บทที่ 3

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ในการศึกษานี้ นำโปรแกรม SABINE-3 มาดัดแปลงและพัฒนาเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถคำนวณค่าฟลักซ์ของนิวตรอน (neutron flux) และค่าโดส (dose) เนื่องจากนิวตรอน โดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กในตระกูลของ IBM PC ได้โดยสะดวก โดยให้ชื่อโปรแกรมนี้ว่า NEUTRON และ DOSE ขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวมีมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การจัดเตรียมโปรแกรมเพื่อการดัดแปลง

3.1.1 การส่งถ่ายโปรแกรมลงแผ่นบันทึกข้อมูล (Floppy Disk)

โปรแกรม SABINE-3 เป็นโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน-4 ซึ่งใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เช่น IBM 7090 , IBM 360 , IBM 3031 ฯลฯ และใช้เทปสำหรับเก็บข้อมูล 7 หน่วย ในการศึกษานี้ได้เริ่มโดยการดัดแปลงแก้ไขโปรแกรมเดิมให้สามารถใช้ได้กับเครื่องซุปเปอร์มินิคอมพิวเตอร์ PRIME 9750 โดยใช้ภาษาฟอร์แทรน-77 แทนภาษาฟอร์แทรน-4 จากนั้นทำการทดสอบโปรแกรมโดยใช้เครื่อง PRIME จนทำงานได้สมบูรณ์แบบตามที่ควรจะเป็น แล้วจึงเริ่มขั้นตอนการส่งถ่ายโปรแกรม เนื่องจากโปรแกรม SABINE-3 ต้องการใช้หน่วยความจำในการเก็บส่วนของโปรแกรมจำนวนมาก ดังนั้นถึงแม้ว่าแผ่นบันทึกข้อมูลของ IBM PC ซึ่งมีความจุทั้งหมดประมาณ 360K bytes จะสามารถบรรจุโปรแกรมภาษาฟอร์แทรน-77 ได้ทั้งโปรแกรม แต่การปฏิบัติต่าง ๆ กับโปรแกรมยาว ๆ ก็เป็นสิ่งที่ยุ่งยากมาก จะนั้นเพื่อความสะดวกในการจัดการโปรแกรม จึงได้แบ่งโปรแกรม SABINE-3 ออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งไม่ยาวนัก ในการแบ่งโปรแกรมออก

เป็นส่วนย่อย ๆ ดังกล่าวนี้ ทำการแบ่งที่เครื่อง PRIME ก่อน จากนั้นจึงใช้โปรแกรม primelink ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เชื่อมเครื่อง IBM PC เข้ากับ เครื่อง PRIME เป็นส่วนนำโปรแกรมจากเครื่อง PRIME มาลงแผ่นบันทึกข้อมูลของเครื่อง IBM PC

3.1.2 การใช้โปรแกรม primelink

โปรแกรม primelink เป็นโปรแกรมที่ใช้เชื่อมเครื่อง IBM PC เข้ากับเครื่อง PRIME โดย IBM PC ที่เชื่อมเข้าไปนี้จะเปรียบเหมือนกับ Terminal ของ PRIME อีกสถานีหนึ่ง โปรแกรม primelink แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ PRIMELINK 1 และ PRIMELINK 2 ซึ่งแต่ละส่วนจะเก็บอยู่ในแผ่นบันทึกข้อมูล 1 แผ่น ในการใช้โปรแกรม primelink จะใส่ PRIMELINK 1 และ PRIMELINK 2 ใน drive A และ B ตามลำดับ เมื่อใส่ชื่อ primelink หลัง A prompt (A>) แล้ว โปรแกรมจะทำการ initiate จากนั้นจะแสดง MENU ซึ่งมี OPTION ให้เลือกจำนวนหนึ่ง ครั้งแรกนี้ให้เลือก OPTION หัวข้อ TERMINAL MODE ก่อน ต่อจากนี้จะเป็นการ login เข้าสู่ PRIME และใส่ชื่อ primelink อีกครั้งต่อจากคำว่า "OK, " เป็นการเริ่มใช้โปรแกรม primelink ในเครื่อง PRIME หลังจากนั้นจะมี MENU เดิมปรากฏขึ้นอีก ขณะนี้ถ้าต้องการส่งถ่ายไฟล์ ให้เลือก OPTION หัวข้อ File transfer ซึ่งสามารถเลือกไฟล์ที่จะส่งถ่ายได้ 2 แบบ คือแบบ text file และ binary file โดยใน MENU ใหม่จะมี OPTION ให้เลือกว่าจะส่ง (SEND) หรือรับ (RECEIVE) file แบบใด เมื่อเลือก OPTION ใน MENU อันใหม่แล้ว จะปรากฏข้อความ "host file: " ขึ้น จึงใส่ชื่อโปรแกรมที่ต้องการส่งถ่ายจาก PRIME ลงไปจากนั้นจะปรากฏข้อความ "disk file: " ก่อนที่จะใส่ชื่อไฟล์สำหรับลงแผ่นบันทึกข้อมูลให้เปลี่ยนเอาแผ่น PRIMELINK 2 ใน drive B ออก แล้วนำแผ่นที่ต้องการ นำไฟล์ลงมาใส่แทน จากนั้นเครื่องจะเริ่มส่งถ่ายโปรแกรม โดยขณะที่เครื่องทำการส่งถ่ายนั้น เครื่องจะบอกจำนวน character ที่ส่งถ่ายไปทั้งหมดด้วย

3.2 การพัฒนาโปรแกรม

3.2.1 การเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรม

ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบนเครื่อง IBM PC นี้เลือกใช้โปรแกรม EDLIN ซึ่งเป็น line editor ที่สามารถใช้เรียบเรียง (edit) โปรแกรมได้ประมาณ 580 บรรทัด ด้วยเหตุนี้ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรม SABINE-3 เพื่อใช้กับเครื่อง IBM PC จึงต้องแบ่งโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายส่วน เพื่อจะได้ทำการแก้ไขแต่ละส่วน โดยใช้โปรแกรม EDLIN ได้ โปรแกรมส่วนย่อย ๆ เหล่านี้ให้ชื่อว่า SABP1 , SABP2 , SABP3 , SABP4 , SABP5 และ DOSE ตามลำดับ โดยที่โปรแกรมที่แก้ไขดัดแปลงและเพิ่มเติมนี้ยังต้องเขียนโดยใช้ภาษาฟอร์แทรน-77 เพื่อเตรียมไว้ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในภาษาฟอร์แทรน-77 ซึ่งพัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ (Microsoft Fortran-77)

