฟ้มข้อมูลก็สามารถทำได้ โดยไม่มีผลต่อตัวโปรแกรมเลยซึ่งรายละเอียดภายในโปรแกรมจะได้อธิบายต่อไปดังนี้คือ

๔.๒.๑ โครงสร้างของโปรแกรม สำหรับโปรแกรมนี้จะมีโปรแกรมหลักที่เรียกใช้เรียกโปรแกรมย่อย ซึ่งการแบ่งโปรแกรมย่อยนั้นเราจะพิจารณาถึงรูปแบบของปัญหาในการคำนวณเกราะกำบังรังสีเป็นหลักซึ่งมีอยู่ ๒ กรณี ดังนั้นโปรแกรมย่อยที่สำคัญ ๆ ในที่นี้ ได้แก่โปรแกรมย่อย TPO ทำหน้าที่คำนวณหาความหนาของวัสดุ และโปรแกรมย่อย SELECT ทำหน้าที่เลือกโปรแกรมย่อยที่จะทำการคำนวณหาอันตรกิริยาของรังสีแกมมาหลังเกราะกำบังรังสี ซึ่งอาจจะเป็นเกราะกำบังฯ ชั้นเดียวหรือหลายชั้นตามรูปร่างลักษณะของต้นกำเนิดรังสีที่แตกต่างกัน ได้แก่ โปรแกรมย่อย FLUXM1, FLUXM2, FLUXL1, FLUXL2, FLUXD1, FLUXD2, FLUXS1, FLUXP1, FLUXP2, FLUXVD1 ซึ่งโปรแกรมย่อยเหล่านี้ก็จะเรียกโปรแกรมย่อยอื่น ๆ ที่ใช้คำนวณเทอมทางคณิตศาสตร์แล้วแต่ละกรณีไป โดยที่รายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับหน้าที่และผังงานของโปรแกรมย่อยทั้งหมดที่อยู่ในเอกสารอ้างอิงที่ ๑๒

๔.๒.๒ ส่วนของแฟ้มข้อมูล ส่วนนี้จะเก็บข้อมูลที่ให้มีผู้ทำการทดลองไว้ซึ่งจะต้องนำมาใช้ในการคำนวณ การเก็บข้อมูลเหล่านี้จะเก็บตามค่าของพลังงานและค่า MFP หรือจะเก็บตามค่าพลังงานอย่างเดียว โดยจะเรียงตามรหัสของวัสดุในแต่ละกรณีไป ข้อมูลต่าง ๆ นั้นได้แก่

- (๑) B_m (μa) ดั่งค่าที่แสดงในตารางที่ ๔
- (๒) B_p (μa) ดั่งค่าที่แสดงในตารางที่ ๕
- (๓) A_1, α_1, α_2 ดั่งค่าที่แสดงในตารางที่ ๖
- (๔) $\frac{\mu_a}{\rho}$ $_{air}$ ดั่งค่าที่แสดงในตารางที่ ๗
- (๕) $\frac{\mu}{\rho}$ ดั่งค่าที่แสดงในตารางที่ ๘
- (๖) ρ

ซึ่งรายละเอียดของการเก็บข้อมูลส่วนนี้จะดูได้จากเอกสารอ้างอิงที่ ๑๒

๔.๒.๓ รายละเอียดของเทคนิคที่ใช้ในโปรแกรม จากหลักการของเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ดังที่กล่าวถึงในบทที่ ๓ แล้วนั้น เพื่อให้การใช้เทคนิคต่าง ๆ มีประสิทธิภาพดี ในทาง การประหยัดเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ และลดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ จึงต้องทำการทดสอบโปรแกรมที่จัดทำ เพื่อเหตุผลดังกล่าว ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

(๑) ในการคำนวณหาความหนาของเกราะกำบังรังสีนั้น การกำหนดค่าเพื่อหาช่วงต่าง ๆ ที่จะนำมาทำ interval-halving นั้น แยกเป็นกรณีต่าง ๆ ดังนี้คือ