โปรแกรม SABINE-3 ในลักษณะดั้งเดิมนั้นมีการทำงาน ซึ่งอาจสรุปได้ดังแสดงในแผนภูมิ (flow chart) ในรูปที่ 3.1-3.2 ขั้นตอนและคำสั่งของ EDLIN ที่ใช้ในการดัดแปลงแก้ไขโปรแกรมแสดงไว้ในภาคผนวก ก. ในส่วน ก-1

3.2.2 ส่วนของโปรแกรมที่แก้ไขเปลี่ยนแปลง

คุณลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างเครื่อง PRIME และเครื่อง IBM PC สำหรับโปรแกรม SABINE-3 คือการปฏิบัติต่าง ๆ ต่อข้อมูล เนื่องจากเครื่อง PRIME เป็นเครื่องที่มีหน่วยความจำหลายหน่วย ซึ่งส่วนหนึ่งคือเทป ดังนั้นการบันทึกข้อมูลจึงนิยมบันทึกในรูป binary code (unformatted) สำหรับเครื่อง IBM PC นั้น การบันทึกข้อมูลจึงไม่สามารถกระทำดัง PRIME ได้ ฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมสำหรับเครื่อง IBM PC นี้ ส่วนใหญ่จะเปลี่ยนเฉพาะส่วนของการอ่านและเขียนข้อมูล โดยกำหนดรูปแบบ (format) ให้สอดคล้องกับข้อมูล และกำหนดให้ไฟล์ที่ใช้เก็บข้อมูลอยู่คนละแผ่น กับโปรแกรม เนื่องจากแผ่นบันทึกข้อมูลที่บรรจุจะเหลือที่ว่างในหน่วยความจำน้อยมาก สำหรับไฟล์ที่ใช้เก็บข้อมูล จะถูกกำหนดให้มีชื่อเดียวกับชื่อของเทปในโปรแกรมเดิม แต่จะมีบางไฟล์ที่ตั้งชื่อขึ้นใหม่เพื่อความสะดวกในการเก็บ

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับเป็น input data ของโปรแกรมอื่น

รายละเอียดการดัดแปลงต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ชื่อไฟล์สำหรับ input และ output

เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้โปรแกรม จึงอาจกำหนดชื่อไฟล์สำหรับ input และ output ในโปรแกรม SABINE-3 ไว้อย่างแน่นอน คือ SABINE.DAT สำหรับ input และ SABINE.OUT สำหรับ output ตามลำดับ ไฟล์เหล่านี้ใช้บันทึกข้อมูลแบบกำหนดรูปแบบ แต่การกำหนดชื่อไฟล์ไว้แน่นอนเช่นนี้ก็มีข้อเสียเหมือนกัน คือเราต้องกำหนดให้ไฟล์ข้อมูลชื่อนี้ทุกครั้งไม่ว่าจะทำเพียงปัญหาเดียว หรือหลายปัญหา ซึ่งก่อให้เกิดความไม่สะดวก จำเป็นต้องพิมพ์ผลของการคำนวณออกมาทุกครั้ง หรือ copy ทั้ง input และ output ให้มีชื่ออื่นเพื่อที่จะไม่ถูกข้อมูลใหม่บันทึกทับข้อมูลเก่า ดังนั้นสำหรับโปรแกรม NEUTRON และ DOSE จึงได้ดัดแปลงให้มีการตั้งชื่อไฟล์ input และ output ขึ้นเอง โดยผู้ใช้จะตั้งชื่อใดก็ได้ ชื่อไฟล์ที่ตั้งขึ้นเองนี้จะ input เข้าไปโดยใช้แป้นพิมพ์ (keyboard) ทำให้สะดวกต่อผู้ใช้มากขึ้น

3.2.2.2 ข้อมูลในไฟล์ input และ output

ข้อมูลในไฟล์ input และ output ของโปรแกรม NEUTRON และ DOSE มีลักษณะเหมือนกับเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลของโปรแกรม SABINE-3 โดยข้อมูลของโปรแกรม NEUTRON จะเป็นข้อมูลส่วนแรกซึ่งเกี่ยวข้องกับการคำนวณฟลักซ์ของนิวตรอน และข้อมูลของโปรแกรม DOSE เป็นข้อมูลส่วนต่อมาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณโดสเรท (dose rate) การกำหนดรูปแบบ สำหรับข้อมูลในไฟล์ input และ output ของทั้งสามโปรแกรมนี้ ยังคงเหมือนกันทุกประการ

สำหรับข้อมูลในไฟล์อื่น ๆ ข้อมูลที่ถูกบันทึกในโปรแกรม NEUTRON และ DOSE กับโปรแกรม SABINE-3 จะมีลักษณะแตกต่างกันคือ ข้อมูลในโปรแกรม NEUTRON และ DOSE จะบันทึกแบบกำหนดรูปแบบ แต่ข้อมูลในโปรแกรม SABINE-3 จะบันทึกแบบไม่กำหนดรูปแบบ

คือบันทึกในรูป binary code ทั้งนี้เนื่องจากหน่วยความจำที่ใช้ไม่เหมือนกัน

3.2.2.3 การปิด-เปิดไฟล์ข้อมูล

การปิด-เปิดไฟล์ข้อมูล เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของการดัดแปลงโปรแกรม เพราะการปิด-เปิดไฟล์จำเป็นต้องสอดคล้องกับลำดับการอ่านหรือเขียนข้อมูลตามขั้นตอนการคำนวณในโปรแกรม NEUTRON และ DOSE การปิด-เปิดไฟล์จะเหมือนกับในโปรแกรม SABINE-3 เฉพาะไฟล์ input และ output ซึ่งปิดและเปิดใน main program เท่านั้น สำหรับไฟล์ข้อมูลอื่น ๆ เช่น L2REM , LTGAM , LTDIF , LTREM , ฯลฯ จะมีการปิด-เปิดไฟล์ต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าไฟล์ข้อมูลในโปรแกรม SABINE-3 กำหนดด้วยเทป ดังนั้นการปิด-เปิด จึงทำเพียงครั้งเดียวได้ และการอ่านหรือเขียนข้อมูลในไฟล์จะใช้เพียงคำสั่ง REWIND เท่านั้น ส่วนไฟล์ข้อมูลในโปรแกรม NEUTRON และ DOSE ซึ่งกำหนดด้วย unit ของแผ่นบันทึกข้อมูลนั้นไม่สามารถสั่ง REWIND ได้ ดังนั้นการอ่านหรือเขียนข้อมูลจึงต้องอาศัยการปิด-เปิดไฟล์ตลอดเวลา การปิด-เปิดไฟล์ข้อมูลในแผ่นบันทึกข้อมูลนี้ยุ่งยากกว่าในเทปมาก เพราะในกรณีที่มีการเขียนข้อมูลเพิ่มเติมจากข้อมูลเดิม เราจำเป็นต้องอ่านข้อมูลเดิมออกมาก่อน จากนั้นจึงนำมารวมกับข้อมูลเพิ่มเติมแล้วจึงเขียนทั้งหมดลงไปใหม่ ในขณะที่การเขียนข้อมูลเพิ่มเติมลงไฟล์ข้อมูลในเทป สามารถดำเนินต่อไปได้เลย นอกจากนี้การกำหนด unit สำหรับไฟล์ในแผ่นบันทึกข้อมูลยังแตกต่างจากในเทปด้วย เนื่องจากการปิด-เปิดไฟล์ที่ต่างกันดังที่กล่าวข้างต้น นอกจากนี้ยังมีบางส่วนของโปรแกรมที่เปลี่ยนแปลงไปบ้าง เพื่อให้เหมาะสมและกระทัดรัดมากยิ่งขึ้น ส่วนของโปรแกรมที่เปลี่ยนไปนี้ได้แก่ Subroutine STEU1 และ STAMPA ซึ่งเป็นส่วนที่ควบคุมการอ่านข้อมูลของ SABINE-3 และส่วนที่เขียน output ของฟลักซ์ของนิวตรอนตามลำดับ เนื่องจากส่วนดังกล่าวนี้ไม่ค่อยมีความจำเป็นที่จะต้องแยกออกเป็นโปรแกรมย่อย ดังนั้นในการดัดแปลงจึงได้นำเอาคำสั่งต่าง ๆ ใน Subroutine นี้ไปเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมที่เรียก (call) Subroutine นี้ไปใช้

3.2.3 การสร้าง object file

ในการสร้าง object file ของโปรแกรม SABP1 , SABP2 , SABP3 , SABP4 , SABP5 และ DOSE ที่ได้รับการดัดแปลงเรียบร้อยแล้ว จะใช้โปรแกรม FOR1 และ PAS2 ตามลำดับ สำหรับโปรแกรมที่จะสร้าง object file เหล่านี้ ก่อนที่จะทำการ compile ต่อด้วย FOR1 จะต้องทำให้เป็น ".FOR" เสียก่อน หลังจากที่ผ่านการตรวจเช็ค error ด้วย FOR1 เรียบร้อยแล้วก็จะใช้ PAS2 ทำการ compile อีกครั้งหนึ่ง เราจึงจะได้ object file หรือไฟล์ที่มี ".OBJ"

ข้อควรระวัง หลังจากที่ผ่านการ compile ด้วย FOR1 แล้วให้ compile ต่อด้วย PAS2 และห้ามมิให้ใช้คำสั่งอื่นใด เช่น directory(dir) , erase , copy ฯลฯ ก่อนที่จะใช้ PAS2 อย่างเด็ดขาด มิฉะนั้นเราจะต้องกลับไป compile ด้วย FOR1 ใหม่ เนื่องจากชื่อไฟล์ที่ต้องการ compile ซึ่งใส่ใน FOR1 นั้นได้ลบทิ้งไปแล้ว

ข้อแนะนำอีกประการหนึ่งสำหรับการใช้ FOR1 และ PAS2 คือควรจะกำหนดให้ไฟล์ที่จะทำการ compile ด้วย FOR1 และ PAS2 อยู่คนละ drive กัน เพื่อว่าจะได้หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแผ่นบันทึกข้อมูลเข้า-ออก ซึ่งเป็นสาเหตุของการทำไม่ถูกขั้นตอนทางการ compile ดังที่กล่าวข้างต้น

3.2.4 การสร้าง execution file

เนื่องจาก IBM PC มีขีดจำกัดไม่เกิน 64K ในการสร้าง execution file จาก object file ย่อย ๆ ทั้งหมดที่นำมารวมกัน ด้วยเหตุนี้โปรแกรมที่ดัดแปลงขึ้นจึงจำเป็นต้องสร้างเป็นโปรแกรม NEUTRON และ DOSE แยกกัน ในการสร้าง execution file นั้น จะใช้โปรแกรม LINK โดย object file ทั้งหมดที่จะนำมา link รวมกันนั้นจะนำชื่อมาใส่รวมกันโดยใช้เครื่องหมายบวกเป็นตัวเชื่อม object file ต่าง ๆ เช่น SABP1 + SABP2 + SABP3 + B:SABP4 + B:SABP5 ซึ่งจะเห็นว่า object file อาจจะอยู่คนละ drive กันก็ได้ การที่กำหนดให้ object file บางไฟล์อยู่คนละ drive กัน เพราะว่าหน่วยความจำ (memory) ของแผ่นบันทึกข้อมูลหนึ่ง ๆ มีจำนวนจำกัด ดังนั้นเราจึงจำเป็น

ต้องกะประมาณให้ดีก่อนว่า execution file ที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะสามารถบรรจุลงในแผ่นบันทึกข้อมูลได้หรือไม่ สำหรับการปฏิบัติในที่นี้ได้กำหนดให้โปรแกรม LINK , SABP4.OBJ , SABP5.OBJ , MATH.LIB และ FORTRAN.LIB อยู่ในแผ่นบันทึกข้อมูลหนึ่ง และให้ SABP1.OBJ , SABP2.OBJ และ SABP3.OBJ อยู่ในแผ่นบันทึกข้อมูลอีกแผ่นหนึ่ง ซึ่งแผ่นหลังนี้จะเหลือจำนวนหน่วยความจำไว้มากพอที่จะนำเอา execution file ที่สร้างขึ้นใหม่บรรจุลงไปได้ ดังนั้นในการ link ไฟล์ต่าง เข้าด้วยกันจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงขนาดของ execution file เป็นอย่างมาก หลังจากที่ไฟล์ต่าง ๆ ผ่านการ link เรียบร้อยแล้ว จะได้ไฟล์ที่มี ".EXE" ซึ่งเป็นภาษาเครื่อง (machine language) และพร้อมจะใช้งานได้