- กรณีต้นกำเนิดรังสีชนิดแผ่นที่แผ่รังสีออกมาทิศทางเดียว เริ่มต้นที่ค่า $MFP = 7$
- กรณีต้นกำเนิดรังสีชนิดจุด เริ่มที่ค่า $MFP = 8$
- กรณีอื่น ๆ เริ่มที่ค่า $MFP = 7$

สำหรับการหาช่วงแรกที่จะนำมาทำการคำนวณ interval halving นี้จะ เริ่มจากค่าที่กำหนดให้ครั้งแรก ซึ่งจะพบว่าการเพิ่ม MFP จะเพิ่มขึ้น +๓ จากจุดเริ่มต้นและการลด MFP จะลด ลด -๒ จากจุดเริ่มต้น

(๒) การหาค่าจากผลการทดลองเพื่อนำมาคำนวณตามจุดที่ต้องการนั้น เราใช้วิธีการหาจากวิธี Lagrangian interpolation ซึ่งจากการอินเตอร์โพละนั้น เราต้องกำหนดช่วงที่ใช้ในการอินเตอร์โพล์ แต่ละครรณต่างกันดังนี้คือ

- การกำหนดช่วงของพลังงานในการหาค่าปิลอัพแพคเตอร์ของต้นกำเนิดรังสีชนิดแผ่นที่แผ่รังสีออกมาทิศทางเดียว ซึ่งแยกตามชนิดของวัสดุได้ดังนี้คือ

น้ำ	ช่วงที่ ๑	ค่าของพลังงานระหว่าง	๐.๕-๒ MeV ($0 < x \leq ๒$)
	ช่วงที่ ๒	ค่าของพลังงานระหว่าง	๒-๖ MeV ($๒ < x \leq ๖$)
	ช่วงที่ ๓	ค่าของพลังงานระหว่าง	๖-๑๐ MeV ($๖ < x \leq ๑๐$)

วัสดุอื่น ๆ ช่วงที่ ๑ ค่าของพลังงานระหว่าง ๐.๕-๔ MeV. ($0 < x \leq 4$)

ช่วงที่ ๒ ค่าของพลังงานระหว่าง ๔-๑๐ MeV. ($4 < x \leq 10$)

- การกำหนดช่วงของพลังงานในการหาค่าบิลอิฟแฟคเตอร์ของต้นกำเนิดรังสี

ชนิดจุดซึ่งแยกตามชนิดของวัสดุดังนี้คือ

อะลูมิเนียม ช่วงที่ ๑ ค่าของพลังงานระหว่าง ๐.๒๕๕-๔ MeV. ($0 < x \leq 2$)

ช่วงที่ ๒ ค่าของพลังงานระหว่าง ๒-๔ MeV. ($2 < x \leq 4$)

ช่วงที่ ๓ ค่าของพลังงานระหว่าง ๔-๑๐ MeV. ($4 < x \leq 10$)

น้ำ ช่วงที่ ๑ ค่าของพลังงานระหว่าง ๐.๒๕๕-๔ MeV. ($0 < x \leq 1$)

ช่วงที่ ๒ ค่าของพลังงานระหว่าง ๑-๔ MeV. ($1 < x \leq 4$)

ช่วงที่ ๓ ค่าของพลังงานระหว่าง ๔-๑๐ MeV. ($4 < x \leq 10$)

วัสดุอื่น ช่วงที่ ๑ ค่าของพลังงานระหว่าง ๐.๕-๔ MeV. ($0 < x \leq 4$)

ช่วงที่ ๒ ค่าของพลังงานระหว่าง ๔-๑๐ MeV. ($4 < x \leq 10$)

- การกำหนดช่วงของพลังงานในการหาค่าสัมประสิทธิ์ของ Taylor นั้น

สำหรับชนิดของวัสดุต่าง ๆ จะเหมือนกันโดยจะใช้ช่วงต่าง ๆ ดังนี้คือ

ช่วงที่ ๑ ค่าพลังงานระหว่าง ๐.๕-๔ MeV ($0 < x \leq 4$)

ช่วงที่ ๒ ค่าพลังงานระหว่าง ๔-๑๐ MeV ($4 < x \leq 10$)