3.3 การสร้าง library สำหรับการคำนวณ

ในโปรแกรม SABINE-3 library ของข้อมูลจะบันทึกลงเทปในรูป binary code โดยกำหนดชื่อไฟล์ของ library เป็น "LIBRARY" ข้อมูลใน library นี้ได้จากการสร้างโดยใช้โปรแกรม MAKE.RUN บน PRIME อย่างไรก็ดีสำหรับ library ที่ใช้กับ NEUTRON และ DOSE นั้นก็ได้สร้างขึ้นจากโปรแกรม MAKE.RUN เช่นเดียวกัน แต่แทนที่จะให้บันทึกลงเทปในรูปของ binary code ก็เปลี่ยนเป็นบันทึกลงไฟล์ในลักษณะที่เป็นข้อมูลแบบกำหนดรูปแบบ เพื่อที่จะใช้โปรแกรม primelink ช่วยส่งถ่ายข้อมูลลงแผ่นบันทึกข้อมูลได้ สำหรับข้อมูลใน library ของ NEUTRON และ DOSE นั้น ได้พิจารณาแบ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อความรวดเร็วในการอ่าน เพราะในการคำนวณแต่ละขั้นตอนมิได้ใช้ข้อมูลจาก library ทั้งหมด library ที่ใช้กับ NEUTRON และ DOSE มีดังนี้ คือ LIBA1 , LIBA2 และ LIBA3 ซึ่งจะสังเกตเห็นในโปรแกรมส่วนย่อย ๆ ของ NEUTRON และ DOSE ในผนวก ก. ในส่วน ก-2 และ ก-3

3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

เนื่องจากโปรแกรม SABINE-3 เป็นโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นการดัดแปลงโปรแกรมขนาดนี้จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องเสมอ ๆ การตรวจสอบความถูกต้องอาจทำได้หลายวิธี แต่ในที่นี้จะตรวจสอบโดยการพิมพ์ค่าบางค่าออกมา แล้วนำมาตรวจสอบกับค่าที่พิมพ์ออกมาจากโปรแกรม SABINE-3 ที่ RUN บน PRIME ค่าที่ใช้ในการตรวจสอบที่กล่าวถึงนี้โดยทั่วไปจะเป็นข้อมูลที่บันทึกลงไฟล์ข้อมูลต่าง ๆ แต่จะถูกสั่งให้เขียนรวมลงไปในไฟล์ output ด้วย นอกจากนี้การตรวจสอบยังอาศัยข้อมูลในไฟล์ output ของโปรแกรม โดยพิจารณาว่าข้อมูลในไฟล์ output ที่เขียนออกมานี้ถูกต้อง และครบถ้วนหรือไม่ ถ้าข้อมูลที่ได้ออกมาถูกต้องและครบถ้วน ก็แสดงว่าโปรแกรมที่ดัดแปลงนี้ถูกต้องสามารถใช้งานได้ แต่ถ้ามีข้อมูลส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ถูกต้องหรือขาดหายไปก็จะได้ทำการตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมตรงส่วนนั้นใหม่ จนกระทั่งพบส่วนที่ผิดพลาด

3.5 โครงสร้างของข้อมูล input

ลักษณะโครงสร้างของ input ที่ใช้ในการคำนวณของโปรแกรม NEUTRON และ DOSE แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 และ ตารางที่ 3.4 ตามลำดับ ตัวแปรต่าง ๆ ในแต่ละลำดับมีความหมายดังนี้

3.5.1 โปรแกรม NEUTRON

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
1	2-70	14A5	NAME	หัวเรื่องของปัญหา (title)
2	1-10	I10	IGRC	ดัชนีกำหนดรูปทรงของแกนแหล่งกำเนิด (core) ได้แก่
				0 สำหรับรูปแผ่นระนาบ

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวอักษร	ความหมาย
				1 สำหรับรูปทรงกระบอก
				2 สำหรับชั้นทรงกลม
				3 สำหรับรูปจาน
2	11-20	I10	IGRS	ดัชนีกำหนดรูปทรงของเกราะกำบังรังสีสำหรับการคำนวณรีมูฟเวลนิวตรอนและการแผ่รังสีแกมมาจากแกนแหล่งกำเนิด ได้แก่
				0 สำหรับแผ่นระนาบ
				1 สำหรับชั้นทรงกระบอก
				2 สำหรับชั้นทรงกลม
	21-30	I10	IGDS	ดัชนีกำหนดรูปทรงของเกราะกำบังสำหรับสมการดิฟฟิวชัน (เหมือนกับ IGRS)
	31-40	I10	IGSS	ดัชนีกำหนดรูปทรงสำหรับการคำนวณแกมมาฟลักซ์ (แกมมาทุติยภูมิ) ที่เกิดขึ้นภายในเกราะกำบัง ได้แก่
				0 สำหรับแผ่นระนาบอนันต์
				1 สำหรับชั้นทรงกระบอก
				2 สำหรับชั้นทรงกลม
				3 สำหรับจาน
3	1-10	I10	NRM	จำนวนบริเวณทั้งหมดประกอบด้วยแหล่งกำเนิด 2 บริเวณ และเกราะกำบังไม่เกิน 20 บริเวณ
	11-20	I10	ITNG	ค่ากำหนดการคำนวณแหล่งกำเนิดแกมมา ค่านี้หากเกินจำนวนกลุ่มนิวตรอน 26 กลุ่ม (ITNG > 26) จะไม่มีการคำนวณ

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
	21-30	I10	NBU	ดัชนีกำหนดการคำนวณบิลอัพแฟคเตอร์สำหรับการแผ่รังสีแกมมาจากแกนแหล่งกำเนิด ได้แก่ 1 สำหรับเกราะกำบังเอกพันธ์ (homogeneous shield) 2 สำหรับสูตรของบรอเดอร์ (Broder's Formular) 3 สำหรับสูตรของคิตาซูม (Kitazume's Formular)
	31-40	I10	NBUS	ดัชนีกำหนดการคำนวณบิลอัพแฟคเตอร์ สำหรับการแผ่รังสีแกมมาจากเกราะกำบังรังสี (เหมือนกับ NBU)
	41-50	I10	MOP	ดัชนีกำหนดการป้อนข้อมูลสำหรับสเปคตัมของแหล่งกำเนิด ได้แก่ 1 สำหรับการป้อนข้อมูล และ 0 ไม่ต้องการป้อนข้อมูลเนื่องจากแหล่งกำเนิดนิวตรอนภายในแกนแหล่งกำเนิดสมมติเป็นฟิชชันสเปคตัมของยูเรเนียม-235 และลำดับที่ 4 จะถูกข้ามไป ถ้า MOP=0
4	1-70	7E10.0	FRACRN(J)	สัดส่วนของนิวตรอนจากแหล่งกำเนิดที่ถูกปล่อยออกไปยังกลุ่มรีบูฟเวลที่ i , i = 1,19
5	1-10	I10	IRX	ดัชนีกำหนดบริเวณ, IRX = 1,NRM

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
	11-20	F10.0	ZR(IRX)	ความหนาของบริเวณที่ IRX หน่วยเป็นเซนติเมตร
	21-30	F10.0	H(IRX)	ความสูงของบริเวณที่ IRX หน่วยเป็นเซนติเมตร
	31-40	F10.0	TEMP(IRX)	อุณหภูมิของบริเวณที่ IRX หน่วยเป็นเซลเซียส
	41-50	F10.0	DEN(IRX)	ความหนาแน่นของบริเวณที่ IRX หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
	51-55	I5	NCHR(IRX)	ดัชนีกำหนดลักษณะของช่องว่างอากาศ (air gap) ได้แก่ 1 สำหรับบริเวณปกติ 2 สำหรับบริเวณที่กำหนดให้เป็น P1 approx. 3 สำหรับบริเวณที่มีค่า α และ β ใน input
	56-60	I5	NBUF(IRX)	เลขรหัสของวัสดุสำหรับบิลอัพแฟคเตอร์ของบริเวณนี้ (ตารางที่ 3.1)
	61-65	I5	NEMR(IRX)	จำนวนธาตุต่าง ๆ ในบริเวณนี้ซึ่งทั้งหมดต้องไม่เกิน 10 ธาตุ
6	1-10	I10	IRX	ดัชนีกำหนดบริเวณ, IRX = 1,NRM
	11-15	I5	NTHI(IRX)	หมายถึง ตัวแปร M_θ , M_R และ M_ψ ที่ใช้พิจารณา mesh path ของ numerical integration ถ้าไม่ใส่ค่า โปรแกรมจะกำหนดให้เป็น 1, 1, 1 ตามลำดับ
	16-20	I5	NRI(IRX)	
	21-25	I5	NPSII(IRX)	

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
	31-40	E10.0	ETHAI(IRX)	ความถูกต้องสัมพัทธ์สำหรับ numerical integration ถ้าไม่ใส่ค่า โปรแกรมจะกำหนดให้เป็น 0.001
	41-45	I5	NDNI(IRX)	จำนวนช่องสำหรับคำนวณฟลักซ์ของนิวตรอนหาได้จาก NDNI = ZR/d เมื่อ d เป็นค่า mesh path แนะนำไว้สำหรับตัวกลางต่าง ๆ ในตารางที่ 3.2 $4 \leqslant NDNI(IRX) \leqslant 250$ $\sum_{IRX=3}^{NRM} NDNI(IRX) \leqslant 1000$
	46-50	I5	NRNI(IRX)	จำนวนจุดที่คำนวณรีมูฟเวลฟลักซ์โดยแต่ละจุดห่างกันเป็นระยะเท่ากับ d.NRNI ค่า NDNI(IRX)/NRNI(IRX) ต้องเป็นจำนวนเต็ม และ NRNI(IRX)< 50 ; $\sum_{IRX=3}^{NRM} \frac{NDNI(IRX)}{NRNI(IRX)} \leqslant 100$
	51-55	I5	NTNOPI(IRX)	จำนวนจุดที่พิมพ์ฟลักซ์ของนิวตรอนออกมาใน output โดยแต่ละจุดจะห่างกันเป็นระยะเท่ากับ d.NTNOPI(IRX) ค่า NDNI(IRX)/NTNOPI(IRX) ต้องเป็นจำนวนเต็มและ $\sum_{IRX=3}^{NRM} \frac{NDNI(IRX)}{NTNOPI(IRX)} \leqslant 200$

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
	56-60	I5	NGSI(I)	จำนวนจุดสำหรับคำนวณแหล่งกำเนิดแกมมาโดยระยะห่างแต่ละจุดมีค่าเท่ากับ d.NGSI(IRX) ค่า NDNI(IRX)/NGSI(IRX) ต้องเป็นจำนวนเต็ม และไม่เกิน 50 $\sum_{IRX=3}^{NRM} \frac{NDNI(IRX)}{NGSI(IRX)} \leq 500$
7	1-5	I5	IR	ดัชนีกำหนดบริเวณ
	6-8	I3	NOIP(IR,J)	เลขรหัสประจำตัวสำหรับธาตุหรือวัสดุองค์ประกอบชนิดแรก (ตารางที่ 1.2) ในบริเวณที่ IR
	9-18	F10.0	FREM(IR,J)	สัดส่วนโดยน้ำหนักของธาตุหรือวัสดุองค์ประกอบในบริเวณที่ IR
	19-21 32-34 45-47 58-60	I3	NOIP(IR,J)	เลขรหัสประจำตัวสำหรับธาตุหรือวัสดุองค์ประกอบตั้งแต่ชนิดที่ 2 เป็นต้นไป (J=2,JE)
	22-31 35-44 48-57 61-70	F10.0	FREM(IR,J)	สัดส่วนโดยน้ำหนักของธาตุหรือวัสดุองค์ประกอบตั้งแต่ชนิดที่ 2 เป็นต้นไป

หมายเหตุ ถ้า NEMR(IR) > 5 ข้อมูลในลำดับที่ 7 นี้ต้องกำหนดเพิ่มอีก 1 บรรทัด บริเวณที่ IR นั้น