- การกำหนดช่วงของค่า MFP ในการหาค่าบิลอิฟแฟคเตอร์ ของต้นกำเนิดรังสี

ชนิดแผ่น ที่แผ่รังสีออกทิศทางเดียว ซึ่งแยกตามชนิดของวัสดุดังนี้คือ

น้ำและเหล็ก ช่วงที่ ๑ ค่า MFP ระหว่าง ๐-๔ ($0 < x \leq 4$)

ช่วงที่ ๒ ค่า MFP ระหว่าง ๕-๒๐ ($4 < x \leq 15$)

วัสดุอื่น ช่วงที่ ๑ ค่า MEP ระหว่าง ๐-๗ ($0 < x \leq 7$)

ช่วงที่ ๒ ค่า MFP ระหว่าง ๗-๑๕ ($7 < x \leq 15$)

- การกำหนดช่วงของค่า MFP ในการหาค่าบิลอิฟแฟคเตอร์ ของต้นกำเนิด

รังสีชนิดจุด ซึ่งแยกตามชนิดของวัสดุดังนี้คือ

อะลูมิเนียม, น้ำ, เหล็ก ช่วงที่ ๑ ค่า MFP ระหว่าง ๐-๔ ($0 < x \leq 4$)

ช่วงที่ ๒ ค่า MFP ระหว่าง ๔-๒๐ ($4 < x \leq 20$)

ช่วงที่ ๓ ค่า MFP ระหว่าง ๒๐-๓๐ ($20 < x \leq 30$)

<u>วัสดุอื่น</u>	ช่วงที่ ๑ ค่า MFP ระหว่าง ๐-๗ ($0 < X \leq 7$)
	ช่วงที่ ๒ ค่า MFP ระหว่าง ๗-๒๐ ($7 < X \leq 20$)
	ช่วงที่ ๓ ค่า MFP ระหว่าง ๒๐-๓๐ ($20 < X \leq 30$)

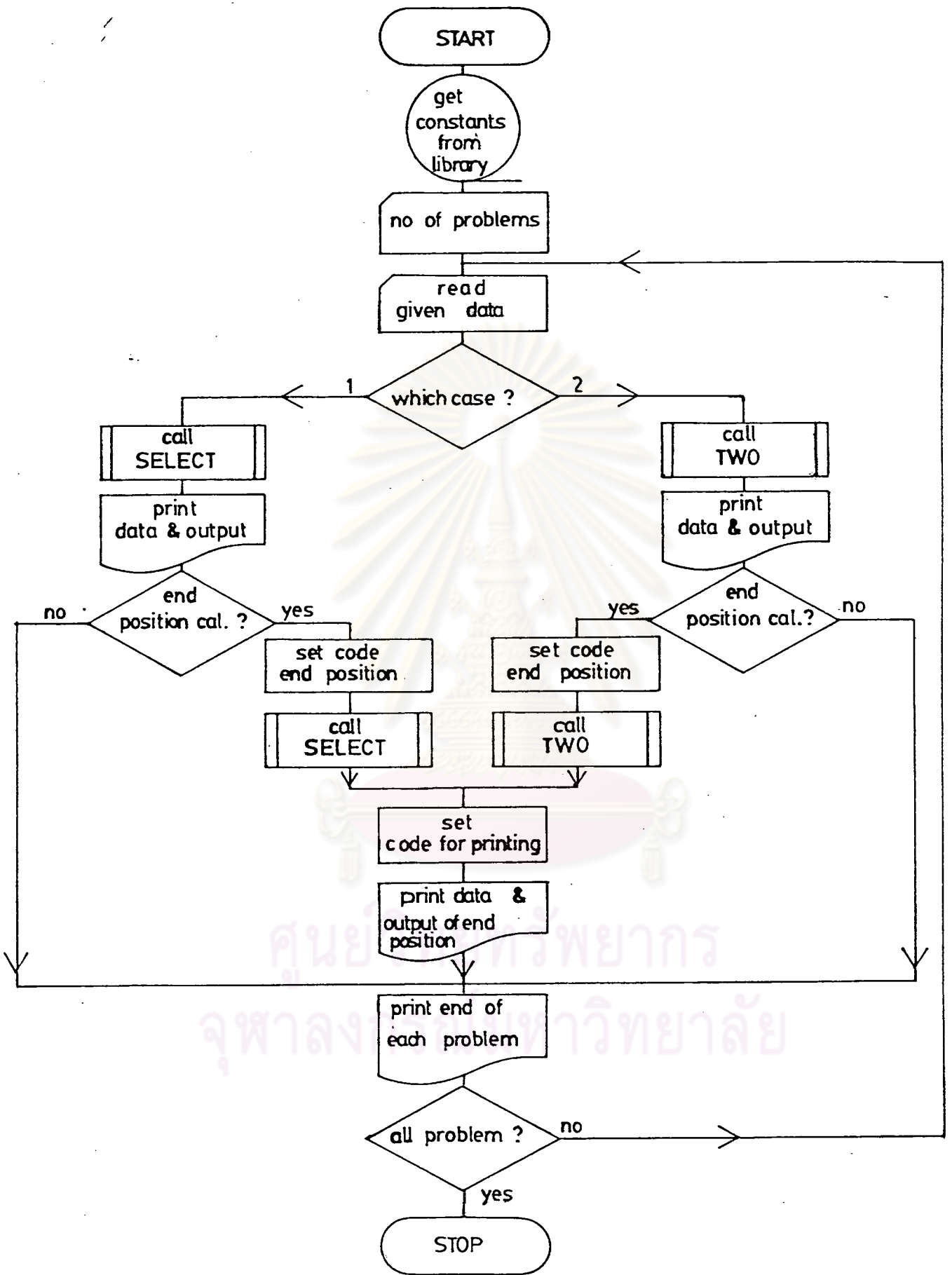
- สำหรับการหาค่าของ μ/ρ และ $(\mu_a/\rho)_{air}$ นั้น เราใช้วิธีการอินเตอร์โพลเลชันเชิงเส้น (linear interpolation) จะใช้ค่าเพียง ๒ ค่าเท่านั้น