I 10293048

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
8	1-5	I5	NRC	จำนวนชุดของ removal cross section ที่จะป้อนเข้าไป ถ้า NRC=0 ลำดับที่ 9 และ 10 จะละเว้นไป
9	1-70	14I5	ID(J)	หมายเลขของธาตุที่จะป้อน removal cross section เข้าไป (J=1, NRC)
10	1-70	7E10.0	SIGREM(K,N)	removal cross section ของธาตุ โดยแต่ละธาตุจะมี 19 ค่า นั่นคือต้องป้อนข้อมูลของ removal cross section ทั้งหมด 3 บรรทัด และขึ้นบรรทัดใหม่สำหรับธาตุใหม่

ลำดับที่ 11-13 เป็นข้อมูลของบริเวณแกนของแหล่งกำเนิดแต่ละบริเวณ ฉะนั้นจะต้องป้อนข้อมูลในลำดับนี้ 2 ครั้งสำหรับแหล่งกำเนิดทั้งสองบริเวณ ในกรณีที่จำนวนนิวตรอนมีการแผ่กระจายจากบริเวณขอบแกนของแหล่งกำเนิดต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรไปยังกลุ่มรีมูฟเวล กลุ่มที่ J จะสมมติให้มีค่าเท่ากับ SRNO. .FRACRN(J) เมื่อ = 2.46 สำหรับแหล่งกำเนิดที่ไม่เป็นแหล่งกำเนิดฟิชชัน ผลรวมของ FRACRN(J) ทั้งหมดต้องเท่ากับ 1 และ ค่า SRNO สามารถหาได้จากจำนวนของนิวตรอนแหล่งกำเนิดต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรหารด้วย 2.46

11	1-10	E10.0	SRNO(IR)	จำนวนฟิชชันต่อลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาทีที่ขอบนอกของบริเวณ ถ้า SRNO≤ 0 ค่าต่าง ๆ ในลำดับ 11-13 ละเว้นไม่ต้องป้อน
	11-20	I10	NCHRNR(IR)	ดัชนีกำหนดการกระจายตามแนวรัศมี ได้แก่ 1 สำหรับการกระจายแบบโพลิโนเมียล

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
				2 สำหรับการกระจายแบบจุด (point wise)
				3 สำหรับการกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล
	21-30	I10	NCRNR(IR)	จำนวนสัมประสิทธิ์ของโพลิโนเมียลมีค่าไม่เกิน 5 (ไม่ต้องกำหนดค่า ถ้า NCHRNR(IR) = 2 หรือ 3)
	31-40	I10	NWFRNR(IR)	จำนวนค่าที่จุดซึ่งมีระยะห่างเท่ากันสำหรับการกระจายแบบจุด ทั้งหมดไม่เกิน 51 ค่า
	41-50	I10	NCHRNZ(IR)	ดัชนีกำหนดการกระจายตามแนวแกน Z ได้แก่
				1 สำหรับการกระจายแบบโพลิโนเมียล
				2 สำหรับการกระจายแบบจุด
	51-60	I10	NCRNZ(IR)	จำนวนสัมประสิทธิ์ (≤ 5) ของโพลิโนเมียล สำหรับรูปทรงกระบอกอนันต์ NCRNZ ควรมีค่าควรมีค่าเท่ากับ 1
	61-70	I10	NWFRNZ(IR)	จำนวนค่าที่จุดซึ่งมีระยะห่างเท่ากัน (≤ 51) สำหรับการกระจายแบบจุด ไม่ต้องกำหนดถ้ารูปทรงเป็นทรงกระบอกอนันต์
	หมายเหตุ			สำหรับแหล่งกำเนิดรูปแผ่นระนาบ (IGRC = 0) และรูปทรงกลม (IGRC = 2) จะไม่มีการกระจายตามแนวรัศมีและตามแนวแกน Z ตามลำดับ
12	1-70	7E10.0	ANR(N) หรือ	ค่าสัมประสิทธิ์ของโพลิโนเมียลหรือค่าของจุดที่

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
			YWFRNR(IR,N)	ระยะห่างเท่ากับหรือค่า k ของการกระจายแบบ
			หรือ	เอกซ์โปเนนเชียล ($e^{-kr'}$) สำหรับการกระจาย
			SRNKAP (IR)	ตามแนวรัศมี (ละเว้น ถ้า IGRC = 0)
13	1-70	7E10.0	ANZ(N) หรือ	ค่าสัมประสิทธิ์ของโพลินเมียลหรือค่าของจุดที่มี
			YWFRNR(IR,N)	ระยะห่างเท่ากันสำหรับการกระจายตาม
				แนวแกน Z (ละเว้น ถ้า IGRC = 2)
14	1-70	7E10.3	BUCK(KR)	ค่า buckling ตามขวางของบริเวณที่ KR ของ
				เกราะกำบังรังสี (KR = 3,NRM)
15	1-5	I5	NTH	จำนวนอัตราการเกิดปฏิกิริยาของ threshold
				detectors ที่ทำการคำนวณ
	6-10	I5	NFRD	จำนวนบริเวณที่ขึ้นต่อการตอบสนอง
				(responses) ที่จะคำนวณ

หมายเหตุ ลำดับที่ 16 , 17 เป็นข้อมูลสำหรับแต่ละหัววัด (threshold detector) จำนวน NTH ครั้ง และละเว้นเมื่อ NTH = 0)

16	1-70	15A4	TIT	ชื่อของหัววัด (detector)
17	1-70	7E10.3	THR(J)	ค่าภาคตัดขวางมหภาค (macroscopic
				cross section) ของหัววัด สำหรับ
				ช่วงพลังงานที่สอดคล้องกับกลุ่มรีมูฟเวลที่ J
				(19 ค่า)

หมายเหตุ สำหรับข้อมูลในลำดับที่ 18 , 19 เป็นข้อมูลของแต่ละบริเวณที่ขึ้นต่อฟังก์ชันตอบสนอง (response function) ละเว้นถ้า NFRD = 0

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
18	1-5	I5	I1	ดัชนีกำหนดกลุ่มพลังงาน I1 สำหรับป้อนค่าฟังก์ชันตอบสนอง
	6-10	I5	I2	ดัชนีกำหนดกลุ่มพลังงาน I2 สำหรับป้อนค่าฟังก์ชันตอบสนอง
	11-80	15A4	TIT	ชื่อของกลุ่มพลังงานที่ต้องการกล่าวเป็นหัวเรื่อง
19	1-20	7E10.3	RR(J,I)	ค่าฟังก์ชันของพลังงานใด ๆ ที่กำหนดแบบกลุ่ม (group - wise) ในสมการที่ (2.15)
20	1-60	6E10.3	F(J),G(J)	ค่า α และ β สำหรับช่องว่างอากาศแต่ละช่อง ซึ่งมีได้ทั้งหมดไม่เกิน 3 ช่อง

หมายเหตุ ลำดับที่ 20 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับค่า α และ β สำหรับช่องอากาศ (air gap) ลักษณะที่ 3 (NCHR(IRX) = 3 ในลำดับที่ 5)

21	1-20	2E10.3	A1OUT,A2OUT	ค่าสัมประสิทธิ์ที่พิจารณาสภาพเงื่อนไขของนิวตรอนที่ขอบนอกของเกราะกำบัง
	21-50	3E10.3	AIN,A1IN, A2IN	ค่าสัมประสิทธิ์ที่พิจารณาสภาพเงื่อนไขของนิวตรอนที่ขอบในของเกราะกำบัง
	51-60	E10.3	DOP	< 0 ไม่มีผลกระทบ (ละเว้นลำดับที่ 22) > 0 อ่านค่าสัมประสิทธิ์ดิฟฟิวชันสำหรับนิวตรอนกลุ่มนี้ในลำดับที่ 22

หมายเหตุ ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ในลำดับที่ 21 ที่สอดคล้องกับสภาพเงื่อนไขปกติจะใช้ 0.5 , 0 , 1 , 0 , 0 ตามลำดับ

22	1-70	7E10.3	DK(J)	ค่าสัมประสิทธิ์ดิฟฟิวชันบริเวณเกราะกำบังรังสี

3.5.2 โปรแกรม DOSE

ลำดับที่	คอลัมน์	รูปแบบ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
1	1-5	I5	NRIR	จำนวนบริเวณที่ไม่ขึ้นต่อความตอบสนองที่ทำการคำนวณ ถ้า NRIR = 0 จะเว้นลำดับที่ 2 และ 3
	6-10	I5	IFDOSE	ดัชนีกำหนดการคำนวณค่าโดส ได้แก่ 0 ไม่คำนวณ 1 คำนวณ
2	1-10	2I5	I1,I2	ดัชนีกำหนดกลุ่มนิวตรอนกลุ่มแรกและกลุ่มสุดท้ายสำหรับป้อนค่าฟังก์ชันตอบสนอง
3	1-70	7E10.3	CF(J)	ค่าฟังก์ชันตอบสนอง

3.6 โครงสร้างของข้อมูล output

โครงสร้างของข้อมูล output ของโปรแกรม NEUTRON ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนข้อมูล input และส่วนค่าฟลักซ์ของนิวตรอน สำหรับโครงสร้างของข้อมูล output ของโปรแกรม DOSE จะมีเพียงค่าโดสที่ระยะต่าง ๆ จากแหล่งกำเนิดเท่านั้น รายละเอียดต่าง ๆ ของโครงสร้างทั้งสองนี้ เช่น ในตารางที่ ข-2 ภาคผนวก ข. มีดังต่อไปนี้

ลำดับที่	คำอธิบาย
1	ชื่อหัวเรื่อง และ ชื่อโปรแกรมเดิม (SABINE-3)
2	ดัชนีกำหนดรูปทรงต่าง ๆ (Control-indices) IGRC หมายถึง ดัชนีกำหนดรูปทรงของแกนแหล่งกำเนิด

ลำดับที่ คำอธิบาย

IGRS หมายถึง ดัชนีกำหนดรูปทรงของเกราะกำบังรังสีสำหรับการคำนวณรีมูฟเวลนิวตรอน และการแผ่รังสีแกมมาจากแกนแหล่งกำเนิด

IGDS หมายถึง ดัชนีกำหนดรูปทรงของเกราะกำบังรังสีสำหรับสมการดิฟฟิวชัน

IGSS หมายถึง ดัชนีกำหนดรูปทรงสำหรับการคำนวณแกมมาฟลักซ์ที่เกิดขึ้นภายในเกราะกำบัง

3 ข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มพลังงานต่าง ๆ (Group-data)

NREG หมายถึง จำนวนบริเวณทั้งหมด

NRG หมายถึง จำนวนกลุ่มรีมูฟเวลทั้งหมด

NNG หมายถึง จำนวนกลุ่มดิฟฟิวชันทั้งหมด

NGG หมายถึง จำนวนกลุ่มแกมมาทั้งหมด

IFGAM หมายถึง ดัชนีกำหนดการคำนวณแหล่งกำเนิดแกมมา

NBUC หมายถึง ดัชนีกำหนดการคำนวณบิลอัพแฟคเตอร์สำหรับการแผ่รังสีแกมมาจากแกนแหล่งกำเนิด

NBUS หมายถึง ดัชนีกำหนดการคำนวณบิลอัพแฟคเตอร์สำหรับการแผ่รังสีแกมมาจากเกราะกำบังรังสี

4 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปทรงต่าง ๆ (Geometry-Data)