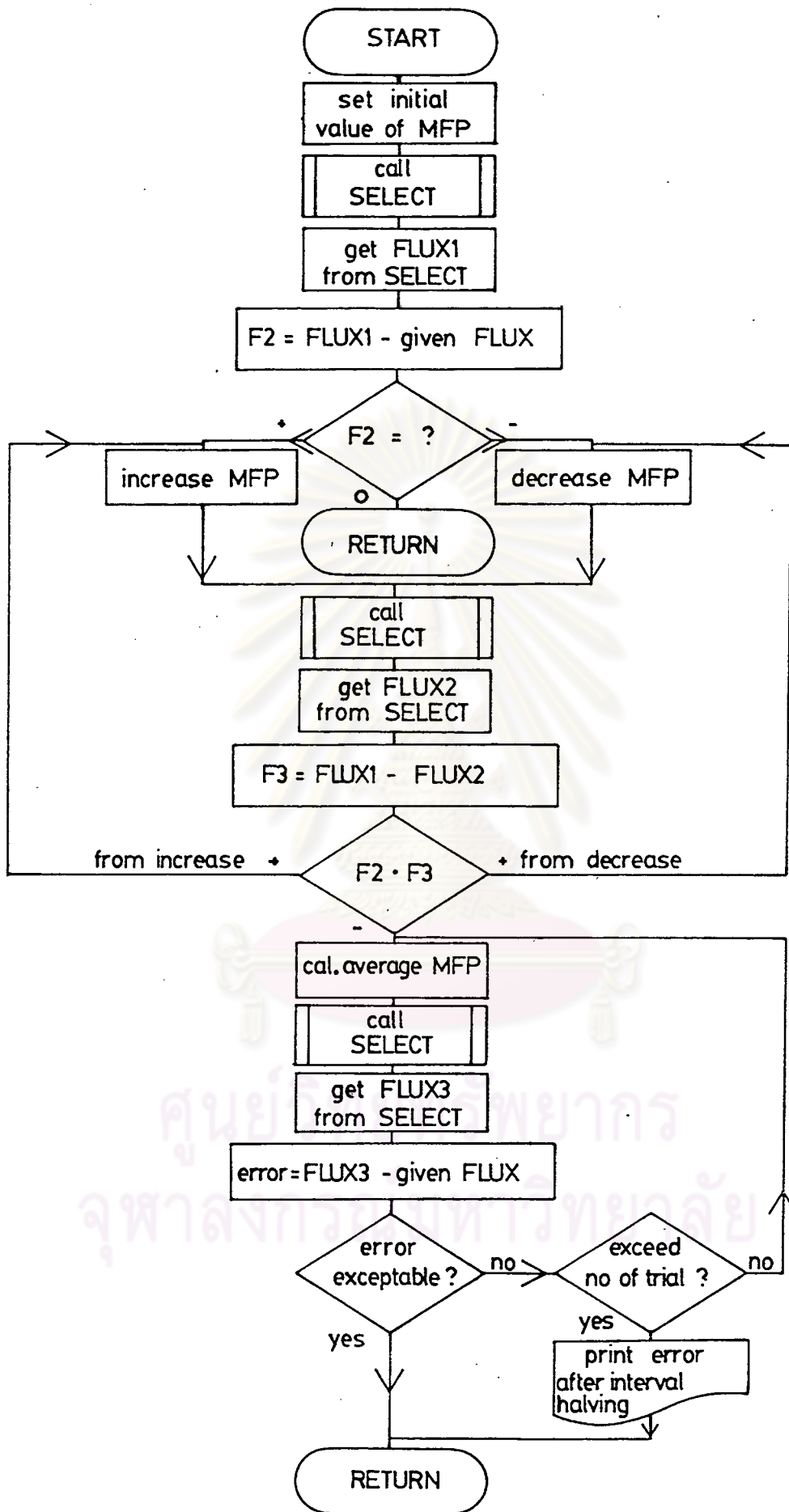
การเลือกใช้ช่วงต่าง ๆ นี้ ได้จากการทดสอบผลจากช่วงต่าง ๆ แล้วนำผลนี้มาตรวจสอบกับกราฟที่พลอต ขึ้นจากการทดลอง และตรวจสอบด้วยค่าจากข้อมูลของโปรแกรม SABINE