REGION หมายถึง บริเวณที่กำหนด

ZR หมายถึง ความหนาของบริเวณ

H หมายถึง ความสูงของบริเวณ

TEMP หมายถึง อุณหภูมิของบริเวณ

ลำดับที่	คำอธิบาย
	DEN หมายถึง ความหนาแน่นของบริเวณ
	IGAP หมายถึง ดัชนีกำหนดลักษณะช่องว่างของอากาศ
	MBU หมายถึง เลขรหัสของวัสดุสำหรับบิลอัพแฟคเตอร์ของบริเวณ
	NEMR หมายถึง จำนวนธาตุต่าง ๆ ในบริเวณนี้ซึ่งทั้งหมดต้องไม่เกิน 10 ธาตุ
5	REGION หมายถึง บริเวณที่กำหนด
	M(THE) หมายถึง M_θ
	M(R) หมายถึง M_R
	M(PSI) หมายถึง M_ψ
	ETHA หมายถึง ความถูกต้องสัมพัทธ์สำหรับ numerical integration
	NDIF หมายถึง จำนวนช่วงสำหรับคำนวณฟลักซ์ของนิวตรอน
	NREM หมายถึง จำนวนจุดที่คำนวณรีมูฟเวลฟลักซ์
	NPRT หมายถึง จำนวนจุดที่พิมพ์ฟลักซ์ของนิวตรอนออกมา
	NGS หมายถึง จำนวนจุดสำหรับคำนวณแหล่งกำเนิดแกมมา
	NGCF หมายถึง จำนวนสัมประสิทธิ์สำหรับโพลินเมียลของการกระจายแหล่งกำเนิดแกมมาในบริเวณ
6	ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุองค์ประกอบในบริเวณต่าง (Material data)
	REGION หมายถึง บริเวณที่กำหนด
	ID หมายถึง เลขรหัสประจำตัวสำหรับธาตุหรือวัสดุองค์ประกอบ (จากตารางที่ 1.2)
	FREM หมายถึง สัดส่วนโดยน้ำหนักของธาตุหรือวัสดุองค์ประกอบ

ลำดับที่	คำอธิบาย
7	ข้อมูลเกี่ยวกับการกระจายของแหล่งกำเนิดรีมูฟเวลของบริเวณแกนแหล่งกำเนิดทั้งสองบริเวณ (Removal source distribution of the two core regions)
	IR หมายถึง บริเวณแกนแหล่งกำเนิดที่กำหนด
	S หมายถึง จำนวนฟิชชันต่อลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาทีที่ขอบนอกของบริเวณ ถ้า $S < 0$ จะพิมพ์ "NO SOURCE"
	P1(R) Distribution in radial direction หมายถึง ลักษณะการกระจายตามแนวรัศมี
	P2(Z) Distribution in axial direction หมายถึง ลักษณะการกระจายตามแนวแกน Z
8	ค่า buckling ของบริเวณต่าง ๆ ของเกราะกำบังรังสี
9	สภาพเงื่อนไขของนิวตรอนที่บริเวณต่าง ๆ (boundary conditions)
	B1, B2 หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ที่พิจารณาสภาพเงื่อนไขของนิวตรอนที่ขอบนอกของเกราะกำบัง
	A0, A1, A2, หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ที่พิจารณาสภาพเงื่อนไขของนิวตรอนที่ขอบในของเกราะกำบัง
หมายเหตุ	ลำดับที่ 1 ถึง 9 เป็นส่วนโครงสร้างข้อมูล input ซึ่งมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังในหัวข้อ 3.5
10	ค่านิวตรอนฟลักซ์ของกลุ่มพลังงานที่ระยะต่าง ๆ
	X หมายถึง ระยะจากริมแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ลำดับที่	คำอธิบาย
	PHI หมายถึง ค่าฟลักซ์ของนิวตรอนที่ระยะนั้นมีหน่วยเป็นนิวตรอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที
11	ค่าโดสของนิวตรอนที่ระยะต่าง ๆ
	X หมายถึง ระยะจากริมแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
	DOSE หมายถึง ค่าโดสของนิวตรอนที่ระยะนั้น มีหน่วยเป็นมิลลิเรมต่อชั่วโมง

ตารางที่ 3.1

เลขรหัสวัสดุสำหรับคำนวณค่าบิลอัพแฟคเตอร์

Id.no.	Material
1	Air (B.U.F=1)
2	Water
3	Aluminum
4	Ordinary concrete
5	Heavy concrete
6	Iron
7	Lead

ตารางที่ 3.2

ค่า mesh path d ที่ใช้ในการแบ่งช่วงจุด

Material	d (cm)
Water	.25 - .50
Heavy water	.70 - 1.50
Beryllium	.50 - 1.00
Graphite	1.00 - 2.00
Aluminum	1.50 - 2.00
Concrete	1.50 - 2.50
Iron	.50 - 1.00
Lead	1.50 - 3.00

ตารางที่ 3.3 โครงสร้างของข้อมูล input สำหรับโปรแกรม NEUTRON

SHEET OF

TITLE	PROGRAMMER	DATE

NAME

IGRC → IGRS → IGDS → IGSS →

NRM → ITNG → NBU → NBUS → MOP →

FRACRN(J) → (J = 1, NRNM OMITTED IF MOP ≤ 0)

IRX → ZR(IRX) → H(IRX) → TEMP(IRX) → DEN(IRX) → NCHR(IRX) → NBUF(IRX) → NEMR(IRX) → (NRM times)

IRX → NTHI(IRX) → NRI(IRX) → NPSII(IRX) → ETHAI(IRX) → NDNI(IRX) → NRNI(IRX) → NTNDPI(IRX) → NGSI(IRX) → (NRM times)

IR → NOIP(IR,J) → FREM(IR,J) → (IR = 1, NRM, J, JA, JE)

NRC →

ID(J) → (J = 1, NRC OMITTED IF NRC ≤ 0)

SIGREM(K,N) → (N = 1, NRNM)

SRNO(IR) → NCHRNR(IR) → NCRNR(IR) → NWFRNR(IR) → NCHRNZ(IR) → NCRNZ(IR) → NWFRNZ(IR) →

ANR(N) → (N = 1, NCRNR) if NCHRNR = 1

YWFRNR(IR,N) → (N = 1, NWFRNR) if NCHRNR = 2

SRNKAP(IR) → if NCHRNR = 3

ANZ(N) → (N = 1, NCRNZ) if NCHRNZ = 1

YWFRNZ(IR,N) → (N = 1, NCRNZ) if NCHRNZ = 2

BUCK(KR) → (KR = 1, NRM)

NTH → NFRD →

TIT →

THR(J) → (J = 1, IFMAX)

I1 → I2 → TIT →

RR(J,I) → (J = 3, NRM I = I1, I2)

F(J) → G(J) → (J = 1, 3)

A1OUT → A2OUT → AIN → A1IN → A2IN → DOP → (26 times)

DK(J) → (J = 1, IRM OMITTED IF DOP ≤ 0)

ตารางที่ 3.4 โครงสร้างของข้อมูล input สำหรับโปรแกรม DOSE

SHEET OF

TITLE	PROGRAMMER	DATE

← NRIR →✳← IFDOSE →

← I1 →✳← I2 →✳

← CF(J) ——→ (J=I1, I2)

TIT ——————————→