๔.๓ ผลงานของโปรแกรมสำเร็จรูป

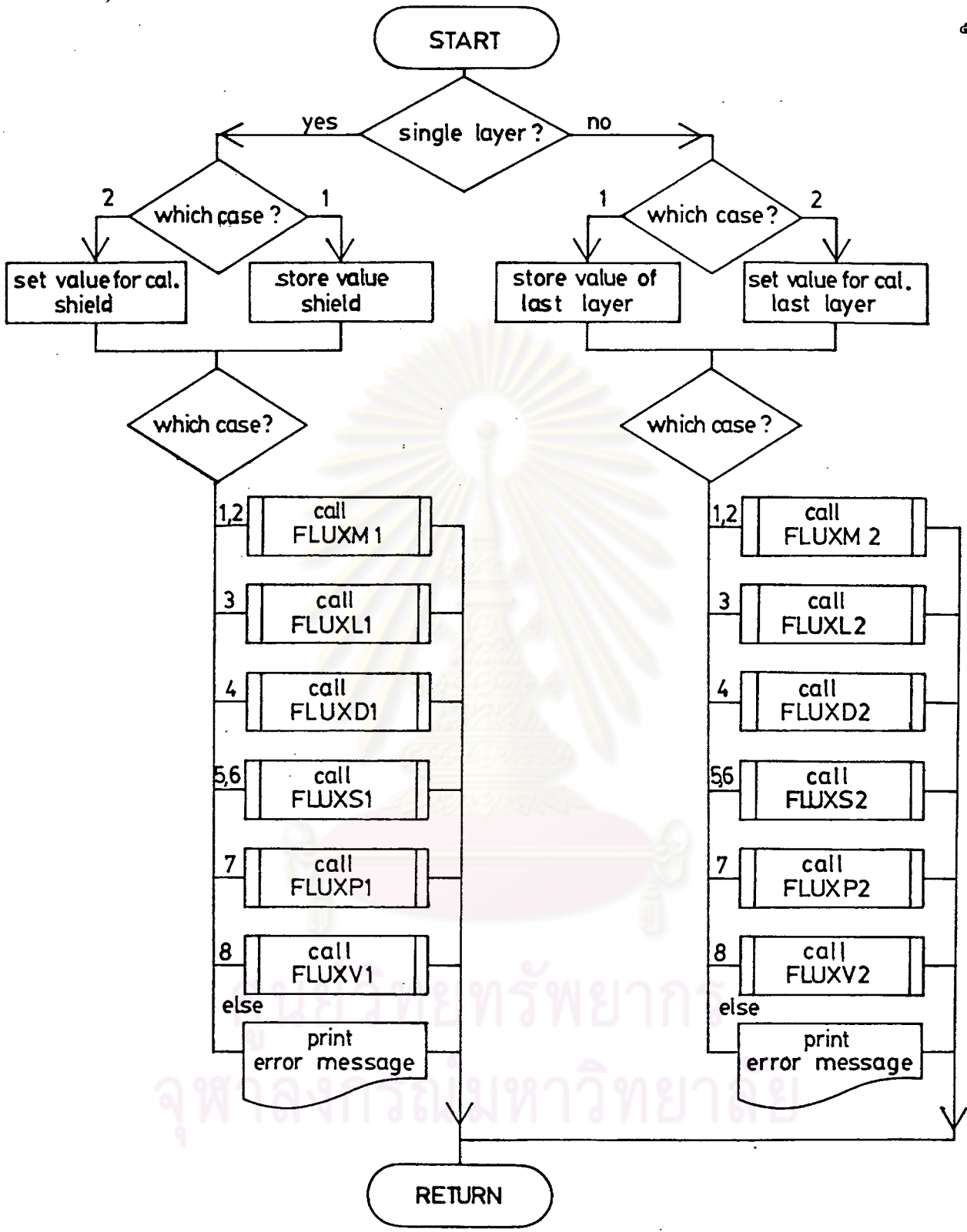
ในที่นี้จะแสดงผลงานเฉพาะโปรแกรมหลักและโปรแกรมย่อย TWO และ SELECT เท่านั้นส่วนรายละเอียดของโปรแกรมย่อยอื่น ๆ ทุกโปรแกรมนั้นได้แสดงไว้ในเอกสารอ้างอิงที่ ๑๒ แล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ ๑๒ แสดงผังงานของโปรแกรมย่อย .TWO



รูปที่ ๑๓ แสดงผังงานโปรแกรมย่อย SELECT

๔.๔ ข้อกำหนดของโปรแกรม

ข้อกำหนดของโปรแกรมนี้นขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณที่มีอยู่ ดังจะแยกเป็นแต่ละกรณี ดังนี้คือ

(๑) ข้อกำหนดของรูปร่างลักษณะของต้นกำเนิดรังสี ในที่นี้จะมีเพียง ๘ ชนิด ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ ๑๒

(๒) ข้อกำหนดของวัสดุที่จะใช้ทำ เกราะกำบังตามรูปร่างลักษณะของต้นกำเนิดรังสีในที่นี้จะแสดงในตารางที่ ๑๕ ตามรหัส

ตารางที่ ๑๕ แสดงข้อกำหนดของวัสดุกับต้นกำเนิดรังสีต่างชนิด

ต้นกำเนิดรังสี	รหัสของวัสดุที่ใช้ได้						
ชนิดแผ่นที่แผ่รังสีทิศทางเดียว	๒	๓	๔	๕	๖		
จุด	๑	๒	๓	๔	๕	๗	๘
อื่น ๆ	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗

(๒) ข้อกำหนดของพลังงานของรังสี และค่า MFP ในที่นี้ได้สรุปการแสดงค่านี้ในตารางที่ ๑๖

ตารางที่ ๑๖ แสดงข้อกำหนดของพลังงานและค่า MFP กับต้นกำเนิดรังสีต่างขนาดกัน

ต้นกำเนิดรังสี	ของ เขตพลังงาน (MeV)	ของ เขตของ MFP	หมายเหตุ
ชนิดแผ่นที่แผ่รังสีทิศทางเดียว	๐.๕-๑๐	๐-๑๕	* ของอะลูมิเนียม ๐.๒๕๕-๑๐
จุด	๐.๕-๑๐*	๐-๓๐	
อื่น ๆ	๐.๕-๑๐	๐-∞	